



การประชุมวิชาการมหิดลสู่การขับเคลื่อน การพัฒนาอย่างยั่งยืน 2563

Mahidol Sustainable Development Conference

2 December 2020

Mahidol Sustainability Week 2020

30 November – 4 December 2020

Mahidol University

Salaya campus, Nakorn Pathom, Thailand

สารบัญ

บทนำ	3
คณะกรรมการดำเนินงาน	4
คณะกรรมการวิชาการ	5
Keynote Speaker Mahidol Sustainable Development Conference 2020	6 - 8
Keynote Speaker MU SDGs TALK	9 - 10
กำหนดการนิทรรศการแลกเปลี่ยนเรียนรู้แนวทางการพัฒนาอย่างยั่งยืนมหาวิทยาลัยมหิดล	11
กำหนดการนำเสนอบทความ	12 - 13
บทความที่ 1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ กัญชง อโลอี ครีม เพื่อความมั่นคงทางการเงินของคณะเภสัชศาสตร์	14 - 19
บทความที่ 2 ผู้ปฏิบัติการพยาบาลขั้นสูงกับการพัฒนาคุณภาพการดูแลผู้ป่วยด้วยหลักการสืบ ในคลินิกจากตาดเลือดเรื้อรังพันวิฤต โรงพยาบาลศิริราช	20 - 28
บทความที่ 3 การเปรียบเทียบการใช้กระดาษและเวลาของระบบประเมินสมรรถนะ 360 องศา รูปแบบออนไลน์กับรูปแบบใช้กระดาษ ของคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล	29 - 34
บทความที่ 4 การใช้องค์ประกอบการทำงาน 5 ตัวชี้วัดในการดำเนินงานระบบหอสมุดมหาวิทยาลัยมหิดล เพื่อความเป็นเลิศและยั่งยืน	35 - 39
บทความที่ 5 การจัดการมูลฝอยติดเชื้อจากกรณีสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19: กรณีศึกษา คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล	40 - 43
บทความที่ 6 วิถีกรรมเพื่อสุขภาพ กรณีการออกแบบห้องความดันลบ	44 - 50
บทความที่ 7 การศึกษาความนิยมในการใช้เส้นทางสัญจรในมหาวิทยาลัยเพื่อเป็นแนวทางการพัฒนา ทางสัญจรในเชิงกายภาพ	51 - 56
บทความที่ 8 การประเมินศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	57 - 61
บทความที่ 9 การพัฒนาโครงการรณรงค์การหยัชโซเดียม มหาวิทยาลัยมหิดล ผู้สากล	62 - 66
บทความที่ 10 ประสิทธิภาพการออกแบบสำนักงาน เพื่อพัฒน์ นานแนวทางการปรับปรุงสำนักงานอย่างยั่งยืน: กรณีศึกษาสำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยมหิดล	67 - 72
บทความที่ 11 การศึกษารูปแบบป้ายบอกทางบนถนนสายหลักที่เหมาะสม ภายในมหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา	73 - 76
บทความที่ 12 การเปรียบเทียบค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านช่องแสงกระจกใสที่ติดฟิล์มกรองแสงกับบ้านมูสิ ในพื้นที่ทำงาน กรณีศึกษาพื้นที่ทำงานกองกายภาพและสิ่งแวดล้อม	77 - 82
บทความที่ 13 Sustainable environment through green and eco-friendly technology for remediation. Case study of sparking discharge process	83 - 88
บทความที่ 14 การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกผ่านการจัดการขยะพลาสติกใช้ครั้งเดียวทิ้ง ภายในมหาวิทยาลัยมหิดล	89 - 94
บทความที่ 15 การเปรียบเทียบผลการจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวประจำปี 2562 ของมหาวิทยาลัยมหิดล ร่วมกับกลุ่มประเทศอาเซียน	95 - 101

บทนำ



“มหาวิทยาลัยยั่งยืน (Sustainable University)” เป็นการปรับกระบวนการทัศนคติความคิดในการบริหารจัดการองค์การสถาบันอุดมศึกษา เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21 ด้วยเป้าหมายหลักของการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development) ที่มุ่งสร้างให้เกิดดุลยภาพขององค์ประกอบพื้นฐานในมิติสำคัญ 3 มิติ ได้แก่ มิติเชิงเศรษฐกิจ (Economic) มิติเชิงสิ่งแวดล้อม (Ecology) และมิติเชิงสังคม (Social) โดยคาดหวังผลลัพธ์ของการก่อให้เกิดความเท่าเทียม (Equity) ความมีประสิทธิภาพของการใช้ทรัพยากร (Efficient) และคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น (Quality of Life) และด้วยพันธกิจหลักของสถาบันการศึกษาในระดับอุดมศึกษาที่ประกอบด้วยมิติของการศึกษา การวิจัย และบริการวิชาการ การสร้าง “มหาวิทยาลัย” ให้เป็น “มหาวิทยาลัยยั่งยืน” คงมิได้เป็นเพียงแค่เรื่องของการพัฒนาทางกายภาพหรือสร้างให้เกิดเป็นเพียงแค่มหาวิทยาลัยสีเขียวที่มุ่งเน้นตอบโจทย์ในมิติเชิงสิ่งแวดล้อมเพียงเท่านั้น หากแต่เป็นการสร้างให้เกิดเป็นมหาวิทยาลัยที่มุ่งเน้นประเด็นของการปรับกระบวนการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21 ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะขึ้นจากการเรียนรู้ด้วยตนเอง สามารถนำไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ การปรับฐานคิดของโจทย์วิจัยมุ่งเน้นให้เกิดกระบวนการ เทคโนโลยีหรือผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม การให้ความสำคัญกับการนำผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัยไปประยุกต์ใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์ได้จริงกับชุมชนสังคม การเปลี่ยนแปลงแนวคิดของการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด การผลักดันให้เกิดความตระหนักต่อสภาพการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่เกิดขึ้นจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมของมนุษย์ และการหาแนวทางแก้ไขปัญหาดังกล่าวด้วยการ บูรณาการข้ามศาสตร์ เป็นต้น เพื่อการบรรลุ 17 เป้าหมายของการพัฒนาที่ยั่งยืนขององค์การสหประชาชาติ (United Nations) ทั่วโลก

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น มหาวิทยาลัยมหิดล จึงจัดนิทรรศการแลกเปลี่ยนเรียนรู้แนวทางการพัฒนาอย่างยั่งยืน มหาวิทยาลัยมหิดล Mahidol Sustainability Week 2020 ขึ้น เพื่อสร้างองค์ความรู้ และความเข้าใจ และเป็นเวทีการสร้างความเป็นเอกภาพ การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์ภาคปฏิบัติซึ่งกันและกันระหว่างมหาวิทยาลัย และการประชาสัมพันธ์การดำเนินงานเพื่อมุ่งสู่ความยั่งยืน อันเป็นส่วนสำคัญในการขับเคลื่อนมหาวิทยาลัยสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน โดยภายในงานประกอบด้วยกิจกรรม MU SDGs Talk นิทรรศการผลการดำเนินงานด้านการพัฒนาอย่างยั่งยืน และการประชุมวิชาการมหิดลสู่การขับเคลื่อนการพัฒนาอย่างยั่งยืน 2563 (Mahidol Sustainable Development Conference 2020)

หวังเป็นอย่างยิ่งว่าการจัดประชุมประจำปีครั้งนี้จะเป็นพื้นที่สำคัญที่สร้างให้บุคลากรและนักศึกษาเกิดความสนใจในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์ในการทำงานเพื่อให้สถาบันอุดมศึกษาของประเทศไทยพัฒนาสู่การเป็นมหาวิทยาลัยยั่งยืนสืบไป

รองศาสตราจารย์ ดร.กิติกร จามรดุสิต

ประธานกรรมการดำเนินงาน

การประชุมวิชาการ Mahidol Sustainability Development Conference

คณะกรรมการดำเนินงาน

รองศาสตราจารย์ ดร.กิติกร จามรดุสิต	ประธานกรรมการ
รองอธิการบดีฝ่ายสิ่งแวดล้อมและการพัฒนาอย่างยั่งยืน	
นายพุฒิเศรษฐ์ ตันติเมขิน	รองประธานกรรมการ
ผู้อำนวยการกองกายภาพและสิ่งแวดล้อม	
นายอภิสิทธิ์ช์ เผ่าวัฒนา	กรรมการ
หัวหน้างานบริหารและพัฒนาระบบ กองกายภาพและสิ่งแวดล้อม	
ว่าที่ร้อยตรีพงษ์ธร เชียงเห็น	กรรมการ
หัวหน้างานสารานุกรมโลกและระบบอาคาร กองกายภาพและสิ่งแวดล้อม	
นายพร้อมพงศ์ ผุงเพิ่มตระกูล	กรรมการ
หัวหน้างานออกแบบและผังแม่บท กองกายภาพและสิ่งแวดล้อม	
นายสุพจน์ ภาชีรอด	กรรมการ
หัวหน้างานภูมิทัศน์และสิ่งแวดล้อม กองกายภาพและสิ่งแวดล้อม	
นายยุทธภูมิ ญาณเพิ่ม	กรรมการ
หัวหน้างานจราจรและความปลอดภัย กองกายภาพและสิ่งแวดล้อม	
นายวรพจน์ ปัญจมานนท์	กรรมการ
หัวหน้าหน่วยมหิตลสิทธาคาร กองกายภาพและสิ่งแวดล้อม	
นางสาวอรรฉรรณ ไพร์	กรรมการ
นางสาววริษฐา จันทร์เจือศิริ	กรรมการ
นายวรภัต หงส์วานิชวงศ์	กรรมการ
นางสาวกมลพรรณ จงคงคาวุฒิ	กรรมการ
นางสาวศุภวรรณ อารีจิตรานุสรณ์	กรรมการ
นางสาวสุภาดา ศรีสารคาม	กรรมการ
นางสาวอัจฉรา กิตตอกินันท์	กรรมการ
นางสาวกรรณิการ์ ศรีราณี	กรรมการ
นางสาวอุทัยวรรณ เกิดบุญ	กรรมการ
นางสาวนิสากร ไพร์สูง	กรรมการ
นายพรชัย ไพร์ไชย	กรรมการ
นายกฤตนันท์ วิจิตรกุล	กรรมการ
นางสาวศรีวิตรา ปันตบแต่ง	กรรมการ
นางสาวศศิวิมล ผุงเพิ่มตระกูล	กรรมการและเลขานุการ
หัวหน้างานพัฒนาเพื่อความยั่งยืน	
นางสาวคันสนีย์ ศรีลักษณ์	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
นางสาวมะลึ สียมแหลม	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
นางสาวรุ่งทิวา บัวดี	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
นางสาววราทิพย์ วัฒนวินิจัย	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
นางสาวสุทานาศ สุยพงษ์พันธ์	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

คณะกรรมการวิชาการ

รองศาสตราจารย์ ดร.กิติกร จามรดุสิต	มหาวิทยาลัยมหิดล
รองศาสตราจารย์ ดร.ปรีชา สุนทรานันท์	มหาวิทยาลัยมหิดล
รองศาสตราจารย์ ดร.ยุพา จิวพัฒน์กุล	มหาวิทยาลัยมหิดล
รองศาสตราจารย์ ดร.สมบูรณ์ ศิริสรรหิรัญ	มหาวิทยาลัยมหิดล
รองศาสตราจารย์ ดร.เอกราช เกตวิลาห์	มหาวิทยาลัยมหิดล
รองศาสตราจารย์ ดร.นพิตดา หิณชังระนันท์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รองศาสตราจารย์ ดร.เศรษฐ์ สัมภักตะกุล	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกชัย มหาเอก	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุชาดา ไชยสวัสดิ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกกิง วงศ์ศิริโชติ	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิมเดช ตั้งตระการพงษ์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กัทธ์ พลอยแหวน	มหาวิทยาลัยมหิดล
ดร.อรันย์ ศรีรัตนากาญจนอน	มหาวิทยาลัยมหิดล
ดร.พูนเพิ่ม วรรณะพินทุ	มหาวิทยาลัยมหิดล

Keynote Speaker Mahidol Sustainable Development Conference 2020

ศาสตราจารย์คลินิกเกียรติคุณ นายแพทย์ ปิยะสกล สกลสัตยาทร
 นายกสภามหาวิทยาลัยมหิดล

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2514 แพทยศาสตรบัณฑิต คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

พ.ศ.2518 วุฒิปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิตจากแพทยสภา

พ.ศ.2528 Fellowship Training สาขา Critical Care Medicine มหาวิทยาลัยจอห์นฮอปกินส์ สหรัฐอเมริกา

พ.ศ.2531 Fellowship Training สาขา Injury Epidemiology จาก Centers for Disease Control and Prevention (CDC), เมืองแอตแลนตา รัฐจอร์เจีย สหรัฐอเมริกา

พ.ศ.2538 หลักสูตรปริญญาบัตรวิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักร รุ่นที่ 38

พ.ศ.2557 แพทยศาสตรดุษฎีบัณฑิตกิตติมศักดิ์ มหาวิทยาลัยมหิดล

พ.ศ.2559 แพทยศาสตรดุษฎีบัณฑิตกิตติมศักดิ์ มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช

ประวัติการทำงานที่สำคัญในอดีต

พ.ศ.2550 – 2554 อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหิดล

พ.ศ.2550 – 2554 คณะกรรมการมูลนิธิรางวัลสมเด็จเจ้าฟ้ามหิดล ในพระบรมราชูปถัมภ์

พ.ศ.2555 – 2558 นายกสภามหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช

พ.ศ.2555 – 2560 กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ สภามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

พ.ศ.2558 – 2562 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

ตำแหน่งหน้าที่ในปัจจุบัน

พ.ศ.2562 – ปัจจุบัน คณะกรรมการอำนวยการศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย

พ.ศ.2562 – ปัจจุบัน ประธานคณะกรรมการวิชาการและนวัตกรรม ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย

พ.ศ.2562 – ปัจจุบัน นายกสภามหาวิทยาลัยมหิดล

พ.ศ.2563 – ปัจจุบัน คณะกรรมการมูลนิธิรางวัลสมเด็จเจ้าฟ้ามหิดล ในพระบรมราชูปถัมภ์

พ.ศ.2563 – ปัจจุบัน ประธานกรรมการมูลนิธิพัฒนาสถานีอนามัยเฉลิมพระเกียรติ 60 พรรษา นวมินทราชินี

พ.ศ.2563 – ปัจจุบัน ประธานแนวคิดการขับเคลื่อนการพัฒนาเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียนและเศรษฐกิจสีเขียว (BCG) สาขาฯและวัคซีน

พ.ศ.2563 – ปัจจุบัน ที่ปรึกษาในคณะกรรมการอำนวยการเตรียมความพร้อม ป้องกัน และแก้ไขปัญหาโรคติดต่ออุบัติใหม่แห่งชาติ

พ.ศ.2563 – ปัจจุบัน ที่ปรึกษาในคณะกรรมการบริหารสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19)

พ.ศ.2563 – ปัจจุบัน ประธานคณะกรรมการบริหารจัดการและรักษาพยาบาลผู้ป่วย COVID-19

พ.ศ.2563 – ปัจจุบัน คณะกรรมการบริหารการพัฒนาเศรษฐกิจชีวภาพ-เศรษฐกิจหมุนเวียน-เศรษฐกิจสีเขียว (Bio-Circular-Green Economy : BCG Model) และคณะกรรมการขับเคลื่อนการพัฒนาเศรษฐกิจ BCG Model

รางวัลเกียรติยศที่สำคัญ

- รางวัลบุคลากรดีเด่น คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล ประจำปี 2555

- รางวัล อิก โนเบล (Ig Nobel) สาขาสาธารณสุข ประจำปี 2556

- รางวัลองค์การอนามัยโลก World No Tobacco Day Award 2016

- รางวัล 130 ปี คนดีอัสสัมชัญ ในโอกาสครบรอบการสถาปนาโรงเรียนอัสสัมชัญ 130 ปี 2558

- รางวัลศิษย์เก่าดีเด่นบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล ประเภทยอดเยี่ยมทุกด้าน ประจำปี 2558

- รางวัลศิษย์เก่าดีเด่น คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล ในโครงการ 50 ศิษย์เก่าดีเด่น 50 ปี วันพระราชทานนาม 131 ปี มหาวิทยาลัยมหิดล ประจำปี 2562

- รางวัลผู้นำทางด้านสาธารณสุข The APACPH Excellence in Leadership Medallion Award 2019

- รางวัลคนดีศรีแผ่นดิน ในโครงการคนดีศรีแผ่นดินตามรอยธรรมราชา ครั้งที่ 2 ปี 2562

- รางวัลผู้ทำประโยชน์ด้านแพริเวทประเทศไทย ปี 2562

- รางวัลชยันตคุณ ประจำปี 2562 สาขานักการสาธารณสุขดีเด่นประเภทบริหาร

- รางวัลนักเวชศาสตร์ป้องกันดีเด่นระดับชาติ ประจำปี 2562



Keynote Speaker Mahidol Sustainable Development Conference 2020

ศาสตราจารย์ นายแพทย์ บรรจง มไหสวริย์:

อธิการบดี มหาวิทยาลัยมหิดล

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2522 แพทยศาสตรบัณฑิต คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล

มหาวิทยาลัยมหิดล

พ.ศ.2524 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงทางสาขาศึกษาศาสตร์บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยมหิดล

พ.ศ.2526 วุฒิปริญญาตรีศึกษาศาสตร์ออร์โธปิดิกส์ แพทยสภา

พ.ศ.2533 Visiting Fellow Centre de Traumatologie et Orthopaedae

Strasbourg ประเทศ ฝรั่งเศส

พ.ศ.2538 AO Fellow Sunnybrook Hospital, University of Toronto, ประเทศ แคนาดา

งานบริหาร

2552 - 2558 กรรมการสภามหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล

2558 – 31 ก.ค.2560 รองอธิการบดี มหาวิทยาลัยมหิดล

2559 - 2561 ประธาน ราชวิทยาลัยแพทย์ออร์โธปิดิกส์แห่งประเทศไทย

1 ส.ค.2560 – 10 ก.ค.2563 รักษาการแทนอธิการบดี มหาวิทยาลัยมหิดล

10 ก.ค.2563 - ปัจจุบัน อธิการบดี มหาวิทยาลัยมหิดล

งานที่เกิดประโยชน์ต่อสังคม/ ประเทศชาติ

- ประธานราชวิทยาลัยแพทย์ออร์โธปิดิกส์แห่งประเทศไทย (พ.ศ.2559 - 2561)

- ประธานรับเสด็จราชวิทยาลัยแพทย์ออร์โธปิดิกส์แห่งประเทศไทย (พ.ศ.2557 - 2559)

- ประธานที่ประชุมคณะผู้บริหารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยของรัฐและมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ (ทคบส) (พ.ศ.2556-2557)

- คณะทำงานจัดทนายศาสตร์ความร่วมมือด้านอุดมศึกษากับทวีปแอฟริกา สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (พ.ศ.2556 - 2557)

- กรรมการบริหารวิทยาลัยแพทยศาสตร์นานาชาติ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (พ.ศ.2556 - 2557)

- กรรมการจัดหาพจนานุกรมศัพท์แพทย์ ราชบัณฑิตยสถาน (พ.ศ.2550 - 2557)

- คณะกรรมการแพทย์ กองทุนเงินทดแทน สำนักงานประกันสังคม กระทรวงแรงงานและสวัสดิการ (พ.ศ. 2544 - 2557)

- อนุกรรมการฝึกอบรมและสอบของแพทยสภา (พ.ศ.2548 - 2556)

- กรรมการบริหารราชวิทยาลัยแพทย์ออร์โธปิดิกส์แห่งประเทศไทย (พ.ศ.2547 - ปัจจุบัน)

- กรรมการผู้ก่อตั้งสมาคม Asian Association for Dynamic Osteosynthesis (AADO) (พ.ศ.2535 – ปัจจุบัน)

- โดยเป็นรองประธานสมาคม AADO พ.ศ.2542 - 2543 (และ พ.ศ.2548 - 2549)

- กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC) (พ.ศ.2548 – ปัจจุบัน)

- บุคคลิกและพัฒนา โครงการ Rapid Prototyping in Medicine ร่วมกับ MTEC (พ.ศ.2542 - 2550)

- Adjunct Professor of Asian Institute of Technology (พ.ศ.2543 - 2555)

- National Delegate from The Royal College of Orthopaedic Surgeon of Thailand in SICOT: The World

Orthopaedic Organisation (SICOT, Société Internationale de Chirurgie Orthopédique et de Traumatologie) (2554 – ปัจจุบัน)



Keynote Speaker Mahidol Sustainable Development Conference 2020

รองศาสตราจารย์ ดร.กิติกร จามรดุสิต

รองอธิการบดีฝ่ายสิ่งแวดล้อมและการพัฒนาอย่างยั่งยืน

รองศาสตราจารย์คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและฝึกอบรมนิเวศวิทยาอุตสาหกรรม

ที่ปรึกษาเครือข่ายมหาวิทยาลัยยั่งยืนแห่งประเทศไทย

ผู้ประสานงานวิจัยชุดโครงการเมืองยั่งยืน ฝ่ายสวัสดิภาพสาธารณะ สำนักงานกองทุน

สนับสนุนการวิจัย

Executive Director of Asia Pacific Business Innovation and Technology

Management Society (APBITMS)

ประวัติการศึกษา

- ปริญญาตรี สาขาเคมีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- ปริญญาโท สาขาปิโตรเคมีและวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ได้รับรางวัลเข็มเกียรติยศผู้ทำคะแนนสูงสุดในสาขาวิชาปิโตรเคมีและวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ จากมูลนิธิ ศาสตราจารย์ ดร. แถบ นิละนิธิ ปีการศึกษา 2540)
- ปริญญาเอก สาขาเคมีเทคนิค จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ได้รับทุนปริญญาเอกกาญจนาภิเษก จากสำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย รุ่นที่ 1)
- Post-doctoral in Chemical Engineering, University of Waterloo, Canada (ได้รับการสนับสนุนทุนหลังปริญญาเอกโดยบริษัท Bayer ประเทศแคนาดา)
- Training program on Industry and Environmental Protection for Thailand-Life Cycle Assessment, The Association for Overseas Technical Scholarship (AOTS), 12-21 December, 2007, Japan.
- Study Meeting on Eco-Finance, Asian Productivity Organization, 11-14 November, 2008, Malaysia.
- Training Program on Industry and Environmental Protection for Thailand-Life Cycle Assessment, The Association for Overseas Technical Scholarship (AOTS), 24 September-1 October, 2009, Japan.
- หลักสูตรไทยกับประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน รุ่นที่ 2 สถาบันพระปกเกล้า
- หลักสูตรธรรมาภิบาลเพื่อการพัฒนาอุดมศึกษา รุ่นที่ 5 สถาบันคลังสมองของชาติ
- หลักสูตรผู้บริหารระดับสูงด้านการบริหารเมือง ผู้นำเมืองรุ่นที่ 1 มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช

ประสบการณ์ด้านบริหารองค์กร

- 2550-2552 ประธานกรรมการบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชานิเวศวิทยาอุตสาหกรรมและสิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
- 2552-2554 ประธานคณะกรรมการสภาอาจารย์คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
- 2553-2555 กรรมการสภามหาวิทยาลัยมหิดล ประเภทคณาจารย์ประจำ มหาวิทยาลัยมหิดล
- 2555-2557 กรรมการสภามหาวิทยาลัยมหิดล ประเภทคณาจารย์ประจำ มหาวิทยาลัยมหิดล
- 2557-2558 กรรมการสภามหาวิทยาลัยมหิดล ประเภทคณาจารย์ประจำ มหาวิทยาลัยมหิดล
- 2555-2557 รองคณบดีฝ่ายบริหารงานวิจัย สร้างเครือข่าย และธรรมาภิบาล คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
- 2550-ปัจจุบัน ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและฝึกอบรมนิเวศวิทยาอุตสาหกรรม คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
- 2557-ปัจจุบัน รองอธิการบดีฝ่ายสิ่งแวดล้อมและการพัฒนาอย่างยั่งยืน มหาวิทยาลัยมหิดล
- 2559 ประธานเครือข่ายมหาวิทยาลัยยั่งยืนแห่งประเทศไทย
- 2560-ปัจจุบัน ที่ปรึกษาเครือข่ายมหาวิทยาลัยยั่งยืนแห่งประเทศไทย



Keynote Speaker MU SDGs TALK



รองศาสตราจารย์ ดร.ไกรชาติ ตันตระการอากาศ

Department of Social and Environmental Medicine

Faculty of Tropical Medicine, Mahidol University

ประวัติการศึกษา

- B.S. (Statistics) Chiangmai University, Thailand, 1985
- M.Sc. (Technology of Environmental Management), Mahidol University, Thailand 1990
- Ph.D. (Environmental Engineering), Suranaree University of Technology, Thailand 2003
- Post graduate in Occupational Health and Safety in the Workplaces, ITC-ILO and University of Torino, Italy 2008

ประวัติการทำงาน

- ที่ปรึกษา/กรรมการ ในคณะอนุกรรมการ ด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมและภัยพิบัติ วุฒิสภา (2551-ปัจจุบัน)
- กรรมการ สภาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
- อาจารย์พิเศษ สถาบันการศึกษาต่างๆ ทั้งในและต่างประเทศ
- กรรมการที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ บัณฑิตศึกษาสถาบันการศึกษาต่างๆ ทั้งในและต่างประเทศ
- กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ในด้านต่างๆ ให้กับ กระทรวงสาธารณสุข กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงอุตสาหกรรม

ความเชี่ยวชาญและผลงานที่ผ่านมา

อนามัยสิ่งแวดล้อม การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์กับงานด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม มลพิษอากาศและผลกระทบต่อสุขภาพ ระบบมาตรฐานการจัดการสิ่งแวดล้อมและอาชีวอนามัย การจัดการสิ่งแวดล้อม การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและผลกระทบต่อสุขภาพ การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก สำหรับภาคกระบวนการผลิตและผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (IPPU) สำหรับการศึกษาและจัดทำรายงาน TNC, SBUR ผู้เชี่ยวชาญในการร่วมจัดทำ ระบบ TGEIS (การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก) ของประเทศไทย

รางวัล

1. Outstanding contribution award to Environment and Health of Asia awarded by Korean Society of Environmental Health, August 2018
 2. A membership to ISES in recognition of his contributions to the field of exposure science awarded by International Society of Exposure Science
 3. โล่ห์เกียรติคุณ นาริปพวงประพันธ์ ประจำปี 2563 จากสถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์
- ผลงานอื่น ๆ National report about climate change (being a working team)
1. Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning. Ministry of Natural Resources and Environment. SECOND BIENNIAL UPDATE REPORT OF THAILAND. 2017.
 2. Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning. Ministry of Natural Resources and Environment. Thailand's First BIENNIAL UPDATE REPORT. 2015.
 3. Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning. Ministry of Natural Resources and Environment. Thailand's Third National Communication Report. 2018.
 4. Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning. Ministry of Natural Resources and Environment. Thailand's Nationally Determined Contribution Roadmap on Mitigation 2021 -2030. 2017

Keynote Speaker MU SDGs TALK



รองศาสตราจารย์ ดร. สุธรรค์ กินตะบุตร

ผู้เชี่ยวชาญทางด้านภาวะผู้นำและการพัฒนาองค์กรอย่างยั่งยืนที่มีผลงานวิจัยซึ่งได้รับการยอมรับทั้งในและต่างประเทศ โดยถูกจัดลำดับโดยรายงานในวารสารทางวิชาการชั้นนำของโลกด้านการพัฒนาอย่างยั่งยืน ให้เป็นหนึ่งในนักวิชาการทางด้านการบริหารธุรกิจอย่างยั่งยืนที่มีผลงานเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางในระดับนานาชาติ

Ketprapakorn, N. (2019). Toward an Asian corporate sustainability model: An integrative review, *Journal of Cleaner Production*, (<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117995>)

Hallinger, P. and Suriyankietkaew, S. (2018). Science Mapping of the Knowledge Base on Sustainable Leadership, 1990–2018. *Sustainability*, 10, 4846. (<https://www.mdpi.com/2071-1050/10/12/4846>)

งานวิจัยบุกเบิกเพื่อส่งเสริมการประยุกต์ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ในภาคธุรกิจของประเทศมาอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี พ.ศ.2546 โดยที่ผ่านมามีบทบาทสำคัญดังต่อไปนี้ เช่น

- กรรมการมูลนิธิสนับสนุนพัฒนา สำนักงานทรัพย์สินส่วนพระมหากษัตริย์
- ผู้อำนวยการโครงการพัฒนามาตรฐานธุรกิจเศรษฐกิจพอเพียงสำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ
- กรรมการตัดสินรางวัลพระราชทานเศรษฐกิจพอเพียงจากพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ รัชกาลที่ 9 ของสำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ โดยมี ดร.สุเมธ ตันติเวชกุล เป็นประธาน
- กรรมการตัดสินรางวัลพระราชทาน SMEs Excellence Awards 2019 และ 2020 จาก สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี สมาคมการจัดการธุรกิจแห่งประเทศไทย
- ผู้ทรงคุณวุฒิในคณะกรรมการขับเคลื่อนเศรษฐกิจพอเพียง สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ โดยมี ฯพณฯ องคมนตรี ดร.จรัญ อิศรางกูร ณ อยุธยา เป็นประธาน
- นักวิจัยของโครงการจัดทำรายงานพัฒนาคน (Thailand Human Development Report 2007) เรื่องปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงกับการพัฒนาคน ของสำนักงานโครงการพัฒนาแห่งสหประชาชาติ (UNDP) โดยมี ฯพณฯ องคมนตรี นายแพทย์เกษม วัฒนชัย เป็นประธาน
- อนุกรรมการ การศึกษาปรัชญา ทฤษฎีแห่งศาสตร์พระราช ในคณะกรรมการขับเคลื่อนสืบสานศาสตร์พระราช สภาขับเคลื่อนการปฏิรูปประเทศ
- กรรมการ คณะกรรมการขับเคลื่อนปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง หอการค้าไทยและสภาหอการค้าแห่งประเทศไทย
- ปาฐกถาเฉพาะพระพักตร์ สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เรื่อง ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงกับการจัดการธุรกิจอาหารเพื่อโภชนาการของคนไทย" งานประชุมทางวิชาการประจำปี ครั้งที่ 10 ของสมาคมโภชนาการแห่งประเทศไทย

รางวัลที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาองค์กรอย่างยั่งยืนมาจากทั้งในและต่างประเทศ เช่น

- รางวัลผลงานวิจัยระดับดีมาก สาขาเศรษฐศาสตร์ จากผลงานวิจัย "ชุดวิสัยทัศน์แห่งองค์กร" ประจำปี พ.ศ.2558 จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
- รางวัลผลงานวิจัยที่ได้รับการอ้างอิงในวารสารวิชาการสูงสุดในระดับนานาชาติประจำปี พ.ศ. 2553 สาขาการจัดการทางธุรกิจของมหาวิทยาลัยมหิดล
- Highly Commended Paper Awards ประจำปี ค.ศ. 2011 ค.ศ. 2012 และ ค.ศ. 2013 จาก Emerald Publishing Group ประเทศอังกฤษ
- Outstanding Leadership Award จาก World Human Resource Development Congress ประจำปี ค.ศ. 2012 ที่กรุงมุนไบ ประเทศอินเดีย
- นอกเหนือจากนี้ ยังเป็นผู้ริเริ่มก่อตั้งศูนย์วิจัยภาวะผู้นำอย่างยั่งยืน (Center for Research on Sustainable Leadership) และ ศูนย์อาเซียนเพื่อการศึกษาและหารือด้านการพัฒนาอย่างยั่งยืน (ASEAN Centre for Sustainable Development Studies and Dialogue) ที่วิทยาลัยการจัดการ มหาวิทยาลัยมหิดล

กำหนดการนิทรรศการแลกเปลี่ยนเรียนรู้แนวทางการพัฒนาอย่างยั่งยืนมหาวิทยาลัยมหิดล
 Mahidol Sustainability Week 2020
 ณ ศูนย์การเรียนรู้มหิดล (Mahidol Learning Center) มหาวิทยาลัยมหิดล

30 พฤศจิกายน – 4 ธันวาคม 2563	นิทรรศการผลการดำเนินงานด้านการพัฒนาอย่างยั่งยืน ณ ลานดอกกันภัย
1 ธันวาคม 2563	MU SDGs Talk ณ ห้อง 322
9.30 -12.30 น.	MU SDGs Talk “วิถีสู่ความยั่งยืนในบริบทของสังคมไทย” 1. สิ่งแวดล้อมและสุขภาพ โดย รองศาสตราจารย์ ดร.ไตรชาติ ต้นตระกูลอากาศ 2. เศรษฐกิจที่ยั่งยืน โดย รองศาสตราจารย์ ดร. สุภสรร์ กันตะบุตร
2 ธันวาคม 2563 9.30 – 12.00 น.	การประชุมวิชาการมหิดลสู่การขับเคลื่อนการพัฒนาอย่างยั่งยืน 2563 (Mahidol Sustainable Development Conference 2020) ณ ห้อง 322
10.00 – 10.35 น.	พิธีเปิด และบรรยายในหัวข้อ Sustainable Development Goals : Why? โดย อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหิดล (ศาสตราจารย์ นายแพทย์ บรรจง มไหสวริยะ)
10.35 – 12.00 น.	ความสำคัญของเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals) กับมหาวิทยาลัย โดย 1.นายกสภามหาวิทยาลัยมหิดล (ศาสตราจารย์คลินิกเกียรติคุณ นายแพทย์ปิยะสกล สกลสัตยาทร) 2. รองอธิการบดีฝ่ายสิ่งแวดล้อมและการพัฒนาอย่างยั่งยืน มหาวิทยาลัยมหิดล (รองศาสตราจารย์ ดร.กิติกร จามรดุสิต)
12.00 – 12.20 น.	พิธีปิดนิทรรศการผลการดำเนินงานด้านการพัฒนาอย่างยั่งยืน ณ ลานดอกกันภัย
13.00 -13.30 น.	ลงทะเบียนนำเสนอบทความ ผ่าน WebEx
13.30 - 16.00 น.	นำเสนอบทความ ผ่าน WebEx



กำหนดการนำเสนอบทความ วันพุธที่ 2 ธันวาคม 2563 เวลา 13.00 - 16.00 น.

ลงทะเบียน เตรียมความพร้อม 13.00 -13.30 น.

Room 1

เวลา	ชื่อบทความ
13.30 - 13.45	การพัฒนาผลิตภัณฑ์ กัมภัย อโลอี ครีม เพื่อความมั่นคงทางการเงินของคณะเภสัชศาสตร์ (Development of Kanpai AloE Cream for Financial Sustainability of Faculty of Pharmacy) วาสนา พรหมศิริพร, จุฑามาศ ชนะสุพ
13.46 - 14.00	ผู้ปฏิบัติการพยาบาลขั้นสูงกับการพัฒนาคุณภาพการดูแลผู้ป่วยด้วยหลักการสีน ในคลินิกทางหลอดเลือดเรื้อรังชั้นวิกฤต โรงพยาบาลศิริราช (Advanced Practice Nurse: Quality Improvement with LEAN concept in Chronic limb-threatening ischemia Clinic, Siriraj Hospital) รัตนา เพ็ญเจริญสิน, นภาพร วาณิชยกุล, สุริศกนิศ หักพรสวรรค์, กุศลดา ศิวสกุลย์ดี, เบนจวรรณ วรวิทย์นพกุล, ทิพญานันท์ ถิ่นวิล
14.00 - 14.15	การเปรียบเทียบการใช้กระดาษและเวลาของระบบประเมินสมรรถนะ 360 องศาในรูปแบบออนไลน์กับรูปแบบใช้กระดาษ ของคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล (The comparison of paper and time usage between the online system and paper forms of a 360-degree performance evaluation of Faculty of Pharmacy, Mahidol University.) โสรัจ ทิศนเจริญ, สิริสร พูลเอี่ยม
14.16 - 14.30	การใช้องค์ประกอบการทำงาน 5 ตัวชี้วัดในการดำเนินงานระบบห้องสมุดมหาวิทยาลัยมหิดลเพื่อความเป็นเลิศและยั่งยืน (The use of 5 performance indicators for proceeding Mahidol University library system to be the excellent and sustainable organization) รุ่งนภา แสงระวี, ปัทมา ปานมีทรัพย์, วิชาดา บุญจันทร์กุล
14.31 - 14.45	การจัดการมูลฝอยติดเชื้อจากกรณีสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 : กรณีศึกษา คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล (The Infectious Waste Management during the COVID-19 Outbreak : Case study of faculty of Tropical Medicine) พัชรีดา พนทาวร, จุฑามาศ จันทรรัตน, เบนจวรรณ แวงงแดง, ไปรยา นะวะมวัฒน์, พัทยา พิรุณอมรพันธุ์
14.46 - 15.00	วิศวกรรมเพื่อสุขภาพ กรณีการออกแบบห้องความดันลบ (Engineering for health: case study of negative pressure room design) สมศักดิ์ เลาะฟุ้ง, วันทนา มีอาษา, เฉลิมพงศ์ ไทโพธิ์
15.01 - 15.15	การศึกษาความนิยมในการใช้เส้นทางจักรยานในมหาวิทยาลัยเพื่อเป็นแนวทางการพัฒนาทางสัญจรในเชิงกายภาพ (A Study of Popularity use of Thoroughfare in University to be Development Guidelines for Physical Development) สุภาดา ศรีสารคาม, สมชาย มีตรเทวิน

กำหนดการนำเสนอบทความ วันพุธที่ 2 ธันวาคม 2563 เวลา 13.00 - 16.00 น.

ลงทะเบียน เตรียมความพร้อม 13.00 -13.30 น.

Room 2

เวลา	ชื่อบทความ
13.30 - 13.45	การประเมินศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Assessment of Greenhouse Gas Reduction Potential at Suranaree University of Technology) ภัทรานิษฐ์ ปริญญากุลเสถียร
13.46 - 14.00	การพัฒนาโครงการธนาคารขยะรีไซเคิลมหาวิทยาลัยมหิดล สู่อุตสาหกรรม (Project of Mahidol University International “Development of the Recycle Bank”) อมรรัตน์ โคตรวงค์, อุทัยวรรณ เกิดบุญ, วรพจน์ เฉลิมกลิ่น
14.00 - 14.15	ประสิทธิผลการออกแบบสำนักงาน เพื่อพัฒนาแนวทางการปรับปรุงสำนักงานอย่างยั่งยืน : กรณีศึกษาสำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยมหิดล (An Effectiveness of Office Design for Sustainable Office Improvement : Case Study in Office of The President, Mahidol University) ศุภวรรณ อารีจิตรานุสรณ์, สิริชัย วุฒิวรรณ
14.16 - 14.30	การศึกษารูปแบบป้ายบอกทางบนถนนสายหลักที่เหมาะสม ภายในมหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา (The direction signage study on main road for appropriate Mahidol University) สมชาย มิตรเทวิน, สุภาดา ศรีสารคาม
14.31 - 14.45	การเปรียบเทียบค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านช่องแสงกระจกใสที่ติดตั้ง/ส่นกรองแสงกับม่านมู่ลี่ ในพื้นที่ทำงาน กรณีศึกษา พื้นที่ทำงานทงกายภาพและสิ่งแวดล้อม (Comparison of Heat Transfer Through Clear Glass Window Between Films and Blinds in Workplace Case Study Workplace, Division of Physical Systems and Environment) สิริชัย วุฒิวรรณ, ศุภวรรณ อารีจิตรานุสรณ์, ปราศรัย เฟิงปรัชชา
14.46 - 15.00	Sustainable environment through green and eco-friendly technology for remediation. Case study of sparking discharge process Stefan Rućman, Biljana Đorđević, Pahol Kosiyachinda
15.01 - 15.15	การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกผ่านการจัดการขยะพลาสติกใช้ครั้งเดียวทิ้งภายในมหาวิทยาลัยมหิดล Greenhouse Gases reduction by single used plastic management in Mahidol University รุ่งทิภา บัวดี, มะลิสี เสี่ยมแหลม
15.16 - 15.30	การเปรียบเทียบผลการจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวประจำปี 2562 ของมหาวิทยาลัยมหิดลร่วมกับกลุ่มประเทศอาเซียน The Comparison of UI GreenMetric World University Ranking 2019 between Mahidol University and University in ASEAN ศศิวิมล พงษ์เพิ่มตระกูล, ศันสนีย์ ศิริลักษณ์, มะลิสี เสี่ยมแหลม

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ กันภัย อโลอี ครีม เพื่อความมั่นคงทางการเงินของคณะเภสัชศาสตร์

Development of Kanpai AloE Cream for Financial Sustainability of Faculty of Pharmacy

วาสนา พรหมศิริพร¹ และ จุฑามาศ ชนะสุข^{1*}

¹สถานที่ผลิตยา คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล 447 ถนนศรีอยุธยา แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10400

*E-mail: chutamas.chn@mahidol.ac.th

บทคัดย่อ

ผลิตภัณฑ์ กันภัย อโลอี ครีม มีจำหน่ายยาวนานกว่า 20 ปี ปัจจุบันพบปัญหาการจัดซื้อสารกันเสียและน้ำหอมที่ใช้เป็นวัตถุดิบ จึงจำเป็นต้องปรับปรุงผลิตภัณฑ์ใหม่ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความเหมาะสมในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ ศึกษาคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ในช่วงของการวิจัยและพัฒนา ตลอดจนการศึกษาคูณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตสำหรับจำหน่าย และวิเคราะห์การสร้างความได้ของผลิตภัณฑ์หลังจากที่มีการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ ในการศึกษาใช้การเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลยอดขายผลิตภัณฑ์ปีงบประมาณ 2561-2563 ศึกษาเสถียรภาพของผลิตภัณฑ์และความเข้ากันได้ระหว่างผลิตภัณฑ์กับบรรจุภัณฑ์ในส่วนการพัฒนาตำรับ ศึกษาคุณสมบัติทางเคมี กายภาพ และทางจุลชีววิทยาจำนวน 10 รอบการผลิตในส่วนของการผลิตเพื่อจำหน่าย และวิเคราะห์คุณภาพการตอบรับจากผู้บริโภคใช้ผลิตภัณฑ์จากยอดขายผลิตภัณฑ์ปีงบประมาณ 2557-2560 พบว่าช่วงก่อนปรับปรุงผลิตภัณฑ์มียอดขายเติบโตอย่างต่อเนื่องตลอด 3 ปี ผลิตภัณฑ์ที่ปรับปรุงแล้วมีเสถียรภาพที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและที่อุณหภูมิห้องมีความหนืดและ pH อยู่ในช่วงเกณฑ์ที่กำหนด คือ 7,000-10,000 cP และ pH 5.5-6.5 ตามลำดับ บรรจุภัณฑ์ใหม่มีรูปลักษณะที่มีความทันสมัยมากขึ้นและมีความเข้ากันได้กับผลิตภัณฑ์เนื่องจากร้อยละของน้ำหนักน้ำที่หายไปต่ำ กระบวนการผลิตสามารถควบคุมคุณภาพทางกายภาพและเคมีอยู่ภายในช่วงที่กำหนด และคุณภาพด้านจุลชีววิทยาผ่านเกณฑ์ตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข การจำหน่ายหลังปรับปรุงผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นซึ่งมีส่วนช่วยสร้างความมั่นคงทางการเงินขององค์กรสอดคล้องตามเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนเป้าหมายที่ 8 และ 9

คำสำคัญ กันภัย อโลอี ครีม, ผลิตภัณฑ์คณะเภสัชศาสตร์

บทนำ

ผลิตภัณฑ์ กันภัย อโลอี ครีม เป็นผลิตภัณฑ์บำรุงผิวหน้าและลำคอที่มีส่วนผสมของสารสกัดว่านหางจระเข้และวิตามินอี ผลิตภัณฑ์ กันภัย อโลอี ครีม เป็นช่องทางหนึ่งในการสร้างรายรับให้แก่คณะเภสัชศาสตร์มาเป็นระยะเวลายาวนานกว่า 20 ปี ปัจจุบันได้ผ่านการจดแจ้งเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางตามข้อกำหนดของทางสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา รวมถึงได้ดำเนินการจดทะเบียนเครื่องหมายการค้ากับกรมทรัพย์สินทางปัญญา

สารสำคัญที่อยู่ในผลิตภัณฑ์ กันภัย อโลอี ครีม ประกอบด้วยว่านหางจระเข้ซึ่งช่วยเพิ่มความชุ่มชื้นให้กับผิวหน้า รวมถึงช่วยบรรเทาอาการอักเสบของผิวหน้าที่เกิดจากความร้อนหรือแสงแดด [1] และวิตามินอีซึ่งมีคุณสมบัติในการรักษาผื่นภูมิแพ้ผิวหนัง (Atopic dermatitis) และช่วยป้องกันผิวหน้า

จาก photocarcinogenesis [2] และชะลอความแก่ของเซลล์ [3] ผลิตภัณฑ์ กันภัย อโลอี ครีม เป็นผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นโดยคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล และผลิตในสถานที่ผลิตยา คณะเภสัชศาสตร์ฯ ซึ่งควบคุมคุณภาพมาตรฐานเป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง หลักเกณฑ์ วิธีการและเงื่อนไขในการผลิต หรือนำเข้าเครื่องสำอาง พ.ศ. 2561

ปัจจุบันพบว่าสารกันเสีย (preservative) และน้ำหอม (fragrance) ที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์ กันภัย อโลอี ครีม เกิดปัญหาไม่สามารถจัดซื้อได้เนื่องจากบริษัทที่เป็นผู้นำเข้าสารเคมียกเลิกการนำเข้า จึงมีความจำเป็นต้องทำการพัฒนาสูตรตำรับ กันภัย อโลอี ครีม เพื่อให้สามารถจำหน่ายและสร้างรายได้ให้แก่คณะเภสัชศาสตร์ฯ ต่อไปได้ นอกจากนี้สูตรตำรับสิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งคือบรรจุภัณฑ์เนื่องจากเป็นสิ่งแรกที่ใช้ผลิตภัณฑ์จะได้สัมผัสกับผลิตภัณฑ์และเป็นส่วน

สำคัญที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูล [4] ซึ่งบรรจุภัณฑ์เป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างมากต่อการตัดสินใจซื้อ [5] การปรับปรุงผลิตภัณฑ์ทั้งสูตรตำรับและบรรจุภัณฑ์จึงมีผลต่อการจำหน่ายผลิตภัณฑ์และมีส่วนช่วยในการสร้างความมั่นคงทางการเงินให้แก่คณะเภสัชศาสตร์ฯ

วัตถุประสงค์

เพื่อวิเคราะห์ความเหมาะสมในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ ศึกษาคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ในช่วงของการวิจัยและพัฒนา ตลอดจนการศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตสำหรับจำหน่าย และวิเคราะห์การสร้ากรายได้ของผลิตภัณฑ์หลังจากที่มีการปรับปรุงผลิตภัณฑ์

ระเบียบวิธีการศึกษาวิจัย

การศึกษาความเป็นไปได้ของการปรับปรุงผลิตภัณฑ์

ดำเนินการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลรายได้ที่เกิดจากยอดการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ ก้นภัย อโลอี ครีม ในช่วงปีงบประมาณ 2557-2560 ซึ่งเป็นช่วงก่อนการปรับปรุงผลิตภัณฑ์นำมาสร้างเป็นกราฟแท่งเพื่อวิเคราะห์แนวโน้มและประเมินความเหมาะสมในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์

การศึกษาเสถียรภาพของผลิตภัณฑ์ที่ทำการปรับปรุงและความเข้ากันได้ระหว่างผลิตภัณฑ์ที่ทำการปรับปรุงกับบรรจุภัณฑ์ (ส่วนของการพัฒนาตำรับ)

หลังจากทำการปรับเปลี่ยนสารสารกันเสียและน้ำหอมที่ใช้เป็นวัตถุดิบของตำรับโดยที่มุ่งเน้นให้ตำรับใหม่มีคุณลักษณะทางเคมีและคุณลักษณะทางกายภาพใกล้เคียงกับตำรับเดิมและทำการปรับเปลี่ยนบรรจุภัณฑ์ ทางผู้วิจัยได้นำตำรับที่ทำการปรับปรุงแล้วมาศึกษาเสถียรภาพของผลิตภัณฑ์เพื่อเก็บข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของตำรับ รวมไปถึงการศึกษาความเข้ากันได้ระหว่างผลิตภัณฑ์กับบรรจุภัณฑ์ เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของบรรจุภัณฑ์ต่อตำรับที่พัฒนาได้

สำหรับการศึกษาเสถียรภาพของผลิตภัณฑ์ประยุกต์จาก stability test [6] และ cosmetic formulation guide to stability test [7] ทำโดยการเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์ไว้ในขวดแก้วปิดสนิทซึ่งจะเก็บใน 4 อุณหภูมิ ได้แก่ เก็บในตู้เย็น (4 องศาเซลเซียส) เก็บไว้ในห้องเก็บตัวอย่าง (อุณหภูมิห้อง) และเก็บในตู้ควบคุมอุณหภูมิ (40 และ 50 องศาเซลเซียส) ระหว่างการเก็บตัวอย่างในอุณหภูมิต่าง ๆ จะบันทึกข้อมูล 8 จุด คือ ก่อนนำไปแยกเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ (day 0) และเมื่อครบระยะเวลาสัปดาห์ที่ 1 2 3 4 6 8 และ 12 (เฉพาะสภาวะเก็บที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสจะเก็บข้อมูล 5 จุด ที่ day 0 และเมื่อครบระยะเวลาสัปดาห์ที่ 1 2 3 และ 4) โดยจะทำการเก็บ

ข้อมูล 2 ด้าน ได้แก่ ด้านการทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพ โดยดูลักษณะทางกายภาพจากการสังเกตด้วยตา สี กลิ่น เนื้อสัมผัส (Appearance) ศึกษาความหนืดของตำรับ (Viscosity) ใช้เครื่องวัดความหนืดและพฤติกรรมการไหล (Haake RotoVisco 1 rotational rheometer, ThermoScientific, Germany) และด้านการทดสอบคุณสมบัติทางเคมีด้วยการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของผลิตภัณฑ์โดยใช้เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter, FiveEasy Plus InLab Viscous Pro ISM probe, Metler-Toledo, Switzerland) ทำการวัดที่อุณหภูมิห้อง

