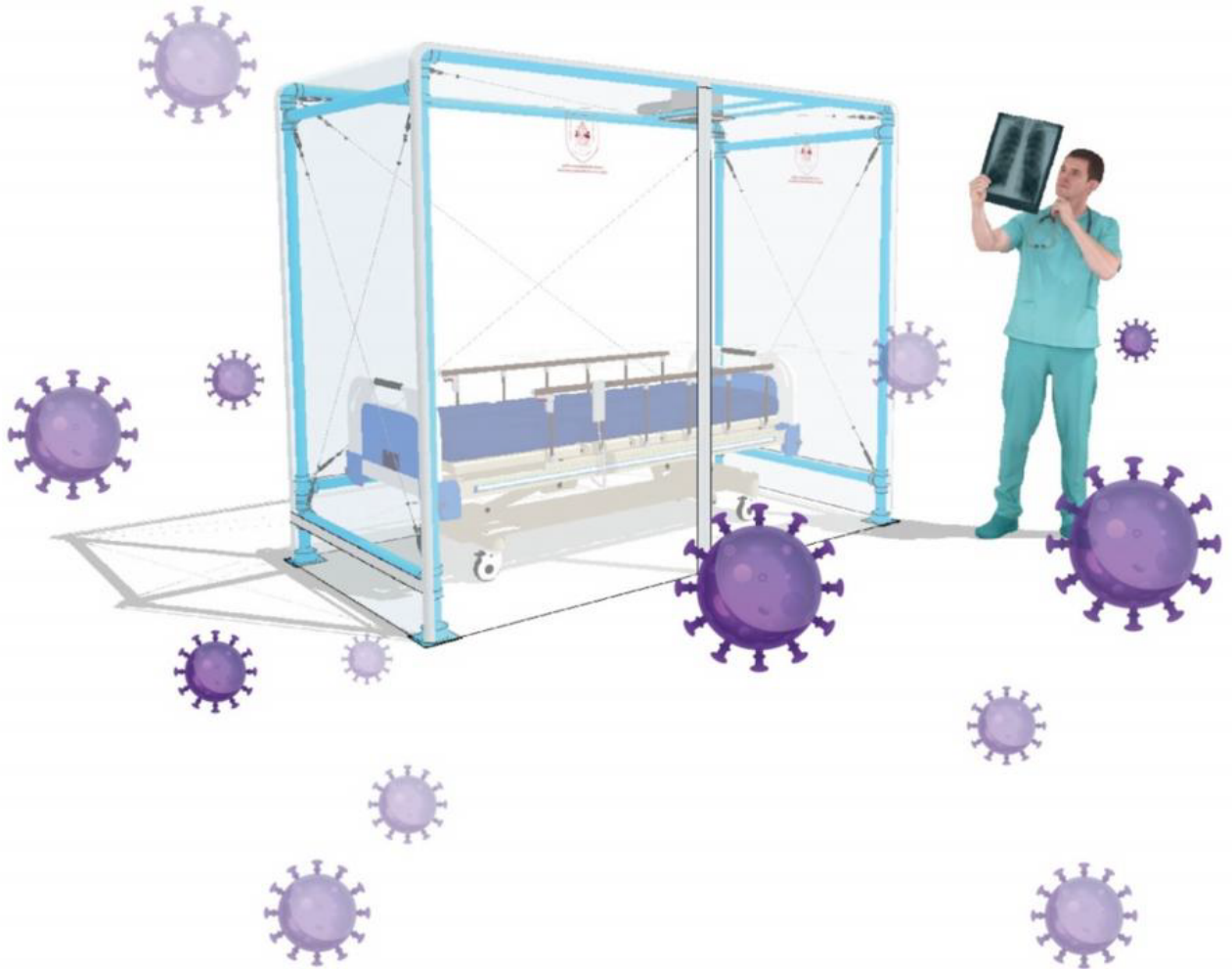




คู่มือผู้ใช้

ตู้ความดันลบ Negative Pressure Cabinet



จัดทำโดย

ศูนย์วิศวกรรมสนับสนุนด้านภัย **COVID-19**

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ

พ.ศ. 2563



คู่มือผู้ใช้ตู้ความดันลบ

สารบัญ

หัวข้อ	เรื่อง	หน้า
1.	ข้อควรระวัง	1-1
2.	คำเตือน	2-1
3.	ข้อแนะนำ	3-1
4.	แบบตู้ความดันลบ	4-1
5.	การติดตั้ง	5-1
6.	ชิ้นส่วนและอุปกรณ์	6-1
7.	การใช้งาน การดูแล และการบำรุงรักษา	7-1
8.	การจัดเก็บ และการทำลาย	8-1
9.	ภาคผนวก ก.	9-1
	9.1 ตัวอย่างตารางปริมาณวัสดุ และราคา	
	9.2 รายการคำนวณ และสมรรถนะการทำงาน	
	9.3 พัฒนาระบายอากาศแบบต่อท่อฝ้าเพดานสำหรับตู้ความดันลบ	
	9.4 การนำอากาศจากภายนอกเข้ามาชดเชยเพื่อการสมดุลความดันให้ระบบมีประสิทธิภาพ	
	9.5 ตัวอย่างร้านค้าวัสดุ	



คำนำ

จากการแพร่ระบาดของไวรัสสายพันธุ์ใหม่ COVID-19 ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2562 ที่ประเทศจีน ส่งผลให้เกิดวิกฤติการแพร่ระบาดไปทั่วโลกมีผู้คนล้มป่วยและเสียชีวิตเป็นจำนวนมาก จนถึงสิ้นเดือนมีนาคม 2563 มีผู้ป่วยติดเชื้อแล้วทั่วโลกจำนวน 784,716 คน เสียชีวิตจำนวน 37,639 คน (อ้างอิงจาก Johns Hopkins CSSE) สำหรับประเทศไทยมีผู้ติดเชื้อ จนถึงสิ้นเดือนมีนาคม 2563 มีจำนวนผู้ป่วยติดเชื้อ 1651 คน และเสียชีวิต 10 คน ขณะนี้ยังไม่มีวัคซีนและยาใช้ในการรักษาได้ หลายประเทศทั่วโลกอยู่ในขั้นวิกฤติ โดยเฉพาะประเทศสหรัฐอเมริกา อิตาลี สเปน นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่อการค้าประจำวันของคนทั้งโลก และยังมีที่คาดว่า จะยุติลง หลายประเทศเริ่มขาดแคลนอุปกรณ์ทางการแพทย์ หากการแพร่ระบาดยังไม่หยุด สถานพยาบาลไม่สามารถรองรับผู้ป่วยได้

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.) ตระหนักถึงความสำคัญสูงสุดของประเทศไทยที่ต้องการผ่านวิกฤติการณ์นี้ให้เร็วที่สุด เพื่อให้คนไทยกลับไปใช้ชีวิตอย่างปกติ วสท. จึงได้ทุ่มเทกำลังความสามารถทางด้านวิศวกรรม เพื่อช่วยเหลือให้สถานพยาบาลมีอุปกรณ์ทางการแพทย์จำนวนมากพอต่อการแพร่ระบาด ซึ่งอุปกรณ์ทางการแพทย์ดังกล่าวจะต้องสามารถผลิตได้ภายในประเทศอย่างรวดเร็ว เพื่อให้บุคลากรทางการแพทย์สามารถไปใช้ได้ทันที่ หลังจากที่ วสท. ได้รับการติดต่อจากโรงพยาบาล ในวันที่ 20 มีนาคม 2563 ให้จัดทำเตียงสนามเพื่อรองรับผู้ป่วยที่เกิดขึ้น ให้สามารถเคลื่อนย้ายได้ ผลิตประกอบได้อย่างรวดเร็ว และจะต้องไม่เป็นภาระค่าใช้จ่ายมากเกินไป วสท. ได้เร่งระดมความคิดอย่างเต็มที่ กำลัง และได้ตั้งศูนย์วิศวกรรมสนับสนุนด้านภัย COVID-19 เพื่อสร้างสิ่งประดิษฐ์ชิ้นแรกเป็นตู้ความดันลบรุ่นที่ 1 มีขนาดความกว้าง 1.30 เมตร ยาว 2.60 เมตร และสูง 2.20 เมตร สามารถบรรจุเตียงคนไข้ได้ 1 เตียง หรือสามารถนั่งได้ 3-4 คน โดยมีโครงสร้างเป็นท่อพีวีซี ผนังตู้ และหลังคาเป็นแผ่นพลาสติกใส ความหนา 0.5 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายภายในประเทศ และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ออกแบบตามมาตรฐานความสะอาดของสถานพยาบาลด้วยการนำอากาศไปทิ้งนอกอาคาร ในจำนวนไม่น้อยกว่า 12 ครั้ง ต่อชั่วโมง (ACH) และควบคุมความดันห้องให้น้อยกว่าบรรยากาศ 2.5 ปาสกาล (Pa) ปัจจุบันตู้ความดันลบสร้างเสร็จ และส่งมอบให้โรงพยาบาลในวันที่ 29 มีนาคม 2563 แล้ว โดยมีการถ่ายเทอากาศจำนวน 19 ครั้งต่อชั่วโมง (ACH) และสามารถควบคุมความดันห้องให้น้อยกว่าบรรยากาศได้ถึง 6.0 ปาสกาล (Pa) ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ตามมาตรฐาน ในระหว่างที่ วสท. กำลังออกแบบ และสร้างตู้ความดันลบรุ่นที่ 1 ก็ได้พัฒนาตู้ความดันลบรุ่นที่ 2 ไปพร้อม ๆ กันตามที่กรมแพทยทหารบกต้องการ โดยตู้รุ่นที่ 2 จะมีขนาดกว้าง 1.90 เมตร ยาว 2.60 เมตร สูง 2.20 เมตร พร้อมให้มีพื้นที่ห้อง Ante ขนาดกว้าง 0.90 เมตร ยาว 2.60 เมตร สูง 2.20 เมตร โดยห้องจะต้องได้มาตรฐานความสะอาดของสถานพยาบาล ขณะนี้ วสท. สร้างเสร็จและส่งมอบให้โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า ในวันที่ 31 มีนาคม 2563 ผลการทดสอบพบว่ามี การถ่ายเทอากาศจำนวน 23 ครั้งต่อชั่วโมง (ACH) และสามารถควบคุมความดันห้องให้น้อยกว่าบรรยากาศได้ถึง 16 ปาสกาล (Pa) นำไปสู่การสั่งทำเพิ่มจำนวนกว่า 88 ตู้ สำหรับโรงพยาบาล 10 แห่งของกองทัพบกทั้งประเทศ

ตู้ความดันลบทั้งสองรุ่นดังกล่าว ได้ช่วยแบ่งเบาภาระของสถานพยาบาลทั้งสองแห่งเป็นอย่างมาก และ จะช่วยรองรับผู้ป่วยที่จะเพิ่มขึ้นในอนาคต แต่ภารกิจของ วสท. ยังไม่สิ้นสุด トラบใดที่ประเทศไทยยังไม่พ้น วิกฤติการแพร่ระบาดของไวรัส COVID-19

ดร.ธเนศ วีระศิริ

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

วาระปี พ.ศ. 2563-2565



คู่มือผู้ใช้ตู้ความดันลบ



ประกาศสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์
ที่ 090/2563
เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการศูนย์วิศวกรรมสนับสนุนด้านภัย COVID-19
ประจำปี พ.ศ. 2563

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.) ขอประกาศแต่งตั้งคณะกรรมการศูนย์วิศวกรรมสนับสนุนด้านภัย COVID-19 ประจำปี พ.ศ. 2563 โดยให้ดำเนินการให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ เพื่อให้การดำเนินงานมีประสิทธิภาพสูงสุดในงานดังกล่าว คณะกรรมการประกอบด้วยบุคคลดังมีรายนามต่อไปนี้ :-

ที่ปรึกษา

1. นายประสงค์	ธाराไชย	เลขที่สมาชิก วสท. 1/004485
2. ดร.ธเนศ	วีระศิริ	เลขที่สมาชิก วสท. 1/022180
3. รศ.สิริวัฒน์	ไชยชนะ	เลขที่สมาชิก วสท. 1/014894
4. นายชัชวาลย์	คุณคำชู	เลขที่สมาชิก วสท. 1/022460
5. รศ.เอนก	ศิริพานิชกร	เลขที่สมาชิก วสท. 1/019641
6. นายจิระศักดิ์	ปราชญ์โกสินทร์	เลขที่สมาชิก วสท. 1/019202

คณะกรรมการ

1. นายบุญพงษ์	กิจวัฒนาชัย	ผู้อำนวยการ	เลขที่สมาชิก วสท. 1/021513
2. นายวันชัย	สุวรรณศรี	กรรมการ	เลขที่สมาชิก วสท. -
3. ดร.ยศกร	ชลรัตน์	กรรมการ	เลขที่สมาชิก วสท. 3/043945
4. นายเสริมพงษ์	หัตตะไธมะ	กรรมการ	เลขที่สมาชิก วสท. 3/031052
5. นายภูสิทธิ์	กิจสกุล	กรรมการ	เลขที่สมาชิก วสท. 3/042859
6. นายวสันต์	อิมวุฒิ	กรรมการ	เลขที่สมาชิก วสท. -

วัตถุประสงค์และภารกิจ

- 1) เพื่อให้การสนับสนุนทางการแพทย์แก่สถานพยาบาลที่ร้องขอความช่วยเหลือ
- 2) ออกแบบก่อสร้างอุปกรณ์ต้นแบบต่าง ๆ เพื่อเป็นตัวอย่างให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้นำไปประยุกต์ใช้
- 3) จัดอบรม - ฝึกสอนให้แก่วิศวกรและหน่วยงานเกี่ยวข้อง
- 4) ระดมวิศวกรอาสาสมัครร่วมเรียนรู้ และสนับสนุนการดำเนินงานด้านต่าง ๆ
- 5) ดำเนินงานตามที่นายกวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ มอบหมาย
- 6) ให้ความรู้และข้อมูลด้านวิชาการและข่าวสารแก่สื่อมวลชนเพื่อการประชาสัมพันธ์สู่สาธารณะ

ทั้งนี้ให้มีผลตั้งแต่วันที่ 27 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2563

ประกาศ ณ วันที่ 27 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2563

ลงชื่อ

(ดร.ธเนศ วีระศิริ)

นายกวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์



ชื่อหนังสือ คู่มือผู้ใช้ตู้ความดันลบ (Negative Pressure Cabinet)

เดือน มีนาคม 2563

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2551

ที่อยู่ : วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

487 ซอยรามคำแหง 39 (เทพลีลา 1) แขวงพลับพลา

เขตวังทองหลาง กรุงเทพฯ 10310

โทรศัพท์ 0-2184-4600-9 โทรสาร 0-2184-4662

e-mail : eit@eit.or.th <http://www.eit.or.th>

สามารถดาวน์โหลดคู่มือผู้ใช้ตู้ความดันลบ ได้ที่ เว็บไซต์ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ www.eit.or.th

หากมีข้อสงสัย หรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติม ติดต่อ โทรศัพท์ 0-2184-4600-9

หรืออีเมล anti-covid19@eit.or.th

หมายเหตุ: ผลิตรถยนต์ในเล่มนี้ ให้หมายถึง ตู้ความดันลบ



คู่มือผู้ใช้ตู้ความดันลบ

1. ข้อควรระวัง: ไม่ปฏิบัติตามอาจได้รับบาดเจ็บหรือทรัพย์สินเสียหาย

1. ไม่ควรวางผลิตภัณฑ์ใกล้กับสถานที่ ที่มีอุณหภูมิสูง หรือแหล่งความร้อน และอุปกรณ์ไวไฟ เช่น เตาทุงต้ม
2. ไม่ควรพ่นสี ติดสติ๊กเกอร์ หรือใช้สารเคมีใด ๆ ที่เป็นอันตรายต่อผลิตภัณฑ์ ยกเว้นสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการทำความสะอาด
3. ไม่ควรวางสิ่งของ ภาชนะ หรือของหนักที่ผนังและด้านบนของผลิตภัณฑ์
4. ไม่ควรวางผลิตภัณฑ์ในสถานที่เปียกชื้น สถานที่ที่มีความชื้นสูง สถานที่ที่มีละอองไอน้ำ ละอองน้ำมัน หรือสารเคมี
5. ไม่ควรติดตั้งตู้ความดันลบกับพื้นที่มีความเรียบไม่สม่ำเสมอ ลาดเอียง หรือไม่ได้ระดับ



2. คำเตือน: ไม่ปฏิบัติตามอาจได้รับอันตรายถึงชีวิต หรือบาดเจ็บสาหัส

1. ห้ามใช้สารเคมีในการประกอบท่อพีวีซี เว้นแต่เป็นไปตามคำแนะนำของวิศวกร
2. การติดตั้งพัดลมดูดอากาศจะต้องปฏิบัติตามคู่มือของผู้ผลิตพัดลม
3. การติดตั้งระบบไฟฟ้าให้เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย วสท.
ฉบับล่าสุด หรือภายใต้ช่างไฟฟ้าที่ผ่านการอบรมตามกฎหมาย
4. ห้ามดัดแปลงแก้ไขใด ๆ กับผลิตภัณฑ์โดยขาดทักษะ ความรู้ และความชำนาญ
5. ต้องปิดวงจรไฟฟ้าทุกครั้งที่ทำความสะดวกห้อง และการซ่อมแซมระบบไฟฟ้า
6. ห้ามสัมผัสพัดลม หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าที่เปียกน้ำ เพราะอาจเกิดอันตรายจากไฟดูด ไฟรั่ว
7. การติดตั้งท่อลมเพื่อนำอากาศไปทิ้งนอกอาคารจะต้องห่างจากอาคาร หน้าต่าง ประตูหรือช่องทางเข้าอาคารในแนวนอนไม่น้อยกว่า 8.00 เมตร หรือในแนวตั้งพ้นจากความสูงของหลังคาไม่น้อยกว่า 3.00 เมตร (ห้ามเปลี่ยนทิศทางท่อ หรือใส่อุปกรณ์กั้นฝน) โดยไม่จำเป็นต้องติดตั้งอุปกรณ์บำบัดอากาศเพิ่ม
8. วัสดุ และอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบตู้ความดันลบ จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้วัตถุดิบที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ได้มาตรฐานอุตสาหกรรมอาหาร ไม่เป็นวัสดุที่สามารถเก็บสะสมเชื้อโรค ฝุ่นละออง



3. ข้อเสนอแนะ

ผลิตภัณฑ์นี้เหมาะกับการใช้งานของสถานพยาบาล ห้องปรับอากาศทั่วไป เคหะสถาน



4. แบบตู้ความดันลบ

4.1 ตู้ความดันลบ แบบที่ 1 EIT-01-1/27032020

(1.30x2.60 สูง 2.20 เมตร)

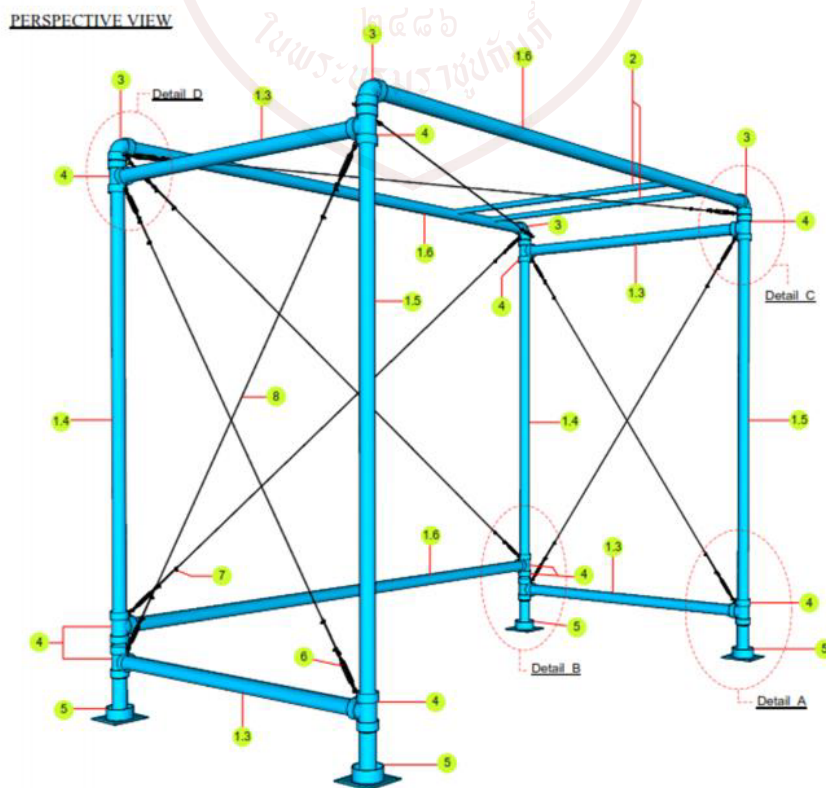
4.2 ตู้ความดันลบ แบบที่ 2 EIT-01-2/30032020

(1.90x2.60 สูง 2.20 เมตร)

4.3 ตู้ความดันลบ แบบที่ 3 EIT-01-3/31032020

(1.90x2.60 สูง 2.20 เมตร และ Ante room 1.20x2.60 สูง 2.20 เมตร)

4.4 ตัวอย่างโครงสร้างของตู้เมื่อประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว



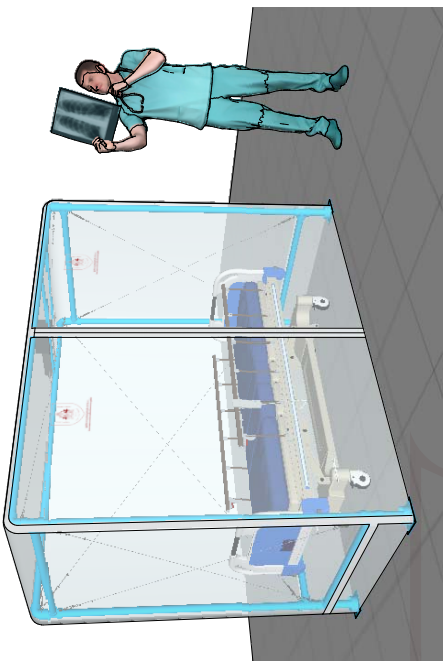
4.5 การตัดแผ่นพลาสติก

เนื่องจากพลาสติกที่วางจำหน่าย จะขายเป็นม้วนหน้ากว้าง 1.20 เมตร ความยาวเป็นม้วน ม้วนละ 30 เมตร ไม่แยกขาย ดังนั้นเทคนิคในการตัดแผ่นพลาสติก จะต้องพยายามตัดให้เหลือเศษพลาสติก และมีรอยต่อน้อยที่สุด

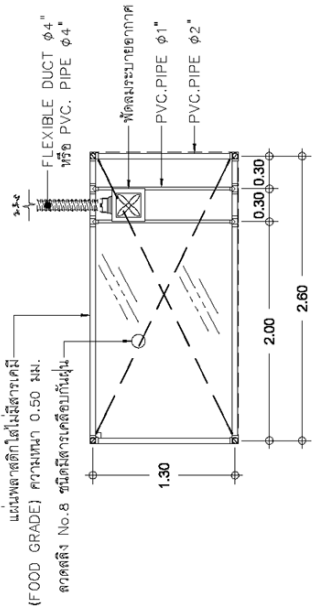
การต่อพลาสติกให้ใช้เทปหนามเตย เหลื่อมขอบพลาสติกประมาณ 6 เซนติเมตร (หากไม่ใช้เทปหนามเตย อาจใช้ปืนเชื่อมพลาสติก) ให้ชายขอบพลาสติกยาวเกินอย่างน้อย 5 เซนติเมตร เพื่อป้องกันการรั่วของอากาศเข้าห้องไม่ให้มากเกินไป จัดทำช่องเปิดเป็นประตูตามความเหมาะสม ส่วนการเจาะรูสี่เหลี่ยมพลาสติก เพื่อ ติดตั้งพัดลมแบบติดเพดาน ให้ใช้ทำเครื่องหมายแล้วตัดพลาสติกด้วยคัตเตอร์ตามที่ผู้ผลิตพัดลมกำหนด ขนาดให้ทำการสำรวจรอยรั่วของผนัง และปิดรอยรั่วให้เหลือน้อยที่สุด



PERSPECTIVE VIEW



จุดต่อรวมทั้งห้องจากหน้าต่าง หรือประตูต่างๆ ไม่น้อยกว่า 8 ม. เพื่อไม่ให้เกิดการปนเปื้อนหรือเชื้อ

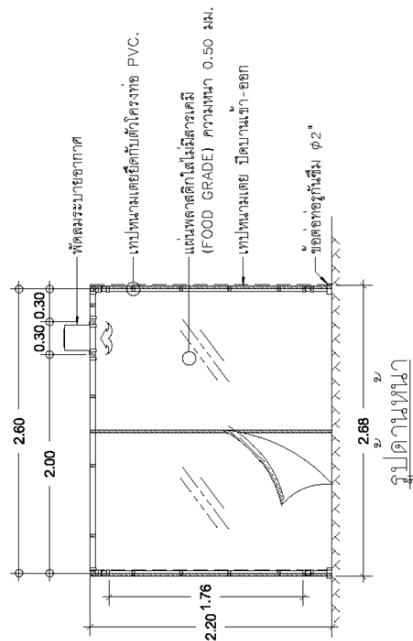


แปลนห้องควบคุมห้อง

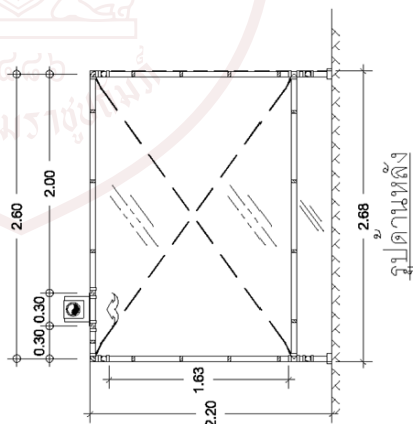
แปลนหน้า

DESIGN CONDITIONING :

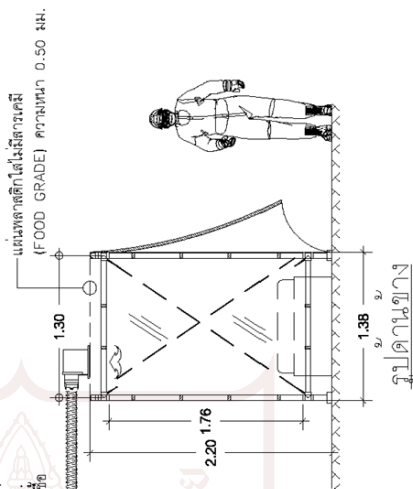
- FOR ROOM 12 ACH
- ROOM PRESSURE < -2.5 Pa
- CEILING MOUNTED TYPE EXHAUST FAN CAPACITY > 156 CMH (92 CFM) AT 75 Pa (0.3 IN.WG.)



รูปด้านหน้า



รูปด้านข้าง



รูปด้านบน



จัดทำแบบโดย ศูนย์วิศวกรรมสนับสนุนด้านภัย COVID-19 วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

ชื่อแบบ

(EIT-01-1-27032020)

ตู้ความดันลบ(Negative Pressure Cabinet)

มาตราส่วน

1:50

เลขที่แบบ

แผ่นที่

EIT-01

จำนวน

3

REV.

02

1

วันที่

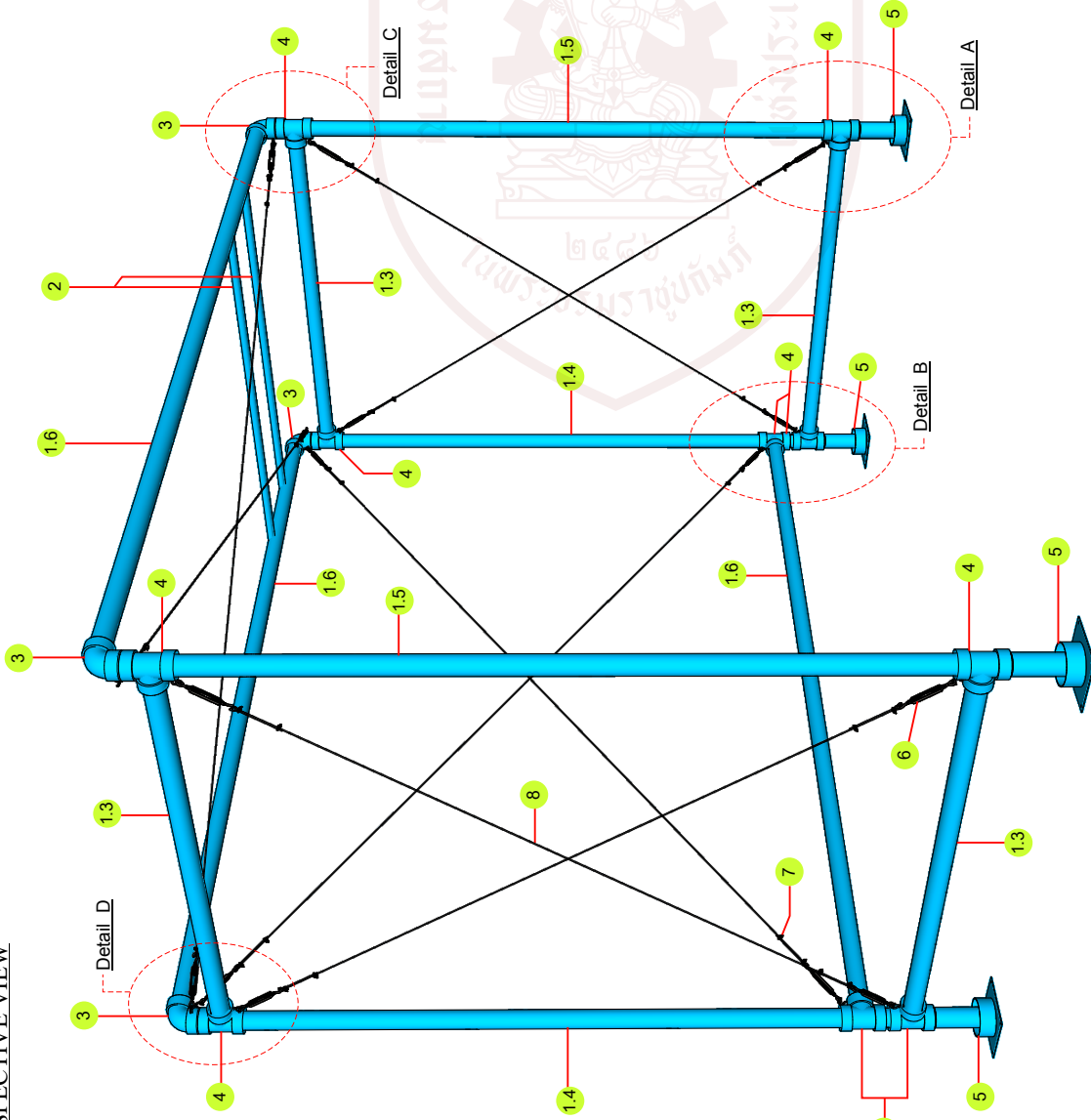
วัน เดือน ปี

27/03/20

Author :

.....

PERSPECTIVE VIEW



ตารางวัสดุและอุปกรณ์

ลำดับ	รายการวัสดุที่ใช้	จำนวน	หน่วย
1	PVC PIPE CLASS 13.5 Ø2" (รายละเอียด: 1.1) ขนาดความยาว 0.05 m. = 6 ท่อน, 1.5) ขนาดความยาว 1.76 m. = 2 ท่อน, 1.2) ขนาดความยาว 0.12 m. = 4 ท่อน, 1.6) ขนาดความยาว 2.53 m. = 3 ท่อน, 1.3) ขนาดความยาว 1.23 m. = 4 ท่อน, 1.4) ขนาดความยาว 1.63 m. = 2 ท่อน	6	เส้น @4.00 ม.
2	PVC PIPE CLASS 13.5 Ø1" ขนาดความยาว 1.37 m. = 2 ท่อน	1	เส้น @4.00 ม.
3	ข้อต่อ 90° Ø2" แบบบาง	4	ตัว
4	ข้อต่อตามทาง Ø2" แบบบาง	10	ตัว
5	ข้อต่อหัวรูกับเส้น WATER FLOW Ø2"	4	ตัว
6	TURN BUCKLE Ø2"	8	ตัว
7	แฉกไม้ยึดตั้ง	32	ตัว
8	ลวดสลิง No.8 ชนิดสายเคเบิลกันฝุ่น	25	เมตร
9	สลุงขึงยวดยาว	16	ตัว
10	แผ่นพลาสติกใสหุ้มโครง (FOOD GRADE)	1	ชุด
11	พัดลมระบายอากาศแบบตั้งบนโต๊ะ	1	เครื่อง
12	ท่อลมอ่อน (FLEXIBLE DUCT) Ø4"	10	เมตร
13	PVC PIPE CLASS 8.5 Ø4" (ใช้ทำขา)	-	-
14	ผ้าเช็ดตัวผู้ (ขนาด: 166-2549)	1	ตัว
15	สวิตช์เปิด-ปิด (ขนาด: 824-2551) ให้มีแสงแสดงการเปิดปิด	1	ตัว
16	สายไฟฟ้า (ขนาด: 11-2553) 2.5 ตร.มม.	10	เมตร



จัดทำแบบโดย

ศูนย์วิศวกรรมสนับสนุนด้านภัย COVID-19
วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

Project Location |

ชื่อแบบ

ตู้ความดันลบ(Negative Pressure Cabinet)

(EIT-01-1-27032020)

มาตรฐาน

วันที่ เดือน ปี 27/03/20

REV. 02

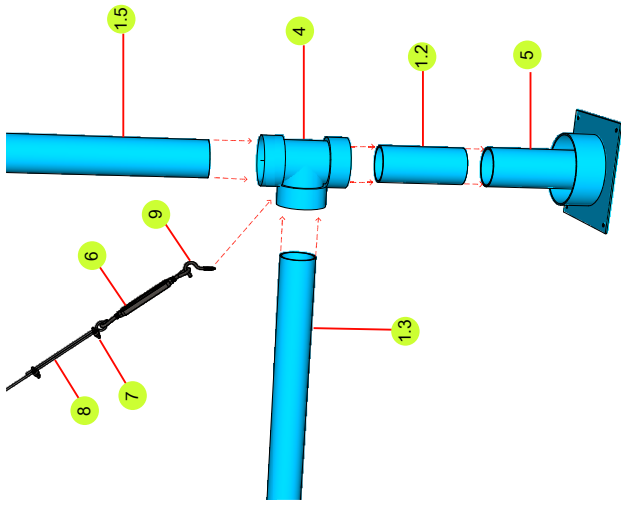
เลขที่แบบ

แผ่นที่ 2

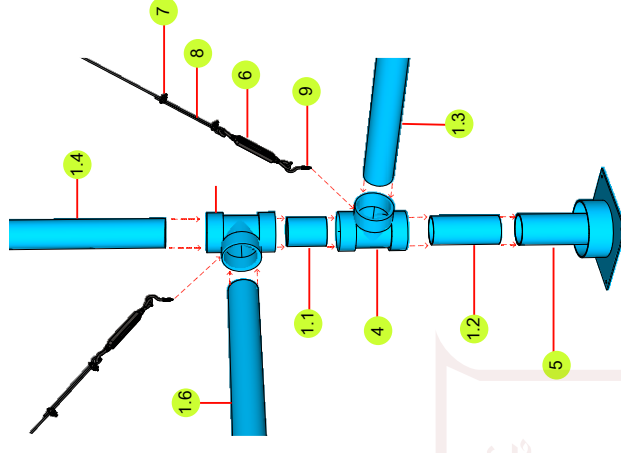
EIT-01

จำนวน 3

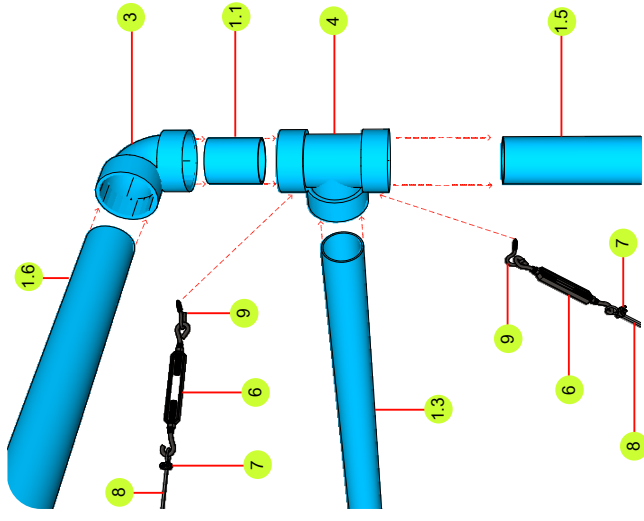
Detail A



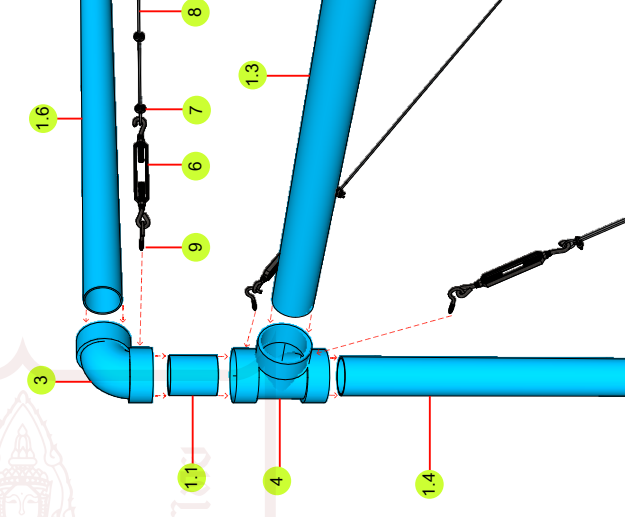
Detail B



Detail C



Detail D



จัดทำแบบโดย

ศูนย์วิศวกรรมสนับสนุนด้านภัย COVID-19
วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

Project Location]

ชื่อแบบ

(EIT-01-1-27032020)

ตู้ความดันลบ(Negative Pressure Cabinet)

Author :

มาตรฐาน

วันที่ เดือน ปี

27/03/20

REV.

02

เลขที่แบบ

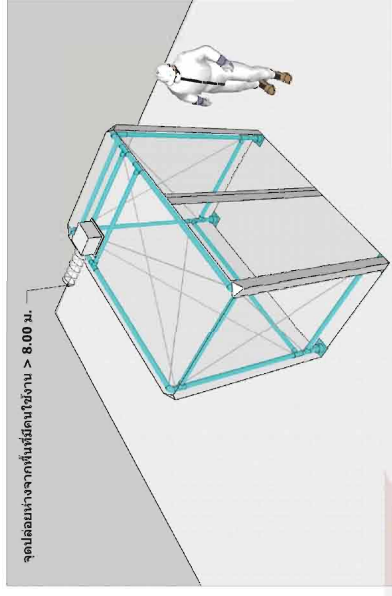
แผ่นที่

3

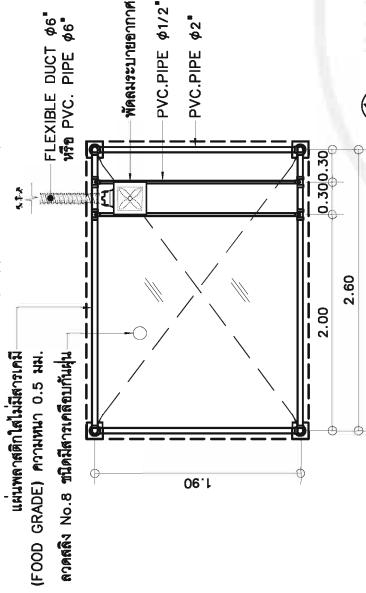
EIT-01

จำนวน

3



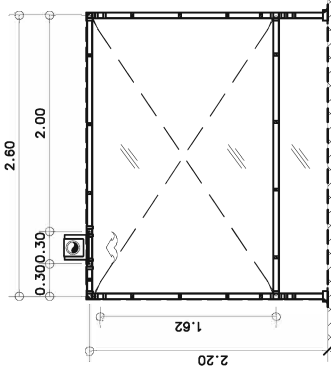
จุดปล่อยแรงที่ตั้งห่างจากหน้าข้าง หรือจุดลดต่างฯ ไม่น้อยกว่า 8 ม. เมื่อไม่มีระบบกรองอากาศหรือฆ่าเชื้อ



แปลนหลังคาคลุมตู้

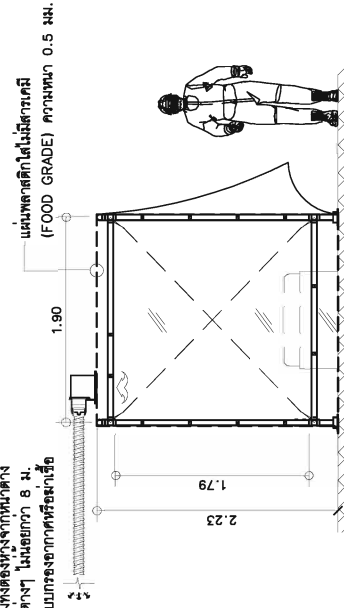
แปลนพื้นตู้

DESIGN CONDITIONING :
 - FOR ROOM 12 ACH
 - ROOM PRESSURE < -2.5 Pa
 - CEILING MOUNTED TYPE EXHAUST FAN CAPACITY NOT LESS THAN 350 CMH (200 CFM)

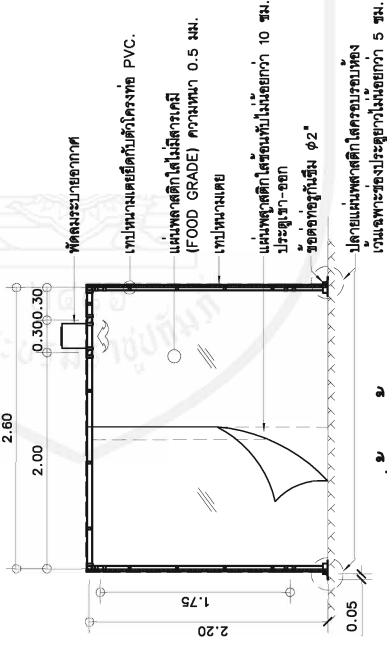


แปลนหลัง 1

จุดปล่อยแรงที่ตั้งห่างจากหน้าข้าง หรือจุดลดต่างฯ ไม่น้อยกว่า 8 ม. เมื่อไม่มีระบบกรองอากาศหรือฆ่าเชื้อ



แปลนข้าง 2



แปลนด้านหน้า 3

ตารางวัสดุและอุปกรณ์

ลำดับ	รายการวัสดุที่ใช้	จำนวน	หน่วย
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			



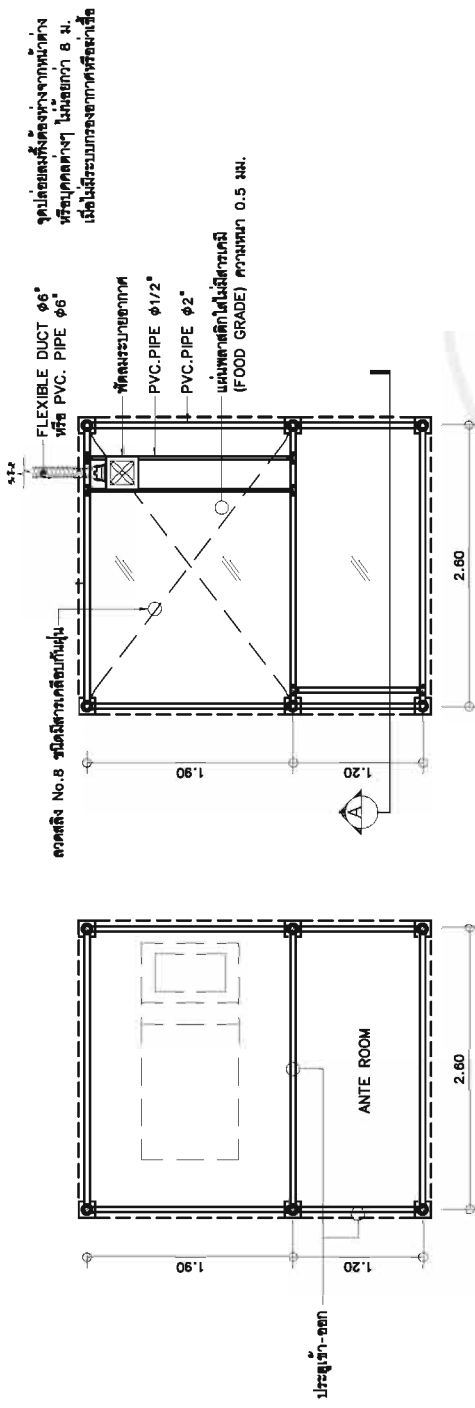
จัดทำแบบโดย

ศูนย์วิศวกรรมสิ่งแวดล้อมด้านภัย COVID-19
 วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย
 ในพระบรมราชูปถัมภ์

ชื่อแบบ (EIT-01-2-30032020)

NEGATIVE PRESSURE CABINET
 ตู้ความดันลบ (ต้นแบบ)

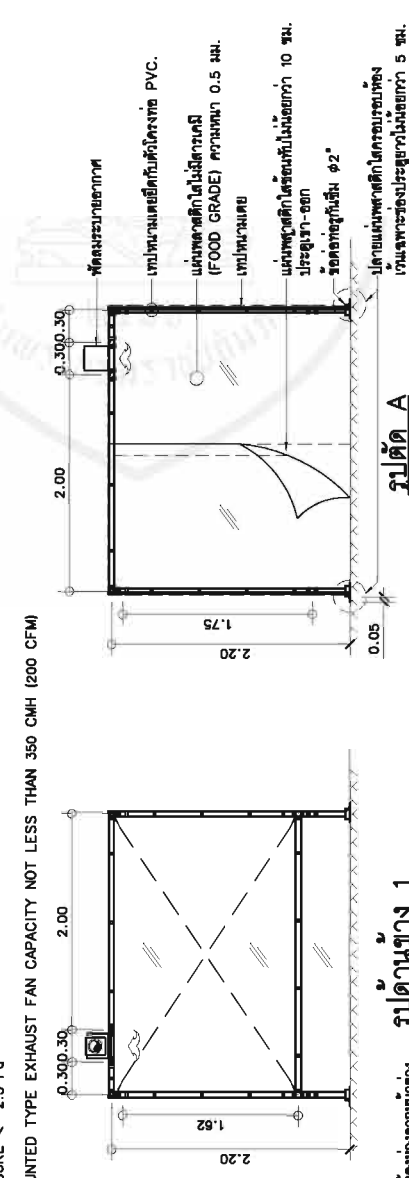
มาตราส่วน	1:50	เลขที่แบบ	EIT-01
วัน เดือน ปี	30 มี.ค.2563	แผ่นที่	จำนวน
REV.	01	1	1



แปลนพื้นที่ 1

DESIGN CONDITIONING :
 - FOR ROOM 12 ACH
 - ROOM PRESSURE < -2.5 Pa
 - CEILING MOUNTED TYPE EXHAUST FAN CAPACITY NOT LESS THAN 350 CMH (200 CFM)

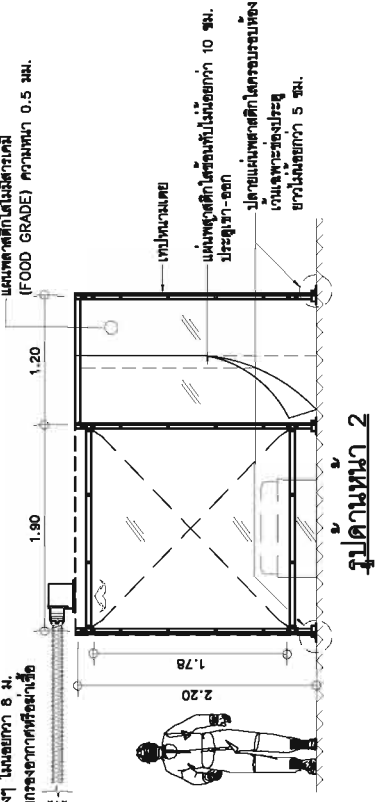
แปลนหลังคาที่ 2



รูปด้านข้าง 1

จุดปล่อยทิ้งของทั้งจากผนังต่างหรือจุดต่าง ๆ ไม่ต่ำกว่า 8 ม. เพื่อให้มีระบบกรองอากาศหรือฆ่าเชื้อ

รูปตัด A



รูปด้านหน้า 2

จัดทำแบบโดย		ชื่อแบบ		(EIT-01-3-31032020)	
ศูนย์วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์		NEGATIVE PRESSURE CABINET		วิศวกรรมสถาน (คนแบบ)	
มาตราส่วน	1:50	เลขที่แบบ	EIT-01	จำนวน	1
วัน เดือน ปี	31 มี.ค. 2563	แผ่นที่	1	จำนวน	1
REV.	01				

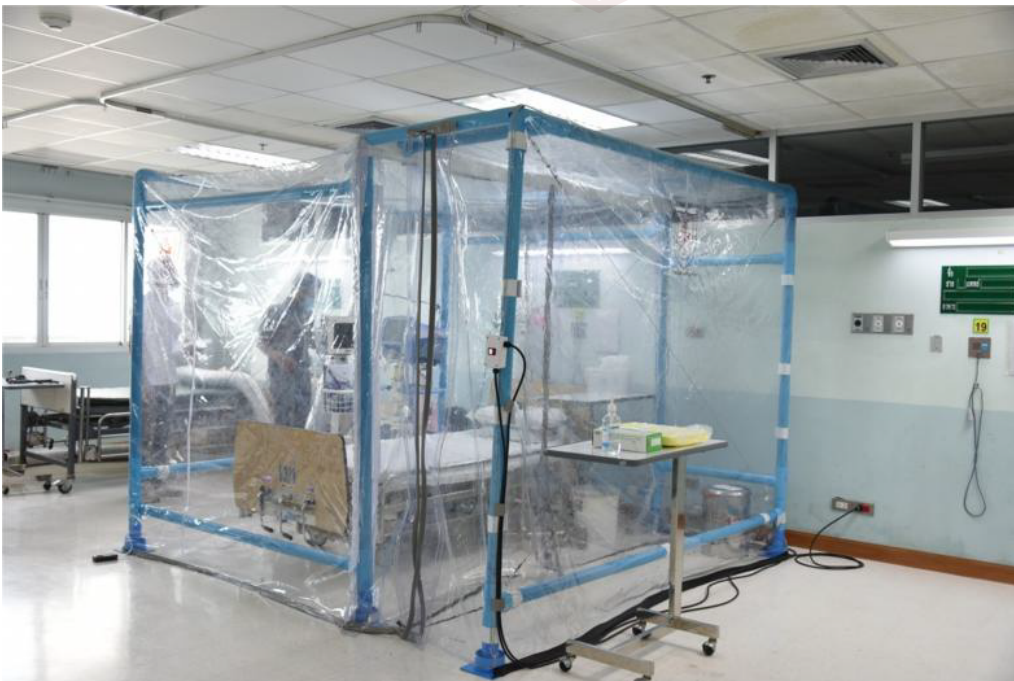
5. การติดตั้ง

ตู้ความดันลบเมื่อติดตั้งในสถานที่ควรเว้นช่องว่างด้านข้างและด้านหน้าสำหรับการเข้าออกของคนไข้ และบุคลากรทางการแพทย์ ควรวางบนพื้นที่ได้ระนาบ ไม่ลาดเอียง และมีผิวเรียบสม่ำเสมอ

ตู้ความดันลบ แบบที่ 1



ตู้ความดันลบ แบบที่ 3



หมายเหตุ สำหรับตู้ความดันลบ แบบที่ 2 มีลักษณะคล้ายกับแบบที่ 3 แต่ไม่มี Ante room



6. ชิ้นส่วน และอุปกรณ์

ตัวอย่าง รายการชิ้นส่วน และอุปกรณ์โดยละเอียดตามที่แสดงดังรูป

PERSPECTIVE VIEW

ตารางวัสดุและอุปกรณ์

ลำดับ	รายการวัสดุที่มี	จำนวน	หน่วย
1	PVC PIPE CLASS 13.5 ๑" (1.1) ขนาดความยาว 0.95 ม. = 5 ชิ้น	6	เส้น
	(1.2) ขนาดความยาว 0.12 ม. = 4 ชิ้น		
	(1.3) ขนาดความยาว 1.23 ม. = 4 ชิ้น		
	(1.4) ขนาดความยาว 1.83 ม. = 2 ชิ้น		
2	PVC PIPE CLASS 13.5 ๑" ขนาดความยาว 1.37 ม. = 2 ชิ้น	1	เส้น
3	โคม 90° ๑" ๑๖๖๖/๓	4	ตัว
4	โคมสองทาง ๑" ๑๖๖๖/๓	10	ตัว
5	โคมสองทาง WATER FLOW ๑"	4	ตัว
6	TURN BUCKLE ๑"	8	ตัว
7	แฉกยึดล็อก	32	ตัว
8	วงล้อ 16 x 5 ซม. ยึดกับล้อเลื่อน	25	แฉก
9	สายยึดล้อเลื่อน	15	ตัว
10	แผ่นพลาสติกใต้อุปกรณ์ FOOD GRADE	1	ชุด
11	พัดลมระบายอากาศแบบดูดเข้า	1	เครื่อง
12	ท่อลมดูด (FLEXIBLE DUCT) ๑" x ๑"	10	แฉก
13	PVC PIPE CLASS 8.5 ๑" (ปลั๊กกันลม)	-	-
14	แผ่นยึดล้อเลื่อน 166-25๓๓	1	ตัว
15	สกรูยึดล้อเลื่อน (ขนาด ๑๖x๑๖-๑๖x๑๖) ยึดกับแผ่นพลาสติกกันลม	1	ตัว
16	สายล้อเลื่อน (ขนาด 11-25x32 2.5 พว.๒๕)	10	แฉก

จัดทำขึ้นโดย ศูนย์วิศวกรรมสนับสนุนด้าน COVID-19
วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

Project location:

ชื่องาน: ตู้ความดันลบ (Negative Pressure Cabinet)

Author:

มาตรฐาน (EIT-01-1-27032020)

มาตรฐาน: -

วันที่: 27/03/20

REV. 02

เลขที่แบบ: EIT-01

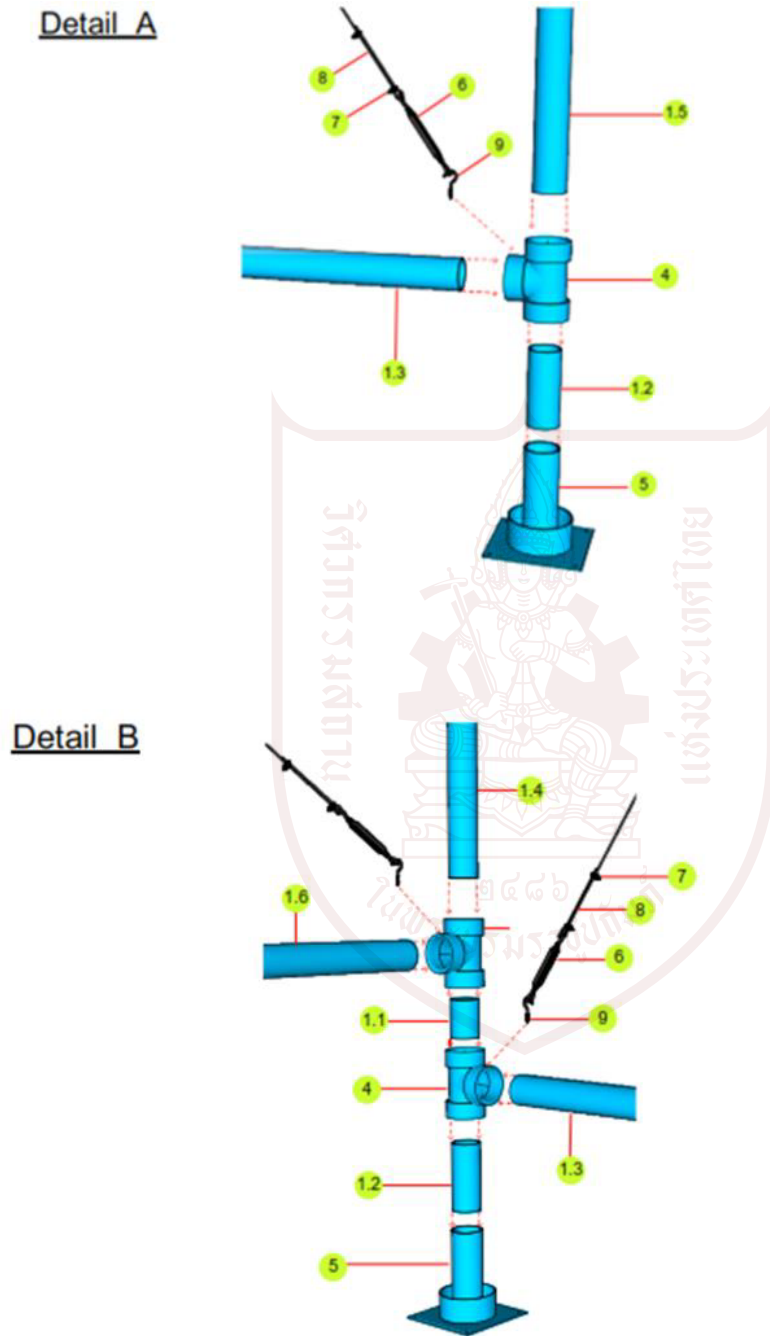
แผ่นที่: 2

จำนวน: 3

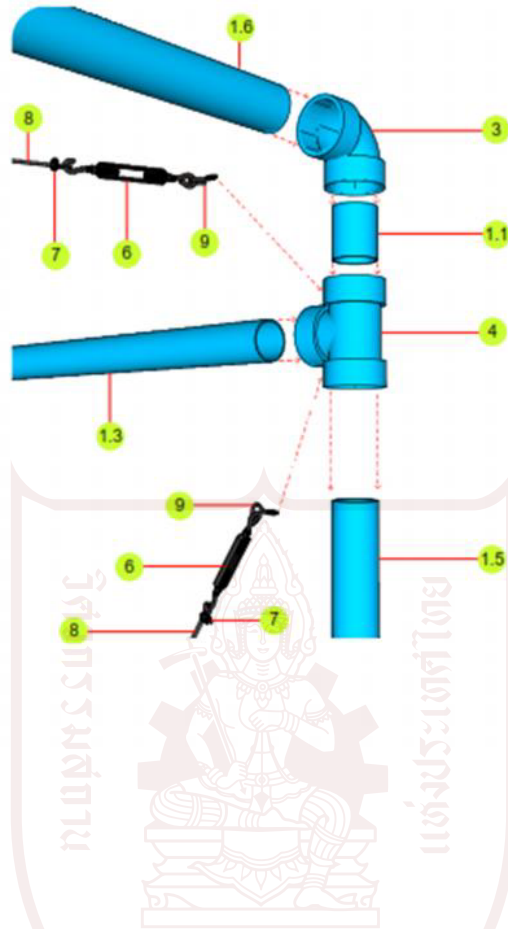


รูปแสดงภาพตัดบริเวณที่มีความสำคัญโครงสร้างตู้ความดันลบ

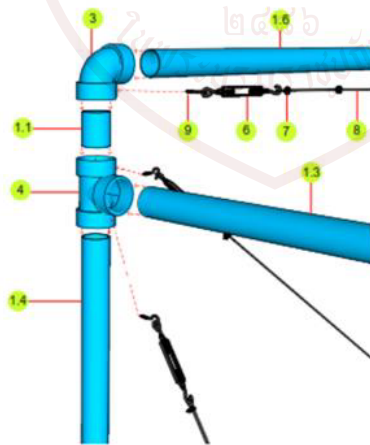
รูปแสดงภาพตัด



Detail C



Detail D



7. การใช้งาน การดูแล และการบำรุงรักษา

- 7.1 ให้เปิดพัดลมดูดอากาศเพื่อสร้างความดันลบให้กับตู้ความดันลบก่อนการใช้งานอย่างน้อย 15 นาที และต้องเปิดพัดลมตลอดเวลาที่ใช้ห้อง
- 7.2 ควรทำความสะอาดตู้ ผนัง และหน้ากากพัดลมอย่างน้อยวันละสองครั้งด้วยวิธีการปกติที่โรงพยาบาลใช้ทำความสะอาดห้องติดเชื้อทั่วไป
- 7.3 ห้ามใช้สารเคมีทำความสะอาดหน้ากากพัดลม ถ้ามีฝุ่นเกาะที่หน้ากากพัดลมให้ใช้ผ้าชุบน้ำหรือแอลกอฮอล์เช็ดทำความสะอาด เพื่อไม่ให้ประสิทธิภาพการทำงานของพัดลมต่ำลง และมีเสียงดังระมัดระวังอย่าให้มอเตอร์พัดลม และชิ้นส่วนทางไฟฟ้าโดนน้ำ
- 7.4 เมื่อเลิกใช้งานตู้แล้วให้ปิดพัดลม และทำความสะอาดตู้ทุกครั้ง



8. การจัดเก็บ และการทำลาย

- 8.1 เมื่อมีความจำเป็นต้องเลิกใช้ตู้ความดันลบเป็นเวลานาน ๆ ให้เก็บรักษาตู้ในสภาพเดิมไว้ในที่ร่มเสมอ โดยไม่จำเป็นต้องมีการระบายอากาศทางกล
- 8.2 หากจะยกเลิกการใช้ตู้ความดันลบ หรือต้องการทำลายทิ้ง ให้ถอดชิ้นส่วนออกทำความสะอาด โดยล้างด้วยน้ำอย่างน้อย 3 ครั้ง และผึ่งแห้ง หลังจากนั้นให้เช็ดทำความสะอาด และนำชิ้นส่วนที่สามารถใช้งานได้ไปใช้ประโยชน์ในงานที่ไม่เกี่ยวข้องกับการอุปโภคและบริโภค
- 8.3 หากมีความต้องการจะทำลายชิ้นส่วนของตู้ให้นำชิ้นส่วนทั้งหมดฝังกลบในดินลึกอย่างน้อย 30 เซนติเมตร



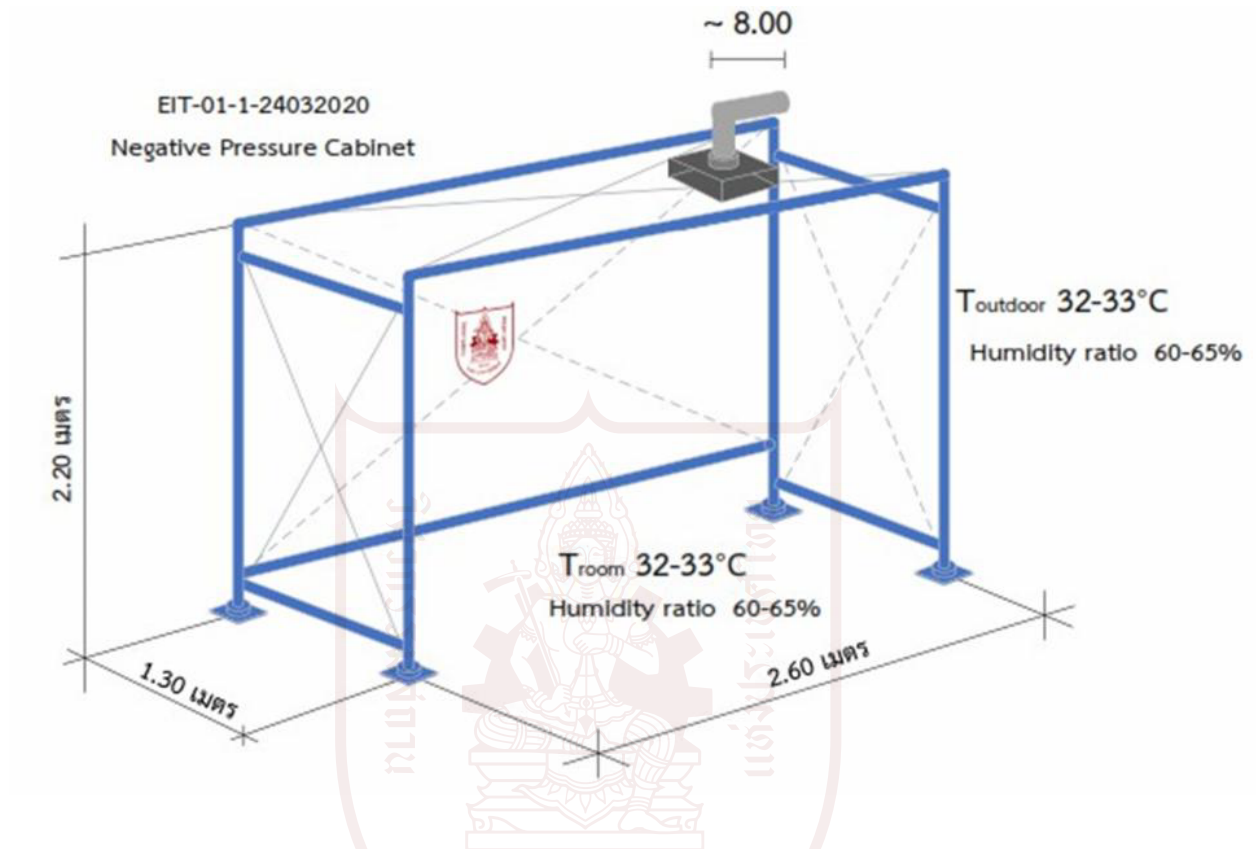
9. ภาคผนวก ก.

9.1 ตัวอย่างตารางปริมาณวัสดุและราคา

ใบแสดงปริมาณวัสดุและราคา							จำนวนแผ่น.....1.....ใน.....2.....	
							วันที่...../...../.....	
							ใบงานเลขที่ :	
							หน่วยงาน :	
ลำดับที่	รายการ	จำนวน	ค่าวัสดุ		ค่าแรง		รวม	
			ต่อหน่วย	ราคา	ต่อหน่วย	ราคา		
	ตู้ความดันลบ							
	อุปกรณ์ประกอบเครื่องต่อ 1 ตัว							
1	ท่อ P.V.C Ø 2" ชั้น 13.5 จำนวน 7 เส้น ประกอบด้วย							
	- เสาคู่ท่อ P.V.C Ø 2" ชั้น 13.5							
	ยาว 1.76 เมตร	2 ท่อน						
	ยาว 1.63 เมตร	2 ต้น						
	- คานด้านสั้น ยาว 1.83 เมตร	4 ท่อน						
	- คานด้านยาว ยาว 2.53 เมตร	3 ท่อน						
2	ขาใช้ข้อต่อรูกันซึม ขนาด 2" ชั้น 8.5	4 ตัว						
3	ข้อต่อกับขาใช้ท่อ ท่อ P.V.C Ø 2" ชั้น 13.5 ยาว 0.12 เมตร	4 ท่อน						
4	ข้อต่อท่อ P.V.C ตามจุดต่างๆ ท่อ P.V.C Ø 2" ชั้น 13.5							
	- ยาว 0.05 เมตร	6 ท่อน						
5	ข้อต่อเสากับคานใช้สามทาง Ø 2" ชั้น 13.5	10 ตัว						
6	ข้อต่อโค้ง P.V.C Ø 2" ชั้น 13.5 ยึดคานตัวบน	4 ตัว						
7	สลิงเบอร์ 8 ชนิดมีสารเคลือบกันฝุ่น	25 ม.						
8	TURN BUCKLE 2"	8 ตัว						
9	CLAMP รัดสลิงใช้กับสลิงเบอร์ 8	32 ตัว						
10	เกลียวปล่อย	16 ตัว						
ประมาณราคาโดย.....								
วันที่...../...../.....								



9.2 รายการคำนวณ และสมรรถนะการทำงาน



9.2.1 สำหรับตู้ความดันลบ แบบที่ 1 EIT-01-1/27032020

รายการคำนวณ และสมรรถนะการทำงาน

$$\begin{aligned} \text{ปริมาตรตู้} & 1.30 \times 2.60 \times 2.20 & = 7.46 \text{ ลูกบาศก์เมตร} \\ \text{อัตราการระบายอากาศ 12 ครั้งต่อชั่วโมง(ACH)} & & = 12 \times 7.46 \\ & & = 89.52 \text{ ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง} \end{aligned}$$

เลือกใช้พัดลมแบบติดเพดานอัตราการส่งลม 150 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง (87 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที) เพื่อต่อท่อลมดูดอากาศไปทิ้งนอกอาคารอย่างน้อย 25 เมตร จะทำให้อัตราการส่งลมได้ไม่น้อยกว่า 100 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง (58 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที)

9.2.2 สำหรับตู้ความดันลบ แบบที่ 2 EIT-01-2/30032020

รายการคำนวณ และสมรรถนะการทำงาน

$$\begin{aligned} \text{ปริมาตรตู้} & 1.90 \times 2.60 \times 2.20 & = 10.86 \text{ ลูกบาศก์เมตร} \\ \text{อัตราการระบายอากาศ 12 ครั้งต่อชั่วโมง(ACH)} & & = 12 \times 10.86 \\ & & = 130 \text{ ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง} \end{aligned}$$



คู่มือผู้ใช้ตู้ความดันลบ

เลือกใช้พัดลมแบบติดเพดานอัตราการส่งลม 350 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง (200 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที) เพื่อต่อท่อลมดูดอากาศไปทิ้งนอกอาคารอย่างน้อย 25 เมตร จะทำให้อัตราการส่งลมได้ไม่น้อยกว่า 270 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง (158 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที)

9.2.3 สำหรับตู้ความดันลบ แบบที่ 3 (มี Ante room) EIT-01-3/31032020

รายการคำนวณ และสมรรถนะการทำงาน

$$\text{ปริมาตรตู้} \quad 1.90 \times 2.60 \times 2.20 \quad = 10.86 \text{ ลูกบาศก์เมตร}$$

$$\text{ปริมาตร Ante room} \quad 1.20 \times 2.60 \times 2.20 \quad = 6.86 \text{ ลูกบาศก์เมตร}$$

$$\text{รวม} \quad = 17.74 \text{ ลูกบาศก์เมตร}$$

$$\text{อัตราการระบายอากาศ 12 ครั้งต่อชั่วโมง (ACH)} \quad = 12 \times 17.74$$

$$= 212 \text{ ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง}$$

เลือกใช้พัดลมแบบติดเพดานอัตราการส่งลม 350 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง (200 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที) เพื่อต่อท่อลมดูดอากาศไปทิ้งนอกอาคารอย่างน้อย 25 เมตร จะทำให้อัตราการส่งลมได้ไม่น้อยกว่า 270 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง (158 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที)

9.3 พัดลมระบายอากาศแบบต่อท่อฝังฝ้าเพดานสำหรับตู้ความดันลบ

9.3.1 ทั่วไป

ก. ให้ติดตั้งพัดลมระบายอากาศ ตามที่กำหนดในแบบโดยให้มีอัตราการไหล และความดันไม่น้อยกว่าที่กำหนด

ข. พัดลมจะต้องได้รับการสมดุลอย่างถูกต้อง และต้องทำงานโดยไม่เกิดเสียงดังรบกวนหรือสั่นสะเทือน

ค. ที่ท่อลมทางออกของพัดลมระบายอากาศ ก่อนจะต่อเชื่อมกับท่อลมระบายอากาศ ให้จัดเตรียมแผ่นปิดลมกลับ (GRAVITY DAMPER) เพื่อป้องกันลมไหลย้อนกลับ

ง. จะต้องจัดให้มีช่องบริการ เพื่อให้สามารถซ่อมแซมบำรุงรักษาพัดลมระบายอากาศได้

จ. จะต้องจัดให้มีกล่องต่อสายไฟพร้อมอุปกรณ์ตัดระบบไฟฟ้าที่มอเตอร์พัดลม เพื่อการซ่อมแซม และบำรุงรักษา

ฉ. การเลือกช่วงการใช้งานของพัดลมจะต้องให้มีระดับเสียงไม่เกิน 70 เดซิเบลเอ

ช. ระบบไฟฟ้าให้ใช้เป็นแรงดันไฟฟ้า 220-230 โวลต์ 50 Hz

ซ. การรับประกันสินค้าอย่างน้อย 1 ปี หรือตามเงื่อนไขที่ตกลงกัน

9.3.2 พัดลมระบายอากาศแบบติดเพดาน ให้เป็นแบบ LOW NOISE TYPE และสามารถติดตั้งท่อลมที่ปากทางออกของพัดลมได้

ตัวถังของพัดลม (CASING) ให้เป็นเหล็กแผ่นชนิดหนา และพ่นสีอย่างหนา



พัดลมให้เป็นแบบ FORWARD CURVE BLADE ติดตั้งอยู่บนเพลาเดียวกับมอเตอร์
 มอเตอร์ที่ใช้ขับพัดลมให้เป็นแบบ DIRECT DRIVE และติดตั้งสำเร็จมาจากโรงงานผู้ผลิต
 โดยได้รับการสมดุลอย่างถูกต้อง
 ให้มีสวิตช์ควบคุมการทำงานการปิดเปิดพัดลมแบบแสงการทำงานด้วยแสง

9.3.3 สมรรถนะการทำงาน

- ก. อัตราการส่งลมไม่น้อยกว่า 150 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง (87 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที)
- ข. ความดันที่ต้องการไม่น้อยกว่า 50 Pa หรือที่ความยาวท่อลม 25 เมตร ต้องสามารถส่ง
 ลมไม่น้อยกว่า 100 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง (58 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที)
- ค. กำลังไฟฟ้าไม่เกิน 25-40 วัตต์
- ง. ระดับเสียงไม่เกิน 30 เดซิเบลเอ

หมายเหตุ: - ใช้กับตู้ความดันลบ ขนาดห้องกว้าง 1.30 เมตร ยาว 2.60 เมตร สูง 2.20 เมตร ปริมาตรห้อง
 7.46 ลูกบาศก์เมตร

- ในกรณีที่ต้องการปรับขนาดห้องจากที่กำหนดจะต้องให้ให้ปริมาตรเท่าเดิมเสมอ

ปริมาตรลูกบาศก์เมตร	ความกว้าง เมตร	ความยาว เมตร	ความสูง เมตร
7.46	1.30	2.60	2.20
7.46	1.40	2.42	2.20
7.46	1.93	1.93	2.00

9.4 การนำอากาศจากภายนอกเข้ามาชดเชยเพื่อการสมดุลความดันให้ระบบมีประสิทธิภาพ

เนื่องจากตู้ความดันลบอาศัยการดูดอากาศซึ่งเป็นหลักเพียงอย่างเดียว ทำให้ไม่สามารถควบคุมการสมดุล
 ของอากาศภายในตู้ได้ ถ้าต้องการให้ตู้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นจะต้องใส่พัดลมติดผนังเพิ่มอีก 1 เครื่อง ติดตั้ง
 ด้านปลายเตียงคนไข้หรือด้านตรงข้ามกับพัดลมดูดอากาศที่เพดาน

สำหรับพัดลมติดผนังที่เพิ่มเติมให้มีอัตราการไหล 90 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ราคาประมาณ 1,000 บาท

9.5 ตัวอย่างร้านค้าวัสดุ

- ก. ร้านจำหน่ายพลาสติก และวัสดุก่อสร้าง
 - ท่อ PVC (ภายในประเทศไทย)
 - แผ่นพลาสติกใสที่มีความหนา 500 ไมครอน
- ข. ร้านจำหน่ายพัดลมทั่วไป

