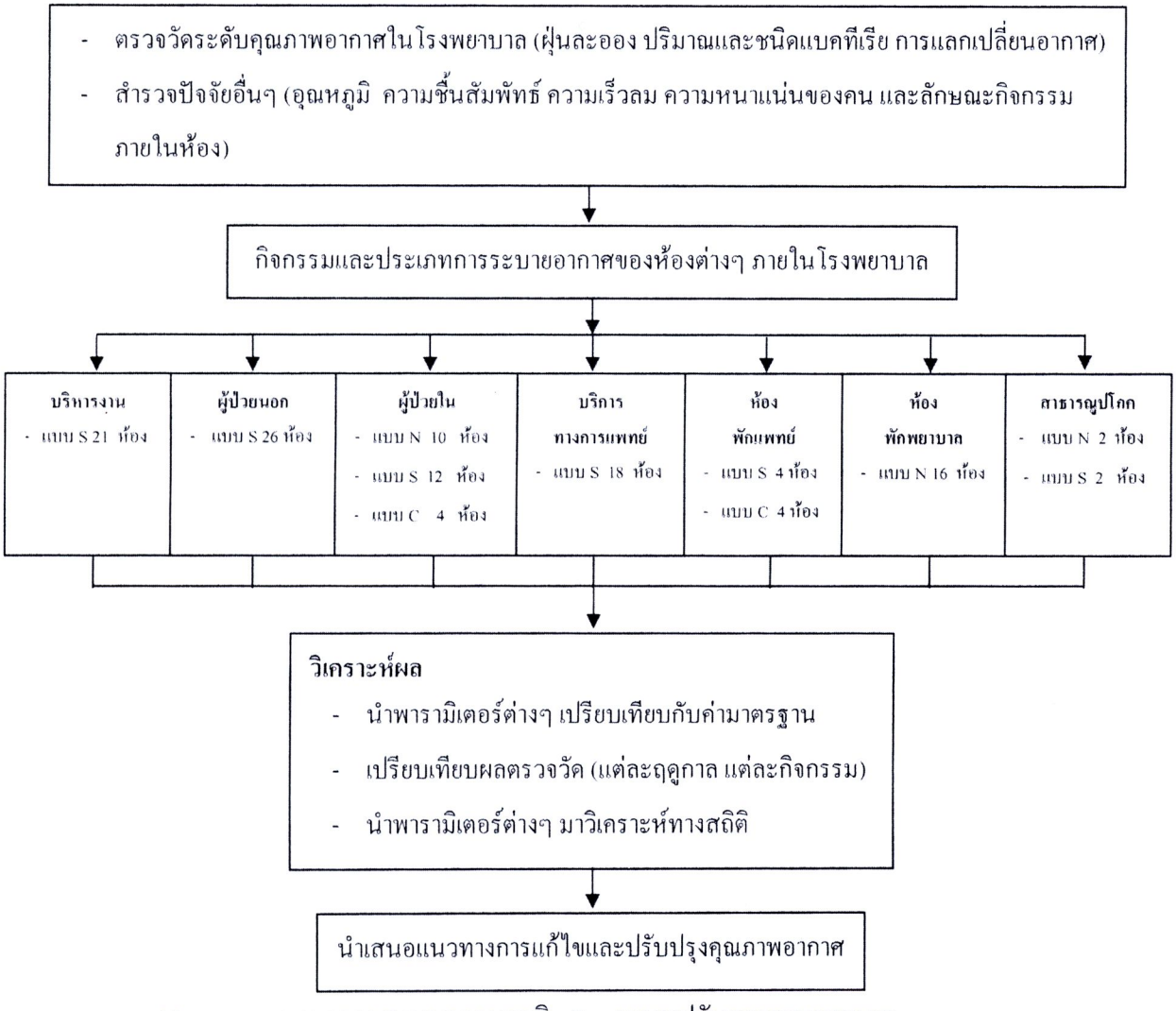
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

บทที่ 3
ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษางานวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาความเข้มข้นฝุ่นละอองและปริมาณแบคทีเรียในอากาศกับการระบายอากาศ และกิจกรรมต่างๆ ภายในโรงพยาบาล รวมทั้งปัจจัยต่างๆ ที่คาดว่าจะมีผลต่อปริมาณฝุ่นละอองและเชื้อแบคทีเรีย ได้แก่ ความเร็วลม อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความหนาแน่นของคน รวมถึงประเภทของเครื่องปรับอากาศ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการคุณภาพอากาศ ดังรูปที่ 3.1



หมายเหตุ N = การระบายอากาศแบบธรรมชาติ S = ระบบปรับอากาศแบบแยก
C = ระบบปรับอากาศแบบรวม

รูปที่ 3.1 แผนภูมิการดำเนินงานวิจัย

3.1 สถานที่สำหรับเก็บตัวอย่างในโรงพยาบาล

โดยจัดห้องตามลักษณะกิจกรรมแบ่งออกเป็น 7 กลุ่ม กลุ่มแรก คือ บริหารงานทั่วไป กลุ่มที่สอง คือ แผนกผู้ป่วยนอก กลุ่มที่สาม คือ แผนกผู้ป่วยใน กลุ่มที่สี่ คือ ฝ่ายบริการทางการแพทย์ กลุ่มที่ห้า คือ ห้องพักแพทย์ กลุ่มที่หก คือ ห้องพักพยาบาล กลุ่มที่เจ็ด คือ ฝ่ายสาธารณูปโภค รวม 119 จุด และภายนอกอาคาร 1 จุด ได้แก่ ดาดฟ้า รวมทั้งหมด 120 จุด ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 รายชื่อจุดตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคารโรงพยาบาลกลาง

กลุ่มแรก		**กิจกรรมบริหารงานทั่วไป (G1)**	
พื้นที่	**ตึก/ชั้น**	**จุดตรวจวัดที่**	**บริเวณจุดตรวจวัด**
บริหารงานทั่วไป	ห้องผู้อำนวยการ	G1 (1)	โถงรับแขก
		G1 (2)	ห้องธุรการ
		G1 (3)	ห้องผู้อำนวยการ รพ.
		G1 (4)	ห้องรองผู้อำนวยการฝ่ายการแพทย์
	ฝ่ายการเงิน ชั้น 19	G1 (5)	ห้องทำงานเจ้าหน้าที่ฝ่ายการเงิน
		G1 (6)	ห้องทำงานเจ้าหน้าที่ฝ่ายการเงิน
		G1 (7)	ห้องถ่ายเอกสาร
		G1 (8)	ห้องหัวหน้าฝ่ายการเงิน
	ฝ่ายการบริหารงานทั่วไป ชั้น 19	G1 (9)	ห้องทำงานเจ้าหน้าที่ฝ่ายบริหารทั่วไป
		G1 (10)	ห้องหัวหน้าฝ่ายบริหารงานทั่วไป
		G1 (11)	ห้องทำงานเจ้าหน้าที่ฝ่ายบริหารทั่วไป
		G1 (12)	ห้อง Xerox (ถ่ายเอกสาร)
	ฝ่ายการพยาบาล ชั้น 19	G1 (13)	บริเวณห้องทำงานฝ่ายการพยาบาล
		G1 (14)	ห้องหัวหน้าฝ่ายการพยาบาล
		G1 (15)	ห้องประชุมฝ่ายการพยาบาล
		G1 (16)	ห้องรับประทานอาหารฝ่ายฯ
	ห้องประชุม	G1 (17)	ห้องประชุมไนติงเกล
	ฝ่ายพัสดุ ตึกเอื้อ ชั้น 2	G1 (18)	บริเวณทางเดินฝ่ายพัสดุ
		G1 (19)	ห้องสอบราคาฝ่ายพัสดุ
		G1 (20)	ห้องคลังพัสดุ
		G1 (21)	ห้องสำนักงานฝ่ายพัสดุ

หมายเหตุ ▭ จุดเก็บแบคทีเรียอาหารเพาะเชื้อชนิด Blood agar

ตารางที่ 3.1 รายชื่อจุดตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคารโรงพยาบาลกลาง (ต่อ)

กลุ่มที่สอง		กิจกรรมแผนกผู้ป่วยนอก (G2)	
พื้นที่	**ตึก/ชั้น**	**จุดตรวจวัดที่**	**บริเวณจุดตรวจวัด**
แผนกผู้ป่วยนอก	แผนกฉุกเฉิน ชั้น 1	G2-OPD (1)	บริเวณรอแผนกฉุกเฉิน
		G2-OPD (2)	ห้องตรวจแผนกฉุกเฉิน
		G2-OPD (3)	ห้องสังเกตอาการ
		G2-OPD (4)	เคาน์เตอร์บริการ (ติดต่อสอบถาม)
	แผนกอายุรกรรม ชั้น 2	G2-OPD (5)	บริเวณรอตรวจฝ่ายอายุรกรรม
		G2-OPD (6)	ห้องตรวจอายุรกรรม 7
		G2-OPD (7)	ห้องตรวจอายุรกรรม 6
		G2-OPD (8)	บริเวณรอตรวจฝ่ายอายุรกรรม
	แผนก สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ ชั้น 2	G2-OPD (9)	บริเวณคนไข้รอตรวจ จุดที่ 1
		G2-OPD (10)	บริเวณคนไข้รอตรวจ จุดที่ 2
		G2-OPD (11)	ห้องตรวจ
		G2-OPD (12)	ห้องทำแผล
	ห้องจ่ายยา ชั้น 2	G2-OPD (13)	บริเวณรอจ่ายยา
		G2-OPD (14)	บริเวณรอจ่ายยา
		G2-OPD (15)	ห้องเจาะเลือด 22
		G2-OPD (16)	ห้องจ่ายยา
	แผนกหู ตา คอ จมูก ชั้น 3	G2-OPD (17)	บริเวณคนไข้รอตรวจ จุดที่ 1
		G2-OPD (18)	บริเวณคนไข้รอตรวจ จุดที่ 2
		G2-OPD (19)	ห้องตรวจหมายเลข 7
		G2-OPD (20)	ห้องตรวจหมายเลข 5
	แผนกสูตินารี ชั้น 3	G2-OPD (21)	ห้องรอตรวจ
		G2-OPD (22)	ห้องรอตรวจ
		G2-OPD (23)	ห้องตรวจหมายเลข 5
		G2-OPD (24)	ห้องตรวจหมายเลข 6
	ทันตกรรม	G2-OPD (25)	แผนกทันตกรรม
	ห้องนวด	G2-OPD (26)	ห้องนวด

หมายเหตุ ▭ จุดเก็บแบคทีเรียอาหารเพาะเชื้อชนิด Blood agar

ตารางที่ 3.1 รายชื่อจุดตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคารโรงพยาบาลกลาง (ต่อ)

กลุ่มที่ห้า		กิจกรรมแผนกผู้ป่วยใน (G3)	
พื้นที่	**ตึก/ชั้น**	**จุดตรวจวัดที่**	**บริเวณจุดตรวจวัด**
แผนกผู้ป่วยใน	ห้องผ่าตัด 2 ชั้น 5	G3-IPD (1)	จุดรับถ่ายคนไข้
		G3-IPD (2)	ห้องพักฟื้น
	ห้องคลอด ชั้น 7	G3-IPD (3)	ห้องคลอด 1
		G3-IPD (4)	ห้องพักฟื้นหลังคลอด
		G3-IPD (5)	ห้องคลอดพิเศษ
		G3-IPD (6)	ห้องรอคลอด
	อายุรกรรมสามัญหญิง ชั้น 9	G3-IPD (7)	บริเวณเตียงคนไข้ จุดที่ 1
		G3-IPD (8)	บริเวณเตียงคนไข้ จุดที่ 2
		G3-IPD (9)	บริเวณเตียงคนไข้ จุดที่ 3
		G3-IPD (10)	บริเวณเตียงคนไข้ จุดที่ 4
	ศัลยกรรมกระดูก สามัญชาย ชั้น 10	G3-IPD (11)	ห้องทำงานพยาบาล (ติดต่อสอบถาม)
		G3-IPD (12)	บริเวณเตียงคนไข้ จุดที่ 1
		G3-IPD (13)	บริเวณเตียงคนไข้ จุดที่ 2
		G3-IPD (14)	บริเวณเตียงคนไข้ จุดที่ 3
	อายุรกรรมสามัญชาย ชั้น 14	G3-IPD (15)	บริเวณเตียงคนไข้ จุดที่ 1
		G3-IPD (16)	บริเวณเตียงคนไข้ จุดที่ 2
		G3-IPD (17)	ห้องทำงานพยาบาล (ติดต่อสอบถาม)
		G3-IPD (18)	ห้องผู้ป่วยวัณโรค
	ห้องพักผู้ป่วยพิเศษ ชั้น 15	G3-IPD (19)	ห้อง 1501
		G3-IPD (20)	ห้อง 1503
		G3-IPD (21)	ห้อง 1506
		G3-IPD (22)	ห้องทำงานพยาบาล (ติดต่อสอบถาม)
	ห้องปลอดเชื้อ ชั้น 17	G3-IPD (23)	ห้อง negative pressure
		G3-IPD (24)	ห้องทำงานพยาบาล (ติดต่อสอบถาม)
		G3-IPD (25)	ห้อง 1707
		G3-IPD (26)	ห้อง 1710

หมายเหตุ จุดเก็บแบคทีเรียอาหารเพาะเชื้อชนิด Blood agar

ตารางที่ 3.1 รายชื่อจุดตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคารโรงพยาบาลกลาง (ต่อ)

กลุ่มที่สี่		กิจกรรมฝ่ายบริการทางการแพทย์ (G4)	
พื้นที่	**ตึก/ชั้น**	**จุดตรวจวัดที่**	**บริเวณจุดตรวจวัด**
ฝ่ายบริการทางการการแพทย์	ห้องเอกซเรย์ ชั้นใต้ดิน	G4 (1)	ห้องที่ 7 ห้องตรวจอัลตราซาวด์
		G4 (2)	ห้องที่ 9 ห้องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์
		G4 (3)	ห้องล้างฟิล์ม
		G4 (4)	ห้องตรวจ X-Ray
		G4 (5)	บริเวณคนไข้รอตรวจ
	Magnetic Resonance Imaging (MRI)	G4 (6)	บริเวณหน้าโซฟา
		G4 (7)	ห้องเจ้าหน้าที่
		G4 (8)	ห้อง อิเล็กทรอนิกส์
		G4 (9)	บริเวณโถงทางเดิน
	ห้องปรุงยา ชั้นใต้ดิน	G4 (10)	ห้องปรุงยา บริเวณทางเดิน
		G4 (11)	ห้องผลิตยา แผนกปรุงยา
		G4 (12)	ห้องธุรการแผนกปรุงยา
		G4 (13)	ห้องคลังเวชภัณฑ์ แผนกปรุงยา
	ห้องชันสูตรโรคกลาง ชั้น 4	G4 (14)	ห้องภูมิคุ้มกันวิทยาคลินิก
		G4 (15)	ห้องงานเคมีคลินิก/1
		G4 (16)	ห้องงานเคมีคลินิก/2
		G4 (17)	ห้องงานเคมีคลินิก/3
	ห้องพยาธิวิทยา	G4 (18)	ห้องพยาธิวิทยา

หมายเหตุ ☐ จุดเก็บแบคทีเรียอาหารเพาะเชื้อชนิด Blood agar

ตารางที่ 3.1 รายชื่อจุดตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคาร โรงพยาบาลกลาง (ต่อ)

กลุ่มที่ห้า		กิจกรรมห้องพักแพทย์(G5)	
พื้นที่	**ตึก/ชั้น**	**จุดตรวจวัดที่**	**บริเวณจุดตรวจวัด**
ห้องพักแพทย์	ห้องพักแพทย์ ชั้น 18	G5 (1)	ห้องพักแพทย์ 18/1
		G5 (2)	ห้องพักแพทย์ 18/8 (VIP)
		G5 (3)	ห้องพักแพทย์ 4
		G5 (4)	ห้องพักแพทย์ 9
	ห้องพักแพทย์ ชั้น 12	G5 (5)	ห้อง common room (สันทนาการ)
		G5 (6)	ห้องนายแพทย์ 1
		G5 (7)	ห้องนายแพทย์ 2
		G5 (8)	ห้องนายแพทย์ 3

หมายเหตุ ▭ จุดเก็บแบคทีเรียอาหารเพาะเชื้อชนิด Blood agar

ตารางที่ 3.1 รายชื่อจุดตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคารโรงพยาบาลกลาง (ต่อ)

กลุ่มที่ห้า		กิจกรรมห้องพักพยาบาล (G6)	
พื้นที่	**ตึก/ชั้น**	**จุดตรวจวัดที่**	**บริเวณจุดตรวจวัด**
ห้องพักพยาบาล	ห้องพยาบาลตึกเอื้อ ชั้น 7	G6 (1)	ห้อง common room ชั้น 7
		G6 (2)	ห้อง rest room
		G6 (3)	ห้อง 0719
		G6 (4)	ห้อง 0704
	ห้องพยาบาลตึกเอื้อ ชั้น 8	G6 (5)	ห้อง common room ชั้น 8
		G6 (6)	ห้อง 0819
		G6 (7)	ห้อง 0802
		G6 (8)	ห้อง 0817
	ห้องพยาบาลตึกเอื้อ ชั้น 9	G6 (9)	ห้อง 0904
		G6 (10)	ห้อง common room ชั้น 9
		G6 (11)	ห้อง 0903
		G6 (12)	ห้อง 0905
	ห้องพยาบาลตึกเอื้อ ชั้น 10	G6 (13)	ห้อง 1001
		G6 (14)	ห้อง 1002
		G6 (15)	ห้อง 1004
		G6 (16)	ห้อง common room ชั้น10

หมายเหตุ ☐ จุดเก็บแบคทีเรียอาหารเพาะเชื้อชนิด Blood agar

ตารางที่ 3.1 รายชื่อจุดตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคารโรงพยาบาลกลาง (ต่อ)

กลุ่มที่ห้า		กิจกรรมฝ่ายสาธารณูปโภค(G7)	
พื้นที่	**ตึก/ชั้น**	**จุดตรวจวัดที่**	**บริเวณจุดตรวจวัด**
ฝ่ายสาธารณูปโภค	ฝ่ายสาธารณูปโภค	G7 (1)	โรงครัว
		G7 (2)	หม้อไอน้ำ
		G7 (3)	แผนกซักฟอก (ห้องพับผ้า)
		G7 (4)	บำบัดน้ำเสีย

หมายเหตุ ☐ จุดเก็บแบคทีเรียอาหารเพาะเชื้อชนิด Blood agar

3.2 ลักษณะกลุ่มงานแต่ละกิจกรรมในโรงพยาบาลกลาง

โรงพยาบาลกลางเป็นโรงพยาบาลขนาด 404 เตียง มีจำนวนบุคคลกรในแผนกต่างๆ รวมกันประมาณ 1,561 คน และมีผู้มาขอรับบริการการรักษาในปี พ.ศ. 2552 จำนวน 511,416 คน ต่อปี (ฝ่ายวิชาการโรงพยาบาลกลาง, 2552)

3.2.1 กิจกรรมบริหารงานทั่วไป

กิจกรรมบริหารงานทั่วไปเป็นหน่วยงานด้านบริหารงานในโรงพยาบาลประกอบไปด้วย ห้องผู้อำนวยการ ฝ่ายการเงินชั้น 19 ฝ่ายการบริหารงานทั่วไปชั้น 19 ฝ่ายการพยาบาลชั้น 19 ห้องประชุม และฝ่ายพัสดุ รวมทั้งหมด 21 ห้อง มีการใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกทั้งหมด จำนวน 21 ห้อง เวลาปฏิบัติงานตามเวลาราชการ คือ ประมาณ 8.00 - 16.00 น.

ลักษณะภายในห้องจะมีการกั้นห้องเป็นส่วน เนื่องจากมีการทำงานร่วมกันหลายแผนก ยกเว้นห้องระดับผู้บริหารจะมีห้องทำงานส่วนตัว ซึ่งภายในจะมีห้องน้ำและพื้นห้องปูด้วยพรม ส่วนห้องประชุมจะเป็นห้องขนาดใหญ่ พื้นห้องปูด้วยพรม และมีการติดตั้งพัดลมระบายอากาศ ดังรูปที่ 3.2

กิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในห้องส่วนใหญ่จะเป็นการติดต่อประสานงานระหว่างส่วนบริหาร การประชุม/จัดสัมมนา และส่วนให้บริการผู้ป่วย ทำให้มีผู้คนมาติดต่อเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้เกิดการฟุ้งกระจายกลับ (Resuspension) ของฝุ่นละอองที่ตกอยู่ตามผิวภายในห้อง เช่น พื้นห้องที่ปูด้วยพรม ผ้าม่าน หรือฝุ่นที่ติดอยู่กับเสื้อผ้า

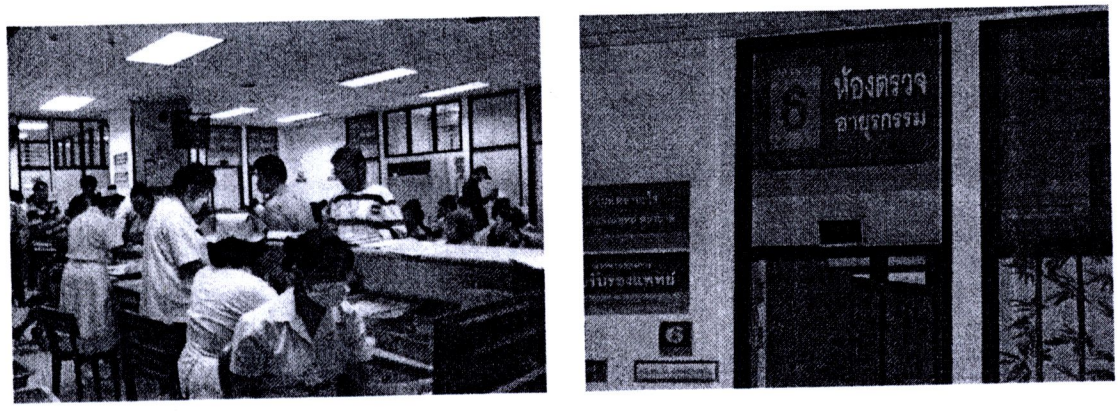
รูปที่ 3.2 แผนกบริหารงานทั่วไป

3.2.2 กิจกรรมแผนกผู้ป่วยนอก

กิจกรรมแผนกผู้ป่วยนอก ทำการตรวจวินิจฉัยโรค เพื่อให้ผู้ป่วยรับยาและสามารถกลับไปพักฟื้นที่บ้านได้เอง เวลาเปิดให้บริการตั้งแต่ 8.00 -12.00 น. ยกเว้นแผนกฉุกเฉินที่มีการเปิดบริการตลอด 24 ชั่วโมง ทุกวัน โดยผู้ป่วยใหม่และผู้ป่วยที่ทำบัตรหายกรอกข้อมูลในแบบฟอร์ม รับการซักประวัติ คัดกรองและรับบัตรคิวเข้าตรวจเพื่อวินิจฉัยโรค (บริเวณชั้น 2) ส่วนผู้ป่วยเก่านั้นคัดกรอง และรับใบคัดกรองเพื่อแยกประเภทผู้ป่วย ก่อนจะถูกส่งไปแผนกอื่นๆ เพื่อทำการตรวจรักษา หรือหาสาเหตุของการเจ็บป่วยเพิ่มเติมต่อไป ซึ่งประกอบไปด้วยแผนกต่างๆ คือ แผนกฉุกเฉิน แผนกอายุรกรรม แผนกสำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ แผนกหู ตา คอ จมูก แผนกสูตินารี แผนกทันตกรรม ห้องจ่ายยาและห้องนวด จำนวน 26 ห้อง มีการใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกทั้งหมด และมีพัดลมระบายอากาศบางเฉพาะห้อง สำหรับแผนกทันตกรรมนั้นมีการติดตั้งแผงกรองอากาศ

ลักษณะภายในห้องแผนกผู้ป่วยนอกแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นจุดรับผู้ป่วยและซักประวัติอยู่บริเวณแผนกฉุกเฉินชั้น 1 และแผนกอายุรกรรมชั้น 2 ส่วนที่สองเป็นจุดที่ให้ผู้ป่วยนั่งรอเพื่อเข้ารับการตรวจวินิจฉัยจากแพทย์และจุดรับยา ซึ่งทั้งสองนี้อยู่ภายในห้องขนาดใหญ่ และส่วนที่สามเป็นห้องตรวจโรคถูกกั้นเป็นห้องเล็กๆ สามารถเดินเชื่อมถึงกันได้ ภายในห้องตรวจโรคจะประกอบด้วย เตียงผู้ป่วย โต๊ะ และอ่างล้างมือ บริเวณชั้น 2 และ 3 ดังรูปที่ 3.3

กิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในห้องส่วนใหญ่ในแผนกนี้ เนื่องจากมีคนมาใช้บริการเป็นจำนวนมาก ในระหว่างเวลาทำการจะมีผู้ป่วยแออัดหนาแน่น และต้องใช้เวลานานในการตรวจโรคและรับยา ส่งผลให้แผนกผู้ป่วยนอกเป็นบริเวณที่มีความเสี่ยงต่อการแพร่เชื้อและติดเชื้อสูง โดยฝุ่นละอองที่พบมาจากกิจกรรมต่างๆ ของคนภายในห้อง เช่น การเดินเข้าและออกของเจ้าหน้าที่ทางการแพทย์ ผู้ป่วย และญาติผู้ป่วย ทำให้เกิดการฟุ้งกระจายกลับ



รูปที่ 3.3 แผนกผู้ป่วยนอก

3.2.3 กิจกรรมแผนกผู้ป่วยใน

กิจกรรมแผนกผู้ป่วยในเป็นที่รับผู้ป่วยซึ่งส่งต่อมาจากแผนกผู้ป่วยนอก และแผนกฉุกเฉิน โดยแพทย์ได้ทำการวินิจฉัยแล้วว่าจำเป็นต้องได้รับการดูแลจากบุคคลากรทางการแพทย์ เปิดให้บริการเวลาตลอด 24 ชั่วโมง (โดยเฉพาะห้องพิเศษที่ญาติสามารถเฝ้าได้ตลอด) ซึ่งจะประกอบได้ด้วยแผนกต่างๆ คือ ห้องผ่าตัด ห้องคลอด อายุรกรรมสามัญหญิง ศัลยกรรมกระดูกสามัญชาย อายุรกรรมสามัญชาย และห้องพักผู้ป่วยพิเศษ จำนวน 26 ห้อง ซึ่งมีระบบอากาศปรับอากาศแบบแยกจำนวน 12 ห้อง แบบรวมจำนวน 4 ห้อง และการระบายอากาศแบบธรรมชาติจำนวน 10 ห้อง สำหรับผู้ป่วยที่เป็นโรคติดเชื้อระบบทางเดินหายใจ เช่น โรคไข้หวัดใหญ่ 2009 โรควัณโรค เป็นต้น ซึ่งสามารถแพร่เชื้อจุลชีพก่อโรคออกสู่อากาศภายในห้อง ทางโรงพยาบาลได้มีการจัดแยกผู้ป่วยออกไปอยู่ในห้องแยกโรคที่ได้จัดเตรียมไว้ หรืออาจทำการแยกผู้ป่วยอยู่ในส่วนที่แบ่งไว้ในห้อง ที่อยู่ห่างจากผู้ป่วยอื่นๆ ใกล้หน้าต่าง และมีการระบายอากาศที่ดี เพื่อเป็นการลดความเสี่ยงในการแพร่กระจายและติดเชื้อ

ลักษณะห้องผู้ป่วยในเป็นห้องเปิดโล่งขนาดใหญ่ ไม่มีเครื่องปรับอากาศ ยกเว้นห้องทำงานของเจ้าหน้าที่พยาบาล ห้องแยกผู้ป่วยพิเศษ ภายในห้องประกอบไปด้วยเตียงผู้ป่วยวางเรียงกันเป็นระยะเต็มพื้นที่ห้อง ด้านหนึ่งของห้องมีระเบียงทางเดินและห้องน้ำ สำหรับห้องปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่จะกั้นด้วยกระจกใส ดังรูปที่ 3.4

กิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในห้องส่วนใหญ่จะเป็นการรักษา พักฟื้น และฟื้นฟูสมรรถภาพของผู้ป่วยจนสามารถกลับไปพักฟื้นที่บ้านเองได้ โดยฝุ่นละอองที่พบมาจากกิจกรรมต่างๆ ของคนภายในห้อง เช่น การเดินเข้าและออกของเจ้าหน้าที่ทางการแพทย์ ผู้ป่วย และญาติผู้ป่วย การดึงผ้าม่าน เป็นต้น ทำให้เกิดการฟุ้งกระจายกลับ และฝุ่นดินที่มาจากการพัดพาของลมภายในห้องที่ผ่านเข้าทางช่องเปิดของห้อง เช่น ประตู หน้าต่าง และช่องบานเกล็ด เป็นต้น

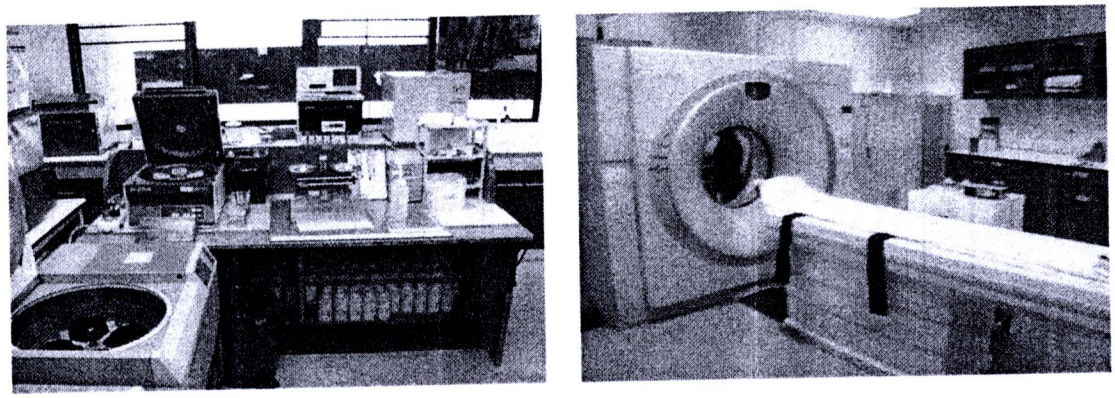
รูปที่ 3.4 แผนกผู้ป่วยใน

3.2.4 กิจกรรมฝ่ายบริการทางการแพทย์

กลุ่มแรก คือ งานพยาธิเป็นหน่วยงานให้บริการด้านการรับส่งตรวจด้านพยาธิวิทยาศัลยกรรมและเซลล์วิทยาเป็นหลัก เพื่อให้การวินิจฉัย กลุ่มที่สอง คือ งานรังสีวิทยาเป็นหน่วยงานให้บริการด้านการถ่ายภาพทางรังสีทั่วไป (General Radiography) การตรวจเอ็กซเรย์คอมพิวเตอร์ (Computed Tomography) การตรวจอวัยวะภายในด้วยระบบดิจิตอล (Digital Fluoroscopy) เป็นต้น กลุ่มที่สาม คือ งานชันสูตรโรคกลางเป็นหน่วยงานให้บริการด้านการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ โดยวิธีทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อนำไปใช้ในการวินิจฉัยโรคพยากรณ์โรคของแพทย์ และการประเมินสภาวะสุขภาพ ซึ่งจะประกอบได้ด้วยแผกต่างๆ คือ ห้องเอกซเรย์และห้องปรุงยาชั้นใต้ดิน ห้องชันสูตรโรคกลาง ห้องพยาธิวิทยา และ MRI จำนวน 18 ห้อง มีการใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกทั้งหมด ภายในบางห้องมีการติดพัดลมระบายอากาศโดยเฉพาะห้องบริเวณชั้นใต้ดิน

ลักษณะภายในห้องได้มีการออกแบบตามลักษณะการใช้งาน โดยมีการติดตั้งเครื่องฟอกอากาศในบางหน่วยงาน เช่น ห้องตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ ห้องเอกซเรย์ เป็นต้น เพื่อกรองฝุ่นเพราะเป้องกันสารเคมีต่างๆ ที่อาจจะมีผลต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานได้ ดังรูปที่ 3.5

กิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในห้องจะเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกให้บริการตรวจวัดผ่านทางเครื่องมือทางการแพทย์ เช่น ห้องเอกซเรย์ แผนก MIR เป็นต้น จะมีคนค่อนข้างหนาแน่นเพราะต้องรอคิวในการตรวจ ส่วนที่สองให้บริการการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ โดยเฉพาะห้องปรุงยาที่มีการเตรียมน้ำยาและสารเคมีที่ใช้สำหรับการตรวจวิเคราะห์ โดยฝุ่นละอองที่พบมาจากกิจกรรมต่างๆ ของคนภายในห้อง เช่น การเดินเข้าและออกของเจ้าหน้าที่ ผู้ป่วย และญาติผู้ป่วย เป็นต้น ทำให้เกิดการฟุ้งกระจายกลับ และฝุ่นจากท่อไอเสียรถมอเตอร์ไซค์ ซึ่งบริเวณชั้นใต้ดินจะเป็นที่จอดรถของเจ้าหน้าที่และผู้มาติดต่อ



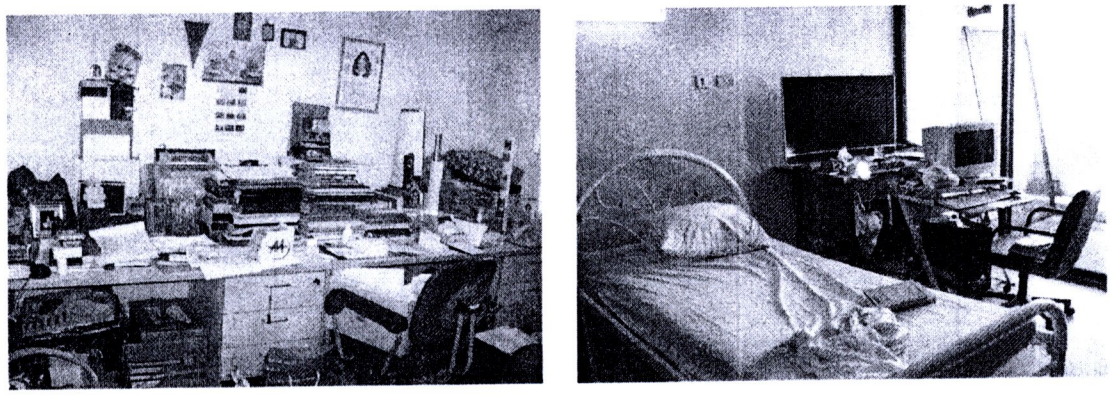
รูปที่ 3.5 ฝ่ายบริการทางการแพทย์

3.2.5 กิจกรรมห้องพักแพทย์

กิจกรรมห้องพักแพทย์มีอยู่ 2 ชั้น คือ ห้องพักแพทย์ชั้น 12 มีระบบปรับอากาศแบบรวมจำนวน 4 ห้อง และมีการติดตั้งพัดลมระบายอากาศ และห้องพักแพทย์ชั้น 18 มีระบบปรับอากาศแบบแยกจำนวน 4 ห้อง

ลักษณะภายในห้องพักแพทย์ชั้น 12 (รูปด้านซ้าย) ภายในห้องจะประกอบไปด้วย โต๊ะทำงาน ชั้นเก็บหนังสือ/เอกสารต่างๆ และห้องพักแพทย์ชั้น 18 (รูปด้านขวา) ภายในห้องประกอบไปด้วย เฟอร์นิเจอร์ และเครื่องใช้ต่างๆ เช่น ตู้เสื้อผ้า ชั้นวางของ โทรทัศน์ ตู้เย็น และเครื่องคอมพิวเตอร์ เป็นต้น ซึ่งจะมีห้องน้ำภายในห้อง ดังรูปที่ 4.6

กิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในห้องมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ ส่วนแรกเป็นห้องพักของแพทย์จะอยู่บริเวณชั้น 12 ไว้สำหรับพักหลังเสร็จจากการตรวจรักษาคนไข้ และใช้เป็นห้องทำงาน ส่วนที่สองเป็นห้องพักแพทย์ประจำและห้องพักแพทย์ สำหรับนอนค้างคืน ซึ่งอยู่บริเวณชั้น 18 โดยมีทั้งห้องพักแพทย์สำหรับแผนกต่างๆ รวมถึงห้องพักนักศึกษาแพทย์ โดยฝุ่นละอองที่พบมาจากกิจกรรมต่างๆ ของคนภายในห้อง เช่น การเดินเข้าและออกของแพทย์ และเจ้าหน้าที่ การดึงผ้าม่านผ้าปูเตียง ทำให้เกิดการฟุ้งกระจายกลับของฝุ่นละอองที่ตกอยู่ตามผิวภายในห้อง



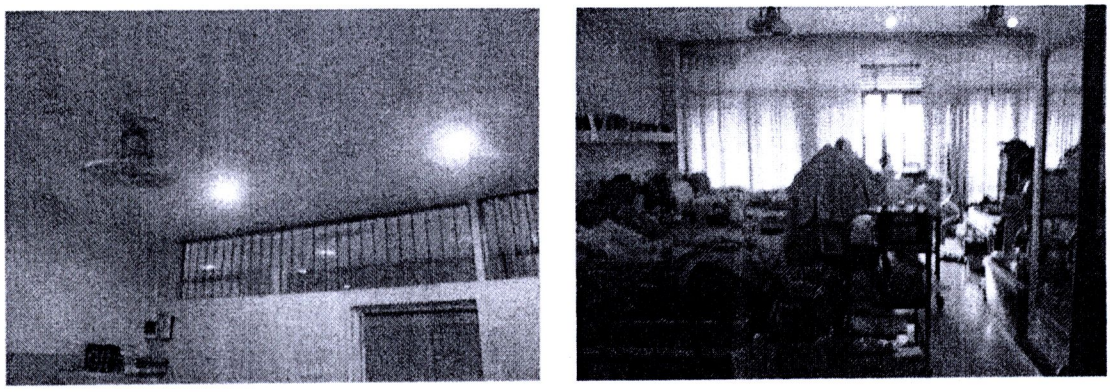
รูปที่ 3.6 ห้องพักแพทย์

3.2.6 กิจกรรมห้องพักพยาบาล

กิจกรรมห้องพักพยาบาลมีลักษณะเป็นหอพัก พักรวมกันประมาณ 5-6 คนต่อห้อง ซึ่งประกอบไปด้วยห้องพักพยาบาล ตึกเอื้อชั้น 7 จนถึงชั้น 10 จำนวน 16 ห้อง โดยทั้งหมดจะมีการระบายอากาศแบบธรรมชาติและห้องรับประทานอาหารภายในห้องจะมีการติดตั้งพัดลมระบายอากาศ ในการเข้าเวรของพยาบาลจะทำงานในลักษณะเป็นกะ คือ เข้าเวรตอนเช้าและเวรตอนกลางคืนขึ้นอยู่กับแต่ละแผนกของพยาบาลที่สังกัดอยู่

ลักษณะห้องบริเวณด้านบนเหนือประตูทางเข้าออกจะมีบานเกล็ดเรียงกันเป็นแถวยาวตลอดแนวห้องพัก ภายในห้องจะมีเตียงนอน 5-6 เตียง มีห้องแยกไว้สำหรับเก็บเสื้อผ้าและเปลี่ยนเสื้อผ้าจำนวน 1 ห้อง มีการติดตั้งพัดลมเพดานประมาณ 5-6 ตัวต่อห้อง โดยแต่ละชั้นจะมีห้องน้ำรวม ยกเว้นบางห้องที่มีห้องน้ำภายในห้อง ดังรูปที่ 3.7

กิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในห้องจะเป็นกิจวัตรประจำวันของแต่ละบุคคล เช่น นอนหลับ อ่านหนังสือ ดูโทรทัศน์ และทำงาน เป็นต้น โดยฝุ่นละอองที่พบมาจากกิจกรรมต่างๆ ของคนภายในห้อง เช่น การเดินเข้าและออกของพยาบาล และแม่บ้าน การทำความสะอาด และการดึงผ้าม่าน ผ้าปูเตียง เป็นต้น ทำให้เกิดการฟุ้งกระจายกลับของฝุ่นละอองที่ตกอยู่ตามผิวภายในห้อง และฝุ่นดินที่มาจากการพัดพาของลมภายในห้องที่ผ่านเข้าทางช่องเปิดของห้อง เช่น ประตู หน้าต่าง และช่องบานเกล็ด เป็นต้น



รูปที่ 3.7 ห้องพักพยาบาล

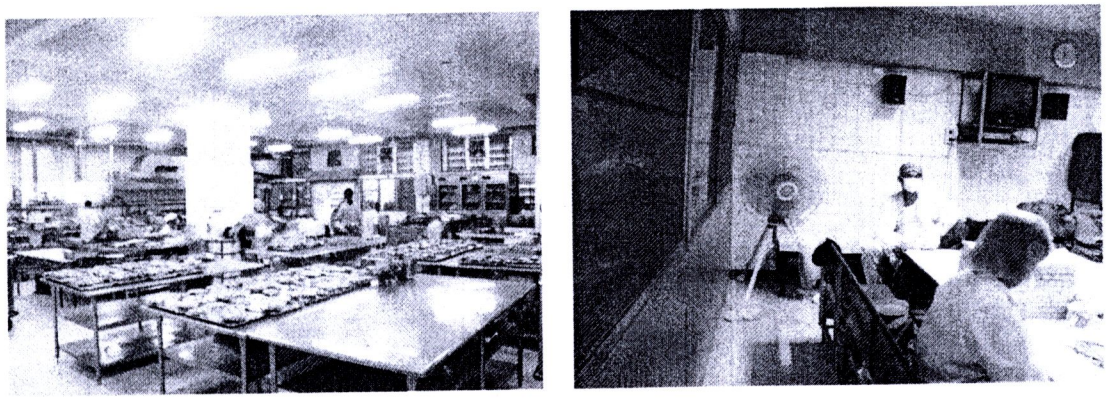
สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันวิจัยแห่งชาติ

3.2.7 กิจกรรมฝ่ายสาธารณูปโภค

กิจกรรมสาธารณูปโภคเป็นหน่วยงานบริการความสะดวกสบายให้แก่แผนกต่างๆ ของโรงพยาบาลโดยแบ่งงานหลักเป็น 3 ฝ่าย ได้แก่ ฝ่ายซ่อมบำรุงและกำจัดของเสีย ฝ่ายโภชนาการและฝ่ายซักฟอก ช่วงเวลาปฏิบัติงานเริ่มตั้งแต่ 08.00 - 16.00 น.ทำการตรวจวัดจำนวน 4 ห้อง ซึ่งมีระบบปรับอากาศแบบแยกจำนวน 2 ห้อง ได้แก่ ห้องพับผ้า ห้องทำงานหน่วยงานบำบัดน้ำเสีย และมีการระบายอากาศแบบธรรมชาติจำนวน 2 ห้อง ได้แก่ ห้องโรงครัว ห้องหม้อไอน้ำ

ลักษณะภายในห้องต่างๆ ขึ้นอยู่กับการใช้งานในแต่ละฝ่าย ซึ่งบางห้องทำการติดตั้งพัดลมระบายอากาศ เพื่อถ่ายเทอากาศ และส่วนบางห้องใช้พัดลมตั้งพื้นเพื่อระบายความร้อนในระหว่างการปฏิบัติงาน ดังรูปที่ 3.8

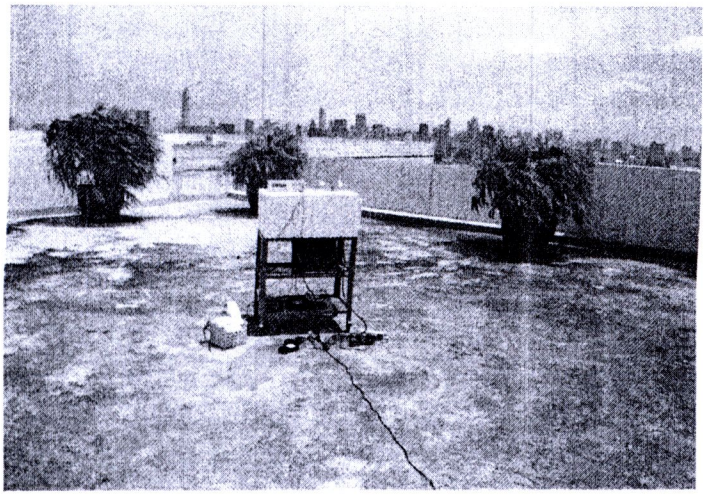
กิจกรรมที่เกิดขึ้นฝ่ายซ่อมบำรุงและกำจัดของเสียมีหน้าที่ดูแลระบบสาธารณูปโภคของโรงพยาบาล ฝ่ายโภชนาการมีหน้าที่ในการจัดเตรียมอาหารให้แก่ผู้ป่วย และฝ่ายซักฟอกมีหน้าที่ในการรวบรวมของใช้จากเจ้าหน้าที่ทางการแพทย์และผู้ป่วย เช่น เสื้อผ้า ปลอกหมอน ผ้าปูเตียง จากแผนกต่างๆ ของโรงพยาบาล มาทำความสะอาด ฆ่าเชื้อ และทำการบรรจุ เพื่อให้พร้อมส่งสำหรับหมุนเวียนใช้งานภายในโรงพยาบาลต่อไป โดยฝุ่นละอองที่พบมาจากกิจกรรมต่างๆ ของคนภายในห้อง เช่น การพับผ้า การหุงต้ม การเดินเข้าและออกของเจ้าหน้าที่ ทำให้เกิดการฟุ้งกระจายกลับของฝุ่นละอองที่ตกอยู่ตามผิวภายในห้อง นอกนั้นยังมีฝุ่นจากภายนอกอาคาร ได้แก่ การจราจร ฝุ่นดินที่มาจากการพัดพาของลมภายในห้องที่ผ่านเข้าทางช่องเปิดของห้อง เช่น ประตู หน้าต่าง และช่องระบายอากาศ เป็นต้น



รูปที่ 3.8 ฝ่ายสาธารณูปโภค

3.2.8 ภายนอกอาคาร

การตรวจวัดคุณภาพอากาศในโรงพยาบาลได้ทำการเลือกจุดตรวจวัดภายนอกอาคารบริเวณดาดฟ้าชั้น 21 ซึ่งเป็นชั้นสูงสุดของโรงพยาบาล เพื่อศึกษาคุณภาพอากาศภายนอกอาคาร ดังรูปที่ 3.9

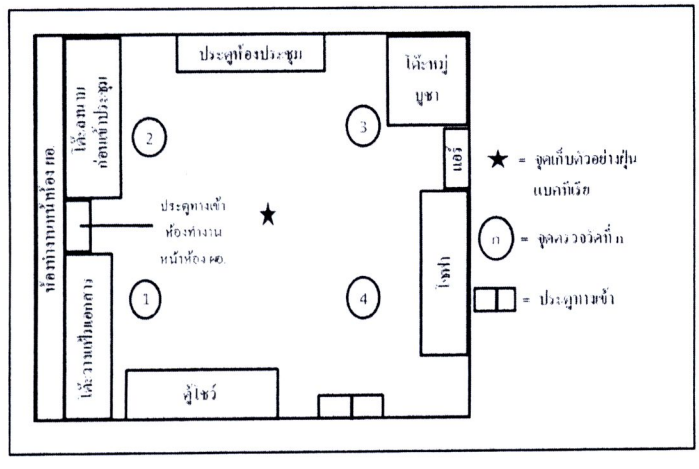


รูปที่ 3.9 ภายนอกอาคาร (ดาดฟ้าชั้น 21)

3.3 จุดเก็บตัวอย่างในห้อง

3.3.1 พารามิเตอร์ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน และแบคทีเรีย โดยทำการเก็บบริเวณจุดกึ่งกลางของห้อง ซึ่งจากการศึกษาของศรัญญู คำภาบุตร (2552) พบว่า ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นละอองและแบคทีเรียในอากาศระหว่างจุดเก็บตัวอย่างโดยแบ่งพื้นที่ออกเป็น 4 ส่วนภายในห้องกับบริเวณกึ่งกลางห้อง มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3.3.2 พารามิเตอร์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ความเร็วลม อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ โดยทำการแบ่งห้องออกเป็นสี่ส่วนในแต่ละห้องแล้วทำการเก็บตัวอย่าง ดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 ตัวอย่างห้อง (ตึกอนุสรณ์100 ปี ชั้นที่ 19 สำนักงานบริหารกลาง ห้องโถงหน้าห้อง ผอ.)

3.4 ระยะเวลาที่ทำการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ แบ่งการศึกษาเป็น 2 ฤดูกาล ได้แก่ ฤดูฝน เก็บตัวอย่างในเดือนกันยายน พ.ศ. 2552 และ ฤดูแล้ง เก็บตัวอย่างในเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553

3.5 อุปกรณ์ในงานวิจัย

3.5.1 อุปกรณ์ในการตรวจวัด

(1) เครื่องมือวัดความเข้มข้นของฝุ่นแบบต่อเนื่อง (Real time : Portable dust monitoring ชนิด GRIMM version 1.100 models 1.108 ประเทศเยอรมนี)

(2) เครื่องเก็บตัวอย่างจุลินทรีย์ในอากาศ Bio Impactor (SKC, Inc. model Standard Biostage)

(3) เครื่องวัดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ชนิด Indoor air quality meter (TSI, Inc., model Q-Trak™ 7565)

(4) เครื่องวัดความเร็วลม ชนิด hot-wire anemometer (TSI, Inc., model 9555)

(5) เครื่องดูดอากาศ High Flow Vacuum Pump (GAST® จากบริษัท Thermo Andersen Co., Ltd. ประเทศสหรัฐอเมริกา model 10 -710)

3.5.2 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ชนิดแบคทีเรีย

(1) หม้อนึ่งอัดไอน้ำ (Autoclave) HIRAYAMA model HA-3D

(2) ตู้อบเพาะเชื้อ (Incubator) HEREANS model KB 900

(3) เครื่องชั่ง (Electric balance) SARTORIUS model BP 3100S

(4) จานเพาะเชื้อ (Plate)

(5) บีกเกอร์, ปิเปต, กระบอกตวง

(6) กระจกสไลด์

(7) ห่วงถ่ายเชื้อ (Loop)

(8) ตะเกียงแอลกอฮอล์

(9) กล้องจุลทรรศน์

3.6 อาหารเลี้ยงเชื้อ

3.6.1 Tryptic Soy Agar (TSA) บริษัท DIFCO™

3.6.2 Blood agar (BA) บริษัท HIMEDIA®

3.7 สารเคมี

3.7.1 สารเคมีที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง

(1) 70% Isopropyl alcohol

(2) ถังบรรจุก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

3.7.2 สารเคมีที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์

(1) สารละลายคริสตัลไวโอเลต (Crystal violet solution)

(2) สารละลายแกรมไอโอดีน (Iodine solution)

(3) สารละลายสีซาฟรานิน (Safranin O)

(4) เอทธิลแอลกอฮอล์ 95% (Methye alcohol 95%)

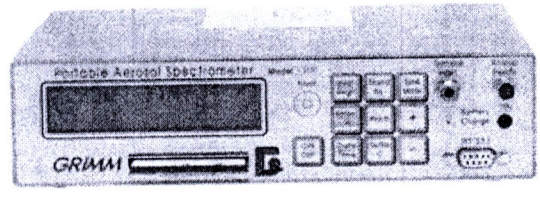
3.8 วิธีการทดลอง

3.8.1 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองในอากาศ

(1) ทำการศึกษาความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน และฝุ่นละออง ขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน โดยเครื่องมือตรวจวัดความเข้มข้นฝุ่นละอองแบบ Real time: Portable Dust Monitoring ดังรูปที่ 3.11 ใช้หลักการกระเจิงแสง (Scattering) ตรวจวัดแบบต่อเนื่อง (continuous measurement) ที่อัตราดูดอากาศ 1.2 ลิตรต่อนาที ได้ข้อมูลเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นละออง ราย 1 นาที ในหน่วยไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร แสดงผลผ่านทางคอมพิวเตอร์ ทำการเก็บตัวอย่าง ห้องละ 10 นาทีต่อห้อง

(2) ตั้งเครื่องวัดความเข้มข้นฝุ่นให้สูงจากพื้นระยะ 1-1.5 เมตร ทำการเก็บตัวอย่าง ในช่วงเวลาเดียวกับการเก็บตัวอย่างจุลินทรีย์ในอากาศ

(3) นำข้อมูลที่ตรวจวัดได้ไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ



รูปที่ 3.11 เครื่องวัดความเข้มข้นฝุ่นแบบ Real time: Portable Dust Monitoring

3.8.2 ปริมาณและชนิดแบคทีเรียในอากาศ

ใช้เครื่อง Bio Impactor แบบชนิดชั้นเดียว (Single stage impactor) ด้วยวิธีการดักเก็บตัวอย่างด้วยเพลทเก็บตัวอย่าง (Impactor method) ตามวิธีของ NIOSH – (NIOSH Method # 0800)

ขั้นตอนการดำเนินการเก็บตัวอย่าง

(1) ใช้วิธี Impactor method โดยนำเครื่องเก็บตัวอย่างแบคทีเรียชนิดแบบชั้นเดียว ดังรูปที่ 3.12 ซึ่งแบคทีเรียที่แขวนลอยในอากาศจะถูกดูดผ่านช่องเล็กๆ ชนเข้ากับอาหารเพาะเชื้อ

ชนิด Tryptic Soy Agar (TSA) สำหรับเชื้อแบคทีเรียทั่วไป และ Blood Agar (BA) สำหรับเชื้อแบคทีเรียชนิดย่อยสลายเม็ดเลือดแดง โดยแยกอาหารเพาะเชื้อแต่ละชนิดต่อ 1 ชุดเครื่องมือ

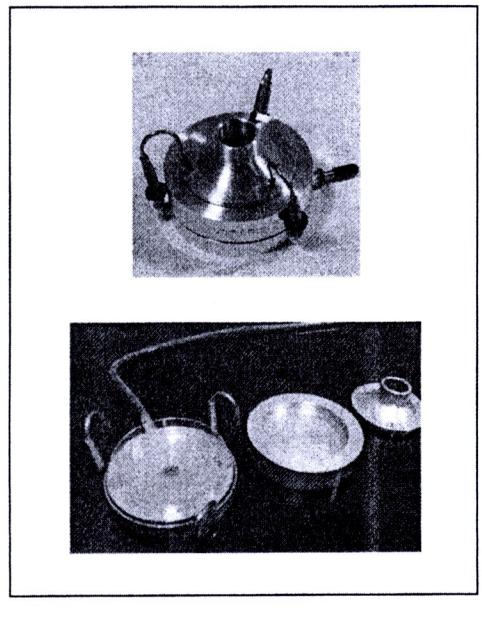
(2) เครื่องดูดอากาศ สามารถดูดอากาศด้วยอัตราการไหลตามที่ผู้ผลิตเครื่องเก็บตัวอย่างระบุไว้ คือ 28.3 ลิตร/นาที

(3) ก่อนเก็บตัวอย่าง นำเครื่องเก็บตัวอย่างแบคทีเรีย (Bio impactor)ไปทำความสะอาด โดยการเช็ดด้วยแอลกอฮอล์

(4) การเก็บตัวอย่างแบคทีเรียที่ปนเปื้อนอยู่ในอากาศ ตั้งเครื่องสูงจากพื้นเป็นระยะ 1- 1.5 เมตร ในห้องที่ทำการศึกษา นำอาหารเพาะเชื้อทั้งสองชนิดที่ผ่านการทำให้ปราศจากเชื้อแล้วที่เตรียมไว้ในจานเพาะเชื้อ (Plate) คือ อาหารเพาะเชื้อชนิด TSA และ BA นำมาใส่ไว้ใน Bio Impacter แต่ละชุด ต่อจากนั้นทำการดูดอากาศผ่านเครื่องมือเก็บตัวอย่างด้วยอัตราการไหล 28.3 ลิตรต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที ทำขณะพร้อมกับเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง

(5) หลังจากเก็บตัวอย่างจนครบเวลาที่ตั้งไว้แล้ว นำจานเพาะเชื้อที่เก็บตัวอย่างปิดฝาโดยซีลด้วยพาราฟิลม์ให้สนิท เก็บรักษาที่อุณหภูมิปกติ ติดฉลากแสดงรายละเอียด (Label) แล้วนำตัวอย่างไปวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการ (ในการเปลี่ยนจานเพาะเชื้อทุกครั้งเช็ดด้วยแอลกอฮอล์ 70 % เช็ด Impacter ให้ทั่วโดยเฉพาะบริเวณช่องทางเข้าของอากาศเพื่อป้องกันการปนเปื้อนระหว่างการเก็บตัวอย่าง)

(6) นำอาหารเลี้ยงเชื้อชนิด TSA และ BA ไปบ่มเพาะที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง และนับจำนวนโคโลนีที่ปรากฏ



รูปที่ 3.12 เครื่องเก็บตัวอย่างแบคทีเรียชนิดแบบชั้นเดียว (Single stage impactor)

การนับปริมาณแบคทีเรีย

(1) อาหารเพาะเชื้อชนิด TSA ตรวจนับจำนวนโคโลนีของเชื้อทั้งหมดที่ปรากฏบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ โดยรายงานผลเป็นจำนวนโคโลนีต่อปริมาตรอากาศหนึ่งลูกบาศก์เมตรหรือ Colony forming unit/m^3 ดังสูตรคำนวณปริมาณจุลินทรีย์ในอากาศในหน่วย CFU/m^3

(2) อาหารเพาะเชื้อชนิด BA ตรวจนับจำนวนโคโลนีของเชื้อทั้งหมดที่ปรากฏบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ จำแนกชนิดแบคทีเรียตามอาศัยสมบัติการย่อยสลายเม็ดเลือดแดง (Hemolysis) โดยรายงานผลเป็นจำนวนโคโลนีต่อปริมาตรอากาศหนึ่งลูกบาศก์เมตรหรือ Colony forming unit/m^3 ดังสูตรคำนวณปริมาณจุลินทรีย์ในอากาศในหน่วย CFU/m^3 และนำไปวิเคราะห์แยกชนิดของแบคทีเรีย

แต่เนื่องจากการทำงานของ Bio Impacter คือ การดูดอากาศผ่านเพลทที่เจาะรูไว้ทั้งหมดจำนวน 400 รู ก่อนลงสู่จานเพาะเชื้อ อากาศจะผ่านเพลทลงสู่จานเพาะเชื้อภายในเครื่องเก็บตัวอย่างจุลินทรีย์ที่ปะปนมากับอากาศจะตกลงบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใส่ไว้ใน Bio Impacter โดยระหว่างดูดอากาศนั้น จะมีจุลินทรีย์มากกว่า 1 โคโลนีตกซ้ำในรูเดียวกัน แต่มีแค่โคโลนีเดียวเท่านั้นที่เจริญเติบโตขึ้นจึงต้องปรับแก้จำนวนโคโลนีทั้งหมดด้วย correction factor เพื่อให้ได้ค่าใกล้เคียงมากที่สุด (Hinds, W.C. 1999 อ้างถึงใน กฤษณียา ศังขจันทรานนท์, 2548)

การปรับแก้ค่าจำนวนโคโลนีด้วยค่า correction factor

$$n_c = n_f \left(\frac{1.075}{1.052 - f} \right)^{0.483} \quad \text{for } f < 0.95$$

โดย n_c คือ จำนวนโคโลนีที่ปรับแก้ (CFU/m^3)

n_f คือ จำนวนโคโลนีที่นับได้จากอาหารเลี้ยงเชื้อ

f คือ ค่า n_f/N_j (N_j คือ จำนวนรูทั้งหมดในแต่ละชั้นของ Bio Impactor ซึ่งมีค่าเท่ากับ 400)

เมื่อได้ค่าจำนวนโคโลนีที่ปรับแก้แล้วนำมาหารด้วยปริมาตรอากาศทั้งหมดที่เก็บตัวอย่างจะได้ปริมาณจุลินทรีย์ในอากาศในหน่วย CFU/m^3 ดังสมการ

$$\text{ปริมาตรอากาศทั้งหมด (ลบ.ม.)} = \frac{\text{28.3 ลิตรต่อนาที x เวลาในการเก็บตัวอย่าง (นาที)}}{1{,}000}$$

$$\text{ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ต่อลูกบาศก์เมตรอากาศ} = \frac{\text{จำนวนโคโลนีที่ปรับแก้}}{\text{ปริมาตรอากาศทั้งหมด}}$$

คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

การวิเคราะห์ชนิดแบคทีเรียในอาหารเพาะเชื้อชนิด Blood agar (BA)

(1) สังเกตลักษณะโคโลนีที่เจริญบน Blood agar โดยดูขนาด รูปร่าง ผิว ขอบ สี ความโปร่งใส เนื้อ กลิ่น และการย่อยสลายเม็ดเลือดแดง แล้วบันทึกผล

(2) การย้อมสีแบบแกรม (Gram stain)

- ใช้ห่วงถ่ายเชื้อจากโคโลนีที่ได้สังเกตแล้วในข้อ 1 เกลี่ย (Smear) เชื้อบนสไลด์ที่ล้างสะอาด ทิ้งไว้ให้แห้งแล้ว Heat Fix โดยผ่านเปลวไฟ 2-3 ครั้ง เพื่อให้เซลล์แห้งติดแน่นกับสไลด์
- หยดสีคริสตัลไวโอเลต บนเชื้อที่เกลี่ยนาน 1 นาที แล้วล้างออกด้วยน้ำ
- หยดสารละลายไอโอดีน บนเชื้อที่เกลี่ยนาน 1 นาที แล้วล้างออกด้วยน้ำจะช่วยให้เซลล์ติดสีย้อมได้ดีขึ้น
- นำสไลด์มาล้างสี (Decolorization) ด้วยเอทธิลแอลกอฮอล์ 95% นาน 30 วินาที หรือจนไม่มีสี แล้วจึงล้างด้วยน้ำ
- หยดสีซาฟรานินบนเชื้อที่เกลี่ยนาน 15 วินาที แล้วล้างออกด้วยน้ำ แล้วซับให้แห้งด้วยกระดาษทิชชู แล้วหยดน้ำมันหรือ Immersion oil ลงบริเวณที่เกลี่ยแบคทีเรียไว้นำไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ โดยใช้หัวกำลังขยาย 100 เท่า

แบคทีเรียที่ย้อมติดสีน้ำเงินหรือม่วงของ Crystal violet จัดเป็นแบคทีเรียชนิดแกรมบวก (Gram positive) และที่ย้อมติดสีแดงของ Safranin เป็นแบคทีเรียชนิดแกรมลบ (Gram negative)

3.8.3 อัตราแลกเปลี่ยนอากาศ

การตรวจวัดอัตราแลกเปลี่ยนอากาศจะทำเฉพาะห้องที่สามารถปิดประตูหน้าต่างได้มิดชิดเท่านั้น โดยมีขั้นตอนในการตรวจวัดดังนี้

(1) วัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่มีอยู่เดิมภายในห้อง โดยใช้เครื่อง Indoor air quality meter ดังรูปที่ 3.13 ตั้งเครื่องสูงจากระดับพื้นอย่างน้อย 60 เซนติเมตร และไม่เกิน 120 เซนติเมตร

(2) เมื่อได้ค่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีอยู่เดิมภายในห้องแล้ว ทำการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในห้องจนทั่วห้อง โดยใช้ถังบรรจุก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นแหล่งกำเนิด จนความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในห้องเท่ากับ 700 ส่วนในล้านส่วน แล้วทำการหยุดปล่อยก๊าซ

(4) นำค่าการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อเวลาไปคำนวณอัตราการระบายอากาศ โดยใช้สูตรคำนวณตาม ASTM E741 ดังนี้

$$\text{Air Exchange rate}\,(A) = \frac{1}{\Delta t}(\ln C_0 - \ln C_t)$$

โดยที่ A คือ อัตราการแลกเปลี่ยนอากาศต่อชั่วโมง

Δt คือ ระยะเวลาที่ใช้ในการตรวจวัดตั้งแต่เริ่มต้นจนยุติในหน่วยของชั่วโมง

C_0 คือ ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เวลาเริ่มต้น

C_t คือ ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เวลาสุดท้าย

รูปที่ 3.13 เครื่องวัดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Q^{TM}-Trak Model 7565)

โดยอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศหากพิจารณาจากค่าความชันของอัตราการลดลงของความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยเข้าไปในภายในห้องต่อระยะเวลาที่ก๊าซลดลงตามปฏิกริยาแบบ kinetic first order ทั้งนี้จากการตรวจวัดพบว่า การลดลงของความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยก (n=62) ห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบรวม (n=5) และห้องที่ระบายอากาศแบบธรรมชาติ (n=32) มีค่าเฉลี่ย 0.0471 ชม.$^{-1}$, 0.0624 ชม.$^{-1}$ และ 0.1404 ชม.$^{-1}$ ดังรูปที่ 3.14 โดยใช้สูตรคำนวณดังต่อไป

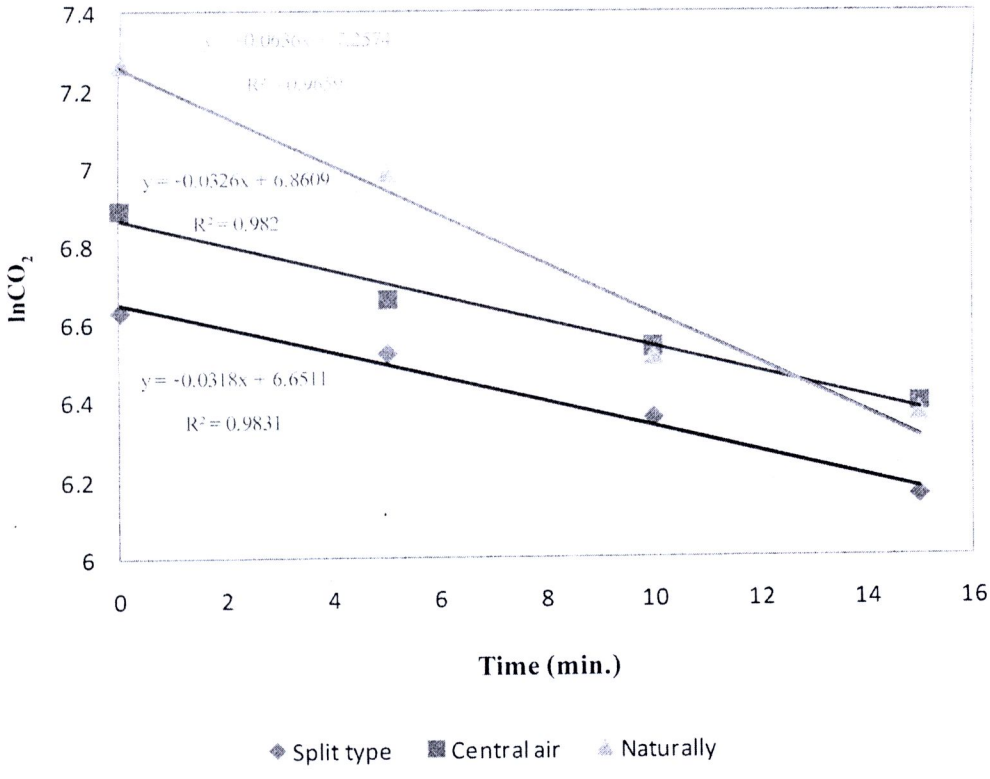
$$\ln C = \ln C_0 - k.t$$

โดยที่ lnC คือ ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เวลาเริ่มต้น

$\ln C_0$ คือ ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เวลาสุดท้าย

k คือ ค่าคงที่ปฏิกิริยา (hr^{-1})

t คือ เวลา



รูปที่ 3.14 ตัวอย่างความผันแปรของความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับเวลา

3.8.4 ปัจจัยอื่นๆ

(1) วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ด้วยเครื่อง Indoor air quality meter วัดความเร็วลมด้วยเครื่อง Air velocity meter ชนิด hot-wire anemometer ดังรูปที่ 3.6 ทำการตรวจวัดแต่ละห้องที่ทำการศึกษาโดยจะแบ่งพื้นที่ห้องออกเป็น 4 ส่วน ดังที่กล่าวไว้ในข้อ 3.2.1 โดยตำแหน่งที่ตั้งเครื่อง Air velocity meter และ Indoor air quality meter ควรอยู่สูงจากระดับพื้นอย่างน้อย 60 เซนติเมตร และไม่เกิน 120 เซนติเมตร

(2) จดบันทึกปัจจัยต่างๆที่คาดว่าจะมีผลต่อปริมาณฝุ่นและแบคทีเรีย เช่น ลักษณะห้อง ขนาดห้อง กิจกรรมภายในห้อง ประเภทระบบระบายอากาศในแต่ละห้อง ความหนาแน่นคน

รูปที่ 3.15 เครื่องวัดความเร็วลม ชนิด hot-wire anemometer (TSI, Inc., model 9555)

3.9 การวิเคราะห์ผลการศึกษา

3.9.1 สถิติเชิงพรรณา (Descriptive statistics) เพื่อวิเคราะห์ลักษณะการกระจายตัวของข้อมูลทั่วไป ได้แก่ ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ยมัธฌิมเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.9.2 สถิติเชิงวิเคราะห์ (Analytical statistics) นำข้อมูลที่ได้วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows ความแปรปรวนและความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ดังนี้ (กรณีความแปรปวนไม่เท่ากันใช้วิธี Robust Tests of Equality of Means ของ WELCH)

(1) เปรียบเทียบความเข้มข้นฝุ่นละออง ระหว่างห้องแต่ละกลุ่มกิจกรรมห้องของโรงพยาบาล โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA)

(2) เปรียบเทียบปริมาณแบคทีเรียในอากาศ ระหว่างห้องแต่ละกลุ่มกิจกรรมห้องของโรงพยาบาล โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA)

(3) หาความแปรปรวนระหว่างความเข้มข้นฝุ่นละอองและปริมาณแบคทีเรีย กับการระบายอากาศและกิจกรรมภายในห้องแต่ละห้อง โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA)

(4) วิเคราะห์ความแตกต่างของคุณภาพอากาศจำแนกตามฤดูโดยใช้ Independent-Sample T Test

(5) หาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ส่งผลต่อความเข้มข้นฝุ่นละอองและปริมาณแบคทีเรียในอากาศในโรงพยาบาล ได้แก่ อัตราการแลกเปลี่ยนอากาศ ความหนาแน่นของผู้คน ความเร็วลม อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r)โดยค่า r เป็นบวก

หมายความว่าเมื่อตัวแปรตัวหนึ่งเพิ่มอีกตัวแปรหนึ่งก็จะเพิ่มขึ้นแต่ถ้าตัวแปรหนึ่งลดลงอีกตัวแปรหนึ่งก็จะลดลงไปด้วย ถ้า r เป็นลบ หมายถึงเมื่อตัวแปรตัวหนึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นอีกตัวหนึ่งจะมีค่าลดลง แต่ถ้าตัวแปรตัวหนึ่งมีค่าลดลงอีกตัวหนึ่งจะมีค่าเพิ่มขึ้น ตรงข้ามกันเสมอ และค่า r เป็นศูนย์ หมายถึงตัวแปรสองตัวไม่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ถ้าค่า r มีค่าเข้าใกล้ 1 หมายความว่า ตัวแปรทั้ง 2 มีความสัมพันธ์กันในทิศทางเดียวกันและมีความสัมพันธ์กันมาก ถ้าค่า r มีค่าเข้าใกล้ 0 หมายความว่าตัวแปรทั้ง 2 มีความสัมพันธ์กันน้อย และถ้าค่า r=0 หมายความว่า ตัวแปรทั้งสองไม่มีความสัมพันธ์กัน (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2546) โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (พรเพ็ญ เพชรสุขศิริ, 2540) มีดังนี้

r = 0	ไม่มีความสัมพันธ์ต่ำ
r = 0.10	มีความสัมพันธ์ต่ำ
r = 0.20	มีความสัมพันธ์ต่ำ
r = 0.30	มีความสัมพันธ์ปานกลางค่อนข้างต่ำ
r = 0.40	มีความสัมพันธ์ปานกลาง
r = 0.50	มีความสัมพันธ์ปานกลาง
r = 0.60	มีความสัมพันธ์ปานกลางค่อนข้างสูง
r = 0.70	มีความสัมพันธ์ค่อนข้างสูง
r = 0.80	มีความสัมพันธ์ค่อนข้างสูง
r = 0.90	มีความสัมพันธ์สูงมาก
r = 1	มีความสัมพันธ์สูงมาก

การศึกษาคุณภาพอากาศภายในโรงพยาบาลได้กำหนดตัวแปร ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ตัวแปรในงานวิจัย

ตัวแปร	ค่าที่ใช้ในการทดลอง/เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์
ตัวแปรอิสระ	
- ประเภทการระบายอากาศ	- ห้องที่มีระบบปรับอากาศแบบแยก 83 ห้อง - ห้องที่มีระบบปรับอากาศแบบรวม 8 ห้อง - ห้องที่มีการระบายอากาศแบบธรรมชาติจำนวน 28 ห้อง
- กิจกรรมภายในห้อง	- กิจกรรมบริหารงานทั่วไป - กิจกรรมแผนกผู้ป่วยนอก - กิจกรรมแผนกผู้ป่วยใน - กิจกรรมฝ่ายบริการทางการแพทย์ - กิจกรรมห้องพักแพทย์ - กิจกรรมห้องพักพยาบาล - กิจกรรมฝ่ายสาธารณูปโภค
- ความหนาแน่นของคนภายในอาคาร	- นับจำนวนคนในแต่ละพื้นที่/ขนาดห้อง
ตัวแปรตาม	
- ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์	- Indoor air quality meter
- ความเข้มข้นของฝุ่นละออง	- เครื่องวัดความเข้มข้นฝุ่นแบบต่อเนื่อง
- ปริมาณและชนิดแบคทีเรีย	- Plate Count Method
- อุณหภูมิ	- Indoor air quality meter
- ความชื้นสัมพันธ์	- Indoor air quality meter
- ความเร็วลม	- Hot wire anemometer