ในส่วนของการศึกษาความเข้ากันได้ระหว่างผลิตภัณฑ์กับบรรจุภัณฑ์ทำโดยสังเกตการเปลี่ยนแปลงของภาชนะบรรจุและการหกร่อยละของน้ำหนักน้ำที่หายไป (percent water loss) ประยุกต์จาก cosmetic formulation guide to stability test [8] การศึกษานี้จะใช้ตัวอย่างที่บรรจุหลอดซึ่งเป็นภาชนะบรรจุสำหรับใช้วางจำหน่ายจริง นำไปเก็บใน 4 อุณหภูมิ ได้แก่ 4 องศาเซลเซียส, อุณหภูมิห้อง, 40 องศาเซลเซียสและ 50 องศาเซลเซียส ระหว่างการเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ จะทำการบันทึกน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งที่มีความละเอียดทศนิยม 2 ตำแหน่ง (BSA3202S-CW, Sartorius, Germany) ทำการเก็บข้อมูลน้ำหนักของหลอดบรรจุ น้ำหนักของเนื้อครีม และน้ำหนักรวมของหลอดและเนื้อครีมในวันที่จะเริ่มนำไปเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ (day0) แล้วทำการบันทึกน้ำหนักของหลอดรวมเนื้อครีมอีก 7 จุดคือเมื่อครบระยะเวลาสัปดาห์ที่ 1 2 3 4 6 8 และ 12 (เฉพาะสภาวะเก็บที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จะเก็บข้อมูล 5 จุด ที่ day 0 และ เมื่อครบระยะเวลาสัปดาห์ที่ 1 2 3 และ 4) จากนั้นนำค่าที่ได้มาคำนวณจากสมการ ดังนี้

$$\% \text{ water loss} = \left(\frac{w_n - w_0}{w_c} \right) \times 100$$

เมื่อ w_n เป็นน้ำหนักรวมของหลอดและครีมในเวลาที่น่า้ออกมาวัดในแต่ละสัปดาห์ w_0 เป็นน้ำหนักของหลอดและครีมในวันแรกก่อนที่จะนำไปเก็บในอุณหภูมิต่าง ๆ w_c เป็นน้ำหนักของครีม (ไม่รวมน้ำหนักหลอด) ในวันแรกก่อนที่จะนำไปเก็บในอุณหภูมิต่าง ๆ

การศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตตามตำรับที่ได้ทำการปรับปรุง (ส่วนของการผลิตเพื่อจำหน่าย)

หลังจากตำรับครีมที่พัฒนาถูกนำไปทำการผลิตเพื่อจำหน่ายจริง ทางผู้วิจัยได้ดำเนินการติดตามเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลผลการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์จากการผลิตเพื่อจำหน่ายจำนวน 10 รอบการผลิตหลังจากมีการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ การเก็บข้อมูลจะมี 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพโดยดูลักษณะทางกายภาพ ไม่

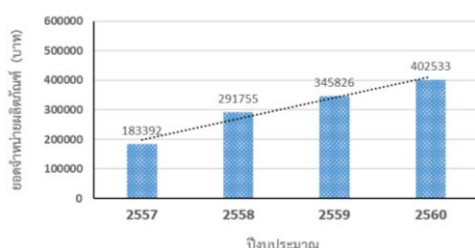
ว่าจะเป็นการสังเกตด้วยตา สี กลิ่น (Appearance) และความหนืด ด้านการทดสอบคุณสมบัติทางเคมีทำการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และด้านการทดสอบทางจุลชีววิทยาโดยทำการเก็บข้อมูลจากผลการส่งทดสอบจำนวนรวมของแบคทีเรีย ยีสต์ และรา ที่เจริญเติบโตโดยใช้อากาศ (total aerobic plate count) ซึ่งทำการทดสอบโดยภาควิชาจุลชีววิทยา คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ใช้มาตรฐานเป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 133 ตอนพิเศษ 72 ง หน้า 20 ลงวันที่ 29 กุมภาพันธ์ 2559 เรื่อง กำหนดลักษณะของเครื่องสำอางที่ห้ามผลิต นำเข้า หรือจำหน่าย และใช้วิธีการทดสอบตาม United States Pharmacopoeia 40 : Microbial Enumeration test

การศึกษาแนวโน้มการสร้างรายได้ของผลิตภัณฑ์ที่ถูกปรับปรุงใหม่

หลังจากผลิตภัณฑ์ กันภัย อโลอี ครีมที่ถูกปรับปรุงแล้วได้มีการผลิตและจำหน่ายทางผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลยอดการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ กันภัย อโลอี ครีม ในช่วงปีงบประมาณ 2561-ปัจจุบัน (2563) ซึ่งเป็นช่วงหลังจากทำการปรับปรุงผลิตภัณฑ์นำมาสร้างเป็นกราฟแท่งเพื่อวิเคราะห์แนวโน้มการสร้างรายได้ของผลิตภัณฑ์ที่ถูกปรับปรุงใหม่

ผลการศึกษาวิจัยและการอภิปรายผล

การศึกษาความเป็นไปได้ของการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ จากแนวโน้มยอดจำหน่ายผลิตภัณฑ์จำนวน 4 ปีงบประมาณพบว่ายอดจำหน่ายผลิตภัณฑ์มีการเติบโตเพิ่มขึ้นติดต่อกันตลอด 4 ปี (รูปที่ 1) มียอดจำหน่ายเติบโตเฉลี่ยต่อปีร้อยละ 31.34 เมื่อเทียบกับแนวโน้มการเติบโตของตลาดกลุ่มเครื่องสำอางบำรุงผิวภายในประเทศไทยช่วงปี พ.ศ. 2556-2560 ซึ่งมีการเติบโตต่อปีประมาณร้อยละ 7.6 [9] แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ กันภัย อโลอี ครีม เป็นผลิตภัณฑ์ที่ยังมีศักยภาพและมีแนวโน้มสามารถสร้างรายได้ที่เพิ่มขึ้นให้แก่คณะเภสัชศาสตร์ฯ ได้ ดังนั้นจึงมีความเหมาะสมที่จะทำการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ เพื่อให้คณะเภสัชศาสตร์ฯ สามารถจำหน่ายผลิตภัณฑ์ กันภัย อโลอี ครีมต่อไปได้



รูปที่ 1 ยอดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ กันภัย อโลอี ครีม ก่อนปรับปรุงผลิตภัณฑ์ในปีงบประมาณ 2557-2560

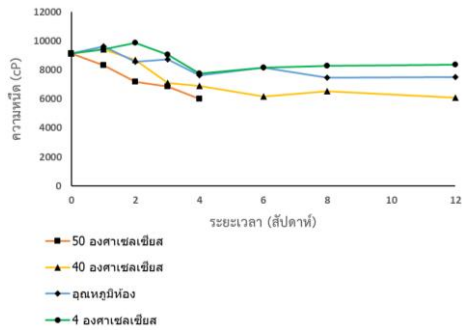
ในส่วนของ การปรับปรุงสูตรตำรับทางผู้วิจัยได้ทำการปรับเปลี่ยนสารที่ทำหน้าที่เป็นสารกันเสีย (preservative) ของตำรับและน้ำหอม (fragrance) ที่ใช้ในตำรับ โดยใช้ความเข้มข้นในช่วงที่ทางบริษัทผู้ผลิตแนะนำให้ใช้และอยู่ภายใต้ข้อกำหนดของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา สูตรที่เตรียมได้ใหม่นี้มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ประมาณ 5.9-6.2 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์เดิมที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ประมาณ 6.0 และได้ทำการปรับปรุงบรรจุภัณฑ์ใหม่ให้มีความน่าสมัมากขึ้น (รูปที่ 2b) ซึ่งจะมีการออกแบบตราสัญลักษณ์ที่แตกต่างจากบรรจุภัณฑ์เก่า (รูปที่ 2a) มีการนำตราสัญลักษณ์มหาวิทยาลัยมหิดลออก และเพิ่มตราสัญลักษณ์ของหน่วยงาน



รูปที่ 2 เปรียบเทียบการออกแบบบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์ กันภัย อโลอี ครีม ก่อน (2a) และหลังปรับปรุงผลิตภัณฑ์ (2b)

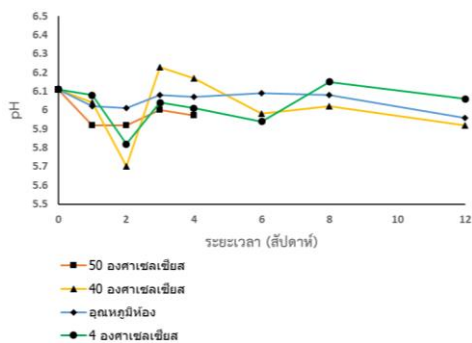
การศึกษาเสถียรภาพของผลิตภัณฑ์ที่ทำการปรับปรุงและความเข้ากันได้ระหว่างผลิตภัณฑ์ที่ทำการปรับปรุงกับบรรจุภัณฑ์ (ส่วนของการพัฒนาตำรับ) จากผลการทดสอบและเก็บข้อมูลการศึกษาเสถียรภาพของผลิตภัณฑ์พบว่าตัวอย่างที่ถูกเก็บในสภาวะการเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและที่อุณหภูมิห้อง มี สี กลิ่น เนื้อสัมผัส ไม่แตกต่างกันตลอดระยะเวลา 12 สัปดาห์ ส่วนตัวอย่างที่ถูกเก็บในสภาวะการเก็บที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส มีสีและเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ที่เตรียมได้ก่อนนำไปแยกเก็บ แต่มีกลิ่นหอมจางลง โดยตัวอย่างที่เก็บสภาวะเก็บที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสกลิ่นหอมจะจางลงสังเกตได้ในระยะเวลา 8 สัปดาห์ ส่วนตัวอย่างที่เก็บสภาวะเก็บที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส กลิ่นหอมจะจางลงสังเกตได้ในระยะเวลา 4 สัปดาห์ การทดสอบและเก็บข้อมูลความหนืด พบว่าตัวอย่างที่เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้องมีแนวโน้มความหนืดลดลงเล็กน้อยในช่วงสัปดาห์ที่ 4 และความหนืดค่อนข้างคงที่จนถึงสัปดาห์ที่ 12 ตัวอย่างที่เก็บในสภาวะเก็บที่อุณหภูมิ 40 มีแนวโน้มความหนืดลดลงโดยเริ่มตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 และ

ความหนืดเริ่มคงที่ในสัปดาห์ที่ 6 ตัวอย่างที่เก็บในสภาวะเก็บที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสมีความหนืดลดลงโดยเริ่มตั้งแต่ว่าในช่วงสัปดาห์ที่ 1 จนถึงสัปดาห์ที่ 4 (รูปที่ 3) จากผลการศึกษานี้สามารถกำหนดเกณฑ์คุณลักษณะความหนืดของผลิตภัณฑ์จากการพิจารณาความหนืดของผลิตภัณฑ์ที่ถูกเก็บในสภาวะการเก็บที่อุณหภูมิห้องซึ่งเกณฑ์ความความหนืดที่ยอมรับได้ของผลิตภัณฑ์นี้ (specification) อยู่ในช่วง 7,000-10,000 cP เนื่องจากยังสามารถปีบออกจากหลอดบรรจุภัณฑ์ได้ไม่เหลวจนเกินไป และตลอดระยะเวลาการเก็บตัวผลิตภัณฑ์มีค่าความหนืดอยู่ในช่วงเดียวกันนี้



รูปที่ 3 กราฟเปรียบเทียบค่าความหนืดของตัวอย่างที่เก็บใน 4 สภาวะได้แก่ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส อุณหภูมิห้อง อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ในช่วงระยะเวลา 12 สัปดาห์ และอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ในช่วงระยะเวลา 4 สัปดาห์

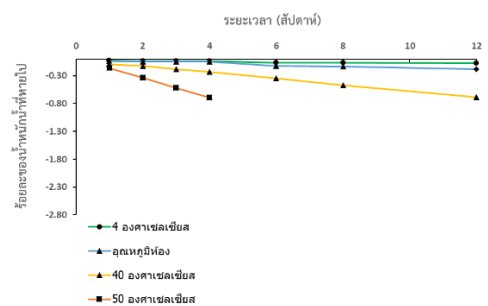
การทดสอบและเก็บข้อมูลความเป็นกรด-ด่าง (pH) พบว่าตัวอย่างที่เก็บทั้ง 4 สภาวะอุณหภูมิมีแนวโน้มค่า pH ของตำรับลดลงเล็กน้อยในช่วงระยะเวลาการเก็บ 12 สัปดาห์ (รูปที่ 4) จากผลการศึกษานี้สามารถกำหนดเกณฑ์คุณลักษณะความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของผลิตภัณฑ์จากการพิจารณาค่า pH ของผลิตภัณฑ์ที่ถูกเก็บในสภาวะการเก็บที่อุณหภูมิห้องซึ่งเกณฑ์ความเป็นกรด-ด่างที่ยอมรับได้ของผลิตภัณฑ์นี้ในช่วง pH 5.5-6.5 ซึ่งใกล้เคียงกับผิวหนังมนุษย์มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง pH 4-6 [10] และมีค่าใกล้เคียงกับตำรับครีมบำรุงผิวหน้าที่มีส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ธรรมชาติจากการศึกษาของ Sahu et al. [11]



รูปที่ 4 กราฟเปรียบเทียบค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของตัวอย่างที่เก็บใน 4 สภาวะได้แก่ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส อุณหภูมิห้อง อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ในช่วงระยะเวลา 12 สัปดาห์ และอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ในช่วงระยะเวลา 4 สัปดาห์

เมื่อพิจารณาจากข้อมูลคุณลักษณะทางกายภาพและคุณลักษณะทางเคมีที่กล่าวมาแล้วสามารถสรุปได้ว่าคุณลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์ ก้นภัย อโลอี ครีม ที่ปรับปรุงใหม่นี้ มีเสถียรภาพของผลิตภัณฑ์ที่ดีที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิห้อง ส่วนการเก็บผลิตภัณฑ์นี้ในอุณหภูมิสูงตั้งแต่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสขึ้นไปจะทำให้เสถียรภาพของผลิตภัณฑ์ลดลง

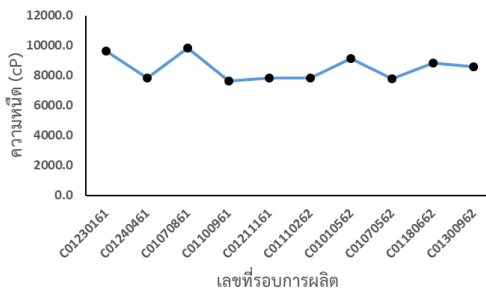
ในส่วนของการศึกษาความเข้ากันได้ระหว่างผลิตภัณฑ์กับบรรจุภัณฑ์พบว่าบรรจุภัณฑ์ที่บรรจุครีมในทุกสภาวะการเก็บไม่มีการเปลี่ยนแปลง ในส่วนของการหาร้อยละของน้ำหนักน้ำที่หายไป (percent water loss) พบว่า ตัวอย่างที่เก็บเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ (สภาวะเก็บที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์) ในสภาวะการเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส อุณหภูมิห้อง อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสมีค่าร้อยละของน้ำหนักที่ลดลงไปเป็นร้อยละ 0.07 ร้อยละ 0.18 ร้อยละ 0.68 และร้อยละ 0.69 ตามลำดับ (รูปที่ 5) แสดงให้เห็นว่าภาชนะบรรจุมีความเข้ากันได้กับผลิตภัณฑ์ได้เนื่องจากมีร้อยละของน้ำหนักน้ำที่หายไปค่อนข้างต่ำ แต่ในสภาวะการเก็บที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสมีแนวโน้มร้อยละของน้ำหนักน้ำที่หายไปสูงกว่าสภาวะการเก็บที่อุณหภูมิอื่น ๆ ดังนั้นจึงเป็นข้อควรระวังไม่ควรเก็บผลิตภัณฑ์นี้ในอุณหภูมิสูงมาก



รูปที่ 5 กราฟเปรียบเทียบร้อยละของน้ำหนักน้ำที่หายไป ของตัวอย่างที่เก็บใน 4 สภาวะได้แก่ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส อุณหภูมิห้อง อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ในช่วงระยะเวลา 12 สัปดาห์ และอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ในช่วงระยะเวลา 4 สัปดาห์

การศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตตามตำรับที่ได้ทำการปรับปรุง (ส่วนของการผลิตเพื่อจำหน่าย) ด้านการ

ทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพ พบว่าทั้ง 10 รอบการผลิต ได้แก่ C01230161 C01240461 C01070861 C01100961 C01211161 C01110262 C01010562 C01070562 C01180662 และ C01300962 มีลักษณะ สี กลิ่น และเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างกันเมื่อทดลองดมกลิ่นสัมผัสเนื้อครีมและทดลองเอียงภาชนะเพื่อดูการไหลของเนื้อครีมแต่เมื่อนำไปวัดด้วยเครื่องวัดความหนืดและพฤติกรรมการไหลพบว่าความหนืดแตกต่างกันเล็กน้อยและยังอยู่ในเกณฑ์การยอมรับช่วง 7,000-10,000 cP (รูปที่ 6)



รูปที่ 6 กราฟความหนืดของผลิตภัณฑ์ กันภัย อโลอี ครีม จำนวน 10 รอบการผลิต

การทดสอบคุณลักษณะทางเคมีด้านความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์จำนวน 10 รอบการผลิตพบว่ามีค่า pH ระหว่างรอบการผลิตแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยและอยู่ในเกณฑ์การยอมรับช่วง pH 5.5-6.5 (รูปที่ 7)

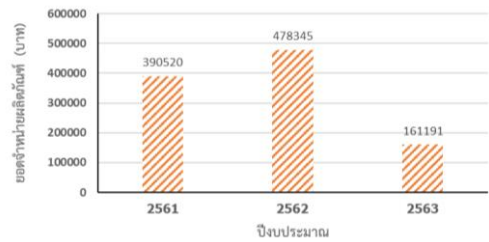


รูปที่ 7 กราฟความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์ กันภัย อโลอี ครีม จำนวน 10 รอบการผลิต

ด้านการทดสอบทางจุลชีววิทยาได้ทำการเก็บข้อมูลจากผลการส่งทดสอบจำนวนรวมของแบคทีเรีย ยีสต์ และรา ที่เจริญเติบโตโดยใช้อากาศ (total aerobic plate count) standard plate count ซึ่งทำการทดสอบโดยภาควิชาจุลชีววิทยา คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล พบว่าทุกรอบการผลิตผ่านเกณฑ์ข้อกำหนดตามประกาศของประกาศกระทรวงสาธารณสุข ในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 133 ตอนพิเศษ 72 ง หน้า 20 ลงวันที่ 29 กุมภาพันธ์ 2559 เรื่อง กำหนดลักษณะของเครื่องสำอางที่ห้ามผลิต นำเข้า หรือจำหน่ายที่ระบุไว้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางมีจำนวนรวมแบคทีเรีย ยีสต์ และรา ไม่เกิน 1,000 โคโลนีต่อกรัม

การศึกษาแนวโน้มการสร้างรายได้ของผลิตภัณฑ์ที่ถูกปรับปรุงใหม่ จากข้อมูลยอดขายผลิตภัณฑ์จำนวน 3

ปีงบประมาณหลังจากที่ได้ทำการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ กันภัย อโลอี ครีม พบว่ายอดขายผลิตภัณฑ์ในช่วงปีงบประมาณ 2561-2562 มีการเติบโตเพิ่มขึ้นร้อยละ 22.49 (รูปที่ 8) แต่ในปีงบประมาณ 2563 พบว่ายอดขายลดลงอย่างมากเนื่องจากผลกระทบของสถานการณ์การระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ในประเทศไทย ทำให้ร้านค้าปลีกที่เป็นช่องทางการจำหน่ายของผลิตภัณฑ์ชะลอและลดจำนวนการสั่งซื้อผลิตภัณฑ์ รวมไปถึงร้านค้าปลีกบางแห่งหยุดประกอบกิจการชั่วคราว ซึ่งส่งผลกระทบต่อยอดขายผลิตภัณฑ์



รูปที่ 8 ยอดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ กันภัย อโลอี ครีม หลังจากทำการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ ในช่วงปีงบประมาณ 2561-2563

จากการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ กันภัย อโลอี ครีม ให้มีคุณภาพและมีรูปลักษณะของบรรจุภัณฑ์ที่มีความทันสมัยมากขึ้นส่งผลให้ยอดขายผลิตภัณฑ์ในช่วงก่อนสถานการณ์การระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 มีแนวโน้มที่ดี ซึ่งคาดว่าหลังจากผ่านช่วงวิกฤตทางเศรษฐกิจนี้ไป ผลิตภัณฑ์น่าจะกลับมามียอดจำหน่ายที่ดีขึ้นกว่ายอดขายในช่วงปีงบประมาณ 2563

สรุปผลการศึกษารวิจัย

ผลิตภัณฑ์ กันภัย อโลอี ครีม เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการเติบโตของยอดขายอย่างต่อเนื่องในช่วงปีงบประมาณ 2557-2560 จึงทำการปรับปรุงผลิตภัณฑ์เพื่อให้มีผลิตภัณฑ์สำหรับวางจำหน่ายต่อไปได้ ดำรับที่มีการปรับปรุงใหม่ถูกนำมาศึกษาเสถียรภาพของผลิตภัณฑ์และความเข้ากันได้กับบรรจุภัณฑ์พบว่า ดำรับมีเสถียรภาพที่ดีทั้งในด้านคุณลักษณะทางกายภาพและคุณลักษณะทางเคมี บรรจุภัณฑ์มีความเข้ากันได้กับผลิตภัณฑ์และมีร้อยละของน้ำหนักน้ำที่หายไปจากการใช้ภาชนะบรรจุจริงต่ำเมื่อเก็บในสภาวะอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง และเมื่อติดตามผลการทดสอบด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์ดำรับปรับปรุงใหม่ที่ผลิตเพื่อจำหน่ายจำนวน 10 รอบการผลิตพบว่าทั้งคุณลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าความหนืด และผลการทดสอบทางจุลชีววิทยา มีความแตกต่างกันในแต่ละรอบการผลิตเพียงเล็กน้อยและผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพทุกรอบการผลิต สร้างความมั่นใจให้แก่ผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ได้ว่าผลิตภัณฑ์ที่ปรับปรุงใหม่มี

คุณภาพมาตรฐานที่ดี และเมื่อผลิตภัณฑ์ที่ปรับปรุงใหม่ออกวางจำหน่ายในท้องตลาดช่วงปีงบประมาณ 2561-2563 พบว่าในช่วงสองปีแรกมีการเติบโตของยอดขายที่ดีแต่ในปีงบประมาณ 2563 ยอดจำหน่ายลดลงมากจากอุปสรรคสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 แต่อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์นี้ยังมีโอกาสที่จะสามารถกลับมาเติบโตได้อีกครั้งเนื่องจากมูลค่าตลาดเครื่องสำอางบำรุงผิวยังคงมีการเติบโตอย่างต่อเนื่อง การจำหน่ายผลิตภัณฑ์กันภัย อโลอี ครีม นอกจากนี้เป็นการเพิ่มโอกาสให้ประชาชนได้เข้าถึงผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่มีคุณภาพแล้วยังเป็นรายรับช่องทางหนึ่งของคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ซึ่งมีส่วนช่วยสร้างควมมั่นคงทางการเงินให้แก่องค์กร สอดคล้องตามเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals) ในเป้าหมายที่ 8 และเป้าหมายที่ 9

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้สำเร็จได้เนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจาก รศ.ดร.มนตรี จาตุรันต์ภิญโญ ผู้อำนวยการสถานที่ผลิตยาและโครงการอาคารศูนย์ฝึกปฏิบัติเพื่อความเป็นเลิศด้านผลิตภัณฑ์ยาและสมุนไพร ผศ.ดร.จิระพรรณ จิตติคุณ หัวหน้าภาควิชาชีวเคมี และ ผศ.ดร.อมราพร วงศ์รัศมีพานิช อาจารย์ประจำภาควิชาเภสัชกรรม ที่กรุณาให้คำแนะนำปรึกษาตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของงานด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] Sharma, P., Kharkwal, A.C., Kharkwal, H., Abdin, M.Z., and Varma, A. (2014). A review on pharmacological properties of aloe vera. *International journal of pharmaceutical sciences review and research* 2014 29(2), 31-37.
- [2] Thiele, J.J., and Mudiyansele, S.E. (2007). Vitamin E in human skin: organ-specific physiology and considerations for its use in dermatology. *Molecular aspects of medicine* 2007 28(5-6), 646-67.
- [3] Rattanawitpong, P., Wanitphakdeedecha, R., Bumrungrert, A., and Maiprasert, M. (2020). Anti-aging and brightening effects of a topical treatment containing vitamin C, vitamin E, and raspberry leaf cell culture extract: A split-face, randomized controlled trial. *Journal of cosmetic dermatology* 2020 19, 671-676.
- [4] Senthil, S., and Natarajan, G. (2017). Packaging elements and their influence on customer's buying behavior. *International journal of recent scientific research* 2017 8(3), 16270-16274.
- [5] Ahmed, R.R., Parmar, V., and Amin M.A. (2014). Impact of product packaging on customer's buying behavior. *European journal of scientific research* 2014 120(2), 145-157.
- [6] Edwards, K. (2018). Stability testing guidance for product safety and shelf-life insight. Retrieved 26 October 2020, from <https://www.cosmeticandtoilettries.com/testing/methoddevelopment/Stability-Testing-Guidance-for-Product-Safety-and-Shelf-life-Insight-503072831.html>
- [7] Romanowski, P. (2015). Cosmetic formulators' guide to stability testing. Retrieved 26 October 2020, from <https://knowledge.ulprospector.com/1771/pcc-cosmetic-formulators-guide-stability-testing/>
- [8] Obelis group. Cosmetic product stability test. Retrieved 26 October 2020, from <https://www.obelis.net/cosmetic-product-stability-test/>
- [9] ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. (2561). ตลาดบิวตี้ยังแจ๋ว เกาะเทรนด์ธุรกิจทำเงิน. สืบค้น 23 ตุลาคม 2563, จาก https://kasikornbank.com/th/business/sme/KSMEKnowledge/article/KSMEAnalysis/Documents/Beauty-Business_Trend.pdf
- [10] Ali, S.M., and Yosipovitch, G. (2013). Skin pH: From basic science to basic skin care. *Acta Dermato Venereologica* 2013 93, 261-267
- [11] Sahu R.K., Roy, A., Kushwah, P., and Sahu A. (2012). Formulation and development of face cream containing natural products. *Research Journal of topcal and cosmetic sciences* 2012 3(1), 16-19.

ผู้ปฏิบัติการพยาบาลขั้นสูงกับการพัฒนาคุณภาพการดูแลผู้ป่วยด้วยหลักการสั้น
ในคลินิกขาขาดเลือดเรื้อรังขั้นวิกฤต โรงพยาบาลศิริราช

Advanced Practice Nurse: Quality Improvement with LEAN concept
in Chronic limb-threatening ischemia Clinic, Siriraj Hospital

รัตนา เพียรเจริญสิน^{1*} นภาพร วาณิชย์กุล² สุธีคณิต หัตถพรสวรรค์³

กุลรดา ศิวสฤกษ์¹ เบญจวรรณ วรวิทย์นพกุล¹ ทิพญาณี ถิ่นวิไล¹

¹คลินิกดูแลผู้ป่วยที่มีภาวะหลอดเลือดแดงอุดตันขั้นวิกฤต งานการพยาบาลผ่าตัด ฝ่ายการพยาบาล โรงพยาบาลศิริราช 2
ถนนวังหลัง แขวงศิริราช เขตบางกอกน้อย กรุงเทพฯ 10700

²ภาควิชาการพยาบาลศัลยศาสตร์ คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล อาคารพระศรีพิจิตรนทร 2 ถนนวังหลัง
แขวงศิริราช เขตบางกอกน้อย กรุงเทพฯ 10700

³ภาควิชาศัลยศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล 2 ถนนวังหลัง แขวงศิริราช เขตบางกอกน้อย
กรุงเทพฯ 10700

^{1, 2, 3}ศูนย์หลอดเลือดศิริราช โรงพยาบาลศิริราช 2 ถนนวังหลัง แขวงศิริราช เขตบางกอกน้อย กรุงเทพฯ 10700

*รัตนา เพียรเจริญสิน E-mail: rattana.tha@mahidol.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการศึกษาผลการพัฒนาคุณภาพการดูแลผู้ป่วยด้วยหลักการสั้น ในคลินิกขาขาดเลือดเรื้อรังขั้นวิกฤต ตึกสยามินทร์ชั้น 1 โรงพยาบาลศิริราช โดยใช้กรอบแนวคิดการเพิ่มคุณภาพการดูแลด้วยหลักการสั้น ซึ่งดำเนินการระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2562 – 30 ธันวาคม 2562 จำนวนผู้ป่วย 225 คน เก็บข้อมูลโดยการทบทวนเวชระเบียนผู้ป่วยย้อนหลัง ผ่านกระบวนการพัฒนา plan – do – check – act และการประชุมวางแผนร่วมกันกับทีมสหสาขา ทั้งศัลยแพทย์ รังสีแพทย์ วิสัญญีแพทย์ นักรังสีการแพทย์ รวมทั้งทีมพยาบาลที่เกี่ยวข้อง โดยมีผู้ปฏิบัติการพยาบาลขั้นสูงเป็นผู้ประสานบริการในการเตรียมความพร้อมของผู้ป่วยก่อนการผ่าตัด โดยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพรรณนาและวิเคราะห์กระบวนการดูแลตามกรอบแนวคิดสั้น

ผลการวิเคราะห์กระบวนการทั้งก่อนและหลังปรับปรุงพบว่า ผู้ป่วยและญาติมารับการตรวจในระยะก่อนผ่าตัดลดลงจาก 6 ครั้งเหลือ 3 ครั้ง โดยทีมได้ปรับกระบวนการต่างๆ เพื่อควบคุมความสูญเปล่าทั้ง 8 ประเด็น ได้แก่ การส่งตรวจที่ซ้ำซ้อนและเกินความจำเป็น การรอรับการตรวจเอกซเรย์และการรอผ่าตัด การใช้ศักยภาพของพยาบาลไม่เต็มที่ ไม่มีพยาบาลที่ให้การดูแลเฉพาะกลุ่มโรค การเดินทางของผู้ป่วยและญาติ การเบิกวัสดุคงคลังมาเก็บค้างไว้ และขั้นตอนการให้บริการที่มากเกินไป ภายหลังจากปรับปรุงกระบวนการพบว่าคุณค่าต่อผู้รับบริการ (Value added) เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 9.62 เป็นร้อยละ 18.15 และค่าเฉลี่ยคุณภาพงานที่ทำได้ถูกต้องในครั้งแรก (Total First Time Quality) เพิ่มจากร้อยละ 56.25 เป็น 92.83 เมื่อผู้ป่วยได้รับการผ่าตัดเร็วขึ้นส่งผลให้อัตราการเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์หลังผ่าตัดลดลง ดังนั้นการนำหลักการสั้นมาใช้ในการปรับกระบวนการทำงานร่วมกับทีมสหสาขา และการจัดให้มี advanced practice nurse และ nurse case manager ดูแลผู้ป่วยเฉพาะกลุ่มโรค เพื่อวิเคราะห์ผลลัพธ์ของกระบวนการโดยภาพรวมทั้งหมด สามารถพัฒนาและปรับปรุงรูปแบบการให้บริการอย่างเป็นระบบ เกิดการพัฒนากระบวนการทำงานอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ : หลักการสั้น การพัฒนาคุณภาพการบริการ ผู้ปฏิบัติการพยาบาลขั้นสูง ภาวะขาขาดเลือดเรื้อรังขั้นวิกฤต

บทนำ

ภาวะขาขาดเลือดเรื้อรังขั้นวิกฤต (Chronic limb-threatening ischemia - CLTI) เป็นผลมาจากโรคหลอดเลือดแดงส่วนปลายอุดตัน (peripheral arterial occlusive disease - PAOD) ซึ่งเป็นโรคที่เกิดจากการอุดตันภายในหลอดเลือดแดง จากการสะสมของแผ่นไขมัน (plaque) ส่งผลต่อการไหลเวียนเลือดที่ไปเลี้ยงอวัยวะส่วนปลาย ซึ่งความรุนแรงของโรคส่งผลให้ผู้ป่วยมีอาการที่แตกต่างกัน เช่น ในระยะแรกยังไม่ปรากฏอาการปวด แต่เมื่อหลอดเลือดแดงมีการตีบแคบมากขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้อาการขาขาดเลือดรุนแรงขึ้น มักปวดมากในเวลากลางคืน ถึงแม้จะไม่ได้เดินอาการปวดก็ยังคงอยู่ และถ้านั่งห้อยเท้าลงข้างเตียงอาการปวดจะลดลง เรียกออาการปวดลักษณะนี้ว่าอาการปวดขณะพัก (rest pain) หากอาการดังกล่าวไม่ได้รับการรักษานานเกินกว่า 2 สัปดาห์ หรือจนกระทั่งทำให้เกิดเป็นแผลขาดเลือดและมีการเน่าตายของเนื้อเยื่อบริเวณเท้าขึ้น จนเกิดภาวะขาขาดเลือดเรื้อรังขั้นวิกฤต ซึ่งเป็นภาวะเร่งด่วนที่ผู้ป่วยต้องได้รับการผ่าตัดแก้ไข นอกจากสามารถลดอัตราการสูญเสียขาแล้ว ยังสามารถลดอัตราการเสียชีวิตได้ด้วย

ปฏิบัติการพยาบาลขั้นสูง (Advanced practice nurse, APN) มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาคุณภาพการดูแลโดยจัดระบบบริการสุขภาพที่เอื้อต่อการดูแลผู้ป่วยที่มีปัญหาซับซ้อนซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น การพัฒนาระบบบริการพยาบาลของ APN นอกจากส่งผลดีต่อผู้ป่วย ยังเพิ่มประสิทธิภาพในการบริการพยาบาลเป็นวงกว้าง¹ ในฐานะ APN ของฝ่ายการพยาบาล โรงพยาบาลศิริราช ที่ให้การดูแลผู้ป่วยขาขาดเลือดเรื้อรังขั้นวิกฤต จากประสบการณ์การทำงานพบว่าผู้ป่วยใช้เวลาในระยะการวินิจฉัยโรคก่อนการวางแผนผ่าตัดเป็นเวลานาน ทั้งปัญหาที่ไม่สามารถปรับได้จากตัวผู้ป่วย และปัญหาการบริการที่ขาดการเชื่อมโยงอย่างเป็นระบบ ส่งผลให้ผู้ป่วยเกิดภาวะแทรกซ้อนที่ไม่พึงประสงค์ เช่น เกิดแผลติดเชื้อเพิ่มขึ้น บางรายส่งผลให้เกิดภาวะติดเชื้อในกระแสเลือด จนเสียชีวิตก่อนได้รับการผ่าตัดเพิ่มเลือด ซึ่งเป้าหมายสำคัญของการดูแลผู้ป่วยกลุ่มนี้ในระยะก่อนผ่าตัด คือการส่งเสริมให้ผู้ป่วยได้รับการผ่าตัดรักษาเพื่อเพิ่มเลือดไปเลี้ยงส่วนปลายให้ได้เร็วที่สุด เพราะระยะเวลาที่สูญเสียไปนั้นหมายถึงระยะเวลาของการขาดเลือดที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้เนื้อเยื่อส่วนปลายเท้าค่อยๆ ตายไป โดยอาจทำให้ศัลยแพทย์ไม่สามารถรักษาอวัยวะส่วนปลายของผู้ป่วยไว้ได้ ดังนั้นบทบาทของ APN ไม่เพียงแต่การดูแลโดยตรง (direct care) เฉพาะในคลินิกเท่านั้น แต่จำเป็นต้องจัดการและกำกับระบบการดูแลกลุ่มเป้าหมาย (Care Management) ประสานการดูแลระหว่างผู้ป่วย ญาติ และทีมสหสาขา (Collaboration) ให้คำปรึกษาทางคลินิกในการดูแลผู้ป่วย (Consultation) ใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ (Evidence base practice) ในการพัฒนา Standard Protocols ร่วมกับทีม รวมทั้งการจัดการและประเมินผลลัพธ์ (Outcome management and evaluation) เพื่อพัฒนาคุณภาพของต่อเนื่อง

คลินิกดูแลผู้ป่วยที่มีภาวะหลอดเลือดแดงอุดตันขั้นวิกฤต โรงพยาบาลศิริราช มีผู้ป่วยมารับบริการในปี พ.ศ. 2560 – 2562 จำนวน 393, 403 และ 397 รายตามลำดับ² ปัจจุบันมีผู้ป่วยที่นัดหมายเข้ารับบริการในคลินิกเฉลี่ย 30 – 40 รายต่อสัปดาห์ โดยให้บริการเฉพาะวันจันทร์และพฤหัสบดี เวลาราชการ 12.00 – 15.00 น. จากการทบทวนเวชระเบียนย้อนหลังของผู้ป่วยคลินิก ตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงธันวาคม 2559 พบว่าระยะเวลาระหว่างการวินิจฉัย (Diagnosis phase) คือตั้งแต่ผู้ป่วยมาพบแพทย์ครั้งแรกจนถึงวันที่ศัลยแพทย์หลอดเลือดวางแผนผ่าตัดใช้เวลาเฉลี่ย 47 วัน (3 – 292 วัน) ในขณะที่รอผ่าตัดผู้ป่วยเกิดแผลติดเชื้อระหว่างรอผ่าตัดร้อยละ 24.7 (19/77 คน) ส่งผลให้ระยะการนอนโรงพยาบาลนานเฉลี่ย 9 วัน และค่ารักษาพยาบาลเฉลี่ย 300,000 บาท

เมื่อทบทวนกระบวนการให้บริการพบว่าแนวทางการให้บริการผู้ป่วยขาขาดเลือดขั้นวิกฤต ไม่เป็นไปในแนวทางเดียวกัน ระยะเวลาการนัดตรวจ ขึ้นอยู่กับศัลยแพทย์รายบุคคล ไม่มีทีมบุคลากรและพยาบาลที่ดูแลเฉพาะกลุ่มโรค ระยะเวลารอผ่าตัดนานส่งผลให้มีการสูญเสียเนื้อเยื่อของเท้าที่ขาดเลือดมากขึ้น นอกจากนี้ผู้ป่วยและผู้ดูแลต้องเดินทางมาโรงพยาบาลหลายครั้งกว่าจะได้รับการวางแผนผ่าตัดจากศัลยแพทย์หลอดเลือด ทำให้สูญเสียรายได้จากการลาและขาดงาน สูญเสียค่าใช้จ่ายในการจ้างวานหรือเหมารถเพื่อเดินทางมาโรงพยาบาล รวมทั้งผู้ป่วยอาจเกิดความทุกข์ทรมานจากอาการปวดในขณะที่รอผ่าตัด ซึ่งอาจส่งผลต่อคุณภาพชีวิตของทั้งผู้ป่วยและผู้ดูแล

ลีน (LEAN)³ เป็นทั้งแนวคิดและเครื่องมือที่ใช้ในการบริหารจัดการกระบวนการทำงานเพื่อลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในทุกกระบวนการ Womack และ Jones อธิบายแนวคิดลีนว่ามีหลักการสำคัญ 5 ประการ คือ 1) การระบุส่วนที่มีคุณค่าของกระบวนการ (Identify Value) 2) การกำหนดสายธารแห่งคุณค่าทุกขั้นตอน (Map the Value Stream) 3) การสร้างทิศทางให้กิจกรรมดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง (Create Flow) 4) การใช้ระบบการดึงคุณค่า (Establish Pull System) 5) การสร้างความสมบูรณ์แบบ (Seek Perfection) ด้วยกระบวนการดังกล่าว ลีนจึงเป็นแนวคิดที่ช่วยกำจัดความสูญเปล่าอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นคณะผู้จัดทำจึงแนวคิดนี้มาใช้ในการสร้างรูปแบบหรือพัฒนากระบวนการทำงานในคลินิกขาขาดเลือดขั้นวิกฤต โรงพยาบาลศิริราช

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อลดระยะเวลาในการรอเข้ารับการรักษาของผู้ป่วยที่มีภาวะขาขาดเลือดเรื้อรังชั้นวิกฤต
2. เพื่อลดอัตราการสูญเสียอวัยวะส่วนปลายก่อนการผ่าตัดของผู้ป่วยที่มีภาวะขาขาดเลือดเรื้อรังชั้นวิกฤต
3. เพื่อลดอัตราผู้ป่วยเกิดเหตุไม่พึงประสงค์กับขาข้างที่ทำผ่าตัดภายใน 30 วันหลังผ่าตัด
4. เพื่อลดอัตราผู้ป่วยเกิดเหตุไม่พึงประสงค์ทางระบบหัวใจภายใน 30 วันหลังผ่าตัด

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. การระบุส่วนที่มีคุณค่าของกระบวนการ (Identify Value)

ในระยะวินิจฉัยโรคก่อนผ่าตัด สิ่งสำคัญที่เป็นคุณค่าหลักของผู้ป่วยและญาตินอกจากการวินิจฉัยที่ถูกต้องแล้ว ระยะเวลาในการรอผ่าตัดก็เป็นสิ่งสำคัญที่มีผลต่อผลลัพธ์การดูแล จากการทบทวนเวชระเบียนย้อนหลังตั้งแต่เดือนกรกฎาคม ถึงธันวาคม 2559 พบว่าระยะเวลาระหว่างการวินิจฉัย (Diagnosis phase) คือตั้งแต่ผู้ป่วยมาพบแพทย์ครั้งแรกจนถึงวันที่ ศัลยแพทย์หลอดเลือดวางแผนผ่าตัดใช้เวลาเฉลี่ย 47 วัน (3 – 292 วัน) ในขณะที่รอผ่าตัดผู้ป่วยเกิดแผลติดเชื้อระหว่างรอผ่าตัด ร้อยละ 24.7 (19/77 คน) เมื่อทำการวิเคราะห์พบความสูญเสียเปล่าของกระบวนการทำงานตามตารางที่ 1

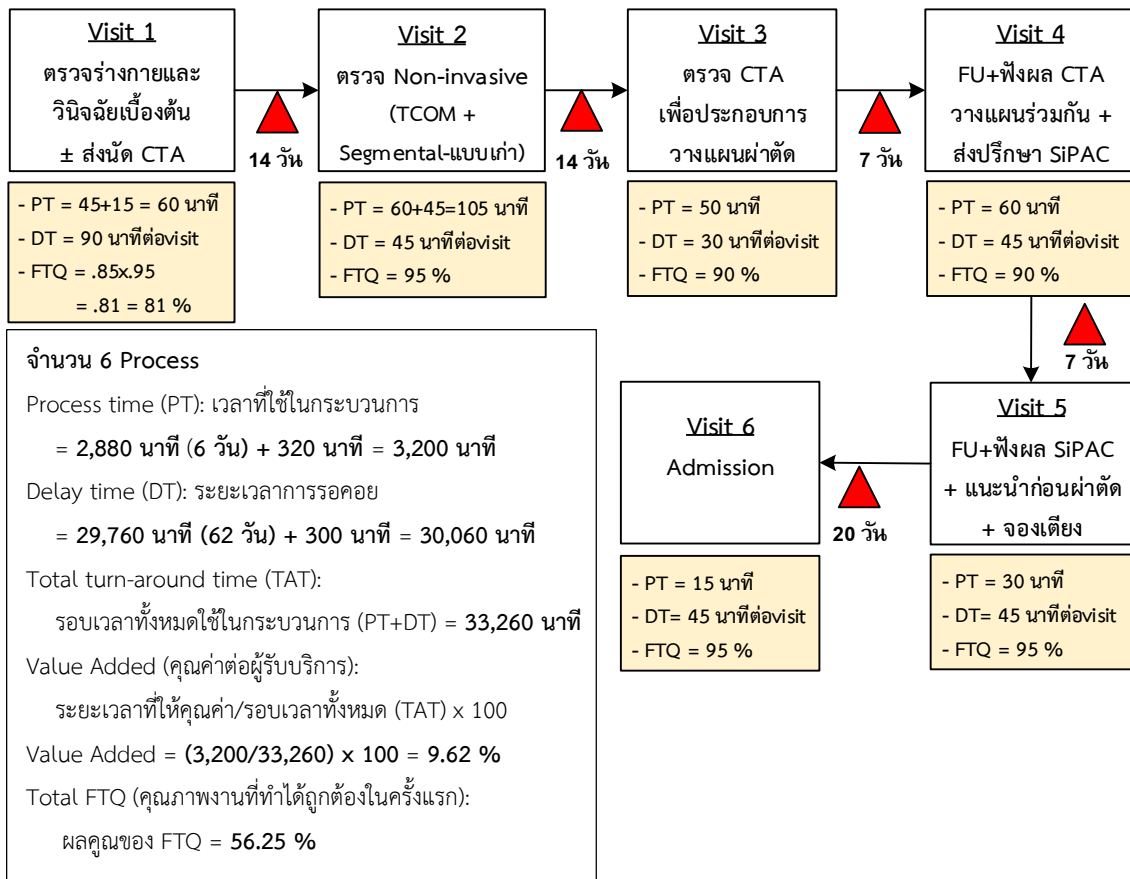
ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์ความสูญเสียเปล่าของกระบวนการทำงาน ด้วยการ ใช้ Downtime

Waste ของกระบวนการ (DOWNTIME)	รากปัญหา (Root cause)	เครื่องมือ Lean : สรุปแนวทางแก้ไข
Defect rework: ทำงานซ้ำเพื่อแก้ไข ข้อบกพร่อง	1. การส่งตรวจ toe pressure ซ้ำเพื่อหาความดันที่นิ้วเท้าแทนผลตรวจความดันที่ข้อเท้า (ankle pressure) ในผู้ป่วยเบาหวานที่มี calcified vessel ซึ่งไม่สามารถแปลผลจากค่า ABI ได้	1. จัดทำ “The First Visit Management” เพื่อเป็นแนวทางดูแลผู้ป่วย PAD ให้เป็นไปในแนวเดียวกัน 2. จัดหาเครื่องตรวจความดันหลอดเลือดที่สามารถตรวจความดันที่ข้อเท้าและนิ้วเท้าได้ในเครื่องเดียวกัน เพื่อลดระยะเวลาในการตรวจ
Overproduction: ทำงานที่มากเกินไป	1. การส่งตรวจออกซิเจนที่ไปเลี้ยงส่วนปลาย (Transcutaneous Oxygen Monitoring-TCOM) ที่มากเกินไปจนทำให้เสียเวลาและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย	1. ประสานงานกับศัลยแพทย์หลอดเลือดเพื่อปรับแนวทางการส่งตรวจ TcPO ₂ ใหม่
Waiting: การรอคอย	1. ผู้ป่วยมีคิวตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (CTA time) นานประมาณ 45 วัน 2. ผู้ป่วยรอคิวประเมินร่างกายก่อนผ่าตัดกับวิสัญญีแพทย์และอายุแพทย์ (SIPAC time) นานประมาณ 1-2 สัปดาห์ 3. ผู้ป่วยรอคิวเพื่อเข้ารับการรักษา (OR waiting time) นานประมาณ 30 วัน เนื่องจากในระยะรอผ่าตัดอาจมีผู้ป่วยมารับการผ่าตัดแบบเร่งด่วน	1. ประสานความร่วมมือกับทีมแพทย์รังสีวินิจฉัยเพื่อจัดวันตรวจ CTA ให้เร็วขึ้นและตรงกับวันที่จะมา visit ครั้งถัดไป 2. ประสานความร่วมมือกับพยาบาลวิสัญญี เพื่อติดตามการนัดหมายและตรวจประเมินก่อนผ่าตัดให้ทัน visit ถัดไป และถ้าเห็นว่าไม่สามารถทำได้อาจโทรซักถามอาการแผล อาการเร่งด่วน และแจ้งเลื่อนการนัดหมายเมื่อ SIPAC พร้อม 3. ประสานความร่วมมือกับทีมแพทย์รังสี (interventional radiologist) เพื่อขอใช้ห้องหัตถการ DSA (ตึก 72 ปี ชั้น 2) 4. ประสานความร่วมมือกับทีมอายุรแพทย์หัวใจที่ศูนย์โรคหัวใจ เพื่อขอความร่วมมือในการใช้ห้องหัตถการ Cath lab (ศูนย์โรคหัวใจ ชั้น 3)

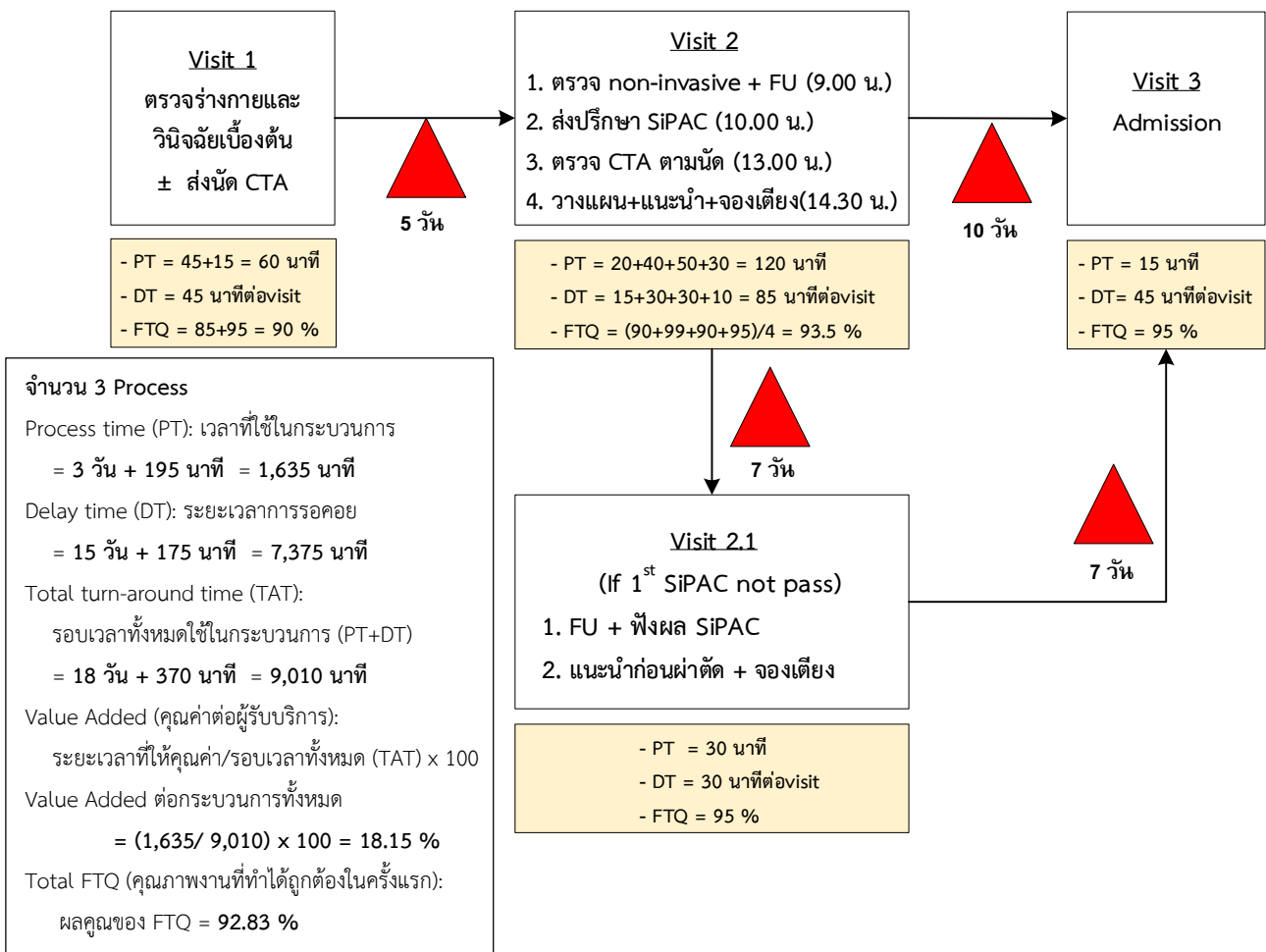
Waste ของกระบวนการ (DOWNTIME)	รากปัญหา (Root cause)	เครื่องมือ Lean : สรุปแนวทางแก้ไข
Not using staff talent: ภูมิรู้ที่สูญเปล่า	1. พยาบาลใช้เวลาไปกับการแก้ปัญหาหน้างาน ไม่เห็นโอกาสการพัฒนางานอย่างเป็นระบบ และเฉพาะเจาะจงในกลุ่มโรคที่มีความเสี่ยงสูง	1. การใช้แนวทางการดูแลผู้ป่วยร่วมกัน ผ่าน คณะกรรมการการดูแลเฉพาะกลุ่มโรค ฝ่ายการพยาบาล (Specific Disease in CLTI) เพื่อ ประสานความร่วมมือให้เกิดกระบวนการดูแลตาม Flow of Care และ Standard Protocol ที่ วางแผนไว้ 2. จัดให้มี APN เพื่อทำหน้าที่เป็น nurse case manager คอยประสานบริการระหว่างผู้ป่วย ผู้ดูแล และทีมสหสาขา
Transportation: การเดินทาง	1. ผู้ป่วยและญาติต้องเดินทางมาโรงพยาบาล หลายครั้งกว่าจะเข้ารับการรักษา ซึ่งไม่ เพียงแต่เสียเวลา เสียค่าใช้จ่ายในการ เดินทางแล้ว ยังเสียโอกาสในการประกอบ อาชีพอีกด้วย	1. จัดทำ Flow of Care และ Standard Protocol เพื่อกำหนดกิจกรรมการดูแลในแต่ละ visit โดย คำนึงถึงคุณค่าที่ผู้ป่วยจะได้รับ 2. จัดให้มีผู้ปฏิบัติการพยาบาลขั้นสูง (advanced practice nurse) และ พยาบาลผู้จัดการรายกรณี (nurse case manager) ที่ให้การดูแลผู้ป่วย เฉพาะกลุ่มโรค CLTI เพื่อประสานให้ผู้ป่วยได้รับ การตรวจแต่ละ visit ให้เป็นไปตาม Standard Protocol และติดตามอาการทางคลินิกที่อาจ เกิดขึ้นและให้คำแนะนำเบื้องต้นในขณะรอผ่าตัด เพื่อลดจำนวน visit ที่ไม่เกิดคุณค่ากับผู้ป่วย 3. สร้าง Line official account เพื่อใช้ ติดต่อสื่อสารเรื่องผลและการดูแลผลเบื้องต้น ลดการเดินทางไปสถานพยาบาลโดยไม่จำเป็น
Inventory: วัสดุคงคลัง	1. การเบิก fixation ring ในการตรวจ TCOM มาเก็บไว้ สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการ stock	1. ลดปริมาณการตรวจผู้ป่วยเฉพาะกลุ่ม mild ischemia
Motion: การเคลื่อนไหว	1. แพทย์และพยาบาลเคลื่อนที่ในการทำแผล หลายครั้งในแต่ละ visit เนื่องจากห้องตรวจ และต้องทำแผลอยู่คนละห้อง	1. ประชุมร่วมกับทีมเพื่อจัดตั้ง “คลินิกดูแลผู้ป่วยที่มี ภาวะหลอดเลือดแดงอุดตันชั้นวิกฤต - CLTI Clinic” หน่วยตรวจรักษาด้วยเครื่องมือพิเศษและ ติดตามผล สยามินทร์ชั้น 1 โดยให้บริการแบบ เบ็ดเสร็จ ทั้ง non-invasive test รักษาและทำ แผล และให้คำแนะนำก่อนผ่าตัด
Excessive processing: ขั้นตอนมากเกินไป	1. ขั้นตอนการตรวจ Segmental pressure และ Toe pressure จากคนละเครื่องทำให้เกิดขั้นตอนมากเกินไป และส่งผลให้ผู้ป่วย ต้องเดินทางมาตรวจมากกว่า 1 ครั้ง	1. จัดหาเครื่องมือที่สามารถตรวจได้พร้อม ๆ กัน จึง ใช้ระยะเวลาน้อยกว่า 2. จัดทำแนวทางการตรวจที่ชัดเจน สำหรับแพทย์ และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ

2. การกำหนดสายธารแห่งคุณค่าทุกขั้นตอน (Map the Value Stream)

วิเคราะห์กระบวนการปัจจุบัน (Current VSM)



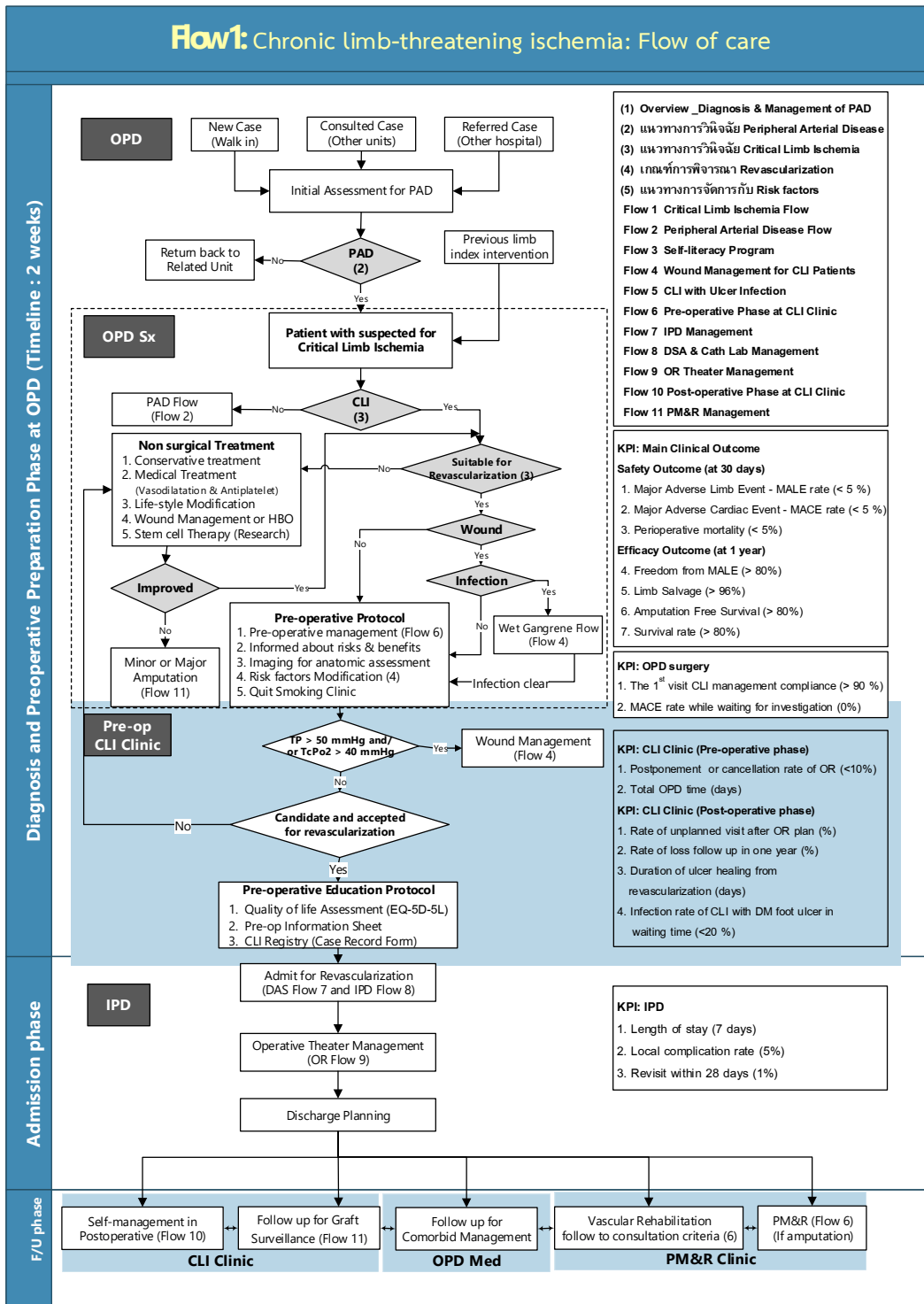
กระบวนการใหม่ (New VSM)



3. การสร้างทิศทางให้กิจกรรมดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง (Create Flow)

ภายหลังจากที่ APN ได้ทบทวนข้อมูลจากสถิติเวชระเบียน รวมทั้งค้นหาปัญหาและอุปสรรคในระยระรอมผ่าตัด จึงได้นำเสนอต่อ รศ.นพ. เฉนียน เรืองเศรษฐกิจ หัวหน้าสาขาศัลยศาสตร์หลอดเลือดในขณะนั้น อาจารย์เล็งเห็นความสำคัญของการดูแลผู้ป่วยกลุ่มดังกล่าวเป็นอย่างมาก จึงได้มีคำสั่งแต่งตั้งคณะกรรมการที่ดูแลผู้ป่วยที่มีภาวะขาขาดเรื้อรังขึ้นวิฤตอย่างครบวงจร ลงนามวันที่ 10 มีนาคม 2559 และมีการจัดประชุมคณะกรรมการอย่างต่อเนื่องทุกเดือน โดยมี APN เป็นผู้ประสานบริการในหน่วยบริการพยาบาลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ตั้งแต่หน่วยตรวจผู้ป่วยนอก ศูนย์ประเมินและเตรียมความพร้อมผู้ป่วยก่อนผ่าตัด ห้องตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ ห้องตรวจ non-invasive tests และคลินิกขาขาดเรื้อรังขึ้นวิฤต

ทีมมีการกำหนดทิศทางให้กิจกรรมดำเนินไปอย่างต่อเนื่องผ่านกระบวนการดูแลผู้ป่วยขาขาดเรื้อรังขึ้นวิฤต (Chronic limb-threatening ischemia: Flow of care) ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดง Chronic limb-threatening ischemia: Flow of care

นอกจากนี้ทีมได้ร่วมกันสร้าง Standard Protocols (ภาพที่ 2) ซึ่งนอกจากจะทำให้สำหรับศัลยแพทย์มีแนวทางในการรักษาเป็นไปในทิศทางเดียวกันแล้ว ยังทำให้การทำงานร่วมกับทีมสหสาขาวิชาชีพอื่นเป็นไปอย่างราบรื่นอีกด้วย

ภาพที่ 2 แสดง Standard Protocols ตั้งแต่ระยะแรกรับ – ระยะติดตามหลังผ่าตัด

4. การใช้ระบบการดึงคุณค่า (Establish Pull System)

จากการใช้ Standard Protocols ส่งผลให้ระบบการส่งผู้ป่วยเข้าคลินิกขาขาดเลือดเร็วขึ้นวิกฤตเป็นไปอย่างราบรื่น ผู้ป่วย CLTI ทุกรายที่จำเป็นต้องทำ CTA ได้รับการตรวจ CTA และตรวจ non-invasive tests ก่อนวันพบอาจารย์แพทย์เพื่อวางแผนการรักษาและหาวันผ่าตัด ภายใต้การประสานบริการจาก APN และทีม nurse case manager ส่งผลให้ระยะเวลาตั้งแต่วันที่วินิจฉัยถึงวันวางแผนผ่าตัด(OPD Time) ลดลงจาก 47 วัน เหลือเฉลี่ย 16 วัน (ภาพที่ 3-4)

ภาพที่ 3 แสดง Visit ในระยะก่อนผ่าตัดก่อนดำเนินโครงการ (OPD Time = 47 วัน)

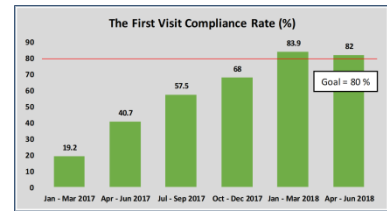
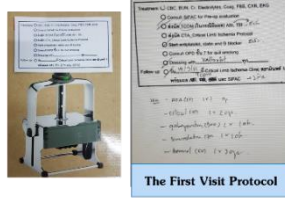
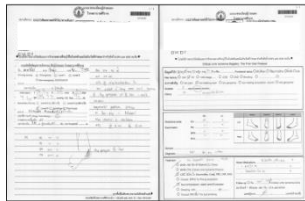
ภาพที่ 4 แสดงของ visit ในระยะก่อนผ่าตัดหลังดำเนินโครงการ (OPD Time = 16 วัน)

5. การสร้างความสมบูรณ์แบบ (Seek Perfection)

ทีมได้ใช้กระบวนการ plan – do – check – act ผ่านการหมุนวงล้อ 3 รอบ เพื่อให้เกิดการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เป็นระบบ กระบวนการพัฒนาตามแนวคิด PDCA แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงกระบวนการพัฒนา ตาม PDCA: Plan, Do, Check, Act

ปัญหา/สาเหตุสำคัญ	วงรอบการปรับปรุง	สรุปการพัฒนาปรับปรุงและผลลัพธ์
1. การใช้ The First Visit Protocol ในห้องตรวจโรคศัลยกรรม OPD ชั้น 3 ไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่วางแผนไว้	CQI รอบที่ 1 ระยะเวลา 12 เดือน (ม.ค. - ธ.ค. 60)	- ปรับจาก “The First Visit Protocol” เป็น “The First Visit Management” โดยจัดทำตารางและปรับมาเป็นแผนต่อ OPD ที่เตรียมไว้ในแต่ละห้องตรวจ
2. ระยะเวลาในการส่ง SiPAC ใช้เวลาเฉลี่ย 23 วัน (เฉพาะผู้ป่วยที่ประเมินไม่ผ่าน จำนวน = 12 คน เกิดการติดเชื้อจนต้องตัดเนื้อเยื่อออก 2 คน)	CQI รอบที่ 2 ระยะเวลา 6 เดือน (ม.ค. - ธ.ค. 61)	- ประสานความร่วมมือกับวิสัญญีพยาบาลที่ SiPAC เพื่อติดตามและเฝ้าระวังอาการผิดปกติในระยะก่อนผ่าตัด ส่งผลให้ระยะเวลาลดลงเหลือเฉลี่ย 14 วัน และเกิดการติดเชื้อจนต้องตัดเนื้อเยื่อออก 1 คน
3. OR Waiting Time นานมากส่งผลให้อัตราการติดเชื้อในระยะรอผ่าตัดสูงขึ้น	CQI รอบที่ 3 ระยะเวลา 6 เดือน (ม.ค. - ธ.ค. 62)	- ประสานความร่วมมือกับศูนย์โรคหัวใจ เพื่อขอใช้ห้อง DSA และ Cath lab ส่งผลให้ระยะเวลารอผ่าตัดลดลงจาก 41.4 วันเหลือ 17.1 วัน



ผลการดำเนินงาน

จากการพัฒนาคุณภาพการดูแลผู้ป่วยด้วยหลักการสั้น ในคลินิกดูแลผู้ป่วยที่มีภาวะขาดเลือดเรื้อรังชั้นวิกฤต ศูนย์หลอดเลือดคิริราช ผ่านกระบวนการทำงานอย่างเป็นระบบร่วมกับทีมสหสาขาที่เกี่ยวข้อง จากผลลัพธ์การดำเนินงานพบว่า ระยะเวลาตั้งแต่วันวินิจฉัยถึงวันวางแผนผ่าตัดลดลงจาก 32 วันเหลือ 16 วัน ซึ่งใกล้เคียงกับโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเฮลซิงกิ ในประเทศฟินแลนด์⁴ (15 วัน) ส่วนระยะเวลาในการรอเข้ารับการรักษา (ตั้งแต่วันวินิจฉัยถึงวันผ่าตัด) จากเดิม 56 วันลดเหลือ 31 วัน ในขณะที่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเฮลซิงกิทำได้ 34 วัน

จะเห็นว่าระยะเวลาในการรอเข้ารับการรักษาที่ลดลง ส่งผลให้อัตราการตัดหรือสูญเสียอวัยวะส่วนปลายก่อนการผ่าตัดเพิ่มเลือดลดลงมากกว่า 5 เท่าเมื่อเทียบกับในระยะก่อนผ่าตัด (จากร้อยละ 30.9 เหลือร้อยละ 6.2) และอัตราการสูญเสียอวัยวะดังกล่าว ลดลงมากกว่าโรงพยาบาลที่ใช้เทียบเคียงในต่างประเทศ นอกจากนี้ระยะเวลารอผ่าตัดที่ลดลง ยังส่งผลให้อัตราการเกิดเหตุไม่พึงประสงค์กับขาข้างที่ทำผ่าตัดภายใน 30 วันหลังผ่าตัด และอัตราผู้ป่วยเกิดเหตุไม่พึงประสงค์ทางระบบหัวใจภายใน 30 วันหลังผ่าตัด ลดลงจากร้อยละ 13.6 เหลือ 5.9 และ ร้อยละ 6.8 เหลือ 5.4 ตามลำดับ รายละเอียดผลลัพธ์การดำเนินโครงการแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงตัวชี้วัดและผลลัพธ์การดำเนินโครงการ

ตัววัด/ตัวชี้วัดสำคัญ (PI/KPI)	เป้าหมายและการ เทียบเคียง	ก่อนเริ่ม โครงการ (ก.ค. - ธ.ค. 59)	ผลลัพธ์การดำเนินการ		
			หลังดำเนินการโครงการ ครั้งที่ 1 วัน/เดือน/ปี (ม.ค. - ธ.ค. 60)	ครั้งที่ 2 วัน/เดือน/ปี (ม.ค. - ธ.ค. 61)	ครั้งที่ 3 วัน/เดือน/ปี (ม.ค. - ธ.ค. 62)
1. ระยะเวลาตั้งแต่วันที่วินิจฉัยถึงวันวางแผนผ่าตัด	Helsinki University Hospital ⁴ 15 วัน	47 วัน (N = 98)	28 วัน (N = 129)	21 วัน (N = 143)	16 วัน (N = 141)
2. ระยะเวลาในการรอเข้ารับการรักษา (ตั้งแต่วันที่วินิจฉัยถึงวันผ่าตัด)	Helsinki University Hospital ⁴ 34 วัน	56 วัน (N = 78)	42.8 วัน (N = 183)	43.5 วัน (N = 112)	31 วัน (N = 47)
3. อัตราการสูญเสียอวัยวะส่วนปลายก่อนการผ่าตัด	Helsinki University Hospital ⁴ 10.2 %	30.9 % (128/414)	22.9 % (22/96)	8.2 % (11/134)	6.2 % (14/225)
4. อัตราผู้ป่วยเกิดเหตุไม่พึงประสงค์กับขาข้างที่ทำผ่าตัดภายใน 30 วันหลังผ่าตัด	SVS 2009 ⁵ < 8 %	13.6 % (6/44)	13.1 % (24/183)	9.6 % (15/156)	5.9 % (12/202)
5. อัตราผู้ป่วยเกิดเหตุไม่พึงประสงค์ทางระบบหัวใจภายใน 30 วันหลังผ่าตัด	SVS 2009 ⁵ < 8 %	6.8 % (3/44)	5.5 % (10/183)	5.1 % (8/156)	5.4 % (11/202)

สรุปผลการดำเนินงาน

จากผลการดำเนินงานด้วยสินดังกล่าวข้างต้นพบว่าผลลัพธ์สอดคล้องกับการศึกษาในโรงพยาบาลระยะของ ที่ศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาคุณภาพการดูแลผู้ป่วยในคลินิกเบาหวาน ด้วยการใช้หลักการสืบค้นกับการจัดให้พยาบาลผู้จัดการรายกรณีได้มีโอกาสปฏิบัติบทบาทและมีเวลาเพียงพอในการให้บริการและดูแลผู้ป่วยมากขึ้น ส่งผลให้การรอคอยในแต่ละขั้นตอนบริการน้อยลง ทีมได้นำผลการดำเนินงานครั้งนี้มาเสนอต่อทีมพัฒนาคุณภาพของคณะฯ และพัฒนาต่อยอดเป็น the developmental research ต่อไป เพื่อให้เกิดกระบวนการพัฒนาอย่างเป็นระบบและส่งผลลัพธ์การดูแลที่ดีอย่างยั่งยืน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ นายแพทย์เจเนียน เรืองเศรษฐกิจ หัวหน้าภาควิชาศัลยศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ให้การสนับสนุนและข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ยิ่งสำหรับการศึกษานี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] อีรพร สิริอังกูรและขวัญภา ขวัญสถาพรกุล. การพัฒนาระบบบริการพยาบาลโดยผู้ปฏิบัติการพยาบาลชั้นสูงในสถานบริการสุขภาพ. วารสารการพยาบาลและการดูแลสุขภาพ 2557;32(2):170-80. Retrieved from <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/jnat-ned/article/view/21329/18451>
- [2] หน่วยวิจัยและวิชาการ ภาควิชาศัลยศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล. รายงานสถิติการผ่าตัดประจำปี 2562 . โรงพยาบาลศิริราช.
- [3] ธนิตา ฉิมวงษ์, จิราพร นิลสุ, นภาพร วาณิชยกุล. การประยุกต์ใช้หลักการของสินเพื่อพัฒนาคุณภาพการดูแลผู้ป่วยเบาหวาน ในคลินิกเบาหวาน โรงพยาบาลระยะของ. วารสารพยาบาลกระทรวงสาธารณสุข 2557;24(1):121-35. Retrieved from <https://he02.tci-thaijo.org/index.php/tnaph/article/view/18336>
- [4] Noronen K, Saarinen E, Alback A, Venermo M. Analysis of the Elective Treatment Process for Critical Limb Ischaemia with Tissue Loss: Diabetic Patients Require Rapid Revascularisation. Eur J Vasc Endovasc Surg. 2017;53(2):206-13.
- [5] Conte M.S., Geraghty P.J., Bradbury A.W., et al: Suggested objective performance goals and clinical trial design for evaluating catheter-based treatment of critical limb ischemia. J Vasc Surg 2009; 50: pp. 1462-1473.e1-3.

การเปรียบเทียบการใช้กระดาษและเวลาของระบบประเมินสมรรถนะ 360 องศา
รูปแบบออนไลน์กับรูปแบบใช้กระดาษ ของคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

The comparison of paper and time usage between the online system and
paper forms of a 360-degree performance evaluation
of Faculty of Pharmacy, Mahidol University.

โสรัจ ทศนเจริญ และ สิริธร พูลเอี่ยม*

งานเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
447 ถนนศรีอยุธยา แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร 10400

*ผู้นำเสนอผลงาน E-mail: sirthon.kam@mahidol.ac.th

บทคัดย่อ

งานเทคโนโลยีสารสนเทศและสื่อการเรียนการสอน คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ได้จัดทำซอฟต์แวร์เพื่อใช้ในการประเมินสมรรถนะ (competency) ของบุคลากรตามนโยบายของมหาวิทยาลัยมหิดล ซึ่งซอฟต์แวร์ดังกล่าวเรียกว่าระบบประเมินสมรรถนะ 360 องศาออนไลน์ เนื่องจากเล็งเห็นประโยชน์ในการลดการใช้กระดาษและเวลาของผู้ปฏิบัติงานในอนาคต โดยได้พัฒนาระบบขึ้นมาและเริ่มใช้ครั้งแรกในรอบการประเมินปี พ.ศ. 2553 จนถึงปัจจุบันปี พ.ศ. 2563 รวม 11 ปี คิดเป็นจำนวน 22 รอบการประเมิน ซึ่งจากข้อมูลการใช้ระบบพบว่าหากต้องการทำการประเมินด้วยรูปแบบที่ใช้กระดาษจะต้องใช้กระดาษอย่างน้อย 210,165 แผ่น และเพิ่มขึ้นเฉลี่ยไม่น้อยกว่าปีละ 14,000 แผ่น และสำหรับด้านการใช้เวลาที่เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานต้องใช้ตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลจนถึงสิ้นสุดการประเมินและแจ้งผลคะแนนให้ผู้เกี่ยวข้องทราบนั้น หากไม่มีการพัฒนาให้เกิดระบบฯ เจ้าหน้าที่จะต้องใช้เวลาต่อรอบการประเมินถึง 2,595 นาที ขณะที่ระบบประเมินสมรรถนะ 360 องศาออนไลน์ ใช้เวลาเพียง 245 นาที คิดเป็นการประหยัดเวลาได้ถึง 90.56% หรือ 2,350 นาที ต่อรอบการประเมิน ซึ่งตลอดระยะเวลา 11 ปีที่ผ่านมา มีรอบการประเมินทั้งสิ้น 22 รอบ จึงประหยัดเวลาไปได้ทั้งหมด 51,700 นาที ซึ่งเท่ากับ 861.67 ชั่วโมง หากคิดเป็นชั่วโมงการทำงานของเจ้าหน้าที่ 8 ชั่วโมง/วันทำการ จะพบว่าระบบประเมินสมรรถนะ 360 องศาออนไลน์สามารถช่วยประหยัดเวลาการทำงานของเจ้าหน้าที่ได้ถึง 107.71 วันทำการ ทั้งนี้การประเมินสมรรถนะยังคงต้องใช้อย่างต่อเนื่องในทุก ๆ ปี จึงเห็นได้ว่าระบบประเมินสมรรถนะ 360 องศาออนไลน์ ที่ทางงานเทคโนโลยีสารสนเทศฯ พัฒนาขึ้นมา นั้น มีความยั่งยืนในการช่วยลดการใช้กระดาษและลดเวลาการทำงานของเจ้าหน้าที่ได้อย่างดียิ่ง

คำสำคัญ การลดการใช้กระดาษ, ประเมินสมรรถนะออนไลน์

บทนำ

ปี พ.ศ. 2552 มหาวิทยาลัยมหิดลได้ออกนโยบายให้มีการประเมินสมรรถนะบุคลากรของมหาวิทยาลัยทุกระดับชั้น โดยแบ่งเป็นการประเมินสมรรถนะหลัก (core competency) สำหรับบุคลากรทุกคน และการประเมินสมรรถนะด้านบริหาร (managerial competency) สำหรับประเมินผู้บริหาร ทั้งนี้เพื่อนำผลประเมินที่ได้มาปรับปรุงและพัฒนาบุคลากรของ

มหาวิทยาลัยให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยมหาวิทยาลัยมหิดล ได้กำหนดหัวข้อหลักในประเมินสมรรถนะหลักไว้ 5 ข้อ และ หัวข้อหลักในประเมินสมรรถนะด้านบริหารไว้ 10 ข้อ ในแต่ละข้อจะมีคะแนนเต็ม 5 แต่ได้กำหนดค่าคาดหวังในแต่ละข้อไว้ โดยค่าคาดหวังนี้ไม่เท่ากันในแต่ละหัวข้อหลัก และค่าคาดหวังของบุคลากรต่างระดับยังมีค่าไม่เท่ากันแม้จะเป็นหัวข้อหลักเดียวกัน

การคิดคะแนนให้ยึดค่าคาดหวังเป็นตัวตั้ง โดยหากคะแนนที่ได้มากกว่าหรือเท่ากับค่าคาดหวังในหัวข้อนั้น ให้ถือว่าได้คะแนนเต็ม 100% หากได้คะแนนน้อยกว่าค่าคาดหวังให้คิดเปอร์เซ็นต์เทียบกับค่าคาดหวัง

ต่อมาในปี พ.ศ. 2561 มหาวิทยาลัยมหิดลได้ทำการเปลี่ยนหัวข้อหลักในการประเมินสมรรถนะหลักใหม่จาก 5 ข้อ เป็น 7 ข้อ เพื่อให้รองรับการประเมิน Mahidol Core Value หรือ M.A.H.I.D.O.L โดยในแต่ละหัวข้อหลักจะมีหัวข้อย่อยให้ประเมินคะแนน แล้วทำการหาค่าเฉลี่ยคะแนนทั้งหมดของหัวข้อย่อยนี้เก็บเป็นค่าคะแนนของหัวข้อหลัก แต่หัวข้อหลักสำหรับการประเมินสมรรถนะด้านบริหารยังคงเดิม และปรับคะแนนเต็มเป็น 10 ในทุกหัวข้อ

การที่มหาวิทยาลัยมหิดลได้กำหนดถึงรูปแบบวิธีการประเมิน ทางคณะเภสัชศาสตร์จึงได้กำหนดวิธีการประเมินโดยออกเป็นประกาศคณะเภสัชศาสตร์ ให้มีการประเมินแบบรอบตัว (360 องศา) คือบุคลากรสามารถประเมินผู้บริหารที่กำกับดูแล และยังสามารถประเมินบุคลากรในสังกัดเดียวกัน ส่วนผู้บริหารทุกระดับชั้น

สามารถประเมินบุคลากรในสังกัดที่ดูแลและประเมินผู้บริหารในระดับและประเภทเดียวกัน ดังตารางที่ 1 โดยคณะเภสัชศาสตร์ ได้กำหนดให้ค่าน้ำหนักการให้คะแนนของผู้บังคับบัญชาเป็น 30% จากคะแนนประเมินทั้งหมด

คะแนนประเมินที่ได้จะประกอบเป็นส่วนหนึ่งของคะแนนตามข้อตกลงการปฏิบัติงาน (performance agreement) ที่แต่ละบุคลากรต้องส่งเพื่อประกอบการพิจารณาเลื่อนขั้นเงินเดือน โดยคณะเภสัชศาสตร์ ได้กำหนดให้ใช้คะแนนประเมินสมรรถนะหลักเป็น 20% และคะแนนประเมินสมรรถนะด้านบริหารเป็น 10%

จากข้อกำหนดและหลักเกณฑ์ที่มหาวิทยาลัยและคณะวางเอาไว้ จะเห็นได้ว่าการประเมินสมรรถนะนี้หากไม่นำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาประยุกต์ใช้งาน จะเป็นงานที่มีขั้นตอนซับซ้อนและส่งผลต่อการสิ้นเปลืองทรัพยากรกระดาษ หมึกพิมพ์ และเวลาในการทำงานเป็นอย่างมากจึงจำเป็นต้องพัฒนาเป็นระบบประเมินสมรรถนะ 360 องศาออนไลน์ ขึ้นมาใช้งานตั้งแต่ครั้งแรกที่มหาวิทยาลัยได้ประกาศให้มีการประเมินสมรรถนะกับบุคลากรทุกระดับชั้น

ตารางที่ 1 แสดงวิธีการประเมินและถูกประเมิน

		ผู้ถูกประเมิน					
		คณบดี	รองคณบดี	หัวหน้าภาค	หัวหน้างาน	หัวหน้าหน่วย	บุคลากร
ผู้ประเมิน	คณบดี		/	/			
	รองคณบดี		/		/	/	/
	หัวหน้าภาค			/			/
	หัวหน้างาน		/		/	/	/
	หัวหน้าหน่วย		/		/	/	/
	บุคลากร		/	/	/	/	/

แนวคิดและทฤษฎี

องค์ประกอบสำหรับการพัฒนาสู่รูปแบบลิน ข้อที่ 5 มุ่งเน้นความสมบูรณ์แบบ (Perfection) โดยมุ่งสู่ความสมบูรณ์แบบด้วยการขจัดความสูญเปล่าอย่างเป็นระบบ (Systematic elimination) เพื่อลดต้นทุนขององค์กรและมุ่งสร้างมูลค่าสูงสุด (Maximum value) ให้กับลูกค้า โกลด์ ดีลีทธรรม (2547) เพิ่มศักยภาพการแข่งขันด้วยแนวคิดลิน [1]

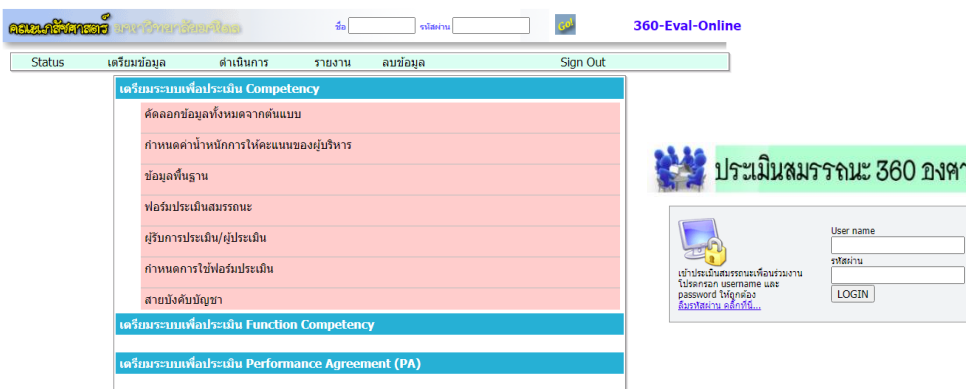
วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ระบบฯ สามารถลดการใช้ทรัพยากรกระดาษจากที่เกิดจากการประเมินสมรรถนะได้อย่างยั่งยืน
2. เพื่อให้ระบบฯ สามารถลดเวลาและขั้นตอนการทำงานของเจ้าหน้าที่ในการเตรียมข้อมูลการประเมินได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การดำเนินการและเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบฯ

เพื่อให้การทำงานเป็นไปอย่างสะดวกและอัตโนมัติมากที่สุดตั้งแต่ขั้นตอนแรกคือการจัดเตรียมข้อมูลก่อนประเมิน ขั้นตอนระหว่างประเมิน จนถึงขั้นตอนสุดท้ายคือการรวบรวมคะแนนและแจ้งคะแนนให้ผู้เกี่ยวข้องทราบ ผู้พัฒนาระบบฯ ได้พัฒนาด้วยภาษา ASP (Classic) ให้สามารถทำงานในรูปแบบ Web Base เพื่อให้ผู้ใช้งานระบบฯ สามารถเข้าใช้งานด้วยรหัสผู้ใช้งาน

และรหัสผ่านส่วนตัวจากระบบฐานข้อมูลบุคลากรของคณะฯ ที่มีอยู่เดิมผ่านทาง Web Browser ได้ตั้งที่แสดงในภาพที่ 1 โดยที่ระบบฯ นี้ทำงานอยู่ภายใน Web server ที่ใช้ระบบปฏิบัติการ Windows Server 2008 R2 และทำบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูล Microsoft SQL Server 2008 ซึ่งทำให้สามารถใช้ข้อมูลประกอบร่วมกับระบบฐานข้อมูลบุคลากรที่ได้พัฒนามาก่อนหน้าโดยมีเจ้าหน้าที่ฝ่ายทรัพยากรบุคคลเป็นผู้นำเข้าข้อมูลให้เป็นปัจจุบันอยู่ตลอดเวลา



รูปที่ 1 แสดงการเข้าระบบประเมินสมรรถนะ 360 องศาออนไลน์ ผ่าน Web browser

ระบบประเมินสมรรถนะออนไลน์ 360 องศา ได้เปิดใช้งานครั้งแรกในรอบปีการประเมิน พ.ศ. 2553 และใช้มาจนถึงปัจจุบันคือ พ.ศ. 2563 รวมระยะเวลา 11 ปี หรือ 22 รอบการประเมิน ผ่านการปรับปรุงแก้ไขถึง 3 ครั้งใหญ่เพื่อให้เป็นไปตามเกณฑ์และข้อกำหนดที่เกิดขึ้นใหม่ของมหาวิทยาลัยและคณะฯ อาทิ ข้อบังคับมหาวิทยาลัยมหิดล ว่าด้วย หลักเกณฑ์และวิธีการประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติงานในมหาวิทยาลัยมหิดล พ.ศ. 2559 และ พ.ศ.2561 [1][2][3] และการนำค่านิยม MAHIDOL ของมหาวิทยาลัยเพื่อใช้ในการประเมินสมรรถนะหลัก (Core Competency) [4][5]

โดยการพัฒนาฯ ขึ้นมานั้นได้ดำเนินการแต่ละขั้นตอนเป็นไปตามหลักของวงจร PDCA ดังนี้

1. วิเคราะห์ระบบในภาพรวม รวมถึงทำความเข้าใจระเบียบ กฎเกณฑ์ และข้อกำหนดต่าง ๆ ที่มหาวิทยาลัยและคณะฯ ได้กำหนดไว้ เพื่อทำการออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลเพื่อรองรับข้อมูลที่จะนำเข้า
2. สร้างฐานข้อมูลและพัฒนาซอฟต์แวร์ให้ได้ตามการดำเนินงานในข้อ 1

3. ทำการทดสอบซอฟต์แวร์เพื่อหาข้อผิดพลาด โดยเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบการประเมิน
4. ปรับปรุงซอฟต์แวร์ให้ได้ตามการดำเนินการในข้อ 3 จนเกิดเป็นระบบที่ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วิธีการประเมินระบบฯ

1. วิธีการหาจำนวนการลดการใช้กระดาษ

เพื่อให้ทราบถึงจำนวนกระดาษที่ต้องใช้ตลอด 22 รอบการประเมินที่ผ่านมาหากไม่มีการพัฒนาเป็นระบบออนไลน์นั้น คณะผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากฟอร์มการประเมินจากระบบออนไลน์มากรอกลงในกระดาษขนาด A4 สำหรับบุคลากรแต่ละกลุ่ม ซึ่งมีกลุ่มบุคลากรที่มีตำแหน่งบริหาร และกลุ่มระดับปฏิบัติการ ซึ่งทั้งสองกลุ่มมีการประเมินด้วยแบบฟอร์มการประเมินที่แตกต่างกัน พบว่า การประเมินฯ ช่วงปี พ.ศ.2553-2560 บุคลากรกลุ่มระดับปฏิบัติการต้องใช้กระดาษ 4 แผ่น/คน กลุ่มผู้มีตำแหน่งบริหารต้องใช้กระดาษ 9 แผ่น/คน และตั้งแต่การประเมินฯ รอบปี พ.ศ.2561 เป็นต้นมา ทางมหาวิทยาลัยมีการเปลี่ยนแปลงเกณฑ์และข้อกำหนด ทำให้ส่งผลต่อจำนวนกระดาษของแต่ละฟอร์มด้วย โดยกลุ่มระดับปฏิบัติการใช้กระดาษเป็น 3 แผ่น/คน กลุ่มผู้มีตำแหน่ง

บริหารใช้กระดาษเป็น 5 แผ่น/คน จากนั้นนำมาเทียบกับจำนวนการประเมินทั้งหมดในฐานข้อมูล จากข้อมูลข้างต้น สามารถหาจำนวนการใช้กระดาษทั้งหมดด้วยการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยภาษา SQL เพื่อคำนวณปริมาณกระดาษได้ดังนี้

```
“select sum ( totalpaper ) as totalpaper
from (select year, case when ( (formcode = 1 OR
formcode = 2 OR formcode=5 ) and year < 2561)
then num * 9 else case when ( ( formcode = 1 OR
formcode = 2 OR formcode = 5 ) and year >=
2561) then num * 5 else case when ( (
formcode=3 OR formcode=4 ) and year<2561 )
then num * 4 else case when ( ( formcode=3 OR
formcode = 4 ) and year>=2561 ) then num*3 end
end end totalpaper from ( select formcode,
year, count(*) as num from ( select r.*,
p.formcode FROM TABLE1 r left join TABLE2 p on
r.idevaluated = p.id and r.semester = p.semester
and r.year = p.year ) xx group by formcode, year
) yy ) zz where year = SPECIFICYEAR ”
```

2. วิธีเปรียบเทียบจำนวนเวลาที่ใช้ในการประเมิน

เนื่องจากทางคณะเภสัชศาสตร์ได้ใช้วิธีการประเมินฯ ในรูปแบบออนไลน์มาโดยตลอดตั้งแต่ครั้งแรก คณะผู้วิจัยจึงได้วิเคราะห์ขั้นตอนและประเมินเวลาที่ต้องใช้ในแต่ละขั้นตอนหากต้องประเมินด้วยรูปแบบที่ใช้กระดาษ มาเปรียบเทียบกับประเมินรูปแบบออนไลน์ ภายใต้ข้อกำหนดที่เหมือนกันคือ การประเมินทั้ง 2 รูปแบบใช้ข้อมูลจากระบบฐานข้อมูลบุคลากรที่มีอยู่เดิมของคณะฯ มาช่วยประกอบการจัดเตรียมการประเมิน กำหนดให้ในหนึ่งรอบการประเมินมีเจ้าหน้าที่ 1 คนเป็นผู้จัดเตรียมข้อมูล มีภาควิชาและหน่วยงานรวมทั้งสิ้น 25 หน่วยงาน มีจำนวนบุคลากรที่ต้องทำการประเมินทั้งหมดจำนวน 250 คน และในจำนวนนี้มีบุคลากรที่มีตำแหน่งบริหารจำนวน 30 คน

ผลลัพธ์และวิจารณ์ผล

1. ผลประเมินด้านการลดใช้กระดาษ

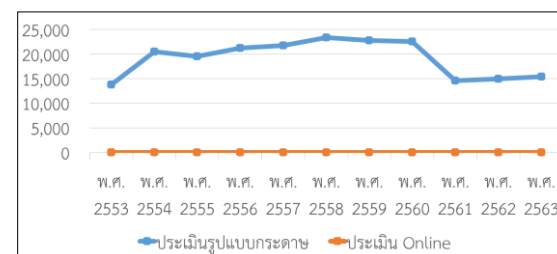
จากวิธีการประเมินการใช้กระดาษด้วยคำสั่ง SQL ข้างต้น จะได้ผลลัพธ์ดังแสดงตารางที่ 2 จึงสรุปได้ว่า หากไม่มีการพัฒนาระบบการประเมินเป็นรูปแบบออนไลน์ 22 รอบการประเมินที่ผ่านมา คณะฯ จะต้องใช้จำนวนกระดาษในการประเมินสมรรถนะถึง 210,165 แผ่น และหากใช้ปี พ.ศ. 2561 เป็นมาตรฐานจะพบว่าต้องมีการใช้กระดาษไม่น้อยกว่า 14,000 แผ่น ต่อไปในทุกๆ

ปีในอนาคต ซึ่งจำนวนนี้ยังไม่รวมจำนวนกระดาษที่อาจต้องเสียไปในความผิดพลาดที่เกิดจากการพิมพ์ การจัดส่ง หรือเหตุการณ์ต่างๆที่อาจเกิดขึ้นได้ ในขณะที่ระบบประเมินสมรรถนะ 360 องค์กรออนไลน์ ใช้กระดาษทั้งหมด 0 แผ่นมาโดยตลอด

ตารางที่ 2 ผลการหาจำนวนกระดาษที่ใช้ในการประเมินฯ

ปี	จำนวนกระดาษที่ใช้ (แผ่น)
พ.ศ. 2553	13,749
พ.ศ. 2554	20,484
พ.ศ. 2555	19,535
พ.ศ. 2556	21,188
พ.ศ. 2557	21,708
พ.ศ. 2558	23,338
พ.ศ. 2559	22,749
พ.ศ. 2560	22,531
พ.ศ. 2561	14,555
พ.ศ. 2562	14,961
พ.ศ. 2563	15,367
รวมกระดาษที่ใช้	210,165

จากตารางที่ 2 สามารถแสดงเป็นกราฟเส้นได้ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงกราฟเส้นเปรียบเทียบการใช้กระดาษของระบบประเมินฯ รูปแบบออนไลน์และรูปแบบใช้กระดาษ

2. ผลประเมินด้านการลดเวลา

จากขั้นตอนที่ได้จากการวิเคราะห์หากต้องประเมินด้วยรูปแบบที่ใช้กระดาษ ได้ผลลัพธ์ที่สามารถเปรียบเทียบได้ดังแสดงในตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่าการใช้การประเมินรูปแบบออนไลน์ ด้วยระบบประเมินสมรรถนะ 360 องค์กรออนไลน์ ที่ได้พัฒนาขึ้นมา นั้นสามารถลดขั้นตอนการทำงานลงได้ถึง 8 ขั้นตอน และใช้เวลาน้อยกว่าประมาณ 90.56% โดยเฉพาะอย่างยิ่งในขั้นตอนการเตรียมข้อมูลก่อนการประเมินและขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลและเผยแพร่หลังการประเมินดังที่แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบเวลาที่ใช้ระหว่างวิธีการประเมินด้วยรูปแบบที่ใช้กระดาษกับการประเมินรูปแบบออนไลน์
ใน 1 รอบการประเมิน

การประเมินรูปแบบที่ใช้กระดาษ		การประเมินรูปแบบออนไลน์	
ขั้นตอนการเตรียมข้อมูล	นาที	ขั้นตอนการเตรียมข้อมูล	นาที
1. เปิดใช้งานระบบฐานข้อมูลบุคลากร ส่งพิมพ์รายชื่อบุคลากร ณ ปัจจุบัน	15	1. เปิดระบบประเมินฯ คัดลอกข้อมูลเก่าในระบบที่เชื่อมโยงกับระบบฐานข้อมูลบุคลากร จะได้ข้อมูลบุคลากรที่เป็นปัจจุบัน	5
2. ตรวจสอบจำนวนที่ต้องถูกประเมินประเมินสมรรถนะหลักและจำนวนผู้บริหารที่ต้องถูกประเมินสมรรถนะด้านบริหาร และตรวจสอบจำนวนผู้ที่มีสิทธิ์ประเมินผู้อื่น	30	2. ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล	120
3. ส่งพิมพ์แบบประเมินจนกระทั่งแล้วเสร็จและจัดเย็บเป็นชุด (8 ชม)	480	3. ส่งให้ระบบประเมินฯ สร้างแบบฟอร์มออนไลน์พร้อมตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง	60
4. แบบประเมินที่เตรียมพร้อมแล้วนำมาคัดแยกตามหน่วยงานเพื่อจัดส่ง	30	-	0
5. ส่งแบบประเมินไปตามหน่วยงาน (3 ชม)	180	-	0
รวม	735	รวม	185
ขั้นตอนระหว่างเปิดการประเมิน	นาที	ขั้นตอนระหว่างเปิดการประเมิน	นาที
-	0	1. E-mail เตือนผู้ที่ยังไม่ทำประเมินให้ทำการประเมินก่อนปิดระบบการประเมินฯ	60
รวม	0	รวม	60
ขั้นตอนหลังปิดการประเมิน	นาที	ขั้นตอนหลังปิดการประเมิน	นาที
1. รวบรวมแบบประเมินตามหน่วยงาน	180	-	0
2. ตรวจเช็คบุคลากรยังไม่ทำแบบประเมิน	30	-	0
3. ส่งเมลหรือไลน์ให้บุคลากรตามข้อ 2)	30	-	0
4. ให้ความเวลาในการทำแบบประเมินที่ขาด (1 วัน)	480	-	0
5. นำข้อมูลลง MS Excel ที่มีสูตรการคำนวณคะแนนไว้แล้ว (1 วัน)	480	-	0
6. พิมพ์คะแนนให้กับผู้บังคับบัญชาและบุคลากร	480	-	0
7. จัดส่งไปคะแนน	180	เปิดให้ดูคะแนนได้แบบ real time ตั้งแต่เปิดการประเมิน	0
รวม	1,860	รวม	0
รวมทั้งหมด	2,595	รวม	245

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบการทำประเมินระบบรูปแบบที่ใช้กระดาษ กับการทำประเมินรูปแบบออนไลน์

ขั้นตอน	ใช้เวลา (นาที)		
	ประเมินรูปแบบใช้กระดาษ	ประเมินรูปแบบออนไลน์	ประหยัดเวลา
การเตรียมข้อมูล	735	185	74.83%
เปิดการประเมิน	0	60	0
หลังปิดการประเมิน	1,860	0	100%
รวม	2,595	245	90.56%

จากข้อมูลตามตารางที่ 3 และ 4 จะเห็นว่า การประเมินรูปแบบออนไลน์สามารถช่วยประหยัดเวลาในการจัดการระบบประเมินฯ ได้ถึงร้อยละ $(2,595-245) = 2,350$ นาที หรือใน 22 รอบประหยัดเวลาได้ 51,700 นาที ซึ่งเท่ากับ 861.67 ชั่วโมง หากคิด 8 ชั่วโมง/วันทำการ จะพบว่าใน 11 ปีที่ผ่านมา ระบบประเมินสมรรถนะ 360 องศาออนไลน์ สามารถช่วยประหยัดเวลาได้ถึง 107.71 วันทำการ

จากผลลัพธ์ข้างต้นแสดงให้เห็นว่าระบบประเมินสมรรถนะ 360 องศาออนไลน์ มีประสิทธิภาพในการลดการใช้กระดาษและเวลาให้กับทางคณะฯ ได้อย่างยั่งยืน และยังสอดคล้องกับเป้าหมาย SDGs ถึง 3 เป้าหมายได้แก่

เป้าหมายที่ 3: การมีสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดี เนื่องจากระบบการประเมินฯ ช่วยลดขั้นตอนการทำงานให้เจ้าหน้าที่

เป้าหมายที่ 9: อุตสาหกรรม นวัตกรรม และโครงสร้างพื้นฐาน เนื่องจากเป็นการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการปฏิบัติงาน

เป้าหมายที่ 13: การรับมือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เนื่องจากเป็นการลดการใช้กระดาษ จึงมีส่วนช่วยในการลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก

นอกจากนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการประเมินอื่นๆ ที่มีการใช้เวลาในการเตรียมการประเมิน และมีการใช้กระดาษในปริมาณมากต่อการประเมินอีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จได้ เนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูง จากรองศาสตราจารย์บุญเทียม คงศักดิ์ตระกูล และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ญ.จิระพรรณ จิตติคุณ ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทาง แก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

บรรณานุกรม

- [1] โกลด์ ดีศีลธรรม. (2547). เพิ่มศักยภาพการแข่งขันด้วยแนวคิดลีน. กรุงเทพฯ: บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน).
- [2] กองทรัพยากรบุคคล มหาวิทยาลัยมหิดล. ข้อบังคับ มหาวิทยาลัยมหิดล ว่าด้วย หลักเกณฑ์และวิธีการ ประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติงานใน มหาวิทยาลัยมหิดล พ.ศ. 2559 (แบบรายงานผลการดำเนินงานคณะกรรมการกลั่นกรองผลการ

ประเมินการปฏิบัติงาน). สืบค้น 9 ตุลาคม 2563, จาก <http://op.mahidol.ac.th/orpr/newhr/document/hr4/ข้อบังคับหลักเกณฑ์และวิธีการประเมินผลการปฏิบัติงาน.pdf>

- [3] กองทรัพยากรบุคคล มหาวิทยาลัยมหิดล. ข้อบังคับ มหาวิทยาลัยมหิดล ว่าด้วยการบริหารงานบุคคล พนักงานมหาวิทยาลัย (ฉบับที่ 5) พ.ศ. 2559. สืบค้น 9 ตุลาคม 2563, จาก <http://op.mahidol.ac.th/orpr/newhr/document/hr4/ข้อบังคับบริหารงานบุคคล%20ฉบับที่%205.pdf>
- [4] กองทรัพยากรบุคคล มหาวิทยาลัยมหิดล. ข้อบังคับ มหาวิทยาลัยมหิดล ว่าด้วยหลักเกณฑ์และวิธีการ ประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติงานใน มหาวิทยาลัยมหิดล (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2561. สืบค้น 9 ตุลาคม 2563, จาก <http://intranet.mahidol/op/orpr/newhr/document/hr4/270661ข้อบังคับประเมินผล2-2561.pdf>
- [5] กองทรัพยากรบุคคล มหาวิทยาลัยมหิดล. ศธ 0517/ว.4200 ลว 28 มิถุนายน 2560 เรื่อง แจ้งการนำ คำนियม MAHIDOL ของมหาวิทยาลัย เพื่อใช้ในการประเมินสมรรถนะหลัก (Core Competency). สืบค้น 9 ตุลาคม 2563, จาก <http://intranet.mahidol/op/orpr/Newhr/document/hr4/cc/ว4200วิธีการประเมินสมรรถนะหลัก.pdf>
- [6] กองทรัพยากรบุคคล มหาวิทยาลัยมหิดล. อว 78/ว 4065 ลว 11 มิถุนายน 2562 เรื่อง แจ้งการปรับ สมรรถนะหลัก (Core Competency). สืบค้น 9 ตุลาคม 2563, จาก <http://intranet.mahidol/op/orpr/Newhr/document/hr4/form-pa/11-6-62แจ้งการปรับสมรรถนะหลัก.pdf>

การใช้องค์ประกอบการทำงาน 5 ตัวชี้วัดในการดำเนินงานระบบห้องสมุดมหาวิทยาลัยมหิดล
เพื่อความเป็นเลิศและยั่งยืน

The use of 5 performance indicators for proceeding Mahidol University library
system to be the excellent and sustainable organization

รุ่งนภา แสงระวี^{1*} ปัทมา ปานมีทรัพย์² และ วิชาดา บุญจันทร์กุล³

¹ห้องสมุดเนวิน เอส สกริมซอร์ สถาบันโภชนาการ หอสมุดและคลังความรู้มหาวิทยาลัยมหิดล มหาวิทยาลัยมหิดล ถนนพุทธมณฑลสาย 4 ตำบลศาลายา
อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม 73170

²ห้องสมุดเนวิน เอส สกริมซอร์ สถาบันโภชนาการ หอสมุดและคลังความรู้มหาวิทยาลัยมหิดล มหาวิทยาลัยมหิดล ถนนพุทธมณฑลสาย 4 ตำบลศาลายา
อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม 73170

³งานบริการ หอสมุดกลาง หอสมุดและคลังความรู้มหาวิทยาลัยมหิดล มหาวิทยาลัยมหิดล ถนนพุทธมณฑลสาย 4 ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล
จังหวัดนครปฐม 73170

*E-mail: rungnapa.srw@mahidol.ac.th

บทคัดย่อ

หอสมุดและคลังความรู้มหาวิทยาลัยมหิดล เป็นส่วนงานสนับสนุนวิชาการของมหาวิทยาลัยมหิดลได้ประกาศวิสัยทัศน์ “มุ่งมั่นที่จะเป็นห้องสมุดและแหล่งเรียนรู้ชั้นนำ เพื่อขับเคลื่อนมหาวิทยาลัยมหิดลสู่ระดับโลก” และตั้งปณิธานที่จะเป็น “แหล่งเรียนรู้เพื่อพัฒนาปัญญาของแผ่นดิน” โดยมีพันธกิจหลักคือ “การพัฒนาทรัพยากรสารสนเทศ คลังความรู้ และแหล่งเรียนรู้มุ่งสู่คุณภาพบริการ” ทั้งนี้ เพื่อสนับสนุนหลักสูตรการเรียนการสอนและการวิจัยของคณะ/สถาบันต่าง ๆ ในมหาวิทยาลัยมหิดล โดยการจัดหาทรัพยากรสารสนเทศ ฐานข้อมูล และคลังความรู้ เพื่อให้บริการทั้งในรูปแบบสิ่งพิมพ์และอิเล็กทรอนิกส์ บริการห้องสมุดแบบ Walk-in และแบบออนไลน์ บริการพื้นที่แห่งการเรียนรู้ ส่งเสริมการอ่านและการค้นคว้าแก่นักศึกษาทั้งในระดับปริญญาตรีและบัณฑิตศึกษา อาจารย์ บุคลากรของมหาวิทยาลัยมหิดล และผู้ใช้บริการห้องสมุดทั่วไป รวมทั้งให้บริการทางวิชาการด้านสารสนเทศ แก่สังคมและชุมชน การบริการ แบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ 1. บริการห้องสมุดแบบ Walk-in 2. บริการห้องสมุดออนไลน์ 3. บริการคลังความรู้มหาวิทยาลัยมหิดล 4. บริการแหล่งเรียนรู้เพื่อสังคมและชุมชน

การบริการทรัพยากรสารสนเทศ เป็นหนึ่งในบริการห้องสมุดแบบ Walk-in ประกอบด้วย บริการยืมคืนทรัพยากรสารสนเทศ บริการยืมระหว่างห้องสมุดภายในมหาวิทยาลัยมหิดล(Mahidol Book Delivery) บริการยืมระหว่างห้องสมุดภายในเครือข่ายห้องสมุดสถาบันอุดมศึกษา(Interlibrary Loan: ILL) และบริการนำส่งเอกสาร(Document Delivery Service: DDS)

กลยุทธ์การบริการทรัพยากรสารสนเทศของหอสมุดและคลังความรู้ฯ ช่วยสนับสนุนและส่งเสริมให้เกิดการใช้ทรัพยากรร่วมกันอย่างคุ้มค่า เกิดประโยชน์สูงสุด ช่วยลดงบประมาณค่าใช้จ่ายการจัดซื้อทรัพยากรสารสนเทศ อีกทั้งช่วยตอบสนองความต้องการใช้บริการและสามารถช่วยเหลือผู้ใช้บริการให้ได้รับทรัพยากรสารสนเทศที่ต้องการจากห้องสมุดอื่น ๆ ทั้งจากภายในประเทศและต่างประเทศ ส่งผลให้ได้รับระดับความพึงพอใจต่อคุณภาพการบริการที่ได้รับจากห้องสมุดมหาวิทยาลัยมหิดลในระดับมาก นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับทฤษฎีปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงที่มีจุดเน้นคือความยั่งยืน สอดคล้องกับเป้าหมายเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals –SDGs) คือ เป้าหมายที่ 4: การศึกษาที่เท่าเทียม(Quality Education) รับรองการศึกษาที่เท่าเทียมและทั่วถึง ส่งเสริมโอกาสการเรียนรู้ตลอดชีวิตสำหรับทุกคน และเป้าหมายที่ 17: ความร่วมมือเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน (Partnerships for the Goals) สร้างพลังแห่งการเป็นหุ้นส่วน ความร่วมมือระดับสากลต่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

คำสำคัญ การบริการทรัพยากรสารสนเทศ บริการยืมคืนทรัพยากรสารสนเทศ บริการยืมระหว่างห้องสมุดภายในมหาวิทยาลัยมหิดล บริการยืมระหว่างห้องสมุดภายในเครือข่ายห้องสมุดสถาบันอุดมศึกษา บริการนำส่งเอกสาร Mahidol Book Delivery Interlibrary Loan ILL Document Delivery Service DDS

บทนำ

หอสมุดและคลังความรู้มหาวิทยาลัยมหิดล ในฐานะเป็นส่วนงานสนับสนุนวิชาการของมหาวิทยาลัยมหิดลได้ประกาศวิสัยทัศน์ “มุ่งมั่นที่จะเป็นห้องสมุดและแหล่งเรียนรู้ชั้นนำเพื่อขับเคลื่อนมหาวิทยาลัยมหิดลสู่ระดับโลก” และตั้งปณิธานที่จะเป็น “แหล่งเรียนรู้เพื่อพัฒนาปัญญาของแผ่นดิน”[1] โดยหอสมุดและคลังความรู้ฯ มีพันธกิจหลักคือ “การพัฒนาทรัพยากรสารสนเทศ คลังความรู้ และแหล่งเรียนรู้ มุ่งสู่คุณภาพบริการ” ทั้งนี้ เพื่อสนับสนุนหลักสูตรการเรียนการสอนและการวิจัยของคณะ/สถาบันต่าง ๆ ในมหาวิทยาลัยมหิดล โดยการจัดหาทรัพยากรสารสนเทศ ฐานข้อมูล และคลังความรู้ เพื่อให้บริการทั้งในรูปแบบสิ่งพิมพ์และอิเล็กทรอนิกส์ บริการห้องสมุดแบบ Walk-in และแบบออนไลน์ บริการพื้นที่แห่งการเรียนรู้ ส่งเสริมการอ่านและการค้นคว้าแก่นักศึกษาทั้งในระดับปริญญาตรีและบัณฑิตศึกษา อาจารย์ บุคลากรของมหาวิทยาลัยมหิดล และผู้ใช้บริการห้องสมุดทั่วไป รวมทั้งให้บริการทางวิชาการด้านสารสนเทศแก่สังคมและชุมชน[2]

ทรัพยากรสารสนเทศที่ส่งมอบให้แก่ผู้ใช้บริการกลุ่มต่าง ๆ มีดังนี้

ตารางที่ 1 จำนวนทรัพยากรสารสนเทศที่ให้บริการ ปี 2561

รายการ	จำนวน	หน่วย
หนังสือที่ให้บริการบนระบบ	591,719	ชื่อ
ห้องสมุดอัตโนมัติ Sierra (Mahidol Library Catalogs)	/ 889,689	/ เล่ม
วิทยานิพนธ์ (ตัวเล่ม / ฉบับอิเล็กทรอนิกส์)	38,058 / 19,681	ชื่อ / ไฟล์
หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-Books) ที่ขอรับรายปี	289,226	ชื่อ
หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-Books) ที่ซื้อขาด	49,098	ชื่อ
ฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ (e-Databases) ทั้งหมดที่ให้บริการบนเว็บไซต์	116	ฐานข้อมูล
วารสารอิเล็กทรอนิกส์ (e-Journals) ทั้งหมด ที่ให้บริการบนเว็บไซต์	39,422	ชื่อ
วารสารฉบับพิมพ์ (ฉบับปัจจุบัน / ฉบับย้อนหลัง)	89 / 7,566	ชื่อ / ชื่อ
ดรชชนีวารสารภาษาไทย (Mahidol Library Journal Index)	27,995	ระเบียบ

รายการ	จำนวน	หน่วย
ทรัพยากรสารสนเทศและสื่อด้านดนตรี ของห้องสมุดดนตรีสมเด็จพระเทพรัตน์	9,961 / 16,068	ชื่อ / รายการ
ทรัพยากรสารสนเทศระบบเปิด (Mahidol OER) บนฐานข้อมูลของสวทช.	4,165	ชื่อ / ภาพ
วิดีโอคำบรรยายรายวิชาพื้นฐานในรูปแบบดิจิทัล (e-Lecture) เก็บรักษาย้อนหลัง 3 ปี	1,737	ไฟล์
ข้อมูลผลงานวิชาการในคลังสารสนเทศสถาบันของมหาวิทยาลัยมหิดล (Mahidol IR)	15,940	ระเบียบ
ข้อมูลคลังเอกสารจดหมายเหตุ มหาวิทยาลัยมหิดล (Mahidol Archives)	1,685	ระเบียบ

การบริการของหอสมุดและคลังความรู้ฯ แบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่

1. บริการห้องสมุดแบบ Walk-in ประกอบด้วย บริการทรัพยากรสารสนเทศ บริการให้ความรู้ทางวิชาการด้านสารสนเทศ บริการพื้นที่และสิ่งอำนวยความสะดวก และบริการวิดีโอคำบรรยายรายวิชาพื้นฐานในรูปแบบดิจิทัล (e-Lecture)

2. บริการห้องสมุดออนไลน์ ประกอบด้วย บริการสืบค้นฐานข้อมูล หนังสือและวารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางออนไลน์ และแบบ Remote Access Off-Campus บริการสืบค้น Mahidol Library Catalogs (OPAC) บริการสืบค้นทรัพยากรสารสนเทศทุกประเภทแบบ Single Search และ Mahidol Libraries e-Journals Apps บนอุปกรณ์พกพา

3. บริการคลังความรู้มหาวิทยาลัยมหิดล ประกอบด้วย บริการคลังสารสนเทศสถาบันของมหาวิทยาลัยมหิดล (Mahidol IR) บริการคลังข้อมูลจดหมายเหตุมหาวิทยาลัยมหิดล (Mahidol Archives) บริการวิทยานิพนธ์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยมหิดล (ทั้งตัวเล่มและอิเล็กทรอนิกส์) และ บริการหนังสือตำราวิชาการของสำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหิดล

4. บริการแหล่งเรียนรู้เพื่อสังคมและชุมชน ประกอบด้วย บริการนำชมนิทรรศการ หอพระราชประวัติสมเด็จพระบรมราชชนก และหอเกียรติยศแห่งมหาวิทยาลัยมหิดล บริการจัดกิจกรรมและฝึกอบรมทางวิชาการ และ บริการแหล่งความรู้อื่นๆ [2]

ในการ “พัฒนาทรัพยากรสารสนเทศ คลังความรู้และแหล่งเรียนรู้มุ่งคุณภาพบริการ” อาศัยสมรรถนะหลักที่ชัดเจนขององค์กร 2 ประการ คือ 1) ศักยภาพด้านการพัฒนาทรัพยากรสารสนเทศ คลังความรู้และแหล่งเรียนรู้และ 2) ศักยภาพด้านการบริการที่เป็นเลิศ ขับเคลื่อนไปสู่เป้าหมายโดยรวมพลังความคิดและความเชื่อของบุคลากรทุกคนให้เป็นไปในทิศทางเดียวกันด้วยค่านิยมหลักองค์กร M-A-H-I-D-O-L ของมหาวิทยาลัยมหิดล ผสมผสานกับค่านิยมหลัก M-U-L-K-C ของหอสมุดและคลังความรู้ฯ คือ M-Minded บริการด้วยใจ U-Utilization ใช้ทรัพยากรให้คุ้มค่า L-Learning เรียนรู้ตลอดเวลา K-Knowledge พัฒนาความรู้ C-Customer เน้นผู้รับบริการเป็นสำคัญ[2]

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสนับสนุนและส่งเสริมให้เกิดการใช้ทรัพยากรร่วมกันอย่างคุ้มค่าและเกิดประโยชน์สูงสุด
2. เพื่อลดงบประมาณค่าใช้จ่ายการจัดซื้อทรัพยากรสารสนเทศของหอสมุดและคลังความรู้มหาวิทยาลัยมหิดล และส่วนงานต่างๆ ของมหาวิทยาลัยมหิดล
3. เพื่อตอบสนองความต้องการใช้บริการและสามารถช่วยเหลือผู้ใช้บริการให้ได้รับทรัพยากรสารสนเทศที่ต้องการจากห้องสมุดอื่น ๆ ทั้งจากภายในประเทศและต่างประเทศ

ขอบเขตการดำเนินงาน

การบริการทรัพยากรสารสนเทศ เป็นหนึ่งในบริการห้องสมุดแบบ Walk-in ประกอบด้วย บริการยืมคืนทรัพยากรสารสนเทศ บริการยืมระหว่างห้องสมุดภายในมหาวิทยาลัยมหิดล (Mahidol Book Delivery) บริการยืมระหว่างห้องสมุดภายในเครือข่ายห้องสมุดสถาบันอุดมศึกษา (Interlibrary Loan: ILL) และ บริการนำส่งเอกสาร (Document Delivery Service: DDS) [2] มีขอบเขตการดำเนินงานดังนี้

1. บริการยืมคืนทรัพยากรสารสนเทศ เป็นบริการให้ยืมและคืนทรัพยากรสารสนเทศด้วยระบบห้องสมุดอัตโนมัติ การบริการห้องสมุด ประกอบด้วย หอสมุดกลาง ห้องสมุดคณะ/สถาบันต่าง ๆ ในสังกัด จำนวน 10 แห่ง ได้แก่ หอสมุดกลาง ห้องสมุดวิทยาเขตราชวิถี ห้องสมุดคณะเภสัชศาสตร์ ห้องสมุดคณะเทคนิคการแพทย์ ห้องสมุดคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ ห้องสมุดสถาบันโภชนาการ ห้องสมุดสถาบันพัฒนาสุขภาพอาเซียน ห้องสมุดสถาบันวิจัยประชากรและสังคม ห้องสมุดสถาบันวิจัยภาษาและวัฒนธรรมเอเชีย และห้องสมุดวิทยาลัยราชสุดา อีกทั้งประสานเครือข่ายความร่วมมือกับห้องสมุดอื่น ๆ ที่อยู่ภายใต้สังกัดคณะ/สถาบันต่าง ๆ ทุกวิทยาเขต ของมหาวิทยาลัยมหิดล รวมทั้งสิ้น 37 แห่ง[2]

2. บริการยืมระหว่างห้องสมุดภายในมหาวิทยาลัยมหิดล (Mahidol Book Delivery) เป็นบริการยืมระหว่างห้องสมุดในมหาวิทยาลัยมหิดล จากเครือข่าย Mahidol Book Delivery จำนวน 27 แห่ง แบ่งเป็น สมาชิกที่อยู่ในวิทยาเขตศาลายา มี 20 ห้องสมุด สมาชิกที่อยู่ในวิทยาเขตบางกอกน้อย มี 2 ห้องสมุด สมาชิกที่อยู่ในวิทยาเขตพญาไท มี 4 ห้องสมุด และสมาชิกที่อยู่ในวิทยาเขตกาญจนบุรี มี 1 ห้องสมุด เพื่อสนับสนุนและส่งเสริมให้เกิดการใช้ทรัพยากรร่วมกันอย่างคุ้มค่าและตอบสนองความต้องการใช้บริการของผู้ใช้บริการ[3]

3. บริการยืมระหว่างห้องสมุดภายในเครือข่ายห้องสมุดสถาบันอุดมศึกษา (Interlibrary Loan: ILL) เป็นบริการยืมระหว่างห้องสมุด เกิดขึ้นจากความร่วมมือกันของคณะทำงานฝ่ายบริการสารสนเทศ ห้องสมุดสถาบันอุดมศึกษา จาก 27 แห่ง จำนวน 39 ห้องสมุด ทำให้เกิดการใช้ทรัพยากรร่วมกัน (Resource Sharing) อย่างคุ้มค่า เกิดประโยชน์สูงสุด และสามารถช่วยเหลือผู้ใช้บริการให้ได้รับทรัพยากรสารสนเทศที่ต้องการจากห้องสมุดอื่น ๆ ทั้งจากภายในประเทศและต่างประเทศ[4]

4. บริการนำส่งเอกสาร (Document Delivery Service: DDS) เป็นบริการสำเนาเอกสารระหว่างห้องสมุดทั้งในประเทศและต่างประเทศ

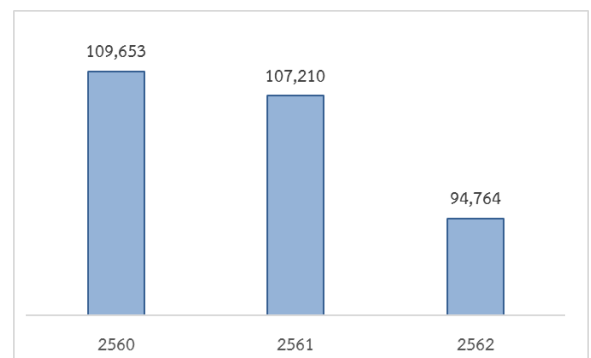
ผลการดำเนินงาน

ผลการดำเนินงานให้บริการทรัพยากรสารสนเทศ ดังนี้

1. บริการยืมคืนทรัพยากรสารสนเทศ

ตารางที่ 2 สถิติการยืมทรัพยากรสารสนเทศจากระบบห้องสมุดอัตโนมัติ Sierra

ปี	2560	2561	2562
รวม	109,653	107,210	94,764



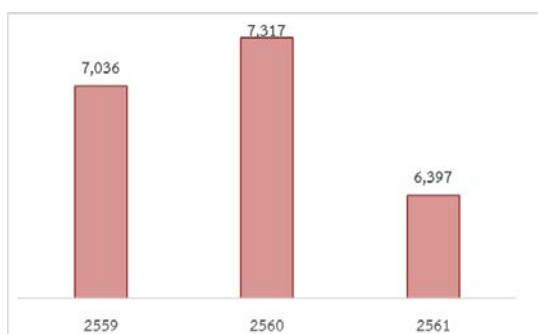
รูปที่ 1 สถิติการยืมทรัพยากรสารสนเทศจากระบบห้องสมุดอัตโนมัติ Sierra

สถิติการยืมทรัพยากรสารสนเทศจากระบบห้องสมุดอัตโนมัติ Sierra ในปี 2562 มีจำนวน 94,764 เล่ม ลดลงจากปี 2560 ซึ่งมีจำนวน 109,653 เล่ม และ ปี 2561 จำนวน 107,210 เล่ม สืบเนื่องจากพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงไปของผู้ใช้บริการ เนื่องจากสถิติการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-Books) มีจำนวนเพิ่มมากขึ้น[5]

2. บริการยืมระหว่างห้องสมุดภายในมหาวิทยาลัยมหิดล (Mahidol Book Delivery)

ตารางที่ 3 สถิติบริการยืมระหว่างห้องสมุดภายในมหาวิทยาลัยมหิดล (Mahidol Book Delivery)

ปี	2559	2560	2561
รวม	7,036	7,317	6,397



รูปที่ 2 สถิติบริการยืมระหว่างห้องสมุดภายในมหาวิทยาลัยมหิดล (Mahidol Book Delivery)

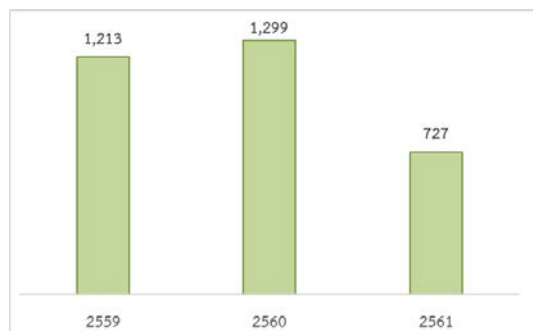
สถิติบริการยืมระหว่างห้องสมุดภายในมหาวิทยาลัยมหิดล (Mahidol Book Delivery) ในปี 2561 มีจำนวน 6,397 เล่ม ลดลงจากปี 2559 ซึ่งมีจำนวน 7,036 เล่ม และ ปี 2560 จำนวน 7,317 เล่ม เนื่องจากผู้ให้บริการมีทางเลือกในการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-Books)[5]

3. บริการยืมระหว่างห้องสมุดภายในเครือข่ายห้องสมุดสถาบันอุดมศึกษา (Interlibrary Loan: ILL) และ

4. บริการนำส่งเอกสาร (Document Delivery Service: DDS)

ตารางที่ 4 สถิติบริการยืมระหว่างห้องสมุดภายในเครือข่ายห้องสมุดสถาบันอุดมศึกษาและบริการนำส่งเอกสาร

ปี	2559	2560	2561
รวม	1,213	1,299	727



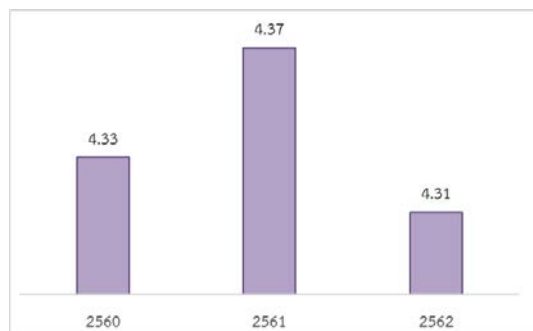
รูปที่ 3 สถิติบริการยืมระหว่างห้องสมุดภายในเครือข่ายห้องสมุดสถาบันอุดมศึกษาและบริการนำส่งเอกสาร

สถิติบริการยืมระหว่างห้องสมุดภายในเครือข่ายห้องสมุดสถาบันอุดมศึกษาและบริการนำส่งเอกสาร ในปี 2561 มีจำนวน 727 เล่ม ลดลงจากปี 2559 ซึ่งมีจำนวน 1,213 เล่ม และ ปี 2560 จำนวน 1,299 เล่ม[2] และจากสถิติการใช้งานยืมระหว่างห้องสมุด (Interlibrary Loan) ผ่านระบบ EBSCO Discovery Service เดือน ม.ค. - ธ.ค. 2562 พบว่ามหาวิทยาลัยมหิดลส่งคำร้อง “ขอรับบริการ(Borrowing)” เป็นอันดับที่ 5 คิดเป็น ร้อยละ 4.23 และรับคำร้อง “ให้บริการ(Lending)” เป็นลำดับที่ 2 คิดเป็น ร้อยละ 9.99 สามารถลดค่าใช้จ่ายได้ จำนวน 78,000 บาท[6] และ

ภาพรวมการสำรวจความพึงพอใจต่อคุณภาพการบริการที่ได้รับจากห้องสมุดมหาวิทยาลัยมหิดล

ตารางที่ 5 ผลสำรวจความพึงพอใจต่อคุณภาพการบริการที่ได้รับจากห้องสมุดมหาวิทยาลัยมหิดล

ปี	2560	2561	2562
ระดับความพึงพอใจ	4.33	4.37	4.31



รูปที่ 4 ผลสำรวจความพึงพอใจต่อคุณภาพการบริการที่ได้รับจากห้องสมุดมหาวิทยาลัยมหิดล

ระดับความพึงพอใจต่อคุณภาพการบริการที่ได้รับจากห้องสมุดมหาวิทยาลัยมหิดล ในปี 2562 ผู้ใช้บริการมีความพึงพอใจในระดับ 4.31 ลดลงจากปี 2560 และปี 2561 ซึ่งมีความพึงพอใจในระดับ 4.33 และ 4.37 ตามลำดับ[7]

สรุป

จากค่านิยมหลัก M-U-L-K-C ของหอสมุดและคลังความรู้ฯ คือ M-Minded บริการด้วยใจ U-Utilization ใช้ทรัพยากรให้คุ้มค่า L-Learning เรียนรู้ตลอดเวลา K-Knowledge พัฒนาความรู้ C-Customer เน้นผู้รับบริการเป็นสำคัญ นำมาซึ่งนโยบายลดค่าใช้จ่าย-เสริมสร้างรายได้ ส่งเสริมการสร้างเครือข่ายความร่วมมือกับห้องสมุดอื่นทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย โดยกลยุทธ์การบริการทรัพยากรสารสนเทศ คือ

1. บริการยืมคืนทรัพยากรสารสนเทศ เป็นบริการให้ยืมและคืนทรัพยากรสารสนเทศด้วยระบบห้องสมุดอัตโนมัติ การบริการห้องสมุด ประกอบด้วย หอสมุดกลาง ห้องสมุดคณะ/สถาบันต่าง ๆ ในสังกัด จำนวน 10 แห่ง และเครือข่ายความร่วมมือกับห้องสมุดอื่น ๆ ที่อยู่ภายใต้สังกัดคณะ/สถาบันต่าง ๆ ทุกวิทยาเขต ของมหาวิทยาลัยมหิดล รวมทั้งสิ้น 37 แห่ง

2. บริการยืมระหว่างห้องสมุดภายในมหาวิทยาลัยมหิดล (Mahidol Book Delivery) เป็นบริการยืมระหว่างห้องสมุดในมหาวิทยาลัยมหิดล จากเครือข่าย Mahidol Book Delivery จำนวน 27 แห่ง

3. บริการยืมระหว่างห้องสมุดภายในเครือข่ายห้องสมุดสถาบันอุดมศึกษา (Interlibrary Loan: ILL) เป็นบริการยืมระหว่างห้องสมุด จากความร่วมมือกันของคณะทำงานฝ่ายบริการสารสนเทศ ห้องสมุดสถาบันอุดมศึกษา จาก 27 แห่ง จำนวน 39 ห้องสมุด

4. บริการนำส่งเอกสาร (Document Delivery Service: DDS) เป็นบริการสำเนาเอกสารระหว่างห้องสมุดทั้งในประเทศและต่างประเทศ

กลยุทธ์การบริการทรัพยากรสารสนเทศของหอสมุดและคลังความรู้ฯ ช่วยสนับสนุนและส่งเสริมให้เกิดการใช้ทรัพยากรร่วมกันอย่างคุ้มค่า เกิดประโยชน์สูงสุด ช่วยลดงบประมาณค่าใช้จ่ายการจัดซื้อทรัพยากรสารสนเทศ อีกทั้งช่วยตอบสนองความต้องการใช้บริการและสามารถช่วยเหลือผู้ใช้บริการให้ได้รับทรัพยากรสารสนเทศที่ต้องการจากห้องสมุดอื่น ๆ ทั้งจากภายในประเทศและต่างประเทศ ส่งผลให้ได้รับระดับความพึงพอใจต่อคุณภาพการบริการที่ได้รับจากห้องสมุดมหาวิทยาลัยมหิดลในระดับมาก ด้วยปรัชญาว่า “หนังสือเป็นอมสิน เป็นสิ่งที่จะทำให้มนุษย์ก้าวหน้าได้โดยแท้” และวิสัยทัศน์ว่า “มุ่งมั่นที่จะเป็นห้องสมุดและแหล่งเรียนรู้ชั้นนำเพื่อขับเคลื่อนมหาวิทยาลัยมหิดลสู่ระดับโลก” นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับทฤษฎีปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงที่มีจุดเน้นคือความยั่งยืน สอดคล้องกับเป้าหมายเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals –SDGs) คือ เป้าหมายที่ 4: การศึกษาที่เท่าเทียม(Quality Education) รับรองการศึกษา

ที่เท่าเทียมและทั่วถึง ส่งเสริมโอกาสการเรียนรู้ตลอดชีวิตสำหรับทุกคน และเป้าหมายที่ 17: ความร่วมมือเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน(Partnerships for the Goals) สร้างพลังแห่งการเป็นหุ้นส่วน ความร่วมมือระดับสากลต่อการพัฒนาที่ยั่งยืน[8]

เอกสารอ้างอิง

- [1] หอสมุดและคลังความรู้มหาวิทยาลัยมหิดล. (2563). รายงานการพัฒนาคุณภาพองค์กรด้วยเกณฑ์ EdPEX ประจำปีงบประมาณ 2562. สืบค้น 26 กันยายน 2563, จาก <http://intranet.li.mahidol/qa/2563/doc/3.LI-EdPEX-62-develop-plan.pdf>
- [2] หอสมุดและคลังความรู้มหาวิทยาลัยมหิดล. (2563). รายงานการประเมินตนเองตามเกณฑ์ EdPEX ประจำปีงบประมาณ 2561. สืบค้น 26 กันยายน 2563, จาก <http://intranet.li.mahidol/qa/2561/doc/mahidol-libraries-EdPEX61.pdf>
- [3] หอสมุดและคลังความรู้มหาวิทยาลัยมหิดล. (2563). โครงการสำรวจความพึงพอใจที่มีต่อการใช้บริการยืมระหว่างห้องสมุดในมหาวิทยาลัยมหิดล(Mahidol Book Delivery). สืบค้น 28 กันยายน 2563, จาก <http://intranet.li.mahidol/project/2562/S2/62-S2-O2-02-LI-Mahidol-Book-Delivery.pdf>
- [4] คณะทำงานฝ่ายบริการสารสนเทศ ห้องสมุดสถาบันอุดมศึกษา. (2563). คณะทำงานฝ่ายบริการสารสนเทศและยืมระหว่างห้องสมุด. สืบค้น 27 กันยายน 2563, จาก <https://tswggroup.wordpress.com/about/reference/>
- [5] หอสมุดและคลังความรู้มหาวิทยาลัยมหิดล. (2563). สถิติ. สืบค้น 27 กันยายน 2563, จาก <https://www.li.mahidol.ac.th/statistics/>
- [6] หอสมุดและคลังความรู้มหาวิทยาลัยมหิดล. (2563). สถิติ. สืบค้น 27 กันยายน 2563, จาก https://www.li.mahidol.ac.th/pdf/ILL_PULINDT_2020_01.pdf
- [7] หอสมุดและคลังความรู้มหาวิทยาลัยมหิดล. (2563). เสียงของลูกค้า VOC. สืบค้น 3 ธันวาคม 2563, จาก <https://www.li.mahidol.ac.th/voice-of-the-customer/>
- [8] United Nations Department of Global Communications. (2020). THE 17 GOALS. Retrieved 27 September 2020, from <https://sdgs.un.org/goals>

การจัดการมูลฝอยติดเชื้อจากกรณีสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19

: กรณีศึกษา คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล

The Infectious Waste Management during the COVID-19 Outbreak

: Case study of faculty of Tropical Medicine

พิทยา พิรุณอมรพันธุ์¹, จุฑามาศ จันทร์รัตนา¹, เบญจวรรณ แหวงแดง¹, ไพรยา นวะมะวัฒน์¹, พัชริดา พบถาวร^{1*}

¹โรงพยาบาลเวชศาสตร์เขตร้อน คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล 420/6 ถ.ราชวิถี เขตราชเทวี แขวงทุ่งพญาไท กรุงเทพมหานคร 10400

*Corresponding author email: patcharida.pob@mahidol.ac.th

บทคัดย่อ

สถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ยังคงเป็นปัญหาด้านสาธารณสุขทั่วโลก จำนวนผู้ติดเชื้อและผู้เสียชีวิตยังคงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ประเทศไทยมีการป้องกันและควบคุมการแพร่กระจายเชื้อได้เป็นอย่างดี ด้วยมาตรการต่างๆ ของภาครัฐและความร่วมมือจากทุกภาคส่วน มาตรการส่วนบุคคลอย่างหนึ่งที่ใช้ได้ผลดี คือการป้องกันตนเองด้วยการสวมหน้ากากอนามัย งานวิจัยนี้ นำเสนอวิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอรูปแบบการจัดการหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้ว ซึ่งจัดเป็นมูลฝอยติดเชื้อประเภทหนึ่ง คณะผู้วิจัยประชาสัมพันธ์มาตรการความปลอดภัยหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้ว โดยกำหนดให้ทั้งหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้วในภาชนะที่เตรียมไว้และมีการตรวจนับจำนวนหน้ากากที่ถูกทิ้งในภาชนะที่กำหนด จำนวน 6 จุด ในพื้นที่ของคณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล ครอบคลุมทั้ง 7 อาคาร ยกเว้นอาคารโรงพยาบาล ซึ่งปฏิบัติตามมาตรการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อ ผลการศึกษาวิจัยพบว่า มีการทิ้งมูลฝอยประเภทอื่นรวมกับหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้ว ประมาณร้อยละ 10 เนื่องจากเป็นภาชนะชนิดเหยียบทำให้เกิดความสะดกในการใช้งาน บุคลากรและผู้รับบริการขาดความรู้ความเข้าใจและไม่ตระหนักหรือไม่สนใจป้ายที่แสดงถึงชนิดของมูลฝอย นำไปสู่ค่าใช้จ่ายในการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อที่เพิ่มขึ้น ผลการศึกษาวิจัยนี้จำเป็นต้องมีการสื่อสารและการจัดระบบการติดตามตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เกิดการจัดการมูลฝอยติดเชื้ออย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ หน้ากากอนามัย โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ขยะติดเชื้อ

บทนำ

การระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) เริ่มขึ้นเมื่อปลายเดือนธันวาคม 2562 และพบผู้ป่วยรายแรกในเมืองอู่ฮั่น มณฑลหูเป่ย์ ประเทศจีนและแพร่กระจายไปยังประเทศอื่นในแถบเอเชีย โดยพบผู้ติดเชื้อครั้งแรกในประเทศไทยเมื่อวันที่ 22 มกราคม 2563 ซึ่งสถานการณ์ปัจจุบันยังมีแนวโน้มการติดเชื้อเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง^[1]

การติดต่อของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) สามารถติดต่อจากคนสู่คนผ่านละอองน้ำมูกและน้ำลายโดยการไอหรือจาม (ผ่านละอองเสมหะจากผู้ที่มีเชื้อเท่านั้น ไม่สามารถติดต่อผ่านทางอากาศได้) ซึ่งหากละอองเหล่านี้ติดอยู่ตามสิ่งของต่างๆ หากมีการสัมผัสสิ่งของเหล่านี้ สามารถติดเชื้อไวรัสผ่านการนำมือไปสัมผัสกับดวงตา จมูก หรือปาก นอกจากนั้นยังติดต่อผ่านการสูดละอองเหล่านี้จากผู้ที่มีเชื้อที่ไอหรือจามได้^[2]

ข้อแนะนำจากองค์การอนามัยโลก (WHO) ต่อสาธารณสุขในภาวะการแพร่ระบาดของโรค คือควรอยู่ให้ห่างจากผู้ที่มีการป่วยไม่ต่ำกว่า 1 เมตร หมั่นล้างมือด้วยสบู่หรือเจลฆ่าเชื้อ หลีกเลี่ยงการสัมผัสดวงตา จมูก หรือปาก หากมีการไอหรือจาม ให้ใช้กระดาษชำระหรือข้อคอกปิดปากและจมูก ในกรณีที่รู้สึกไม่สบาย ให้เก็บตัวอยู่ในบ้าน^[2] เพื่อการป้องกันการแพร่กระจายของโรคนั้น รัฐบาล อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 แห่งพระราชกำหนดการบริหารราชการในสถานการณ์ฉุกเฉิน พ.ศ. 2548 นายกรัฐมนตรีโดยความเห็นชอบของคณะรัฐมนตรีจึงประกาศสถานการณ์ฉุกเฉิน กล่าวคือ เมื่อประชาชนออกนอกเคหสถานหรือบริเวณสถานที่พำนักของตนต้องสวมหน้ากากอนามัยหรือหน้ากากผ้า ดังนั้นการสวมหน้ากากอนามัยหรือหน้ากากผ้า จึงเป็นหนึ่งในมาตรการป้องกันและควบคุมโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ส่วนบุคคล อย่างหนึ่งที่ใช้ได้ผลดีในการป้องกันตนเองเมื่อสัมผัสใกล้ชิดกับผู้ติดเชื้อและลดการ

แพร่กระจายเชื้อ ซึ่งประสิทธิภาพการป้องกันและควบคุมการแพร่เชื้อ ของหน้ากากอนามัยมีความแตกต่างกันตามวัสดุที่ใช้ผลิต เช่น หน้ากากอนามัยทางการแพทย์ (Surgical mask หรือ Medical mask) หน้ากากอนามัยชนิดผ้า โดยองค์การอนามัยโลก (WHO) แนะนำให้ใช้หน้ากากอนามัยทางการแพทย์เพียงครั้งเดียว เนื่องจากถูกออกแบบมาเพื่อใช้ได้ครั้งเดียวเท่านั้น จึงไม่ควรทำความสะอาดหน้ากากอนามัยด้วยแอลกอฮอล์ หรือซักด้วยสารซักฟอกแล้วนำมาใช้ซ้ำ^[3] สาเหตุดังกล่าวข้างต้นทำให้ผู้ที่เลือกใช้หน้ากากอนามัยทางการแพทย์ เมื่อใช้เสร็จแล้ว หน้ากากอนามัยชนิดนี้จะจัดเป็นมูลฝอยติดเชื้อตามนิยามกฎกระทรวงว่าด้วยการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ พ.ศ. 2545 ส่งผลให้ปริมาณมูลฝอยติดเชื้อเพิ่มสูงขึ้นจากหน้ากากอนามัยใช้แล้ว โดยมีปริมาณการทิ้งเพิ่มสูงขึ้นทั่วประเทศประมาณ 1.5-2 ล้านชิ้นต่อวัน โดยเฉพาะในกรุงเทพมหานครเพิ่มขึ้นถึง 1,500 ตันต่อวัน^[4] สามารถส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศได้ (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 หน้ากากอนามัยที่ใช้แล้วผลกระทบต่อระบบนิเวศ

หน้ากากอนามัยที่ใช้แล้วถือเป็นมูลฝอยติดเชื้อมีความจำเป็นต้องได้รับการจัดการที่เหมาะสม ไม่ว่าจะเป็นการรวบรวมหรือกำจัด คณะเวชศาสตร์เขตร้อนปฏิบัติตามนโยบายของมหาวิทยาลัยมหิดล และส่งเสริมนโยบายดังกล่าวโดยการประกาศนโยบายและแนวทางการปฏิบัติ เรื่อง “มาตรการความปลอดภัยทิ้งหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้ว” และจัดเตรียมภาชนะสำหรับทิ้งหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้ว เพื่อนำไปสู่การบริหารจัดการที่เหมาะสมและลดการแพร่กระจายของเชื้อโรค

วัตถุประสงค์

1. เพื่อนำเสนอรูปแบบการจัดการหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้ว ซึ่งเป็นมูลฝอยติดเชื้อประเภทหนึ่ง
2. เพื่อบริหารจัดการหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้วให้ถูกต้องตามกฎหมายกระทรวงว่าด้วยการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ พ.ศ. 2545

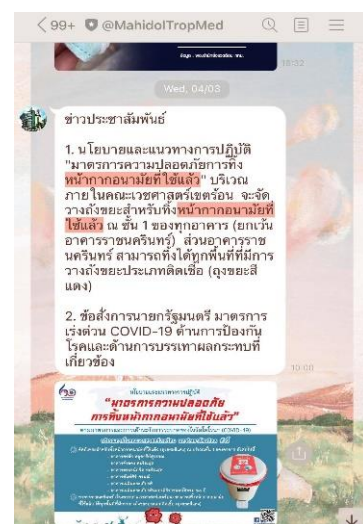
ระเบียบวิธีการศึกษาวิจัย

งานวิจัยนี้ นำเสนอวิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอรูปแบบการจัดการหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้ว ซึ่งเป็น มูลฝอยติดเชื้อ ประเภทหนึ่ง คณะเวชศาสตร์เขตร้อนได้ประกาศนโยบายและแนวทางการปฏิบัติ

เรื่อง “มาตรการความปลอดภัยทิ้งหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้ว” ซึ่งในช่วงเวลาดังกล่าว เป็นช่วงที่หน้ากากอนามัยทางการแพทย์ขาดตลาด คณะฯ มีการแจกหน้ากากอนามัยชนิดผ้าให้กับบุคลากรทุกคน แต่ยังคงมีบุคลากรบางส่วนที่ยังใช้หน้ากากอนามัยทางการแพทย์ คณะฯ จึงจัดหาภาชนะสำหรับทิ้งหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้ว โดยภาชนะมีขนาด 5 กิโลกรัม ซึ่งมีขนาดเท่ากับถังขยะติดล้อขนาดเล็กของโรงพยาบาลฯ และมีความเพียงพอในการรองรับหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้ว สามารถเปิด-ปิดได้ด้วยการเหยียบเพื่อลดการสัมผัสและป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อโรค โดยทำการจัดเตรียมภาชนะไว้บริเวณชั้น 1 ของทุกอาคารภายในคณะเวชศาสตร์เขตร้อน จำนวน 6 อาคาร ได้แก่ อาคารศรัทธา หล่ออารีย์สุวรรณ อาคารจำลอง หะริณสูตร อาคารตระหนักจิต หะริณสูตร อาคารสันต์ศิริ ตรีภณี อาคารเฉลิมพระเกียรติ และอาคารเฉลิมพระเกียรติฉลองสิริราชสมบัติครบ 60 ปี สำหรับอาคารราชนครินทร์ ซึ่งเป็นอาคารโรงพยาบาลมีการจัดการหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้วตามมาตรฐานป้องกันการแพร่กระจายเชื้อภายในหน่วยงาน และติดป้ายแสดงข้อมูลสำหรับทิ้งหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้ว (รูปที่ 2) รวมทั้งประชาสัมพันธ์ผ่านแอปพลิเคชันไลน์ (Line) เพื่อให้บุคลากรภายในคณะฯรับทราบ (รูปที่ 3) ดำเนินการประเมินผลการทิ้งโดยการสุ่มตรวจภาชนะรองรับหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้ว



รูปที่ 2 ป้ายแสดงข้อมูลสำหรับทิ้งหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้ว



รูปที่ 3 ประชาสัมพันธ์ผ่านแอปพลิเคชันไลน์ (Line)

ผลการศึกษาวิจัยและการอภิปรายผล

คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มีการจัดการหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้ว โดยประกาศนโยบายและแนวทางการปฏิบัติเรื่อง “มาตรการความปลอดภัยทิ้งหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้ว” จากการสุ่มตรวจและสัมภาษณ์ผู้รวบรวมมูลฝอยติดเชื้อ พบว่ามีการทิ้งหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้วจริง โดยเฉลี่ยประมาณ 2-5 ชิ้น/วัน หากคิดจำนวนบุคลากรของส่วนงานที่มีประมาณ 700 คน มีสัดส่วนการทิ้งหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้วน้อยมากโดยอ้างอิงผลการสำรวจการค้นหาคาหน้ากากอนามัยบนเว็บไซต์ Priceza.com ระหว่างวันที่ 1 มกราคม - 11 กุมภาพันธ์ 2563 มีปริมาณการค้นหาค่าในช่วงเวลาเดียวกันเพิ่มขึ้นถึง 690% เมื่อเทียบกับปี 2562 สะท้อนปริมาณความต้องการอย่างมหาศาลของตลาดได้เป็นอย่างดี^[5] เนื่องจากในช่วงเวลาที่ทำการศึกษาคือเป็นช่วงที่มีความต้องการใช้หน้ากากอนามัยสูง อีกทั้งยังต้องปฏิบัติตามประกาศสถานการณ์ฉุกเฉิน นอกจากนี้ยังพบว่า มีการทิ้งมูลฝอยประเภทอื่นลงในภาชนะร่วมกับหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้ว ประมาณ ร้อยละ 10 (รูปที่ 4) ซึ่งตามนิยามกฎกระทรวงว่าด้วยการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ พ.ศ. 2545 ถือเป็นมูลฝอยติดเชื้อทั้งหมด ส่งผลให้มีน้ำหนักและค่าใช้จ่ายในการจัดการมูลฝอยติดเชื้อของคณะเวชศาสตร์เขตร้อนเพิ่มสูงขึ้น



รูปที่ 4 การทิ้งมูลฝอยที่ผิดประเภท

สรุปผลการศึกษาวิจัย

คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล มีความตระหนักและรับผิดชอบต่อสังคม รวมทั้งปฏิบัติตามนโยบายของมหาวิทยาลัย มีการจัดการหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้ว โดยจัดเตรียมภาชนะขนาด 5 กิโลกรัม ชนิดเหยียบเพื่อลดการสัมผัสเชื้อโรค ไว้ในพื้นที่ของคณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล ครอบคลุมทุกอาคารของคณะฯ จำนวน 6 จุด ยกเว้นอาคารโรงพยาบาล ซึ่งมีการจัดการหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้วตามมาตรฐานป้องกันการแพร่กระจายเชื้อ จากการสำรวจชนิดของมูลฝอยที่อยู่ในภาชนะ พบว่ามีจำนวนของการทิ้งผิดประเภท โดยทิ้งมูลฝอยทั่วไปลงในภาชนะดังกล่าว คิดเป็นร้อยละ 10 ด้วยความสะดวกของบุคลากรและผู้มารับบริการ เนื่องจากภาชนะมีที่เหยียบที่ไม่ต้องสัมผัส ข้อเสนอแนะควรมีการสื่อสารเพื่อสร้างความตระหนักแก่บุคลากรและการ

จัดระบบการติดตามตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เกิดการจัดการมูลฝอยติดเชื้ออย่างมีประสิทธิภาพ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร. ไกรชาติ ต้นตระกูลการอารา รองคณบดีฝ่ายทรัพยากรกายภาพและสิ่งแวดล้อม ที่กรุณาวิเคราะห์ข้อมูลและให้คำปรึกษาแนะนำ ขอขอบพระคุณ นายเสวก ชมมิ่ง หัวหน้างานกายภาพและสิ่งแวดล้อม บุคลากรคณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล และโรงพยาบาลเวชศาสตร์เขตร้อน ที่อนุเคราะห์สถานที่ในการดำเนินการกรณีศึกษาครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] Tantrakamapa, K., Bhopdhornangkul, (in press). Challenging the spread of COVID-19 in Thailand. *One Health*, <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2020.100173>
- [1] Tantrakarnapa, K., Bhopdhornangkul, B. & Nakhaapakorn, K. (2020). Influencing factors of COVID-19 spreading: a case study of Thailand. *J Public Health (Berl.)* <https://doi.org/10.1007/s10389-020-01329-5>
- [2] สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ. (2563). *เปิดงานวิจัยโควิด-19 รู้จักไวรัสสายพันธุ์ใหม่ให้มากขึ้น การแพร่ระบาด การกลายพันธุ์ และวัคซีนที่ทั่วโลกเฝ้ารอคอย*. สืบค้น 19 ตุลาคม 2563, จาก <https://resourcecenter.thaihealth.or.th/article/เปิดงานวิจัยโควิด-19-รู้จักไวรัสสายพันธุ์ใหม่ให้มากขึ้น-การแพร่-ระบาด-การกลายพันธุ์-และวัคซีนที่ทั่วโลกเฝ้ารอคอย>
- [3] องค์การอนามัยโลก. (2563). คำแนะนำการใช้หน้ากากอนามัยในบริบทของโรคโควิด 19. สืบค้น 19 ตุลาคม 2563, จาก https://www.who.int/docs/default-source/searo/thailand/who-2019-ncov-ipc-masks-2020-4-th.pdf?sfvrsn=61f46597_2
- [3] มนทรัตม์ ถาวรเจริญทรัพย์. (2563). *หน้ากากอนามัยกับโควิด-19*. สืบค้น 19 ตุลาคม 2563, จาก http://healthydee.moph.go.th/view_article.php?id=976
- [4] ปิยาพรณ ยังเทียน. (2563). *ผอ.สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย ย้ำปริมาณขยะหน้ากากอนามัยใช้แล้วเพิ่มสูงขึ้นเกือบ 2 ล้านชิ้นต่อวัน เช่นเดียวกับขยะพลาสติกเพิ่มขึ้นถึง 6,300 ตันต่อวัน*. สืบค้น 19 ตุลาคม 2563, จาก

<https://thainews.prd.go.th/th/news/detail/TC-ATG200416165201502>

[5] กรุงเทพธุรกิจ. (2563). สสำรวจตลาด 'หน้ากากอนามัย'
ราคาพุ่ง 10 เท่า บนออนไลน์. สืบค้น 19 ตุลาคม
2563, จาก <https://www.bangkokbiznews.com/news/detail/867171>

วิศวกรรมเพื่อสุขภาพ กรณีการออกแบบห้องความดันลบ

Engineering for health: case study of negative pressure room design

เฉลิมพงศ์ ไชโยธิ¹ วันทนา มีอาษา¹ และ สมศักดิ์ เลาะพั้ง^{1*}

¹งานกายภาพและสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณบดี คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล ถนนราชวิถี แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี
กรุงเทพมหานคร 10400

* Corresponding Author: สมศักดิ์ เลาะพั้ง E-mail: somsak.lor@mahidol.ac.th

บทคัดย่อ

โควิด-19 เป็นหนึ่งของโรคติดเชื้อที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสังคม จำนวนผู้ป่วยหรือเข้าข่ายที่ต้องเข้ารับการตรวจและรับการรักษาจำนวนมาก สถานพยาบาลหรือโรงพยาบาลต่าง ๆ จำเป็นต้องจัดสถานที่คัดกรองตรวจหาเชื้อและการรักษา หากพบว่ามีกรณีติดเชื้อเนื่องจากโควิด-19 คือโรคติดต่อที่ร้ายแรง การตรวจคัดกรองหรือรักษาจำเป็นต้องใส่ชุดและอุปกรณ์ครบถ้วนทำให้มีการใช้ทรัพยากรจำนวนมาก และมีชุดที่สวมใส่ต้องทิ้งไปในแต่ละวันสูงและยังมีความเสี่ยงหากชุดที่สวมใส่ไม่ได้มาตรฐาน โรงพยาบาลเวชศาสตร์เขตร้อนมีหอผู้ป่วยนอก OPD FEVER ที่ใช้สำหรับตรวจผู้ป่วยก่อนเข้ารับการรักษา อาคารโรงพยาบาลไม่ได้ถูกออกแบบไว้ให้เหมาะสมสำหรับการตรวจหาโรคในลักษณะนี้มาก่อน แต่ในสถานการณ์โรคโควิด-19 การสร้างห้องความดันลบเพื่อการตรวจคัดกรองตลอดจนการรักษานอกจากจะช่วยในการลดความเสี่ยงของแพทย์ พยาบาล แล้วยังสามารถช่วยลดการใช้ทรัพยากรที่สิ้นเปลืองและการจัดการเรื่องขยะติดเชื้อต่อไป บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทบทวนวรรณกรรมการออกแบบจากพื้นที่เดิมที่ไม่ได้ถูกออกแบบไว้ และการใช้งานห้องควบคุมความดันลบสำหรับการตรวจคัดกรองผู้ป่วยโควิด-19 ร่วมกับการใช้งานในพื้นที่จริงของโรงพยาบาล พบว่า การออกแบบห้องความดันลบต้องคำนึงถึงมาตรฐาน ความปลอดภัย การอนุรักษ์พลังงาน และการควบคุมการปนเปื้อนในบรรยากาศหรือในห้อง การจัดการเชื้อด้วยเทคโนโลยี ได้แก่ การใช้น้ำยาฆ่าเชื้อ การใช้แสงยูวี การใช้แผ่นกรองอากาศ และต้องคำนึงถึงความดันที่เหมาะสม และในการออกแบบจำเป็นต้องมีการสื่อสารระหว่างผู้ตรวจและผู้รับการตรวจ การใช้อินเตอร์คอมหรือวิดีโอโฟนเพื่อการสื่อสาร โดยสรุปการใช้ห้องความดันลบสามารถลดความเสี่ยงของการติดเชื้อสำหรับบุคลากรทางการแพทย์และสาธารณสุขแล้ว ยังลดการใช้ทรัพยากรที่สิ้นเปลือง การลดปัญหาขยะติดเชื้อได้

คำสำคัญ ห้องความดันลบ, โรคโควิด-19, งานวิศวกรรม, การฆ่าเชื้อ

บทนำ

โรคโควิด-19 หรือไวรัสโคโรนา 2019 พบครั้งแรกในปลายปี พ.ศ.2562 ณ ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน และมีการตรวจพบคนที่ติดเชื้อในประเทศไทยรายแรกในเดือนมกราคม 2563 โดยเป็นคนที่เดินทางจากประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน และทำให้เกิดการแพร่กระจายไปเป็นวงกว้าง [1] สถานการณ์โลกพบว่ามีจำนวนผู้ติดเชื้อในแต่ละวันเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง หลายประเทศต้องเผชิญกับการแพร่ระบาดครั้งที่ 2 โดยในส่วนของรัฐบาลนั้นได้ดำเนินมาตรการทางกฎหมาย เช่น การปิดเมือง การกำหนดระยะเวลาการห้ามออกนอกเคหสถานหรือเคอร์ฟิว มาตรการขอความร่วมมือจากทุกภาคส่วน และบุคคลทั่วไป แม้ว่าในปัจจุบันประเทศไทยจะมีการควบคุมการแพร่ระบาดโรคนี้ได้ดี ไม่พบว่ามีกรณีติดเชื้อภายในประเทศมานานกว่า 30 วันแล้ว แต่จำนวนผู้ติดเชื้อที่ยังคงเพิ่มขึ้นโดยเป็นผู้เดินทางมาจากต่างประเทศเข้ามาในราชอาณาจักรอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้ด้วยมาตรการตรวจคัดกรอง กักตัวเพื่อสังเกตอาการของกลุ่มเสี่ยงตามมาตรการของกระทรวงสาธารณสุขทำให้ประเทศไทยยังคงควบคุมการแพร่ระบาดของโรคได้ดี โดย ณ วันที่ 6 พฤศจิกายน 2563 มีจำนวนผู้ติดเชื้อในวันนี้ 8 ราย ทำให้มียอดสะสมนับตั้งแต่การตรวจพบรายแรกของประเทศอยู่ที่ 3,818 ราย มีผู้เสียชีวิต 1 ราย รวมยอดผู้เสียชีวิต 60 ราย [2] จากข้อมูลของกรมควบคุมโรคหรือองค์การอนามัยโลก แสดงให้เห็นถึงอัตราการระบาดของโรคเป็นไปอย่างต่อเนื่องและแนวโน้มยังคงมีการเพิ่มขึ้นหากไม่มีมาตรการรองรับที่ดี โดยเฉพาะสถานพยาบาล และมาตรการป้องกันการแพร่กระจายของโรคในสถานพยาบาล

โรงพยาบาลเวชศาสตร์เขตร้อนให้บริการตรวจรักษาผู้ป่วย ซึ่งเป็นโรงพยาบาลเฉพาะทางด้านโรคเขตร้อน ทำให้มีผู้ป่วยเข้ารับการรักษาและรักษาอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งในปีงบประมาณ 2562 มีผู้เข้ารับการรักษาที่หอผู้ป่วยนอก 125,829 คน แต่หน่วยตรวจไข้ OPD FEEVER ยังมีได้ถูกออกแบบให้สามารถรองรับการตรวจรักษาที่มีความเสี่ยงโรคทางเดินหายใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นผลให้พยาบาลและบุคลากรทางการแพทย์ มีความเสี่ยงในการตรวจรักษา และทางโรงพยาบาลสิ้นเปลืองการใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล (PPE) อาทิหน้ากากอนามัยชนิด N95 และชุด Gown อยู่เป็นจำนวน

มาก [3] บทความนี้จึงได้รวบรวมประเด็นที่เกี่ยวข้อง ในการรับมือกับการระบาดของโรคและการป้องกันการแพร่กระจายในกลุ่มบุคลากรที่ปฏิบัติงานด้านสุขภาพ โดยเฉพาะการคัดกรองโรค อย่างไรก็ตามบุคลากรทางการแพทย์เพียงลำพังมีอาจรับมือในการป้องกันการแพร่ระบาดของโรคได้ จึงต้องอาศัยห้องตรวจที่มีความปลอดภัยสูง เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ทันสมัยเพื่อรับมือการระบาดของโรคดังกล่าว

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เป็นการทบทวนวรรณกรรมการออกแบบทางวิศวกรรมเพื่อใช้งานด้านสุขภาพในการรับมือการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 และป้องกันการแพร่กระจายของโรค โดยเป็นการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในประเด็นทางวิศวกรรมศาสตร์และการจัดการงานด้านกายภาพเพื่อช่วยเหลือทีมแพทย์และบุคลากรด้านสาธารณสุข อีกทั้งยังช่วยลดความเสี่ยงในการสัมผัสกับเชื้อโควิด-19 โดยการใช้ศาสตร์ทางวิศวกรรมควบคู่ไปกับศาสตร์ทางการแพทย์และสาธารณสุข



รูปที่ 1 การใส่อุปกรณ์ป้องกัน PPE ของบุคลากรทางการแพทย์

วัตถุประสงค์

- 1.ศึกษาทบทวนวรรณกรรมการออกแบบทางวิศวกรรมห้องความดันลบ
- 2.เปรียบเทียบการใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล (PPE) ก่อนและหลังการเปิดใช้งานห้องความดันลบ

ระเบียบวิธีการศึกษาวิจัย

การวิจัยแบบการทบทวนวรรณกรรมร่วมกับการดำเนินการจริง โดยทีมงานมีการทบทวนวรรณกรรมพื้นฐานของการออกแบบและการพัฒนาเพื่อการใช้งานจริง และมี

การศึกษาจากห้องความดันลบ ณ พื้นที่ของโรงพยาบาลที่มีการใช้งานจริง

ผลการศึกษาวิจัยและการอภิปรายผล

เชื้อไวรัสชนิดนี้สามารถแพร่กระจายผ่านทางอากาศได้ ด้วยเหตุนี้การตรวจคัดกรองและการตรวจรักษาผู้ป่วยหรือผู้ต้องสงสัยว่ามีอาการป่วยนั้น สถานพยาบาลหรือโรงพยาบาลหลายแห่งจำเป็นต้องใช้ห้องความดันลบ (Negative Pressure Room) ในประเทศไทยมีหลายสถานที่ที่มีการนำมาใช้งานเพื่อตรวจรักษาผู้ป่วย อาทิ สถาบันบำราศนราดูร จังหวัดนนทบุรี [4] ห้องความดันลบไม่ได้ใช้เฉพาะสำหรับกรณี โควิด-19 เท่านั้น สามารถใช้กับโรคที่ติดต่อแพร่เชื้อทางอากาศอื่น ๆ ด้วย เช่น วัณโรคปอด หัด หัดเยอรมัน เป็นต้น เนื่องจากการควบคุมการแพร่กระจายของเชื้อในอากาศต้องคำนึงถึงหลักการและประโยชน์การใช้งานพื้นที่ด้วย

ความดันในทางฟิสิกส์หมายถึงขนาดของแรงที่กระทำตั้งฉากต่อ 1 หน่วยพื้นที่ของพื้นที่ผิว หน่วยของความดันเป็นนิวตันต่อตารางเมตรหรือพาสคาลในระบบเอสไอ ความดันเป็นปริมาณสเกลาร์ แสดงถึงการไม่มีคุณสมบัติทางทิศทาง โดยสามารถเขียนสมการของความดันได้เป็น

$$p = F/A$$

โดย

p คือ ความดันมีหน่วยเป็น นิวตันต่อตารางเมตร (N/m^2)

F คือ แรงที่กระทำตั้งฉากกับพื้นที่ผิวมีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

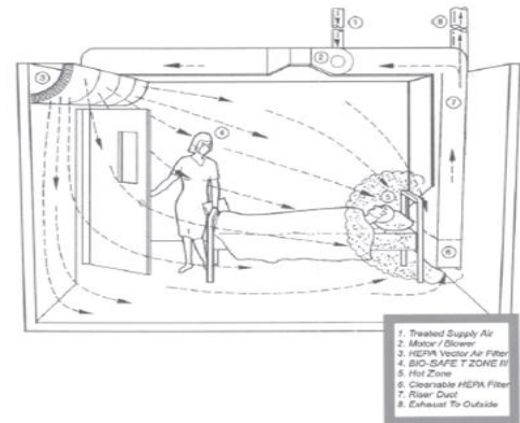
A คือ พื้นที่หน้าตัดที่ถูกแรงกระทำมีหน่วยเป็น ตารางเมตร (m^2)

1. หลักการออกแบบห้องความดันลบ

1.1 ทิศทางของกระแสลม

ทิศทางของกระแสลมนับว่ามีความสำคัญต่อการป้องกันบุคลากรทางการแพทย์ที่เข้าดูแลผู้ป่วยจากการติดเชื้อที่รับการรักษาในห้องพักกล่าวคือ อากาศใหม่ (Fresh Air) ที่เติมเข้าจะผ่านจากบุคลากรทางการแพทย์ที่เข้าดูแลผ่านไปยังผู้ป่วย ทั้งนี้ทิศทางของกระแสลมมีความสำคัญมากกว่าแรงดันอากาศภายในห้อง กระแสลมควรไหลเข้ามาจากอากาศที่มีความสะอาดกว่า ไปสู่จุดที่มีละอองเชื้อจากผู้ป่วยปนเปื้อนอยู่ ซึ่งก็คือ

ส่วนหัวเตียงของผู้ป่วย และหัวดูดลมออกในห้องผู้ป่วยควรอยู่ใกล้จุดที่ผู้ป่วยจามหรือไอ เพื่อให้ละอองจากการจามหรือไอถูกดูดออกในทันที [5] ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงทิศทางการไหลของกระแสลม

1.2 การคำนวณขนาดเครื่องเติมอากาศและเครื่องดูดอากาศ

ห้องที่ดำเนินการออกแบบปรับปรุงมีจำนวน 2 ห้อง แบ่งเป็นห้องตรวจผู้ป่วย และห้องสังเกตอาการ แต่เนื่องจากขนาดห้องมีขนาดใกล้เคียงกันจึงดำเนินการออกแบบชุดห้องความดันลบเพียงห้องเดียวแต่สามารถนำมาใช้อีกห้องได้ ทั้งนี้อากาศที่ดูดออกสามารถนำกลับมาสู่ห้องอีกได้ โดยต้องผ่านแผ่นกรองอากาศประสิทธิภาพสูง แต่ต้องคำนึงถึงสิ่งที่ปนเปื้อนในอากาศที่ดูดกลับมาหมุนเวียนภายในจะต้องปราศจากเชื้อ

ผู้ออกแบบได้เลือกการออกแบบโดยดูดอากาศทั้งหมด และเติมอากาศใหม่ (Fresh Air) เข้ามาทั้งหมด สำหรับพื้นที่ที่ต้องการควบคุมการแพร่กระจายเชื้อทางอากาศจากผู้ป่วย จะต้องควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ซึ่งการดำเนินงานครั้งนี้ผู้ออกแบบได้กำหนดไว้ คือ

- 1) แรงดันอากาศ -10 ± 3 Pa
- 2) อัตราการถ่ายเทอากาศ 15 Air Change Per Hour (ACH)
- 3) อัตราการเติมอากาศจากภายนอก >3 ACH
- 4) อุณหภูมิ $24 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$
- 5) ความชื้นสัมพัทธ์ $50\% \pm 10$ RH

การหาปริมาตรพื้นที่ห้องตรวจผู้ป่วย 1 และ 2 ดังนี้
กว้าง 5.5 ม. x ยาว 4.1 ม. x สูง 2.7 ม. ปริมาตรห้อง = 60.85 ลูกบาศก์เมตร

1.3 อัตราการระบายอากาศ (เติมอากาศ)

ตามทฤษฎีอ้างอิงจากมาตรฐานศูนย์ป้องกันและควบคุมโรคแห่งชาติ ประเทศสหรัฐอเมริกา Centers for Disease Control (CDC) [6] อัตราการระบายอากาศไม่น้อยกว่า 6-12 รอบต่อชั่วโมง (Air Change Per Hour) [7] กรณีนี้เลือกใช้ที่ 15 รอบต่อชั่วโมง

- ปริมาณอากาศที่ต้องการ 15 รอบต่อชั่วโมง x ปริมาตรห้อง 60.85 ลูกบาศก์เมตร = 912.75 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง
- 1 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงมีค่าเท่ากับ 1.7 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที เพราะฉะนั้นปริมาณอากาศที่ต้องการคือ $912.75/1.7 = 537$ ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที (CFM)
- เลือกที่ 800 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที (CFM) การเติมอากาศผ่านเครื่องปรับอากาศเป็น Fresh Air 100% ขนาดปริมาณลม 800 CFM ติดตั้งแผ่นกรองอากาศชนิด Pre-Filter, Medium-Filter เพื่อป้องกันฝุ่นและเชื้อโรคเข้ามาในห้องความดันลบ

1.4 ขนาดทำความเย็น Cooling Capacity

ขนาดทำความเย็นของเครื่องเติมอากาศภายนอก 100% คิดที่อากาศภายนอก $35^{\circ}\text{C}/65\%\text{RH}/\text{h} = 46.6$ Btu/lb) การปรับอุณหภูมิอากาศภายนอกปริมาณ 250 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ให้ได้ 22°C มีขนาดการทำความเย็น = 1 ตันความเย็น อากาศภายนอกปริมาณ = 912.75 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง จะต้องใช้ขนาดทำความเย็น = $912.75/250 = 3.651$ ตันความเย็น = 43,812 Btu/h

1.5 อัตราการดูดอากาศทิ้ง (Exhaust Air)

ตามทฤษฎีอ้างอิงจากมาตรฐานศูนย์ป้องกันและควบคุมโรคแห่งชาติ ประเทศสหรัฐอเมริกา อัตราการระบายอากาศไม่น้อยกว่า 6-12 รอบต่อชั่วโมง (Air Change Per Hour) กรณีนี้เลือกใช้ที่ 15 ACH

- ปริมาตรห้อง = 60.85 ลูกบาศก์เมตร

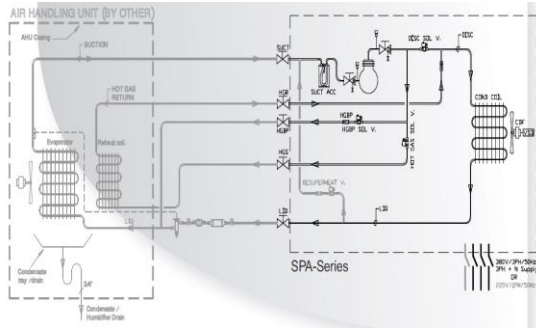
- ปริมาณอากาศที่ต้องการ = 15 ครั้งต่อชั่วโมง x ปริมาตรห้อง 60.85 ลูกบาศก์เมตร = 912.75 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

ห้องความดันลบต้องการแรงดันที่แตกต่างจึงต้องให้อัตราการดูดอากาศทิ้ง (Exhaust Air) มากกว่าอัตราการระบายอากาศ (เติมอากาศ) เพื่อสร้างแรงดันลบที่ -3 ACH

- ปริมาณอากาศที่ต้องการ = 3 ครั้งต่อชั่วโมง x ปริมาตรห้อง 60.85 ลูกบาศก์เมตร = 182.55 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง
- ปริมาณอากาศที่ต้องการ = $912.75 + 182.55 = 1095.3$ ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที
- 1 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงมีค่าเท่ากับ 1.7 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที เพราะฉะนั้นปริมาณอากาศที่ต้องการ = $1095.3/1.7 = 644.29$ ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที (CFM)
- เลือกที่ 1000 CFM ติดตั้งแผ่นกรองอากาศชนิด Pre-Filter, Medium-Filter, HEPA-Filter และ UV เพื่อลดการแพร่เชื้อในบรรยากาศ

1.6 เครื่องปรับอากาศสำหรับห้องควบคุมความชื้น

ในปัจจุบันได้มีเทคโนโลยีการใช้เครื่องปรับอากาศมาควบคุมความชื้นได้ ลดการใช้อุปกรณ์ทำความร้อน (Heater) เพื่อการประหยัดพลังงาน จึงนำเทคโนโลยีนี้มาใช้ในการออกแบบปรับปรุงห้องความดันลบ ประกอบด้วยคอมเพรสเซอร์พร้อมชุดระบายความร้อนและอุปกรณ์วาล์ว คอยล์เย็น โดยคอยล์จะต้องถูกออกแบบให้มีพื้นที่รับลมมากเป็นพิเศษ เพื่อเพิ่ม Sensible Heat Ratio โดยติดตั้งเข้าไปในชุดเติมอากาศในข้อ 1.4 และชุด Heating Device จะต้องเป็นแบบ Hot Gas Reheat Coil ที่ใช้ความร้อนจาก Discharge Hot Gas จากคอมเพรสเซอร์โดยไม่ต้องใช้ Electric Heater ที่ใช้ไฟฟ้า ทำให้ระบบประหยัดพลังงาน ดังรูปที่ 3 [8]



รูปที่ 3 แสดงไดอะแกรมแสดงการทำงาน

ลักษณะการออกแบบและปรับปรุงห้องความดันลบนี้ ประกอบด้วยเครื่องเติมอากาศจำนวน 2 ชุด และเครื่องดูดอากาศทั้งหมดจำนวน 2 ชุด พร้อมชุดควบคุมการทำงานติดตั้งในห้องตรวจผู้ป่วย 2 ห้อง และห้องสังเกตอาการ 1 ห้อง



รูปที่ 4 อุปกรณ์แสดงค่าสำหรับการเฝ้าระวัง

1.7 ข้อพึงระวังสำหรับการออกแบบ

1.7.1 การออกแบบห้องความดันลบต้องพึงระวังถึงการติดเชื้อของคนไข้ การเจ็บป่วยจากการได้รับเชื้อของผู้ที่ปฏิบัติงานในสถานพยาบาลหรือโรงพยาบาลเป็นสำคัญ ซึ่งในปัจจุบันนิยมการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ โอกาสเกิดการเจ็บป่วยหรือติดเชื้อย่อมเกิดขึ้นได้ง่าย ดังนั้น สถาปนิก วิศวกร แพทย์ ควรต้องมีการปรึกษาและทำงานร่วมกันเพื่อออกแบบห้องความดันลบที่อยู่ในสถานพยาบาลหรือโรงพยาบาล ต้องมีการบริหารพื้นที่ให้เหมาะสมและปลอดภัย อีกทั้งระบบอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ควรออกแบบโดยวิศวกรหรือผู้เชี่ยวชาญให้ถูกต้อง ซึ่งจะป้องกันการเกิดการแพร่กระจายของโรคสู่แพทย์และบุคลากรด้านสาธารณสุขได้

1.7.2 เนื่องจากการออกแบบต้องมีการเติมอากาศจากภายนอก 100 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นตำแหน่งหัวรับอากาศต้องไม่อยู่ใกล้บริเวณที่มีกลิ่นหรือสารเคมี เนื่องจากอาจมีกลิ่นหรือสารเคมีเข้ามาในห้องความดันลบได้ แต่หากมีข้อจำกัดเรื่องตำแหน่งติดตั้งก็อาจใช้ฟิลเตอร์ชนิดคาร์บอนที่สามารถดูดซับกลิ่น

2. อุปกรณ์ที่จำเป็นอื่นที่ต้องใช้ในการควบคุมการแพร่เชื้อ

2.1 เนื่องจากเมื่อมีการใช้งาน จึงมีโอกาสที่เชื้อจะตกค้างอยู่ในห้องหรืออาคาร จำเป็นต้องมีระบบการควบคุมหรือกำจัดเชื้อ เช่น การกำจัดเชื้อด้วยระบบแสง UV การใช้ยาฆ่าเชื้อ ซึ่งอาจมีความจำเป็นต้องการติดตั้งทั้ง 2 ระบบร่วมกันหรืออย่างใดอย่างหนึ่ง ทั้งนี้จะต้องพิจารณาจำนวนครั้งหรือความถี่ในการใช้งานแต่ละวัน

2.2 ระบบ Video Phone เพื่อป้องกันการติดเชื้อการติดตั้งระบบ Video Phone ใช้สำหรับสื่อสารระหว่างผู้ที่อยู่ในห้องตรวจมายังห้องพักพยาบาล เพื่อลดจำนวนการเข้าออกห้องตรวจของบุคลากรทางการแพทย์ ป้องกันการติดเชื้อเพิ่มขึ้นได้ ดังรูปที่ 5 แสดงระบบ Video Phone ที่ใช้ในห้องตรวจ



รูปที่ 5 แสดงระบบ Video Phone ที่ใช้ในห้องตรวจ

3. การจัดทำคู่มือเพื่อการปฏิบัติงาน

เพื่อให้การทำงานของระบบถูกต้องและต้องการกำจัดเชื้อเพื่อไม่ให้เกิดการแพร่กระจายได้ 100 เปอร์เซ็นต์ สิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งคือการเขียนคู่มือปฏิบัติงานการดูแลและบำรุงรักษาห้องความดันลบรวมทั้งอุปกรณ์การใช้งานต่าง ๆ

3.1 การใช้งานห้องความดันลบ

3.1.1 เตรียมห้องตรวจผู้ป่วยติดเชื้อมาก่อนรับผู้ป่วยเข้าห้อง โดยตรวจสอบประตูต้องปิดสนิทเพื่อป้องกันอากาศรั่วไหลเข้าห้อง และเปิดสวิตช์ควบคุมระบบห้องความดันลบ (Negative Pressure Room) ที่ตู้ชุดควบคุมระบบบริเวณหน้าห้องให้ระบบเครื่องกรองอากาศทำงานต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 15 นาที ก่อนนำผู้ป่วยเข้าห้องตรวจ

3.1.2 ตรวจสอบความดันอากาศภายในห้องให้เป็นไปตามข้อกำหนดความดันอากาศภายในห้องความดันลบไม่น้อยกว่า 10-15 Pa กรณีเคลื่อนย้ายผู้ป่วยติดเชื้อออกจากห้องให้เปิดระบบเครื่องกรองระบายอากาศทำงานต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 10 ชั่วโมง แล้วจึงปิดสวิตช์ระบบเครื่อง สวิตช์ควบคุมหลอด UV สวิตช์ควบคุมไฟฟ้าหลัก และเปิดระบบเครื่องกรองอากาศ ทั้งนี้ให้ปฏิบัติตามอย่างน้อยเดือนละ 1 ครั้งละ 1-2 ชั่วโมง เพื่อทดสอบระบบและความพร้อมใช้งาน

3.2 การบำรุงรักษาห้องความดันลบ

3.2.1 การบำรุงรักษาประจำวัน ให้มีการตรวจสอบแรงดันห้องเป็นประจำทุกวัน โดยตรวจสอบอ่านค่าแรงดันจากเครื่องวัดหน้าห้อง ควรมีแรงดันเป็นลบไม่น้อยกว่า -10 Pascal และตรวจสอบระบบแสงสว่างของหลอดยูวี

3.2.2 การบำรุงรักษาประจำเดือน ทำความสะอาดหลอดยูวีอย่างน้อย 1 ครั้งต่อเดือน ตรวจทำความสะอาดแผ่นระบายอากาศด้านนอกจากพัดลมเดือนละ 1 ครั้ง ตรวจสอบและทำความสะอาดแผ่นกรองอากาศเดือนละครั้ง

3.2.3 การบำรุงรักษาประจำปี เปลี่ยนแผ่นกรองใหม่เมื่อเครื่องวัดแรงดันตก หรือแผ่นกรองมีอายุการใช้งานมากกว่า 3 ปี หลอดค่าเชื้อ UV มีอายุการใช้งานมากกว่า 4000 ชั่วโมง หรือ 3 ปี ควรเปลี่ยนหลอดยูวีใหม่ กรองอากาศชั้นต้น Pre Filter ทุก 1 ปี ชนิด Medium Filter ทุก 1 ปี และ HEPA Filter ทุก 3-5 ปี ข้อระวัง ผู้ปฏิบัติงานจะต้องสวมชุดป้องกันทุกครั้งที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับชุดระบายอากาศ

2 การประหยัดทรัพยากร (อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล)

จากการเก็บสถิติอุปกรณ์ป้องกันที่เกี่ยวข้องกับโรคทางเดินหายใจ (หน้ากากอนามัย N95) ลดลงหลังการปรับปรุง

และเปิดใช้งานห้องตรวจผู้ป่วยทั่วไปเป็นห้องความดันลบ ดังแสดงในตารางที่ 1 และ 2 พบว่ามีจำนวนลดลงมากกว่าร้อยละ 50 ของหน้ากากอนามัย N95 และชุด Gown (ข้อมูลจากโรงพยาบาลเวชศาสตร์เขตร้อน)

ตารางที่ 1 ปริมาณการใช้อุปกรณ์ป้องกัน (PPE)

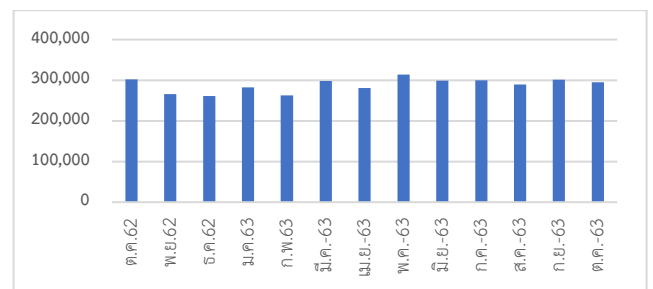
อุปกรณ์ป้องกัน (PPE)	จำนวนอุปกรณ์ป้องกัน (ชิ้น)		
	ก่อนปรับปรุง	ช่วงปรับปรุง *	หลังปรับปรุง
	ก.พ.-มี.ค. 63	เม.ย.-ส.ค. 63	ก.ย.-ต.ค. 63
N95	240	322	120
Gown	310	415	120

*ห้องตรวจพื้นที่ภาคสนาม

ตารางที่ 2 ร้อยละปริมาณการใช้อุปกรณ์ป้องกัน (PPE) ที่ลดลง

อุปกรณ์ป้องกัน (PPE)	ร้อยละการใช้งาน PPE ที่ลดลง	
	เทียบกับก่อนการปรับปรุง	เทียบกับช่วงการปรับปรุง
N95	50	62.7
Gown	61.9	71.1

สถิติค่าไฟฟ้าหลังการเปิดใช้งานห้องความดันลบช่วงเดือนกันยายนเป็นต้นมาพบว่าค่าพลังงานไฟฟ้าไม่เพิ่มขึ้นมาก ดังแสดงในรูปที่ 6 สถิติค่าไฟฟ้าอาคารโรงพยาบาลฯ เนื่องจากเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์มีประสิทธิภาพสูงอาทิระบบควบคุมมอเตอร์พัดลมและอุปกรณ์ควบคุมความชื้น ทั้งนี้จะต้องมีการเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่องเพื่อนำมาวิเคราะห์ต่อไป



รูปที่ 6 กราฟแสดงสถิติค่าไฟฟ้าอาคารโรงพยาบาลฯ

สรุปผลการศึกษาวิจัย

การออกแบบการใช้งานห้องความดันลบต้องดำเนินการตามมาตรฐานความปลอดภัย มีการจัดทำคู่มือการปฏิบัติงานและจัดอบรมการใช้งาน การตรวจสอบระบบและการดูแลรักษาอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง ทั้งนี้การปรับปรุงห้องสามารถตอบสนองนโยบายของโรงพยาบาลในการดูแลผู้ป่วยและลดความเสี่ยงของบุคลากรได้ และยังเป็นการสนับสนุนนโยบายลดการใช้ทรัพยากรสิ้นเปลืองและดูแลสิ่งแวดล้อมตามนโยบายของมหาวิทยาลัยเพื่อความยั่งยืน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร. ไกรชาติ ต้นตระกูลอาราภา รองคณบดีฝ่ายทรัพยากรกายภาพและสิ่งแวดล้อม และ อ.ดร. พญ.วิรงค์รอง เจียรกุล รองคณบดีฝ่ายการศึกษาและพัฒนาคุณภาพ ที่กรุณาวิเคราะห์ข้อมูล และให้คำปรึกษาแนะนำ ขอขอบคุณ นายเสวก ชมมิ่ง หัวหน้างานกายภาพและสิ่งแวดล้อม งานกายภาพ และสิ่งแวดล้อม คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล ที่อนุเคราะห์สถานที่ในการดำเนินการกรณีศึกษาครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] Tantrakarnapa, K., Bhopdhornangkul, B. & Nakhaapakorn, K. (2020). Influencing factors of COVID-19 spreading: a case study of Thailand. J Public Health (Berl.) <https://doi.org/10.1007/s10389-020-01329-5>
- [2] กรมควบคุมโรค. (2563). โรคติดต่อเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (Covid19). สืบค้น 6 พฤศจิกายน 2563, จาก <https://ddc.moph.go.th/viralpneumonia/index.php>
- [3] องค์การอนามัยโลก. (2563). คำแนะนำการใช้หน้ากากอนามัยในบริบทของโรคโควิด 19. สืบค้น 19 ตุลาคม 2563, จาก http://www.who.int/docs/default-source/searo/thailand/who-2019-ncov-ipc-masks-2020-4-th.pdf?sfvrsn=61f46597_2

- [4] สถาบันบำราศนราดูร. (2562). คู่มือปรับปรุงคุณภาพอากาศในสถานพยาบาล (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์อักษรกราฟิกแอนด์ดีไซน์.
- [5] สุพจน์ เตชะอำนวยวิทย์. (2551). การออกแบบห้องแยกเดี่ยวผู้ป่วย. บทความวิชาการ สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย, 13(17), 56-66.
- [6] ศูนย์ป้องกันและควบคุมโรคแห่งชาติ ประเทศสหรัฐอเมริกา Centers for Disease Control (CDC). สืบค้น 6 พฤศจิกายน 2563, จาก <https://www.cdc.gov>
- [7] ศาสตราจารย์ชาน ทวี เวชพฤติ. (2562). การระบายอากาศของห้องคนไข้แบบแยกเดี่ยว. บทความวิชาการ ชุดที่ 11 สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย, 11(08), 102-109.
- [8] ENERCOV (THAILAND) CO., LTD. (2020). Heat Recovery System. สืบค้น 22 ตุลาคม 2563, จาก https://www.enercov.com/upload/download/manual_07022020-155616-0.pdf

เอกสารอ้างอิง

- (1) มหาวิทยาลัยมหิดล.(2551). แผนยุทธศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหิดล(พ.ศ. 2552-2555). นครปฐม:
สารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- (2) พิมพ์พรรณ หาญศึก, เพียงใจ พิระเกียรติขจร. (2552). การ
จัดการขยะให้เหลือศูนย์ภายในมหาวิทยาลัยมหิดล
ศาลายา (ปริญญาานิพนธ์). นครปฐม:
มหาวิทยาลัยมหิดล.
- (3) อนุชาติ พวงสำลี. (2555).กว่าจะมาเป็นมหาวิทยาลัย
สีเขียว. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

การศึกษาความนิยมในการใช้เส้นทางการสัญจรในมหาวิทยาลัยเพื่อเป็นแนวทางการพัฒนา
ทางสัญจรในเชิงกายภาพ

A study of Popularity use of Thoroughfare in University to be Development
Guidelines for Physical Development

สุภาดา ศรีสารคาม^{1*} สมชาย มิตรเทวิน²

¹ตำแหน่งสถาปนิก งานออกแบบและผังแม่บท กองกายภาพและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหิดล

²ตำแหน่งสถาปนิก งานออกแบบและผังแม่บท กองกายภาพและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหิดล

* corresponding author E-mail: supadasrisarakham@gmail.com

บทคัดย่อ

การเลือกเส้นทางเพื่อสัญจรนั้น มีเหตุปัจจัยในหลายๆ ด้าน ซึ่งปัจจัยทางกายภาพถือเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญและมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้ เนื่องจากเป็นลักษณะในทางรูปธรรมที่สามารถรับรู้ได้ทันที งานวิจัยนี้ได้ศึกษาแนวคิดพื้นที่สาธารณะ เน้นเกี่ยวกับลักษณะ คุณสมบัติทางกายภาพ แนวทางการออกแบบทางเดินเท้า ที่ทำให้เกิดเป็นพื้นที่ประสบผลสำเร็จในการใช้งาน และประมวลผลออกมาถึงคุณลักษณะที่ดีในเชิงกายภาพ ที่มีส่วนช่วยในการตัดสินใจเพื่อเลือกใช้เส้นทางนั้นๆ ซึ่งมีองค์ประกอบทางด้านกายภาพที่เหมาะสม ดังนี้

1. เส้นทางสามารถเชื่อมต่อกับอาคาร หน่วยงานอื่นได้ง่าย ชัดเจน ทั้งการเข้าถึงโดยเส้นทางและมุมมอง ที่ซึ่งมองเห็นง่าย
2. เป็นเส้นทางที่ทำให้ถึงจุดหมายได้เร็วขึ้น เรียกว่าเป็นเส้นทางลัดนั่นเอง
3. เส้นทางที่มีขนาดกว้าง เพียงพอต่อการใช้งาน และมีการเปิดมุมมอง เพื่อช่วยให้ผู้ที่สัญจรรับรู้ถึงสภาพแวดล้อมได้โดยง่าย เช่น มีป้าย สัญลักษณ์บอกทางอย่างชัดเจนเพื่อช่วยให้ความจดจำเส้นทางได้ง่าย
4. อยู่ใกล้กับจุดรวมกิจกรรมต่างๆ เช่น อยู่ใกล้ร้านค้า อาหารเครื่องดื่ม รวมถึงจุดเปลี่ยนถ่ายการสัญจร เช่น ป้ายรับ-ส่ง รถประจำทาง ทางแยกที่สำคัญ เป็นต้น
5. มีสภาพแวดล้อมที่ดี สะอาด ร่มรื่น มีส่วนประดับประดาเส้นทาง และสิ่งอำนวยความสะดวก เช่น ม้านั่ง ถังขยะ ตลอดเส้นทาง

คำสำคัญ สัณฐานวิทยาเมือง วิเคราะห์เชิงสัณฐาน การตั้งจุดนับ

บทนำ

มหาวิทยาลัยมหิดล พื้นที่ศาลายา ได้มีการพัฒนาในเชิงกายภาพ ในหลายด้าน ทั้งระบบการสัญจรภายในมหาวิทยาลัยได้พัฒนาเส้นทางเพื่อรองรับการสัญจรทั้งรถยนต์ รถราง จักรยานยนต์ จักรยาน และการเดินเท้า รวมถึงพัฒนาปรับปรุงพื้นที่รอบเส้นทางให้มีภูมิทัศน์ที่สวยงาม สะดวกสบายเพื่อเป็นการดึงดูดให้มีการเข้าใช้งาน อย่างไรก็ตามจากการสำรวจเบื้องต้นพบว่าความนิยมเลือกใช้ทางสัญจรบางเส้นที่มีสภาพแวดล้อมที่สวยงาม มีพื้นที่รองรับการพักผ่อน รองรับกิจกรรม เช่น ถนนด้านหน้าแหล่ง

นันทนาการทางน้ำ กลับใช้เป็นพื้นที่จอดรถเป็นส่วนใหญ่ และถนนที่อยู่ในตำแหน่งใกล้เคียง กลับได้รับความนิยมในการเลือกใช้มากกว่า แม้ว่าจะไม่ได้เป็นถนนที่เข้าถึงอาคารหลักๆของมหาวิทยาลัย เป็นต้น จึงเห็นควรที่จะศึกษารูปแบบลักษณะทางกายภาพของทางสัญจรที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ภายในมหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา เพื่อเป็นแนวทางในพัฒนาพื้นที่ภายในมหาวิทยาลัยให้เกิดการใช้ประโยชน์พื้นที่อย่างสูงสุด

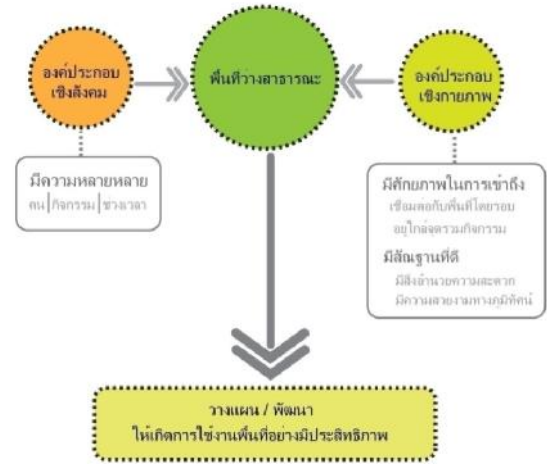
วัตถุประสงค์

1. ศึกษาและบันทึกความนิยมในการเลือกใช้เส้นทางสัญจรภายในมหาวิทยาลัย ในเชิงลักษณะทางกายภาพ
2. วิเคราะห์รูปแบบทางกายภาพที่มีผลต่อความนิยมเลือกใช้เส้นทางสัญจรภายในมหาวิทยาลัย
3. ทราบแนวทางการพัฒนาในเชิงกายภาพของเส้นทางสัญจรในมหาวิทยาลัยมหิดล ที่เหมาะสม

ในการศึกษานั้น ได้ทำการบันทึกผล ด้วยการใช้อุปกรณ์มือวิจัย ชุดโปรแกรม Space syntax เพื่อวิเคราะห์ผลเชิงสัมพันธ์ของพื้นที่ภายในมหาวิทยาลัยมหิดล และบันทึกผลการสัญจรผ่านของยานพาหนะ และคนเดินเท้า นำผลมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ร่วมกับการศึกษาแนวคิดพื้นที่สาธารณะ เน้นเกี่ยวกับลักษณะ^[1] คุณสมบัติทางกายภาพ^{[2] [3] [4]} แนวทางการออกแบบทางเดินเท้า^{[5] [6]} ที่ทำให้เกิดเป็นพื้นที่ประสบผลสำเร็จในการใช้งาน โดยสื่อออกมาในด้านสังคมและด้านกายภาพ โดยทั้ง 2 ด้านนี้ ถือเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่จะทำให้เกิดความเป็นสาธารณะบนพื้นที่สาธารณะอย่างสมบูรณ์สรุปได้คือ องค์ประกอบด้านสังคมจะต้องมีความหลากหลายของกลุ่มคน กิจกรรม ช่วงเวลา ในการเข้าใช้พื้นที่นั้นๆ และองค์ประกอบทางด้านกายภาพจะต้องมีลักษณะ ดังนี้

1. มีศักยภาพในการเข้าถึงสูง สามารถเชื่อมต่อกับพื้นที่โดยรอบทั้งในระบบการสัญจรและการเชื่อมต่อทางมุมมอง และการอยู่ใกล้กับจุดรวมกิจกรรมต่างๆ ดังนี้
 - ตั้งอยู่ในบริเวณที่สามารถเชื่อมต่อกับทางสัญจรเน้นทางเดินเท้าและทางจักรยาน
 - ตั้งอยู่ใกล้กับร้านอาหาร เครื่องดื่ม
 - ตั้งอยู่ใกล้กับอาคารหรือสถานที่สำคัญ
 - ตั้งอยู่ใกล้กับป้ายรถเมล์ ชุมทาง หรือทางแยก
 - ตั้งอยู่ในตำแหน่งที่มองเห็นได้ง่าย
2. มีรูปร่างลักษณะ ขอบเขต การจัดสรรพื้นที่ภายในและติดตั้งสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ เพื่อรองรับประโยชน์ใช้สอย และก่อให้เกิดความสวยงามทางด้านภูมิทัศน์
 - มีขนาดพื้นที่ รูปทรงเหมาะสมแก่การใช้งาน
 - จัดสรรพื้นที่ให้สามารถทำกิจกรรมได้หลากหลาย เช่น มีพื้นที่พักผ่อน ที่นั่ง ทางเดิน ลานกิจกรรม
 - มีสิ่งอำนวยความสะดวกรองรับการใช้งานคนทุกเพศ ทุกวัย และอุปกรณ์ประดับในพื้นที่ เช่น ม้านั่งหรือศาลาที่อยู่ในบริเวณร่มเงาของต้นไม้ หลังคา ไฟส่องสว่าง ถึงขยะ ทางลาด ร้านค้า
 - มีความสวยงามทางด้านภูมิทัศน์ เช่น การเลือกใช้พันธุ์ไม้ รูปทรงของพันธุ์ไม้และอุปกรณ์ประดับต่างๆ

สิ่งอำนวยความสะดวก วัสดุ ให้สอดคล้อง กลมกลืน หรือสร้างจุดเด่น เป็นต้น สามารถสรุปเป็นกรอบแนวคิด ดังนี้



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการศึกษา

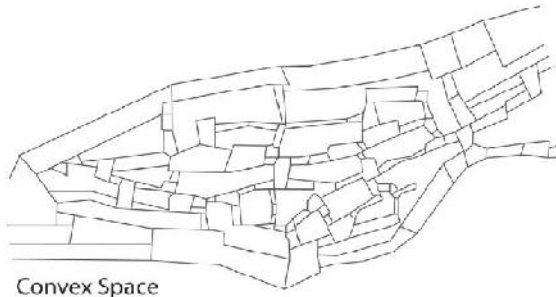
องค์ประกอบทางกายภาพนั้น สามารถนำมาใช้เป็นเกณฑ์เพื่อพิจารณา วิเคราะห์ พื้นที่สาธารณะนั้นๆ ว่ามีคุณลักษณะทางกายภาพที่สามารถส่งเสริมให้เกิดการนิยมใช้งานมากน้อยเพียงใด

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล เลือกใช้ 2 แบบ ดังนี้

1. การวิเคราะห์เชิงสัมพันธ์ด้วยชุดโปรแกรม space syntax เป็นชุดทฤษฎีและเทคนิคทางคอมพิวเตอร์ที่แสดงค่าระดับความสัมพันธ์ระหว่าง โครงสร้างเชิงสัมพันธ์ของพื้นที่ กับลักษณะและระดับความนิยมการใช้งานของพื้นที่ โดย Hillier and Hanson (1980)^[7] ได้อธิบายหลักการว่า ลักษณะการเชื่อมต่อของเส้นทางสัญจรจะสัมพันธ์กับระดับและความนิยมในการสัญจรภายในชุมชนหรือเมืองเสมอ โดยผู้คนมีแนวโน้มที่จะเลือกสัญจรบนเส้นทางที่ตรงและสั้นที่สุด

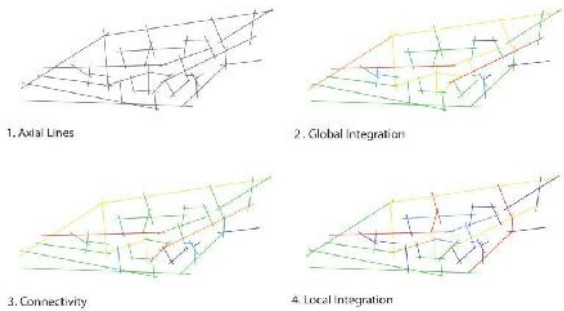
กรอบแนวคิดของ Space Syntax คือ “พื้นที่สาธารณะ” และ “การสัญจร” โดยสามารถวิเคราะห์โครงสร้างความสัมพันธ์ของเส้นทางสาธารณะต่างๆ ที่มีด้วยแผนที่ เริ่มด้วยการสร้างแบบจำลองเชิงสัมพันธ์ (spatial model) ของพื้นที่ โดยแบ่งพื้นที่ว่างสาธารณะ เป็นหน่วยพื้นที่ย่อยต่อกัน (convex space) และพิจารณาหน่วยย่อยที่เชื่อมต่อกันได้ทั้งการสัญจรและการมองเห็น ตามสภาพพื้นที่จริง และลากเส้นที่ยาวที่สุดโดยใช้จำนวนเส้นที่น้อยที่สุดเชื่อมต่อหน่วยพื้นที่ย่อยนั้นๆ อย่างเป็นระบบ โดยเส้นที่ลาก เรียกว่า Axial Lines และเป็นแผนที่ที่เรียกว่า Axial map ดังนั้นโครงข่ายของ Axial Lines คือโครงข่ายเชิงสัมพันธ์ของพื้นที่ว่างสาธารณะนั่นเอง



Convex Space

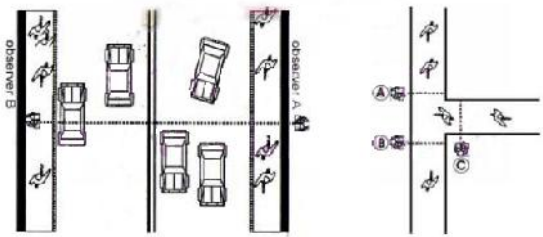
รูปที่ 2 การแบ่งพื้นที่สาธารณะออกเป็นหน่วยพื้นที่ย่อย (Convex Space) [7]

จากนั้น โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะคำนวณโครงข่ายของ Axial Lines แสดงผลว่าเส้นทางใดที่มีการฝังตัว (Integration) อยู่ในระบบมากกว่าเส้นทางอื่นๆ เส้นทางที่ฝังตัวได้ดีในระบบโครงข่ายทั้งหมดมีแนวโน้มที่จะถูกสัญจรผ่านมาก หรือ มีศักยภาพการเข้าถึงสูง ในทางตรงกันข้าม เส้นทางที่ฝังตัวได้ไม่ดี หรือแยกตัว (Segregation) ออกจากระบบ ย่อมมีแนวโน้มที่จะถูกสัญจรผ่านน้อย หรือมีศักยภาพในการเข้าถึงต่ำ โดยชุดโปรแกรมฯ จะวิเคราะห์ศักยภาพการเข้าถึงและการมองเห็นของเส้นทางต่างๆ ใน Axial map หากเส้นใดมีศักยภาพในการเข้าถึงสูงสุด จะแสดงออกมาเป็นเส้นสีแดงไล่ลำดับการเข้าถึงตามสเปคตรัม สีส้ม สีเหลือง สีเขียว สีฟ้า และสีน้ำเงิน ที่แสดงเส้นทางที่มีศักยภาพการเข้าถึงต่ำ ซึ่งมีแนวโน้มที่จะถูกสัญจรผ่านน้อย



รูปที่ 3 โครงข่าย Axial Lines , Global Integration , Connectivity , Local Integration ของเมือง Gassin ประเทศฝรั่งเศส [7]

2. การบันทึกปริมาณจำนวนการสัญจรผ่านของผู้ใช้ยานพาหนะต่างๆ และคนเดินเท้า โดยวิธีการตั้งจุดนับ (gate count) อัตราการสัญจร ขึ้นอยู่กับปริมาณจุดตัดหรือทางแยก ดังนั้น การกำหนดตำแหน่งจุดนับ จะเลือกบริเวณก่อนหรือหลังจุดตัด หรือทางแยกสำคัญต่างๆ เนื่องจากเป็นจุดที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง เพิ่มขึ้นหรือลดลง บนเส้นทางเดียวกัน [8]



รูปที่ 4 วิธีการนับปริมาณอัตราการสัญจรผ่านของคน และการกำหนดตำแหน่งของด่าน [8]

โดยเก็บข้อมูลผู้ที่สัญจรผ่านเข้ามาใช้พื้นที่เส้นทางสัญจรในมหาวิทยาลัยมหิดล เฉพาะพื้นที่ส่วนกลางของมหาวิทยาลัยเท่านั้นได้แก่ ถนนสาธารณะภายในมหาวิทยาลัย ทางจักรยานทางเดินเท้า ไม่รวมพื้นที่ที่ดูแลโดยคณะ สถาบัน และวิทยาลัย ดำเนินการเก็บข้อมูลช่วงเปิดภาคการศึกษา เฉพาะวันอังคาร-วันพฤหัสบดี เว้นวันจันทร์และวันศุกร์ ซึ่งวันเริ่มต้นและท้ายสัปดาห์อาจมีปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อการตัดสินใจในการเดินทางเข้ามาใช้พื้นที่ในมหาวิทยาลัย



รูปที่ 5 แผนที่แสดงพื้นที่สาธารณะแบบเส้นทาง (Linear) ประเภทถนน ภายในมหาวิทยาลัยมหิดล พื้นที่ศาลายา



รูปที่ 6 แผนที่แสดงพื้นที่สาธารณะแบบเส้นทาง (Linear) ประเภททางจักรยานและทางเดินเท้า ภายในมหาวิทยาลัยมหิดล พื้นที่ศาลายา

ผลการศึกษาวิจัยและการอภิปรายผล

จากการสร้างแบบจำลองเชิงสัณฐานของพื้นที่ (spatial model) ตามรูปที่ 7 สามารถอ่านค่าผลการทำนายรูปแบบการสัญจร ดังนี้ ถนนที่แสดงผลเป็นเส้นสีแดง ได้แก่ ถนนผสานเทคโนโลยี ถนนกันภัยมหิตล ถนนพูนผลประชา ถนนถิ่นวิทยาการ และถนนวิถีปัญญา จะเห็นว่าถนนวิถีปัญญาเป็นถนนเพียงสายเดียวที่เชื่อมต่อโดยตรงกับถนนภายนอก (โดยรอบ)มหาวิทยาลัย คือ ถนนศาลายาไทยยาวาส-นครชัยศรี ซึ่งถนนสายอื่นๆที่เชื่อมต่อกับถนนภายนอกมหาวิทยาลัยจะแสดงผลเป็นเส้นสีส้มซึ่งมีศักยภาพการเข้าถึงรองลงมา ส่วนถนนที่แสดงผลเป็นสีโทนเย็น ได้แก่ สีเขียว สีฟ้า สีน้ำเงิน จะเป็นถนนที่เข้าสู่อาคารคณะ วิทยาลัย และสถาบันต่างๆ เป็นหลัก



รูปที่ 7 การบันทึกผลการมองเห็นและเข้าถึงโดยเส้นทางถนนภายในมหาวิทยาลัย ระดับรวม (Global Integration)



รูปที่ 8 การบันทึกผลการมองเห็นและเข้าถึงโดยเส้นทางทางจักรยานและทางเดินเท้าภายในมหาวิทยาลัย ระดับรวม (Global Integration)

ผลการทำนายรูปแบบสัญจรโดยทางจักรยานและทางเดินเท้า ตามรูปที่ 8 พบว่าเส้นทางที่แสดงผลเป็นเส้นสีแดง ได้แก่ ทางจักรยานที่ขนานกับถนนผสานเทคโนโลยี และทางจักรยานระหว่างอาคารศูนย์การเรียนรู้มหิตล(MLC) และกลุ่มอาคารหอพักนักศึกษา ส่วนทางจักรยานตามแนวถนนกันภัยมหิตล

ถนนพูนผลประชา แสดงผลเป็นเส้นสีส้มคือเส้นทางที่มีศักยภาพการเข้าถึงรองลงมา เส้นสีแดงและสีส้มจะอยู่แนวบริเวณเส้นทางที่เป็นโครงข่ายเชื่อมต่อถึงกัน และบริเวณกลุ่มอาคารตามแนวถนนผสานเทคโนโลยี ถนนกันภัยมหิตล และถนนพูนผลประชาที่ล้อมรอบโดยโครงข่ายเส้นทางจักรยาน มีทางเดินเท้าที่ค่อนข้างจะครอบคลุมการเข้าถึงอาคารทุกอาคาร และสีที่แสดงจะมีโทนสีที่ใกล้เคียงกัน แสดงว่ามีการนิยมนสัญจรผ่านพื้นที่ใกล้เคียงกัน เป็นเส้นทางเข้าสู่อาคาร หรือคณะต่างๆ

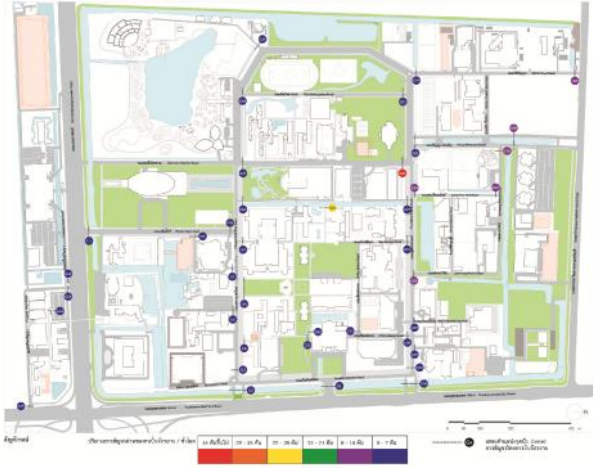
ผลการเก็บข้อมูลโดยวิธีการตั้งจุดนับ (gate count) เก็บข้อมูล 3 ช่วงเวลา คือ ช่วงที่ 1 เวลา 07.00-09.00 น. ช่วงที่ 2 เวลา 11.30-13.30 น. ช่วงที่ 3 เวลา 16.00-18.00 น. และเฉลี่ยปริมาณสัญจรเป็นชั่วโมงโดยแสดงผลในรูปแบบของแผนที่ กำหนดการนับด้าน ทั้งหมด 3 ประเภท ได้แก่

- (1) การนับด้านการสัญจรของยานพาหนะประเภท รถยนต์ รถมอเตอร์ไซด์ รถราง มี 34 ด้าน
 - (2) การบันทึกปริมาณการสัญจรผ่านของ คนปั่นจักรยาน มี 40 ด้าน
 - (3) การบันทึกปริมาณการสัญจรผ่านของคนเดินเท้า มี 40 ด้าน
- โดยใช้เวลานับด้านละ 10 นาที



รูปที่ 9 ปริมาณการสัญจรผ่านของรถยนต์ รถราง โดยเฉลี่ย ต่อชั่วโมง

จากรูปที่ 9 ได้บันทึกปริมาณการสัญจรผ่านของรถยนต์ รถราง พบว่า ประตูทางเข้าหลักของมหาวิทยาลัยได้แก่ ประตู 1(G7) ประตู 3(G1) ประตู 6 (G15) เป็นประตูทางเข้ามหาวิทยาลัยที่มีความนิยมมากที่สุด มีความต่อเนื่องกับถนนเทิดจกรี (G6) ถนนผสานเทคโนโลยี (G2) และถนนวิถีปัญญา (G5) ส่วนถนนอื่นๆ ที่แสดงผลถึงความนิยมที่ลดลงมานั้นคือถนนที่แยกต่อมาจากถนนสายหลักที่เข้าสู่หน่วยงาน หรือคณะใดคณะหนึ่งเฉพาะ ผู้ที่สัญจรผ่านส่วนใหญ่จะเป็นบุคลากรของหน่วยงานนั้นๆ เป็นหลัก



รูปที่ 10 ปริมาณการสัญจรผ่านของคนปั่นจักรยาน โดยเฉลี่ย ต่อ ชั่วโมง

และรูปที่ 10 บันทึกปริมาณการสัญจรผ่านของรถจักรยานนั้น พบว่า เส้นทางที่นิยมใช้สัญจรมากที่สุดคือ ถนนที่อยู่ระหว่างอาคารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬาและอาคารอเนกประสงค์ (โรงพละ)และบริเวณทางเดิน Cover Way และบริเวณด้านข้างอาคารศูนย์การเรียนรู้มหิตล (MLC) ผังคณะสิ่งแวดล้อมทั้ง 2 จุดที่ได้ทำการบันทึกผลนั้นพบว่า เป็นเส้นทางที่เชื่อมต่อถึงกัน ซึ่งมหาวิทยาลัยได้กำหนดให้เป็นเส้นทางที่ใช้ร่วมกันระหว่างจักรยานและการเดินเท้าเป็นหลัก ไม่ให้รถยนต์สัญจรผ่านประกอบเป็นเส้นทางที่ผ่านเข้าสู่อาคารศูนย์การเรียนรู้มหิตล (MLC) ซึ่งถือว่าเป็นจุดศูนย์รวมการทำกิจกรรมต่างๆ ของนักศึกษา เมื่อเส้นทางมีการกำหนดประเภทการใช้งานที่ชัดเจนในเชิงนโยบาย สร้างสภาพแวดล้อมให้มีความปลอดภัย ร่มรื่น ในการสัญจร และสามารถใช้เป็นเส้นทางลัดไปสู่พื้นที่ต่างๆ ได้ง่าย เส้นทางจึงได้ถูกกำหนดให้นิยมใช้โดยพฤติกรรมของผู้ใช้โดยอัตโนมัติ เส้นทางที่นิยมใช้ลำดับรองลงมาจะเป็นถนนบริเวณด้านทิศเหนือของมหาวิทยาลัย ได้แก่ ประตู 6 , ประตู 5 , อาคารด้านทิศเหนือของมหาวิทยาลัย ได้แก่ประตู 6 , ประตู 5 , อาคารชุดพักอาศัยของของนักศึกษาบุคลากรมหาวิทยาลัย



รูปที่ 11 ปริมาณการสัญจรผ่านของคนเดินเท้า โดยเฉลี่ย ต่อ ชั่วโมง

จากรูปที่ 11 บันทึกปริมาณการสัญจรผ่านของคนเดินเท้า จุดที่นิยมมากที่สุด คือ บริเวณทางเข้า-ออก ด้านข้างอาคารสำนักงานอธิการบดี ผังวิทยาลัยนานาชาติ (G33) ซึ่งพบว่า พื้นที่นั้นเป็นจุดที่อยู่ใกล้กับร้านขายเครื่องดื่ม ของว่าง (ร้าน Amazon) และร้านอาหาร ร้านกาแฟของคณะสังคมศาสตร์ มีทางเดินที่มีหลังคาคลุมที่เชื่อมต่อไปได้หลายคณะ เส้นทางมีการส่งเสริมสภาพแวดล้อมให้มีสิ่งอำนวยความสะดวกสบาย จึงเป็นเส้นทางหนึ่งที่คนเดินเท้านิยมสัญจรมากที่สุด ลำดับรองลงมาเป็นบริเวณทางเข้า-ออกประตู 4 ซึ่งจากการข้อสังเกตนั้นพบว่า เส้นทางดังกล่าวมีการเชื่อมต่อกับพื้นที่ภายนอก อยู่ใกล้กับป้ายรถรับ-ส่ง ประจำทางหลายเส้นทาง

นอกจากนี้ยังมีการควบคุมการเข้า-ออกของรถยนต์ โดยกำหนดให้รถยนต์ใช้เป็นทางออกของมหาวิทยาลัยเท่านั้น ไม่อนุญาตให้รถวิ่งสวนเข้ามา การเดินเท้าจึงมีความสะดวกและปลอดภัยมากขึ้น

จากผลการบันทึกปริมาณการสัญจรของรถยนต์จักรยาน การเดินเท้า พบว่านิยมใช้ถนนสายหลักภายในมหาวิทยาลัยเป็นส่วนใหญ่ (ถนนเทิดจกรี ถนนพลาสนเทศไทย ถนนกันภัยมหิตล ถนนพูลผลประชา และถนนวิถิปัญญา)

ในการใช้เครื่องมือวิจัยเก็บข้อมูล 2 แบบ ได้แก่ การวิเคราะห์เชิงสัจฐานด้วยชุดโปรแกรม space syntax แสดงผลในรูปแบบแผนที่ และการบันทึกปริมาณจำนวนการสัญจรผ่านจริงในพื้นที่ พบว่าผลลัพธ์ความนิยมในการใช้เส้นทางมีความสอดคล้องกัน และเมื่อเทียบผลกับลักษณะองค์ประกอบทางกายภาพตามแนวคิดพื้นที่สาธารณะนั้น ก็มีแนวโน้มที่สอดคล้องกัน คือ ถนนที่แสดงศักยภาพการเข้าถึงสูงสุด คือ สีแดง รองลงมาคือ สีส้ม ได้แก่ ถนนสายหลักในมหาวิทยาลัยเชื่อมต่อถึงกัน ซึ่งลักษณะทางกายภาพถนนสายหลักมีขนาดที่กว้าง มีช่องจราจร 3 ช่องทาง(ไป-กลับ) สร้างความรู้สึกให้ผู้ใช้งานเส้นทางเปิดมุมมองเพื่อรับรู้องค์ประกอบสิ่งแวดล้อมทางกายภาพได้กว้างมากขึ้น ประกอบกับกลุ่มอาคาร และหน่วยงานต่างๆ ตามแนวถนนสายหลักส่วนใหญ่เป็นอาคารบริการสาธารณะ ได้แก่ อาคารสำนักงานอธิการบดี ธนาคารไทยพาณิชย์ และป้ายรอรถราง ตลอดแนวเส้นทาง สามารถมองเห็น เข้าถึงหรือสร้างความจดจำได้ง่าย มีป้ายสัญลักษณ์ต่างๆ เพื่อบอกเส้นทางไปหน่วยงานต่างๆ ได้ค่อนข้างชัดเจน

สำหรับถนนที่แสดงศักยภาพการเข้าถึงสูงสุด(เป็นสีแดง)และผลการบันทึกปริมาณการสัญจรผ่านมีจำนวนการสัญจรที่มามากนั้น ได้มีความแตกต่างจากลักษณะองค์ประกอบทางกายภาพตามแนวคิดพื้นที่สาธารณะ ได้แก่ ถนนวิถิปัญญาและถนนถันวิทยาการ พบว่าถนนเส้นดังกล่าวนิยมใช้เป็นเส้นทางลัด เพื่อให้ถึงจุดหมายเร็วขึ้น และเมื่อพิจารณาถนน

ภายในที่เชื่อมต่อกับประตูเข้า-ออกของมหาวิทยาลัย มีเพียงถนนวิถีปัญญาเชื่อมต่อดูประตู 6 เท่านั้นที่แสดงผลเป็นสีแดง ส่วนประตู 1 และประตู 3 แสดงผลรองลงมา นั้นแสดงว่าบุคลากรในมหาวิทยาลัย และคนภายนอกมหาวิทยาลัยที่เดินทางใช้ถนนบรมราชชนนีและถนนพุทธมณฑลสาย 4 นิยมใช้ถนนสายหลักในมหาวิทยาลัยเป็นเส้นทางลัดสู่ถนนศาลายา ไทยวาศ-นครชัยศรี เนื่องจากเลี่ยงการจราจรที่ติดขัดในเวลาเร่งด่วนของถนนรอบๆมหาวิทยาลัย ประกอบกับถนนภายในมหาวิทยาลัยไม่มีแยกสัญญาณไฟ และระบบจราจรถนนศาลายา-ไทยวาศ-นครชัยศรี ที่มีจุดกัณฑ์เป็นระยะๆ สามารถสัญจรไปได้หลายเส้นทาง เกิดความสะดวกสบายในการสัญจรโดยใช้ยานพาหนะมากที่สุด

สรุปผลการศึกษาวิจัย

ผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าข้อสรุปแนวคิดเกี่ยวกับพื้นที่สาธารณะที่มีลักษณะสัมพันธ์กับผลการเก็บข้อมูลนั้น บ่งบอกได้ว่าลักษณะทางกายภาพของถนนสายหลักที่ได้รับความนิยมมีลักษณะดังนี้

1. เป็นถนนสายหลักที่มีขนาดกว้าง
2. มีการเปิดมุมมองเพื่อการรับรู้องค์ประกอบอื่นๆ ทางกายภาพ เพื่อการมองเห็นและการจดจำที่ง่ายมากขึ้น เช่น มีป้าย สัญลักษณ์ที่มองเห็นชัดเจน ถนนมีความเป็นเอกลักษณ์สวยงาม มีส่วนประดับประดา
3. เชื่อมต่อกับอาคาร หน่วยงานสาธารณะสำคัญได้ โดยทางเส้นทางและทางมุมมอง
4. มีลักษณะเป็นเส้นทางตรง และเป็นทางลัดที่จะช่วยให้ถึงจุดหมายได้โดยเร็ว

และลักษณะทางกายภาพของทางจักรยาน ทางเดินเท้าที่ส่งเสริมการใช้งานดังนี้

1. เป็นเส้นทางที่มีขนาดกว้าง ร่มรื่นจากต้นไม้
2. เชื่อมต่อกับจุดรวมกิจกรรมต่างๆ ของนักศึกษา
3. อยู่ใกล้กับสิ่งอำนวยความสะดวก ได้แก่ ร้านค้า ร้านอาหาร ร้านเครื่องดื่ม

จากข้างต้น แม้รูปแบบการสัญจรของการใช้ยานพาหนะจะแตกต่างกัน แต่ลักษณะทางกายภาพที่ดึงดูดให้นิยมใช้เส้นทางก็มีความสอดคล้องกัน จึงสามารถนำข้อมูลศึกษารูปแบบความนิยมในการใช้เส้นทางสัญจรนี้ ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐาน เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนพัฒนา หรือออกแบบในด้านอื่นๆ เช่น การสร้างพื้นที่รวมกิจกรรม การบริหารจัดการการใช้ประโยชน์พื้นที่ในมหาวิทยาลัย ตลอดจนใช้เป็นข้อพิจารณาหรือเกณฑ์ในการวิเคราะห์ ออกแบบพื้นที่เบื้องต้นได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ งานออกแบบและผังแม่บท ผู้อำนวยการกองกายภาพและสิ่งแวดล้อม และอาจารย์ รศ.ดร.กิตติกร จามรดุสิต รองอธิการบดีฝ่ายสิ่งแวดล้อมและการพัฒนาอย่างยั่งยืน ที่สนับสนุน ส่งเสริม ให้โอกาสในการพัฒนาตนเองในสายการทำงาน

เอกสารอ้างอิง

- [1] ศุภยาดา ประดิษฐ์ไวทยากร. (2555). พื้นที่สาธารณะ (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศิลป์). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- [2] ไชยศรี ภัคต์สุขเจริญ. (2547). วาทกรรมของเมืองผ่านโครงสร้างเชิงเส้นฐาน. วารสารวิชาการคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, ปีการศึกษา 2547 (ฉบับที่ 2), หน้า 63-76.
- [3] Carr, S. et al. (1995). Public Space. Cambridge : Cambridge University Press.
- [4] Gibberd , F. (1967). Town Design. London : The Architectural Press.
- [5] อธิวัฒน์ ประภรณ์. (2547). การศึกษาแนวทางการจัดสภาพแวดล้อมทางกายภาพที่สอดคล้องกับพฤติกรรมของวัยรุ่นในพื้นที่บริเวณลานสาธารณะ กรณีศึกษา : The Center Point of Siam. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศิลป์). กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- [6] วิญญา พิษุณกันต์. (2544). แนวทางพัฒนาการท่องเที่ยวโดยการเดินเท้าในเมืองเชียงใหม่. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศิลป์). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [7] ฐปณี รัตนถาวร. (2555). เงื่อนไขเชิงพื้นที่เพื่อการดำรงอยู่ของชุมชนบริเวณเกาะเมืองพระนครศรีอยุธยาการวิเคราะห์. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศิลป์). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [8] ศุภธิดา สว่างแจ้ง. (2548). รูปแบบการใช้พื้นที่ของชุมชนโดยรอบสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศิลป์). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

การประเมินศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี Assessment of Greenhouse Gas Reduction Potential at Suranaree University of Technology

ภัทรานิษฐ์ ปริญากุลเสฏฐ์

ส่วนอาคารสถานที่ สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ถ. มหาวิทยาลัย ต. สุรนารี อ. เมือง จ. นครราชสีมา 30000

E-mail : chanid@sut.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาศักยภาพในการก๊าซเรือนกระจก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี มีวัตถุประสงค์ในการวิจัยเพื่อ
1) ศึกษาปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร และ 2) เพื่อศึกษากิจกรรมที่มีศักยภาพสูงในการลดก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัย โดยได้ทำการศึกษาข้อมูลกิจกรรมปล่อยก๊าซเรือนกระจก กิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก และการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากต้นไม้ ในช่วงระยะเวลาตั้งแต่ ปีงบประมาณ พ.ศ. 2559 - 2561

ผลการศึกษาปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร ประจำปีงบประมาณ 2559 – 2561 พบว่า มีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรสุทธิ เฉลี่ย 18,893 kgCO₂e/ปี และผลการศึกษากิจกรรมที่มีศักยภาพสูงในการลดก๊าซเรือนกระจก (รวมการดูดกลับก๊าซเรือนกระจก) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 พบว่า มหาวิทยาลัยมีศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกรวม 3,630 tCO₂e/ปี คิดเป็นร้อยละ 17.73 เมื่อเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด โดยการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกของต้นไม้ มีส่วนในการลดก๊าซเรือนกระจกสูงสุด คือ ร้อยละ 13.73 รองลงมา คือ การดำเนินกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกประเภทการเปลี่ยนทดแทนเครื่องปรับอากาศ และการรีไซเคิลขยะ คิดเป็น ร้อยละ 4 ตามลำดับ

คำสำคัญ คาร์บอนฟุตพริ้นท์ ก๊าซเรือนกระจก

บทนำ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีได้ตระหนักถึงการดำเนินงานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างยิ่ง จึงได้สนับสนุนงบประมาณในการดำเนินโครงการและกิจกรรมที่จะช่วยลดก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ การคัดแยกขยะเพื่อรีไซเคิล การแปรรูปขยะมูลฝอยเป็นพลังงานของโรงจัดการขยะแบบครบวงจร การเปลี่ยนทดแทนเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพ การเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าแบบประหยัดพลังงาน การให้บริการรถโดยสารไฟฟ้า การส่งเสริมให้มีการใช้จักรยานของโครงการจักรยานสอดทอง และการปลูกป่าทดแทน เป็นต้น ซึ่งกิจกรรมการลดก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยที่ได้ดำเนินการมาแล้ว ยังไม่ได้ทำการประเมินศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจก และการดำเนินกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกประเภทใดบ้าง เมื่อดำเนินการแล้วสามารถช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ได้ดีที่สุด เพื่อมหาวิทยาลัยจะได้วางแผนและส่งเสริมให้มีการดำเนินกิจกรรมเพื่อบรรลุเป้าหมายในการวางแผนบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจกต่อไป

วัตถุประสงค์

- 1) ศึกษาปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร
- 2) เพื่อศึกษากิจกรรมที่มีศักยภาพสูงในการลดก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัย

ระเบียบวิธีการศึกษาวิจัย

การประเมินศักยภาพในการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการศึกษา 5 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) การกำหนดขอบเขตองค์กร
กำหนดขอบเขตในการรวบรวมข้อมูลแบบควบคุมการดำเนินงาน (operational control) [1]

แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกเกิดขึ้นภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เฉพาะที่สามารถควบคุมได้ (ไม่รวมโรงพยาบาลและโรงเรียน) และข้อมูลได้จากฐานข้อมูลและสถิติต่าง ๆ ของมหาวิทยาลัยที่มีการเก็บรวบรวมอย่างเป็นระบบ เช่น ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง การใช้สารทำความเย็น การใช้สารดับเพลิง การใช้ไฟฟ้า การใช้กระดาษ และการใช้น้ำประปา เป็นต้น ระยะเวลาเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2559 ถึง กันยายน 2561 (3 ปี) สำหรับเป็นข้อมูลพื้นฐาน

2) การปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ทำการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรม 3 ประเภท คือ 1) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง เช่น การใช้เชื้อเพลิงจากการเดินทาง การใช้สารดับเพลิง การใช้สารทำความเย็น การใช้ก๊าซหุงต้ม การกำจัดขยะ การบำบัดน้ำเสีย การใช้ปุ๋ยเคมี และการเลี้ยงสัตว์ของฟาร์มมหาวิทยาลัย เป็นต้น 2) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม จากการใช้ไฟฟ้า และ 3) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ เช่น การใช้เชื้อเพลิงจากการเดินทางที่ไม่ใช่พาหนะของมหาวิทยาลัย การใช้น้ำประปา การใช้กระดาษ การใช้กระดาษชำระ และการใช้ขวดพลาสติกจากโรงผลิตน้ำดื่ม เป็นต้น [1]

3) การประเมินการลดก๊าซเรือนกระจก

ทำการประเมินกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมหาวิทยาลัย เช่น การรีไซเคิลขยะ การใช้พลังงานทดแทน และการเปลี่ยนทดแทนหลอดไฟฟ้าแบบประหยัดพลังงาน เป็นต้น [2]

4) การประเมินการดูดกลับก๊าซเรือนกระจก

ทำการประเมินปริมาณดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากป่าไม้ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัย ดำเนินการตามแนวทางโครงการ LESS ขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ดังนี้

4.1 การแบ่งกลุ่มพรรณไม้ : มี 5 กลุ่ม คือ

1) พรรณไม้ทั่วไป 2) ตระกูลปาล์ม 3) ไม้ป่าชายเลน 4) ไม้ และ 5) เถาวัลย์

4.2 สสำรวจต้นไม้ : สสำรวจต้นไม้ตามลักษณะ

การปลูก 3 แบบ คือ 1) ปลูกแบบเป็นแปลง 2) ปลูกแบบเป็นแถวเป็นแนว (Strip) และ 3) ปลูกกระจายทั่วพื้นที่

4.3 วัดความสูงและความโตของต้นไม้ : ต้นไม้

ที่วัดต้องมีความสูงมากกว่า 1.30 เมตร และขนาดความโต

เส้นรอบวงมากกว่า 15 เซนติเมตร โดยการวัดความสูงของต้นไม้สามารถใช้ไม้วัดความสูง และครีโนมิเตอร์

4.4 การวางแผน : ดำเนินการวางแผน

ตัวอย่างเพื่อเป็นตัวแทนของพื้นที่สำรวจทั้งหมดแต่ละประเภทของการปลูกต้นไม้ [3]

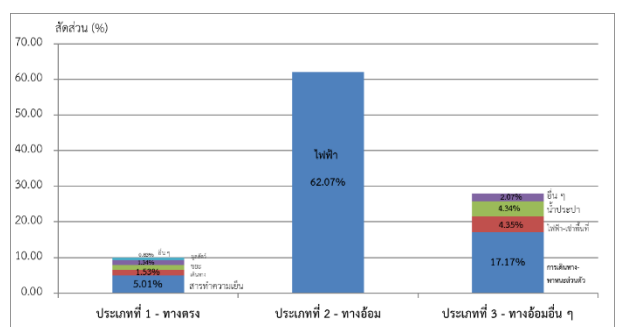
5) คาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรสุทธิ

คำนวณจากค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหักลบกับค่าดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากต้นไม้ [1]

ผลการศึกษาวิจัยและการอภิปรายผล

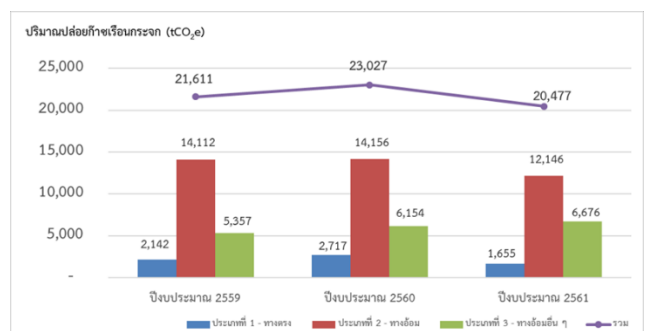
1. การปล่อยก๊าซเรือนกระจก

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรม พบว่า การใช้ไฟฟ้ามีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 62 รองลงมาคือ การเดินทางด้วยพาหนะส่วนตัว ร้อยละ 17 และการใช้สารทำความเย็น ร้อยละ 5 ตามลำดับ ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ประจำปีงบประมาณ 2559 – 2561

พิจารณาแนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัย ประจำปีงบประมาณ 2559 – 2561 มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยในปีงบประมาณ 2561 มีค่าลดลงร้อยละ 15 (2,879 tCO₂e) เมื่อเปรียบเทียบกับปีงบประมาณ 2560 ซึ่งเป็นผลมาจากการลดของค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการใช้ไฟฟ้า เป็นหลัก คิดเป็นร้อยละ 10 ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ประจำปีงบประมาณ 2559 -2561

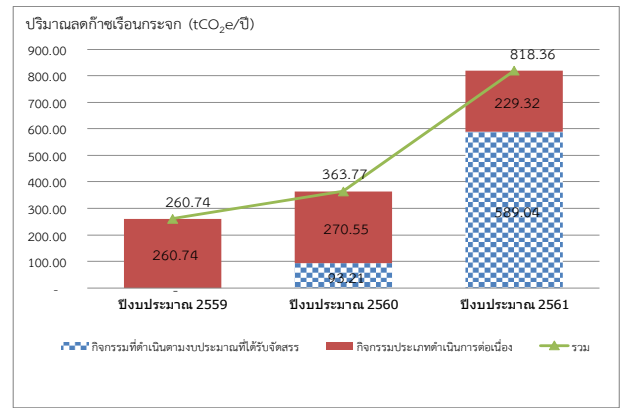
เปรียบเทียบการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อคน ประจำปีงบประมาณ 2559 - 2561 พบว่า มีค่าเฉลี่ย 1.17 tCO₂e/คน/ปี และหากเปรียบเทียบกับสถาบันอุดมศึกษาอื่น ๆ ของประเทศไทย พบว่า มีค่าใกล้เคียงกัน (ค่าเฉลี่ย 1.12 tCO₂e/คน/ปี) และหากเปรียบเทียบกับมหาวิทยาลัยต่างประเทศ พบว่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อคนของต่างประเทศมีค่ามากกว่าของประเทศไทย 4 เท่า ทั้งนี้เนื่องจากมหาวิทยาลัยในต่างประเทศมีการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับระบบทำความร้อนตามฤดูกาล ส่งผลให้ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีค่าแตกต่างกัน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกับสถาบันอุดมศึกษาอื่น ๆ

ลำดับ	มหาวิทยาลัย	ปีฐานข้อมูล	อัตรา (tCO ₂ e/คน/ปี)
1	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	ปีงบประมาณ 2559 - 2561	1.17
2	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	ปีการศึกษา 2559	0.73
3	มหาวิทยาลัยมหิดล ศูนย์เรียนรู้มหิดล	ปี พ.ศ. 2558	1.70
4	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต	ปี พ.ศ. 2553	1.62
5	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	ปี พ.ศ. 2554 - 2556	0.56
เฉลี่ย			1.12
6	มหาวิทยาลัย Clemson ประเทศสหรัฐอเมริกา	ปี พ.ศ. 2557	4.30

2. กิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก

ผลการปริมาณปริมาณลดก๊าซเรือนกระจกประจำปีงบประมาณ 2559 - 2561 มีค่าเฉลี่ย 480.92 tCO₂e/ปี และแนวโน้มการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก พบว่า ในปีงบประมาณ 2561 สามารถลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นจากปีงบประมาณ 2559 ร้อยละ 214 ทั้งนี้เนื่องมาจากการเปลี่ยนทดแทนเครื่องปรับอากาศที่หมดอายุการใช้งานเป็นหลัก ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แนวโน้มการลดก๊าซเรือนกระจก

3. ปริมาณดูดกลืนคาร์บอนไดออกไซด์ของต้นไม้

ผลการสำรวจสามารถประเมินค่าปริมาณกักเก็บคาร์บอนสะสม (ดูดกลืนก๊าซเรือนกระจกสะสม) จากต้นไม้ของมหาวิทยาลัย จำนวน 211,541 ต้น ได้เท่ากับ 54,796 tCO₂e โดยพื้นที่ปลูกป่าแบบเป็นแปลงมีปริมาณปริมาณกักเก็บคาร์บอนสูงสุด จำนวน 51,409 tCO₂e (ร้อยละ 93.82) รองลงมาคือ บริเวณป่าปลูกแบบเป็นแถวเป็นแนว (ริมถนน) จำนวน 2,236 tCO₂e (ร้อยละ 4.08) และ บริเวณป่าปลูกแบบกระจายรอบ ๆ อาคาร จำนวน 1,151 tCO₂e (ร้อยละ 2.10)

มหาวิทยาลัยมีพรรณไม้ที่มีศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกเพียงร้อยละ 26.17 ส่วนอีกร้อยละ 73.83 เป็นกลุ่มพรรณไม้อื่นที่ไม่อยู่ในกลุ่มพรรณไม้ที่มีศักยภาพ

ผลประเมินปริมาณการดูดกลืนคาร์บอนไดออกไซด์ในอนาคต พบว่า มีอัตราการดูดกลืนคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 2,812 tCO₂e/ปี

4. คาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรสุทธิ

จากผลการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การลดก๊าซเรือนกระจก และการกักเก็บคาร์บอน (ดูดกลืนก๊าซเรือนกระจก) จากต้นไม้ ประจำปีงบประมาณ 2559 - 2561 พบว่า มีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรสุทธิ เฉลี่ย 18,893 kgCO₂e/ปี ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรสุทธิ ประจำปีงบประมาณ 2559 - 2561

ปีงบประมาณ	ปริมาณก๊าซเรือนกระจก (tCO ₂ e/ปี)		
	ปล่อย	ดูดกลืน	คาร์บอนฟุตพริ้นท์สุทธิ
2559	21,611	2,812	18,799
2560	23,027	2,812	20,215
2561	20,477	2,812	17,665
เฉลี่ย	21,705	2,812	18,893

5. กิจกรรมที่มีศักยภาพสูงในการลดก๊าซเรือนกระจก

ผลการศึกษากิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยกิจกรรม ประจำปีงบประมาณ 2561 พบว่า กิจกรรมศักยภาพที่มีในการลดก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยกิจกรรมสูงสุด คือ การให้บริการรถโดยสารไฟฟ้า (19.39 tCO₂e /kWh) รองลงมา คือ การดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากต้นไม้ (13.29 tCO₂e/ตัน) และการรีไซเคิลขยะของธนาคารวัสดุรีไซเคิล (0.77 tCO₂e/กก.) ตามลำดับ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ปริมาณลดก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยกิจกรรม ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561

ลำดับ	กิจกรรม	ปริมาณลดก๊าซเรือนกระจก
1	การให้บริการรถโดยสารไฟฟ้า	19.39 kgCO ₂ e/ kWh
2	การดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากต้นไม้	13.29 kgCO ₂ e/ตัน
3	การรีไซเคิลขยะ	0.77 kgCO ₂ e /กก.
4	การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน	0.58 kgCO ₂ e/ kWh
5	การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศแบบ Inverter	0.22 kgCO ₂ e/BTU
6	การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศจากแบบ Chiller เป็นแบบปรับสารทำความเย็นอัตโนมัติ VRF	0.12 kgCO ₂ e/BTU
7	การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศจากแบบ Split type เป็นแบบปรับสารทำความเย็นอัตโนมัติ VRF	0.08 kgCO ₂ e/BTU
8	การเปลี่ยนหลอดจาก T5 เป็น LED (ขนาด 16 วัตต์)	0.05 kgCO ₂ e/หลอด
9	การเปลี่ยนหลอดจาก T5 เป็น LED (ขนาด 8 วัตต์)	0.03 kgCO ₂ e/หลอด
10	การเปลี่ยนโคมไฟถนนเป็นแบบ LED	0.0010 kgCO ₂ e/หลอด

ผลการศึกษากิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกและการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกของต้นไม้ประจำปีงบประมาณ 2561 เพื่อเปรียบเทียบศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกพบว่า มีศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกรวม 3,630 tCO₂e/ปี คิดเป็น ร้อยละ 17.73 เมื่อเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด โดยการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกของต้นไม้มีส่วนในการลดก๊าซเรือนกระจกสูงสุด ร้อยละ 13.73 รองลงมา คือ การดำเนินกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก เช่น การเปลี่ยนทดแทนเครื่องปรับอากาศ และการรีไซเคิลขยะ เป็นต้น คิดเป็นร้อยละ 4 ตามลำดับ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจก ประจำปีงบประมาณ 2561

ลำดับ	กิจกรรม	ปริมาณลด/ดูดกลับก๊าซเรือนกระจก	เทียบสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (%)
1	การดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากต้นไม้ จำนวน 211,541 ตัน	2,812	13.73
2	กิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก - เปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ - การรีไซเคิลขยะ - รถโดยสารไฟฟ้า - พลังงานทดแทน - เปลี่ยนหลอดไฟฟ้า	818	4.00
รวม		3,630.36	17.73

หมายเหตุ : ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ปีงบประมาณ 2561 เท่ากับ 20,477 tCO₂e/ปี

สรุปผลการศึกษาวิจัย

1. กิจกรรมที่มีศักยภาพสูงในการลดก๊าซเรือนกระจก

ปีงบประมาณ 2561 มหาวิทยาลัยสามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้จำนวน 3,630 tCO₂e/ปี คิดเป็น ร้อยละ 17.73 เมื่อเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด โดยการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกของต้นไม้ มีส่วนในการลดก๊าซเรือนกระจกสูงสุด คือ ร้อยละ 13.73 รองลงมาคือ การดำเนินกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก เช่น การเปลี่ยนทดแทนเครื่องปรับอากาศ และการรีไซเคิลขยะ เป็นต้น คิดเป็นร้อยละ 4

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุจิต คุรุจิต และหัวหน้าส่วนอาคารสถานที่ ที่กรุณาให้ข้อมูลและ ข้อคิดเห็นในการดำเนินการวิจัยจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2560). คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร. From <http://thaicarbonlabel.tgo.or.th>
- [2] องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2560). โครงการสนับสนุนกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก From <http://less.tgo.or.th>
- [3] องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2559). คู่มืออ้างอิงการพัฒนาโครงการลดก๊าซเรือน กระจกภาคสมัครใจสาขาป่าไม้และการเกษตร. องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การ มหาชน).

การพัฒนาโครงการธนาคารขยะรีไซเคิลมหาวิทยาลัยมหิดล สู่อุตสาหกรรม

Project of Mahidol University International

“Development of the Recycle Bank”

อมรรัตน์ โคตรวงศ์¹ อุทัยวรรณ เกิดบุญ¹ และวรพจน์ เฉลิมกลิ่น¹

งานภูมิทัศน์และสิ่งแวดล้อม กองกายภาพและสิ่งแวดล้อม สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยมหิดล
ถนนพุทธมณฑลสาย 4 ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม 73170

*Corresponding author E-mail: worapot.cha@mahidol.ac.th

บทคัดย่อ

การพัฒนาโครงการธนาคารขยะรีไซเคิล มหาวิทยาลัยมหิดล เป็นวิธีการใหม่ที่ผู้วิจัยใช้ดำเนินการภายในมหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตศาลายา โดยการใช้ Soft ware โปรแกรมธนาคารขยะรีไซเคิล มาดำเนินการเก็บข้อมูล ทดแทนการจดบันทึก ซึ่งทำให้เกิดการรวบรวมและประมวลผลข้อมูลอย่างเป็นระบบ ทำให้เกิดประสิทธิภาพในการจัดเก็บข้อมูล เกิดความโปร่งใส และเกิดความยั่งยืนในการดำเนินโครงการ

คำสำคัญ โครงการธนาคารขยะรีไซเคิล มหาวิทยาลัยมหิดล

บทนำ

มหาวิทยาลัยมหิดล ได้กำหนดยุทธศาสตร์การบริหารจัดการเพื่อความยั่งยืน หนุนเสริมมหาวิทยาลัยไปสู่เป้าหมายการเป็นมหาวิทยาลัยระดับโลก โดยมีนโยบายส่งเสริมการสร้างมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศน์ (Eco University) ที่มีเป้าหมายอย่างชัดเจน ในการสร้างและพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development)(1)

ขยะ นับเป็นปัญหาล้างสิ่งแวดล้อมที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาด้านสิ่งแวดล้อม ภายในมหาวิทยาลัย จากการศึกษาพบว่า มีอัตราการผลิตขยะ 0.303 กิโลกรัม/คน/วัน และจากการวิเคราะห์องค์ประกอบขยะมูลฝอย พบว่ามีพลาสติกสูงสุด ร้อยละ 39.88 รองลงมา ขยะเศษอาหาร ร้อยละ 28.66 กระดาษ อื่นๆ ร้อยละ 14.95 (2) ซึ่งถ้ามีการคัดแยกขยะอย่างทั่วถึง จะทำให้สามารถนำขยะทั้งหมดกลับมาใช้ประโยชน์ได้อีก (Reduce Reuse Recycle)

มหาวิทยาลัยมหิดล ได้ตั้งโครงการธนาคารขยะรีไซเคิล(3)เพื่อส่งเสริมเรื่องการคัดแยกและเป็นการเพิ่มมูลค่าของขยะ โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการโครงการโดยการรวบรวมข้อมูลของสมาชิกที่นำขยะมาขาย เช่น ปริมาณขยะ จำนวนเงินฝากตามขั้นตอนของธนาคารเพื่อความโปร่งใส และต้องการข้อมูล

ปริมาณขยะไปพัฒนาด้านสิ่งแวดล้อมในมหาวิทยาลัย โดยใช้วิธีรวบรวมข้อมูลแบบจดบันทึก ซึ่งพบปัญหาคือ มีสมาชิกจำนวนมาก ทำให้การเก็บข้อมูลต้องใช้เวลาและเกิดความผิดพลาดได้ง่าย การนำข้อมูลไปพัฒนาด้านสิ่งแวดล้อมจึงทำได้ยาก

ผู้วิจัยจึงแก้ปัญหาโดยประสานความร่วมมือกับกองเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหิดล ในการจัดทำ Software โปรแกรมธนาคารขยะรีไซเคิล (ดังรูปที่ 1) เพื่อนำมาใช้ในการเก็บข้อมูลและประมวลผลอย่างเป็นระบบ สามารถให้บริการแก่สมาชิกได้รวดเร็ว สร้างความเชื่อมั่น และเพิ่มความโปร่งใสในการดำเนินโครงการ และสามารถนำข้อมูลไปพัฒนาด้านสิ่งแวดล้อมให้กับมหาวิทยาลัยได้



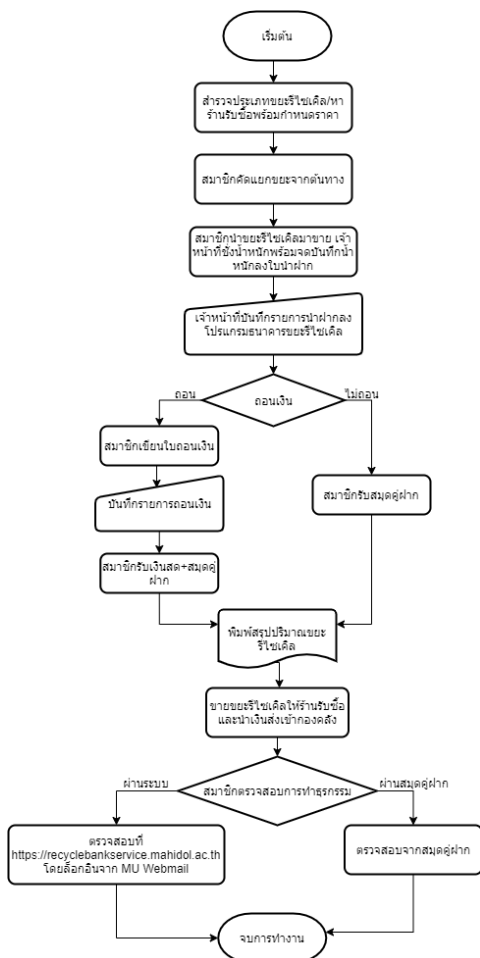
รูปที่ 1 โปรแกรมระบบบริหารจัดการธนาคารขยะรีไซเคิล มหาวิทยาลัยมหิดล

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการดำเนินงานโครงการธนาคารขยะรีไซเคิล ให้มีมาตรฐานและแพร่หลายสู่สากล
2. เพื่อพัฒนาระบบการจัดเก็บข้อมูลการทำธุรกรรมด้านการเงินของสมาชิก ข้อมูลขยะรีไซเคิลที่สามารถตรวจสอบได้ เพื่อความโปร่งใสและสร้างความเชื่อมั่นให้กับสมาชิก
3. เพื่อนำข้อมูลปริมาณขยะรีไซเคิลไปวิเคราะห์และพัฒนาด้านสิ่งแวดล้อม

ระเบียบวิธีการศึกษาวิจัย

การดำเนินโครงการธนาคารขยะรีไซเคิล โดยใช้โปรแกรมธนาคารขยะรีไซเคิลในการบริหารจัดการข้อมูล รวมถึงขั้นตอนการคำนวณ เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงาน สร้างความเชื่อมั่นและความน่าเชื่อถือให้กับสมาชิก ซึ่งมีรูปแบบเดียวกันกับธนาคารพาณิชย์ทั่วไป โดยมีการดำเนินงาน 7 ขั้นตอนตาม Flowchart ดังนี้



รูปที่ 2 FlowChart ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนที่ 1 สำรวจชนิดของขยะรีไซเคิลและหาร้านรับซื้อพร้อมกำหนดราคาโดยดำเนินการสำรวจชนิดของขยะที่มีมูลค่าเมื่อผ่านการคัดแยกแล้ว และให้ร้านรับซื้อกำหนดราคาโดยนำราคาที่ได้มาหัก 10% ก่อนนำไปรับซื้อจากสมาชิก



รูปที่ 3 การสำรวจชนิดของขยะ

ขั้นตอนที่ 2 การคัดแยกขยะรีไซเคิลจากต้นทางโดยประชาสัมพันธ์ให้สมาชิกคัดแยกขยะรีไซเคิลแต่ละประเภทก่อนนำมาขาย (หากไม่คัดแยก ให้ดำเนินการชั่งในราคาต่ำสุดของขยะรีไซเคิลประเภทนั้น)



รูปที่ 4 ภาพขยะรีไซเคิล 16 ชนิด

ขั้นตอนที่ 3 การชั่งและจดบันทึกน้ำหนักลงใบนำฝาก

เมื่อสมาชิกนำขยะรีไซเคิลมาขาย ให้เจ้าหน้าที่ทำการชั่งน้ำหนักพร้อมจดบันทึกน้ำหนักลงใบนำฝาก



รูปที่ 5 การชั่งและจดบันทึกน้ำหนักขยะรีไซเคิล



ใบนำฝากขยะรีไซเคิล (Recycling Deposit Slip) จากมหาวิทยาลัยมหิดล. ตารางแสดงรายการขยะรีไซเคิลที่นำฝากมา เช่น กระดาษ, พลาสติก, โลหะ, แก้ว, และขยะอินทรีย์. แต่ละรายการมีจำนวนและราคาต่อหน่วย.

รูปที่ 6 ใบนำฝากขยะรีไซเคิล

ขั้นตอนที่ 4 การบันทึกข้อมูลลงโปรแกรมธนาคารขยะรีไซเคิล


สมาชิกรนำใบนำฝากส่งให้เจ้าหน้าที่คีย์ข้อมูลลงโปรแกรมระบบบริหารจัดการธนาคารขยะรีไซเคิล มหาวิทยาลัยมหิดล พร้อมรับสมุดคู่ฝาก



หน้าจอระบบบันทึกข้อมูลนำฝากขยะรีไซเคิล. แสดงฟอร์มกรอกข้อมูลและตารางสรุปยอดรวมของขยะรีไซเคิลที่นำฝากมา. ตารางมี 5 คอลัมน์: ลำดับ, รายการ, หน่วย, ปริมาณ, และมูลค่า.

รูปที่ 7 การบันทึกข้อมูลนำฝากลงระบบ

ขั้นตอนที่ 5 การถอนเงิน สมาชิกเขียนใบถอนเงิน โดยระบุจำนวนเงินและลงลายมือชื่อผู้ถอนเงิน ยื่นให้เจ้าหน้าที่เพื่อคีย์ข้อมูลลงโปรแกรมธนาคารขยะรีไซเคิล มหาวิทยาลัยมหิดล พร้อมตรวจสอบความถูกต้อง เมื่อถูกต้องสมาชิกรับเงินและสมุดคู่ฝาก



ใบถอนเงิน (Withdrawal Slip) จากมหาวิทยาลัยมหิดล. ฟอร์มกรอกข้อมูลการถอนเงิน รวมถึงลายมือชื่อและประทับตราของสมาชิกและผู้รับเงิน.

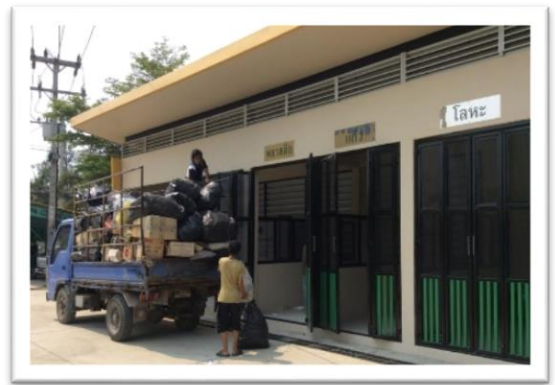
รูปที่ 8 ใบถอนเงิน

ขั้นตอนที่ 6 การขายขยะรีไซเคิลให้ร้านรับซื้อ เจ้าหน้าที่พิมพ์ใบรายงานปริมาณขยะรีไซเคิลที่รับซื้อจากสมาชิก ให้ร้านรับซื้อจ่ายเงินตามราคาที่ตกลงไว้ (ก่อนหัก 10%) ซึ่งโครงการจะมีกำไรเป็นทุนในการดำเนินงานต่อไป



รายงานสรุปรายการขายขยะรีไซเคิล (Recycling Sales Summary Report). ตารางแสดงข้อมูลการขายขยะรีไซเคิลประเภทต่างๆ เช่น กระดาษ, พลาสติก, โลหะ, แก้ว, และขยะอินทรีย์. ตารางมี 5 คอลัมน์: ลำดับ, รายการ, หน่วย, ปริมาณ, และมูลค่า.

