



กรมควบคุมโรค

สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม

คู่มือ การตรวจวัดคุณภาพอากาศ ภายในอาคารสำหรับช่องทางเข้าออกประเทศ



ศูนย์พัฒนาศึกษาการอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม จังหวัดระยอง
สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค

คู่มือการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคาร สำหรับช่องทางเข้าออกประเทศ

จัดทำและเผยแพร่

ศูนย์พัฒนาวิชาการอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม จังหวัดระยอง

สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม

กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข

โทร 0 3868 4021

โทรสาร 0 3868 4020 ต่อ 111, 112

บรรณาธิการ	แพทย์หญิงฉันทนา ผดุงทศ	สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม
	แพทย์หญิงวรลักษณ์ ตั้งคณะกุล	สำนักโรคติดต่อทั่วไป
	ดร.สร้อยสุดา เกสรทอง	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
รวบรวมและเรียบเรียง	นายณัฐพงศ์ แหะละหมั่น	สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม
	นายชยาพล จงเจริญ	สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม
จัดพิมพ์	กลุ่มสื่อสารความเสี่ยงและพัฒนาพฤติกรรมสุขภาพ สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม	
ตีพิมพ์ครั้งที่	1	
ปีที่จัดทำ	ตุลาคม 2561 จำนวนที่พิมพ์ 3,000 เล่ม	
สำนักพิมพ์ :	สำนักพิมพ์อักษรกราฟฟิคแอนด์ดีไซน์	
ISBN :	978-616-11-3844-8	

รูปแบบการอ้างอิง (Reference form) :

สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม. คู่มือการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคารสำหรับ
ช่องทางเข้าออกประเทศ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร. สำนักพิมพ์อักษรกราฟฟิคแอนด์ดีไซน์ กรุงเทพฯ: 2561.

คำนำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะการพัฒนา ด้านอุตสาหกรรม มีการเปิดเสรีทางการค้าและการลงทุนมากขึ้น ส่งเสริมให้นักลงทุนเข้ามาลงทุน ในประเทศไทยได้อย่างเสรี โดยกำหนดให้ 10 จังหวัดติดชายแดนเป็นเขตพัฒนาเศรษฐกิจพิเศษ เพื่อให้แรงงานข้ามชาติสามารถเดินทางเข้ามาทำงานในประเทศไทยได้แบบเข้าไปเย็นกลับ นอกจากนี้ประเทศไทยยังมีแหล่งท่องเที่ยวที่สวยงาม มีวัฒนธรรมที่ดึงดูดดึงดูดให้นักเดินทาง นักธุรกิจ และนักท่องเที่ยวจากหลายๆ ประเทศเดินทางเข้ามาในประเทศไทยเป็นจำนวนมาก ดังนั้นช่องทางเข้าออกประเทศจึงอาจเป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการแพร่เชื้อโรคต่างๆ หากพบว่ามีการระบาย อากาศที่ไม่เพียงพอ หรือเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานขาดความรู้ในการป้องกันตนเอง อาจส่งผลให้เกิด กลุ่มอาการป่วยเหตุอาคาร ถึงแม้อาการของโรคมีความรุนแรงไม่มากนักแต่อาจจะส่งผลกระทบต่อ การปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ได้ รวมทั้งอาจเฝ้าต่อการได้รับเชื้อโรคจากผู้มาติดต่อได้อีกด้วย หากมาตรการป้องกันยังไม่ดีพอ

สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม ได้ตระหนักถึงปัญหาดังกล่าว จึงมีแนวคิดที่จะจัดทำคู่มือการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคารสำหรับช่องทางเข้าออก ประเทศขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้บุคลากรสาธารณสุขสามารถตรวจประเมินปัญหาคุณภาพ อากาศภายในอาคารของช่องทางเข้าออกประเทศได้ และยังสามารถคล้องกับข้อกำหนดขององค์การ อนามัยโลก (Assessment tool for core capacity requirements at designated airports, ports and ground crossings : CCAT) ซึ่งได้กำหนดให้ช่องทางเข้าออกประเทศต้องมีการจัดการ คุณภาพอากาศภายในอาคารให้มีความเหมาะสม และตรวจประเมินเป็นประจำทุกปีเพื่อลด ความเสี่ยงจากการติดเชื้อที่มากับนักเดินทาง

สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือการตรวจวัด คุณภาพอากาศภายในอาคารสำหรับช่องทางเข้าออกประเทศ จะมีประโยชน์กับกลุ่มเป้าหมาย ไม่มากนักน้อย และหากมีเหตุผิดพลาดประการใดกราบขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

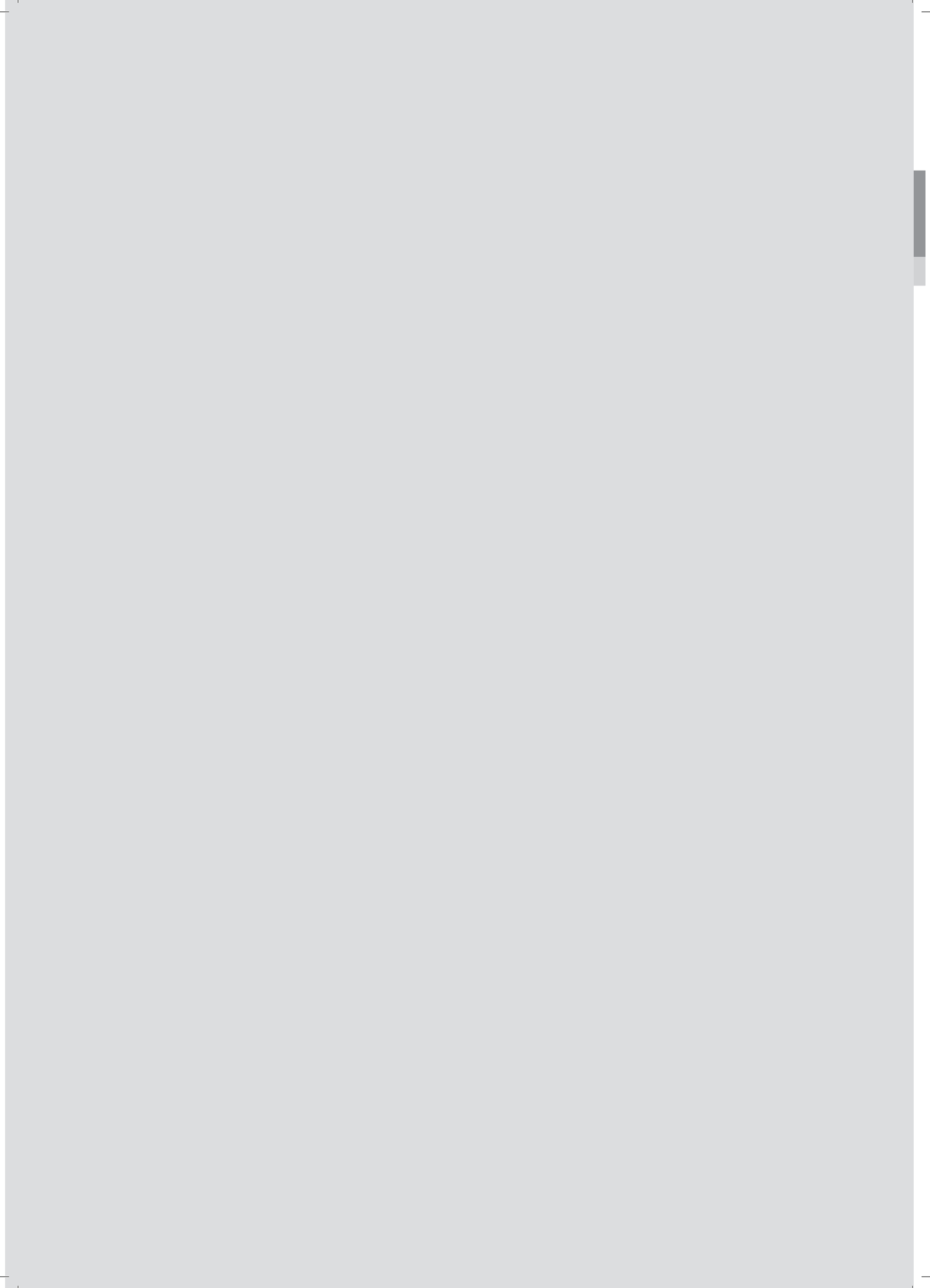
คณะผู้จัดทำ
กรกฎาคม 2561

กิตติกรรมประกาศ

คู่มือการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคารสำหรับช่องทางเข้าออกประเทศ ฉบับนี้สำเร็จได้เพราะได้รับความร่วมมือจากคณะทำงานผู้จัดทำคู่มือการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคารสำหรับช่องทางเข้าออกประเทศ และคณะผู้เชี่ยวชาญจากหน่วยงานต่างๆ ที่ช่วยกันเขียนเนื้อหา พร้อมให้คำปรึกษารวมทั้งตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาวิชาการ

ขอขอบคุณ ผู้บริหารของกรมควบคุมโรค ผู้อำนวยการสำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อมที่สนับสนุนงบประมาณในการดำเนินงานครั้งนี้

ขอขอบคุณ อ.ดร.สร้อยสุดา เกสรทอง คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ และผู้แทนซึ่งมาจากหน่วยงานต่างๆ ได้แก่ สำนักโรคติดต่อทั่วไป สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 6 ชลบุรี ด้านควบคุมโรคติดต่อระหว่างประเทศท่าเรือมาบตาพุด ด้านควบคุมโรคติดต่อระหว่างประเทศท่าอากาศยานอู่ตะเภา ด้านควบคุมโรคติดต่อระหว่างประเทศท่าเรือแหลมฉบัง ฯลฯ นายอดิศักดิ์ เทียมฤทธิเดช ข้าราชการบำนาญ แพทย์หญิงชีวรรัตน์ ปราสาร โรงพยาบาลเจ้าพระยาอภัยภูเบศร และกลุ่ม/ศูนย์ต่างๆ ภายในสำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อมที่ช่วยเขียนเนื้อหาและกำหนดขอบเขตของเนื้อหาวิชาการ ในครั้งนี้



สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 สถานการณ์ของผู้เดินทางเข้าออกประเทศ	1
1.2 ประเภทและลักษณะทั่วไปของช่องทางเข้าออกประเทศ	2
1.3 ด้านควบคุมโรคติดต่อระหว่างประเทศและช่องทางเข้าออกประเทศ	4
1.4 การพัฒนาสมรรถนะหลักของช่องทางเข้าออกประเทศตามมาตรฐานของ กฎอนามัยระหว่างประเทศ พ.ศ. 2548 และการจัดการคุณภาพอากาศในอาคาร ของช่องทางเข้าออกประเทศ	6
1.5 การจัดการคุณภาพอากาศในช่องทางเข้าออกประเทศ	7
1.6 การศึกษาด้านคุณภาพอากาศภายในอาคารในประเทศไทย	9
บทที่ 2 คุณภาพอากาศภายในอาคารของช่องทางเข้าออกประเทศ	11
2.1 ปัญหาคุณภาพอากาศภายในช่องทางเข้าออกประเทศ	11
2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพอากาศภายในอาคาร	11
2.3 ผลกระทบต่อสุขภาพจากปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคารช่องทางเข้าออก ประเทศ	19
บทที่ 3 แนวทางการตรวจประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารสำหรับช่องทางเข้า ออกประเทศ	23
3.1 ความสำคัญของการตรวจประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารในช่องทาง เข้าออกประเทศ	23
3.2 วัตถุประสงค์ของการประเมินคุณภาพอากาศในอาคาร	25
3.3 พารามิเตอร์ที่ต้องตรวจตามช่องทางเข้าออกประเทศ	26
3.4 พื้นที่เสี่ยงที่ควรประเมินคุณภาพอากาศภายในช่องทางเข้าออกประเทศ	26
3.5 ผังการตรวจประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคาร	27
3.6 หลักการประเมินเบื้องต้น (Initial Assessment)	27
3.7 การเดินสำรวจ (Initial Walkthrough)	28

เรื่อง

หน้า

3.8 การทบทวนพื้นที่ที่มีเสียงบ่นหรือข้อร้องเรียน (Reviewing the Complaint Area)	29
3.9 การประเมินอย่างละเอียด (Detailed Assessment)	30
3.10 จำนวนจุดเก็บตัวอย่าง (Number of sampling points)	33
3.11 ตำแหน่งที่เก็บตัวอย่าง (Sample position)	34
3.12 เวลาในการเก็บตัวอย่าง (Sampling period)	34
3.13 วิธีการเก็บตัวอย่าง	35

บทที่ 4 มาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคารที่เหมาะสมสำหรับอาคารช่องทางเข้าออกประเทศ	41
--	-----------

4.1 การเปรียบเทียบผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคารกับค่ามาตรฐานต่างๆ	41
4.2 ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคารของประเทศไทย	42
4.3 ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคารของต่างประเทศ	44
4.4 ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคารของหน่วยงานอื่นๆ	45

บทที่ 5 แนวทางการแก้ไขและป้องกันปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคาร	49
---	-----------

5.1 วิธีการแก้ไขและป้องกันปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคาร	49
5.2 วิธีการควบคุมและป้องกันปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคารตามประเภทของสารมลพิษ	51

เอกสารอ้างอิง	55
----------------------	-----------

ภาคผนวก	59
----------------	-----------

สารบัญตาราง

เรื่อง	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงระดับค่ามาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์	14
ตารางที่ 2.2 แสดงระดับค่ามาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์	14
ตารางที่ 2.3 แสดงระดับความเข้มข้นฟอร์มาลดีไฮด์ที่มีผลต่อสุขภาพของมนุษย์	16
ตารางที่ 2.4 แสดงระดับค่ามาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับฟอร์มาลดีไฮด์	16
ตารางที่ 2.5 แสดงปฏิกิริยาตอบสนองต่อสารระเหยอินทรีย์ในอาคาร	17
ตารางที่ 2.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มข้นของสารระเหยอินทรีย์และอาการต่างๆ ที่เกิดขึ้นในมนุษย์	17
ตารางที่ 2.7 แสดงข้อแตกต่าง SBS และ BRI	21
ตารางที่ 2.8 การสรุปจากข้อมูลการศึกษาต่างๆ เพื่อแสดงความสัมพันธ์อาการที่เกิดขึ้นกับสาเหตุ แหล่งกำเนิด และประเภทของอาคาร	21
ตารางที่ 3.1 ผลกระทบต่อสุขภาพจากมลพิษชนิดต่างๆ ภายในอาคาร	23
ตารางที่ 3.2 กลิ่นที่ใช้เป็นตัวชี้วัดปัญหาในอาคารสำนักงาน	29
ตารางที่ 3.3 ค่าอ้างอิง/ค่ามาตรฐานและวิธีการตรวจวัดในแต่ละพารามิเตอร์คุณภาพอากาศภายในอาคาร	30
ตารางที่ 3.4 จำนวนที่ควรเก็บตัวอย่างในสิ่งแวดล้อมในอาคาร (Singapore standard SS 554: 2009)	33
ตารางที่ 3.5 ตัวอย่างเครื่องมือการตรวจวัดคุณภาพอากาศในอาคาร	36
ตารางที่ 3.6 ปริมาณอากาศจากภายนอกที่นำเข้ามาในอาคารต่อบุคคล	38
ตารางที่ 4.1 ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคารตามประกาศกรมอนามัย เรื่อง เกณฑ์ค่าเฝ้าระวังคุณภาพอากาศภายในอาคาร	43
ตารางที่ 4.2 ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคารตามมาตรฐานของ SS554 : 2009 CODE OF PRACTICE FOR Indoor air quality for air-conditioned buildings ของ SPRING Singapore	46
ตารางที่ 4.3 ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคารของหน่วยงานในต่างประเทศ	44
ตารางที่ 5.1 สารมลพิษที่พบทั่วไปในอากาศภายในอาคาร ผลกระทบต่อสุขภาพ และการควบคุมป้องกัน	51

สารบัญตาราง

เรื่อง	หน้า
ภาพที่ 1 จุดผ่านแดนถาวรบ้านคลองลึก อำเภอศรีประจักษ์ จังหวัดสระแก้ว	3
ภาพที่ 2 จุดผ่านแดนชั่วคราวด่านพระเจดีย์สามองค์ อำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี	3
ภาพที่ 3 จุดผ่อนปรนชายแดนฝั่งไทยลาวบ้านฮวกจังหวัดพะเยา และจุดผ่อนปรนบ้านดอนแพ่ง จังหวัดนครพนม	4
ภาพที่ 4 ตัวอย่างด้านควบคุมโรคติดต่อระหว่างประเทศ Quarantine office	5
ภาพที่ 5 ตัวอย่างแผนผังอาคารของช่องทางเข้าออกประเทศ จากการประเมินเบื้องต้น	28
ภาพที่ 6 การสัมภาษณ์ผู้ใช้อาคาร และรับฟังปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคาร	28
ภาพที่ 7 ตัวอย่างการตรวจวัดและเก็บตัวอย่างภายในอาคารช่องทางเข้าออกประเทศ	33
ภาพที่ 8 ระดับการตรวจวัด	34
ภาพที่ 9 Thermo hygrometer	35
ภาพที่ 10 Multi-parameter ventilation meters	35
ภาพที่ 11 การตรวจวัดความเร็วลม	36
ภาพที่ 12 การตรวจวัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์	39
ภาพที่ 13 การเก็บตัวอย่างชีวภาพ	40

ในบทนี้จะกล่าวถึงสถานการณ์ของผู้เดินทางเข้าออกประเทศ ประเภทและลักษณะทั่วไปของช่องทางเข้าออกประเทศ ด้านควบคุมโรคติดต่อระหว่างประเทศ และช่องทางเข้าออกประเทศ การพัฒนาสมรรถนะหลักของช่องทางเข้าออกประเทศ ตามมาตรฐานของกฎอนามัยระหว่างประเทศ พ.ศ. 2548 การจัดการคุณภาพอากาศในช่องทางเข้าออกประเทศ และการศึกษาด้านคุณภาพอากาศภายในอาคารในประเทศไทย โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1

สถานการณ์ของผู้เดินทางเข้าออกประเทศ

ข้อมูลจากองค์การการท่องเที่ยวโลก แห่งสหประชาชาติ (United Nation, World Tourism Organization : UNWTO) พบว่ามีผู้เดินทางเพื่อการท่องเที่ยวทั่วโลกเพิ่มขึ้น (เฉลี่ย 4% ทุกปี) โดยในปี 2013 มีนักท่องเที่ยวที่เดินทางระหว่างประเทศทั่วโลกจำนวน 1,087 ล้านคน เพิ่มขึ้นจาก 1,035 ล้านคน และในปี ค.ศ. 2015 เพิ่มขึ้นร้อยละ 5 คาดการณ์ว่าในปี ค.ศ. 2017 จะมีจำนวนนักท่องเที่ยวสูงถึง 1,200 ล้านคน และในปี ค.ศ. 2030 จำนวนนักท่องเที่ยวโลกจะเพิ่มเป็น 1,800 ล้าน โดยแนวโน้มในปี ค.ศ. 2015 เป็นต้นไป การเพิ่มจำนวนของนักเดินทางและท่องเที่ยว พบว่ากลุ่มประเทศกำลังพัฒนาจะเป็นกลุ่มประเทศที่มีจำนวนนักท่องเที่ยวขยายตัวในอัตราที่สูงกว่าประเทศที่พัฒนาแล้ว โดยภูมิภาคเอเชียและแปซิฟิกจะเป็นภูมิภาคที่มีอัตราการขยายตัวสูงที่สุด ทวีปที่มีการเพิ่มจำนวนนักท่องเที่ยวมากที่สุดได้แก่ ยุโรป และเอเชีย สำหรับโซนอาเซียน พบว่าเป็นโซนที่มีจำนวนนักท่องเที่ยวเพิ่มเป็นอันดับต้นๆ คือ มากกว่าร้อยละ 5 ต่อปีทุกปี และพบว่ามีจำนวนมากถึง 277 ล้านคนต่อปี ในปี ค.ศ. 2015

จำนวนของนักท่องเที่ยวจากทั่วโลกนั้นหลังไหลมาเทียวประเทศในอาเซียนเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ จากสถิติเมื่อปี ค.ศ. 2010 พบว่า 3 อันดับสูงสุดที่มีนักท่องเที่ยวมาเยือนของอาเซียน ได้แก่ อันดับที่ 1 ประเทศมาเลเซีย อันดับที่ 2 ประเทศไทย และอันดับที่ 3 ประเทศสิงคโปร์ จากการเติบโตทั้งทางด้านเศรษฐกิจและสังคมทำให้ประเทศไทยมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ทั้งในด้านอุตสาหกรรมและเกษตรกรรม รวมถึงการมีแหล่งท่องเที่ยวที่สวยงาม และวัฒนธรรมที่ดึงดูด ทำให้ประเทศไทยมีโอกาสในการต้อนรับนักท่องเที่ยวจากหลายประเทศ หนึ่งในปี พ.ศ. 2558 ประเทศไทยก้าวเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (ASEAN Economic Community : AEC) รวมถึงการเปิดเสรีบริการด้านท่องเที่ยว ทำให้หลายประเทศในอาเซียนโดยเฉพาะประเทศไทยตื่นตัวและเร่งปรับกลยุทธ์โดยเฉพาะการวางแผนนโยบายท่องเที่ยว จนทำให้มีผู้เดินทางเข้า-ออกประเทศจำนวนมากขึ้น ซึ่งข้อมูลจากสำนักงานตรวจคนเข้าเมืองแสดงให้เห็นว่าประเทศไทยมีผู้เดินทางผ่านเข้า-ออก ประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นทุกปี ดังต่อไปนี้

พ.ศ.	ผู้เดินทางเข้าประเทศ (คน)	ผู้เดินทางออก ประเทศ (คน)	รวม (คน)	เฉลี่ยต่อเดือน (คน)
ม.ค. 2556 - ธ.ค. 2556	3,6181,616	35,994,211	72,175,827	6,014,652.25
ม.ค. 2557 - ธ.ค. 2557	35,520,973	35,494,014	71,014,987	5,917,915.58
ม.ค. 2558 - ธ.ค. 2558	42,796,758	42,482,149	85,278,907	7,106,575.58
ม.ค. 2559 - ก.ค. 2559	27,873,043	27,767,900	55,640,943	7,948,706.14

ที่มา : <https://www.immigration.go.th/index> สืบค้น 9 ตุลาคม 2560

จากจำนวนผู้เดินทางที่ผ่านเข้าออกช่องทางเข้า-ออกประเทศที่มีแนวโน้มเพิ่มจำนวนมากขึ้นดังกล่าว รวมถึงจำนวนเจ้าหน้าที่ที่ต้องให้บริการแก่ผู้เดินทางในอาคารสำนักงานตลอดเวลานั้น แสดงถึงจำนวนประชากรที่อาจได้รับผลกระทบจากคุณภาพอากาศในแต่ละช่องทางมีจำนวนมากในแต่ละเดือนตามข้อมูลที่แสดงข้างต้น

1.2

ประเภทและลักษณะทั่วไปของช่องทางเข้าออกประเทศ

ประเทศไทยมีพรมแดนทางบกติดต่อกับประเทศเพื่อนบ้าน เป็นระยะทางยาว 5,642 กิโลเมตร ครอบคลุม 31 จังหวัด ในแต่ละจังหวัดจะมีช่องทางเข้าออกประเทศประเภทต่างๆ มากมาย มีหลายหน่วยงานที่มีเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานประจำภายในช่องทางเข้าออกประเทศ ได้แก่ ส่วนกิจการชายแดนและผู้อพยพ โดยมีหน่วยงานของรัฐที่ทำหน้าที่ตรวจสอบ (Quarantine) สิ่งที่ได้รับผลกระทบ (มาตรา 1 กฎอนามัยระหว่างประเทศ พ.ศ. 2548) 4 หน่วยงาน ได้แก่ สำนักงานตรวจคนเข้าเมือง ด้านศุลกากร ด้านควบคุมโรคติดต่อระหว่างประเทศ และด้านอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข

ในแต่ละช่องทางเข้าออกประเทศ จะมีด้านควบคุมโรคติดต่อระหว่างประเทศซึ่งเป็นหน่วยงานของกระทรวงสาธารณสุขและปฏิบัติงานตามกฎหมายระหว่างประเทศ พ.ศ. 2548 (2005) ตั้งอยู่ โดยมีขนาดแตกต่างกันไปทั้งด้านอัตรากำลังเจ้าหน้าที่ จำนวนผู้เดินทาง สมรรถนะของเจ้าหน้าที่ และความพร้อมของพื้นที่ปฏิบัติงาน รวมถึงเครื่องมืออุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการปฏิบัติงาน ในปัจจุบันประเทศไทยมีช่องทางเข้าออกประเทศ (ที่มีด้านควบคุมโรคติดต่อระหว่างประเทศ) จำนวน 68 แห่ง โดยแบ่งเป็น ช่องทางเข้าออกประเทศทางอากาศ จำนวน 17 แห่ง ช่องทางเข้าออกประเทศทางเรือ จำนวน 18 แห่ง และช่องทางพรมแดน จำนวน 33 แห่ง กระจายอยู่บริเวณชายขอบประเทศและท่าอากาศยานต่างๆ ภายในประเทศ

1.2.1 ประเภทของจุดผ่านแดน

1) **จุดผ่านแดนถาวร (Permanent Crossing Point)** หมายถึง จุดที่รัฐบาลไทยและรัฐบาลประเทศที่มีพรมแดนติดต่อกันประกาศให้มีการสัญจรไป-มาทั้งบุคคล สิ่งของและยานพาหนะ เพื่อให้ประชาชนของทั้งสองประเทศ นักท่องเที่ยว และยานพาหนะสัญจรไป-มา ทำการค้า การท่องเที่ยวและอื่นๆ โดยคำนึงถึงความพร้อมของทั้งสองประเทศ และได้รับอนุญาตจากรัฐบาลของทั้งสองฝ่าย ในส่วนของประเทศไทยต้องได้รับความเห็นชอบจากรัฐมนตรีว่าการกระทรวงมหาดไทย ซึ่งจะต้องมีด้านควบคุมโรคติดต่อระหว่างประเทศตั้งอยู่ที่จุดผ่านแดนนี้ด้วยเพราะเป็นหน่วยงานตามมาตรฐานสากล (ระบบ Quarantine, Immigration and Customs: QIC)



ภาพที่ 1 จุดผ่านแดนถาวรบ้านคลองลึก อำเภออรัญประเทศ จังหวัดสระแก้ว
ที่มา <https://roadlesstravelled.me/2015/06/06/bus-from-bangkok-to-siem-reap>

2) จุดผ่านแดนชั่วคราว (Temporary Crossing Point) หมายถึง จุดที่เปิดเป็นการเฉพาะเพื่อเหตุฉุกเฉินจำเป็นเฉพาะคราวเท่านั้น ไม่เกี่ยวข้องกับเศรษฐกิจการค้าในบริเวณนั้นหรือบริเวณใกล้เคียง ไม่มีจุดผ่านแดนประเภทอื่นหรือมีแต่ไม่สามารถใช้หรือไม่เหมาะสมกับการใช้ด้วยเหตุผลต่างๆ เมื่อครบกำหนดเวลาหรือบรรลุวัตถุประสงค์เฉพาะกิจแล้วจะปิดจุดผ่านแดนทันที ทั้งนี้อำนาจในการเปิดจุดผ่านแดนชั่วคราวให้รัฐมนตรีว่าการกระทรวงมหาดไทยมีอำนาจลงนามในประกาศเปิดจุดผ่านแดนชั่วคราวตามความเห็นชอบ ปัจจุบันนี้มีจุดผ่านแดนชั่วคราวเพียง 1 แห่ง ตั้งอยู่ที่ชายแดนประเทศไทยติดประเทศเมียนมาร์ คือ ด่านพระเจดีย์สามองค์ อำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี



ภาพที่ 2 จุดผ่านแดนชั่วคราวด่านพระเจดีย์สามองค์ อำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี
ที่มา <https://th.wikipedia.org/wiki/ด่านเจดีย์สามองค์>

3) จุดผ่อนปรน (Check Point for Border trade) หมายถึง จุดที่จังหวัดชายแดนผ่อนปรนให้มีการค้าขายบริเวณชายแดนในพื้นที่และประเทศสินค้าที่กำหนดไว้เป็นกรณีพิเศษสำหรับสินค้าจำนวนไม่มากที่จำเป็นต่อการอุปโภคบริโภคของประชาชนทั้งสองประเทศ เพื่อช่วยเหลือประชาชนในประเทศเพื่อนบ้านด้านมนุษยธรรมและส่งเสริมความสัมพันธ์ของประชาชนในระดับท้องถิ่น โดยการผ่อนปรนให้มีการค้าขายสินค้าอุปโภคบริโภคและยารักษาโรคที่จำเป็น ซึ่งไม่จำเป็นจะต้องมีด่านควบคุมโรคติดต่อระหว่างประเทศตั้งอยู่ในช่องทางนี้ โดยปกติจะมีโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพในพื้นที่เป็นผู้ดูแล ส่วนการปิด-เปิดจุดผ่อนปรนนี้เป็นอำนาจของผู้ว่าราชการจังหวัดโดยความเห็นชอบของกระทรวงมหาดไทย



ภาพที่ 3 จุดผ่อนปรนชายแดนฝั่งไทยลาวบ้านฮวก จังหวัดพะเยา และจุดผ่อนปรนบ้านดอนแพง จังหวัดนครพนม
ที่มา http://www.aseanthai.net/ewt_news.php?nid=2582&filename=aseanknowledge

4) **ช่องทางเข้า-ออกธรรมชาติ (Natural porous route)** หมายถึง ช่องทางบริเวณชายแดนเป็นช่องทางเดินเข้า-ออกของประชาชนที่เดินทางไปมาหาสู่กันในลักษณะเยี่ยมญาติ ตั้งแต่สมัยโบราณมิได้ประกาศเป็นจุดผ่านแดนใดๆ เหมือนจุดผ่านแดน 3 ประเภทดังกล่าวข้างต้น และสามารถเปลี่ยนเป็นจุดผ่านแดนอย่างใดอย่างหนึ่งได้ หรืออาจหมายถึงช่องทางที่เคยประกาศเป็นจุดผ่านแดนชั่วคราวหรือผ่อนปรนทางการค้าชายแดนที่ประกาศยกเลิกเมื่อหมดภารกิจ หรือหมดความจำเป็นแต่ยังคงมีการเดินทางเข้าออกของประชาชนอยู่

5) **ช่องทางตามกฎหมายศุลกากร** หมายถึง ช่องทางที่เปิดเพื่อการค้าชายแดน การเปิดและปฏิบัติให้เป็นไปตามอำนาจหน้าที่ของศุลกากร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อมุ่งเน้นเพื่อประโยชน์ทางการค้าเป็นหลัก ในสมัยโบราณการเดินทางเข้าออกประเทศเป็นเรื่องง่ายเพียงแล่นเรือผ่านเข้ามา หรือเดินทางเท้าผ่านพรมแดนก็เข้ามาทำมาหากินตั้งถิ่นฐานในประเทศไทยได้ ต่อมาเมื่อโลกมีวิวัฒนาการมากขึ้นการดำเนินงานระหว่างประเทศมีการคัดกรองผู้เดินทางที่จะเข้ามาในประเทศไทยมากขึ้น เพื่อให้ได้มาตรฐานความปลอดภัยทัดเทียมอารยประเทศ จึงได้มีการกำหนดบทบาทและเจ้าหน้าที่ผู้มีอำนาจเพื่อตรวจตราและคัดกรองผู้จะเดินทางเข้าสู่ประเทศที่ช่องทางเข้าออกประเทศ (Point of Entry : PoE) มาตรา 22 กฎอนามัยระหว่างประเทศ พ.ศ. 2548)

1.3

ด้านควบคุมโรคติดต่อระหว่างประเทศและช่องทางเข้าออกประเทศ

ด้านควบคุมโรคติดต่อระหว่างประเทศและช่องทางเข้าออกประเทศ เปรียบเสมือนประตูบ้านของประเทศไทยไม่ว่าจะเป็นผู้เดินทางเข้าออกประเทศ สินค้า สิ่งมีชีวิตที่ไม่ใช่มนุษย์ แม้กระทั่งเชื้อโรคก็ต้องผ่านเข้าออกทางประตูนี้เช่นกัน ถึงแม้จะมีความหมายต่างกัน กล่าวคือ ด้านควบคุมโรคติดต่อระหว่างประเทศ (Quarantine office) หมายถึง หน่วยงานของกระทรวงสาธารณสุข สังกัดกรมควบคุมโรค หรือสำนักงานสาธารณสุขจังหวัด (ตามภาคผนวก 1) มีหน้าที่ตรวจตราป้องกันไม่ให้ผู้เดินทางที่มาจากภายนอกพาหะนำพาภัยสุขภาพ และเชื้อโรคเข้ามาแพร่ระบาดในประเทศไทยด้วยมาตรการต่างๆ แล้วแต่จะกำหนดโดยใช้อำนาจตามกฎหมายระหว่างประเทศ พ.ศ. 2548 ซึ่งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติโรคติดต่อ พ.ศ. 2558 (มาตรา 23 และ 24(1) เป็นต้น) และอนุบัญญัติ (ประกาศและกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องต่างๆ)



ภาพที่ 4 ตัวอย่างด้านควบคุมโรคติดต่อระหว่างประเทศ Quarantine office

ที่มารูปภาพ : <https://www.pptvhd36.com/news/ประเด็นร้อน/23316>

1.3.1 หน่วยงานต้นสังกัดของด้านควบคุมโรคติดต่อระหว่างประเทศ

หน่วยงานด้านควบคุมโรคติดต่อระหว่างประเทศที่ตั้งอยู่ในแต่ละช่องทางเข้าออกประเทศนั้นจะมีต้นสังกัดที่แตกต่างกัน กล่าวคือ

- สังกัดสำนักงานป้องกันควบคุมโรค สำนักโรคติดต่อทั่วไป (กรมควบคุมโรค)
- สังกัดสำนักงานสาธารณสุขจังหวัด (สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข)

การพัฒนาช่องทางเข้าออกประเทศอยู่ในความรับผิดชอบของหน่วยงานที่เป็นผู้บริหารของช่องทางเข้าออกประเทศนั้นๆ ดำเนินงานในรูปแบบของคณะกรรมการพัฒนาสมรรถนะช่องทางเข้าออกประเทศ ตามพระราชบัญญัติวิธีการบริหารราชการแผ่นดิน ซึ่งมีหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน เช่น ตรวจคนเข้าเมือง ศุลกากร ด่านกักพืช ด่านกักกันสัตว์ โรงพยาบาล และตัวแทนสายการบินเรือ/สายการบิน เป็นต้น เป็นคณะกรรมการฯ และคณะกรรมการช่องทางเข้าออกประเทศตามพระราชบัญญัติโรคติดต่อ พ.ศ. 2558 (มาตรา 23) ซึ่งมีเฉพาะหน่วยงานรัฐเป็นคณะกรรมการฯ อนึ่งคณะกรรมการฯ ข้างต้น มีเจ้าของช่องทางเข้าออกประเทศในพื้นที่เป็นประธานคณะกรรมการฯ และด้านควบคุมโรคติดต่อระหว่างประเทศเป็นเลขานุการของคณะกรรมการฯ

