ผลของการจัดสิ่งแวดล้อมเพื่อการเยียวยาต่อการลดระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในแผนกผู้ป่วยนอกเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิต : กรณีศึกษาห้องฉีดยาทำแผลห้องตรวจแพทย์ จุดซักประวัติโรคติดต่อเรื้อรัง จุดคัดกรอง และจุดซักประวัติทั่วไปโรงพยาบาลแม่สาย

Effects of Healing Environment Management on Carbon Dioxide Reduction in Outpatient Department : Case Study in Treatment room, Physical Examination room, Chronic Disease screening point, Screening point and Vital sign screening point.

ปรเมศวร์ ขัติยะ
Paramate Khattiya
มานะ คงอ่ำ
Mana Khongam
โกศล จึงเสถียรทรัพย์
Koson Chuengsatiansup
พุทธชาติ แผนสมบุญ
Phutthachat Phaensomboon

Received : May 10, 2019
Revised : May 29, 2019
Accepted : June 30, 2019

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการศึกษาผลของการจัดสิ่งแวดล้อมเพื่อการเยียวยาต่อการลดระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2) ในแผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลแม่สาย จำนวน 5 พื้นที่ ได้แก่ ห้องฉีดยาทำแผล ห้องตรวจแพทย์ จุดซักประวัติโรคติดต่อเรื้อรัง จุดคัดกรอง และ จุดซักประวัติทั่วไป โดยวัดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ภายในอาคาร แต่ละพื้นที่วัดห่างกันทุก 5 นาที ระยะเวลาห่างจากจุดเดียวกัน 30 นาที จำนวน 11 รอบซ้ำ ด้วยเครื่องมือชนิด non-dispersive infrared analyzer ที่อ่านค่าได้เลยในทันที จำนวน 1 เครื่อง ค่าที่ได้นำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของ ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) ที่กำหนดให้ภายในอาคารที่มีผู้ใช้งานควรมีระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไม่เกิน 1,000 ppm ผลการศึกษา พบว่า การจัดสิ่งแวดล้อมเพื่อการเยียวยา มีความแตกต่างของระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในทุก ๆ จุดที่วัดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 (ค่าความเชื่อมั่น = 95 %) และเมื่อทำการเปรียบเทียบผลการประเมินข้อมูลทางสุขภาพประสบการณ์ที่เคยเกิดปัญหาอาการ ต่าง ๆ ก่อน-หลัง การปรับสิ่งแวดล้อมเพื่อการเยียวยาในพื้นที่ ที่ทำการทดลองของเจ้าหน้าที่ จำนวน 33 ราย พบว่า อาการระคายเคืองตา ปวดศีรษะ และมึนงง ลดลงอย่างมีนัยสำคัญคือ .024, .003 และ .046 ที่ระดับสถิติ .05 ตามลำดับ ส่งผลให้มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น

คำสำคัญ : การจัดสิ่งแวดล้อมเพื่อการเยียวยา, ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2) , แผนกผู้ป่วยนอก

Abstract

This study investigated the Effects of Healing Environment Management on Carbon Dioxide concentration Reduction of Out Patient Department in the Mae Sai Hospital. Five area were selected from the Out Patient buildings. Carbon dioxide concentrations were monitored every 5 min the room during the service time using 1 non-dispersive infrared analyzers which are a direct-reading type in order to compare with the ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) standard of 1,000 ppm. The study found that Healing Environment Management setting in five area had significance difference ($p<.05$) of carbon dioxide concentration and Health Assessment of 33 staffs found that Eyes irritation, headaches and numbness was significantly decreased .024, .003 and .046 ($p<.05$).

Keywords: Healing Environment, Co2, Out patient Department

บทนำ

โรงพยาบาลถือเป็นโครงสร้างพื้นฐานหลักที่สำคัญของชุมชน เป็นสถานที่ให้บริการตรวจรักษา บำบัด และฟื้นฟู ผู้มีปัญหาสุขภาพให้กลับมาแข็งแรง และดำรงชีวิตอย่างมีความสุข การศึกษาคุณภาพอากาศภายในอาคารโรงพยาบาล จึงเป็นแนวทางสำคัญหนึ่งที่ช่วยยกระดับมาตรฐานการจัดการสิ่งแวดล้อมของโรงพยาบาล และคุณภาพชีวิตของผู้รับบริการให้ดียิ่งขึ้น การศึกษาและจัดการคุณภาพอากาศภายในอาคารของโรงพยาบาลให้เกิดประสิทธิภาพจึงจำเป็นต้องเข้าใจถึงลักษณะและความแตกต่างของกิจกรรมที่เกิดขึ้นในแต่ละพื้นที่ แผนกผู้ป่วยนอก (Out Patient Department : OPD) เป็นส่วนที่ดำเนินการตรวจรักษา ให้คำปรึกษา และติดตามอาการโรค จึงมีประชาชนมารับบริการเป็นจำนวนมากทุกวัน (กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง, 2555)

ตึกผู้ป่วยนอก-อุบัติเหตุ โรงพยาบาลแม่สาย เป็นอาคารสูง 5 ชั้น มีการออกแบบอาคารแบบระบบปิด โดยใช้เครื่องปรับอากาศในการควบคุมสภาพอากาศภายในอาคาร ซึ่งแผนกผู้ป่วยนอกโรงพยาบาลแม่สาย ตั้งอยู่ชั้นหนึ่งของอาคาร โดยลักษณะของอาคารจะมีโถงรอคอยอยู่ตรงกลางห้องแวดล้อมไปด้วยห้องหรือแผนกต่างๆ และมีกิจกรรมให้บริการอยู่ตลอดเวลา ตั้งแต่ 07.00 น. -16.00 น. ตำแหน่งของห้องตรวจโรค จุดซักประวัติและห้องฉีดยาทำแผล เป็นห้องที่ตำแหน่งตั้งอยู่กลางอาคาร ไม่มีหน้าต่างหรือช่องระบายอากาศที่เปิดสู่สิ่งแวดล้อมภายนอก ร่วมกับปริมาณผู้รับบริการที่มากในแต่ละวัน จากข้อมูลของงานสารสนเทศ โรงพยาบาลแม่สาย พบว่าอัตราการใช้บริการเฉลี่ยในแผนกผู้ป่วยนอก ปี 2559-2560 มีจำนวน 638 ราย และ 644 รายตามลำดับ จำนวนผู้ใช้อาคารมีผลกับคุณภาพอากาศภายในอาคาร เนื่องจากกระบวนการเผาผลาญพลังงานของสิ่งมีชีวิตจะได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2) และไอน้ำเป็นผลลัพธ์ออกมา หากมีจำนวนผู้ใช้อาคารหนาแน่น เมื่อเทียบกับขนาดพื้นที่และความสามารถในการรองรับของระบบระบายอากาศ จะส่งผลให้เกิดการสะสมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2) (สร้อยสุดา เกสรทอง, 2549)

จากการเก็บข้อมูลของงานอาชีวอนามัยโรงพยาบาลแม่สาย ปี 2559-2560 พบว่า แผนกผู้ป่วยนอกมีระดับ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2) อยู่ที่ 1,015 ppm และ 984 ppm ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าคุณภาพอากาศ ในบางช่วงเวลา ไม่ได้คุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานของ ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) ซึ่งกำหนดไว้ว่า พื้นที่ในอาคารควรมีคุณภาพอากาศไม่เกิน 1,000 ppm ซึ่งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2) เป็นก๊าซไม่มีสี ไม่มีกลิ่น อยู่ในธรรมชาติที่ความเข้มข้นประมาณ 340 ppm เป็นก๊าซที่ใช้หาค่าการระบายอากาศ เนื่องจากถ้าอากาศระบายได้น้อย ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะมีปริมาณสะสมเพิ่มมากกว่ามาตรฐาน ถ้าได้รับปริมาณมาก เช่นเกิน 1,000 ppm เป็นเวลานาน จะรู้สึกปวดศีรษะ เหนื่อยล้า (นภดนัย, 2554) โดยมีการศึกษาวิจัยในประเทศนอรเวย์ที่พบว่าหากนักเรียนได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในความเข้มข้นที่มากกว่า 1,500 ppm จะมีอาการปวดศีรษะ วิงเวียน รู้สึกหนักศีรษะ หมดแรง และไม่มีสมาธิ อันส่งผลต่อประสิทธิภาพการเรียนอย่างมีนัยสำคัญ โดยหากความเข้มข้นเพิ่มขึ้นเป็น 1,500-4,000 ppm พบว่าจะมีอาการระคายคอ จมูก น้ำมูกน้ำตาไหล ไอ ซึ่งเป็นอาการระคายเคืองของระบบทางเดินหายใจส่วนต้น (Myhrvold, A.N., Olsen, E. and Lauridsen, 1996 อ้างใน อริสา กาญจนากระจ่าง และภารดี ช่วยบำรุง, 2560)

การศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการศึกษาในแผนกผู้ป่วยนอก (Out Patient Department : OPD) โดยเน้นในพื้นที่ที่เป็นจุดที่มีผู้มารับบริการและนั่งรอรับบริการเป็นจำนวนมากในแต่ละวัน โดยได้กำหนดไว้ 5 จุดได้แก่ 1) ห้องฉีดยาทำแผล 2) ห้องตรวจแพทย์ 3) จุดซักประวัติโรคติดต่อเรื้อรัง 4) จุดคัดกรอง และ 5) จุดซักประวัติทั่วไป โดยการศึกษาครั้งนี้มีการคำนวณระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อเปรียบเทียบกับค่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ ผลการศึกษาที่ได้จะนำไปเป็นแนวทางในการออกแบบพื้นที่เพื่อควบคุมคุณภาพอากาศในพื้นที่ดังกล่าว ผลการศึกษานี้สามารถใช้เป็นต้นแบบให้กับการศึกษาในพื้นที่อื่นๆ ในลักษณะเดียวกัน อันนำไปสู่การพัฒนาและปรับปรุงประสิทธิภาพการลดระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้มีความเหมาะสม และส่งเสริมคุณภาพชีวิตของผู้ให้และผู้รับบริการที่อยู่ในพื้นที่ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของการจัดสิ่งแวดล้อมเพื่อการเยียวยาต่อการลดระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนได้ออกไซด์ในแผนกผู้ป่วยนอกต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตผู้รับบริการ

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) มุ่งแก้ปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคาร ผ่านการออกแบบพื้นที่ตามแนวคิดสิ่งแวดล้อมเพื่อการเยียวยาเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิต โดยใช้แบบสอบถาม ของสำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม ร่วมกับใช้เครื่องมือวัดคุณภาพอากาศ (IAQ parameter) ที่ใช้วัดระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

1. ผู้ดูแลอาคาร
2. เจ้าหน้าที่ ที่ปฏิบัติงานที่แผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลแม่สาย

กลุ่มตัวอย่าง

1. ผู้ดูแลอาคาร เป็นการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง
2. เจ้าหน้าที่ ที่ปฏิบัติงานที่แผนกผู้ป่วยนอก เป็นการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่แบบสอบถามและเครื่องมือวัดคุณภาพอากาศ ดังนี้

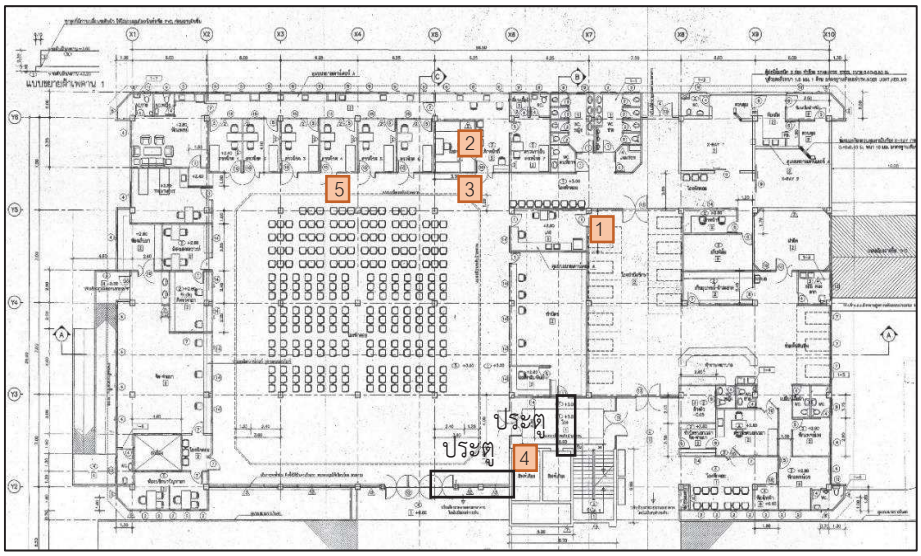
1. แบบสอบถามปัญหาสุขภาพของผู้ที่อยู่ในอาคาร (Sample confidential questionnaire for building occupants) ของสำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม

2. เครื่องวัดคุณภาพอากาศ ใช้เครื่องวัด IAQ-CLAC Indoor Air Quality Meter model 7515 ที่มีช่วงของการวัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0-5,000 ppm มีค่าความถูกต้อง (accuracy) เท่ากับ

±50 ppm เป็นเครื่องมือชนิด Dual-wavelength NDIR (non-dispersive infrared analyzer) ใช้วัดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในอาคาร

3. แบบบันทึกข้อมูลการตรวจวัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2)

การตรวจวัดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ กระทำภายในอาคารแผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลแม่สาย จำนวน 5 จุด ในช่วงเดือนมิถุนายน 2561 และเดือนกันยายน 2561 แต่ละพื้นที่วัดห่างกันทุก 5 นาที ระยะเวลาห่างจากจุดเดียวกัน 30 นาที จำนวน 11 รอบซ้ำ (รูปที่ 1)



ตำแหน่งจุดตรวจวัด

รูปที่ 1 แสดงตำแหน่งจุดตรวจวัดระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2) จำนวน 5 จุด ในแผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลแม่สาย

วิธีการเก็บข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลเป็น 2 ขั้นตอน ดัดแปลงมาจากการตรวจประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคาร สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 การประเมินเบื้องต้น เป็นการตรวจสอบข้อเท็จจริงของปัญหาและลักษณะของสภาพแวดล้อม โดยใช้วิธีการเดินสำรวจสถานที่

ขั้นตอนที่ 2 การปรับปรุงพื้นที่ตามแนวคิดสิ่งแวดล้อมเพื่อการเยียวยา ทั้ง 5 จุด คือ (1) ห้องฉีดยาทำแผล (2) ห้องตรวจแพทย์ (3) จุดซักประวัติโรคติดต่อเรื้อรัง (4) จุดคัดกรอง และ (5) จุดซักประวัติทั่วไป แผนกผู้ป่วยนอก จากนั้นนำเสนอผลการปรับปรุงพื้นที่ที่มีประสิทธิภาพในการลดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1. การเปรียบเทียบหลักเกณฑ์อ้างอิงมาตรฐานของ ASHRAE และการเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก่อน- หลังการปรับสิ่งแวดล้อมเพื่อการเยียวยาโดย ใช้การวิเคราะห์แบบ Non-parametric โดยใช้สถิติ Wilcoxon Signed Ranks Test

ผลการวิจัย

1. จากการสำรวจสภาพพื้นที่และสภาพปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคาร คือระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2) ในพื้นที่ห้องฉีดยาทำแผล ห้องตรวจแพทย์ จุดซักประวัติโรคติดต่อเรื้อรัง จุดคัดกรอง และจุดซักประวัติทั่วไป แผนกผู้ป่วยนอก พบว่า

จากการสำรวจสภาพปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคาร โดยการวัดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2) ในพื้นที่แผนกผู้ป่วยนอกโดยการใช้เครื่องมือ IAQ parameter เพื่อวัดระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ตรวจวัดใน 5 จุด คือ จุดที่1 ห้องฉีดยาทำแผล จุดที่ 2 ห้องตรวจแพทย์ จุดที่ 3 จุดซักประวัติโรคติดต่อเรื้อรัง จุดที่ 4 จุดคัดกรอง และจุดที่ 5 จุดซักประวัติทั่วไป จำนวน 11 รอบซ้ำในช่วงเดือนมิถุนายน 2561 ตั้งแต่เวลา 09.00 น. -15.50 น. พบว่า

(1) จุดที่ 1 ห้องฉีดยาทำแผล

จากการตรวจวัดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ห้องฉีดยาทำแผล ครั้งที่ 1 ในเดือนมิถุนายนโดยเริ่มวัดเมื่อเวลา 09.00 น. ซึ่งขณะนั้น มีเจ้าหน้าที่ ให้บริการและมีผู้รับบริการอยู่แล้วจำนวน 7 ราย มีค่าความเข้มข้นเริ่มต้นที่ 1,420 ppm และเพิ่มขึ้น เป็น 1,500 ppm ภายใน 30 นาที และเพิ่มมากขึ้น สูงสุด 1,818 pm ในเวลา 10.00 น. และค่อยๆ ลดความเข้มข้นลง 1,463, 1,409, 1,350 ppm ตามเวลา 10.30 น., 11.00 น.และ 11.30 น. ตามลำดับ และระดับความเข้มข้นเริ่มสูงขึ้นอีกครั้ง 1,200 ppm ในเวลา 14.00 น. หลังจากนั้น จึงลดลงต่ำกว่า 1,000 ppm อยู่ที่ 850, 800, 730 ppm ในเวลา 14.30 น., 15.00 น. และ 15.30 น. ตามลำดับ

