IE 2022 NETWORK

The 40th Conference of Industrial Engineering Network

May 11-12, 2022

Old Industries are New Again

บทความฉบับสมบูรณ์
(PROCEEDINGS)

ผู้สนับสนุน

คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร

พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2565

ลิขสิทธิ์ของ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร เลขที่ 6 ถนนราชมรรคาใน ตำบลพระปฐมเจดีย์ อำเภอเมืองนครปฐม จังหวัดนครปฐม 73000 โทรศัพท์ 034-254235

สงวนสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ 2537
ห้ามคัดลอกเนื้อหาก่อนได้รับอนุญาต

ข้อมูลทางบรรณานุกรมหนังสือ

มหาวิทยาลัยศิลปากร. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ

บทความฉบับสมบูรณ์ (PROCEEDINGS) 40TH Conference of Industrial Engineering Network, May 11-12, 2022 / ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร. นครปฐม : คณะวิศวกรรมศาสตร์ฯ. 2565.

1 Online Resource (811 หน้า).

Available online via : https://sites.google.com/silpakorn.edu/ienetwork2022/home

ISBN **978-974-641-807-2** (e-book)

1.วิศวกรรมอุตสาหการ -- การประชุม 2.การจัดการอุตสาหกรรม -- การประชุม (1) ชื่อเรื่อง.

T55.45 ม56

จัดพิมพ์โดย ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร เลขที่ 6 ถนนราชมรรคาใน ตำบลพระปฐมเจดีย์ อำเภอเมืองนครปฐม จังหวัดนครปฐม 73000 โทรศัพท์ 034-254235

คำนำ

ข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ Industrial Engineering Network หรือ IE Network เป็นองค์การที่ได้ก่อตั้งขึ้นเมื่อเดือนตุลาคม 2525 โดยได้รับการสนับสนุนจากวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย มีวัตถุประสงค์ในการสนับสนุนให้เกิดการแลกเปลี่ยนข่าวสารข้อมูล ด้านงานวิศวกรรมอุตสาหการ การจัดทำโครงการวิจัย การสร้างความร่วมมือ อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาวิชาการและเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศไทย ในด้านธุรกิจอุตสาหการ การออกแบบ การผลิต การจัดระบบงาน โลจิสติกส์ งานบริหารระบบคุณภาพ และวิศวกรรมความปลอดภัย ตลอดจนงานปฏิบัติการในธุรกิจการให้บริการต่าง ๆ

สำหรับการประชุมวิชาการขายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ครั้งที่ 40 ประจำป 2565 (The 40th IE Network Conference 2022) นี้ กำหนดจัดขึ้นระหว่างวันที่ 11 – 12 พฤษภาคม พ.ศ. 2565 ในรูปแบบออนไลน์ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ภายใต้แนวคิด " Old Industries are New Again" โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างความร่วมมือด้านวิชาการ การแสดงผลงานความก้าวหน้า นวัตกรรมใหม่ ๆ และแลกเปลี่ยนความรู้ทางวิศวกรรมอุตสาหการ และสาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องของคณาจารย์ นักวิจัย นักวิชาการ นักศึกษา ผู้สนใจทั่วไป และหน่วยงานองค์กรต่าง ๆ

ในนามของคณะกรรมการดำเนินการจัดงาน ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร หวังเป็นอย่างยิ่งว่า การประชุมวิชาการฯ ในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้เข้าร่วมประชุมและผู้นำเสนอบทความวิจัยทุกท่าน ไม่ว่าจะเป็นคณาจารย์ นักวิจัย นักวิชาการ นักศึกษา หรือผู้สนใจทั่วไป รวมถึงหน่วยงานภาครัฐและเอกชน และขอแสดงความขอบคุณทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องตลอดจนผู้ให้การสนับสนุนทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการดำเนินการจัดประชุมวิชาการฯ ในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ตรงตามวัตถุประสงค์ทุกประการ

คณะกรรมการดำเนินการจัดงาน
การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ครั้งที่ 40 พ.ศ. 2565
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยศิลปากร

สารนายก

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

วิชาชีพด้านวิศวกรรม ประกอบไปด้วย 3 เสาหลัก ได้แก่

1) มหาวิทยาลัย ทำหน้าที่ผลิตบุคลากรทางด้านวิชาชีพวิศวกรรมให้มีคุณภาพ

2) สมาคมวิชาชีพ ทำหน้าที่เติมเต็มและเสริมความรู้ให้กับวิศกรในการประกอบวิชาชีพ

3) องค์กรกำกับดูแลผู้ประกอบวิชาชีพวิศกร ซึ่งเป็นองค์กรภายใต้กฎหมาย

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ เป็นสมาคมวิชาชีพทางด้านวิศวกรรมที่ดำเนินงานเพื่อสังคมและสาธารณประโยชน์โดยมิได้แสวงหาผลกำไร มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาศักยภาพควบคู่กับการส่งเสริมจรรยาบรรณให้แก่นิสิต-นักศึกษา วิศวกร และผู้ปฏิบัติงานวิชาชีพวิศวกรรมมาโดยตลอดระยะเวลา 78 ปี จึงเปรียบเสมือนองค์กรกลางและเสาหลักทางด้านวิศวกรรมที่ได้รับการยอมรับจากหน่วยงานภาครัฐและเอกชนในระดับประเทศ

ในนามของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ มีความยินดีเป็นอย่างยิ่งที่ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับเกียรติเป็นประธานจัดงานประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ครั้งที่ 40 ประจำปี 2565 (IE Network Conference 2022) ภายใต้หัวข้อ "Old Industries are New Again" ด้วย มหาวิทยาลัยคือหนึ่งในเสาหลักที่ทำหน้าที่ผลิตบุคลากรทางด้านวิชาชีพวิศวกรรมให้มีคุณภาพ ในการจัดงานประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ซึ่งในครั้งนี้วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ มีความยินดีที่ได้มีโอกาสร่วมกับทางสถาบันในการสนับสนุนการดำเนินงานเพื่อให้เกิดการสร้างความร่วมมือด้านวิชาการ การแสดงผลงานความก้าวหน้า ตลอดจนการแลกเปลี่ยนความรู้ทางวิศวกรรมอุตสาหการและสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณคณะกรรมการจัดงานการประชุมวิชาการ ฯ และผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน อีกทั้งผู้มีส่วนเกี่ยวข้องที่ให้การสนับสนุนในการจัดงานประชุมวิชาการระดับชาติ IE Network 2022 ครั้งนี้เป็นอย่างดี หวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ จะได้มีส่วนสนับสนุนงานทางด้านวิศวกรรมแก่ทั้งหน่วยงานภาครัฐและประชาชน รวมถึงเป็นศูนย์รวมความรู้ให้กับวิศกรในโอกาสต่อ ๆ ไป

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธเนศ วีระศิริ
นายกวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

สารอธิการบดี

มหาวิทยาลัยศิลปากร

วิสัยทัศน์มหาวิทยาลัยศิลปากร คือ บูรณาการศิลปะวัฒนธรรม และวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างเศรษฐกิจเชิงสร้างสรรค์และนวัตกรรมสู่ความผาสุกและความยั่งยืนของสังคม และหนึ่งในพันธกิจที่ต้องดำเนินการ คือ วิจัย เพื่อสร้างองค์ความรู้ นวัตกรรม และงานสร้างสรรค์ เพื่อการพัฒนาสังคมอย่างยั่งยืน โดยนำเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาด้วยการบูรณาการศาสตร์ที่สร้างสรรค์ผ่านการจัดการองค์ความรู้และการจัดการเครือข่ายในการทำงานร่วมกัน ซึ่งคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม เป็นหนึ่งในคณะฯ ที่มีความสามารถในการสร้างงานวิจัย นวัตกรรม และงานสร้างสรรค์ สอดคล้องกับนโยบายของทางมหาวิทยาลัยฯ ได้เป็นอย่างดี

ในนามมหาวิทยาลัยศิลปากร ผมขอแสดงความยินดีที่ทางภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับเกียรติเป็นประธานจัดงานประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ครั้งที่ 40 ประจำปี 2565 (IE Network Conference 2022) ในระหว่างวันที่ 11-12 พฤษภาคม พ.ศ. 2565 ในรูปแบบออนไลน์ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นเวทีในการแลกเปลี่ยนความรู้ ประสบการณ์และงานวิจัยระหว่างนักวิชาการ นักวิจัย นิสิต นักศึกษา วิศวกร และบุคคลทั่วไปที่สนใจในสาขาวิศวกรรมอุตสาหการ อันจะนำไปสู่แนวทางการสร้างผลงานวิจัย นวัตกรรม และงานสร้างสรรค์ อย่างต่อเนื่องเพื่อนำประโยชน์ไปใช้ในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทยอย่างยั่งยืนต่อไป

ผมเชื่อมั่นเป็นอย่างยิ่งว่าความรู้ต่าง ๆ ที่ได้จากการประชุมวิชาการในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้เข้าร่วมประชุมทุกๆ ท่าน และขอให้การจัดงานประชุมวิชาการฯ ในครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ทุกประการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยชาญ ถาวรเวช

อธิการบดีมหาวิทยาลัยศิลปากร

สารคณบดี

คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยศิลปากร

ในนามของคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร ดิฉันมีความยินดีเป็นอย่างยิ่ง ที่ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับเกียรติเป็นประธานจัดงานประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ครั้งที่ 40 ประจำปี 2565 (IE Network Conference 2022) ภายใต้หัวข้อ "Old Industries are New Again" ซึ่งการจัดงานประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการในครั้งนี้ ได้รับความร่วมมือจากสถาบันเครือข่ายฯ ในการดำเนินการอย่างต่อเนื่อง เพื่อสร้างความร่วมมือด้านวิชาการ การแสดงผลงานความก้าวหน้า ตลอดจนการแลกเปลี่ยนความรู้ทางวิศวกรรมอุตสาหการและสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง โดยในงานประชุมวิชาการฯ นี้มีการนำเสนองานศึกษาในหัวข้อที่หลากหลาย อาทิเช่น Manufacturing Processes, Materials Engineering, Operations Research, Quality Engineering and Management, Logistics and Supply Chain Management, Work Study และหัวข้ออื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง อีกทั้งยังมีการรวบรวมและคัดเลือกบทความเพื่อจัดทำวารสารวิชาการ เผยแพร่ผลงานทางวิชาการด้านวิศวกรรมอุตสาหการ สำหรับผู้ที่สนใจสามารถนำผลงานที่ตีพิมพ์ไปพัฒนาต่อยอดทางด้านความรู้ วิชาการ หรือ พัฒนา ประยุกต์องค์ความรู้สู่ภาคการผลิตในเชิงพาณิชย์ได้

สุดท้ายนี้ ดิฉันขอขอบคุณคณะกรรมการดำเนินการจัดงานประชุมวิชาการ ฯ คณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความทุกท่าน ตลอดจนผู้ประกอบการในภาคเอกชน และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องที่ให้การสนับสนุนในการจัดงานประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ครั้งที่ 40 ประจำปี 2565 ในครั้งนี้เป็นอย่างดี หวังเป็นอย่างยิ่งทุกท่านจะได้รับความประทับใจในการจัดงานและให้การสนับสนุนสำหรับการจัดงานในครั้งต่อ ๆ ไป

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณศรี ลีจีรจำเนียร
คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยศิลปากร

สารหัวหน้าภาควิชา
วิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ
และประธานคณะกรรมการดำเนินงาน
คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยศิลปากร

ข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการเป็นข่ายงานความร่วมมือระหว่างคณาจารย์ นิสิต นักศึกษา สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ และสาขาที่เกี่ยวข้องโดยได้ก่อตั้งขึ้นเมื่อเดือนตุลาคม พ.ศ. 2525 โดยการสนับสนุนของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยมีสมาชิกที่ร่วมกันก่อตั้งจำนวน 10 สถาบัน และภาคีสมาชิกอีก 1 สถาบัน โดยปัจจุบันข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการมีสมาชิกมากกว่า 40 สถาบัน ทั่วประเทศไทย โดยทุกปีจะมีการประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตวสหการเพื่อเป็นเวทีในการแลกเปลี่ยนความรู้ในด้านวิศวกรรมอุตสาหการของอาจารย์ นักวิจัย นักวิชาการ รวมถึงนิสิตนักศึกษาในแต่ละระดับที่ได้ค้นคว้า วิจัย และ/หรือนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรม

ในปีพุทธศักราช 2565 เป็นปีที่ข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการได้จัดงานการประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ (IE Network Conference) ติดต่อกันมาเป็นปีที่ 40 แล้วโดยในปีนี้ภาควิชาวิศวกรรม อุตสาหการและการจัดการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากรร่วมกับวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (ว.ส.ท.) ได้ร่วมเป็นเจ้าภาพจัดงาน IE Network Conference 2022 ภายใต้หัวข้อ “Old Industry are New Again” เป็นการสะท้อนถึงการปรับตัวของวิศวกร อุตสาหการในช่วงการปฏิวัติอุตสาหกรรมไปสู่อุตสาหกรรม 4.0 รวมถึงการเตรียมการปรับรูปแบบการผลิตวิศวกรอุตสาหการในอนาคตให้มีองค์ความรู้ที่เหมาะสมต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมเดิมในประเทศไทยให้ก้าวเข้าสู่อุตสาหกรรมในยุคใหม่ในอนาคต เพื่อความสามารถในการแข่งขันกับนานาชาติ และความมั่นคงของเศรษฐกิจไทย

สุดท้ายนี้การประชุมวิชาการนี้จะเกิดขึ้นไม่ได้เลยถ้าไม่มีนักวิชาการทุกท่านที่ร่วมส่งบทความ ผู้ทรงคุณวุฒิจากทุกสถาบันในการเสียสละเวลาอันมีค่าในการพิจารณาบทความ ขอขอบคุณคณาจารย์ เจ้าหน้าที่ ผู้ช่วยสอนของภาควิชาฯ ทุกท่านที่ช่วยกันประสานงานจนสำเร็จลุล่วง และขอขอบคุณผู้ให้การสนับสนุนจากหน่วยงานต่างๆ ที่ให้การสนับสนุนมาโดยตลอด และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าผู้ที่เข้าร่วมการประชุมในปีนี้จะได้รับประโยชน์จากการประชุมวิชาการ IE Network 2022 อันส่งผลให้เกิดความร่วมมือกันต่อไปในอนาคต

อาจารย์กวินธร สัยเจริญ
หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ และประธานคณะกรรมการดำเนินงาน
คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร

คณะกรรมการดำเนินงาน

ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยชาญ ถาวรเวช	อธิการบดีมหาวิทยาลัยศิลปากร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณศรี ลีจีรจำเนียร	คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

ประธานกรรมการดำเนินงานประชุมวิชาการ

อาจารย์กวินธร สัยเจริญ	หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ฯ มหาวิทยาลัยศิลปากร

กรรมการดำเนินงานประชุมวิชาการ

รองศาสตราจารย์ ดร.ประจวบ กล่อมจิตร	มหาวิทยาลัยศิลปากร
รองศาสตราจารย์ ดร.ชูศักดิ์ พรสิงห์	มหาวิทยาลัยศิลปากร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คเณศ พันธุ์สวาสดิ์	มหาวิทยาลัยศิลปากร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุจินต์ วุฒิชัยวัฒน์	มหาวิทยาลัยศิลปากร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรีรักษ์ ศรีทองชัย	มหาวิทยาลัยศิลปากร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์จันทร์เพ็ญ อนุรัตนานนท์	มหาวิทยาลัยศิลปากร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปฏิพัทธ์ หงษ์สุวรรณ	มหาวิทยาลัยศิลปากร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์มนตรี พิพัฒน์ไพบูลย์	มหาวิทยาลัยศิลปากร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์วันชัย ลีลากวีวงศ์	มหาวิทยาลัยศิลปากร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุขุม โฆษิตชัยมงคล	มหาวิทยาลัยศิลปากร
อาจารย์ ดร.วรฤทัย ชูเทียร	มหาวิทยาลัยศิลปากร
อาจารย์ ดร.สิทธิชัย แซ่เหล่ม	มหาวิทยาลัยศิลปากร
อาจารย์ธนาธร เกรอต	มหาวิทยาลัยศิลปากร
อาจารย์ธรรมวิชช์ ประเสริฐ	มหาวิทยาลัยศิลปากร
อาจารย์บัญญัติ พันธ์ประสิทธิ์เวช	มหาวิทยาลัยศิลปากร
อาจารย์เพ็ญพิสุทธิ์ ทองหยวก	มหาวิทยาลัยศิลปากร
นางสาวนวลอนงค์ สาโคตร	มหาวิทยาลัยศิลปากร
นางสาวเปรมทิพย์ อิ่มเอิบปฐม	มหาวิทยาลัยศิลปากร
นางสาวณัฐธิดา นฤมลสิริ	มหาวิทยาลัยศิลปากร
นายเจน พลินทร์สุคนธ์	มหาวิทยาลัยศิลปากร
นายธรเดชา คำแพงนนท์	มหาวิทยาลัยศิลปากร
นายสรรวิทย์ เชื้อพิสุทธิ์กุล	มหาวิทยาลัยศิลปากร

กรรมการและเลขานุการ

นางสาวชยานิษฐ์ ตั้งธนาโชติพัฒน์	มหาวิทยาลัยศิลปากร

ผู้ทรงคุณวุฒิในการพิจารณาบทความ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชุติมา
ศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ ตั้งจิตสิตเจริญ
รองศาสตราจารย์ ดร.จิตรา รู้กิจการพานิช
รองศาสตราจารย์ ดร.ปวีณา เชาวลิตวงศ์
รองศาสตราจารย์ ดร.อังศุมาลิน เสนจันทร์ฒิไชย
รองศาสตราจารย์ ดร.ดาริชา สุธีวงศ์
รองศาสตราจารย์ ดร.โอพาร กิตติธีรพรชัย
รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐชา ทวีแสงสกุลไทย
รองศาสตราจารย์ ดร.นระเกณฑ์ ฟุ่มชูศรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ ลดาวิจิตรกุล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิศิษฎ์ จารุมณีโรจน์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฏฐ์ ลีละวัฒน์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทชัย กานตานันทะ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประเสริฐ อัครประถมพงศ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรพงษ์ ศิริกุลวัฒนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์หฤทัย โลหะศิริวัฒน์
อาจารย์ ดร.ปุณณมี สัจจกมล
อาจารย์ ดร.ภูวดล ดุษฎีรังสีกุล

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

รองศาสตราจารย์ ดร.วิมลิน เหล่าศิริรถาวร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลงกต ลิ้มเจริญ แก้วโชติช่วงกุล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชวิศ บุญมี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนิรุต ไชยจารุวนิช
อาจารย์ ดร.ทินกร ปงชิยา

มหาวิทยาลัยมหิดล

รองศาสตราจารย์ ดร.ธนัญญา วสุศรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรนาถ ไรภู
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิรพรรณ เลี่ยงโรคาพาธ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ตวงยศ สุภีกิตย์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภชัญ ราษฎร์ศิริ
ดร.เอกชัย วารินศิริรักษ์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

รองศาสตราจารย์ ดร.นิกร ศิริวงศ์ไพศาล
รองศาสตราจารย์ ดร.เสกสรร สุธรรมานนท์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นภิสพร มีมงคล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กลางเดือน โพชนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วนัฐณพงษ์ คงแก้ว
ผู้ช่วยศาสตราจารย์เจริญ เจตวิจิตร
ดร.สุริยา จิรสถิตสิน
ดร.กุลภัสร์ ทองแก้ว
ดร.ดลยา บัวคำ
อาจารย์ศิวศิษย์ วิทยศิลป์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

รองศาสตราจารย์ ดร.รุ่งรัตน์ ภิสัชเพ็ญ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พาพิศ วงศ์ชียสุวัฒน์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษ วงษ์เกษม
ดร.คธายุทธ ก๋ามะโน

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยมงคล ลิ้มเพียรชอบ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศศรส ใจจิตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยวัฒน์ นุ่มทอง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิราภรณ์ ประดับวงษ์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชฏฐา ชำนาญหล่อ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญสุดา พันฤทธิ์ดำ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยวัฒน์ นุ่มทอง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิราภรณ์ ประดับวงษ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

รองศาสตราจารย์ ดร.ชาตรี หอมเขียว
รองศาสตราจารย์ สุรสิทธิ์ ระวังวงศ์
รองศาสตราจารย์ เดช เหมือนขาว
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริรัตน์ พึ่งชมภู
ผู้ช่วยศาสตราจารย์จตุพร ใจดำรงค์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ซูไฮดี สนิ
ดร.ชัยณรงค์ ศรีวะบุตร

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

รองศาสตราจารย์ ดร.นุชสรา เกรียงกรกฎ
รองศาสตราจารย์ ดร.ปรีชา เกรียงกรกฎ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นลิน เพียรทอง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธารชุดา พันธ์นิกุล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถนัดกิจ ศรีโชค

มหาวิทยาลัยพะเยา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอราวิล ถาวร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกชัย แผ่นทอง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คมกฤต เมฆสกุล

มหาวิทยาลัยรังสิต

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนวรรณ อัศวไพบูลย์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิษณุ มนัสปิติ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพียงจันทร์ โกญจนาท
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิลปชัย วัฒนเสย
ดร.ประพล จิวะพรทิพย์
อาจารย์ พรรคพงษ์ แก่นณรงค์
อาจารย์ สายสุนีย์ พงษ์พัฒนศึกษา

มหาวิทยาลัยนครพนม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิมชาติ ธีระวิริยะ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต บุญขาว
ดร.มนตรี แสงสุริยันต์
ดร.คมศักดิ์ หารไชย

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

รองศาสตราจารย์ ดร.รักน้อย อัครรุ่งเรืองกุล
รองศาสตราจารย์ ดร.ปนิทัศน์ สุรียธนาภาส
รองศาสตราจารย์ ดร.ชาญณรงค์ สายแก้ว
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุขอังคณา แถลงกัณฑ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิติพงษ์ จำรัส
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิรวดี อรัญนารถ
ดร.ศิโรรัตน์ พัฒนไพโรจน์
ดร.กฤษณรัช นิติสิริ

โรงเรียนนายเรืออากาศ

รองศาสตราจารย์ นาวาอากาศเอก ธนินท์รัฐ สิทธิเวชธนาศิริ

มหาวิทยาลัยศิลปากร

รองศาสตราจารย์ ดร.ประจวบ กล่อมจิตร
รองศาสตราจารย์ ดร.ชูศักดิ์ พรสิงห์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คเณศ พันธุ์สวาสดิ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรีรักษ์ ศรีทองชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์วันชัย ลีลากวีวงศ์
อาจารย์ ดร.สิทธิชัย แซ่แหล่ม
อาจารย์ ดร.วรฤทัย ชูเทียร
อาจารย์เกษรินร์ พูลทรัพย์
อาจารย์ ธรรมวิชช์ ประเสริฐ
อาจารย์ ธนาธร เกรอต
อาจารย์ เพ็ญพิสุทธิ์ ทองหยวก

กำหนดการ

การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ครั้งที่ 40 ประจำปี 2565

ระหว่างวันที่ 11-12 พฤษภาคม 2565

รูปแบบออนไลน์ ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (โปรแกรม Zoom Meeting)

ณ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร

วัน และเวลา	รายละเอียดการจัดงาน
วันที่ 11 พ.ค.2565	
เวลา 08.00-08.45 น.	ลงทะเบียนและเข้าร่วมโครงการ “การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ครั้งที่ 40 รูปแบบ Online Conference ผ่านโปรแกรม Zoom Meeting Meeting ID: 934 2360 4504 Passcode: 679483
เวลา 08.45-09.00 น.	เข้าสู่พิธีการ **การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี 2565** **กล่าวรายงาน โดย อาจารย์กวินธร สัยเจริญ** หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ ประธานคณะกรรมการดำเนินการจัดงานฯ **ประธานในพิธีกล่าวเปิดงาน โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณศรี ลีจีรจำเนียร** คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม **กล่าวต้อนรับและกล่าวแสดงความยินดีต่อผู้ได้รับการคัดเลือกบทความวิจัยดีเด่น** **โดย รองศาสตราจารย์สิริวัฒน์ ไชยชนะ** อุปนายกวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์
เวลา 09.00-10.30 น.	การบรรยายพิเศษ ในหัวข้อ “การปรับตัวของวิศวกรอุตสาหการเพื่อการเปลี่ยนแปลงสู่ Industry 4.0” **ศาสตราจารย์ ดร.อรรถกร เก่งพล** ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
เวลา 10.30-10.45 น.	*พักรับประทานอาหารว่างช่วงเช้า*
เวลา 10.45-12.15 น.	การบรรยายพิเศษ ในหัวข้อ “การเปลี่ยนอุตสาหกรรมไทย สู่ Industry 4.0” **ดร.รวีภัทร์ ผุดผ่อง** ผู้อำนวยการฝ่ายความร่วมมืออุตสาหกรรมสมัยใหม่ เขตนวัตกรรมระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (EECi) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)
เวลา 12.15-13.00 น.	*พักรับประทานอาหารกลางวัน*

The Conference of Industrial Engineering Network (IE NETWORK 2022)
การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี 2565
11-12 พฤษภาคม 2565 ในรูปแบบออนไลน์ ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์

วัน และเวลา	รายละเอียดการจัดงาน
วันที่ 11 พ.ค.2565	
เวลา 13.00-14.30 น.	นำเสนอบทความวิชาการ (รูปแบบ Online Conference)
เวลา 14.30-14.45 น.	*พักรับประทานอาหารว่างช่วงบ่าย*
เวลา 14.30-16.30 น.	**ประชุมหัวหน้าสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ**
เวลา 14.45-16.30 น.	นำเสนอบทความวิชาการ (รูปแบบ Online Conference)
วันที่ 12 พ.ค.2565	
เวลา 09.00-10.30 น.	บรรยายพิเศษ ในหัวข้อเรื่อง “Customer Returns and Reverse Logistics in the Industry 4.0 Era” **Asst. Prof. Kamil Ciftci, PhD** Information Systems and Decision Sciences Craig School of Business California State University, Fresno
เวลา 10.30-10.45 น.	*พักรับประทานอาหารว่างช่วงเช้า*
10.45-12.00 น.	นำเสนอบทความวิชาการ (รูปแบบ Online Conference)
เวลา 12.00-13.00 น.	*พักรับประทานอาหารกลางวัน*
13.00-14.30 น.	นำเสนอบทความวิชาการ (รูปแบบ Online Conference)
เวลา 14.30-14.45 น.	*พักรับประทานอาหารว่างช่วงบ่าย*
เวลา 14.45-16.30 น.	นำเสนอบทความวิชาการ (รูปแบบ Online Conference)

ตารางการนำเสนอบทความ

การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ครั้งที่ 40 ประจำปี 2565

ระหว่างวันที่ 11-12 พฤษภาคม พ.ศ. 2565

รูปแบบออนไลน์ ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (โปรแกรม Zoom Meeting)

สาขาวิชาในการประชุม

- Operations Research, Optimization and Decision Support Systems: ORD
- Automation and Smart Technology: AST
- Supply Chain and Logistics Management: SLM
- Work Study, Ergonomics, Safety and Plant Design: WES
- Manufacturing Processes and Maintenance: MPM
- Metallurgy, Materials and Surface Engineering: MMS
- Production and Operation Management: POM
- Quality Engineering and Management: QEM
- Green Technology, Innovation Management and Technology Transfer: GIT
- Other Related Topics in Industrial Engineering: OTH

วันที่ 11 พฤษภาคม พ.ศ. 2565

Parallel Session					
ห้องประชุม	SU-1	SU-2	SU-3	SU-4	SU-5
หัวข้อ	WES-AST	POM	ORD	MPM-MMS	SLM-OTH
13.00-13.15 น.	WES001	POM001	ORD001	MPM001	SLM009
13.15-13.30 น.	WES002	POM002	ORD002	MPM002	OTH001
13.30-13.45 น.	WES003	POM003	ORD003	MPM003	OTH002
13.45-14.00 น.	WES004	POM004	ORD004	MPM006	OTH003
14.00-14.15 น.	WES005	POM005	ORD005	MMS001	OTH004
14.15-14.30 น.	WES006	POM006	ORD006	MMS002	OTH005
พัก					
14.45-15.00 น.	WES007	POM007	ORD008	MMS003	OTH006
15.00-15.15 น.	WES008	POM008	ORD009	MMS004	OTH007
15.15-15.30 น.	WES009	POM009	ORD010	MMS005	OTH008
15.30-15.45 น.	WES010	POM010	ORD011	MMS006	OTH009
15.45-16.00 น.	WES011	POM011	ORD012	MMS007	OTH010
16.00-16.15 น.	WES012	POM012	ORD013	MMS008	OTH011
16.15-16.30 น.	AST003	POM013	ORD014	MMS009	OTH019

ตารางการนำเสนอบทความ

การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ครั้งที่ 40 ประจำปี 2565

ระหว่างวันที่ 11-12 พฤษภาคม พ.ศ. 2565

รูปแบบออนไลน์ ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (โปรแกรม Zoom Meeting)

วันที่ 12 พฤษภาคม พ.ศ. 2565

Parallel Session				
ห้องประชุม	**SU-1**	**SU-2**	**SU-3**	**SU-4**
หัวข้อ	**WES-AST-OTH**	**POM-OTH**	**ORD-QEM**	**SLM-GIT**
10.45-11.00 น.	WES013	POM015	ORD017	SLM001
11.00-11.15 น.	WES014	POM016	ORD018	SLM002
11.15-11.30 น.	WES017	POM017	ORD022	SLM003
11.30-11.45 น.	WES018	POM018	ORD023	SLM004
11.45-12.00 น.	WES019	POM019	ORD024	SLM005
พัก				
13.00-13.15 น.	WES020	POM020	QEM001	SLM006
13.15-13.30 น.	WES021	POM021	QEM002	SLM007
13.30-13.45 น.	WES022	OTH012	QEM003	SLM008
13.45-14.00 น.	WES023	OTH018	QEM004	SLM010
14.00-14.15 น.	AST001	OTH020	QEM005	SLM011
14.15-14.30 น.	AST002	OTH021	QEM006	SLM012
พัก				
14.45-15.00 น.	AST004	OTH022	QEM007	SLM013
15.00-15.15 น.	AST005	OTH023	QEM008	GIT002
15.15-15.30 น.	AST006	OTH024	QEM009	GIT003
15.30-15.45 น.	AST007	OTH025	QEM010	GIT004
15.45-16.00 น.	OTH013	OTH026	QEM011	MPM005
16.00-16.15 น.	OTH016	OTH027	QEM012	ORD019
16.15-16.30 น.	OTH017	OTH028	QEM013	

สารบัญ

หมายเลขบทความ	ชื่อบทความ	หน้า
ORD001	การออกแบบการทดลองเพื่อลดการใช้พลังงานในกระบวนการอบแห้งแบบพ่นฝอยของกาแฟสำเร็จรูป	1
ORD002	การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อค่าความขุ่นของน้ำที่กระบวนการตกตะกอน กรณีศึกษาโรงงานผลิตน้ำมหาสวัสดิ์	7
ORD003	การพัฒนาเทคนิคการจัดกลุ่มลูกค้าโดยประยุกต์ใช้เทคนิคการเรียนรู้โดยไม่มีผู้สอนร่วมกับเทคนิคการจัดกลุ่มด้วยวิธีเคมีน	15
ORD004	แบบจำลองการเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินการหลังการเก็บเกี่ยวในโซ่อุปทานการผลิตอินทผลัม	21
ORD005	การวางแผนการผลิตรวมเพื่อการตัดสินใจผลิตและซื้อวัคซีนจากภายนอก: กรณีศึกษาการผลิตวัคซีนด้วยเทคโนโลยีไข่ไก่ฟัก	28
ORD006	การหารอบสัญญาณไฟจราจรที่เหมาะสมโดยใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์ภายในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่	29
ORD008	วิธีเชิงพันธุกรรมสำหรับการจัดสมดุลสายการประกอบสถานีงานขนาน	36
ORD009	การประยุกต์ใช้ฮิวริสติกส์แบบ 2 ขั้น สำหรับการจัดตารางการผลิตในกระบวนการติดตั้งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงบนแผ่นวงจร	42
ORD010	การวางแผนจัดเส้นทางในการกระจายวัคซีนให้มีประสิทธิภาพและมีระยะทางรวมที่เหมาะสม	49
ORD011	การเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานโดยการจัดตารางการทำงานของพนักงานของบริษัทตัวอย่าง	50
ORD012	ขั้นตอนการค้นหาความบรรสานสำหรับปัญหาการจัดตารางการผลิตแบบไหลเลื่อน	56
ORD013	การหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของกระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติกในการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์	63
ORD014	A Designing of a Mathematical Model for Container Network	70

หมายเลขบทความ	ชื่อบทความ	หน้า
ORD017	การพัฒนาระบบค้นหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดในการเข้าถึงผู้ป่วยcovid-19 บน ระบบออนไลน์และค้นหาเตียงผู้ป่วยมอบหมายให้โรงพยาบาลในเขตอำเภอเมืองอุบลราชธานี	77
ORD018	การวางแผนการจัดเส้นทางสำหรับการกระจายสินค้าของรถบรรทุกขนาดกลางด้วยโปรแกรมเชิงเส้น	82
ORD019	การปรับปรุงการจัดวางตำแหน่งสินค้าภายในคลังสินค้าของบริษัทกรณีศึกษา ผู้ผลิตและจำหน่ายบรรจุภัณฑ์กระดาษแห่งหนึ่ง	89
ORD022	แบบจำลองกำหนดการเชิงเส้นจำนวนเต็มสำหรับปัญหาสถานที่ตั้งที่มีข้อจำกัดด้านกำลังการผลิตภายใต้การหยุดชะงักและการเสริมกำลัง	97
ORD023	ผลกระทบของกลไกและตัวแปรการพิมพ์ต่อความถูกต้องด้านน้ำหนักและขนาดของอาหารขึ้นรูป 3 มิติ	104
ORD024	การจัดเส้นทางการขนส่งแบบยานพาหนะหลายช่องบรรจุโดยใช้วิธีแม่นตรง: กรณีศึกษาการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงในจังหวัดขอนแก่น	110
AST001	การจำแนกคุณภาพข้าวโพดอ่อน โดยใช้การวิเคราะห์จากภาพถ่าย	116
AST002	การพัฒนาระบบคัดขนาดมะนาวอัตโนมัติด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพและการเรียนรู้ของเครื่องจักรกล	122
AST003	การออกแบบระบบการป้องกันการโจรกรรมยานพาหนะโดยใช้กล้องจดจำป้ายทะเบียน	128
AST004	การศึกษาระบบการจัดการคลังสินค้า(WMS) โดยใช้ระบบจัดเก็บและเรียกคืนสินค้าแบบอัตโนมัติ (ASRS)	134
AST005	กระบวนการควบคุมด้วยแรงสำหรับหุ่นยนต์บริการ	141
AST006	ระบบตรวจจับการสวมใส่หมวกนิรภัยผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมชนิดคอนโวลูชั่นร่วมกับวิธีการลบภาพพื้นหลัง	147
AST007	การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ในการลงทุนเครื่องบรรจุกล่องอัตโนมัติ :กรณีศึกษาโรงงานผลิตภัณฑ์ยา	153

หมายเลขบทความ	ชื่อบทความ	หน้า
SLM001	การจัดการต้นทุนสินค้าคงคลังโดยการวิเคราะห์แบบหลายเกณฑ์ประเภทตารางคู่ กรณีศึกษา บริษัทอุตสาหกรรมแห่งหนึ่งในเขตพื้นที่โครงการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก	159
SLM002	การเพิ่มผลิตภาพของกระบวนการหยิบสินค้า กรณีศึกษาผู้ผลิตและจำหน่ายอุปกรณ์ประปาแห่งหนึ่งในประเทศไทย	165
SLM003	การปรับปรุงผังจัดวางและตำแหน่งจัดวางสินค้าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ คลังจัดเก็บอะไหล่ของผู้ผลิตรถยนต์แห่งหนึ่ง	171
SLM004	การพยากรณ์สินค้าคงค้างด้วยการเรียนรู้ของเครื่องสำหรับข้อมูลไม่สมดุล	179
SLM005	การออกแบบหลักเกณฑ์การประเมินผู้ส่งมอบอุปกรณ์สำหรับระบบจัดเก็บรายได้อัตโนมัติของงานโครงการรถไฟฟ้าภายใต้การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์	186
SLM006	Inventory Analysis of Packaging Items in a Food Repackaging Company	191
SLM007	ต้นทุนโลจิสติกส์ในการพัฒนาเบียร์เกม	196
SLM008	การเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการคลังสินค้า: กรณีศึกษา บริษัท เอทีเอส จำกัด	202
SLM009	การประเมินกลยุทธ์เพื่อการกระจายหน้ากากอนามัยอย่างมีประสิทธิผลเนื่องจากโควิด-19	208
SLM010	การศึกษาการลดระยะเวลาในการจัดส่งบรรจุภัณฑ์ของแผนกคลังพัสดุ กรณีศึกษา โรงงานอาหารแปรรูป	218
SLM011	การวิเคราะห์ต้นทุนโลจิสติกส์ในการปลูกลิ้นจี่พันธุ์ นพ.1 ด้วยระบบต้นทุนฐานกิจกรรม กรณีศึกษา เกษตรกรผู้ปลูกลิ้นจี่พันธุ์ นพ.1 จังหวัดนครพนม	224
SLM012	การเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งแบบโซ่ความเย็น กรณีศึกษา: บริษัท ขนส่งอาหารสำเร็จรูปแช่แข็ง	228
SLM013	การจัดการรถขนส่งสินค้าโดยใช้การแบ่งกลุ่มลูกค้าด้วยค่าเฉลี่ยเค และการจัดเส้นทางการขนส่ง	234
WES001	การลดเวลาในสายการผลิตท่ออากาศสำหรับระบบปรับอากาศและระบายอากาศ กรณีศึกษา : บริษัท 1000 ดักษ์รัตนบุรี	240

หมายเลขบทความ	ชื่อบทความ	หน้า
WES002	การลดของเสียในแผนกตอกไข่สด โดยการประยุกต์แนวคิด ซิกส์ ซิกมา กรณีศึกษาบริษัทแปรรูปไข่ไก่	246
WES003	การพัฒนาและประยุกต์ใช้เซนเซอร์ในสมาร์ทโฟน เพื่อตรวจวัดความสามารถในการทรงตัว	253
WES004	ความเป็นไปได้ในการศึกษาหาขนาดพื้นที่สัมผัสนิ้วมือส่วนปลายในกลุ่มผู้พิการทางสายตา เพื่อใช้เป็นแนวทางการออกแบบความยาวของข้อความอักษรเบรลล์	260
WES005	ลดความสูญเปล่าในการปรับตั้งเครื่องปั๊มชิ้นงาน รุ่น A	267
WES006	การลดความสูญเปล่าของกระบวนการตีเชือก	273
WES007	การปรับปรุงสถานีงานตรวจสอบถังแก๊สคลอรีนโดยใช้การประเมินทางชีวกลศาสตร์	280
WES008	พื้นที่ขั้นต่ำแบบพลวัตในการลุก - นั่งขัดสมาธิของผู้สูงอายุไทย	286
WES009	การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการการผลิต: กรณีการประกอบชุดขับเคลื่อนล้อหลังรถยนต์	287
WES010	แนวทางการปรับปรุงกระบวนการปรับตั้ง Calender rolls	294
WES011	การยศาสตร์กับแรงงานผู้สูงอายุในไทย	300
WES012	ศึกษากระบวนการเชื่อมประกอบเก้าอี้สแตนเลสเพื่อลดระยะเวลาในการทำงาน	306
WES013	การเพิ่มผลิตภาพของกระบวนตัดขอบ : กรณีศึกษาอุตสาหกรรมผลิตถาดพลาสติก	312
WES014	การปรับปรุงกระบวนการผลิต กรณีศึกษา: โรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์	316
WES017	โปรแกรมจำลองกราฟฟิก 3 มิติเพื่อการประเมินท่าทาง	323
WES018	การปรับปรุงการปรับตั้งเครื่องจักรของกระบวนการเชื่อมต่อแผงวงจรในโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์	330
WES019	การออกแบบพัฒนาโปรแกรมตรวจสอบรับรองโรงงาน	336
WES020	การปรับปรุงกระบวนการผลิตพั้นช์: กรณีศึกษา	343
WES021	การเปรียบเทียบการวัดกำลังของกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ระหว่างแบบสถิตและแบบพลวัตแฝง	351
WES022	การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการตัดขายรถใหม่จากการจัดเก็บ	357
WES023	การวางผังครัวร้านอาหารในรูปแบบบริการจัดส่งถึงบ้าน	364

หมายเลขบทความ	ชื่อบทความ	หน้า
MPM001	การออกแบบการทดลองเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมต่อการเกิดข้อบกพร่องในกระบวนการขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์แก้ว กรณีศึกษาโรงงานผลิตบรรจุภัณฑ์แก้ว	365
MPM002	การลดต้นทุนการผลิตของชิ้นส่วนรถยนต์โดยการเปลี่ยนชนิดลวดเชื่อมในกระบวนการเชื่อมด้วยหุ่นยนต์งานเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุมแบบอัตโนมัติ	371
MPM003	การออกแบบและสร้างเครื่องขูดหนังหมูกึ่งอัตโนมัติเพื่อลดเวลาสูญเสียในกระบวนการผลิต	377
MPM005	การประยุกต์ใช้เทคนิค TPM ในการลดของเสียกระบวนการผลิตตีเกลียวเส้นด้าย กรณีศึกษา: บริษัท ซัคเซส ทวิตติ้ง จำกัด	382
MPM006	การเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการขึ้นรูปยาง เพื่อลดความสูญเสียจากเวลาหยุดเครื่องจักรและระยะเวลาในการผลิต	388
MMS001	Evaluation on Mechanical Properties of WAAM-Aluminum Additive Layer	394
MMS002	การซึมผ่านก๊าซของยางธรรมชาติที่เสริมแรงด้วยซิลิกาปรับปรุงผิวด้วยเทคนิคแอดไมเซลลาร์พอลิเมอไรเซชัน	399
MMS003	การพัฒนากระบวนการชุบแข็งมีดโต้ กรณีศึกษามีดม่วงหวาน อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น	405
MMS004	การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการขัดผิวเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลางด้วยเคมีไฟฟ้าสำหรับการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค	412
MMS005	ผลของธาตุเจือเงิน ทองแดงและดีบุก ที่มีต่อโครงสร้างจุลภาคและสมบัติทางกลของโลหะประสานทองคำ 965 สำหรับอุตสาหกรรมเครื่องประดับ	419
MMS006	การศึกษาความเป็นไปได้ในการหลอมพื้นผิวของอะลูมิเนียมผสมนิกเกิลหล่อด้วยเลเซอร์	425
MMS007	โครงสร้างจุลภาคและความแข็งของคอมโพสิตอะลูมิเนียมผสมซิลิคอนเสริมความแข็งแรงด้วยเซอร์โคเนียม - ไดโบไรด์	431

หมายเลขบทความ	ชื่อบทความ	หน้า
MMS008	การจำแนกโครงสร้างทางจุลภาคของอะลูมิเนียมผสมซิลิคอนหล่อด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันเชิงลึก	432
MMS009	อะลูมิเนียมผสมหล่อทางเลือกสำหรับการใช้งานที่อุณหภูมิสูง	438
POM001	การปรับปรุงกระบวนการผลิตเจดีย์ธาตุโดยการจำลองแบบ	444
POM002	แนวทางการบริหารยาคงคลังโดยประยุกต์ใช้ ABC-VED Matrix: กรณีศึกษาคลังยาในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย	450
POM003	การสำรวจปัจจัยผลักดันและอุปสรรคของอุตสาหกรรม 4.0 สำหรับอุตสาหกรรมน้ำตาลในประเทศไทย	456
POM004	การออกแบบและวิเคราะห์การทดลองเพื่อหาปัจจัยที่เหมาะสมต่อค่าความหนืดในกระบวนการกวนผสม กรณีศึกษาบริษัทผลิตน้ำมันหล่อลื่น	463
POM005	Production-Scheduling Problem: a Case of SD Tractors Company, Limited	469
POM006	การพัฒนาโปรแกรมไมโครซอฟท์ เอ็กเซล สำหรับวางแผนการผลิต เพื่อลดการส่งมอบงานล่าช้า กรณีศึกษา : บริษัท ผลิตชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์	477
POM007	การลดรอบเวลาในแผนก Fleece line โดยใช้แผนภูมิคน-เครื่องจักร กรณีศึกษาโรงงานผลิตแผ่นกั้นแบตเตอรี่	483
POM008	การจัดสมดุลสายการผลิตกระบวนการผลิตประตูปิดฝากระโปรงท้ายรถยนต์ กรณีศึกษา: โรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่ง	489
POM009	การออกแบบและพัฒนาระบบจัดทำใบเสนอราคาของบริษัทรับเหมา	495
POM010	การวิเคราะห์หาปริมาณการสั่งซื้ออย่างเหมาะสมเพื่อลดต้นทุนการจัดการอะไหล่คงคลัง	501
POM011	การบำรุงรักษาเชิงป้องกันบนพื้นฐานความน่าเชื่อถือ กรณีศึกษารถขุดบุ้งกี๋หมุน	507

หมายเลขบทความ	ชื่อบทความ	หน้า
POM012	การวิเคราะห์ความเสี่ยงของกระบวนการดำเนินงานโดยการใช้ IDEF0 และ FMEA กรณีศึกษาบริษัทผลิตและบรรจุเครื่องสำอาง	513
POM013	การเปรียบเทียบกฎการจัดตารางเพื่อลดการใช้พลังงานในกระบวนการจ่ายน้ำมัน	520
POM015	การพัฒนาวิธีการจ่ายงานเพื่อจัดสมดุลของภาระงานในแผนกวิศวกรรม	521
POM016	การจัดตารางการเดินเครื่องสูบน้ำในกระบวนการผลิตน้ำประปา กรณีศึกษา กองการประปา เทศบาลเมืองโพธาราม	529
POM017	การประยุกต์ใช้แผนภูมิสายธารคุณค่าเพื่อลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต : กรณีศึกษากระบวนการผลิตเลนส์แว่นตาประเภทเลนส์สายตายาว	535
POM018	การศึกษาการระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ด้วยเทคนิคเชิงผสม	543
POM019	การพยากรณ์ราคาน้ำมันปาล์มดิบในประเทศไทย	549
POM020	การสังเคราะห์ต้นทุนการผลิตสตรอว์เบอร์รีของกลุ่มเกษตรกรเครือข่ายโรงงานหลวงอาหารสำเร็จรูปที่ 1 (ฝาง) ด้วยแนวคิดบัญชีต้นทุนการไหลวัสดุ	556
POM021	การเพิ่มประสิทธิภาพของระบบการจัดการสินค้าคงคลังโดยประยุกต์ใช้ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ กรณีศึกษาอุตสาหกรรมประเภทอาหารเพื่อสุขภาพ	561
QEM001	การหาจุดเหมาะสมของสภาวะปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการหล่อเครื่องประดับกำไลข้อมือทองเหลือง โดยใช้การออกแบบส่วนประสมกลาง	567
QEM002	การทดลองเพื่อหาน้ำมันหล่อลื่นที่เหมาะสมสำหรับใช้เป็นวัสดุอ้างอิงสำหรับ เครื่องมือวัดความหนืดไคนีมาติกอัตโนมัติ	573
QEM003	การออกแบบและวิเคราะห์การทดลองเพื่อลดปริมาณของอนุภาคในมอเตอร์ฮาร์ดดิสก์จากกระบวนการทำความสะอาด	579
QEM004	การปรับปรุงประสิทธิภาพปฏิบัติการใช้ระบบของเตาอบขนมอบกรอบ	586

หมายเลขบทความ	ชื่อบทความ	หน้า
QEM005	การพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์ทรายเคลือบเรซินสำหรับการผลิตไส้แบบตัน โดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพและการออกแบบการทดลอง	592
QEM006	การลดของเสียจากข้อบกพร่องซีลไม่ติดในกระบวนการบรรจุนมพาสเจอร์ไรซ์	598
QEM007	การพัฒนาน้ำเคลือบเซรามิกจากตะกอนผลิตน้ำใสโรงไฟฟ้าแม่เมาะด้วยเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ	604
QEM008	การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงภาพเพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิต	611
QEM009	การวิเคราะห์ต้นทุนและการใช้เครื่องจักรกลการเกษตรสำหรับการผลิตข้าวหอมมะลิในจังหวัดอุบลราชธานี	618
QEM010	แผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันสำหรับระบบบำบัดอากาศเสีย กรณีศึกษา : โรงงานผลิตแผ่นกั้นแบตเตอรี่	624
QEM011	การลดการสูญเสียในกระบวนการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ประเภทเส้นด้ายไนลอนฟิลาเม้นท์	630
QEM012	การศึกษาความพึงพอใจที่มีต่ออาหารธรรมดาของโรงพยาบาลตัวอย่าง	636
QEM013	การศึกษาปัจจัยของอาหารอ่อนที่มีผลต่อประสาทสัมผัสด้านอาหารในโรงพยาบาลตัวอย่าง	642
GIT002	Quality Plan's Parameters Visibility Application Development with Scrum Methodology of Agile	649
GIT003	การศึกษาความเป็นไปได้ของการนำเทคโนโลยีเพียโซอิเล็กทริกมาใช้ในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	655
GIT004	แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตกรรม	661
OTH001	การประยุกต์ใช้แบบจำลองในการจัดตารางการเดินรถของระบบขนส่งผู้โดยสารอัตโนมัติในสนามบินสุวรรณภูมิ	662
OTH002	การลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของโรงงานผลิตเครื่องดื่มตัวอย่าง	663
OTH003	การออกแบบและพัฒนาต้นแบบอุปกรณ์ออกกำลังกายสำหรับผู้สูงอายุ	669

หมายเลขบทความ	ชื่อบทความ	หน้า
OTH004	การออกแบบและพัฒนา ระบบบริหารการแจ้งอุปกรณ์ชำรุดโครงการมิเตอร์อ่านหน่วยอัตโนมัติ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	676
OTH005	การบริหารโครงการวิศวกรรมเพื่อลดต้นทุนและเวลา กรณีศึกษาโรงงานยา	683
OTH006	การบริหารโครงการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ กรณีศึกษาโรงงานผลิตโคมไฟยานยนต์	690
OTH007	การศึกษาอุตสาหกรรมศักยภาพในรายจังหวัดบริเวณจุดผ่านแดนไทย-ลาว ในพื้นที่ภาคเหนือของไทย	697
OTH008	การศึกษาอุตสาหกรรมศักยภาพในรายจังหวัดบริเวณจุดผ่านแดนไทย-ลาวในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย	703
OTH009	การคัดเลือกคุณลักษณะในการจำแนกประเภทศักยภาพเชิงพาณิชย์ของโครงการวิจัยและพัฒนาโดยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลด้วยบิสซิเนสอินเทลลิเจนซ์	709
OTH010	การประยุกต์ใช้ Chatbot สนับสนุนหน่วยงานการศึกษา กรณีศึกษาโรงเรียนสาธิตแห่ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา	716
OTH011	การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก : กรณีศึกษากองโรงงานวัตถุระเบิด ศูนย์อุตสาหการสรรพาวุธ กรมสรรพาวุธทหารบก	722
OTH012	การประยุกต์ใช้ FMEA วิเคราะห์ความเสียหายของเครื่องจักรและอุปกรณ์เพื่อป้องกันอุบัติเหตุจากการทำงาน : กรณีศึกษาโรงงานผลิตรางสไลด์เครื่องใช้ไฟฟ้า	729
OTH013	โครงสร้างข้อมูลในระบบรางภายใต้บริบทระบบรถไฟฟ้ากรุงเทพมหานครฯ	735
OTH016	การพัฒนาระบบธุรกิจอัจฉริยะเพื่อสนับสนุนการควบคุมคุณภาพการผลิต	741
OTH017	การเตรียมข้อมูลสำหรับการสร้างแดชบอร์ด	747
OTH018	การคาดการณ์เวลาเดินทางบนท้องถนนระหว่างพิกัดสองจุดในกรุงเทพมหานคร ด้วยวิธีการเรียนรู้ของเครื่อง	753

หมายเลขบทความ	ชื่อบทความ	หน้า
OTH019	การพัฒนาห้องผ่าตัดความดันลบในสถานการณ์ฉุกเฉินจากการระบาดของโควิด-19 ด้วยแนวคิดวิศวกรรมคุณค่า	754
OTH020	เครื่องมือในการเลือกเครื่องจักรกลเกษตรสำหรับชาวนา	760
OTH021	ปัจจัยที่สัมพันธ์กับการปฏิบัติตามพระราชบัญญัติความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2554 ของผู้ประกอบการในจังหวัดพัทลุง	766
OTH022	การศึกษาผลกระทบของไวรัสโควิด-19 เพื่อบริหารความเสี่ยงและหามาตรการรองรับความเสี่ยงที่เหมาะสม	767
OTH023	การวิเคราะห์อายุที่เหมาะสมในการเปลี่ยนพาวเวอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์ โดยพิจารณาทั้งด้านเทคนิคและเศรษฐศาสตร์	772
OTH024	การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการลงทุนสร้างสายการผลิตติ่มซำ กรณีศึกษา บริษัทอาหารสำเร็จรูปแช่แข็งแปดริ้ว จังหวัดฉะเชิงเทรา	779
OTH025	การประยุกต์ใช้วิศวกรรมคุณค่าและการวิเคราะห์คุณค่าในการลดต้นทุน กรณีศึกษาอุตสาหกรรมประกอบยูนิตทำฟัน	785
OTH026	การคัดเลือกอุปกรณ์สำหรับการทดแทนหม้อไอน้ำแบบท่อไฟสำหรับกระบวนการพ่นสีอุตสาหกรรมยานยนต์ ด้วยวิธีการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์	794
OTH027	การออกแบบและพัฒนาเครื่องสไลด์เนย กรณีศึกษาสถานประกอบการบัตเตอร์เค้กขนาดเล็ก	800
OTH028	การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของนำจากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีน้ำที่กระตุ้นด้วยพลาสมาร่วมกับยูวีซี	806

การพัฒนาห้องผ่าตัดความดันลบในสถานการณ์ฉุกเฉินจากการระบาดของโควิด-19 ด้วยแนวคิดวิศวกรรมคุณค่า

The Negative Pressure Chamber Operating Room Development under Emergency Situation of Corona Virus 2019 Pandemic using Value Engineering Concept

ชลธิศ เอี่ยมวรวุฒิกุล[1] เทพฤทธิ์ ทองชุบ[1] ชวลิต มณีศรี[1*]
[1]ภาควิชาวิศวกรรมระบบเครื่องกลและนวัตกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม
E-mail: chawalit.ma@spu.ac.th*

Chonlathis Eiamworawutthikul[1] Taperit Tongshoob[1] Chawalit Manisri[1*]
[1]Department of Mechanical System and Innovative Industrial Engineering, School of Engineering, Sripatum University
E-mail: chawalit.ma@spu.ac.th*

บทคัดย่อ

สภาวะการระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (โควิด-19) ในประเทศไทย ในช่วงเริ่มต้นของปี พ.ศ. 2563 สร้างความตระหนกแก่สังคมและส่งผลกระทบต่อการงดให้บริการผ่าตัดของโรงพยาบาลต่างๆจำนวนมาก เนื่องจากห้องผ่าตัดเดิมเป็นแบบความดันบวก ซึ่งหากผู้รับการผ่าตัดมีเชื้อ Covid-19 อาจส่งผลให้เกิดการฟุ้งกระจายของเชื้อโรคสู่พื้นที่ต่างๆ ภายในอาคารโรงพยาบาลได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องพัฒนาแนวทางการปรับปรุงห้องผ่าตัดที่มีอยู่เดิมให้เป็นแบบความดันลบตามลักษณะของห้องแยกเชื้อเพื่อป้องกันการแพร่เชื้อสู่ภายนอก และในขณะเดียวกันสามารถป้องกันอากาศปนเปื้อนจากภายนอกเข้าสู่ห้องผ่าตัดได้ บทความนี้อธิบายประสบการณ์การพัฒนาต้นแบบนวัตกรรมห้องผ่าตัดความดันลบ สำหรับใช้ในสถานการณ์ฉุกเฉินจากการระบาดของโควิด-19 เพื่อกลุ่มโรงพยาบาลขนาดกลางในภูมิภาคต่างๆของประเทศ จากการทำงานร่วมกันของทีมวิศวกรรม บุคลากรทางการแพทย์ ผู้บริการของโรงพยาบาล และหน่วยงานของกรมการแพทย์ ด้วยแนวคิดวิศวกรรมคุณค่า ทำให้สามารถเพิ่มคุณค่าของการให้บริการผ่าตัดแก่ประชาชนในสถานการณ์ฉุกเฉินได้ โดยคงหน้าที่ในการการรักษาภาวะอากาศสะอาดของห้องผ่าตัด ลดต้นทุน ลดเวลาการดำเนินงาน ลดการพึ่งพาผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน ตลอดจนคลายความกังวลและอุปสรรคต่างๆ ให้กับทีมแพทย์และโรงพยาบาล จนเป็นผลสำเร็จในการเผยแพร่แนวทางการปรับปรุงห้องผ่าตัดความดันลบให้กับโรงพยาบาลต่างๆ สามารถนำไปจัดทำได้โดยสะดวก

คำสำคัญ: ห้องผ่าตัด, ห้องความดันลบ, โควิด-19, วิศวกรรมคุณค่า

Abstract

During the early period of Corona 2019 Virus (Covid-19) pandemic in 2020, most hospitals ceased their surgery services due to the fear of disease spreading outside the operating room (OR), if the patient was infected with the virus. This is because the typical OR is operated with positive pressure air condition forcing the leaky air to flow out from the OR and preventing outside contaminated air to flow in. Accordingly, there was an urgent need to modify the existing Positive Pressure OR to be incorporated with a negative pressurized zone (as of the AIIR concept) to prevent disease from an infected patient to spread out, while maintaining overall positive pressurized condition of the OR. This paper describes an experience in the development of a modified negative pressure OR for emergency used by regional middle size public hospitals in Thailand during Covid-19 pandemic. The project was carried out with collaboration among engineering team, health-care personals, hospital executives, staffs from the Department of Medical Service Ministry of Public Health. The Value Engineering (VE) concept was employed to continue the service of OR during the intensive pandemic situation. The mission was achieved by maintaining the function of OR's clean air condition, while reducing costs and implementation time, minimizing dependency on specific specialists, as well as other anxiety pain-points experienced by physicians and hospital administration. Through couple of prototypes implemented, the outcome of the project yields a standard guideline for modification of existing OR with Negative Pressure Chamber, which has been widely distributed for regional hospitals to utilize.

Keywords: Medical Operating Room, Negative Pressure Room, Covid-19, Value Engineering

1. บทนำ

เป็นช่วงเริ่มต้นของสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัส โคโรนา 2019 หรือโควิด-19 ในประเทศไทย สังคมเกิดความตระหนกต่อเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น มีการงดกิจกรรมและการให้บริการต่างๆ เพื่อลดความเสี่ยงในการติดต่อของเชื้อโรค รวมถึงการใช้งานห้องผ่าตัด (Operating Room, OR) ของโรงพยาบาล เนื่องจากห้องผ่าตัด โดยปกติมีระบบการควบคุมสภาวะแรงดันอากาศภายในห้องมีค่าสูงกว่าพื้นที่รอบข้าง (Positive Pressure OR) เพื่อป้องกันสิ่งปนเปื้อนจากภายนอกเข้าสู่ห้อง ที่เป็นความเสี่ยงต่อการติดเชื้อแก่ผู้ป่วยขณะได้รับการผ่าตัด อย่างไรก็ตามหากผู้ได้รับการผ่าตัดมีภาวะเชื้อโควิด-19 เชื้อโรคจากคนไข้ อาจแพร่สู่พื้นที่ต่าง ๆ ในอาคารโรงพยาบาลได้

ถึงแม้จะสามารถปรับสภาวะอากาศภายในห้องผ่าตัดที่เป็นอยู่ ให้มีสภาวะความดันลบ (Negative Pressure) ในลักษณะของห้องแยกเชื้อ (Airborne Infection Isolation Room, AIIR) หากจะมีความเสี่ยงสูงต่อการติดเชื้อของคนไข้ระหว่างการผ่าตัดจากสิ่งปนเปื้อนที่ไหลเข้าสู่ภายในห้อง ซึ่งเป็นเหตุที่ได้มีรายงานเกิดขึ้นในโรงพยาบาลบางแห่ง ดังนั้นโดยเกณฑ์ปฏิบัติจะต้องมีการออกแบบห้องผ่าตัดและติดตั้งระบบปรับอากาศใหม่เพื่อการทำงานแบบความดันลบโดยเฉพาะ ซึ่งมีค่าใช้จ่ายที่สูงถึง 3-4 ล้านบาทต่อห้อง และใช้ระยะเวลาหลายเดือนในการก่อสร้าง

ผู้วิจัยได้รับการติดต่อประสานงานจาก สถาบันสุขภาพเด็กแห่งชาติมหาราชินี (โรงพยาบาลเด็ก) เพื่อร่วมการปรับปรุงห้องผ่าตัดเดิม ให้สามารถบริการฉุกเฉินแก่คนไข้ได้ภายในระยะเวลาอันสั้น และงบประมาณที่จำกัด

2. ข้อมูลและกำหนดคำถามในการแก้ปัญหา

หลักการการควบคุมสภาวะอากาศของห้องผ่าตัดปกติและห้องแยกเชื้อ ถูกนำมาพิจารณาในการแก้ปัญหา เพื่อชี้ให้เห็นถึงเกณฑ์และข้อจำกัด สำหรับการกำหนดโจทย์ในการออกแบบปรับปรุง

2.1 หลักการระบบห้องอากาศสะอาดในโรงพยาบาล

การควบคุมอากาศสะอาดในโรงพยาบาล สามารถทำได้โดยการ

- กรองหมุนเวียนด้วยไส้กรองประสิทธิภาพสูง (High Efficiency Particulate Air Filter หรือ HEPA Filter)
- เติมอากาศจากภายนอก (Outdoor Air หรือ Fresh Air) เพื่อเจือจางเชื้อโรคและการระบายอากาศ
- ควบคุมทิศทางการไหลของอากาศจาก แหล่งปนเปื้อนต่ำไปสู่สูง จากการควบคุมระดับความดันอากาศระหว่างพื้นที่

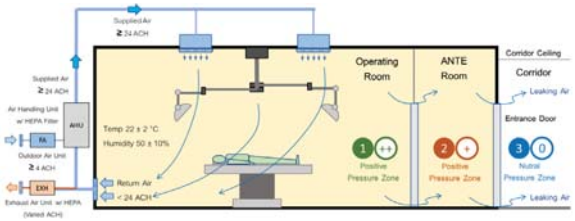
ซึ่งถูกนำมาใช้สำหรับการออกแบบห้องสะอาดเพื่อการป้องกันการฟุ้งกระจายของเชื้อโรคและสิ่งปนเปื้อน “เข้าสู่” หรือ “ออกจาก” พื้นที่ควบคุม ในรูปแบบ ห้องผ่าตัดและห้องแยกเชื้อ ดังนี้

2.1.1 หลักการทำงานของการปรับอากาศห้องผ่าตัด

การออกแบบระบบอากาศสะอาดสำหรับ OR ตามมาตรฐานสากล [1 2] ดังแสดงในรูปที่ 1 มีเป้าหมายในการป้องกันเชื้อโรค ไม่ให้ไหลเข้าสู่ห้อง ที่ส่งผลต่อการติดเชื้อแก่คนไข้ระหว่างการผ่าตัด โดยการควบคุมให้ห้องมีระดับความดันสูงกว่าบริเวณรอบข้าง (Positive Pressure) อย่างน้อย +2.5 Pa จากการเติมอากาศภายนอก (Fresh Air) ในอัตราที่สูงกว่า การดูดอากาศออก (Exhaust) เล็กน้อย

OR อาจมีห้องพักคอย (ANTE Room) ขั้นกลางระหว่างห้องผ่าตัดและทางเดินด้านนอก สำหรับการเตรียมตัวของทีมแพทย์ก่อนเข้าห้องผ่าตัด ดังนั้นจะมีการควบคุมทิศทางการไหลของอากาศรั่วไหล ตามระดับความดัน สูงไปต่ำ จาก OR ไป ANTE Room ไป บริเวณทางเดิน

มีระบบการปรับอุณหภูมิ ความชื้น และกรองอากาศด้วยไส้กรองประสิทธิภาพสูง (HEPA Filter) โดยการหมุนเวียนอากาศที่อัตราอย่างน้อย 20 เท่าของปริมาตรห้องต่อชั่วโมง (Air Change per Hour, ACH) และมีอัตรานำอากาศเข้าอย่างน้อย 4 ACH รวมถึงควบคุมทิศทางการไหลจากด้านบนลงล่างไปสู่ช่องดูดระบายอากาศด้านศีรษะคนไข้ เพื่อป้องกันการฟุ้งกระจายของละอองฝอย (Aerosol)



รูปที่ 1 ระบบปรับอากาศสะอาดห้องผ่าตัดมาตรฐาน

การรักษาแรงดันในห้องผ่าตัดมาตรฐานให้เป็นบวกนั้นเหมาะสมต่อสถานการณ์ปกติ แต่หากในสถานการณ์ความเสี่ยงที่คนไข้ติดเชื้อเข้ารับการผ่าตัด แรงดันอากาศภายในห้องอาจจะนำพาเชื้อโรคออกสู่ภายนอกไปยังพื้นที่อื่นภายในอาคารได้

2.1.2 หลักการระบบห้องแยกเชื้อ

ห้องแยกเชื้อ (AIIR) ถูกออกแบบ เพื่อป้องกันการฟุ้งกระจายของเชื้อโรคที่เกิดจากคนไข้ไหลออกสู่ภายนอก โดยการควบคุมระดับความดันภายในห้องต่ำกว่าบริเวณรอบข้างอย่างน้อย -2.5 Pa โดยมีการระบายอากาศออกสู่ภายนอก ในอัตราที่สูงกว่าการเติมอากาศเข้าเล็กน้อย [1 2] ซึ่งระบบการกรองและการทำความเย็น เป็นไปในลักษณะเดียวกันกับห้องผ่าตัด หากแต่ทิศทางการจ่ายอากาศเข้าสู่ห้องจากฝ้าเพดาน ให้มีการไหลจากปลายเตียงไปยังหัวเตียง โดยมีช่องระบายอากาศติดตั้งที่บริเวณระดับศีรษะคนไข้

การปรับปรุงห้องผ่าตัดสำหรับผู้ติดเชื้อ โดยใช้หลักความดันลบตามแนวทาง AIIR จะมีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อต่อคนไข้จากสิ่งปนเปื้อนที่ไหลเข้ามา สู่บาดแผลระหว่างการผ่าตัดได้

2.1.3 การพัฒนาห้องผ่าตัดและห้องแยกเชื้อในสถานการณ์การระบาดของโควิด-19

การแพร่ระบาด Covid-19 ทำให้ผู้เชี่ยวชาญทางวิศวกรรมได้ร่วมทำงานกับหน่วยงานสาธารณะสุข เพื่อหาแนวทางดัดแปลงการใช้งานพื้นที่ที่มีอยู่เพื่อรองรับผู้ป่วยติดเชื้อ เช่นการทำ Chamber ฉุกเฉินสำหรับห้อง ER และ ห้อง ICU [3] ที่สามารถจัดสร้างได้สะดวกรวดเร็ว

การจัดทำแบบมาตรฐานสำหรับการจัดสร้างห้อง AIIR และห้องเฝ้าอาการ (Cohort Ward) [4] ตลอดจนเทคนิคการออกแบบและใช้งานห้อง AIIR ได้อย่างถูกต้องมีประสิทธิภาพ [5] การแลกเปลี่ยนองค์ความรู้จากแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ [6] ในลักษณะการแพร่ระบาดของเชื้อโรค เพื่อวิศวกรและนักประดิษฐ์ใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบจัดทำนวัตกรรมเพื่อสนับสนุนการทำงานทางด้านสาธารณะสุขได้อย่างถูกต้อง โดยองค์ความรู้ต่างๆที่เกี่ยวข้อง ได้ถูกรวบรวมไว้เพื่อเป็นแหล่งอ้างอิงได้ต่อไป [7]

การระดมความคิดเห็นผ่านสมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย ในการกำหนดหลักทางการออกแบบและจัดสร้างห้องผ่าตัดความดันลบ [8] อย่างไรก็ตามแนวทางที่แนะนำเป็นการจัดสร้างห้องขึ้นใหม่ ไม่สามารถปรับปรุงจากห้องและระบบเดิมได้

2.2 ประเด็นการปรับปรุงห้องผ่าตัดในสถานการณ์ฉุกเฉิน

จากข้อมูลข้างต้นสามารถสรุปประเด็นสำคัญและเงื่อนไขในการปรับปรุง OR ไว้ดังนี้

1) หลักการควบคุมความดันบวกของ OR เดิมและความดันลบของ AIIR ไม่สามารถเลือกนำมาใช้ได้โดยตรงอย่างใดอย่างหนึ่ง

2) แนวทางสำหรับห้องผ่าตัดความดันลบ เป็นการสร้างเฉพาะขึ้นใหม่ ซึ่งโรงพยาบาลส่วนใหญ่มีข้อจำกัดคือ

- ไม่มีงบประมาณ สำหรับการจัดสร้างห้องผ่าตัดใหม่ที่มีราคาสูง
- พื้นที่จำกัด ไม่สามารถจัดสร้างห้องผ่าตัดใหม่ได้หลายห้อง
- ห้องผ่าตัดเดิม มีอายุการใช้งานนาน มีการรั่วไหลสูง
- ระบบอากาศสะอาดที่ใช้อยู่ เสื่อมสภาพหรือทำงานไม่เหมาะสม
- มีเวลาจำกัด เพื่อเปิดให้บริการแก่คนไข้ที่เพิ่มจำนวนขึ้น
- ความกังวลของบุคลากรทางการแพทย์ และความรู้ความเข้าใจของระบบการทำอากาศสะอาดภายในห้องผ่าตัด

ดังนั้นสามารถกำหนดโจทย์ปัญหา (Problem Statement) ได้ว่า “จะทำอย่างไรให้สามารถปรับปรุงห้องผ่าตัดเดิมที่มีอยู่ สำหรับโรงพยาบาลรัฐขนาดกลางในภูมิภาค ให้สามารถรองรับการผ่าตัดผู้ป่วยติดเชื้อที่เพิ่มสูงขึ้นได้ในเวลาที่รวดเร็ว (1-2 เดือน) สะดวกในการจัดทำและบำรุงรักษาด้วยงบประมาณที่จำกัด (1-2 แสนบาท)

3. แนวทางการดำเนินการ

หลักวิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering, VE) เน้นการคงหน้าที่การทำงาน (Function) โดยลดต้นทุน (Cost) [9] ตามความสัมพันธ์ ในรูปที่ 2 เป็นสิ่งที่ตรงกับ Problem Statement ที่กำหนดข้างต้น โดยการส่งเสริมคุณค่าของการให้บริการห้องผ่าตัดในภาวะฉุกเฉิน โดยคงหน้าที่ (Function) การป้องกันการแพร่เชื้อของห้องผ่าตัดไว้ และ ลดต้นทุน ทั้งเงินลงทุน และรวมถึง Pain Point ของผู้ใช้ทั้ง ด้านเวลา การใช้งาน เงื่อนไขทางเทคนิค และความกังวลของแพทย์พยาบาลผู้ใช้ห้อง เช่นเดียวกับ การประยุกต์ใช้หลักวิศวกรรมคุณค่าในหลายๆ กรณีศึกษา เช่น การเพิ่มผลผลิตผลิตภัณฑ์น้ำยาล้างจาน [10] และการประยุกต์ใช้กับการพัฒนาสื่อการสอนด้านระบบราง [11] เป็นต้น โดยมีขั้นดำเนินงาน ดังรูปที่ 3 ดังนี้

รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ตามหลักวิศวกรรมคุณค่า

รูปที่ 3 ขั้นตอนหลักในการดำเนินงานตามแนวคิดวิศวกรรมคุณค่า

สำรวจสภาพปัจจุบัน

เป็นการรวบรวมข้อมูลองค์ความรู้ และข้อจำกัดต่างๆ รวมถึงกระบวนการทำงานของผู้ใช้ (แพทย์และพยาบาล) การสำรวจสภาพทางกายภาพและสมรรถนะทางวิศวกรรมของระบบการใช้งานที่มีอยู่

วิเคราะห์หน้าที่ประโยชน์

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแก้ปัญหาให้ตรงกับวัตถุประสงค์ โดยแก้ไขประเด็นข้อจำกัดต่างๆ ซึ่งเป็นต้นทุน โดยยึดหน้าที่ของ OR เป็นที่ตั้ง

ออกแบบทางเลือกในการปรับปรุง

ออกแบบทางเลือกที่ยังคงหน้าที่ของห้องผ่าตัด คือสามารถป้องกันอากาศสกปรกจากภายนอกเข้าและป้องกันเชื้อโรคจากคนไข้ออกสู่ภายนอกไปพร้อมกัน โดยยึดตามหลักวิศวกรรมและการมีส่วนร่วมจากผู้ใช้งาน เพื่อทำความเข้าใจการทำงานและข้อกังวลที่เป็นอยู่ ตลอดจนการจัดทำต้นแบบ ทดสอบแนวคิด รับข้อเสนอแนะและปรับปรุง

เสนอดำเนินการปรับปรุง

สรุปผลที่ได้เพื่อการเผยแพร่และขยายผลการใช้งาน โดยการร่วมมือกับหน่วยงานรับที่รับผิดชอบ (กรมการแพทย์) จัดทำเป็นแนวทางสำหรับโรงพยาบาลรัฐขนาดกลางในภูมิภาคต่างๆ

4. ผลการดำเนินการ

หลังจากที่ได้รับการติดต่อจากผู้บริหารของสถาบันสุขภาพเด็กแห่งชาติมหาราชินี (โรงพยาบาลเด็ก) ในเดือนมีนาคม 2563 ซึ่งขณะนั้นโรงพยาบาลได้งดการให้บริการผ่าตัดทั้งหมด ผู้วิจัยได้ประสานวิศวกรผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบระบบอากาศสะอาดสำหรับห้องผ่าตัด เข้าทำงานร่วมกับทีมแพทย์ พยาบาล และฝ่ายวิศวกรรมตลอดจนผู้บริหาร เพื่อพัฒนาวิธีการปรับปรุงห้องผ่าตัดความดันลบ โดยได้พัฒนาต้นแบบ ทดสอบใช้งาน ตามลำดับดังนี้

4.1 การพัฒนาต้นแบบขั้นต้น (แบบห้องคู่)

การตรวจสอบห้องผ่าตัดเดิมที่ใช้ในการปรับปรุงเป็นห้องผ่าตัดที่มีอายุการใช้งานมามากกว่า 20 ปี มีขนาด 5.8 x 6.4 เมตร และฝ้าสูง 3.0

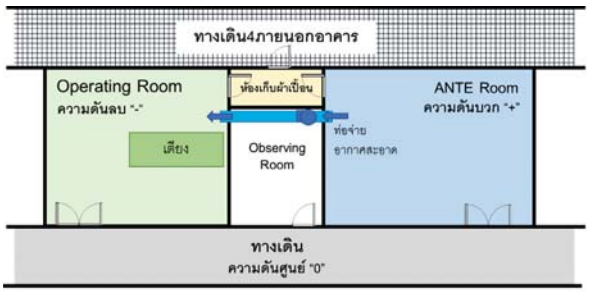
เมตร ดังแสดงในรูปที่ 4 โดยเมื่อทดสอบใช้งานพบว่า ไม่สามารถทำระดับความดันบวกได้ตามเกณฑ์ เนื่องจากมีช่องรั่วไหลบริเวณขอบประตู และฝ้าจำนวนมาก รวมถึงการทำความเข้าใจในส่วนของกระบวนการปฏิบัติการผ่าตัด ในขั้นการเปลี่ยนเครื่องแต่งตัว (PPE) การเตรียมพร้อมของทีมแพทย์ การนำคนไข้เข้าห้อง การผ่าตัด การถอดเปลี่ยนชุด PPE และนำคนไข้ออก

(a) (b)

รูปที่ 4 ห้องผ่าตัด (a) ขณะซ่อมแซม (b) การใช้งานหลังการปรับปรุง

จากการพิจารณาเห็นว่า สามารถปรับปรุงสมรรถนะของระบบอากาศสะอาดเดิมที่มีอยู่ได้ อย่างไรก็ตามเนื่องจากสภาพห้องที่มีรอยรั่วไหลจำนวนมาก โดยเฉพาะจากส่วนฝ้าเพดานที่เป็นรอยต่อของหัวจ่ายลมและโคมไฟต่างๆ จึงตัดสินใจที่จะให้มีการใช้ห้องผ่าตัดที่ติดกัน (ขนาด 8.8 x 6.4 เมตร และฝ้าสูง 3.0 เมตร) ทำหน้าที่ห้อง ANTE โดยมีระดับความดันเป็นบวก สร้างอากาศเย็นที่สะอาดจ่ายสู่ห้องผ่าตัดหลักความดันลบ เพื่อชดเชยการระบายอากาศและลดการรั่วไหล

ลักษณะผังและการเชื่อมต่อระหว่างห้องผ่าตัดและห้อง ANTE ตามแสดงในรูปที่ 5 โดยทีมแพทย์เข้าเตรียมตัวในห้อง ANTE และปรับห้องเก็บผ้าเปื้อนเดิมเป็นทางเชื่อมเข้ามายังห้องผ่าตัด ซึ่งหลังการปรับปรุงพบว่า สามารถสร้างความดันลบในห้องผ่าตัดหลักได้ต่ำกว่า -2.5 Pa เมื่อเทียบกับทางเดิน โดยจ่ายอากาศสะอาดอุณหภูมิต่ำมาจากห้อง ANTE และสามารถเปิดการใช้งานได้



รูปที่ 5 ลักษณะผังแปลนห้องผ่าตัดทำงานคู่กับห้อง ANTE ดัดแปลง

อย่างไรก็ตาม คณะทำงานยังมีความกังวล เกี่ยวกับการรั่วไหลของอากาศจากฝ้าเพดาน จากรอยปริระหว่างขอบแผ่นฝ้าและอุปกรณ์ต่างๆ จึงแนะนำให้มุ่งเน้นการตรวจสอบและผนึก (Seal) รอยรั่วอย่างละเอียด รวมถึงการอบโอโซนฆ่าเชื้อโรคเหนือช่องฝ้า ก่อนการผ่าตัดทุกๆครั้ง

4.2 การพัฒนาต้นแบบ แบบ Negative Pressure Chamber

หลังจากเริ่มใช้งานต้นแบบห้องผ่าตัดความดันลบแบบห้องคู่ ทางสภาบันฯ มีความจำเป็นในการจัดทำห้องผ่าตัดความดันลบเพิ่มเติมอย่างเร่งด่วนภายใน 1 เดือน เพื่อรองรับการผ่าตัดของโรงพยาบาลในเครือข่าย คณะทำงานจึงได้ทบทวนถึงข้อจำกัดต่างๆ ประกอบด้วย

- โรงพยาบาลส่วนใหญ่ ไม่มีห้องผ่าตัดหลายห้อง หรือมีการจัดวางผังที่สามารถเชื่อมต่อได้ตามลักษณะต้นแบบห้องคู่
- มีความซับซ้อน ในการสมดุลระดับความดันลมระหว่าง 2 ห้อง
- พื้นที่รวมมีขนาดใหญ่ โอกาสในการรั่วไหลมีสูง ควบคุมได้ยาก

ดังนั้นจึงพิจารณาการปรับปรุงอีกครั้ง ตากหลักวิศวกรรมคุณค่าโดยคงหน้าที่หลัก (Function) ของห้องผ่าตัดดังนี้

- ทีมแพทย์และพยาบาลสามารถทำงานได้
- ควบคุมพื้นที่บริเวณผ่าตัด ให้มีความดันเป็นลบ เพื่อป้องกันการฟุ้งกระจายของเชื้อโรคจากคนไข้
- รักษาระดับความดันในห้องผ่าตัดให้เป็นบวก เพื่อป้องกันสิ่งสกปรกจากอากาศภายนอกเข้าติดเชื้อคนไข้ขณะผ่าตัด
- มีค่าใช้จ่ายที่ต่ำ สามารถปรับปรุงได้รวดเร็วทันเหตุการณ์
- ดูแลรักษาได้โดยง่าย ลดการพึ่งพาผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน
- เหมาะสมกับการใช้งานในสภาวะฉุกเฉินในโรงพยาบาลภูมิภาค

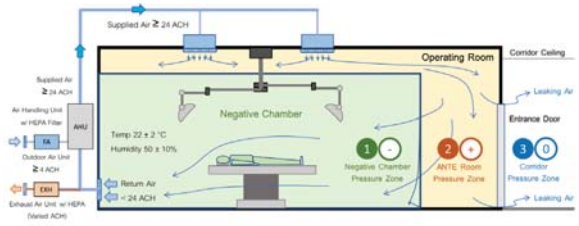
คณะทำงานจึงได้นำเสนอแนวคิดในการจัดทำส่วนความดันลบ (Negative Pressure Chamber) ให้ซ้อนอยู่ภายในห้องผ่าตัดที่โดยรวมยังคงระดับความดันบวก (Positive Pressure) ดังรูปที่ 6

แนวคิดนี้สามารถใช้ระบบปรับอากาศและระบายอากาศที่มีอยู่เดิมได้ โดยการสร้าง Negative Pressure Chamber ให้ชิดผนังด้านหัวเตียงครอบห้องดูดระบายอากาศที่ผนัง ซึ่งแรงดูดอากาศจะสร้างสภาวะความดันลบเมื่อเทียบกับความดันในห้องผ่าตัดนอก Chamber ป้องกันการฟุ้งกระจายของเชื้อจากคนไข้

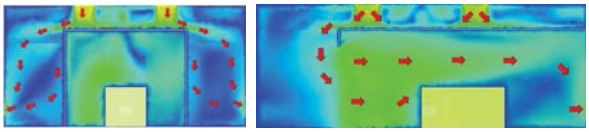
พื้นที่ Chamber มีขนาดไม่น้อยกว่า 6.0 x 3.0 เมตร สูงต่ำกว่าระดับฝ้าเพดานอย่างน้อย 30 เซนติเมตร เพื่อให้อากาศสะอาดอุณหภูมิต่ำจากหัวจ่ายสามารถสร้างสภาวะความดันบวกภายในห้องผ่าตัดรอบๆ Chamber เสมือนเป็น Air-Lock Zone ป้องกันการรั่วไหลของอากาศสกปรกจากภายนอกเข้ามาตามขอบประตูและโดยเฉพาะจากรอยปริของฝ้าเพดาน โดยมวลอากาศไหลเวียน อ้อมมาสู่ทางเข้าของ Chamber ที่ด้านปลายเตียง และผ่านคนไข้จากปลายเท้าไปสู่ศีรษะ เข้าสู่ช่องดูดอากาศที่ผนัง ดังแสดงในรูปที่ 6(a) และ 6(b)

เนื่องจากห้องผ่าตัดยังคงใช้ระบบอากาศสะอาดที่มีอยู่เดิม จึงมีเพียงการลงทุนสร้าง Negative Pressure Chamber ที่ประมาณ 30,000 – 50,000 บาท จากโครงอลูมิเนียมและผนังพลาสติกใส ซึ่งช่างท้องถิ่นในภูมิภาคสามารถจัดสร้างขึ้นได้ และใช้เวลาติดตั้งไม่เกิน 1 สัปดาห์ โดยต้นแบบได้ถูกจัดสร้างขึ้นภายในห้องผ่าตัดขนาด 8.8 x 6.4 เมตร

ดังแสดงรูปที่ 7 และสามารถเปิดให้บริการการผ่าตัดได้ รวมถึงเป็นแนวทางสำหรับโรงพยาบาลเครือข่ายนำไปจัดสร้างต่อไป



(a) ตำแหน่ง Chamber และ ทิศทางการไหลของอากาศ



(c) แบบ CFD จำลองการไหลของอากาศ

รูปที่ 6 แนวคิด Negative Pressure Chamber ในห้องผ่าตัด

รูปที่ 7 Negative Chamber ในห้องผ่าตัดฉุกเฉิน
สถาบันสุขภาพเด็กแห่งชาติมหาราชินี (โรงพยาบาลเด็ก)

อย่างไรก็ตาม แนวคิดนี้มีข้อจำกัด คือ

1. สามารถทำได้เฉพาะห้องผ่าตัดที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งมักเป็นห้องผ่าตัดที่จัดสร้างมานานกว่า 20 ปี ที่จะสามารถจัดทำ Negative Pressure Chamber สำหรับการทำงานของแพทย์และพยาบาลได้
2. ความกังวลของทีมแพทย์ ที่ไม่คุ้นเคยต่อลักษณะห้องผ่าตัดที่เปลี่ยนไป และมีขนาดที่เล็กแคบลง ดังนั้นจึงได้ร่วมกับทีมแพทย์ ในการทดสอบการใช้พื้นที่ โดยการจำลองสถานการณ์การผ่าตัด การวางเครื่องมือ ภายในกรอบพื้นที่ของ Chamber เพื่อให้แพทย์ทุกๆ ท่าน มั่นใจในการปฏิบัติการ และเห็นชอบร่วมกัน ก่อนการดำเนินการ

4.3 การขยายผล

กรมการแพทย์ได้ประสานนำต้นแบบห้องผ่าตัดความดันลบแบบ Negative Pressure Chamber ที่ได้จัดทำขึ้นไปจัดสร้างสำหรับโรงพยาบาลสายบุรี จังหวัดปัตตานี ซึ่งเป็นโรงพยาบาลท้องถิ่นขนาดกลาง ประสบปัญหาในการงดให้บริการการผ่าตัดในช่วงการระบาด ให้แล้วเสร็จภายใน 2 สัปดาห์ โดยหัวหน้าช่างที่มีประสบการณ์จากสถาบันสุขภาพเด็กแห่งชาติมหาราชินี ได้เดินทางไปยังโรงพยาบาลสายบุรี เพื่อดำเนินการควบคุมการจัดสร้าง โดยช่างผู้รับเหมาท้องถิ่นจนกระทั่งแล้วเสร็จ ดังรูปที่ 8 ภายในเวลาที่กำหนด ด้วยงบประมาณ 50,000 บาท สำหรับโครงสร้าง Negative Pressure Chamber และ ชุดกรองอากาศ HEPA เสริมจากระบบเดิมอีกประมาณ 150,000 บาท

รูปที่ 8 Negative Chamber ในห้องผ่าตัดฉุกเฉิน
ณ โรงพยาบาลสายบุรี จังหวัดปัตตานี

หลังจากประสบความสำเร็จในการจัดทำต้นแบบ ณ โรงพยาบาลทั้ง 2 แห่ง กรมการแพทย์ได้ประสานการสนับสนุนจาก กองแบบแผน กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ เข้าตรวจสอบการทำงานของระบบ และจัดตั้งคณะทำงาน ร่วมหลายหน่วยงานในการพัฒนาแนวทาง (Guideline) สำหรับโรงพยาบาลทั่วประเทศ ใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงห้องผ่าตัด ให้สามารถใช้งานในภาวะฉุกเฉินจากการระบาดของโควิด-19 ได้ โดยกรมการแพทย์ ได้สรุปผลเผยแพร่เป็นเอกสารและวิดีโอ ผ่านช่องทางสื่อต่างๆ [12,13]

5. สรุป

การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (Covid-19) ในช่วงเริ่มต้น ส่งผลให้โรงพยาบาลจำนวนมากต้องงดการให้บริการการผ่าตัด เนื่องจากห้องผ่าตัดที่มีอยู่เดิม ถูกออกแบบให้มีสภาวะแรงดันบวก (Positive Pressure) ซึ่งอาจทำให้เกิดการแพร่กระจายของเชื้อ Covid-19 จากคนไข้สู่บริเวณอื่นๆภายในอาคารได้ การจัดสร้างห้องผ่าตัดความดันลบสำหรับคนไข้ติดเชื้อ มีงบประมาณที่สูงถึง 3-4 ล้านบาท และใช้เวลาหลายเดือนในการก่อสร้าง ดังนั้นจำเป็นต้องปรับปรุงห้องผ่าตัดที่มีอยู่เดิม ให้สามารถป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อไวรัสจาก

คนไข้ออกสู่ภายนอก และขณะเดียวกันป้องกันอากาศสกปรกจากภายนอกไหลเข้าสู่ห้องผ่าตัดที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อของคนไข้

การออกแบบปรับปรุงห้องผ่าตัดบนพื้นฐานแนวคิดของ วิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering) ให้มีคุณค่าเพิ่มสูงขึ้นสำหรับการให้บริการในภาวะฉุกเฉินของการระบาด โดยยึดหน้าที่หลักของระบบอากาศสะอาดของห้องผ่าตัด และลดต้นทุน (Cost) ทางด้านงบประมาณ เวลาการพึ่งพาผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน ตลอดจนความกังวลและอุปสรรคต่างๆที่เป็น Pain Points ของทีมแพทย์และโรงพยาบาลขนาดกลาง ในภูมิภาคต่างๆของประเทศ

ต้นแบบนวัตกรรมห้องผ่าตัดความดันลบ แบบ Negative Pressure Chamber ได้ถูกติดตั้งใช้งานที่ โรงพยาบาลสถาบันสุขภาพเด็กแห่งชาติมหาราชินี จังหวัดกรุงเทพ และ โรงพยาบาลสายบุรี จังหวัดปัตตานี โดยการประสานงานและผลักดันของกรมการแพทย์ ได้จัดทำเป็นเอกสารและวิดีโอแพร่ สำหรับโรงพยาบาลในภูมิภาคต่างๆ นำไปปรับปรุงห้องผ่าตัดที่มีอยู่เดิม ได้ด้วยตนเองจากช่างผู้รับเหมาท้องถิ่น สามารถลดการใช้งบประมาณจาก 3 – 4 ล้านบาท เหลือไม่เกิน 200,000 บาท (หากไม่จำเป็นต้องปรับปรุงระบบกรองอากาศสะอาด จะใช้งบประมาณเพียง 50,000 เท่านั้น) และลดระยะเวลาในการปรับปรุงห้องผ่าตัดในสภาวะฉุกเฉินจากหลายเดือนเหลือเพียง 2 สัปดาห์ ทำให้แข่งขันกับเวลาและงบประมาณที่มีอยู่อย่างจำกัดได้

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ผู้บริหาร บุคลากรทางการแพทย์ และทีมวิศวกรรมของ โรงพยาบาลสถาบันสุขภาพเด็กแห่งชาติมหาราชินี ในการร่วมพัฒนาต้นแบบ นวัตกรรมห้องผ่าตัดความดันลบในครั้งนี้ และ ผู้บริหารเจ้าหน้าที่ของกรมการแพทย์ ในการการผลักดันการกำหนดแนวทางการดำเนินการจัดทำและเผยแพร่เพื่อโรงพยาบาลในภูมิภาคต่างๆของประเทศสามารถนำไปใช้ประโยชน์

เอกสารอ้างอิง

[1] American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., “ASHRAE Standard 170-2017: Ventilation of Health Care Facilities”, ISSN 1041-2336, 2017.

[2] American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. “ ASHRAE Manual: HVAC Design Manual for Hospitals and Clinics” 2nd ed., ISBN 978-1-936504-39-8, 2013.

[3] วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.), “คู่มือผู้ใช้ ตู้ความดันลบ Negative Pressure Cabinet”, https://bit.ly/3tf3Dqw , 2563.

[4] กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ และ สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย, “แนวทางการจัดทำ Modified AIIR สำหรับผู้ป่วยโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ในสถานการณ์ฉุกเฉิน”, https://bit.ly/3CJVbml , 2563.

[5] ตุลย์ มณีวัฒนา, “Design Concept ที่สำคัญ 14 ประการของห้องแยกโรค (AIIR)” ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, https://youtu.be/wBFZoNnxjmM, 2563.

[6] ขจรศักดิ์ ศิลปโภชากุล, “Covid-19 Innovative Course for Innovator” หน่วยโรคติดเชื้อ ภาควิชาอายุรศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, การบรรยายสด https://bit.ly/3uiRlgv , 2563

[7] คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม, “AIIR and Negative Pressure Room for COVID-19 Thailand”, Facebook Page, https://bit.ly/3tcL9XR, พศ. 2563

[8] สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย, “เสวนาออนไลน์ แนวทางการปรับปรุงห้องผ่าตัดสำหรับผู้ป่วย Covid-19”, https://bit.ly/3CHYZop , 2563

[9] อัมพิกา ไกรฤทธิ์. วิศวกรรมคุณค่า เทคนิคการลดต้นทุนอย่างมีระบบ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2551.

[10] ธนิน ศรีวะรมย์, ทีปกร คุณาพรวิวัฒน์ และชวลิต มณีศรี. “การเพิ่มผลผลิตผลิตภัณฑ์น้ำยาล้างจานด้วยการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพและวิศวกรรมคุณค่า”. วารสารศรีปทุมปริทัศน์ ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ปีที่ 6 มกราคม – ธันวาคม 2557, 57–67.

[11] ชวลิต มณีศรี, ปิยะภัทร แสงงาม, อาทิตย์ ตัณฑ์ธนศิวะกุล และเสมา พัฒน์ฉิม. “การพัฒนาสื่อการสอนสำหรับการควบคุมประแจสับรางไฟฟ้าด้วยหลักวิศวกรรมคุณค่า.” รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยศรีปทุม ครั้งที่ 15. , 18 ธันวาคม 2563 มหาวิทยาลัยศรีปทุม. หน้า 1255 - 1264.

[12] กรมการแพทย์, “แนวทางการปรับปรุงห้องผ่าตัดความดันลบ (Modify Negative Pressure Operation Room) สำหรับผู้ป่วยโรคติดเชื้อไวรัสโคโรน่า (โควิด-19) ในสถานการณ์ฉุกเฉิน”, https://bit.ly/3CHYZop , 2564.

[13] กรมการแพทย์, “การปรับปรุงห้องผ่าตัดแบบชั่วคราวหรือกึ่งถาวรในสถานการณ์ COVID 2019 – Modified Negative Pressure Room”, https://bit.ly/2Rxjpgd , 2564.

การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ครั้งที่ 40 ประจำปี 2565

The 40th Conference of Industrial Engineering Network (IE Network 2022)

ขอมอบเกียรติบัตรฉบับนี้ไว้เพื่อแสดงว่า

ชลธิศ เอี่ยมวรวุฒิกุล เทพฤทธิ์ ทองชุบ และชวลิต มณีศรี

ได้นำเสนอบทความวิจัยในรูปแบบการบรรยาย

เรื่อง “การพัฒนาห้องผ่าตัดความดันลบในสถานการณ์ฉุกเฉินจากการระบาดของ
โควิด-19 ด้วยแนวคิดวิศวกรรมคุณค่า”

ให้ไว้ ณ วันที่ 12 พฤษภาคม พ.ศ.2565

(อาจารย์กวินธร สัยเจริญ)
ประธานคณะกรรมการดำเนินการจัดการประชุมวิชาการ
ข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี 2565

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณศรี ลีจีรจำเนียร)
คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยศิลปากร

การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ครั้งที่ 40 ประจำปี 2565

The 40th Conference of Industrial Engineering Network (IE Network 2022)

ขอมอบเกียรติบัตรฉบับนี้ไว้เพื่อแสดงว่า

ชลธิศ เอี่ยมวรวุฒิกุล เทพฤทธิ์ ทองชุบ และชวลิต มณีศรี

ได้รับรางวัลบทความวิจัยดีเด่น

เรื่อง “การพัฒนาห้องผ่าตัดความดันลบในสถานการณ์ฉุกเฉินจากการระบาดของโควิด-19 ด้วยแนวคิดวิศวกรรมคุณค่า”

ให้ไว้ ณ วันที่ 12 พฤษภาคม พ.ศ.2565

(อาจารย์กวินธร สัยเจริญ)
ประธานคณะกรรมการดำเนินการจัดการประชุมวิชาการ
ข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี 2565

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณศรี ลีจีรจำเนียร)
คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยศิลปากร