

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อาคารที่เปิดดำเนินการมานานมากกว่า 10 ปีขึ้นไปนั้น นับว่าเป็นอาคารที่มีอายุการใช้งานมานานพอสมควร ปัญหาหรือผลกระทบจากอายุการใช้งานอาคารที่มากขึ้นนั้นพบว่าไม่ใช่มาจากตัวอาคารเอง แต่กลับเป็นปัญหาจากระบบประกอบอาคารเป็นส่วนสำคัญ ที่พบว่าหมดอายุหรือหมดสภาพตามอายุการใช้งาน ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อผู้ใช้งานอาคารดังกล่าว โดยเฉพาะเรื่องระบบปรับอากาศและระบายอากาศ ถ้าไม่ได้รับการบำรุงรักษา ดูแลการเปลี่ยนอะไหล่ตามกำหนดระยะเวลาที่มาตรฐานเครื่องกำหนดไว้ ย่อมมีความเสี่ยงต่อประสิทธิภาพการทำงานและความปลอดภัยจากอากาศที่ส่งออกมาจากเครื่องนั้น ๆ เนื่องจากคนทำงานส่วนใหญ่ใช้เวลาอยู่ในอาคารเกือบร้อยละ 90 ของเวลาในแต่ละวัน องค์การอนามัยโลก (WHO) คาดว่า ร้อยละ 30 ของอาคารทั่วโลกอาจมีปัญหาด้านคุณภาพอากาศภายในอาคาร (Indoor Air Quality) ที่อาจจะนำไปสู่ปัญหาในกลุ่มอาคารที่เกิดจากการทำงานในอาคารปิดได้ (Sick Building Syndrome ,SBS)

อาคารโรงพยาบาลพญาไทศรีราชาเป็นอาคารขนาดใหญ่สูง 13 ชั้น เปิดดำเนินการมาตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2538 (ปัจจุบันมีอายุการใช้งาน 13 ปี) เนื่องจากเป็นอาคารประเภทโรงพยาบาลซึ่งเปิดใช้งานตลอด 24 ชั่วโมง ดังนั้นระบบประกอบอาคารต่าง ๆ ย่อมถูกใช้งานที่มากกว่าอาคารประเภทอื่น ที่มีการใช้งานแค่ตอนกลางวันเป็นทวีคูณ โดยเฉพาะระบบปรับอากาศและระบายอากาศที่มีการใช้งานตลอดเวลา จึงทำให้เกิดข้อสงสัยว่าพื้นที่อาคารส่วนที่รองรับลูกค้าที่มาใช้บริการทั้งที่เป็นญาติ ผู้ป่วยที่มาตรวจรักษา หรือผู้มีสุขภาพดีที่มาใช้บริการตรวจสุขภาพนั้นจะได้รับผลกระทบในเรื่องคุณภาพอากาศภายในอาคารอย่างไร

การศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการศึกษาในแผนกผู้ป่วยนอก (OPD) โดยเน้นในพื้นที่ที่เป็นจุดที่มีผู้มานั่งรอรับบริการเป็นจำนวนมากในแต่ละวัน โดยได้กำหนดไว้สามจุดได้แก่ พื้นที่นั่งรอจ่ายเงิน และรับยาด้านหน้าห้องการเงินและจ่ายยา พื้นที่นั่งรอตรวจด้านหน้าแผนกอายุรกรรม พื้นที่นั่ง

รอตตรวจ และพื้นที่นั่งรอตตรวจห้องตรวจประกันสังคม เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นที่ที่เปิดใช้งานตลอด 24 ชั่วโมง และมีผู้ที่มาใช้บริการจำนวนมาก โดยผู้วิจัยมีคำถามในเรื่องคุณภาพอากาศภายในของอาคารโรงพยาบาลฯว่าเป็นอย่างไร เพื่อเป็นคำตอบที่นำไปสู่การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาดังกล่าว และใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงคุณภาพอากาศภายใน ในอนาคตที่จะมีการปรับปรุงพื้นที่ ดังกล่าว

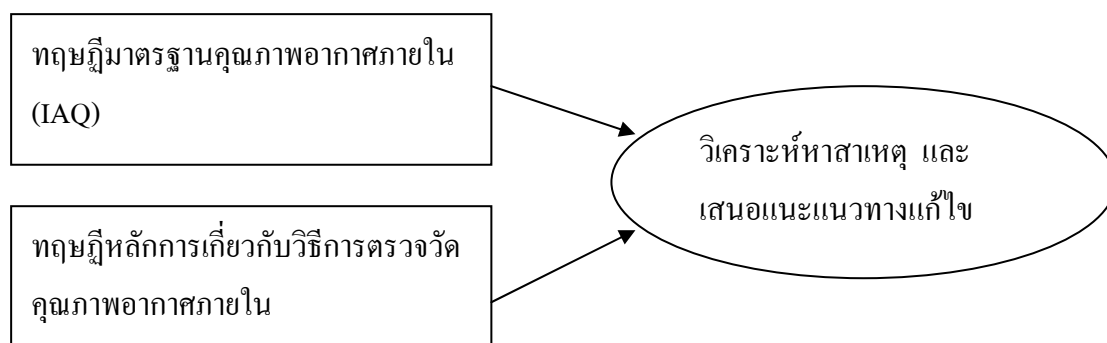
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

- เพื่อตรวจหาปริมาณสารเจือปนในอากาศภายในอาคารรวมถึงปริมาณแบคทีเรียในอากาศภายในอาคารบริเวณพื้นที่นั่งรอชำระเงินและรับยาพื้นที่นั่งรอตตรวจด้านหน้าแผนกอายุรกรรม และพื้นที่นั่งรอตตรวจห้องตรวจประกันสังคม
- เพื่อวิเคราะห์สาเหตุและเสนอแนะแนวทางแก้ไขกรณีตรวจพบว่าค่าคุณภาพอากาศภายในมีค่าไม่ได้ตามมาตรฐาน

1.3 ความสำคัญของการศึกษา

เพื่อให้ทราบถึงค่าคุณภาพอากาศภายในในอาคาร โรงพยาบาลฯว่าเป็นอย่างไรมีค่าได้ตามมาตรฐานหรือไม่และเพื่อเสนอแนะแนวทางแก้ไขโดยนำข้อมูลไปใช้ประกอบในการพิจารณาในการปรับปรุงระบบปรับอากาศและระบายอากาศในการปรับปรุงพื้นที่แผนกผู้ป่วยนอก (OPD) ใน พ.ศ. 2552

1.4 กรอบแนวคิดในการวิจัย



แผนภาพที่ 1.1 แนวทางการศึกษาคุณภาพอากาศภายใน(IAQ)

1.5 คำถามในการวิจัย

- 1) คุณภาพอากาศภายใน ในอาคารโรงพยาบาล มีค่าเป็นอย่างไร
- 2) กรณีตรวจพบว่าคุณภาพอากาศภายใน มีค่าไม่เป็นไปตามมาตรฐานดังกล่าว มีแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างไร

1.6 ขอบเขตของการวิจัย

- 1) ศึกษาคุณภาพอากาศภายใน ในพื้นที่แผนกผู้ป่วยนอก (OPD) โดยใช้กรณีศึกษาโรงพยาบาลพญาไทศรีราชา
- 2) ศึกษาค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศภายใน เพื่อใช้ในการเทียบเคียงผลทดสอบ
- 3) วิเคราะห์หาสาเหตุและเสนอแนะแนวทางในการแก้ไข กรณีที่ตรวจพบว่าค่าคุณภาพอากาศมีค่าไม่เป็นไปตามมาตรฐาน

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ได้ทราบผลการทดสอบคุณภาพอากาศภายในพื้นที่แผนกผู้ป่วยนอกอาคาร โรงพยาบาล ในปัจจุบันเพื่อแก้ไขปัญหาคอนครตรวจพบค่าไม่ได้ตามมาตรฐาน
- 3) ใช้ข้อมูลประกอบเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาคุณภาพอากาศ เมื่อมีการปรับปรุงพื้นที่ (Renovation) ในปี 2552
- 4) นำข้อมูลไปใช้ประกอบในการนำเสนอเพื่อยื่นรับรองมาตรฐานคุณภาพโรงพยาบาล (HA&HPH)

1.8 นิยามศัพท์

- 1) โรงพยาบาล หมายถึง โรงพยาบาลพญาไทศรีราชา
- 2) แผนกผู้ป่วยนอก (OPD) หมายถึง พื้นที่ให้บริการผู้มาใช้บริการ และตรวจรักษาในชั้น 1 ของอาคารโรงพยาบาล โดยประกอบไปด้วย แผนกต้อนรับ แผนกลูกค้าสัมพันธ์ แผนกการเงิน แผนกเภสัชกรรม แผนกฉุกเฉิน แผนกAdmission แผนกตรวจสุขภาพ แผนกอายุรกรรม แผนกสูตินรีเวช แผนกกุมารเวช แผนกศัลยกรรมและออร์โธปิดิกส์ ห้องเจาะเลือด แผนกเอกซเรย์ แผนกลูกค้าต่างประเทศ แผนกฉุกเฉิน และพื้นที่โถงต้อนรับผู้ป่วยในอาคารส่วนกลาง แผนกประกันสังคม
- 3) ผู้ป่วยนอก (OPD) หมายถึง ผู้ที่มาใช้บริการรักษากับทางโรงพยาบาลพญาไทศรีราชา 1 วัน แล้วกลับบ้านไม่นอนเตียงห้องพัก

บทที่ 2

แนวคิดทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่อง การศึกษาคุณภาพอากาศภายใน ในอาคารโรงพยาบาลพญาไทศรีราชาผู้ศึกษาได้ ทำการศึกษาแนวคิดทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

1. ทฤษฎีที่เกี่ยวกับนิยามหรือความหมายของคุณภาพอากาศภายใน
2. ทฤษฎีที่เกี่ยวกับมาตรฐานการตรวจวัดค่าคุณภาพอากาศภายใน
3. ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวกับนิยามหรือความหมายของคุณภาพอากาศภายใน

คุณภาพอากาศภายใน (Indoor Air Quality) นั้นมีผู้ให้คำนิยามไว้หลายอย่างได้แก่ คุณภาพอากาศภายในเป็นการวัดว่าอากาศมีสภาพที่ดีขนาดไหนในบริเวณหนึ่ง ๆ (ศาสตรา ภิธาน ทวีเวชพฤติ ,ออนไลน์,2008) โดยมีเงื่อนไขของการพิจารณาดังนี้

1. ความสุขสบายของคนที่มีต่ออุณหภูมิของอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วของลมของอากาศบริเวณนั้น ๆ ที่ยอมรับได้
2. การหายใจของคนเป็นไปได้อย่างสะดวกสบาย ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มข้นของออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ที่ ณ บริเวณคนอยู่นั้น ๆ
3. ความเข้มข้นของก๊าซ ไอ อนุภาคของสิ่งสกปรกและสารที่มีกัมมันตภาพรังสีเหล่านี้มีปริมาณไม่มากพอที่จะก่อให้เกิดผลร้ายต่อสุขภาพและร่างกายของคน

โดยคุณภาพของอากาศภายในอาคาร (IQA) นั้นสามารถประมาณได้จากสภาพของอากาศภายนอก การออกแบบตัวอาคารกิจกรรมของผู้คนที่ใช้อาคารและลักษณะการควบคุมสภาพแวดล้อมในอาคาร (ทวี เวชพฤติ ,2542,หน้า 78-83) โดยการควบคุมคุณภาพของอากาศภายในอาคารนั้นสามารถแบ่งได้ดังนี้

1. การควบคุมแหล่งที่เกิด (Source Control) เช่น ควบคุมการสูบบุหรี่ของคนโดยจัดห้องเฉพาะให้ เป็นต้น

2. การนำเอาสิ่งสกปรกทิ้งออกไป (Contaminant Remove) เป็นเทคนิคการทำให้สะอาด เช่นการกรองอากาศ การดูดซับ และดูดกลืนสิ่งสกปรก

3. การควบคุมโดยการทำให้อากาศเจือจางลง (Dilution Control) เป็นวิธีการนำเอาอากาศภายนอกที่บริสุทธิ์กว่าเข้ามาแทนที่อากาศภายในอาคาร

คุณภาพอากาศภายในไว้หมายถึงสภาวะการที่อากาศภายในอาคารที่อาจไม่มีสิ่งเจือปนหรือมีสิ่งเจือปนอยู่ในปริมาณที่อาจจะทำหรือไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ ต่อสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ต่อทรัพย์สินของมนุษย์ หรือต่อสิ่งแวดล้อมโดยรอบอาคารนั้น(กิตติพงษ์ เตมิยะ ประดิษฐ์ ,ออนไลน์,2008) การออกแบบและการใช้อาคารที่ไม่เหมาะสม ทำให้มีสิ่งสกปรกสะสมปนกับอากาศภายในอาคาร โดยเฉพาะการสะสมของสารเคมี ซึ่งอาจทำให้เป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้อยู่อาศัยและผู้ใช้อาคารส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานของผู้อาคารต่ำลง ซึ่งอันตรายต่อสุขภาพของผู้อยู่อาศัยและผู้ใช้อาคารเมื่อคุณภาพอากาศไม่เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด และได้สรุปสาเหตุที่ทำให้อากาศภายในอาคารสกปรก และแนวทางการแก้ปัญหาคุณภาพภายในอาคารไว้ดังนี้ คือ

1. ไอเสียจากรถยนต์ถูกดูดเข้าไปในอาคารทางช่องนำอากาศบริสุทธิ์ (Fresh Air Intake) ไอเสียเหล่านี้ เป็นผลมาจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง ทำให้เกิดแก๊ซ และอนุภาคที่เป็นอันตรายต่อร่างกายมนุษย์ เช่น

1.1 คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) เป็นแก๊ซที่ไม่มีสีและกลิ่น เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของเชื้อเพลิง แก๊ซนี้ทำให้เม็ดโลหิตแดงไม่สามารถรับออกซิเจน ไปเลี้ยงเนื้อเยื่อต่างๆของร่างกายได้ ทำให้เกิดอาการปวดหรือวิงเวียนศีรษะ อาเจียร อ่อนเพลีย หดแรงแรง ความรู้สึกสับสน ถ้าได้รับในปริมาณมากจะทำให้หมดสติ และเสียชีวิตได้

1.2 ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂) ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนัง เยื่อบุขนัยตา จมูกและคอ เกิดอาการเจ็บหน้าอก ไอ หายใจขัดทำให้ภูมิต้านทานโรคทางเดินหายใจลดลง เกิดการเจ็บป่วยได้ง่าย เช่น โรคหลอดลมอักเสบ หอบหืด โรคถุงลมโป่งพอง เป็นต้น

1.3 ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อทางเดินหายใจ

1.4 อนุภาคเล็กๆ ที่หายใจเข้าไปได้ (Respirable particle) แล้วติดค้างอยู่ที่ปอดทำอันตรายต่อเยื่อหุ้มปอด เช่น Benzo (a) pyrene ทำให้เกิดโรคมะเร็งปอดได้ นอกจากนี้พวกแก๊ซหุงต้มที่ใช้ภายในอาคาร ตลอดจนควันบุหรี่ ก็สามารถทำให้เกิดสารต่างๆ ข้างต้นได้เช่นกัน

2. เชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตในคอยล์ทำความเย็น และ/หรือ ในหอผึ่งน้ำ (Cooling Tower) บริเวณที่ชื้นแฉะ และสกปรกในระบบปรับอากาศ เช่น ที่แผงกรองอากาศ (Air Filter) คอยล์ทำความเย็น ท่อส่งลมเย็น น้ำที่ขังอยู่ต่างๆ Humidifier ถาดน้ำทิ้ง มักเป็นแหล่งเพาะเชื้อจุลินทรีย์ รา โดยเฉพาะเชื้อ Legionnaires' Disease และ Pontiac Fever เชื้อเหล่านี้จะถูกระบบปรับอากาศแพร่กระจายไปตามส่วนต่างๆ ของอาคาร จนทำให้เกิดการเจ็บป่วยแก่คนเป็นจำนวนมากได้ง่าย

3. ปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดความรู้สึกสบายของมนุษย์ ในอาคาร เป็นปัจจัยร่วมกันที่กำหนดการแลกเปลี่ยนความร้อนของมนุษย์กับสิ่งแวดล้อมด้วย มีดังนี้

- อุณหภูมิ ควรมีการควบคุมอุณหภูมิของอากาศภายในอาคาร ให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม คือ 24 องศาเซลเซียส หรือในช่วง 23-26 องศาเซลเซียส โดยให้เป็นที่ยอมรับของร้อยละ 80 ของผู้ที่อยู่ในอาคารเดียวกัน (สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย)
- ความชื้นสัมพัทธ์ ความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงเกินไป ทำให้เหงื่อระเหยยาก รู้สึกร้อน และอึดอัด ในขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์ที่น้อยเกินไป ทำให้เกิดความระคายเคืองต่อผิวหนัง จมูก จนบางครั้งอาจทำให้เข้าใจผิดได้ว่า เกิดจากการระคายเคืองของสารเคมีในอาคาร ความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสม จึงควรอยู่ในช่วงร้อยละ 30-70
- ความเร็วลม ความเร็วลมที่สูงเกินไป ทำให้รู้สึกหนาว โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากอุณหภูมิต่ำด้วย ในทางตรงกันข้าม หากอากาศร้อน และความเร็วมต่ำ ลมก็จะพาความร้อนออกจากร่างกายไม่ดีเท่าที่ควร ทำให้เกิดความรู้สึกร้อน อบอ้าว อึดอัด
- การแผ่รังสีความร้อน เกิดจากการที่วัสดุมีอุณหภูมิพื้นผิวสูง หรือต่ำกว่าอุณหภูมิของอากาศภายในห้อง เช่น ฝ้าเพดานที่เย็นจัด เนื่องจากเป็นทางลมกลับของเครื่องปรับอากาศ ร่างกายมนุษย์ก็จะแผ่รังสีความร้อน ไปยังฝ้าเพดานทำให้รู้สึกเย็น ในทางตรงกันข้าม กระจกด้านที่ถูกแสงแดดส่อง ก็จะแผ่รังสีความร้อน มายังผู้อยู่อาศัย จึงทำให้ผู้อยู่อาศัยรู้สึกร้อนกว่าปกติ แม้ว่าอุณหภูมิในห้องจะอยู่ในเกณฑ์ปกติก็ตาม