(2) จุดที่ 2 ห้องตรวจแพทย์

จากการตรวจวัดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ห้องตรวจแพทย์ ครั้งที่ 1 ในเดือนมิถุนายน โดยเริ่มวัดเมื่อเวลา 09.05 น. ซึ่งขณะนั้นแพทย์ได้ทำการตรวจผู้ป่วยอยู่ก่อนแล้ว โดยแพทย์และผู้รับบริการ มีจำนวน 4 คน มีค่าความเข้มข้นเริ่มต้นที่ 1,190 ppm และเพิ่มสูงขึ้นเป็น 1,370 ppm ในเวลา 30 นาที และเพิ่มเป็น 1,613, 1,526, 1,290 และ 1,120 ppm ตามลำดับ ในช่วงเวลา 10.05 น., 10.35 น., 11.05 น. และ 11.35 น. ตามลำดับ หลังจากนั้น จึงลดลงต่ำกว่า 1,000 ppm อยู่ที่ 750 ppm, ในเวลา 13.35 น.และเพิ่มเป็น 1,020 ppm. ในเวลา 14.05 น., ก่อนจะลดลง 840, 580 และ 760 ppm ในเวลา 14.35 น.,15.05 น. และ 15.35 น. ตามลำดับ ซึ่งจากลักษณะการใช้พื้นที่พบว่า ห้องตรวจแพทย์ จะมีแพทย์ประจำในการนั่งตรวจผู้ป่วยและผู้ป่วยและญาติ จะหมุนเวียนเข้าออก ห้องตรวจแพทย์ตลอดทั้งวัน จึงทำให้เกิดการสะสมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยเฉลี่ยผู้รับบริการผู้ป่วยนอก ในปี 2560 แต่ละวัน อยู่ที่ 644 ราย มีห้องตรวจ 7 ห้อง ดังนั้นแต่ละห้องตรวจจะมีผู้รับบริการเฉลี่ย 92 ราย ต่อห้อง ต่อวัน

(3) บริเวณโถงผู้ป่วยนอก ประกอบด้วย 3 จุดได้แก่ จุดที่ 3 จุดซักประวัติโรคติดต่อเรื้อรัง, จุดที่ 4 จุดคัดกรอง และจุดที่ 5 จุดซักประวัติทั่วไป

ทั้ง 3 จุด เป็นจุดบริการที่อยู่บริเวณโถงผู้ป่วยนอก ร่วมกัน จากการตรวจวัดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ครั้งที่ 1 ในเดือนมิถุนายน เริ่มวัดเมื่อเวลา 9.10 น. ซึ่งขณะนั้น มีผู้รับบริการนั่งรอรับบริการอยู่แล้วตั้งแต่เวลา 06.00 น. **จุดซักประวัติโรคติดต่อเรื้อรัง** มีค่าความเข้มข้นเริ่มต้นที่ 1,180, 1,300, 1,346, 1,367 , 1,206 และ 1,050 ppm ในช่วงเวลา 9.10 น., 9.40 น., 10.10 น., 10.40, 11.10 น. และ 11.40 น. ตามลำดับ และลดลง 870, 960 , 835, 810 และ 785 ppm ในช่วงเวลา 13.40 น., 14.10 น., 14.40 น., 15.10 น. และ 15.40 น. ตามลำดับ **จุดคัดกรอง** เริ่มตรวจวัดเมื่อเวลา 9.15 น. มีค่าความเข้มข้นเริ่มต้นที่ 1,290, 1,380, 1,365, 1,360 , 1,285 และ 1,073 ppm ในช่วงเวลา 9.15 น., 9.45 น., 10.15 น., 10.45, 11.15 น. และ 11.45 น. ตามลำดับ และลดลง 950, 970 ppm ในช่วงเวลา 13.45 น. และ 14.15 น. ตามลำดับ และกลับเพิ่มเป็น 1,060 ppm ในช่วงเวลา 14.45 น. ก่อนจะลดลง 850 และ 700 ppm ในช่วงเวลา 15.15 น. และ 15.45 น. ตามลำดับ **จุดซักประวัติทั่วไป** เริ่มวัดเมื่อเวลา 9.20 น. มีค่าความเข้มข้นเริ่มต้นที่ 1,210, 1,330, 1,434, 1,372 , 1,252 และ 1,090 ppm ในช่วงเวลา 9.20 น., 9.50 น., 10.20 น., 10.50, 11.20 น. และ 11.50 น. ตามลำดับ และลดลง 920 ppm ในช่วงเวลา 13.50 น. และกลับเพิ่มเป็น 1,030 ppm ในช่วงเวลา 14.20 น. ก่อนจะลดลง 810 , 800และ 800 ppm ในช่วงเวลา 14.50 น., 15.20 น. และ 15.50 น. ตามลำดับ

3. แนวทางแก้ไข ปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคาร ลดค่าคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2) เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตในพื้นที่ห้อง ฉีดยาทำแผล ห้องตรวจแพทย์ จุดซักประวัติโรคติดต่อเรื้อรัง จุดคัดกรอง และจุดซักประวัติทั่วไป แผนกผู้ป่วยนอก ดังนี้

3.1 พื้นที่ห้องฉีดยาทำแผล

3.1.1 ปรับปรุงประตูเข้า-ออก จากเดิมที่มีประตู เข้าออกทางเดียวเป็นประตูเข้าออก 2 ทาง สามารถเชื่อมต่อกับห้องอุบัติเหตุ-ฉุกเฉินได้

3.1.2 ปรับ Flow ผู้รับบริการโดยเข้าออกห้องฉีดยาทำแผล เป็นระบบ One way

3.3.3 ปรับใบพัด พัดลมระบายอากาศ ขนาด 8 นิ้ว จำนวน 1 ตัว ที่มีอยู่เดิม โดยปรับทิศทางจากเดิมที่ดูดอากาศภายในห้องฉีดยาทำแผลออกสู่ทางเดินภายในอาคาร ปรับให้ดูดอากาศจากทางเดินภายในอาคาร เพื่อเติมอากาศ เข้าสู่ห้องฉีดยาทำแผล

3.3.4 เพิ่มช่องระบายอากาศ จากเดิมที่เป็นผนังกระจกปิดสนิท ปรับเปลี่ยนเป็นหน้าต่างบานกระทุ้ง ขนาดยาว 1.30 เมตร สูง 0.30 เมตร จำนวน 4 บาน

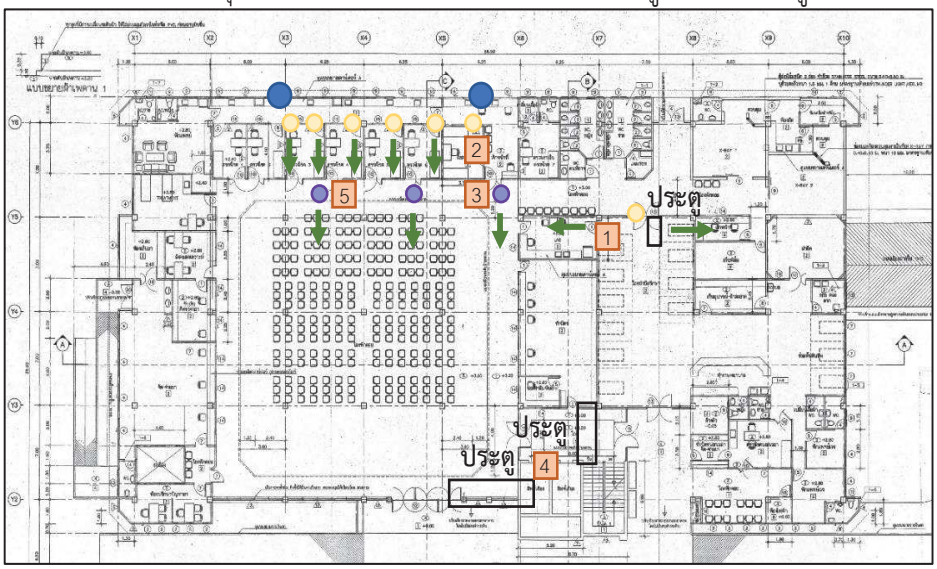
3.2 พื้นที่ห้องตรวจแพทย์

3.2.1 ปรับใบพัด พัดลมระบายอากาศ ขนาด 10 นิ้ว จำนวน 2 ตัวที่มีอยู่เดิม โดยปรับทิศทางจากเดิมที่ดูดอากาศจากทางเดินหลังห้องตรวจแพทย์ ออกสู่ภายนอกอาคาร ปรับเป็นดูดอากาศจากภายนอกอาคาร เข้าสู่ทางเดินหลังห้องตรวจแพทย์

3.2.2 ปรับใบพัด พัดลมระบายอากาศ ขนาด 8 นิ้ว จำนวน 1 ตัว ที่มีอยู่เดิม โดยปรับทิศทางจากเดิมที่ดูดอากาศจากห้องตรวจแพทย์ สู่ทางเดินหลังห้องตรวจ ปรับให้ดูดอากาศจากทางเดิน

ภายในอาคารหลังห้องตรวจ เข้าสู่ห้องตรวจแพทย์ ซึ่งทางเดินอากาศหลังห้องตรวจ จะรับอากาศจากภายนอกอาคาร

3.3 พื้นที่จุดซักประวัติโรคติดต่อเรื้อรัง จุดคัดกรอง และจุดซักประวัติทั่วไป เป็นพื้นที่เปิดโล่ง มีเก้าอี้ของผู้รับบริการ นั่งอยู่รวมกันภายในโถงผู้ป่วยนอก มีผู้รับบริการหนาแน่นเป็นช่วงเวลา โดยเฉพาะในช่วงเช้า (08.00-12.00 น.) มีการปรับการไหลของอากาศ เพิ่มเติม นอกเหนือจากระบบระบายอากาศของอาคาร คือใช้พัดลมอุตสาหกรรมขนาด 22 นิ้ว จำนวน 3 ตัว เป่าอากาศจากหลังจุดซักประวัติโรคติดต่อเรื้อรัง และจุดซักประวัติทั่วไป หันทิศทาง ไปยังประตูทางออก (ดังรูปที่ 4)



ตำแหน่งจุดตรวจวัด พัดลมดูดอากาศขนาด 10 นิ้ว พัดลมดูดอากาศขนาด 8 นิ้ว

พัดลมอุตสาหกรรมขนาด 22 นิ้ว ทิศทางของอากาศ

รูปที่ 4 แสดงการปรับทิศทางของการระบายอากาศเพื่อลดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในแผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลแม่สาย

2. จากการสอบถามปัญหาสุขภาพของผู้ที่อยู่ในอาคาร โดยใช้แบบสอบถามปัญหาสุขภาพของผู้ที่อยู่ในอาคาร (Sample confidential questionnaire for building occupants) ของสำนักอนามัยสิ่งแวดล้อมกับเจ้าหน้าที่ ที่ปฏิบัติงานอยู่ในแผนกผู้ป่วยนอก จำนวน 33 คน โดยมีข้อมูลทางสุขภาพ ดังตารางที่ 1.4

ตารางที่ 1.4 ข้อมูลทางสุขภาพ ประสบการณ์ที่เคยเกิดปัญหาอาการ ต่าง ๆ ในรอบ 1 เดือนที่ผ่านมา

อาการ	ทุกวัน		สัปดาห์ละ 2-3 วัน		เกิดน้อยครั้ง	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
แน่นจมูก	5	15.15	7	21.21	21	63.64
คอแห้ง	5	15.15	8	24.24	20	60.61
ไอ	0	0.00	8	24.24	25	75.76
ผิวหนังผื่นคัน	2	6.06	0	0.00	31	93.94
ระคายเคืองตา	3	9.09	6	18.18	24	72.73
ปวดศีรษะ	1	3.03	16	48.48	16	48.48
เฉื่อยชา	1	3.03	7	21.21	25	75.76
มึนงง	1	3.03	5	15.15	27	81.82
วิงเวียน	1	3.03	5	15.15	27	81.82
คลื่นไส้/อาเจียน	1	3.03	1	3.03	31	93.94
หายใจสั่น	1	3.03	4	12.12	28	84.85

จากตารางที่ 1.4 ข้อมูลทางสุขภาพ ประสบการณ์ที่เคยเกิดปัญหาอาการ ต่าง ๆ ของกลุ่มตัวอย่าง จำนวนและร้อยละของข้อมูลทางสุขภาพประสบการณ์ที่เคยเกิดปัญหาอาการ ต่าง ๆ ของบุคคล (n=33) มีข้อมูลทางสุขภาพ ประสบการณ์ที่เคยเกิดปัญหาอาการ ต่าง ๆ ดังนี้ จากตารางพบว่าอาการที่พบทุกวันส่วนใหญ่ มีอาการแน่นจมูกและคอแห้ง เท่ากัน ร้อยละ 15.15 รองลงมาเป็นอาการระคายเคืองตา ร้อยละ 9.09 ผิวหนังผื่นคัน ร้อยละ 6.06 และนอกนั้นเป็นอาการปวดศีรษะ เฉื่อยชา มึนงง วิงเวียน คลื่นไส้/อาเจียน หายใจสั่น เท่ากัน ร้อยละ 3.03 ตามลำดับ

4. ผลของการจัดสิ่งแวดล้อมเพื่อการเยียวยาต่อการลดระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนได้ออกไซด์ในแผนกผู้ป่วยนอก

หลังจากการปรับปรุงพื้นที่ตามแนวคิดสิ่งแวดล้อมเพื่อการเยียวยา ทั้ง 5 จุด แล้ว ได้มีการตรวจวัดระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อีกครั้งเพื่อประเมินผลการปรับปรุงพื้นที่ตามแนวคิดสิ่งแวดล้อมเพื่อการเยียวยา มีผลการวิจัยดังนี้

เมื่อนำผลระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มาเปรียบเทียบโดยใช้ Wilcoxon Signed Ranks Test ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 1.8 แสดงผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ก่อนการปรับปรุงพื้นที่ตามแนวคิดสิ่งแวดล้อมเพื่อการเยียวยาทั้ง 5 จุดกับค่ามาตรฐาน ของ ASHRAE ที่ระดับไม่เกิน 1,000 ppm

	ค่ามาตรฐาน				
	ห้องฉีดยาทำแผล	ห้องตรวจแพทย์	จุดซักประวัติโรคติดต่อเรื้อรัง	จุดคัดกรอง	จุดซักประวัติทั่วไป
Z	-2.001[b]	-1.156[c]	-.978[b]	-1.511[b]	-1.423[b]
Asymp. Sig. (2-tailed)	.045	.248	.328	.131	.155

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on positive ranks.

c. Based on negative ranks.

พบว่า เมื่อทำการเทียบกับค่ามาตรฐาน ของ ASHRAE ที่ให้ค่าระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ไม่เกิน 1,000 ppm มีเพียงห้องฉีดยาแผล เพียงห้องเดียวที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

ตารางที่ 1.9 แสดงผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หลังการปรับปรุงพื้นที่ตามแนวคิดสิ่งแวดล้อมเพื่อการเยียวยา ทั้ง 5 จุดกับค่ามาตรฐาน ของ ASHRAE ที่ระดับไม่เกิน 1,000 ppm

	ค่ามาตรฐาน				
	ห้องฉีดยาทำแผล	ห้องตรวจแพทย์	จุดซักประวัติโรคติดต่อเรื้อรัง	จุดคัดกรอง	จุดซักประวัติทั่วไป
Z	-2.223[b]	-2.845[c]	-2.191[b]	-2.395[b]	-2.669[b]
Asymp. Sig. (2-tailed)	.026	.004	.028	.017	.008

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on positive ranks.

c. Based on negative ranks.

การวัดค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หลังทำการจัดสิ่งแวดล้อมเพื่อการเยียวยา พบว่า ค่า ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในทุกจุดที่วัด จำนวน 5 จุด ผ่านเกณฑ์เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐาน ของ ASHRAE ที่ให้ค่าระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ไม่เกิน 1,000 ppm อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อ นำข้อมูลความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก่อนการจัดสิ่งแวดล้อมเพื่อการเยียวยา นำมา เปรียบเทียบกับ หลังการจัดสิ่งแวดล้อมเพื่อการเยียวยา ได้ผลดัง**ตารางที่ 1.10**

ตารางที่ 1.10 แสดงผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ก่อนการปรับปรุงพื้นที่ตามแนวคิดสิ่งแวดล้อมเพื่อการเยียวยา ทั้ง 5 จุดกับหลังการปรับปรุงพื้นที่ตามแนวคิดสิ่งแวดล้อมเพื่อการเยียวยา

	ค่ามาตรฐาน				
	ห้องฉีดยาทำแผล	ห้องตรวจแพทย์	จุดซักประวัติโรคติดต่อเรื้อรัง	จุดคัดกรอง	จุดซักประวัติทั่วไป
Z	-1.511[b]	-2.401[c]	-.800[b]	-.445[b]	-1.600[b]
Asymp. Sig. (2-tailed)	.131	.016	.424	.657	.110

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on positive ranks.

c. Based on negative ranks.

