



การสำรวจสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนของโรงเรียนวัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์)  
อำเภอท่าแพงแสน จังหวัดนครปฐม

โดย  
นางสาวกุลชญา ชั้นเล็ก

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม  
ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร  
ปีการศึกษา 2554  
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

การสำรวจสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนของโรงเรียนวัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์)  
อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

โดย  
นางสาวกุลชญา ชันเล็ก

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม  
ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร  
ปีการศึกษา 2554  
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

**INVESTIGATION OF INDOOR ENVIRONMENTAL CONDITIONS IN CLASSROOM AT  
WATNONGPLALAI SCHOOL (PANPON AUPPATHUM), KAMPHAENG SAEN DISTRICT,  
NAKHON PATHOM PROVINCE**

**By**

**Kunchaya Chanlek**

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree**

**MASTER OF SCIENCE**

**Department of Environmental Science**

**Graduate School**

**SILPAKORN UNIVERSITY**

**2011**

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร อนุมัติให้วิทยานิพนธ์เรื่อง “ การสำรวจสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนของโรงเรียนวัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์) อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ” เสนอโดย นางสาวกุลชญา ชั้นเล็ก เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

.....  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปานใจ ชารัทสนวงศ์)  
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์  
รองศาสตราจารย์ ดร.กัณฐารีย์ ศรีพงศ์พันธุ์

คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์  
..... ประธานกรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลชนก พานิชการ)  
...../...../.....

..... กรรมการ  
(อาจารย์ ดร.ธรรมศักดิ์ กำมะณี )  
...../...../.....

..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.กัณฐารีย์ ศรีพงศ์พันธุ์)  
...../...../.....

51311307 : สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

คำสำคัญ : สภาพแวดล้อม / ภายในห้องเรียน / โรงเรียนวัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์)

กฤษณา ชั้นเล็ก : การสำรวจสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนของโรงเรียนวัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์) อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม. อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : รศ. ดร. กัญฉรีย์ ศรีพงษ์พันธุ์. 135 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้ทำการสำรวจสภาพแวดล้อม ภายในห้องเรียนทั้งหมด 6 ห้อง จากอาคาร 1 และอาคาร 2 ของโรงเรียนวัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์) อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม ได้แก่ ความเข้มของแสง เสียง อุณหภูมิเวตบัลด์์โกลบ (WBGT) อุณหภูมิห้อง การระบายอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ (RH) ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553พ.ย.2553 –ก.พ.2554)และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 (พ.ค. – ก.ย. 2554) แล้วเปรียบ เทียบกับค่ามาตรฐาน รวมถึงศึกษาอิทธิพลของปัจจัยบางอย่าง ได้แก่ ช่วงเวลาในแต่ละวัน (เช้าและบ่าย) ทิศ (ตะวันออกและตะวันตก) และความสูงในแนวตั้ง (ชั้นล่างและชั้นบน ) และฤดูกาล (หนาวและฝน) ตลอดจนศึกษาความสัมพันธ์ของสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน พบว่าโดยภาพรวมพารามิเตอร์ที่ผ่านมาตรฐาน ได้แก่ ความเข้มของแสง WBGT และ RH (ที่มีค่า  $\bar{X} \pm SD$  เป็น  $390.7 \pm 93.2$  ลักซ์,  $26.6 \pm 2.7^{\circ}C$  และ  $67.2 \pm 8.6\%$  ตามลำดับ) เมื่อพิจารณาปัจจัยที่มีผล พบว่า ช่วงบ่ายมีผลให้ความเข้มแสง เพิ่มขึ้น แต่ค่า RH ลดลงในห้องเรียน ในอาคารทางทิศ ตะวันตก มีค่าเฉลี่ยของแสงมากกว่าในห้องเรียน ทางทิศตะวันออก รวมทั้งพบว่าพารามิเตอร์ส่วนใหญ่ที่ศึกษา (ยกเว้น แสงและเสียง) ในฤดูฝนมีค่ามากกว่าค่าในฤดูหนาว อีกทั้งเมื่อทดสอบ ด้วยวิธี Pearson's correlation ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมในห้องเรียนมี ทั้งหมด 7 คู่ คือ แสงกับเสียง แสงกับการระบายอากาศ แสงกับ RH เสียงกับ WBGT เสียงกับอุณหภูมิห้อง WBGTกับอุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิห้องกับ RH อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาในปีการศึกษาเดียวกัน เพื่อให้สภาพภายในห้องเรียนมีความใกล้เคียงกันมากขึ้น และหากสามารถศึกษาต่อเนื่องในช่วงระยะที่ยาวนานขึ้นจะส่งผลที่ได้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น อีกทั้งควรเปลี่ยนมาเป็นการสุ่มให้ผู้เรียนอ่านเป็นรายบุคคลแทนการอ่านออกเสียงดังพร้อมกันทั้งชั้น ควรเปิดพัดลมให้ครบทุกตัว เปิดหน้าต่าง ให้ครบทุกบาน และเปิดไฟอย่างน้อยห้องละ 2 ดวง เพื่อให้สภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนด้านระดับเสียงรบกวน การระบายอากาศและความเข้มของแสงได้ตามมาตรฐาน

ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ปีการศึกษา 2554  
ลายมือชื่อนักศึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ .....

51311307 : MAJOR : ENVIRONMENTAL SCIENCE

KEY WORD : ENVIRONMENTAL CONDITION / WITHIN CLASSROOM / WATNONGPLALAI SCHOOL (PANPON AUPPATHUM)

KUNCHAYA CHANLEK : INVESTIGATION OF INDOOR ENVIRONMENTAL CONDITIONS IN CLASSROOM AT WATNONGPLALAI SCHOOL (PANPON AUPPATHUM), KAMPHAENG SAEN DISTRICT, NAKHON PATHOM PROVINCE. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. GUNTHAREE SRIPONGPUN, Ph.D. 135 pp.

This research aims to investigate indoor environmental conditions at Watnongplalai School (Panpon Auppathum), Kamphaeng Saen District, Nakhon Pathom Province, such as light, sound, Wet Bulb Globe Temperature (WBGT), room temperature, ventilation and relative humidity (RH) in the 2<sup>nd</sup> semester of the academic year 2010 (November 2010 – February 2011) and in the 1<sup>st</sup> semester of the academic year 2011 (May – September 2011) . Six classrooms in building were surveyed for building 1 and 2, then totally 6 classrooms were studied. The results were compared with standard values. Possible factors influencing on classroom environments were also investigated. These were period a day (morning and afternoon), direction of the building (east and west) and seasons (winter and rainy season). In addition, the relationships between environmental parameters were analyzed. It was found that the majority of studied parameters were accepted by standards, Their mean and SD values of light, WBGT and RH were  $390.7 \pm 93.2$  Lux,  $26.6 \pm 2.7^{\circ}\text{C}$  and  $67.2 \pm 8.6\%$ , respectively. It could be also concluded that the afternoon resulted in an increase in light intensity but relative humidity decreased. The mean values of light and ventilation within classrooms in the west were higher than those in the east. In rainy season most of the studied parameters, except for light and sound, were higher than those in the winter. Furthermore, the results showed 7 pairs of environmental parameters with high correlation ( $p < 0.001$ ) when they were analyzed by Pearson's correlation. These were light and sound, light and ventilation, light and relative humidity, sound and WBGT, sound and room temperature, WBGT and room temperature, room temperature and relative humidity. Nevertheless, continual investigation for the longer period of time should be considered for some correlations to ensure the clear results. In addition, the same academic year should be studied in order to achieve the similar situation within classrooms. For the teaching behaviour, which resulted in higher noise level, such as loudly read together of all the students in classroom should be cancelled and replaced by individually read. All of electricity fans and windows should be operated and at least 2 electric lamps should be opened in order to achieve the standards.

---

Department of Environmental Science Graduate School, Silpakorn University Academic Year 2011

Student's signature .....

Thesis Advisor's signature .....

## กิตติกรรมประกาศ

ในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.กัมปกริช ศรีพงศ์พันธุ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้ความเมตตา กรุณา และให้ความช่วยเหลือต่างในการทำวิทยานิพนธ์ ไม่ว่าจะเป็นคำแนะนำ ขั้นตอนในการทำวิทยานิพนธ์ต่างๆ เป็นที่ปรึกษาและคอยช่วยเหลือในการเขียนรูปเล่มเพื่อให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี นอกจากนี้การทำวิทยานิพนธ์ยังได้รับคำแนะนำจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลชนก พานิชการและอาจารย์ ดร.ธรรมศักดิ์ กำมะณี ขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณนายสุรินทร์ กำแพงทอง ผู้อำนวยการโรงเรียน วัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์) สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสมุทรปราการ เขต 1 การทำวิจัยครั้งนี้ที่เอื้อเฟื้อและอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูล และขอขอบพระคุณ คณะครู โรงเรียนวัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์) ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมทุกท่าน คุณผ่องศรี เผ่าภูรีคุณนที บุญส่ง และเจ้าหน้าที่ของ ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมทุกท่านที่ ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือในการทำวิจัยครั้งนี้ด้วย

ขอขอบพระคุณคณะครูโรงเรียนกำแพงแสนทุกท่านที่เป็นกำลังใจให้เสมอมา ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ที่คอยเป็นกำลังใจ สนับสนุนเป็นแรงผลักดันเสมอมา ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องทุกคน ที่คอยช่วยเหลือในการทำวิจัยครั้งนี้ หากผลการศึกษาครั้งนี้ สามารถนำไปใช้ใน การวางแผนแก้ไขและประยุกต์ให้เข้ากับโรงเรียน ผู้ศึกษาขอขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนทำให้การศึกษานี้ประสบความสำเร็จได้ด้วยดี

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง .....	ฉ
สารบัญภาพ .....	ท
<b>บทที่</b>	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา .....	2
สมมติฐานของการศึกษา.....	2
ขอบเขตของการศึกษา .....	3
ขั้นตอนของการศึกษา.....	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
ข้อจำกัดในการวิจัย .....	4
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
สภาพแวดล้อมภายในอาคาร.....	5
แสง .....	5
เสียง .....	6
อุณหภูมิเวตบัลด์์โกลบ .....	8
ระบายอากาศ.....	11
ความชื้นสัมพัทธ์ .....	12
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	13
มาตรฐาน .....	17
3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	18
พื้นที่ที่ศึกษา .....	20
ประชากรที่ศึกษา .....	25
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	26



## สารบัญญัตินี้

ตารางที่	หน้า
1 แสดงสถิติความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%) ของประเทศไทยในช่วงฤดูกาลต่างๆ .....	12
2 แสดงค่ามาตรฐานของพารามิเตอร์ต่างๆ .....	17
3 แสดงเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลสำรวจสภาพแวดล้อมในห้องเรียน .....	26
4 แสดงจำนวนจุดเก็บตัวอย่างต่อภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2553 .....	35
5 แสดงจำนวนจุดเก็บตัวอย่างต่อภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2554 .....	36
6 จำนวนห้องที่ทำการเก็บตัวอย่างต่อวัน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 สำหรับการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อสภาพแวดล้อมในห้องเรียน .....	36
7 จำนวนห้องที่ทำการเก็บตัวอย่างต่อวัน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 สำหรับการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อสภาพแวดล้อมในห้องเรียน .....	37
8 ผลการสำรวจค่าเฉลี่ยความเข้มของแสงภายในห้องเรียน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 .....	38
9 ผลการสำรวจค่าเฉลี่ยความเข้มของแสงภายในห้องเรียน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 .....	41
10 ผลการสำรวจค่าเฉลี่ยความเข้มของแสงภายในห้องเรียนภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 .....	43
11 ผลการสำรวจค่าเฉลี่ยแสงหน้ากระดาน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 .....	46
12 ผลการสำรวจค่าเฉลี่ยแสงหน้ากระดาน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 .....	48
13 ผลการสำรวจค่าเฉลี่ยแสงหน้ากระดาน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 .....	50
14 ผลการสำรวจค่าเฉลี่ยเสียงในห้องเรียนขณะมีการเรียนการสอน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 .....	53
15 ผลการสำรวจค่าเฉลี่ยเสียงในห้องเรียนขณะมีการเรียนการสอน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 .....	55
16 ผลการสำรวจค่าเฉลี่ยเสียงในห้องเรียนขณะมีการเรียนการสอน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 .....	57
17 ผลการสำรวจค่าเฉลี่ยเสียงในห้องเรียนขณะไม่มีการเรียนการสอน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 .....	60

ตารางที่	หน้า
18 ผลการสำรวจค่าเฉลี่ยเสียงนอกห้องเรียนขณะมีการเรียนการสอน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 .....	62
19 ผลการสำรวจค่าเฉลี่ยเสียงนอกห้องเรียนขณะมีการเรียนการสอน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 .....	64
20 ผลการสำรวจค่าเฉลี่ยเสียงนอกห้องเรียนขณะมีการเรียนการสอน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 .....	66
21 ผลการสำรวจค่าเฉลี่ยเสียงนอกห้องเรียนขณะไม่มีการเรียนการสอน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 .....	69
22 ผลการสำรวจค่าเฉลี่ย WBGT ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 .....	71
23 ผลการสำรวจค่าเฉลี่ย WBGT ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 .....	73
24 ผลการสำรวจค่าเฉลี่ย WBGT ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 .....	75
25 ผลการสำรวจค่าเฉลี่ยอุณหภูมิห้อง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 .....	78
26 ผลการสำรวจค่าเฉลี่ยอุณหภูมิห้อง ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 .....	80
2 7 ผลการสำรวจค่าเฉลี่ยอุณหภูมิห้อง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 .....	82
2 8 ผลการสำรวจค่าเฉลี่ยการระบายอากาศ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 .....	85
2 9 ผลการสำรวจค่าเฉลี่ยการระบายอากาศ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 .....	87
30 ผลการสำรวจค่าเฉลี่ยการระบายอากาศ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 .....	89
31 ผลการสำรวจค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 .....	92
32 ผลการสำรวจค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 .....	94
33 ผลการสำรวจค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 .....	96
34 ผลการสำรวจสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน .....	99

ตารางที่	หน้า
35 ผลการสำรวจสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 และนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน .....	100
36 ผลการสำรวจสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 นำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน .....	101
3 7 ผลการทดสอบปัจจัยช่วงเวลาในแต่ละวันที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 .....	102
3 8 ผลการทดสอบปัจจัยช่วงเวลาในแต่ละวันที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 .....	103
3 9 ผลการทดสอบปัจจัยช่วงเวลาในแต่ละวันที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 .....	104
40 ผลการทดสอบปัจจัยฤดูกาลที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 .....	105
41 ผลการทดสอบปัจจัยทิศทางการวางตัวของอาคารที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมภายใน ในห้องเรียน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 .....	106
42 ผลการทดสอบปัจจัยทิศทางการวางตัวของอาคารที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมภายใน ห้องเรียน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 .....	107
43 ผลการทดสอบปัจจัยทิศทางการวางตัวของอาคารที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมภายใน ห้องเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554	108
44 ผลการทดสอบปัจจัยการวางตัวในแนวตั้งที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมภายใน ห้องเรียน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 .....	109
45 ผลการทดสอบปัจจัยการวางตัวในแนวตั้งที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมภายใน ห้องเรียน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 .....	110
46 ผลการทดสอบปัจจัยการวางตัวในแนวตั้งที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมภายใน ห้องเรียนภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 ...	111
4 7 ผลการทดสอบค่าความสัมพันธ์ของสภาพแวดล้อมในห้องเรียน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 .....	112

ตารางที่	หน้า
4 8 ผลการทดสอบค่าความสัมพันธ์ของสภาพแวดล้อมในห้องเรียน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 4 .....	113
49 ผลการทดสอบค่าความสัมพันธ์ของสภาพแวดล้อมในห้องเรียน .ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 .....	114
50 แสดงตำแหน่งของกลุ่มจุดเก็บตัวอย่างในห้องเรียนที่มีผลต่อแสงภายในห้องเรียน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 .....	115
51 แสดงตำแหน่งของกลุ่มจุดเก็บตัวอย่างในห้องเรียนที่มีผลต่อแสงภายในห้องเรียน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 .....	116
52 แสดงตำแหน่งของกลุ่มจุดเก็บตัวอย่างในห้องเรียนที่มีผลต่อแสงภายในห้องเรียน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554.....	116
53 แสดงจำนวนของหลอดไฟที่เปิดที่มีผลต่อแสงภายในห้องเรียน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 3 .....	117
54 แสดงจำนวนของหลอดไฟที่เปิดที่มีผลต่อแสงภายในห้องเรียน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 4 .....	117
55 แสดงจำนวนของหลอดไฟที่เปิดที่มีผลต่อแสงภายในห้องเรียน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 3และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554.....	118
56 แสดงผลของตำแหน่งของกลุ่มจุดเก็บตัวอย่างในห้องเรียนที่มีผลต่อการระบายอากาศ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553.....	118
57 แสดงผลของตำแหน่งของกลุ่มจุดเก็บตัวอย่างในห้องเรียนที่มีผลต่อการระบายอากาศ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554.....	119
58 แสดงผลของตำแหน่งของกลุ่มจุดเก็บตัวอย่างในห้องเรียนที่มีผลต่อการระบายอากาศ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554.....	119
59 แสดงผลของจำนวนพัดลมที่เปิดที่มีผลต่อการระบายอากาศ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 3 .....	120

ตารางที่	หน้า
60 แสดงผลของจำนวนพดลมที่เป็ดที่มีผลต่อการระบายอากาศ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 4.....	120
61 แสดงผลของจำนวนพดลมที่เป็ดที่มีผลต่อการระบายอากาศ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 3และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554.....	121
62 แสดงผลของจำนวนหน้าตางที่เป็ดที่มีผลต่อการระบายอากาศ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 3.....	122
63 แสดงผลของจำนวนหน้าตางที่เป็ดที่มีผลต่อการระบายอากาศ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 4.....	123
64 แสดงผลของจำนวนหน้าตางที่เป็ดที่มีผลต่อการระบายอากาศ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 3และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554.....	124

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 แสดงการสูญเสียความร้อนออกจากร่างกาย .....	9
2 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	19
3 โรงเรียนวัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์) .....	20
4 แผนผังโรงเรียนวัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์) .....	21
5 แผนผังแสดงห้องเรียนชั้นล่างในอาคาร 1 ของโรงเรียนวัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์) .....	22
6 แผนผังแสดงห้องเรียนชั้นล่างในอาคาร 2 ของโรงเรียนวัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์) .....	23
7 แผนผังแสดงห้องเรียนชั้นบนในอาคาร 2 ของโรงเรียนวัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์) .....	24
8 เครื่องมือวัดความเข้มของแสง .....	27
9 เครื่องมือวัดเสียง .....	27
10 เครื่องมือวัดอุณหภูมิเวตบัลด์์โกลบ .....	28
11 เครื่องมือวัดการระบายอากาศ.....	29
12 แสดงจุดเก็บตัวอย่างของแต่ละพารามิเตอร์ .....	30
13 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของความเข้มแสงภายในห้องเรียนและส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐานกับวันที่เก็บตัวอย่างในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 เมื่อเปรียบ เทียบกับค่ามาตรฐาน .....	40
14 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของความเข้มแสงภายในห้องเรียนและส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐานกับวันที่เก็บตัวอย่าง ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 เมื่อเปรียบ เทียบกับค่ามาตรฐาน .....	42
15 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของความเข้มแสงภายในห้องเรียนและส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐานกับวันที่เก็บตัวอย่าง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน .....	45
16 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของแสงหน้ากระดานและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน กับวันที่เก็บตัวอย่าง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 เมื่อเปรียบเทียบกับ กับค่ามาตรฐาน.....	47





ภาพที่	หน้า
37 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของความชื้นสัมพัทธ์และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน กับวันที่เก็บตัวอย่าง ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน .....	95
38 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของความชื้นสัมพัทธ์และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน กับวันที่เก็บตัวอย่าง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 255 4 เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน .....	98
39 แสดงตำแหน่งของกลุ่มจุดเก็บตัวอย่างภายในห้องเรียน .....	115

บทที่

1

บทนำ

## 1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โรงเรียนเป็น สถานที่ที่มีความสำคัญต่อการจัดการศึกษาของประเทศ เป็นแหล่งศึกษาเรียนรู้สำหรับนักเรียนและช่วยพัฒนาคนทั้งใน ด้านความรู้ ความคิด ตลอดจนคุณธรรมและ จริยธรรมเพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุขการจัดสภาพแวดล้อมใน โรงเรียนเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการเรียนของนักเรียน ปฏิคม (2550) กล่าวว่า โรงเรียน เปรียบเสมือนบ้านแห่งที่สองของนักเรียน เนื่องจากนักเรียนจะต้องใช้ชีวิตอยู่วันละไม่ต่ำกว่า 6 - 7 ชั่วโมง (เอมอัชมา, 2548) ที่โรงเรียนมีความหนาแน่นของนักเรียนมากกว่า ความหนาแน่นของผู้อยู่อาศัยบ้าน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานแบ่งโรงเรียนโดยใช้จำนวนนักเรียนเป็น เกณฑ์ได้เป็น โรงเรียนขนาดเล็ก ซึ่งมีจำนวนนักเรียน น้อยกว่า 120 คน โรงเรียนขนาดกลาง มี จำนวนนักเรียน 120 - 300 คน และ โรงเรียนขนาดใหญ่ มีจำนวนนักเรียนมากกว่า 300 คน (สกลรัตน์ , 2550) โรงเรียนวัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์) จัดเป็นโรงเรียนขนาดกลาง มีพื้นที่ใหญ่เป็นลำดับที่ 2 ของโรงเรียนในตำบลทุ่งกระพังโหม มีนักเรียนจำนวน 148 คน จัดการ เรียนการสอนตั้งแต่ระดับชั้นอนุบาล 1 จนถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งหากโรงเรียนจัด สภาพแวดล้อมได้ดีก็จะยิ่งช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพการเรียนของนักเรียนได้ดียิ่งขึ้นอีกทั้ง ห้องเรียนมีสภาพค่อนข้างไปทางแบบปิดซึ่งสามารถปรับเปลี่ยนแก้ไขได้ง่ายกว่าสิ่งแวดล้อมภายนอกที่มีสภาพแบบเปิด ตลอดจนการจัดบรรยากาศและสภาพแวดล้อมที่สะอาด ปลอดภัยที่เอื้อต่อการ เรียนรู้ ย่อมทำให้การจัดการเรียนรู้ภายในห้องเรียนสามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ และช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ ตามระเบียบกระทรวงศึกษาธิการ พ.ศ. 2546 ที่กำหนดว่าห้องเรียนต้องมีแสงสว่างพอเพียงและมีระบบถ่ายเทอากาศที่ถูกต้องลักษณะ โรงเรียนวัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์) เป็นโรงเรียนที่มีการพัฒนาการเรียนการสอนให้มี ประสิทธิภาพเพื่อให้เป็นโรงเรียนดีประจำตำบล โดยการการพัฒนาโรงเรียนคุณภาพในท้องถิ่น ชนบท เพื่อให้มีความเพียบพร้อมที่จะเป็นต้นแบบหรือศูนย์สาธิตการให้บริการทางการศึกษาที่มี คุณภาพเพื่อเป็นแหล่งการเรียนรู้ของชุมชน ตลอดจนมีการ ปรับปรุงภูมิทัศน์ต่าง ๆ และปรับปรุง พัฒนาห้องเรียนเพื่อให้เหมาะสมกับการจัดการเรียนการสอน อีกทั้งยังไม่เคยมีการศึกษาเรื่องนี้ใน

โรงเรียนวัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์) การวิจัยครั้งนี้จึงศึกษาสภาพแวดล้อมของโรงเรียน อันประกอบด้วยปัจจัยทางด้านแสง เสียง อุณหภูมิ ห้อง อุณหภูมิเวตบัลด์์โกลบ (wet bulb globe temperature, WBGT) การระบายอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity หรือ RH)

## 2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ

2.1 สำรวจสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนของโรงเรียนวัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์) ได้แก่ แสง เสียง อุณหภูมิห้อง WBGT การระบายอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์

2.2 นำผลวิจัยมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

2.3 ศึกษาปัจจัยที่อาจมีอิทธิพลต่อสภาพแวดล้อมที่ทำการสำรวจภายในห้องเรียน ได้แก่ ช่วงเวลาในแต่ละวัน (เช้าและบ่าย) ฤดูกาล (หนาวและฝน) ทิศ (ตะวันออกและตะวันตก) ความสูงในแนวตั้ง (ชั้นล่างและชั้นบน)

2.4 ศึกษาความสัมพันธ์ของสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน

## 3 สมมติฐานของงานวิจัย

สมมติฐานในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

3.1 สภาพแวดล้อมในห้องเรียนของโรงเรียนวัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์) ยอมรับได้เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่กำหนดและค่าที่แนะนำ

3.2 ปัจจัยบางอย่างที่ศึกษา ได้แก่ ช่วงเวลาในแต่ละวัน (เช้าและบ่าย) ฤดูกาล (หนาวและฝน) ทิศ (ตะวันออกและตะวันตก) ความสูงในแนวตั้ง (ชั้นล่างและชั้นบน) มีอิทธิพลต่อสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน

3.3 มีความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมที่ศึกษาบางอย่าง

#### 4 ขอบเขตของการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้สำรวจสภาพแวดล้อมในห้องเรียน ภายในอาคาร 1 และ อาคาร 2 ของ โรงเรียนวัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์) ในภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2553 (พฤศจิกายน พ.ศ. 2553 – กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554) ซึ่งเป็นช่วงฤดูหนาว และ ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2554 (พฤษภาคม พ.ศ. 2554 - กันยายน พ.ศ. 2554) ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝน ช่วงเวลาในการศึกษา คือ ช่วงเวลาที่โรงเรียนมีการเรียนการสอน คือ 08.30 – 15.30 น. สภาพแวดล้อมภายในอาคารที่ทำการสำรวจ คือ แสง เสียง อุณหภูมิ ห้อง WBGT การระบายอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์ ตลอดจนศึกษาปัจจัยบางอย่างที่อาจมีอิทธิพลต่อสภาพแวดล้อมในห้องเรียน ได้แก่ ช่วงเวลาในแต่ละวัน (เช้า และบ่าย) ฤดูกาล (หนาวและฝน) ทิศ (ตะวันออกและตะวันตก) และความสูงในแนวดิ่ง (ชั้นล่างและชั้นบน) โดยทิศหมายถึง ตำแหน่งการวางตัวของห้องเรียนว่าตั้งอยู่ที่ทิศใดของโรงเรียน และความสูงในแนวดิ่ง หมายถึง ชั้นล่างและชั้นบน

#### 5 ขั้นตอนของการศึกษา

- 5.1 ค้นหาและเก็บรวบรวมข้อมูลจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง
- 5.2 สำรวจข้อมูลเบื้องต้นของ โรงเรียนวัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์)
- 5.3 วางแผนการดำเนินงานสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนและเตรียมเครื่องมือ
- 5.4 ดำเนินการเก็บข้อมูลสำรวจสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนของโรงเรียน วัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์) ได้แก่ แสง เสียง อุณหภูมิห้อง WBGT การระบายอากาศและความชื้นสัมพัทธ์
- 5.5 นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบและหาความสัมพันธ์
- 5.5 นำข้อมูลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน
- 5.6 วิเคราะห์ผลการทดลอง
- 5.7 สรุป อภิปรายผล และเสนอแนะ
- 5.6 นำเสนอผลงานทางวิชาการ

## 6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ได้แก่

6.1 ทราบถึงปัจจัยที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนของโรงเรียนวัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์)

6.2 เพื่อให้โรงเรียนวัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์) สามารถนำผลการศึกษาไปใช้ในการวางแผนแก้ไขและประยุกต์ให้เข้ากับโรงเรียน

6.3 ผู้สนใจสามารถได้ศึกษาตัวอย่างกรณีศึกษาโรงเรียน วัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์) เพื่อช่วยให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้และพัฒนาให้เหมาะสมกับกรณีที่สนใจต่อไป

## 7. ข้อจำกัดในการวิจัย

ข้อจำกัดในงานวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

7.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลมีจำนวนจำกัด ทำให้ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้พร้อมกันทุกห้อง ต้องใช้เครื่องมือเก็บตัวอย่างทีละห้อง ดังนั้นเวลาที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลแต่ละห้องจึงต้องแบ่งเวลาในการเก็บตัวอย่างเพื่อให้ได้ข้อมูลครบทุกห้องด้วย

7.2 เวลาที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลมีอย่างจำกัด คือ ต้องเก็บข้อมูลในเสร็จภายใน 1 วันของแต่ละสัปดาห์ และการเก็บตัวอย่างของทุกสัปดาห์เป็นวันเดียวกันไม่สามารถสลับสับเปลี่ยนได้ เนื่องจากเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลมีอย่างจำกัด รวมถึงต้องใช้ในการเรียนการสอนในบางรายวิชาของภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากรด้วย จึงทำให้ต้องทำการเก็บข้อมูลในวันเดียวกันของทุกสัปดาห์ในช่วงเวลาที่ศึกษา

7.3 ตารางเรียนที่จะเลือกเก็บข้อมูลมีอย่างจำกัด เนื่องจากห้องเรียนที่จะเลือกทำการเก็บตัวอย่างนั้นนอกจากจะเก็บข้อมูลขณะที่มีการเรียนการสอนแล้ว ยังต้องเก็บข้อมูลในขณะที่ห้องนั้น ๆ ไม่มีการเรียนการสอน แต่ห้องข้างเคียงมีการเรียนการสอนด้วย ทำให้ข้อมูลที่เก็บได้นั้นมีอย่างจำกัด

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 1. สภาพแวดล้อมภายในอาคาร

สภาพแวดล้อมต่างๆภายในโรงเรียนที่จะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และพัฒนาในทุกๆด้าน ได้แก่สภาพแวดล้อมในโรงเรียนที่ร่มรื่นเป็นระเบียบ บรรยากาศดีและปลอดภัย โรงเรียนและสถานศึกษาจึงควรจัดสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนให้เหมาะสมเพื่อให้เอื้อต่อการเรียนรู้ตามวัยและระดับของผู้เรียนเพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนมีความรู้สึกรักอยากเรียนและเกิดประสิทธิภาพยิ่งขึ้น (ปฎิคม, 2550)

สภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนที่ต้องคำนึงถึง เช่น แสง เสียง อุณหภูมิห้อง WBGT การระบายอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ เป็นต้น

##### 1.1 แสง

แสง หมายถึง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความยาวคลื่นในช่วง 380 - 770 นาโนเมตร ซึ่งสามารถรับรู้ได้ด้วยสายตามนุษย์ แสงที่ตามองเห็นได้เป็นสมบัติผสมผสานระหว่างคลื่นและอนุภาค (กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน, 2549)

ความเข้มของแสง (illuminance) หมายถึง ปริมาณแสงที่ตกกระทบลงบนหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่กำหนด มีหน่วยเป็นลักซ์ (lux) หรือเป็นฟุตแคนเดิล (foot candle) โดย 1 ฟุตแคนเดิล เท่ากับ 10.76 ลักซ์ (กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน กระทรวงแรงงาน, 2549)

##### 1.1.1 แหล่งกำเนิดของแสง

แหล่งกำเนิดแสงมีความสำคัญเป็นอย่างมากเนื่องจากมีความสัมพันธ์โดยตรงต่อการให้แสงรูปแบบและสมบัติของแสงที่เปล่งออกมาจากแหล่งกำเนิด ทิศทางของแหล่งกำเนิดปริมาณและความเข้มแสงมีผลต่อการศึกษา การแบ่งประเภทของแสงสามารถแบ่งตามลักษณะของแหล่งกำเนิดแสงได้ 2 ประเภท (กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน กระทรวงแรงงาน, 2549) คือ

##### 1.1.1.1 แสงธรรมชาติ (Natural Light)

แสงธรรมชาติเป็นแสงที่เกิดจากดวงอาทิตย์ ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด เมื่อเทียบกับแหล่งกำเนิดแสงอื่นๆ ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดแสง

ธรรมชาติที่สามารถเคลื่อนที่ได้ส่งผลต่อความรู้สึกต่างๆของมนุษย์ แต่แสงจากดวงอาทิตย์มีความแปรปรวนสูงปริมาณแสงที่มากอาจก่อให้เกิดความร้อนที่มากเกินไป ดังนั้นจึงต้องเลือกใช้และควบคุมแสงให้อยู่ในปริมาณและคุณภาพที่เหมาะสม

### 1.1.1.2 แสงประดิษฐ์ (Artificial Light)

แสงประดิษฐ์เป็นแสงจากแหล่งกำเนิดแสงที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อให้แสงสว่างในการใช้งานและดำเนินชีวิตของมนุษย์ ปัจจุบันมนุษย์นิยมใช้แสงประดิษฐ์ซึ่งอาศัยพลังงานไฟฟ้าเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญ ทำให้อุปกรณ์กำเนิดแสงมีหลายรูปแบบและได้พัฒนาให้มีความสวยงามและมีประสิทธิภาพมากขึ้น แม้ว่าแสงประดิษฐ์จากไฟฟ้าจะมีบทบาทอย่างมากในปัจจุบันเนื่องจากสามารถกำหนดแสงได้ตามต้องการ แสงประดิษฐ์ต้องเสียค่าใช้จ่ายและพลังงานในการทำให้เกิดแสงสว่าง

#### 1.1.2 อันตรายจากแสงสว่างและผลกระทบต่อสุขภาพ

แสงสว่างน้อยจะมีผลเสียต่อนัยน์ตา ทำให้กล้ามเนื้อตาทำงานมากเกินไป ทำให้เกิดความเมื่อยล้าของนัยน์ตาที่ต้องเพ่ง เกิดอาการปวดตา มีนสิริยะ ส่วนแสงสว่างมากเกินไปจะทำให้รู้สึกไม่สบาย เมื่อยล้า ปวดตา กล้ามเนื้อหนังตากระตุก วิงเวียน นอนไม่หลับ การมองเห็นแยกลง ส่งผลกระทบต่อจิตใจและอารมณ์ ทำให้เกิดความเครียดซึ่งเป็นภาวะทางอารมณ์ที่เกิดจากการต้องเพ่งหรือปรับสายตาเป็นระยะเวลานานทำให้เกิดความหงุดหงิด

## 1.2 เสียง

เสียง (sound) หมายถึง พลังงานรูปแบบหนึ่งที่เกิดจากความสั่นสะเทือนของตัวกลางหรืออากาศ ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงความดันบรรยากาศ จากแหล่งกำเนิดที่เกิดการสั่นนั้น (กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน, 2549)

ความถี่ของเสียง (frequency of sound) หมายถึง จำนวนครั้งของการเปลี่ยนแปลงความดันบรรยากาศตามการอัดและขยายของโมเลกุลอากาศในหนึ่งวินาที หน่วยวัด คือ รอบต่อวินาที หรือ เฮิร์ตซ์ (Hertz หรือ Hz) ความถี่ของเสียงขึ้นกับความถี่ของเสียง

เสียงดังหมายถึง เสียงซึ่งไม่เป็นที่ต้องการเพราะทำให้เกิดการรบกวนการรับรู้เสียงที่ต้องการหรือความเจ็บ และเป็นเสียงที่เป็นอันตรายต่อการได้ยิน ความดังเสียงขึ้นอยู่กับความสูงหรือแอมพลิจูด (amplitude) ของคลื่นเสียง

เสียงรบกวน หมายถึง เสียงที่มนุษย์ไม่ต้องการได้ยิน ซึ่งความรู้สึกต่อเสียงนี้ จะมีความแตกต่างกันไปในแต่ละคน เช่น เมื่อได้ยินเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงเดียวกันอาจเป็นเสียงรบกวนของคนหนึ่ง ในขณะที่อีกคนหนึ่งรู้สึกอยากได้ยิน

เดซิเบลเอ [หรือ dB (A)] เป็นหน่วยวัดความดังเสียงที่ใกล้เคียงกับการตอบสนองต่อเสียงของมนุษย์

### 1.2.1 ประเภทของเสียง

เสียงดังแบบต่อเนื่อง (continuous noise) เป็นเสียงดังที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ ออกเป็น 2 ลักษณะ คือ เสียงดังต่อเนื่องแบบคงที่ (steady-state noise) และเสียงดังต่อเนื่องที่ไม่คงที่ (non-steady state noise) เสียงดังต่อเนื่องแบบคงที่เป็นลักษณะเสียงดังต่อเนื่องที่มีระดับเสียงเปลี่ยนแปลงไม่เกิน 3 เดซิเบล (dB) เช่น เสียงจากเครื่องทอผ้า เสียงพัดลม เป็นต้น ส่วนเสียงดังต่อเนื่องที่ไม่คงที่มีระดับเสียงเปลี่ยนแปลงเกินกว่า 10 dB เช่น เสียงจากเลื่อยวงเดือน เครื่องเจียร เป็นต้น

เสียงดังเป็นช่วงๆ (intermittent noise) เป็นเสียงที่ดังไม่ต่อเนื่อง มีความดังหรือเบากว่าเป็นระยะๆ สลับไปมา เช่น เสียงเครื่องปั๊ม/อัดลม เสียงจากรถ เสียงเครื่องบินที่บินผ่านไปมา เป็นต้น

เสียงกระทบหรือกระแทก (impact or impulse noise) เป็นเสียงที่เกิดขึ้นและสิ้นสุดอย่างรวดเร็วในเวลาน้อยกว่า 1 วินาที มีการเปลี่ยนแปลงของเสียงมากกว่า 40dB เช่น เสียงการตอกเสาเข็ม การปั๊มชิ้นงาน การทุบเคาะอย่างแรง เป็นต้น

### 1.2.2 อันตรายจากเสียงและผลกระทบต่อสุขภาพ

เสียงดังจะทำให้ไม่มีสมาธิในการทำงาน เกิดความรำคาญ เบื่อหน่าย การสูญเสียการได้ยินแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ การสูญเสียการได้ยินแบบชั่วคราวและการสูญเสียการได้ยินแบบถาวร การสูญเสียการได้ยินแบบชั่วคราวจะเกิดขึ้นจากการสัมผัสเสียงดังเป็นระยะเวลาหนึ่ง ทำให้เกิดกระทบกระเทือน ต่อเซลล์ขนจนไม่สามารถทำงานได้ชั่วคราว ซึ่งเซลล์ขนจะกลับสู่สภาพเดิมได้หลังสิ้นสุดการสัมผัสเสียงดังเป็นเวลาประมาณ 14 – 16 ชั่วโมง แต่การสูญเสียการได้ยินแบบถาวรจะไม่สามารถทำการรักษาให้การได้ยินกลับคืนสภาพเดิมได้

### 1.3 อุณหภูมิเวตบัลป์โกลบ

อุณหภูมิเวตบัลป์โกลบ (WBGT) เป็นดัชนีวัดความร้อนในสภาพแวดล้อมการทำงานมีหน่วยวัดเป็น  $^{\circ}\text{C}$  หรือ  $^{\circ}\text{F}$  ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความร้อนที่สะสมในร่างกาย ได้แก่ ความร้อนที่เกิดขึ้นภายในร่างกายขณะทำงาน และความร้อนจากสภาพแวดล้อมการทำงาน ซึ่งความร้อนจากสภาพแวดล้อมการทำงานถูกถ่ายเทมายังร่างกายได้ 3 วิธี คือ การนำการพาและการแผ่รังสีความร้อน

ความร้อน หมายถึงพลังงานที่เกิดจากการเคลื่อนไหวหรือสั่นสะเทือนของโมเลกุลของวัตถุ หน่วยวัดระดับความร้อน เช่น องศาเซลเซียสและองศาฟาเรนไฮต์ ส่วนหน่วยวัดปริมาณความร้อน คือ แคลอรี และบีทียู (กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน กระทรวงแรงงาน, 2549)

ระดับความร้อน หมายถึง อุณหภูมิเวตบัลป์โกลบในบริเวณที่ทำงานตรวจวัดโดยค่าเฉลี่ยในช่วงเวลาสองชั่วโมงที่มีอุณหภูมิเวตบัลป์โกลบสูงสุดของการทำงานปกติ

โดยทั่วไปแหล่งความร้อนที่มีอิทธิพลต่อความร้อนในร่างกายมนุษย์มี 2 แหล่ง คือ ความร้อนที่เกิดขึ้นภายในร่างกายจากการเผาผลาญอาหารเพื่อสร้างพลังงาน และความร้อนจากสิ่งแวดล้อมภายนอก ซึ่งความร้อนจากทั้งสองแหล่งนี้สามารถถ่ายเทระหว่างกันได้จากแหล่งที่มีระดับความร้อนสูงกว่าไปยังแหล่งที่มีระดับความร้อนต่ำกว่า โดยการนำการพาและการแผ่รังสีความร้อน ทั้งนี้เพื่อรักษาระดับความร้อนภายในร่างกายให้คงที่ที่  $37 \pm 1^{\circ}\text{C}$  ซึ่งอธิบายได้ด้วยสมการสมดุลความร้อนดังนี้ (กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน กระทรวงแรงงาน, 2549)

$$H = M + R + C + E + D$$

เมื่อ	H = ความร้อนสะสมของร่างกาย (body heat storage)
	M = ความร้อนจากการเผาผลาญอาหารเพื่อสร้างพลังงาน (metabolic heat)
	R = ความร้อนที่ถ่ายเทด้วยการแผ่รังสี (radiation)
	C = ความร้อนที่ถ่ายเทด้วยการพา (convection)
	E = ความร้อนที่สูญเสียไปจากการระเหยของเหงื่อ (evaporation)
	D = ความร้อนที่ถ่ายเทด้วยการนำ (conduction)

### 1.3.1 การเกิดความร้อนภายในร่างกาย

1 อุณหภูมิตามส่วนต่างๆของร่างกายมีค่าแตกต่างกันไปตาม ปริมาณเลือดที่ไหลไปยังบริเวณร่างกายนั้น อัตราเมแทบอลิซึมของอวัยวะและความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิบริเวณนั้นกับบริเวณใกล้เคียง อุณหภูมิของร่างกายสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

2 อุณหภูมิแกน (core temperature) หมายถึงอุณหภูมิของอวัยวะที่อยู่ภายในร่างกายเช่น สมองหัวใจปอดตับไตและระบบทางเดินหายใจ เป็นต้น

3 อุณหภูมิที่ผิว (surface temperature) หมายถึงอุณหภูมิที่กล้ามเนื้อและผิวหนังซึ่งเป็นบริเวณที่มีการแลกเปลี่ยนความร้อนกับสิ่งแวดล้อมภายนอกเพื่อรักษาสมดุลอุณหภูมิของร่างกายให้คงที่

### 1.3.2 แหล่งสร้างความร้อนในร่างกาย

ความร้อนที่ทำให้ร่างกายอบอุ่นได้มาจาก 2 ทางคือ

1 เมแทบอลิซึม (basal metabolic) ในภาวะปกติความร้อนส่วนใหญ่เกิดได้จากการเผาผลาญอาหารภายในร่างกาย

2 การทำงานของกล้ามเนื้อ (shivering) ซึ่งจะเปลี่ยนพลังงานเคมีที่เกิดขึ้นจากการหดตัวของกล้ามเนื้อไปเป็นความร้อน

### 1.3.3 การสูญเสียความร้อนออกจากร่างกาย

การขจัดความร้อนออกจากร่างกายจะถูกขจัดออกทางผิวหนัง ดังภาพที่ 1 โดยวิธีการดังนี้



ภาพที่ 1 แสดงการสูญเสียความร้อนออกจากร่างกาย

ที่มา : กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน กระทรวงแรงงาน (2549)

1 การแผ่รังสีความร้อน เป็นการสูญเสียความร้อนออกจากร่างกายในรูปของคลื่นรังสีอินฟราเรดที่แผ่ออกไปทุกทิศทุกทาง โดยไม่ต้องอาศัยตัวกลางร่างกายจะระบายหรือสูญเสียความร้อนด้วยวิธีนี้ 60 % ของปริมาณความร้อนที่ถูกขจัดออกไปทั้งหมดหากกางแขนกางนิ้วมือจะเพิ่มความสามารถในการแผ่รังสีความร้อนขึ้น 10 %

2 การพาความร้อน ร่างกายจะสูญเสียความร้อนโดยวิธีนี้ประมาณ 12% โดยอาศัยการเคลื่อนย้ายถ่ายเทของอากาศที่อยู่ล้อมรอบเป็นตัวช่วยพาความร้อนออกจากร่างกาย

3 การนำความร้อน เป็นการถ่ายเทความร้อนจากผิวหนังของร่างกายเมื่อสัมผัสกับเบาะนั่งเก้าอี้เตียงนอนพื้นห้องแล้วถ่ายเทความร้อนจากร่างกายสู่วัตถุเหล่านี้ ร่างกายจะสูญเสียความร้อนด้วยวิธีนี้ประมาณ 3 %

4 การระเหยเป็นการสูญเสียความร้อนโดยกลไกของร่างกายทำให้น้ำที่อยู่ในส่วนต่างๆ เช่น ผิวหนัง เยื่อในปาก ภายในช่องปากและหลอดลมระเหยกลายเป็นไอน้ำตลอดเวลาโดยไม่รู้ตัว การสูญเสียความร้อนด้วยวิธีนี้ประมาณ 22 % นอกจากร่างกายจะระบายความร้อนส่วนใหญ่ออกทางผิวหนังแล้วความร้อนบางส่วนจะถูกขจัดออกทางระบบหายใจซึ่งเกิดขึ้นประมาณ 2% และอีก 1% จะถูกขจัดออกมากับปัสสาวะและอุจจาระ

### 1.3.4 อันตรายจากความร้อนและผลกระทบต่อสุขภาพ

การควบคุมอุณหภูมิของร่างกายโดยการขับเหงื่อออกจากร่างกายเพื่อต้องการลดอุณหภูมิลงอย่างรวดเร็วเมื่อได้รับความร้อนมากเกินไปเมื่ออากาศร้อนการขับเหงื่อจะเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า เมื่ออุณหภูมิของร่างกายสูงกว่า  $41^{\circ}\text{C}$  เซลล์ประสาทบางส่วนในระบบประสาทส่วนกลางจะถูกทำลายอย่างถาวร และถ้ายังได้รับความร้อนเพิ่มขึ้นการควบคุมอุณหภูมิที่อยู่ในสมองจะเสียไปไม่สามารถระบายความร้อนออกจะทำให้เกิดความรู้สึกมึนงงและอาจเกิดอาการชักอย่างรุนแรงได้ (severe convulsion) ซึ่งอาจช่วยลดอุณหภูมิโดยการเช็ดตัวด้วยน้ำผสมแอลกอฮอล์เพื่อช่วยระบายความร้อนออกจากร่างกาย(กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน กระทรวงแรงงาน, 2549)

ในภาวะที่ร่างกายต้องสัมผัสกับความร้อนเป็นระยะเวลานานอาจพบอาการต่างๆ ได้แก่ การมีไข้ (fever หรือ pyrexia) เป็นสภาวะที่ร่างกายมีอุณหภูมิสูงกว่า  $37.5^{\circ}\text{C}$  อาจเกิดขึ้นจากการที่อยู่ในอุณหภูมิสูงเป็นเวลานานมีความผิดปกติภายในเนื้อสมอง เช่น การมีเนื้องอกการผ่าตัดสมองหรือร่างกายขาดน้ำหรือเกิดจากสารพิษไปรบกวนการทำงานของศูนย์ควบคุมอุณหภูมิในสมองแต่ โดยทั่วไปมักเกิดอาการนี้จากการติดเชื้อต่างๆนอกจากนี้ไข้ยังเกิดจากการได้รับยาหรือสารเคมีบางอย่าง เป็นต้น

ลมแดด (heat stroke) และการเป็นลม (fainting หรือ heat syncope) เกิดขึ้นในภาวะที่ร่างกายต้องเผชิญกับอากาศร้อนเป็นเวลานานความสามารถในการควบคุมอุณหภูมิร่างกายของศูนย์ควบคุมอุณหภูมิที่อยู่ในสมองจะลดลงและหากมีความชื้นสัมพัทธ์สูงจะทำให้อุณหภูมิร่างกายสูงขึ้นเรื่อยๆจนถึง 41 – 42 °C ถ้าไม่ได้ช่วยลดอุณหภูมิลงบุคคลนั้นจะมีอาการของลมแดด คือ มีอาการมึนงง คลื่นไส้ บางครั้งเพื่ออาจมีอาการไม่รู้สีกตัวและโคม่า ในเวลาต่อมาหากยังไม่ได้ช่วยลดอุณหภูมิของร่างกายอย่างทันที่อาจทำให้เสียชีวิตได้ ซึ่งเกิดจากภาวะช็อก (shock) เพราะเสียน้ำและเกลือแร่ที่สำคัญทางเหงื่อร่วมด้วย การเป็นลมเกิดจากสมองขาดเลือดไปเลี้ยงมีสาเหตุมาจากการที่หลอดเลือดส่วนปลายขยายตัวมากหลายแห่ง มักพบร่วมกับการมีความดันต่ำในท่ายืนคนที่มีความไวต่อยานอนหลับและยากล่อมประสาท เพราะขณะใช้ยาหลอดเลือดจะขยายตัวมากกว่าปกติความดันโลหิตจะต่ำ อัตราการเต้นหัวใจจะช้าลงคนกลุ่มนี้จึงมีโอกาสเกิดเป็นลมได้ง่าย

#### 1.4 การระบายอากาศ

การระบายอากาศ หมายถึง การเคลื่อนที่ของอากาศที่เปลี่ยนเอาอากาศเก่าภายในออกไปและมีอากาศใหม่เข้ามาแทนที่ ไม่จำกัดว่าเป็นไปตามธรรมชาติหรือใช้เครื่องจักรกล การระบายอากาศจะช่วยควบคุมสภาพแวดล้อมของตัวอาคารไว้ 3 ประการ คือ เพื่อให้มีปริมาณอากาศบริสุทธิ์เพียงพอกับความต้องการของผู้อยู่อาศัย เพื่อเพิ่มอัตราการระเหยของความร้อนออกจากร่างกาย เพื่อให้ภายในอาคารเย็น โดยการถ่ายเทความร้อนภายในอาคารกับอากาศภายนอกที่เย็นกว่า (อรินทร์, 2547)

##### 1.4.1 ประเภทของการระบายอากาศ

ประกอบด้วย 2 ลักษณะคือ อัตราการระบายอากาศ (airflow rate) เป็นการพิจารณาเชิงปริมาณของการแทนที่อากาศภายในอาคารด้วยอากาศใหม่ที่บริสุทธิ์กว่า อัตราการระบายอากาศที่พอเพียงส่งผลให้เกิดความสบายในการอยู่อาศัย ส่วนการพัดของลมจะต้องนำไปพิจารณาทั้งการหมุนเวียนอากาศภายในและภายนอกอาคาร ลมที่พัดเข้าไปผสมกับอากาศในอาคารส่งผลกระทบต่อสภาวะอากาศภายใน ลมในฤดูฝนจะมาพร้อมกับความชื้น ทำให้ร่างกายไม่สามารถขับเหงื่อทางผิวได้เต็มที่ แต่จะรู้สึกเย็นเมื่อมีกระแสลมพัดผ่าน ส่วนลมที่ร้อนและแห้งมากเมื่อพัดผ่านร่างกายจะแสบผิวหนัง

##### 1.4.2 อันตรายจากการระบายอากาศและผลกระทบต่อสุขภาพ

อากาศและการไหลเวียนอากาศเป็นสิ่งจำเป็นต่อมนุษย์ สำหรับการขับเคลื่อนระบบของร่างกาย การไหลเวียนโลหิต อากาศมีส่วนประกอบของสารปนเปื้อนมากมายรวมทั้งกลิ่นอับที่

ถึงแม้ไม่เป็นอันตรายเฉียบพลัน แต่ส่งผลต่อสภาวะนำสบายของมนุษย์ได้ทันที การหายใจเอาอากาศบริสุทธิ์ที่มีปริมาณก๊าซออกซิเจนที่เพียงพอจึงเป็นสิ่งจำเป็น

### 1.5 ความชื้นสัมพัทธ์

ความชื้นสัมพัทธ์ หมายถึง อัตราส่วนระหว่างปริมาณไอน้ำในที่มีอยู่ในอากาศต่อปริมาณไอน้ำสูงสุดที่อากาศนั้นจะสามารถรับไว้ได้ที่อุณหภูมิและความดันเดียวกันนอกจากนี้ยังหมายถึง ความดันของอากาศ ต่อ ความดันอิ่มตัวในขณะนั้นที่อุณหภูมิหนึ่งๆ ความชื้นสัมพัทธ์จะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิอากาศต่ำลง ความชื้นเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้มนุษย์ รู้สึกเกิดความสบาย เช่น ถ้าเปรียบเทียบระหว่างห้องที่มีอุณหภูมิเท่ากัน ผู้ที่อาศัยอยู่ในห้องที่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าจะรู้สึกสบายกว่าผู้ที่อาศัยอยู่ในห้องที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่า เนื่องจากสภาวะอากาศที่มีความชื้นต่ำกว่าจะทำให้เหงื่อที่ผิวหนังระเหยสู่อากาศได้ง่ายขึ้น การระเหยของเหงื่อดังกล่าวจะช่วยลดความร้อนภายในร่างกายและทำให้ร่างกายรู้สึกเย็นสบายมากขึ้น

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนใกล้เส้นศูนย์สูตร จึงมีอากาศร้อนชื้นปกคลุมเกือบตลอดปี ความชื้นสัมพัทธ์จะลดลง อย่าง ชัดเจนกว่าภาคอื่นๆ ในภาคกลาง ตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือ โดยเฉพาะฤดูร้อน

ตารางที่ 1 แสดงสถิติความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%) ของประเทศไทยในช่วงฤดูกาลต่างๆ

ภาค	ฤดูหนาว	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ตลอดปี
เหนือ	73	62	81	74
ตะวันออกเฉียงเหนือ	69	65	80	72
กลาง	71	69	79	73
ตะวันออก	71	74	81	76
ใต้ฝั่งตะวันออก	81	77	78	79
ใต้ฝั่งตะวันตก	77	76	84	80

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา (2553)

## 2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 งานวิจัยเกี่ยวกับแสงสว่าง

ปีทมา (2540) ศึกษาสภาพแสงสว่างในห้องเรียนของอาคารเรียนรวม ในระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยขอนแก่น ระหว่างวันที่ 14 - 18 กรกฎาคม พ.ศ.2540 ทำการเก็บตัวอย่างทั้งในภาคเช้าและบ่าย รวมทั้งหมด 5 วัน วัดปริมาณความเข้มของแสงตั้งแต่เวลา 09.00 – 16.00 น. ด้วยเครื่องมือวัดปริมาณความเข้มของแสงสว่างในอาคารเรียนรวมแต่ละห้อง พบว่าทั้งในช่วงเช้าและบ่ายห้องเรียนทุกห้องไม่เหมาะสมตามมาตรฐาน ที่กำหนดว่าควรมีค่า 300 – 500 ลักซ์ ผลที่ได้สอดคล้องกับการศึกษาของ กานูวัฒน์ (2545) ซึ่งทำการศึกษาปริมาณความเข้มของแสงสว่างในห้องเรียนจำนวน 236 ห้องของโรงเรียนในสังกัดเทศบาลนครขอนแก่น ได้แก่ โรงเรียนขนาดใหญ่ 4 โรงเรียน โรงเรียนขนาดกลาง 2 โรงเรียนและโรงเรียนขนาดเล็ก 5 โรงเรียน ในระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2545 - เดือนมีนาคม พ.ศ. 2545 ผลการศึกษาพบว่าปริมาณความเข้มเฉลี่ยของแสงสว่างในห้องเรียน มีค่า 269- 290 ลักซ์ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานเช่นเดียวกับผลการศึกษาของ Wong and Jan (2003) ที่ประเมินประสิทธิภาพในห้องเรียนของโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในประเทศสิงคโปร์ ช่วงเดือนสิงหาคมปี ค.ศ. 1999 เกี่ยวกับการมองเห็น โดยทำการเก็บตัวอย่างจากห้องเรียน 6 ห้องเรียนจากทั้งหมด 36 ห้องเรียน ซึ่งอยู่ใน 2 อาคาร คือ อาคาร A และ B ทำการศึกษาในช่วงเวลาที่มีการเรียนการสอนของโรงเรียน พบว่า ระดับความสว่างเฉลี่ยแต่ละห้องในอาคาร A มีค่า 351.6 ลักซ์ และอาคาร B มีค่า 461.1 ลักซ์ แม้ว่าค่าที่อ่านได้มีค่ามากกว่า 300 ลักซ์ แต่ก็ยังมีค่าต่ำกว่าค่าที่ยอมรับได้ของประเทศสิงคโปร์ คือ ที่ 500 ลักซ์

แต่แตกต่างจากการศึกษาของกัลยา (2538) ที่ศึกษาสภาพแวดล้อมและปัญหาของครูในการใช้หนังสือประกอบการจัดประสบการณ์สำหรับเด็กอนุบาล ในโรงเรียนเขตกรุงเทพมหานคร โดยหนังสือที่ใช้ประกอบการจัดประสบการณ์ส่วนใหญ่เป็นหนังสือภาพ พบว่าสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมการใช้หนังสือดังกล่าวต้องเป็นสถานที่ที่มีแสงสว่างและอากาศถ่ายเทได้ดีและน้ำผึ้ง (2550) ศึกษาแนวทางการออกแบบแสงสว่างในห้องเรียนสี่เหลี่ยม อาคารเรียนรวมกลุ่มสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิตระหว่างเดือนมีนาคม พ.ศ. 2549 - เดือนธันวาคม พ.ศ. 2549 พบว่าการใช้แสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์ โดยการปรับองศาของมู่ลี่เพื่อเพิ่มแสง ทำให้เกิดสภาพแสงที่เหมาะสมกับการเรียนการสอน ทั้งยังเป็นการลดการใช้ไฟฟ้าลงกว่า 50 % และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการปรับปรุงอาคารที่มีการใช้งานใกล้เคียงกับห้องเรียนสี่เหลี่ยม

## 2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวกับเสียง

ศุวิศิษฐ์ (2544) ศึกษาระดับเสียงรบกวนใน ห้องเรียนของ โรงเรียนในเขตเทศบาล นครขอนแก่น โดยทำการตรวจวัดระดับเสียงในโรงเรียนผลการศึกษพบว่าระดับ ความดังเสียงเฉลี่ยใน 1 ชั่วโมง (Leq 1 hr) ของ 4 โรงเรียนมีค่าเท่ากับ 62.4-74.5 dB (A) ซึ่งมีค่าเกิน 55 dB (A) ถือเป็นพื้นที่ที่มีปัญหาเสียงรบกวน เมื่อประเมินตามข้อเสนอขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดไว้ว่า ในสภาพแวดล้อมของเขตชุมชนทั่วไปและในเขตเมืองควรมีระดับเสียงสูงสุดที่ระดับเสียงเฉลี่ยน้อยกว่าหรือเท่ากับ (Leq) 55 dB (A) ซึ่งสอดคล้องกับวิทยา (2550) ที่ศึกษาระดับเสียงรบกวนจากพื้นที่ปฏิบัติงาน กรณีศึกษาสาขางานเทคนิคพื้นฐานวิทยาลัยเทคนิคหนองบัวลำภู จังหวัดหนองบัวลำภู โดยทำการตรวจวัดระดับเสียงรบกวนจุดกำเนิดเสียงบริเวณห้องเรียนทฤษฎีพื้นที่ฝึกปฏิบัติงานภายนอกอาคารและเก็บข้อมูลแบบสอบถามจากบุคลากรทางการศึกษาและนักศึกษา จำนวน 414 คน การตรวจวัดระดับเสียงรบกวนจากพื้นที่ฝึกปฏิบัติงาน พบว่าระดับเสียงที่เป็นอันตรายคือ บริเวณพื้นที่ฝึกปฏิบัติงานโดยมีค่าเฉลี่ย Leq 8 hr 85.1 dB (A) ซึ่งเกินเกณฑ์มาตรฐานที่ WHO กำหนดไว้ว่าระดับเสียงที่เป็นอันตรายคือที่ 85 dB(A) ส่วนบริเวณห้องเรียนทฤษฎีระดับเสียงที่ตรวจวัดได้อาจก่อเกิดอันตราย โดยมีค่าเฉลี่ย Leq 8 hr 70.8 dB (A) ซึ่งเป็นเสียงที่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายแต่จัดเป็นเสียงรบกวนที่อาจส่งผลกระทบต่อผู้ปฏิบัติงาน ทำให้รู้สึกรำคาญเกิดความเครียด ก่อให้เกิดผลกระทบต่อการใช้การติดต่อสื่อสารและสมาธิการทำงานจัดเป็นพื้นที่ที่ไม่ปลอดภัย ส่วนผลการตรวจวัดระดับเสียงรบกวนบริเวณภายนอกอาคารมีค่าเฉลี่ย Leq 8 hr เท่ากับ 72.2 dB (A) ซึ่งเป็นเสียงที่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายแต่จัดเป็นเสียงรบกวน (WHO กำหนดค่าระดับเสียงเฉลี่ย 8 hr ไว้มีค่าไม่เกิน 75 dB (A)) อีกทั้งพบว่าพฤติกรรมของผู้ปฏิบัติงานมีที่ไม่ใช้อุปกรณ์ในการลดเสียง 71.1% ใช้บางครั้ง 89.1 % ใช้อุปกรณ์ลดเสียงประเภทที่อุดหูลดเสียง 59.4 % บุคลากรทางการศึกษาและนักศึกษาคิดเห็นว่ามีปัญหาเรื่องเสียงรบกวนในระดับปานกลาง ส่งผลเสียคือรบกวนสมาธิในการเรียนการสอนทำให้เกิดความเครียดและอาจเป็นอันตรายต่อการได้ยิน

WHO (1999) กล่าวในเอกสารชื่อ Guidelines for community noise จากการประชุมของผู้เชี่ยวชาญของ WHO ที่เมืองลอนดอน ประเทศสหราชอาณาจักร แนะนำว่า การฟังข้อความที่ซับซ้อน (เช่น ในโรงเรียน เป็นต้น) ค่าอัตราส่วนสัญญาณเสียงต่อเสียงรบกวน (signal to noise ratio)ไม่ควรน้อยกว่า 15 dB (A) เช่น หากเสียงในขณะที่มีการเรียนการสอนเป็น 50 dB (A) ดังนั้นเสียงรบกวนไม่ควรเกิน 35 dB (A) อย่างไรก็ตาม Apte et al.(2005) สรุปว่าการที่จะสามารถได้ยินเสียงพูดชัดเจนต้องมีค่าสูงกว่าระดับเสียงรบกวนประมาณ 10 dB (A)

### 2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวกับอุณหภูมิ

Wong and Jan (2003) ประเมินประสิทธิภาพในห้องเรียนของโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในประเทศสิงคโปร์เกี่ยวกับอุณหภูมิ โดยทำการเก็บตัวอย่างจากห้องเรียน 6 ห้องเรียน จากทั้งหมด 36 ห้องเรียน ซึ่งอยู่ใน 2 อาคาร คือ อาคาร A และ B ทำการศึกษาในช่วงเวลาที่มีการเรียนการสอนของโรงเรียน คือ ระหว่างเวลา 10.00 – 12.00 น. เดือนสิงหาคม ปี พ.ศ. 2542 พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยจากห้องเรียน 3 ห้อง ในอาคาร A มีค่า  $28.9^{\circ}\text{C}$  ส่วนอุณหภูมิเฉลี่ยในอาคาร B มีค่า  $29.0^{\circ}\text{C}$  ซึ่งค่าที่ได้จากทั้ง 2 อาคาร มีค่าสูงกว่าที่แนะนำไว้ (ค่าที่แนะนำไว้ คือ อุณหภูมิควรมีค่า  $24^{\circ}\text{C} - 28^{\circ}\text{C}$ ) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Wang *et al.* (2010) ที่รายงานว่าอุณหภูมิที่อยู่ได้อย่างสบายในฤดูร้อน มีค่าระหว่าง  $24.0^{\circ}\text{C}$  และ  $28.0^{\circ}\text{C}$  โดยคณะผู้วิจัยทำการศึกษาในฤดูร้อน ปี ค.ศ. 2009 ในเมืองฮาร์บินที่อยู่ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศจีน เพื่อสำรวจการตอบสนองของมนุษย์ต่ออุณหภูมิในที่พักอาศัยที่มีการระบายอากาศตามธรรมชาติ ในสภาพอากาศที่เย็น เก็บรวบรวมข้อมูลทางกายภาพและแบบสอบถาม 423 ชุด จาก 257 ครอบครัวใน 6 ชุมชน 80 % ของผู้พักอาศัยสามารถยอมรับอุณหภูมิที่อยู่ในช่วง  $21.5 - 31.0^{\circ}\text{C}$  ได้ ซึ่งเป็นอุณหภูมิในช่วงที่กว้างกว่าช่วงที่คำนวณได้จากแบบจำลอง

รุจยา (2544) การวิจัยร่วมในโครงการโรงเรียนต้นแบบไม่ปรับอากาศในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพื่อเสนอแนะแนวทางในการสร้างสภาวะน่าสบายทางด้านความร้อนในห้องเรียนไม่ปรับอากาศโดยใช้กรณีศึกษาการออกแบบโรงเรียน โดยวิธีธรรมชาติเป็นกรณีศึกษา ตัวแปรซึ่งเป็นปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อสภาวะน่าสบายทางด้านความร้อน ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิว โดยรอบความเร็วลมและความชื้นสัมพัทธ์ โดยทำการเก็บข้อมูลทางกายภาพจากอาคารจำลองแล้ว นำมาวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยสำหรับทำนายสภาวะน่าสบายทางด้านความร้อนในอาคารตลอดทั้งปี ด้วยข้อมูลสภาพอากาศจากกรมอุตุนิยมวิทยา ผลการวิจัยพบว่าสภาวะน่าสบายทางด้านความร้อนในอาคารกรณีศึกษา ช่วงที่มีการใช้งานอาคาร เวลา 8.00 น. - 16.00 น. ภายใต้เงื่อนไขที่มีการปรับสภาพแวดล้อม โดยรอบอาคารมีการระบายอากาศเฉพาะส่วนหลังคา ในขณะที่ตัวอาคารเป็นระบบปิดไม่ใช้การถ่ายเทอากาศแบบธรรมชาติ และใช้พัดลมเพื่อให้ผู้ใช้อาคารรู้สึกเย็นลง พบว่าภายในห้องเรียนชั้นล่างเมื่อรวมอิทธิพลของอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบและความเร็วลมจะทำให้อยู่ในขอบเขตสภาวะน่าสบายทางด้านความร้อน 100% ของปีสำหรับห้องเรียนชั้นบนซึ่งไม่มีอิทธิพลจากผิวสัมผัสดินในวันที่มีผลต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศภายในและภายนอกอาคาร  $4^{\circ}\text{C}$  ขณะที่อุณหภูมิเฉลี่ยอากาศภายนอก  $36^{\circ}\text{C}$  และอุณหภูมิเฉลี่ยอากาศภายในอาคาร  $32^{\circ}\text{C}$  จะทำให้ห้องเรียนชั้นบนสามารถรองรับกิจกรรมทั่วไปได้

100% ซึ่งดีกว่าอาคารทั่วไปมาก จะเห็นได้ว่าอาคารจำลองมีประสิทธิภาพในการสร้างสภาวะน่าสบายทางด้านความร้อนดีกว่าอาคารทั่วไป ในขณะที่ห้องเรียนชั้นล่างมีประสิทธิภาพดีกว่าห้องเรียนชั้นบนอย่างไรก็ตามถ้าต้องการให้อยู่ในขอบเขตสภาวะน่าสบายจำเป็นต้องเพิ่มความเร็วลมให้กับห้องเรียนชั้นบนและชั้นล่าง ผลการวิจัยสรุปได้ว่าการสร้างสภาวะน่าสบายทางด้านความร้อนในห้องเรียนไม่ปรับอากาศควรคำนึงถึงตั้งแต่กระบวนการออกแบบอาคารดังนี้ 1) การปรับอิทธิพลสภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร 2) ออกแบบอาคารให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม 3) กรอบอาคารควรมีคุณสมบัติในการป้องกันและการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกอาคารรวมไปถึงการกันความชื้นได้ดี 4) เลือกใช้วัสดุและเทคโนโลยีการก่อสร้างที่เหมาะสม 5) ใช้ประโยชน์จากอิทธิพลของอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบและความเร็วลม 6) ปรับการใช้งานอาคารให้เหมาะสมกับสภาวะน่าสบายทางด้านความร้อน เมื่อปฏิบัติครบวงจรดังนี้จะทำให้สภาวะน่าสบายทางด้านความร้อนภายในอาคารดีกว่าอาคารอื่นๆ 3 เท่าด้วยเหตุนี้แนวคิดและขบวนการวิจัยนี้เป็นต้นแบบในการประยุกต์ใช้ในการออกแบบ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการออกแบบก่อนการก่อสร้างและเพิ่มศักยภาพในการปรับปรุงสภาวะน่าสบายทางด้านความร้อนในอาคาร

#### 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการระบายอากาศ

จารุณี(2549) ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมจากระบบระบายอากาศของอาคารผนังสองชั้นที่นำมาใช้ร่วมกับอาคารที่มีระบบปรับอากาศ โดยศึกษาผลเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนภายในช่องระบายอากาศ ได้แก่ ความสูงและความกว้างของช่องระบายอากาศ ขนาดและตำแหน่งของช่องเปิดชนิดของผนังช่องระบายอากาศ ผนังอาคารและปริมาณความร้อนที่ตกกระทบบนผนังอาคาร พบว่าอัตราการถ่ายเทอากาศเพิ่มขึ้นตามปริมาณความร้อนที่ผนังอาคารความสูงของช่องระบายอากาศและขนาดของช่องเปิดอากาศทั้งขาเข้าและออก ซึ่งความกว้างของช่องระบายอากาศที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง 0.10 ถึง 0.15 เมตร ทำให้อัตราการไหลและประสิทธิภาพเชิงความร้อนมีค่าสูงสุด ความสูงของช่องระบายอากาศควรเป็น 2.5 เมตรจากพื้นและช่องเปิดอากาศขาเข้าและออกมีขนาด 0.05 เมตร อีกทั้งพบว่า การเพิ่มขนาดของช่องเปิดอากาศทั้งขาเข้าและออกพร้อมกันทั้งสองช่อง ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของ การระบายอากาศ นอกจากนี้ การศึกษา การสร้างแผนผังความสบายของการถ่ายเทอากาศสำหรับประเทศไทย โดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ระหว่างเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2540 – เดือนสิงหาคม ปีพ.ศ. 2541 ทำการวิเคราะห์จากคำตอบเกี่ยวกับความรู้สึกทางด้านอุณหภูมิที่ตอบในแบบสอบถามศึกษาในกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาชาย 183 คนและหญิง 105 คน โดยทำการทดลองในห้องเรียนที่ไม่มีระบบปรับอากาศ แต่ใช้พัดลมเป่าจากด้านหลังกลุ่มทดลอง ค่าความเร็วลมอยู่ระหว่าง 0.2 - 3

เมตร/วินาที อุณหภูมิภายในห้องทดลองอยู่ระหว่าง 26 – 36 ° C และความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 50 – 80 % แพนดิ่งนี้สามารถนำมาใช้ในการออกแบบระบบถ่ายเทอากาศ สำหรับห้องเรียนและสำนักงาน (Joseph *et al.*2000) อีกทั้ง Rachel *et al.*(2007) รายงานว่ารูปแบบการระบายอากาศที่ดีสามารถลดการใช้พลังงานได้ 28-30% สำหรับทิศเหนือและ 17-18% สำหรับทิศใต้ของอาคารเรียน

### 3 มาตรฐาน

ค่ามาตรฐานในการวิจัยครั้งนี้แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงค่ามาตรฐานของพารามิเตอร์ต่างๆ

พารามิเตอร์	ค่ามาตรฐาน	ที่มา
ความเข้มของแสง	ในห้อง 300 - 500 ลักซ์	IES,1983
	หน้ากระดาน ไม่น้อยกว่า 300 ลักซ์	สำนักกฎหมาย กระทรวง มหาดไทย, 2553
เสียงรบกวน (Leq,30 min)	เสียงรบกวน ภายในห้องไม่เกิน 55 dB(A)	Huang, 2005
อุณหภูมิ	WBGT ไม่เกิน 34 องศาเซลเซียส	สำนักกฎหมาย กระทรวง มหาดไทย, 2553
	อุณหภูมิห้อง 24–28° C	ASHRAE,1996
การระบายอากาศ	ไม่น้อยกว่า 4 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง/ตารางเมตร	สำนักกฎหมาย กระทรวง มหาดไทย, 2553
ความชื้นสัมพัทธ์	20-70 %	ASHRAE,1996

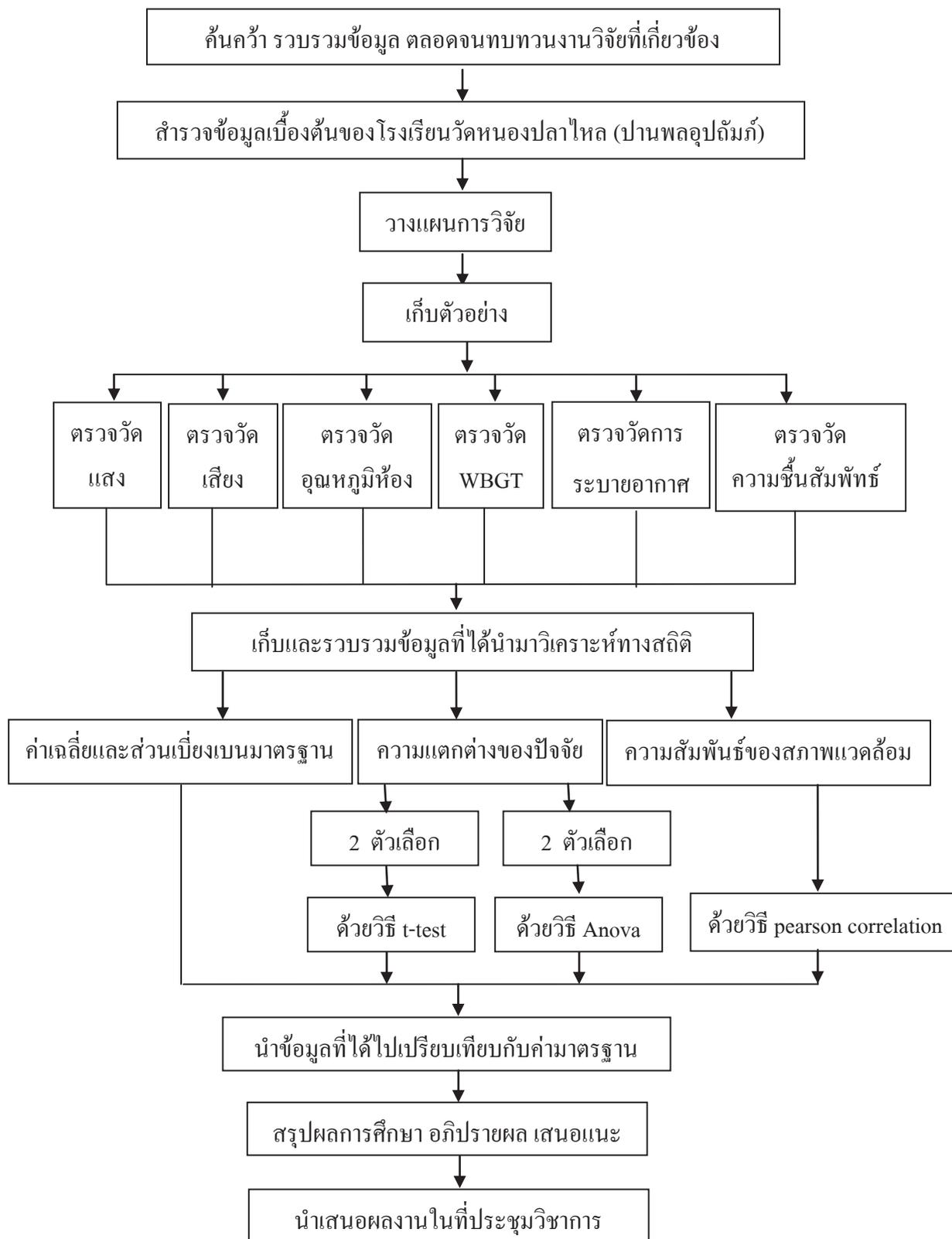
หมายเหตุ IES ย่อมาจาก Illumination Engineering Society

ASHRAE ย่อมาจาก American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนของโรงเรียนวัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์) ได้แก่ เช่น แสง เสียง อุณหภูมิห้อง WBGT การระบายอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ นำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานศึกษาปัจจัยที่อาจมีอิทธิพลต่อสภาพแวดล้อมที่ทำการสำรวจภายในห้องเรียน ได้แก่ ช่วงเวลาในแต่ละวัน (เช้าและบ่าย) ฤดูกาล (หนาวและฝน) ทิศ (ตะวันออกและตะวันตก) ความสูงในแนวตั้ง (ชั้นล่างและชั้นบน) และศึกษาความสัมพันธ์ของสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน ซึ่งวิธีดำเนินงานวิจัยสรุปดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 วิธีการดำเนินงานวิจัย

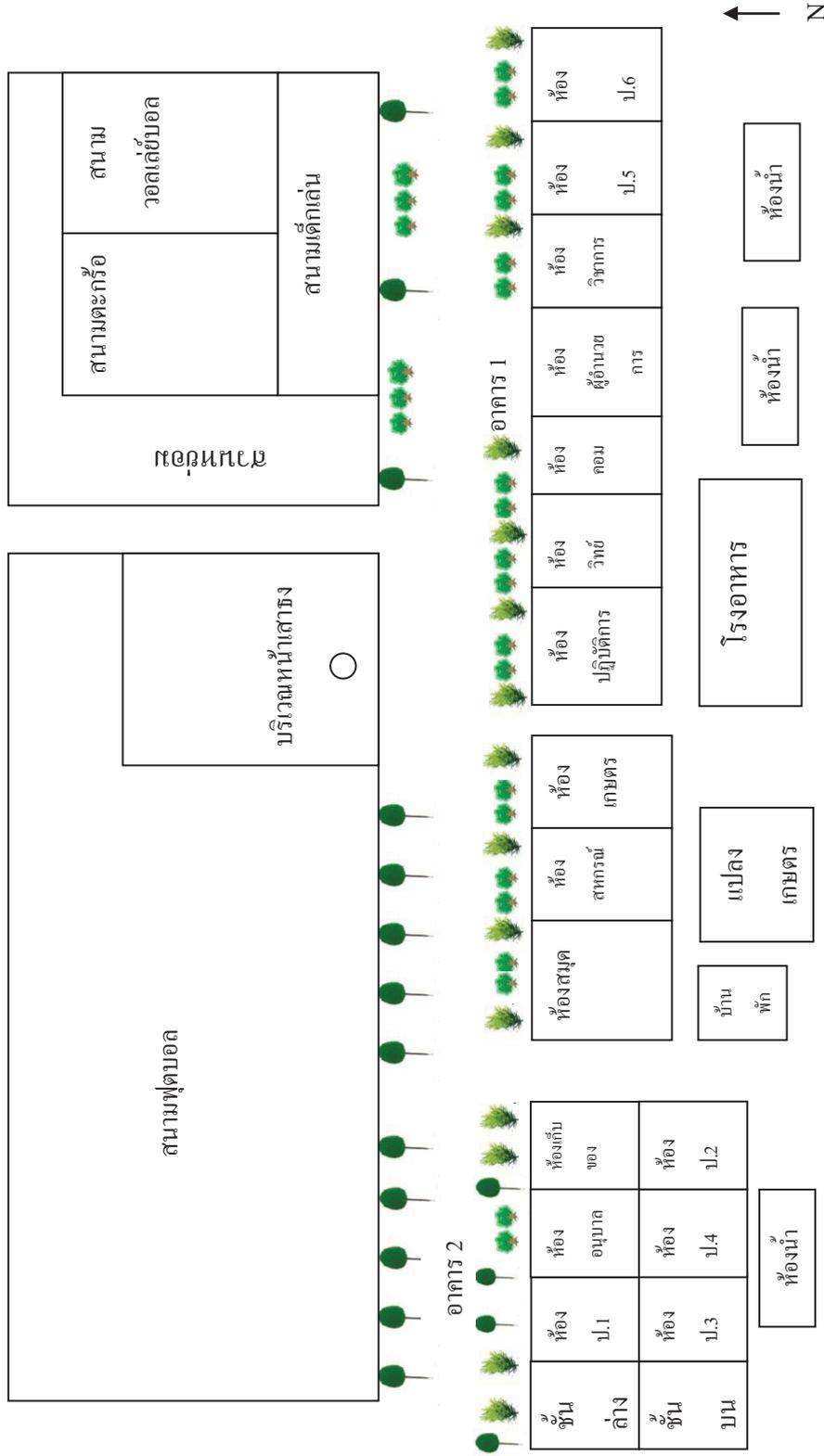
## 1. พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษา คือ โรงเรียนวัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์) ตั้งอยู่ที่หมู่ที่ 6 ตำบลทุ่งกระพังโหม อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ดังภาพที่ 3 และภาพที่ 4 แสดงแผนผังโรงเรียนวัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์) สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การประถมศึกษา นครปฐม เขต 1 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งจัดเป็นโรงเรียนขนาดกลาง มีนักเรียน 1 48 คน ในปีการศึกษา 2553 มีการจัดการเรียนการสอนในระดับชั้นอนุบาล ถึงระดับประถมศึกษาปีที่ 1-6 โรงเรียนประกอบด้วย 2 อาคาร ซึ่งอาคาร 1 เป็นอาคารชั้นเดียว ประกอบด้วย 5 ห้องเรียน อาคาร 2 เป็นอาคาร 2 ชั้น ประกอบด้วย 6 ห้องเรียน รวมทั้ง 11 ห้องเรียน

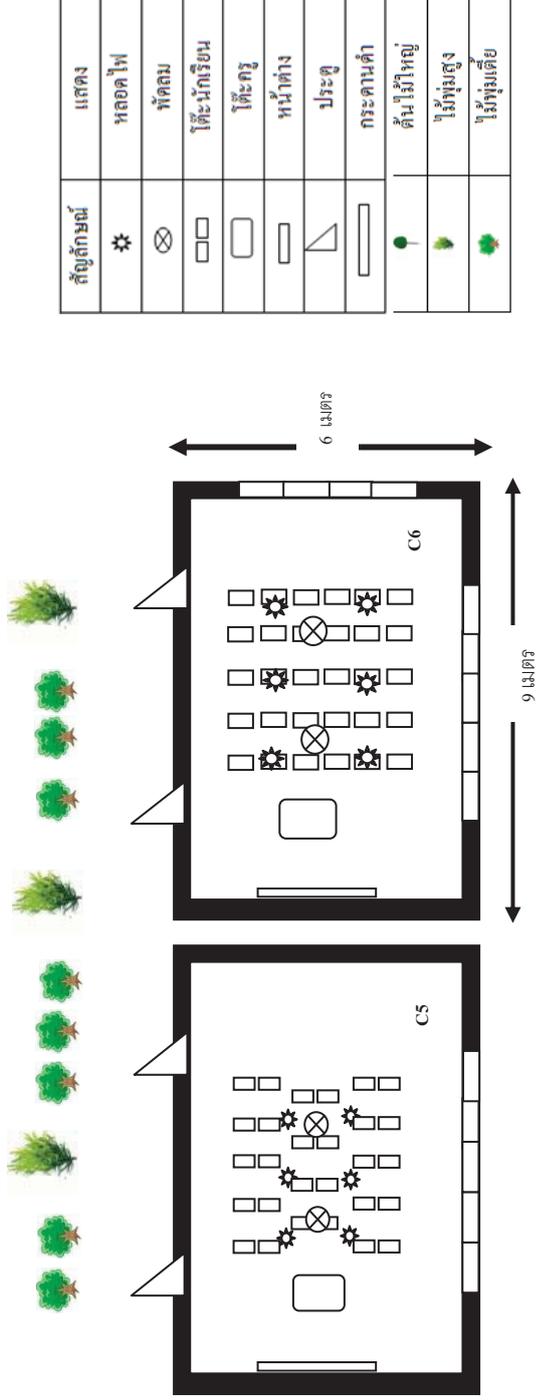


ภาพที่ 3 โรงเรียนวัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์)

ที่มา : Page and Rank (2553)



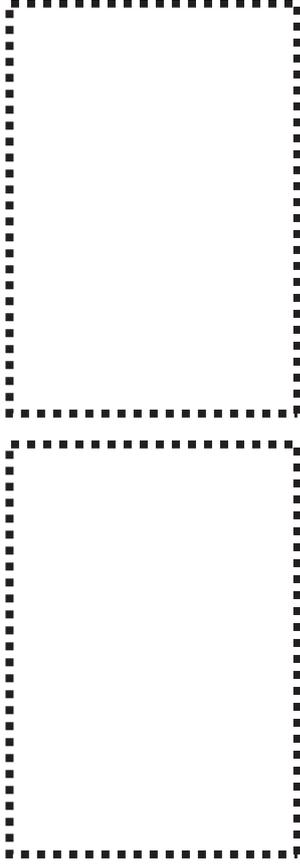
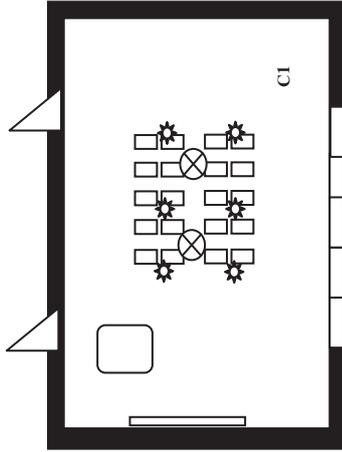
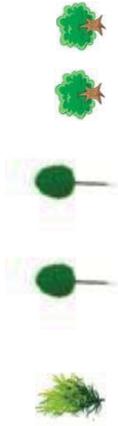
ภาพที่ 4 แผนที่โรงเรียนวัดหนองปลาไหล (ปานพลอุบลรัตน์) ตัญถักยณัฒน์ ไม้พุ่มเตี้ย ไม้พุ่มสูง ต้นไม้อายุ



อาคาร 1

ภาพที่ 5 แผนผังแสดงห้องเรียนชั้นล่างในอาคาร 1 ของโรงเรียนวัดหนองปลาไหล (บ้านพลอุบลัมภ์)

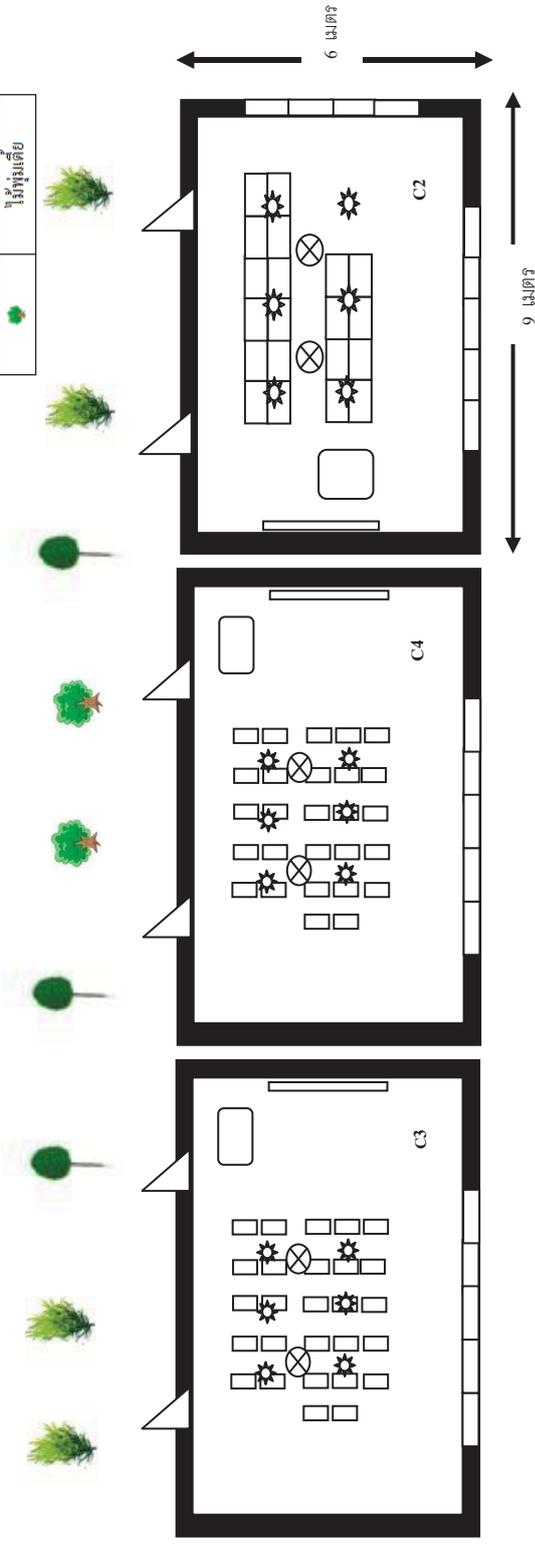
สัญลักษณ์	แสดง
⚙️	หลอดไฟ
⊗	พัดลม
☐	โต๊ะนักเรียน
☐	โต๊ะครู
▭	หน้าต่าง
▵	ประตู
▭	กระดานดำ
●	ต้นไม้ใหญ่
🌳	ไม้พุ่มสูง
🌳	ไม้พุ่มเตี้ย



อาคาร 2

ภาพที่ 6 แผนผังแสดงห้องเรียนชั้นล่างในอาคาร 2 ของโรงเรียนวัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์)

สัญลักษณ์	แสดง
☆	หลอดไฟ
⊗	พัดลม
□	โต๊ะนักเรียน
▭	โต๊ะครู
▭	หน้าต่าง
△	ประตู
▭	กระดานดำ
●	ต้นไม้ใหญ่
●	ไม้พุ่มสูง
●	ไม้พุ่มเตี้ย



อาคาร 2

ภาพที่ 7 แผนผังแสดงห้องเรียนชั้นบนในอาคาร 2 ของโรงเรียนวัดหนองปลาไหล (ปานพลอุบลรัตน์)

## 2. ประชากรที่ศึกษา

ประชากรที่ศึกษาในครั้งนี้ คือ ห้องเรียนทุกห้องที่เป็นห้องเรียนประจำแต่ละระดับ การศึกษา ซึ่งห้องเรียนในการศึกษานี้ หมายถึง ห้องเรียนที่ใช้จัดการเรียนการสอนแบบ บรรยายตลอดสัปดาห์ไม่น้อยกว่า 75 % ซึ่งในโรงเรียนวัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์) มี ห้องเรียนดังกล่าวทั้งหมด จำนวน 6 ห้อง ดังนั้นจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษานี้รวม 6 ห้อง โดยห้องเรียนทุกห้องมี ขนาด 6 x 9 เมตร ทุกห้องเป็นกระดานดำ (chalkboard) แสดงผัง ภาพที่ 5 - 8 ห้องเรียนที่ทำการเก็บตัวอย่างในห้องเรียนทั้ง 6 ห้อง คือ C1 – C6 โดย

- C1 คือ ห้องเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 อาคาร 2 ชั้นล่าง และตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกของโรงเรียน
- C2 คือ ห้องเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 อาคาร 2 ชั้นบน และตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกของโรงเรียน
- C3 คือ ห้องเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 อาคาร 2 ชั้นบนของห้องเรียน C1 และตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกของโรงเรียน
- C4 คือ ห้องเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 อาคาร 2 ชั้นบน และตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกของโรงเรียน
- C5 คือ ห้องเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 อาคาร 1 ชั้นล่าง และตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกของโรงเรียน
- C6 คือ ห้องเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อาคาร 1 ชั้นล่าง และตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกของโรงเรียน

### 3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

#### 3.1 ขั้นตอนการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยสรุปดังในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลสำรวจสภาพแวดล้อมในห้องเรียน

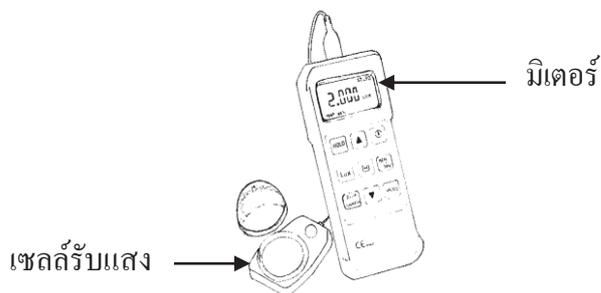
พารามิเตอร์	ชื่อเครื่องมือ	รุ่น/บริษัท/ประเทศ
แสง	Lux Meter	Model P - 07588-22/ บริษัท ชัชชัยโฮลดิ้ง จำกัด/ประเทศไทย
เสียง	Sound Level Meter	DSP 80 Series/บริษัทเอกเสกคิว ทีฟเทรคดิ้ง จำกัด /ประเทศไทย
WBGT	WBGT Heat Stress Monitor	RSS - 214/บริษัท IST/ประเทศ ไทย
อุณหภูมิห้อง การ ระบายอากาศและ ความชื้นสัมพัทธ์	Compu Flow Thermo- Anemometer	Model 8585/บริษัทเอกเสกคิวทีฟ เทรคดิ้ง จำกัด /ประเทศไทย

#### 3.1.1 เครื่องวัดแสงสว่าง (Lux Meter)

เครื่องมือวัดความเข้มของแสงแสดงดังภาพที่ 8 ซึ่งอ่านค่าเป็น ลักซ์ หรือ ฟุตแคนเดิล เครื่องมือวัด มีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน คือ

เซลล์รับแสง (Photo Cell) ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า ถ้าความเข้มแสงมากพลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะมากตามไปด้วย เซลล์รับแสงอาจถูกออกแบบให้โค้งมนเล็กน้อยเพื่อให้แสงจากทิศทางต่างๆ ตกกระทบในมุม 90 องศา หรือใกล้เคียงที่สุด ทำด้วยแก้วหรือพลาสติก ด้านในเคลือบด้วยสารซิลิกอน (silicon) หรือ เซเลเนียม (selenium)

มิเตอร์ (Meter) แสดงค่าบนหน้าจอเป็นความเข้มแสง และรับพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากเซลล์รับแสง (กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน กระทรวงแรงงาน, 2549)



ภาพที่ 8 เครื่องมือวัดความเข้มของแสง

ที่มา: กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน กระทรวงแรงงาน (2549)

### 3.1.2 เครื่องวัดเสียง (Sound Level Meter)

เครื่องวัดเสียง เป็นเครื่องมือพื้นฐานในการวัดระดับเสียง สามารถวัดระดับเสียงได้ตั้งแต่ 40 – 140 dB(A) แสดงดังภาพที่ 9 สามารถวัดระดับเสียงได้ 3 ข่าย (weighting networks) คือ A, B และ C แบบที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง คือ แบบ A เพราะเป็นแบบที่ตอบสนองต่อเสียงที่คล้ายคลึงกับหูคนมากที่สุด หน่วยวัดเสียงที่วัดแบบ A คือ dB(A) (กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน กระทรวงแรงงาน, 2549)



ภาพที่ 9 เครื่องมือวัดเสียง (Sound Level Meter)

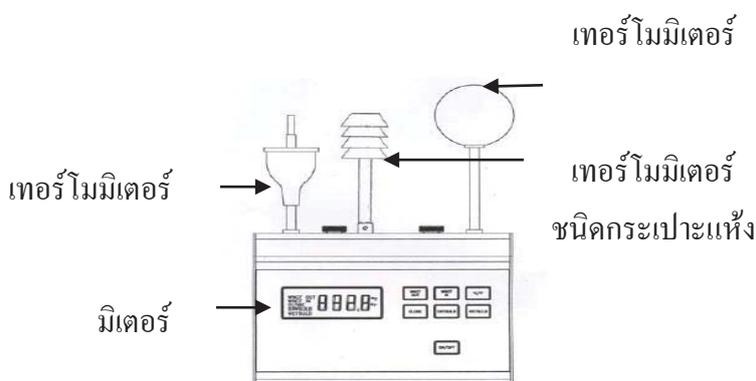
ที่มา: กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน กระทรวงแรงงาน (2549)

### 3.1.3 เครื่องมือวัดระดับความร้อน (WBGT)

เครื่องมือในการตรวจวัดสภาพความร้อน ประกอบด้วย เทอร์โมมิเตอร์ 3 ชนิด คือเทอร์โมมิเตอร์ชนิดกระเปาะแห้ง (dry bulb thermometer หรือ DB เทอร์โมมิเตอร์ชนิดกระเปาะเปียกตามธรรมชาติ (natural wet Bulb thermometer หรือ NWB) และเทอร์โมมิเตอร์ชนิด

โกลบ (globe thermometer หรือ GT) เทอร์โมมิเตอร์ชนิดกระเปาะแห้ง เป็นชนิดปรอทหรือแอลกอฮอล์ที่มีความละเอียดของสเกล  $0.5^{\circ}\text{C}$  มีการกำบังป้องกันเทอร์โมมิเตอร์จากแสงอาทิตย์และการแผ่รังสีความร้อน เทอร์โมมิเตอร์ชนิดกระเปาะเปียกตามธรรมชาติ ประกอบด้วย ผ้าฝ้ายสะอาด (ชั้นเดียว) หุ้มที่กระเปาะเทอร์โมมิเตอร์สูงถึงจุดเหนือกระเปาะ ประมาณหนึ่งช่วงกระเปาะหรือ ประมาณ  $1 - 1\frac{1}{4}$  นิ้ว และต่อหุ้มยาวลงไปให้ปลายอีกด้านหนึ่งจุ่มลงในภาชนะบรรจุน้ำกลั่น โดยส่วนกระเปาะจะอยู่เหนือน้ำ ประมาณ 1 นิ้ว ผ้าฝ้ายที่หุ้มกระเปาะต้องแนบติดเทอร์โมมิเตอร์และเปียกตลอดเวลา เทอร์โมมิเตอร์ชนิดโกลบ ประกอบด้วย โกลบ ซึ่งทำจากโลหะทองแดงบางทรงกลมภายในกลวง มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้วผิวด้านนอกทาสีดำ ด้าน และมีเทอร์โมมิเตอร์เสียบเข้าไปในกระเปาะทรงกลมนี้โดยให้อยู่กึ่งกลางของกระเปาะ มีช่วงการตรวจวัดตั้งแต่  $-5$  ถึง  $100^{\circ}\text{C}$

ในปัจจุบัน เพื่อความสะดวกในการตรวจวัด บริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพความร้อน ได้คิดค้นเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถอ่านค่า WBGT ได้ทันที โดยไม่ต้องคำนวณค่า WBGT โดยการใช้สูตรคำนวณ เครื่องมือวัดระดับความร้อน WBGT แสดงดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 เครื่องมือวัด WBGT

ที่มา : กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน กระทรวงแรงงาน (2549)

สำหรับอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพความร้อนที่ไม่สามารถคำนวณค่าจากเครื่องมือโดยตรง ให้นำค่าที่อ่านได้จากเทอร์โมมิเตอร์มาคำนวณด้วยสูตรต่อไปนี้

$$\text{WBGT} = 0.7 \text{ NWB} + 0.3 \text{ GT} \text{ (ในกรณีวัดในอาคารหรือนอกอาคารที่ไม่มีแดด)}$$

$$\text{WBGT} = 0.7 \text{ NWB} + 0.2 \text{ GT} + 0.1 \text{ DB} \text{ (ในกรณีวัดนอกอาคารและมีแดด)}$$

WBGT หมายถึง wet bulb globe temperature ( $^{\circ}\text{C}$ ) เป็นดัชนีวัดสภาพความร้อนในสิ่งแวดล้อม

NWB หมายถึง natural wet bulb ( $^{\circ}\text{C}$ ) อุณหภูมิของเทอร์โมมิเตอร์ชนิดกระเปาะเปียกตามธรรมชาติเป็นเสมือนการวัดอุณหภูมิที่ผิวหนัง ซึ่งหากแห้งจะสามารถระเหยได้ อุณหภูมินี้จะต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศ

GT หมายถึง globe temperature อุณหภูมิของเทอร์โมมิเตอร์ชนิดโกลบ ( $^{\circ}\text{C}$ ) เป็นการวัดความร้อนที่เกิดจากการแผ่รังสี

DB หมายถึง dry bulb อุณหภูมิของเทอร์โมมิเตอร์ชนิดกระเปาะแห้ง ( $^{\circ}\text{C}$ ) เป็นการวัดอุณหภูมิอากาศ ซึ่งถ่ายเทความร้อนโดยการพา

### 3.1.4 เครื่องวัดการระบายอากาศ (Compu Flow Thermo-Anemometer)

เครื่องวัดการระบายอากาศเป็นอุปกรณ์วัดความเร็วลมที่วัดด้วยหลักการในการคงที่ของอุณหภูมิ ปลายแท่งกระบอกสามารถเปิด - ปิดได้ เมื่ออากาศพัดผ่านหัววัดจะทำให้อุณหภูมิลดลง เครื่องวัดจะได้กระแสไฟฟ้าเพิ่มเพื่อรักษาอุณหภูมิของเซ็นเซอร์ ทำให้คำนวณค่าความเร็วลมที่พัดผ่านได้แสดงดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 เครื่องมือวัดการระบายอากาศ

ที่มา : กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน กระทรวงแรงงาน (2549)

## 4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

### 4.1 ข้อมูลที่ศึกษา

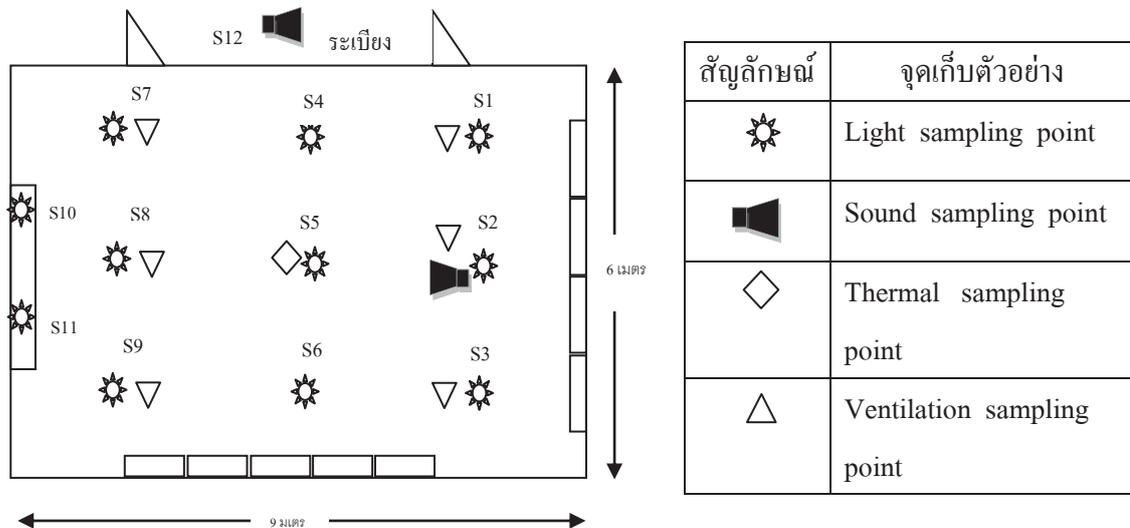
วิธีการเก็บตัวอย่าง

#### 4.1.1 แสงสว่าง

วิธีการเก็บตัวอย่างแสงสว่าง ดัดแปลงมาจากวิธีการที่แนะนำโดยกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน กระทรวงแรงงาน (2549) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

### ตรวจสอบความพร้อมของเครื่องวัดแสง

ปรับให้เครื่องอ่านค่าที่ศูนย์ก่อนทำการตรวจวัดแสงสว่าง ต้องปรับให้เครื่องอ่านค่าที่ศูนย์ก่อนทุกครั้ง แบ่งพื้นที่ทั้งหมดออกเป็น 2 x 3 ตารางเมตร โดยถือเซลล์รับแสงในแนวราบสูงจากพื้น 30 นิ้ว (75 เซนติเมตร) อ่านค่าความเข้มแสง ผู้ทำการตรวจวัดต้องระวังไม่ให้เงาของผู้ทำการตรวจวัดทอดบังบนเซลล์รับแสง ซึ่งเพื่อมิให้ค่าความเข้มแสงสว่างผิดจากความเป็นจริง จุดเก็บตัวอย่างดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 แสดงจุดเก็บตัวอย่างของแต่ละพารามิเตอร์

ให้เซลล์รับแสงรับแสงจนได้ค่าแน่นอน (โดยทั่วไปประมาณ 5 – 15 นาที) จึงอ่านค่าจากมิเตอร์และบันทึกผลลงใน แบบสำรวจสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน ด้านแสง เสียง อุณหภูมิห้อง WBGT การระบายอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลลงในแบบสำรวจเบื้องต้น

นำผลการตรวจวัด ที่ได้เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน ที่แนะนำโดย IES (Illumination Engineering Society, 1983)

#### 4.1.2 เสียง

เครื่องวัดเสียงควรตั้งสูงจากพื้นที่ระดับ 1 เมตร โดยในรัศมี 1 เมตร ตามแนวราบรอบไมโครโฟนต้องไม่มีกำแพงหรือสิ่งอื่นใดและต้องห่างจากช่องหน้าต่างอย่างน้อย 1.5 เมตร คัดแปลงมาจากวิธีการที่แนะนำโดย กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน กระทรวงแรงงาน (2549) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

### ตรวจสอบความพร้อมของเครื่องวัดเสียง

เปรียบเทียบความถูกต้องของเครื่องวัดเสียงทุกครั้งก่อนและหลังนำไปใช้งานด้วย อุปกรณ์ตรวจสอบความถูกต้อง (noise calibrator) เพื่อให้เกิดความถูกต้องในการตรวจวัด ควรทำตามวิธีการเปรียบเทียบความถูกต้องที่แนะนำไว้ ดำเนินการดังนี้

ตรวจวัดการได้รับเสียง โดยให้ไมโครโฟนอยู่ที่ระดับหูของนักเรียนรัศมีไม่เกิน 30 เซนติเมตรจากตัวนักเรียน เครื่องวัดเสียง ควรตั้งสูงจากพื้นที่ระดับ 1 เมตร โดยในรัศมี 1 เมตร ตามแนวราบรอบไมโครโฟนต้องไม่มีกำแพงหรือสิ่งอื่นใดและต้องห่างจากช่องหน้าต่างอย่างน้อย 1.5 เมตร การถือเครื่องวัดเสียงพึงระวังการดูดซับหรือสะท้อนของเสียงเนื่องจากตัวผู้วัดเอง โดยให้ถือเครื่องในลักษณะเฉียงออกห่างลำตัวมากที่สุดหรือ อาจใช้เครื่องวัดเสียงติดตั้งบนขาตั้ง (tripod) แทนการถือโดยผู้วัด ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีติดตั้งเครื่องวัดเสียงบนขาตั้ง จุดเก็บตัวอย่างดังภาพที่ 12

อ่านค่าระดับเสียง คือ ในช่วงเวลา 30 นาที ในแต่ละบริเวณ และบันทึกผลลงในแบบสำรวจสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลลงในแบบสำรวจเบื้องต้น

นำผลการตรวจวัดเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน ที่แนะนำโดย Huang (2005)

#### 4.1.3 อุณหภูมิแวดล้อมทั่วโลก

ดำเนินการตามวิธีของ กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน กระทรวงแรงงาน (2549) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ตรวจสอบความพร้อมของเครื่องวัดอุณหภูมิแวดล้อมทั่วโลก

ติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์ทั้ง 3 ชนิด ให้ตั้งฉากกับพื้นราบและอยู่ในราบ

ปิดบังกระเปาะแห้งให้พ้นจากความร้อนจากดวงอาทิตย์ และพื้นผิวที่แผ่รังสีความร้อนออกมาได้

ผ้าก๊อซที่ใช้หุ้มกระเปาะเปียก จะต้องเปียกตลอดเวลา การหุ้มผ้าก๊อซที่กระเปาะเทอร์โมมิเตอร์ ควรหุ้มให้สูงเลยกระเปาะขึ้นไปเท่ากับความยาวของกระเปาะ ผ้าก๊อซที่ใช้ควรเป็นผ้าใหม่ทุกครั้งและควรซักก่อนนำมาใช้

ตั้งเทอร์โมมิเตอร์โกลบไว้อย่างน้อย 25 นาที ก่อนจะอ่านค่าเพื่อให้เกิดสมดุลระหว่างความร้อนจากการแผ่รังสีและการพาความร้อน

ตั้งเทอร์โมมิเตอร์ทั้ง 3 อัน ต้องไม่กีดขวางการไหลเวียนของอากาศรอบ ๆ กระเปาะ และเงาต้องไม่บังเทอร์โมมิเตอร์กระเปาะเปียกและโกลบเทอร์โมมิเตอร์ จุดเก็บตัวอย่างดังรูปที่ 12

อ่านค่าระดับระดับความร้อนของเทอร์โมมิเตอร์แต่ละชนิด นำค่าที่ได้มาคำนวณ และบันทึกผลลงใน แบบสำรวจสภาพแวดล้อมภายใน พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลลงในแบบสำรวจเบื้องต้น

นำผลการตรวจวัดเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน ที่แนะนำโดยสำนักกฎหมาย กระทรวงมหาดไทย (2553)

#### 4.1.4 การระบายอากาศและความชื้นสัมพัทธ์

ดำเนินการตามวิธีที่แนะนำโดย ตามวิธีของพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 โดยมีรายละเอียดดังนี้ ตรวจสอบความพร้อมของเครื่องวัดระบายอากาศ

กดปุ่ม VEL/TEMP เครื่องจะแสดงค่าความเร็วลม ( V ) ที่หน้าจอ อ่านค่าและบันทึกผล นำผลที่ได้มาคำนวณความเร็วลมเฉลี่ย จุดเก็บตัวอย่างดังภาพที่ 12

นำผลการตรวจวัดเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน การระบายอากาศ ที่แนะนำโดย สำนักกฎหมาย กระทรวง มหาดไทย (2553)

อ่านค่าอุณหภูมิห้องและบันทึกผล เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานอุณหภูมิห้องที่ แนะนำโดย ASHRAE (1996)

กดปุ่ม Humidity เครื่องจะแสดงค่าความชื้นเป็น % RH อ่านค่าและบันทึกผลลงในแบบสำรวจสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลลงในแบบสำรวจเบื้องต้น นำผลการตรวจวัดเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน ที่แนะนำโดย ASHRAE (1996)

#### 4.1.5 ตัวอย่างแบบสำรวจสภาพแวดล้อม

แบบสำรวจสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน ด้านแสง เสียง ความร้อน การระบายอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์ แสดงดังข้างล่างนี้

##### แบบสำรวจสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน

ด้านแสง เสียง อุณหภูมิห้อง WBGT การระบายอากาศและความชื้นสัมพัทธ์  
สถานที่สำรวจ โรงเรียนวัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์) วันที่สำรวจ.....  
ห้องเรียน.....จำนวนนักเรียน.....คน เวลา.....

พารามิเตอร์	บริเวณ	จุดที่ตรวจวัด (S)												หน่วย	ค่าเฉลี่ย	มาตรฐาน	เกินค่ามาตรฐาน	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
แสง	ในห้องเรียน														lux			
	หน้ากระดาน																	
เสียง	ในห้องเรียน														dB (A)			
	ระเบียง																	
ความร้อน	WBGT														°C			
	อุณหภูมิ																	
การระบายอากาศ															m/s			
															fpm			
ความชื้นสัมพัทธ์															%RH			

หมายเหตุ

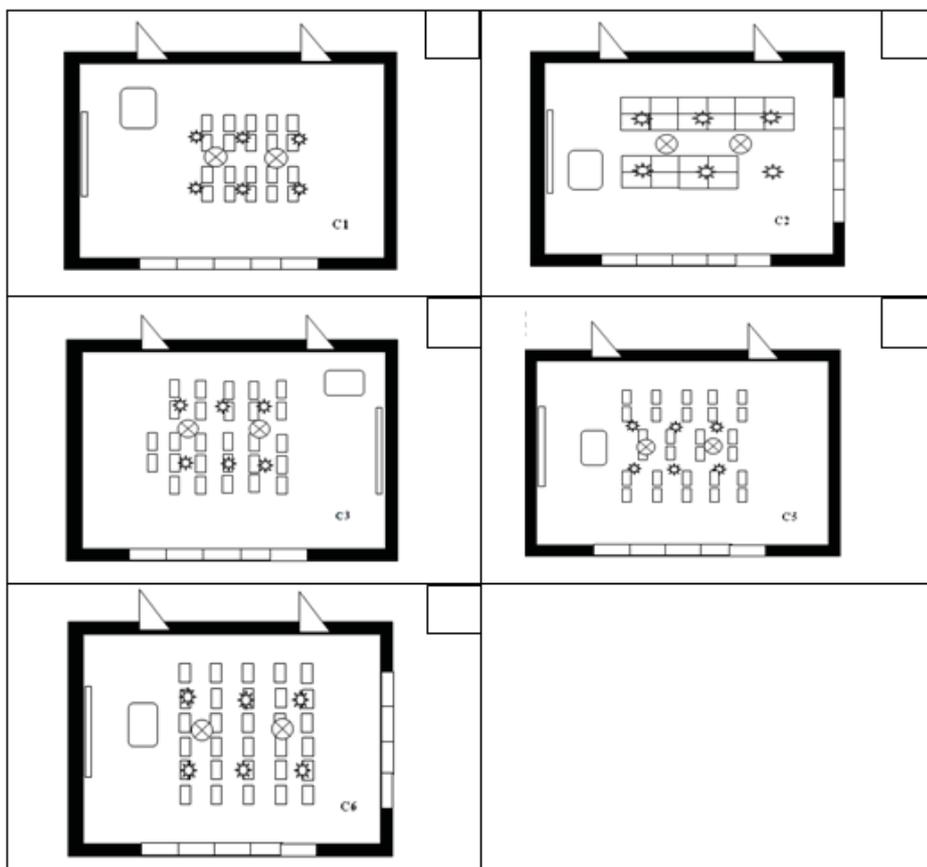
.....  
.....  
.....

**4.1.6 ตัวอย่างแบบสำรวจเบื้องต้น**  
**แบบสำรวจเบื้องต้น แสดงดังข้างล่างนี้**

**แบบสำรวจเบื้องต้น**

สถานที่สำรวจ โรงเรียนวัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์) วันที่สำรวจ.....  
 ห้องเรียน.....จำนวนนักเรียน.....คน เวลา.....

- เปิดหมดทั้งไฟฟ้า พัดลม ประตู หน้าต่าง
- เปิดไม่หมด เลือกรูปแบบแผนผังห้องเรียน และกา X ตำแหน่งที่ไม่เปิด



ผลกระทบอื่นๆ

- ฝนตก ไม่มีแดด
- พายุฝนฟ้าคะนอง
- ลมแรง ลมเอื่อยๆ
- ไฟฟ้าดับ
- มีเสียงดังรบกวนจากกิจกรรมอื่นๆ(ระบุ.....)

#### 4.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บตัวอย่างแสง เสียง อุณหภูมิห้อง WBGT การระบายอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ เป็นระยะเวลา 1 ปี โดยแบ่งเป็น 2 ภาคการศึกษา คือ ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2553 ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2553 – เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554 และ ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2554 ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2554 - เดือนกันยายน พ.ศ. 2554 เก็บตัวอย่างห้องละ 1 ครั้ง/สัปดาห์ ช่วงเวลาในการศึกษา คือ 08.30 – 15.30 นาฬิกา จำนวนตัวอย่างที่ทำการเก็บข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ในตาราง 4 – 7

ตารางที่ 4 แสดงจำนวนจุดเก็บตัวอย่างต่อภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2553

สภาพแวดล้อม	บริเวณ	จำนวนจุดเก็บ ตัวอย่าง/ สัปดาห์	จำนวนสัปดาห์ใน ภาคการศึกษา 2 /2553	จำนวนจุดเก็บ ตัวอย่าง/ ภาค การศึกษา
แสง	ในห้องเรียน	9	14 สัปดาห์	126
	หน้ากระดาน	2	14 สัปดาห์	28
เสียง	ในห้องเรียน	1	14 สัปดาห์	14
	ระเบียง	1	14 สัปดาห์	14
ความร้อน	WBGT	1	14 สัปดาห์	14
	อุณหภูมิ	1	14 สัปดาห์	14
การระบายอากาศ		6	14 สัปดาห์	84
ความชื้นสัมพัทธ์		6	14 สัปดาห์	84

ตารางที่ 5 จำนวนจุดเก็บตัวอย่างต่อภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2554

สภาพแวดล้อม	บริเวณ	จำนวนจุดเก็บ ตัวอย่าง/ สัปดาห์	จำนวนสัปดาห์ใน ภาคการศึกษา 1 /2554	จำนวนจุดเก็บ ตัวอย่าง/ ภาค การศึกษา
แสง	ในห้องเรียน	9	16 สัปดาห์	144
	หน้ากระดาน	2	16 สัปดาห์	32
เสียง	ในห้องเรียน	1	16 สัปดาห์	16
	ระเบียง	1	16 สัปดาห์	16
ความร้อน	WBGT	1	16 สัปดาห์	16
	อุณหภูมิ	1	16 สัปดาห์	16
การระบายอากาศ		6	16 สัปดาห์	96
ความชื้นสัมพัทธ์		6	16 สัปดาห์	96

ตารางที่ 6 จำนวนห้องที่ทำการเก็บตัวอย่าง ต่อวัน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 สำหรับการ  
การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อสภาพแวดล้อมในห้องเรียน

ปัจจัยที่ศึกษา	จำนวนตัวอย่างที่เก็บข้อมูลด้าน				
	แสง	เสียง	ความร้อน	การระบายอากาศ	รวม
ช่วงเวลา					
- เช้า	6 ห้อง	6 ห้อง	6 ห้อง	6 ห้อง	6 ห้อง
- ป้าย	6 ห้อง	6 ห้อง	6 ห้อง	6 ห้อง	6 ห้อง
จำนวนชั้น					
- ชั้นบน	1 ห้อง	1 ห้อง	1 ห้อง	1 ห้อง	1 ห้อง
- ชั้นล่าง	1 ห้อง	1 ห้อง	1 ห้อง	1 ห้อง	1 ห้อง
ทิศ					
- ทิศตะวันออก	2 ห้อง	2 ห้อง	2 ห้อง	2 ห้อง	2 ห้อง
- ทิศตะวันตก	4 ห้อง	4 ห้อง	4 ห้อง	4 ห้อง	4 ห้อง
ฤดูกาล					
- หนาว	6 ห้อง	6 ห้อง	6 ห้อง	6 ห้อง	6 ห้อง

ตารางที่ 7 จำนวนห้องที่ทำการเก็บตัวอย่างต่อวัน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 สำหรับ การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อสภาพแวดล้อมในห้องเรียน

ปัจจัยที่ศึกษา	จำนวนตัวอย่างที่เก็บข้อมูลด้าน				
	แสง	เสียง	ความร้อน	การระบายอากาศ	รวม
ช่วงเวลา					
- เช้า	6 ห้อง	6 ห้อง	6 ห้อง	6 ห้อง	6 ห้อง
- บ่าย	6 ห้อง	6 ห้อง	6 ห้อง	6 ห้อง	6 ห้อง
จำนวนชั้น					
- ชั้นบน	1 ห้อง	1 ห้อง	1 ห้อง	1 ห้อง	1 ห้อง
- ชั้นล่าง	1 ห้อง	1 ห้อง	1 ห้อง	1 ห้อง	1 ห้อง
ทิศ					
- ทิศตะวันออก	2 ห้อง	2 ห้อง	2 ห้อง	2 ห้อง	2 ห้อง
- ทิศตะวันตก	4 ห้อง	4 ห้อง	4 ห้อง	4 ห้อง	4 ห้อง
ฤดูกาล					
- ฝน	6 ห้อง	6 ห้อง	6 ห้อง	6 ห้อง	6 ห้อง

## 5 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีทางสถิติเชิงพรรณนาต่างๆ ดังนี้

5.1 คำนวณข้อมูลดิบเพื่อหาค่าเฉลี่ย (mean) และ standard deviation ของข้อมูลแล้ว เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

5.2 ปัจจัยที่อาจมีผลต่อสภาพแวดล้อมในห้องเรียนที่ประกอบด้วย ระดับของปัจจัย 2 ระดับ จะถูกนำมาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสภาพแวดล้อมที่ศึกษาต่อสัปดาห์ของห้องเรียนทั้ง 6 ห้อง ทั้ง 2 ภาคการศึกษา เพื่อทดสอบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยใช้ t-test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ส่วนปัจจัยที่อาจมีผลต่อสภาพแวดล้อมในห้องเรียนที่ประกอบด้วย ระดับของปัจจัย 3 ระดับ จะถูกนำมาเปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ยของสภาพแวดล้อมที่ศึกษาต่อสัปดาห์ของห้องเรียนทั้ง 6 ห้อง ทั้ง 2 ภาคการศึกษา เพื่อทดสอบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยใช้ ANOVA และ Tukey HSD ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

5.3 ทดสอบเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมที่ศึกษา โดยจะใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ Pearson โดยพิจารณาที่ค่าของปัจจัยที่ศึกษาที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

## บทที่ 4 ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง สํารวจสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนของโรงเรียนวัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์)แบ่งเป็นผลการวิจัยได้ดังนี้

### 1. ผลการสำรวจ สภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนของโรงเรียนวัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554

#### 1.1 แสง

##### 1.1.1 ความเข้มแสงในห้องเรียน

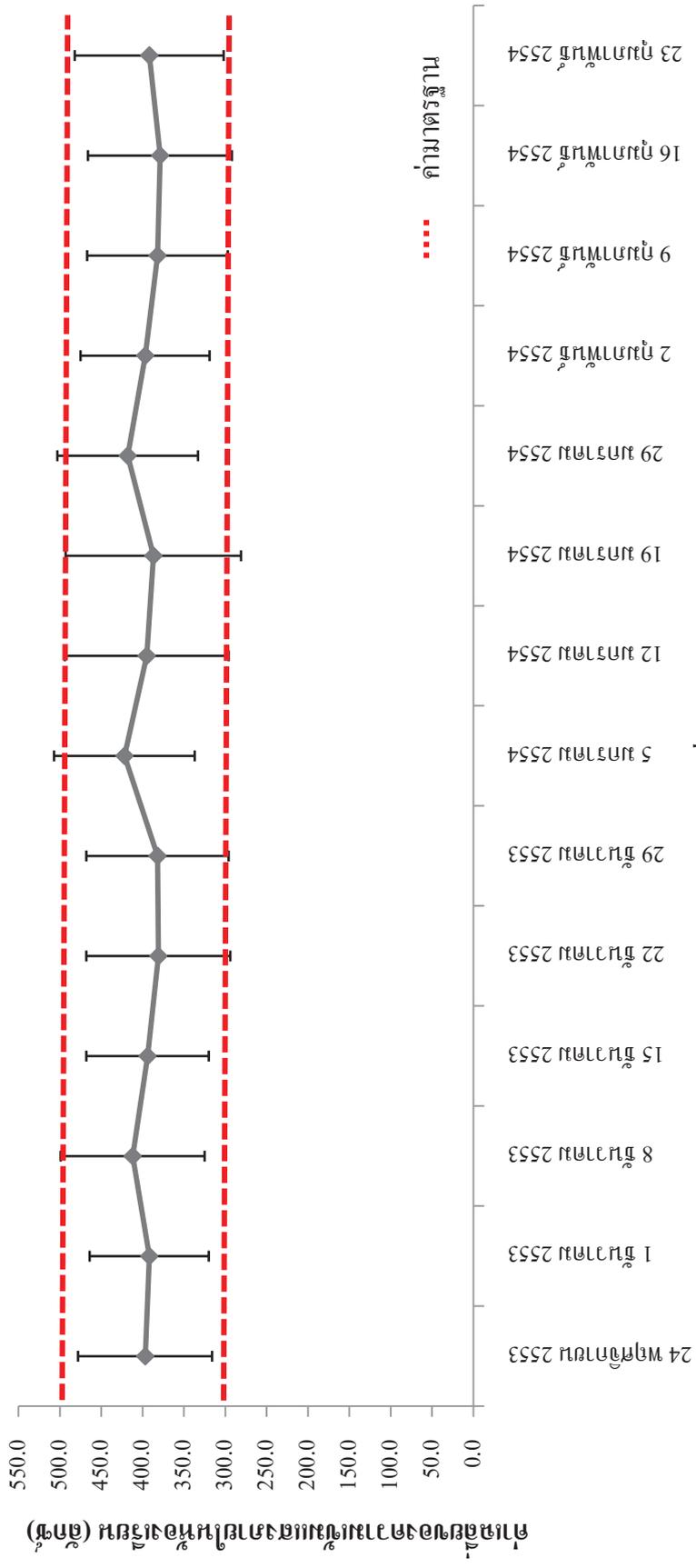
1) ผลการสำรวจแสงในห้องเรียนภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 แสดงดังตารางที่ 8 และภาพที่ 13

ตารางที่ 8 ผลการสำรวจค่าเฉลี่ยความเข้มของ แสงภายในห้องเรียนภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553

วันที่เก็บตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยความเข้มแสงในห้องเรียน (ลักซ์) $\bar{X} \pm SD$
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553	
24 พฤศจิกายน 2553	397.0 ± 81.0
1 ธันวาคม 2553	392.0 ± 72.0
8 ธันวาคม 2553	412.0 ± 87.0
15 ธันวาคม 2553	394.0 ± 74.0
22 ธันวาคม 2553	381.0 ± 87.0
29 ธันวาคม 2553	382.0 ± 86.0
5 มกราคม 2554	422.0 ± 85.0
12 มกราคม 2554	395.0 ± 99.0

ตารางที่ 8 (ต่อ)

วันที่เก็บตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยความเข้มแสงในห้องเรียน (ลักซ์) $\bar{X} \pm SD$
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553	
19 มกราคม 2554	387.0 ± 106.0
29 มกราคม 2554	418.0 ± 85.0
2 กุมภาพันธ์ 2554	397.0 ± 78.0
9 กุมภาพันธ์ 2554	382.0 ± 85.0
16 กุมภาพันธ์ 2554	379.0 ± 87.0
23 กุมภาพันธ์ 2554	392.0 ± 90.0