1.3.2 บทบาทหน้าที่ของด้านควบคุมโรคติดต่อระหว่างประเทศ

ด้านควบคุมโรคติดต่อระหว่างประเทศทุกแห่งทั้งท่าอากาศยาน ท่าเรือ และพรมแดน มีบทบาทที่ต้องดำเนินการตามกฎหมายระหว่างประเทศ พ.ศ. 2548 มาตรา 22 ต้องมีสมรรถนะตามภาคผนวก 1 ข ว่าด้วยสมรรถนะหลักสำหรับท่าอากาศยาน ท่าเรือ และช่องทางเข้าออกทางบก ที่กำหนดไว้เพื่อตอบสนองต่อเหตุการณ์ด้านสาธารณสุขได้ทันทั่วทั้งทั้งในภาวะปกติและภาวะฉุกเฉิน ซึ่งการดำเนินงานภายในช่องทางฯ ในภาวะปกติที่ต้องมีตลอดเวลาจะเน้นการดำเนินงานเฝ้าระวังด้านสิ่งแวดล้อมปลอดภัยภายในช่องทางเข้าออกประเทศ ได้แก่ การบริการน้ำบริโภคที่ปลอดภัย การบริการอาหารปลอดภัย ห้องสุขาสาธารณะ การจัดการขยะและน้ำเสีย การจัดการคุณภาพอากาศ การควบคุมพาหะนำโรค และพื้นที่เสี่ยงอื่นๆ ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความมั่นใจให้กับผู้เดินทางที่ใช้บริการในช่องทางฯ รวมถึงเจ้าหน้าที่ที่สามารถประเมินความเสี่ยง (Risk Identification) และภัยสุขภาพ (Hazard Identification) ในช่องทางฯ ที่อาจเกิดขึ้นจากสภาพสิ่งแวดล้อมที่ไม่ปลอดภัยได้ทันทั่วทั้งทั้งซึ่งการดำเนินงานภายในประเทศไทยต้องปฏิบัติตามพระราชบัญญัติโรคติดต่อ พ.ศ. 2558 ซึ่งสอดคล้องกับกฎหมายระหว่างประเทศ พ.ศ. 2548 มาตรา 22 เป็นต้นว่า มาตรา 37 ระบุให้ผู้มีหน้าที่รับผิดชอบช่องทางเข้าออกปฏิบัติตามวิธีการเพื่อการเฝ้าระวังป้องกันและควบคุมโรคติดต่อระหว่างประเทศ ในบริเวณช่องทางเข้าออกดังต่อไปนี้

- 1) จัดการสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อมให้ถูกสุขลักษณะ รวมทั้งกำจัดสิ่งอันอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ
- 2) จัดการสุขาภิบาลเกี่ยวกับอาหารและน้ำดื่มให้ถูกสุขลักษณะ
- 3) กำจัดยุง และพาหะนำโรค
- 4) ปฏิบัติตามวิธีอื่นใดก็ตามที่คณะกรรมการโรคติดต่อประกาศกำหนด

และปฏิบัติตามมาตรา 38 และมาตราอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ระบุว่าเมื่อมีเหตุอันสมควรให้เจ้าพนักงานควบคุมโรคติดต่อประจำด้านควบคุมโรคติดต่อระหว่างประเทศมีอำนาจตรวจตรา ควบคุม กำกับดูแลในพื้นที่นอกช่องทางเข้าออก และแจ้งให้เจ้าพนักงานท้องถิ่นดำเนินการต่อไป ดังนั้นในภาพรวมลักษณะการทำงานของด้านควบคุมโรคติดต่อระหว่างประเทศจะมีลักษณะพอสังเขป ดังนี้

1. งานเฝ้าระวัง ได้แก่

- 1.1 การเฝ้าระวังโรคติดต่อระหว่างประเทศโดยการสังเกตอาการผู้เดินทางที่เดินทางเข้าออกประเทศ
- 1.2 การเฝ้าระวังผู้เดินทางจากเขตติดโรค (affected area) และโรคต้องห้ามเข้าประเทศตาม พ.ร.บ. คนเข้าเมือง พ.ศ. 2522 มาตรา 12 (4, 5) การเฝ้าระวังพาหะนำโรคภายในช่องทางฯ และรัศมีโดยรอบช่องทางฯ 400 เมตร โดยเน้นการดำเนินงานในการสำรวจเพื่อเฝ้าระวังลูกน้ำยุงลายโดยใช้ค่าดัชนีลูกน้ำยุงลายเป็นเกณฑ์ การสำรวจหนูในช่องทางฯ เพื่อจำแนกชนิดของหนูและหาค่าดัชนีหมัดหนู
- 1.3 สุขาภิบาลยานพาหนะ ได้แก่ การตรวจสอบสุขาภิบาลยานพาหนะที่เดินทางมาจากต่างประเทศ
- 1.4 สุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม ได้แก่ การที่เจ้าพนักงานควบคุมโรคติดต่อประจำด้านควบคุมโรคจัดให้มีโปรแกรมควบคุมกำกับการจัดการสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อมของช่องทางเข้าออกประเทศในเรื่องต่างๆ ที่อาจก่อให้เกิดความเสี่ยงในผู้เดินทาง ได้แก่

- 1) การจัดการน้ำดื่มปลอดภัยในช่องทางและการลำเลียงน้ำขึ้นบนยานพาหนะ
- 2) การจัดการอาหารปลอดภัยภายในช่องทางและอาหารขึ้นบนยานพาหนะ
- 3) การจัดการขยะในช่องทางและบนยานพาหนะ
- 4) ห้องสุขาสาธารณะสำหรับผู้เดินทางและพนักงาน
- 5) การบำบัดน้ำเสียและน้ำเสียปนเปื้อนคราบน้ำมันก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ
- 6) คุณภาพอากาศในตัวอาคารผู้เดินทางและอาคารสำนักงาน
- 7) การควบคุมพาหะนำโรค

2. การบริการทางการแพทย์ ได้แก่

- 2.1 ให้บริการสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรคติดต่อระหว่างประเทศแก่ผู้เดินทาง ณ ที่ทำการด้านควบคุมโรคติดต่อระหว่างประเทศ ตามคำแนะนำขององค์การอนามัยโลก ปัจจุบันให้บริการวัคซีนป้องกันโรคไข้เหลือง อหิวาตกโรค ไข้กาฬหลังแอ่น และไข้หวัดใหญ่

- 2.2 ให้บริการดูแลและรักษาพยาบาลเบื้องต้นให้แก่ผู้เดินทางระหว่างประเทศและผู้ต้องกัก

3. การเตรียมความพร้อมและตอบโต้ภาวะฉุกเฉินด้านสาธารณสุขระหว่างประเทศ

- 3.1 จัดทำแผนเตรียมความพร้อมและแผนตอบโต้ภาวะฉุกเฉินด้านสาธารณสุขระหว่างประเทศของช่องทางเข้าออกประเทศ
- 3.2 การฝึกซ้อมแผนตอบโต้ภาวะฉุกเฉินด้านสาธารณสุขระหว่างประเทศ

1.4

การพัฒนาสมรรถนะหลักของช่องทางเข้าออกประเทศตามมาตรฐานของกฎอนามัยระหว่างประเทศ พ.ศ. 2548 และการจัดการคุณภาพอากาศในอาคารของช่องทางเข้าออกประเทศ

การพัฒนาสมรรถนะหลักของช่องทางเข้าออกประเทศ ท่าอากาศยาน ท่าเรือ และพรมแดนทางบกตามแนวทางของกฎอนามัยระหว่างประเทศ พ.ศ. 2548 ซึ่งประกอบด้วยประเด็นต่างๆ ตามที่กฎอนามัยระหว่างประเทศ พ.ศ. 2548 ซึ่งแบ่งเป็น 1) สมรรถนะที่ต้องมีตลอดเวลา (ในสภาวะปกติ) ประกอบด้วย (ก) การจัดให้มีความพร้อมเพื่อให้มีการจัดบริการด้านการแพทย์ที่เหมาะสม ซึ่งประกอบด้วยสิ่งอำนวยความสะดวกในการตรวจวินิจฉัยที่มีความพร้อม ในการประเมินและให้การดูแลรักษาผู้เดินทางที่เจ็บป่วย และมีเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงาน พร้อมทั้งวัสดุ ครุภัณฑ์ และสถานที่ปฏิบัติงานอย่างเพียงพอ

(ข) การจัดให้มีการเข้าถึงวัสดุอุปกรณ์ บุคลากร และยานพาหนะเพื่อการขนส่งผู้เดินทางที่เจ็บป่วยไปยังสถานบริการทางการแพทย์ที่เหมาะสม (ค) จัดบุคลากรที่ผ่านการฝึกอบรมให้พร้อมสำหรับการตรวจสอบยานพาหนะ (ง) สร้างความมั่นใจด้านสิ่งแวดล้อมที่ปลอดภัยสำหรับผู้เดินทางที่ใช้บริการและสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ณ ช่องทางเข้าออก ได้แก่ การบริการน้ำดื่ม ร้านจำหน่ายอาหาร การบริการอาหารบนยานพาหนะ ห้องสุขาสาธารณะ การบริการกำจัดสิ่งปฏิกูลที่เป็นของเหลว และบริเวณอื่นๆ ด้วยการจัดให้มีการตรวจตราอย่างเป็นระบบตามความเหมาะสม โดยบุคลากรที่ผ่านการฝึกอบรมในจำนวนที่เพียงพอ (จ) จัดให้มีการปฏิบัติงาน ควบคุมพาหะนำโรค และแหล่งรังโรคภายในและบริเวณใกล้เคียงกับช่องทางเข้าออก ประเทศ และมีบุคลากรที่ผ่านการฝึกอบรมพร้อมที่จะปฏิบัติงาน 2) สมรรถนะที่ต้องมีในภาวะฉุกเฉินเพื่อการแก้ไขเหตุการณ์ที่อาจก่อให้เกิดภาวะฉุกเฉินด้านสาธารณสุขของประเทศ (Public Health Emergency of International Concerns : PHEIC) ได้แก่ (ก) การจัดให้มีการตอบสนองต่อภาวะฉุกเฉินด้านสาธารณสุขโดยการจัดทำแผนเตรียมความพร้อมเพื่อแก้ไขภาวะฉุกเฉินด้านสาธารณสุขหากเกิดขึ้น (ข) จัดให้มีการประเมินและดูแลรักษาผู้เดินทางหรือสัตว์ที่ได้รับผลกระทบโดยจัดให้มีการประสานกับสถานบริการทางการแพทย์และสัตว์ในพื้นที่ (ค) จัดให้มีพื้นที่ที่เป็นสัดส่วน เพื่อใช้เป็นที่สัมภาษณ์ผู้ที่สงสัยหรือได้รับผลกระทบ (ง) จัดให้มีการประเมินผู้เดินทางที่สงสัย (จ) ดำเนินมาตรการต่างๆ ตามคำแนะนำในการกำจัดแมลง การทำลายเชื้อ การจัดการปนเปื้อนหรือการจัดการกับกระเปาะเดินทาง สีน้ค้างรถทุก ตู้บรรทุก ยานพาหนะ สีน้ค้างและไปรษณียภัณฑ์ตามความเหมาะสม ในบริเวณที่กำหนดไว้ (ฉ) ดำเนินการควบคุม ณ จุดเข้าออก สำหรับผู้เดินทาง (ข) จัดให้มีการเข้าถึงเครื่องมืออุปกรณ์ที่กำหนดไว้ พร้อมทั้งฝึกอบรมให้มีความพร้อมในการเคลื่อนย้ายผู้เดินทางที่ได้รับผลกระทบ

ในการพัฒนาสมรรถนะหลักที่ช่องทางเข้าออกประเทศทุกประเภทที่กำหนดไว้ (ท่าอากาศยาน ท่าเรือ และจุดผ่านแดนทางบก) ดังที่กล่าวมาข้างต้น จะพัฒนาและปฏิบัติตามกรอบแนวทางจากคู่มือประเมินสมรรถนะหลักช่องทางเข้าออกประเทศ ท่าอากาศยาน ท่าเรือ และพรมแดนทางบก (Assessment tool for core capacity requirements at designated airports, ports and ground crossings : CCAT) (6) โดยเน้นพัฒนาสมรรถนะหลักในการประสานงาน การสื่อสารข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น และการนำมาตรการต่างๆ มาใช้ เช่น การติดต่อสื่อสารประสานงานระดับชาติ กับเจ้าหน้าที่ผู้มีอำนาจของช่องทางเข้าออกประเทศ กับเจ้าหน้าที่สาธารณสุขในหน่วยงานสาธารณสุขระดับต่างๆ ทั้งในระดับพื้นที่ ระดับจังหวัด และระดับชาติ เป็นต้น เพื่อให้มีการบูรณาการการดำเนินการตามสมรรถนะหลักได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.5

การจัดการคุณภาพอากาศในช่องทางเข้าออกประเทศ

1.5.1 สถานการณ์คุณภาพอากาศในช่องทางเข้าออกประเทศ

สถานการณ์คุณภาพอากาศในช่องทางเข้าออกประเทศ ในปี พ.ศ. 2543 ได้มีการดำเนินการสำรวจสารคุกคามจากการสูบบุหรี่ในห้องพักสูบบุหรี่ที่ท่าอากาศยานกรุงเทพฯ โดยดำเนินการเก็บตัวอย่างอากาศเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณฝุ่นรวม แคลเดียม สารหนู และโอโซน ซึ่งได้แก่ โทลูอิน ฟีนอล และอะซีโตน ผลการตรวจ ไม่พบปริมาณของสารที่สำรวจสูงเกินขีดความปลอดภัย ยกเว้นปริมาณฝุ่นรวมที่พบว่าปริมาณภายในห้องสูบบุหรี่สูงกว่าภายนอกห้องสูบบุหรี่ การศึกษาให้ผลสรุปว่าผู้ที่ใช้ห้องพักสูบบุหรี่ที่ท่าอากาศยานกรุงเทพฯ มีความปลอดภัยจากสารที่เกิดจากการสูบบุหรี่ (วิกรม เสงคศิริ และสมชัย บวรกิตติ, 2543)

ปี พ.ศ. 2559 สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค ได้มีการลงพื้นที่ตรวจประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารของช่องทางเข้าออกประเทศในเขตเศรษฐกิจพิเศษ 2 จังหวัด จำนวน 4 ช่องทางเข้าออกประเทศ ซึ่งพบว่า ช่องทางเข้าออกประเทศที่ทำการสำรวจนั้น มีปัญหาด้านคุณภาพอากาศภายในอาคาร เรื่องระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกินค่ามาตรฐาน ซึ่งบ่งบอกถึงการระบายอากาศที่ไม่เพียงพอ อุณหภูมิร้อนเกินไปทำให้ไม่สบายตัว ความชื้นสูง ฝุ่นระดับหายใจที่เกินค่ามาตรฐาน เมื่อนำผลการตรวจวัดมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานอ้างอิง: SPRING SS554: 2009 ประเทศสิงคโปร์ และมาตรฐานของ ASHRAE ประเทศสหรัฐอเมริกา

ช่องทางเข้าออกประเทศทุกประเภท (ทั้งท่าอากาศยาน ท่าเรือ และจุดผ่านแดนทางบก ที่กำหนดไว้) ต้องมีสมรรถนะหลักในสภาวะปกติ เพื่อสุขภาพของผู้เดินทางที่สำคัญคือการจัดให้มีสิ่งแวดล้อมที่ปลอดภัย สำหรับผู้เดินทางที่กำลังใช้ช่องทางเข้าออกประเทศ ซึ่งกำหนดให้การจัดการคุณภาพอากาศภายในตัวอาคารเป็นส่วนหนึ่งของสมรรถนะดังกล่าว

ดังนั้นช่องทางเข้าออกประเทศ จึงต้องได้รับการพัฒนาและต้องจัดให้มีตลอดเวลา ในเรื่องการจัดการคุณภาพอากาศ เพื่อให้สามารถเฝ้าระวัง และตรวจจับความเสี่ยงด้านสาธารณสุขที่เป็นผลจากคุณภาพอากาศในตัวอาคาร

ดังนั้นช่องทางเข้าออกประเทศ จะต้องจัดทำโปรแกรมการจัดการคุณภาพอากาศภายในอาคาร ที่มีประสิทธิภาพในการตรวจจับความเสี่ยงด้านสาธารณสุขที่เกิดขึ้นหรืออาจเกิดขึ้นจากคุณภาพอากาศภายในตัวอาคาร มีการประเมิน และการควบคุมความเสี่ยงตามมาตรฐานสากล โดยมีการจัดบันทึก และรวบรวมผลการทดสอบไว้เป็นเอกสารหลักฐานและได้ทดสอบ ปรับปรุงให้ทันเหตุการณ์อยู่เสมอ ภายใต้การดูแลของเจ้าหน้าที่ผู้มีอำนาจ โดยมีรายละเอียดสอดคล้องกับ CCAT ซึ่งระบุไว้สำหรับการตรวจสอบการดำเนินงานควบคุมคุณภาพอากาศในตัวอาคาร ดังนี้

- 1) ระบบการจัดการคุณภาพอากาศในตัวอาคาร
- 2) มีคู่มือการตรวจสอบ การปรับปรุงคุณภาพ และการจัดการคุณภาพของอากาศภายในตัวอาคาร
- 3) มีแผนการจัดการคุณภาพอากาศภายในตัวอาคารจัดทำไว้เป็นเอกสาร
- 4) มีบันทึกรายงาน ผลการตรวจ และบันทึกสั่งการแก้ไข กรณีที่ดำเนินการไม่ถูกสุขลักษณะ

เหล่านี้ เป็นต้น

ซึ่งรายละเอียดดังกล่าวรวมถึง การกำหนดให้มีบุคลากรรับผิดชอบ ระบุแหล่งที่มาของเครื่องมือ เครื่องใช้ การป้องกันตนเองขณะปฏิบัติงาน แผนการกำกับควบคุมคุณภาพอากาศในช่องทาง และมาตรฐานที่ใช้อ้างอิงในการดำเนินการ การดำเนินงานเพื่อควบคุมคุณภาพอากาศในตัวอาคารของช่องทางเข้าออกประเทศนั้นมีความจำเป็น เพราะมีจำนวนผู้เดินทางผ่านเข้าออกเป็นจำนวนมากและแออัดที่ช่องทางเข้าออกประเทศ ซึ่งถ้าผู้เดินทางผ่านช่องทางเข้าออกประเทศที่เป็นอาคารปิด ทึบ และมีการระบายอากาศที่ไม่เพียงพอ ข้อมูลทางวิชาการยืนยันว่า การระบายอากาศที่ไม่เพียงพอทำให้เสี่ยงต่อการติดเชื้อโรคติดต่อต่างๆ ที่แพร่ผ่านอากาศได้ เช่น เชื้อวัณโรค เชื้อไข้หวัด เชื้อไข้หวัดใหญ่ ฯลฯ นอกจากนี้ยังส่งผลให้เกิดอาการอึดอัด หายใจไม่สะดวก หรือจาม แสบตา ที่เป็นอาการกลุ่มโรคเหตุอาคาร ทำให้ผู้เดินทางและเจ้าหน้าที่อาจได้รับเชื้อโรคและสิ่งที่มีผลต่อสุขภาพต่างๆ จะส่งผลต่อสุขภาพอนามัยของเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานประจำช่องทาง ผู้เดินทาง ความเชื่อมั่น และภาพลักษณ์ ซึ่งมีผลต่อปริมาณผู้เดินทาง ปริมาณสินค้า และระดับเศรษฐกิจของประเทศต่อไป

1.5.2 สถานการณ์คุณภาพอากาศในต่างประเทศ

การศึกษาขององค์การอนามัยโลก (WHO) เปิดเผยว่า ร้อยละ 30 ของอาคารทั่วโลก อาจมีปัญหาด้านคุณภาพอากาศ และอาจมีปริมาณสารมลพิษสูงกว่าภายนอกอาคารถึง 100 เท่า มลพิษดังกล่าวอาจเกิดได้จากหลากหลายแหล่งกำเนิดด้วยกัน ไม่ว่าจะเป็นจากอากาศภายนอกที่มีการรั่วไหลเข้าสู่อาคารผ่านรอยรั่วต่างๆ ของอาคาร เช่น ขอบประตู ขอบหน้าต่าง และอื่นๆ การเคลื่อนที่เข้าสู่อาคารนั้นจะมีมากขึ้นหากช่องเปิดมีขนาดกว้างขึ้น มลพิษภายนอกที่เดินทางเข้าสู่อาคารนั้น อาจเกิดการสะสมภายในอาคาร และอาจส่งผลให้มลพิษภายในอาคารมีค่าสูงกว่าค่าที่ตรวจพบภายนอกอาคารได้ รวมถึงการปลดปล่อยสารเคมีต่างๆ จากร่างกายมนุษย์ เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ สำหรับผลกระทบที่เกิดขึ้นนั้น มีความแตกต่างกันไปตามชนิด และปริมาณของสารที่ได้รับสัมผัส ตลอดจนลักษณะทางสุขภาพของผู้ที่ได้รับสัมผัสอีกด้วย อาการและผลกระทบทางสุขภาพที่อาจเกิดขึ้น ประกอบด้วย อาการเวียนหัว คลื่นไส้ อาเจียน ปวดศีรษะ คอแห้ง และอาจรุนแรงถึงขั้นก่อให้เกิดโรคเมอเร็ง หรือเสียชีวิตเฉียบพลันได้ บางครั้งอาจแสดงอาการไม่เด่นชัด อาการป่วยบางครั้งอาจไม่สามารถหาสาเหตุได้ อาการดังกล่าวมีผู้ที่ได้รับรู้ว่าเป็นอาการป่วยจากอาคาร (Sick-Building Syndromes: SBS) โดยปัญหาดังกล่าวมักพบได้ในห้องที่มีอากาศถ่ายเทน้อย หรือไม่มีการระบายอากาศเลย นอกจากนี้แล้วการสะสมของสารเคมีบางชนิด เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หากพบในปริมาณที่สูงจะบ่งบอกถึงสภาวะการระบายอากาศที่ไม่เพียงพอ ซึ่งจากการศึกษาของสถาบันอาชีวอนามัยและความปลอดภัยแห่งชาติ (National Institute of Occupational Safety and Health: NIOSH) ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ทำการศึกษาข้อร้องเรียนอันเนื่องมาจากคุณภาพอากาศภายในอาคาร ในช่วงปี ค.ศ. 1970 ทั้งนี้สามารถแยกสาเหตุของการเกิดปัญหาได้ดังนี้

- ร้อยละ 52 เกิดจากการระบายอากาศในอาคารที่ไม่เพียงพอ เช่น การออกแบบที่ไม่ถูกต้อง การกระจายอากาศภายในอาคารไม่ดีพอ อุณหภูมิและความชื้นไม่เหมาะสม มีแหล่งมลพิษภายในระบบระบายอากาศ
- ร้อยละ 16 เกิดจากมีสารปนเปื้อนอยู่ในอาคาร เช่น ไรระเหยของน้ำยาทำความสะอาดจำพวกสารตัวทำละลาย หรือน้ำยาฆ่าเชื้อโรค เชื้อรา

- ร้อยละ 10 เกิดจากมลภาวะภายนอกอาคาร เช่น มลพิษจากการจราจร คิวน์ ผุ่น ละอองเกสร
- ร้อยละ 5 เกิดจากการปนเปื้อนด้านชีวภาพ
- ร้อยละ 4 เกิดจากการปนเปื้อนของวัสดุตกแต่งอาคาร
- ร้อยละ 13 ไม่ทราบสาเหตุ

ดังนั้น การจัดการคุณภาพอากาศภายในอาคารสำหรับพื้นที่ช่องทางเข้าออกประเทศอย่างเหมาะสม จะส่งผลให้ผู้เดินทางและผู้ประกอบธุรกิจ มีความเชื่อมั่นถึงมาตรการความปลอดภัย รวมทั้งช่วยส่งเสริมภาพลักษณ์ที่ดี ต่อประเทศไทย

1.6

การศึกษาด้านคุณภาพอากาศภายในอาคารในประเทศไทย

1) การศึกษาด้านคุณภาพอากาศภายในอาคารอื่นๆ

ในประเทศไทยได้มีการดำเนินงานทางด้านคุณภาพอากาศภายในอาคารตั้งแต่ พ.ศ. 2536 โดยมีการสำรวจความเข้มข้นของก๊าซเรดอนในอาคารเพื่อทราบถึงการกระจายตัวและระดับความเสี่ยงจากอันตรายของก๊าซชนิดนี้ จากข้อมูลที่มีการรายงานพบว่าจนถึงปัจจุบันได้มีการสำรวจไปแล้ว 20 จังหวัด ผลปรากฏว่า พบก๊าซเรดอนในทุกอาคารที่ทำการสำรวจในทุกจังหวัด และจังหวัดที่มีแนวโน้มว่ามีก๊าซเรดอนสูงอยู่ในภาคเหนือ อย่างไรก็ตามมีความจำเป็นต้องทำการสำรวจให้ได้พื้นที่มากกว่านี้ จึงจะสามารถสรุปผลการสำรวจได้แน่นอน (สมชัย บวรกิตติ และปฐม สวรรค์ปัญญาเลิศ 2543)

พ.ศ. 2542 กองอนามัยสิ่งแวดล้อม สำนักงานมลพิษ กรุงเทพมหานคร ได้ดำเนินการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในบริเวณศูนย์อาหาร อาคารจอดรถของอาคารสาธารณะ และห้างสรรพสินค้า จำนวนทั้งสิ้น 11 แห่ง พบว่าบริเวณศูนย์อาหารของห้างสรรพสินค้า 3 ใน 9 แห่ง มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ โดยมีค่าอยู่ 1,170 - 1,302 ppm (ASHRAE กำหนดให้มีได้ไม่เกิน 1,000 ppm) สำหรับบริเวณอาคารจอดรถ 6 ใน 11 แห่ง พบปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ มีค่าอยู่ 12 - 46 ppm ซึ่งเกินค่ามาตรฐานกำหนด (ASHRAE กำหนดให้มีได้ไม่เกิน 9 ppm) และปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กที่สามารถเข้าสู่ทางเดินหายใจได้ (PM10) ในอาคารจอดรถ 3 แห่ง มีค่าอยู่ 154 - 210 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร ซึ่งเกินค่ามาตรฐานกำหนด (US EPA กำหนดค่าตลอด 24 ชั่วโมง ให้มีได้ไม่เกิน 150 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร) (จักรกฤษณ์ ศีวะเดชาเทพ, 2558)

พ.ศ. 2542 - 2543 สำนักงานมลพิษสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย ได้สำรวจสถานการณ์ของแหล่งเพาะเชื้อลีสต์อีโคโนลา นิวโมฟิวลาภายในอาคาร โดยการตรวจสอบทางกายภาพ และเก็บตัวอย่างน้ำ จากหอหล่อเย็น บ่อหรือถังพักน้ำ ถาดรองรับจากเครื่องปรับอากาศ ก๊อกน้ำ และฝักบัว จากแหล่งต่างๆ ได้แก่ อาคารโรงแรมในเขตกรุงเทพฯ 28 แห่ง ต่างจังหวัด 3 แห่ง รวม 31 แห่ง และเข้าทำการตรวจสอบการดำเนินงาน มาตรการป้องกัน การระบาดของเชื้อลีสต์อีโคโนลาในโรงแรม 24 แห่ง พบว่าโรงแรมส่วนใหญ่มีมาตรการในการควบคุมเชื้อลีสต์อีโคโนลา โดยการใช้สารเคมีในการควบคุมเชื้อลีสต์อีโคโนลา โดยการใช้สารเคมีในการควบคุมเชื้อ และมีการขัดล้างทำความสะอาด นอกจากนี้กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ได้ทำการตรวจวิเคราะห์หาเชื้อลีสต์อีโคโนลาในโรงแรม 7 แห่ง ผลการวิเคราะห์พบเชื้อลีสต์อีโคโนลาในโรงแรมในเขตกรุงเทพฯ 4 แห่ง โรงแรมในต่างจังหวัดอีก 1 แห่ง ส่วนอาคารสำนักงาน 14 แห่ง ตรวจพบเชื้อลีสต์อีโคโนลา 1 แห่ง สำหรับอาคารในโรงพยาบาล 2 แห่ง ตรวจพบเชื้อลีสต์อีโคโนลา 1 แห่ง ส่วนบ้านพักนักกีฬา 2 แห่ง ตรวจไม่พบเชื้อลีสต์อีโคโนลา (จักรกฤษณ์ ศีวะเดชาเทพ, 2558)

พ.ศ. 2544 กองอาชีวอนามัย กรมอนามัย (ปัจจุบันคือสำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2546) ได้เริ่มดำเนินการตรวจวัดปริมาณก๊าซและไอระเหยของสารเคมี ที่ใช้ในโรงพยาบาล ได้แก่ ก๊าซที่ใช้ในการดมยาสลบ (โรงพยาบาลส่วนใหญ่ใช้ Nitrous oxide และ Halothane และเมื่อรั่วไหลออกจากระบบ และปนเปื้อนอยู่ในบรรยากาศภายในโรงพยาบาลจะเรียกรวมๆ เป็น Waste Anesthetic Gas หรือ WAGs) รวมถึงสารเคมีอื่นๆ ที่ใช้ในการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรคอุปกรณ์และเครื่องมือแพทย์ เช่น Formaldehyde, Glutaraldehyde เพื่อประเมินความเสี่ยงด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในการทำงานในโรงพยาบาล ผลการสำรวจพบว่า เฉพาะห้องผ่าตัดที่มีระบบกำจัดก๊าซที่มีระดับค่า WAGs อยู่ในระดับที่ปลอดภัย ทั้งนี้สถาบันอาชีวอนามัยและความปลอดภัยแห่งชาติ สหรัฐอเมริกา (NIOSH)

กำหนดค่าความเข้มข้นเฉลี่ย 8 ชั่วโมงการทำงานของก๊าซ Nitrous oxide ไว้ว่าไม่ควรเกิน 25 ppm และ Halothane ไม่ควรเกิน 2 ppm จนถึงปัจจุบันได้มีการดำเนินการตรวจประเมินในโรงพยาบาลไปแล้ว 9 แห่ง และโรงพยาบาล 4 ใน 9 แห่งนี้ ได้ดำเนินการปรับปรุงสภาพการทำงาน โดยการติดตั้งระบบกำจัดก๊าซทิ้งไปเรียบร้อยแล้ว (สสสร ทพตระการพร และคณะ, 2545)

ในปี พ.ศ. 2544 - 2545 สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย ได้จัดทำโครงการจัดทำหลักเกณฑ์ และมาตรฐานการควบคุมเหตุรำคาญ และกิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ประเภทกิจการโรงแรม หรือกิจการอื่น ในทำนองเดียวกัน ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข โดยสำรวจโรงแรมทั้งสิ้น 20 แห่ง พบว่าโรงแรมขนาดใหญ่และขนาดกลางกว่าร้อยละ 30 มีค่าระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกินกว่าค่าที่กำหนด โดย OSHA (Occupational Safety and Health Administration) ที่กำหนดไว้ที่ 800 ppm และอัตราการไหลของอากาศจากภายนอกเข้าสู่ภายในของโรงแรมขนาดใหญ่และขนาดกลาง กว่าร้อยละ 80 ต่ำกว่าค่าที่เสนอแนะโดย ASHRAE นอกจากนี้ยังพบว่า มากกว่าร้อยละ 90 สถานประกอบการที่มีการควบคุม การสูบบุหรี่อย่างจริงจัง มีปริมาณความเข้มข้นของอนุภาคขนาดเล็ก (PM10) ที่เกิดจากควันบุหรี่สูงเกินค่ามาตรฐาน (จักรกฤษณ์ ศิวะเดชาเทพ, 2558)

ปี พ.ศ. 2545 กองอนามัยและสิ่งแวดล้อม สำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร ได้มีการสุ่มตรวจสอบคุณภาพ อากาศภายในร้านอาหารที่มีการประกอบปรุงบนโต๊ะอาหาร จำนวน 12 แห่ง โดยตรวจสอบการปรุงด้วยเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ ได้แก่ การใช้ก๊าซ LPG การใช้ถ่าน และการใช้ไฟฟ้า พบว่า ร้านอาหารที่มีการประกอบปรุงบนโต๊ะด้วยก๊าซ LPG มีปริมาณ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงสุดเฉลี่ยอยู่ที่ 1,411 ppm ซึ่งแน่นอนว่าอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพ (ปริมาณความเข้มข้น ที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอยู่ที่ 800 - 1000 ppm) รองลงมาคือ ร้านอาหารที่ใช้ถ่านเป็นเชื้อเพลิงพบค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 857 ppm รวมถึงพบตามอาคารใหญ่ๆ ไม่ว่าจะเป็นโรงแรม ศูนย์การค้า และโรงพยาบาล รวมไปถึงอ่างน้ำวน น้ำแร่ เครื่องทำน้ำร้อน และฝักบัวอาบน้ำที่ไม่มีการดูแลรักษาความสะอาดอย่างถูกต้อง และผลจากการสำรวจแผนการจัดทำมาตรการป้องกันการระบาดของ เชื้อลีสทีโอเนลลา จากโรงแรม 24 แห่ง พบว่าโรงแรมส่วนใหญ่มีมาตรการในการควบคุมเชื้อลีสทีโอเนลลา โดยการใช้สารเคมี ในการควบคุม และมีการขัดล้างทำความสะอาด นอกจากนี้กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ได้ตรวจพบเชื้อในอาคารสำนักงาน 1 แห่ง จาก 14 แห่ง ดังนั้นจึงมีการเสนอให้มีการแก้ไขและจัดทำมาตรการป้องกันการเกิดเชื้อลีสทีโอเนลลาต่อไป (จักรกฤษณ์ ศิวะเดชาเทพ, 2558)

ในปี พ.ศ. 2554 มีการศึกษาความสัมพันธ์ของคุณภาพอากาศภายในอาคารโดยสารสาธารณะกับกลุ่ม อาการอาคารป่วยในพนักงานจำหน่ายตั๋วโดยสาร เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร โดยผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคาร มีค่าเฉลี่ย ดังนี้ ค่าฝุ่นละอองระดับหายใจหรือ PM10 ในอากาศบริเวณช่องจำหน่ายตั๋วเท่ากับ $90.1 \pm 15.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ แบคทีเรีย เท่ากับ $212.3 \pm 129.3 \text{ cfu}/\text{m}^3$ เชื้อราเท่ากับ $54.5 \pm 4.5 \text{ cfu}/\text{m}^3$ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ $745.4 \pm 236.1 \text{ ppm}$ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ $19.7 \pm 1.9 \text{ ppm}$ มาตรฐานอ้างอิง ACGIH and ASHRAE และจากการสัมภาษณ์พบว่า พนักงาน มีอาการระคายเคืองตาและอาการปวดศีรษะ ผลการศึกษาจึงสรุปได้ว่าอาคารโดยสารสาธารณะ เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร มีปัญหาในเรื่องของฝุ่นที่เกิดจากกิจกรรมของผู้ใช้อาคารในปริมาณมาก ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ใช้อาคารเอง รวมถึง อาการปวดศีรษะที่เกิดจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่เกิดขึ้นภายในอาคาร โดยปัญหาดังกล่าว อาจเกิดจากปริมาณผู้ใช้อาคารที่มีจำนวนมาก และระบบการระบายอากาศไม่ดีมากพอ (ณททัย เลิศการคำสุข และคณะ, 2554)

คุณภาพอากาศภายใน อาคารของช่องทางเข้าออกประเทศ

2.1

ปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคารช่องทางเข้าออกประเทศ

แหล่งกำเนิดของปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคารพื้นที่ช่องทางเข้าออกประเทศ อาจเกิดจากแหล่งกำเนิดภายนอกอาคาร เช่น มลพิษจากการจราจร เชื้อจุลินทรีย์จากผู้ที่ผ่านเข้ามา สารเคมีจากสินค้าที่มีการขนส่งข้ามชายแดน เป็นต้น และแหล่งกำเนิดภายในอาคาร เช่น วัสดุสำนักงานที่มีสารอินทรีย์ระเหยง่าย ฯลฯ นอกจากนี้พบว่าช่องทางเข้าออกประเทศเป็นอาคารสาธารณะที่มักมีผู้คนเข้ามาใช้บริการกันเป็นจำนวนมาก เป็นอาคารที่มักจะถูกออกแบบเป็นแบบปิดทึบเพื่อเป็นการประหยัดพลังงาน จึงอาจทำให้มีสิ่งปนเปื้อนต่างๆ หลายชนิดสะสมอยู่ภายในอาคาร โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อาคารที่มีการใช้วัสดุอุปกรณ์ เครื่องใช้สำนักงานที่มีส่วนประกอบของสารเคมี วัสดุสังเคราะห์ เช่น น้ำยาลบคำผิด กาว น้ำยาทำความสะอาดพื้น เป็นต้น มีการใช้เครื่องถ่ายเอกสาร คอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์ไฟฟ้ามากมาย ซึ่งสิ่งต่างๆ เหล่านี้ ส่งผลให้เกิดมลพิษทางอากาศภายในอาคารได้ เช่น คาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon monoxide: CO), ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulfur dioxide: SO₂), โอโซน (Ozone: O₃), และสารอินทรีย์ระเหย (Volatile Organic Compounds: VOCs) อาจสะสมและเพิ่มสูงขึ้นหากการระบายอากาศในอาคารไม่เหมาะสม สารมลพิษทางอากาศเหล่านี้สามารถก่อให้เกิดผลกระทบทางสุขภาพ หรือการไม่สบายกาย (Discomfort) แก่คนที่ได้รับสัมผัส และที่สำคัญยังทำให้เสี่ยงต่อการได้รับเชื้อโรคต่างๆ ที่แพร่กันในอากาศ โดยเฉพาะเชื้อไวรัสโรค ซึ่งกระทรวงสาธารณสุขได้ให้ความสำคัญในการเฝ้าระวังป้องกัน ซึ่งอาจจะพบแพร่กระจายบริเวณชายแดนได้

2.2

ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพอากาศภายในอาคาร

มลพิษอากาศภายในอาคาร

มลพิษอากาศภายในอาคารที่มักพบเป็นต้นเหตุของปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคารสามารถแบ่งออกได้เป็น 7 กลุ่ม คือ

- 1) ผลิตภัณฑ์หรือสารที่เกิดจากการเผาไหม้ (Combustion product)
- 2) สารอินทรีย์ระเหย (Volatile Organic Compounds: VOCs)
- 3) อนุภาคขนาดเล็กที่สามารถเข้าไปฝังตัวภายในถุงลมปอดได้ (Respirable Particulates)
- 4) ผลิตภัณฑ์หรือสารที่เกิดจากการเผาผลาญสารอาหารเพื่อสร้างพลังงานของมนุษย์และสิ่งมีชีวิต
- 5) สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่แขวนลอยในอากาศ (Bioaerosols)
- 6) เรดอน (Radon)
- 7) กลิ่น (Odors)

แหล่งกำเนิดของมลพิษในอาคาร พบว่า เกิดจาก 2 แหล่ง คือ

1) บรรยากาศภายนอกอาคาร เกิดจากการไหลของอากาศภายนอกอาคารเข้ามาภายใน (Natural Infiltration)

โดยการแทรกผ่านรอยต่อของผนัง หน้าต่าง ประตู เข้าสู่ภายในอาคาร หรือเกิดจากการดึงอากาศจากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคารผ่านทางช่องนำอากาศบริสุทธิ์เข้า (Fresh air intake) สารปนเปื้อนที่เกิดจากแหล่งกำเนิดภายนอกอาคารนั้น ได้แก่ ไอเสียรถยนต์ เชื้อจุลินทรีย์จากผู้คนที่ผ่านมา สารเคมีจากสินค้าที่มีการขนส่งข้ามชายแดน สารปนเปื้อนจากอุตสาหกรรม ละอองเกสรดอกไม้ ฝุ่น สปอร์ของเชื้อรา สารเคมีหรือสารกำจัดแมลงที่ปนเปื้อนในดิน

2) บรรยากาศภายในอาคาร เกิดจากสารระเหยหรืออนุภาคที่มาจากส่วนประกอบของอาคาร เฟอร์นิเจอร์

และการตกแต่ง เช่น ผนัง หรือพื้นผิวที่พ่น วัสดุสิ่งทอ ฝ้าม่าน พรม เป็นต้น จากอุปกรณ์หรือสิ่งอำนวยความสะดวกที่ใช้ในสำนักงาน เช่น เครื่องถ่ายเอกสาร คอมพิวเตอร์ ปริ้นเตอร์ เป็นต้น กิจกรรมของผู้ใช้อาคาร เช่น การสูบบุหรี่ การปรุงอาหาร การเก็บของ วัสดุสิ่งของที่มีส่วนผสมของสารเคมีที่ระเหยง่าย เป็นต้น อุปกรณ์หรือเครื่องมือของระบบจัดการอากาศ (HVAC System) เช่น จุลชีพที่เจริญเติบโตในถาดรองน้ำ ท่อ หรือท่อส่งน้ำ ฝุ่นที่ตกค้างในท่ออากาศ เป็นต้น สารปนเปื้อนที่พบในอาคารอาจถูกจัดเป็นสารที่ก่อให้เกิดปัญหาคุณภาพอากาศในอาคารได้ทั้งสิ้น หากมีความเข้มข้นในระดับที่รบกวนความรู้สึก หรือก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของผู้คนที่อยู่อาศัยในอาคารได้ ตัวอย่างเช่น

- ส่วนประกอบของอาคาร เฟอร์นิเจอร์ และการตกแต่ง พบว่ามีการปล่อยสารระเหยอินทรีย์ออกมาจากวัสดุดังกล่าว ซึ่งวัสดุที่มักคายสารเคมีออกมาได้แก่ สี กาว Sealant เฟอร์นิเจอร์ พรมปูพื้น แผ่นโพลีเอทิลีน สารเคมีสำคัญที่คายออกมา ได้แก่ ฟอสฟอรัสไดออกไซด์ ซึ่งมีกลิ่นฉุน มักพบในสารที่ใช้ทำการยึดสิ่งต่างๆ เช่น กาวยึดเศษไม้ของแผ่นไม้อัด (Particle Board) กาวที่ใช้ติดกระดาษอ่อน กระดาษแข็ง กาวยึดพรมหรือวัสดุปูพื้นต่างๆ ดังนั้น อาคารที่เพิ่งสร้างเสร็จ หรือตกแต่งภายในใหม่ จึงมีโอโรสของสารเคมีชนิดนี้ปนเปื้อนอยู่ในอากาศปริมาณที่ค่อนข้างสูง วัสดุก่อสร้างบางอย่าง เช่น กระเบื้องยาง ฉนวนกันความร้อนและกันไฟ ที่มีลักษณะเป็นเส้นใยละเอียด เช่น พวกใยหิน (Asbestos) ใยแก้วนั้น เมื่อยังอยู่ในสภาพใหม่และดี มักไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อคน แต่หากผิวหน้าที่มีวัสดุอันปกคลุม เช่น แผ่นอลูมิเนียม เกิดการฉีกขาดจนเส้นใยภายในหลุดออกมา จะทำให้เกิดการระคายเคืองแก่ ตา จมูก คอ และผิวหนังได้ ตัวทำลายและแอมโมเนียจากสารที่ใช้ในการทำทำความสะอาดพรม ก็ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อตา จมูก และคอได้เช่นกัน อาคารที่มีการทำความสะอาดในเวลาเย็น หรือวันหยุด ขณะที่ปิดการระบายอากาศ หรือไม่มีหน้าต่างที่สามารถเปิดออกสู่ภายนอกได้ จะมีสารเหล่านี้ปะปนกับอากาศภายในอาคารในปริมาณสูง และทำให้ผู้ที่เข้ามาปฏิบัติงานในวันถัดไปเกิดการระคายเคืองได้

- อุปกรณ์เครื่องใช้สำนักงานและสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ พบว่าเป็นแหล่งที่ก่อให้เกิดสารระเหยอินทรีย์และอนุภาค เช่น เอทานอล เมทานอล ไตรคลอโรเอททีลีน เกิดจากเครื่องถ่ายเอกสาร กระดาษอัดสำเนา และโอโซน เกิดจากอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดที่มีความต่างศักย์สูง เช่น เครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องฟอกอากาศ เป็นต้น วันถัดไปเกิดการระคายเคืองได้

- กิจกรรมของมนุษย์ การเผาไหม้และการเผาผลาญสารอาหารเพื่อสร้างพลังงานของมนุษย์และสิ่งมีชีวิต ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งถูกนำออกมาจากร่างกายพร้อมกับลมหายใจออก นอกจากทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แล้วยังพบว่าหายใจออกของมนุษย์นั้นยังมีการปล่อยไอน้ำ และจุลินทรีย์บางชนิดออกสู่อากาศได้อีกด้วย นอกจากนี้การทำการกิจกรรมบางอย่างของมนุษย์ภายในอาคาร เช่น การทำอาหาร การสูบบุหรี่ ล้วนแล้วแต่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพอากาศภายในอาคารทั้งสิ้น

- จุลชีพหรือสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก ปัจจัยที่ทำให้จุลินทรีย์หรือสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กเกิดการเจริญเติบโตนั้นพบว่าจะต้องมีความชื้น และอุณหภูมิที่เหมาะสม มีสภาพแวดล้อมทางกายภาพและสารอาหารที่พอเพียง ดังนั้นในบริเวณที่ชื้นแฉะและสกปรกของระบบปรับอากาศ เช่น ที่แผงกรองอากาศ (Air Filter) คอยล์ทำความเย็น ท่อส่งลมเย็น น้ำที่ขังอยู่นิ่งๆ ถาดน้ำทิ้ง มักจะเป็นแหล่งเพาะเชื้อจุลินทรีย์ รา ฯลฯ เชื้อเหล่านี้จะถูกระบบปรับอากาศแพร่กระจายไปตามส่วนต่างๆ ของอาคาร จนทำให้เกิดการเจ็บป่วยแก่คนเป็นจำนวนมากได้ง่าย

- เรดอน เกิดจากการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสีที่มีอยู่ในดิน เช่น ยูเรเนียม (Uranium) และทอเรียม (Thorium) มีลักษณะเป็นก๊าซเฉื่อย ไม่ทำปฏิกิริยากับวัตถุอื่นๆ แต่จะลอยขึ้นมาจากดิน หรือปะปนกับน้ำที่ซึมเข้าสู่ตัวอาคาร แล้วฟุ้งกระจายไปในอากาศในระดับต่ำไม่เกิน 2 ชั้นจากฐานรากของตัวอาคาร การสลายตัวของธาตุเรดอนจะทำให้เกิดสารตัวใหม่ขึ้น ซึ่งสามารถรวมตัวกันเป็นฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศได้ เมื่อหายใจเอาอนุภาคเหล่านี้เข้าไป อนุภาคจะไปขยายตัวและตกค้างอยู่ภายในถุงลมปอด ทำให้เกิดเป็นมะเร็งปอดได้

2.2.1 ปัจจัยทางกายภาพ

ปัจจัยทางกายภาพที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพอากาศภายในอาคาร ได้แก่

1) **ความชื้น** ความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงกว่า 70% พบว่ามีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก และสารปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมที่มีความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงที่ต่ำกว่า 20% จะทำให้เกิดอาการทางผิวหนังและเยื่อเมือก และระคายเคืองได้ ซึ่งมีรายงานว่าทำให้เกิดอาการระคายเคืองตา นอกจากนี้ยังพบว่าอาการอักเสบนั้น มีความสัมพันธ์กับความร้อน ความแห้งของอากาศ และอัตราการเคลื่อนไหวของอากาศในบริเวณนั้นด้วย Environmental Protection Agency (EPA) ของสหรัฐอเมริกาได้เสนอแนะค่าความชื้นสัมพัทธ์ว่า ควรอยู่ในช่วง 45 - 50% และ The American Society of Heating Refrigeration and Air Conditioning Engineers (ASHRAE) ได้เสนอแนะว่าค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศควรต่ำกว่า 60%

2) **อุณหภูมิ** อุณหภูมิที่ทำให้คนรู้สึกสะดวกสบายนั้น พบว่าเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการรับรู้ถึงคุณภาพอากาศภายในอาคาร ช่วงของอุณหภูมิที่ทำให้คนรู้สึกสะดวกสบายที่กำหนดโดย The American Society of Heating Refrigeration and Air Conditioning Engineers (ASHRAE) ตาม ASHRAE 55 - 1981(31) คืออุณหภูมิ 20 - 26 °C (68 - 79 °F) ซึ่งจะขึ้นอยู่กับกิจกรรมของผู้ที่ใช้อาคาร เสื้อผ้าที่สวมใส่และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ อุณหภูมิที่สูงกว่าในช่วงที่แนะนำ พบว่ามีผลต่อการคายหรือปล่อยออกของสารระเหยอินทรีย์จากวัสดุหรืออุปกรณ์ต่างๆ ในปริมาณที่มากขึ้น และจากการศึกษาของ Wyon พบว่าอุณหภูมิของอากาศที่สูงกว่า 24 °C และ 22 °C มีผลต่อการเกิดกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคารที่เพิ่มขึ้นตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3) **แสง** ปัญหาเรื่องแสงมักเกิดจากการใช้ไฟส่องสว่างภายในอาคารที่ไม่เหมาะสมทั้งในด้านปริมาณและ/หรือด้านคุณภาพ ทำให้เกิดแสงจ้า (Glare) การสะท้อนกลับของแสง (Reflection) การกระพริบของแสง (Flicker) หรือความเข้มของแสงที่แตกต่างกัน (Contrast) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเกิดแสงจ้า และการสะท้อนกลับของแสงมักเกิดจากกระจกหน้าต่าง ทำให้เกิดความรำคาญต่อผู้ที่ต้องใช้สายตาตามาก เช่น การอ่านหนังสือ การพิมพ์ดีด หรือการทำงานหน้าจอคอมพิวเตอร์ เป็นต้น ปัจจัยดังกล่าวถึงแม้จะไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับเรื่องคุณภาพอากาศ แต่อาจมีส่วนเสริมทางด้านจิตวิทยา

4) **เสียงและการสั่นสะเทือน** ปัญหาเรื่องเสียงมักเกิดในอาคารที่มี Background Noise ที่สูงกว่า 50dB(A) ทำให้การสนทนาจับใจความได้ลำบาก ต้องสนทนากันด้วยเสียงที่ดังขึ้น ทำให้สมาธิในการทำงานลดลง หรือทำให้เกิดความรู้สึกว่าทำงานไม่เป็นส่วนตัวเท่าที่ควร

2.2.2 ประเภทมลพิษที่พบในอาคาร

1) ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์

ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ เป็นผลพลอยได้ที่เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของเชื้อเพลิง เช่น แก๊สโซลีน มีเทน หรือโพรเพน แหล่งกำเนิดของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ภายในอาคารมาจากเตาหลอมที่ใช้แก๊สและไฟที่มีระบบการระบายอากาศไม่เพียงพอ หม้อไอน้ำ การทำอาหาร จากยานพาหนะ ลานจอดรถหรือโรงรถชั้นใต้ดิน จากการเชื่อมโลหะในอาคาร คับนบุรี เครื่องมือที่ใช้พลังงานจากแก๊ส (เช่น การใช้เลื่อยตัดซีเมนต์ จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ฯลฯ) ค่ามาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ดังแสดงใน ตารางที่ 2.1

ผลกระทบต่อร่างกาย การสัมผัสก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ สามารถทำให้เกิดผลกระทบต่อร่างกาย ตั้งแต่ระดับไม่รุนแรง เช่น ปวดหัว เวียนศีรษะ มึนงง จนถึงขั้นที่รุนแรง เช่น ไม่รู้สึกตัว และบางครั้งอาจเสียชีวิต เนื่องจากก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ เป็นก๊าซที่มองไม่เห็น ไม่มีกลิ่น และไม่มีรส จึงไม่มีการเตือนถึงภาวะความเป็นพิษของก๊าซชนิดนี้ ความเข้มข้นของคาร์บอนมอนนอกไซด์ในระดับต่ำๆ พบได้ทั่วไปในสิ่งแวดล้อมภายในอาคาร ระดับความเข้มข้นต่ำๆ โดยปกติจะไม่คุกคามสุขภาพจึงเป็นสาเหตุที่ไม่มีการสอบสวนหาสาเหตุ ผลกระทบต่อสุขภาพเมื่อต้องสัมผัสในช่วงระยะเวลาสั้นๆ ยังไม่ชัดเจน จนกระทั่งความเข้มข้นอยู่ในระดับค่า Threshold Limit Value (TLV) คือ 25 ppm ตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง ความเข้มข้นของระดับก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ที่ทำอันตรายต่อชีวิตทันทีทันใด (IDLH) คือ 1,200 ppm สำหรับผู้ใหญ่ที่มีสุขภาพร่างกายแข็งแรง

ตารางที่ 2.1 ระดับค่ามาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์

หน่วยงานที่กำหนดค่ามาตรฐาน	ระยะเวลาการสัมผัส	ระดับค่ามาตรฐาน
ACGIH	8 ชั่วโมง	25 ppm
OHSA	8 ชั่วโมง	50 ppm
NIOSH	10 ชั่วโมง	35 ppm
	ceiling (ค่าเพดานสูงสุด)	200 ppm
EPA	8 ชั่วโมง	9 ppm
	1 ชั่วโมง	35 ppm
ASHRAE 62-1989	ตลอดทั้งวัน	9 ppm

2) ออกไซด์ของไนโตรเจน

ออกไซด์ของไนโตรเจนถูกผลิตขึ้นเมื่อมีการเผาไหม้เชื้อเพลิง ในเครื่องกำเนิดความร้อน การทำอาหาร และการเผาไหม้ภายในของเครื่องจักรกล โดยเฉพาะอย่างยิ่งเครื่องจักรกลประเภทดีเซล ออกไซด์ของไนโตรเจนที่พบมากที่สุดภายในอาคารคือ ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) และไนตริกออกไซด์ (NO) ไนโตรเจนไดออกไซด์เป็นก๊าซที่มีการออกซิไดส์สูงสุด และเป็นก๊าซที่ทำให้เกิดการระคายเคืองและส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีนำไปสู่การทำลายปอด และรบกวนหน้าที่ของระบบภูมิคุ้มกัน ความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ 0.1 - 1 ppm ถูกพบว่าเป็นสาเหตุของการร้องเรียนเกี่ยวกับปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคาร ระดับที่มีความเข้มข้นสูงๆ ไนโตรเจนไดออกไซด์จะมีกลิ่น ส่วนไนตริกออกไซด์สามารถทำให้เกิด methemoglobinemia แต่ระดับไนตริกออกไซด์ที่พบในอาคารไม่ถือว่าเป็นอันตราย ค่ามาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 แสดงระดับค่ามาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์

หน่วยงานที่กำหนดค่ามาตรฐาน	ระยะเวลาการสัมผัส	ระดับค่ามาตรฐาน
ACGIH	8 ชั่วโมง	3 ppm
	STEL	5 ppm
OSHA	STEL	5 ppm
	ceiling (ค่าเพดานสูงสุด)	5 ppm
NIOSH	STEL	1 ppm

3) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยปกติจะเป็นส่วนประกอบอยู่ในบรรยากาศทั่วไปประมาณ 330 - 350 ppm ในอาคารที่มีการระบายอากาศไม่เพียงพอ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และสารปนเปื้อนอื่นๆ จะมีการสะสม พบว่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้จากการหายใจออกของมนุษย์ จะมีระดับความเข้มข้นเพิ่มสูงขึ้นมากกว่าความเข้มข้นในบรรยากาศทั่วไป จึงเป็นหลักฐานที่ว่าเมื่อระดับของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอาคารสูงกว่าภายนอกอาคาร 3 เท่า หรือเท่ากับ 1,000 ppm ทำให้ผู้ที่อยู่อาศัยในอาคารรู้สึกรำคาญและมีการร้องเรียนเรื่องของความไม่สะดวกสบาย ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระดับสูงๆ ที่พบในอาคาร จะทำให้ผู้ที่อยู่ในอาคารมีอาการที่เกี่ยวข้องกับสารปนเปื้อนในอากาศอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่ง National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH) ได้ศึกษารวบรวมและสรุปผลความสัมพันธ์ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในอาคารและอาการต่างๆ ดังนี้

- ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 600 ppm มีผู้ร้องเรียนเกี่ยวกับปัญหาคุณภาพอากาศในอาคาร
- ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 600 - 1,000 ppm มีผู้ร้องเรียนเกี่ยวกับปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคาร แต่มักไม่สามารถหาสาเหตุได้
- ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ > 1,000 ppm บ่งชี้ถึงการระบายอากาศไม่เพียงพอ และผู้ร้องเรียนมีอาการปวดศีรษะ เหนื่อยล้า และมีปัญหาทางเดินหายใจส่วนบน

มีการศึกษาที่พบความสัมพันธ์ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับการเกิดกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคารจำนวน 11 การศึกษา จากทั้งหมดจำนวน 22 การศึกษา โดยการศึกษาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าระดับของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอาคารที่เพิ่มขึ้น สัมพันธ์กับความชุกของการเกิดกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคารที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้อาการที่พบประกอบด้วย กลุ่มอาการปวดศีรษะ เหนื่อยล้า กลุ่มอาการทางตา กลุ่มอาการทางจมูก กลุ่มอาการที่เกี่ยวข้องกับระบบการหายใจ รวมทั้งการเกิดหลายกลุ่มอาการร่วมกัน ร้อยละ 20 ของการศึกษา พบว่าสำนักงานที่ใช้เครื่องปรับอากาศจะพบความสัมพันธ์ระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับการเกิดกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคารสูงขึ้น การพบระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในอาคารสูงกว่า ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ภายนอกอาคาร 100 ppm ขึ้นไป จะพบกลุ่มอาการเจ็บคอ อาการทางจมูก และไซนัส อาการแน่นหน้าอก และหายใจมีเสียงหวีด เนื่องจากการตรวจวัดความเข้มข้นของระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สามารถวัดได้ทันที และรวดเร็วกว่าการวัดการระบายอากาศโดยตรง จึงทำให้มีการใช้ระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นตัวชี้วัดการระบายอากาศภายในอาคารกันอย่างกว้างขวาง ซึ่งจะต้องไม่ใช่ในโรงงานอุตสาหกรรม หรือที่มีกระบวนการผลิต โดยทั่วไปจะเป็นการประเมินดูว่าอากาศจากภายนอกถูกส่งเข้ามาในอาคารเพียงพอหรือไม่ ซึ่งหากเพียงพอระดับของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอาคารจะต้องไม่เกิน 1,000 ppm โดยตัวชี้วัดการระบายอากาศนี้จะใช้เป็นแนวทางในเรื่องของความสบายในที่อยู่อาศัยเท่านั้น และจะต้องไม่เกี่ยวข้องกับการสัมผัส

ค่ามาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

มาตรฐานของ ASHRAE 62 - 1989 ได้กำหนดระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับความสัมพันธ์กับอัตราการระบายอากาศ มีการจัดแบ่งไว้ดังนี้คือ กรณีไม่มีแหล่งกำเนิดของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อัตราการระบายอากาศเป็น 15 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที (cubic feet per minute; cfm) ของอากาศที่ส่งเข้าต่อคน กำหนดให้มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไม่เกิน 1,000 ppm หากอัตราการระบายอากาศเป็น 15 cfm ของอากาศที่ส่งเข้าต่อคน กำหนดให้มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไม่เกิน 800 ppm กรณีเกิดจากการทำงานหรือเกี่ยวเนื่องจากการทำงาน ACGIH ได้กำหนดค่า TLV ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง ต้องไม่เกิน 5,000 ppm เพื่อเป็นการป้องกันอันตรายต่อพนักงานจากการหายใจ

4) ฟอर्मัลดีไฮด์

ฟอर्मัลดีไฮด์ เป็นแก๊สไม่มีสี มีกลิ่นที่รุนแรง ถูกใช้อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมเคมี แหล่งกำเนิดในอาคารส่วนใหญ่เกิดจากการที่ฟอर्मัลดีไฮด์ระเหย หรือสลายตัวมาจากเฟอร์นิเจอร์ ผนัง ระบบทำความร้อน แหล่งที่มีการเผาไหม้ผลิตภัณฑ์จากไม้ เช่น ไม้อัด ฉนวน ผลิตภัณฑ์จากกระดาษ ผ้า พลาสติก กาว สารเติมแต่ง จากการสูบบุหรี่ พบว่าหากผลิตภัณฑ์เหล่านี้ เช่น ไม้อัดสัมผัสกับความชื้นจะปล่อยฟอर्मัลดีไฮด์ออกมา การย่อยสลายด้วยความร้อนก็สามารถปล่อยฟอर्मัลดีไฮด์ออกมาได้เช่นกัน ในบ้านแบบธรรมดาที่มีรายงานว่าพบระดับฟอर्मัลดีไฮด์อยู่ในช่วง 0.01 - 4.8 ppm ผลกระทบต่อสุขภาพแบบเฉียบพลันนั้น พบว่ามีการร้องเรียนด้วยอาการระคายเคืองต่อระบบการหายใจ ผื่น และตา การสัมผัสแบบเรื้อรัง เกี่ยวข้องกับการเป็นมะเร็งโพรงจมูก เป็นสาเหตุของปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคาร ตัวอย่างระดับความเข้มข้นของฟอर्मัลดีไฮด์ที่มีผลต่อสุขภาพของมนุษย์ ดังแสดงในตารางที่ 2.3 ส่วนระดับค่ามาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับฟอर्मัลดีไฮด์รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.3 ระดับความเข้มข้นฟอร์มาลดีไฮด์ที่มีผลต่อสุขภาพของมนุษย์

ระดับฟอร์มาลดีไฮด์ (ppm)	ผลกระทบต่อสุขภาพ
0.00 - 0.05	ไม่มีผล
0.05 - 1.00	มนุษย์สามารถได้กลิ่น
0.05 - 1.50	มีผลต่อระบบประสาท
0.01 - 2.00	ระคายเคืองตา
0.10 - 25.00	ระคายเคืองทางเดินหายใจส่วนต้น
5.00 - 30.00	ระคายเคืองทางเดินหายใจส่วนล่างและปอด
50.00 - 100	ปอดบวม น้ำ ปอดอักเสบ
> 100	เสียชีวิต

ค่ามาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับระดับฟอร์มาลดีไฮด์ดังแสดงใน ตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ระดับค่ามาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับฟอร์มาลดีไฮด์

หน่วยงานที่กำหนดค่ามาตรฐาน	ระยะเวลาการสัมผัส	ระดับค่ามาตรฐาน
ACGIH	STEL	0.3 ppm
	ceiling (ค่าเพดานสูงสุด)	0.3 ppm
OSHA	8 ชั่วโมงการทำงาน	0.75 ppm
	STEL	2 ppm
	ceiling (ค่าเพดานสูงสุด)	2 ppm
NIOSH	8 ชั่วโมงการทำงาน	0.016 ppm
	STEL	0.1ppm

5) สารระเหยอินทรีย์ (Volatile Organic Compounds; VOCs)

สารระเหยอินทรีย์ คือสารที่มีคาร์บอนและไฮโดรเจนอย่างน้อยหนึ่งอะตอมในโมเลกุลสารระเหยอินทรีย์ยังถูกแบ่งย่อยออกเป็นสารระเหย (Volatile Organic Compounds) สารกึ่งระเหย (Semi - volatile Organic Compounds) และสารไม่ระเหย (Nonvolatile Organic Compounds) การจัดแบ่งประเภทพิจารณาจากความดันไอของสารนั้นๆ

แหล่งกำเนิดสำคัญของสารอินทรีย์ภายในอาคาร คือ วัสดุและสารต่างๆ ที่ใช้ภายในอาคารรวมทั้งกิจกรรมบางชนิด โดยสารระเหยอินทรีย์จะระเหยออกมาจากวัสดุและสารต่างๆ เช่น อุปกรณ์เครื่องใช้สำนักงาน เครื่องถ่ายเอกสาร สีทาห้อง ไม้อัด สารเคลือบเงาไม้ กาว สารทำละลาย เพอร์นิเจอร์ พรม น้ำยาฆ่าเชื้อโรค น้ำยาทำความสะอาดพื้นห้องน้ำ น้ำยารีดผ้าเรียบ สเปรย์ฉีดผม ควันบุหรี่ เป็นต้น แหล่งกำเนิดแต่ละชนิดจะทำให้เกิดสารระเหยอินทรีย์ได้หลายตัว เช่น ควันบุหรี่มีไอระเหยของแอลกอฮอล์ อะซีโตน เบนซีน ฟอร์มาลดีไฮด์ ฟีนอล แอมโมเนีย โทลูอิน และอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน เป็นต้น ด้วยเหตุนี้ทำให้ความเข้มข้นและชนิดของสารที่พบในอาคาร หรือห้องต่างๆ มีความแตกต่างและหลากหลาย

ผลกระทบต่อสุขภาพของสารระเหยอินทรีย์รวมทั้งหมด (Total Volatile Organic Compounds : TVOC) โดยรวมคือทำให้เกิดการระคายเคืองทางเดินหายใจ ปวดศีรษะ คอแห้ง คลื่นไส้ อาเจียน มึนงง เมื่อยล้า แต่ผลกระทบต่อร่างกายจากการสัมผัส VOCs หลายๆ สารพร้อมกันยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัดในปัจจุบัน ซึ่ง Molhave ได้ทำการศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์เมื่อได้รับไอระเหยของสารประกอบอินทรีย์ขนาดความเข้มข้นต่ำๆ โดยแบ่งออกเป็น 3 ชั้น

คือ เริ่มรับรู้โดยประสาทสัมผัส มีปฏิกิริยาโต้ตอบโดยเกิดอาการระคายเคือง และเกิดอาการเครียด แสดงผลดังตารางที่ 2.5 นอกจากนี้ ยังทำการหาความสัมพันธ์ปริมาณความเข้มข้นของสารระเหยอินทรีย์และความไม่สบายที่เกิดขึ้นกับมนุษย์ ที่ความเข้มข้นต่างๆ กัน ดังแสดงในตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.5 ปฏิกิริยาตอบสนองต่อสารระเหยอินทรีย์ในอาคาร

ปฏิกิริยาการตอบสนอง	ผลการตอบสนองขั้นแรก	ผลการตอบสนองขั้นที่ 2
ขั้นที่ 1 เริ่มรับรู้ว่ามีปริมาณ VOC ในสภาพแวดล้อม	- เริ่มได้กลิ่น - เกิดอาการคัน, ระคายเคือง รู้สึกแน่นอึดอัด	- เกิดปฏิกิริยาตอบสนองต่อทางเดินหายใจ - หายใจลำบาก
ขั้นที่ 2 ปฏิกิริยาตอบสนองต่อผิวหนัง และเยื่อบุ อาการ คล้ายกับอาการอักเสบ	- หลอดเลือดส่วนปลายขยายตัว - คัน ระคายเคือง	- อาการปวด - อุณหภูมิบริเวณผิวหนังเปลี่ยนแปลง
ขั้นที่ 3 เกิดอาการเครียด	- ไม่สุขสบาย บ่นปวดศีรษะ มึนงง	- เกิดภาวะแทรกซ้อนต่อระบบการทำงานของร่างกายและจิตใจ อารมณ์เปลี่ยนแปลง น้ำในลูกตา และจมูกเปลี่ยนแปลง - ระดับทนทานต่อกลิ่นเปลี่ยนไป - เปลี่ยนแปลงบุคลิกภาพ

ที่มา : Environmental Toxicants Human Exposure and Their Health Effect. New York: Van Nostrand Reinbold., 1992; 232

ตารางที่ 2.6 ความสัมพันธ์ปริมาณความเข้มข้นของสารระเหยอินทรีย์และอาการต่างๆ ที่เกิดขึ้นในมนุษย์

ระดับความเข้มข้น (mg/m ³)	อาการ	ระดับ
< 0.20	ไม่เกิดอาการ	ระดับปกติ
0.20 - 3.0	เกิดอาการระคายเคือง และไม่สุขสบาย ปวดศีรษะ เกิดอาการทางด้านระบบประสาท ปวดศีรษะ	- ระดับไม่สุขสบาย ระดับเป็นพิษ

ที่มา : Environmental Toxicants Human Exposure and Their Health Effect. New York: Van Nostrand Reinbold., 1992; 232

6) โอโซน

เป็นก๊าซที่ประกอบด้วยออกซิเจน 3 อะตอม อะตอมที่ 3 นี้สามารถหลุดออกจากโมเลกุล และจับกับอนุภาคของสารอื่นๆ ได้ โอโซนเกิดขึ้นได้จากการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีความดันไฟฟ้าแรงสูง เช่น เครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องฉายรังสีเอกซ์ เครื่องเชื่อมโลหะไฟฟ้า เป็นต้น สำหรับในเครื่องถ่ายเอกสารนั้นโอโซนส่วนใหญ่เกิดจากการอัด และปล่อยประจุไฟฟ้าที่ลูกกลิ้งและกระดาษ โอโซนบางส่วนเกิดจากการปล่อยแสงเหนือม่วง จากหลอดไฟพลังงานสูงของเครื่องถ่ายเอกสาร ซึ่งรังสีเหนือม่วงนี้จะทำให้ออกซิเจนในอากาศรวมตัวกันเป็นโอโซนง่ายขึ้น ในสภาวะปกติหรือในสำนักงานทั่วไป โอโซนจะสลายตัวเป็นออกซิเจนได้ภายใน 2 - 3 นาที อัตราการสลายตัวขึ้นอยู่กับระยะเวลา และอุณหภูมิ

ผลต่อสุขภาพระยะสั้น โอโซนที่ระดับความเข้มข้นต่ำ (0.01 - 0.02 ppm) ก็สามารถตรวจสอบกลิ่นได้ โอโซนระดับความเข้มข้น 0.25 ppm ขึ้นไป มีผลทำให้เกิดความระคายเคืองต่อตา จมูก และคอ ทำให้หายใจสั้น วิงเวียน และปวดศีรษะได้ นอกจากนี้ยังพบว่าเป็นสาเหตุของความถี่และการสูญเสียประสาทรับรู้กลิ่นด้วย คนที่มีโรคระบบการหายใจอยู่แล้ว เช่น โรคหอบหืด ไม่ควรสัมผัสโอโซน

ผลต่อสุขภาพระยะยาวทำอันตรายต่อปอด พบได้บ่อยในคนงานเชื่อมโลหะ ค่ามาตรฐานการสัมผัส โอโซน สำหรับ 8 ชั่วโมงการทำงานของประเทศญี่ปุ่น และออสเตรเลีย คือ 0.1 ppm ส่วน American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) กำหนดค่า TLV (Threshold Limit Value) เท่ากับ 0.1 ppm และเป็นค่าสูงสุดที่ยอมให้มีในบรรยากาศการทำงาน ความเข้มข้นของโอโซนที่ 10 ppm เป็นระดับที่ทำอันตรายต่อชีวิตและสุขภาพทันที (Immediately Dangerous to Life and Health; IDLH)

7) อนุภาคแขวนลอยในอากาศ

อนุภาคที่แขวนลอยในอากาศ (Aerosol) โดยทั่วไปมีขนาดเล็กมากจึงไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า Aerosol ส่วนใหญ่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กถึง 0.001 ไมโครเมตร (micrometers: μm) และที่มีขนาดใหญ่คือ 1 - 10 μm ซึ่งเป็นขนาดของอนุภาคที่สามารถเข้าไปถึงถุงลมปอดได้ (respirable dust) อันตรายของอนุภาคเหล่านี้ขึ้นอยู่กับความสามารถในการผ่านเข้าไปในระบบการหายใจ อนุภาคที่มีขนาดเล็กเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 μm เมื่อหายใจเข้าไปจะผ่านทางเดินหายใจ ผ่านเนื้อเยื่อในปอดไปฝังตัวอยู่ภายใต้ถุงลมปอด การฝังตัวของอนุภาคฝุ่นขึ้นอยู่กับขนาด และรูปร่างของฝุ่น ความสามารถในการละลายน้ำ ความหนาแน่น ฝุ่นที่มีความสามารถในการฝังตัวบริเวณถุงลมปอดมากที่สุดคือ ขนาด 0.1 - 2.5 ไมโครเมตร อนุภาคที่พบทั่วไปภายในอาคารมีหลายชนิด ได้แก่ ควันบุหรี่ ฝุ่นทั่วไป เส้นใยแร่ใยหิน สปอร์เชื้อรา ละอองเกสร แบคทีเรีย และไวรัส ระดับของอนุภาคฝุ่นในอาคารจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับกิจกรรมในอาคาร เช่น การสูบบุหรี่ การประกอบอาหาร การใช้เตาหุงอาหาร เครื่องทำความร้อน เครื่องกรองอากาศ และเครื่องระบายอากาศ แต่สิ่งที่ทำให้เกิดอนุภาคขนาดเล็กมากที่สุดคือ ควันบุหรี่