4. น้ำที่รั่วซึมเข้ามาตามรอยร้าวของอาคาร หรือ ใอน้ำที่กลั่นตัวภายในอาคาร ทำให้เกิดเชื้อราและจุลินทรีย์น้ำที่รั่วจากหลังคา และหยดลงบนแผ่นฝ้า พรหมปูพื้น น้ำที่ซึมผ่านกำแพง หรือ ใอน้ำที่กลั่นตัวบนเพดานห้องส่วนที่เย็นจัด เช่น บริเวณใต้ห้องคอมพิวเตอร์ ทำให้ฝ้าเพดาน ตลอดจนวัสดุที่ใช้ตกแต่งอาคารชื้นแฉะตลอดเวลา เป็นแหล่งเพาะพันธุ์เชื้อจุลินทรีย์ แบคทีเรีย และราต่างๆ ทำให้เกิดการเจ็บป่วย และการแพ้ได้

5. ก๊าซ Radon ที่เข้าสู่อาคารผ่านทางพื้นชั้นล่าง หรือฐานราก Radon เกิดจากการสลายตัวของธาตุกัมมภาพรังสีที่มีอยู่ในดิน เช่น Uranium และ Thorium มีลักษณะเป็นก๊าซเฉื่อย ไม่ทำปฏิกิริยากับวัตถุอื่น แต่จะลอยขึ้นมาจากดิน หรือปนกับน้ำที่ซึมเข้าสู่ตัวอาคาร แล้วฟุ้งกระจายไปในอากาศในระดับต่ำ ไม่เกิน 2 ชั้นจากฐานรากของตัวอาคาร การสลายตัวของ Radon จะเกิดสารตัวใหม่ ซึ่งสามารถรวมตัวฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศได้ เมื่อหายใจเอาอนุภาคเหล่านี้เข้าไป จะไปตกค้างอยู่ที่ปอด ทำให้เกิดมะเร็งที่ปอดได้ เฉพาะในสหรัฐอเมริกาประเทศเดียว ประมาณกันว่ามีผู้ป่วยด้วยมะเร็งปอดที่เกิดจาก Radon ราว 5,000 ถึง 15,000 คนต่อปี
6. มีการนำอากาศบริสุทธิ์ภายนอกเข้าสู่อาคารไม่เพียงพอ เกิดจากความพยายาม ที่จะลดปริมาณอากาศบริสุทธิ์ภายนอกอาคารที่ผ่านเครื่องปรับอากาศเพื่อประหยัดพลังงาน ทำให้เกิดการสะสมของกลิ่น เชื้อโรค และสิ่งระคายเคืองต่างๆ ในอากาศที่หมุนเวียนภายในอาคาร ส่วนมากมักพบในอาคารที่ก่อสร้างในทศวรรษที่ 70 ซึ่งมักมีช่องอากาศบริสุทธิ์ค่อนข้างเล็ก และตัวอาคารค่อนข้างแน่นหนา และบางครั้ง อาจเกิดจากความตั้งใจของผู้ดูแลอาคาร ที่ต้องการลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของระบบปรับอากาศ จึงทำการปิด Fresh Air Damper
7. กลิ่นจากระบบสุขาภิบาลไหลย้อนเข้าสู่อาคาร มักเกิดจากการที่รูระบายอากาศ (Vent) หรือ Exhaust Outlet ของระบบสุขาภิบาล อยู่ใกล้กับช่องระบายอากาศบริสุทธิ์มากเกินไป หรือเกิดการเปลี่ยนแปลงทิศทางลมภายนอกอาคารในบางฤดูกาล พาเอากลิ่นนั้นไหลย้อนเข้าสู่อาคาร
8. วัสดุที่ใช้ก่อสร้างหรือตกแต่งอาคาร คายสารเคมีออกมา วัสดุที่มักคายสารเคมีออกมา ได้แก่ สี กาว Sealant เฟอร์นิเจอร์ พรมปูพื้น แผ่นไวนิลปิดผนัง สารสำคัญที่คายออกมาได้แก่ Formaldehyde ซึ่งมีกลิ่นฉุน มักพบในสารที่ใช้ทำกาวยึดสิ่งต่างๆ เช่น กาวยึดเศษไม้ของแผ่นไม้อัด Particle Board กาวที่ใช้ติดกระดาษอ่อน กระดาษแข็ง กาวยึดพรมหรือวัสดุปูพื้นต่างๆ ดังนั้น อาคารที่เพิ่งสร้างเสร็จ หรือ ตกแต่งภายในใหม่ จึงมีไอสารชนิดนี้ปนเปื้อนอยู่ในอากาศในปริมาณที่ค่อนข้างสูง Formaldehyde จำนวนเล็กน้อย จะไม่เป็นอันตรายต่อคน หากเข้าสู่ร่างกาย จะถูกขจัดออกจากโลหิตอย่างรวดเร็ว เพราะมีช่วง Half Life 1-2 นาที แต่ในความเข้มข้นที่สูงกว่า 15 ppm จะทำให้เกิดความระคายเคืองต่อตา ทำให้มีอาการหอบหืด และโรคทางเดินหายใจได้ วัสดุก่อสร้างบางอย่าง เช่น กระเบื้องยาง และฉนวนกันความร้อนและกันไฟ ที่มีลักษณะเป็นเส้นใยละเอียด เช่น พวกลใยหิน ใยแก้ว Asbestos นั้น เมื่อยังอยู่ในสภาพใหม่และดี มักไม่เป็นอันตรายต่อคน แต่หากผิวหนังที่มีวัสดุอื่นปกคลุม เช่น แผ่น Aluminum Foil ฉีกขาดจนเส้นใยภายในหลุดลุ่ยออกมาแล้ว จะทำให้เกิดความระคายเคืองแก่ตา จมูก คอ และผิวหนังได้ตัวทำละลาย และ Ammonia จากแชมพู

ที่ใช้ทำความสะอาดพรม ก็ทำให้เกิดควาระคายเคืองต่อตา จมูก และคอได้เช่นเดียวกัน อาคารที่มีการทำความสะอาดในเวลาเย็น หรือวันหยุด ขณะที่ปิดระบบระบายอากาศ หรือ ไม่มีหน้าต่างที่สามารถเปิดออกสู่ภายนอกได้ จะมีสารเหล่านี้ปะปนกับอากาศภายในอาคารในปริมาณสูง และทำ ความระคายเคืองแก่พนักงาน เมื่อเข้ามาทำงานในวันถัดไป

9. การเคลื่อนที่ของอากาศภายในตัวอาคารลดลง เกิดจากความดันอากาศในแต่ละส่วนของอาคาร ไม่เท่ากัน ทำให้กลิ่นและสิ่งสกปรกในข้างพื้นที่มีความดันสูงเคลื่อนไปสู่ส่วนของอาคารส่วนที่มีความดันต่ำ ในอาคารขนาดใหญ่เน้นการรักษาความดันในอาคารให้เท่ากันทุกพื้นที่นั้นทำได้ค่อนข้างยาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีระบบระบายอากาศแยกต่างหากจากกันหลายๆชุด

10. สารพิษจากยาฆ่าแมลง ปัจจุบันมีการใช้ยาฆ่าแมลงกันอย่างแพร่หลาย ทั้งเพื่อกำจัดแมลงตาม ต้นไม้ ดอกไม้ที่ปลูกอยู่ในบริเวณอาคาร และเพื่อกำจัดมด แมลงสาบ ปลวก ภายในอาคารด้วย ผู้ใช้ ส่วนใหญ่มักเข้าใจผิดว่ายาฆ่าแมลงเหล่านี้มีความปลอดภัย เพราะมีจำหน่ายตามร้านค้าทั่วไป จึง นิยมใช้มากเกินไปจนเกิดความจำเป็น ทำให้เกิดสารตกค้างในอากาศ เป็นเหตุให้เกิดระคายเคืองและเป็น มะเร็งได้ หากได้รับสารพวกนี้เป็นเวลานาน จะทำให้เกิดอันตรายต่อระบบประสาทส่วนกลางได้

11. สิ่งสกปรกจากอุปกรณ์และเครื่องใช้สำนักงาน สิ่งสกปรกเหล่านี้มีหลายชนิด เช่น

11.1 โอโซน (O₃) เกิดจากอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิด High Voltage ต่างๆ เช่น เครื่องถ่ายเอกสาร Electronic Air Cleaner เป็นต้น ซึ่งในการทำงานจะเกิด Corona Effect ทำให้ได้ยินเสียงการอาร์ค เป็นครั้งคราว ก่อให้เกิดความรำคาญ และอาจได้กลิ่นคาวของแก๊สชนิดนี้ด้วย โอโซนทำให้เกิดการ ระคายเคืองต่อเยื่อจมูก ตา คอ และ ปอด ทั้งยังทำให้เกิดการกัดกร่อนได้ด้วย

11.2 ไฮโดรคาร์บอน (Hydrocarbon) เกิดจากเครื่องถ่ายเอกสาร กระดาษอัดสำเนา เป็นต้น

12. การปนเปื้อนของสิ่งสกปรกจาก Heat Recovery Wheel ในอาคารที่มีการใช้ Heat Recovery หรือ Rotary Air to Air Heat Exchanger เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน มักมีการรั่วของอากาศสกปรกผ่าน วงล้อ (Wheel) ไปสู่อากาศบริสุทธิ์ที่นำเข้า หรือการที่สิ่งสกปรก Carry Over ผ่านเนื้อวัสดุที่ใช้ดูดซับความร้อน ทำให้สิ่งสกปรกบางส่วนกลับเข้าสู่อาคารอีก

13. คิวบิกฟูร์จะให้ทั้งกลิ่น ไอระเหยและอนุภาคเล็กๆ ที่ทำให้เกิดการระคายเคืองออกมาเป็น จำนวนมากนอกจากนี้ยังมี CO และ NO₂ ปนออกมาด้วย อนุภาคเล็กๆ สามารถขจัดออกได้โดยใช้ แผ่นกรองเนื้อละเอียดที่มีประสิทธิภาพสูง ส่วนกลิ่นนั้นค่อนข้างจะอยู่ถาวร แต่ทำให้เจือจางได้ โดย

การนำอากาศบริสุทธิ์ภายนอกเข้ามาระบายในปริมาณ 15-30 CFM/คน หรือ โดยการใช้ Activated Charcoal Filter ประสิทธิภาพสูงกลิ่นของมนุษย์ ปรับตัวได้ค่อนข้างจะเร็วมาก เช่น เมื่อเข้าไปในห้องที่มีการสูบบุหรี่ เราจะได้กลิ่นทันที แต่หลังจากนั้นอีกประมาณ 6 นาที เราจะเริ่มชินกับกลิ่นนั้น และรู้สึกว่าการระบายของกลิ่นลดลง 2-3 เท่า

14. กลิ่นอื่นๆ นอกจากกลิ่นควันบุหรี่ดังกล่าวข้างต้นแล้ว ยังมีกลิ่นอื่นๆ ในอากาศ เช่น จากตัวคน จากเครื่องสำอาง จากน้ำยาทำความสะอาด หรือจากวัสดุที่ใช้ตกแต่งตัวอาคาร เป็นต้น การลดความเข้มข้นของกลิ่น ใช้วิธีการนำอากาศภายนอกที่บริสุทธิ์เข้ามาระบาย โดยที่ความรุนแรงของกลิ่นมักขึ้นอยู่กับจำนวนคน อัตราการระบายอากาศ จึงมักกำหนดเป็น CFM/คน จากการค้นคว้าพบว่า หากต้องการควบคุมกลิ่นจากตัวคนเพียงคนเดียว ต้องใช้อากาศบริสุทธิ์ประมาณ 6-9 CFM/คน

15. ปัจจัยอื่นๆ ที่มีได้เกี่ยวข้องกับเรื่องคุณภาพของอากาศภายในอาคารโดยตรง ปัจจัยเหล่านี้ เช่น ปัญหาเรื่องแสง ความดังของเสียง ตลอดจนความคับแคบของที่ทำงาน แม้จะไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับเรื่องคุณภาพอากาศ แต่อาจมีส่วนเสริมทางด้านจิตวิทยา ให้อาคารที่มีปัญหาด้านคุณภาพอากาศ ไม่เหมาะสมอยู่แล้ว มีสถานการณ์เลวร้ายลงไปอีก ปัญหาคุณภาพอากาศบางอย่างที่ไม่สำคัญ ก็จะมีคนบ่นถึงมากขึ้น จนกลายเป็นปัญหาใหญ่ได้ง่าย ปัญหาเรื่องแสงมักเกิดจากการใช้ไฟส่องสว่างภายในอาคารที่ไม่เหมาะสมในด้านปริมาณ และ/หรือ ด้านคุณภาพ ทำให้เกิดแสงจ้า (Glare) การสะท้อนกลับของแสง (Reflection) การกระพริบของแสง (Flicker) หรือ ความเข้มของแสงที่แตกต่างกัน (Contrast) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง Glare และ Reflection มักเกิดจากกระจกหน้าต่าง และดวงโคม ทำให้เกิดความรำคาญต่อผู้ที่ต้องใช้สายตามาก เช่น การอ่านเขียนหนังสือ การพิมพ์ดีด หรือ การทำงานหน้าจอคอมพิวเตอร์ ปัญหาเรื่องเสียง มักเกิดในอาคารที่มี Background Noise ที่สูงเกินกว่า 50 db ทำให้การสนทนาจับใจความได้ลำบาก ต้องสนทนากันด้วยเสียงที่ดังขึ้น ทำให้สมาธิในการทำงานลดลง หรือ ทำให้เกิดความรำคาญที่ทำงานไม่มีความเป็นส่วนตัวเท่าที่ควร จะพูดอะไรก็เกรงคนอื่นได้ยิน ส่วนเรื่องที่ทำงานคับแคบ เพราะมีคนมากเกินไปนั้น ก็ทำให้รู้สึกอึดอัด และหงุดหงิดได้

การแก้ปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคาร ได้มีแนวทางในการดำเนินการดังนี้

1. ปริมาณอากาศบริสุทธิ์ ที่นำเข้ามาในอาคารต้องไม่น้อยกว่าที่กำหนดใน ASHRAE Standard 62-1989 ภาคผนวกหรือกฎกระทรวง มาตรฐานแนะนำของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย หรือ

ของหน่วยงานของรัฐต่างๆ แล้วแต่ค่าที่กำหนดของหน่วยงานใดจะมากกว่ากัน เพื่อลดความเข้มข้นของสิ่งสกปรกต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายในอาคาร

2. ช่องอากาศบริสุทธิ์ (Fresh Air Grill) ควรอยู่ห่างจากบริเวณอากาศสกปรกภายนอกอาคารเช่น

- ถนนที่มีการจราจรหนาแน่น ที่จอดรถ หรือบริเวณขนถ่ายสินค้า
- ท่อไอเสียของ Boiler, Diesel Generator Set
- อากาศร้อน/ชื้น ที่ออกจาก Cooling Tower
- ช่องระบายอากาศเสียของห้องน้ำ หรือห้องครัวของอาคาร

โดยทั่วไป ขอบล่างของช่องนำอากาศบริสุทธิ์ควรสูงจากระดับดินไม่น้อยกว่า 2 เมตร หรือสูงจากพื้นหลังคาไม่ต่ำกว่า 1 เมตร

3. ช่องระบายอากาศออกจากอาคาร (Exhaust Air Grille) ควรอยู่ห่างจากช่องอากาศบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 9 เมตร หรืออยู่ที่กำแพงคนละด้าน โดยคำนึงถึงทิศทางลมในแต่ละฤดูกาล หรือผลจากลมที่ปะทะกับอาคารข้างเคียงประกอบด้วย เพื่อป้องกันมิให้อากาศสกปรกไหลย้อนกลับเข้าสู่ตัวอาคารอีก

4. ปริมาณลมหมุนเวียนภายในอาคารต้องไม่น้อยกว่า 6-10 เท่าของปริมาตรห้องต่อชั่วโมง (Air Change per Hour) เพื่อให้อากาศบริสุทธิ์ที่เข้าในข้อที่ 1 กระจายไปสู่ส่วนต่างๆ ของอาคารอย่างทั่วถึงและรวดเร็ว

5. การควบคุมการทำงานของระบบปรับอากาศเพื่อการประหยัดพลังงาน ต้องไม่ทำให้คุณภาพอากาศในอาคารลดลง เช่น

5.1 Optimum start control และ Optimum stop control ต้องไม่ช้าเกินไปในตอนเช้าและเร็วในตอนเย็น เพื่อให้มีการนำอากาศบริสุทธิ์ภายนอกเข้ามาอย่างเพียงพอในขณะที่ยังมีคนทำงานอยู่ในอาคาร และเพื่อระบายอากาศสกปรกที่ยังตกค้างอยู่ การแก้ไขอาจทำได้โดยให้เครื่องเป่าลมเย็นยังคงทำงานอยู่แม้เครื่อง CHILLER จะมีได้ทำงานเนื่องจากการควบคุมของ Program ทั้งสอง

5.2 Duty cycling control ของระบบระบายอากาศต้องไม่นานเกินไป จะทำให้เกิดการสะสมของสิ่งสกปรกในอาคารและเป็นอันตรายต่อผู้อาศัย

6. ควรติดตั้งพัดลมดูดอากาศเสียออก ในบริเวณของอาคารที่มีอากาศสกปรกมาก เช่น บริเวณห้องน้ำ โรงพิมพ์ ห้องถ่ายเอกสาร ห้องทดลองปฏิบัติการ ห้องครัว เป็นต้น ในบางกรณีควรใช้ Hood ที่มีประสิทธิภาพสูงร่วมกับพัดลมดูดอากาศด้วย เพื่อให้การระบายอากาศเสียเป็นไปอย่างได้ผล เช่น การใช้ Fume hood ในห้องปฏิบัติการ Kitchen range hood ในห้องครัว เป็นต้น

7. รักษาความดันอากาศในห้องที่สกปรกให้ต่ำกว่าห้องข้างเคียง เพื่อป้องกันมิให้สิ่งสกปรกกระจายไปสู่ส่วนอื่นๆ ของอาคาร เช่น ห้องสูบบุหรี่ ห้องผ่าตัด ห้องสะอาด เป็นต้น

8. Humidifier ที่ใช้เพิ่มความชื้นให้แก่ระบบปรับอากาศ เช่น ที่ใช้ในศูนย์คอมพิวเตอร์โรงงานผลิตชิ้นส่วนสารกึ่งตัวนำ ควรเป็นแบบต้มน้ำให้กลายเป็นไอ แล้วฉีดไอน้ำเข้าไปในอากาศ น้ำที่ใช้ควรมีการปรับสภาพให้สะอาดเพื่อมิให้สิ่งสกปรกในน้ำลอยปะปนเข้าสู่อาคาร

9. ระบบปรับอากาศต้องสามารถใช้งานและบำรุงรักษาได้ง่ายและสะดวก โดยเฉพาะส่วนที่ชื้น และมีน้ำขังอยู่เป็นประจำ เช่น ถาดน้ำทิ้ง Humidifier คอยล์ทำความเย็นแผงกรองอากาศห่อฉนวนน้ำ เป็นต้น เพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์และเชื้อรา

10. ติดตั้งระบบกรองอากาศที่เหมาะสม สำหรับอากาศบริสุทธิ์ และอากาศหมุนเวียนในอาคาร แผ่นกรองอากาศที่ใช้ขึ้นอยู่กับความสะอาดที่ต้องการ และชนิดของสิ่งสกปรกที่เกิดขึ้นในอาคาร เช่น

10.1 Panel filter, Intermediate efficiency สำหรับฝุ่นละอองขนาดใหญ่ และขนาดกลางตามลำดับ

10.2 HEPA filter สำหรับการกรองเชื้อจุลินทรีย์ อนุภาคขนาดเล็ก เป็นต้น

10.3 Absorption filter สำหรับดูดไอที่สกปรก หรือไอที่มีกลิ่น

10.4 Washer หรือ Scrubber สำหรับไอบางอย่างที่มีกลิ่น และสามารถละลายในน้ำหรือน้ำมันได้

10.5 Electronic air cleaner สำหรับขจัดกลิ่นหรืออนุภาคขนาดปานกลางที่พบในอาคาร สำนักงาน โรงงานทั่วไป เช่น ควันบุหรี เป็นต้น

11. ควบคุมอุณหภูมิของอากาศภายในอาคารให้อยู่ในเกณฑ์เหมาะสมที่ 76 F° (24 C°) (แปรผันได้ระหว่าง $73 - 79\text{ F}^{\circ}$ หรือ $23 - 26\text{ C}^{\circ}$ ได้โดยเป็นที่ยอมรับของ 80% ของผู้อยู่ในอาคาร) ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ควรอยู่ระหว่าง 20 - 60 %

องค์การปกป้องสิ่งแวดล้อมของสหรัฐอเมริกา(EPA) (Indoor Air Quality Information Clearinghouse [IAQ INFO],ออนไลน์,1991). ได้กล่าวไว้ว่า อากาศภายในอาคารนั้นเป็นพิษมากกว่าภายนอกอาคาร 2 - 5 เท่า ซึ่งในบางครั้งพบว่าเป็นพิษมากกว่า 100 เท่า เนื่องจากส่วนใหญ่เราใช้เวลาอยู่ในอาคาร ความแตกต่างระหว่างอากาศภายในและภายนอกอาคารกล่าวคือ อากาศภายในจะถูกลมวนเวียนใช้ภายในอาคารอย่างต่อเนื่องจากการใช้งานดังกล่าวทำให้เกิดการสะสมฝุ่นละอองและสิ่งสกปรกต่างๆ อยู่ตลอดเวลา เช่น การสะสมของฝุ่นทั่วไป เชื้อรา สปอร์ของสิ่งมีชีวิต เกสรดอกไม้ ขนสัตว์ และควันต่างๆ เป็นต้น

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวกับมาตรฐานการตรวจวัดค่าคุณภาพอากาศภายใน

ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคาร ได้มีหน่วยงานต่างๆ ในต่างประเทศ เช่น US , EPA, ASHRAE etc. และหน่วยงานระหว่างประเทศ เช่น WHO ได้กำหนดค่ามาตรฐานด้าน Indoor Air Quality เพื่อใช้เป็นค่าแนะนำในการควบคุมคุณภาพอากาศภายในอาคาร ได้แก่

ในปี 2532 สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศ แห่งสหรัฐอเมริกา (ASHRAE) ได้กำหนดมาตรฐานของการระบายอากาศที่ยอมรับได้ของค่าคุณภาพอากาศภายใน (ANSI/ASHRAE Standard 62.1-1987 “Ventilation for Acceptable Indoor air Quality) โดยค่ามาตรฐานนี้ได้กำหนดอัตราการระบายอากาศที่ต่ำที่สุดที่ยอมรับได้ของคุณภาพอากาศภายในที่มีผลต่อการอยู่อาศัยของคน ซึ่งมาตรฐานนี้สามารถประยุกต์ใช้ได้กับอาคารทุกชนิด โดยมีค่าการหมุนเวียนอากาศทั้งภายนอกและภายในอยู่ระหว่างช่วง 15 -60 cfm ต่อคน ซึ่งขึ้นอยู่กับกิจกรรมที่เกิดขึ้นในห้อง โดยสำหรับผู้ออกแบบควรยึดถือมาตรฐานต่างๆ อ้างอิง เช่น ASA A53.1 ASHRAE 62-73 ,ASHRAE 62-1981 และ ASHRAE 62-1981 R เพื่อใช้เป็นแนวทางออกแบบเพื่อความเหมาะสมในการควบคุมคุณภาพของอากาศภายในอาคาร การวัดค่าคุณภาพอากาศภายในอย่างง่ายที่มาตรฐาน ASHRAE แนะนำคือการใช้ปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เป็นตัวชี้วัดที่บอกถึงอัตราการระบาย

อากาศภายในกับปริมาณการอยู่อาศัย โดยถ้าระดับมากกว่า 1,000 ppm หมายความว่า การนำอากาศจากภายนอกอาคารเข้ามาเพียงพอ และมีแนวโน้มที่จะทำให้มลภาวะอื่น ๆ สูงตามไปด้วย

ในหนังสือ Guide lines for Good Indoor Air Quality in Office Premises (1996 : 40) โดยกระทรวงสิ่งแวดล้อม ประเทศสิงคโปร์ กล่าวไว้ว่าสารปนเปื้อนที่พบในอาคารส่วนใหญ่จะพบสารดังนี้ได้แก่

1. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นตัวที่บ่งบอกถึงประสิทธิภาพของระบบระบายอากาศในห้องไม่ดี
2. ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ มีสาเหตุส่วนใหญ่มาจากควันท่อไอเสียรถยนต์ การทำอาหาร และการสูบบุหรี่
3. สารฟอร์มาดีไฮด์เป็นสารที่เป็นส่วนประกอบของวัสดุที่ใช้ก่อสร้างอาคารและเฟอร์นิเจอร์พรม ซึ่งปริมาณขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่แตกต่างกัน
4. โอโซน

โดยมีการกำหนดวิธีการตรวจวัดค่าพารามิเตอร์สำหรับการตรวจประเมินคุณภาพอากาศภายในดังนี้

1. ตำแหน่งที่สุ่มตัวอย่าง ควรอยู่สูงจากพื้นระหว่าง 75 – 120 เซนติเมตร จากพื้นและอยู่กึ่งกลางห้องหรือพื้นที่ที่จะสำรวจ
2. จำนวนจุดตัวอย่างที่จะทำการวัด โดยอย่างน้อยควรมี 1 จุดสำหรับพื้นที่แต่ละชั้นที่มีการใช้ระบบปรับอากาศ 1 ชุด สำหรับพื้นที่ขนาดใหญ่ควรเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้คือ

พื้นที่อาคาร (ตารางเมตร)	จำนวนจุดเก็บตัวอย่างขั้นต่ำ
- 3,000 - < 5,000	8 จุด
- 5,000 - < 10,000	12 จุด
- 10,000 - < 15,000	15 จุด
- 15,000 - < 20,000	18 จุด
- 20,000 - < 30,000	21 จุด
- 30,000หรือมากกว่า	25 จุด

ตารางที่ 2.1 จำนวนจุดตัวอย่างที่จะทำการตรวจวัด

3. กำหนดค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศภายในขั้นต่ำที่ยอมรับได้ไว้ดังนี้

ค่าคุณภาพอากาศภายใน	ค่ามาตรฐานที่ยอมรับได้	หน่วย
Carbon Dioxide	1,000	ppm
Carbon Monoxide	9	ppm
Formaldehyde	0.1	ppm
Ozone	0.05	ppm
Total VOC	3**	ppm
Humidity	< 70	ppm
Temperature	22.5 – 25	องศาเซลเซียส
Particles size 10 micron	0.15	Mg/m
Yeast and Mold	500	CFU/m
Aerobic Plate Count	500	CFU/m

ตารางที่ 2.2 ค่ามาตรฐานของค่าคุณภาพอากาศภายใน ตามมาตรฐาน Guide lines for Good Indoor Air Quality in Office Premises (1996 : 40) โดยกระทรวงสิ่งแวดล้อม ประเทศสิงคโปร์

2.3 ผลการศึกษา งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มีผลการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษารุ่นนี้ได้แก่

ศุภลักษณ์ สุนทรยาตร์ (ออนไลน์,2008) ได้สรุปรายงานการประชุม (การฝึกอบรมหรือสัมมนา หรือศึกษาดูงาน) หลักสูตร / เรื่องคุณภาพอากาศในโรงพยาบาลกับสุขภาพผู้ทำงานระหว่างวันที่ 5 พฤศจิกายน พ.ศ. 2550 ณ ห้องประชุมอรรถสิทธิ์ เวชชาชีวะ ดิกศูนย์การแพทย์ศิริกิติ์ ชั้น 5 จัดโดย คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล ไว้ว่าคุณภาพอากาศในอาคาร (Indoor Air Quality) เป็นปัจจัยสำคัญที่พบบ่อยในอาคารสถานที่ทำงาน ได้มีการแบ่งความเป็นพิษภัยของมลพิษต่อมนุษย์ (WHO) ไว้ดังนี้คือ

ระดับที่ 1 อันตรายน้อยไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพ

ระดับที่ 2 ระดับกระตุ้นอวัยวะรับความรู้สึก

ระดับที่ 3 ระดับทำให้เกิดโรคเรื้อรัง อายุสั้นลง

ระดับที่ 4 เกิดโรคเฉียบพลัน ตาย

โดยสรุปถึงประเภทของมลพิษทางอากาศ (Air Contaminant) ไว้ดังนี้ ได้แก่

- ฝุ่นละออง (Dust)
- ไอละออง (Mist)
- ไอระเหยของโลหะ (Fume)
- ไอระเหย ไอน้ำ (Vapor)
- ก๊าซ (Gas)
- ควัน (Smoke)
- อุณหภูมิ ความชื้น
- เชื้อโรค
- คลื่นรังสี (EMS)

และจากข้อมูลในการประชุมได้สรุปสาเหตุและปัญหาของ IQA ไว้ดังนี้คือ

- ระบบระบายอากาศไม่ดี 52%
- ปนเปื้อนภายในอาคาร 16%
- ปนเปื้อนจากนอกอาคาร 10%
- เชื้อจุลินทรีย์ในบรรยากาศ 5%
- การตกแต่ง สี เฟอร์นิเจอร์ 4%
- ไม่ทราบสาเหตุ 13%

รวมทั้งได้ทำการเสนอแนะแนวทางในการแก้ไขปัญหาด้านคุณภาพอากาศโดยแบ่งออกเป็นขั้นตอน
ได้แก่

- Step 1 Preliminary Assessments and Problem Review
- Step 2 Walk Through and Visual Evaluation
- Step 3 Industrial Hygiene Measurement
- Step 4 Specialized Testing , VOCs , Bacteria
- Step 5 Control Method

การแก้ปัญหาในเรื่องคุณภาพอากาศภายใน อาคารประเภทโรงพยาบาลการจัดการเรื่องระบบปรับอากาศและระบายอากาศควรยึดถือตามมาตรฐานระบบปรับอากาศและระบายอากาศสำหรับสถานพยาบาล ซึ่งมีความแตกต่างกันกับอาคารอื่น ดังนี้

1. ต้องควบคุมการเคลื่อนที่ของอากาศภายในระหว่างแผนก
2. มีความต้องการพิเศษในการควบคุมอัตราการระบายอากาศ, การกรองอากาศเพื่อเจือจางสิ่งปนเปื้อนในอากาศซึ่งอาจอยู่ในรูป กลิ่น, จุลชีพ, ไวรัส, สารเคมี, กัมมันตรังสี
3. มีความต้องการอุณหภูมิและความชื้นแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่
4. มีความต้องการระบบควบคุมที่แม่นยำเพื่อควบคุมสภาวะแวดล้อมที่ละเอียดอ่อนภายในโรงพยาบาล

และควรมีการเฝ้าระวังแหล่งของการติดเชื้อและให้ทำการควบคุมดังนี้

1. การติดเชื้อแบคทีเรีย (Bacterial Infection) เชื้อแบคทีเรียที่แพร่เชื้อทางอากาศ ได้แก่ เชื้อวัณโรค (Mycobacterium Tuberculosis) และ Legionella pneumophila ในโรงพยาบาล / สถานพยาบาล แบคทีเรียจะถูกกรองโดยแผงกรองอากาศที่มีประสิทธิภาพ 90–95 % (ASHRAE Standard 5.2) เนื่องจากแบคทีเรียมักจะรวมตัวอยู่ด้วยกันซึ่งจะมีขนาดใหญ่กว่า 1 ไมครอน หน่วยงานบางแห่งจะใช้แผงกรองอากาศชนิด HEPA (High Efficiency Particulate Air Filter) ซึ่งจะมีประสิทธิภาพในการกรองอนุภาคขนาด 0.3 ไมครอน ได้ถึง 99.97 %

2. การติดเชื้อไวรัส (Viral Infection) เชื้อไวรัสที่แพร่เชื้อผ่านอากาศได้แก่ Varicella (อีสุกอีใส/งูสวัด), Rubella (หัดเยอรมัน), Rubella (หัด) เชื้อไวรัสที่แพร่ในอากาศส่วนใหญ่จะมีขนาดเล็กมากในระดับ Submicron จึงไม่มีวิธีใดกำจัดไวรัสในอากาศได้ การใช้แผ่นกรองอากาศชนิด HEPA (High Efficiency Particulate Air Filter) และ/หรือULPA (Ultra Low Penetration Air Filter) เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในขณะนี้ การหยุดยั้งเชื้อไวรัสด้วยแสงอัลตราไวโอเล็ตหรือการฉีดสารเคมียังไม่สามารถพิสูจน์ได้ว่ามีประสิทธิภาพเพียงพอ จึงไม่แนะนำให้ใช้เป็นวิธีหลักในการป้องกันการติดเชื้อ(Primary Infection Control Measure) ดังนั้นวิธีหลักในการป้องกันการแพร่เชื้อในโรงพยาบาล / สถานพยาบาล คือ การควบคุมความสัมพันธ์แรงดันระหว่างห้องให้เหมาะสม(Appropriate Pressure Relationship)

3. เชื้อรา(Molds) เชื้อราบางชนิด เช่น Aspergillus ส่งผลร้ายต่อผู้ป่วยมะเร็งเม็ดเลือดขาวระยะรุนแรง (Advanced Leukemia), ผู้ป่วยปลูกถ่ายไขกระดูก (Bone Marrow Transplant), ผู้ป่วยที่มีภูมิคุ้มกันต้านเชื้อโรคต่ำผิดปกติ

4. การเติมอากาศภายนอกอาคาร (Outdoor Air Ventilation) จุดที่นำอากาศเข้ามาจากภายนอกอาคารเป็นจุดที่เหมาะสม อากาศภายนอกเกือบจะไม่มีเชื้อแบคทีเรียและไวรัสเลย ปัญหาของเชื้อ

แบคทีเรียและไวรัสส่วนใหญ่จะมีแหล่งของเชื้ออยู่ในตัวอาคาร อากาศภายนอกที่เดิมเข้ามาจะช่วยเจือจางปริมาณเชื้อแบคทีเรียและไวรัส การออกแบบและติดตั้ง และมีการสร้างความดันแตกต่างระหว่างพื้นที่อย่างถูกต้อง จะช่วยกำจัดเชื้อโรคในอากาศออกไปจากโรงพยาบาล/สถานพยาบาลได้

5. อุณหภูมิและความชื้น (Temperature and Humidity) สภาพะอุณหภูมิในโรงพยาบาล/สถานพยาบาล จะมีส่วนช่วยในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียและไวรัส แบคทีเรียบางชนิด เช่น *Legionella pneumophila* จะแพร่กระจายได้ดีในละอองน้ำและสามารถมีชีวิตอยู่ในในสภาวะอากาศชื้น

สมพจน์ เตชะมีนา ,ธราภรณ์ กรแก้วยาตร์ (ออนไลน์,2008) นักวิชาการฝ่ายพัฒนาอนามัยสิ่งแวดล้อมชุมชนและเมืองสำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัยได้ทำการประเมินคุณภาพอากาศในอาคารสำนักงานแห่งหนึ่งของกรมอนามัยที่มีปัญหาการระบายอากาศ โดยสำนักงานแห่งนี้ได้จัดอยู่บนอาคารสร้างใหม่มีอายุการสร้างมาประมาณ 6 ปี แยกเป็นหน่วยงานได้จำนวน 7 หน่วย มีกำลังพลปฏิบัติราชการกว่า 3,000 คน ลักษณะของอาคารเป็นอาคารสูง 10 ชั้น พบว่าการระบายอากาศในอาคารสำนักงานนี้มีประสิทธิภาพไม่เพียงพอ โดยอากาศบริสุทธิ์ที่เข้ามาผสมในระบบปรับอากาศจะตกลงมาในช่วงต้นของท่อส่งลมเย็น ขณะที่บริเวณตอนกลางของอาคารจะมีการหมุนเวียน / ถ่ายเทอากาศน้อยมาก สังเกตได้จากจำนวนโคลิฟอร์มที่ตรวจพบมีปริมาณน้อยในช่วงต้นของท่อส่งลมเย็น โดยใช้วิธี Gravity plate ใช้เวลา 30 นาที พบจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคหลายชนิด และบางโชนมีจำนวนโคโลนีค่อนข้างสูงเนื่องจากการระบายอากาศในอาคารไม่เพียงพอ จึงได้เสนอแนะแนวทางให้แก่ใจดังนี้คือ การแก้ไขปัญหาจุลินทรีย์ที่ตรวจพบกระจายอยู่ในบรรยากาศภายในอาคาร ให้ติดตั้งแผ่นกรองอากาศ ที่มีความสามารถดักจับอนุภาคที่มีประสิทธิภาพในรูป DOP ในช่วง 50 – 70% ซึ่งเป็นการกรองที่อนุภาคขนาดเล็กสามารถเล็ดลอดไปได้ แต่เนื่องจากขนาดของจุลินทรีย์ที่เกาะอยู่ในฝุ่นจะมีขนาดใหญ่ทำให้จุลินทรีย์จะถูกดักจับทั้งหมด และอาจใช้เครื่องฟอกอากาศที่มีไอโชนเป็นตัวฟอกอากาศได้ เนื่องจากไอโชนเป็นสารออกซิไดซ์ที่สามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ทั้งที่ก่อให้เกิดโรคในคนและไม่ก่อให้เกิดโรคในคน และควรมีการติดตั้งพัดลมดูดอากาศในห้องต่าง ๆ เพื่อให้การถ่ายเทและการระบายอากาศมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น และควรมีการเช็ดทำความสะอาดก่อนเข้าอาคารและก่อนเข้าห้องทำงาน

สมศักดิ์ ชัยพิพัฒน์, ประนอม ภูวนัตถ์ ,สมพจน์เตชะมีนา,นิพนธ์ อ้นแจ้ง,ธราภรณ์ กรแก้ว ยาตร์ (ออนไลน์,2008) ได้ทำการศึกษาศาสนการณ์คุณภาพอากาศภายในอาคาร จากการศึกษาตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคารด้วยเครื่องมือภาคสนามด้านเคมี ชีวภาพและกายภาพ ได้สรุปปัจจัยทางกายภาพที่มีผลต่อคุณภาพอากาศภายในอาคารไว้ดังนี้

1. มีเครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องพิมพ์ดีด เครื่องพิมพ์คอมพิวเตอร์และโทรสารในห้องทำงาน
2. มีการซ่อมแซม ปรับปรุง ต่อเติมหรือติดตั้งอุปกรณ์
3. ติดตั้งเครื่องฟอกอากาศขนาดเล็กเมื่อเทียบกับขนาดห้องทำงานทำให้ไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ
4. ระบบระบายอากาศ นำอากาศบริสุทธิ์เข้าสู่อาคารไม่เพียงพอ
5. ระบบกรองอากาศกลับเข้าสู่อาคาร มีประสิทธิภาพไม่เพียงพอ เป็นแบบ Aluminum mesh
6. บริเวณที่รับอากาศเข้าสู่ระบบระบายอากาศมีการเก็บสะสมและจัดวางสารเคมีทำความสะอาด
7. จัดบริเวณสูบบุหรี่อยู่หน้าห้องทำงาน
8. มีการทำความสะอาดพรมปูพื้นห้องทำงานไม่เหมาะสม

สถิธร เทพตระการพร และคณะ (2545: 12-15) ได้เริ่มดำเนินการตรวจวัดปริมาณก๊าซ และไอระเหยของสารเคมี ที่ใช้ในโรงพยาบาล ได้แก่ ก๊าซที่ใช้ในการดมยาสลบ (โรงพยาบาลส่วนใหญ่ใช้ Nitrous oxide และ Halothane และเมื่อรั่วไหลออกจากระบบ และปนเปื้อนอยู่ในบรรยากาศ ภายในโรงพยาบาลจะเรียกรวมๆ เป็น Waste Anesthetic Gas, (WAGs) รวมถึงสารเคมีอื่นๆ ที่ใช้ในการทำความสะอาด และฆ่าเชื้อโรค อุปกรณ์ เครื่องมือแพทย์ เช่น Formaldehyde, Glutaraldehyde เพื่อประเมินความเสี่ยงด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในการทำงาน ในโรงพยาบาล ผลพบว่า เฉพาะห้องผ่าตัดที่มีระบบกำจัดก๊าซทิ้ง มีระดับค่า WAGs อยู่ในระดับที่ปลอดภัย ทั้งนี้สถาบันอาชีวอนามัยและความปลอดภัยแห่งชาติ สหรัฐอเมริกา (NIOSH) กำหนดค่าความเข้มข้นเฉลี่ย 8 ชั่วโมง การทำงานของก๊าซ Nitrous oxide ไม่ควรเกิน 25 ppm และ Halothane ไม่ควรเกิน 2 ppm จนถึงปัจจุบัน ได้ดำเนินการตรวจประเมินในโรงพยาบาลไปแล้ว 9 แห่ง และโรงพยาบาล 4 ใน 9 แห่งนี้ ได้ดำเนินการปรับสภาพการทำงาน โดยการติดตั้งระบบกำจัดก๊าซทิ้งไปเรียบร้อยแล้ว

จิตรพรรณ ภูษาภักดีภพ ,ชมภูศักดิ์ พูลเกษ (2547 :180-189) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพอากาศภายในอาคารและกลุ่มอาการเจ็บป่วยของพนักงานในสำนักงานของโรงพยาบาล ภูมิศึกษาจังหวัดชลบุรี ผลการวิจัยพบว่าดัชนีคุณภาพอากาศภายในสำนักงานของโรงพยาบาลส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ที่แนะนำ ยกเว้นแบบที่เรียในอากาศที่เกินเกณฑ์ทุกสำนักงาน บางสำนักงานมีการปนเปื้อนสารมลพิษเกินเกณฑ์ที่แนะนำอยู่ 3 ชนิด ได้แก่ แอมโมเนีย โทลูอิน ไซลีน กลุ่มพนักงานที่ทำงานในสำนักงานที่มีไอระเหยขององค์ประกอบรวมของสารอินทรีย์สูงกว่า 0.70 ppm พบกลุ่มอาการทางตา และทางปอดเป็น 2.03 และ 2.23 เท่าตามลำดับ สำนักงานที่มีปริมาณฝุ่นขนาดเล็กสูงกว่า 0.018 mg/m³ -และไซลีนสูงกว่า 2 ppm พบกลุ่มอาการ

ทางตก เป็น 4.81 และ 4.96 เท่า ตามลำดับ สำนักงานที่มีก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์สูงกว่า 3 ppm พบกลุ่มอาการทางเดินหายใจส่วนต้นเป็น 8.22 เท่าของกลุ่มพนักงานที่ทำงานในที่ที่มีก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ต่ำกว่า กลุ่มพนักงานในสำนักงานที่มีแบคทีเรียในอากาศสูงกว่า 2×10^3 CFU/m³-พบกลุ่มอาการทางผิวหนัง และอาการติดเชื้อเป็น 2.53 และ 2.59 เท่าของพนักงานที่ทำงานในที่ที่มีแบคทีเรียในอากาศต่ำกว่า ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการสัมผัสมลพิษในอากาศของพนักงานมีความสัมพันธ์กับกลุ่มอาการเจ็บป่วย อย่างไรก็ตามปัจจัยด้านลักษณะงานก็อาจมีอิทธิพลร่วมด้วย จึงควรมีการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศภายในอาคาร โดยเฉพาะโรงพยาบาลขนาดใหญ่

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการตรวจวัดค่าคุณภาพอากาศภายในแผนกผู้ป่วยนอก (OPD) โรงพยาบาลพญาไทศรีราชา ในช่วงเวลาก่อนที่โรงพยาบาลฯจะเริ่มทำโครงการปรับปรุงพื้นที่ให้บริการแผนกผู้ป่วยนอก (OPD) เพื่อให้ทราบค่าคุณภาพอากาศภายใน ในโรงพยาบาลฯในปัจจุบันก่อนที่จะทำการปรับปรุงพื้นที่ดังกล่าว (Renovation) เพื่อนำเสนอข้อมูลแก่ผู้บริหารให้ทราบถึงสถานการณ์คุณภาพอากาศภายใน ในปัจจุบันของโรงพยาบาลฯให้ได้ตระหนักถึงสภาพการณ์ปัจจุบันหรือสถานะเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น อันจะนำไปสู่การปฏิบัติในเรื่องการวางนโยบายในด้านการวางแผนงบประมาณการลงทุนในเรื่องอุปกรณ์ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ ที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพอากาศภายในของโรงพยาบาลฯในอนาคต ซึ่งผลสุดท้ายภายหลังการปรับปรุงแล้วย่อมทำให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อบุคลากรที่ทำงานในโรงพยาบาล และประชาชนที่มาใช้บริการโรงพยาบาลที่จะมีความปลอดภัยมากขึ้น

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการศึกษา

3.1 รูปแบบการศึกษา

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาโดยมีแนวทางในการศึกษาวิจัยเพื่อแก้ปัญหา (problem solving research) ในงานอาชีพที่ไม่ซับซ้อนมากนัก เพื่อเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและเสนอแนะแนวทางแก้ไขต่อผู้บริหาร เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุง (Renovation) พื้นที่ในอาคาร

3.2 ประชากร / กลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ทำการศึกษามี 3 ประเภท

1. ข้อมูลจำนวนผู้มาใช้บริการในแผนกผู้ป่วยนอกและแผนกประกันสังคม
2. ข้อมูลแผนการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศของแผนกอาคารสถานที่
3. ข้อมูลผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศในอาคาร โรงพยาบาลพญาไทศรีราชา

โดยข้อมูลที่ได้มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 3.1 จำนวนผู้ป่วยนอกที่มารับบริการในช่วงเวลาต่าง ๆ ในวันที่ 21 ต.ค. 2551

เวลา	จำนวนผู้ป่วยนอก	คิดเป็นร้อยละ
07.00 - 08.00	55	3.3%
08.01 - 09.00	144	8.8%
09.01 - 10.00	163	9.9%
10.01 - 11.00	181	11.0%
11.01 - 12.00	116	7.1%
12.01 - 13.00	91	5.5%
13.01 - 14.00	116	7.1%
14.01 - 15.00	140	8.5%
15.01 - 16.00	122	7.4%
16.01 - 17.00	94	5.7%
17.01 - 18.00	101	6.1%
18.01 - 19.00	171	10.4%
19.01 - 20.00	123	7.5%
20.01 - 21.00	28	1.7%
รวม	1645	

ตารางที่ 3.1 แสดงถึงยอดผู้ป่วยนอกที่มารับบริการตรวจรักษากับทางโรงพยาบาลในแต่ละช่วงเวลาในวันที่ 21 ต.ค. 2551 จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่าในช่วงเวลา 9.00-11.00 น.เป็นช่วงที่มีผู้ป่วยนอกมารับบริการสูงกว่าช่วงเวลาอื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 20.9 (ข้อมูลจากแผนกคอมพิวเตอร์โรงพยาบาลพญาไทศรีราชา)

ตารางที่ 3.2 ค่าเฉลี่ยจำนวนผู้ป่วยนอกทั้งหมดที่มาใช้บริการในช่วงเวลาต่าง ๆ ตั้งแต่เดือน ต.ค. – พ.ย. 2551

เวลา	จำนวนผู้ป่วยนอก	คิดเป็นร้อยละ
07.00 - 08.00	1186	2.68%
08.01 - 09.00	4721	10.66%
09.01 - 10.00	5492	12.40%
10.01 - 11.00	5350	12.08%
11.01 - 12.00	3889	8.78%
12.01 - 13.00	3314	7.48%
13.01 - 14.00	3549	8.01%
14.01 - 15.00	3334	7.53%
15.01 - 16.00	2880	6.50%
16.01 - 17.00	2702	6.10%
17.01 - 18.00	3179	7.18%
18.01 - 19.00	3053	6.89%
19.01 - 20.00	1655	3.74%
20.01 - 21.00		0.00%
รวม	44304	

ตารางที่ 3.2 แสดงให้เห็นถึงค่าเฉลี่ยของผู้ป่วยนอกที่มาใช้บริการตรวจรักษาที่ทางโรงพยาบาลในแต่ละช่วงเวลาตั้งแต่เดือนต.ค. – พ.ย. 2551 จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่าในช่วงเวลา 9.00-11.00 น.เป็นช่วงที่มีผู้ป่วยนอกมาใช้บริการสูงกว่าช่วงเวลาอื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 24.48 ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลจำนวนผู้ป่วยนอกที่มาใช้บริการในแต่ละวัน ดังตารางที่ 3.1 (ข้อมูลจากแผนกคอมพิวเตอร์โรงพยาบาลพญาไทศรีราชา)

ตารางที่ 3.3 จำนวนผู้ป่วยประกันสังคมที่มารับบริการในช่วงเวลาต่าง ๆ ที่ห้องตรวจ OPD MED9 ในวันที่ 21 ต.ค. 2551

เวลา	จำนวนผู้ป่วยประกันสังคม	คิดเป็นร้อยละ
07.00 - 08.00	13	2%
08.01 - 09.00	51	9%
09.01 - 10.00	67	12%
10.01 - 11.00	65	12%
11.01 - 12.00	38	7%
12.01 - 13.00	18	3%
13.01 - 14.00	48	9%
14.01 - 15.00	22	4%
15.01 - 16.00	41	8%
16.01 - 17.00	33	6%
17.01 - 18.00	39	7%
18.01 - 19.00	70	13%
19.01 - 20.00	36	7%
20.01 - 21.00	0	0%
รวม	546	100%

ตารางที่ 3.3 แสดงให้เห็นถึงยอดผู้ป่วยประกันสังคมที่มารับบริการตรวจรักษาที่ทางโรงพยาบาลในแต่ละช่วงเวลาในวันที่ 21 ต.ค. 2552 จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่าในช่วงเวลา 9.00-11.00 น.เป็นช่วงที่มีผู้ป่วยนอกมารับบริการสูงกว่าช่วงเวลาอื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 24 (ข้อมูลจากแผนกคอมพิวเตอร์โรงพยาบาลพญาไทศรีราชา)

ตารางที่ 3.4 ข้อมูลแผนการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศชนิด AHU ของแผนกอาคารสถานที่ ประจำปี 2551

แผนงานบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศชั้น G ประจำปี 2551														
ชื่อ เครื่องจักร	รหัส เครื่องจักร	สถานที่	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
AHU	A-G/1	หน้าลิฟท์ 3-4	X			X			X			X		
AHU	A-G/2	ห้องตรวจ 9	X			X			X			X		
AHU	A-G/3	หน้าการเงิน OPD	X			X			X			X		
AHU	A-G/4	ห้องยา	X			X			X			X		
AHU	A-G/5	ER	X			X			X			X		
AHU	A-G/6	X-RAY	X			X			X			X		
AHU	A-G/7	X-RAY	X			X			X			X		
AHU	A-G/8	ER	X			X			X			X		
AHU	A-G/9	หน้า ศัลยกรรม	X			X			X			X		
AHU	A-G/10	อายุรกรรม	X			X			X			X		
AHU	A-G/11	หู ตา คอ จมูก	X			X			X			X		
AHU	A-G/12	Operator	X			X			X			X		
AHU	A-G/13	ศัลยกรรม	X			X			X			X		
AHU	A-G/14	กุมารเวช	X			X			X			X		
AHU	A-G/15	สูตินรีเวช	X			X			X			X		

ตาราง 3.4 แสดงให้เห็นถึงแผนบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศชั้น G ชนิด AHU ที่กำหนดให้มีการบำรุงรักษาสามเดือนครั้ง (ข้อมูลจากแผนกอาคารสถานที่)

ตารางที่ 3.5 ข้อมูลผลการตรวจวัดค่าคุณภาพอากาศภายใน ในพื้นที่แผนก OPD ชั้น G จากการเก็บข้อมูลในวัน อังคาร ที่ 21 ตุลาคม พ.ศ. 2551

พารามิเตอร์	หน่วย	ผลการตรวจวัด			มาตรฐาน
		จุดหน้าแผนก Cashier, Pharmacy	จุดหน้าห้อง ตรวจ OPD MED	จุดนั่งรอ ตรวจOPD MED9	
Formaldehyde	ppm	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.1
Total VOC	ppm	1.6	1.4	5.3**	3*
Relative Humidity	%	52	57.3	71.3**	≤ 70
Carbon Dioxide	ppm	886	1,120**	1,050**	1,000
Carbon Monoxide	ppm	< 1	< 1	< 1	9
Temperature	C ⁰	24.8	24.3	24.6	22.5-25.5
Particle size 10 micron	mg/m ³	0.053	0.037	0.034	0.15
Ozone	ppm	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.05
Mold and Yeast	CFU/ m ³	750**	510**	540**	500
Aerobic Plate Count	CFU/ m ³	> 13,000**	> 13,000**	5,700**	500

หมายเหตุ : ค่าแนะนำโดยกระทรวงสิ่งแวดล้อม ประเทศสิงคโปร์ ในหนังสือ “ Guide lines for Good Indoor Air Quality in Office Premise”

* Total Photoionisable Compounds ,Reference to Tolouence.

** หมายถึง ไม่อยู่ในค่าที่แนะนำ

ตารางที่ 3.5 แสดงให้เห็นผลการตรวจวัดค่าคุณภาพอากาศภายใน ในพื้นที่แผนก OPD ชั้น G ผลการตรวจวัดพบว่าทุกพื้นที่ที่มีค่า Mold and Yeast, Aerobic Plate Count สูงกว่ามาตรฐาน ส่วนค่า Carbon Dioxide มีค่าสูงกว่ามาตรฐานในพื้นที่จุดหน้าห้องตรวจ OPD MED และ จุดนั่งรตรวจ OPD MED 9 และค่า Total VOC , Relative Humidity มีค่าสูงกว่ามาตรฐานที่จุดนั่งรอตรวจ OPD MED9

3.3 ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา

ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาโดยมีการออกแบบวิธีดำเนินการศึกษาเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่

1) ศึกษามาตรฐานการตรวจวัดคุณภาพอากาศและคัดเลือก

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ทางผู้วิจัยได้เลือกมาตรฐานการตรวจวัดค่าคุณภาพอากาศภายใน โดยอ้างอิงมาตรฐานการตรวจวัดค่าคุณภาพอากาศภายในตามหนังสือ Guide lines for Good Indoor Air Quality in Office Premises โดยกระทรวงสิ่งแวดล้อม ประเทศสิงคโปร์ เป็นค่าอ้างอิง ดังตารางที่ 3.6

2) กำหนดจุดพื้นที่และช่วงเวลาที่ดำเนินการเก็บกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยได้กำหนดพื้นที่ที่จะทำการศึกษาคูณภาพอากาศภายใน ได้แก่ พื้นที่แผนกผู้ป่วยนอก (OPD) โรงพยาบาลพญาไทศรีราชา ซึ่งได้คัดเลือกพื้นที่ที่มีผู้มาใช้บริการเป็นจำนวนมากในแต่ละวัน ได้แก่

- พื้นที่นั่งรอจ่ายเงินและรับยา หน้าแผนกห้องจ่ายยาและการเงิน
- พื้นที่นั่งรอตรวจ ด้านหน้าแผนกอายุรกรรม (OPD MED)
- พื้นที่ห้องนั่งรอตรวจ แผนกประกันสังคม (MED 9)

โดยกำหนดจุดที่จะทำการเก็บตัวอย่างอยู่บริเวณตรงกับช่องส่งลมเย็นของระบบปรับอากาศที่อยู่ตรงจุดที่มีผู้ใช้บริการเป็นส่วนใหญ่ และได้ทำการเลือกเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่างคือในช่วงเวลา 10.00 น. - 12.00 น. เนื่องจากเป็นช่วงที่มีผู้มาใช้บริการเป็นจำนวนมากในแต่ละวัน

3) การเก็บและการตรวจวัดค่าพารามิเตอร์คุณภาพอากาศภายในต่าง ๆ

ผู้วิจัยได้คัดเลือกค่าพารามิเตอร์ที่จะนำมาศึกษาโดยอ้างอิงตาม Guide lines for Good Indoor Air Quality in Office Premises ที่แนะนำโดยกระทรวงสิ่งแวดล้อมประเทศสิงคโปร์ ดังตารางที่ 3.

6 นี้ มีขั้นตอนในการเก็บตัวอย่างดังนี้

1) การเก็บตัวอย่างสำหรับตรวจหาปริมาณแบคทีเรียและเชื้อรา

1.1 ติดตั้งอุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่าง

- 1.2 ใส่อุปกรณ์ป้องกันร่างกาย ได้แก่ หมวกคลุมผม เสื้อคลุม ผ้าปิดปากปิดจมูก (Mask) ถุงมือ
- 1.3 ทำความสะอาดฆ่าเชื้อ ที่ถุงมือด้วยแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์
- 1.4 นำแผ่น plate สำหรับเก็บตัวอย่างจำนวน 2 plate นำมาใส่ในอุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที
- 1.5 เก็บแผ่น plate สำหรับเก็บตัวอย่างและปิดฝาให้แน่น นำเก็บใส่ในภาชนะปิดมิดชิด ที่มีชื่อ รหัสตัวอย่าง ติดอยู่บนฝาให้เรียบร้อย
- 1.6 นำส่งห้องปฏิบัติการเพื่อตรวจวิเคราะห์ค่าที่วัดได้ต่อไป ใช้เวลาประมาณ 15 วันถึงได้ผลการตรวจสอบ



รูปที่ 3.1 การเก็บตัวอย่างเชื้อรา และแบคทีเรียในอากาศ

2) การตรวจวัดค่าสารเคมีต่าง ๆ มีวิธีดำเนินการดังนี้

2.1 เตรียมเครื่องมือสำหรับตรวจวัดแต่ละประเภทและทำการตรวจเช็คเครื่องมือก่อน

ดำเนินการวัดค่าคุณภาพอากาศภายในแต่ละค่า

2.2 ทำการตรวจสารเคมีต่าง ๆ ดังนี้

- กรณีตรวจ Formaldehyde ให้ใช้อุปกรณ์ Sorbent tube

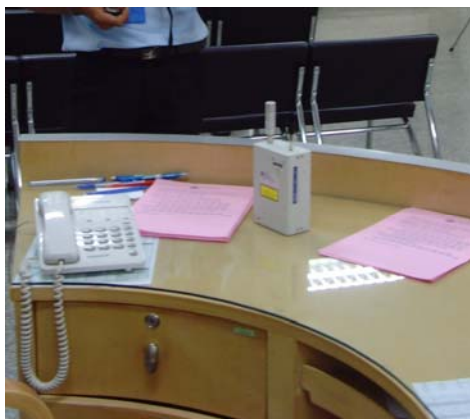
ติดตั้งทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง และนำค่าไปทดสอบตามวิธี Air Sampling Pump ตามวิธีที่อ้างอิง

ของ NIOSH 2541



รูปที่ 3.2 การตรวจวัดค่า Formaldehyde

- การตรวจวัด particle size ให้นำเครื่องมือตรวจวัด (AEROCET 531 Handheld Particle Mass Profiler) วางไว้ในจุดที่ต้องการตรวจเช็คเป็นเวลา 2 นาที และบันทึกความจำลงในเครื่องเพื่อนำผลไปวิเคราะห์



รูปที่ 3.3 การตรวจวัดค่า particle size

- การตรวจหาค่าไอโซนและค่า Total VOC ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (Q-TRAK Indoor Air Quality Monitor Model 7565) ให้ถือเครื่องตรวจวัดและเดินสำรวจไปรอบ ๆ พื้นที่ที่ต้องการตรวจสอบให้ทั่ว และทำการบันทึกลงในเอกสารใบบันทึกค่า



รูปที่ 3.4 การตรวจวัดค่าไอโซนและค่า Total VOC
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์

- 3) นำผลการตรวจสอบเคมีบันทึกลงในใบบันทึก
- 4) นำตัวอย่างส่งห้องปฏิบัติการเพื่อตรวจวิเคราะห์ค่าที่วัดได้

3.4 เครื่องมือการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้คือ

1. อุปกรณ์ตรวจวัดค่าคุณภาพอากาศชนิดต่างๆ ที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน โดยมีรายละเอียดดังตาราง 3.6
2. แบบบันทึกข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพอากาศ
3. ใบบรายงานผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศ

พารามิเตอร์	อุปกรณ์/วิธีการตรวจวัด	วิธีการอ้างอิง
Formaldehyde	Sorbent Tube / Air Sampling Pump	NIOSH 2541
Total VOC	Air Sampling Bag/ Air Sampling Pump	Total VOC Analyzer
Relative Humidity	Direct Reading (Thin-Film Capacitive)	ASHRAE 62
Carbon Dioxide	Direct Reading (Flue Gas Analyzer)	ASHRAE 62
Carbon Monoxide	Direct Reading (Infrared Spectrometry)	ASHRAE 62
Temperature	Direct Reading (Thermistor)	ASHRAE 62
Particle size 10 micron	Direct Reading (Light Scattering)	ASHRAE 62
Ozone	Direct Reading (Ultraviolet Photometry)	ASHRAE 62
Mold and Yeast	DG18 Agar Plate / Air Sampling MAS 100	Compendium (2001), Chapter 20
Aerobic Plate Count	Tryptic Soy Agar Plate / Air Sampling MAS 100	Compendium (2001), Chapter 7

ตารางที่ 3.6 ข้อมูลอุปกรณ์ / วิธีการตรวจวัด ค่าพารามิเตอร์คุณภาพอากาศภายในชนิดต่าง ๆ

3.5 การรวบรวมข้อมูล

รายละเอียด	พ.ศ. 2551				
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1. ศึกษาทฤษฎี หลักการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	←→				
2. ศึกษาวิธีการตรวจวัด อุปกรณ์เครื่องมือตรวจวัด และประสานงานห้องปฏิบัติการวิจัยสำหรับส่งผลตรวจที่ได้มาตรฐาน	←→				
3. ศึกษาข้อมูลจำนวนผู้ใช้บริการและแผนการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศของโรงพยาบาล	←→				
4. ศึกษาและทำการเก็บตัวอย่างและนำส่งห้องปฏิบัติการวิจัย			←→		
5. การวิเคราะห์ข้อมูลและประมวลผล				←→	
6. สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะอื่น ๆ และจัดทำรายงาน				←→	

ตารางที่ 3.7 ระยะเวลาในการศึกษา

3.6 ข้อมูลโรงพยาบาลพญาไทศรีราชา

บริษัท โรงพยาบาลศรีราชานคร จำกัด (มหาชน) หรือโรงพยาบาลพญาไทศรีราชา ตั้งอยู่เลขที่ 90 ถนนศรีราชานคร 3 ตำบลศรีราชา อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี 20110 บนเนื้อที่ 5 ไร่ 44 ตารางวา ประกอบด้วยอาคาร 2 อาคาร คือ อาคารโรงพยาบาล 12 ชั้น สูงประมาณ 47 เมตร พร้อมลานจอดรถอัตโนมัติบนคาบฟ้า อาคารหอพักและที่จอดรถ 14 ชั้น สูงประมาณ 41 เมตร สามารถจอดรถยนต์ได้ 201 คัน ปัจจุบันมีเตียงสำหรับผู้ป่วย 250 เตียง

โรงพยาบาลพญาไทศรีราชาให้บริการรักษาพยาบาลโรคทั่วไปทุกสาขา โดยคณะแพทย์ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะโรคทุกสาขาพร้อมเครื่องมือการรักษาและวินิจฉัยโรคที่ทันสมัยและมีประสิทธิภาพสูง เปิดให้บริการรักษาผู้ป่วยนอกและในตลอด 24 ชั่วโมง มีรพพยาบาลคอยรับ –

ส่งผู้ป่วยตลอดเวลา เป็นโรงพยาบาลที่มีชื่อเสียงและประสบความสำเร็จในแง่การดำเนินธุรกิจแห่งหนึ่งในภาคตะวันออก ได้รับรางวัลผู้ส่งออกธุรกิจสาขาการแพทย์ดีเด่นในปี 2551 นี้แห่งเดียวในประเทศไทย และมีศูนย์รักษาผู้มีบุตรยากที่มีผลความสำเร็จสูงเป็นอันดับต้นของประเทศ

ปัจจัยสำเร็จหลักของธุรกิจโรงพยาบาลอยู่ที่ภาพลักษณ์ของคุณภาพการให้บริการที่ดีทันสมัย และการบริหารทางการเงินที่แข็งแกร่ง ทางโรงพยาบาลพญาไทศรีราชาก็เป็นโรงพยาบาลแห่งหนึ่งที่ประสบความสำเร็จในเรื่องนี้ และในปัจจุบันโรงพยาบาลกำลังมีการปรับปรุงพื้นที่ (Renovation) พื้นที่ทั้งในส่วนห้องพักรักษาผู้ป่วยและในส่วนรักษาผู้ป่วยนอกเพื่อเพิ่มศักยภาพในการรองรับผู้ป่วยเพิ่มขึ้นในอนาคต ซึ่งคาดว่าจะแล้วเสร็จในปี 2552 นี้

บทที่ 4

การวิเคราะห์ข้อมูล

จากข้อมูลผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายใน ทางผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลผู้ป่วยนอกที่มารับบริการในแต่ละช่วงเวลา

ข้อมูลจากตารางข้อมูลของผู้ใช้บริการโรงพยาบาลพบว่า จำนวนผู้ป่วยนอกและผู้ป่วยประกันสังคม (MED 9) ที่เข้ารับการรักษาในช่วงเวลาที่ทำการตรวจวัดค่าคุณภาพอากาศภายใน คือช่วงเวลา 9.00 – 11.00 น. พบว่าเป็นช่วงเวลาที่มียุทธมาใช้บริการเป็นปริมาณมากที่สุดเมื่อเทียบกับช่วงเวลาอื่น ดังนั้นจึงเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการใช้ตรวจวัดค่าคุณภาพอากาศดังกล่าว ซึ่งสามารถใช้เป็นช่วงเวลาที่อ้างอิงถึงค่าคุณภาพอากาศภายในที่มีค่าสูงที่สุดของพื้นที่นั้น ๆ ได้

2. การวิเคราะห์ข้อมูลตารางการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ

จากข้อมูลแผนการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศในพื้นที่แผนกผู้ป่วยนอก พบว่ามีการกำหนดช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษาทุก ๆ สามเดือน ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวพบว่าการทำแผนบำรุงรักษาไม่ได้สอดคล้องกับจำนวนชั่วโมงการใช้งานเครื่องปรับอากาศดังกล่าว เนื่องจากเครื่องปรับอากาศบริเวณดังกล่าวทั้งหมดมีการใช้งานตลอด 24 ชม. และเป็นเครื่องที่มีอายุการใช้งานมานาน (อายุการใช้งานประมาณ 13 ปี) ซึ่งอาจทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องดังกล่าวลดลง จึงอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผลการตรวจวัดค่าคุณภาพอากาศภายในพื้นที่ดังกล่าวมีค่าเกินมาตรฐาน

3. การวิเคราะห์ข้อมูลผลการตรวจคุณภาพอากาศภายใน

ผลจากการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในในพื้นที่แผนกผู้ป่วยนอกจำนวน 3 พื้นที่ดังกล่าวทางผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลผลการตรวจคุณภาพอากาศภายใน แต่ละจุดที่ตรวจดังนี้

1. บริเวณพื้นที่จุดหน้าแผนก Cashier, Pharmacy และจุดหน้าห้องตรวจ OPD MED

ผลที่ได้พบว่ามีค่าคุณภาพอากาศภายในที่ไม่ได้ตามมาตรฐาน ได้แก่ ค่าMold and Yeast (ค่าเชื้อราในอากาศ) และ Aerobic Plate Count (ค่าแบคทีเรียในอากาศ) จากการวิเคราะห์สภาพของพื้นที่พบว่าพื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นที่ห้องโถง และมีการจัดที่นั่งเป็นกลุ่มอยู่ที่บริเวณหน้าห้องยาและ

ห้องตรวจ ระบบปรับอากาศที่ใช้ในบริเวณดังกล่าวมีการใช้เครื่องปรับอากาศชนิด AHU มีอายุการใช้งาน 13 ปี และมีระบบเติมอากาศจากภายนอกผ่านท่ออากาศเข้ามาเติมให้กับเครื่อง AHU และมีการระบายอากาศเย็นกลับผ่านใต้ฝ้าเข้าสู่เครื่อง AHU จากค่าที่ตรวจวัดได้พบว่าบริเวณดังกล่าวมีค่าอุณหภูมิที่ได้ตามมาตรฐาน ส่วนค่าความชื้นนั้น มีค่าค่อนข้างจะสูงแต่ยังอยู่ในมาตรฐาน ซึ่งจากการตรวจวัดค่า Mold and Yeast, Aerobic Plate Count พบว่ามีค่าสูงกว่ามาตรฐานที่อ้างอิง ซึ่งจากค่าอุณหภูมิและความชื้นดังกล่าวและค่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกินค่ามาตรฐานดังกล่าวก็เป็นค่าที่บ่งบอกถึงระบบการระบายอากาศในพื้นที่ไม่เพียงพอ ก็เป็นส่วนที่ส่งเสริมให้เชื้อราและแบคทีเรียดังกล่าวมีการเจริญเติบโตและแพร่กระจายในอากาศได้ดี รวมถึงพื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นที่ที่ผู้ป่วยมาใช้บริการจึงมีการกระจายเชื้อออกมาจากลมหายใจสู่อากาศในพื้นที่ได้ตลอดเวลา ส่งผลให้ค่าที่วัดได้มีค่าสูงเกินมาตรฐาน

2. พื้นที่จุดนั่งรอตรวจ OPD MED9

ผลการศึกษาที่ได้พบว่ามีค่าคุณภาพอากาศภายในสูงเกินมาตรฐานหลายค่าได้แก่ ค่า Total VOC ,Relative Humidity, Carbon Dioxide, Mold and Yeast, Aerobic Plate Count จากการตรวจสอบข้อมูลทางด้านโครงสร้างของพื้นที่พบว่า พื้นที่นั่งรอตรวจของห้องตรวจดังกล่าวมีขนาดค่อนข้างเล็ก ทางเข้าออกใช้ประตูไฟฟ้า มีการเปิดเข้าออกบ่อยและเปิดค้างไว้กรณีจำนวนผู้ป่วยมีจำนวนมากเกินที่นั่งรอ ส่วนจำนวนผู้ป่วยที่มาใช้บริการพบว่ามีปริมาณมากในแต่ละชั่วโมง ระบบปรับและระบายอากาศที่ใช้เป็นชนิด AHU ใช้น้ำเย็น ซึ่งจากค่าที่ตรวจวัดได้พบว่าค่าความชื้นในพื้นที่ดังกล่าวสูงกว่ามาตรฐานนั้นเกิดจากการที่ประตูในพื้นที่ดังกล่าวมีการเปิดเข้าออกและเปิดค้างไว้บ่อย ๆ ส่งผลให้อากาศเย็นจากภายในและอากาศร้อนจากภายนอกผ่านเข้าออกแลกเปลี่ยนกันตลอด ส่งผลให้ความชื้นในพื้นที่ดังกล่าวมีค่าสูงเกินมาตรฐาน รวมถึงอากาศที่ถูกนำเข้ามามีส่วนผสมของมลภาวะได้แก่กลิ่นควันรถ เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวอยู่ติดกับถนนภายในที่เป็นจุดจอดรถรับส่งลูกค้าโรงพยาบาลฯ จึงเป็นส่วนที่ทำให้ค่า TOTAL VOC สูงเกินมาตรฐานตามไปด้วย จากค่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกินค่ามาตรฐานอ้างอิงดังกล่าวก็เป็นค่าที่บ่งบอกถึงระบบการระบายอากาศในพื้นที่ดังกล่าวไม่เพียงพอ ซึ่งค่าต่าง ๆ เหล่านี้ล้วนเป็นส่วนที่ส่งเสริมให้เชื้อราและแบคทีเรียดังกล่าวมีการเจริญเติบโตและแพร่กระจายในอากาศได้ดี รวมถึงพื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นที่ที่ผู้ป่วยมาใช้บริการจึงมีการกระจายเชื้อออกมาจากลมหายใจสู่อากาศในพื้นที่ได้ตลอดเวลา จึงทำให้ค่าที่ตรวจวัดได้มีค่าเกินมาตรฐานดังกล่าว