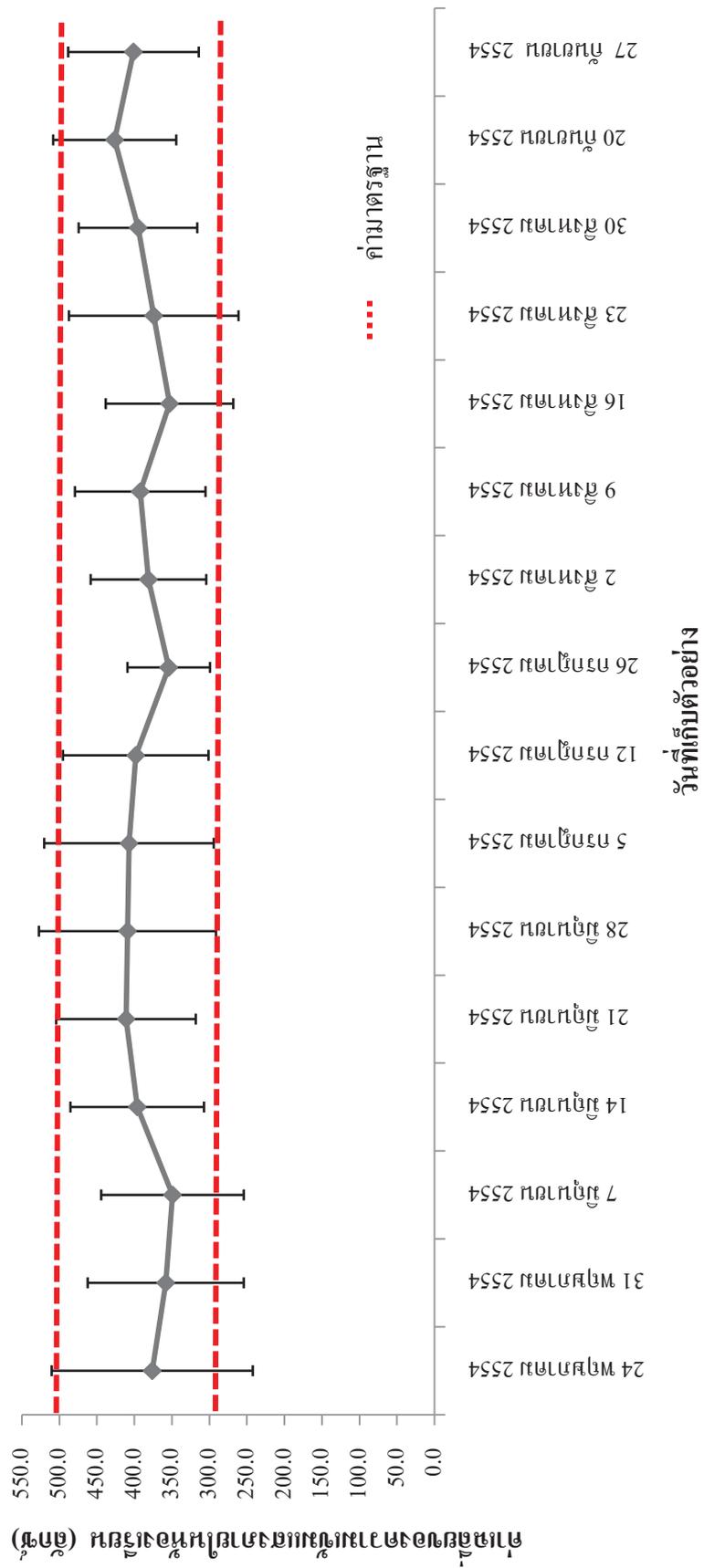


ภาพที่ 13 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบในหน่วยเรียนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกับวันที่เก็บตัวอย่างในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

2) ผลการสำรวจแสงในห้องเรียนภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 แสดง  
 ดังตารางที่ 9 และภาพที่ 14

ตารางที่ 9 ผลการสำรวจค่าเฉลี่ยความเข้มของ แสงภายในห้องเรียนภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา  
 2554

วันที่เก็บตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยความเข้มแสงในห้องเรียน (ลักซ์) $\bar{X} \pm SD$
24 พฤษภาคม 2554	376.0 ± 134.0
31 พฤษภาคม 2554	358.0 ± 104.0
7 มิถุนายน 2554	349.0 ± 95.0
14 มิถุนายน 2554	396.0 ± 89.0
21 มิถุนายน 2554	411.0 ± 93.0
28 มิถุนายน 2554	409.0 ± 118.0
5 กรกฎาคม 2554	407.0 ± 113.0
12 กรกฎาคม 2554	398.0 ± 97.0
26 กรกฎาคม 2554	354.0 ± 55.0
2 สิงหาคม 2554	381.0 ± 77.0
9 สิงหาคม 2554	392.0 ± 87.0
16 สิงหาคม 2554	353.0 ± 85.0
23 สิงหาคม 2554	374.0 ± 113.0
30 สิงหาคม 2554	395.0 ± 79.0
20 กันยายน 2554	426.0 ± 82.0
27 กันยายน 2554	401.0 ± 87.0



ภาพที่ 14 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของความเครียดภายใต้เงื่อนไขการเรียนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกับวันที่เก็บตัวอย่างในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

3) ผลการสำรวจแสงในห้องเรียนภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 แสดงดังตารางที่ 10 และภาพที่ 15

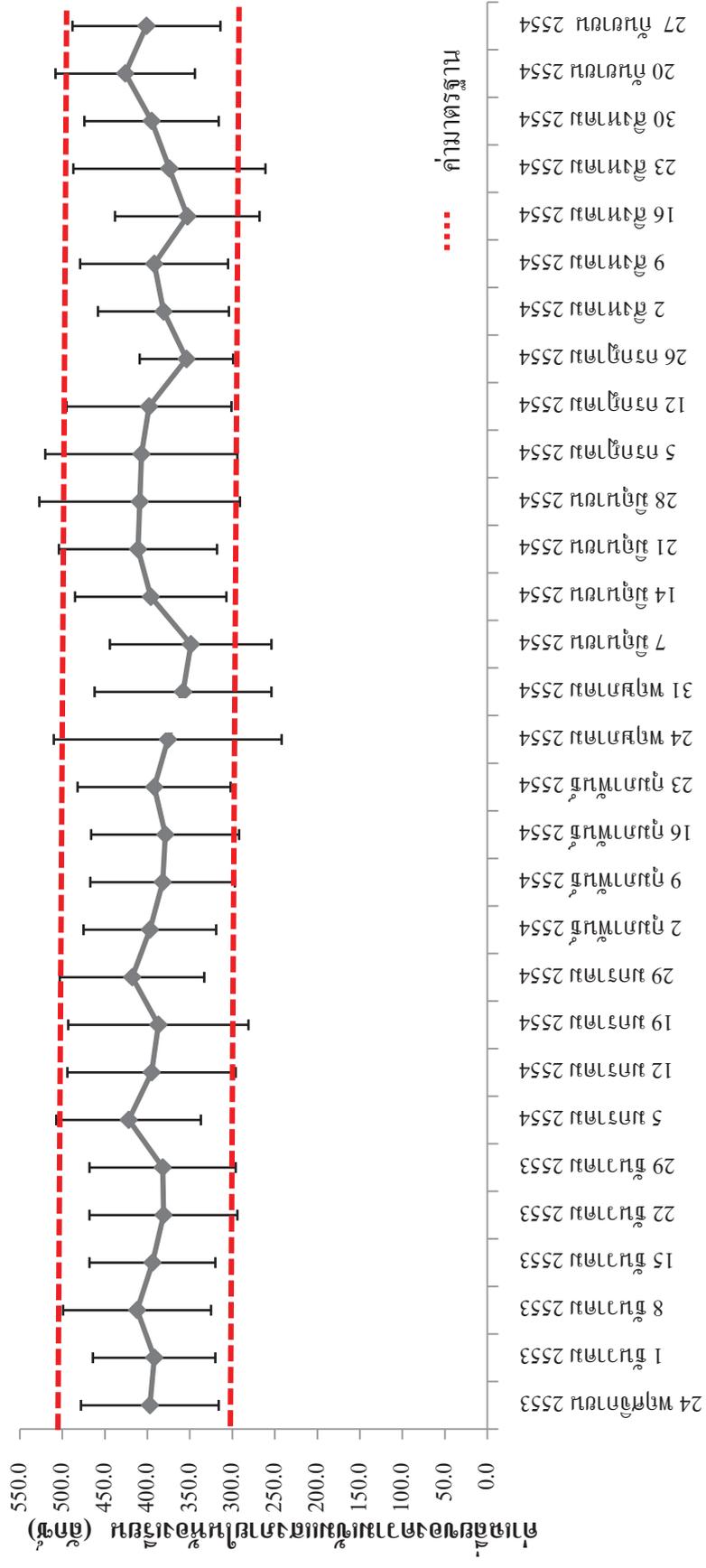
ตารางที่ 10 ผลการสำรวจค่าเฉลี่ยความเข้มของ แสงภายในห้องเรียน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554

วันที่เก็บตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยความเข้มแสงในห้องเรียน (ลักซ์) $\bar{X} \pm SD$
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553	
24 พฤศจิกายน 2553	397.0 ± 81.0
1 ธันวาคม 2553	392.0 ± 72.0
8 ธันวาคม 2553	412.0 ± 87.0
15 ธันวาคม 2553	394.0 ± 74.0
22 ธันวาคม 2553	381.0 ± 87.0
29 ธันวาคม 2553	382.0 ± 86.0
5 มกราคม 2554	422.0 ± 85.0
12 มกราคม 2554	395.0 ± 99.0
19 มกราคม 2554	387.0 ± 106.0
29 มกราคม 2554	418.0 ± 85.0
2 กุมภาพันธ์ 2554	397.0 ± 78.0
9 กุมภาพันธ์ 2554	382.0 ± 85.0
16 กุมภาพันธ์ 2554	379.0 ± 87.0
23 กุมภาพันธ์ 2554	392.0 ± 90.0

ตารางที่ 10 (ต่อ)

วันที่เก็บตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยความเข้มแสงในห้องเรียน (ลักซ์) $\bar{X} \pm SD$
24 พฤษภาคม 2554	376.0 ± 134.0
31 พฤษภาคม 2554	358.0 ± 104.0
7 มิถุนายน 2554	340.0 ± 95.0
14 มิถุนายน 2554	396.0 ± 89.0
21 มิถุนายน 2554	411.0 ± 93.0
28 มิถุนายน 2554	409.0 ± 118.0
5 กรกฎาคม 2554	407.0 ± 113.0
12 กรกฎาคม 2554	398.0 ± 97.0
26 กรกฎาคม 2554	354.0 ± 55.0
2 สิงหาคม 2554	381.0 ± 77.0
9 สิงหาคม 2554	392.0 ± 87.0
16 สิงหาคม 2554	353.0 ± 85.0
23 สิงหาคม 2554	374.0 ± 113.0
30 สิงหาคม 2554	395.0 ± 79.0
20 กันยายน 2554	426.0 ± 82.0
27 กันยายน 2554	401.0 ± 87.0

ผลการสำรวจได้ดังภาพที่ 1 5 ตลอดระยะเวลาที่ศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยความเข้ม แสงในห้องเรียน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 422.0 ลักซ์ ในวันที่ 5 มกราคม 2554 และมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 379.0 ลักซ์ ในวันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2554 ส่วนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 ค่าเฉลี่ยสูงสุด 426.0 ลักซ์ ในวันที่ 20 กันยายน 2554 และมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 353.0 ลักซ์ ในวันที่ 16 สิงหาคม 2554



วันที่เก็บตัวอย่าง

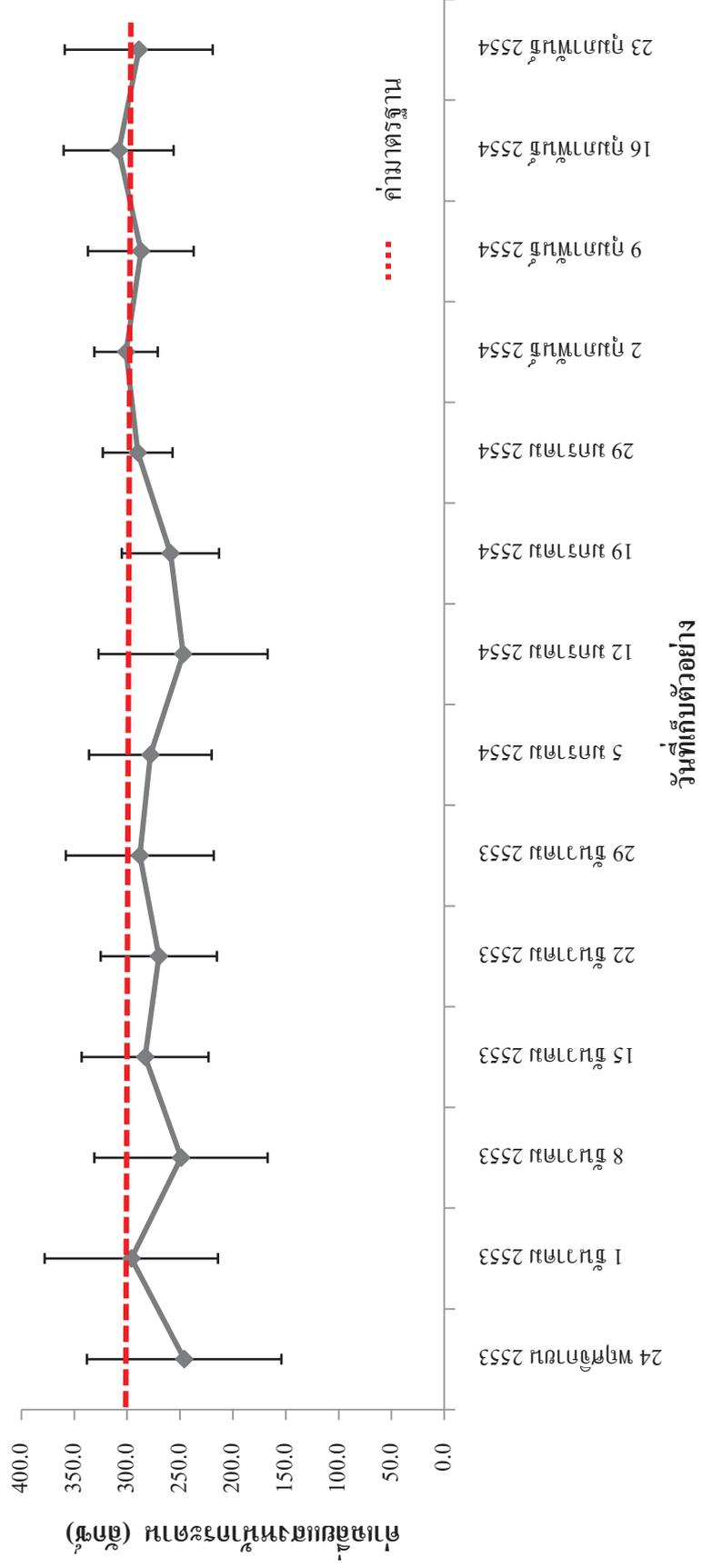
ภาพที่ 15 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย ของความเข้มแสงภายในห้องเรียนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกับวันที่เก็บตัวอย่างในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

### 1.1.2 แสงหน้ากระดาน

1) ผลการสำรวจแสงหน้ากระดานในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 แสดงดังตารางที่ 11 และภาพที่ 16

ตารางที่ 11 ผลการสำรวจค่าเฉลี่ยแสงหน้ากระดานในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553

วันที่เก็บตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยความเข้มแสงหน้ากระดาน (ลักซ์) $\bar{X} \pm SD$
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553	
24 พฤศจิกายน 2553	246.0 ± 92.0
1 ธันวาคม 2553	296.0 ± 82.0
8 ธันวาคม 2553	249.0 ± 82.0
15 ธันวาคม 2553	283.0 ± 60.0
22 ธันวาคม 2553	270.0 ± 55.0
29 ธันวาคม 2553	288.0 ± 70.0
5 มกราคม 2554	278.0 ± 58.0
12 มกราคม 2554	247.0 ± 80.0
19 มกราคม 2554	259.0 ± 46.0
29 มกราคม 2554	290.0 ± 33.0
2 กุมภาพันธ์ 2554	301.0 ± 30.0
9 กุมภาพันธ์ 2554	287.0 ± 50.0
16 กุมภาพันธ์ 2554	308.0 ± 52.0
23 กุมภาพันธ์ 2554	289.0 ± 70.0

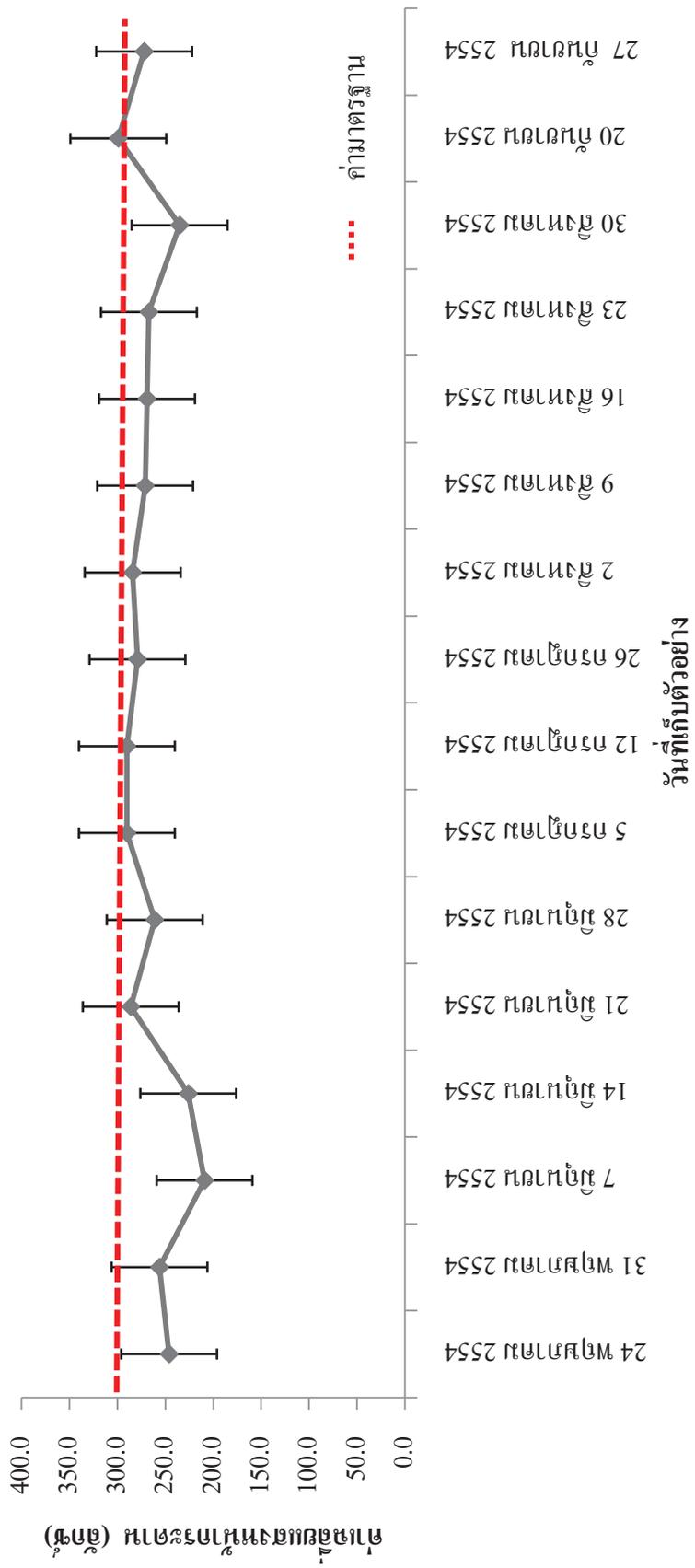


ภาพที่ 16 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย ของแสงหน้ากระดานและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกับวันที่เก็บตัวอย่างในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

2) ผลการสำรวจแสงหน้ากระดานในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 แสดงดังตารางที่ 12 และภาพที่ 17

ตารางที่ 12 ผลการสำรวจค่าเฉลี่ยแสงหน้ากระดานในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554

วันที่เก็บตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยความเข้มแสงหน้ากระดาน (ลักซ์) $\bar{X} \pm SD$
24 พฤษภาคม 2554	246.0 ± 52.0
31 พฤษภาคม 2554	256.0 ± 54.0
7 มิถุนายน 2554	209.0 ± 58.0
14 มิถุนายน 2554	226.0 ± 60.0
21 มิถุนายน 2554	286.0 ± 56.0
28 มิถุนายน 2554	261.0 ± 42.0
5 กรกฎาคม 2554	290.0 ± 43.0
12 กรกฎาคม 2554	290.0 ± 51.0
26 กรกฎาคม 2554	279.0 ± 32.0
2 สิงหาคม 2554	284.0 ± 43.0
9 สิงหาคม 2554	271.0 ± 58.0
16 สิงหาคม 2554	269.0 ± 47.0
23 สิงหาคม 2554	267.0 ± 55.0
30 สิงหาคม 2554	235.0 ± 54.0
20 กันยายน 2554	299.0 ± 34.0
27 กันยายน 2554	272.0 ± 48.0



ภาพที่ 17 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย ของแสงหน้ากระดานและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกับวันที่เก็บตัวอย่างในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

3) ผลการสำรวจแสงหน้ากระดานในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 แสดงดังตารางที่ 13 และภาพที่ 18

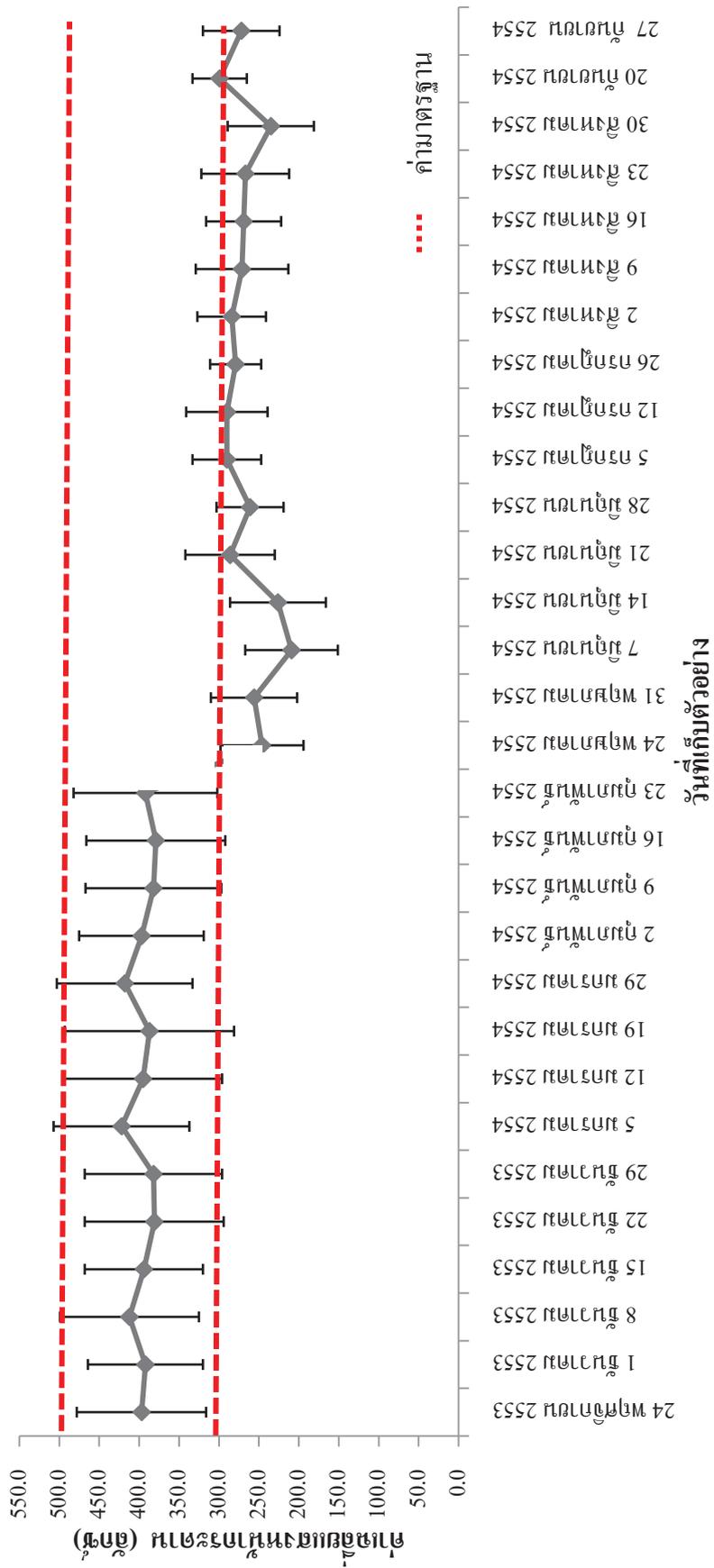
ตารางที่ 13 ผลการสำรวจค่าเฉลี่ยแสงหน้ากระดานในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554

วันที่เก็บตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยความเข้มแสงหน้ากระดาน (ลักซ์) $\bar{X} \pm SD$
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553	
24 พฤศจิกายน 2553	246.0 $\pm$ 92.0
1 ธันวาคม 2553	296.0 $\pm$ 82.0
8 ธันวาคม 2553	249.0 $\pm$ 82.0
15 ธันวาคม 2553	283.0 $\pm$ 60.0
22 ธันวาคม 2553	270.0 $\pm$ 55.0
29 ธันวาคม 2553	288.0 $\pm$ 70.0
5 มกราคม 2554	278.0 $\pm$ 58.0
12 มกราคม 2554	247.0 $\pm$ 80.0
19 มกราคม 2554	259.0 $\pm$ 46.0
29 มกราคม 2554	290.0 $\pm$ 33.0
2 กุมภาพันธ์ 2554	301.0 $\pm$ 30.0
9 กุมภาพันธ์ 2554	287.0 $\pm$ 50.0
16 กุมภาพันธ์ 2554	308.0 $\pm$ 52.0
23 กุมภาพันธ์ 2554	289.0 $\pm$ 70.0

ตารางที่ 13 (ต่อ)

วันที่เก็บตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยความเข้มแสงหน้ากระดาน (ลักซ์) $\bar{X} \pm SD$
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554	
24 พฤษภาคม 2554	246.0 ± 52.0
31 พฤษภาคม 2554	256.0 ± 54.0
7 มิถุนายน 2554	209.0 ± 58.0
14 มิถุนายน 2554	226.0 ± 60.0
21 มิถุนายน 2554	286.0 ± 56.0
28 มิถุนายน 2554	261.0 ± 42.0
5 กรกฎาคม 2554	290.0 ± 43.0
12 กรกฎาคม 2554	290.0 ± 51.0
26 กรกฎาคม 2554	279.0 ± 32.0
2 สิงหาคม 2554	284.0 ± 43.0
9 สิงหาคม 2554	271.0 ± 58.0
16 สิงหาคม 2554	269.0 ± 47.0
23 สิงหาคม 2554	267.0 ± 55.0
30 สิงหาคม 2554	235.0 ± 54.0
20 กันยายน 2554	299.0 ± 34.0
27 กันยายน 2554	272.0 ± 48.0

ผลการสำรวจได้ดังภาพที่ 1 8 ตลอดระยะเวลาที่ศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยความเข้ม แสงหน้ากระดาน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 308.0 ลักซ์ ในวันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2554 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 246.0 ลักซ์ ในวันที่ 24 พฤศจิกายน 2553 ส่วนภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 299.0 ลักซ์ ในวันที่ 20 กันยายน 2554 และค่าเฉลี่ยต่ำสุด 209.0 ลักซ์ ในวันที่ 7 มิถุนายน 2554



ภาพที่ 18 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย ของความเข้มแข็งแสงแห่งชาติและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกับวันที่เก็บตัวอย่าง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 เมื่อเปรียบเทียบค่ามาตรฐาน

## 1. 2 เสียง

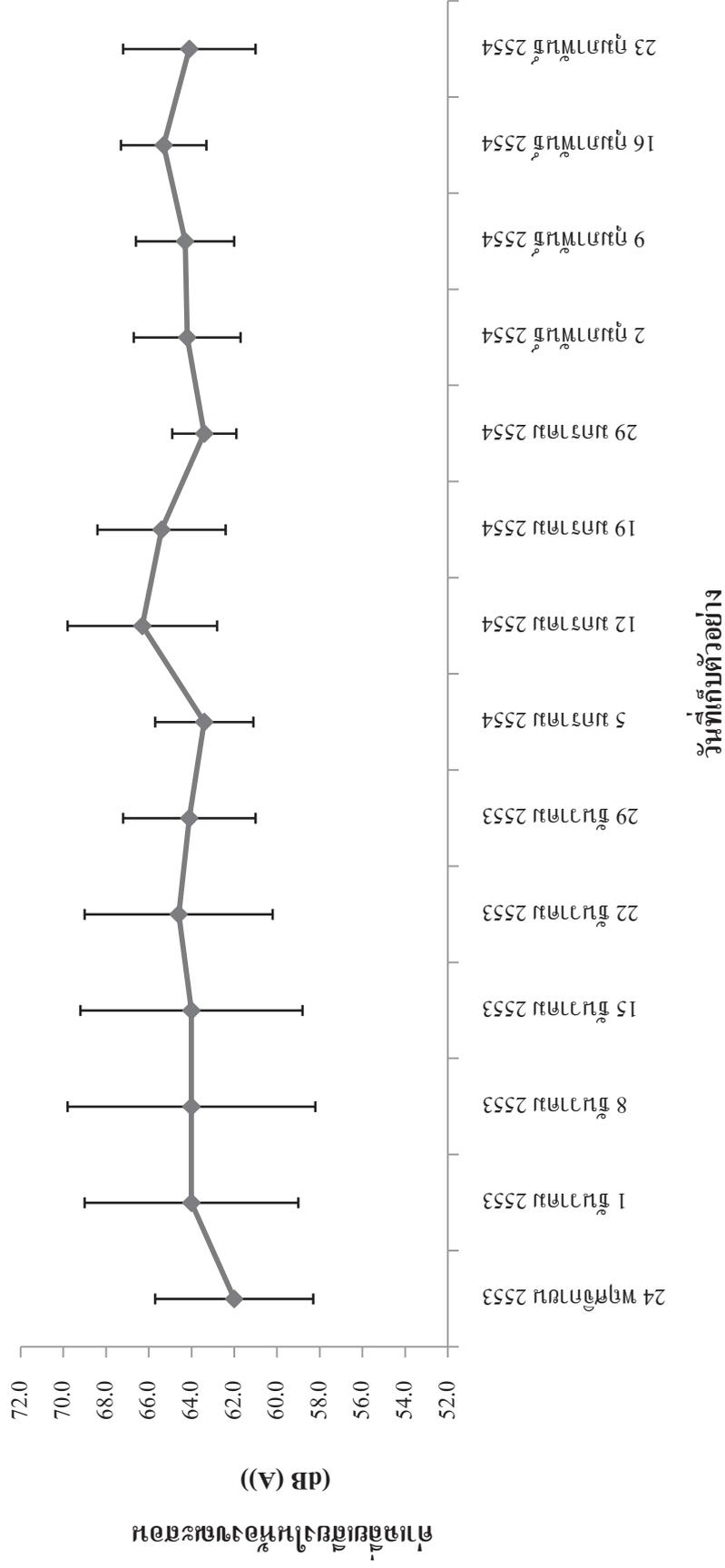
## 1.2.1 เสียงในห้องเรียน

## 1.2.1.1 เสียงในห้องเรียนขณะมีการเรียนการสอน

1) ผลการสำรวจเสียงในห้องเรียนขณะมีการเรียนการสอนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 แสดงดังตารางที่ 14 และภาพที่ 19

ตารางที่ 14 ผลการสำรวจค่าเฉลี่ยเสียงในห้องเรียนขณะมีการเรียนการสอนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553

วันที่เก็บตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยเสียงในห้องเรียนขณะมีการเรียนการสอน (dB (A)) $\bar{X} \pm SD$
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553	
24 พฤศจิกายน 2553	62.0 ± 3.7
1 ธันวาคม 2553	64.0 ± 5.0
8 ธันวาคม 2553	64.0 ± 5.8
15 ธันวาคม 2553	64.0 ± 5.2
22 ธันวาคม 2553	64.6 ± 4.4
29 ธันวาคม 2553	64.1 ± 3.1
5 มกราคม 2554	63.4 ± 2.3
12 มกราคม 2554	66.3 ± 3.5
19 มกราคม 2554	65.4 ± 3.0
29 มกราคม 2554	63.4 ± 1.5
2 กุมภาพันธ์ 2554	64.2 ± 2.5
9 กุมภาพันธ์ 2554	64.3 ± 2.3
16 กุมภาพันธ์ 2554	65.3 ± 2.0
23 กุมภาพันธ์ 2554	64.1 ± 3.1

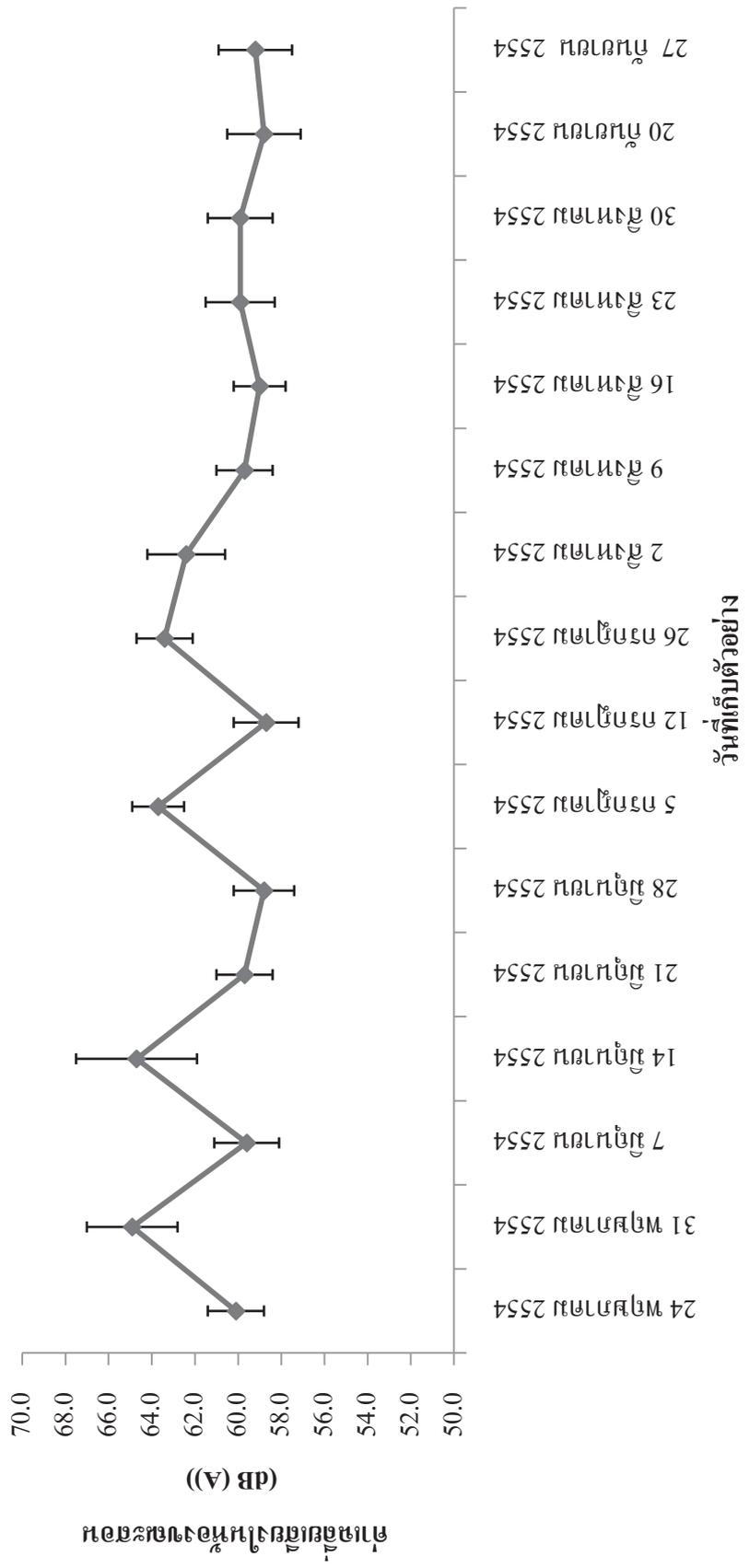


ภาพที่ 19 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย เสียงในห้องเรียนขณะมีการเรียนการสอนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกับวันที่เก็บตัวอย่างในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553

2) ผลการสำรวจเสียงในห้องเรียนขณะมีการเรียนการสอนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 แสดงดังตารางที่ 15 และภาพที่ 20

ตารางที่ 15 ผลการสำรวจค่าเฉลี่ยเสียงในห้องเรียนขณะมีการเรียนการสอนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554

วันที่เก็บตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยเสียงในห้องเรียนขณะมีการเรียนการสอน (dB (A)) $\bar{X} \pm SD$
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554	
24 พฤษภาคม 2554	60.1 ± 1.3
31 พฤษภาคม 2554	64.9 ± 2.1
7 มิถุนายน 2554	59.6 ± 1.5
14 มิถุนายน 2554	64.7 ± 2.8
21 มิถุนายน 2554	59.7 ± 1.3
28 มิถุนายน 2554	58.8 ± 1.4
5 กรกฎาคม 2554	63.7 ± 1.2
12 กรกฎาคม 2554	58.7 ± 1.5
26 กรกฎาคม 2554	63.4 ± 1.3
2 สิงหาคม 2554	62.4 ± 1.8
9 สิงหาคม 2554	59.7 ± 1.3
16 สิงหาคม 2554	59.0 ± 1.2
23 สิงหาคม 2554	59.9 ± 1.6
30 สิงหาคม 2554	59.9 ± 1.5
20 กันยายน 2554	58.8 ± 1.7
27 กันยายน 2554	59.2 ± 1.7



ภาพที่ 20 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย เสียงในหูของเรียนกะตมและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกับวันที่เก็บตัวอย่างในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554

3) ผลการสำรวจเสียงในห้องเรียนขณะมีการเรียนการสอนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 แสดงดังตารางที่ 16 และภาพที่ 21

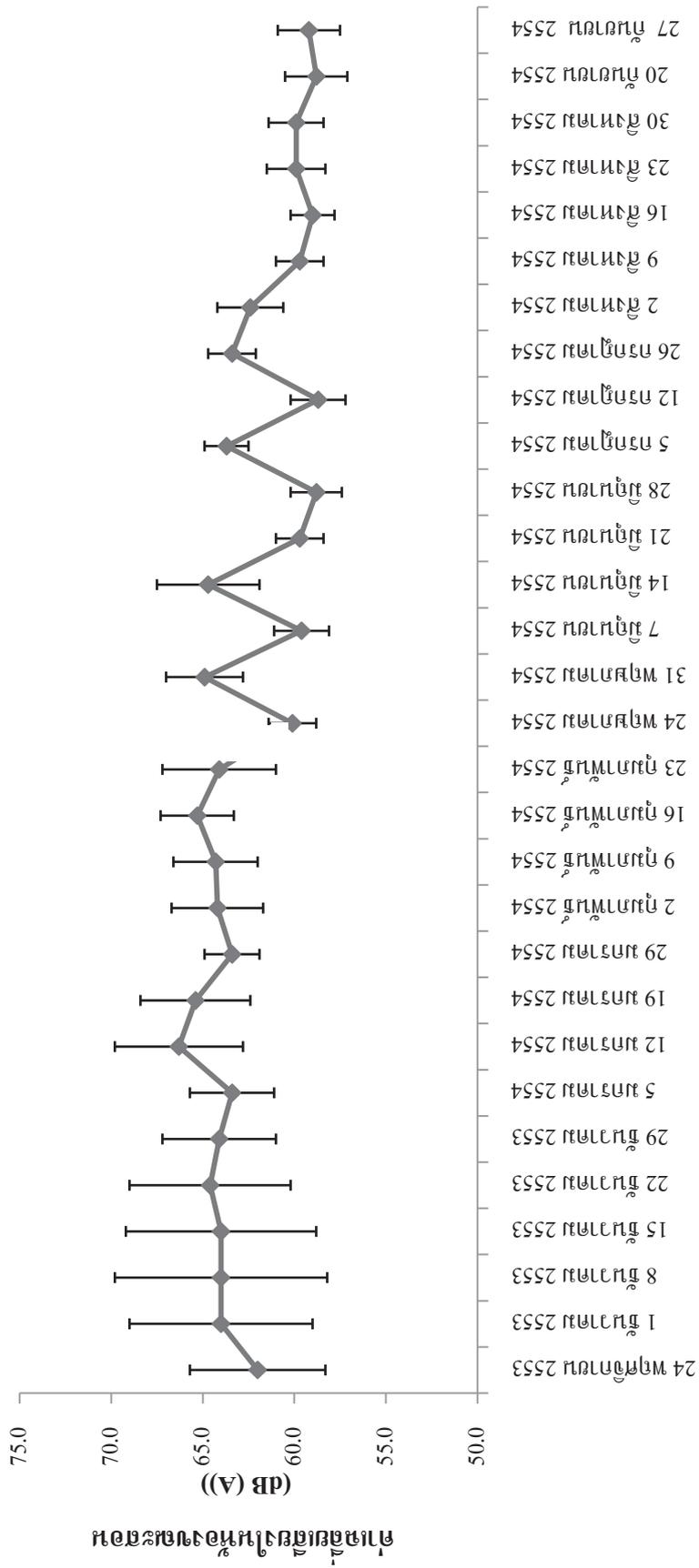
ตารางที่ 16 ผลการสำรวจเสียงในห้องเรียนขณะมีการเรียนการสอนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554

วันที่เก็บตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยเสียงในห้องเรียนขณะมีการเรียนการสอน (dB (A)) $\bar{X} \pm SD$
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553	
24 พฤศจิกายน 2553	62.0 ± 3.7
1 ธันวาคม 2553	64.0 ± 5.0
8 ธันวาคม 2553	64.0 ± 5.8
15 ธันวาคม 2553	64.0 ± 5.2
22 ธันวาคม 2553	64.6 ± 4.4
29 ธันวาคม 2553	64.1 ± 3.1
5 มกราคม 2554	63.4 ± 2.3
12 มกราคม 2554	66.3 ± 3.5
19 มกราคม 2554	65.4 ± 3.0
29 มกราคม 2554	63.4 ± 1.5
2 กุมภาพันธ์ 2554	64.2 ± 2.5
9 กุมภาพันธ์ 2554	64.3 ± 2.3
16 กุมภาพันธ์ 2554	65.3 ± 2.0
23 กุมภาพันธ์ 2554	64.1 ± 3.1

ตารางที่ 16 (ต่อ)

วันที่เก็บตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยเสียงในห้องเรียนขณะมีการเรียนการสอน(dB (A)) $\bar{X} \pm SD$
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554	
24 พฤษภาคม 2554	60.1 ± 1.3
31 พฤษภาคม 2554	64.9 ± 2.1
7 มิถุนายน 2554	59.6 ± 1.5
14 มิถุนายน 2554	64.7 ± 2.8
21 มิถุนายน 2554	59.7 ± 1.3
28 มิถุนายน 2554	58.8 ± 1.4
5 กรกฎาคม 2554	63.7 ± 1.2
12 กรกฎาคม 2554	58.7 ± 1.5
26 กรกฎาคม 2554	63.4 ± 1.3
2 สิงหาคม 2554	62.4 ± 1.8
9 สิงหาคม 2554	59.7 ± 1.3
16 สิงหาคม 2554	59.0 ± 1.2
23 สิงหาคม 2554	59.9 ± 1.6
30 สิงหาคม 2554	59.9 ± 1.5
20 กันยายน 2554	58.8 ± 1.7
27 กันยายน 2554	59.2 ± 1.7

จากตารางที่ 16 สามารถแสดงผลการสำรวจได้ดังภาพที่ 21 ตลอดระยะเวลาที่ศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยเสียงในห้องเรียนขณะมีการเรียนการสอน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 66.3 dB (A) ในวันที่ 12 มกราคม 2554 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 62.0dB (A) ในวันที่ 24 พฤศจิกายน 2553 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 64.9dB (A) ในวันที่ 31 พฤษภาคม 2554 และค่าเฉลี่ยต่ำสุด 58.7 dB (A) ในวันที่ 12 กรกฎาคม 2554



วันที่เก็บตัวอย่าง

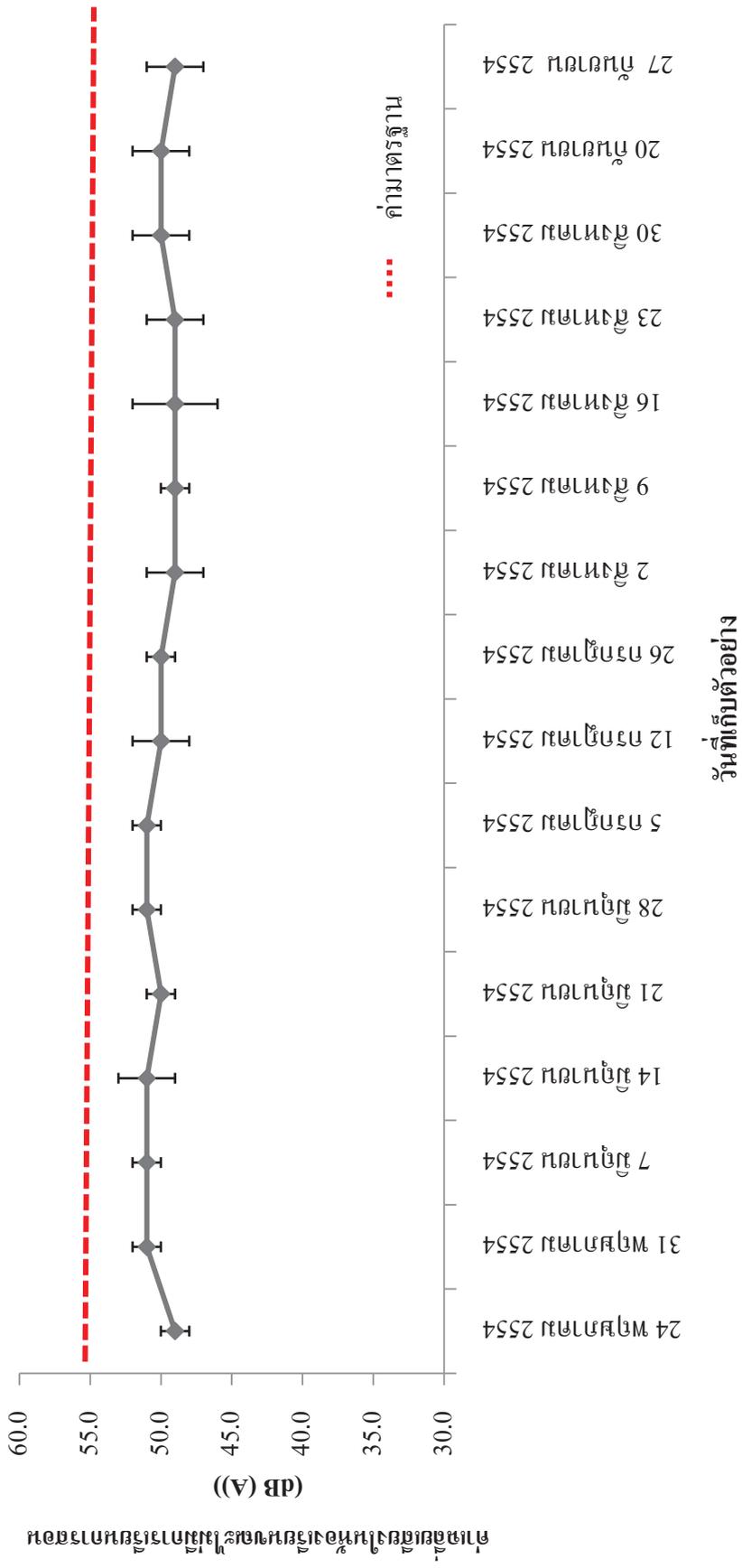
ภาพที่ 21 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย เสียงในห้องเรียนขณะมีการเรียนภาคสอนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกับวันที่เก็บตัวอย่างในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554

### 1.2.1.2 เสียงในห้องเรียนขณะไม่มีการเรียนการสอน

1) ผลการสำรวจเสียงในห้องเรียนขณะไม่มีการเรียนการสอนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 แสดงดังตารางที่ 17 และภาพที่ 22

ตารางที่ 17 ผลการสำรวจเสียงในห้องเรียนขณะไม่มีการเรียนการสอนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554

วันที่เก็บตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยเสียงในห้องเรียนขณะไม่มีการเรียนการสอน (dB (A)) $\bar{X} \pm SD$
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554	
24 พฤษภาคม 2554	49.0 ± 0.9
31 พฤษภาคม 2554	50.7 ± 1.3
7 มิถุนายน 2554	50.6 ± 1.1
14 มิถุนายน 2554	50.9 ± 1.7
21 มิถุนายน 2554	50.2 ± 0.8
28 มิถุนายน 2554	50.5 ± 1.2
5 กรกฎาคม 2554	50.7 ± 1.4
12 กรกฎาคม 2554	50.5 ± 1.8
26 กรกฎาคม 2554	50.2 ± 0.8
2 สิงหาคม 2554	49.1 ± 2.1
9 สิงหาคม 2554	49.4 ± 1.4
16 สิงหาคม 2554	49.4 ± 1.5
23 สิงหาคม 2554	49.4 ± 2.0
30 สิงหาคม 2554	49.9 ± 1.9
20 กันยายน 2554	50.4 ± 1.6
27 กันยายน 2554	48.8 ± 2.1



ภาพที่ 22 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย เสียงในห้องเรียนการศนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกับวันที่เก็บตัวอย่างในภาคเรียนที่ 1

ปีการศึกษา 2554 เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐาน

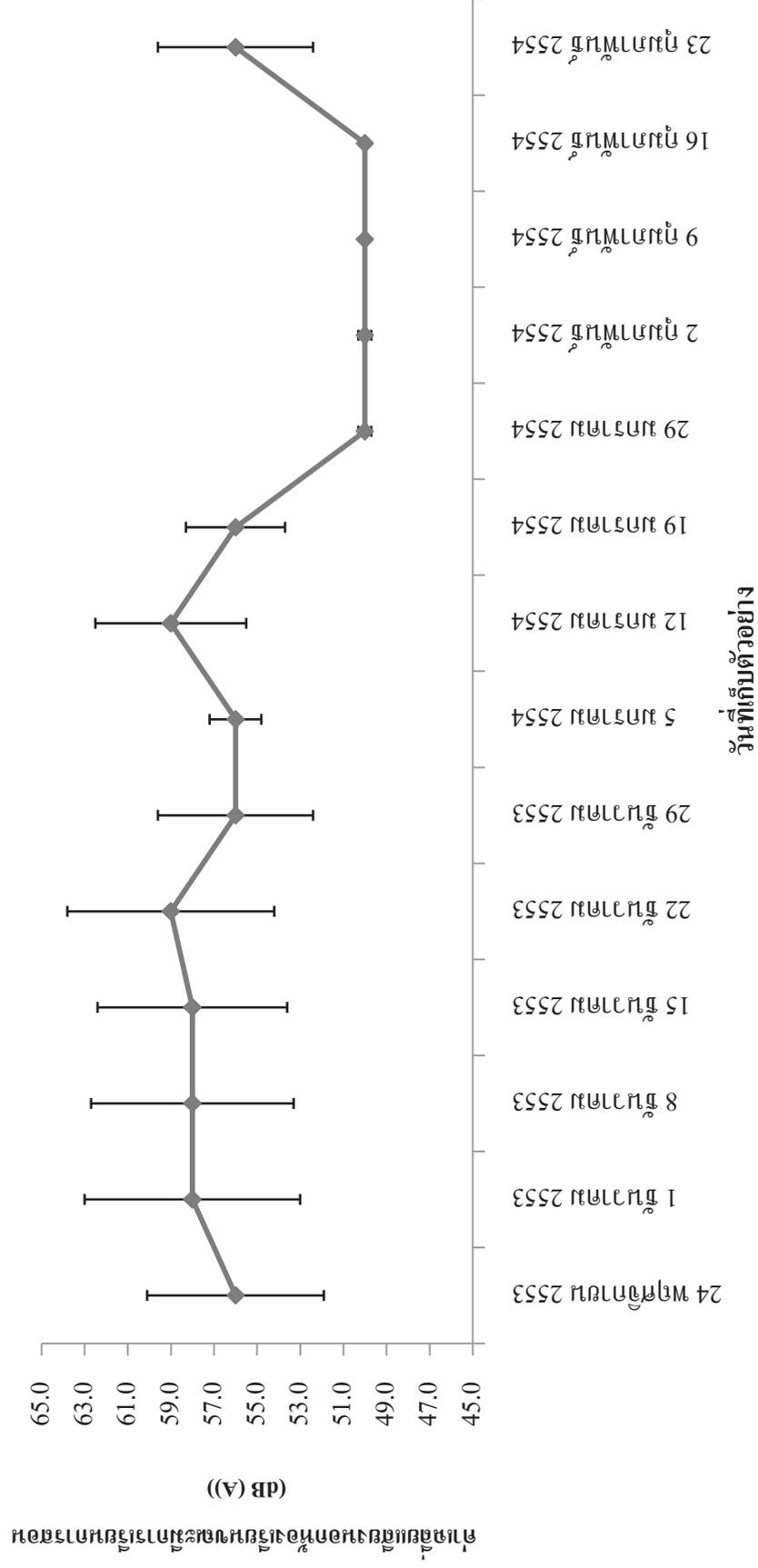
## 1.2.2 เสียงนอกห้องเรียน

### 1.2.2.1 เสียงนอกห้องเรียนขณะมีการเรียนการสอน

1) ผลการสำรวจเสียงนอกห้องเรียนขณะมีการเรียนการสอนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 แสดงดังตารางที่ 18 และภาพที่ 23

ตารางที่ 18 ผลการสำรวจเสียงนอกห้องเรียนขณะมีการเรียนการสอนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553

วันที่เก็บตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยเสียงนอกห้องเรียนขณะมีการเรียนการสอน(dB (A)) $\bar{X} \pm SD$
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553	
24 พฤศจิกายน 2553	56.0 ± 4.1
1 ธันวาคม 2553	58.0 ± 5.0
8 ธันวาคม 2553	57.6 ± 4.7
15 ธันวาคม 2553	58.4 ± 4.4
22 ธันวาคม 2553	58.5 ± 4.8
29 ธันวาคม 2553	56.4 ± 3.6
5 มกราคม 2554	56.1 ± 1.2
12 มกราคม 2554	59.2 ± 3.5
19 มกราคม 2554	55.9 ± 2.3
29 มกราคม 2554	50.2 ± 0.3
2 กุมภาพันธ์ 2554	50.2 ± 0.3
9 กุมภาพันธ์ 2554	50.3 ± 0.03
16 กุมภาพันธ์ 2554	50.2 ± 0.04
23 กุมภาพันธ์ 2554	56.4 ± 3.6

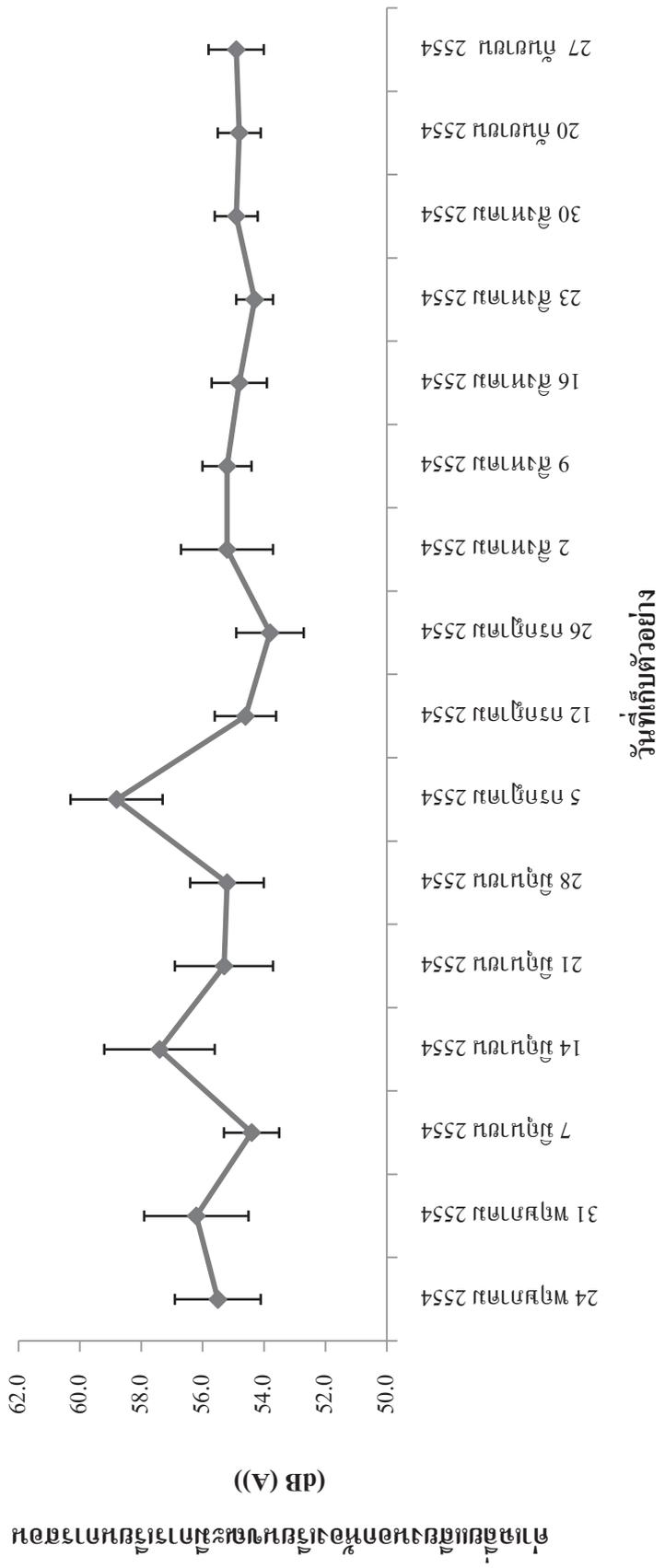


ภาพที่ 23 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย เสียงรบกวนห้องเรียนขณะมีการเรียนการสอนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกับวันที่เก็บตัวอย่างในภาคเรียนที่ 2

2) ผลการสำรวจเสียงนอกห้องเรียนขณะมีการเรียนการสอนใน  
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 แสดงดังตารางที่ 19 และภาพที่ 24

ตารางที่ 19 ผลการสำรวจเสียงนอกห้องเรียนขณะมีการเรียนการสอนในภาคเรียนที่ 1  
ปีการศึกษา 2554

วันที่เก็บตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยเสียงนอกห้องเรียนขณะมีการเรียนการสอน (dB (A)) $\bar{X} \pm SD$
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554	
24 พฤษภาคม 2554	55.5 ± 1.4
31 พฤษภาคม 2554	56.2 ± 1.7
7 มิถุนายน 2554	54.4 ± 0.9
14 มิถุนายน 2554	57.4 ± 1.8
21 มิถุนายน 2554	55.3 ± 1.6
28 มิถุนายน 2554	55.2 ± 1.2
5 กรกฎาคม 2554	58.8 ± 1.5
12 กรกฎาคม 2554	54.6 ± 1.0
26 กรกฎาคม 2554	53.8 ± 1.1
2 สิงหาคม 2554	55.2 ± 1.5
9 สิงหาคม 2554	55.2 ± 0.8
16 สิงหาคม 2554	54.8 ± 0.9
23 สิงหาคม 2554	54.3 ± 0.6
30 สิงหาคม 2554	54.9 ± 0.7
20 กันยายน 2554	54.8 ± 0.7
27 กันยายน 2554	54.9 ± 0.9



ภาพที่ 24 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยเสียงรบกวนในห้องเรียนขณะมีการเรียนการสอนและส่วนที่เบี่ยงเบนมาตรฐานกับวันที่เก็บตัวอย่างในภาคเรียน 1

3) ผลการสำรวจเสียงนอกห้องเรียนขณะมีการเรียนการสอนใน  
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 แสดงดังตารางที่ 20 และ  
ภาพที่ 25

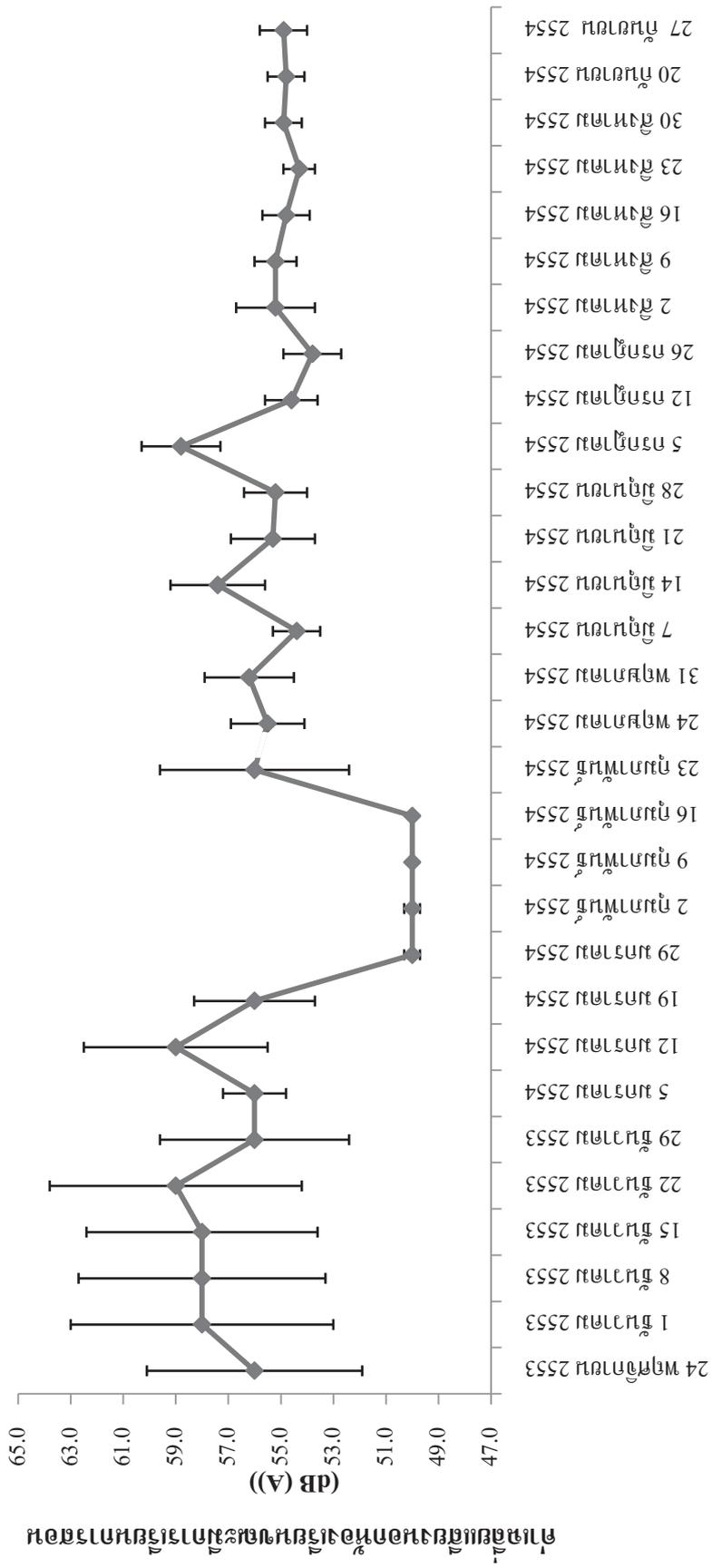
ตารางที่ 20 ผลการสำรวจเสียงนอกห้องเรียนขณะมีการเรียนการสอนในภาคเรียนที่ 2  
ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554

วันที่เก็บตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยเสียงนอกห้องเรียนขณะมีการเรียนการสอน (dB (A)) $\bar{X} \pm SD$
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553	
24 พฤศจิกายน 2553	56.0 ± 4.1
1 ธันวาคม 2553	58.0 ± 5.0
8 ธันวาคม 2553	57.6 ± 4.7
15 ธันวาคม 2553	58.4 ± 4.4
22 ธันวาคม 2553	58.5 ± 4.8
29 ธันวาคม 2553	56.4 ± 3.6
5 มกราคม 2554	56.1 ± 1.2
12 มกราคม 2554	59.2 ± 3.5
19 มกราคม 2554	55.9 ± 2.3
29 มกราคม 2554	50.2 ± 0.3
2 กุมภาพันธ์ 2554	50.2 ± 0.3
9 กุมภาพันธ์ 2554	50.3 ± 0.03
16 กุมภาพันธ์ 2554	50.2 ± 0.04
23 กุมภาพันธ์ 2554	56.4 ± 3.6

ตารางที่ 20 (ต่อ)

วันที่เก็บตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยเสียงนอกห้องเรียนขณะมีการเรียนการสอน (dB (A)) $\bar{X} \pm SD$
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554	
24 พฤษภาคม 2554	55.5 ± 1.4
31 พฤษภาคม 2554	56.2 ± 1.7
7 มิถุนายน 2554	54.4 ± 0.9
14 มิถุนายน 2554	57.4 ± 1.8
21 มิถุนายน 2554	55.3 ± 1.6
28 มิถุนายน 2554	55.2 ± 1.2
5 กรกฎาคม 2554	58.8 ± 1.5
12 กรกฎาคม 2554	54.6 ± 1.0
26 กรกฎาคม 2554	53.8 ± 1.1
2 สิงหาคม 2554	55.2 ± 1.5
9 สิงหาคม 2554	55.2 ± 0.8
16 สิงหาคม 2554	54.8 ± 0.9
23 สิงหาคม 2554	54.3 ± 0.6
30 สิงหาคม 2554	54.9 ± 0.7
20 กันยายน 2554	54.8 ± 0.7
27 กันยายน 2554	54.9 ± 0.9

ผลการสำรวจได้ดังภาพที่ 2 5 ค่าเฉลี่ยเสียงนอกห้องเรียนขณะมีการเรียนการสอน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 59.2 dB (A) ในวันที่ 22 ธันวาคม 2553 วันที่ 12 มกราคม 2554 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 50.2 dB (A) ในวันที่ 29 มกราคม 2554 วันที่ 2 และ 16 กุมภาพันธ์ 2554 ส่วนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 58.8 dB (A) ในวันที่ 5 กรกฎาคม 2554 และค่าเฉลี่ยต่ำสุด 53.8 dB (A) ในวันที่ 26 กรกฎาคม 2554



วันที่เก็บตัวอย่าง

ภาพที่ 25 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยเสียงในห้องเรียนที่ไม่มีการเรียนการสอนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกับวันที่เก็บตัวอย่างในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554

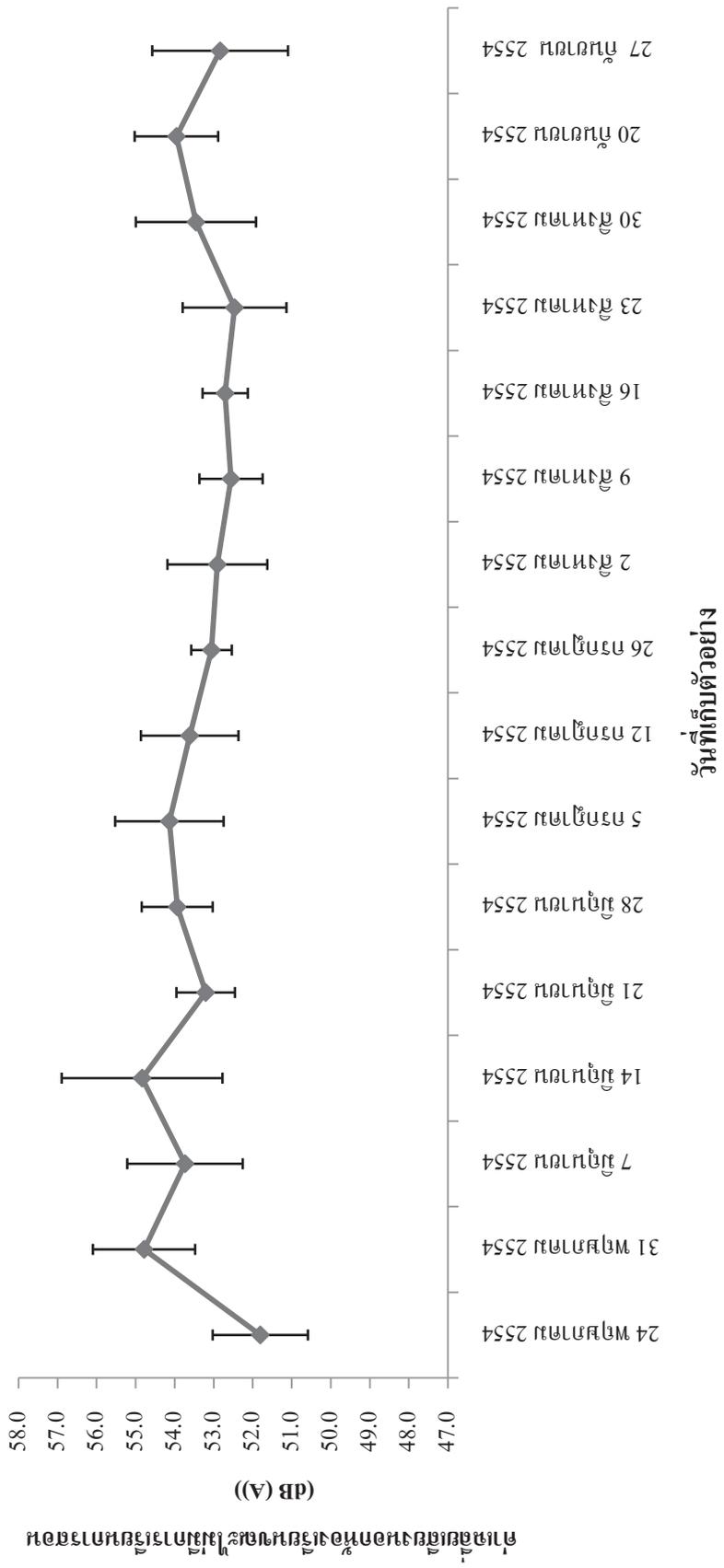
### 1.2.2.2 เสียงนอกห้องเรียนขณะไม่มีการเรียนการสอน

1) ผลการสำรวจเสียงนอกห้องเรียนขณะไม่มีการเรียนการสอน

ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 แสดงดังตารางที่ 21 และภาพที่ 26

ตารางที่ 21 ผลการสำรวจเสียงนอกห้องเรียนขณะไม่มีการเรียนการสอนในภาคเรียนที่ 1  
ปีการศึกษา 2554

วันที่เก็บตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยเสียงนอกห้องเรียนขณะไม่มีการเรียนการสอน(dB (A)) $\bar{X} \pm SD$
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554	
24 พฤษภาคม 2554	51.8 ± 1.2
31 พฤษภาคม 2554	54.7 ± 1.3
7 มิถุนายน 2554	53.7 ± 1.5
14 มิถุนายน 2554	54.8 ± 2.1
21 มิถุนายน 2554	53.2 ± 0.8
28 มิถุนายน 2554	53.9 ± 0.9
5 กรกฎาคม 2554	54.1 ± 1.4
12 กรกฎาคม 2554	53.6 ± 1.2
26 กรกฎาคม 2554	53.0 ± 0.5
2 สิงหาคม 2554	52.9 ± 1.3
9 สิงหาคม 2554	52.5 ± 0.8
16 สิงหาคม 2554	52.7 ± 0.6
23 สิงหาคม 2554	52.4 ± 1.3
30 สิงหาคม 2554	53.4 ± 1.5
20 กันยายน 2554	53.9 ± 1.1
27 กันยายน 2554	52.8 ± 1.7



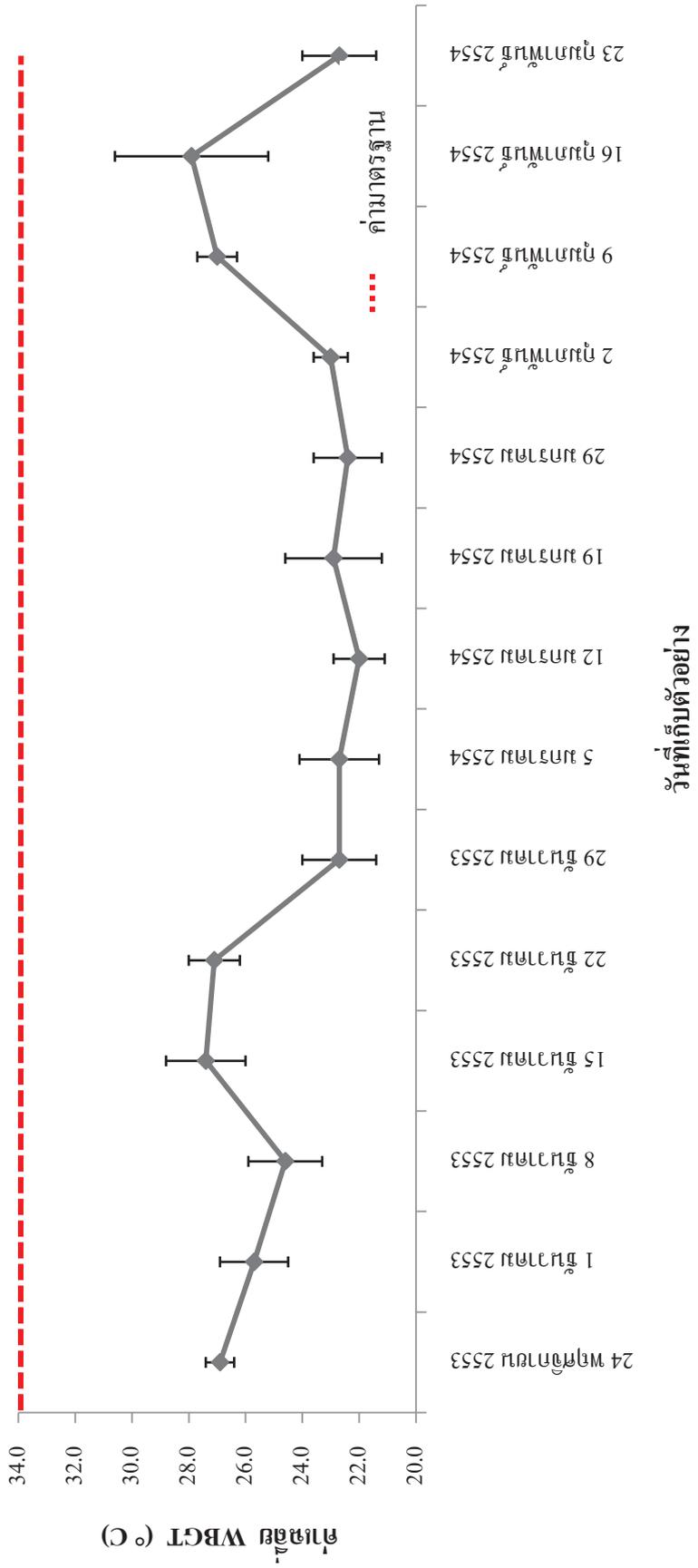
ภาพที่ 26 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย เสียงรบกวนห้องเรียนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกับวันที่เก็บตัวอย่างในภาคเรียนที่ 1

### 1.3 WBGT

1) ผลการสำรวจ WBGT ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 แสดงดังตารางที่ 22 และภาพที่ 27

ตารางที่ 22 ผลการสำรวจค่าเฉลี่ย WBGT ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553

วันที่เก็บตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ย WBGT (°C) $\bar{X} \pm SD$
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553	
24 พฤศจิกายน 2553	26.9 ± 0.5
1 ธันวาคม 2553	25.7 ± 1.2
8 ธันวาคม 2553	24.6 ± 1.3
15 ธันวาคม 2553	27.4 ± 0.9
22 ธันวาคม 2553	27.1 ± 1.4
29 ธันวาคม 2553	22.7 ± 1.3
5 มกราคม 2554	22.7 ± 1.4
12 มกราคม 2554	22.0 ± 0.9
19 มกราคม 2554	22.9 ± 1.7
29 มกราคม 2554	22.4 ± 1.2
2 กุมภาพันธ์ 2554	23.0 ± 0.6
9 กุมภาพันธ์ 2554	27.0 ± 0.7
16 กุมภาพันธ์ 2554	27.9 ± 2.7
23 กุมภาพันธ์ 2554	22.7 ± 1.3

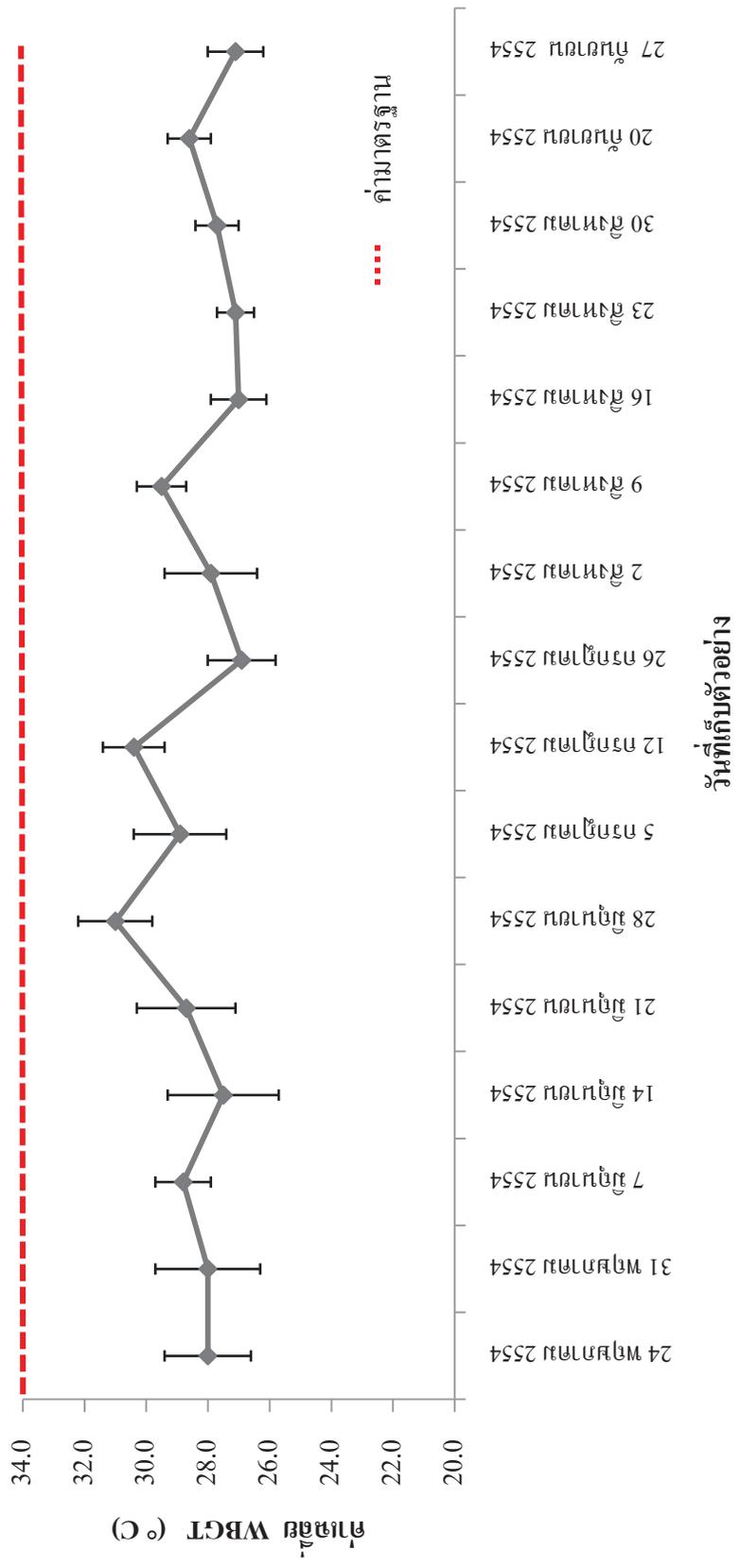


ภาพที่ 27 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของ WBGT และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกับวันที่เก็บตัวอย่างในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

2) ผลการสำรวจ WBGT ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 แสดงดังตารางที่ 23 และภาพที่ 28

ตารางที่ 23 ผลการสำรวจค่าเฉลี่ย WBGT ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554

วันที่เก็บตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ย WBGT (°C) $\bar{X} \pm SD$
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554	
24 พฤษภาคม 2554	28.0 ± 1.4
31 พฤษภาคม 2554	28.0 ± 1.7
7 มิถุนายน 2554	28.8 ± 0.9
14 มิถุนายน 2554	27.5 ± 1.8
21 มิถุนายน 2554	28.7 ± 1.6
28 มิถุนายน 2554	31.0 ± 1.2
5 กรกฎาคม 2554	28.9 ± 1.5
12 กรกฎาคม 2554	30.4 ± 1.0
26 กรกฎาคม 2554	26.9 ± 1.1
2 สิงหาคม 2554	27.9 ± 1.5
9 สิงหาคม 2554	29.5 ± 0.8
16 สิงหาคม 2554	27.0 ± 0.9
23 สิงหาคม 2554	27.1 ± 0.6
30 สิงหาคม 2554	27.7 ± 0.7
20 กันยายน 2554	28.6 ± 0.7
27 กันยายน 2554	27.1 ± 0.9



ภาพที่ 28 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของ WBGT และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกับวันที่เก็บตัวอย่างในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

3) ผลการสำรวจ WBGT ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 แสดงดังตารางที่ 24 และภาพที่ 29

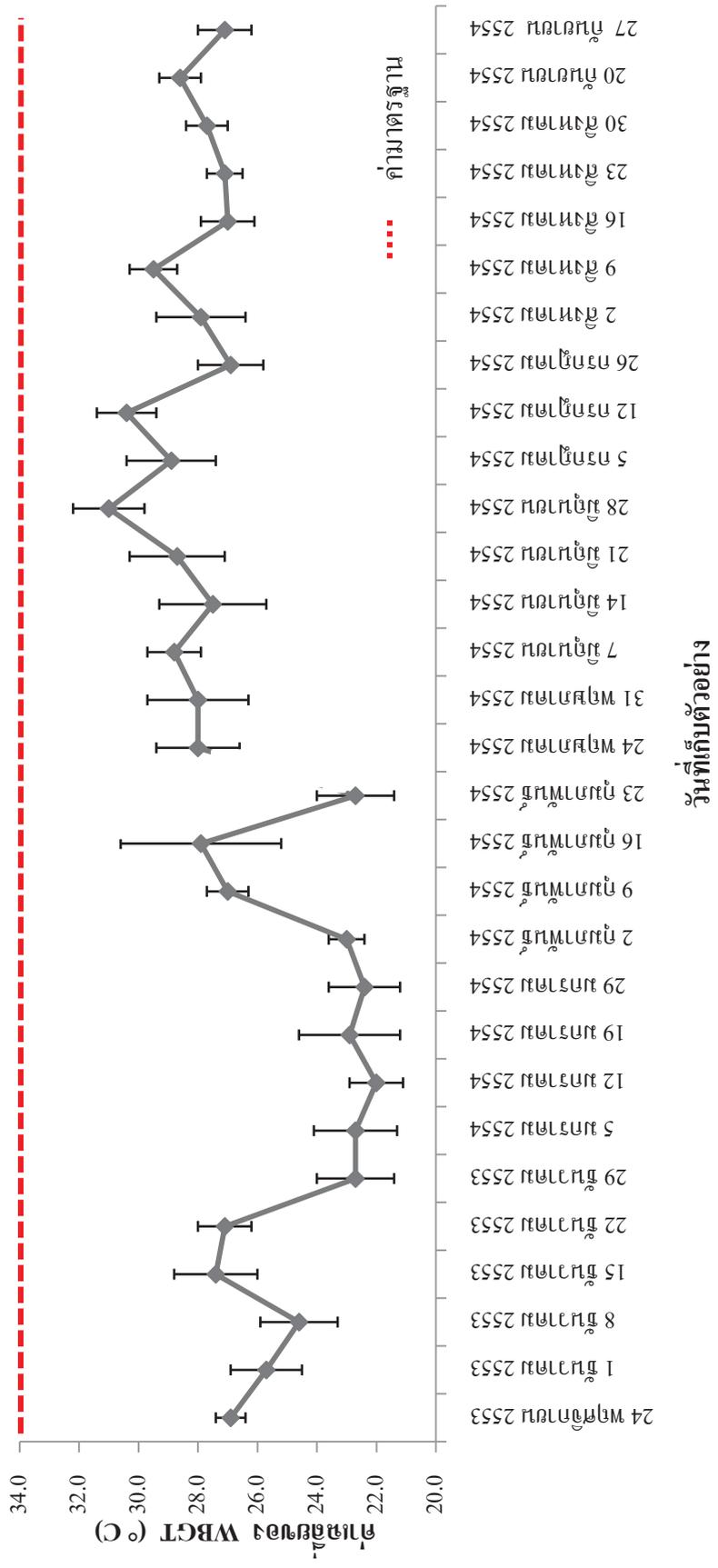
ตารางที่ 24 ผลการสำรวจค่าเฉลี่ย WBGT ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปี การศึกษา 2554

วันที่เก็บตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ย WBGT (° C) $\bar{X} \pm SD$
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553	
24 พฤศจิกายน 2553	26.9 ± 0.5
1 ธันวาคม 2553	25.7 ± 1.2
8 ธันวาคม 2553	24.6 ± 1.3
15 ธันวาคม 2553	27.4 ± 0.9
22 ธันวาคม 2553	27.1 ± 1.4
29 ธันวาคม 2553	22.7 ± 1.3
5 มกราคม 2554	22.7 ± 1.4
12 มกราคม 2554	22.0 ± 0.9
19 มกราคม 2554	22.9 ± 1.7
29 มกราคม 2554	22.4 ± 1.2
2 กุมภาพันธ์ 2554	23.0 ± 0.6
9 กุมภาพันธ์ 2554	27.0 ± 0.7
16 กุมภาพันธ์ 2554	27.9 ± 2.7
23 กุมภาพันธ์ 2554	22.7 ± 1.3

ตารางที่ 24 (ต่อ)

วันที่เก็บตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ย WBGT ( $^{\circ}\text{C}$ ) $\bar{X} \pm SD$
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554	
24 พฤษภาคม 2554	28.0 $\pm$ 1.4
31 พฤษภาคม 2554	28.0 $\pm$ 1.7
7 มิถุนายน 2554	28.8 $\pm$ 0.9
14 มิถุนายน 2554	27.5 $\pm$ 1.8
21 มิถุนายน 2554	28.7 $\pm$ 1.6
28 มิถุนายน 2554	31.0 $\pm$ 1.2
5 กรกฎาคม 2554	28.9 $\pm$ 1.5
12 กรกฎาคม 2554	30.4 $\pm$ 1.0
26 กรกฎาคม 2554	26.9 $\pm$ 1.1
2 สิงหาคม 2554	27.9 $\pm$ 1.5
9 สิงหาคม 2554	29.5 $\pm$ 0.8
16 สิงหาคม 2554	27.0 $\pm$ 0.9
23 สิงหาคม 2554	27.1 $\pm$ 0.6
30 สิงหาคม 2554	27.7 $\pm$ 0.7
20 กันยายน 2554	28.6 $\pm$ 0.7
27 กันยายน 2554	27.1 $\pm$ 0.9

ผลการสำรวจได้ดังภาพที่ 2 9 ตลอดระยะเวลาที่ศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ย WBGT ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 27.9 $^{\circ}\text{C}$  ในวันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2554 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 22.0 $^{\circ}\text{C}$  ในวันที่ 12 มกราคม 2554 ส่วนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 31.0 $^{\circ}\text{C}$  ในวันที่ 28 มิถุนายน 2554 และค่าเฉลี่ยต่ำสุด 26.9 $^{\circ}\text{C}$  ในวันที่ 26 กรกฎาคม 2554



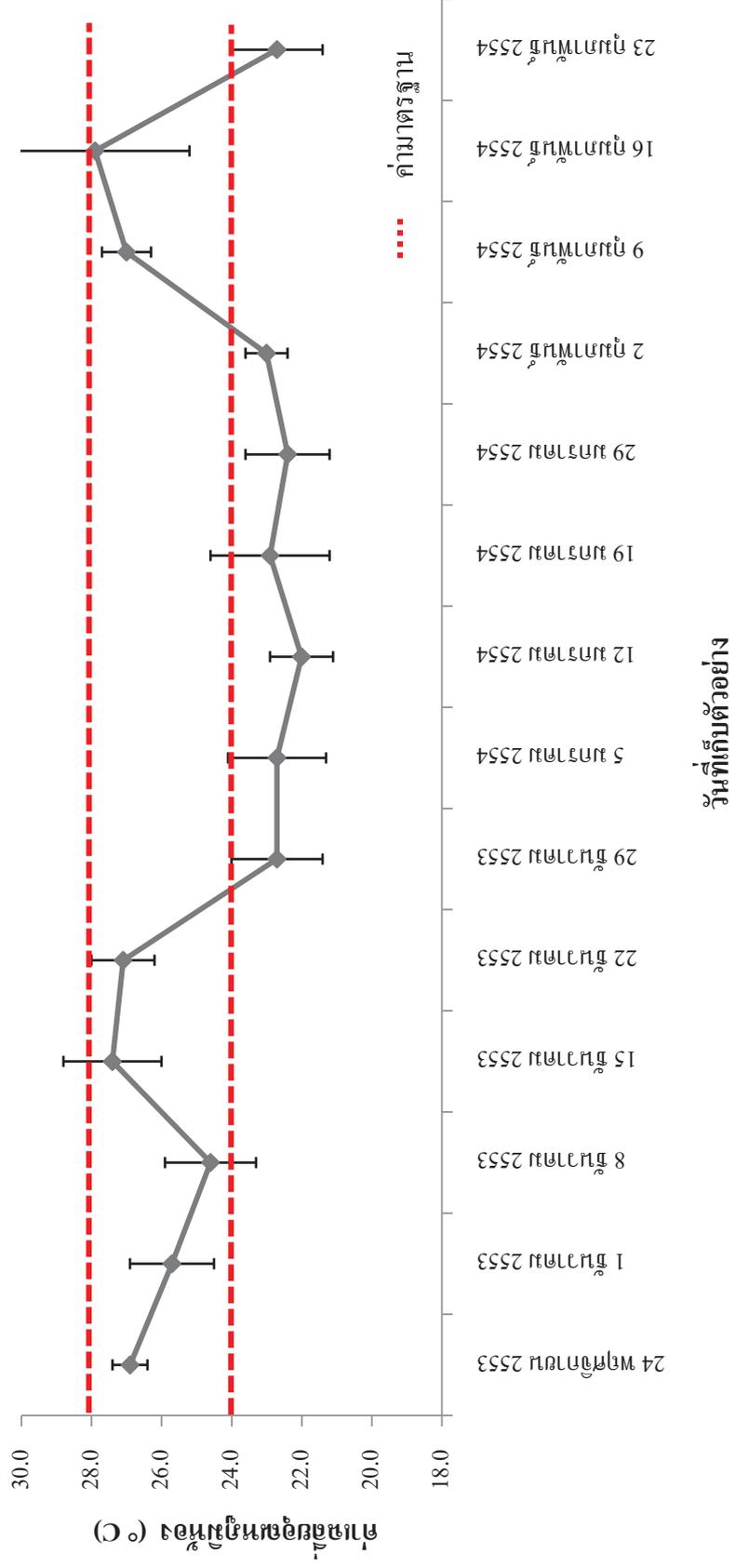
ภาพที่ 29 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย ของ WBGT และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกับวันที่เก็บตัวอย่างในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

#### 1.4 อุณหภูมิห้อง

1) ผลการสำรวจอุณหภูมิห้องในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 แสดงดังตารางที่ 25 และภาพที่ 30

ตารางที่ 25 ผลการสำรวจค่าเฉลี่ยอุณหภูมิห้องในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553

วันที่เก็บตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิห้อง (°C) $\bar{X} \pm SD$
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553	
24 พฤศจิกายน 2553	30.8 ± 0.8
1 ธันวาคม 2553	29.3 ± 1.1
8 ธันวาคม 2553	28.3 ± 2.1
15 ธันวาคม 2553	30.2 ± 0.9
22 ธันวาคม 2553	31.3 ± 1.0
29 ธันวาคม 2553	26.9 ± 0.5
5 มกราคม 2554	27.5 ± 1.6
12 มกราคม 2554	25.1 ± 0.5
19 มกราคม 2554	26.7 ± 3.0
29 มกราคม 2554	26.8 ± 2.2
2 กุมภาพันธ์ 2554	27.5 ± 1.0
9 กุมภาพันธ์ 2554	30.3 ± 1.0
16 กุมภาพันธ์ 2554	28.8 ± 1.4
23 กุมภาพันธ์ 2554	26.9 ± 0.5

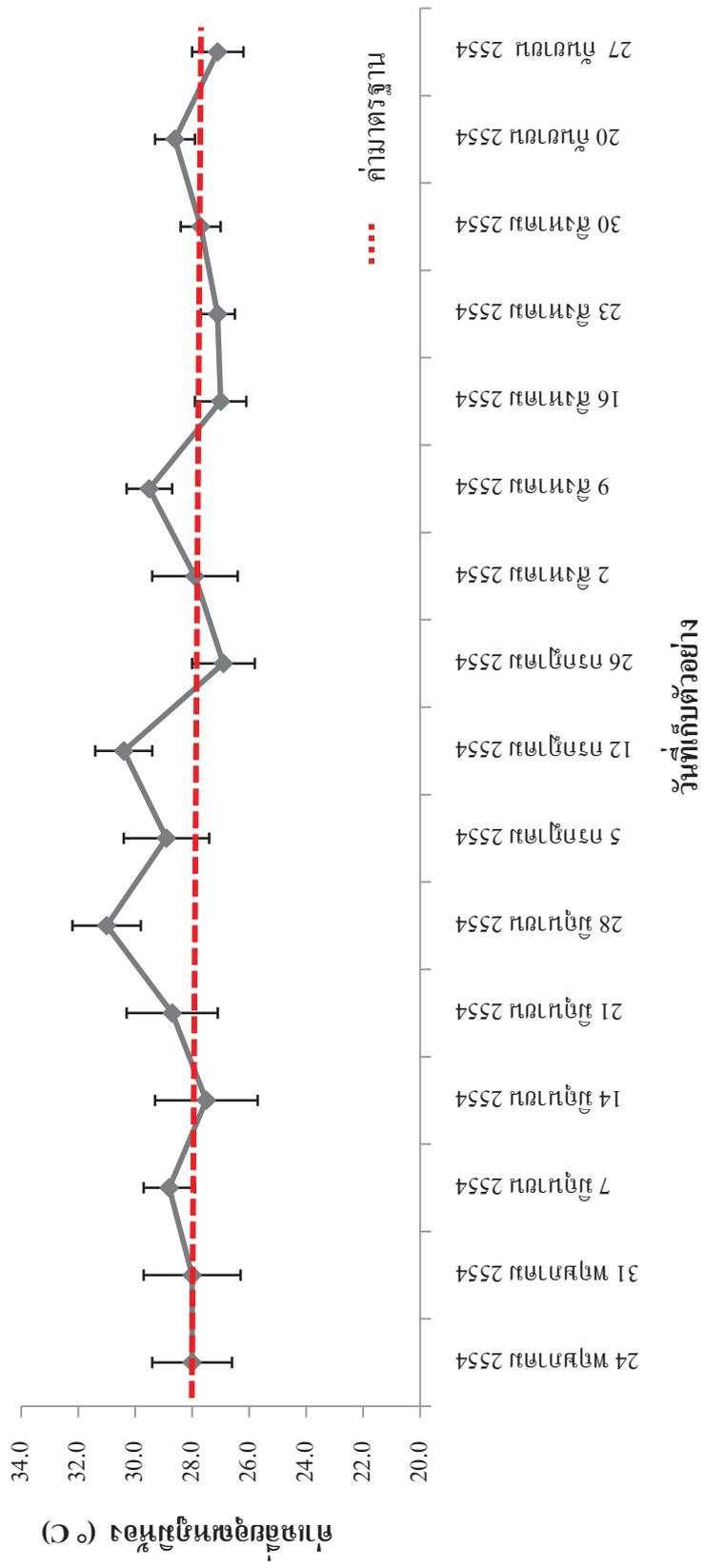


ภาพที่ 30 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิห้องและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกับวันที่เก็บตัวอย่างในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

3) ผลการสำรวจอุณหภูมิห้องในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 แสดงดังตาราง  
ที่ 26 และภาพที่ 31

ตารางที่ 26 ผลการสำรวจค่าเฉลี่ยอุณหภูมิห้องในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554

วันที่เก็บตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิห้อง ( $^{\circ}\text{C}$ ) $\bar{X} \pm SD$
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554	
24 พฤษภาคม 2554	$31.4 \pm 0.5$
31 พฤษภาคม 2554	$30.4 \pm 0.4$
7 มิถุนายน 2554	$27.5 \pm 0.3$
14 มิถุนายน 2554	$27.4 \pm 0.4$
21 มิถุนายน 2554	$28.5 \pm 0.4$
28 มิถุนายน 2554	$29.2 \pm 0.2$
5 กรกฎาคม 2554	$28.8 \pm 0.2$
12 กรกฎาคม 2554	$29.8 \pm 0.2$
26 กรกฎาคม 2554	$30.8 \pm 0.1$
2 สิงหาคม 2554	$29.8 \pm 0.2$
9 สิงหาคม 2554	$29.8 \pm 0.2$
16 สิงหาคม 2554	$28.9 \pm 0.1$
23 สิงหาคม 2554	$28.2 \pm 0.2$
30 สิงหาคม 2554	$29.0 \pm 0.1$
20 กันยายน 2554	$29.5 \pm 0.2$
27 กันยายน 2554	$28.5 \pm 0.1$



ภาพที่ 31 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย ของอุณหภูมิห้องและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกับวันที่เก็บตัวอย่างในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

3) ผลการสำรวจอุณหภูมิห้อง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 แสดงดังตารางที่ 27 และภาพที่ 32

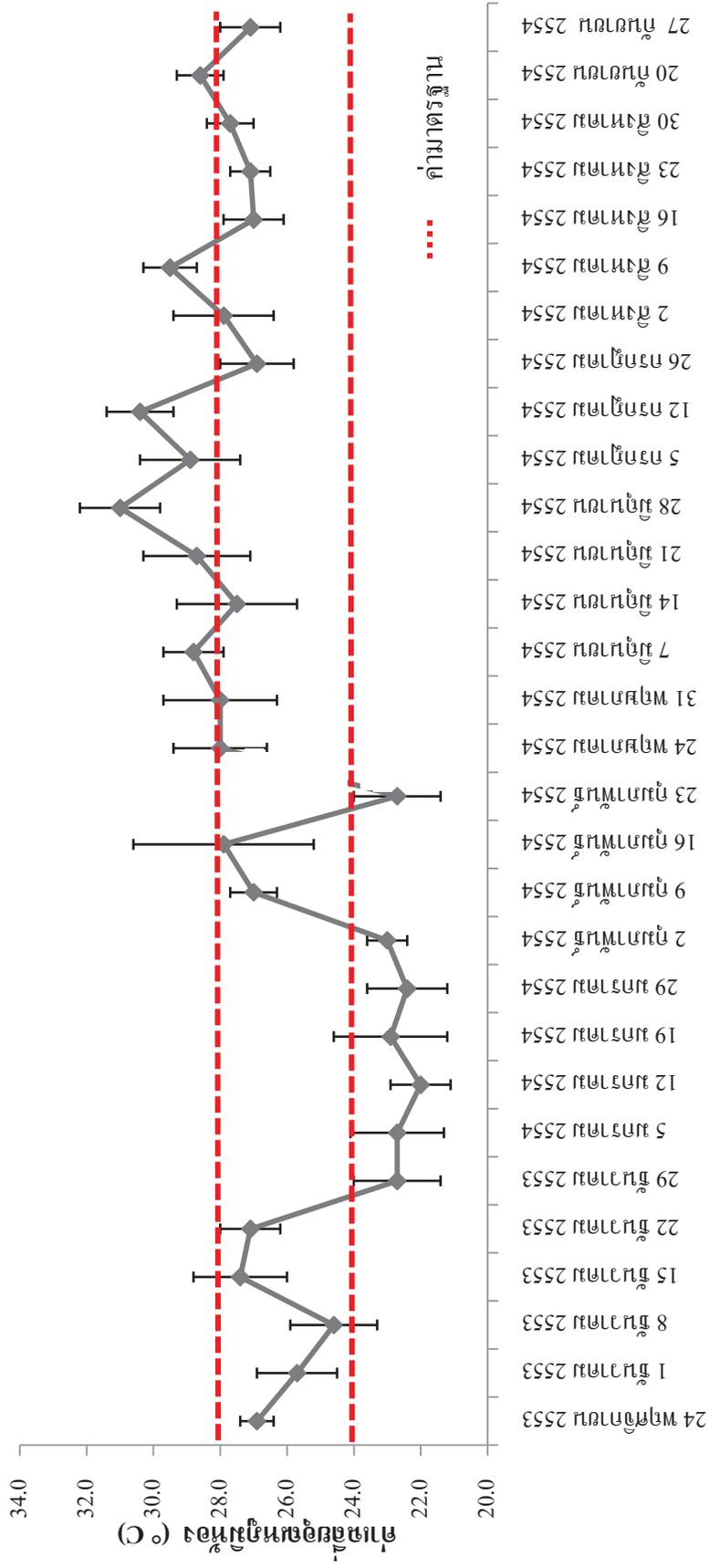
ตารางที่ 27 ผลการสำรวจค่าเฉลี่ยอุณหภูมิห้องในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554

วันที่เก็บตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิห้อง (°C) $\bar{X} \pm SD$
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553	
24 พฤศจิกายน 2553	30.8 ± 0.8
1 ธันวาคม 2553	29.3 ± 1.1
8 ธันวาคม 2553	28.3 ± 2.1
15 ธันวาคม 2553	30.2 ± 0.9
22 ธันวาคม 2553	31.3 ± 1.0
29 ธันวาคม 2553	26.9 ± 0.5
5 มกราคม 2554	27.5 ± 1.6
12 มกราคม 2554	25.1 ± 0.5
19 มกราคม 2554	26.7 ± 3.0
29 มกราคม 2554	26.8 ± 2.2
2 กุมภาพันธ์ 2554	27.5 ± 1.0
9 กุมภาพันธ์ 2554	30.3 ± 1.0
16 กุมภาพันธ์ 2554	28.8 ± 1.4
23 กุมภาพันธ์ 2554	26.9 ± 0.5

ตารางที่ 27 (ต่อ)

วันที่เก็บตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิห้อง ( $^{\circ}\text{C}$ ) $\bar{X} \pm SD$
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554	
24 พฤษภาคม 2554	$31.4 \pm 0.5$
31 พฤษภาคม 2554	$30.4 \pm 0.4$
7 มิถุนายน 2554	$27.5 \pm 0.3$
14 มิถุนายน 2554	$27.4 \pm 0.4$
21 มิถุนายน 2554	$28.5 \pm 0.4$
28 มิถุนายน 2554	$29.2 \pm 0.2$
5 กรกฎาคม 2554	$28.8 \pm 0.2$
12 กรกฎาคม 2554	$29.8 \pm 0.2$
26 กรกฎาคม 2554	$30.8 \pm 0.1$
2 สิงหาคม 2554	$29.8 \pm 0.2$
9 สิงหาคม 2554	$29.8 \pm 0.2$
16 สิงหาคม 2554	$28.9 \pm 0.1$
23 สิงหาคม 2554	$28.2 \pm 0.2$
30 สิงหาคม 2554	$29.0 \pm 0.1$
20 กันยายน 2554	$29.5 \pm 0.2$
27 กันยายน 2554	$28.5 \pm 0.1$

ผลการสำรวจได้ดังภาพที่ 32 ตลอดระยะเวลาที่ศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิห้องในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด  $31.3^{\circ}\text{C}$  ในวันที่ 22 ธันวาคม 2553 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด  $25.1^{\circ}\text{C}$  ในวันที่ 12 มกราคม 2554 ส่วนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด  $31.4^{\circ}\text{C}$  ในวันที่ 24 พฤษภาคม 2554 และมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด  $27.4^{\circ}\text{C}$  ในวันที่ 14 มิถุนายน 2554



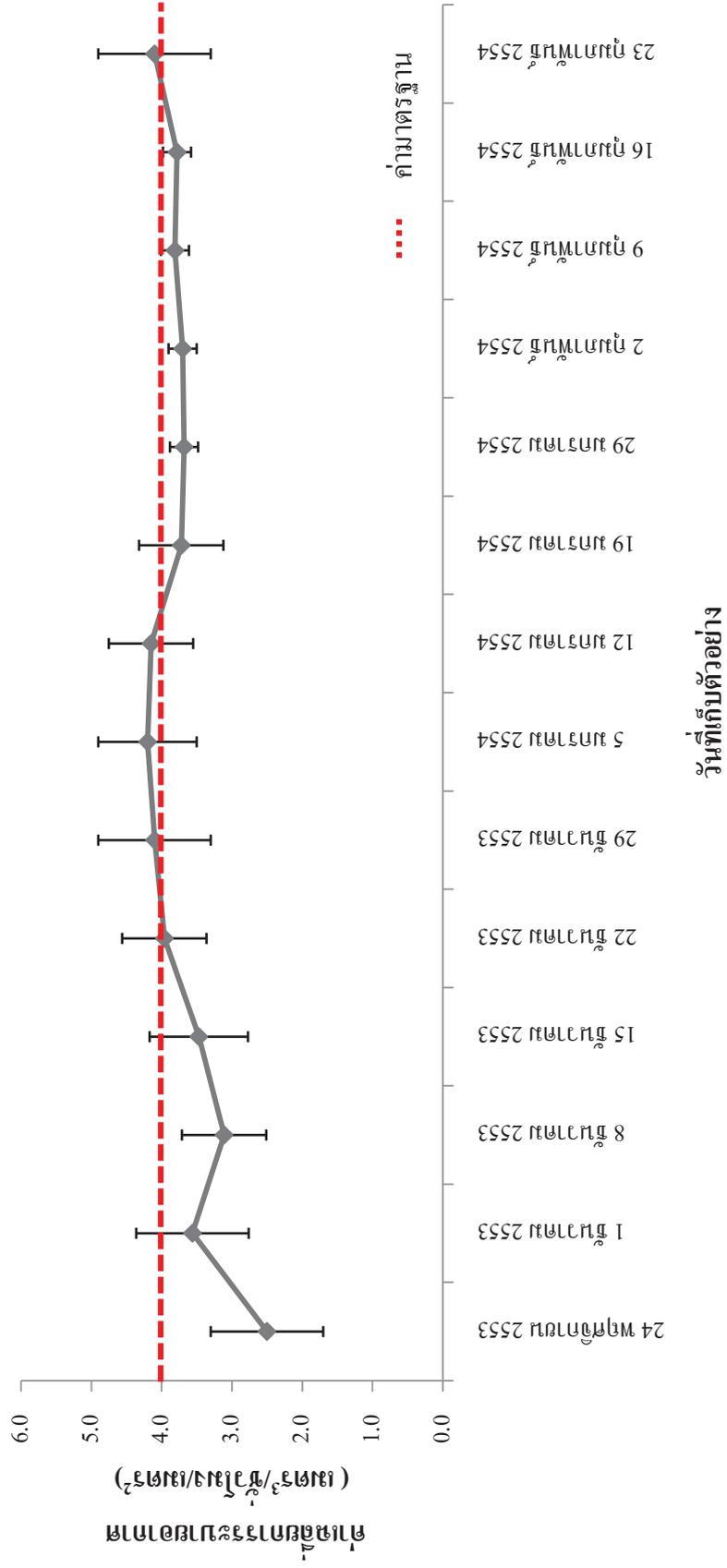
ภาพที่ 32 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย ของอุณหภูมิห้องและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกับวันที่เก็บตัวอย่างในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

### 1.5 การระบายอากาศ

1) ผลการสำรวจการระบายอากาศ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 แสดงดังตารางที่ 28 และภาพที่ 33

ตารางที่ 28 ผลการสำรวจค่าเฉลี่ยการระบายอากาศ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553

วันที่เก็บตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยระบายอากาศ (เมตร <sup>3</sup> /ชั่วโมง/เมตร <sup>2</sup> ) $\bar{X} \pm SD$
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553	
24 พฤศจิกายน 2553	2.5 ± 0.8
1 ธันวาคม 2553	3.5 ± 0.8
8 ธันวาคม 2553	3.1 ± 0.6
15 ธันวาคม 2553	3.4 ± 0.7
22 ธันวาคม 2553	3.9 ± 0.6
29 ธันวาคม 2553	4.1 ± 0.8
5 มกราคม 2554	4.2 ± 0.6
12 มกราคม 2554	4.1 ± 0.6
19 มกราคม 2554	3.7 ± 0.2
29 มกราคม 2554	3.6 ± 0.2
2 กุมภาพันธ์ 2554	3.7 ± 0.2
9 กุมภาพันธ์ 2554	3.8 ± 0.2
16 กุมภาพันธ์ 2554	3.7 ± 0.8
23 กุมภาพันธ์ 2554	4.1 ± 0.6

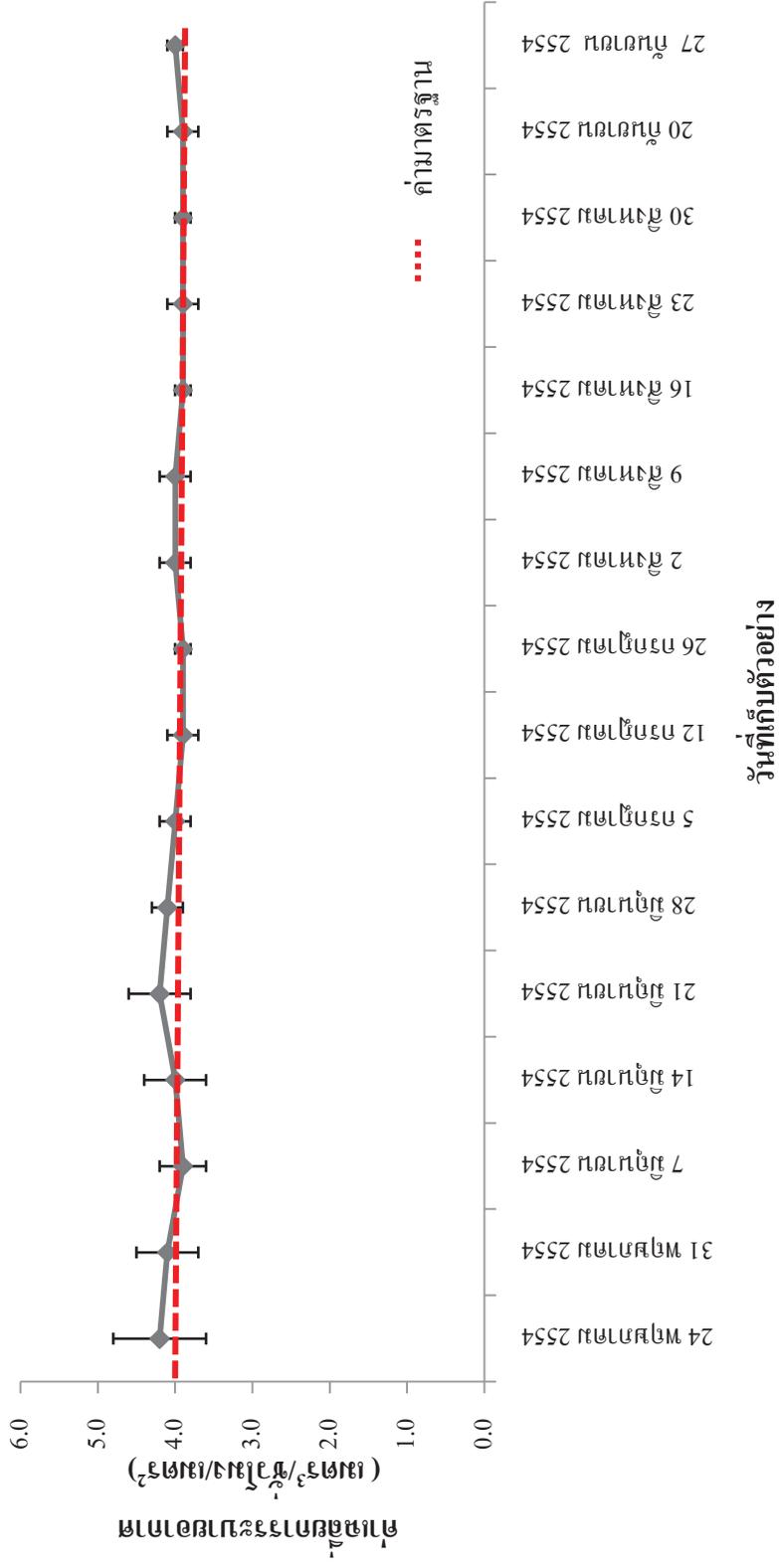


ภาพที่ 33 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย ของระบบอากาศและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกับวันที่เก็บตัวอย่างในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 เมื่อเปรียบเทียบค่ามาตรฐาน

2) ผลการสำรวจการระบายอากาศ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554  
แสดงดังตารางที่ 29 และภาพที่ 34

ตารางที่ 29 ผลการสำรวจค่าเฉลี่ยการระบายอากาศ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554

วันที่เก็บตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยระบายอากาศ (เมตร <sup>3</sup> /ชั่วโมง/เมตร <sup>2</sup> ) $\bar{X} \pm SD$
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554	
24 พฤษภาคม 2554	4.2 ± 0.6
31 พฤษภาคม 2554	4.1 ± 0.4
7 มิถุนายน 2554	3.9 ± 0.3
14 มิถุนายน 2554	4.0 ± 0.4
21 มิถุนายน 2554	4.2 ± 0.4
28 มิถุนายน 2554	4.1 ± 0.2
5 กรกฎาคม 2554	4.0 ± 0.2
12 กรกฎาคม 2554	3.9 ± 0.2
26 กรกฎาคม 2554	3.9 ± 0.1
2 สิงหาคม 2554	4.0 ± 0.2
9 สิงหาคม 2554	4.0 ± 0.2
16 สิงหาคม 2554	3.9 ± 0.1
23 สิงหาคม 2554	3.9 ± 0.2
30 สิงหาคม 2554	3.9 ± 0.1
20 กันยายน 2554	3.9 ± 0.2
27 กันยายน 2554	4.0 ± 0.1



ภาพที่ 34 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของระบายนอกอากาศและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกับวันที่เก็บตัวอย่างในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

3) ผลการสำรวจการระบายอากาศ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 แสดงดังตารางที่ 30 และภาพที่ 35

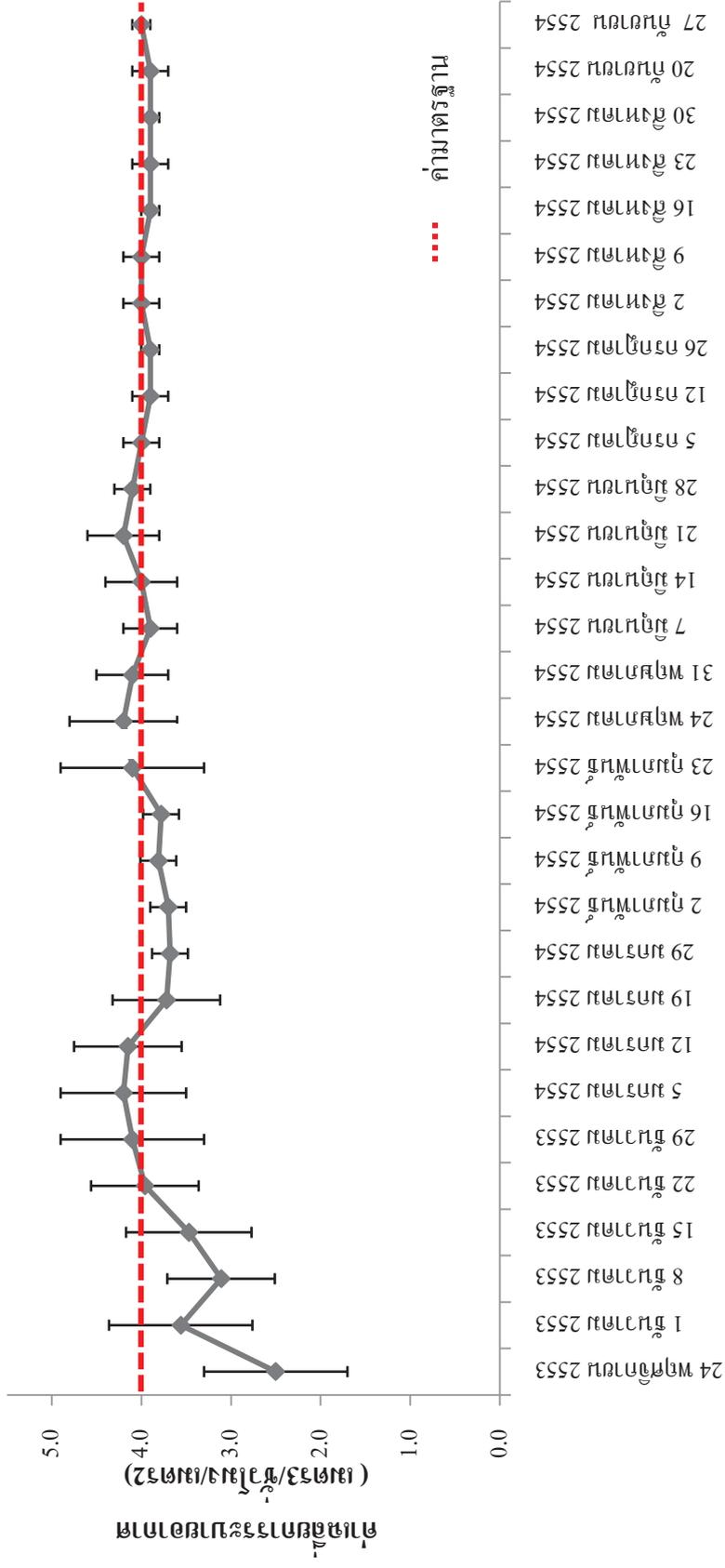
ตารางที่ 30 ผลการสำรวจค่าเฉลี่ยการระบายอากาศ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554

วันที่เก็บตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยระบายอากาศ (เมตร <sup>3</sup> /ชั่วโมง/เมตร <sup>2</sup> ) $\bar{X} \pm SD$
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553	
24 พฤศจิกายน 2553	2.5 ± 0.8
1 ธันวาคม 2553	3.5 ± 0.8
8 ธันวาคม 2553	3.1 ± 0.6
15 ธันวาคม 2553	3.4 ± 0.7
22 ธันวาคม 2553	3.9 ± 0.6
29 ธันวาคม 2553	4.1 ± 0.8
5 มกราคม 2554	4.2 ± 0.6
12 มกราคม 2554	4.1 ± 0.6
19 มกราคม 2554	3.7 ± 0.2
29 มกราคม 2554	3.6 ± 0.2
2 กุมภาพันธ์ 2554	3.7 ± 0.2
9 กุมภาพันธ์ 2554	3.8 ± 0.2
16 กุมภาพันธ์ 2554	3.7 ± 0.8
23 กุมภาพันธ์ 2554	4.1 ± 0.6

ตารางที่ 30 (ต่อ)

วันที่เก็บตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยระบายนอากาศ (เมตร <sup>3</sup> /ชั่วโมง/เมตร <sup>2</sup> ) $\bar{X} \pm SD$
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554	
24 พฤษภาคม 2554	4.2 ± 0.6
31 พฤษภาคม 2554	4.1 ± 0.4
7 มิถุนายน 2554	3.9 ± 0.3
14 มิถุนายน 2554	4.0 ± 0.4
21 มิถุนายน 2554	4.2 ± 0.4
28 มิถุนายน 2554	4.1 ± 0.2
5 กรกฎาคม 2554	4.0 ± 0.2
12 กรกฎาคม 2554	3.9 ± 0.2
26 กรกฎาคม 2554	3.9 ± 0.1
2 สิงหาคม 2554	4.0 ± 0.2
9 สิงหาคม 2554	4.0 ± 0.2
16 สิงหาคม 2554	3.9 ± 0.1
23 สิงหาคม 2554	3.9 ± 0.2
30 สิงหาคม 2554	3.9 ± 0.1
20 กันยายน 2554	3.9 ± 0.2
27 กันยายน 2554	4.0 ± 0.1

ผลการสำรวจได้ดังภาพที่ 35 ตลอดระยะเวลาที่ศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยระบายนอากาศ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 4.2 เมตร<sup>3</sup>/ชั่วโมง/เมตร<sup>2</sup> ในวันที่ 5 มกราคม 2554 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 2.5 เมตร<sup>3</sup>/ชั่วโมง/เมตร<sup>2</sup> ในวันที่ 24 พฤศจิกายน 2553 ส่วนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 4.2 เมตร<sup>3</sup>/ชั่วโมง/เมตร<sup>2</sup> ในวันที่ 24 พฤษภาคม 2554 และ 21 มิถุนายน 2554 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 3.9 เมตร<sup>3</sup>/ชั่วโมง/เมตร<sup>2</sup> ในวันที่ 7 มิถุนายน 2554 วันที่ 12 26 กรกฎาคม 2554 วันที่ 16 23 30 สิงหาคม 2554 และวันที่ 20 กันยายน 2554



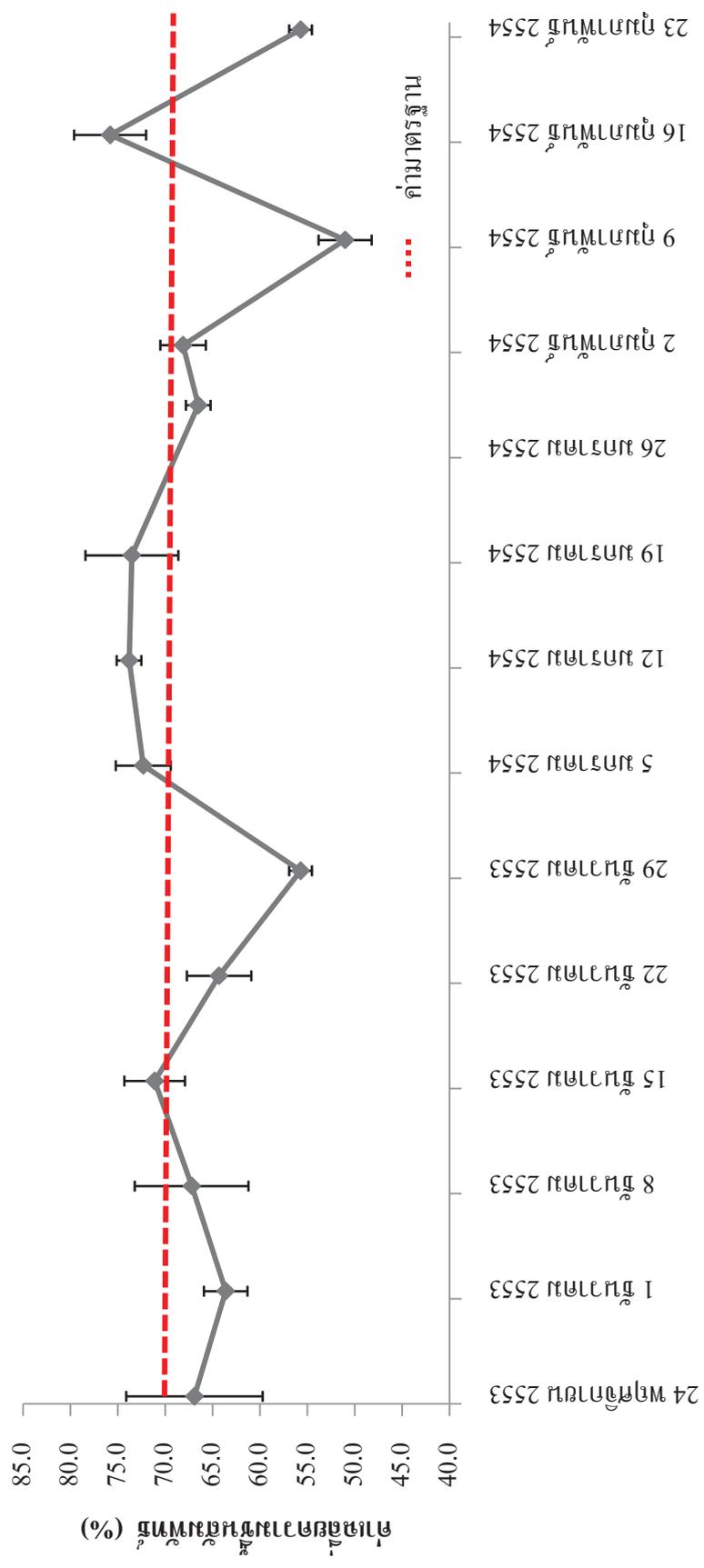
ภาพที่ 35 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของระบายนายอากาศและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกับวันที่เก็บตัวอย่างในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

### 1.6 ความชื้นสัมพัทธ์

2) ผลการสำรวจความชื้นสัมพัทธ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 แสดงดังตารางที่ 31 และภาพที่ 36

ตารางที่ 31 ผลการสำรวจค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553

วันที่เก็บตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ (%) $\bar{X} \pm SD$
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553	
24 พฤศจิกายน 2553	66.9 ± 7.2
1 ธันวาคม 2553	63.6 ± 2.3
8 ธันวาคม 2553	67.2 ± 6.0
15 ธันวาคม 2553	71.1 ± 3.2
22 ธันวาคม 2553	64.3 ± 3.4
29 ธันวาคม 2553	55.7 ± 1.2
5 มกราคม 2554	72.3 ± 2.9
12 มกราคม 2554	73.8 ± 1.3
19 มกราคม 2554	73.5 ± 4.9
29 มกราคม 2554	66.5 ± 1.3
2 กุมภาพันธ์ 2554	68.1 ± 2.4
9 กุมภาพันธ์ 2554	51.0 ± 2.8
16 กุมภาพันธ์ 2554	75.8 ± 3.8
23 กุมภาพันธ์ 2554	55.7 ± 1.2



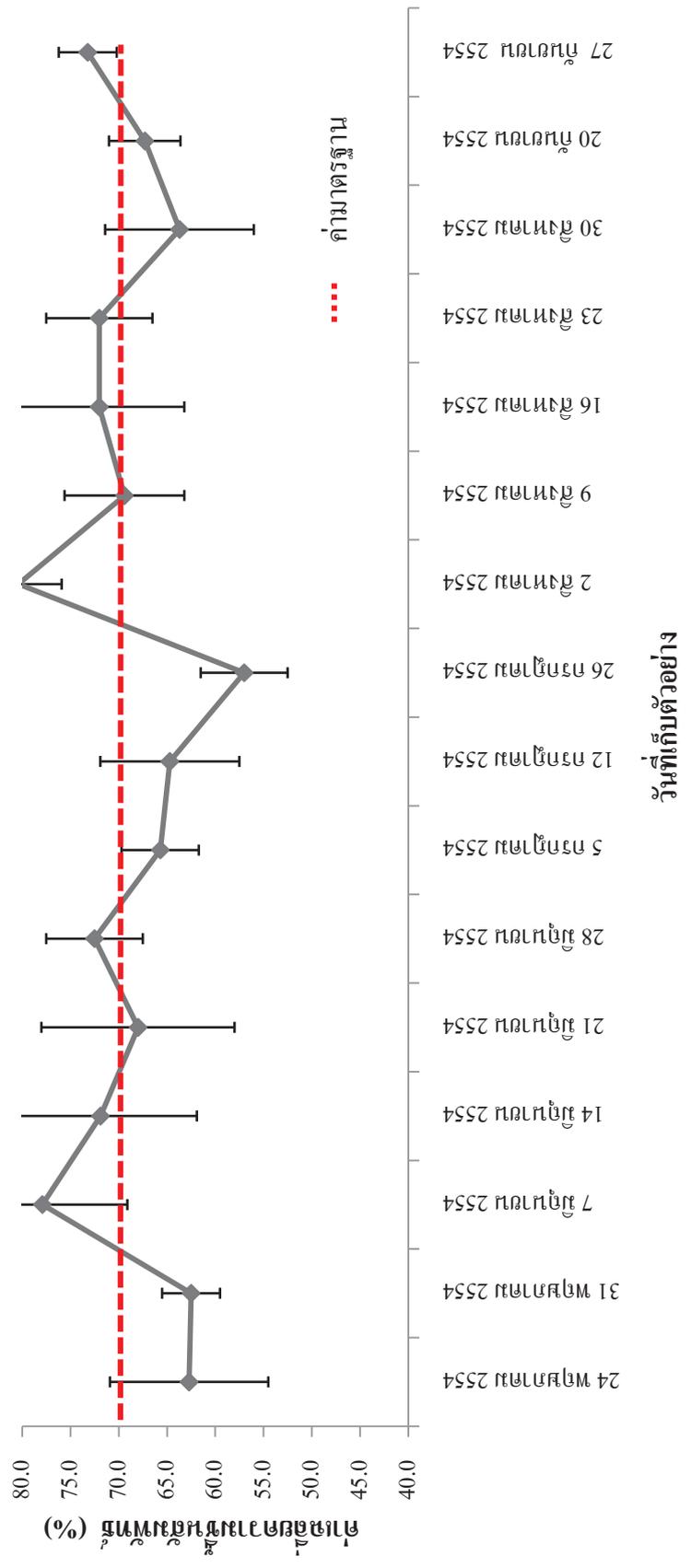
วันที่เก็บตัวอย่าง

ภาพที่ 36 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของความถี่สัมพัทธ์แต่ละส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกับวันที่เก็บตัวอย่างในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

2) ผลการสำรวจความชื้นสัมพัทธ์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 แสดงดังตารางที่ 32 และภาพที่ 37

ตารางที่ 32 ผลการสำรวจค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554

วันที่เก็บตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ (%) $\bar{X} \pm SD$
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554	
24 พฤษภาคม 2554	62.7 ± 8.2
31 พฤษภาคม 2554	62.5 ± 3.0
7 มิถุนายน 2554	77.9 ± 8.8
14 มิถุนายน 2554	71.9 ± 10.0
21 มิถุนายน 2554	68.0 ± 10.0
28 มิถุนายน 2554	72.5 ± 5.0
5 กรกฎาคม 2554	65.7 ± 4.0
12 กรกฎาคม 2554	64.7 ± 7.2
26 กรกฎาคม 2554	57.0 ± 4.5
2 สิงหาคม 2554	80.4 ± 4.5
9 สิงหาคม 2554	69.4 ± 6.2
16 สิงหาคม 2554	72.0 ± 8.8
23 สิงหาคม 2554	72.0 ± 5.5
30 สิงหาคม 2554	63.7 ± 7.7
20 กันยายน 2554	67.3 ± 3.7
27 กันยายน 2554	73.2 ± 3.0



ภาพที่ 37 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกับวันที่เก็บตัวอย่างในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

3) ผลการสำรวจความชื้นสัมพัทธ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 แสดงดังตารางที่ 33 และภาพที่ 38

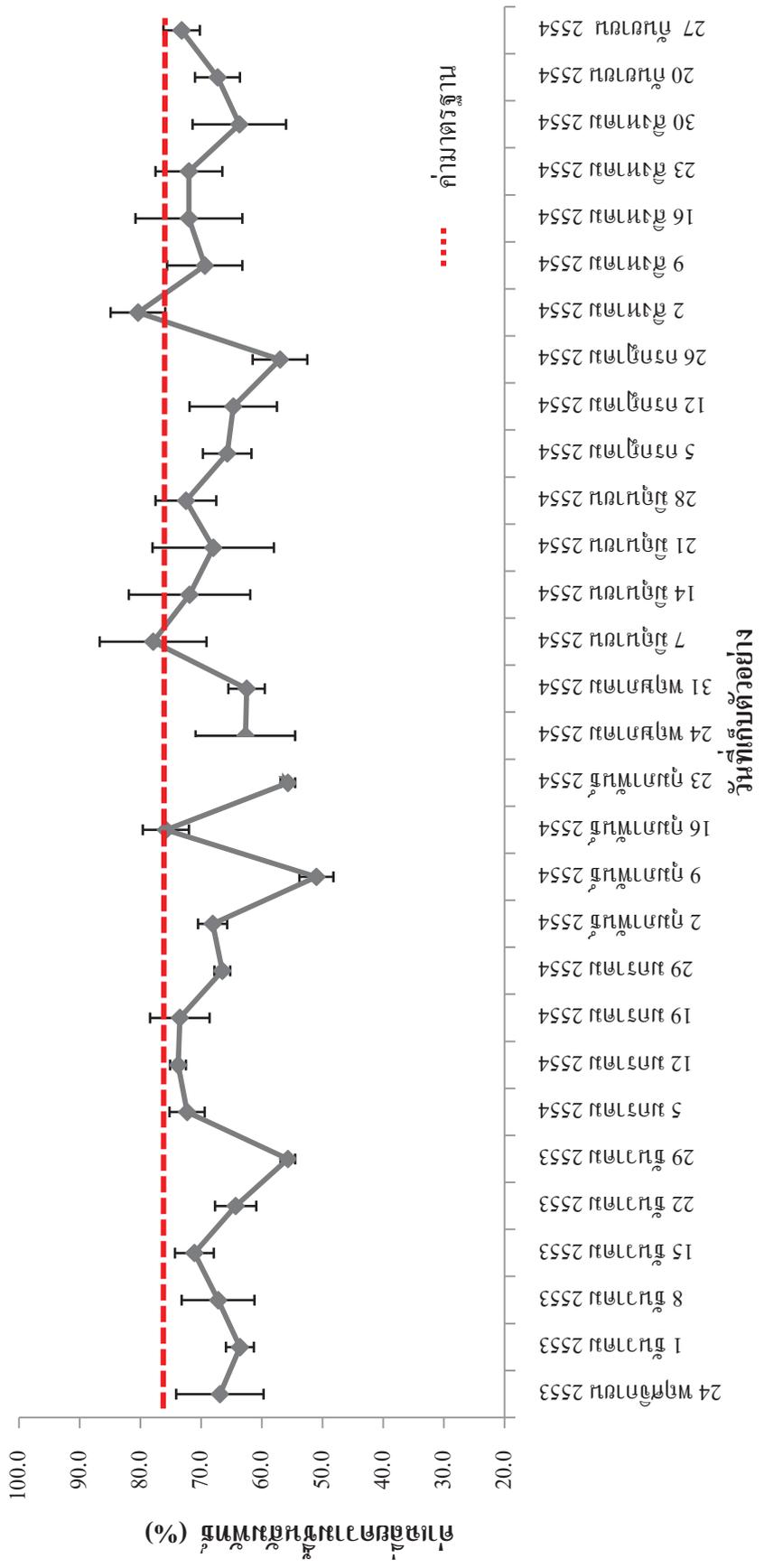
ตารางที่ 33 ผลการสำรวจค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554

วันที่เก็บตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ (%) $\bar{X} \pm SD$
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553	
24 พฤศจิกายน 2553	66.9 ± 7.2
1 ธันวาคม 2553	63.6 ± 2.3
8 ธันวาคม 2553	67.2 ± 6.0
15 ธันวาคม 2553	71.1 ± 3.2
22 ธันวาคม 2553	64.3 ± 3.4
29 ธันวาคม 2553	55.7 ± 1.2
5 มกราคม 2554	72.3 ± 2.9
12 มกราคม 2554	73.8 ± 1.3
19 มกราคม 2554	73.5 ± 4.9
29 มกราคม 2554	66.5 ± 1.3
2 กุมภาพันธ์ 2554	68.1 ± 2.4
9 กุมภาพันธ์ 2554	51.0 ± 2.8
16 กุมภาพันธ์ 2554	75.8 ± 3.8
23 กุมภาพันธ์ 2554	55.7 ± 1.2

ตารางที่ 33 (ต่อ)

วันที่เก็บตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ (%) $\bar{X} \pm SD$
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554	
24 พฤษภาคม 2554	62.7 ± 8.2
31 พฤษภาคม 2554	62.5 ± 3.0
7 มิถุนายน 2554	77.9 ± 8.8
14 มิถุนายน 2554	71.9 ± 10.0
21 มิถุนายน 2554	68.0 ± 10.0
28 มิถุนายน 2554	72.5 ± 5.0
5 กรกฎาคม 2554	65.7 ± 4.0
12 กรกฎาคม 2554	64.7 ± 7.2
26 กรกฎาคม 2554	57.0 ± 4.5
2 สิงหาคม 2554	80.4 ± 4.5
9 สิงหาคม 2554	69.4 ± 6.2
16 สิงหาคม 2554	72.0 ± 8.8
23 สิงหาคม 2554	72.0 ± 5.5
30 สิงหาคม 2554	63.7 ± 7.7
20 กันยายน 2554	67.3 ± 3.7
27 กันยายน 2554	73.2 ± 3.0

ผลการสำรวจได้ดังภาพที่ 38 ตลอดระยะเวลาที่ศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 73.8 % ในวันที่ 12 มกราคม 2554 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 51.0 % ในวันที่ 9 กุมภาพันธ์ 2554 ส่วนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 80.4 % ในวันที่ 2 สิงหาคม 2554 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 57.0 % ในวันที่ 26 กรกฎาคม 2554



ภาพที่ 38 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของความล้มเหลวของนักศึกษาสัมพัทธ์และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกับวันที่เก็บตัวอย่างในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

## 2. ผลการสำรวจสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนและเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

1) ผลการสำรวจสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน เมื่อทดสอบด้วย one sample t-test กับค่ามาตรฐาน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 แสดงดังตารางที่ 34

ตารางที่ 34 แสดงผล การสำรวจสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553  
เปรียบเทียบ กับค่ามาตรฐาน

พารามิเตอร์	ค่าที่ได้จากการวิจัย	ค่ามาตรฐาน
	$\bar{X} \pm SD$	
ความเข้มของแสง (ลักซ์)	$395.9 \pm 86.9$	ไม่น้อยกว่า 300
ความเข้มแสงแสงหน้ากระดาน (ลักซ์)	$277.9^* \pm 65.8$	ไม่น้อยกว่า 300
เสียงรบกวน (dB (A))	$64.2^* \pm 3.6$	ไม่เกิน 55
WBGT (° C)	$24.6 \pm 2.5$	ไม่เกิน 34
อุณหภูมิห้อง (° C)	$28.3 \pm 2.2$	ไม่เกิน 28
การระบายอากาศ (เมตร <sup>3</sup> /ชั่วโมง/เมตร <sup>2</sup> )	$3.7^* \pm 0.7$	ไม่น้อยกว่า 4
ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	$66.6 \pm 8.0$	ไม่เกิน 70

หมายเหตุ : \* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (  $p < 0.05$ ) เมื่อทดสอบด้วย one sample t-test

จากผลการสำรวจสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนของโรงเรียน วัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์) ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน พบว่ามีเพียง 4 พารามิเตอร์ที่ผ่านมาตรฐาน ได้แก่ ความเข้มของแสง WBGT อุณหภูมิห้อง และความชื้นสัมพัทธ์ที่มีค่าเฉลี่ยและค่า SD เป็น  $395.9 \pm 87$  ลักซ์  $24.6 \pm 2.5$  °C  $28.3 \pm 2$  °C และ  $66.6 \pm 8.0$  %

2) ผลการสำรวจสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน เมื่อทดสอบด้วย one sample t-test กับค่ามาตรฐาน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 แสดงดังตารางที่ 35

ตารางที่ 35 แสดงผล การสำรวจสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554  
เปรียบเทียบ                      กับค่ามาตรฐาน

พารามิเตอร์	ค่าที่ได้จากการวิจัย	ค่ามาตรฐาน
	$\bar{X} \pm SD$	
ความเข้มของแสง (ลักซ์)	386.4 $\pm$ 98.2	ไม่น้อยกว่า 300
ความเข้มแสงแสงหน้ากระดาน (ลักซ์)	265.3* $\pm$ 54.8	ไม่น้อยกว่า 300
เสียงรบกวน (dB (A))	60.8* $\pm$ 2.6	ไม่เกิน 55
WBGT ( $^{\circ}C$ )	28.3 $\pm$ 1.3	ไม่เกิน 34
อุณหภูมิห้อง ( $^{\circ}C$ )	29.2* $\pm$ 1.1	ไม่เกิน 28
การระบายอากาศ (เมตร <sup>3</sup> /ชั่วโมง/เมตร <sup>2</sup> )	4.0 $\pm$ 0.3	ไม่น้อยกว่า 4
ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	68.2 $\pm$ 9.0	ไม่เกิน 70

หมายเหตุ: \* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (  $p < 0.05$ ) เมื่อทดสอบด้วย one sample t-test

จากผลการสำรวจสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนของโรงเรียน                      วัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานพบว่า มีเพียง 4 พารามิเตอร์ที่ผ่านมาตรฐาน ได้แก่ ความเข้มของแสง WBGT การระบายอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์ ที่มีค่าเฉลี่ยและค่า SD เป็น 386.4 $\pm$ 98 ลักซ์ 28.3 $\pm$ 1  $^{\circ}C$  และ 4.0 $\pm$ 0.3 เมตร<sup>3</sup>/ชม./เมตร<sup>2</sup> และ 68.2 $\pm$ 9 %

3) ผลการสำรวจสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนเมื่อทดสอบด้วย one sample t-test ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 แสดงดังตารางที่ 36

ตารางที่ 36 แสดงผลการสำรวจสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 และนำมาเปรียบเทียบ กับค่ามาตรฐาน

พารามิเตอร์	ค่าที่ได้จากการวิจัย	ค่ามาตรฐาน
	$\bar{X} \pm SD$	
ความเข้มของแสง (ลักซ์)	390.7 $\pm$ 93.2	ไม่น้อยกว่า 300
ความเข้มแสงแสงหน้ากระดาน (ลักซ์)	271.2* $\pm$ 69.5	ไม่น้อยกว่า 300
เสียงรบกวน (dB (A))	62.4* $\pm$ 3.6	ไม่เกิน 55
WBGT (° C )	26.6 $\pm$ 2.7	ไม่เกิน 34
อุณหภูมิห้อง (° C )	29.1* $\pm$ 1.3	ไม่เกิน 28
การระบายอากาศ (เมตร <sup>3</sup> /ชั่วโมง/เมตร <sup>2</sup> )	3.9* $\pm$ 0.6	ไม่น้อยกว่า 4
ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	67.2 $\pm$ 8.6	ไม่เกิน 70

หมายเหตุ : \* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (  $p < 0.05$ ) เมื่อทดสอบด้วย one sample t-test

จากผลการสำรวจสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนของโรงเรียนวัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์) ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานพบว่า มีเพียง 3 พารามิเตอร์ที่ผ่านมาตรฐาน ได้แก่ ความเข้มของแสง WBGT และความชื้นสัมพัทธ์ โดยมีค่าเฉลี่ยและค่า SD เป็น 390.9 $\pm$ 93 ลักซ์ 26.6 $\pm$ 2.7° C และ 67.2 $\pm$ 8.6 %

### 3 ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน

#### 3.1 ผลการทดสอบปัจจัยช่วงเวลาในแต่ละวันที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน

1) ผลการทดสอบปัจจัยช่วงเวลาในแต่ละวันที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 แสดงดังตารางที่ 37

ตารางที่ 37 แสดงผลการทดสอบปัจจัยช่วงเวลาในแต่ละวันที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553

พารามิเตอร์	ช่วงเวลาในแต่ละวัน				p-value
	เช้า		บ่าย		
	$\bar{X} \pm SD$	n	$\bar{X} \pm SD$	n	
ความเข้มของแสง (ลักซ์)	379.5 $\pm$ 86.7	756	412.3 $\pm$ 84.2	756	0.000*
เสียงรบกวน (dB (A))	64.2 $\pm$ 4.2	84	64.2 $\pm$ 3.0	84	0.968
WBGT ( $^{\circ}$ C)	23.58 $\pm$ 2.2	84	25.7 $\pm$ 2.4	84	0.000*
อุณหภูมิห้อง ( $^{\circ}$ C)	27.2 $\pm$ 2.1	84	29.5 $\pm$ 1.8	84	0.000*
การระบายอากาศ (เมตร <sup>3</sup> /ชม./เมตร <sup>2</sup> )	3.7 $\pm$ 0.8	504	3.7 $\pm$ 0.7	504	0.819
ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	68.4 $\pm$ 8.6	504	63.8 $\pm$ 7.4	504	0.000*

หมายเหตุ : \* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (  $p < 0.05$ ) เมื่อทดสอบด้วย t-test

การสำรวจปัจจัยที่มีอิทธิพลสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนโรงเรียน วัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์) ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 พบว่าช่วงเวลาเป็นปัจจัยที่มี อิทธิพลต่อความเข้มของแสง ความเข้มของแสง WBGT อุณหภูมิห้อง และความชื้นสัมพัทธ์ ภายในห้องเรียน

2) ผลการทดสอบปัจจัยช่วงเวลาในแต่ละวันที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน  
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 แสดงดังตารางที่ 38

ตารางที่ 38 แสดงผลการทดสอบปัจจัยช่วงเวลาในแต่ละวันที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมภายใน  
ห้องเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554

พารามิเตอร์	ช่วงเวลาในแต่ละวัน				p-value
	เช้า		บ่าย		
	$\bar{X} \pm SD$	n	$\bar{X} \pm SD$	n	
ความเข้มของแสง (ลักซ์)	358.6 ± 89.8	864	413.6 ± 98.5	864	0.000*
เสียงรบกวน (dB (A))	60.8 ± 2.58	96	60.7 ± 2.7	96	0.889
WBGT (°C)	28.0 ± 1.3	96	28.6 ± 1.2	96	0.002*
อุณหภูมิห้อง (°C)	29.1 ± 1.1	576	29.4 ± 1.1	576	0.000*
การระบายอากาศ (เมตร <sup>3</sup> /ชม./เมตร <sup>2</sup> )	4.0 ± 0.4	576	4.0 ± 0.3	576	0.691
ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	74.0 ± 7.2	576	62.3 ± 6.3	576	0.000*

หมายเหตุ : \* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (  $p < 0.05$ ) เมื่อทดสอบด้วย t-test

การสำรวจปัจจัยที่มีอิทธิพลสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน โรงเรียน วัดหนองปลาไหล  
(ปานพลอุปถัมภ์) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 255 4 พบว่าช่วงเวลาเป็นปัจจัยที่มี อิทธิพลต่อ  
ความเข้มของแสง เสียง อุณหภูมิห้อง และความชื้นสัมพัทธ์ ภายในห้องเรียน

3) ผลการทดสอบปัจจัยช่วงเวลาในแต่ละวันที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน  
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 แสดงดังตารางที่ 39

ตารางที่ 39 แสดงผลการทดสอบปัจจัยช่วงเวลาในแต่ละวันที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมภายใน  
ห้องเรียน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554

พารามิเตอร์	ช่วงเวลาในแต่ละวัน				p-value
	เช้า		บ่าย		
	$\bar{X} \pm SD$	n	$\bar{X} \pm SD$	n	
ความเข้มของแสง (ลักซ์)	368.3±88.9	1620	413.0± 92.1	864	0.000*
เสียงรบกวน (dB (A))	62.4 ± 3.8	180	62.4± 3.3	96	0.889
WBGT (°C)	25.9± 2.8	180	27.3 ± 2.4	96	0.002*
อุณหภูมิห้อง (°C)	28.8 ± 1.4	660	29.4 ± 1.2	576	0.000*
การระบายอากาศ (เมตร <sup>3</sup> /ชม./เมตร <sup>2</sup> )	3.8 ± 0.6	1080	3.8 ± 0.5	576	0.691
ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	71.4 ± 8.1	1080	63.0 ± 7.0	576	0.000*

หมายเหตุ : \* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (  $p < 0.05$ ) เมื่อทดสอบด้วย t-test

จากตารางที่ 39 ผลการสำรวจปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนโรงเรียน  
วัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์) ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปี  
การศึกษา 2554 พบว่าช่วงเวลาเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเข้มของแสง WBGT อุณหภูมิห้อง  
และความชื้นสัมพัทธ์

### 3.2 ผลการทดสอบปัจจัยฤดูกาลที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน

1) ผลการทดสอบปัจจัยฤดูกาลที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 แสดงดังตารางที่ 40

ตารางที่ 40 ผลการทดสอบปัจจัยฤดูกาลที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน  
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554

พารามิเตอร์	ฤดูกาล				p-value
	ฤดูหนาว		ฤดูฝน		
	$\bar{X} \pm SD$	n	$\bar{X} \pm SD$	n	
ความเข้มของแสง (ลักซ์)	395.9 ± 86.9	1512	386.2 ± 98.2	1728	0.003*
เสียงรบกวน (dB (A))	64.2 ± 3.6	168	60.8 ± 2.6	192	0.000*
WBGT (°C)	24.6 ± 2.5	168	28.3 ± 1.3	192	0.000*
อุณหภูมิห้อง (°C)	28.3 ± 2.2	168	29.2 ± 1.1	1152	0.000*
การระบายอากาศ (เมตร <sup>3</sup> /ชม./เมตร <sup>2</sup> )	3.7 ± 0.8	1008	4.0 ± 0.3	1152	0.000*
ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	66.2 ± 8.0	1008	68.2 ± 9.0	1152	0.000*

หมายเหตุ : \* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (  $p < 0.05$ ) เมื่อทดสอบด้วย t-test

การสำรวจปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน โรงเรียน วัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 พบว่า ฤดูกาลเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเข้มของแสง เสียงรบกวน WBGT อุณหภูมิห้อง การระบายอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์ ภายในห้องเรียน

### 3.3 ผลการทดสอบปัจจัยทิศทางการวางตัวของอาคารที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน

1) ผลการทดสอบปัจจัยทิศทางการวางตัวของอาคารที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 แสดงดังตารางที่ 41

ตารางที่ 41 ผลการทดสอบปัจจัยทิศทางการวางตัวของอาคารที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553

พารามิเตอร์	ทิศทาง				p-value
	ตะวันออก		ตะวันตก		
	$\bar{X} \pm SD$	n	$\bar{X} \pm SD$	n	
ความเข้มของแสง (ลักซ์)	384.2 ± 85.1	504	401.7 ± 87.3	1008	0.000*
เสียงรบกวน (dB (A))	63.6 ± 4.0	56	64.5 ± 3.4	112	0.149
WBGT (°C)	24.5 ± 2.6	56	24.7 ± 2.5	112	0.556
อุณหภูมิห้อง (°C)	28.0 ± 2.3	56	28.5 ± 2.2	112	0.293
การระบายอากาศ (เมตร <sup>3</sup> /ชม./เมตร <sup>2</sup> )	3.8 ± 0.8	336	3.7 ± 0.8	672	0.100
ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	67.0 ± 8.8	336	65.7 ± 7.6	672	0.010*

หมายเหตุ : \* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (  $p < 0.05$ ) เมื่อทดสอบด้วย t-test

การสำรวจปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนโรงเรียน วัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 พบว่าทิศทางเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเข้มของแสง และความชื้นสัมพัทธ์ ภายในห้องเรียน

2) ผลการทดสอบปัจจัยทิศทางการวางตัวของอาคารที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 แสดงดังตารางที่ 42

ตารางที่ 42 ตารางแสดงผลการทดสอบปัจจัยทิศทางการวางตัวของอาคารที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554

พารามิเตอร์	ทิศทาง				p-value
	ตะวันออก		ตะวันตก		
	$\bar{X} \pm SD$	n	$\bar{X} \pm SD$	n	
ความเข้มของแสง (ลักซ์)	364.9 $\pm$ 86.7	576	397.7 $\pm$ 101.8	1152	0.000*
เสียงรบกวน (dB (A))	60.8 $\pm$ 2.3	64	60.8 $\pm$ 2.8	128	0.917
WBGT ( $^{\circ}$ C)	28.2 $\pm$ 1.3	64	28.4 $\pm$ 1.3	128	0.516
อุณหภูมิห้อง ( $^{\circ}$ C)	29.3 $\pm$ 1.2	384	29.2 $\pm$ 1.1	768	0.358
การระบายอากาศ(เมตร <sup>3</sup> /ชม./เมตร <sup>2</sup> )	4.0 $\pm$ 0.3	384	4.0 $\pm$ 0.3	768	0.582
ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	69.4 $\pm$ 9.2	384	67.6 $\pm$ 8.8	768	0.001*

หมายเหตุ : \* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (  $p < 0.05$ ) เมื่อทดสอบด้วย t-test

การสำรวจปัจจัยที่มีอิทธิพลสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน โรงเรียน วัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 พบว่าทิศทางเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเข้มของแสง และความชื้นสัมพัทธ์ ภายในห้องเรียน

3) ผลการทดสอบปัจจัยทิศทางการวางตัวของอาคารที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 แสดงดังตารางที่ 43

ตารางที่ 43 ตารางแสดงผลการทดสอบปัจจัยทิศทางการวางตัวของอาคารที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554

พารามิเตอร์	ทิศทาง				p-value
	ทิศตะวันออก		ทิศตะวันตก		
	$\bar{X} \pm SD$	n	$\bar{X} \pm SD$	n	
ความเข้มของแสง (ลักซ์)	373.9 ± 86.5	1080	399.1 ± 95.3	2160	0.000*
เสียงรบกวน (dB (A))	62.1 ± 3.5	120	62.5 ± 3.6	240	0.346
WBGT (°C)	26.5 ± 2.7	120	26.7 ± 2.6	240	0.542
อุณหภูมิห้อง (°C)	29.1 ± 1.4	440	29.1 ± 1.3	880	0.926
การระบายอากาศ(เมตร <sup>3</sup> /ชม./เมตร <sup>2</sup> )	3.9 ± 0.6	720	4.0 ± 0.3	1440	0.098
ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	68.3 ± 9.1	720	66.7 ± 8.4	1440	0.010*

หมายเหตุ : \* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (  $p < 0.05$ ) เมื่อทดสอบด้วย t-test

การสำรวจปัจจัยที่มีอิทธิพลสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนโรงเรียน วัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์) ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 พบว่าทิศทางเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเข้มของแสง และความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องเรียน

### 3.4 ผลการทดสอบปัจจัยวางตัวในแนวตั้งที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน

1) ผลการทดสอบปัจจัยการวางตัวในแนวตั้งที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 แสดงดังตารางที่ 44

ตารางที่ 44 ผลการทดสอบปัจจัยการวางตัวในแนวตั้งที่ไม่มีผลต่อสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553

พารามิเตอร์	การวางตัวในแนวตั้ง				p-value
	ชั้นบน		ชั้นล่าง		
	Mean $\pm$ SD	n	Mean $\pm$ SD	n	
ความเข้มของแสง (ลักซ์)	378.0 $\pm$ 87.5	252	381.0 $\pm$ 84.6	252	0.700
เสียงรบกวน (dB (A))	64.5 $\pm$ 3.9	28	63.8 $\pm$ 3.2	28	0.510
WBGT ( $^{\circ}$ C)	24.8 $\pm$ 2.7	28	24.6 $\pm$ 2.4	28	0.739
อุณหภูมิห้อง ( $^{\circ}$ C)	28.6 $\pm$ 2.3	28	28.5 $\pm$ 2.1	28	0.817
การระบายอากาศ (เมตร <sup>3</sup> /ชม./เมตร <sup>2</sup> )	3.7 $\pm$ 0.8	168	3.7 $\pm$ 0.6	168	0.806
ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	65.4 $\pm$ 7.4	168	65.2 $\pm$ 7.2	168	0.801

หมายเหตุ : พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) เมื่อทดสอบด้วย t-test

การสำรวจ ปัจจัยที่มีอิทธิพล สภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนโรงเรียน วัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์) ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 พบว่าการวางตัวในแนวตั้ง เป็นปัจจัยที่ไม่มีอิทธิพลต่อสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน

2) ผลการทดสอบปัจจัยการวางตัวในแนวตั้งที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 แสดงดังตารางที่ 45

ตารางที่ 45 ผลการทดสอบปัจจัย การวางตัวในแนวตั้งที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554

พารามิเตอร์	การวางตัวในแนวตั้ง				p-value
	ชั้นบน		ชั้นล่าง		
	$\bar{X} \pm SD$	n	$\bar{X} \pm SD$	n	
ความเข้มของแสง (ลักซ์)	361.7±89.7	288	377.2±81.3	288	0.022*
เสียงรบกวน (dB (A))	61.2 ± 2.3	32	59.7 ± 2.7	32	0.028*
WBGT (°C)	28.4 ± 1.3	32	28.4 ± 1.3	32	0.904
อุณหภูมิห้อง (°C)	29.2 ± 1.2	32	29.1 ± 1.1	32	0.806
การระบายอากาศ (เมตร <sup>3</sup> /ชม./เมตร <sup>2</sup> )	4.0 ± 0.3	192	4.0 ± 0.3	192	0.642
ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	67.6 ± 8.9	192	66.4 ± 9.1	192	0.225

หมายเหตุ : \* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (  $p < 0.05$ ) เมื่อทดสอบด้วย t-test

การสำรวจ ปัจจัยที่มีอิทธิพล สภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนโรงเรียน วัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 พบว่า การวางตัวในแนวตั้ง เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเข้มของแสง และเสียงรบกวนภายในห้องเรียน

3) ผลการทดสอบปัจจัย การวางตัวในแนวตั้ง ที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 แสดงดังตารางที่ 46

ตารางที่ 46 ผลการทดสอบปัจจัยการวางตัวในแนวตั้งที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554

พารามิเตอร์	การวางตัวในแนวตั้ง				p-value
	ชั้นบน		ชั้นล่าง		
	$\bar{X} \pm SD$	n	$\bar{X} \pm SD$	n	
ความเข้มของแสง (ลักซ์)	369.3±83.8	540	378.9±82.8	540	0.058
เสียงรบกวน (dB (A))	62.7 ±3.5	60	61.6 ± 3.5	60	0.108
WBGT (°C)	26.7± 2.7	60	26.6 ± 2.7	60	0.863
อุณหภูมิห้อง (°C)	29.1 ± 1.4	220	29.0± 1.3	220	0.739
การระบายอากาศ (เมตร <sup>3</sup> /ชม./เมตร <sup>2</sup> )	3.9 ± 0.6	360	3.9 ± 0.5	360	0.691
ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	66.5 ± 8.3	360	65.8 ± 8.4	360	0.265

การสำรวจ ปัจจัยที่มีอิทธิพล สภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนโรงเรียน วัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 พบว่าการวางตัวในแนวตั้งเป็นปัจจัยที่ไม่มีอิทธิพลต่อสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน

#### 4. ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของสภาพแวดล้อมในห้องเรียน

1) ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของสภาพแวดล้อมในห้องเรียน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 แสดงดังตารางที่ 47

จากการศึกษาความสัมพันธ์ของสภาพแวดล้อมในห้องเรียนทั้ง 6 พารามิเตอร์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 ด้วยวิธี Pearson correlation ทั้งหมด 15 คู่ พบว่ามีความสัมพันธ์กันทั้งหมด 2 คู่ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 6 คู่ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 แสดงดังตารางที่ 47

ตารางที่ 47 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของสภาพแวดล้อมในห้องเรียน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553

พารามิเตอร์ที่นำมาทดสอบความสัมพันธ์	n	r
แสงกับเสียง	168	- 0.169*
แสงกับ WBGT	168	0.250**
แสงกับอุณหภูมิห้อง	168	0.324**
WBGTกับอุณหภูมิห้อง	168	-0.865**
WBGTกับการระบายอากาศ	168	-0.230**
อุณหภูมิห้องกับการระบายอากาศ	168	0.171*
อุณหภูมิห้องกับความชื้นสัมพัทธ์	168	-0.330**
การระบายอากาศกับความชื้นสัมพัทธ์	168	- 0.085**

หมายเหตุ : \* (  $p < 0.05$  ), \*\* (  $p < 0.01$  ) มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อทดสอบด้วยวิธี Pearson correlation

- แสดงว่ามีความสัมพันธ์เชิงลบ

ผลการทดสอบค่าความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมที่ศึกษา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 พบว่าแสงกับ WBGT แสงกับอุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิห้องกับการระบายอากาศ มีความสัมพันธ์เชิงบวก ส่วนแสงกับเสียง WBGTกับอุณหภูมิห้อง WBGTกับการระบายอากาศ อุณหภูมิห้องกับความชื้นสัมพัทธ์ และการระบายอากาศกับ ความชื้นสัมพัทธ์ มีความสัมพันธ์เชิงลบ

2) ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของสภาพแวดล้อมในห้องเรียน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 แสดงดังตารางที่ 48

จากการศึกษาความสัมพันธ์ของสภาพแวดล้อมในห้องเรียนทั้ง 6 พารามิเตอร์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 ด้วยวิธี Pearson correlation ทั้งหมด 15 คู่ พบว่ามีความสัมพันธ์กันทั้งหมด 3 คู่ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 4 คู่ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 แสดงดังตารางที่ 48

ตารางที่ 48 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของสภาพแวดล้อมในห้องเรียน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554

พารามิเตอร์ที่นำมาทดสอบความสัมพันธ์	n	r
แสงกับเสียง	192	- 0.181*
แสงกับ WBGT	192	0.150*
แสงกับการระบายอากาศ	1152	-0.127**
แสงกับความชื้นสัมพัทธ์	1152	- 0.188**
เสียงกับ WBGT	192	- 0.264*
อุณหภูมิห้องกับการระบายอากาศ	1152	0.085**
อุณหภูมิห้องกับความชื้นสัมพัทธ์	1152	- 0.386**

หมายเหตุ : \* (  $p < 0.05$  ) , \*\* (  $p < 0.01$  ) มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อทดสอบด้วยวิธี Pearson correlation

- แสดงว่ามีความสัมพันธ์เชิงลบ

ผลการทดสอบค่าความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมที่ศึกษา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 พบว่าแสงกับ WBGT และอุณหภูมิห้องกับการระบายอากาศ มีความสัมพันธ์เชิงบวก ส่วนแสงกับเสียง แสงกับการระบายอากาศ แสงกับความชื้นสัมพัทธ์ เสียงกับ WBGT เสียงกับ WBGT อุณหภูมิห้องกับการระบายอากาศ และอุณหภูมิห้องกับ ความชื้นสัมพัทธ์ มีความสัมพันธ์เชิงลบ

3) ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของสภาพแวดล้อมในห้องเรียน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 แสดงดังตารางที่ 49

จากการศึกษาความสัมพันธ์ของสภาพแวดล้อมในห้องเรียนทั้ง 6 พารามิเตอร์ ตลอดช่วงเวลาที่ศึกษา ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 ด้วยวิธี Pearson correlation ทั้งหมด 15 คู่ พบว่ามีความสัมพันธ์กันทั้งหมด 1 คู่ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 7 คู่ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 แสดงดังตารางที่ 49

ตารางที่ 49 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของสภาพแวดล้อมในห้องเรียน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554

พารามิเตอร์ที่นำมาทดสอบความสัมพันธ์	n	ค่าความสัมพันธ์
แสงกับเสียง	360	- 0.139**
แสงกับ WBGT	360	0.114*
แสงกับการระบายอากาศ	1320	-0.120**
แสงกับความชื้นสัมพัทธ์	2160	- 0.135**
เสียงกับ WBGT	360	- 0.403**
เสียงกับ อุณหภูมิห้อง	360	-0.170**
WBGTกับ อุณหภูมิห้อง	360	0.654**
อุณหภูมิห้องกับความชื้นสัมพัทธ์	1152	- 0.329**

หมายเหตุ : \* (  $p < 0.05$  ), \*\* (  $p < 0.01$  ) มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อทดสอบด้วยวิธี Pearson correlation

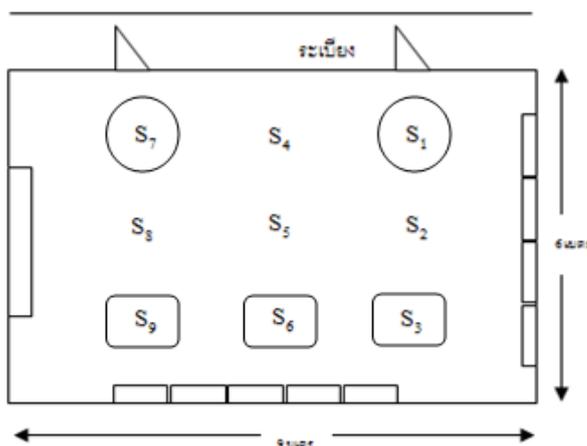
- แสดงว่ามีความสัมพันธ์เชิงลบ

ผลการทดสอบค่าความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมที่ศึกษา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 พบว่าแสงกับ WBGT และ WBGTกับ อุณหภูมิห้อง มีความสัมพันธ์เชิงบวก ส่วนแสงกับเสียง แสงกับการระบายอากาศ แสงกับความชื้นสัมพัทธ์ เสียงกับ WBGT เสียงกับ อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิห้องกับความชื้นสัมพัทธ์ มีความสัมพันธ์เชิงลบ

## 5. ปัจจัยอื่นที่มีผลต่อพารามิเตอร์

### 5.1 ปัจจัยอื่นที่มีผลต่อแสงภายในห้องเรียน

#### 5.1.1) ตำแหน่งในห้องเรียนที่มีผลต่อแสงภายในห้องเรียน แสดงดังภาพที่ 39



#### ตำแหน่งของกลุ่มจุดเก็บตัวอย่างในห้องเรียน

1. ใกล้เคียงประตู คือ ตำแหน่งที่ล้อมรอบด้วย  $\bigcirc$  (คือ  $S_1$  และ  $S_7$ )
2. ใกล้เคียงหน้าต่าง คือ ตำแหน่งที่ล้อมรอบด้วย  $\square$  (คือ  $S_3$ ,  $S_6$  และ  $S_9$ )
3. ไม่ใกล้เคียงหน้าต่างและประตู คือ ตำแหน่งที่เหลือ

ภาพที่ 39 แผนผังแสดงตำแหน่งของกลุ่มจุดเก็บตัวอย่างในห้องเรียน

ตารางที่ 50 แสดงตำแหน่งของกลุ่มจุดเก็บตัวอย่างในห้องเรียนที่มีผลต่อแสงภายในห้องเรียนภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553

ตำแหน่งของกลุ่มจุดเก็บตัวอย่างในห้องเรียน	n	ค่าเฉลี่ยของแสง (ลักซ์) $\bar{X} \pm SD$
ใกล้เคียงประตู	280	$304.7^a \pm 48.9$
ไม่ใกล้เคียงประตูและหน้าต่าง	728	$374.3^b \pm 50.5$
ใกล้เคียงหน้าต่าง	504	$477.7^c \pm 69.1$

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน(column) แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) เมื่อทดสอบด้วย ANOVA และ Tukey HSD

จากตารางที่ 50 พบว่าในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 ตำแหน่งในห้องเรียนที่มีผลต่อแสงภายใน โดยตำแหน่งในห้องเรียนโดยบริเวณใกล้เคียงหน้าต่างมีความเข้มของแสงมากที่สุด(ความเข้มของแสงมีค่าเฉลี่ย 477.7 ลักซ์) ส่วนบริเวณที่มีความเข้มของแสงในห้องเรียนน้อยที่สุดคือ บริเวณใกล้เคียงประตู (ความเข้มของแสงมีค่าเฉลี่ย 304.7 ลักซ์)

ตารางที่ 51 แสดงตำแหน่งของกลุ่มจุดเก็บตัวอย่างในห้องเรียนที่มีผลต่อแสงภายใน  
ห้องเรียนภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554

ตำแหน่งของกลุ่มจุดเก็บ ตัวอย่างในห้องเรียน	n	ค่าเฉลี่ยของแสง (ลักซ์) $\bar{X} \pm SD$
ใกล้ประตู	320	306.3 <sup>a</sup> ±92.6
ไม่ใกล้ประตูและหน้าต่าง	576	358.9 <sup>b</sup> ±50.7
ใกล้หน้าต่าง	832	469.7 <sup>c</sup> ±71.2

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน(column) แสดงว่ามีแตกต่างกัน  
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (  $p < 0.05$ ) เมื่อทดสอบด้วย ANOVA และ Tukey HSD

จากตารางที่ 51 พบว่าในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 ตำแหน่งในห้องเรียนที่มีผล  
ต่อแสงภายในห้องเรียน โดยตำแหน่งในห้องเรียนบริเวณใกล้หน้าต่าง มีความเข้มของแสงมาก  
ที่สุด (ความเข้มของแสงมีค่าเฉลี่ย 469.7 ลักซ์) ส่วนบริเวณที่มีความเข้มของแสงในห้องเรียน  
น้อยที่สุด คือ บริเวณใกล้ประตู (ความเข้มของแสงมีค่าเฉลี่ย 306.3 ลักซ์)

ตารางที่ 52 แสดงตำแหน่งของกลุ่มจุดเก็บตัวอย่างในห้องเรียนที่มีผลต่อแสงภายใน  
ห้องเรียน ตลอดช่วงการศึกษา (ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียน  
ที่ 1 ปีการศึกษา 2555)

ตำแหน่งของกลุ่มจุดเก็บ ตัวอย่างในห้องเรียน	n	ค่าเฉลี่ยของแสง (ลักซ์) $\bar{X} \pm SD$
ใกล้ประตู	600	305.6 <sup>a</sup> ±50.6
ไม่ใกล้ประตูและหน้าต่าง	1,560	366.1 <sup>b</sup> ±70.6
ใกล้หน้าต่าง	1,080	473.5 <sup>c</sup> ±75.5

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน(column) แสดงว่ามีความ  
แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (  $p < 0.05$ ) เมื่อทดสอบด้วย ANOVA และ  
Tukey HSD

จากตารางที่ 52 พบว่าตลอดช่วงการศึกษา (ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาค  
เรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555) ตำแหน่งในห้องเรียนที่มีผลต่อแสงภายในห้องเรียน โดยตำแหน่งใน  
ห้องเรียนบริเวณใกล้หน้าต่าง มีความเข้มของแสงมากที่สุด (ความเข้มของแสงมีค่าเฉลี่ย 473.5

ลักซ์) ส่วนบริเวณที่มีความเข้มของแสงในห้องเรียนน้อยที่สุด คือ บริเวณใกล้ประตู (ความเข้มของแสงมีค่าเฉลี่ย 305.6 ลักซ์

### 5.1.2) จำนวนของหลอดไฟที่เปิดที่มีผลต่อแสงภายในห้องเรียน

ตารางที่ 53 แสดงจำนวนของหลอดไฟที่เปิดที่มีผลต่อแสงภายในห้องเรียนภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553

จำนวนหลอดไฟที่เปิด	n	ค่าเฉลี่ยของแสง (ลักซ์) $\bar{X} \pm SD$
2	54	358.9 <sup>a</sup> ±78.9
4	342	381.4 <sup>a, b</sup> ±89.2
6	1116	402.1 <sup>b</sup> ±85.7

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน(column) แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) เมื่อทดสอบด้วยANOVA และ Tukey HSD

จากตารางที่ 53 พบว่าจำนวนของหลอดไฟที่เปิดมีผลต่อแสงภายในห้องเรียนภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โดยเปิดไฟทั้งหมด 6 ดวง จะทำให้ความเข้มของแสงเพิ่มมากขึ้น

ตารางที่ 54 แสดงจำนวนของหลอดไฟที่เปิดที่มีผลต่อแสงภายในห้องเรียนภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554

จำนวนหลอดไฟที่เปิด	n	ค่าเฉลี่ยของแสง (ลักซ์) $\bar{X} \pm SD$
2	161	314.5 <sup>a</sup> ±75.7
4	622	353.3 <sup>b</sup> ±71.7
6	945	419.9 <sup>c</sup> ±102.7

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน(column) แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) เมื่อทดสอบด้วยANOVA และTukey HSD

จากตารางที่ 54 พบว่าจำนวนของหลอดไฟที่เปิดมีผลต่อแสงภายในห้องเรียนภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 โดยเปิดไฟทั้งหมด 6 ดวง จะทำให้ความเข้มของแสงเพิ่มมากขึ้น

ตารางที่ 55 แสดงจำนวนของหลอดไฟที่เปิดที่มีผลต่อแสงภายในห้องเรียนภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554

จำนวนหลอดไฟที่เปิด	n	ค่าเฉลี่ยของแสง (ลักซ์) $\bar{X} \pm SD$
2	141	376.1 <sup>a</sup> ±89.4
4	873	387.7 <sup>b</sup> ±98.4
6	1,971	390.7 <sup>b</sup> ±91.8

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน ( column) แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (  $p < 0.05$ ) เมื่อทดสอบด้วยANOVA และTukey HSD

จากตารางที่ 55 พบว่าจำนวนของหลอดไฟที่เปิดที่มีผลต่อแสงภายในห้องเรียนภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 โดยเปิดไฟทั้งหมด 6 ดวง จะทำให้ความเข้มของแสงเพิ่มมากขึ้น

## 5.2 ปัจจัยอื่นที่มีผลต่อการระบายอากาศ

### 5.2.1 ตำแหน่งในห้องเรียนที่มีผลต่อการระบายอากาศ

ตารางที่ 56 แสดงผลของตำแหน่งของกลุ่มจุดเก็บตัวอย่างในห้องเรียนไม่มีผลต่อการระบายอากาศ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553

ตำแหน่งของกลุ่มจุดเก็บตัวอย่างในห้องเรียน	n	การระบายอากาศ (เมตร <sup>3</sup> /ชั่วโมง/เมตร <sup>2</sup> ) $\bar{X} \pm SD$
ใกล้ประตู	280	3.68±0.7
ไม่ใกล้ประตูและหน้าต่าง	392	3.70±0.7
ใกล้หน้าต่าง	336	3.72±0.8

หมายเหตุ : พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) เมื่อทดสอบด้วย ANOVA และTukey HSD

จากตารางที่ 56 พบว่าตำแหน่งของกลุ่มจุดเก็บตัวอย่างในห้องเรียนไม่มีผลต่อการระบายอากาศภายในห้องเรียน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553

ตารางที่ 57 แสดงผลของตำแหน่งของกลุ่มจุดเก็บตัวอย่างในห้องเรียนที่มีผลต่อการระบายอากาศ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554

ตำแหน่งของกลุ่มจุดเก็บตัวอย่างในห้องเรียน	n	การระบายอากาศ (เมตร <sup>3</sup> /ชั่วโมง/เมตร <sup>2</sup> ) $\bar{X} \pm SD$
ใกล้ประตู	320	3.97 <sup>a</sup> ±0.3
ไม่ใกล้ประตูและหน้าต่าง	448	4.05 <sup>b</sup> ±0.3
ใกล้หน้าต่าง	387	4.07 <sup>b</sup> ±0.3

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน(column) แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) เมื่อทดสอบด้วยANOVA และTukey HSD

จากตารางที่ 57 พบว่าตำแหน่งของกลุ่มจุดเก็บตัวอย่างในห้องเรียนที่มีผลต่อการระบายอากาศภายในห้องเรียน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 โดยตำแหน่งที่มีการระบายอากาศสูงสุด คือ บริเวณใกล้หน้าต่าง การระบายอากาศมีค่าเฉลี่ย 4.0 เมตร<sup>3</sup>/ชั่วโมง/เมตร<sup>2</sup> ตำแหน่งที่มีการระบายอากาศต่ำสุด คือ บริเวณใกล้ประตู การระบายอากาศมีค่าเฉลี่ย 3.9 เมตร<sup>3</sup>/ชั่วโมง/เมตร<sup>2</sup>

ตารางที่ 58 แสดงผลของตำแหน่งของกลุ่มจุดเก็บตัวอย่างในห้องเรียนไม่มีผลต่อการระบายอากาศ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554

ตำแหน่งของกลุ่มจุดเก็บตัวอย่างในห้องเรียน	n	การระบายอากาศ (เมตร <sup>3</sup> /ชั่วโมง/เมตร <sup>2</sup> ) $\bar{X} \pm SD$
ใกล้ประตู	600	3.84±0.7
ใกล้หน้าต่าง	840	3.89±0.7
ไม่ใกล้ประตูและหน้าต่าง	720	3.91±0.8

หมายเหตุ : พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) เมื่อทดสอบด้วย ANOVA และTukey HSD

จากตารางที่ 58 พบว่าตำแหน่งของกลุ่มจุดเก็บตัวอย่างในห้องเรียนไม่มีผลต่อการระบายอากาศภายในห้องเรียน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554

### 5.2.2 จำนวนพัดลมที่เปิดที่มีผลต่อการระบายอากาศ

1) ผลของจำนวนพัดลมที่เปิดที่มีผลต่อการระบายอากาศ เมื่อห้องเรียนส่วนใหญ่เปิดหน้าต่าง 42 : 33 : 12 : 10 : % เปิดหน้าต่างครบทุกบาน แสดงดังตารางที่ 59

ตารางที่ 59 แสดงผลของจำนวนพัดลมที่เปิดที่มีผลต่อการระบายอากาศ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553

จำนวนพัดลมที่เปิด	n	การระบายอากาศ (เมตร <sup>3</sup> /ชั่วโมง/เมตร <sup>2</sup> ) $\bar{X} \pm SD$
0	60	2.83 <sup>a</sup> ±1.0
1	583	3.58 <sup>b</sup> ±0.8
2	365	4.04 <sup>c</sup> ±0.5

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในกลุ่มนี้เดียวกัน(column) แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (  $p < 0.05$ ) เมื่อทดสอบด้วยANOVA และTukey HSD

จากตารางที่ 59 พบว่าจำนวนพัดลมที่เปิดมีผลต่อการระบายอากาศ โดยจำนวนพัดลมที่เปิดเพิ่มขึ้น ทำให้การระบายอากาศเพิ่มขึ้น ตามลำดับ

2) ผลของจำนวนพัดลมที่เปิดที่มีผลต่อการระบายอากาศ เมื่อห้องเรียนส่วนใหญ่เปิดหน้าต่าง 72 : 18 : 7 : 2 : 1 เปิดหน้าต่างครบทุกบาน แสดงดังตารางที่ 60

ตารางที่ 60 แสดงผลของจำนวนพัดลมที่เปิดไม่มีผลต่อการระบายอากาศ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554

จำนวนพัดลมที่เปิด	n	การระบายอากาศ (เมตร <sup>3</sup> /ชั่วโมง/เมตร <sup>2</sup> ) $\bar{X} \pm SD$
0	1,068	4.04±0.2
1	60	4.06±0.3
2	24	4.09±0.4

หมายเหตุ : พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) เมื่อทดสอบด้วย ANOVA และTukey HSD

จากตารางที่ 60 พบว่าจำนวนพัดลมที่เปิดไม่มีผลต่อการระบายอากาศภายในห้องเรียน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554

3) ผลของจำนวนพัดลมที่เปิดที่มีผลต่อการระบายอากาศ เมื่อห้องเรียนส่วนใหญ่เปิดหน้าต่าง 54 : 29 : 8 : 7 : 2 เปิดหน้าต่างครบทุกบาน แสดงดังตารางที่ 61

ตารางที่ 61 แสดงผลของจำนวนพัดลมที่เปิดที่มีผลต่อการระบายอากาศ ตลอดช่วงเวลาที่ศึกษา (ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554)

จำนวนพัดลมที่เปิด	n	การระบายอากาศ (เมตร <sup>3</sup> /ชั่วโมง/เมตร <sup>2</sup> ) $\bar{X} \pm SD$
0	588	3.62 <sup>a</sup> ±0.7
1	60	3.98 <sup>b</sup> ±0.4
2	1,512	3.98 <sup>b</sup> ±0.5

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน(column) แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (  $p < 0.05$ ) เมื่อทดสอบด้วยANOVA และTukey HSD

จากตารางที่ 61 พบว่าจำนวนพัดลมที่เปิดมีผลต่อการระบายอากาศภายในห้องเรียน ตลอดช่วงเวลาที่ศึกษา (ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 ) จำนวนพัดลมที่ไม่เปิดเลย มีค่า 3.62 เมตร<sup>3</sup>/ชั่วโมง/เมตร<sup>2</sup> จำนวนพัดลมที่เปิด 1 ตัว และเปิด 2 ตัว มีค่า 3.98 เมตร<sup>3</sup>/ชั่วโมง/เมตร<sup>2</sup>

### 5.2.3 จำนวนของหน้าต่างที่เปิดที่มีผลต่อการระบายอากาศ

1) ผลของจำนวนหน้าต่างที่เปิดที่มีผลต่อการระบายอากาศเมื่อจำนวนห้องเรียนที่เปิดพัดลม 2 ตัว : 1 ตัว : 0 ตัว มีค่าเป็น 36 : 58 : 6 แสดงดังตารางที่ 62

ตารางที่ 62 แสดงผลของจำนวนหน้าต่างที่เปิดที่มีผลต่อการระบายอากาศ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553

จำนวนหน้าต่างที่เปิด (%)	n	ค่าเฉลี่ยของการระบายอากาศ (เมตร <sup>3</sup> /ชั่วโมง/เมตร <sup>2</sup> )	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
60.0	30	2.85 <sup>a</sup>	0.9
77.7	119	3.30 <sup>b</sup>	0.6
80.0	426	3.62 <sup>c</sup>	0.7
88.8	96	3.70 <sup>c</sup>	0.7
100.0	336	4.02 <sup>d</sup>	0.8

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในกลุ่มนี้เดียวกัน(column) แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) เมื่อทดสอบด้วยANOVA และTukey HSD

จากตารางที่ 62 พบว่าจำนวนหน้าต่างที่เปิดที่มีผลต่อการระบายอากาศ หากเปิดหน้าต่าง 100.00 % จะทำให้การระบายอากาศได้ตามมาตรฐาน

2) ผลของจำนวนหน้าต่างที่เปิดที่มีผลต่อการระบายอากาศเมื่อจำนวนห้องเรียนที่เปิดพัฒนา 2 ตัว : 1 ตัว : 0 ตัว มีค่าเป็น 93 : 5 : 2 แสดงดังตารางที่ 63

ตารางที่ 63 แสดงผลของจำนวนหน้าต่างที่เปิดที่มีผลต่อการระบายอากาศ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554

จำนวนหน้าต่างที่เปิด (%)	n	ค่าเฉลี่ยของการระบายอากาศ (เมตร <sup>3</sup> /ชั่วโมง/เมตร <sup>2</sup> )	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
60.0	6	3.65 <sup>a</sup>	0.2
77.7	24	3.82 <sup>a,b</sup>	0.3
80.0	210	3.91 <sup>b,c</sup>	0.3
88.8	78	3.93 <sup>b,c</sup>	0.2
100.0	834	4.09 <sup>c</sup>	0.3

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน(column) แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) เมื่อทดสอบด้วยANOVA และTukey HSD

จากตารางที่ 63 พบว่าจำนวนหน้าต่างที่เปิดมีผลต่อการระบายอากาศ หากเปิดหน้าต่าง 100.00 % จะทำให้การระบายอากาศได้ตามมาตรฐาน

3) ผลของจำนวนหน้าต่างที่เปิดที่มีผลต่อการระบายอากาศเมื่อจำนวนห้องเรียนที่เปิดพัฒนา 2 ตัว : 1 ตัว : 0 ตัว มีค่าเป็น 70 : 27 : 3 แสดงดังตารางที่ 63

ตารางที่ 64 แสดงผลของจำนวนหน้าต่างที่เปิดที่มีผลต่อการระบายอากาศ ตลอดช่วงเวลาที่ศึกษา (ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554)

จำนวนหน้าต่างที่เปิด (%)	n	ค่าเฉลี่ยของการระบายอากาศ (เมตร <sup>3</sup> /ชั่วโมง/เมตร <sup>2</sup> )	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
60.0	36	2.98 <sup>a</sup>	0.9
77.7	143	3.39 <sup>b</sup>	0.6
80.0	636	3.72 <sup>c</sup>	0.5
88.8	174	3.80 <sup>c</sup>	0.5
100.0	1,170	4.07 <sup>d</sup>	0.5

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน(column) แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (  $p < 0.05$ ) เมื่อทดสอบด้วยANOVA และTukey HSD

จากตารางที่ 64 พบว่าจำนวนหน้าต่างที่เปิดมีผลต่อการระบายอากาศ หากเปิดหน้าต่าง 100.00 % จะทำให้การระบายอากาศได้ตามมาตรฐาน

## บทที่ 5

### สรุป อภิปรายผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ

#### 1 สรุปผลการวิจัย

##### 1.1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553

การสำรวจสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนของโรงเรียนวัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์) ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 พบว่าโดยรวมส่วนใหญ่ได้ตามมาตรฐาน ได้แก่ ความเข้มของแสง WBGT อุณหภูมิห้อง และความชื้นสัมพัทธ์ที่มีค่าเฉลี่ยและค่า SD เป็น  $395.9 \pm 87$  ลักซ์  $24.6 \pm 2.5^\circ \text{C}$   $28.3 \pm 2^\circ \text{C}$  และ  $66.6 \pm 8.0\%$

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อ สภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน คือ ช่วงเวลาในแต่ละวันและทิศทางการวางตัวของอาคาร โดยในช่วงเช้ามีความเข้มของแสงและความชื้นสัมพัทธ์มากกว่าในช่วงบ่าย ส่วนค่า WBGT และอุณหภูมิห้องในช่วงเช้ามืดน้อยกว่าในช่วงบ่าย อีกทั้งพบว่าความเข้มของแสงในห้องเรียนที่อยู่ทางทิศตะวันตกจะมีค่ามากกว่าห้องเรียนที่อยู่ทางทิศตะวันออก

การศึกษาความสัมพันธ์ของสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนของโรงเรียน วัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์) ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 พบว่าพารามิเตอร์ที่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 มี 2 คู่ ได้แก่ แสงกับเสียงและอุณหภูมิห้องกับการระบายอากาศ ส่วนที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 มี 6 คู่ ได้แก่ แสงกับ WBGT แสงกับอุณหภูมิห้อง WBGT กับอุณหภูมิห้อง WBGTกับการระบายอากาศ อุณหภูมิห้องกับความชื้นสัมพัทธ์ การระบายอากาศกับความชื้นสัมพัทธ์

ปัจจัยอื่นที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน ได้แก่ จำนวนหลอดไฟที่เปิด และจำนวนพัดลมที่เปิด โดยต้องเปิดไฟครบทุกดวงจึงจะทำให้ความเข้มของแสงในห้องเรียนได้ตามมาตรฐาน และต้องเปิดพัดลมทุกตัวจึงจะทำให้การระบายอากาศได้ตามมาตรฐาน

##### 1. 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554

การสำรวจสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนของโรงเรียนวัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 พบว่าโดยส่วนใหญ่ได้ตาม มาตรฐาน โดยความเข้มของแสง WBGT การระบายอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ มีค่าเฉลี่ยและค่า SD เป็น  $386.4 \pm 98$  ลักซ์  $28.3 \pm 1^\circ \text{C}$   $4.0 \pm 0.3$  เมตร<sup>3</sup>/ชม./เมตร<sup>2</sup> และ  $68.2 \pm 9\%$

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อ สภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน คือ ช่วงเวลาในแต่ละวันและทิศทางการวางตัวของอาคาร โดยในช่วงเช้ามีความเข้มของแสงและความชื้นสัมพัทธ์มากกว่าในช่วงบ่าย อีกทั้งพบว่าความเข้มของแสงในห้องเรียนที่อยู่ทางทิศตะวันตกจะมีค่ามากกว่าห้องเรียนที่อยู่ทางทิศตะวันออก

การศึกษาความสัมพันธ์ของสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนของโรงเรียน วัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 พบว่าพารามิเตอร์ที่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 มี 3 คู่ ได้แก่ แสงกับเสียง แสงกับ WBGT และเสียงกับ WBGT ส่วนที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 มี 4 คู่ ได้แก่ แสงกับการระบายอากาศ แสงกับความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิห้องกับการระบายอากาศ และอุณหภูมิห้องกับความชื้นสัมพัทธ์

ปัจจัยอื่นที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน คือ ตำแหน่งของกลุ่มจุดเก็บตัวอย่าง โดยพบว่าบริเวณใกล้หน้าต่างมีความเข้มแสงและการระบายอากาศมากกว่าบริเวณอื่นๆ (บริเวณใกล้ประตูและบริเวณอื่นๆ ที่เหลือ ซึ่งไม่ใกล้หน้าต่างและไม่ใกล้ประตู)

### 1.3 ตลอดช่วงเวลาที่ศึกษา (ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554)

การสำรวจสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนของโรงเรียนวัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์) ตลอดช่วงเวลาที่ศึกษา (ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554) พบว่าโดยรวมส่วนใหญ่ไม่ได้ตาม มาตรฐาน โดยค่าความเข้มของแสง หน้ากระดาน เสียงรบกวน อุณหภูมิห้อง และการระบายอากาศ โดยมีค่าเฉลี่ยและค่า SD เป็น  $271.2 \pm 69.5$  ลักซ์  $62.4 \pm 3.6$   $29.1 \pm 1.3$  °C และ  $3.9 \pm 0.6$  % ตามลำดับ ในขณะที่ค่ามาตรฐานกำหนดค่าเหล่านี้ไว้ตามลำดับดังนี้ 300-500 ลักซ์ 300 ลักซ์ 55 dB(A) 24-28°C และ 20-70 %

ช่วงเวลาในแต่ละวันตลอดช่วงเวลาที่ศึกษา (ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554) มีอิทธิพลต่อความเข้มของแสงทำให้ในช่วงเช้ามีความเข้มของแสงมากกว่าในช่วงบ่าย WBGT ในช่วงบ่ายมากกว่าในช่วงเช้า และความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงเช้ามากกว่าในช่วงบ่าย

ปัจจัยที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน คือ ช่วงเวลาในแต่ละวัน ฤดูกาล และทิศทางการวางตัวของอาคาร โดยในช่วงเช้ามีความเข้มของแสงและความชื้นสัมพัทธ์มากกว่าในช่วงบ่าย ส่วนค่า WBGT ในช่วงบ่ายมากกว่าในช่วงเช้า อีกทั้งพบว่าความเข้มของแสงในฤดูหนาวมีค่ามากกว่าในฤดูฝน ส่วนค่า WBGT อุณหภูมิห้อง การระบายอากาศ และความชื้น

สัมพัทธ์ในฤดูฝนมีค่ามากกว่าในฤดูหนาว นอกจากนี้พบว่าความเข้มของแสงในห้องเรียนที่อยู่ทางทิศตะวันตกจะมีค่ามากกว่าห้องเรียนที่อยู่ทางทิศตะวันออก

การศึกษาความสัมพันธ์ของสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนของ โรงเรียนวัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์) ตลอดช่วงเวลาที่ศึกษา (ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554) พบว่ามีพารามิเตอร์ที่มีความสัมพันธ์กันสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 มี 1 คู่ ได้แก่ แสงกับ WBGT ส่วนที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 มี 7 คู่ ได้แก่ แสงกับเสียง แสงกับการระบายอากาศ แสงกับความชื้นสัมพัทธ์ เสียงกับ WBGT เสียงกับอุณหภูมิห้อง WBGT กับอุณหภูมิห้อง อุณหภูมิห้องกับความชื้นสัมพัทธ์

การศึกษาพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อความเข้มของแสงขึ้นอยู่กับจำนวนหลอดไฟที่เปิด และตำแหน่งของกลุ่มจุดเก็บในห้องเรียน โดยความเข้มของแสงในห้องเรียนจะได้ตามมาตรฐานต้องเปิดไฟให้ครบทุกดวง นอกจากนี้จากการศึกษาพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่าการระบายอากาศขึ้นอยู่กับจำนวนพัดลมที่เปิด จำนวนหน้าต่างที่เปิด และตำแหน่งของกลุ่มจุดเก็บในห้องเรียน โดยค่าการระบายอากาศจะได้ตามมาตรฐานต้องเปิดพัดลมครบทุกตัว ( 2 ตัว) และเปิดหน้าต่างครบทุกบาน (100 %)

## 2. อภิปรายผล

ผลการศึกษาในอดีตเรื่องความเข้มของแสงในห้องเรียนส่วนใหญ่พบว่าไม่ได้ตามมาตรฐาน ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนของ โรงเรียนวัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์) ตลอดช่วงเวลาที่ศึกษา (ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554) เป็นไปตามมาตรฐาน ซึ่งผลการศึกษารั้งนี้สอดคล้องกับ Wong and Jan (2003) ที่ประเมิน ประสิทธิภาพในห้องเรียนของโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งใน ประเทศสิงคโปร์ ช่วงเดือนสิงหาคม โดยทำการเก็บตัวอย่างจากห้องเรียน 6 ห้องเรียนจากทั้งหมด 36 ห้องเรียน ทำการศึกษาในช่วงเวลาที่มีการเรียนการสอนของโรงเรียน พบว่าเป็นไปตามมาตรฐาน จากการศึกษาของสุวิสิษฐ์ ( 2544) ที่ศึกษาระดับเสียงรบกวนในห้องเรียน 4 โรงเรียน ในเขตเทศบาลนครขอนแก่น พบว่าค่าเฉลี่ยเสียงรบกวนใน 1 ชั่วโมง มีค่าเป็น 62.4 – 74.5 dB (A) ซึ่งใกล้เคียงกับผลการวิจัยครั้งนี้ที่ศึกษาใน โรงเรียนวัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์) ที่พบว่าระดับเสียงรบกวนเฉลี่ยมีค่าเป็น 62.4±3.6 dB (A) ซึ่งเกินกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดว่าภายในห้องเรียนที่เปิดหน้าต่าง ควรมียกระดับเสียงรบกวนไม่เกิน 55 dB (A) (Huang , 2005) ค่าความแตกต่างของเสียงขณะมีการเรียนการสอนจากเสียงรบกวนมีค่าเป็น 12.4 dB (A) แต่ Prakash et al. (2011) อ้างว่า American Speech-Language-Hearing Association แนะนำว่า signal-to-noise ratio ในห้องเรียนควร

มีค่าอย่างน้อย 15 dB (A) แต่สภาพห้องเรียนดังกล่าวเป็นห้องเรียนที่ใช้เครื่องปรับอากาศ ซึ่งปิดประตูและหน้าต่างจึงแตกต่างจากสภาพห้องเรียนในการวิจัยครั้งนี้ อย่างไรก็ตาม Apte et al. (2005) การที่จะสามารถได้ยินเสียงพูดชัดเจนต้องมีค่าสูงกว่าระดับเสียงรบกวนประมาณ 10 dB (A) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้

นอกจากยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมในห้องเรียนของ โรงเรียนวัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์) ได้แก่ ช่วงเวลาในแต่ละวัน ฤดูกาล และทิศทางการวางตัวของอาคาร ช่วงเวลาในแต่ละวันมีอิทธิพลต่อความเข้มของแสงทำให้ในช่วงบ่ายมีความเข้มของแสงและ WBGT มากกว่าในช่วงเช้า ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงบ่ายน้อยกว่าในช่วงเช้า ความเข้มของแสงในห้องเรียนช่วงบ่ายมีค่ามากกว่าในช่วงเช้า ส่วนในช่วงบ่ายมีการสะสมความร้อนที่เพิ่มขึ้นจึงทำให้ค่า WBGT และอุณหภูมิห้องมีค่าเพิ่มขึ้นกว่าช่วงเช้า ในช่วงบ่ายมีการสะสมความร้อนมาตั้งแต่ช่วงเช้าจึงทำให้อุณหภูมิสูงกว่า

ฤดูกาลตลอดช่วงเวลาที่ศึกษา (ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554) มีอิทธิพลให้ในฤดูหนาวมีความเข้มของแสงมากกว่าในฤดูฝน ส่วน WBGT อุณหภูมิห้อง การระบายอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์ในฤดูฝนมีค่ามากกว่าในฤดูหนาว เนื่องจากจากในฤดูฝนจะมีปริมาณไอน้ำในอากาศมากจึงทำให้ WBGT อุณหภูมิห้อง และความชื้นสัมพัทธ์มีค่ามากขึ้นด้วย

ทิศทางการวางตัวของอาคารตลอดช่วงเวลาที่ศึกษา (ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554) มีอิทธิพลต่อความเข้มของแสงโดยห้องเรียนที่อยู่ตะวันตกมีความเข้มของแสงมากกว่าห้องเรียนที่อยู่ทางทิศตะวันออก เนื่องจากอาคารทางทิศตะวันตกได้รับแสงแดดทั้งด้านหน้าและด้านข้างอาคารตลอดทั้งวัน ส่วนอาคารทางทิศตะวันออกจะได้รับแสงเพียงด้านเดียวเท่านั้น

ปัจจัยอื่นที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนที่ทำการศึกษา ได้แก่ จำนวน หลอดไฟที่เปิด จำนวนพัดลมที่เปิด จำนวนหน้าต่างที่เปิด และตำแหน่งของกลุ่มจุดเก็บตัวอย่างในห้องเรียน โดยความเข้มของแสงในห้องเรียนจะได้ตามมาตรฐานก็ต่อเมื่อเปิดไฟครบทุกดวงและเปิดหน้าต่าง 100 % เนื่องจากจะช่วยให้ความเข้มของแสงที่ผ่านเข้ามาทางหน้าต่างรวมกับความเข้มของแสงจากหลอดไฟได้ระดับความเข้มของแสงที่ได้ตามมาตรฐาน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ทางสถิติที่พบว่าบริเวณที่ใกล้หน้าต่างมีความเข้มของแสงมากกว่าบริเวณอื่น (บริเวณใกล้ประตู และบริเวณอื่น ๆ ที่เหลือในห้องเรียน)

การระบายอากาศในห้องเรียนจะได้ตามมาตรฐานต้องเปิดหน้าต่าง 100% และเปิดพัดลมครบทุกตัว (2 ตัว/ห้องเรียน) เนื่องจากจะช่วยให้การระบายอากาศได้ดีขึ้นซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ทางสถิติที่พบว่าบริเวณที่ใกล้กับหน้าต่างที่มีการระบายอากาศมากกว่าบริเวณอื่น ๆ (บริเวณใกล้ประตูและบริเวณอื่น ๆ ที่เหลือในห้องเรียน)

นอกจากนี้การศึกษาความสัมพันธ์ของสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนของ โรงเรียนวัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปถัมภ์) ตลอดช่วงเวลาที่ศึกษา (ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554) พบว่ามีพารามิเตอร์ที่มีความสัมพันธ์กันสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 มี 1 คู่ ได้แก่ แสงกับ WBGT ส่วนที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 มี 7 คู่ ได้แก่ แสงกับเสียง แสงกับการระบายอากาศ แสงกับความชื้นสัมพัทธ์ เสียงกับ WBGT เสียงกับอุณหภูมิห้อง WBGT กับอุณหภูมิห้อง อุณหภูมิห้องกับความชื้นสัมพัทธ์ เนื่องจากสภาพในห้องเรียนจะมีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งออกมากับการหายใจออกจึงทำให้อุณหภูมิภายในห้องสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกห้องซึ่งเป็นที่โล่งและมีต้นไม้ จึงทำให้เกิดการระบายอากาศจากภายนอกห้องเรียนที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าเข้ามาภายในห้องเรียนที่มีอุณหภูมิสูงกว่าจึงพัดพาเอาไอน้ำจากภายนอกห้องเรียนที่มีมากกว่าเข้ามาภายในห้องเรียน ส่วนแสงกับความชื้นสัมพัทธ์พบว่าแปรผันตามกัน อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาต่อเนื่องในช่วงระยะเวลาที่ยาวนานขึ้นเพื่อให้สามารถสังเกตความสัมพันธ์ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

### 3 ข้อเสนอแนะ

#### 3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

3.1.1 เพื่อความเข้มของแสงในห้องเรียนเพิ่มมากขึ้น ควรเปิดไฟฟ้าอย่างน้อย 2 ดวง และเปิดหน้าต่างให้ครบทุกบาน เพื่อการระบายอากาศที่ดีขึ้น

3.1.2 ควรมีปรับปรุงพฤติกรรมการสอนไม่จำเป็นต้องออกเสียงดังพร้อมกันทั้งห้องเพราะจะทำให้เป็นแหล่งกำเนิดเสียงรบกวน แต่ต้องปรับเปลี่ยนโดยอาจจะแบ่งเป็นกลุ่มย่อยและหมุนเวียนกันอ่านหรืออาจสุ่มให้ผู้เรียนแบ่งกันอ่านแต่ละส่วนเป็นรายบุคคล ซึ่งการปรับเปลี่ยนดังกล่าวจะช่วยให้เสียงรบกวนลดลง และช่วยให้ผู้สอนสามารถตรวจสอบความถูกต้องของผู้เรียนได้ชัดเจนขึ้น

3.1.3 ควรมีการปรับปรุงพฤติกรรมโดยการเปิดพัดลมและเปิดหน้าต่างให้ครบทุกบานเปิดพัดลมทุกตัว (2 ตัว/ห้องเรียน) ในภาคเรียนที่ 2 การศึกษา 2553 เพื่อการระบายอากาศที่ดีขึ้น

3.1.4 อุณหภูมิห้องสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่แนะนำ ควรปรับปรุงแก้ไขโดยการเพิ่มระบายอากาศ เช่น การเพิ่มจำนวนพัดลมโดยเฉพาะอย่างยิ่งในสภาพอากาศที่ร้อนอบอ้าว ควรเปิดพัดลมเพิ่มมากกว่า 2 ตัว/ห้องเรียน ในการติดตั้งพัดลมเพิ่มควรติดตั้งผนังหรือเสาภายในห้องเรียน รวมทั้งเป็นพัดลมที่หมุนได้รอบด้านเพื่อให้อากาศมีการไหลเวียน

### 3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

3.2.1 ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในโรงเรียนระดับชั้นอื่น ๆ ด้วย เนื่องจากโรงเรียนแต่ละระดับชั้นมีความแตกต่างกันในด้านต่างๆ เช่น ภูมิอากาศ และปัจจัยทางด้านอื่นๆ

3.2.2 ควรมีการศึกษาในโรงเรียนที่มีขนาดต่างๆกันเพื่อพัฒนางานวิจัยให้เกิดประโยชน์แก่ผู้ศึกษา หากสามารถทำการวิจัยได้อย่างต่อเนื่อง ก็น่าจะช่วยอธิบายความสัมพันธ์ของสภาพแวดล้อมดังกล่าวได้ดีขึ้น

### บรรณานุกรม

- กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2550. คู่มือวัดเสียงรบกวน. ส่วนมลพิษทางเสียงและความสั่นสะเทือน. สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง .กรุงเทพฯ.
- กระทรวงแรงงาน. 2553. กฎหมาย. กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ. 2549. แหล่งที่มา : [http://www.labour.go.th/law/doc/safety\\_hot\\_2549.pdf](http://www.labour.go.th/law/doc/safety_hot_2549.pdf) , 1 ธันวาคม พ.ศ. 2553.
- กระทรวงมหาดไทย. 2553. สำนักกฎหมาย. กฎกระทรวง ฉบับที่ 39 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522. แหล่งที่มา : [http://www.dpt.go.th/wan/lawdpt/data/02/111\\_23\\_230637\\_15.pdf](http://www.dpt.go.th/wan/lawdpt/data/02/111_23_230637_15.pdf), 8 ธันวาคม พ.ศ. 2553.
- กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน กระทรวงแรงงาน. 2549. แนวปฏิบัติตามกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง . สถาบันความปลอดภัยในการทำงาน กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน กระทรวงแรงงาน , กรุงเทพฯ.
- กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. 2553. ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity). แหล่งที่มา: <http://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=56> , 23 พฤศจิกายน พ.ศ. 2553.
- กัลยา จันทร์ประภาพ . 2538 . สภาพแวดล้อมและปัญหาของครูในการใช้หนังสือประกอบการจัดประสบการณ์สำหรับเด็กอนุบาลในโรงเรียนเขตกรุงเทพมหานคร . วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กฎกระทรวง.กำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ. 2549.(6 มีนาคม 2549). ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 123 ตอนที่ 23 ก หน้าที่ 13-19 .

- จารุณี เข้มพิลา. 2549. การหาสภาวะที่เหมาะสมของระบบระบายอากาศของอาคารผนังสองชั้น โดยเทคนิคคำนวณพลศาสตร์ของไหล . วิทยานิพนธ์ปริญญาโท , มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- น้ำผึ้ง สายหงส์. 2550. แนวทางการออกแบบแสงสว่างในห้องเรียนสี่เหลี่ยม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ปัทมา หงษ์เผือก. 2540 . การศึกษาสภาพแสงสว่างในห้องเรียนของอาคารเรียนรวม ในระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยขอนแก่น . วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยขอนแก่น .
- ปฎิคม พงษ์ประเสริฐ. 2550. การศึกษาการจัดสภาพแวดล้อมและการบริการในโรงเรียนเทศบาลสังกัดเทศบาลเมืองนครนายก .สารนิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ภาณุวัฒน์ จิ่งศรีพิษณุ. 2545. ปริมาณความเข้มของแสงสว่างในห้องเรียนของโรงเรียนในสังกัดเทศบาลนครขอนแก่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- รุจิยา มุสิกะลักษณ์. 2544. การเปรียบเทียบทางเลือกการสร้างสภาวะน่าสบายทางด้านความร้อนในห้องเรียนไม่ปรับอากาศ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วาสนา บัวเขียว. 2548. การศึกษาระดับเสียงบริเวณริมถนนเขตมหาวิทยาลัยนเรศวร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- วิทยา บุญรอด. 2550. ระดับเสียงรบกวนจากพื้นที่ปฏิบัติงาน กรณีศึกษาสาขางานเทคนิคพื้นฐานวิทยาลัยเทคนิคหนองบัวลำภู . วิทยานิพนธ์ปริญญาโท , มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สกุลรัตน์ กมุตมาศ . 2550. การบริหารงานตามแนวคิดเศรษฐกิจพอเพียงของผู้บริหารสถานศึกษา . สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาอุบลราชธานี เขต 3 แหล่งที่มา : [http://www.sakoolrat.com/index.php?option=com\\_content&task=view&id=30&Itemid=41](http://www.sakoolrat.com/index.php?option=com_content&task=view&id=30&Itemid=41), 25 ตุลาคม พ.ศ. 2553.
- สุวิศิษฐ์ ช่างทอง . 2544. ระดับเสียงรบกวนในสภาวะแวดล้อมโรงเรียนในเขตเทศบาลนครขอนแก่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สำนักกฎหมาย กระทรวงมหาดไทย. 2553. กฎกระทรวง ฉบับที่ 39 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522. แหล่งที่มา : [http://www.dpt.go.th/wan/lawdpt/data/02/111\\_23\\_230637\\_15.pdf](http://www.dpt.go.th/wan/lawdpt/data/02/111_23_230637_15.pdf), 8 ธันวาคม พ.ศ. 2553.

อรินทร์ ศักดิ์เจริญชัยกุล. 2547. การศึกษาการใช้ปล่อยรังสีแสงอาทิตย์เพื่อการระบายอากาศแบบ  
เหนี่ยวนำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร  
ลาดกระบัง.

เอมอัชฌา วัฒนบูรานนท์. 2548. ความปลอดภัย .พิมพ์ครั้งที่ 2.โอเดียนสโตร์.โอ.เอส.พรีนติ้ง  
เฮ้าส์. กรุงเทพฯ.

Acoustical Performance Criteria , Design Requirements and Guidelines for Schools (ASA).  
2002. ANSI S12.60-2002. Acoustical Society of America . Melville, NY 11747.  
pp. 4-7.

American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers (ASHRAE). 1996.  
Standard 55-1996: Thermal environmental conditions for human occupancy.  
American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers,  
Atlanta.

Apte, M.G., Michael Spears, Chi-Ming Lai and Derek G. Shendell. 2005. Improving indoor  
environmental quality and energy performance of modular classroom HVAC systems.  
Available Source : <http://etd.lbl.gov/ie/pdf/LBNL-57277.pdf>, 26 March 2011.

Huang, ZY. 2005. The study of the physical indoor environment for primary school classrooms in  
Kaohaiung, Taiwan. M.S.thesis, Graduate Institute of Architecture, National Cheng  
Kung University, Taiwan.

Illumination Engineering Society (IES). 1983. **The Lighting Handbok**. Illumination  
Engineering Society, New York, NY .10005-4001.

Khedari, Joseph., Nuparb Yamtraipat. Naris Pratintong and Jongjit Hirunlabh . 2000.  
Thailand ventilation comfort chart. **Energy and Buildings**, 32 : 245–249.

Page Larry and Page Rank . 2553. โรงเรียนวัดหนองปลาไหล (ปานพลอุปกัมภ์) . แหล่งที่มา:  
<http://maps.google.co.th/maps?hl=th&tab=w1> , 10 พฤศจิกายน พ.ศ. 2553.

Parkash, SGR., Rangasayee R and Jeethendra P. 2011. Low cost assistive noise level indicator for  
facilitating the learning environment of school going children with hearing disability  
in inclusive educational setup. **Indian Journal of Science and Technology**., 4 (11),  
1495-1504.

- Rachel, B., Itamar Goldberger and Monica Paciuk. 2007. Improving energy performance of school buildings while ensuring indoor air quality ventilation. **Building and Environment** . 42 : 3261-3276.
- Wang, Zhaojun., Lin Zhang, Jianing Zhao and Yanan He. 2010. Thermal comfort for naturally ventilated residential buildings in Harbin. **Energy and Buildings** 42 : 2406-2415.
- Wong, Nyuk Hien and Jan WyLeng Seow. 2003. Total building performance evaluation of academic institution in Singapore. **Building and Environment** 38 :161 – 176.
- World Health Organization (WHO). 1999. Executive Summary, pp. vii - xviii. In Berglund Birgitty, Lindvall Thomas and Schwela Dietrich H., eds. **Guidelines for Community noise**. World Health Organization, Geneva.