อนุภาคของฝุ่นสามารถทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพร่างกาย คือ ไอ จาม หลอดลมอักเสบเรื้อรัง หอบหืด ควันบุรี่ยังเป็นสาเหตุของอาการเจ็บป่วยต่างๆ ได้แก่ เยื่อจมูกอักเสบ กล้องเสียงอักเสบ คัดจมูก ไอ่ ระคายเคือง เยื่อตา ปวดศีรษะ อาการของระบบทางเดินหายใจเรื้อรังกำเริบ

Turiel และคณะ ได้ทำการศึกษาในสำนักงาน 185 แห่ง พบว่าบริเวณที่ไม่มีการสูบบุหรี่มีปริมาณฝุ่นขนาดเล็กเท่ากับ $20 \pm 17.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ และบริเวณที่มีการสูบบุหรี่มีปริมาณฝุ่นขนาดเล็กเท่ากับ $46 \pm 56.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ซึ่งมากกว่าถึง 2 เท่า

ค่ามาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับอนุภาค

Environmental Protection Agency (EPA) ของสหรัฐอเมริกาได้เสนอแนะมาตรฐานคุณภาพอากาศเฉลี่ยตลอดทั้งปี สำหรับอนุภาคทั้งหมดที่แขวนลอยในอากาศไว้ว่าไม่ควรเกิน $0.075 \text{ mg}/\text{m}^3$ และได้เสนอมาตรฐานที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร (micrometers: μm) (PM10) ไว้ที่ $0.05 \text{ mg}/\text{m}^3$ ซึ่งจากมาตรฐานนี้ ASHRAE (American Society of Heating, Refrigeration, and Air Conditioning Engineers) ได้นำมาเสนอให้เป็นความเข้มข้นสูงสุดสำหรับ PM10 ในอาคาร

8) สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่แขวนลอยในอากาศ

สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่แขวนลอยในอากาศ (Bioaerosols) ส่วนใหญ่มาจากจุลินทรีย์ต่างๆ เช่น เชื้อรา แบคทีเรีย ไวรัส ไรเคตเซีย โปรโตซัว ไรฝุ่น รวมถึงชิ้นส่วนเล็กๆ ที่หลุดออกมาจากสิ่งมีชีวิต เช่น ละอองเกสร สปอร์ของรา และชิ้นส่วนที่หลุดมาจากผิวหนังหรือขนของสัตว์ สิ่งมีชีวิตเหล่านี้จะเป็นเหตุปัญหาคำถามคุณภาพอากาศภายในอาคารได้นั้น จะต้องมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม เช่น มีแหล่งน้ำซึ่งในระบบระบายอากาศ (เช่น ถาดรองน้ำ ฯลฯ) มีสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และมีแหล่งน้ำที่มีการแตกกระจายหรือฟุ้งกระจายกลายเป็นอนุภาคเล็กๆ แขนงลอยในอากาศ เป็นต้น การมีสภาพแวดล้อมและอุณหภูมิที่เหมาะสมจะทำให้จุลินทรีย์แบ่งตัวเพิ่มจำนวน ลอยปะปนอยู่ในบรรยากาศ และเคลื่อนที่ไปสู่ห้องต่างๆ ภายในอาคารโดยผ่านระบบปรับอากาศ เมื่อคนหายใจเอาจุลินทรีย์ที่แขวนลอยในอากาศเหล่านี้เข้าไปในร่างกาย ก็จะทำให้เกิดโรค และอาการเจ็บป่วยตามมา สิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็กที่แขวนลอยในอากาศ เหล่านี้สามารถทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพได้ โดยทำให้เกิดการติดเชื้อ ทำให้เกิดอาการแพ้และทำให้เกิดพิษได้ สำหรับอาการแพ้ สาเหตุส่วนใหญ่จะมาจากชิ้นส่วนเล็กๆ จากสัตว์ ไรฝุ่น และละอองเกสร ซึ่งอาการแพ้นี้จะมีเพียงเล็กน้อย ทำให้ผู้ได้รับผลกระทบรู้สึกไม่สบายหรือถึงขั้นรุนแรง อาการและการแสดงของการแพ้ ได้แก่ น้ำตาและน้ำมูกไหล คัดจมูก คัน ไอ ปวดศีรษะ เหนื่อยอ่อน

คุณภาพอากาศในช่องทางเข้าออกถือว่าเป็นสิ่งที่สำคัญมาก เนื่องจากกิจกรรมต่างๆ ภายในพื้นที่อาคารช่องทางเข้าออก ล้วนมีโอกาสก่อให้เกิดปัญหาคณภาพอากาศภายในอาคารได้ โดยทั่วไปการเจ็บป่วยหรือกลุ่มโรคเหตุอาคารนั้นไม่รุนแรงและเฉียบพลันเหมือนโรคติดเชื้อบางชนิด แต่มีผลทำให้ผู้ที่ทำงานเกิดความผิดปกติทางกาย มีผลทำให้ประสิทธิภาพการทำงานลดลง ลักษณะอาการของกลุ่มโรคเหตุอาคารนั้น เริ่มได้ตั้งแต่ปวดศีรษะ คัดจมูก ระบายเคืองตา ไอ จาม และเป็นผื่นตามผิวหนัง จนกระทั่งมีการติดเชื้อที่มีอาการคล้ายปอดอักเสบ ผลกระทบต่อสุขภาพที่เกิดขึ้นจากการทำงานในอาคารที่มีปัญหาคณภาพอากาศ สามารถจำแนกได้ออกเป็น 2 กลุ่ม

2.3.1 กลุ่มอาการป่วยเหตุอาคาร

1) นิยามและความหมายที่เกี่ยวข้อง

กลุ่มอาการป่วยเหตุอาคารหรือ sick building syndrome (SBS) หมายถึงภาวะผิดปกติด้านสุขภาพ ทางระบบจักษุ ระบบทางเดินหายใจ (มีอาการได้ทั้งระบบทางเดินหายใจส่วนบนและส่วนล่าง) และระบบผิวหนัง อาการทั่วไปที่เกิดขึ้นคล้ายกันในกลุ่มคนทำงานในอาคารที่มีความสัมพันธ์กับช่วงเวลาที่อยู่ในอาคารแต่ไม่สามารถระบุสาเหตุที่แน่นอนได้ ปัญหาอาจเกิดขึ้นเฉพาะส่วนใดส่วนหนึ่งของอาคารหรือกับทุกส่วนของอาคารก็ได้ โดยอาการป่วยดังกล่าวเป็นอาการที่ไม่มีลักษณะเฉพาะโรค และมักจะดีขึ้นหรือหายไปเมื่อออกนอกอาคาร มีชื่อเรียกอื่นๆ เช่น ความเจ็บป่วยเหตุไม่จำเพาะในอาคาร (Non specific building-related illness) กลุ่มอาการอาคารปิดสนิท (Tight building syndrome) การเจ็บป่วยที่เกิดในอาคารจากสาเหตุที่ระบุไม่ได้เรียกว่ากลุ่มอาการป่วยเหตุอาคาร แต่จะเรียกว่าความเจ็บป่วยเหตุจำเพาะในอาคาร (Specific building related illness) ตัวอย่างเช่น โรคลีเจียนเนลโลซิส (Legionellosis) ที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียชื่อ *Legionella pneumophila*

2) วิทยาการระบาด (Epidemiology)

องค์การอนามัยโลกประมาณการว่าอาคารสำนักงานใหม่หรือที่มีการปรับปรุง ร้อยละ 30 จะพบกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคาร ขณะเดียวกันพบว่า ผู้ทำงานในอาคารสำนักงานที่ไม่มีปัญหาเรื่องคุณภาพอากาศภายในอาคาร ร้อยละ 20 - 35 สามารถพบอาการของกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคารได้เช่นกัน มีการสำรวจในกรุงเทพมหานครพบว่าผู้ทำงานในอาคารสำนักงานที่เป็นอาคารสูง ปิดทึบ และมีระบบปรับอากาศและการระบายอากาศแบบรวมร้อยละ 20 พบกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคารปรากฏขึ้นทุกสัปดาห์ และผู้ทำงานในอาคารสำนักงานเก่าจะปรากฏอาการมากกว่าอาคารสำนักงานใหม่

3) ปัจจัยเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับการพบกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคาร

ในปัจจุบันมีการสำรวจและสืบค้นปัจจัยเสี่ยงในการเกิดกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคาร ปัจจัยเสี่ยงแบ่งออก ได้เป็น 4 กลุ่มดังนี้

(ก) สิ่งคุกคามทางสุขภาพด้านกายภาพ

- ความชื้น อุณหภูมิ แสง เสียง และการสั่นสะเทือน
- การระบายอากาศในสำนักงาน น้อยกว่า 10 ลิตร/วินาที/คน

(ข) สิ่งคุกคามทางสุขภาพด้านเคมี

- มลพิษภายในอาคาร เช่น ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ออกไซด์ของไนโตรเจน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ฟอรั่มลิตีไฮด์ สารระเหยอินทรีย์ (Volatile Organic Compounds; VOCs) โอโซน อนุภาคแขวนลอยในอากาศ ควันบุหรี่ภายใน กลิ่นไม่พึงประสงค์
- สารเคมีภายในอาคาร เช่น น้ำยาทำความสะอาด สารกำจัดศัตรูพืช สัตว์เลี้ยงในอาคาร อุปกรณ์เครื่องใช้สำนักงาน เช่น เครื่องถ่ายเอกสาร เป็นต้น

(ค) สิ่งคุกคามทางสุขภาพด้านชีวภาพ

- การปนเปื้อนของจุลชีพในบริเวณที่ปูพรม มีน้ำรั่วหรือน้ำซึม และในระบบปรับอากาศและการระบายอากาศแบบรวมตามห้องเย็น ตัวกรอง ตัวปรับความชื้น
- สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่แขวนลอยในอากาศ (Bioaerosols) ส่วนใหญ่มาจากจุลชีพต่างๆ เช่น เชื้อรา แบคทีเรีย ไวรัส ริกเกตเซีย โปรโตซัว ไรฝุ่น เป็นต้น

(ง) สิ่งคุกคามทางสุขภาพด้านจิตสังคม

- ปัญหาทางจิตสังคมในงาน มีความเครียดไม่พึงพอใจในงาน

4) ลักษณะทางคลินิก (Clinical presentation)

กลุ่มอาการป่วยเหตุอาคารประกอบด้วย กลุ่มอาการในระบบต่างๆ ได้แก่ กลุ่มอาการทางตา จมูก ลำคอ กลุ่มอาการระบบการหายใจส่วนล่าง กลุ่มอาการทั่วไปของระบบประสาท และกลุ่มอาการทางระบบผิวหนัง ผู้ป่วยกลุ่มอาการเหล่านี้ส่วนใหญ่มักจะเริ่มมีอาการภายในไม่กี่ชั่วโมงหลังจากเข้าทำงาน และมักจะดีขึ้นภายในไม่กี่นาทีหลังจากออกจากอาคาร โดยกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคารในแต่ละระบบนั้นมีอาการแตกต่างกัน ดังนี้

- กลุ่มอาการทั่วไป ลักษณะอาการส่วนใหญ่ไม่จำเพาะเจาะจงต่อโรคใดโรคหนึ่ง แต่เป็นอาการที่พบได้ทั่วไปของระบบประสาท เช่น ปวดศีรษะแบบตื้อเหมือนมีอะไรมาบีบรัด มึนศีรษะ ง่วงนอน หงุดหงิด ขาดสมาธิในการทำงาน คลื่นไส้ รู้สึกเหนื่อย อ่อนเพลีย

- กลุ่มอาการระบบจักษุ เป็นกลุ่มอาการที่พบได้บ่อยที่สุดในผู้ทำงานในอาคารปรับอากาศ เช่น มีอาการระคายเคืองตา น้ำตาไหล คันตา ตาแห้ง แสบตา ตาแดง เป็นต้น โดยไม่มีการอักเสบหรือติดเชื้อของตา ผู้ใส่คอนแทคเลนส์จะพบว่ามีการใส่คอนแทคเลนส์ลำบาก

- กลุ่มอาการระบบทางเดินหายใจส่วนบน มีอาการตั้งแต่ รู้สึกระคายเคืองจมูก คัดจมูก น้ำมูกไหล คันจมูก การได้รับกลิ่นของจมูกผิดปกติ มีอาการคล้ายการติดเชื้อระบบการหายใจ เช่น คอแห้ง แสบคอ ระคายคอ เจ็บคอ กลืนลำบาก เสียงแหบ เป็นต้น

- กลุ่มอาการระบบการหายใจส่วนล่าง ลักษณะอาการส่วนใหญ่คล้ายกับโรคหอบหืด เช่น แน่นหน้าอกหายใจลำบาก อึดอัดบริเวณทรวงอก หายใจขัด แต่ไม่เคยมีประวัติหอบหืดในอดีต มีอาการไอในผู้ที่ไม่ได้สูบบุหรี่หรือได้รับควันบุหรี่ โดยกลุ่มอาการในระบบนี้พบได้น้อยกว่ากลุ่มอาการอื่น เป็นต้น

- กลุ่มอาการทางผิวหนัง มักเป็นบริเวณที่สัมผัสได้ง่าย อาการที่พบประกอบด้วย ระคายเคืองใบหน้า ผื่นบริเวณใบหน้าซึ่งมักพบในผู้ทำงานกับคอมพิวเตอร์ ผิวแห้ง ผื่นนูนแดง ผื่นผิวหนังอักเสบ เป็นต้น

แม้อาการเหล่านี้ไม่ทำให้เจ็บป่วยอย่างรุนแรงหรือเป็นอันตรายต่อชีวิต แต่ก็ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการทำงาน การปฏิสัมพันธ์บุคคลลดลงทำให้ขาดประสิทธิภาพในการทำงาน และขาดแรงจูงใจในงาน ซึ่งแสดงออกมาในรูปแบบต่างๆ เช่น การขาดงานเพิ่มขึ้น ขาดความสนใจในงาน ทำงานนอกเวลาน้อยลง มีการเปลี่ยนงานบ่อย โดยพบว่ามากกว่าสามในสี่ของผู้มีอาการในกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคารในกรุงเทพมหานคร รายงานว่ามีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงาน และในต่างประเทศ เช่น ประเทศสหรัฐอเมริกาพบว่า กลุ่มอาการป่วยเหตุอาคารทำให้สูญเสียประมาณร้อยละ 0.5 - 1.0 ของมูลค่าผลผลิตมวลรวมของประเทศ

5) การวินิจฉัย

อาการที่พบในกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคาร เป็นอาการที่ไม่จำเพาะ อาการเหล่านี้ปรากฏได้ในหลายโรคโดยเฉพาะโรคติดเชื้อระบบการหายใจอาการหลายอาการในระบบเดียวกันจะมีความเชื่อถือได้ว่าเป็นกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคารมากกว่าอาการบางอาการในหลายๆ ระบบ ดังนั้น การวินิจฉัยกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคารนั้นต้องขึ้นอยู่กับอาการที่ปรากฏในผู้ป่วย อาการที่มีลักษณะคล้ายกันในเพื่อนร่วมงาน อาการที่ปรากฏเมื่ออยู่ภายในอาคาร และดีขึ้นเมื่อออกจากสิ่งแวดล้อมนั้น ไม่พบสรีระพยาธิสภาพ และไม่สามารถวินิจฉัยว่าเป็นโรคอื่นได้ ซึ่งปัจจุบันยังไม่มีเกณฑ์สากลในการวินิจฉัยกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคารของผู้ทำงานในอาคาร ดังนั้นการวินิจฉัยควรประกอบด้วยกลุ่มอาการที่มีลักษณะสำคัญ ดังนี้

- พบกลุ่มอาการทางคลินิกในระบบทางเดินหายใจ ระบบจักษุ และระบบผิวหนัง ที่เข้าได้กับกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคาร

- พบลักษณะที่บ่งชี้ว่าสัมพันธ์กับปัจจัยเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับการพบกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคาร เช่น อาการปรากฏขึ้นเฉพาะเมื่อสัมผัสปัจจัยเสี่ยงในอาคาร อาการดีขึ้นเมื่อหยุดการสัมผัสปัจจัยเสี่ยงออกนอกอาคารหรือหยุดงาน

- มีการวินิจฉัยแยกโรคหรือภาวะอื่นๆ ที่สามารถทำให้เกิดอาการดังกล่าวข้างต้นออกก่อน เช่น โรคลีเจียนแนร์ (Legionnaire Disease) โรคปอดอักเสบจากภาวะภูมิไวเกิน (Hypersensitive pneumonitis) หรือโรคหอบหืด (Asthma) โรคภูมิแพ้ เป็นต้น

2.2.3 กลุ่มโรคอื่นๆ ที่พบในอาคาร

การเจ็บป่วยซึ่งเกิดจากผู้ทำงานในสถานที่ทำงาน นอกจากกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคารแล้ว ยังมีโรคหรือกลุ่มอาการที่มีลักษณะอาการคล้ายกัน อาจทำให้การวินิจฉัยผิดพลาดได้ ทำให้การแก้ไขป้องกันไม่ตรงกับสาเหตุ จึงจำเป็นต้องทำการวินิจฉัยแยกภาวะอื่นออกจากกันก่อน ที่จะมีการวินิจฉัยว่าเป็นกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคารโรค ซึ่งโรคอื่นๆ ที่พบในอาคาร ได้แก่

1) การเจ็บป่วยที่เกี่ยวข้องเนื่องจากอาคาร (Building Related illness: BRI) เป็นการเจ็บป่วยที่เกิดจากการทำงานในอาคาร โดยสามารถระบุสาเหตุของการเจ็บป่วยได้อย่างชัดเจนที่เป็นผลมาจากมลพิษที่ปนเปื้อนภายในอาคาร เช่น เชื้อวัณโรค เชื้อไข้หวัด ที่ผู้ปฏิบัติงานสามารถติดจากผู้ป่วยซึ่งปะปนมากับนักเดินทาง ภาวะภูมิแพ้จากอนุภาคขนาดเล็กที่มาจากนักเดินทาง สิ้นค้าหรือสัตว์เลี้ยงที่ผ่านเข้าออกในช่องทางเข้าออกประเทศ หรือโรคลีเจียนแนร์ (Legionnaire Disease) ที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียที่ชื่อ ลีเจียนเนลลา นิวโมฟิวลา (Legionella Pneumophila) หรือมักเรียกว่าโรคจากเครื่องปรับอากาศที่มักพบในน้ำของหอผึ่งเย็นของระบบปรับอากาศของอาคารแบบรวมการเจ็บป่วยในลักษณะนี้อาการจะไม่หาย ถึงแม้ว่าจะออกไปจากอาคารแล้วก็ตาม **ตารางที่ 2.7** จะแสดงข้อแตกต่าง SBS และ BRI ในปัจจัยทางด้านสาเหตุการเกิดอาการ การวินิจฉัย และการรักษา และ **ตารางที่ 2.8** เป็นการสรุปจากข้อมูลการศึกษาต่างๆ เพื่อแสดงความสัมพันธ์อาการที่เกิดขึ้นกับสาเหตุ แหล่งกำเนิด และประเภทของอาคาร

ตารางที่ 2.7 ข้อแตกต่าง SBS และ BRI

ปัจจัยที่แตกต่าง	Sick Building Syndrome (SBS)	Building Related Illness (BRI)
อาการ	ไม่ชัดเจน ระบุโรคไม่ได้	อาการของโรคติดเชื้อ ภูมิแพ้ สารพิษ
ระยะเวลาการเกิดอาการ	มักเป็นแบบเฉียบพลัน	มีทั้งแบบเฉียบพลันและรุนแรง
รูปแบบอาการทางคลินิก	มีอาการหลากหลายแตกต่างกัน	มีลักษณะคล้ายๆ กัน
สาเหตุของอาการ	ไม่ทราบแน่ชัด เกิดจากหลายๆ ปัจจัยร่วมกัน	พบอาการผิดปกติตามสิ่งที่ได้รับสัมผัส
อัตราการเกิดอาการ	พบบ่อย และพบได้มาก	พบได้ค่อนข้างน้อย
การตรวจร่างกาย	ส่วนใหญ่ตรวจไม่พบความผิดปกติใดๆ	พบความผิดปกติตามอาการของโรคที่เป็น
การตรวจทางห้องปฏิบัติการ	ไม่สามารถช่วยในการวินิจฉัย	การวินิจฉัยสามารถช่วยหาสาเหตุของโรคได้
การหายจากอาการ	อาการจะหายเมื่อออกนอกอาคาร	ออกจากอาคารแล้วแต่อาการของโรคยังไม่หาย ต้องใช้เวลานานจึงจะหาย บางโรคต้องกินยารักษาอย่างต่อเนื่อง

ตารางที่ 2.8 สรุปข้อมูลการศึกษาต่างๆ เพื่อแสดงความสัมพันธ์อาการที่เกิดขึ้นกับสาเหตุ แหล่งกำเนิด และประเภทของอาคาร

โรคที่เกิดขึ้น	ประเภทของศึกษา	ประเภทของอาคาร	แหล่งมลพิษในอาคาร	ตัวก่อโรคหรือการรับสัมผัส
การติดเชื้อ โรคลีเจียนแนร์ และ โรค Pontiac fever	รายงานการป่วย (Case report)	อาคารใหญ่ (สำนักงาน, โรงพยาบาล, โรงแรม)	หอผึ่งเย็น, ระบบปรับอากาศ, เครื่องปรับอากาศขึ้น	Legionella pneumophila
โรคหวัด	การศึกษาภาคตัดขวาง (Case section study)	อาคารสำนักงานหน่วยทหาร	คน	เชื้อไวรัส

โรคที่เกิดขึ้น	ประเภทของศึกษา	ประเภทของอาคาร	แหล่งมลพิษในอาคาร	ตัวก่อโรคหรือการรับสัมผัส
วัณโรค	ระบุการป่วยจากการศึกษาภาคตัดขวาง (Case section study)	อาคารสำนักงาน	คน	Mycobacterium tuberculosis
ผลต่อระบบภูมิคุ้มกัน โรคทางเดินหายใจ จากปอดอักเสบ และโรคทางเดินหายใจ จากจุลชีพจากเครื่องทำความชื้น	รายงานการป่วย (Case report) การศึกษาภาคตัดขวาง (Case section study)	อาคารสำนักงาน อาคารสำนักงานและโรงงาน	เครื่องปรับอากาศ เครื่องปรับอากาศ เครื่องปรับอากาศ และระบบระบายอากาศ	แบคทีเรียและรา Aspergillus
การแพ้ผิวหนังอักเสบ เยื่อจมูก และภูมิแพ้	รายงานการป่วย (Case report) การศึกษาภาคตัดขวาง (Case section study)	อาคารสำนักงาน อาคารสำนักงานและโรงงาน	ฝุ่นจากพื้น พรม เครื่องปรับอากาศ	ไรฝุ่น ละอองเกสรจากพืช ขนสัตว์ เชื้อรา ไม่ทราบแน่ชัด
เยื่อจมูกอักเสบ อากาณคินคัน คอบวม	รายงานการป่วย (Case report)	อาคารสำนักงาน	เครื่องถ่ายเอกสารที่ไม่มีคาร์บอน	Alkylphenol Novolac resin
การระคายเคืองผิวหนัง ระบบทางเดินหายใจทั้งส่วนบนและล่าง	รายงานการป่วย (Case report)	อาคารสำนักงาน	ควันทูหรือท่อไอเสียรถยนต์ กระบวนการเผาไหม้	เส้นใยแก้วที่เกิดจากกระบวนการเผาไหม้

2) **Mass psychogenic illness** มีอาการได้หลากหลาย แต่อาการเด่นมักเป็นอาการทางระบบประสาท อาการที่พบบ่อยคล้ายกับอาการ hyperventilation เช่น แน่นหน้าอก หายใจขัด วิงเวียน อ่อนเพลีย หรืออาการอื่นๆ โดยมีลักษณะสำคัญคือ มักพบในเพศหญิงมากกว่าเพศชาย ในวัยรุ่นหรือผู้ใหญ่ตอนต้น มักเกิดในชุมชนปิด การระบาดของโรคเกิดจากการได้ยินหรือได้เห็นอาการของผู้อื่นหลังเกิดผู้ป่วยรายแรก โดยมีปัจจัยการกระตุ้นคือ การที่ร่างกายหรือจิตใจอยู่ในภาวะเครียด มักเกิดในผู้มีปัญหาทางอารมณ์บ่อยๆ โดยภาวะนี้แตกต่างจากกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคาร คือ อาการไม่หายไปหลังจากออกนอกอาคาร ลักษณะการเกิดเป็นแบบกระจายเป็นเครือข่าย ซึ่งแตกต่างจากกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคารที่มีแนวโน้มการเกิดเป็นแบบกลุ่ม

3) **Multiple chemical sensitivity** เป็นอาการที่เกิดขึ้นหลังจากเคยได้รับสารเคมีชนิดใดชนิดหนึ่งเพียงครั้งเดียวหรือได้รับซ้ำๆ โดยอาการเป็นแบบเฉียบพลัน เมื่อได้รับสารเคมีชนิดอื่นๆ เช่น ผลิตภัณฑ์จากปิโตรเลียม น้ำหอม หรือ ผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่ใช้ภายในอาคาร แม้ในปริมาณเพียงเล็กน้อย ซึ่งอาการจะปรากฏในหลายระบบ ได้แก่ ระบบประสาท (เช่น อ่อนเพลีย ปวดศีรษะ ซึ่งเป็นอาการที่พบบ่อย) ระบบการหายใจส่วนต้นและส่วนล่าง ผิวหนัง และหัวใจ อาการเหล่านี้สามารถเกิดอย่างเรื้อรังได้ และจะปรากฏพร้อมอาการ hyperventilation ได้ หรือบอกกล่าวอาการเกินความเป็นจริง สิ่งที่แตกต่างกันภาวะนี้กับกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคาร คือ เกิดได้ค่อนข้างน้อยมากเมื่อเทียบกับกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคาร มีลักษณะการเกิดเป็นแบบ endemic ขณะที่กลุ่มอาการป่วยเหตุอาคารมักเป็นแบบ epidemic โดยอาการไม่จำเพาะต่อสถานที่ทำงานและไม่หายไปหลังจากมีการปรับปรุงสถานที่ทำงานหรือได้รับการรักษา

แนวทางการตรวจประเมินคุณภาพอากาศ ภายในอาคารสำหรับช่องทางเข้าออกประเทศ

สำหรับบทนี้จะกล่าวถึงความสำคัญของการตรวจประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารในช่องทางเข้าออกประเทศ วัตถุประสงค์ของการประเมินคุณภาพอากาศในอาคาร การเลือกพื้นที่ตรวจวัด และหลักการตรวจวัดแยกตามรายการพารามิเตอร์อย่างละเอียด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1

ความสำคัญของการตรวจประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารในช่องทาง เข้าออกประเทศ

อากาศที่อยู่ภายในอาคารและสถานที่ต่างๆ ล้วนมีความสำคัญมาก หากในอาคารมีคุณภาพอากาศที่ไม่ดี หรือเป็นมีสารพิษอยู่ ย่อมจะทำให้เกิดอันตรายต่อผู้ที่อยู่ภายในอาคาร ซึ่งตามกฎหมายกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหาร และการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน จำเป็นต้องควบคุมคุณภาพอากาศ สาเหตุที่ทำให้ คุณภาพอากาศในที่อาคารไม่ดี อาจจะเนื่องจาก

- ❖ การออกแบบโครงสร้างอาคารไม่เหมาะสม ทำให้ระบบไหลเวียนอากาศไม่ดี
- ❖ การจัดสถานที่ทำงานของพนักงานออฟฟิศใกล้กับแหล่งผลิตที่อาจมีฝุ่น สารเคมีต่างๆ พุ้งกระจายไปรอบบริเวณ
- ❖ การไม่ทำความสะอาดหรือขาดการซ่อมแซมช่องระบายอากาศ ทำให้ไม่สามารถระบายอากาศได้ดีเท่าที่ควร

ผลกระทบต่อสุขภาพที่เกิดจากมลพิษภายในอาคาร ขึ้นอยู่กับระดับมลพิษที่เกิดขึ้น ระยะเวลาที่อยู่ภายใน อาคาร และสภาวะสุขภาพของผู้ที่อยู่ในอาคาร สรุปได้ดังตาราง

ตารางที่ 3.1 ผลกระทบต่อสุขภาพจากมลพิษชนิดต่างๆ ภายในอาคาร

มลพิษ	แหล่งกำเนิด	ผลกระทบต่อสุขภาพ
คาร์บอนไดออกไซด์	➡ ลมหายใจออก ➡ การเผาไหม้ที่สมบูรณ์	● ผลกระทบต่อสุขภาพ จะเริ่มที่ระดับความเข้มข้นสูงกว่า 5,000 ppm โดยทำให้เกิดอาการง่วงนอนและอัตราการหายใจเพิ่มขึ้น
คาร์บอนมอนอกไซด์	➡ การเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ ➡ การปรุงอาหาร ➡ ควันท่อไอเสียรถยนต์ ➡ ควันทูหรี่	● เป็นก๊าซที่ทำให้ร่างกายขาดออกซิเจน เนื่องจากสามารถจับกับฮีโมโกลบินได้ดีกว่าออกซิเจนถึง 200 - 250 เท่า ● อาการรุนแรงมากขึ้นกับระดับที่รับเข้าสู่ร่างกาย ถ้ามากกว่า 50 ppm อาจเกิดอาการปวดศีรษะ การเต้นของหัวใจผิดปกติ หากรับเข้าสู่ร่างกาย 1,500 ppm นาน 1 ชั่วโมง อาจทำให้เสียชีวิตได้

มลพิษ	แหล่งกำเนิด	ผลกระทบต่อสุขภาพ
อนุภาค	➡ การเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ ➡ การปรุงอาหาร ➡ ควันท่อไอเสียรถยนต์ ➡ ควันทูบหรี่ ➡ ฝุ่นที่เกิดจากกิจกรรม ในอาคาร (กระดาษ พรม ม่าน ผ้าปูเฟอร์นิเจอร์)	● อนุภาคของฝุ่น สามารถทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพคือ ไอ จาม หลอดลมอักเสบเรื้อรัง หอบหืด ● ควันทูบหรี่ เป็นสาเหตุของการเจ็บป่วยต่างๆทั้งในผู้ใหญ่และเด็ก ได้แก่ - ผู้ใหญ่ ● เยื่อจมูกอักเสบ กล้องเสียงอักเสบ ไอ คัดจมูก ● ปวดศีรษะ ● ระคายเคืองเยื่อตา ● หลอดลมตีบ ● อาการของระบบทางเดินหายใจเรื้อรังกำเริบ - เด็ก ● มีอาการหอบหืด ● หอบหืดรุนแรง ● ติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบน ● ปอดบวม หลอดลมอักเสบ ● นอนกรน
ฟอร์มาดีไฮด์/สารอินทรีย์ระเหย	- ไฟเบอร์บอร์ด ไม้อัด - น้ำยาทำความสะอาด - สี แล็กเกอร์ สารไล่แมลง - พรม ผ้าปูเฟอร์นิเจอร์ - น้ำยาลบคำผิด	➡ เมื่อได้รับไอระเหยของสารที่ความเข้มข้นต่ำๆ โดยแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ 1) เริ่มรับรู้โดยประสาทสัมผัส 2) มีปฏิกิริยาตอบสนองต่อผิวหนัง และเยื่อ อากาศคล้ายการอักเสบ 3) เกิดอาการเครียด ดังนี้ ขั้นที่ 1 เริ่มรับรู้ว่ามีปริมาณ VOCs ในสภาพแวดล้อม ผลตอบสนองของร่างกาย: ● เริ่มไต่กลิ่น ● เกิดอาการคัน ระคายเคือง รู้สึกอึดอัด มีความต้องการระบบระบายอากาศที่ดีกว่านี้ ● หายใจลำบาก ขั้นที่ 2 ปฏิกิริยาตอบสนองต่อผิวหนัง และเยื่อ อากาศคล้ายการอักเสบ ผลตอบสนองของร่างกาย: ● หลอดเลือดส่วนปลายขยายตัว ● คัน ระคายเคือง ● อุณหภูมิที่ผิวหนังเปลี่ยนแปลง ขั้นที่ 3 เกิดอาการเครียด ผลตอบสนองของร่างกาย: ● ไม่สบาย บ่นปวดศีรษะ มึนงง ● เกิดภาวะแทรกซ้อนต่อระบบการทำงานของร่างกายและจิตใจ ● อารมณ์เปลี่ยนแปลง ● ระดับทนทานต่อกลิ่นเปลี่ยนแปลงไป

มลพิษ	แหล่งกำเนิด	ผลกระทบต่อสุขภาพ
โอโซน	- เครื่องกำเนิดโอโซน - เครื่องถ่ายเอกสาร - เครื่องพิมพ์	โอโซนมีผลกระทบต่อสุขภาพคือ สามารถทำลายเนื้อเยื่อปอด โอโซนที่ระดับความเข้มข้นค่อนข้างต่ำ (0.01 - 0.02 ppm) สามารถได้กลิ่น และที่ระดับ 0.25 ppm มีผลทำให้เกิดอาการเจ็บหน้าอก ไอ หอบ มีผลระยะยาวคือ ต่อ ตา จมูก คอ หายใจได้ในช่วงสั้นๆ วิงเวียน และปวดศีรษะได้ นอกจากนี้ โอโซนยังทำให้เกิดอาการของโรคระบบทางเดินหายใจเรื้อรัง เช่น หอบหืด มีความรุนแรงขึ้น และทำให้ความสามารถในการต่อต้านการติดเชื้อในระบบทางเดินหายใจลดลงด้วย
จุลชีพที่แขวนลอยในอากาศ (รา แบคทีเรีย)	- พรมหรือเฟอร์นิเจอร์ที่เปียก/ชื้น - บริเวณที่มีน้ำรั่ว/ขัง (จากท่อน้ำต่างๆ) - บริเวณที่มี Condense - ห้องที่มีความชื้นสูง - คนที่อยู่ในอาคาร - อาหารบูด - แมลง สัตว์	สามารถเกิดผลกระทบต่อสุขภาพได้ 3 ลักษณะ ดังนี้ ● เกิดอาการแพ้ โดยส่วนใหญ่เกิดจากชิ้นส่วนเล็กๆจากสัตว์ ไร ผุน และละอองเกสร การแสดงอาการแพ้ ได้แก่ น้ำตาไหล น้ำมูกไหล ไอ คัดจมูก ปวดศีรษะ อ่อนเพลีย ● การติดเชื้อ มักเกิดจากแบคทีเรียและไวรัส เช่น เชื้อไข้หวัด เชื้อวัณโรค ที่แพร่จากคนหนึ่งไปสู่อีกคนหนึ่ง สภาพที่ส่งเสริมให้เกิดการติดเชื้อคือ ความหนาแน่นของคนในห้องและการระบายอากาศไม่ดี เชื้อบางครั้งเจริญเติบโตภายในอาคาร และแพร่หรือเคลื่อนที่ไปตามระบบระบายอากาศ เช่น แบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคเลิเจียนแนร์ที่ทำให้เกิดความเจ็บอย่างรุนแรงถึงขั้นเสียชีวิตได้ ● การเกิดพิษ ท็อกซินของจุลชีพสามารถทำลายเนื้อเยื่อ และอวัยวะในร่างกายได้ เช่น ตับ ระบบประสาทส่วนกลาง ระบบทางเดินอาหาร และระบบภูมิคุ้มกัน เป็นต้น

3.2

วัตถุประสงค์ของการประเมินคุณภาพอากาศในอาคาร

- 1) เพื่อระบุแหล่งปนเปื้อนต่อคุณภาพอากาศภายในอาคาร ทั้งที่เกิดขึ้นภายในอาคารและเป็นผลมาจากอากาศภายนอกอาคาร
- 2) เพื่อประเมินการสัมผัสของผู้ที่อยู่ในอาคารที่เป็นผลมาจากคุณภาพอากาศทั้งที่เกิดขึ้นภายในอาคารและเป็นผลมาจากอากาศภายนอกอาคาร
- 3) เพื่อกำหนดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และการเคลื่อนไหวของอากาศภายในอาคาร
- 4) เพื่อกำหนดการระบายอากาศที่เหมาะสมสำหรับอาคาร
- 5) เพื่อสรุปข้อร้องเรียน/บ่นของผู้ที่อยู่ในอาคารสำหรับการปรับปรุงคุณภาพอากาศให้เป็นไปตามมาตรฐาน และเพื่อให้ข้อคิดเห็นในการดำเนินงานปรับปรุงคุณภาพอากาศในอาคาร
- 6) เมื่อมีข้อร้องเรียน หรือเกิดปัญหาสุขภาพใดๆ เกิดขึ้นกับผู้ที่อยู่ในอาคาร จะเริ่มด้วยการประเมินเบื้องต้นก่อน เพื่อตรวจสอบข้อเท็จจริงของปัญหา และศึกษาลักษณะสภาพแวดล้อมหรือค้นหาสาเหตุของปัญหา หากพบ ให้ดำเนินการแก้ไขเลย แต่หากไม่พบ จำเป็นต้องมีการประเมินโดยละเอียด โดยการเก็บข้อมูลที่ประกอบด้วย การใช้แบบสอบถามกับกลุ่มผู้ใช้อาคารเพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะของผลกระทบ และทำการเก็บตัวอย่างสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ที่เป็นปัญหา จากนั้นทำการวิเคราะห์ สรุปผล และเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานหรือค่าอ้างอิง และดำเนินการจัดการแก้ไขปัญหา
- 7) การเฝ้าระวังโรคที่ติดต่อกันเป็นผลมาจากปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคาร
- 8) เพื่อจัดทำข้อมูลพื้นฐานคุณภาพอากาศภายในอาคารของช่องทางเข้าออกประเทศ

พารามิเตอร์ในการตรวจวัดคุณภาพอากาศ ที่ควรมีการตรวจตามช่องทางเข้าออกที่สำคัญ ควรทำการตรวจวัดตามพารามิเตอร์ดังต่อไปนี้

3.3.1 พารามิเตอร์ทางด้านสภาวะความสบายเชิงความร้อน (Thermal comfort parameters)

- อุณหภูมิ (Operative temperature)
- ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)
- การเคลื่อนที่ของอากาศ (Air movement)

3.3.2 พารามิเตอร์ทางด้านเคมี (Chemical parameters)

- คาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide)
- คาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon monoxide)
- ฟORMALดีไฮด์ (Formaldehyde)
- สารอินทรีย์ระเหยง่ายรวม (Total Volatile Organic Compounds, TVOC)
- ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (Respirable dust)
- ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน

3.3.3 พารามิเตอร์ทางด้านชีวภาพ (Biological parameters)

- แบคทีเรียทั้งหมด (Total viable bacteria count)
- ราทั้งหมด (Total viable mould count)

พื้นที่ที่ควรทำการตรวจวัด จะเน้นในพื้นที่ที่มีผู้ปฏิบัติงาน หรือเป็นสถานที่ที่มีผู้คนมาติดต่องาน หรือมีผู้คนหนาแน่น ซึ่งจะเป็นจุดที่มีความเสี่ยง ยกตัวอย่างเช่น

3.4.1 พื้นที่บริเวณช่องทางเข้าออก หมายถึง พื้นที่บริเวณช่องทางผ่านเข้าออกระหว่างประเทศของผู้เดินทาง กระเป๋าดูแลสินค้า สินค้าบรรทุก ซึ่งจะเป็นอีกหนึ่งที่จะเป็นบริเวณที่มีการติดต่อประสานงาน ระหว่างเจ้าหน้าที่กับนักเดินทาง ซึ่งบริเวณนี้หากมีการระบายอากาศที่ไม่เหมาะสม จะส่งผลให้กับผู้ปฏิบัติงานมีความเสี่ยง

3.4.2 พื้นที่สำหรับแยกกัก คือ พื้นที่สำหรับการแยกผู้ป่วยหรือผู้ที่มีการปนเปื้อน หรือกระเป๋าดูแลสินค้า ยานพาหนะ ตู้บรรทุกสินค้า สินค้า หรือพัสดุไปรษณียภัณฑ์ที่ได้รับผลกระทบ โดยมีจุดประสงค์เพื่อป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อโรคหรือการปนเปื้อนตู้บรรทุกสินค้า ยานพาหนะ สินค้า และพัสดุไปรษณียภัณฑ์ รวมถึงพื้นที่ที่จัดไว้เพื่อให้บริการในการเข้าออก

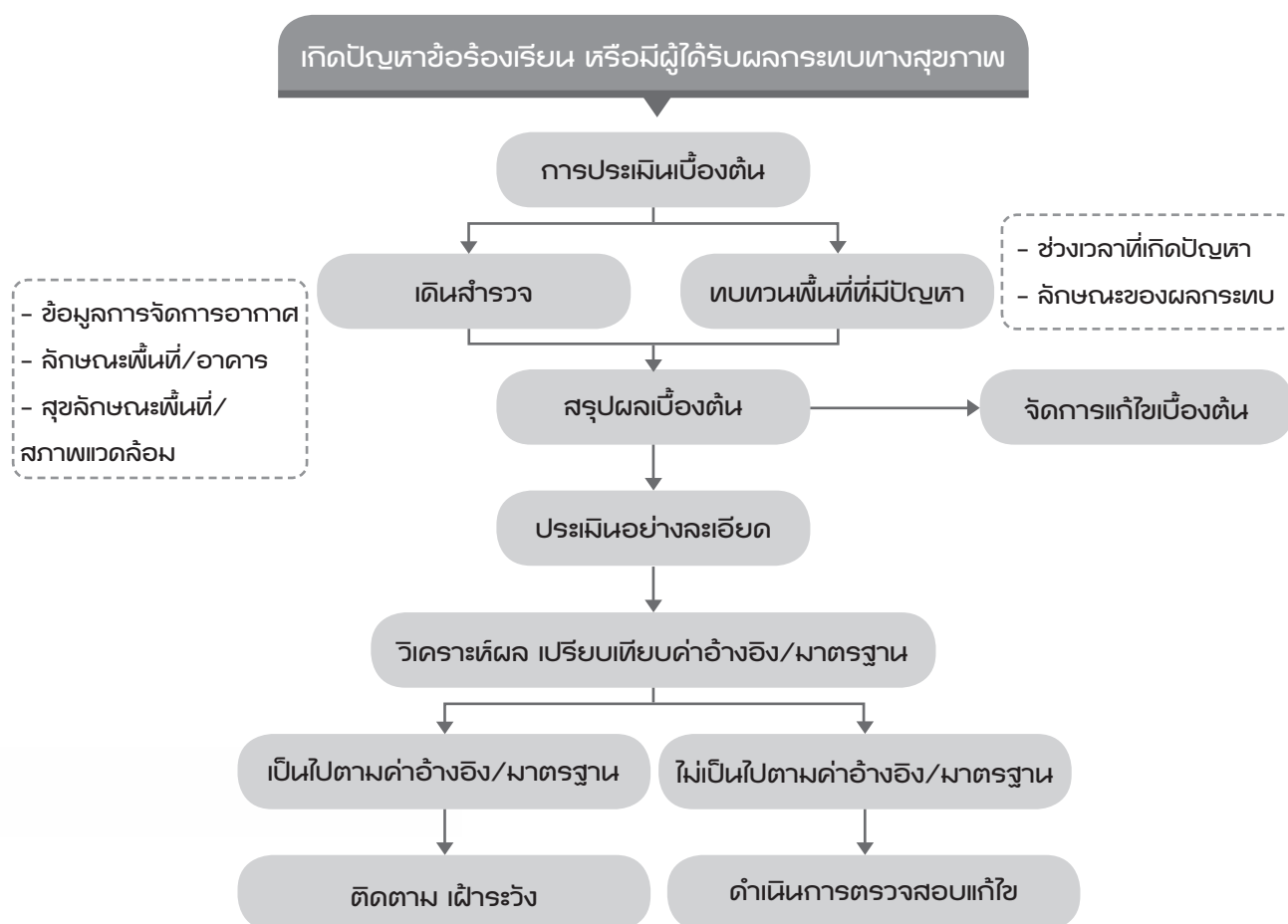
3.4.3 อาคารผู้โดยสาร คือ ส่วนอาคารหลักที่ช่องทางจัดไว้สำหรับให้ผู้โดยสารขาเข้าและผู้โดยสารขาออก ทำพิธีการต่างๆ สำหรับการเดินทาง ตลอดจนพักรอก่อนออกเดินทาง ดังนั้น อาคารผู้โดยสารจึงเป็นอาคารที่สำคัญ เพราะเป็นอาคารสำหรับให้บริการแก่ผู้โดยสารโดยตรง จึงเป็นหนึ่งในจุดเสี่ยงที่มีการรับสัมผัสและสามารถแพร่กระจายเชื้อได้ดีหากมีระบบระบายอากาศที่ไม่เหมาะสม

3.4.4 ด้านควบคุมโรคติดต่อระหว่างประเทศ คือ พื้นที่ของเจ้าหน้าที่ด่าน ซึ่งมีหน้าที่ตรวจตราป้องกันไม่ให้ผู้เดินทางที่มาจากยานพาหนะนำพาภัยสุขภาพและเชื้อโรคเข้ามาแพร่ระบาดในประเทศไทยด้วยมาตรการต่างๆ แล้วแต่จะกำหนด โดยใช้อำนาจตามกฎหมายระหว่างประเทศ พ.ศ. 2548 ซึ่งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติโรคติดต่อ พ.ศ. 2558 (มาตรา 23 และ 24(1) และอนุบัญญัติ (ประกาศและกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องต่างๆ) ซึ่งในบริเวณนี้จะมีการติดต่อกับนักเดินทาง ผู้ป่วยเข้ามารับบริการ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการปรับและเฝ้าระวังในด้านคุณภาพอากาศภายในอาคาร และระบบระบายอากาศ

3.5

ขั้นตอนการตรวจประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคาร

การตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคารประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังต่อไปนี้

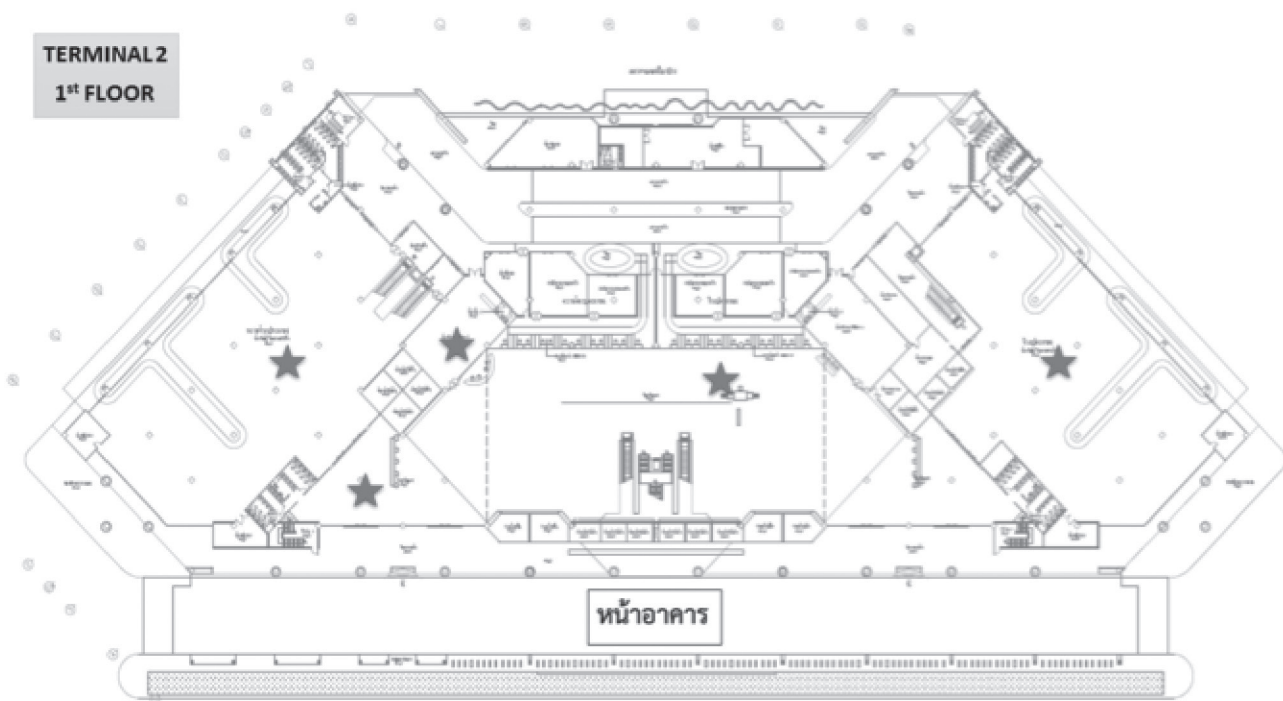


3.6

หลักการประเมินเบื้องต้น (Initial Assessment)

การประเมินเบื้องต้น เป็นการค้นหาข้อมูลความจริงเกี่ยวกับเสี่ยงปนหรือข้อร้องเรียนที่เกิดจากปัญหาคุณภาพอากาศ ปัญหาต่างๆ รวมทั้งความรุนแรงของปัญหาจะได้ข้อมูลจากการดำเนินงานในขั้นตอนนี้ การรวบรวมข้อมูลพื้นฐานต่างๆ ที่มีอยู่ ประกอบด้วย ข้อมูลเกี่ยวกับอาคาร ลักษณะของอาคารทางสุขภาพที่เกิดขึ้นกับคนในอาคาร รวมถึงช่วงเวลาของการเกิดอาการ จะเป็นประโยชน์สำหรับการระบุชนิดและแหล่งที่มาของมลพิษที่อาจจะเกิดขึ้น

สำเนาแผนผังอาคาร รวมถึงการสังเกตและบันทึกข้อมูลปัจจุบันที่พบ จะมีความสำคัญอย่างมาก ผู้ทำการประเมินควรทำการทบทวนข้อมูลประวัติของอาคารที่ผ่านมา รวมถึงการปรับเปลี่ยนตกแต่งผนังหรือโครงสร้างอาคาร นอกจากนี้ ผู้ที่รับผิดชอบในเรื่องการดูแลระบบจัดการอากาศในอาคารควรเข้าร่วมประเมินในครั้งนี้ด้วย



ภาพที่ 5 ตัวอย่างแผนผังอาคารของช่องทางเข้าออกประเทศ จากการประเมินเบื้องต้น

3.7

การเดินสำรวจ (Initial Walkthrough)

การเดินสำรวจเป็นการเดินสำรวจด้วยตา เกี่ยวกับการออกแบบอาคาร แผนผังในแต่ละชั้น และระบบการระบายอากาศของอาคาร ในการเดินสำรวจนี้ควรมีข้อมูลที่เพียงพอสำหรับผู้ทำการสำรวจเพื่อใช้ในการตั้งสมมุติฐานการให้คำแนะนำแก้ไขปัญหเบื้องต้น และการวางแผนสำหรับการสำรวจในครั้งต่อไป การเดินสำรวจในขั้นตอนนี้ไม่จำเป็นต้องทำการตรวจวัดสิ่งแวดล้อม อาจจะใช้เพียงแบบฟอร์มสำรวจเพื่อหาปัญหาเจาะจงในแต่ละพื้นที่ ในขณะที่ทำการเดินสำรวจ อาจจะมีการสัมภาษณ์ผู้ที่อยู่ในอาคาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ที่บ่นหรือร้องเรียน สอบถามเกี่ยวกับอาคาร เวลาที่เกิดอาการ เพื่อที่จะได้หาต้นเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น



ภาพที่ 6 การสัมภาษณ์ผู้ใช้อาคาร และรับฟังปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคาร

ตัวชี้วัดที่ช่วยแสดงถึงแหล่งของมลพิษ ได้แก่

- กลิ่น (ดังตารางที่ตารางที่ 3.2)
- ความหนาแน่นของคนที่อยู่ในพื้นที่
- ปัจจัยทางสุขภาพ
- ฝุ่น
- ปัญหาความชื้น แสดงให้เห็นถึงราที่เกาะตามพื้นผิวต่างๆ
- ร่องรอยต่างๆบนผ้าเปดาน ผืนผ้า หรือพรม
- การใช้สารเคมีต่างๆ ในพื้นที่

ตารางที่ 3.2 กลิ่นที่ใช้เป็นตัวชี้วัดปัญหาในอาคารสำนักงาน

ลักษณะของกลิ่น	ปัญหา	อาการที่มักมีการร้องเรียน
กลิ่นท่อไอเสีย คิว	คาร์บอนมอนอกไซด์	ปวดศีรษะ คลื่นไส้ มึนงง เหนื่อยล้า
กลิ่นตัว	ผู้คนแออัด อัตราการระบายอากาศต่ำ (ทำให้มีระดับคาร์บอนไดออกไซด์สูง)	ปวดศีรษะ เหนื่อยล้า อึดอัด
กลิ่นคล้ายคอน	เกิดตามวัสดุอุปกรณ์ พื้นผิวเปียก	อาการแพ้ ระคายเคือง
กลิ่นสารเคมี	ฟอร์มาลดีไฮด์ สารเคมีกำจัดศัตรูพืช และสารเคมีอื่นๆ	ระคายเคืองตา จมูก และลำคอ
กลิ่นสารอินทรีย์	สารอินทรีย์ระเหย (VOCs)	อาการแพ้ มึนศีรษะ ปวดศีรษะ
กลิ่นซีเมนต์เปียก กลิ่นขอลัก	ฝุ่น ปัญหาระบบความชื้น	ตาแห้ง ปัญหาระบบทางเดินหายใจ ระคายเคืองจมูกและลำคอ ระคายเคืองผิวหนัง ไอ จาม
กลิ่นแก๊สของเสีย	Water traps in floor drains ในห้องน้ำ หรือ basement	Foul smell

นอกจากนี้ กิจกรรมต่างๆ ที่ควรดำเนินการร่วมในขั้นตอนทบทวนพื้นที่ที่มีเสียงบ่นหรือข้อร้องเรียน มีดังนี้

- ทำการทบทวนกิจกรรมการดำเนินงานในพื้นที่ที่มีเสียงบ่นหรือข้อร้องเรียนและพื้นที่โดยรอบเปรียบเทียบกับการใช้งานในปัจจุบัน โดยพิจารณาว่า มีความหนาแน่นของคนเพิ่มขึ้นหรือไม่ มีการปรับเปลี่ยนกิจกรรมการดำเนินงานไปจากเดิมหรือไม่ มีการใช้อุปกรณ์ใหม่ๆเพิ่มจากเดิมหรือไม่ เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องถ่ายเอกสาร และเครื่องทำความชื้น เป็นต้น
- ระบุพื้นที่กำลังดำเนินการออกแบบใหม่ ต่อเติม หรือซ่อมแซมใหม่ หรือดำเนินการใกล้เสร็จสิ้นแล้ว ตรวจสอบถึงวิธีการควบคุมป้องกันมลพิษ เช่น ฝุ่น สี และมลพิษอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมซ่อมแซมนั้นๆ
- ตรวจสอบระดับอุณหภูมิและความชื้นในพื้นที่ที่มีเสียงบ่นหรือข้อร้องเรียน ว่าอยู่ในระดับที่กำลังสบายหรือไม่ รวมทั้งตรวจสอบร่องรอยราในบริเวณที่มีความชื้นสูงหรือมีน้ำรั่วซึม
- ตรวจสอบระดับคาร์บอนไดออกไซด์ ที่ใช้เป็นดัชนีว่ามีการระบายอากาศในพื้นที่นั้นๆ เพียงพอหรือไม่ หากระดับคาร์บอนไดออกไซด์เกิน 1,000 ppm. แสดงว่าอัตราการระบายอากาศในพื้นที่นั้นต่ำ จะทำให้เกิดการสะสมของมลพิษอากาศได้

- สังเกตรูปแบบการไหลเวียนอากาศ สำหรับพื้นที่ที่มีปัญหาการผสมกันของอากาศ (poor mixing) short-circuiting (ช่องจ่ายอากาศและช่องอากาศไหลกลับอยู่ใกล้กัน) และสิ่งกีดขวางการทำงานของท่อจ่ายอากาศและท่อดูดอากาศกลับ
 - กำหนดปัญหาและสรุปเบื้องต้น (Defining the Problems and Drawing Conclusions)
 - การสรุปปัญหาเบื้องต้น ควรจะระบุรายละเอียดดังนี้
 - ลักษณะของเสียงบ่นหรือข้อร้องเรียน
 - จำนวนผู้ได้รับผลกระทบจากปัญหาด้านต่างๆ
 - ปัจจัยหรือระบบต่างๆ ของอาคารที่มีความสัมพันธ์กับเสียงบ่นหรือข้อร้องเรียน เช่น ระยะเวลาสถานที่ เป็นต้น
 - ความเป็นไปได้ที่จะเกิดข้อบกพร่องของระบบจัดการอากาศในอาคาร รวมถึงข้อบกพร่องในเรื่องของการใช้ และการบำรุงรักษาระบบ
 - แหล่งมลพิษภายในและภายนอกที่เห็นชัดเจน
- เมื่อถึงขั้นตอนนี้ ถ้าสามารถระบุปัญหาที่จำเพาะเจาะจงได้ และได้มีการนำเสนอการแก้ไขปัญหาลงไปแล้ว ในขั้นตอนนี้ สามารถจบการดำเนินการสำรวจปัญหาได้ และไม่จำเป็นต้องทำการประเมินอย่างละเอียด จนกว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงใดๆ เกิดขึ้น หรือการแก้ปัญหาที่ได้เสนอไว้ไม่สามารถดำเนินการได้ หรือพบปัญหาอื่นตามมาอาจมีความจำเป็นต้องดำเนินการในขั้นต่อไป คือการประเมินอย่างละเอียด

3.9

การประเมินอย่างละเอียด (Detailed Assessment)

การตรวจประเมินคุณภาพอากาศโดยละเอียด จะใช้ผลของการตรวจประเมินเบื้องต้นในการวางแผนเพื่อกำหนดพารามิเตอร์ที่จะต้องทำการตรวจวัด โดยแต่ละพารามิเตอร์จะมีค่ามาตรฐานและวิธีการตรวจวัด ดังตารางที่ 3.3 โดยตารางได้อ้างอิงมาจากคู่มือการปฏิบัติงานเพื่อการตรวจประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคาร สำหรับเจ้าหน้าที่สำนักงานมัธยเวศสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย

ตารางที่ 3.3 ค่าอ้างอิง/ค่ามาตรฐานและวิธีการตรวจวัดในแต่ละพารามิเตอร์คุณภาพอากาศภายในอาคาร

พารามิเตอร์	วิธีการตรวจวัด/วิธีการวิเคราะห์
อุณหภูมิทำงาน	อุณหภูมิอากาศวัดโดยใช้ hot wire thermistor thermometer sling หรือวิธีการเทียบเท่า Globe temperature วัดโดย Globe thermometer
ความชื้นสัมพัทธ์	ตรวจวัดโดย Thin film capacitor hygrometer thermometer sling หรือวิธีเทียบเท่า
การเคลื่อนที่ของอากาศ	ตรวจวัดโดยวิธีการ hot wire สำหรับการตรวจวัดความเร็วทิศทางเดียว หรือใช้ Kata thermometer สำหรับการวัดความเร็วจากรอบทิศทาง หรือวิธีเทียบเท่า
คาร์บอนไดออกไซด์	ตรวจวัดโดย real-time non-dispersive infrared sensor หรือวิธีเทียบเท่า
คาร์บอนมอนอกไซด์	ตรวจวัดโดย real-time electrochemical sensor หรือวิธีเทียบเท่า (NIOSH Manual of Analytical Methods 6604)

พารามิเตอร์	วิธีการตรวจวัด/วิธีการวิเคราะห์
ฟอร์มาลดีไฮด์	ตรวจวัดโดย detection tubes หรือ real-time electrochemical sensor หรือวิธีเทียบเท่าสำหรับการ Screening (ISO 16000-2) เมื่อความเข้มข้น Formaldehyde มีค่าสูงกว่าค่าสูงสุดที่กำหนดให้ใช้ dinitrophenylhydrazine (DNPH) cartridges และวิเคราะห์โดย High Performance Liquid Chromatography (HPLC) สำหรับการเก็บตัวอย่างแบบต่อเนื่องแทน กำหนดให้ใช้ตาม NIOSH Manual of Analytical Method 2016 หรือ EPA Metho 0100: Sampling for Formaldehyde and other Carbonyl Compounds ISO 16000-3 หรือ NIOSH Manual of Analytical Methods 2016
สารอินทรีย์ระเหยง่ายทั้งหมด	ตรวจวัดโดย real-time photoionization detector หรือวิธีเทียบเท่า
ฝุ่นละอองเล็กกว่า 10 ไมครอน	ตรวจวัดโดย real - time optical scattering หรือ piezoelectric monitors หรือวิธีเทียบเท่า
ฝุ่นละอองเล็กกว่า 2 ไมครอน	ตรวจวัดโดย real - time piezoelectric monitors หรือ optical scattering หรือวิธีเทียบเท่า
แบคทีเรียทั้งหมด	ตรวจวัดโดยเครื่อง Anderson single-stage impactor (N6) หรืออุปกรณ์ที่ถูกต้องแบบมาเพื่อการเก็บตัวอย่างจุลชีพในอากาศ โดยการเก็บจะใช้อัตราการไหลเท่ากับ 28.3 L/min (1 ft ³ /min) โดยทำการเก็บ 4 นาที หรือที่ปริมาณอากาศเทียบเท่า แบคทีเรียถูกคัดสายพันธุ์โดยใช้ Tryptone Soya Agar (TSA) media และเลี้ยงที่อุณหภูมิ 35°C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ตัวอย่างที่ถูกเลี้ยงบนจานเพาะเชื้อ (culture plate) ควรมีค่าอยู่ในช่วง 30 ถึง 300 โคโลนี เพื่อให้ได้ผลดี
ราทั้งหมด	ตรวจวัดโดยเครื่อง Anderson single-stage impactor (N6) หรืออุปกรณ์ที่ถูกต้องแบบมาเพื่อการเก็บตัวอย่างจุลชีพในอากาศ โดยการเก็บจะใช้อัตราการไหลเท่ากับ 28.3 L/min (1 ft ³ /min) โดยทำการเก็บ 4 นาที หรือที่ปริมาณอากาศเทียบเท่า เลี้ยงโดยใช้ 2% Malt Extract Agar (MEA) ที่ 25°C เป็นเวลา 5 วัน หากพบว่ามีเชื้อราในอาคารที่มีสัดส่วนสูง แต่ไม่พบภายนอกอาคารแสดงว่ามีแนวโน้มที่จะเกิดจากการเจริญเติบโตของเชื้อราในอาคาร การเก็บตัวอย่างเชื้อราในอากาศ เป็นการศึกษาว่ามีการเจริญเติบโตของราในอาคารหรือไม่ ส่วนการเก็บตัวอย่างอากาศที่พื้นผิว ควรเก็บที่จุดที่มีการเจริญเติบโตของรา โดยใช้อุปกรณ์เก็บที่เหมาะสม

ขณะที่ทำการประเมินคุณภาพอากาศอย่างละเอียด จะต้องสอบสวนแหล่งมลพิษและดัชนีคุณภาพอากาศ ตรวจวัดมลพิษที่เกิดขึ้น และตรวจสอบระบบปรับอากาศ นอกเหนือจากการดำเนินงานที่ผ่านมาโดยใช้แบบประเมิน หรือแบบสำรวจเบื้องต้นแล้ว ในขั้นตอนนี้อาจจำเป็นต้องให้เครื่องมือตรวจวัดเฉพาะมลพิษแต่ละชนิด และอาจจำเป็นต้องส่งวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการด้วย การเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างควรดำเนินการด้วยผู้เชี่ยวชาญและผู้มีประสบการณ์ในการเก็บตัวอย่าง ก่อนที่จะดำเนินการเก็บตัวอย่างมลพิษที่ปนเปื้อนในอากาศ ผู้ที่ทำหน้าที่เก็บตัวอย่างจะต้องทราบว่าจะทำการวัดมลพิษชนิดใด รวมถึงเครื่องมือที่จะใช้ในการตรวจวัด การดำเนินงาน ผู้ที่มีหน้าที่ตรวจวัดจะต้องทำความเข้าใจในเรื่องต่างๆ ดังนี้

3.9.1 วัตถุประสงค์ของการตรวจวัด

วิธีการตรวจวัดควรจะอยู่บนพื้นฐานความเข้าใจว่าภายในอาคารนั้นมีการดำเนินกิจกรรมใดบ้าง ดำเนินการอย่างไร มีเสียงบ่นหรือข้อร้องเรียนจากปัญหาคุณภาพอากาศในลักษณะใด การเก็บตัวอย่างอากาศ อาจดำเนินการตามวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน ดังนี้

- เพื่อจัดทำข้อมูลพื้นฐาน โดยข้อมูลระดับมลพิษบนเรือนที่ตรวจวัดได้ในพื้นที่ที่มีปัญหา สามารถนำมาเปรียบเทียบกับพื้นที่อื่นๆ หรือช่วงเวลาอื่นๆ ได้
- เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพอากาศภายนอกและภายในอาคาร
- เพื่อทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับแหล่ง/พื้นที่ที่มีปัญหา
- เพื่อยืนยันประสิทธิภาพระบบการจัดการอากาศ หรือมาตรการควบคุมต่างๆ
- เพื่อเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของมลพิษบนเรือนที่ตรวจวัดได้ เปรียบเทียบกับค่าแนะนำ/ค่าที่ยอมรับได้ หรือค่ามาตรฐานของมลพิษชนิดนั้นๆ

3.9.2 ข้อพิจารณาสำหรับการเลือกพื้นที่เก็บตัวอย่าง

ในการเลือกพื้นที่เก็บตัวอย่างสำหรับการสอบสวนหาสาเหตุของปัญหาคุณภาพอากาศในอาคาร พื้นที่ภายในอาคารที่ใช้สำหรับการกำหนดจุดที่จะทำการตรวจวัด แบ่งออกเป็น

- แบ่งตามประเภทของระบบปรับอากาศ
- แบ่งตามพื้นที่ที่มีเสียงบ่นหรือข้อร้องเรียน กับพื้นที่ที่ไม่มีเสียงบ่นหรือข้อร้องเรียน
- แบ่งตามแหล่งของปัญหาสำคัญ (เช่น ใกล้เคียงที่สูบบุหรี่ ใกล้ห้องถ่ายเอกสาร เป็นต้น)
- แบ่งตามพื้นที่ที่มีเสียงบ่นหรือข้อร้องเรียน

3.9.3 ข้อพิจารณาสำหรับการเก็บตัวอย่าง

- หากทำการตรวจวัดสิ่งปนเปื้อนที่เกิดจากโครงสร้างของอาคาร การตกแต่งอาคาร หรือระบบระบายอากาศ (เช่น ฟอร์มัลดีไฮด์ สารระเหยอินทรีย์ การปนเปื้อนทางชีวภาพ) เก็บตัวอย่างจะต้องครอบคลุมในช่วงเช้า ถ้าระบบระบายอากาศได้ถูกปิดในตอนกลางวันหรือในวันหยุดสุดสัปดาห์

- หากทำการตรวจวัดสิ่งปนเปื้อนที่เกิดจากผู้ที่ทำงานในอาคาร (เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์) หรือเกิดจากกิจกรรมการทำงาน เช่น การใช้เครื่องถ่ายเอกสาร เป็นต้น ควรทำการเก็บตัวอย่างต่อเนื่องไปจนกระทั่งเลิกงาน หรือใกล้เวลาเลิกงาน เพื่อค้นหาระดับความเข้มข้นของสารปนเปื้อนระดับที่สูงสุด

- ระยะเวลาในรอบปีก็เป็นสิ่งที่จะต้องนำมาพิจารณา หากอาคารเป็นลักษณะที่ประหยัดพลังงานทั้งปี ทำให้การนำอากาศจากภายนอกเข้ามาสู่ภายในอาคารจะน้อยในช่วงที่อากาศเย็นหรือร้อนมากๆ ซึ่งจะมีผลทำให้ระดับของสิ่งปนเปื้อนสูงขึ้นกว่าปกติ

- ความเหมาะสมของเครื่องมือที่ใช้ตรวจวัด และการเปรียบเทียบความถูกต้องของเครื่องมือเป็นสิ่งที่สำคัญมากสำหรับเก็บตัวอย่าง การปรับเทียบความถูกต้องของเครื่องตรวจวัดจะทำให้มั่นใจได้ว่า ค่าที่ได้มีความถูกต้องน่าเชื่อถือ

- ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง ควรกำหนดให้ครอบคลุมถึงช่วงเวลา หรือสถานการณ์ที่คิดว่ามีปัญหามลพิษอากาศ หรือเป็นช่วงที่มีระดับสิ่งปนเปื้อนสูงสุด (Worst - case conditions) เช่น ช่วงเวลาที่มีการใช้อุปกรณ์ที่อาจปล่อยสารปนเปื้อนออกมามากที่สุด หรือช่วงเวลาที่การระบายอากาศน้อยสุด ผลจากการเก็บตัวอย่างในสถานการณ์นี้ จะแสดงระดับสูงสุดของการรับสาร

3.10

จำนวนจุดเก็บตัวอย่าง (Number of sampling points)

จำนวนจุดเก็บตัวอย่าง มีดังนี้

1) ในอาคาร

สำหรับอาคารที่มีหลายชั้น จำนวนหรือเปอร์เซ็นต์ของชั้นที่ควรจะทำกรเก็บตัวอย่าง ดังตารางที่ 3.4 สำหรับการเก็บตัวอย่างในแต่ละชั้น ควรเก็บอย่างน้อยหนึ่งตัวอย่างจากแต่ละพื้นที่ที่มีระบบการจัดการอากาศ Fan coil unit หรือระบบปรับอากาศที่แตกต่างกัน ตัวอย่างที่เก็บจากแต่ละพื้นที่ควรเลือกในจุดที่มีคนอยู่ในพื้นที่สูงสุดหรือเป็นพื้นที่ที่มีเสียงบ่นหรือร้องเรียนเกี่ยวกับคุณภาพอากาศ

ตารางที่ 3.4 จำนวนที่ควรเก็บตัวอย่างในสิ่งแวดล้อมในอาคาร (Singapore standard SS 554: 2009)

จำนวนชั้นทั้งหมดที่มีผู้อยู่อาศัยภายในอาคาร	ร้อยละของจำนวนชั้นที่เก็บตัวอย่าง
< 5	80% ของจำนวนชั้น
5 - 10	70% ของจำนวนชั้น
11 - 20	60% ของจำนวนชั้น
21 - 30	12 ชั้น หรือ 50% ของจำนวนชั้นทั้งหมด หรืออาจมากกว่า
31 - 40	15 ชั้น หรือ 40% ของจำนวนชั้นทั้งหมด หรืออาจมากกว่า
41 - 50	16 ชั้น หรือ 35% ของจำนวนชั้นทั้งหมด หรืออาจมากกว่า
> 50	18 ชั้น หรือ 30% ของจำนวนชั้นทั้งหมด หรืออาจมากกว่า

ข้อเสนอแนะ ควรมียังน้อย 1 ชั้นจาก 10% ของจำนวนชั้นที่มีระดับปัญหา IAQ สูงสุด



ภาพที่ 7 ตัวอย่างการตรวจวัดและเก็บตัวอย่างภายในอาคารช่องทางเข้าออกประเทศ

2) นอกอาคาร

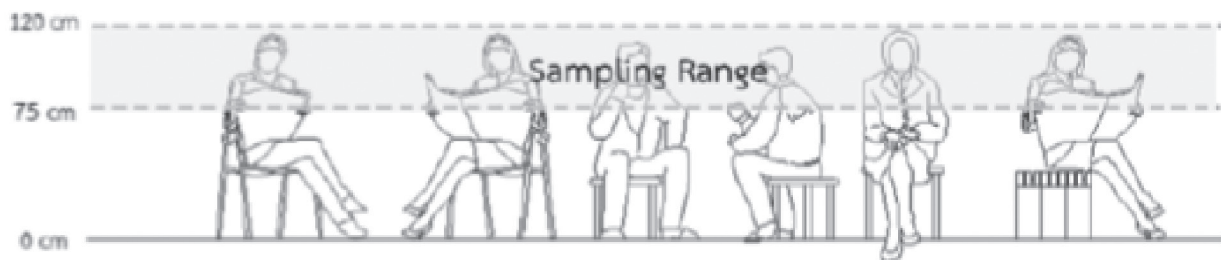
ภายนอกอาคาร ควรทำการเก็บตัวอย่างอย่างน้อยที่สุด 2 ตัวอย่าง โดยทำการเก็บที่

เนื่องจากคุณภาพอากาศในอาคารมักขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของระบบจัดการอากาศ การ susceptibility ของผู้ที่อยู่ในอาคาร และศักยภาพของแหล่งมลพิษที่เกิดจากความหนาแน่นของผู้คนที่อยู่ในอาคาร กิจกรรมที่เกิดขึ้นในอาคาร ดังนั้นพื้นที่เก็บตัวอย่างโดยทั่วไปควรดำเนินการดังนี้

- พื้นที่เก็บตัวอย่างให้ครอบคลุมในแต่ละพื้นที่ของระบบการจัดการอากาศ
- พื้นที่เก็บตัวอย่างควรอยู่ในพื้นที่ที่มีการร้องเรียนด้วย
- พื้นที่เก็บตัวอย่างควรครอบคลุมทั้งพื้นที่ที่มีคนอยู่หนาแน่นมากและน้อย

ขณะที่ทำการเก็บข้อมูล การตรวจวัดควรเลือกตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างตามแนวทางทั่วไปดังนี้

- เป็นตัวแทนของพื้นที่และงาน/กิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในอาคาร
- ไม่ควรรบกวนการทำงานหรือการทำกิจกรรมภายในอาคาร
- ควรห่างจากมุมหรือหน้าต่างอย่างน้อย 0.5 เมตร
- ควรห่างจากผนัง ฉากกั้น และพื้นที่ผิวอื่นๆ ที่มีลักษณะตั้งฉาก เช่น ตู้ เป็นต้น อย่างน้อย 0.5 เมตร
- จะต้องไม่อยู่ตรงหน้าจุดจ่ายอากาศ induction unit, floor fans, heater
- ถ้าเลือกได้ไม่ควรเลือกตำแหน่งบริเวณ hallway หรือ passageways
- ควรห่างจากจุดกำเนิดมลพิษ เช่น เครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องพิมพ์ เป็นต้น อย่างน้อย 1 เมตร
- ควรห่างจากประตูอย่างน้อย 2 เมตร
- หากเก็บตัวอย่างที่ corridor/lobby ควรห่างจาก elevator อย่างน้อย 3 เมตร
- จัดที่เก็บตัวอย่าง จะต้องไม่กีดขวางผู้ที่อยู่ในอาคาร ทั้งในสถานการณ์ปกติและฉุกเฉิน
- ตำแหน่งที่ทำการเก็บตัวอย่าง ควรมีความสูงอยู่ 75-120 เซนติเมตรจากพื้น ที่กลางห้องหรือกลางพื้นที่ที่มีผู้ใช้งาน และควรให้อยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับระดับการหายใจของผู้ที่อยู่ในอาคารให้มากที่สุด



ภาพที่ 8 ระดับการตรวจวัด ซึ่งควรมีความสูงอยู่ 75-120 เซนติเมตรจากพื้น ที่กลางห้องหรือกลางพื้นที่ที่มีผู้ใช้งาน และควรให้อยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับระดับการหายใจของผู้ที่อยู่ในอาคารให้มากที่สุด

การตรวจวัดพารามิเตอร์ของคุณภาพอากาศ ควรจะเก็บอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 8 ชั่วโมง หากไม่สามารถดำเนินการได้ ควรเก็บตัวอย่างที่สามารถเป็นตัวแทนที่เหมาะสม และสะท้อนปัญหาที่เกิดขึ้นได้ เช่น การเก็บตัวอย่างเป็นช่วงๆ 4 ครั้ง โดยเก็บช่วงละไม่ต่ำกว่า 30 นาที ก็สามารถยอมรับได้

ในอาคารสำนักงาน สามารถเก็บเป็นช่วงๆ ตามข้างต้นได้ โดยให้ครอบคลุมช่วงเวลาการทำงาน แต่สำหรับในอาคารสาธารณะอื่นๆ เช่น โรงหนัง ห้างสรรพสินค้า เป็นต้น ช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่างจะต้องครอบคลุมช่วงที่คาดว่าจะเกิดปัญหามากที่สุด หรือช่วงเวลาที่มีคนเข้ามาอยู่ในอาคารมากที่สุด

3.13

วิธีการเก็บตัวอย่าง

3.13.1 การตรวจวัดอุณหภูมิ

อุณหภูมิ เป็นพารามิเตอร์พื้นฐานหนึ่งของการตรวจวัดคุณภาพอากาศในอาคาร ซึ่งมีผลโดยตรงกับความสุขสบายกายของผู้ที่อยู่ในอาคาร ส่งผลต่อสมาธิในการทำงานและผลผลิตของงาน

การตรวจวัดอุณหภูมิ ควรทำการตรวจวัดอย่างสม่ำเสมอ โดยตรวจวัดในหลายๆ พื้นที่ภายในห้องหรือภายในอาคาร เพื่อให้เกิดความมั่นใจได้ว่าอากาศมีการกระจายตัวทั่วถึงในทุกพื้นที่ และมีอุณหภูมิที่คงที่ เครื่องมือตรวจวัดจะมีทั้งแบบที่วัดเฉพาะอุณหภูมิและความชื้น (Thermo hygrometers) หรือเป็นเครื่องวัดการระบายอากาศที่สามารถวัดได้หลายๆ พารามิเตอร์ (Multi - parameter ventilation meters)



ภาพที่ 9 Thermo hygrometer



ภาพที่ 10 Multi-parameter ventilation meters

3.13.2 การตรวจวัดความชื้น

หากความชื้นภายในอาคารน้อยเกินไปจะทำให้ผู้ที่อยู่ในอาคารมีความรู้สึกผิวแห้ง แต่หากความชื้นสูงเกินไป จะทำให้ผู้ที่อยู่ในอาคารรู้สึกเหนียวตัว ดังนั้น อุณหภูมิที่เหมาะสมควรคงไว้ 30 - 65% จะทำให้ผู้ที่อยู่ในอาคารรู้สึกสบายตัว

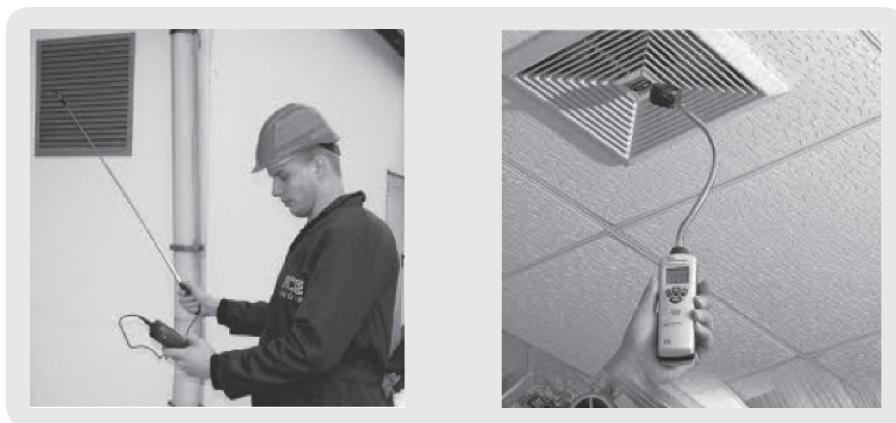
วิธีการตรวจวัดควรทำการตรวจวัดอย่างสม่ำเสมอ โดยตรวจวัดในหลายๆ พื้นที่ภายในห้องหรือภายในอาคาร เพื่อให้เกิดความมั่นใจได้ว่าอากาศมีการกระจายตัวทั่วถึงในทุกพื้นที่ และมีความชื้นสัมพัทธ์ที่คงที่ การตรวจวัดมักจะใช้เครื่องมือเดียวกับเครื่องวัดอุณหภูมิ โดยตรวจวัดควบคู่ไปกับการตรวจวัดการเคลื่อนที่การไหลเวียนของอากาศ

3.13.3 ความเร็วลม (Velocity)

เป็นสิ่งแรกที่จะต้องทำการตรวจวัด เพื่อมั่นใจได้ว่ามีอากาศจ่ายเข้ามาในห้องหรือในพื้นที่เพียงพอที่จะทำให้ผู้ที่อยู่ในอาคารรู้สึกสบายกาย เพราะอากาศที่เคลื่อนที่เข้ามาสามารถส่งผลกระทบต่อระดับความสุขสบายกาย หากมีมากเกินไปผู้ที่อยู่ในอาคารจะรู้สึกหนาว แต่หากน้อยเกินไปจะทำให้รู้สึกอึดอัดได้

ก่อนอื่นควรตรวจสอบที่ช่องจ่ายอากาศว่ามีอากาศเข้ามาในห้องเพียงพอหรือไม่ ต้องมั่นใจว่าไม่มีสิ่งใดกีดขวางระบบการจ่ายอากาศ ความเร็วลมถือว่าเป็นดัชนีที่ดีสำหรับตรวจสอบว่าอากาศมีการกระจายตัวไปยังส่วนต่างๆ ของห้องได้อย่างทั่วถึงหรือไม่ การตรวจวัดควรทำการตรวจวัดที่หัวจ่ายอากาศ และทำการตรวจวัดในพื้นที่บริเวณที่มีผู้ที่อยู่

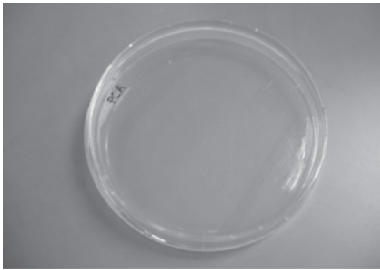
หรือปฏิบัติงานจริง (Actual occupied zones) โดยตำแหน่งที่วัดควรอยู่ในระดับหัวไหล่ในท่านั่งของผู้ปฏิบัติงาน เพื่อประเมินว่าความเร็วลมมีผลต่อผู้ใช้พื้นที่อย่างไร เครื่องมือที่ใช้จะมีหลายประเภท เช่น Air velocity meter, Rotating vane anemometers และ Multi-parameter ventilation เป็นต้น



ภาพที่ 11 การตรวจวัดความเร็วลม

ตาราง 3.5 ตัวอย่างเครื่องมือการตรวจวัดคุณภาพอากาศในอาคาร

เครื่องมือ	ภาพประกอบ
Indoor Air Monitoring	
เครื่องวัดฝุ่น Four Channel Handheld	
เครื่องเก็บตัวอย่างจุลชีพแบบ 2 หัว	

เครื่องมือ	ภาพประกอบ
อาหารสำหรับเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย ใช้ Trypticase soy agar (TSA) หรือ PCA (plate count agar) อาหารสำหรับเลี้ยงเชื้อรา ใช้ Malt extract agar (MEA) หรือ PDA (Potato dextrose agar)	

3.13.4 การตรวจวัดการระบายอากาศ (Ventilation)

การนำอากาศสะอาด (Fresh air) เข้ามาในห้องหรือในอาคาร จะช่วยเจือจางมลพิษที่อยู่ภายในห้อง/อาคารและสามารถขจัดออกสู่ภายนอกอาคารได้เร็วขึ้น ASHRAE ได้แนะนำค่ามาตรฐานของปริมาณอากาศโดยมีหน่วยเป็น ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที (Cubic feet per minute: cfm) ต่อบุคคล ซึ่งปริมาณจะขึ้นกับชนิดของพื้นที่ในอาคารและกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในอาคาร ดัชนีที่ดีสำหรับประเมินว่าการระบายอากาศภายในห้องเหมาะสมหรือไม่คือ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ภายในห้องหรือพื้นที่นั้นๆ โดยทั่วไป CO₂ จะถูกปล่อยออกมาจากลมหายใจออกของคน การเผาไหม้ และอื่นๆ และในบรรยากาศภายนอกอาคารมักจะมีระดับ CO₂ อยู่ที่ 300-400 ppm หากภายในห้องหรืออาคารมีระดับ CO₂ สูงขึ้นอาจแสดงถึงสถานการณ์ที่จำเป็นต้องเพิ่มการระบายอากาศเข้าสู่ภายในพื้นที่นั้น หากพิจารณามาตรฐานของ ASHRAE และของประเทศสิงคโปร์จะแนะนำค่า CO₂ ในอาคารไว้ที่ไม่เกิน 700 ppm เมื่อเปรียบเทียบกับระดับ CO₂ ที่ตรวจวัดภายในอาคารกับระดับ CO₂ ที่ตรวจวัดภายนอกอาคาร

การตรวจวัดควรที่จะกำหนดจุดตรวจวัดในแต่ละพื้นที่ของห้องหรือของอาคาร โดยคำนึงถึงการกระจายตัวของอากาศเป็นหลัก และจุดที่ตรวจวัดควรอยู่ในตำแหน่งที่ระดับความสูงจากพื้นแตกต่างกัน จะต้องเก็บตัวอย่างที่หัวจ่ายอากาศ (Supply air) และหัวรับอากาศกลับ (Return air) นอกจากนี้จะต้องทำการเก็บตัวอย่างอากาศภายนอกอาคารด้วย จำนวนอากาศจากภายนอกที่เข้ามาในอาคารจะคำนวณเป็น เปอร์เซ็นต์ของปริมาณอากาศภายนอกทั้งหมด ดังสมการดังนี้

$$\text{Percent Outside Air (\%OA)} = \frac{\text{RAM} - \text{SAM}}{\text{RAM} - \text{OA}} \times 100$$

โดยที่ RAM = Return Air Measure

SAM = Supply Air Measure

OAM = Outside Air Measure

เมื่อได้มีการกำหนดค่าปริมาณของอากาศโดยมีหน่วยเป็นลูกบาศก์ฟุตต่อนาที (cfm) สามารถคำนวณปริมาณอากาศจากภายนอกเข้ามาสู่ในอาคาร (OA) ได้โดยการนำค่าอัตราการไหลของอากาศ (Air flow) ที่มีหน่วยเป็น cfm มาคูณกับเปอร์เซ็นต์อากาศภายนอก (OA%)

$$\text{Air flow (cfm)} \times \%OA = \text{OA\% cfm}$$

จากนั้นนำค่าที่ได้มาหารด้วยจำนวนคนที่อยู่ในพื้นที่ เพื่อหาปริมาณอากาศภายนอกต่อบุคคล

$$\frac{\text{OA\% cfm} = \text{RAM} - \text{SAM}}{\text{\# of people}} = \text{volume of OA per person (in cfm)}$$

ผลที่ได้จากการคำนวณ จะนำไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของ ASHRAE standard 62 ที่กำหนดปริมาณอากาศจากภายนอกที่นำเข้ามาในอาคารต่อบุคคล ตามลักษณะการใช้งานและกิจกรรมในแต่ละพื้นที่ ดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 ปริมาณอากาศจากภายนอกที่นำเข้ามาในอาคารต่อบุคคล

พื้นที่	Cfm/person (อากาศจากภายนอก)
ห้องอาหาร	20
ห้องครัว	15
ห้องพักในโรงแรม	15
บริเวณที่จอดรถ	1.5 cfm/ft ²
พื้นที่ห้องทำงาน	20
ห้องประชุม	20
ห้องน้ำสาธารณะ	50
บริเวณพื้นที่สุขุมวิท	60
ห้องเก็บสินค้า	15
โรงยิม	20
ห้องเรียน	15
ห้องปฏิบัติการ (Lab.)	20
โรงภาพยนตร์	15
ห้องสมุด	15
ห้องพักผู้ป่วย	25
ห้องพักฟื้น	15
ห้องผ่าตัด	30
ห้องนั่งเล่นในบ้าน	15
ห้องครัวในบ้าน	25
ห้องอาบน้ำในบ้าน	20
โรงรถที่บ้าน	100 cfm/ยานพาหนะ

3.13.5 การตรวจวัดคาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon monoxide)

คาร์บอนมอนอกไซด์เป็นก๊าซไม่มีสี ไม่มีกลิ่น และมีความเป็นพิษ เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ เมื่อหายใจเข้าไปก๊าซจะไปยับยั้งการนำและแลกเปลี่ยนออกซิเจนของเลือด หากร่างกายได้รับก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จะทำให้ร่างกายขาดออกซิเจนและทำให้เสียชีวิตได้

การตรวจวัดคาร์บอนมอนอกไซด์ ควรจะทำการตรวจวัดเป็นระยะๆ และให้ครอบคลุมหลายๆพื้นที่ เพื่อให้มั่นใจว่าอากาศภายในห้องหรือภายในอาคารได้มีการกระจายอย่างทั่วถึง และไม่มีระดับคาร์บอนมอนอกไซด์ในระดับที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ จุดที่เก็บตัวอย่างจะต้องครอบคลุมพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์หรือที่เป็นแหล่งกำเนิดได้แก่ บริเวณที่มีการประกอบอาหาร บริเวณพื้นที่สูบบุหรี่ บริเวณที่ใกล้กับแหล่งจราจรหรือที่จอดรถ เป็นต้น เครื่องมือที่ใช้ตรวจวัดคือ เครื่องวัดระดับคาร์บอนมอนอกไซด์แบบอ่านค่าได้โดยตรง



ภาพที่ 12 การตรวจวัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์

3.13.6 การตรวจวัดอนุภาค (Airborne particles)

อนุภาคขนาดเล็กที่หายใจเข้าไปแล้วติดค้างอยู่ที่ปอด จะทำอันตรายต่อเยื่อหุ้มปอด และทำให้เกิดโรคมะเร็งปอดได้ ก๊าซหุงต้มที่ใช้ภายในอาคาร ตลอดจนควันบุหรี่ สามารถทำให้เกิดอนุภาคขนาดเล็กดังกล่าวได้ สิ่งสำคัญประการแรกคือ การลดอนุภาคที่อาจเกิดขึ้นภายในอาคารให้มากที่สุดและจะต้องทำเป็นประจำ ได้แก่ การทำความสะอาด พื้นผิวต่างๆ ใช้แผ่นกรองอากาศที่มีประสิทธิภาพและหมั่นทำความสะอาด เป็นต้น

การตรวจวัดอนุภาคภายในอาคาร สามารถทำการตรวจวัดโดยใช้เครื่องมือ 2 แบบ ได้แก่

- 1) เครื่องมือตรวจวัดอนุภาคแบบอ่านค่าได้โดยตรง
- 2) เครื่องตรวจวัดที่ใช้มีเดียและต้องทำการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ

3.13.7 การตรวจวัดทางชีวภาพ

สิ่งแวดล้อมทางชีวภาพ หมายถึง อันตรายที่มีสาเหตุมาจากปัจจัยทางชีวภาพ โดยทั่วไปหมายถึง สารหรือสิ่งมีชีวิต เช่น พืช สัตว์ หรือจุลชีพทั้งหลาย ที่อาจแขวนลอยในอากาศทั่วไป และตัวกลางอื่นทั้งในและนอกอาคาร กลวิธีในการเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์จุลชีพมีกลวิธีเดียวกับการเก็บตัวอย่างอากาศโดยทั่วไป ก่อนอื่นจะต้องตั้งคำถามว่า มีวัตถุประสงค์ในการเก็บตัวอย่างอย่างไร จะเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์หาจุลชีพรวมหรือชนิดใดชนิดหนึ่งจำเพาะเจาะจง จะทำการเก็บตัวอย่างแบบใด ที่ไหน ระยะเวลาานานเท่าใด และอื่นๆ การเก็บตัวอย่างจุลชีพในอาคารบางชนิดซึ่งเป็นอนุภาคขนาดใหญ่และตกสะสมบนพื้น อาจต้องทำให้ฝุ่นฟุ้งกระจายขึ้นมาในอากาศแล้วจึงทำการเก็บตัวอย่างอากาศในระยะเวลาสั้นๆ หรือสำหรับการเก็บตัวอย่างไรฝุ่นซึ่งซ่อนตัวอาศัยอยู่ในพรม ที่นอน หมอน ฯลฯ ในที่ปกออาศัย อาจต้องใช้เครื่องดูดฝุ่น ในการเก็บตัวอย่างจึงสามารถประเมินผลกระทบของจุลชีพต่อผู้ที่อยู่อาศัยในห้อง/อาคารได้ ดังนั้นหน่วยนับของจุลชีพอาจเป็นจำนวนจุลชีพต่อลูกบาศก์เมตรอากาศ หรือต่อตารางเมตรของพื้นที่ หรือต่อมิลลิกรัมของฝุ่นที่เก็บทั้งหมด

ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างจุลชีพในอาคาร ควรสะท้อนระยะเวลาในการสัมผัสสารนั้นๆ แต่การเก็บตัวอย่างทางชีวภาพเป็นสิ่งที่ทำได้ยากและสิ้นเปลือง เนื่องจากคนส่วนใหญ่อาศัยหรือทำงานอยู่ในอาคารเป็นระยะเวลานาน ในขณะที่การเก็บตัวอย่างชีวภาพที่มีชีวิตแขวนลอยในอากาศและนำมาเพาะเชื้อในอาหารเลี้ยงเชื้อ โดยที่การเก็บตัวอย่าง

เลี้ยงเชื้อแต่ละตัวอย่างอาจต้องใช้เวลาในการเก็บสั้นๆ เพียงไม่กี่วินาที เนื่องจากจุลชีพอาจตกลงที่จุดเดียวกันหรือจุดที่ใกล้เคียงกันมากกว่าหนึ่งอนุภาค เมื่อบ่มเพาะเชื้อโคโลนีของจุลชีพเหล่านี้เจริญเติบโตซ้อนกันหรือรวมกัน ทำให้การนับคลาดเคลื่อนได้ และการเก็บตัวอย่างเป็นเวลานานอาจส่งผลให้จุลชีพบางชนิดตายได้เพราะไม่สามารถทนต่อสภาพแวดล้อมบนตัวอย่างที่เก็บด้วยกระดาษกรอง

ดังนั้น การเก็บตัวอย่างโดยการดักเก็บด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อใช้เวลาประมาณ 1 - 5 นาที หรืออาจสั้นเพียง 15 - 90 วินาที ระยะเวลาการเก็บตัวอย่างจะขึ้นอยู่กับอัตราการไหลของอากาศและความเข้มข้นของจุลชีพที่คาดว่าจะมีในอากาศ หากความเข้มข้นของจุลชีพในอากาศสูงควรเก็บตัวอย่างอากาศในปริมาตรที่ต่ำกว่า โดยอาจกำหนดให้ระยะเวลาเก็บตัวอย่างสั้นกว่า หรืออัตราการไหลอากาศต่ำกว่า เป็นต้น นอกจากนี้ สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการเก็บตัวอย่างจุลชีพ ได้แก่

- อุณหภูมิและความชื้นต่ำ

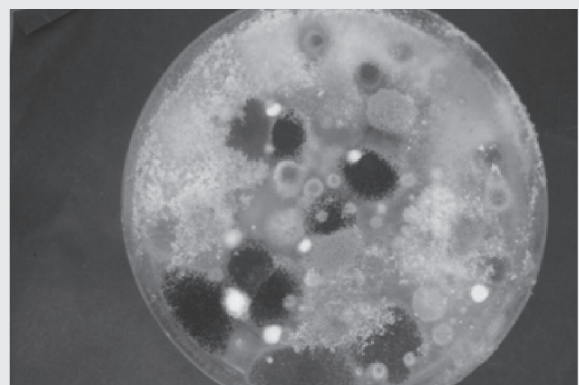
จะส่งผลทำให้การเจริญเติบโตของจุลชีพ แบคทีเรียบางชนิดมีอัตราการรอดในที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 80% สูงกว่าในที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 30% ถึง 35-65 เท่า ดังนั้นในการเก็บตัวอย่างจำเป็นต้องบันทึกอุณหภูมิและความชื้นด้วย

- ความปลอดภัย

การป้องกันการปนเปื้อนในขณะเก็บตัวอย่าง อุปกรณ์ทุกชนิดต้องผ่านขั้นตอนการฆ่าเชื้อ และผู้ที่ทำหน้าที่เก็บตัวอย่างจะต้องล้างมือให้สะอาด นอกจากนี้ เพื่อป้องกันอันตรายของผู้เก็บตัวอย่าง ควรมีการป้องกันตนเองโดยใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่เหมาะสม และปฏิบัติตามขั้นตอนการทำงานที่ปลอดภัย

- การควบคุมคุณภาพ

การเก็บตัวอย่างจำเป็นต้องมีการควบคุมคุณภาพ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของตัวอย่างที่อาจเกิดขึ้นได้ค่อนข้างง่ายในทุกขั้นตอน คือการทำแบลนด์ (Blank sample) ซึ่งเป็นการเตรียมตัวอย่างและดำเนินการเช่นเดียวกับตัวอย่างทุกขั้นตอนยกเว้นไม่ดูดอากาศผ่าน โดยจะทำแบลนด์ในขณะเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ (Laboratory media blank) และแบลนด์ในขณะเก็บตัวอย่างและขนส่งมายังห้องปฏิบัติการเพื่อวิเคราะห์ (Field blank)



ภาพที่ 13 การเก็บตัวอย่างทางชีวภาพ

มาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคาร ที่เหมาะสมสำหรับอาคารช่องทางเข้าออกประเทศ

ในการประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารนักวิทยาศาสตร์อุตสาหกรรมไม่ควรเปรียบเทียบสภาวะแวดล้อมภายในอาคารกับค่ามาตรฐานของสภาวะแวดล้อมภายในโรงงานอุตสาหกรรมหรือสถานประกอบการ ทั้งนี้เนื่องจากในระบบปรับอากาศและระบายอากาศของอาคารนั้น จะมีการนำเอาอากาศบริสุทธิ์จากภายนอกอาคารเข้ามาในอาคารค่อนข้างน้อย ด้วยเหตุผลของการประหยัดพลังงาน ประกอบกับภายในอาคารมักจะมีแหล่งกำเนิดมลพิษหลากหลายชนิดทั้งจากภายในและภายนอกอาคาร ทำให้ไม่สามารถทราบได้ว่ามีสารมลพิษชนิดใดอยู่ในบรรยากาศบ้าง รวมทั้งผู้อยู่อาศัยและผู้ใช้อาคารจะมีการสัมผัสกับสารในสิ่งแวดล้อมอย่างใกล้ชิดและมักมีช่วงเวลาในการสัมผัสยาวนานกว่าลูกจ้างในสถานประกอบการ รวมทั้งความสมบูรณ์ของสุขภาพและช่วงอายุก็แตกต่างกัน ดังนั้นค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคารที่กำหนดไว้จึงแตกต่างจากค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในโรงงานอุตสาหกรรมหรือสถานประกอบการ ในการประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารจึงต้องเปรียบเทียบค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคารเป็นหลัก

4.1

การเปรียบเทียบผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคารกับค่ามาตรฐานต่างๆ

ภายหลังตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคารแล้ว ในขั้นตอนต่อไปคือการนำผลการตรวจวัดมาประเมินคุณภาพของอากาศภายในอาคาร โดยการนำผลการตรวจวัดไปเปรียบเทียบกับค่าต่างๆ ตามวัตถุประสงค์ของการประเมิน ดังนี้

1. การเปรียบเทียบความแตกต่างของคุณภาพของอากาศระหว่างพื้นที่ภายในอาคารกับภายนอกอาคาร เพื่อยืนยันผลของมาตรการควบคุมที่ใช้ในการลดความเข้มข้นของมลพิษภายในอาคารหรือการปรับปรุงระบบระบายอากาศ หากมาตรการควบคุมที่ใช้หรือระบบระบายอากาศมีประสิทธิภาพ คุณภาพของอากาศภายในอาคารกับภายนอกอาคารจะใกล้เคียงกัน ทั้งนี้เป็นการใช้คุณภาพภายนอกอาคารเป็นค่าภูมิหลัง (Background) ของคุณภาพของอากาศภายในอาคารนั่นเอง นอกจากนี้ อาจจะใช้คุณภาพภายนอกอาคารเป็นค่าภูมิหลังเพื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นของมลพิษภายในอาคารในพื้นที่ซึ่งไม่มีรายงานว่าพบอาการของโรคหรือความไม่สบายต่างๆ เพื่อเป็นการเฝ้าระวังได้อีกด้วย

2. การทดสอบองค์ประกอบที่สัมพันธ์กับชนิดและความเข้มข้นของอนุภาคมลพิษภายในอาคาร เช่น จุดสูงสุดของความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ที่มากกว่า 1,000 พีพีเอ็ม (ppm) เป็นดัชนีที่บ่งบอกถึงการระบายอากาศที่น้อยเกินไปหรือคาร์บอนมอนอกไซด์ที่สูงมาก จะบ่งบอกถึงการเผาไหม้ที่ไม่เหมาะสมของวัสดุบางอย่างภายในอาคาร เป็นต้น

3. การเปรียบเทียบกับค่าความเข้มข้นของมลพิษภายในอาคารกับค่าจากข้อเสนอแนะหรือมาตรฐานทางด้านอาชีวอนามัย จากหน่วยงานต่อไปนี้

- OSHA PELs (Occupational Safety and Health Administration's Permissible Exposure Limits)
- NIOSH RELs (National Institute for Occupational Safety and Health's Recommended Exposure Limits)
- ACGIH TLVs (American Conference of Governmental Industrial Hygienists' Threshold Limit Values)

หรือเปรียบเทียบกับข้อเสนอแนะทางด้านสาธารณสุขสำหรับมลพิษในบรรยากาศทั่วไปภายนอกอาคารของหน่วยงานต่างๆ ได้แก่

- EPA National Ambient Air Quality Standards
- World Health Organization Air Quality Guidelines
- Canadian Exposure Guidelines for Residential Air Quality

นอกจากเกณฑ์มาตรฐานเกี่ยวกับความเข้มข้นของมลพิษที่สามารถยอมรับได้แล้ว ยังมีเกณฑ์ของ ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers) ซึ่งเป็นมาตรฐานของการระบายอากาศที่ยอมรับได้ เป้าหมายของมาตรฐานนี้คือการระบุอัตราการระบายอากาศในปริมาณน้อยที่สุดและค่าความเข้มข้นของดัชนีคุณภาพอากาศภายในอาคารซึ่งสามารถยอมรับได้สำหรับมนุษย์ ผู้อาศัยหรือผู้ใช้อาคาร เพื่อมิให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพที่อาจเกิดขึ้นได้

สำหรับค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคารที่เหมาะสมสำหรับอาคารในช่องทางเข้าออกประเทศนั้น ตามข้อกำหนดขององค์การอนามัยโลก Assessment tool for core capacity requirements at designated airports, ports and ground crossings : CCAT ข้อที่ 1.5 ได้กำหนดให้ช่องทางเข้าออกประเทศ มีมาตรการในการจัดการปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคาร เพื่อหลีกเลี่ยงสภาวะเสี่ยงทางสุขภาพจากการติดเชื้ออันเกิดมาจากปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคารที่ไม่เหมาะสม แต่อย่างไรข้อกำหนดขององค์การอนามัยโลกไม่ได้กำหนดค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคารที่เหมาะสมสำหรับช่องทางเข้าออกประเทศ ดังนั้นเพื่อความปลอดภัยและลดความเสี่ยงจากปัญหาคุณภาพอากาศ จึงสามารถนำค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคารหน่วยงานที่มีการศึกษาคุณภาพอากาศในระดับสากล หรือมาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคารของประเทศไทย (ซึ่งปัจจุบันยังไม่ประกาศแต่มีการจัดทำแล้ว) เพื่อใช้เป็นตัวเปรียบเทียบในการเฝ้าระวังสุขภาพจากปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคารได้

4.2

ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคารของประเทศไทย

ปัจจุบันประเทศไทยยังไม่ได้มีการประกาศมาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคารอย่างเป็นทางการ อย่างไรก็ตามเพื่อคุ้มครองสุขภาพของประชาชน และผลกระทบจากปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคาร และลดความเสี่ยงจากการได้รับเชื้อโรคต่างๆ ที่มีผลมาจากการระบายอากาศไม่เพียงพอและเป็นประโยชน์ในการบริหารจัดการปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคาร สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข จึงได้ประกาศกรมอนามัย เรื่อง เกณฑ์ค่าเฝ้าระวังคุณภาพอากาศภายในอาคาร ซึ่งสามารถนำไปใช้เพื่อเฝ้าระวังสุขภาพได้แต่ยังไม่มียกเว้นตามกฎหมาย โดยมีรายละเอียดดังตาราง 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคารตามประกาศกรมอนามัย เรื่อง เกณฑ์ค่าเฝ้าระวังคุณภาพอากาศภายในอาคาร

ปัจจัยคุณภาพอากาศ	ค่าแนะนำที่ยอมรับได้	หน่วย
ภาวะความสบายเชิงความร้อน		
อุณหภูมิ (Temperature)	20 ถึง 26	องศาเซลเซียส (°C)
ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)	50 ถึง 65	เปอร์เซ็นต์ (%)
การเคลื่อนที่ของอากาศ (Air Movement)	0.1 ถึง 0.3	เมตรต่อวินาที (m/s)
การระบายอากาศ (Ventilation)	2 ถึง 10	ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร (m ³ /hr./m ²)
มลภาวะอากาศภายในอาคาร		
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide)	ไม่เกิน 1,000	หนึ่งในล้านส่วน (ppm)
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon monoxide)	ไม่เกิน 9	หนึ่งในล้านส่วน (ppm)
อนุภาคที่มีขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (particulate Matter with diameter less than 2.5 micrometer : PM2.5)	ไม่เกิน 35	ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (µg/m ³)
อนุภาคที่มีขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (particulate Matter with diameter less than 10 micrometer : PM10)	ไม่เกิน 50	ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (µg/m ³)
โอโซน (Ozone)	ไม่เกิน 0.1	หนึ่งในล้านส่วน (ppm)
ฟอร์มาลดีไฮด์ (Formaldehyde)	ไม่เกิน 0.1 ไม่เกิน 120	หนึ่งในล้านส่วน (ppm) ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (µg/m ³)
สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Organic Compound : VOCs)	ไม่เกิน 3	หนึ่งในล้านส่วน (ppm)
เชื้อรา	ไม่เกิน 500	จำนวนโคโลนีต่อลูกบาศก์เมตร CFU/m ³
เชื้อแบคทีเรีย	ไม่เกิน 500	จำนวนโคโลนีต่อลูกบาศก์เมตร CFU/m ³

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย 8 ชั่วโมงการทำงานหรือครอบคลุมระยะเวลาที่อยู่ในอาคาร

ทั้งนี้ สำนักงานมลพิษ กรุงเทพมหานคร ยังได้กำหนดค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคาร เป็น (ร่าง) คำแนะนำสำหรับคุณภาพอากาศภายในอาคารไว้ด้วย นอกจากนี้ ยังมีกฎหมายบางฉบับที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

- กฎกระทรวงฉบับที่ 33 (พ.ศ. 2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 หมวด 2 ระบบระบายอากาศ ระบบไฟฟ้า และระบบป้องกันเพลิงไหม้ ได้กำหนดอัตราการระบายอากาศในอาคารสูง หรืออาคารขนาดใหญ่พิเศษไว้ ได้แก่ โรงพยาบาล ห้องพักในโรงแรม หรืออาคารชุด สำนักงาน ฯลฯ

- ประกาศกระทรวงสาธารณสุขที่ 6/2538 เรื่อง กำหนดจำนวนคนต่อจำนวนพื้นที่ ของอาคารที่พักอาศัย ที่ถือว่ามีคนอยู่มากเกินไป ภายใต้พระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535 ได้กำหนดพื้นที่ในอาคารให้มีไม่น้อยกว่า 3 ตารางเมตร/คน และได้กำหนดค่าเดียวกันนี้ สำหรับพื้นที่ของคณงานก่อสร้าง และของอาคารโรงงานในประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 7/2538 และ 8/2538 ตามลำดับ

- พระราชบัญญัติคุ้มครองสุขภาพของผู้ไม่สูบบุหรี่ พ.ศ. 2535 ซึ่งกำหนดสถานที่ หรือยานพาหนะใดๆ ที่เป็นสถานที่สาธารณะเป็นเขตปลอดบุหรี่ และได้กำหนดสภาพ ลักษณะ และมาตรฐานของเขตปลอดบุหรี่ เกี่ยวกับการระบายควัน หรืออากาศ รวมทั้งได้มีการออกประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 10 พ.ศ. 2545 บังคับให้สถานที่สาธารณะ 19 ประเภท ซึ่งขณะทำการ และให้บริการเป็นเขตปลอดบุหรี่โดยมีผลบังคับใช้แล้ว ตั้งแต่วันที่ 8 พฤศจิกายน พ.ศ.2545

4.3

ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคารของต่างประเทศ

สำหรับค่ามาตรฐานต่างประเทศนั้นมื่อองค์กรมากมายที่มีการกำหนดค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคาร เพื่อใช้ในการเฝ้าระวังสุขภาพจากปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคาร ซึ่งสามารถเลือกใช้เป็นตัวกำหนดค่าคุณภาพอากาศ เช่น ASHARE ของประเทศสหรัฐอเมริกา มาตรฐาน NAQQS ของ Environmental Protection Agency ประเทศสหรัฐอเมริกา มาตรฐาน ของ ACGIH เป็นต้น แต่ที่นิยมนำมาอ้างอิงและใช้เป็นตัวกำหนดค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคารของประเทศไทยนั้น นิยมใช้ค่ามาตรฐานของ ASHRAE Standard62-1989 Ventilation for AcceptableIndoor Air Quality ของ USEPA ประเทศสหรัฐอเมริกา (หรือฉบับที่ใหม่กว่า) และ SS554 : 2009 CODE OF PRACTICE FOR Indoor air quality for air-conditioned buildings (หรือฉบับที่ใหม่กว่า) ของ SPRING Singapore ประเทศสิงคโปร์ซึ่งเป็นองค์กรสากลที่มีการพัฒนามาตรฐาน คุณภาพอากาศภายในอาคารอย่างต่อเนื่อง รวมไปถึงครอบคลุมตลอดระยะเวลา 8 ชั่วโมงการทำงานอีกด้วย แต่เนื่องด้วย SPRING Singapore มีพื้นที่ศึกษาตั้งอยู่ใกล้ประเทศไทยจึงทำให้มีความคล้ายคลึงในด้านสภาพอากาศของประเทศไทยคู่มือฉบับนี้ จึงขอเสนอแนะให้ใช้ค่ามาตรฐาน SS554 : 2009 CODE OF PRACTICE FOR Indoor air quality for air - conditioned buildings ของ SPRING Singapore ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.2 ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคารตามมาตรฐานของ SS554 : 2009 CODE OF PRACTICE FOR Indoor air quality for air-conditioned buildings ของ SPRING Singapore

ปัจจัยคุณภาพอากาศ	ค่าแนะนำที่ยอมรับได้	หน่วย
ภาวะความสบายเชิงความร้อน		
อุณหภูมิ (Temperature)	20 ถึง 26	องศาเซลเซียส (°C)
ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)	< 65 (อาคารใหม่) < 70 (อาคารที่เปิดดำเนินการแล้ว)	เปอร์เซ็นต์ (%)

ปัจจัยคุณภาพอากาศ	ค่าแนะนำที่ยอมรับได้	หน่วย
การเคลื่อนที่ของอากาศ (Air Movement)	0.1 ถึง 0.3	เมตรต่อวินาที (m/s)
มลภาวะอากาศภายในอาคาร		
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide)	ไม่มากกว่าภายนอกอาคารเกิน 700	หนึ่งในล้านส่วน (ppm)
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon monoxide)	ไม่เกิน 9	หนึ่งในล้านส่วน (ppm)
อนุภาคที่มีขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (particulate Matter with diameter less than 10 micrometer : PM10)	ไม่เกิน 50	ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
โอโซน (Ozone)	ไม่เกิน 0.1	หนึ่งในล้านส่วน (ppm)
ฟอร์มัลดีไฮด์ (Formaldehyde)	ไม่เกิน 0.1 ไม่เกิน 120	หนึ่งในล้านส่วน (ppm) ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Organic Compound: VOCs)	ไม่เกิน 3000	หนึ่งในพันล้านส่วน (ppb)
เชื้อรา	ไม่เกิน 500	จำนวนโคโลนีต่อลูกบาศก์เมตร CFU/m^3
เชื้อแบคทีเรีย	ไม่เกิน 500	จำนวนโลนีต่อลูกบาศก์เมตร CFU/m^3

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย 8 ชั่วโมงการทำงานหรือครอบคลุมระยะเวลาที่อยู่ในอาคาร

4.4

ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคารของหน่วยงานอื่นๆ

นอกจากค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคารของประเทศไทยแล้ว ในหลายๆ ประเทศ ได้มีการกำหนดค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคารไว้ ดังตารางที่ 4.3 ซึ่งพบว่า แต่ละประเทศกำหนดจำนวนพารามิเตอร์มาน้อยแตกต่างกัน แต่ค่าที่ยอมรับได้/ค่ากำหนดในแต่ละพารามิเตอร์ของแต่ละมาตรฐานนั้นมีได้แตกต่างกัน อาจเนื่องจากเป็นค่าพื้นฐานที่มาจากการศึกษาผลกระทบของพารามิเตอร์ที่มีผลกระทบต่อสุขภาพ อย่างไรก็ตามการกำหนดค่าต่างๆ ของมลพิษทางอากาศมีวัตถุประสงค์ที่ต่างกันไป ขึ้นอยู่กับเป้าหมายของแต่ละหน่วยงาน และประเภทอาคารที่สนใจ ดังนั้นการตัดสินใจในการเลือกค่าที่เหมาะสมควรพิจารณาถึงความเป็นไปได้ โอกาสของการเกิด ความเป็นพิษและการระบาดหรือแพร่กระจาย ตลอดจนความสามารถในการบังคับใช้ค่าดังกล่าวด้วย

ตารางที่ 4.3 ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคารของหน่วยงานในต่างประเทศ

List	NAQQS (EPA)	OSHA	WHO	NIOSH	ACGIH	Hong Kong	SPRING Singapore	ASHARE
Carbon dioxide	-	5,000 ppm	-	5,000 ppm 30,000 ppm [15 min]	5,000 ppm 30,000 ppm [15 min]	800/1,000 ppmv	มากกว่าอากาศ ภายนอกไม่ เกิน 700 ppm	-
Carbon monoxide	9 ppm 35 ppm [1 hr]	50 ppm	10 ppm 90 ppm [15 min] 50 ppm [30 min] 25 ppm [1 hr]	35 ppm 200 ppm [C]	25 ppm	1.7/8.7 ppmv	9 ppm	9 ppm
Formaldehyde	-	0.75 ppm 2 ppm [15 min]	0.081 ppm (0.1mg/m ³) [30 min]	0.016 ppm 0.1 ppm [15 min]	0.3 ppm [C]	30/100 µg/m ³	0.1 ppm (120 µg/m ³)	27 ppb 0.081 ppm [30 min]
Lead	1.5 µg/m ³ [3 months]	0.05 mg/m ³	0.5 µg/m ³ [1 yr]	0.05 mg/m ³	0.05 mg/m ³			1.5 µg/m ³
Nitrogen dioxide	0.05 ppm [1 yr]	5 ppm [C]	0.1 ppm [1 hr] 0.02 ppm [1 yr]	1 ppm [15 min]	3 ppm 5 ppm [15 min]	21/80 ppbv	100 µg/m ³	100 µg/m ³ [1 hr]
Ozone	0.08 ppm 0.12 ppm [1 hr]	0.1 ppm	0.064 ppm (120 µg/m ³)	0.1 ppm [C]	0.05 ppm งานหนัก 0.08 ppm งานปานกลาง 0.1 ppm งานเบา 0.2 ppm งานใดๆ [2hr]	25/61 ppbv	0.1 ppm	50 ppb (100 µg/m ³)

List	NAQPS (EPA)	OSHA	WHO	NIOSH	ACGIH	Hong Kong	SPRING Singapore	ASHARE
Particles less than 2.5 μm	15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [1 yr] 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [24 hr]	5 mg/m^3	-	-	3 mg/m^3 [C]	-	35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Particles less than 10 μm	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [24 hr]	-	-	-	10 mg/m^3 [C]	20/180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [1 hr]
Radon	4 pCi/L	-	-	-	-	150/200 Bq/m ³	150 Bq/m ³	4 pCi/liter [1 hr]
Sulfur dioxide	0.03 [1 yr] 0.14 [24 hr]	5 ppm	0.048 ppm [24 hr] 0.019 ppm [24 yr]	2 ppm 5 ppm [15 min]	2 ppm 5 ppm [15 min]	-	-	80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [1 hr]
Total Particles	-	15 mg/m^3	-	-	-	-	-	-
Total VOCs	200/600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	-	-	-	-	3,000 ppb	-
Temperature	-	-	-	-	-	20 - 25.5/25.5 °C	24 - 26 °C	-
Relative Humidity	-	-	-	-	-	40 - 70/70 %	65% อาคารใหม่ 70% อาคารที่เปิดใช้งานแล้ว	30 - 60%
Air movement	-	-	-	-	-	0.2/0.3 m/s	0.1 - 0.3 m/s	-

List	NAQDS (EPA)	OSHA	WHO	NIOSH	ACGIH	Hong Kong	SPRING Singapore	ASHARE
Total Bacteria Counts	-	-	100 CFU/m ³ เฉพาะโรงพยาบาล	-	-	500/1000 CFU/m ³	500 CFU/m ³	-
Total Fungal Counts	-	-	500 CFU/m ³ 50 CFU/m ³ เฉพาะโรงพยาบาล	1000 CFU/m ³	-	-	500 CFU/m ³	-

ที่มา คู่มือการปฏิบัติงานเพื่อการตรวจประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคาร สำหรับเจ้าหน้าที่ สำนักงานสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย. (2557)

หมายเหตุ: 1. [] จะเป็นค่าที่อ้างถึงค่าเพดานสูงสุด หรือค่าเฉลี่ยที่มากกว่า 8 ชั่วโมง (min = นาที, hr = ชั่วโมง, C = ค่าเพดานสูงสุด, L = ระยะเวลา ทากไม่ได้รับจะ เทียบกับ 8 ชั่วโมง)

2. (-) ไม่มีข้อมูล

3. ข้อมูลจาก

- 1) ANSI/ASHRAE Addendum c to ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2007
- 2) Guidance Notes for the Management of Indoor Air Quality in Offices and Public Places. 2003
- 3) ASHRAE Standard 62-1989 Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality
- 4) WHO Regional Publications European Series No. 31 Indoor air quality: biological contaminants. 1988
- 5) Singapore Standard SS554:2009, Code of practice for indoor air quality for air-conditioned buildings
- 6) สำนักงานสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย. (2557) รายงานกำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศที่เหมาะสมสำหรับอาคารในประเทศไทย

แนวทางการแก้ไขและป้องกัน ปัญหาคูณภาพอากาศภายในอาคาร

สารมลพิษที่พบได้ทั่วไปภายในอาคาร ซึ่งเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดปัญหาคูณภาพอากาศภายในอาคารนั้น อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ใช้อาคารได้ ดังนั้นคุณภาพอากาศภายในอาคารที่เหมาะสมจะมีความสัมพันธ์กับสุขภาพและความสะดวกสบายของผู้ใช้อาคาร ดังนั้นการกำหนดมาตรการป้องกันปัญหาคูณภาพอากาศภายในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลนั้นเป็นสิ่งที่สำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง ทั้งนี้มาตรการป้องกันปัญหาคูณภาพอากาศภายในอาคาร ต้องเป็นความร่วมมือทั้งผู้ใช้อาคาร ผู้ดูแลอาคารสำนักงานและเจ้าของอาคารสถานที่ โดยใช้ทั้งมาตรการทางการบริหารจัดการและการควบคุมทางวิศวกรรม

5.1

วิธีการแก้ไขและป้องกันปัญหาคูณภาพอากาศภายในอาคาร

- 1) ควบคุมมลพิษและแหล่งก่อมลพิษในอาคาร เช่น เลือกว่าวัสดุอุปกรณ์สำนักงานหรือสารเคมีที่เป็นพิษน้อย และใช้เท่าที่จำเป็น การเลือกใช้วัสดุที่ไม่เป็นแหล่งสะสมและทำให้จุลชีพแพร่กระจาย ใช้เฟอร์นิเจอร์ที่มีการระเหยของสารประกอบอินทรีย์ระเหยน้อย จัดวางเครื่องใช้สำนักงาน เช่น เครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องพิมพ์เลเซอร์ ในพื้นที่ที่มีการระบายอากาศอย่างเพียงพอ มีการทำความสะอาดสถานที่ทำงานอย่างสม่ำเสมอ โดยเฉพาะพรม ผืนตามพื้นผิว ควบคุมและกำจัดแหล่งก่อกำเนิดฝุ่น หลีกเลี่ยงกิจกรรมที่ก่อมลพิษในอาคาร เช่น การสูบบุหรี่ ซ่อมแซมสถานที่ทำงานขณะมีผู้ทำงานอยู่
- 2) ดูแลรักษา ทำความสะอาดระบบปรับอากาศและระบายอากาศอย่างสม่ำเสมอ เพิ่มการไหลเวียนของอากาศมากกว่า 10 ลิตรต่อวินาทีต่อคน อาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศและระบายอากาศแบบรวม ควรลดการนำอากาศจากภายนอกเข้าอาคารโดยตรง เช่น การเปิดหน้าต่าง และในอาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ขณะใช้งานควรเปิดพัดลมระบายอากาศเพื่อให้อากาศหมุนเวียน
- 3) เพิ่มมาตรการรักษาความสะอาดของอาคาร และพื้นที่ทำงานให้สะอาดอยู่ตลอดเวลาโดยการทำความสะอาดพื้น การลดปริมาณฝุ่นจากแหล่งกำเนิดภายในและภายนอกอาคารโดยการทำความสะอาดระบบเครื่องปรับอากาศ พัดลมดูดอากาศ ตัวกรองอากาศ เป็นต้น

4) ให้ความรู้และสร้างความตระหนักเรื่องคุณภาพสิ่งแวดล้อมในอาคาร ควรมีการอธิบายและให้ความมั่นใจแก่ผู้มีกลุ่มอาการดังกล่าว ผู้มีความไวต่อการเกิดโรค ควรหลีกเลี่ยงการนั่งทำงานใกล้แหล่งก่อกมลพิษ เมื่อพบกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคารของผู้ทำงานในอาคาร หรือมีผู้ร้องเรียนเกี่ยวกับปัญหาดังกล่าวควรให้ความสำคัญ รับผิดชอบการ และควรมีเจ้าหน้าที่สาธารณสุขหรือเจ้าหน้าที่ฝ่ายอาชีวอนามัยร่วมออกสำรวจและประเมินความเสี่ยง เมื่อพบสิ่งผิดปกติก็ให้คำแนะนำแก้ไขตามหลักวิชาการ ในขณะที่ยังแก้ไขไม่ได้ควรย้ายงานหรือเปลี่ยนหน้าที่ให้กับผู้มีอาการก่อน

5) มีการจัดระเบียบสถานที่ทำงานไม่ให้แออัด ควบคุมสภาพแวดล้อมในการทำงานให้เหมาะสมทั้งด้านกายภาพ การยศาสตร์ และทางจิตสังคม

6) หากผลการตรวจวัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอาคาร สูงเกินเกณฑ์มาตรฐาน ควรมีการสอบถามผู้ใช้อาคารถึงอาการป่วยที่สอดคล้องกับการป่วยเหตุอาคาร รวมถึงรวบรวมสถิติการป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจเพื่อนำมาพิจารณาอาการที่สอดคล้องกับการป่วยเหตุอาคาร และสำหรับกลุ่มผู้ใช้อาคารที่มีความไวต่อการเกิดโรคมกกว่าบุคคลทั่วไป โดยเฉพาะกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ เช่น โรคหอบหืด ภาวะภูมิแพ้ เป็นต้น ควรมีการเฝ้าระวังอย่างต่อเนื่องและหลีกเลี่ยงการใช้ห้องที่มีผลการตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนสูงเกินเกณฑ์มาตรฐาน

7) ตรวจสอบระบบระบายอากาศของอาคารว่ามีการทำงานตามที่ได้ออกแบบไว้หรือไม่ โดยยึดตามมาตรฐานของวิศวกรรมสถาน ซึ่งคำนึงถึงจำนวนคนที่อยู่ในอาคารและอัตราการไหลของอากาศ เพราะระบบระบายอากาศที่เหมาะสมจะช่วยลดปริมาณความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงได้ และช่วยลดความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศป้องกันการเกิดเชื้อรา

8) พิจารณาเพิ่มเครื่องกรองอากาศ หรือเครื่องฟอกอากาศ เพื่อดักจับเชื้อราและเชื้อแบคทีเรียในอากาศ และลดการสะสมของเชื้อราและเชื้อแบคทีเรีย

9) ปรับอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศให้อยู่ในช่วง 24 - 26 องศาเซลเซียส เพื่อความรู้สึสบายในการปฏิบัติงาน

10) สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลหากต้องติดต่อหรือประสานงานกับผู้มาติดต่อเป็นจำนวนมาก เช่น การสวมหน้ากากอนามัยเมื่อต้องประสานงานกับชาวต่างชาติที่เข้ามาติดต่อที่ช่องทางเข้าออกระหว่างประเทศ เป็นต้น

11) ควรมีการตรวจประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง

การควบคุมและป้องกันปัญหาคูณภาพอากาศภายในอาคารแยกตามประเภทของสารมลพิษนั้น สามารถดำเนินการได้ตามรายละเอียดในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 สารมลพิษที่พบทั่วไปในอากาศภายในอาคาร ผลกระทบต่อสุขภาพ และการควบคุมป้องกัน

สารมลพิษ	คุณสมบัติ	แหล่งกำเนิด	ค่ามาตรฐาน/คำแนะนำ ในพื้นที่ทำงาน:	ผลกระทบต่อสุขภาพ	การควบคุมและป้องกัน
คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)	แก๊ส ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น	การเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ การจราจร อาคารจอดรถ	ในพื้นที่ทำงาน: ACGIH1 TLV - TWA(5) (8 hrs.) = 25 ppm OSHA4 REL - TWA(6) (10 hrs.) = 35 ppm OSHA4 PEL - TWA(7) (8 hrs.) = 50 ppm	การแพ้พิษ CO ความเข้มข้นต่ำ ทำให้ปวดศีรษะและคลื่นไส้ หากได้รับความเข้มข้นสูง เป็น เวลานาน จะทำลายสมองและ อาจถึงแก่ชีวิตได้	ระบบการไหลเวียนอากาศที่ดี ตรวจเช็คอุปกรณ์เผาไหม้ เช่น เตาเผา โดยผู้เชี่ยวชาญเป็นประจำ การตรวจวัดระดับ CO ในอาคาร
คาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂)	แก๊ส ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส	การเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ กระบวนการหายใจแบบใช้ ออกซิเจนของสิ่งมีชีวิต คำนวณ บุหรี	ระดับ CO ₂ ในอากาศภายนอก อาคารที่ยอมรับได้ 300 - 500 ppm (ASHRAE(2)) OSHA(4) PEL - TWA(7) (8 hrs.) = 5,000 ppm	ความเข้มข้นสูง ทำให้ระดับ ของ CO ₂ ในเลือดสูงขึ้น เกิด ภาวะการคั่งของ CO ₂ ในเลือด (Hypercarbia) อาจจะทำให้ ปวดศีรษะ หมดสติชั่วคราว และอาจเสียชีวิตได้	ระบบการไหลเวียนอากาศที่ดี มีอัตรา การไหลเวียนอากาศจากภายนอก ที่ดี ความหนาแน่นของผู้ใช้อาคาร เหมาะสม ไม่แออัด การตรวจวัดระดับของ CO ₂ ในอาคาร

สารมลพิษ	คุณสมบัติ	แหล่งกำเนิด	ค่ามาตรฐาน/คำแนะนำ	ผลกระทบต่อสุขภาพ	การควบคุมและป้องกัน
สารกำจัดศัตรูรบกวน	สารเคมี สำหรับกำจัด ไล่ หรือลดจำนวนสัตว์รบกวน เช่น สารเคมีกลุ่มออร์กาโนคลอรีน ออร์กาโนฟอสเฟต คาร์บาเมต ไพรีทรอยด์ พาราควอต ไกลโฟเสท เป็นต้น	ยาฆ่าแมลง (Insecticides) สารป้องกันกำจัดวัชพืช (Herbicides) สารกำจัดเชื้อรา (Fungicides) สารกำจัดหนูและสัตว์พาะ (Rodenticides)	Lethal concentration (LC50) ระดับความเข้มข้นของสารเคมี ที่ทำให้สัตว์ทดลองตายไป 50% โดยการหายใจเท่านั้น มี 4 ระดับ คือ 1. รุนแรง < 10 ppm 2. มาก 10 - 100 ppm 3. ปานกลาง > 100 - 1,000 ppm 4. น้อย > 1,000 - 10,000 ppm	ความเป็นพิษทั้งพิษเฉียบพลัน และพิษเรื้อรัง ทำให้เกิดความผิดปกติและโรคต่างๆ เช่น มะเร็งจากรุนแรงถึงแก่ชีวิต ระดับความรุนแรง ขึ้นอยู่กับระดับความเข้มข้น ระดับความเป็นพิษ และปริมาณที่ได้รับ สำหรับอาการพิษโดยทั่วไป ได้แก่ ปวดศีรษะ อาเจียน เหงื่อไหล และอ่อนแรง	ปฏิบัติตามคำแนะนำการใช้งานของผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด และใช้ในพื้นที่มีอากาศถ่ายเทดี เช่น ผสมหรือเจือจาง สารฆ่าแมลงในที่โล่ง เป็นต้น เพิ่มการระบายอากาศเมื่อมีการใช้ยาฆ่าแมลง ใช้วิธีทางเลือกที่ไม่ใช้สารเคมี - ไม่เก็บสะสมสารฆ่าแมลงเกินความจำเป็น กำจัดภาชนะบรรจุอย่างถูกวิธีและปลอดภัย ดูแลความสะอาดอาคารให้สะอาด แห้ง
เรดอน	แก๊สกัมมันตภาพรังสี ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส มีอยู่ทั่วไปทุกหนทุกแห่ง	การสลายตัวตามธรรมชาติของธาตุยูเรเนียมและนิวไคลด์กัมมันตรังสีที่อยู่ในดิน ห่อังใต้หลังคา ห้องใต้ดิน วัสดุก่อสร้าง น้ำพุร้อนธรรมชาติ พื้นดินในอาคาร แหล่งน้ำใต้ดิน	ระดับเรดอนในบ้านเรือน โรงเรียน (US EPA(3)) < 4 pCi/L(9) ระดับเรดอนเฉลี่ยภายในอาคาร (US EPA(3)) = 148 Bq/m ³ (10)	อาจจะแคว้งเวียนศีรษะ หรืออาจรุนแรงจนถึงขั้นเป็นมะเร็งปอดที่ทำให้เสียชีวิตได้	การเลือกวัสดุก่อสร้าง การระบายอากาศที่ดี การลดความดันที่ผิวดิน (Active soil depressurization, ASD) การอัดความดันและเจือจางอากาศภายในอาคาร (Building pressurization & dilution) การปิดกั้นเส้นทางเข้าออกของแก๊สเรดอน (Sealing Radon entry routes)

สารมลพิษ	คุณสมบัติ	แหล่งกำเนิด	ค่ามาตรฐาน/คำแนะนำ	ผลกระทบต่อสุขภาพ	การควบคุมและป้องกัน
ฝุ่นละอองขนาดเล็ก	สิ่งมีชีวิตได้แก่ สัตว์ พืช และ จุลินทรีย์	สะเก็ดผิวหนังสัตว์ ละอองเกสร จุลินทรีย์ที่จับอยู่กับฝุ่นที่ลอย อยู่ในอากาศหรือตกลงสู่พื้น ผ้า ม่าน พรม ซึ่งเป็นแหล่งสะสมฝุ่น คอลย์ทำความสะอาดเครื่องเรือน ทำความชื้น น้ำจากเครื่องปรับอากาศ ท่อลมเครื่องปรับอากาศ	ดัชนีบ่งชี้การปนเปื้อน: แบบที่เรียกว่า 1,000 CFU/m ³ (11) ของปริมาณอากาศ เชื้อรา 1,000,000 ต่อฝุ่นหรือวัสดุ 1 กรัม แบบที่เรียกว่าเชื้อรา 100,000 ต่อน้ำหนักหรือเมื่อกลั่นแล้ว 1 มิลลิกรัม	โรคหอบหืด (Asthma) ภาวะภูมิไวเกิน (Hypersensitivity) ไช้น้ำอักเสบ (Sinusitis)	กำจัดแหล่งของความชื้นสะสม บริเวณที่มีความชื้นสูง เพื่อป้องกันการเจริญของเชื้อรา พื้นผิวที่เปียกชื้นเป็นแหล่งเพาะพันธุ์แมลง เช่น ไรฝุ่น เป็นต้น ดูแลรักษาความสะอาดอาคารและสถานที่อย่างเคร่งครัด ใช้เครื่องดูดฝุ่นที่ใช้แผ่นกรอง HEPA (High Efficiency Particulate Air Filter) เพื่อลดปริมาณสารก่อภูมิแพ้
ความชื้น	ไอน้ำในอากาศ	น้ำรั่วจากหลังคา หน้าต่าง ท่อประปา ฝักบัว น้ำท่วม ภาชนะรองน้ำทิ้ง สวนหย่อม พื้นดินเปียก และ ไอน้ำจากห้องครัวที่ไม่มีระบบระบายอากาศหรืออากาศถ่ายเทไม่ดี ท่อระบายอากาศ การเผาไหม้ เป็นต้น	ความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมต่อความสบายกาย 30 - 60% (ASHRAE(2)) ความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงกว่า 60% อาจทำให้เชื้อจุลินทรีย์เจริญได้ดี	โรคหอบหืด ภาวะภูมิไวเกิน (Hypersensitivity) ไช้น้ำอักเสบ (Sinusitis)	การออกแบบอาคารที่ดี การก่อสร้างที่ดี การบำรุงรักษาโครงสร้างอาคารที่ดี ควบคุมความชื้นด้วยการควบคุมอุณหภูมิและการระบายอากาศ มีระบบการไหลเวียนอากาศที่ดี ป้องกันไม่ให้เกิดบริเวณที่อากาศนิ่ง

สารมลพิษ	คุณสมบัติ	แหล่งกำเนิด	ค่ามาตรฐาน/คำแนะนำ	ผลกระทบต่อสุขภาพ	การควบคุมและป้องกัน
แบคทีเรีย Legionella	แบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในน้ำ เจริญได้ดีในน้ำนิ่งหรือน้ำไหลช้า	ระบบน้ำอุ่นในบ้านเรือน ฝักบัว เครื่องฉีดน้ำ หอหล่อเย็น เป็นต้น	-	โรคเลิเจียนเนลโลซิส (Legionellosis) หรือ โรคเลิเจียนแนร์ (Legionnaires' Disease)	ดูแลบำรุงรักษาหอหล่อเย็นเพื่อป้องกันการเจริญและการแพร่กระจายของ Legionella ด้วยการตรวจเช็คสภาพ และทำความสะอาดอย่างทั่วถึงอย่างน้อยปีละครั้ง เปลี่ยนชิ้นส่วนที่สกปรกก่อน กำจัดสาหร่าย และคราบไคล ใช้สารเคมีทำลายเชื้อในหอหล่อเย็น หากเป็นไปได้ ควรใช้ระบบบำบัดน้ำหล่อเย็นแบบอัตโนมัติเพื่อควบคุมคุณภาพน้ำที่ไหลเวียนอย่างต่อเนื่อง ควบคุมอุณหภูมิของระบบน้ำอุ่น ภายในบ้านเรือน ป้องกันไม่ให้เกิดสภาวะน้ำนิ่งในถังเก็บน้ำและมีการทำความสะอาด อย่างสม่ำเสมอเพื่อป้องกันการเจริญของแบคทีเรีย Legionella

เอกสารอ้างอิง

1. จักรกฤษณ์ ศิวะเดชาเทพ, 2558, ปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคาร ,<https://www.safety-stou.com/UserFiles/File/54113%20unit15.doc>
2. ณหทัย เลิศการค้าสุข และคณะ, 2554, ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพอากาศภายในอาคารโดยสารสาธณะกับกลุ่มอาการอาคารป่วยในพนักงานจำหน่ายตัวโดยสาร เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร วารสารสาธารณสุขศาสตร์
3. สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย, 2557, รายงานกำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศที่เหมาะสมสำหรับอาคารในประเทศไทย
4. กลุ่มโรคติดต่อระหว่างประเทศ สำนักโรคติดต่อทั่วไป กรมควบคุมโรค, ความรู้เกี่ยวกับช่องทางเข้าออก ประเทศและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์อักษรกราฟฟิคแอนด์ดีไซน์ ; 2558.
5. World Health Organization, ฎอนามัระหว่างประเทศ พ.ศ. 2548 : พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึกในพระบรมราชูปถัมภ์ ; 2556.
6. ศูนย์กฎหมาย กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข, พระราชบัญญัติโรคติดต่อ พ.ศ. 2558. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ; 2560.
7. สำนักโรคติดต่อทั่วไป กรมควบคุมโรค, คู่มือการประเมินตนเอง : การพัฒนาสมรรถนะหลักของช่องทางเข้าออกประเทศท่าอากาศยาน ท่าเรือ และพรมแดน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด ; 2558.
8. วันทนีย์ พันธุ์ประสิทธิ์ และ วิทยา อยู่สุข. คุณภาพอากาศภายในอาคารสำนักงานในกรุงเทพมหานคร. วารสารความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม 11 (2544): 50 -56.
9. ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล. ความชุกและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคารของผู้ที่ทำงานในอาคารสำนักงานในเขตกรุงเทพมหานคร.วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, ภาควิชาวิศวกรรมป้องกันและสังคม คณะแพทยศาสตร์. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.
10. วิกรม เสงคศิริ และ สลธิธร เทพตระการพร. กลุ่มอาการที่เกิดจากการทำงานในอาคารปิด. วารสารวิชาการกรมอนามัย 28 (2548): 26-34.
11. World Health Organization. Sick Building Syndrome. Local Authorities, Health and Environment Briefing Pamphlet Series 2.Copenhagen: WHO Regional office for Europe, 1995.
12. นิตยา จันทรเรืองมหาผล และ สมชัย บวรกิตติ. ปฏิทัศน์ศัพท์เกี่ยวกับอากาศในอาคาร. วารสารวิชาการสาธารณสุข 12 (2546) : 307-309.
13. จิตรพรรณ ภูษามักดีภพ และชมพูศักดิ์ พูลเกษ. ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพอากาศภายในอาคารและกลุ่มอาการเจ็บป่วยของพนักงานในสำนักงานเขตโรงพยาบาล กรณีศึกษา จังหวัดชลบุรี.วารสารสาธารณสุขศาสตร์ 34 (2547): 180 -189.
14. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. ASHRAE Standard 62-1999: Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality. Atlanta, GA: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc, 1999.
15. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. ASHRAE Standard 62-2004: Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality. Atlanta, GA: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc, 2004.
16. Durant, W. Concentrated carbon dioxide in western Pennsylvania[online]. 2005. Available from: <http://www.pittsburghgeologicalsociety.org/carbondioxide.pdf>[2005, June 16]
17. World Health Organization. Indoor Air Pollutants, Exposure Health Effects Assessment. Euro Reports and Studies No.8.Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 1983.
18. ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล. กลุ่มอาการป่วยเหตุอาคาร. วารสารจุฬาลงกรณ์เวชสาร 49 (2548): 91-97.

19. ชมพูนุช สุภาพวานิช. การจัดการป้องกันและควบคุมโรคและคุณภาพอากาศทางจุลชีววิทยาในแผนกที่เสี่ยงในโรงพยาบาลของรัฐแห่งหนึ่ง. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, ภาควิชาโรคติดต่อ คณะสาธารณสุขศาสตร์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยมหิดล, 2545.
20. Nordstrom, K., Norback, D., Wieslander, G. Subjective Indoor Air Quality in Geriatric Hospitals. *Indoor Built Environ* 8 (1999): 49 - 57.
21. Kelland, P. Sick Building Syndrome, working Environments and Hospital staff. *Indoor Environ* 1 (1992): 335 - 340.
22. Karger, A.G. Abstracts of Papers Presented at the International Conference on Indoor Environment Quality in Hospitals. *Indoor Built Environ* 11(2002): 227 - 242.
23. Nordstrom, K., Norback, D., Akseleson, R. Effect of air humidification on the sick building syndrome and perceived indoor air quality in hospitals: a four month longitudinal study. *Occup Environ Med* 51 (1994): 683-688.
24. Nordstrom, K., Norback, D., Akseleson, R. Influence of indoor air quality and personal factors on the sick building syndrome (SBS) in Swedish geriatric hospitals. *Occup Environ Med.* 52(1995): 170-176.
25. Smedbold, H.T., Ahlen, C., Norback, D., Hilt, B. Sign of eye irritation in female hospital workers and the indoor environment. *Indoor Air* 11 (2001): 223 - 231.
26. พัฒนา มูลพฤกษ์. อนามัยสิ่งแวดล้อม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ เอ็น เอส แอล พรินติ้ง, 2541.
27. Maroni, M. A. Ventilation and Indoor air Quality in hospitals .2 nd ed. Netherlands : Kluwer Academic Publishers, 1996.
28. ศศิธร ณรงค์ศักดิ์. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมลภาวะอากาศภายในกับกลุ่มอาการเจ็บป่วยที่เกิดจากการทำงานภายในอาคาร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, ภาควิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยมหิดล, 2536.
29. วันทนีย์ พันธุ์ประสิทธิ์. คู่มือปฏิบัติการมลพิษอากาศภายในอาคาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์การศาสนา, 2544.
30. Hansen, S., Burroughs, B. Managing Indoor Air Quality. Lilburn: Marcel Dekker Publisher, Inc, 2004.
31. สมชัย บวรกิตติ. อากาศพิษในอาคาร. สารคดีราชบัณฑิตยสถาน 48 (2539): 259 - 275.
32. Bradford, O., Brooks, B., William, F., Davis, W. Understanding indoor air quality. Florida: CRC Press Publisher, Inc, 1992.
33. Godish, T. Sick buildings: definition, diagnosis and mitigation. Florida: Lewis Publishers, Inc, 1995.
34. U.S. Environmental Protection Agency., the National Institute for Occupational Safety and Health. Building Air Quality: A Guide for Building Owners and Facility Managers. Washington, DC: U.S. Government Printing Office, 1991.
35. Arundel, A.V., Sterling, E.M., Biggin, J.H., Sterling, T.D. Indirect health effects of relative humidity in indoor environments. *Environ Health Perspect* 65 (1986): 351 - 361.
36. Chao, H.J., Schwartz, J., Milton, D.K., Burge, H.A. Populations and determinants of airborne fungi in large office buildings. *Environ Health Perspect* 110 (2002): 777 - 782.
37. Fidler, A.T., et al. Library of Congress Indoor Air Quality and Work Environment Study: Health Symptoms and Comfort Concern In: Proceedings of the Fifth International Conference on Indoor Air Quality and Climate. *Indoor Air* 4 (1990): 603 - 608.
38. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. ASHRAE Standard 55 - 1981: Thermal Environmental Condition for Human Occupancy. Atlanta, GA: American Society of Heating, Refrigerating and Air - Conditioning Engineers, Inc, 1981.

39. Wyon, D. The effects of moderate heat stress on typewriting performance. *Ergonomics* 17(1974): 309 - 318.
40. Zweers, T., et al. Health and indoor climate complaints of 7043 office workers in 61 building in the Netherlands. *Indoor Air* 2 (1992): 127-136.
41. American Conference of Governmental Industrial Hygienists; ACGIH. Air sampling instrument selection guide: indoor air Quality. 8 th ed. B.S. Cohen and S.V Hering, Eds: ACGIH, Cincinnati, OH, 1995.
42. Seppanen, O.A., Fish, W.J., Mendell, M.J. Association of ventilation of rates and CO2 concentration with health and other responses in commercial and institutional building. *Indoor Air* 9 (1999): 226 - 252.
43. Apte, M.G, Fisk WJ, Daisey JM. Associations between indoor CO2 concentrations and sick building syndrome in U.S. office building: An analysis of the 1994-1996 BASE study data. *Indoor Air* 10(2000): 246 - 257.
44. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. ASHRAE Standard 62 - 1989: Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality . Atlanta, GA: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc, 1990.
45. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Documentation of Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices. 1 Vol. 6 th ed. B.S. Cohen and S.V Hering, Eds: ACGIH, Cincinnati, OH, 1996
46. กุลธรรณ นกจันทร์. แนวโน้มอาการอาคารป่วยของบุคลากรในอาคารสำนักงานที่มีการอนุรักษ์พลังงาน. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล, 2543.
47. วรกมล บุญโยธิน . อัตราการไหลของอากาศจากภายนอกที่เหมาะสมสำหรับโรงแรมในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต, ภาควิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล, 2548.
48. Molhave, L., Neisen, G.D. Interpretation and limitation of concept” Total volatile organic compounds” (TVOC) as an indicator of human responses to exposure of volatile organic compounds(VOC) in indoor air. *Indoor Air* 2 (1992): 65 - 77.
49. สีสริท เทพตระการพร. เครื่องถ่ายเอกสารมีอันตรายต่อสุขภาพจริงหรือ .วารสารความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม 6 (2539): 47 - 52.
50. Turiel, I., et al. The effects of reduced ventilation on indoor air quality an office building. *Atmos Environ* 17(1983): 51-64.
51. Norback, D., Michel, I., Widstrom, J. Indoor air quality and personal factors related to the Sick Building Syndrome. *Scand J Work Environ Health* 16 (1990): 121 - 128
52. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย, ข้อเสนอแนะเฉพาะกาล สำหรับการออกแบบและติดตั้งระบบปรับอากาศของสถานพยาบาล.เข้าถึงจาก: <http://www.EIT.or.th> (เข้าเมื่อวันที่ 6 มกราคม 2549)
53. พรชัย สิทธิศรีณกุล,สมชัย บวรกิตติ.แนวทางการวินิจฉัยโรคเหตุอาชีพ ตอนที่(6). วารสารวิชาการสาธารณสุข 9(2543): 391 - 404.
54. สมชัย บวรกิตติ, ไพรัช ศรีไสว, ชัชวาล จันทรวิจิตร. อาคารป่วย. ใน สมชัย บวรกิตติ, จอห์น พี. ลอฟฟัส และกฤษฎา ศรีสำราญ (บรรณาธิการ), ตำราเวชศาสตร์ สิ่งแวดล้อม ฉบับเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษามหาราชา, หน้า 671 - 678. กรุงเทพมหานคร: เรือนแก้วการพิมพ์, 2542.
55. Burge, P.S. Sick building syndrome. *Occup Environ Med* 61 (2004): 185 - 90.
56. Hodgson, M.J. Sick building syndrome. In: Stellman, J.M. (ed). *Encyclopaedia of Occupational Health and Safety*. 4th ed. pp. 13.3 - 13.6. Geneva: International Labour Office, 1998.
57. World Health Organization. Indoor Air Pollutants: Exposure and Health Effects. EURO Reports and Studies NO. 78. Copenhagen: WHO Regional office for Europe, 1983.

58. สมชัย บวรกิตติ และปฐม สวรรค์ปัญญาเลิศ. ภาวะมลพิษทางอากาศในอาคารสาธารณะในประเทศไทย.วารสารวิชาการสาธารณสุข 9 (2543): 26 - 35.
59. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. ASHRAE Standard 55 - 1992: Thermal Environmental Condition for Human Occupancy .Atlanta, GA: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers,Inc, 1992.
60. Aday LN. Designing conducting health surveys . A Comprehensive Guide. 2nd ed. San Francisco, CA : Jossey - Bars Publishers, 1996.
61. จิรุตม์ ศรีรัตนบัลล์. การทดสอบความน่าเชื่อถือและความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย. การวิจัยชุมชนทางการแพทย์: คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.
62. กัลยา วาณิชย์ปัญหา. การวิเคราะห์สถิติขั้นสูงด้วย spss for windows. พิมพ์ครั้งที่ 4 กรุงเทพมหานคร: บริษัท ธรรมสาร จำกัด, 2548.
63. Reijula, K., Sundman - Digert, C. Assessment of indoor air problem at work with a questionnaire. Occup Environ Med 61 (2004): 143 - 149.
64. Burge, S., Hedge, A., Wilson, S., Bass, J.H, Robertson, A. Sick building syndrome: a study of 4,373 office workers. Ann Occup Hyg 31 (1987): 493-504.
65. Ooi, P.L., Goh, K.T., Phoon, M.H., Foo, S.C., Yap, H.M. Epidemiology of sick building syndromes and its associated risk factors in Singapore. Occup Environ Med 55 (1998): 188 - 193.
66. Menzies, D., and Bourbeau, J. Buiding-related illness. N Engl J med 328 (1997): 821 - 827.
67. Jaakkola, J.J., Tuomaala, P., Seppanen, O. Air recirculation and sick building syndrome: a blinded crossover trial. Am J Public Health 84 (1994): 422 - 428.
68. Lahtinen, M., Sundman-Digert, C., Reijula, K. Psychosocial work environment and indoor air problems: a questionnaire as a means of problem diagnosis. Occup Environ Med 61 (2004): 143-149.
69. Fisk, W.J., et al. Phase I of the California Health Building Study: a summary. Indoor Air 3 (1993): 246 - 254.
70. Laduo J, Harrison R. Occupational & Environmental Medicine. 5rd ed. United State of America: McGraw - Hill Education; 2014
71. Indoor Air Facts No. 4 (revised) Sick building syndrome. Available from: <http://www.epa.gov/iaq/pubs/sbs.html>.
72. The sick building syndrome. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2796751/>
73. IAQ publications. Sick building syndrome fact sheet indoor air facts no. 4 (Revised) Available from: <http://www.epa.gov/iaq/pubs/sub.html-29k->
74. Joshi SM. The sick building syndrome. Indian J Occup Environ Med. 2008 Aug; 12(2): 61 - 64.
75. World Health Organization. WHO GUIDELINES FOR INDOOR AIR QUALITY – DAMPNESS AND MOULD. Germany: Druckpartner Moser.
76. World Health Organization.DAMP AND MOULD Health risks, prevention and remedial actions.
77. Molds in Indoor Workplaces by Hazard Evaluation System & Information Service (HESIS), California Department of Health Services, Nov. 2005
78. เชื้อรา สิ่งมีชีวิตมหัศจรรย์ เรียบเรียงโดย นายเกรียงไกร นาเคเทศ นักวิทยาศาสตร์ 7ว, นางสาวจารุณี เมฆสุวรรณ นักทดสอบ โครงการวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ

ကာလပညာ



คำสั่งแต่งตั้ง
คณะกรรมการจัดทำคู่มือการตรวจวัดคุณภาพอากาศ
ภายในอาคาร สำหรับช่องทางเข้าออกประเทศ

สำเนาฉบับ

คำสั่งกรมควบคุมโรค

ที่ ๕๕๘ / ๒๕๖๐

เรื่อง แต่งตั้งคณะทำงานจัดทำคู่มือการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคาร
สำหรับช่องทางเข้าออกระหว่างประเทศ

ด้วยกรมควบคุมโรค ตระหนักถึงปัญหาด้านโรคและภัยสุขภาพจากการทำงานของผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่ทางเข้าออกระหว่างประเทศ โดยเฉพาะปัญหาด้านคุณภาพอากาศภายในอาคาร ซึ่งหากมีคุณภาพอากาศภายในอาคารที่ไม่เหมาะสม อาจทำให้ผู้ปฏิบัติงานและผู้เดินทางเข้าออกระหว่างประเทศมีแนวโน้มเจ็บป่วยด้วยโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม โรคติดต่อระหว่างประเทศ และอันตรายจากรังสีและสารเคมี นอกจากนี้ตามข้อกำหนดของกฎอนามัยระหว่างประเทศ (IHR) ยังได้กำหนดให้ช่องทางเข้าออกระหว่างประเทศมีการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคารเพื่อความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงานและผู้เดินทางเข้าออกระหว่างประเทศ

สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม จึงได้แต่งตั้งคณะทำงานจัดทำคู่มือการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคารสำหรับช่องทางเข้าออกระหว่างประเทศ เพื่อเตรียมความพร้อมและพัฒนาวิชาการให้ผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่เข้าออกระหว่างประเทศ สามารถเฝ้าระวังสุขภาพจากปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคาร โดยมีองค์ประกอบและอำนาจหน้าที่ ดังต่อไปนี้

คณะทำงาน ประกอบด้วย

๑. นางสาวฉันทนา	ผดุงทศ	ผู้อำนวยการสำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค	ประธาน
๒. นางวรลักษณ์	ดงคะกุล	รองผู้อำนวยการสำนักโรคติดต่อทั่วไป กรมควบคุมโรค	รองประธาน
๓. นายพูนศักดิ์	ศรีประพัฒน์	นักวิชาการสาธารณสุขชำนาญการพิเศษ สำนักงานควบคุมป้องกันโรคที่ ๖ จังหวัดชลบุรี	คณะทำงาน
๔. นางสาวสร้อยสุดา	เกสรทอง	คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	คณะทำงาน
๕. นางสาวศิริวิทย์	มณีศรีเดช	นักวิชาการสาธารณสุขชำนาญการพิเศษ สำนักโรคติดต่อทั่วไป กรมควบคุมโรค	คณะทำงาน
๖. นายอดิศักดิ์	เทียนฤทธิเดช	นักวิชาการสาธารณสุขชำนาญการ ด้านควบคุมโรคระหว่างประเทศมาบตาพุด	คณะทำงาน
๗. นางสาวจันดารัตน์	โรมา	นักวิชาการสาธารณสุขชำนาญการ ด้านควบคุมโรคระหว่างประเทศมาบตาพุด	คณะทำงาน
๘. นายอรุณ	เที่ยงอาษา	นักวิชาการสาธารณสุขชำนาญการ ด้านควบคุมโรคระหว่างประเทศ ท่าเรือแหลมฉบัง	คณะทำงาน

๙. นายพรชัย	เกิดศิริ	นักวิชาการสาธารณสุขชำนาญการ สำนักโรคติดต่อทั่วไป กรมควบคุมโรค	คณะทำงาน
๑๐. นายธรรณพงศ์	จันทรวงศ์	นักวิชาการสาธารณสุขชำนาญการ สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค	คณะทำงาน
๑๑. นางสาวรุ่งประกาย	วิฤทธิชัย	นักวิชาการสาธารณสุขชำนาญการ สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค	คณะทำงาน
๑๒. นางสาวนิติพร	รัตนปกรณ	นักวิชาการสาธารณสุขปฏิบัติการ ด้านควบคุมโรคระหว่างประเทศท่าอากาศยานอุตะภา	คณะทำงาน
๑๓. นางสาวกุนนิตา	ยารวง	นักวิชาการสาธารณสุขปฏิบัติการ ด้านควบคุมโรคระหว่างประเทศท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง	คณะทำงาน
๑๔. นายราเชนทร์	แดงอ่อน	นักวิชาการสาธารณสุขปฏิบัติการ ด้านควบคุมโรคระหว่างประเทศบ้านประกอบ	คณะทำงาน
๑๕. นายสรสมรรถ	บุญทวีวุฒิ	นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ปฏิบัติการ สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค	คณะทำงาน
๑๖. นายจิรพงศ์	เหมะพุกกะ	นักวิชาการสาธารณสุข สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค	คณะทำงาน
๑๗. นางสาวเมธอมารวีร์	ชุมเงิน	นักวิชาการสาธารณสุข สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค	คณะทำงาน
๑๘. นางสาววิภาดา	เข้มชัย	นักวิชาการสาธารณสุข สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค	คณะทำงาน
๑๙. นายชาลภพ	บุรณะ	นักวิชาการสาธารณสุข สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค	คณะทำงาน
๒๐. นายณัฐพงศ์	แหะหมั่น	นักวิชาการสาธารณสุขชำนาญการ สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค	คณะทำงาน และเลขานุการ
๒๑. นายพัฒน์	เรืองขจิต	นักวิชาการสาธารณสุขปฏิบัติการ สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค	คณะทำงาน และผู้ช่วยเลขานุการ
๒๒. นายชยาพล	จงเจริญ	นักวิชาการสาธารณสุข สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค	คณะทำงาน และผู้ช่วยเลขานุการ

มีอำนาจหน้าที่ ดังนี้

๑. กำหนดกรอบ จัดทำคู่มือการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคารสำหรับช่องทางเข้าออก
ระหว่างประเทศ
๒. ทบทวนองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคารที่สอดคล้องกับ
ช่องทางเข้าออกระหว่างประเทศ
๓. ให้ข้อเสนอแนะในการจัดทำคู่มือการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคารสำหรับช่องทางเข้าออก
ระหว่างประเทศ

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ ๖ กรกฎาคม ๒๕๖๐



(นายสุเทพ เพชรมาก)
รองอธิบดี ปฏิบัติราชการแทน
อธิบดีกรมควบคุมโรค



ตัวอย่างวิธีการตรวจตามมาตรฐานของต่างประเทศ

1. ตามวิธีของ NIOSH METHOD

BIOAEROSOL SAMPLING (Indoor Air)

080

Culturable organisms: bacteria, fungi, thermophilic actinomycetes

METHOD: 0800, Issue 1

EVALUATION: N/A

Issue 1: 15 January 199

PURPOSE: Identification of culturable microorganisms and assessment of possible proliferation and dissemination of bacteria or fungi from building reservoirs.

FIELD EQUIPMENT:

1. Samplers:
 - a. Andersen 2-stage cascade impactor, or equivalent, for fungi and mesophilic bacteria.
 - b. Andersen N-6 single-stage sampler, or equivalent, for thermophilic actinomycetes.
2. Sampling media, in plates prepared according to sampler manufacturer's recommendations:
 - a. Malt extract agar (MEA) for fungi.
 - b. Trypticase soy agar (TSA) for mesophilic bacteria and thermophilic actinomycetes.

NOTE: Other media may be used, if appropriate, e.g., dichloran glycerol agar (DG18) for xerophilic molds, R2A agar for heterotrophic bacteria, and rose bengal agar for slow-growing fungi such as *Stachybotrys*.
3. Sampling pump capable of meeting sampler manufacturer's flow specification (e.g., 28.3 L/min), with flexible connecting tubing.
4. Cotton gauze pad, e.g., 4" × 4".
5. Rubbing alcohol, 70% isopropanol.
6. Refrigerant packs, if necessary for keeping samples cool during shipment.

NOTE: Keep samples cool, but protect from freezing.

SAMPLING STRATEGY:

1. Select at least three sites, one each to represent complaint area, a noncomplaint area (otherwise as similar as possible to complaint area), and outdoors.
2. In turn at each site, sample simultaneously for fungi, mesophilic bacteria, and thermophilic actinomycetes. Typical sampling time is ten minutes. Before moving to the next site, repeat twice to obtain triplicate, consecutive samples.
3. Load and immediately unload one set of sampling media in each sampler to serve as field blanks.
4. Collect another complete set of samples and blanks on the next day.

SAMPLING:

1. Calibrate each sampling pump with a representative sampler in line.
2. Before each run, carefully and thoroughly wipe each sampler stage with rubbing alcohol. Allow to dry. Make sure air passages are not blocked.
3. Load sampling media into sampler, remove covers from media, and attach sampler to pump with flexible tubing.

NOTE: Take special care to prevent contamination of media during loading and unloading. Do not touch agar surface.
4. Sample at known preset flow for an accurately known time, e.g., 10 min. (In heavily contaminated areas, a shorter sampling time may be necessary.)
5. Replace covers on sampling media, unload, and pack securely for shipment (plates should be media side up).

SHIPPING: Keep collected samples and blanks cool (not necessarily ice-cold) and ship as quickly as possible to a laboratory for enumeration and identification.

ANALYSIS: Mesophilic bacteria and thermophilic actinomycetes are usually identified to species and fungi usually identified to genus. Interpretation is subjective and based on total numbers and rank order of taxa in complaint area compared with control areas (noncomplaint and outdoors).

2. ตามมาตรฐาน SS554 ปี 2009

SS 554 : 2009

Table 1 – Recommended IAQ parameters

Parameter	Acceptable limit (8 hours)	Unit	Measurement method / Analytical method
i. Thermal comfort parameters			
Operative temperature ¹⁾	24 to 26	°C	Air temperature – by hot wire, thermistor, thermometer sling or equivalent method. Globe temperature – by Globe thermometer.
Relative humidity	< 65 (for new buildings) < 70 (for existing buildings) (under peak and common part load conditions)	%	By thin film capacitor, hygrometer, thermometer sling or equivalent method.
Air movement	0.10 - 0.30	m/s	By hot wire method for linear air velocity or Kata thermometer for omni-directional air velocity method or equivalent.
ii. Chemical parameters			
Carbon dioxide	700 above outdoor	ppm	By real-time non-dispersive infra-red sensor or equivalent method.
Carbon monoxide	9	ppm	By real-time electrochemical sensor or equivalent method (NIOSH Manual of Analytical Methods 6604).
Formaldehyde	120 0.1	µg/m ³ ppm	By detection tubes, real-time electrochemical sensor or equivalent method for screening (ISO 16000-2). When formaldehyde concentration is higher than the limit, collect continuous air samples using dinitrophenylhydrazine (DNPH) cartridges and analyse by High Performance Liquid Chromatography (HPLC) using: NIOSH Manual of Analytical Methods 2016 or EPA Method 0100: Sampling for Formaldehyde and other Carbonyl Compounds. ISO 16000-3 or NIOSH Manual of Analytical Methods 2016.
Total volatile organic compounds (TVOC) that are photoionisable (10.6 eV) ²⁾	3000 3	ppb ppm	By real-time photoionisation detector or equivalent method.
iii. Respirable suspended particles (aerodynamic diameter less than 10 µm sampled with a particle size-selective device having a median cut point of 4 µm)	50	µg/m ³	By real-time optical scattering or piezoelectric monitors or equivalent method

NOTES –

¹⁾ Operative temperature is the average of the air temperature (weighted by the convective heat transfer coefficient) and the mean radiant temperature (weighted by the linearised radiant heat transfer coefficient for the occupant). For occupants engaged in near sedentary physical activity (with metabolic rates between 1 and 1.3 met), not in direct sunlight, and not exposed to air velocities greater than 0.20 m/s, the relationship can be approximated with acceptable accuracy by:

$$t_o = (t_a + t_r) / 2$$

t_o = operative temperature

t_a = air temperature

t_r = mean radiant temperature (see also ISO 7726 'Ergonomics of the thermal environment - Instruments for measuring physical quantities')

Mean radiant temperature for a fully clothed subject: $t_r = t_g + 2.44 \times V^{0.5} (t_g - t_a)$

t_g is the globe temperature in °C

t_a is the air temperature in °C

V is the air speed in m/s

²⁾ When TVOC > 3000 ppb or when smell is perceived or when ventilation rate is less than the recommended rate by SS 553 or recommendation by competent person, specific VOCs should be identified (e.g. endocrine disrupting chemicals, microbial VOC, etc.) by identifying the individual VOC species.

Table 1 – Recommended IAQ parameters (cont'd)

Parameter	Acceptable limit (8 hours)	Unit	Measurement method / Analytical method
iv. Biological parameters			
Total viable bacterial count	500	cfu/m ³	By Andersen single-stage impactor (N6), or equipment designed for airborne microbial sampling, flow rate at 28.3 L/min (1 ft³/min) for 4 minutes or equal volume of air. Bacteria is cultured by Tryptone Soya Agar (TSA) media and incubated for 48 hours at 35 °C. When a single species dominating from the culture plate, speciation should be done (see Table 2). The samples on the culture plate should yield between 30 and 300 colonies for best results.
Total viable mould count	Up to 500 is acceptable, if the species present are primarily <i>Cladosporium</i>	cfu/m ³	By Andersen single-stage impactor (N6), or equivalent equipment designed for airborne microbial sampling, flow rate at 28.3 L/min (1 ft³/min) for 4 minutes or equal volume of air. Mould is cultured by 2 % Malt Extract Agar (MEA) and incubated for 5 days at 25 °C. When a single species dominating from the culture plate, speciation should be done. The confirmation presence of 1 or more fungal species occurring as a significant percentage in indoor sample and not present in concurrent outdoor sample is an evidence of fungal growth. Air testing is used in some circumstances as part of an investigation to determine whether or not there is mould growth in a building, and is never a substitute for a building investigation. Surface sample should be taken from the growth area by tapes for microscopic identification.

NOTES –

Micro-organisms are ubiquitous in indoor environment and do not necessarily constitute a health hazard. The concentration at which contamination becomes a threat to health is unknown and may vary greatly with each individual. Culture-based methods are suitable for detection of culturable infection agents and allow species identification. However, it is widely agreed that only a small fraction (0.1 to 10 %) of the total microbial flora in an indoor environment is currently culturable (White DC, 1983). Total viable bacterial counts and total viable mould counts are a measure of the sanitary conditions of the premises and may not correlate with the presence of any specific pathogen.

If in the professional judgement of a competent person, investigation into target contaminants is necessary, then Table 2 is to be followed.

แบบฟอร์มสำรวจสุขภาพจากปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคาร

ตัวอย่างแบบสำรวจสุขภาพจากปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคาร

แบบสอบถามนี้ ประกอบด้วย 6 ส่วน คือ 1) ข้อมูลทั่วไป 2) ข้อมูลสถานที่ทำงาน 3) ข้อมูลด้านสุขภาพ 4) ข้อมูลเกี่ยวกับภาวะสุขภาพในขณะที่ทำงาน 5) ความพึงพอใจในงาน 6) ความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมในที่ทำงาน

ผู้ตอบแบบสอบถามกรุณาตอบแบบสอบถามให้ครบทุกส่วนโดยใส่เครื่องหมาย / ลงใน ☐ หรือ ตาราง และกรอกข้อความในช่องว่างให้สมบูรณ์ โดยเริ่มตอบแบบสอบถามตั้งแต่ส่วนที่ 1 เป็นต้นไปถึงส่วนที่ 6

ชื่อหน่วยงาน.....ชื่อตึก.....ชั้น.....
อาคาร.....แผนก.....

ส่วนที่1 ข้อมูลทั่วไป

- เพศ ☐ ¹ชาย ☐ ²หญิง
- ปัจจุบันท่านอายุเท่าไร.....ปี
- ท่านจบการศึกษาระดับใด
☐ ¹ประถมศึกษา ☐ ²มัธยมศึกษา ☐ ³ปริญญาตรี
☐ ⁴สูงกว่าปริญญาตรี ☐ ⁵อื่นๆ.....
- แผนกที่ท่านทำงานอยู่ในปัจจุบัน.....
- ตำแหน่งงานที่ท่านทำในปัจจุบัน.....
- ประสบการณ์ทำงานในแผนกนี้.....ปี.....เดือน
- จำนวนชั่วโมงต่อวันที่ทำงานในแผนกนี้.....ชั่วโมง/วัน
- จำนวนวันที่ทำงานในแผนกนี้.....วัน/สัปดาห์
- ท่านทำงานล่วงเวลาหรือไม่
☐ ^๗ไม่ทำ ☐ ¹ทำ สัปดาห์ละ.....ชั่วโมง

ส่วนที่ 2 ข้อมูลสถานที่ทำงาน

10. แผนกที่ท่านทำงานอยู่มีการใช้สารเคมีหรือไม่

☐ ไม่ใช่

☐ ใช้ระบุ.....

11. จุดที่ท่านทำงานอยู่มีหน้าต่างที่สามารถเปิดได้

☐ ไม่ใช่

☐ ใช่

12. ลักษณะระบบการปรับอากาศในที่ทำงานของท่านเป็นแบบใด

☐ ¹แอร์แยก (Separate air)

☐ ²แอร์รวม (Central air)

☐ ³พัดลม (ไม่มีแอร์)

☐ ⁴อื่นๆ ระบุ.....

13. พื้นห้องส่วนใหญ่ของสถานที่ทำงานเป็นอย่างไร

☐ ¹พรม

☐ ²ไม้ เช่น ไม้อัด

☐ ³กระเบื้องเคลือบ

☐ ⁴แผ่นยางพลาสติก, พีวีซี

☐ ⁵อื่นๆ ระบุ.....

14. ลักษณะงานของท่านต้องใช้คอมพิวเตอร์ในการทำงานหรือไม่

☐ ¹ไม่ได้ใช้

☐ ²ใช้ เฉลี่ยวันละ..... ชั่วโมง

15. ในช่วง 1 ปีที่ผ่านมาบริเวณที่ท่านทำงานมีลักษณะต่อไปนี้หรือไม่

	ไม่มี	มี
ปูพรม	☐ ⁰	☐ ¹
ปรับปรุงพื้นใหม่	☐ ⁰	☐ ¹
ทาสีผนังใหม่	☐ ⁰	☐ ¹
เฟอร์นิเจอร์ใหม่	☐ ⁰	☐ ¹
ฉากกั้นใหม่	☐ ⁰	☐ ¹
น้ำรั่ว หรือซึม	☐ ⁰	☐ ¹
มีกองเอกสารหรือหนังสือ	☐ ⁰	☐ ¹
อื่นๆ ระบุ.....	☐ ⁰	☐ ¹

16. ท่านใช้วัสดุอุปกรณ์เครื่องใช้สำนักงานเหล่านี้หรือไม่ขณะทำงาน

	ไม่ใช่	ใช่
เครื่องถ่ายเอกสาร	☐ ⁰	☐ ¹
ปริ้นเตอร์	☐ ⁰	☐ ¹
น้ำยาลบคำผิด	☐ ⁰	☐ ¹
กาว	☐ ⁰	☐ ¹
น้ำยาทำความสะอาด	☐ ⁰	☐ ¹
วัสดุอุปกรณ์หรือสารเคมีที่มีกลิ่น	☐ ⁰	☐ ¹
ระบุ.....	☐ ⁰	☐ ¹

ส่วนที่ 3 ข้อมูลด้านสุขภาพ

17. ท่านสูบบุหรี่หรือไม่

☐ ไม่สูบ

☐ เคยสูบแต่เลิกแล้ว

☐ ¹สูบ ปริมาณที่สูบต่อวัน.....

18. ท่านมีปัญหาในการใส่คอนแทคเลนส์หรือไม่

☐ ไม่มี

☐ ³ไม่ได้ใส่

☐ ¹มี ระบุ.....

19. ท่านเคยมีประวัติเป็นโรคเหล่านี้หรือไม่

	ไม่มี	มี
โรคภูมิแพ้	☐ ⁰	☐ ¹
โรคไตอักเสบ	☐ ⁰	☐ ¹
โรคหอบหืด	☐ ⁰	☐ ¹
ไมเกรน	☐ ⁰	☐ ¹
ผื่นผิวหนังอักเสบ	☐ ⁰	☐ ¹
โรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ		
ระบุ.....	☐ ⁰	☐ ¹
โรคประจำตัวอื่นๆ ระบุ.....		

20. ในช่วง 1 เดือนที่ผ่านมา ท่านมีอาการหรือโรคเหล่านี้หรือไม่

	ไม่มี	มี
ไข้หวัด (ไข้ น้ำมูก เจ็บคอ ไอ ปวดเมื่อยตัว)	☐ ⁰	☐ ¹
นอนไม่หลับ	☐ ⁰	☐ ¹
โรคทางตาที่มีการวินิจฉัยโดยแพทย์	☐ ⁰	☐ ¹
ระบุ.....		
โรคทางจมูกที่มีการวินิจฉัยโดยแพทย์	☐ ⁰	☐ ¹
ระบุ.....		
โรคระบบทางเดินหายใจที่มีการวินิจฉัยโดยแพทย์	☐ ⁰	☐ ¹
ระบุ.....		
โรคระบบประสาทที่มีการวินิจฉัยโดยแพทย์	☐ ⁰	☐ ¹
ระบุ.....		
โรคผิวหนังที่มีการวินิจฉัยโดยแพทย์	☐ ⁰	☐ ¹
ระบุ.....		

ส่วนที่ 4 ข้อมูลเกี่ยวกับภาวะสุขภาพในขณะที่ทำงาน

21. ในช่วง 1 เดือนที่ผ่านมา ขณะที่ท่านกำลังทำงานอยู่ ท่านมีอาการต่อไปนี้หรือไม่ (กรุณาทำเครื่องหมาย/ลงในช่องตารางที่ตรงกับตัวท่านมากที่สุด)

หมายเหตุ: กรณีที่ท่านไม่มีอาการตามรายการข้างล่างโปรดทำเครื่องหมาย/ลงในช่องไม่มีอาการ โดยไม่ต้องระบุความถี่และสถานที่ที่เกิดอาการ

กรณีที่ท่านมีอาการโปรดระบุความถี่และสถานที่ที่เกิดอาการโดยการทำเครื่องหมาย/ลงในช่องตารางด้วย

กลุ่มอาการ	ความถี่ในการเกิดอาการ				อาการเริ่มเกิดขึ้นขณะอยู่ที่ใด		
	ไม่มีอาการ	1 - 3 วัน ต่อเดือน	1 - 3 วัน ต่อสัปดาห์	เกือบทุกวัน	ที่ทำงาน	ที่บ้าน	ทั้งที่ทำงาน และที่บ้าน
อาการทางตา							
* ระคายเคืองตา							
* ตาแห้ง							
* น้ำตาไหล							
* คันตา							
* ตาแดง							
* แสบตา							
อาการทางจมูก							
* ระคายเคืองจมูก							
* น้ำมูกไหล							
* คัดจมูก							
* แสบจมูก							
* เลือดกำเดาไหล							
อาการทางลำคอ							
* คอแห้ง หรือ หิวน้ำบ่อย							
* แสบคอ							
* ระคายคอ							
* เจ็บคอ							
อาการระบบทางเดินหายใจ							
* แน่นหน้าอก							
* หายใจลำบาก							

กลุ่มอาการ	ความถี่ในการเกิดอาการ				อาการเริ่มเกิดขึ้นขณะอยู่ที่ใด		
	ไม่มีอาการ	1 - 3 วัน ต่อเดือน	1 - 3 วัน ต่อสัปดาห์	เกือบทุกวัน	ที่ทำงาน	ที่บ้าน	ทั้งที่ทำงาน และที่บ้าน
*หายใจขัด							
*อึดอัดบริเวณ หน้าอก							
*ไอ							
อาการระบบประสาท							
*ปวดศีรษะ							
*มึนศีรษะ							
*ง่วงเหงาหาวนอน							
*อ่อนล้า อ่อนเพลีย							
*ขาดสมาธิในการ ทำงาน							
อาการทางผิวหนัง							
*ผิวแห้ง							
*ระคายเคืองหน้า							
*ผื่นนูนแดงตาม ร่างกาย							
*ผื่นแดงที่หน้า							
*คันบริเวณนอก ร่มผ้า							
*ผื่นผิวหนังอักเสบ							

22. ในช่วง 1 เดือนที่ผ่านมา เมื่อมีอาการทางตา - จมูก - ลำคอ - ระบบทางเดินหายใจ - ระบบประสาท - ผิวหนัง
ในข้อ 21 โดยเฉลี่ยแล้วจะเป็นอยู่นานเท่าไร อาการดังกล่าวจึงจะหาย

- ☐ ¹นานเป็นนาที ☐ ²นานเป็นชั่วโมง
☐ ³นานตลอดวัน ☐ ⁴นานถึงวันถัดไป

23. ในช่วง 1 เดือนที่ผ่านมา เมื่อมีอาการทางตา - จมูก - ลำคอ - ระบบทางเดินหายใจ - ระบบประสาท - ผิวหนัง
ในข้อ 22 แล้ว มีผลกระทบต่อการทำงานของท่านอย่างไร

- ☐ ⁰ไม่รบกวนการทำงาน ยังคงทำงานได้ตามปกติ
☐ ¹ประสิทธิภาพการทำงานลดลง แต่ยังคงทำงานได้ตามปกติ
☐ ²ต้องหยุดพักทำงานชั่วคราว
☐ ³หยุดงาน

ส่วนที่ 5 ความพึงพอใจในงาน

24. ท่านพอใจในงานที่ท่านทำอยู่หรือไม่

☐ ไม่พอใจ

☐ พอใจ

25. งานที่ท่านทำอยู่ทำให้ท่านรู้สึกเครียด

☐ ไม่ใช่

☐ ใช่

ส่วนที่ 6 ความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมในที่ทำงาน

26. ท่านคิดว่าสภาพแวดล้อมในที่ทำงานของท่านมีปัญหาต่อไปนี้หรือไม่

☐ ¹การระบายอากาศไม่ดี

☐ ²แสงจ้ารบกวน

☐ ³อากาศเย็นเกินไป

☐ ⁴มีฝุ่นเกาะตามพื้นผิว

☐ ⁵อากาศร้อน

☐ ⁶ไม่สะอาด

☐ ⁷แสงสว่างไม่เพียงพอ

☐ ⁸เสียงดังรบกวน

☐ ⁹อากาศอับชื้น

☐ ¹⁰มีกลิ่นไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่น สารเคมี อาหาร ควัน ไอเสียรถยนต์

☐ อื่นๆ ระบุ.....

27. ข้อเสนอแนะต่อสถานที่ทำงานของท่านในการแก้ไขปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคาร

.....

.....

.....

.....

คณะผู้จัดทำคู่มือการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคาร สำหรับช่องทางเข้าออกประเทศ

ที่ปรึกษา

1. ดร.พญ.ฉันทนา ผดุงทศ
2. พญ.วรลักษณ์ ตั้งคณะกุล
3. นายพูนศักดิ์ ศรีประพัฒน์
4. นายณัฐพงศ์ แหะหมั่น

ผู้อำนวยการสำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม
รองผู้อำนวยการสำนักโรคติดต่อทั่วไป
ผู้ช่วยผู้อำนวยการสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 6 ชลบุรี
ผู้อำนวยการศูนย์พัฒนาวิชาการอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม
จังหวัดระยอง

คณะผู้จัดทำ

1. นายชยาพล จงเจริญ
2. อ.ดร.สร้อยสุดา เกสรทอง
3. นายพรชัย เกิดศิริ
4. นายอดิศักดิ์ เทียนฤทธิ์เดช
5. นางสาวทิพย์ติยา มั่งมี
6. นางสาวธันย์ชนก นาแหลม

สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ด้านควบคุมโรคติดต่อระหว่างประเทศท่าเรือกรุงเทพฯ
ข้าราชการบำนาญ
สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม
สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม