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

จากการตรวจวัดคุณภาพอากาศในอาคาร จำนวน 3 สถานีในวันที่ 21 ตุลาคม 2551 และนำผลการตรวจวัดที่ได้เทียบกับค่าที่แนะนำโดยกระทรวงสิ่งแวดล้อมประเทศสิงคโปร์ในหนังสือ "Guide lines for Good Indoor Air Quality in office Premises" สามารถสรุปผลที่ได้จากการศึกษาพบว่า อากาศในบริเวณที่ทำการตรวจวัดส่วนใหญ่มีปริมาณสารเชื้อปนอยู่ในค่าที่แนะนำดังกล่าว กำหนด ยกเว้น ปริมาณเชื้อรา (Mold & Yeast) และปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (Aerobic Plate Count) ที่บริเวณหน้า Cashier Pharmacy ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Dioxide) ปริมาณฟงใจ (Mold & Yeast) และปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (Aerobic Plate Count) ที่บริเวณ OPD MED และปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่ายทั้งหมด (Total VOC) ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity). ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Dioxide) ปริมาณฟงใจ (Mold & Yeast) และปริมาณแบคทีเรียทั่วไป (Aerobic Plate Count) ที่บริเวณ MED 9 มีค่าค่อนข้างสูงกว่าค่าที่แนะนำ ซึ่งจากบทวิเคราะห์สามารถสรุปสาเหตุการเกิดได้ดังนี้

ที่บริเวณหน้า Cashier Pharmacy จากการตรวจพบว่ามีความฟงใจ (Mold & Yeast) และปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (Aerobic Plate Count) สูงกว่าค่าที่แนะนำเนื่องจากบริเวณดังกล่าวมีปัญหาในเรื่องระบบปรับอากาศที่พบว่าประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศมีประสิทธิผลลดลง ซึ่งจากการตรวจสอบกับช่างที่ดูแลพบว่าการตันของคอยล์ทำให้ประสิทธิภาพของการหมุนเวียนอากาศทำได้ไม่ดี การบำรุงรักษาของช่างตามแผนบำรุงรักษาที่มีระยะเวลานานเกินไป (สามเดือนครั้ง) และจากปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีค่าค่อนข้างสูง จึงสรุปได้ว่าพื้นที่ดังกล่าวมีแนวโน้มที่จะมีปัญหาเรื่องการระบายอากาศด้วยแต่จากโครงสร้างพบว่ามียุ่อยู่บริเวณใกล้ๆ จึงทำให้ช่วยในเรื่องการระบายอากาศในบริเวณดังกล่าวได้บ้าง

ที่บริเวณหน้าแผนก OPD MED จากการตรวจพบว่ามีความคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Dioxide) ปริมาณฟงใจ (Mold & Yeast) และปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (Aerobic Plate Count) สูงกว่าค่าที่แนะนำสรุปผลที่ได้ดังนี้คือ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Dioxide) ที่มีค่าที่

ค่อนข้างสูง เป็นการบ่งชี้ได้ว่าการระบายอากาศที่ไม่เพียงพอ ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องมาจากบริเวณดังกล่าวมีปัญหาในเรื่องระบบปรับอากาศที่พบว่าประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศมีประสิทธิภาพลดลง (จากอายุการใช้งานของเครื่องที่มีอายุการใช้งานมานานประมาณ 13 ปี) และไม่เคยมีการบำรุงรักษาใหญ่เลย การบำรุงรักษาของช่างเป็นไปตามแผนบำรุงรักษาที่มีระยะเวลาเวลานานเกินไป (สามเดือนครั้ง) ซึ่งการระบายอากาศที่ไม่เพียงพอจะส่งผลให้ปริมาณแบคทีเรียมีการสะสมอยู่ในอาคารเนื่องจากมีความชื้นและอยู่ในบริเวณที่แสงแดดส่องเข้าไม่ถึง และมีการเพิ่มการแพร่กระจายเชื้อในอากาศจากลมหายใจของผู้ป่วยที่มาใช้บริการบริเวณดังกล่าวด้วย

ที่บริเวณที่นักรอตรวจในแผนก MED 9 จากการตรวจพบว่ามีปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่ายทั้งหมด (Total VOC) ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity), ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Dioxide) ปริมาณฟังไจ (Mold & Yeast) และปริมาณแบคทีเรียทั่วไป (Aerobic Plate Count) สูงกว่าค่าที่แนะนำ สรุปผลที่ได้ดังนี้คือจากลักษณะโครงสร้างของพื้นที่ดังกล่าวที่อยู่ติดกับถนนภายใน (มีรถวิ่งผ่านอยู่ตลอดเวลา) และมีประตูทางเข้าเป็นประตูไฟฟ้าที่มีระยะเวลาส่งสัญญาณที่สั้นเนื่องจากพื้นที่บังคับ รวมถึงมีปริมาณผู้ป่วยที่มาใช้บริการที่มากในแต่ละชั่วโมง จึงทำให้มีการเปิดค้างบ่อย ๆ ทำให้มีสารเคมี กลิ่น ควันต่าง ๆ จากภายนอกเข้ามาในพื้นที่ได้โดยสะดวก จึงทำให้ค่า ปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่ายทั้งหมด (Total VOC) ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity), ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Dioxide) สูงกว่ามาตรฐานมาก ซึ่งเป็นสิ่งที่ส่งเสริมให้มีการสะสมของปริมาณฟังไจ (Mold & Yeast) และปริมาณแบคทีเรียทั่วไป (Aerobic Plate Count) ในพื้นที่ดังกล่าว

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากข้อมูลที่ได้กล่าวมาแล้ว ทางผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นแนวทางการปรับปรุงแก้ไข ปัญหาเรื่องคุณภาพอากาศภายใน ในอาคารโรงพยาบาลดังกล่าวดังนี้

1. ในระยะสั้นควรมีการปรับเปลี่ยนแผนการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศให้ถี่ขึ้นเป็นเดือนละ 1 ครั้งแทน เพื่อช่วยลดสิ่งปนเปื้อนต่างๆ ในระบบระบายอากาศภายในอาคาร และควรมีการทำความสะอาดท่อส่งลมเย็นและตรวจสอบประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศและระบายอากาศอย่างละเอียดเพื่อแก้ไขในเบื้องต้น ส่วนในระยะยาวที่จะมีการปรับปรุงควรมีการพิจารณาถึงการตรวจวัดประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศอย่างละเอียดกรณีที่จะใช้เครื่องปรับอากาศเดิม และควรมีการพิจารณาดำเนินการติดตั้งเครื่องปรับอากาศเพื่อให้สะดวกและง่ายต่อการบำรุงรักษา

และควรพิจารณาเลือกเครื่องปรับอากาศที่มีระบบควบคุมที่แม่นยำเพื่อควบคุมสภาวะแวดล้อมที่ละเอียดอ่อนภายในโรงพยาบาลที่แตกต่างจากอาคารประเภทอื่น ๆ

2. ควรมีการคำนวณการแลกเปลี่ยนอากาศ โดยควรทำการปรับอัตราการไหลให้มีปริมาณอากาศหมุนเวียนภายในอาคารให้เหมาะสม และเพียงพอต่อจำนวนคนต่อพื้นที่ภายในห้องนั้นๆ (โดยมาตรฐานการระบายอากาศของอเมริกาที่หน่วยงาน ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineer) กำหนดไว้ที่ 20 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาทีต่อคน) และการออกแบบควรอ้างอิงตามมาตรฐานข้อแนะนำเฉพาะกาลสำหรับการออกแบบติดตั้งระบบปรับอากาศและระบายอากาศของสถานพยาบาล ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ร่วมกับสมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย

3. การดึงอากาศจากภายนอกอาคารเข้ามาในอาคาร ควรมีการดึงอากาศที่ผ่านการบำบัดโดยวิธีผ่านกระบวนการดักจับก๊าซและกรองฝุ่นเข้ามาภายในอาคารก่อน เพื่อให้เกิดการทดแทนอากาศที่ปล่อยออกไป ซึ่งเป็นการหมุนเวียนอากาศที่ดีกลับเข้ามาในห้อง

4. การปรับปรุงพื้นที่เป็นโซนต่าง ๆ ควรคำนึงถึงการควบคุมการเคลื่อนที่ของอากาศภายในระหว่างแผนกและอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของแต่ละพื้นที่ที่ต้องการต่างกัน

จากการศึกษาครั้งนี้ ผู้ทำการศึกษาคิดว่าจะจะเป็นจุดเริ่มต้นและชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของปัญหาเรื่องคุณภาพอากาศในอาคาร โรงพยาบาลฯ ในกรณีที่มีผู้สนใจในด้านปัญหาดังกล่าวในอาคารอื่น ก็จะสามารถจะประยุกต์เพื่อดำเนินการศึกษากับอาคารอื่น ๆ คิดว่าจะก่อให้เกิดประโยชน์มากขึ้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กิตติพงษ์ เตมียะประดิษฐ์.(2008) .*คุณภาพอากาศภายในอาคาร (Indoor Air Quality)*. (ออนไลน์). เข้าได้ถึงจาก <http://www.thaihvac.com/knowledge/iaq/iaq.htm>.
- จิตรพรรณ ภูษาภักดิ์ภพ ,ชมภูศักดิ์ พูลเกษ.(2547). *ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพอากาศภายในอาคารและกลุ่มอาการเจ็บป่วยของพนักงาน* .วารสารสาธารณสุขศาสตร์ , 34(3):หน้า 180-189
- เฉลิมวัฒน์ ตันตสวัสดิ์ .(2008) .*ความหมายของมลพิษทางอากาศภายในอาคาร*. (ออนไลน์)เข้าได้ถึงจากhttp://www.google.co.th/www.arch.tu.ac.th/envtech/Course/BuildingTech/AR241_EnvTech1_TropicalDesign/Lecture12/.(2008,october 5)
- ร.ศ. ทวี เวชพฤติ. (2542) . *คุณภาพของอากาศในอาคาร*. วารสารเทคโนโลยี, 2 (2) ,หน้า 78-83
- สมพจน์ เตชะมีนา ,ธราภรณ์ กรแก้ว .(2008).*รายงานผลการตรวจประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคาร สำนักงานแห่งหนึ่ง*.(ออนไลน์).เข้าได้ถึงจาก [http:// www.google.co.th/ www.g-life.net/GLife/th/showuploadfile.jsp?Action=VIEW&&file_name=20.pdf&&file_type=PDF](http://www.google.co.th/www.g-life.net/GLife/th/showuploadfile.jsp?Action=VIEW&&file_name=20.pdf&&file_type=PDF). (2008,october 5)
- ศาสตราจารย์ ภิษาน ทวี เวชพฤติ. (2008) . *ภัยร้ายใกล้ตัวจากสภาวะอากาศภายในอาคาร*. (ออนไลน์).เข้าได้ถึงจาก: [http://www.google.co.th/ www.meweb.eng.chula.ac.th/doc/article/08-09-05_ACAT2008](http://www.google.co.th/www.meweb.eng.chula.ac.th/doc/article/08-09-05_ACAT2008). (2008,october 5)
- ศุภลักษณ์ สุนทรยาตร์ . (2008) . *คุณภาพอากาศในโรงพยาบาลกับสุขภาพผู้ทำงาน*. (ออนไลน์).เข้าได้ถึงจาก <http://www.thaihvac.com/knowledge/iaq/iaq.htm>. (2008,october 5)
- ASHRAE Standard 62-89.(1989). Ventilation for acceptable indoor air quality.America Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers. Atlanta.

บรรณานุกรม (ต่อ)

Guidelines for Good Indoor Air Quality in Office Premises.(1996). (1st ed.). Institute of Environmental Epidemiology Ministry of the Environment. Singapore .

Indoor Air Quality Information Clearinghouse [IAQ INFO].(1991). Office of Air and Radiation,Office of Research and Development Office of Radiation and Indoor Air (6607J). Washington D.C. :U.S. EPA.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ใบรายงานผลการ
ตรวจวัด

IQALAB Laboratory Co., Ltd.

Analysis / Test Report



Page 1 of 1

For : Physical Science General Hospital Customer Code : 4974 Address : 90 Srirachakom 3 Rd. Sriracha, Chonburi, Thailand 20110 Telephone No. : (038) 770-200 Ext. 2301 Facsimile : (038) 770-213 E-mail address : watgi_99@yahoo.com Attn : Wattigrai Kanchanasorn	Lot ID : 114150-2 Date Reported : 28/10/2008 Date Received : 21/10/2008 Time : 08:28 PM Report Number : 187530 Sample : Air Quality in Working Area Condition of Sample : drawn into one tryptic soy agar plate and one sabouraud dextrose agar plate, aseptic technique Collected from : Cashier, Pharmacy Collected by : Personnel of IQA Laboratory Co., Ltd. Collected Date : 21/10/2008 Time : -
--	--

Barometric Pressure	:	-	mmHg
Atmospheric Temperature	:	24.6	°C

Analyte	Sampling Time	Result (s)	Standard (s)	Unit (s)	Reference Method
Total VOC	10:00 AM - 10:10 AM	1.60	3*	ppm	Total VOC Analyzer
Relative Humidity	10:00 AM - 10:10 AM	52	<70	%	ASHRAE 62
Carbon Dioxide	10:00 AM - 10:10 AM	886	1000	ppm	ASHRAE 62
Carbon Monoxide	10:00 AM - 10:10 AM	<1	9	ppm	ASHRAE 62
Temperature	10:00 AM - 10:10 AM	24.6	22.5-25.5	°C	ASHRAE 62
Particles size 10 micron	10:00 AM - 10:10 AM	0.053	0.15	mg/m ³	ASHRAE 62
Ozone	10:00 AM - 10:10 AM	<0.001	0.05	ppm	ASHRAE 62
Yeast and Mold	10:00 AM - 10:10 AM	750	500	CFU/m ³	comp(2001)
Aerobic Plate Count	10:00 AM - 10:10 AM	>13000	500	CFU/m ³	comp(2001)

Test Date : 22/10/2008

Completion Date : 28/10/2008

Remark : Standard (s) : Guidelines for Good Indoor Air Quality in Office Premises on October 1996, Institute of Environmental Epidemiology Ministry of the Environment, Singapore.

* total photoionisable compounds, reference to toluene.

Technical Management :

(Ms. Kanokkorn Anek)

IQALAB Yuyaporn Charpleng
IQALAB Laboratory Co., Ltd. *Reported for and on behalf of*
The IQALAB Laboratory Co., Ltd.

The above results are valid only for the analysed/tested sample(s) as indicated in this report. No part of this report or test data may be reproduced in any form without written consent from the Laboratory. IQALAB strongly recommends that this report is not reproduced except in full.

Form No. 111-21 (R3/99)

IQALAB Laboratory Co., Ltd.

Part of the ALS Laboratory Group

615 Jit-Uthai Bld. Ratchaburihaeng Rd., Huaymark Bangkokpattana Bangkok 10040 Thailand
Phone +66 0 2715 8795 Fax +66 0 2374 4040 www.iqalab.com www.alsglobal.com

File Code : 111130-2 pleached.mvchae

IQALAB Laboratory Co., Ltd.

Analysis / Test Report



Page 1 of 1

For : Physical Sriracha General Hospital Customer Code : 4974 Address : 50 Srirachakorn 3 Rd. Sriracha, Chonburi, Thailand 20110 Telephone No. : (038) 770-200 Ext. 2301 Facsimile : (038) 770-213 E-mail address : watgi_99@yahoo.com Attn : Wuttigrai Kanthasson	Lot ID : 114156-2 Date Reported : 28/10/2008 Date Received : 21/10/2008 Time : 08:28 PM Report Number : 187530 Sample : Air Quality in Working Area Condition of Sample : drawn into one tryptic soy agar plate and one sabourad dextrose agar plate, aseptic technique Collected from : Cashier, Pharmacy Collected by : Personnel of IQA Laboratory Co., Ltd. Collected Date : 21/10/2008 Time : -
--	---

Barometric Pressure : - mmHg
Atmospheric Temperature : 24.6 °C

Analyte	Sampling Time	Result (a)	Standard (a)	Unit (a)	Reference Method
Total VOC	10:00 AM - 10:10 AM	1.60	3*	ppm	Total VOC Analyzer
Relative Humidity	10:00 AM - 10:10 AM	52	<70	%	ASHRAE 62
Carbon Dioxide	10:00 AM - 10:10 AM	886	1000	ppm	ASHRAE 62
Carbon Monoxide	10:00 AM - 10:10 AM	<1	9	ppm	ASHRAE 62
Temperature	10:00 AM - 10:10 AM	24.6	22.5-25.5	°C	ASHRAE 62
Particles size 10 micron	10:00 AM - 10:10 AM	0.053	0.15	mg/m ³	ASHRAE 62
Ozone	10:00 AM - 10:10 AM	<0.001	0.05	ppm	ASHRAE 62
Yeast and Mold	10:00 AM - 10:10 AM	750	500	CFU/m ³	comp(2001)
Aerobic Plate Count	10:00 AM - 10:10 AM	>13000	500	CFU/m ³	comp(2001)

Test Date : 22/10/2008 **Completion Date** : 28/10/2008

Remark : Standard (a) : Guidelines for Good Indoor Air Quality in Office Premises on October 1996, Institute of Environmental Epidemiology Ministry of the Environment, Singapore.
 * total photoionisable compounds, reference to toluene.

Technical Management :

(Ms. Kanokkorn Anek)

usin lofao usucnos
IQALAB (Ms. Yupaem Charpleng)
 IQA Laboratory Co., Ltd. *listed for and on behalf of*
 The IQA Laboratory Co., Ltd.

The above results are valid only for the analysed sample(s) as indicated in this report. No part of this report or certificate may be reproduced in any form without written consent from the Laboratory. IQA Laboratory strongly recommends that this report is not reproduced except in full.

Form No. 11-27 (RM99)

IQALAB Laboratory Co., Ltd.
 Part of the **ALS Laboratory Group**
 615 Jit-Uthai Bldg. Ratchaprasong Rd., Huamark Bangkok Bangkok 10240 Thailand
 Phone +66 0 2715 8700 Fax +66 0 2374 4040 www.iqalab.com www.alslabgroup.com

IQALAB

File Code : 11113-2 physical monitor

IQA Laboratory Co., Ltd.

Analysis / Test Report



Page 1 of 1



For : Phyathai Sriracha General Hospital Customer Code : 4974 Address : 90 Srirachankorn 3 Rd. Sriracha, Chonburi, Thailand 20110 Telephone No. : (038) 770-200 Ext. 2301 Facsimile : (038) 770-213 E-mail address : wuzgi_59@yahoo.com Attn : Wuttigrai Kushtanon	Lot ID : 114156-4 Date Reported : 28/10/2008 Date Received : 21/10/2008 Time: 08:28 PM Report Number : 1K7532 Sample : Air Quality in Working Area Condition of Sample : drawn into one tryptic soy agar plate and one subcord destrose agar plate, aseptic technique Collected from : OPD MED Collected by : Personnel of IQA Laboratory Co., Ltd. Collected Date : 21/10/2008 Time: -
--	--

Barometric Pressure	:	-	mmHg
Atmospheric Temperature	:	24.3	°C

Analyte	Sampling Time	Result (s)	Standard (s)	Unit (s)	Reference Method
Total VOC	10:10 AM - 10:20 AM	1.40	3*	ppm	Total VOC Analyzer
Relative Humidity	10:10 AM - 10:20 AM	57.3	<70	%	ASHRAE 62
Carbon Dioxide	10:10 AM - 10:20 AM	1120	1000	ppm	ASHRAE 62
Carbon Monoxide	10:10 AM - 10:20 AM	<1	9	ppm	ASHRAE 62
Temperature	10:10 AM - 10:20 AM	24.3	22.5-25.5	°C	ASHRAE 62
Particles size 10 micron	10:10 AM - 10:20 AM	0.037	0.15	mg/m ³	ASHRAE 62
Ozone	10:10 AM - 10:20 AM	<0.001	0.05	ppm	ASHRAE 62
Yeast and Mold	10:10 AM - 10:20 AM	510	500	CFU/m ³	comp(2001)
Aerobic Plate Count	10:10 AM - 10:20 AM	>13000	500	CFU/m ³	comp(2001)

Test Date : 22/10/2008 Completion Date : 28/10/2008

Remark :	Standard (s) :	Guidelines for Good Indoor Air Quality in Office Premises on October 1996, Institute of Environmental Epidemiology Ministry of the Environment, Singapore.
		* total photooxidizable compounds, reference to toluene.

Technical Management :  (Ms. Karolkorn Anuk)	 IQALAB Mr. Yupaporn Changping IQA Laboratory Co., Ltd. Signed for and on behalf of The IQA Laboratory Co., Ltd.
--	--

The above results are valid only for the analyzed/tested sample(s) as indicated in this report. No part of this report or certificate may be reproduced in any form without written consent from the Laboratory. IQA Laboratory strongly recommends that this report is not reproduced except in full.

Form No. IQA-01 (Rev.08)

IQA Laboratory Co., Ltd.
 Part of the **ALS Laboratory Group**
 615, 3rd Uthai Rd. Ratchabong Rd., Huamark Bangkok 10240 Thailand
 Phone +66 0 2715 8700 Fax +66 0 2374 4040 www.iqalab.com www.alsglobal.com

IQA Laboratory Co., Ltd.

Analysis / Test Report



Page 1 of 1

For : Phyathai Sriracha General Hospital Customer Code : 4974 Address : 90 Srirachakon 3 Rd. Sriracha, Chonburi, Thailand 20110 Telephone No. : (038) 770-200 Ext. 2301 Facsimile : (038) 770-213 E-mail address : wugi_99@yahoo.com Attn : Wuttigrai Kushtanon	Lot ID : 114156-5 Date Reported : 28/10/2008 Date Received : 21/10/2008 Time: 08:28 PM Report Number : 187533 Sample : Air Quality in Working Area Condition of Sample : drawn into one sorbent tube, refrigerated Collected from : MED 9 Collected by : Personnel of IQA Laboratory Co., Ltd. Collected Date : 21/10/2008 Time: -
---	---

Barometric Pressure	:	758	mmHg
Atmospheric Temperature	:	25	°C

Analyte	Sampling Time	Result (s)	Standard (s)	Unit (s)	Reference Method
Formaldehyde	10:00 AM - 12:00 PM	<0.05	0.1	ppm	NIOSH 2541

Test Date : 22/10/2008 **Completion Date** : 28/10/2008

Remark : Standard (s) : Guidelines for Good Indoor Air Quality in Office Premises on October 1996, Institute of Environmental Epidemiology Ministry of the Environment, Singapore.

Technical Management : *Kanok Anuk*
(Ms. Kanokorn Anuk)

T. Chongking
US31 31000 3100001 1/12
IQALAB (Ms. Yupaporn Chongking)
IQA Laboratory Co., Ltd. signed for and on behalf of
The IQA Laboratory Co., Ltd.

The above results are valid only for the analyzed/tested sample(s) as included in this report. No part of this report or certificate may be reproduced in any form without written consent from the Laboratory. IQA Laboratory strongly recommends that this report be not reproduced except in full.

Form No. 01-01 (RM08)

IQA Laboratory Co., Ltd.
Part of the **ALS Laboratory Group**
615 Jib-Uthol Bld. Rangkhamhaeng Rd., Huamark Bangkok Bangkok 10240 Thailand
Phone +66 0 2715 9700 Fax +66 0 2374 4040 www.iqalab.com www.alsglobal.com

IQALAB
INTERNATIONAL QUALITY ASSURANCE LABORATORY

File Code : 174156-5 physica.docx

ภาคผนวก ข

มาตรฐาน

**GUIDELINES FOR GOOD
INDOOR AIR QUALITY
IN OFFICE PREMISES**

First edition, October 1996

**Institute of Environmental Epidemiology
Ministry of the Environment
40 Scotts Road #22-00
Singapore 228231
Tel:(65)7319754 Fax:(65)7348287
E-mail:envqe@es.gov.sg**

No part of this book may be reproduced in any form without the written permission of the Institute of Environmental Epidemiology, Ministry of the Environment.

Appendix E

INDOOR AIR QUALITY GUIDELINES**1 Assessment of indoor air quality parameters**

(a) Sample position

The sampling probe should be located between 75 and 120 cm from the floor at the centre of the room or an occupied zone.

(b) Number of sampling points

Indoor

At least one sample should be taken from each floor or from each area serviced by a separate air handling unit. For large floor spaces, the guidelines for the minimum required number of sampling points are as follows:

Area of building (m ²)	Minimum number of sampling points
3,000 - <5,000	8
5,000 - <10,000	12
10,000 - <15,000	15
15,000 - <20,000	18
20,000 - <30,000	21
30,000 or more	25

Outdoor

At least two samples should be taken at the entrance to the building or at the entrance of the fresh air intake.

2 Guideline maximum concentrations for specific indoor air contaminants

Parameter	Averaging time	Limit for acceptable indoor air quality	Unit
Carbon dioxide	8 hours	1800 1000	mg/m ³ ppm
Carbon monoxide	8 hours	10 9	mg/m ³ ppm
Formaldehyde	8 hours	120 0.1	µg/m ³ ppm
Ozone	8 hours	100 0.05	µg/m ³ ppm

Note

The guidelines specified have a wide margin of safety such that even if they are exceeded occasionally, toxic effects are unlikely to occur.

3 Recommended maximum concentrations for specific classes of contaminants

Parameter	Limit for acceptable indoor air quality	Unit
Suspended particulate matter*	150	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Volatile organic compounds**	3	ppm
Total bacterial counts	500	CFU***/ m^3
Total fungal counts	500	CFU/ m^3

*respirable particles with aerodynamic diameters less than $10 \mu\text{m}$ sampled with a size selective device (commonly used devices; cyclones and impactors) having a median cut size of $4 \mu\text{m}$ and the following penetration characteristics:

Particle aerodynamic diameter, μm	Respirable particulate mass, %
0	100
1	97
2	91
3	74
4	50
5	30
6	17
7	9
8	5
10	1

**total photoionisable compounds, reference to toluene

***colony-forming units

4 Guideline values for specific physical parameters

Parameter	Range for acceptable indoor air quality	Unit
Air temperature	22.5-25.5	°C
Relative humidity	≤ 70	%
Air movement*	≤ 0.25	m/s

*at workstation within occupied zone

Appendix F

REFERENCES

1. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Guidelines for the assessment of bioaerosols in the indoor environment. ACGIH, Cincinnati, 1989.
2. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. 1994-1995 threshold limit values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices. ACGIH, Cincinnati, 1994.
3. ASHRAE Standard 55-92: Thermal environment conditions for human occupancy. American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers, Atlanta, 1992.
4. ASHRAE Standard 62-89: Ventilation for acceptable indoor air quality. American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers, Atlanta, 1989.
5. Australian Standard 1668.2-1991 and 1668.2 Suppl-1991: The use of mechanical ventilation and air-conditioning in buildings, Part 2: mechanical ventilation for acceptable indoor air quality. Standards Association of Australia, Sydney, 1991.
6. British Standard BS 6540: Part 1: Air filters used in air-conditioning and general ventilation. British Standards Institution, 1985.
7. Danish Building Research Institute. SBI Report 212: Indoor climate and air quality problems - investigation and remedy, Horsholm, 1990.
8. Department of National Health and Welfare, Canada. Guidelines for residential indoor air quality, Ottawa, 1987.

9. European Concerted Action "Indoor Air Quality and Its Impact on Man". Report No 6: Strategy for sampling chemical substances in indoor air. Office for Publications of the European Communities, Luxembourg, 1989.
10. European Concerted Action "Indoor Air Quality and Its Impact on Man". Report No 11: Guidelines for ventilation requirements in buildings. Office for Publications of the European Communities, Luxembourg, 1992.
11. London Hazards Centre. Sick building syndrome: causes, effects and control. London Hazards Centre Trust Ltd, 1990.
12. Ministry of Health and Welfare, Japan. Japanese legislation of building management (translation), Tokyo, 1983.
13. Nordic Committee on Building Regulations. Publication No 61E: Indoor climate - air quality, 1991.
14. Swedish National Board of Housing, Building and Planning. General Guidelines 1992:3E: Checking the performance of ventilation systems, 1992.
15. US Environmental Protection Agency and US Consumer Product Safety Commission. The inside story: a guide to indoor air quality. Office of Air and Radiation, Washington DC, 1988.
16. World Health Organisation. EURO Reports and Studies 103: Indoor air quality research. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, 1986.
17. World Health Organisation. European Series No 23: Air quality guidelines for Europe. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, 1987.

ภาคผนวก ก
ใบรับรองการสอบเทียบเครื่องมือ



M300E Final Calibrated Test
and Validation Data LO

REVIEW BY: [Signature]
APPROVED BY: [Signature]

25. 4/10/08

Parameter	Displayed As	Observed Value	Units	Final Test Process Control Limits at Factory**	Acceptable Limits In Use
Firmware	380C-L4	Serial Number:	1758	Sales Order:	35566
Date:	4/10/2008	Technician:	Ngoc Nguyen	SPS:	
Range	RANGE	50	PPM	0 - 1 to 0 - 1000	
Stability	STABIL	0.005	PPM	< 1 PPM with zero air	= 0.05 PPM
CO Measure	CO MEAS	4474	mV	3000 - 4500 w/zero air	2500 - 4500
CO Reference	CO REF	3710	mV	3000 - 4000 w/zero air	2500 - 4500
Measurement to Reference Ratio	MR RATIO	1.213		1.2 ± 0.05 with zero air	1.2 ± 0.1
Pressure	PRES	25.7	In-Hg-A	-1.5" ± 1" (28.4 at sea level, 23.6 at 5000', and 19.2 at 10,000')	ambient - 1.5"
Sample Flow	SAMP	814	cc/min	500 ± 10%	500 - 1000
	SAMP	N/A	cc/min	500 ± 10% w/ CO Sensor	
Sample Temperature	SAMPLE TEMP	45	°C	45 ± 4	
Bench Temperature	BENCH TEMP	45	°C	45 ± 1	
Wheel Temperature	WHEEL TEMP	65	°C	65 ± 2	
Box Temperature	BOX TEMP	35	°C	ambient temp = T ± 10	
Photo-detector Temp	PHOT DRIVE	2587	mV	250 - 4750	
Slope	SLOPE	0.935		1.0 ± 0.2	1.0 ± 0.3
Offset	OFFSET	0.002		0.05 ± 0.2	0 ± 0.3
Time of Day	TIME	11:00	MM:SS		

** Some are process control limits, and not specification limits. Items out of range do not imply the unit is out of specification.

Test Settings

Test Value	Observed Value	Units	Acceptable Value
Dark Cal (MEAS)	121.3	mV	125 ± 50
Dark Cal (REF)	122	mV	125 ± 50
FTEST	40	PPM	40 ± 2

Span and Cal Values

Test Values	Calibrator Value	Observed Value	Units
Span value	40	40	PPM
Zero value	0	0	PPM

Statement of Calibration

The unit identified above has been tested with NIST measuring and test equipment using test traceable materials. The testing is performed in accordance with ISO 9001:2000 and is traceable to NIST and industry recognized standards.


**M300E Final Calibrated Test
and Validation Data**

Configuration and Options	
Power Configuration: Voltage:	220 - 240
Frequency:	50 Hz
UV Internal Pump (12)	
Rack Mounts with Slides (20A - 20", 20B - 24")	
Rack Mounts Ears Only (21)	
Carrying handles (26)	
Z/S Valves Only (20A)	
Z/S Valves w/ Zero air scrubber (21B)	
Zero/Pressurized Span with shut-off valves (20B)	
Pressurized zero and span (22F)	
Zero/span valves with zero scrubber & shut-off valves (21C)	
Multi-drop RS-232 (22)	
Ethernet (23A)	
Multiport Ethernet (23C)	
Paramagnetic O2 sensor (25A)	
O2 Sensor 2000 PPM (27C)	
2 year warranty (22A)	
3 year warranty (22B)	
4.5 year warranty (22C)	
Voltage Signals and Outputs	
REC Voltage Output Range	0 - 5 V
DAS Voltage Output Range	0 - 5 V
TCHAN Voltage Output Range	0 - 5 V
Current Outputs (41)	
REC Current Output Range	
DAS Current Output Range	
TCHAN Current Output Range	

Additional Information:

INSTALLED THREE EACH 044870605 PER SALE ORDER CALLED OUT.



M400E Final Calibrated Test and Validation Data

REVIEW BY [Signature]APPROVED BY [Signature]

4/10/08

Firmware	410005TD	Serial Number	1747	Sales Order	35696
Date	4/8/2008	Technician	AF	SP#	

Parameter	Displayed As	Observed Value	Units	Final Test Process Control Limits at Factory**	Acceptable Limits in Use
Range	RANGE	500	PPB	0 - 100, 0 - 10,000 PPB	
			PPM	0 - 1, 0 - 10 PPM	
Stability	STABIL	0.2	PPB or PPM	< 1 PPM with zero air	< 0.3 ppm
O3 Measure	O3 MEAS	4430.1	mV	4300 - 4700 w/zero air	2500 - 4800
O3 Reference	O3 REF	4450.7	mV	4300 - 4700 w/zero air	2500 - 4800
O3 Generator	O3 GEN	NA	mV	80 - 5000	
O3 Drive	O3 DRIVE	NA	mV	0 - 5000	
Pressure	PRES	27.8	In-Hg-A	27.0 - 29.9	ambient - 1.5"
Sample Flow	SAMPLE FL	799	cc/min	800 ± 80	
Sample Temperature	SAMPLE TEMP	38.1	°C	28 - 45	
Photo Lamp Temperature	PHOTO LAMP	58	°C	55 ± 0.4	58 ± 1
O3 Generator Temp	O3 GEN TEMP	NA	°C	48 ± 0.4	48 ± 1
Box Temperature	BOX TEMP	27.8	°C	30 ± 10	
Slope	SLOPE	1.005		1.0 ± 0.05	1.0 ± 0.15
Offset	OFFSET	-1.3			0 ± 5
Time of Day	TIME	8:11:32	HH:MM:SS		

Miscellaneous Test Values

Test Value	Observed	Units	Acceptable Value
Dark Offset	1.8	mV	0 ± 20

Span and Cal Values

Test Values	Calibrator	Observed	Units
Span value	450	450	PPB
Zero value	0	0	PPB

Statement of Calibration

The unit identified above has been tested with NIST measuring and test equipment using lot traceable materials. The testing is performed in accordance with ISO 9001-2000 and is traceable to NIST and industry recognized standards.



M400E Final Calibrated Test and Validation Data

Configuration and Options	
Power Configuration: Voltage:	220 - 240
Frequency:	50 Hz
HV Internal pump (13)	Yes
Rack Mounts with Slides (20A - 26"; 20B - 24")	
Rack Mounts Ears Only (21)	
Strap Carrying Handle (28)	
ZeroSpan Valves (30A)	
Internal Zero/Span Option w/ Reference Adjustment Feedback (51A)	
Multi-drop RS-232 (62)	
Ethernet (63A)	
Multi-drop/Ethernet (63C)	
Metal Scrubber (68)	
COM 2 Configuration	R5232
2 year warranty (82A)	
3 year warranty (82B)	
>3 year warranty (82C)	
Voltage Outputs	
A1 Voltage Output	5
A2 Voltage Output	5
A4 Voltage Output	5
Current Outputs	
Current Output, Channel A1	
Current Output, Channel A2	
UV Lamp Information	
Lamp Origin	UVP - M770000
Lamp Serial Number	D-23541
Additional Information:	
Analog Output Isolators, PN 04667, installed at outputs A1, A2 & A3.	



M100E Final Calibrated Test and Validation Data

REVIEW BY

[Signature]

APPROVED BY

[Signature]

28 11/19/07

Firmware:	C3	Serial Number:	1653	Sales Order:	33685
Date:	11/17/2007	Technician:	JD	SP#:	

Parameter	Displayed As	Observed Value	Units	Final Test Process Control Limits at Factory**	Acceptable Limits in Use
Range	RANGE	500	PPB	0-500 PPB Standard	
			PPM	50 PPB (0.05 PPM) to 20 PPM	
Stability	STABIL	0.2	PPB	< 1 PPB with Zero Air	
Sample Pressure	PRES	26.3	In-Hg-A	ambient pressure - 3.5" ± 2.5" (26.4 at sea level, 21.5 at 5000', and 17.2 at 10,000')	ambient pressure -2.5"
Sample Flow	SAMP FL	708	cc/min	672 ± 40	650 ± 10%
PMT signal	PMT	22.2	mV	0 ± 100 with Zero Air	-20 to 150
Normalized PMT Signal	NORM PMT	22.7	mV	0 ± 100 with Zero Air	0 - 100 with Zero Air
UV Lamp	UV LAMP	4013.4	mV	3450 - 4050	1000 - 4000
UV Lamp Ratio	LAMP RATIO	99.0	%	100 ± 10	80 - 120
Stay Light	STR. LGT	11.5	PPB	< 60	< 100
Dark PMT	DRK PMT	3.2	mV	-10 to 22	-10 to 22
Dark Lamp	DRK LMP	-0.5	mV	-10 to 18	-50 to 200
Slope	SLOPE	1.000	-	1.0 ± 0.1	1.0 ± 0.3
Offset	OFFSET	22.8	mV	< 100	< 250
High Voltage Power Supply	HVPS	536	V	400 - 750 *	400 - 500 *
Reaction Cell Temperature	RCCELL TEMP	50	°C	50 ± 1	50 ± 1
Box Temperature	BOX TEMP	33.5	°C	31 ± 4	5 - 45
PMT Temperature	PMT TEMP	7.9	°C	8 ± 0.5	7 ± 2.0
Q25 Temperature (option)	Q25 TEMP	N/A	°C	50 ± 0.1	
Time of Day	TIME	8:22:14	HH:MM:SS		

* For good instrument performance, the steadiness of this signal is more important than its absolute value (within the operating range)

** These are process control limits, and not specification limits. Items out of range do not imply the unit is out of specification.

Test Settings

Test Value	Observed Value	Units	Final Test Process Control Limits at Factory**	Acceptable Limits in Use
ETEST PMT Reading	2001.5	mV	2000 ± 20	2000 ± 500
SO ₂ Cond Reading	1000	PPB	1000 ± 10	as observed
OTEST PMT Reading	2025.1	mV	2010 ± 50	2000 ± 1000
SO ₂ Cond Reading	1018	PPB	1004 ± 30	as observed

Statement of Calibration

The unit identified above has been tested with NIST measuring and test equipment using lot traceable materials. The testing is performed in accordance with ISO 9001-2000 and is traceable to NIST and industry recognized standards.



M100E Final Calibrated Test and Validation Data

Span and Cal Values

Test Values	Calibrator Value	Observed Value	Units
Span value	450	450	PPB
Zero value	0	0	PPB

Configuration and Options

Power Configuration: Voltage:	220 - 240
Frequency:	50 Hz
HV Internal pump (13)	
Rack Mounts with Slides (20A - 26"; 20B - 24")	
Rack Mounts Ears Only (21)	
Strip Carrying Handle (29)	
NOx Optical Filter (47B)	
Zero/Span Valves (50A)	
Pressurized zero & span (50F)	
Internal Zero/Span Option (51A)	
700 ng/min to NIST (52C)	
1000 ng/min to NIST (52H)	
220 ng/min (52M)	
Multi-drop RS-232 (52)	
Ethernet (53A)	
Multi-drop/ethernet combo (53C)	
Paramagnetic O2 sensor (55A)	
2 year warranty (52A)	
3 year warranty (52B)	
> 3 year warranty (52C)	
COM 2 Configuration	
A1 Voltage Output	5
A2 Voltage Output	5
A4 Voltage Output	5
Current Output, Channel A1 (41)	
Current Output, Channel A2 (41)	

Additional Information:

PCA, ANALOG OUTPUT ISOLATOR



M200E Final Calibrated Test and Validation Data

REVIEW BY	<i>[Signature]</i>
APPROVED BY	<i>[Signature]</i>

11/30/07

Firmware	2C0325TD	Serial Number	2076	Sales Order	33606
Date	11/29/2007	Technician	ML	SPR	

Parameter	Displayed As	Observed Value	Units	Final Test Process Control Limits at Factory**	Acceptable Limits in Use
Range	RANGE	500	PPB	500 standard	500 standard
			PPM	(50 PPB (3.05 PPM) to 20 PPM)	
Stability	NOX STD	0	PPB or PPM	< 2 with zero air	
Sample Flow	SAMP FLW	490	cm ³ /min	500 ± 50	
Sample Flow with sample dryer			cm ³ /min	500 ± 50	
Ozone Flow (w/out purge)	OZONE FL	79	cm ³ /min	80 ± 15	
PMT signal	PMT	8.6	mV	0 ± 50 with zero air	-20 to 150
Normalized PMT Signal	NORM PMT	-1.2	mV	0 ± 10 with zero air	
Auto-zero	AZERO	3.6	mV		-20 to 150
High Voltage Power Supply	HVPS	729	V	420 to 900 (constant)*	400 - 900
Reaction Cell Temperature	RCCELL TEMP	50	°C		50 ± 1
Box Temperature	BOX TEMP	32.7	°C		ambient temp. plus 3-7
PMT Temperature	PMT TEMP	6.2	°C		7 ± 2
O2S Temperature (option)	O2S TEMP		°C		50 ± 1
Converter Temperature	MOLY TEMP	315.8	°C		315 ± 5
Reaction Cell Pressure	RCCEL	4.7	in-Hg-A		2 - 10 (constant)*
Sample Pressure	SAMP	29.8	in-Hg-A	ambient pressure - 1" ± 1" (29.9 at sea level, 24.0 at 5,000', and 10.7 at 10,000')	ambient pressure - 1"
NO _x Slope	NOX SLOPE	1.003	-		1.000 ± 0.300
NO _x Offset	NOX OFFS	0.5	mV		-20 to 150
NO Slope	NO SLOPE	1.001	-		1.000 ± 0.300
NO Offset	NO OFFS	-0.6	mV		-20 to 150
Time of Day	TIME		hh:mm:ss		

*For good instrument performance, the steadiness of this signal is more important than its absolute value (within the operating range).
**These are process control limits, and not specification limits. Items out of range do not imply the unit is out of specification.

Test Settings

Test Value	Observed Value	Units	Acceptable Value
ETEST PMT Reading	2061	mV	2000 ± 1000
NO Conc Reading	997.9	PPB	1000 ± 500
NO _x Conc Reading	1001.6	PPB	1000 ± 500
DTTEST PMT Reading	2066	mV	2000 ± 1000
NO Conc Reading	1029	PPB	1000 ± 500
NO _x Conc Reading	1028.7	PPB	1000 ± 500

Statement of Calibration

The unit identified above has been tested with NIST measuring and test equipment using lot traceable materials. The testing is performed in accordance with ISO 9001-2000 and is traceable to NIST and industry recognized standards.



M200E Final Calibrated Test and Validation Data

Test Values	Calibrator Value	Observed Value	Units
Span value	450	450	PPB
Zero value	0	0	PPB

Configuration and Options	
Analyzer Power Configuration Voltage	220 - 240
Analyzer Frequency	50 Hz
Pump Pack Power Configuration Voltage	220
Pump Frequency	50 Hz
Rock Mounts with Slides (20A - 20", 22B - 24")	
Rock Mounts Fans Only (21)	
Rock Mounts for Pump Pack (22)	
Shop Carrying Handle (26)	
Zero Span Valves (20A)	
Pressurized zero/span (23F)	
Internal Zero Span Option (23A)	
NO2 Perm Tube Dryer (26)	
External Charcoal Scrubber (28A)	
External zero air scrubber kit (24B)	
Sample Dryer / Ammonia Removal (26A)	
Combined Sample/Dryer (28B)	
Multi-drop RS-232 (22)	
e-Permet (26A)	
COM 2 Configuration	
Paramagnetic O2 Sensor (26A)	
Multi-drop e-Permet Combo (22C)	
Voltage Signals and Outputs	
A1 Voltage Signal	NOX
A1 Voltage Output	5
A2 Voltage Signal	NO
A2 Voltage Output	5
A3 Voltage Signal	NO2
A3 Voltage Output	5
A4 Voltage Signal	TSI
A4 Voltage Output	5
Current Outputs (41)	
Current Output, Channel A1 (41)	
Current Output, Channel A2 (41)	
Current Output, Channel A3 (41)	
Warranty	
2 year warranty (20A)	
3 year warranty (20B)	
Warranty greater than 3 years (20C)	

Additional Information:

ANALOG ISOLATOR (A1/A2/A3)

Nafion assembly (05542) installed?



MET ONE INSTRUMENTS, INC.
1600 WASHINGTON BLVD.
GRANTS PASS, OR 97526
USA

Phone: 541 471-7111
Fax: 541 471-7116

REVIEW BY [Signature]

APPROVED BY [Signature]

Calibration Certificate

The calibration results on this report certify that this instrument complies with the product specifications at the time of calibration.

Calibration was performed according to accepted industry methods using equipment, procedures, and standards that are traceable to NIST, ASTM, and JIS. The calibration system complies with MIL-STD-45662A.

Instrument model # AEROCET-531 Instrument Serial # G7489

Date of Calibration 9/24/07 Next Calibration 9/24/08 Sensor # 6661

Quality Control Technician Daniel Best DB

Temperature 23 °C Relative Humidity 33 %

Test Procedure: AEROCET-531-6100

PSL Size (µm)	Threshold (mV)	Lot # NIST	Expiration
0.5	<u>11.3</u>	30841	Nov-09
0.7	<u>46.6</u>	30711	Oct-09
1.0	<u>26.3</u>	27241	Sep-07
2.0	<u>217</u>	31008	Dec-09
3.0	<u>463</u>	28384	Jan-09
5.0	<u>1039</u>	Ref	NA
7.0	<u>1879</u>	Ref	NA
10.0	<u>3499</u>	Ref	NA

Standards	Model	SN	Cal Due
DMM	HP3468B	2231A01057	3/8/2008
TEMPERATURE	Rosemont T-200	1064119	1/24/2008
RELATIVE HUMIDITY	VAISALA HMP-35 18Mo	530227	12/18/2007
LASER PARTICLE COUNTER	GT-521	X1144	11/15/2007
PRIMARY FLOW METER	Bios DryCal DCL-M	103751	9/26/2007

This calibration certificate shall not be reproduced except in full, without the written approval of Met One Instruments, Inc.

IQA Laboratory Co., Ltd.



PORTABLE VOC MONITOR CALIBRATION DATA SHEET

Date : 1-Jul-08 Calibration Sheet No. : C-010708-358-1-04-01
 Ambient Temperature (°C): 25.5 Atmospheric Pressure(mmHg) : 757

INSTRUMENT CALIBRATED

Brand : RAE Model : PGM 7600
 Instrument ID. : 358-1-04-01 Serial No. : 110-013579

CALIBRATION GAS

Standard Gas : Isobutylene Concentration (ppm) : 100
 Cylinder No : 34LS-248-100 Certified Date : Oct-07

CALIBRATION RESULTS

Test Value	Calibration Value	Observed Value	Drift	Unit
Zero	0.0	0.0	0.0	ppm
Span	100.0	100.0	0.0	ppm

Calibrated by

(Mr. Apisit Popsawatdisook)

Analyst 1

Approved by

(Mr. Sarayuth Jitranont)

Section Manager

IQA Laboratory Co., Ltd.
 Part of the ALS Laboratory Group
 815 Jib-Uthai Rd. Ramkhamhaeng Rd., Huamark Bangkok Bangkok 10240 Thailand
 Phone +66 0 2715 8788 Fax +66 0 2374 4040 www.iqalab.com www.alsglobal.com

IQALAB

IQA Laboratory Co., Ltd.



ROTA METER CALIBRATION RESULT OCTOBER 2008

Rotameter ID.	Calibration Date	Regression Result	Coefficient (R ²)
238-2-02-01	6-Oct-08	Y = 0.9954X + 102.44	1.0000
238-2-08-01	3-Oct-08	Y = 1.1226X - 1.4926	0.9977
238-2-10-01	3-Oct-08	Y = 0.9363X + 3.0741	0.9967
238-2-12-01	6-Oct-08	Y = 1.0187X + 2.5373	0.9949
238-2-14-01	6-Oct-08	Y = 1.051X + 21.8590	0.9968
238-2-16-01	6-Oct-08	Y = 1.0236X + 6.0770	0.9979
238-2-17-01	3-Oct-08	Y = 1.0177X - 2.3349	0.9992
238-2-18-01	3-Oct-08	Y = 0.9965X + 15.31	0.9996

Review By :

Wichan Choonharat

(Mr. Wichan Choonharat)

Supervisor

Approved By :

Mr. Sarayuth Jittranoi

(Mr. Sarayuth Jittranoi)

Section Manager

Printed 10/10/2008

IQA Laboratory Co., Ltd.
 Part of the **ALS Laboratory Group**
 615 Jit-Uthai Rd., Ramkhamhaeng Rd., Huamark Bangkok Bangkok 10240 Thailand
 Phone +66 8 2715 8700 Fax +66 0 2374 4040 www.iqalab.com www.alsglobal.com

IQALAB



TECHNOLOGY PROMOTION ASSOCIATION (THAILAND-JAPAN)
CALIBRATION SERVICES AND ENVIRONMENTAL ANALYSIS DEPARTMENT

5344 PATTANAKARN ROAD SOI 18, SUANLUANG, SUANLUANG BANGKOK 10250

TEL. 0-2717-3000-24 FAX. 0-2719-9484






CALIBRATION
No.0008

Cert.No.: 08CSQ16

Page.: 1 of 3

Certificate of Calibration

Equipment :	Spectrophotometer
Model :	UV-1601 PC
Serial No. :	A10773780255 SM
ID No. :	044-2-08-01
Manufacturer :	SHIMADZU
Made in :	Japan
Submitted by :	IDA Laboratory Co.,Ltd. 615 Jit-Uthai Building Ramkhamhaeng Road, Huamark, Bangkok, Bangkok 10240
Ambient Temperature :	22 °C (On-site)
Relative Humidity :	46 % (On-site)
Calibration Procedure :	In - house method : CP-EC18/15 based on direct measurement by using wavelength standard filter and absorbance standard filter
Calibrated by :	Sathaporn Chungprapai
Approved by :	 Approved Signatory
	<input type="checkbox"/> Pomthippa Chulimatawin <input checked="" type="checkbox"/> Chanatta Suesin <input type="checkbox"/> Wasana Konyai
Issue Date :	06 March 2008

REVIEW BY 
APPROVED BY 

The uncertainties are for a confidence probability of approximately 95%.

This certificate is issued in accordance with the conditions of accreditation granted by the Thai Laboratory Accreditation Scheme which has assessed the measurement capability of the laboratory and its traceability to recognised national standards and to the units of measurement realised at the corresponding national standards laboratory. This certificate may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of the head of Calibration services and environmental analysis department.

A 0226800



Equipment : Spectrophotometer
Model : UV-1601 PC
Serial No. : A10773780255 SM
ID No. : 044-2-09-01
Manufacturer : SHIMADZU
Received Date : 28 February 2008
Condition As-Received: Used Item
Calibration Date : 29 February 2008
Reference : 802-8290C
Calibration Place : Environmental Lab

Cert.No.: 09CSO16
Page.: 2 of 3

Condition of this calibration result

1. Reference Standard Material :-

Material	Serial No.	Certificate No.	Due date
1) Stray Light standard set	8419	19887	21 March 2008
2) Absorbance standard set	8331	24112 Issue 2	12 February 2010
3) Wavelength standard set	8417	24105	07 February 2010
4) Wavelength standard set	8418	24108	07 February 2010

2. This certificate was certified only for the instrument we calibrated.
3. This result of calibration was found accurate as shown on date and place of calibration only.
4. This certification is traceable to the International System of Unit maintained at:-
 - The UK National Physical Laboratory (NPL)
 - National Institute of Standards and Technology (NIST)
5. Spectral Band Width : 2 nm
 Scan Speed : very slow

Calibration Results : without adjustment
Wavelength Accuracy

Certified Values of Reference Material (nm)	Reading (nm)	Uncertainty of Measurement (nm)	k Factor
267.64	267.7	± 0.21	2
333.91	333.6	± 0.13	2
418.78	418.6	± 0.13	2
536.62	536.4	± 0.13	2
637.63	637.1	± 0.18	2
684.53	684.1	± 0.15	2
807.09	807.2	± 0.13	2

a. 0277281



Equipment : Spectrophotometer
Model : UV-1601 PC
Serial No. : A10773780255 SM
ID No. : 044-2-08-01
Manufacturer : SHIMADZU
Received Date : 28 February 2008
Calibration Date : 29 February 2008
Reference : 802-829OC
Calibration Place : Environmental Lab

Cert.No.: 08CSO16
Page: 3 of 3

Calibration Results : without adjustment
Photometric Accuracy

Wavelength (nm)	Certified Values of Reference Material (Abs)	Reading (Abs)	Uncertainty of Measurement (Abs)	k Factor
440.0	Zero	0.0000	± 0.0028	2
	0.5854	0.5675	± 0.0043	2
	0.7366	0.7373	± 0.0028	2
	1.0861	1.0669	± 0.0052	2
546.1	Zero	0.0000	± 0.0028	2
	0.5281	0.5305	± 0.0034	2
	0.6898	0.6893	± 0.0028	2
	0.9977	0.9969	± 0.0028	2
635.0	Zero	0.0000	± 0.0028	2
	0.5455	0.5474	± 0.0033	2
	0.6871	0.6863	± 0.0028	2
	0.9927	0.9913	± 0.0028	2

Stray Light

Straylight * At Wavelength 260.6 nm	Reading at 260.6
Abs	2.057
%T	0.9

Remark

- Each individual filter is measured against the empty filter holder (blank) used to zero the spectrophotometer
- Cut-off wavelength of stray light reference material (Potassium Iodide) =260.6 nm
- Result = Pass, If Absorbance >2.00 A and Transmission < 1.0 T% at wavelength 260.6 nm
- * : Not TISI Accredited

The reported uncertainty of measurement was based on a standard uncertainty multiplied by a coverage factor k , providing a level of confidence of approximately 95 %.

-o0o-

ภาคผนวก ก
สำเนาหนังสือใบอนุญาตขึ้นทะเบียน
ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์เอกชน



บริษัท ไอควอลแลบราทอรี จำกัด
815 อาคารจีเอสซีเอ็ม ถนนพหลโยธิน แขวงสามยุค เขตปทุมธานี กรุงเทพฯ 10240
โทร: 66 0-2715-8700 แฟกซ์: 66 0-2374-4040 www.iqalab.com

ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อผู้เขียน	นายวุฒิไกร กันทะสอน
วัน เดือน ปีเกิด	7 ตุลาคม 2516
สถานที่เกิด	จังหวัดเชียงราย
วุฒิการศึกษา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาภาพถ่ายบำบัด
สถานที่สำเร็จการศึกษา	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2538
ประสบการณ์ในการทำงาน	นักถ่ายภาพบำบัดโรงพยาบาลพญาไทศรีราชา 2539 - 2541 หัวหน้าแผนกภาพถ่ายบำบัด โรงพยาบาล พญาไทศรีราชา 2541 - 2549 ผู้ช่วยผู้จัดการฝ่ายบริการ โรงพยาบาล พญาไทศรีราชา 2549 - 2550
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน	ผู้จัดการฝ่ายบริการ โรงพยาบาล พญาไทศรีราชา 2550 - 2551
สถานที่ปัจจุบัน	90 ถนนศรีราชานคร 3 อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี 20110