เมื่อนำผลการวัดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก่อนและหลัง การจัดสิ่งแวดล้อมเพื่อการเยียวยา มาเปรียบเทียบกัน พบว่า ห้องตรวจโรค มีปริมาณความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก่อนและหลังการจัดสิ่งแวดล้อมเพื่อการเยียวยา มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .05 ซึ่งผลที่ได้นั้นมีความแตกต่างของระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อย่างเห็นได้ชัด

ทั้งนี้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ทางผู้วิจัยได้วัดระดับความเข้มข้นและจัดสิ่งแวดล้อมเพื่อการเยียวยา โดยเทียบกับค่าเกณฑ์มาตรฐานของ ASHRAE ที่ระดับไม่เกิน 1,000 ppm เป็นหลัก ดังนั้น ค่าที่ได้เมื่อเทียบค่าเกณฑ์มาตรฐาน พบว่า การจัดสิ่งแวดล้อมเพื่อการเยียวยา มีความแตกต่างของระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในทุก ๆ จุดที่วัดความเข้มข้น อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .05 (ค่าความเชื่อมั่น = 95 %)

จากการสอบถามปัญหาสุขภาพของผู้ที่อยู่ในอาคาร หลังการปรับสิ่งแวดล้อมเพื่อการเยียวยาโดยใช้แบบสอบถามปัญหาสุขภาพของผู้ที่อยู่ในอาคาร (Sample confidential questionnaire for building occupants) ของสำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กับเจ้าหน้าที่ ที่ปฏิบัติงานอยู่ในแผนกผู้ป่วยนอก จำนวน 33 คน โดยเลือกข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อม ของผู้ที่อยู่ในอาคาร ที่เกี่ยวข้อง ดังตารางที่ 1.11

ตารางที่ 1.11 แสดงข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อม หลังการปรับสิ่งแวดล้อมเพื่อการเยียวยา

ข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อม	กลุ่มทดลอง (N=33 คน)	
	จำนวน	ร้อยละ
ความรู้สึกของเจ้าหน้าที่ที่อยู่ในอาคาร		
อึดอัดเป็นประจำ	3	9.09
อึดอัดบางครั้ง	13	39.39
ไม่เคยรู้สึกอึดอัด	17	51.52
รวม	33	100

จากตารางที่ 1.11 ข้อมูลสิ่งแวดล้อม ของกลุ่มตัวอย่าง จำนวนและร้อยละของข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อม (n=33) มีข้อมูล ดังนี้ ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ รู้สึกอึดอัดเมื่ออยู่ในที่ทำงานหรืออาคาร ส่วนใหญ่ไม่เคยรู้สึกอึดอัด ร้อยละ 51.52 รู้สึกอึดอัดบางครั้ง ร้อยละ 39.39 และรู้สึกอึดอัดเป็นประจำ ร้อยละ 9.09 ตามลำดับ

ตารางที่ 1.12 ข้อมูลทางสุขภาพ ประสบการณ์ที่เคยเกิดปัญหาอาการ ต่าง ๆ หลังการปรับสิ่งแวดล้อมเพื่อการเยียวยา

อาการ	ทุกวัน		สัปดาห์ละ 2-3 วัน		เกิดน้อยครั้ง	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
แน่นจมูก	3	9.09	10	30.30	20	60.61
คอแห้ง	4	12.12	10	30.30	19	57.58
ไอ	0	0.00	5	15.15	28	84.85
ผิวหนังผื่นคัน	0	0.00	1	3.03	32	96.97
ระคายเคืองตา	1	3.03	4	12.12	28	84.85
ปวดศีรษะ	0	0.00	10	30.30	23	69.70
เฉื่อยชา	0	0.00	7	21.21	25	75.76
มึนงง	1	3.03	3	9.09	29	87.88
วิงเวียน	1	3.03	2	6.06	30	90.91
คลื่นไส้/อาเจียน	0	0.00	1	3.03	32	96.97
หายใจสั่น	0	0.00	3	9.09	30	90.91

จากตารางที่ 1.12 ข้อมูลทางสุขภาพ ประสบการณ์ที่เคยเกิดปัญหาอาการ ต่าง ๆ หลังการปรับสิ่งแวดล้อมเพื่อการเยียวยา ของกลุ่มตัวอย่าง จำนวนและร้อยละของข้อมูลทางสุขภาพประสบการณ์ที่เคยเกิดปัญหาอาการต่าง ๆ ของบุคคล (n=33) มีข้อมูลทางสุขภาพ ประสบการณ์ที่เคยเกิดปัญหาอาการ ต่าง ๆ ดังนี้ จากตารางพบว่า อาการที่พบทุกวันส่วนใหญ่ มีอาการคอแห้ง ร้อยละ 12.12 รองลงมาคืออาการแน่นจมูก ร้อยละ 9.09 และอาการระคายเคืองตา มึนงง วิงเวียน ร้อยละ 3.03 เท่ากัน ตามลำดับ

เมื่อทำการเปรียบเทียบข้อมูลทางสุขภาพ ประสบการณ์ที่เคยเกิดปัญหาอาการ ต่าง ๆ ก่อน-หลังการปรับสิ่งแวดล้อมเพื่อการเยียวยา ด้วยสถิติ nonparametric Wilcoxon signed range test พบข้อมูลดังตารางที่ 1.13 ดังนี้

ตารางที่ 1.13 เปรียบเทียบข้อมูลทางสุขภาพ ประสบการณ์ที่เคยเกิดปัญหาอาการ ต่าง ๆ ก่อน-หลังการปรับสิ่งแวดล้อมเพื่อการเยียวยา

	AA - AB	BA - BB	CA - CB	DA - DB	EA - EB	FA - FB	GA - GB	HA - HB	IA - IB	JA - JB	KA - KB
Z	-1.732[b]	.000[c]	-1.890[b]	-1.414[b]	-2.251[b]	-3.000[b]	-1.414[b]	-2.000[b]	-1.134[b]	-1.414[b]	-1.342[b]
Asymp. Sig. (2-tailed)	.083	1.000	.059	.157	.024	.003	.157	.046	.257	.157	.180

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks.

c. The sum of negative ranks equals the sum of positive ranks.

เมื่อทำการเปรียบเทียบผลการประเมินข้อมูลทางสุขภาพ ประสบการณ์ที่เคยเกิดปัญหาอาการ ต่าง ๆ ก่อน-หลังการปรับสิ่งแวดล้อมเพื่อการเยียวยาพบว่า เมื่อทำการจัดสิ่งแวดล้อมเพื่อการเยียวยาในพื้นที่ที่ทำการทดลองพบอาการระคายเคืองตา ปวดศีรษะ และมึนงงลดลงอย่างมีนัยสำคัญคือ .024, .003 และ .046 ที่ระดับสถิติ .05 ตามลำดับ ส่งผลให้คุณภาพชีวิตดีขึ้น

อภิปรายผล

จากผลการศึกษาโดยการเดินสำรวจ การใช้แบบสอบถามและข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพอากาศ ระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ด้วยเครื่องมือการตรวจวัดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทางผู้ศึกษาได้วิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. การประเมินเบื้องต้น ในการเดินสำรวจสถานที่ พบว่าลักษณะอาคาร ที่เป็นลักษณะอาคารปิดทึบ เป็นระบบปิด มีการรั่วซึมอากาศต่ำ เนื่องจากลักษณะพื้นที่ประกอบด้วยผนังและกระจกรอบด้าน และมีระบบการระบายอากาศแบบรวม (Chiller) ส่งผลให้บริเวณพื้นที่ด้านในของอาคาร โดยเฉพาะห้องฉีดยาทำแผล ห้องตรวจแผล และโถงผู้ป่วยนอก แผนกผู้ป่วยนอก ต้องพึ่งพาระบบระบายอากาศของอาคารเพียงอย่างเดียว นอกจากนั้นห้องฉีดยาทำแผล ยังมีม่านกั้นเตียง และอุปกรณ์ภายในห้อง เช่นเตียงทำแผล ที่กีดขวางการไหลเวียนของอากาศ พบร่องรอยของเชื้อราบริเวณท่อน้ำทิ้งของระบบแอร์คอนดิชั่น จากผลการสำรวจทั้ง 5 จุด แสดงถึงแผนการ บำรุงรักษาไม่สอดคล้องกับจำนวนชั่วโมงในการใช้งานเครื่องปรับอากาศ และจากแบบสอบถามผู้ดูแลอาคาร พบว่าโครงสร้างอาคารที่ก่อสร้างไม่ได้เอื้อต่อการไหลเวียนอากาศที่มีประสิทธิภาพ เช่น ตัวตึกใช้ระบบแอร์รวม นอกจากนั้นพัดลมดูดอากาศมีขนาดที่เล็ก ไม่สามารถระบายอากาศ และความชื้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ร่วมกับความเสื่อมสภาพของวัสดุหุ้มฉนวนท่อน้ำเย็นระบบปรับอากาศทำให้มีไอน้ำเกาะบริเวณท่อ และเกิดหยดน้ำหยดลงฝ้าเพดานทำให้เกิดเชื้อรา อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้ศึกษาครอบคลุมถึงอัตราการระบายอากาศ แต่ก็สามารถคาดการณ์ได้ว่าระบบระบายอากาศไม่เพียงพอ เนื่องจากข้อมูลที่ได้รับจากผู้ใช้อาคาร โดยมากพบว่าผู้ใช้อาคารมีความรู้สึกอึดอัดเป็นประจำ ร้อยละ 15.15 รู้สึกอึดอัดบางครั้ง ร้อยละ 63.64 และไม่เคยรู้สึกอึดอัด ร้อยละ 21.21

2. ผลจากการศึกษาระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในจุดที่วัดในช่วงเดือนมิถุนายน 2561 ตั้งแต่เวลา 09.00 น. -15.50 น. มีค่า 730-1,818 ppm จากข้อมูลกองจัดการคุณภาพและเสียง สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร ได้อธิบายว่าแผนกผู้ป่วยนอก เป็นส่วนที่ดำเนินการตรวจรักษา ให้คำปรึกษา และติดตามอาการโรค จึงมีประชาชนมารับบริการเป็นจำนวนมากทุกวัน จึงทำให้จำนวนผู้ใช้พื้นที่หนาแน่นสูง เมื่อเทียบกับขนาดพื้นที่ ถ้าพิจารณาความแตกต่างกันระหว่างช่วงเช้าและช่วงบ่ายเนื่องจากการให้บริการตรวจโรคจะเปิดดำเนินการในช่วงเช้าเป็นส่วนใหญ่ สอดคล้องกับการศึกษาของ ปาริณี ศรีสุวรรณ์, 2554 กล่าวว่าความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของผู้ใช้งานกับระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกรณีอาคารใช้ระบบลมหมุนเวียน ความหนาแน่นของผู้ใช้งานมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 34 ร้อยละ 36 และร้อยละ 59 สำหรับห้องรั่วซึมอากาศสูง ปานกลางและต่ำตามลำดับ และสรุปได้ว่า ความหนาแน่นของผู้ใช้งานมีผลต่อระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สำหรับห้องที่มีระดับการรั่วซึมอากาศปานกลางและต่ำ ทั้งกรณีที่ใช้ลมหมุนเวียนและกรณีที่ใช้ระบบเติมอากาศ ความหนาแน่นของผู้ใช้งานที่มากขึ้นส่งผลให้ระดับบก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงเกินมาตรฐาน ดังนั้นจากการที่ผู้ใช้งานพื้นที่รู้สึกอึดอัด ส่วนหนึ่งมาจากมีจำนวนผู้ใช้งานที่หนาแน่น และระบบระบายอาศที่ไม่เพียงพอ ทำให้เกิดการสะสมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จนเกินค่ามาตรฐาน เพราะมนุษย์เป็นแหล่งกำเนิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ประเภทหนึ่ง (สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย, 2559) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดจากตัวผู้ใช้อาคารเอง สามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลาที่มีการใช้งานอาคาร เนื่องจากเป็นผลของกระบวนการเกิดพลังงานในร่างกายที่ใช้ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ ยิ่งมนุษย์ต้องการพลังงานในการทำกิจกรรมมากเท่าใด การใช้ก๊าซออกซิเจนเพื่ออัตราการหายใจในกระบวนการเกิดพลังงานก็มากขึ้นตามความหนักของกิจกรรมที่ทำ เช่นเดียวกับการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการหายใจออกที่เพิ่มขึ้น (ปาริณี ศรีสุวรรณ์, 2554) นอกจากนั้นการศึกษาของ (ณหทัย เลิศการค้าสุข และคณะ, 2555) พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพอากาศกับกลุ่มอาการอาคารป่วย พบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) คือ อาการปวดศีรษะมีความสัมพันธ์กับปริมาณความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ($p=0.037$) แต่อย่างไรก็ตามข้อมูลทางสุขภาพ ของผู้ใช้อาคารพบว่า อาการที่พบทุกวัน เช่นปวดศีรษะ เฉื่อยชา มึนงง วิงเวียน คลื่นไส้อาเจียน หายใจสั้น คิดเป็นเพียงร้อยละ 3.03 ของผู้ตอบแบบสอบถาม ซึ่งเป็นไปได้ว่าผู้ใช้อาคาร อาจเกิดความเคยชินจากการใช้พื้นที่ในอาคาร สอดคล้องกับการศึกษาของ (ณัชจารีย์กร สวัสดิ์มงคลกุลและชุมพร มูรพันธุ์, 2555) ได้ทำการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพอากาศที่เกิดขึ้นจริงกับการรับรู้ในสถานที่ประกอบอาหาร และพบว่าค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีความแตกต่างกัน ในขณะที่ค่าเฉลี่ยการรับรู้ของผู้ใช้งานไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับสภาพพื้นที่ พบว่าห้องฉีดยาทำแผล พื้นที่มีขนาดพื้นที่ค่อนข้างเล็ก มีอุปกรณ์ทางการแพทย์จำนวนมาก ส่งผลต่อความรู้สึกอึดอัด และจุดซักประวัติโรคติดต่อเรื้อรัง จุดคัดกรอง และ จุดซักประวัติทั่วไป สภาพพื้นที่ดังกล่าวเป็นห้องโถง ใช้ระบบปรับอากาศแบบเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) มีอายุการใช้งาน 4 ปี มีการจัดที่นั่งบริเวณกลางห้อง มีผู้รับบริการนั่งรอเป็นจำนวนมาก แต่เจ้าหน้าที่กลับไม่สามารถรับรู้ถึงมลพิษทางอากาศ (ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์) ได้เท่าที่ควร โดยมี

อาการตามข้อมูลสุขภาพ เพียงร้อยละ 3.03 ซึ่งคุณภาพอากาศในโรงพยาบาล ปริยะดา โชควิญญู และคณะ, 2557 ได้ศึกษาคุณภาพอากาศภายในโรงพยาบาลศูนย์และโรงพยาบาลทั่วไป จำนวน 9 แห่ง ใน 11 จังหวัด ที่เป็นแหล่งท่องเที่ยวสำคัญ พบดัชนีที่มีค่าเกินมาตรฐานคิดเป็นร้อยละของห้องที่ตรวจทั้งหมด โดยเฉพาะ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พบร้อยละ 15.59

3. ผลจากการศึกษาระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หลังการปรับสิ่งแวดล้อมเพื่อการเยียวยา ในจุดที่วัดเดียวกัน ในช่วงเดือนกันยายน 2561 ตั้งแต่เวลา 09.00 น. -15.50 น. มีค่า 711-1,349 ppm ซึ่งหากเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก่อนและหลัง การปรับสิ่งแวดล้อมเพื่อการเยียวยา เพียงอย่างเดียว อาจไม่มีความแตกต่างกันมากนัก แต่หากนำจำนวนคนที่มารับบริการมาร่วมพิจารณาด้วย จะพบว่า ช่วงเดือนกันยายน 2561 ห้องฉีดยาทำแผล และห้องตรวจแพทย์ มีจำนวนคนเท่าๆ กัน แต่แนวโน้มของความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลง และ จุดซักประวัติโรคติดต่อเรื้อรัง จุดคัดกรอง และจุดซักประวัติทั่วไป ในช่วงที่ตรวจวัดระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ไม่แตกต่างจากก่อนการปรับสิ่งแวดล้อม แต่มีจำนวนคนมากกว่า แสดงให้เห็นว่าระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนคนถึงแม้ว่าลักษณะพื้นที่จะเป็นพื้นที่โถงโล่ง สอดคล้องกับการศึกษาของอริสา กาญจนากระจ่าง และภารดี ช่วยบำรุง, 2560 ที่ได้ศึกษาความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ภายในห้องเรียน พบว่า พื้นที่ตรวจวัดมีการสะสมตัวของความเข้มขนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้นเรื่อย ๆ ตามเวลาที่ผ่านไปแม้ว่าจำนวนผู้เรียนจะคงที่ แสดงว่า ไม่มีการนำอากาศใหม่เข้ามาช่วยเจือจางความเข้มข้น ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หรือไม่มีการระบาย อากาศเสียออกไปจากห้อง จึงไม่สามารถควบคุมความเข้มข้นของก๊าซไม่ให้เกิน 1,000 ppm ตามมาตรฐาน ของ ASHRAE ได้ อัตราการแลกเปลี่ยนอากาศที่พบจึงต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ไม่น้อยกว่า 6 ACH เป็นอย่างมาก เมื่อไม่มีการนำอากาศใหม่เข้ามา และ/หรือ ดูดอากาศเสียออกไปจากห้อง จำนวนนักศึกษาภายในห้องจึงเป็นตัวแปรหลักที่ส่งผลต่อระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องเรียนโดยตรง การเรียนการสอนในช่วงเช้าจึงมีโอกาสที่ความเข้มข้นของก๊าซภายในห้องจะต่ำกว่า 1,000 ppm ได้มากกว่าช่วงบ่าย เนื่องจากไม่มีการสะสมตัวของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากชั้นเรียนก่อนหน้า แต่ลักษณะการใช้พื้นที่ของอาคารโรงพยาบาลจะแตกต่างจากห้องเรียน เพราะกิจกรรมส่วนใหญ่มักจะเกิดขึ้นช่วงเช้า ซึ่งจะมีการสะสมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ก่อนหน้านั้นแล้ว และจะลดลงในช่วงบ่าย ดังนั้นอาคารในโรงพยาบาลจึงมีโอกาสที่ความเข้มข้นของก๊าซจะ มากเกิน ในช่วงเช้าและลดลงในช่วงบ่าย สอดคล้องกับกองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง สำนักสิ่งแวดล้อม, 2561 ที่กล่าวว่าพื้นที่แผนกผู้ป่วยนอก มีลักษณะเฉพาะคือ คนไข้หนาแน่นมากในช่วงเช้าและเบาบางในช่วงบ่าย นอกจากนั้นช่วงเวลาที่วัดระดับความเข้มข้น อาจส่งผลกับระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เนื่องจากผู้ศึกษาทำการวัดระดับความเข้มข้นก่อนการปรับปรุงสิ่งแวดล้อมในช่วงเดือนมิถุนายน ซึ่งเป็นฤดูฝน สภาพอากาศในพื้นที่จึงมีฝนตกและมีความชื้น ในอากาศค่อนข้างสูง เมื่อมีการปรับสภาพแวดล้อมตามแนวคิดเพื่อการเยียวยาและวัดระดับความเข้มข้นซ้ำในช่วงเดือนกันยายน ซึ่งฝนลดลง ลักษณะอากาศจะแห้งเย็น มีความชื้นน้อยกว่า เนื่องจากอยู่ช่วงเปลี่ยนฤดู สอดคล้องกับการศึกษาของ Qi Zhoua, Zhengfei Lyub, Hua Qiana, Jinwei Songa, Viola C. Möbsc. 2015. ได้ศึกษาการวัดระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในหอผู้ป่วยใน โรงพยาบาลนานกิง พบว่า ระดับก๊าซ

คาร์บอนไดออกไซด์ ขึ้นอยู่กับลักษณะรูปแบบการใช้ชีวิต ซึ่งพบว่าการใช้วิธีการระบายอากาศตามธรรมชาติในช่วงเปลี่ยนฤดู ระดับความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำกว่า 1,000 ppm. ต่ำกว่าช่วงฤดูร้อนที่ต้องใช้ระบบปรับอากาศเพื่อควบคุมอุณหภูมิภายในหอผู้ป่วยใน หากวิเคราะห์ลักษณะการใช้เครื่องปรับอากาศในพื้นที่ด้วยแล้ว จะพบว่าลักษณะการใช้งานจริงจะมีการเปิดเครื่องปรับอากาศและพัดลมดูดอากาศช้า หากสภาพอากาศ ณ วันนั้นมีอากาศเย็นสบายหรือฝนตก เนื่องด้วยเหตุผลด้านการประหยัดพลังงาน หากวันใดที่แดดจัดหรือสภาพอากาศร้อนก็จะเปิดเครื่องปรับอากาศและพัดลมดูดอากาศเร็วขึ้น ซึ่ง (ปาริณี ศรีสุวรรณ์, 2554) ได้ศึกษาอิทธิพลของการใช้ระบบเติมอากาศภายนอกที่เกิดขึ้นกับห้องที่มีระดับการรั่วซึมอากาศสูง ปานกลางและต่ำ ต่อคุณภาพอากาศและการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ พบว่าการใช้ระบบเติมอากาศภายนอกส่งผลให้คุณภาพอากาศภายในห้องดีขึ้น โดยอากาศที่นำเข้าสู่ระบบปรับอากาศจะเข้าไปเจือจางระดับสารปนเปื้อน (ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์) ภายในห้อง แต่อากาศที่นำเข้ามากลับสร้างภาระการทำความเย็นให้เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศเป็นจำนวนมาก ดังนั้นในช่วงที่มีการเปิดเครื่องปรับอากาศและพัดลมดูดอากาศช้า จึงมีโอกาสที่จะเกิดการสะสมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในพื้นที่ค่อนข้างสูง และเมื่อเปิดระบบระบายอากาศ ก็ต้องใช้เวลาในการระบายก๊าซเหล่านั้นออกไป ดังนั้นการควบคุมสิ่งแวดล้อม ด้านอากาศจึงเป็นสิ่งสำคัญ สอดคล้องกับการศึกษาของ M. Ramaswamy, Farooq Al-Jahwari, Saif M. Masoud Al-Rajhi, 2010 ได้ศึกษาถึงสุขภาพที่ดีกว่า เมื่อมีความตระหนักถึงคุณภาพอากาศในอาคาร พบว่าผู้ป่วยที่อยู่ในพื้นที่ที่มีการควบคุมสิ่งแวดล้อมโดยทั่วไป จะมีสุขภาพด้านร่างกายที่ดีกว่าผู้ป่วย ที่ไม่ได้อยู่ในพื้นที่ที่ควบคุมสิ่งแวดล้อม ดังนั้นเจ้าหน้าที่ในหน่วยงาน หรือผู้ดูแลอาคาร ควรตระหนักถึงการจัดการสิ่งแวดล้อม ในสถานที่ทำงาน โดยการสังเกตสภาพอากาศ จำนวนคนที่มารับบริการ เพื่อปรับสิ่งแวดล้อมในสถานที่ทำงานให้มีความเหมาะสมในแต่ละวันและแต่ละช่วงฤดู เพื่อส่งเสริมสุขภาพของเจ้าหน้าที่และผู้รับบริการรวมถึงญาติ

4. จากการสอบถามข้อมูลสิ่งแวดล้อม ของกลุ่มตัวอย่าง หลังการปรับสิ่งแวดล้อมเพื่อการเยียวยา จำนวนและร้อยละของข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อม (n=33) ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ รู้สึกอึดอัดเมื่ออยู่ในที่ทำงานหรืออาคาร ส่วนใหญ่ไม่เคยรู้สึกอึดอัด ร้อยละ 51.52 รู้สึกอึดอัดบางครั้ง ร้อยละ 39.39 และรู้สึกอึดอัดเป็นประจำ ร้อยละ 9.09 ตามลำดับ ซึ่งลดลงจากเดิมก่อนการปรับสิ่งแวดล้อม นอกจากนั้นจากการสอบถามข้อมูลทางสุขภาพ ประสบการณ์ที่เคยเกิดปัญหาอาการ ต่าง ๆ หลังการปรับสิ่งแวดล้อมเพื่อการเยียวยา ของกลุ่มตัวอย่าง จำนวนและร้อยละของข้อมูลทางสุขภาพประสบการณ์ที่เคยเกิดปัญหาอาการ ต่าง ๆ ของบุคคล (n=33) พบว่า อาการที่พบทุกวันส่วนใหญ่มีอาการคอแห้ง ร้อยละ 12.12 รองลงมาคืออาการแน่นจมูก ร้อยละ 9.09 และอาการระคายเคืองตา มึนงง วิงเวียน ร้อยละ 3.03 เท่ากัน ตามลำดับ เมื่อทำการเปรียบเทียบผลการประเมินข้อมูลทางสุขภาพประสบการณ์ที่เคยเกิดปัญหาอาการ ต่าง ๆ ก่อน-หลังการปรับสิ่งแวดล้อมเพื่อการเยียวยาในพื้นที่ที่ทำการทดลองพบว่า อาการระคายเคืองตา ปวดศีรษะ และมึนงง ลดลงอย่างมีนัยสำคัญคือ .024, .003 และ .046 ที่ระดับสถิติ .05 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การปรับสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสมจะช่วยให้ความรู้สึกอึดอัดและอาการทางด้านสุขภาพดีขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Lee-Kuo Lina, Yan-Sin Cai and Yao-Chien Tsai . 2017 ได้วิเคราะห์คุณภาพอากาศภายในอาคาร พบว่าแต่ละแผนกของ

โรงพยาบาลจะมีความแตกต่างของคุณภาพอากาศ ตามสภาพแวดล้อมในแต่ละพื้นที่ บุคลากรทางการแพทย์และผู้ป่วย มีความเสี่ยงได้รับการสัมผัสอากาศ เป็นระยะเวลานาน ดังนั้นนอกจากบุคลากรทางการแพทย์และผู้ป่วยแล้ว บุคลากรอื่นๆ ก็ควรได้รับการดูแลด้านคุณภาพอากาศด้วย ซึ่งการติดตามคุณภาพอากาศอย่างสม่ำเสมอจะสามารถควบคุม คุณภาพอากาศภายในอาคารได้ ดังนั้น การดูแลคุณภาพอากาศที่ดี จะช่วยให้บุคลากรและผู้ป่วยมีความปลอดภัย และมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. การศึกษาครั้งนี้ มีขอบเขตศึกษาประเมินเฉพาะความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2) เท่านั้น แต่คุณภาพอากาศที่ส่งผลต่อสุขภาพ ที่เป็นรูปของก๊าซมีมากกว่านั้น ดังนั้นควรศึกษาคุณภาพอากาศรูปแบบอื่น ๆ เพิ่มเติม

2. เนื่องจากเป็นการศึกษา แบบเชิงทดลอง เพื่อแก้ปัญหาตามสภาพความเป็นจริง ดังนั้น การนำไปใช้ควรปรับใช้ตามบริบทพื้นที่ ให้มีความเหมาะสม

3. เนื่องจากแผนกผู้ป่วยนอก จะมีผู้รับบริการมารอรับบริการตั้งแต่เวลา 06.00 น.และเพิ่มมากขึ้นในช่วงเวลา 08.00-09.00 น. ซึ่งทำให้เกิดการสะสมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2) เป็นจำนวนมาก ซึ่งเมื่อทำการวัดระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2) ในช่วงเวลา 09.00 น. จึงทำให้ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2) สูงอยู่แล้ว และเมื่อมีการเติมอากาศบริสุทธิ์จากภายนอกเข้ามาเจือจาง แต่ไม่มีการระบายอากาศเดิมออกไป หรือระบายออกได้ช้า จึงทำให้ค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูง แต่เมื่อจำนวนผู้รับบริการลดลง จึงทำให้ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลง ตามธรรมชาติ

4. ควรมีการคำนวณการแลกเปลี่ยนอากาศ เพื่อจะได้เป็นข้อมูลวางแผนการปรับปรุงระบบระบายอากาศ

เอกสารอ้างอิง

กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง สำนักสิ่งแวดล้อม. (2561). *คู่มือการศึกษาและประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารทั่วไปและโรงพยาบาล*. สืบค้นที่ http://203.155.220.174/pdf/assess% 20air%20quality.pdf เมื่อวันที่ 15 กรกฎาคม 2561.

กองแบบแผน กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข. (2558). *คู่มือการออกแบบอาคารสถานบริการ สุขภาพและสภาพแวดล้อมแผนกผู้ป่วยนอก*. สืบค้นที่ http://www.hss.moph.go.th/fileupload_doc_slider/2016-11-16--164.pdf เมื่อวันที่ 25 กรกฎาคม 2561.

_____. (2558). *คู่มือการออกแบบอาคารสถานบริการสุขภาพและสภาพแวดล่อม ฉบับทั่วไป*. สืบค้นที่ http://www.hss. moph.go.th/fileupload_doc_slider/2016-11-16--163.pdf เมื่อวันที่ 25 กรกฎาคม 2561.

กัญญา ม่วงแก้ว. (2559). *คุณภาพอากาศภายในอาคารสำนักงาน*. สืบค้นที่ http://lib3.dss.go.th/fulltext/dss_knowledge/phy_5_2559_indoor_air_quality.pdf เมื่อวันที่ 15 กรกฎาคม 2561.

จักรกฤษณ์ ศิวะเดชาเทพ. (2551) . *คุณภาพอากาศภายในอาคาร เอกสารการสอนชุดวิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรม การประเมิน หน่วยที่ 15*. สืบค้นที่ https://www.safetystou.com/UserFiles/File/ 54113%20unit15.doc เมื่อวันที่ 16 กรกฎาคม 2561.

ณหทัย เลิศการค้าสุข และคณะ. (2554*). ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพอากาศภายในอาคารโดยสารสาธารณะ กับกลุ่มอาการอาคารป่วยในพนักงานจำหน่ายตั๋วโดยสาร เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร. วารสารสาธารณสุขศาสตร์. ฉบับพิเศษ 84 พรรษาพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช. 87-97*. สืบค้นจาก https://tci-thaijo.org/index.php/jph/article/view/8181. เมื่อวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2560.

ณัชจารีย์กร สวัสดิ์มงคลกุล และ ชุมพร มูรพันธุ์. (2558). การรับรู้คุณภาพอากาศภายในอาคารสาธารณะ. *Veridian E-Journal, Slipakorn University ฉบับภาษาไทย สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ*. ปีที่ 8 ฉบับที่ 2 เดือนพฤษภาคม – สิงหาคม 2558. 1583-1594. สืบค้นจาก dspace.bu.ac.th/bitstream/123456789/1256/1/natjareekorn_sawa.pdf. เมื่อวันที่ 15 กรกฎาคม 2561.

นภดนัย อาชวาคม. (2554). คุณภาพอากาศภายในอาคาร (Indoor Air Quality). *เอกสารการสอน*. สืบค้นที่ https://lib3.dss.go.th/fulltext/dss_knowledge/phy_5_2559_indoor_air_quality.pdf เมื่อวันที่ 16 กรกฎาคม 2561.

ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม. (2561). *กฎหมายความปลอดภัยในการทำงาน (สารเคมี)*. สืบค้นที่ http://203.157.80.2/replyImages/20131218133746181.pdf เมื่อวันที่ 15 กรกฎาคม 2561

ปริยะดา โชควิญญู, ชไมพร เป็นสุข, วันทนา ปวีณกิตติพร. (2557). การศึกษาคุณภาพอากาศภายในอาคารของ โรงพยาบาลและโรงแรมในประเทศไทย. *วารสารอนามัยสิ่งแวดล้อม.* ปีที่ 16 ฉบับที่ 2: 51-66.

ปาริณี ศรีสุวรรณ์. (2554). *คุณภาพอากาศภายในอาคารที่มีการรั่วซึมของอากาศสูง เมื่อมีการใช้ระบบเติมอากาศภายนอก.* สืบค้นที่ http://digi.library.tu.ac.th/thesis/ra/0288/01title-illustrations.pdf เมื่อวันที่ 4 ตุลาคม 2561

โรงพยาบาลแม่สาย. งานยุทธศาสตร์และสารสนเทศทางการแพทย์. (2560). *รายงานประจำปี 2560.* เชียงราย : โรงพยาบาล.

โรงพยาบาลแม่สาย. งานอาชีวะอนามัย. (2560). *รายงานประจำปี 2560.* เชียงราย : โรงพยาบาล.

วุฒิกร ไกรทะสอน. (2561). *แนวทางการศึกษาคุณภาพอากาศภายใน (IAQ).* สืบค้นที่ http://dspace.spu.ac.th/bitstream/123456789/4367/3/Chapter1-5-วุฒิไกร-กันทะสอน-FM2551.pdf เมื่อวันที่ 15 กรกฎาคม 2561.

สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ. (2561). *วัสดุอ้างอิงเพื่อการตรวจวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ.* สืบค้นที่ http://www.nimt.or.th/etrm/upload/basicdescription/file-8.pdf เมื่อวันที่ 16 กรกฎาคม 2561.

สร้อยสุดา เกสรทอง, (2549). *SBS โรคจากการทำงานในตึก.* พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพ : ใกล้หมอ.

สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย. (2559). *คู่มือการปฏิบัติงานเพื่อการตรวจประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคาร สำหรับเจ้าหน้าที่.* สืบค้นที่ http://env.anamai.moph.go.th/ewtadmin/ewt/env/ewt_dl_link.php?nid=824 เมื่อวันที่ 29 กรกฎาคม 2561.

อริสา กาญจนากระจ่าง และภารดี ช่วยบำรุง. (2560). การตรวจวัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพการระบายอากาศภายในห้องเรียน. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.* ปีที่ 25 ฉบับที่ 6 พฤศจิกายน - ธันวาคม 2560: 960-974. สืบค้นจาก http://tujournals.tu.ac.th/tstj/detailart.aspx?ArticleID=5935. เมื่อวันที่ 4 มิถุนายน 2561.

ASHRAE. (2018). *Indoor Air Quality Guide : Best Practices for Design,* Construction and Commissioning Accessed October 4, 2018. https://iaq.ashrae.org/Download.aspx?type= registrants&pubid=395&source=77fb1246-5342-4822-a4ccfb9816c46b72.

Institute of Environmental Epidemiology Ministry of the Environment. (1996). *Guidelines for good indoor air quality in office premises.* Accessed October 4, 2018. https://www.bca.gov.sg/GreenMark/others/NEA_Office_IAQ_Guidelines.pdf.

Lee-Kuo Lina, Yan-Sin Cai and Yao-Chien Tsai . (2017). *Analysis of hospital interior air quality audits.* Accessed October 4, 2018. https://www.matec-conferences.org/articles/matecconf/pdf/2017/33/matecconf_imeti2017_01036.pdf.

M. Ramaswamy, Farooq Al-Jahwari, Saif M. Masoud Al-Rajhi. (2010). *IAQ in Hospitals – Better Health through Indoor Air Quality Awareness.* Accessed October 4, 2018. https://oaktrust.library.tamu.edu/bitstream/handle/1969.1/94139/ESL-IC-10-10-88.pdf?sequence=1.

Qi Zhoua, Zhengfei Lyub, Hua Qiana, Jinwei Songa, Viola C. Möbsc. (2015). *Field-Measurement of CO2 Level in General Hospital Wards in Nanjing.* Accessed October 4, 2018. https://www.researchgate.net/profile/Hua_Qian/publication/283944484_Field-Measurement_of_CO2_Level_in_General_Hospital_Wards_in_Nanjing/links/56f11d6d08aecad0f31f2349/Field-Measurement-of-CO2Level-in-General-Hospital-Wards-in-Nanjing.pdf.

WHO. (2009). *Guidelines for indoor air quality – dampness and mould.* Accessed October 4,2018.http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0018/43326/E92645sum.pdf.