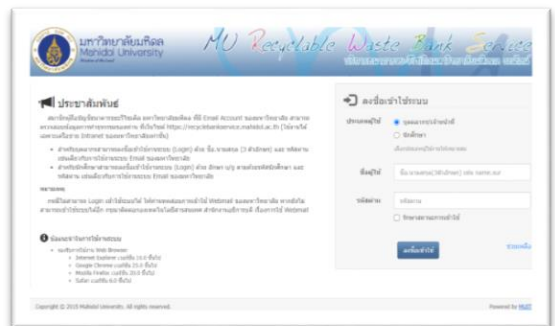
รูปที่ 9 รายงานสรุปรายการขายขยะรีไซเคิล



รูปที่ 10 ร้านรับซื้อขยะรีไซเคิล

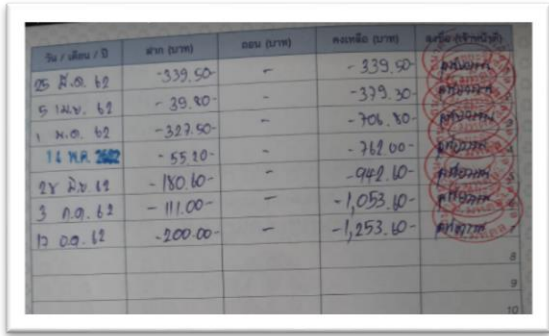
ขั้นตอนที่ 7 การตรวจสอบการทำธุรกรรม สามารถทำได้ 2 วิธี ดังนี้

1. สมาชิกที่ใช้ e-mail (MU Webmail) สามารถเข้าดูประวัติการทำธุรกรรมบัญชีของตนเองได้ที่ <https://recyclebankservice.mahidol.ac.th>



รูปที่ 11 การเข้าตรวจสอบการทำธุรกรรมของสมาชิกโดยใช้ e-mail และรหัสของ MU Webmail

2.สมาชิกทั่วไปสามารถดูประวัติการทำธุรกรรมบัญชีของตนเองได้ในสมุดคู่ฝาก หรือติดต่อเจ้าหน้าที่



วัน / เดือน / ปี	ฝาก (บาท)	ถอน (บาท)	คงเหลือ (บาท)	บัญชี (ชื่อสมาชิก)
25 ส.ค. 62	- 339.50	-	- 339.50	คุณสมชาย
5 ต.ค. 62	- 339.50	-	- 339.50	คุณสมชาย
1 พ.ย. 62	- 339.50	-	- 708.50	คุณสมชาย
14 พ.ย. 62	- 55.10	-	- 763.60	คุณสมชาย
24 ธ.ค. 62	- 180.10	-	- 943.70	คุณสมชาย
3 ธ.ค. 62	- 111.00	-	- 1,054.70	คุณสมชาย
10 ธ.ค. 62	- 200.00	-	- 1,254.70	คุณสมชาย

รูปที่ 12 ตรวจสอบการทำธุรกรรมจากสมุดคู่ฝาก


ผลการศึกษาวิจัยและการอภิปรายผล

การพัฒนาโครงการธนาคารขยะรีไซเคิล โดยใช้ soft ware ระบบโปรแกรมธนาคารขยะรีไซเคิล จะเกิดขึ้นตอนที่ง่ายและรวดเร็ว มีการเก็บข้อมูลและการตรวจสอบข้อมูลอย่างเป็นระบบ ดังรูปที่ 12 เป็นผลรวมของปริมาณขยะทั้ง 16 ชนิด ที่สมาชิกรับมาขายให้กับโครงการ และรูปที่ 13 เป็นสรุปผลรายการฝาก ถอน และจำนวนเงินคงเหลือของสมาชิก



ประเภท	หน่วย	ปริมาณขยะรีไซเคิล (กิโลกรัม)																มูลค่ารวม (บาท)			
		กระดาษ	พลาสติก	แก้ว	โลหะ	ผ้า	ยาง	เหล็ก	อลูมิเนียม	สังกะสี	ตะกั่ว	ทองแดง	คาร์บอน	ซิลิกอน	เจอร์เมเนียม	อินเดียม	เทลลูไรด์				
กระดาษ	กิโลกรัม	100

รูปที่ 13 สรุปข้อมูลปริมาณขยะรีไซเคิล



บัญชี/ID	ชื่อ	ฝาก (บาท)	ถอน (บาท)	คงเหลือ (บาท)	บัญชี (ชื่อสมาชิก)
1516.A./2562.08.18	...	339.50	0.00	339.50	...
1516.A./2562.09.20	...	39.80	0.00	379.30	...
1516.A./2562.13.07	...	327.50	0.00	706.80	...
1516.A./2562.08.36	...	33.30	0.00	762.00	...
1516.A./2562.13.44	...	180.00	0.00	942.00	...
1516.A./2562.14.46	...	111.00	0.00	1,053.00	...
1516.A./2562.11.39	...	200.00	0.00	1,253.00	...
1516.A./2562.10.16	...	175.30	0.00	1,428.30	...
1516.A./2562.14.17	...	160.20	0.00	1,588.50	...
1516.A./2562.14.07	...	52.50	0.00	1,641.00	...

รูปที่ 14 สรุปผลการฝาก ถอน และเงินคงเหลือของสมาชิก

สรุปผลการศึกษาวิจัย

การพัฒนาโครงการธนาคารขยะรีไซเคิล มหาวิทยาลัยมหิดล โดยการใช้ soft ware ระบบโปรแกรมธนาคารขยะรีไซเคิล ในการจัดเก็บข้อมูลทดแทนการจดบันทึกทำให้เกิดรูปแบบการดำเนินโครงการและการเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ ทำให้ประหยัดเวลาและแรงงาน สามารถตรวจสอบได้ แก้ไขปัญหาการทุจริต การดำเนินโครงการมีความโปร่งใส สร้างความเชื่อมั่นให้กับสมาชิก ทำให้โครงการเกิดความยั่งยืน และสามารถนำข้อมูลไปวิเคราะห์เพื่อพัฒนาด้านสิ่งแวดล้อมในมหาวิทยาลัยได้ รวมถึงสามารถใช้เป็น model ให้หน่วยงานต่าง ๆ นำไปใช้เป็นเครื่องมือในการรณรงค์เรื่องการคัดแยกเพื่อเพิ่มมูลค่าของขยะ ตามแนวนโยบายของประเทศได้อีกด้วย และในอนาคตอาจต้องพัฒนาโปรแกรมให้เป็น application ที่สามารถดาวน์โหลดใช้งานผ่านสมาร์ทโฟน ได้อย่างแพร่หลาย หรือการนำรูปแบบการดำเนินโครงการธนาคารขยะรีไซเคิล มหาวิทยาลัยมหิดล พร้อมกับ soft ware โปรแกรมธนาคารขยะรีไซเคิล มาพัฒนาให้เป็นหลักสูตรที่สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนทั้งภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ เพื่อการสร้างความมาตรฐานแนวคิดในการคัดแยกขยะและการจัดการขยะ ให้กระจายสู่ชุมชน และสังคมและมีความเป็นมาตรฐานสากลในลำดับต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษารังนี้ ได้รับแรงจูงใจมาจากวิสัยทัศน์ของมหาวิทยาลัยมหิดลที่มีปณิธานอันแน่วแน่ เพื่อมุ่งมั่นเป็นมหาวิทยาลัยระดับโลกที่ให้ความสำคัญกับการพัฒนาอย่างยั่งยืน การพัฒนาโครงการธนาคารขยะรีไซเคิล มหาวิทยาลัยมหิดล สู่อุตสาหกรรม จึงเกิดขึ้นและผลงานครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้เนื่องจากได้รับความกรุณาจาก รศ.ดร.กิติกร จามรดุสิต รองอธิการบดีฝ่ายสิ่งแวดล้อมและการพัฒนาอย่างยั่งยืนและนายพุดดิเศรษฐ์ ต้นติเมชิน ผู้อำนวยการกองกายภาพและสิ่งแวดล้อม ที่คอยให้คำแนะนำและสนับสนุนตลอดมา รวมถึงความร่วมมือจากเทคโนโลยีสารสนเทศและทีมงานภูมิทัศน์และสิ่งแวดล้อม กองกายภาพและสิ่งแวดล้อมและทุกส่วนงานในมหาวิทยาลัยมหิดลที่ให้ความร่วมมือในกิจกรรมนี้ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการผลักดันให้เกิดการพัฒนาโครงการธนาคารขยะรีไซเคิล มหาวิทยาลัยมหิดล สู่อุตสาหกรรม มาจนถึงปัจจุบัน

ประสิทธิผลการออกแบบสำนักงาน เพื่อพัฒนาแนวทางการปรับปรุงสำนักงานอย่างยั่งยืน

: กรณีศึกษาสำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยมหิดล

An Effectiveness of Office Design for Sustainable Office Improvement

Case Study in Office of The President, Mahidol University

ศุภวรรณ อารีจิตรานุสรณ์^{1*} สิทธิชัย วุฒิวิรวงศ์¹

Supawan Areejitranusorn^{1*} Sithachai Wathivorawong¹

¹งานออกแบบและผังแม่บท กองกายภาพและสิ่งแวดล้อม สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยมหิดล ถนนพุทธมณฑลสาย 4 ตำบลศาลายา
อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม 73170

* E-mail: supawan.are.@mahidol.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้เกี่ยวข้องกับการศึกษาผลการดำเนินงานการออกแบบสำนักงานภายในอาคารสำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยมหิดล ภายใต้หลักเกณฑ์ “ข้อกำหนดรูปแบบและเกณฑ์กลางในการปรับปรุงพื้นที่สำนักงานของกองต่างๆ ในสำนักงานอธิการบดี” ซึ่งงานออกแบบและผังแม่บทได้กำหนดกรอบแนวทางไว้ก่อนที่จะมีการดำเนินการออกแบบปรับปรุงหน่วยงานต่างๆ ภายหลังจากได้มีการออกแบบแล้วเสร็จ ผู้ศึกษาได้เลือกพื้นที่สำนักงานที่ดำเนินงานภายใต้ข้อกำหนดฯ ดังกล่าว โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มพื้นที่ มาวิเคราะห์ประสิทธิผลและปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการออกแบบ พบว่า ข้อกำหนดและรูปแบบเกณฑ์กลางฯ ดังกล่าว มีประสิทธิผลในด้านการควบคุมลักษณะทางกายภาพ ทำให้องค์กรเกิดความเป็นเอกภาพตามแนวนโยบายที่กำหนดไว้ แต่ควรนำไปใช้กับหน่วยงานที่อยู่ภายใต้องค์กรเดียวกันและภายในอาคารเดียวกัน จึงจะสามารถควบคุมปัจจัยทางกายภาพต่างๆ ได้ และการกำหนดราคาเฉลี่ยต่อตารางเมตรนั้น ยังไม่สามารถครอบคลุมรายละเอียดการปรับปรุงในทุกหมวดงานได้ อาจจะไม่สอดคล้องกับการนำไปตั้งงบประมาณปรับปรุงพื้นที่ ส่วนข้อควรคำนึงในการนำหลักเกณฑ์ หรือการกำหนดหลักเกณฑ์ใช้ในการปรับปรุงสำนักงานอื่นๆ ของมหาวิทยาลัย ควรคำนึงถึงมาตรฐานต่างๆ ที่ช่วยส่งเสริมสภาพแวดล้อมในการทำงานที่ดีไม่ว่าจะเป็นด้านสุขภาพ ความปลอดภัย การประหยัดพลังงาน และความยืดหยุ่นในการปฏิบัติงาน ได้แก่ มาตรฐานอาคารเขียว (TREES) มาตรฐานสำนักงานสีเขียว (Green Office Standard) หลักการการออกแบบสำหรับทุกคน (Universal Design) และมาตรฐานด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงาน รวมถึงการรองรับเทคโนโลยีในการทำงานที่มีบทบาทมากขึ้น เพื่อให้สอดคล้องตามแนวทางการพัฒนาอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ การออกแบบปรับปรุง สำนักงาน มหาวิทยาลัยมหิดล

บทนำ

สำนักงานอธิการบดีมหาวิทยาลัยมหิดล เป็นหน่วยงานที่มีหน้าที่ในการบริหารงานกลางของมหาวิทยาลัยโดยมีอธิการบดี รองอธิการบดีฝ่ายต่างๆ กำกับดูแล กำหนดยุทธศาสตร์ และวางนโยบายในการบริหารมหาวิทยาลัย โดยปัจจุบันมีหน่วยงานที่อยู่ภายใต้การกำกับดูแลของสำนักงานอธิการบดีทั้งสิ้น 24 หน่วยงาน แบ่งเป็น 12 กองงาน ศูนย์ 6 ศูนย์ โครงการจัดตั้ง 5 โครงการ และโรงเรียนสาธิตนานาชาติ ซึ่งที่ทำการของสำนักงานอธิการบดี นั้น เดิมเป็นอาคารที่ตั้งอยู่เชิงสะพานสะพานสมเด็จพระปิ่นเกล้า ฝั่งธนบุรี กรุงเทพมหานคร เริ่มสร้างขึ้นในปี พ.ศ. 2527 แล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2531 ต่อมาในปี พ.ศ. 2543 ได้มีการย้ายสำนักงานฯ มายังพื้นที่ศาลายา โดยใช้อาคารสำนักงานอธิการบดีในปัจจุบันเป็นที่ทำการนับแต่นั้นเป็นต้นมา ปัจจุบันมีหน่วยงานที่มีที่ทำการอยู่ภายในอาคารสำนักงานอธิการบดีทั้งสิ้น 14 หน่วยงาน [1]

ในช่วงปี พ.ศ. 2555 รองอธิการบดีฝ่ายกายภาพและสิ่งแวดล้อม ในขณะนั้น ได้วางนโยบายจะการปรับปรุงพื้นที่สำนักงานภายในอาคารสำนักงานอธิการบดี ให้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน มีความเป็นเอกภาพ รวมถึงเพื่อควบคุมด้านงบประมาณการก่อสร้าง จึงได้มอบหมายให้ งานออกแบบและผังแม่บท กองกายภาพและสิ่งแวดล้อม ศึกษาแนวทางและจัดทำหลักเกณฑ์ “ข้อกำหนดรูปแบบและเกณฑ์กลางในการปรับปรุงพื้นที่สำนักงานของกองต่างๆ ในสำนักงานอธิการบดี” ขึ้น โดยได้กำหนดไว้ 3 หมวดใหญ่ ได้แก่ 1) หมวดงานปรับปรุงกำหนดลักษณะรูปแบบทางกายภาพ ลวดลายอัตลักษณ์มหาวิทยาลัย และวัสดุที่ใช้ในการปรับปรุง ซึ่งเป็นสำนักงานภายในอาคารเดิม กำหนดให้ใช้ผนังเบาประเภทยิปซัมบอร์ด ไม้อัด และกระจกนิรภัย โดยลักษณะรูปแบบดังกล่าวจะสอดคล้องกับพื้นที่ที่ได้มีการปรับปรุงไปก่อนหน้านี้ที่มีการจัดทำข้อกำหนดฯ นี้ ประกอบด้วย พื้นที่ด้านหน้า (ผนังด้านหน้า ประตูทางเข้า ป้ายชื่อกอง/หน่วยงาน เคา์เตอร์ติดต่องาน ฉากหลังเคา์เตอร์) ห้องประชุม (ประตู ผนังทางเข้า ผนังภายใน) ห้องผู้อำนวยการกอง (ประตู ผนังทางเข้า) 2) หมวดครุภัณฑ์ กำหนดคุณลักษณะเฉพาะและคุณสมบัติของครุภัณฑ์ประเภท โต๊ะ เก้าอี้ ตู้ ซึ่งเดิมมหาวิทยาลัยมหิดลอยู่ภายใต้กระทรวงศึกษาธิการจึงมีการ แบ่งลักษณะครุภัณฑ์ตามระดับปฏิบัติงาน ได้แก่ ผู้อำนวยการกอง หัวหน้างาน และเจ้าหน้าที่ ซึ่งมีความแตกต่างกันในเรื่องของขนาดโต๊ะ จำนวนตู้ รูปแบบเก้าอี้ตามลำดับ และ 3) หมวดทั่วไปกำหนดลักษณะการจัดวางผังสำนักงาน (Lay – out) โดยกำหนดให้เป็นลักษณะแบบเปิดโล่ง เพื่อให้เกิดความต่อเนื่องและความยืดหยุ่นในการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ใช้สอย อุปกรณ์สำนักงานและระบบสื่อสารต่างๆ เช่น ปริ้นเตอร์ แฟกซ์ จัดแบบรวมศูนย์ โดยงบประมาณการ

ก่อสร้างรวมหมวดงานปรับปรุงและหมวดครุภัณฑ์ ตามข้อกำหนดนี้เฉลี่ยต่อตารางเมตรอยู่ที่ 4,400 บาทต่อตารางเมตร

โดยหลังจากที่มีการแจ้งเวียนให้หน่วยงานต่างๆ รับทราบถึงแนวทางนี้ ผู้ศึกษาได้รับมอบหมายให้ดำเนินการออกแบบและปรับปรุงพื้นที่สำนักงานต่างๆ ภายใต้สำนักงานอธิการบดี รวมทั้งสิ้นกว่า 10 หน่วยงาน ทั้งภายในอาคารสำนักงานอธิการบดี และอาคารอื่นๆ ซึ่งจากการดำเนินงานดังกล่าว ทำให้พบปัญหาระหว่างการดำเนินงาน ส่งผลให้ต้องมีการแก้ไขและทบทวนแบบอยู่หลายครั้ง

บทความนี้จึงมุ่งเพื่อศึกษาผลลัพธ์และปัจจัยที่ส่งผลต่อกระบวนการออกแบบตามเกณฑ์ข้อกำหนดฯ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ปรับปรุง เพื่อพัฒนาแนวทางการออกแบบสำนักงาน ของหน่วยงานที่วางแผนปรับปรุงสำนักงานในอนาคต เพื่อส่งเสริมการใช้ทรัพยากรให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาอย่างยั่งยืน

วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาผลลัพธ์และปัจจัยที่มีผลต่อการดำเนินงานด้านกระบวนการออกแบบตามเกณฑ์ข้อกำหนดฯ
- 2) เพื่อพัฒนาแนวทางการปรับปรุงสำนักงาน สู่นำไปประยุกต์ใช้ในส่วนงานอื่นๆ ภายในมหาวิทยาลัยให้สอดคล้องกับนโยบายมหาวิทยาลัยยั่งยืน

การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาประสิทธิผลการออกแบบสำนักงาน นอกจากการศึกษาผลจากการดำเนินงานแล้ว ต้องมีการศึกษาข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- 1) บัญชีราคามาตรฐานการออกแบบอาคารที่ทำการ อาคารอยู่อาศัยรวม และบ้านพัก ของหน่วยงานรัฐ รัฐวิสาหกิจ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และองค์การอิสระ [2] เพื่อกำหนดรูปแบบในการก่อสร้างอาคารให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานที่รับผิดชอบ และมีราคาค่าก่อสร้างต่อเนื้อที่ ใช้สอยของอาคารเฉลี่ยต่อตารางเมตรไม่เกินราคาที่สำนักงบประมาณกำหนด ซึ่งในแนวทางปฏิบัติดังกล่าว ข้อ 1.1) จะระบุถึงเนื้อที่ที่ใช้สอยของอาคารแต่ละส่วน โดยเฉลี่ยตามหลักเกณฑ์จัดผังสำนักงาน (office lay – out) เช่น เนื้อที่ทำงานของผู้บริหารสำนัก/กอง/ข้าราชการเชี่ยวชาญ 20 ตารางเมตร/คน เนื้อที่ทำงานของผู้ปฏิบัติงาน ข้าราชการ และพนักงาน 4.5 ตารางเมตร/คน เนื้อที่ทำงานของผู้ปฏิบัติวิชาชีพ 6 ตารางเมตร/คน เนื้อที่ห้องประชุมตามจำนวนผู้เข้าประชุม 2 ตารางเมตร/คน และเนื้อที่พักรอ 1 ตารางเมตร/คน ข้อ 4) การระบุวัสดุก่อสร้างให้พิจารณาเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตภายในประเทศตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) ข้อ 7) ราคาค่าก่อสร้าง โดยอาคารสำนักงานขนาดเล็ก พื้นที่ใช้สอยไม่เกิน 2,000 ตาราง

เมตร ราคาค่าก่อสร้างไม่เกิน 14,000 บาทต่อตารางเมตร ซึ่งเป็นราคาที่ไม่รวมค่า Factor – F ค่าครุภัณฑ์สิ่งซื้อ (จัดซื้อ) ระบบปรับอากาศ ระบบโสตทัศน ลิฟต์โดยสาร บันไดเลื่อน ระบบคอมพิวเตอร์ และค่าใช้จ่ายพิเศษตามข้อกำหนดและค่าใช้จ่ายอื่นๆ ที่จำเป็น

2) ผศ.นภาพรธรรม สุทธะพินทุ [3] ได้กล่าวถึงการจำแนกกลุ่มและจำนวนผู้ใช้สถานที่ของพื้นที่สำนักงาน โดยแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ 1) กลุ่มผู้ใช้ประจำ เช่น ผู้อำนวยการ พนักงาน เจ้าหน้าที่ต่างๆ เป็นต้น 2) กลุ่มผู้ใช้ชั่วคราว เช่น ผู้มาติดต่อ ยื่นเอกสาร มาเยี่ยมชม เป็นต้น นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงความต้องการในการติดต่อกันระหว่างฝ่ายต่างๆ ซึ่งจะส่งผลต่อความต้องการพื้นที่ใช้สอย และการออกแบบจัดวางผังสำนักงาน (Lay - out) ในรูปแบบต่างๆ

ส่วนในเรื่องของรูปแบบสำนักงาน แบ่งได้ 2 รูปแบบใหญ่ๆ คือ การจัดสำนักงานแบบแยกเป็นห้องเฉพาะ (Individual Room System) ซึ่งจะมีการจัดเป็นห้องเฉพาะบุคคล ซึ่งเป็นการจัดเน้นความสำคัญของบุคคลตามตำแหน่งหน้าที่การงาน ต้องการความเป็นส่วนตัว เพื่อช่วยในการวางแผนการทำงาน การเจรจา ต้อนรับผู้มาติดต่อเป็นการเฉพาะ จึงเหมาะสำหรับห้องที่เป็นผู้บริหารของสำนักงาน เช่น ห้องผู้อำนวยการ ห้องผู้จัดการ เป็นต้น การจัดเฟอร์นิเจอร์ภายในประเภทโต๊ะทำงาน จะมีขนาดค่อนข้างใหญ่กว่าโต๊ะทั่วไป มีที่นั่งสำหรับผู้มาติดต่อ และการจัดเป็นห้องเฉพาะกลุ่ม ตามลักษณะของกลุ่มการทำงาน และการจัดสำนักงานแบบเปิด (Open Layout System) คือการจัดสำนักงานแบบมีความต่อเนื่องกันตลอด สามารถเดินติดต่อและมองเห็นกันได้ การติดต่อภายในสะดวกรวดเร็ว มีผู้รับผิดชอบงานต่อเนื่องเป็นลำดับหลายๆ คน

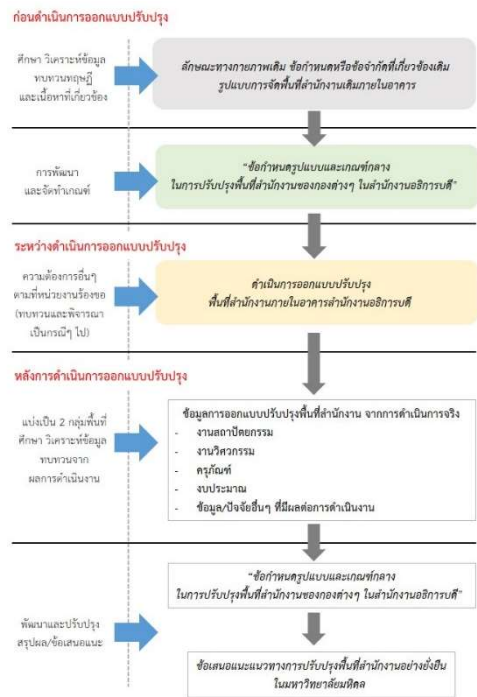
นิยามศัพท์

ข้อกำหนดฯ คือ “ข้อกำหนดรูปแบบและเกณฑ์กลางในการปรับปรุงพื้นที่สำนักงานของกองต่างๆ ในสำนักงานอธิการบดี” ที่จัดทำโดยงานออกแบบและผังแม่บท กองกายภาพและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหิดล

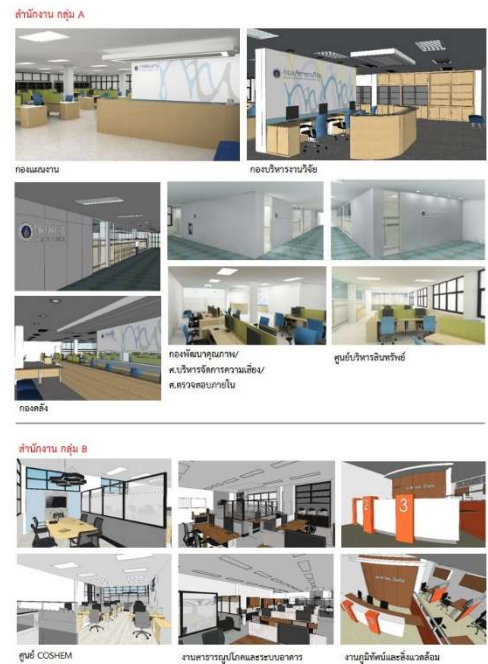
การวิเคราะห์ประสิทธิผล

หลังจากที่ได้ดำเนินการออกแบบปรับปรุงสำนักงานต่างๆ ที่อยู่ภายใต้สำนักงานอธิการบดี โดยใช้ข้อกำหนดฯ เดียวกัน นั้น ผู้ศึกษาได้นำข้อมูลจากการที่ได้ดำเนินการออกแบบแล้วเสร็จมาวิเคราะห์ห้องค์ประกอบในด้านต่างๆ รวมถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการดำเนินงาน มาแบ่งกลุ่มสำนักงานเป็น 2 กลุ่ม ตามพื้นที่ โดยกลุ่ม A เป็นหน่วยงานที่มีสำนักงานอยู่ในอาคารสำนักงานอธิการบดี ประกอบด้วย 5 หน่วยงาน ได้แก่ 1) กองแผนงาน 2) กองบริหารงานวิจัย 3)

กองคลัง 4) กองพัฒนาคุณภาพ/ศูนย์บริหารจัดการความเสี่ยง/ศูนย์ตรวจสอบภายใน (รวมในพื้นที่เดียว) 5) ศูนย์บริหารสินทรัพย์ กลุ่ม B เป็นหน่วยงานที่มีสำนักงานอยู่อาคารอื่นๆ ประกอบด้วย 3 หน่วยงาน ได้แก่ 1) ศูนย์บริหารความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน(COSHEM) และ2) งานสาธารณสุขโรคและระบบอาคาร อยู่ในอาคารศาลาया กองกายภาพและสิ่งแวดล้อม และ 3) งานภูมิทัศน์และสิ่งแวดล้อม อยู่ในอาคารอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม มหิเวระห์ โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 ขั้นตอนการดำเนินงาน



ภาพที่ 9 การออกแบบหน่วยงานต่างๆ ทั้งกลุ่ม A และ B

ประสิทธิผลการดำเนินงานตามข้อกำหนดฯ

จากผลการดำเนินงานออกแบบปรับปรุงสำนักงาน ภายในอาคารสำนักงานอธิการบดีหลายหน่วยงาน ทั้งในอาคารสำนักงานอธิการบดีและอาคารอื่นๆ ตั้งแต่ช่วงปี พ.ศ.2556 – พ.ศ. 2561 ได้ผลการศึกษา ดังนี้

1) หมวดปรับปรุง พบว่า การออกแบบสำนักงานในกลุ่ม A สามารถดำเนินงานด้านลักษณะทางกายภาพ รูปแบบอัตลักษณ์ ให้เป็นไปตามข้อกำหนดได้ ด้านประเภทพื้นที่ใช้งาน หน่วยงานมีลักษณะการทำงานที่เป็นงานเอกสาร ความต้องการพื้นที่ต่างๆ คล้ายกัน ส่วนสำนักงานกลุ่ม B ไม่สามารถใช้รูปแบบอัตลักษณ์ตามข้อกำหนดได้ เนื่องจากในการออกแบบต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อมและรูปแบบด้านสถาปัตยกรรมภายในเดิมของอาคารนั้นๆ ในส่วนของฟังก์ชันการใช้สอยพื้นที่สามารถจัดให้มีตามข้อกำหนดได้ แต่ต้องปรับให้เป็นไปตามบริบทของหน่วยงานได้ ส่วนการกำหนดด้านวัสดุในรูปแบบของวัสดุเบา เช่น ยิปซัมบอร์ด หรือกระจก มีความเหมาะสมกับการปรับปรุง เนื่องจากไม่มีผลกระทบต่อโครงสร้างเดิมอาคาร

นอกจากนี้ มีประเด็นที่หน่วยงานร้องขอเพิ่มจากข้อกำหนด มีดังนี้ เพิ่มจำนวนพื้นที่รองรับผู้มาติดต่อที่เคาน์เตอร์ด้านหน้า เพิ่มจำนวนห้องประชุม เพิ่มสติ๊กเกอร์บังสายตาห้องผู้อำนวยการและห้องประชุม ขอเปลี่ยนวัสดุปูพื้นของกันห้องเพิ่มเติม และชั้น Built in เป็นต้น

ตารางที่ 1 ข้อมูลด้านพื้นที่ใช้สอยและเนื้องานปรับปรุง

พื้นที่	หน่วยงาน	พื้นที่ใช้สอย					หมวดงานสถาปัตยกรรม				หมวดงานวิศวกรรม		
		ด้านและทิศตั้งและทิศทาง	ห้องประชุม	ห้องเรียน	พื้นที่	ผนัง	ฝ้า	Built in (ตาม Lay out)	ไฟฟ้า	ประปา	โทรคมนาคม	บันได	โครงสร้าง
กลุ่ม A	1. กองแผนงาน	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	2. กองบริหารงานวิจัย	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	3. กองคลัง	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	4. กองพัฒนา ศ.ความเสียง ศ.ตรวจสอบภายใน	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	5. ศูนย์บริหารสินทรัพย์	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
กลุ่ม B	1. ศูนย์ COSHEM	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	2. งานสารบรรณภาคและระบบอาคาร	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	3. งานภูมิทัศน์และสิ่งแวดล้อม	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

2) หมวดงานครุภัณฑ์ พบว่า ทั้งสำนักงานกลุ่ม A และ B สามารถเลือกใช้ครุภัณฑ์ตามข้อกำหนดฯ ได้ มีความเหมาะสมกับพื้นที่และลักษณะการใช้งาน แต่อาจจะมีการปรับบ้างในบางหน่วยงานเพื่อให้เหมาะสมกับพื้นที่ แต่หากเทียบกับการมาตรฐานของพื้นที่ปฏิบัติงานระดับเจ้าหน้าที่ ตามมาตรฐานของสำนักงานประมาณที่ 4.5 ตารางเมตรต่อคน นั้น ในส่วนของชุดครุภัณฑ์ระดับเจ้าหน้าที่ตามข้อกำหนดฯ ให้ใช้ประกอบด้วย โต๊ะทำงานขนาด 120 x 60 x 75 ซม. พร้อมฉากกันหน้าโต๊ะเก้าอี้ทำงานพนักพิงเตี้ยและตู้เตี้ย เมื่อนำมาคิดเป็นพื้นที่ปฏิบัติงานจริงของเจ้าหน้าที่ 1 คน ตาม Lay-out จะได้พื้นที่ปฏิบัติงานที่ 2.5 ตารางเมตรต่อคน ซึ่งไม่สอดคล้องตามมาตรฐาน ส่วนข้อเสนออื่นๆ เช่น การขอเพิ่มจำนวนตู้เก็บเอกสาร ปรับรูปแบบตู้โปรแกรเป็นตู้ทึบ การขอปรับขนาดโต๊ะ

ทำงานระดับปฏิบัติการจากหน้ากว้าง 1.20 เมตร เป็น 1.50 เมตร (ซึ่งอาจจะพิจารณาให้กับเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานด้านวิชาชีพ เช่น วิศวกร สถาปนิก ให้โต๊ะทำงานมีขนาดใหญ่กว่ามาตรฐานได้) และขอเพิ่มชุดครุภัณฑ์ที่นอกเหนือจากข้อกำหนดฯ

ตารางที่ 2 ข้อมูลด้านจำนวนครุภัณฑ์

พื้นที่	หน่วยงาน	หมวดงานครุภัณฑ์				
		เจ้าหน้าที่ (set)	หัวหน้างาน (set)	ผู้อำนวยการ (set)	ชุดประชุม (set)	ชุดประชุมย่อยเพิ่มเติม (set)
กลุ่ม A	1. กองแผนงาน	21	2	1	1	-
	2. กองบริหารงานวิจัย	19	3	ของเดิม	1	-
	3. กองคลัง	112	7	ของเดิม	1	2
	4. กองพัฒนา ศ.ความเสียง ศ.ตรวจสอบภายใน	41	-	3	1	-
	5. ศูนย์บริหารสินทรัพย์	12	1	1	1	1
กลุ่ม B	1. ศูนย์ COSHEM	11	-	1	1	-
	2. งานสารบรรณภาคและระบบอาคาร	18	5	-	1	1
	3. งานภูมิทัศน์และสิ่งแวดล้อม	5	-	-	-	-

*ชุดโต๊ะและเก้าอี้ของหน่วยงานราชการเดิม ซึ่งได้ถูกพิจารณาขอเพิ่มให้ใช้ของเดิมตามเกณฑ์เป็นปกติ

3) หมวดทั่วไป พบว่า ในข้อกำหนดฯ ด้านราคาก่อสร้างรวมงานปรับปรุงและค่าครุภัณฑ์เฉลี่ย ที่ 4,400 บาทต่อตารางเมตร นั้น ไม่สามารถใช้ได้กับทุกหน่วยงาน อย่างเช่น สำนักงานกลุ่ม A แต่ละหน่วยงาน มีจำนวนบุคลากรสัดส่วนและความหนาแน่นของการใช้พื้นที่แตกต่างกันค่อนข้างมาก เช่น กองแผนงานมีบุคลากรทั้งสิ้น 23 คน พื้นที่รวม 324 ตารางเมตร เฉลี่ยการใช้พื้นที่ 14.09 ตารางเมตร/คน กองคลังมีบุคลากรทั้งสิ้น 120 คน พื้นที่รวม 810 ตารางเมตร เฉลี่ยการใช้พื้นที่ 6.75 ตารางเมตร/คน ซึ่งมีผลต่อราคาก่อสร้างและค่าครุภัณฑ์ประเภทชุดทำงาน ส่วนสำนักงานกลุ่ม B ซึ่งมีบริบทของสถานที่ต่างจากกลุ่ม A และมีความต้องการขยายพื้นที่หน่วยงาน ทำให้ต้องมีงานปรับปรุงโครงสร้างเพิ่มขึ้นมาและเพิ่มงานระบบต่างๆ ที่นอกเหนือจากข้อกำหนดฯ ทำให้งบประมาณการปรับปรุงสูงกว่า สำนักงานกลุ่ม A ทำให้ไม่สามารถนำราคาดังกล่าวเป็นเกณฑ์ในการตั้งงบประมาณได้ ซึ่งจากการดำเนินงานจริงพบว่าราคาก่อสร้างเฉลี่ยรวมทุกหมวดงาน สำนักงานกลุ่ม A อยู่ที่ 10,400 บาท/ตารางเมตร สำนักงานกลุ่ม B อยู่ที่ 18,700 บาท/ตารางเมตร ดังตารางที่ 3 และตารางที่ 4

ตารางที่ 3 ข้อมูลด้านงบประมาณตามข้อกำหนดฯ

พื้นที่	หน่วยงาน	บุคลากร (คน)	พื้นที่สำนักงาน (ตร.ม.)	พื้นที่ปฏิบัติงาน (ตร.ม./คน)	ราคามาตรฐาน
					ไม่รวมระบบปรับอากาศ (บาท)
กลุ่ม A	1. กองแผนงาน	26	324	12.46	1,425,600
	2. กองบริหารงานวิจัย	23	324	14.09	1,425,600
	3. กองคลัง	120	810	6.75	3,564,000
	4. กองพัฒนา ศ.ความเสียง ศ.ตรวจสอบภายใน	44	405	9.20	1,782,000
	5. ศูนย์บริหารสินทรัพย์	22	162	7.36	712,800
กลุ่ม B	1. ศูนย์ COSHEM	12	80	6.67	352,000
	2. งานสารบรรณภาคและระบบอาคาร	23	175	7.61	770,000
	3. งานภูมิทัศน์และสิ่งแวดล้อม	5	80	16.00	352,000

ตารางที่ 4 ข้อมูลด้านงบประมาณจากการดำเนินการออกแบบ

พื้นที่	หน่วยงาน	จำนวนบุคลากร รวม ค.อ. (คน)	พื้นที่สำนักงาน (ตรม.)	งบประมาณ ตาม BOQ (บาท)	ราคาเฉลี่ย (บาท/ตรม.)
หมู่ A	1. กองแผนงาน	26	324	3,102,951	9,577.01
	2. กองบริหารงานวิจัย	23	324	1,630,689	5,032.99
	3. กองคลัง	120	810	9,730,237	12,012.64
	4. กองพัฒนา/ความปลอดภัย/ตรวจสอบ	44	405	5,613,167	13,859.67
	5. ศูนย์บริหารอุบัติเหตุ	22	162	1,867,525	11,527.93
หมู่ B	1. ศูนย์ COSHEM	12	80	1,413,054	17,663.18
	2. งานสารานุกรมโรคและระบบอาคาร	23	175	3,540,643	20,232.25
	3. งานภูมิทัศน์และสิ่งแวดล้อม	5	80	1,474,717	18,433.97

ส่วนในด้านการจัด Lay – Out สำนักงานแบบเปิด (Open Layout System) โดยเลือกใช้เส้นเรขาคณิต (Geometric Form) เป็นตัวแบ่งแยกส่วนการทำงานและทางเดินออกจากกันด้วยเส้นตรงและฉาก มีความเหมาะสมกับลักษณะพื้นที่ของสำนักงานกลุ่ม A เนื่องจากการแบ่งพื้นที่แต่ละหน่วยงานจะค่อนข้างเป็นบล็อกชัดเจนตามช่วงเสาอาคาร โดยมีทางเดินหลักอาคารคั่นกลาง และตามรูปแบบกำหนดให้ผนังด้านหน้าส่วนที่ติดกับทางเดินเป็นกระจกใสบานเปลือยสูงจากพื้นถึงฝ้า ทำให้เมื่อมองเข้าไปแล้วดูเหมือนระเบียบเป็นแถวเป็นแนว สอดคล้องกับลักษณะการบริหารงานเป็นลำดับขั้นตอน ตามระบบงานของหน่วยงานราชการ ส่วนสำนักงานกลุ่ม B รูปแบบพื้นที่เดิมไม่เป็นบล็อกชัดเจน แต่สามารถจัด Lay – Out ให้นั่งหันหน้าไปทางด้านหน้าในทิศทางเดียวกันได้ ทำให้ดูเป็นระเบียบเรียบร้อย แต่ทั้งนี้ การจัดสำนักงานแบบเปิดใน 2 กลุ่มสำนักงาน มักจะพบปัญหาเรื่องการแพร่กระจายของผงหมึกจากเครื่องปริ้นเตอร์ ซึ่งต้องมีการแก้ไขภายหลัง

นอกจากนี้ยังมีงานที่ไม่ได้ระบุไว้ในข้อกำหนด เช่น งานปรับปรุงระบบปรับอากาศกรณีหน่วยงานนั้น ปรับปรุงโดยใช้พื้นที่เดิม อย่างสำนักงานกลุ่ม A ซึ่งอยู่ในอาคารเก่าใช้งานมานาน รวมถึงระบบปรับอากาศเดิมมีการชำรุด ไม่คุ้มค่าที่จะนำมาปรับปรุงใช้งานต่อ ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานและค่าบำรุงรักษาในอนาคต ในการออกแบบจึงได้มีการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ ในเกือบทุกหน่วยงาน ซึ่งในข้อกำหนด มิได้กำหนดมูลค่างานในส่วนนี้ไว้ เนื่องจากต้องมีการสำรวจอุปกรณ์เดิม การคำนวณเทียบกับขนาดห้อง จำนวนคน รวมถึงรูปแบบการใช้งานของระบบจากหน่วยงานก่อน

สรุปผล

ผลการศึกษาจากการดำเนินงาน สามารถสรุปประเด็นสำคัญได้ดังนี้

1) ข้อกำหนดและรูปแบบเกณฑ์กลางฯ ดังกล่าว มีประสิทธิผลในด้านการควบคุมลักษณะทางกายภาพ โดยการกำหนดด้านวัสดุ รูปแบบทางสถาปัตยกรรม และการจัดผัง Lay – Out ยังสามารถกำหนดใช้ได้ แต่ควรเป็นพื้นที่สำนักงานที่อยู่ภายใต้ต้องค์กรเดียวกันและภายในอาคารเดียวกัน เพื่อให้เกิดความเป็นเอกภาพของหน่วยงาน และกลมกลืนกับ

สภาพแวดล้อมภายในอาคาร และทำให้สามารถควบคุมปัจจัยอื่นๆ ที่จะส่งผลกระทบต่อทางด้านสถาปัตยกรรม งานโครงสร้าง และงานระบบ ที่มีผลต่อการตั้งงบประมาณได้

2) การกำหนดราคาเฉลี่ยต่อตารางเมตร ยังไม่สามารถครอบคลุมรายละเอียดการปรับปรุงในทุกหมวดงานได้ เนื่องจาก แต่ละหน่วยงานมีข้อจำกัด ในด้านจำนวนบุคลากร ขนาดพื้นที่ ความต้องการปรับปรุงกายภาพ อาจจะทำให้งบประมาณที่ตั้งไม่สอดคล้องกับการดำเนินงานจริง หากต้องการตั้งงบประมาณอาจนำข้อมูลราคาจากหน่วยงานที่มีลักษณะเนื้องานใกล้เคียงกันเป็นเกณฑ์ในการคิดราคาต่อตารางเมตรได้ แต่ทั้งนี้ควรแยกราคาหมวดงานครุภัณฑ์ ออกจากการคิดราคาปรับปรุง โดยกำหนดเป็นราคา/ชุด ที่มีช่วงราคาและคุณลักษณะของครุภัณฑ์กำหนดแบ่งตามระดับการปฏิบัติงาน ได้แก่ ชุดผู้อำนวยการ ชุดหัวหน้างาน ชุดเจ้าหน้าที่ เพื่อนำมาคำนวณเทียบกับจำนวนบุคลากรในหน่วยงานนั้นๆ เพื่อจะตั้งงบประมาณที่สอดคล้องกับความต้องการ

3) การคำนึงถึงระบบปรับอากาศและงานระบบต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง (กรณีเป็นการปรับปรุงภายในอาคารเดิม) ตั้งแต่กระบวนการออกแบบเนื่องจากค่าดำเนินการในส่วนระบบปรับอากาศมีมูลค่าค่อนข้างสูง เมื่อเทียบสัดส่วนในการปรับปรุง หากเป็นการปรับปรุงของเดิม ควรตรวจเช็คระบบ สภาพความพร้อมการใช้งาน การบำรุงรักษาในอนาคต รวมถึงเทคโนโลยีของเครื่องปรับอากาศ เปรียบเทียบกับการเปลี่ยนใหม่ ในด้านความคุ้มค่าและประสิทธิภาพการใช้งาน

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการพิจารณากำหนดแนวทางการออกแบบปรับปรุงสำนักงานเพื่อให้สอดคล้องตามแนวนโยบายมหาวิทยาลัยยั่งยืน

เนื่องจากสำนักงานเป็นสถานที่ที่บุคคลต้องเข้าไปใช้ปฏิบัติงานในแต่ละวันเป็นจำนวนไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมงต่อวัน นอกจากด้านกายภาพและงบประมาณ ควรคำนึงถึงการส่งเสริมสภาพแวดล้อมในการทำงานที่ดีซึ่งเป็นหัวใจสำคัญที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของบุคลากรไม่ว่าจะเป็นด้านสุขภาพ ความปลอดภัย การประหยัดพลังงาน ความยืดหยุ่นในการปฏิบัติงาน รวมถึงการปรับตัวเข้ากับโลกยุคเทคโนโลยีในปัจจุบัน ดังนี้

1) มาตรฐานอาคารเขียว (TREES) ตามแนวทางเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อม สำหรับการเตรียมความพร้อมการก่อสร้างและอาคารปรับปรุงใหม่ [5] ในหมวดที่ 4 พลังงานและบรรยากาศ ที่กล่าวถึงประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (Energy and Atmosphere หรือ EA) และหมวดที่ 6 คุณภาพสภาวะแวดล้อมภายในอาคาร (Indoor Environmental Quality หรือ IE) ที่กล่าวถึงระบบ

อาคารต่างๆ ที่ส่งผลต่อสภาพแวดล้อมในอาคาร เพื่อส่งเสริมความสามารถในการทำงานของผู้คนในอาคาร

2) มาตรฐานสำนักงานสีเขียว (Green Office Standard) [6] เช่น ควรพิจารณาแยกเครื่องปรับอากาศที่มีการปล่อยผงหมึกไว้นอกห้องสำนักงาน หรือออกแบบกันห้องเฉพาะ สำหรับอุปกรณ์ดังกล่าว หรือเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ในกลุ่มที่ไม่มีการปล่อยอนุภาคผงหมึก เพื่อลดผลกระทบต่อด้านสุขภาพในระยะยาว และการปรับปรุงแสงสว่างในการทำงานควรกำหนดให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด โดยห้องสำนักงานจะมีค่าความส่องสว่างที่ 500 Lux ห้องประชุม 300 Lux (CIE) เป็นต้น โดยตำแหน่งที่นั่งปฏิบัติงานไม่ควรเกิดเงาจากผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งควรมีการออกแบบตำแหน่งการวางคอมพิวเตอร์ไฟส่องสว่างควบคู่ไปกับการจัดผังที่นั่ง รวมถึงการเลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ประหยัดพลังงาน มีความคุ้มค่าในระยะยาว และการใช้แสงธรรมชาติ

3) มาตรฐานที่เกี่ยวข้องในด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน เช่น การวางผัง Lay – Out ควรคำนึงถึงเส้นทางอพยพในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินทั้งภายในหน่วยงานและการเชื่อมต่อกับเส้นทางหลักของอาคารนั้นๆ การจัดวางครุภัณฑ์ อุปกรณ์เครื่องใช้ ไม่ควรกีดขวางทางเส้นทางสัญจรหลักหรือเส้นทางอพยพ และต้องมีการกำหนดให้ติดตั้งอุปกรณ์แจ้งเตือนภายในห้อง เช่น ไฟฉุกเฉิน ป้ายทางหนีไฟ อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน เป็นต้น และความปลอดภัยในการด้านสุขภาพ เช่น การเลือกครุภัณฑ์หรือการจัดลักษณะท่าทางการทำงานให้ถูกต้องตามหลักกายศาสตร์

4) รูปแบบการวางผัง Lay – Out สำนักงานที่รองรับความยืดหยุ่นในการปฏิบัติงานหรือปรับเปลี่ยนได้ภายหลัง หรือลักษณะการทำงานแบบ Mobile Office โดยคำนึงถึงการเลือกใช้ครุภัณฑ์ที่สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก เพิ่ม-ลด หรือปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ได้ภายหลัง ความสามารถในการรองรับสถานการณ์ฉุกเฉิน อย่างเช่น การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา-19 (COVID – 19) ที่ทำให้เกิดการปรับตัวทางด้านกายภาพในการใช้พื้นที่ และการวางแผนในด้านเทคโนโลยี รูปแบบสำนักงานที่จะเข้ามามีบทบาทมากขึ้นในกระบวนการทำงานของบุคลากรเพื่อรองรับการเปลี่ยนถ่ายสู่องค์กรในยุค 4.0

5) การออกแบบสำหรับทุกคน (Universal Design) [7] เนื่องด้วยในอนาคตสถานที่ทำงานจะเป็นแหล่งรวมคนทำงานที่มีครบทั้ง 4 เจเนอเรชัน (Generations) ได้แก่ Gen-B, Gen-x, Gen-y และ Gen-z รวมถึงการรองรับกลุ่มบุคคลที่มีความบกพร่องทางร่างกายเข้ามาปฏิบัติงานหรือติดต่องาน และส่งเสริมความเท่าเทียมทางเพศ ตามหลัก 7 ประการของการออกแบบเพื่อทุกคน [6] ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่ตอบสนองต่อแผนการบริหารจัดการอย่างยั่งยืน (Sustainable Organization) ที่สำคัญขององค์กรในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานชิ้นนี้ได้ทำการศึกษาจากการดำเนินงาน ออกแบบจริง ซึ่งต้องใช้ระยะเวลาพอสมควรเพื่อให้การออกแบบสำนักงานแต่ละหน่วยงานแล้วเสร็จ ทั้งนี้ผู้จัดทำขอขอบคุณความร่วมมือจากหน่วยงานในสังกัดสำนักงานอธิการบดี และบุคลากรในหน่วยงาน รวมถึงหัวหน้าหน่วยงานที่มอบหมายให้รับผิดชอบงานดังกล่าว จนสามารถทำผลงานชิ้นนี้ได้

เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานอธิการบดี. (2563). ประวัติสำนักงานอธิการบดี. สืบค้น 1 ตุลาคม 2563, จาก <https://op.mahidol.ac.th/op/history-op/>
- [2] บัญชีราคามาตรฐานการออกแบบอาคารที่ทำการ อาคารอยู่อาศัยรวม และบ้านพัก ของหน่วยงานรัฐ รัฐวิสาหกิจ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และองค์การอิสระ. (2559). แนวทางปฏิบัติตามร่างบัญชีมาตรฐานการออกแบบอาคารที่ทำการ อาคารอยู่อาศัยรวม และบ้านพัก มติคณะรัฐมนตรี. สำนักงบประมาณ . กรุงเทพฯ.
- [3] นภาพรณ สุทธิพิณ. (2548). *การออกแบบและจัดพื้นที่สำนักงาน*. พิมพ์ครั้งที่ 1. :กรุงเทพฯสมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย – ญี่ปุ่น).
- [4] ข้อกำหนดรูปแบบและเกณฑ์กลางในการปรับปรุงพื้นที่สำนักงานของกองต่างๆ ในสำนักงานอธิการบดี. (2555). งานออกแบบและผังแม่บท . มหาวิทยาลัยมหิดล.
- [5] เกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อม สำหรับการเตรียมความพร้อมการก่อสร้างและอาคารปรับปรุงใหม่. สถาบันอาคารเขียวไทย.
- [6] สยาม อรุณศรีมรดก, กัมปนาท ภักดีกุล, ฐิติธร บุญเรือง เพ็ญพรรณ พงษ์สายันต์, (2562). *มาตรฐานสำนักงานสีเขียว (Green Office Standard)*. พิมพ์ครั้งที่ 1. : คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- [7] ไตรรัตน์ จารุทัศน์. (2558). *คู่มือการออกแบบเพื่อทุกคน Universal Design Guide Book*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์เทพเพ็ญวานิชย์.

การศึกษารูปแบบป้ายบอกทางบนถนนสายหลักที่เหมาะสม

ภายในมหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา

The directional signage study on main road appropriate for Mahidol University

สมชาย มิตรเทวิน^{1*} สุภาดา ศรีสารคาม²

¹งานออกแบบและผังแม่บท กองกายภาพและสิ่งแวดล้อม สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยมหิดล ถนนพุทธมณฑลสาย 4 ตำบลศาลายา
อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม 73170

²งานออกแบบและผังแม่บท กองกายภาพและสิ่งแวดล้อม สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยมหิดล ถนนพุทธมณฑลสาย 4 ตำบลศาลายา
อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม 73170

*ผู้นำ เสนอผลงาน E-mail: Somchai.mit@mahidol.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการพัฒนาระบบป้ายสัญลักษณ์ของมหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา ให้มีมาตรฐานและเกิดประสิทธิภาพสูงสุดสามารถนำไปปรับใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงานได้ โดยนำป้ายบอกทางบนถนนสายหลักของมหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา มาเป็นกรณีศึกษา เนื่องจากป้ายสัญลักษณ์เพื่อบอกทิศทางไปยังหน่วยงานงานต่างๆภายในมหาวิทยาลัยนั้น มีบทบาทสำคัญที่ช่วยให้ผู้ที่เข้ามาติดต่อหน่วยงานภายในมหาวิทยาลัยมีความสะดวกในการเดินทางไปสู่จุดหมายต่างๆ ได้รวดเร็วและถูกต้อง โดยการสำรวจเก็บข้อมูลของป้ายบอกทางบนถนนสายหลักจำนวน 25 ป้าย พบว่าการติดตั้งป้ายมีระยะห่างจากขอบป้ายถึงริมขอบถนน และความสูงป้ายที่แตกต่างกัน รวมทั้งมีสิ่งบดบังตัวป้ายจึงทำให้การใช้งานของป้ายบอกทางยังไม่เต็มประสิทธิภาพซึ่งบางจุดตัวป้ายล้าเข้ามาในพื้นที่จราจรเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุจากการสัญจรของรถยนต์ขนาดใหญ่รวมถึงเสาป้ายกีดขวางทางสัญจรบนทางเท้า นำผลสำรวจดังกล่าวมาเปรียบเทียบกับคู่มือมาตรฐานป้ายจราจรของกรมทางหลวง [2] และระบบป้ายสัญลักษณ์ [1] แบ่งเป็น 3 ระดับความสำคัญ ระดับต่ำกว่ามาตรฐานน้อย ระดับต่ำกว่ามาตรฐานปานกลาง และระดับต่ำกว่ามาตรฐานมาก มุ่งเน้นให้ความสำคัญในการปรับปรุงป้ายบอกทางในระดับที่ต่ำกว่ามาตรฐานมาก เนื่องจากเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ โดยมีข้อเสนอแนะให้ปรับตำแหน่งของป้ายบอกทางให้มีมาตรฐานเดียวกันหมดทั้ง 25 ป้าย บางจุดเสนอให้มีการล้อมย้ายหรือตัดแต่งต้นไม้ที่บดบังป้าย สำหรับจุดที่เสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุให้มีการปรับปรุงทันที

คำสำคัญ ป้ายสัญลักษณ์ (signage)

บทนำ

ผังแม่บทมหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา ฉบับปี 2551 พัฒนาระบบการสัญจร โดยมีถนนสายหลัก และสายรองเป็นเส้นทางเชื่อมโยงทางเข้า-ออกของมหาวิทยาลัยทั้ง 7 ประตู ป้ายบอกทางเป็นองค์ประกอบสำคัญของการสัญจรไปยังจุดหมายต่างๆ ที่อยู่ภายในมหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา

ปัจจุบันมีป้ายบอกทางสัญจรบนถนนสายหลัก จำนวน 25 ป้าย ซึ่งมีการปรับปรุงมาแล้ว 2 ครั้ง แต่การปรับปรุงที่ผ่านมาเป็นการปรับปรุงข้อความบนป้ายซึ่งใช้โครงสร้างป้ายเดิมมีข้อจำกัดในการปรับปรุงคือ ตำแหน่งป้ายและขนาดป้ายใช้ของเดิมจึงทำให้เป็นการปรับปรุงเฉพาะข้อความที่แสดงบนป้ายเท่านั้น การศึกษาครั้งนี้ต้องการให้ทราบถึงปัญหาของตำแหน่งการ

ติดตั้งป้ายที่ยังขาดมาตรฐานรวมถึงองค์ประกอบสำคัญต่างๆ ของป้ายเพื่อนำไปพัฒนาระบบป้ายสัญลักษณ์ของมหาวิทยาลัยให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งคุณสมบัติของป้ายสัญลักษณ์ที่ดีจะต้องมองเห็นได้ง่าย อ่านและเข้าใจได้ง่าย คือป้ายจะต้องมีความโดดเด่น แยกจากสภาพแวดล้อม และป้ายจะต้องสามารถทำให้ผู้มองเห็นสามารถอ่านเนื้อหาที่บรรจุอยู่ในป้ายได้อย่างครบถ้วน องค์ประกอบสำคัญที่ทำให้ป้ายสัญลักษณ์มีประสิทธิภาพ แบ่งออกเป็น รูปร่างของป้าย วัสดุสำหรับป้าย สีของป้าย อักษรบนป้าย เครื่องหมายสัญลักษณ์ภาพและการจัดวางบนแผ่นป้ายสัญลักษณ์ [1]

วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัย

1. เพื่อศึกษาให้ทราบถึงปัญหาการใช้งานของป้ายบอกทางบนถนนสายหลักภายในมหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา
2. เพื่อพัฒนาระบบป้ายสัญลักษณ์ของมหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา ให้มีประสิทธิภาพและได้มาตรฐาน

ระเบียบวิธีการศึกษาวิจัย

1. ศึกษามาตรฐาน และองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้ป้ายสัญลักษณ์มีประสิทธิภาพ ซึ่งมีความสอดคล้องกับป้ายบอกทางบนถนนสายหลักในมหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา โดยอ้างอิงจากคู่มือมาตรฐานป้ายจราจรของกรมทางหลวง [2] และระบบป้ายสัญลักษณ์ [1] แบ่งเนื้อหาการศึกษาเป็น 4 ด้าน ดังนี้

- 1.1 ระยะห่างระหว่างป้ายบอกทางกับเขตทางที่เหมาะสม
- 1.2 ระยะห่างระหว่างพื้นทางเท้ากับได้ป้ายบอกทางที่เหมาะสม
- 1.3 ทิศนวิสัยการมองเห็นป้ายบอกทาง
- 1.4 องค์ประกอบสำคัญที่ทำให้ป้ายสัญลักษณ์มีการใช้งานที่มีประสิทธิภาพ

2. สํารวจเก็บข้อมูลป้ายบอกทางบนถนนสายหลัก ภายในมหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายาทางด้านกายภาพ จำนวน 25 ป้าย ดังนี้

- 2.1 ตรวจสอบเช็คระยะห่างระหว่างขอบป้ายกับขอบทางของถนนสายหลัก
- 2.2 ตรวจสอบเช็คระยะห่างระหว่างพื้นทางเท้าถึงได้ป้าย
- 2.3 บันทึกสิ่งกีดขวางที่บดบังทัศนวิสัยการมองเห็นป้าย

2.4 ตรวจสอบความสมบูรณ์ครบถ้วนขององค์ประกอบป้ายสัญลักษณ์

3. วิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลด้านการศึกษากับข้อมูลภาคสนาม

ผลการศึกษาวิจัยและการอภิปรายผล

ผลการศึกษาถึงเกณฑ์มาตรฐานของการติดตั้งป้ายบอกทางของกรมทางหลวง กรณีที่ติดตั้งป้ายในเขตเมือง กำหนดให้มีระยะติดตั้งป้ายตามแนวดิ่งจะต้องสูงจากระดับทางเท้าไม่น้อยกว่า 2.20 เมตร และกำหนดให้มีระยะแนวราบขอบป้ายจะต้องมีระยะห่างจากสันขอบทางไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร [2] โดยนำเกณฑ์ดังกล่าวนี้ใช้พิจารณาพร้อมกับองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้ป้ายสัญลักษณ์มีการใช้งานที่มีประสิทธิภาพสรุป ดังนี้

1. การเลือกใช้รูปร่างที่เหมาะสมกับสถานที่
2. การเลือกใช้ วัสดุ ไม้ โลหะ พลาสติก ให้เหมาะสม
3. การใช้คู่สีกับตัวอักษรและพื้นหลังของป้ายที่เห็นได้ชัดเจนและอ่านง่ายที่สุด
4. ตัวอักษรที่มีขนาดเหมาะสมและการใช้ช่องไฟระหว่างตัวอักษรที่อ่านเข้าใจง่าย
5. การใช้สัญลักษณ์ และเครื่องหมายตอบสนองการสื่อสารกับผู้ใช้งานได้ดี
6. การจัดวางองค์ประกอบต่างๆลงบนแผ่นป้ายไม่แน่นจนเกินไป [1]



รูปที่ 1 แสดงมาตรฐานระยะการติดตั้งป้ายแนวราบและแนวดิ่งของกรมทางหลวง

ผลการสำรวจเก็บข้อมูลป้ายบอกทางบนถนนสายหลักมหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา จำนวน 25 ป้าย โดยสรุปเป็นตาราง ดังนี้

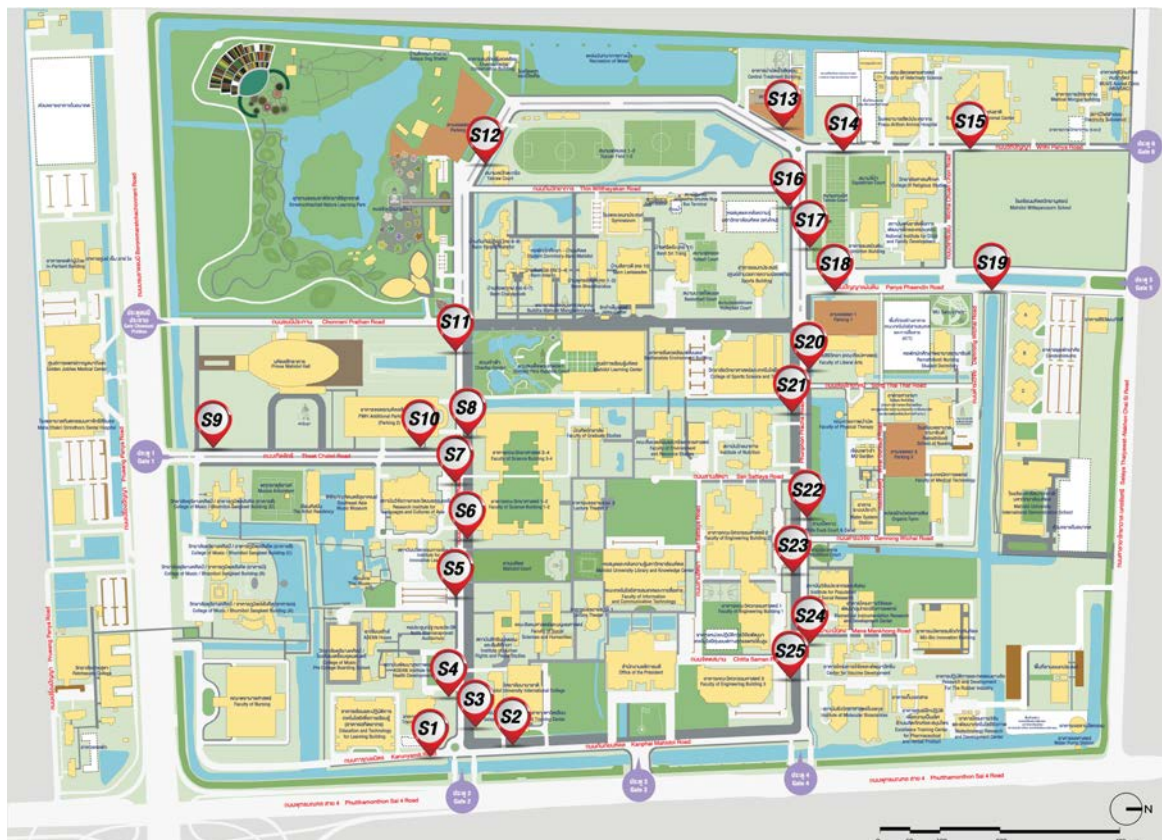
ตารางที่ 1 แสดงผลทางกายภาพของป้ายบอกทางจากการสำรวจ

ชื่อป้าย	ระยะห่างระหว่างป้ายกับเขตทาง (เมตร)	ระยะห่างระหว่างป้ายกับผิวทางเท้า (เมตร)	ทัศนวิสัยการมองเห็น		องค์ประกอบของป้ายสัญลักษณ์		ผลกระทบอื่นๆ
			มีสิ่งบดบัง	ไม่มีสิ่งบดบัง	สมบูรณ์	ไม่สมบูรณ์	
S1	0.90	2.20	กั้นไม้			✓	
S2	0.15	2.00		✓	✓		
S3	0.40	2.00	ต้นไม้			✓	
S4	1.53	2.00	ใบไม้			✓	
S5	1.20	2.00		✓	✓		
S6	0.00	2.00				✓	เสี่ยงต่อการเกิดอันตรายกับรถยนต์
S7	1.60	2.00				✓	
S8	0.00	2.00		✓	✓		ตัวป้ายเกิดความเสียหายจากรถยนต์
S9	0.52	1.96		✓	✓		
S10	0.80	2.00	ต้นไม้			✓	
S11	1.62	2.00		✓	✓		
S12	1.43	1.96		✓	✓		
S13	1.10	2.00		✓	✓		
S14	0.55	2.00	ต้นไม้ป้าย			✓	
S15	0.20	2.00		✓	✓		
S16	1.55	2.00		✓	✓		
S17	1.58	2.00	ป้าย			✓	
S18	0.22	1.92		✓	✓		
S19	0.22	2.00	ต้นไม้			✓	
S20	0.00	2.00		✓	✓		เสี่ยงต่อการเกิดอันตรายกับรถยนต์
S21	0.40	2.20	ต้นไม้			✓	
S22	-0.05	2.00		✓	✓		เสี่ยงต่อการเกิดอันตรายกับรถยนต์
S23	0.40	2.20	ต้นไม้			✓	
S24	0.50	2.00		✓	✓		เสาป้ายกีดขวางทางสัญจรบนทางเท้า
S25	0.15	2.27		✓	✓		

ไม่ได้มาตรฐานตามระยะแนวราบ หรือแนวตั้ง หรือมีสิ่งบดบังทัศนวิสัย หรือองค์ประกอบของป้ายสัญลักษณ์ไม่สมบูรณ์
 ไม่ได้มาตรฐานตามระยะแนวราบ และแนวตั้ง
 ไม่ได้มาตรฐานตามระยะแนวราบและแนวตั้งรวมทั้งเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ



รูปที่ 2 แสดงตัวอย่างป้ายบอกทางบนถนนสายหลัก มหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา



รูปที่ 3 แผนที่แสดงตำแหน่งป้ายบอกทางบนถนนสายหลักในมหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา

จากการพิจารณาและเปรียบเทียบกับมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง และองค์ประกอบของป้ายสัญลักษณ์ที่ทำให้การใช้งานมีประสิทธิภาพของป้ายบอกทางบนถนนสายหลักทั้ง 25 ป้าย พบว่าป้ายทั้งหมดมีเกณฑ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐานโดยจำแนกเป็น 3 ระดับดังนี้

1. มีเกณฑ์ต่ำกว่ามาตรฐานน้อย จำนวน 11 ป้าย คือ ป้ายที่มีระยะห่างจากขอบป้ายถึงขอบทางไม่ได้มาตรฐาน หรือป้ายที่มีระยะได้ป้ายถึงผิวทางเท้าไม่ได้มาตรฐาน หรือมีสิ่งบดบังป้าย หรือองค์ประกอบของป้ายสัญลักษณ์ไม่สมบูรณ์
2. มีเกณฑ์ต่ำกว่ามาตรฐานปานกลาง จำนวน 10 ป้าย คือ ป้ายที่มีระยะห่างจากขอบป้ายถึงขอบทาง และป้ายที่มีระยะได้ป้ายถึงผิวทางเท้าไม่ได้มาตรฐาน รวมถึงมีสิ่งบดบังป้าย หรือองค์ประกอบของป้ายสัญลักษณ์ไม่สมบูรณ์
3. มีเกณฑ์ต่ำกว่ามาตรฐานมาก จำนวน 4 ป้าย คือ ป้ายที่มีระยะห่างจากขอบป้ายถึงขอบทาง และป้ายที่มีระยะได้ป้ายถึงผิวทางเท้าไม่ได้มาตรฐานมีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดอุบัติเหตุ

สรุปผลการศึกษาวิจัย

หากพิจารณาแล้วมาตรฐานที่กำหนดระยะเวลาการติดตั้งป้ายทั้งแนวตั้งและแนวนอน บ่งบอกให้ทราบถึงการป้องกันอุบัติเหตุที่อาจจะเกิดขึ้นบนถนนทั้งสิ้น และสอดคล้องกับการดำเนินชีวิตที่สะดวกปลอดภัย สำหรับป้ายที่มีความเสี่ยงสูงในการเกิดอุบัติเหตุ เนื่องด้วยตัวป้ายชิดกับขอบถนนหรือบางป้ายถ้าเข้ามาในพื้นที่จราจร จึงเสนอให้ปรับปรุงโดยทันทีจำนวน 4 ป้าย คือ S6 S8 S20 และ S22

ทั้งนี้การปรับสภาพแวดล้อมที่บดบังป้ายบอกทางบนถนนสายหลักสามารถดำเนินการได้เบื้องต้น คือ การตัดแต่งกิ่งหรือล้อมย้ายต้นไม้ มีป้าย ดังนี้ S1 S3 S4 S10 S14 S19 S21 และ S23 สำหรับป้ายอื่นที่มีระดับมาตรฐานน้อย และระดับมาตรฐานปานกลางยังสามารถใช้งานได้ หากมีการปรับปรุงป้ายสัญลักษณ์ภายในมหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา นั้น จึงเสนอให้ปรับตำแหน่ง และระยะเวลาการติดตั้งให้มีมาตรฐานต่อไป

ผลที่ได้รับจากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่าลักษณะทางกายภาพมีข้อจำกัดต่างๆ ที่ไม่สามารถติดตั้งป้ายให้มีมาตรฐานตามการศึกษาในครั้งนี้ได้ เนื่องจากสภาพพื้นที่ไม่เอื้ออำนวย เช่น ความกว้างของทางเท้าที่ไม่เท่ากัน ลักษณะถนน และองค์ประกอบของถนนที่ไม่เหมือนกัน เป็นต้น ทั้งนี้ ประเด็นเรื่องระยะเวลาการติดตั้งป้ายที่เป็นมาตรฐานอาจนำไปปรับใช้ให้มีความเหมาะสม และประยุกต์ใช้กับข้อจำกัดดังกล่าว แต่สิ่งสำคัญคือ ควรมีระยะเวลาการติดตั้งป้ายที่คำนึงถึงความปลอดภัยเป็นหลัก

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา ที่มีพื้นที่สำหรับการศึกษางานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] เอื้อเอ็นดู ดิศกุล ณ อยุธยา ./(2543).//ระบบป้ายสัญลักษณ์/(พิมพ์ครั้งที่1).//กรุงเทพมหานคร:สำนักพิมพ์พลัสเพลส.
- [2] กรมทางหลวง.(2561).//คู่มือมาตรฐานป้ายจราจรเล่มที่ 1. กรุงเทพมหานคร

การเปรียบเทียบค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านช่องแสงกระจกใสที่ติดฟิล์มกรองแสงกับม่านมู่ลี่ ในพื้นที่
ทำงาน กรณีศึกษาพื้นที่ทำงานกองกายภาพและสิ่งแวดล้อม

Comparison of Heat Transfer Through Clear Glass Window Between Films and Blinds
in Workplace Case Study Workplace, Division of Physical Systems and Environment

นายสิทธชัย วุฒิวิรวงศ์

นางสาวศุภวรรณ อารีจิตรานุสรณ์

นายปราศรัย เฟ็งปรีชา

¹งานออกแบบและผังแม่บท กองกายภาพและสิ่งแวดล้อม สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยมหิดล ถนนพุทธมณฑลสาย 4 ตำบลศาลายา

อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม 73170

*ผู้นำ เสนอผลงาน E-mail: sithachai.wut@mahidol.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเปรียบเทียบพิจารณาเลือกใช้วัสดุป้องกันอิทธิพลรังสีดวงอาทิตย์จากการถ่ายเทความร้อนผ่านช่องแสงกระจกใสที่ติดฟิล์มกรองแสงกับม่านมู่ลี่ในพื้นที่ทำงาน เพื่อช่วยลดภาระระบบปรับอากาศและประหยัดค่าจ่ายไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยในภาพรวมเชิงรูปธรรมอย่างชัดเจน

การศึกษาวิจัยตัวกลางช่องแสงกระจกใสหนา 6 มิลลิเมตรของอาคาร กับตัวอย่างวัสดุติดฟิล์มบนผิวกระจกของอาคารติดด้วยฟิล์มสีด้า กับฟิล์มชนิดเคลือบปรอทและม่านมู่ลี่ประจำอาคารภายใต้สภาวะเดียวกัน ในพื้นที่จริงภายในพื้นที่ทำงานด้วยเครื่องวัดอุณหภูมิ Opus200 ใช้บันทึกค่า ในทุก 15 นาทีของชั่วโมงการทำงาน 9.00-17.00 น. สุ่มตัวอย่างจำนวน 10 วันของพื้นที่ทำงานผู้ช่วยอธิการบดี และพื้นที่ทำงานงานออกแบบและผังแม่บท โดยเปิดเครื่องปรับอากาศใช้งานตามปกติ นำข้อมูลค่าอุณหภูมิที่เก็บได้คิดค่าพลังงานการถ่ายเทความร้อน ตามทฤษฎีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมเพื่อนำมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการลดการถ่ายเทความร้อน ของกระจกติดฟิล์มกรองแสง 2 แบบ และม่านมู่ลี่ และมูลค่าพลังงานไฟฟ้าแต่ละรูปแบบ

ผลวิจัยจากการบันทึกเก็บค่าวัดอุณหภูมิผ่านตัวกลางช่องแสงกระจกใสของตัวอย่างฟิล์มที่ติดกระจกกับม่านมู่ลี่ พบว่าวัสดุที่ป้องกันอิทธิพลรังสีดวงอาทิตย์จากการถ่ายเทความร้อน ม่านมู่ลี่ผ้าสังเคราะห์สามารถลดค่าการถ่ายเทความร้อน ได้ที่ 86.38 % ประหยัดค่าไฟฟ้าได้ 5,465 บาทต่อปี ส่วนของกระจกใสที่ติดฟิล์มปรอท ลดได้ 65.56 % ประหยัดค่าไฟฟ้าได้ 4,147 บาทต่อปี ที่ติดฟิล์มสีด้าลดได้ 62.82% ประหยัดค่าไฟฟ้าได้ 3,974 บาทต่อปี การติดฟิล์มทั้ง 2 แบบถ่ายเทความร้อนไม่แตกต่างกันมาก แต่ม่านมู่ลี่จะดีกว่ากระจกติดฟิล์มประมาณ 20%-23% ดังนั้น การใช้วัสดุป้องกันความร้อนทั้ง 3 ชนิด ที่ต่างกันผ่านตัวกลางกระจกใส สามารถเลือกนำมาปรับใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนเข้าสู่ตัวอาคารได้ และช่วยทำให้เกิดสภาวะน่าสบาย ประหยัดงบประมาณในภาพรวมให้แก่มหาวิทยาลัย และทำให้เกิดที่พัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development) ต่อไป

ความเป็นมา

ผนังเปลือกอาคารที่พบเห็นโดยทั่วไปมี 2 ส่วน ส่วนผนังทึบและช่องเปิดหรือหน้าต่างกระจกใช้สำหรับเพื่อเปิดรับแสงสว่างและต้องการมองเห็นทัศนียภาพภายนอกอาคารเพื่อไม่รู้สึกถูกปิดล้อม แต่สิ่งตามมา คือความร้อนจากอิทธิพลรังสีดวงอาทิตย์ส่งผ่านความร้อนจะมาจากตัวกลางหลายชนิดมาสู่อาคาร และความร้อนเหล่านั้นก็จะส่งผ่านทางเปลือกอาคารที่เป็นผนังทึบ หรือช่องเปิดหน้าต่างกระจกสู่ภายใน จึงมีการใช้ระบบเครื่องปรับอากาศช่วยลดความร้อนให้อาคารมีสภาพน่าสบาย รวมถึงความพยายามเลือกใช้วัสดุป้องกันความร้อนที่เกิดขึ้น โดยทั่วไปมักเลือกจากความคุ้นเคย หรือ พบเห็นนำมาใช้งานกันมา ซึ่งยังไม่มีคำตอบในเชิงรูปธรรมในการเลือกวัสดุที่เหมาะสมอย่างไร

ดังนั้น จึงเป็นที่มาในทำวิจัยเพื่อหาคำตอบการใช้วัสดุป้องกันความร้อนกันมาก โดยเฉพาะช่องแสงหน้าต่างอาคารเก่าที่มีการใช้งานมาแล้ว เช่น การติดฟิล์มกรองแสง หรือม่านมู่ลี่สำหรับกันแดด แต่เชิงเปรียบเทียบด้านลดความร้อนเข้าสู่อาคารของวัสดุป้องกันความร้อนอย่างเป็นรูปธรรมยังไม่เคยมีการวิจัยเก็บข้อมูล เพื่อดูประสิทธิภาพในการช่วยลดภาระระบบเครื่องปรับอากาศ และช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยในภาพรวม อีกทั้งเป็นการสนับสนุนพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development) ให้กับมหาวิทยาลัย

วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัย

1. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการวัสดุป้องกันการถ่ายความร้อนผ่านตัวกลางกระจกใสระหว่างติดฟิล์มกรองแสงชนิดสีดํา กับชนิดเคลือบปรอท และม่านมู่ลี่
2. ช่วยลดภาระระบบปรับอากาศและประหยัดค่าจ่ายไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยในภาพรวม โดยการพิจารณาเลือกใช้วัสดุกันความร้อนระหว่างฟิล์มกรองแสง 2 ชนิด และม่านมู่ลี่ในพื้นที่ทำงาน
3. สนับสนุนการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development) สอดคล้องกับนโยบายมหาวิทยาลัยก้าวไปสู่ความเป็นมหาวิทยาลัยยั่งยืน (Sustainable University)

การทบทวนวรรณกรรม

ภาระในการลดความร้อนเครื่องปรับอากาศที่เกิดขึ้นภายในอาคารมาจากแหล่งกำเนิดความร้อน 2 ส่วน คือ 1. ความร้อนจากภายนอกที่ได้รับอิทธิพลจากรังสีดวงอาทิตย์ โดยการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร 2. ความร้อนที่เกิดขึ้นอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคาร ซึ่งความร้อนจากภายนอกที่ได้รับอิทธิพลจากรังสีดวงอาทิตย์มีผลการถ่ายเทความร้อนมากกว่า โดยผ่านตัวกลางผนังทึบและหน้าต่างช่องแสงกระจกเข้ามาสู่อาคาร ซึ่งผนังทึบมีการหน่วงความร้อนของวัสดุ (Time lag) ส่วนหน้าต่างช่องแสงกระจก ทำให้อุณหภูมิภายในอาคารสูงขึ้น

ทั้งนี้ ความร้อนที่มาจากอิทธิพลจากรังสีดวงอาทิตย์ ผ่านตัวกลางผนังหลายชนิดมาสู่อาคาร ที่เรียกที่เรียกกันว่า การถ่ายเทความร้อน ซึ่งมีทฤษฎีและสมการที่ใช้คำนวณหาปริมาณพลังงานความร้อนไว้ดังนี้

ทฤษฎีค่าการถ่ายเทความร้อนรวม (Heat Transfer) ^[1]

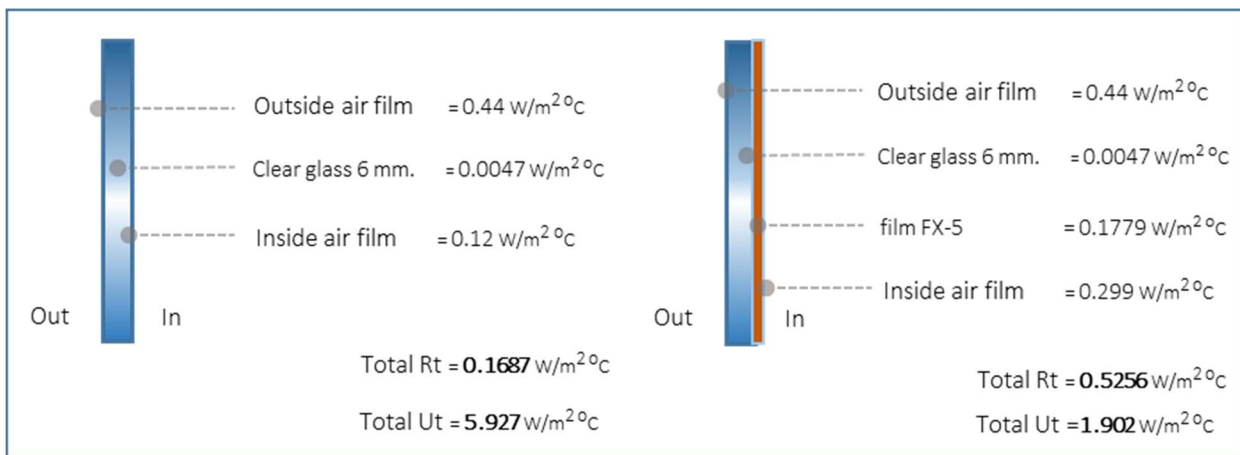
$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T$$

Q = ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมที่ผ่านเข้ามาภายใน (W/m²-°C) สามารถคำนวณได้จากความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน(U) บวกถึงความสามารถในการต้านทานหรือปล่อยผ่านความร้อน จะแสดงค่าในทางตรงกันข้ามค่า R แสดงถึงความต้านทานการไหลของความร้อนผ่านวัสดุเข้ามาในอาคาร โดยจะแสดงถึงการไหลของความร้อนที่ส่งผ่านวัสดุต่างๆของตัวอาคารและพื้นผิวการต้านทานของชั้นอากาศ ยิ่งค่า U น้อยเท่าไร ก็จะแสดงถึงอัตราการไหลความร้อนที่ช้าลงและคุณภาพของฉนวนต้านทานความร้อนที่ดี โดยหลักการคำนวณจากสูตรทฤษฎีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน $U = 1 / \sum R$ หรือ $1 / R_t$ เพื่อให้หาค่าปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทเข้ามาในช่วงเวลาการทำงานจริง,ค่า A = พื้นที่ทั้งหมดที่มีการรับแสงแดด (m²) (ในวิจัยนี้เทียบที่ค่า 1 หน่วยตารางเมตร) และΔT = ค่าความต่างอุณหภูมิเทียบเท่าระหว่างภายนอกที่ผ่านเข้ามาที่ผิววัสดุภายในและภายในอาคาร (°C) และหากเป็นช่องแสงหน้าต่างกระจกจะบวกด้วยพลังงานความร้อนรังสีแสงอาทิตย์ (Radiation = A*SC*SF) ^{[2] [7]} โดยที่ SC ^[7]= ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของหน้าต่าง และ SF ^[7]= ค่าตัวประกอบรังสีแสงอาทิตย์ ในที่นี้จะใช้เป็น

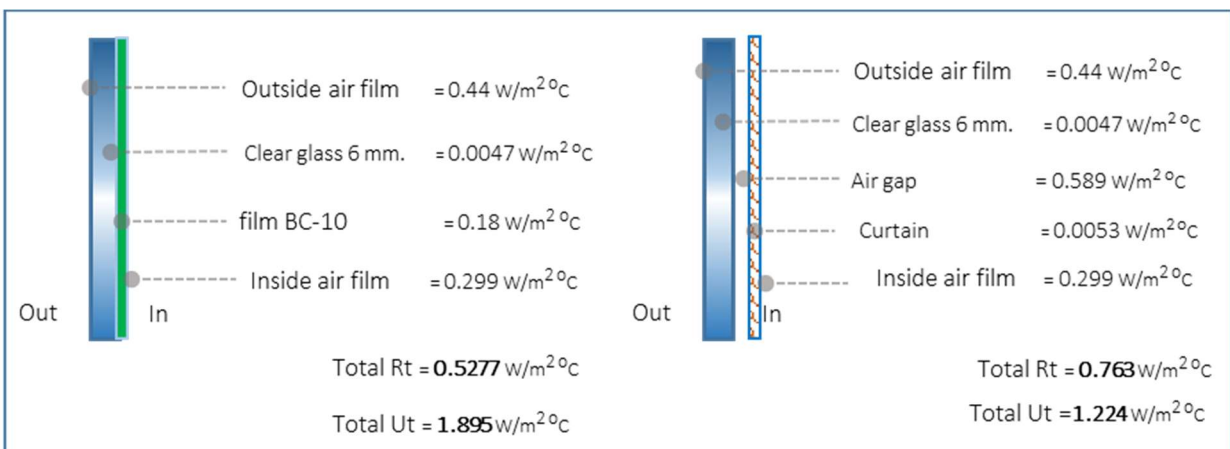
ประกอบเป็นค่าที่ได้จาก สำนักงานกำกับและอนุรักษ์พลังงาน^[7] รวมกลายเป็น Heat Gain ได้จากสูตรการคำนวณรวมการถ่ายเทความร้อนของช่องแสงหน้าต่างกระจก ดังนี้ $Q = U * A * \Delta T + A * SC * SF$ ^[2]

ระเบียบวิธีการศึกษาวิจัย

- 1.1 วิธีการศึกษา เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) การวิจัยเชิงเปรียบเทียบ ทดลองหน่วยงานจริงภายใต้เงื่อนไขสภาพแวดล้อมเดียวกันเพื่อลดจำนวนตัวแปร โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย ด้านทิศตะวันตกและทิศใต้ เป็นด้านที่มีรังสีอาทิตย์กระทบผ่านอาคารมากที่สุด ในพื้นที่ทำงานผู้ช่วยอธิการบดีและพื้นที่ทำงาน อาคารกองกายภาพและสิ่งแวดล้อม
- 1.2 ศึกษาการถ่ายเทความร้อนจากทฤษฎี “การถ่ายเทความร้อน (Heat Transfer)”
- 1.3 หาค่าคุณสมบัติวัสดุตัวอย่างในการศึกษาตามทฤษฎีการถ่ายเทความร้อนอ้างอิงจากแหล่งเอกสารวิชาการและจากผู้ผลิตโดยตรงนำมาใช้เป็นตัวอย่างในการศึกษา ได้แก่ ฟิล์มกรองแสงติดกระจกใส^[3] ที่นิยมใช้งานชนิดฟิล์มสีดำ (FX-5) กับฟิล์มชนิดฉาบปรอท^[3] (BC-10) และม่านมู่ลี่^{[4] [5]}

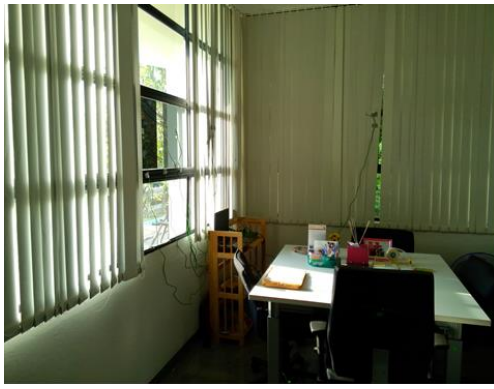


รูปที่ 1. รูปตัดผนังกระจกใสหนา 6 มิลลิเมตร ประจำหน้าต่างอาคาร และกระจกใสติดฟิล์ม สีดำ FX-5



รูปที่ 2. รูปตัดผนังกระจกใสหนา 6 มิลลิเมตร ประจำหน้าต่างอาคารติดฟิล์มเคลือบปรอท BC-10 และกระจกใสที่ติดตั้งม่านมู่ลี่

1.4 ใช้กรณีศึกษาพื้นที่จริงภายในพื้นที่ทำงานอาคารกองกายภาพและสิ่งแวดล้อม ภายใต้สภาวะเดียวกัน กับตัวกลางช่องแสงกระจกใสและม่านมู่ลี่ของเดิมประจำอาคารกับตัวอย่างวัสดุฟิล์มติดบนผิวกระจกของอาคารติดด้วยฟิล์มสีดำ (FX-5) กับฟิล์มชนิดเคลือบปรอท (BC-10) วัดอุณหภูมิผิววัสดุและภายในห้องด้วยเครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermometer) Opus200^[6] ใช้บันทึกค่าเป็น Data logger ผ่านสาย Thermocouple type k มีคุณสมบัติวัดค่าอุณหภูมิ เก็บบันทึกอุณหภูมิในช่วงชั่วโมงเวลาการทำงาน 9.00-17.00 น. ห้องผู้ช่วยขนาด 3.00 x 4.00 เมตร สูง 2.90 เมตร ในสภาพพื้นที่ทำงานเปิดเครื่องปรับอากาศตามการใช้ทำงานตามปกติ ขนาด 12,000 BTU และพื้นที่ทำงานงานออกแบบและผังแม่บท ขนาด 6.00 x 10.80 เมตร สูง 2.90 เมตร ที่เปิดเครื่องปรับอากาศใช้งานตามปกติ ขนาด 18,000 BTU 2 เครื่อง



รูปที่ 3. พื้นที่ทำงานผู้ช่วยอธิการบดีด้านทิศตะวันตกและพื้นที่ทำงานด้านทิศใต้ อาคารกองกายภาพและสิ่งแวดล้อม

1.5 ใช้โปรแกรม Smart Control ขึ้นพื้นฐาน^[6] เก็บบันทึกข้อมูลลงเครื่องคอมพิวเตอร์ในช่วงเวลาทำงาน วิเคราะห์ด้วย Excel เิงกราฟและนำข้อมูลมาวิเคราะห์เปรียบเทียบด้านค่าการถ่ายเทความร้อนและค่าพลังงานไฟฟ้าสำหรับภาระในการทำความเย็น ของวัสดุกันความร้อนแต่ละประเภท

การประมวลผลข้อมูล

นำข้อมูลที่มีเครื่องวัดค่าอุณหภูมิที่ผิวช่องแสงกระจกใสกับที่ติดฟิล์มกรองแสง ทั้ง 2 ชนิด และ ม่านมู่ลี่ ภายในพื้นที่ทำงานและได้จากเครื่องบันทึกผล กับโปรแกรม เพื่อทำการเก็บค่าอุณหภูมิความร้อนโดยตั้งค่าบันทึกทุกๆ 15 นาทีทุก 1 วันในช่วงเวลาชั่วโมงทำงาน 9.00-17.00 น. โดยศึกษาเก็บภายในพื้นที่ทำงาน ของแต่ละวันจากตัวอย่างทั้งหมดจำนวน 20 วัน คัดมาใช้วิเคราะห์ได้จำนวน 10 วัน และนำค่าคุณสมบัติวัสดุด้านค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U)^[7] หรือค่าความต้านทานการนำความร้อน (Thermal Resistance – (R)^[7]) ของวัสดุจากเอกสารอ้างอิงแหล่งทางวิชาการและผู้ผลิตแต่ละประเภทใช้แทนค่าตามสูตรทฤษฎีค่าการถ่ายเทความร้อนรวม (Heat Transfer) คำนวณเป็นค่าพลังงานการถ่ายเทความร้อน (Q) มาสรุปรวมของแต่ละวัน และบวกด้วยค่าพลังงานความร้อนรังสีแสงอาทิตย์ได้จากข้อมูลทางวิชาการที่เผยแพร่มาประกอบถอดคำนวณลงแทนค่าในสูตร $A*SC*SF^{[2][7]}$ ของช่องแสงกระจกใสกับที่ติดฟิล์มกรองแสง^[7] นำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบหาอัตราส่วนระหว่างค่าเฉลี่ยการถ่ายเทความร้อน เปรียบเทียบภาระการทำความเย็นและกำลังไฟฟ้าที่ใช้สำหรับเครื่องปรับอากาศในการทำความเย็น และมูลค่าพลังงานที่ลดลงมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Excel รวมถึงคำนวณต้นทุนของวัสดุเพื่อหาค่าการคืนทุนอย่างง่าย

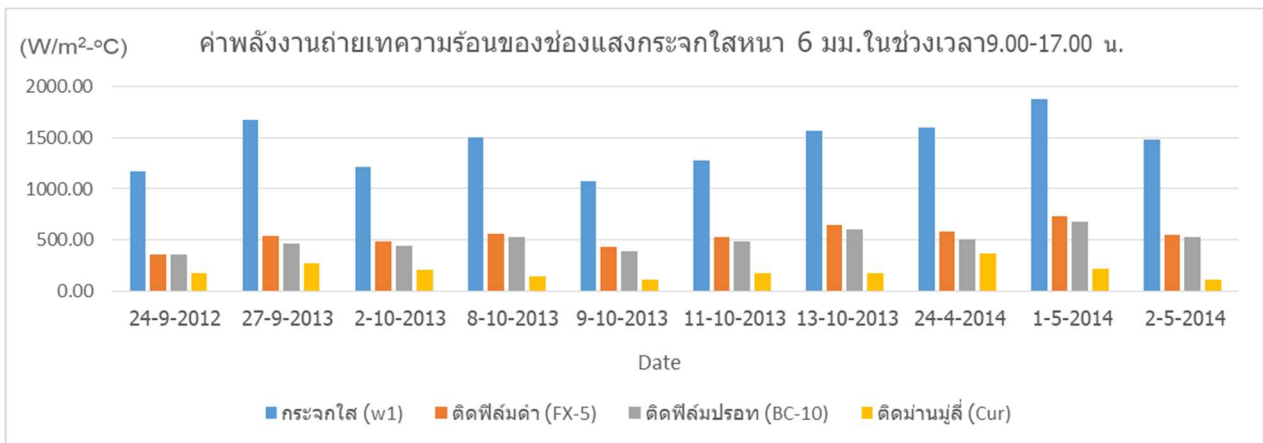
การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลค่าการถ่ายเทความร้อนในเชิงเปรียบเทียบถึงค่าการถ่ายเทความร้อนที่ผ่านกระจกใส (Q) และบวกด้วยค่าพลังงานความร้อนรังสีแสงอาทิตย์ $A*SC*SF^{[2][7]}$ สำหรับช่องแสงหน้าต่างกระจก โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของหน้าต่าง (SC)^[7] กับค่าตัวประกอบรังสีแสงอาทิตย์ (SF)^[7] และสรุปค่าพลังงานไฟฟ้าแต่ละรูปแบบ เิงรูปธรรมอย่างง่ายและชัดเจน

ผลการศึกษาวิจัยและการอภิปรายผล

เวลาเก็บข้อมูล	ค่าพลังงานถ่ายเทความร้อน (W/m ² /°C)			
	กระจกใส (w1)	ติดฟิล์มดำ (FX-5)	ติดฟิล์มปรอท (BC-10)	ติดม่านมู่ลี่ (Cur)
24-9-2012	1175.38	360.09	354.37	171.79
27-9-2013	1671.00	536.57	466.51	269.66
2-10-2013	1209.76	483.20	440.80	207.55
8-10-2013	1506.76	559.45	526.32	145.94
9-10-2013	1073.91	430.44	394.07	117.33
11-10-2013	1274.01	527.52	491.37	176.13
13-10-2013	1566.39	644.68	605.55	174.64
24-4-2014	1601.89	585.36	512.75	367.13
1-5-2014	1877.85	736.93	682.31	218.48
2-5-2014	1478.49	555.84	531.17	116.83
total	14435.44	5420.09	5005.20	1965.48

ตารางที่ 1 แสดงค่าพลังงานถ่ายเทความร้อน (Q) ผ่านตัวกลางช่องแสงกระจกใสหนา 6 มิลลิเมตรกับวัสดุป้องกันความร้อนแต่ละประเภทในช่วงชั่วโมงทำงาน 1 วัน



กราฟที่ 1. มาจากตารางที่ 1 มาแสดงเป็นกราฟค่าพลังงานถ่ายเทความร้อน (Q) ของช่องแสงกระจกใสหนา 6 มิลลิเมตรที่ติดฟิล์มทั้ง 2 แบบ และติดตั้งม่านมู่ลี่ในช่วงเวลา 9.00-17.00 น. กับตัวอย่างการเก็บข้อมูล 10 วัน ของอาคารกายภาพและสิ่งแวดล้อม จะเห็นว่าค่า (Q) จากที่ค่ามากไปยังค่าน้อย คือ ตัวกลางกระจกใส 6 มิลลิเมตร ที่ติดฟิล์มดำ (FX-5) , ติดฟิล์มเคลือบปรอท (BC-10) และม่านมู่ลี่น้อยที่สุด และ ม่านมู่ลี่มีป้องกันค่า(Q) มากกว่า ฟิล์มกรองแสง โดยเฉลี่ยประมาณ 20-23 %

ค่าถ่ายเทความร้อน(Q) ที่ลดลงของกระจกติดฟิล์มและมู่ลี่ที่กลมกับกระจกใส 6 มม.				
เวลาเก็บข้อมูล	กระจกใส (w1)	ติดฟิล์มดำ (FX-5)	ติดฟิล์มปรอท (BC-10)	ติดม่านมู่ลี่ (Cur)
24-9-2012	1175.38	815.30	821.02	1003.59
27-9-2013	1671.00	1134.43	1204.49	1401.34
2-10-2013	1209.76	726.56	768.96	1002.21
8-10-2013	1506.76	947.31	980.44	1360.82
9-10-2013	1073.91	643.47	679.85	956.58
11-10-2013	1274.01	746.49	782.64	1097.88
13-10-2013	1566.39	921.70	960.84	1391.75
24-4-2014	1601.89	1016.53	1089.14	1234.76
1-5-2014	1877.85	1140.92	1195.54	1659.37
2-5-2014	1478.49	922.65	947.32	1361.66
Sum	14435.44	9015.35	9430.24	12469.96
ค่า A*SC*SF	105.21	53.64	33.66	-
Total	14540.65	9068.99	9463.90	-
ค่า Q ที่ลดลง		62.82%	65.56%	86.38%
ส่วนต่างกระจกติดฟิล์ม 2 แบบ		2.74%		-

ตารางที่ 2. ค่าพลังงานถ่ายเทความร้อนที่ลดลงของกระจกใสหนา 6 มิลลิเมตรที่ติดฟิล์ม และติดตั้งม่านมู่ลี่ช่องแสงกระจกใสหนา 6 มิลลิเมตร เทียบกับค่าพลังงานถ่ายเทความร้อนกับตัวกลางกระจกใสหนา 6 มิลลิเมตร

หัวข้อ	กระจกใสหนา 6 มม.			หน่วย
	ติดฟิล์ม FX-5	ติดฟิล์ม BC-11	ติดม่านมู่ลี่	W/m ² /H
ปริมาณความร้อนที่ลดลง (พลังงานปรับอากาศ COP= Q/2.53)	3,584.58	3,740.67	4,928.84	W/m ² /Day
	3.58	3.74	4.93	KWH/m ² /Day
พลังงานไฟฟ้าที่ลดลงใน 1 ปี (22 วัน/12เดือน)	946.33	987.54	1,301.21	KWH/Year
มูลค่าของพลังงานลดลง	3,974.58	4,147.66	5,465.10	BAHT/KWH/Year
= Energy (KWH/m ²)X4.20 บาท/หน่วย การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ประเภทกิจการขนาดใหญ่แรงดัน 22 -33 K				
ราคา	1,400.00	1,100.00	1,680.00	ราคาต่อตารางเมตร
ระยะเวลาคืนทุน	4.22	3.18	3.68	เดือน

ตารางที่ 3. แสดงปริมาณค่าเทียบค่าประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง COP (COEFFICIENT OF PERFORMANCE) อัตราส่วนระหว่างความสามารถทำความเย็นและกำลังไฟฟ้าที่ใช้สำหรับเครื่องปรับอากาศในการทำความเย็น (COOLING CAPACITY(Kw) / POWER INPUT)และมูลค่าพลังงานที่ลดลงจากการใช้กระจกใสที่ติดฟิล์ม และติดตั้งม่านมู่ลี่ เทียบกับตัวกลางกระจกใสหนา 6 มิลลิเมตร

สรุปผลการศึกษาวิจัย

จากการบันทึกเก็บค่าวัดอุณหภูมิผ่านตัวกลางช่องแสงกระจกใสของตัวอย่างฟิล์มที่ติดกระจกกับม่านมู่ลี่ พบว่าวัสดุที่ป้องกันอิทธิพลรังสีดวงอาทิตย์จากการถ่ายเทความร้อน ม่านมู่ลี่ผ้าสังเคราะห์สามารถลดค่าการถ่ายเทความร้อน ได้ที่ 86.38 % ประหยัดค่าไฟฟ้าได้ 5,465 บาทต่อปี ส่วนของกระจกใสที่ติดฟิล์มปรอท ลดได้ 65.56 % ประหยัดค่าไฟฟ้าได้ 4,147 บาทต่อปี ที่ติดฟิล์มสีดัลด์ได้ 62.82% ประหยัดค่าไฟฟ้าได้ 3,974 บาทต่อปี การติดฟิล์มทั้ง 2 แบบถ่ายเทความร้อนไม่แตกต่างกันมากนัก มู่ลี่จะดีกว่ากระจกติดฟิล์มประมาณ 20%-23% ฟิล์มเคลือบปรอทมีค่าการคืนทุนประมาณ 3.18 เดือน ม่านคืนทุนประมาณ 3.6 เดือน และฟิล์มสีดัลด์ 4.2 เดือน

ดังนั้น การเลือกใช้วัสดุป้องกันความร้อนทั้ง 3 ชนิด ที่ต่างกันผ่านตัวกลางกระจกใส สามารถเลือกวัสดุปรับใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนเข้าสู่ตัวอาคารได้ และช่วยทำให้เกิดสภาวะน่าสบาย ประหยัดงบประมาณในภาพรวมให้แก่องค์กรหรือมหาวิทยาลัย และทำให้เกิดที่พัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development) ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

- คุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัว
- ผศ.ดร.โชติวิทย์ พงษ์เสริมผล คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- ผศ.ดร.วนิดา คูอมรพัฒนะ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
- กองกายภาพและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหิดล
- K. Pichayapong Boonlue , Sr. Application Engineer. บริษัท 3M (ประเทศไทย) จำกัด
- K. Pensri Boonsri (คุณเพ็ญศรี บุญศรี) บริษัท Slim Tech จำกัด

เอกสารอ้างอิง

- [1] การถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคาร (HEAT TRANSFER THROUGH THE BUILDING ENVELOPE).
จาก <https://ienergyguru.com/2015/09/heat-transfer-through-the-building-envelope/>
- [2] สิทธิชัย วุฒิวรวงศ์. (2540). การปรับปรุงอาคารผนังอาคารเพื่อลดการถ่ายเทความร้อน : กรณีศึกษาอาคารของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [3] บริษัท 3M (ประเทศไทย) จำกัด
- [4] บริษัท Slim Tech จำกัด
- [5] Zel nab S. Abdei-Rehim, M.M. Saad, El-Shakankery and I. Hanafy. (2006). Textile Fabrics as Thermal Insulators. AUTEX Research Journal . Vol. 6. No 3. September
- [6] คู่มือการใช้ Opus 2000 และ โปรแกรม Smart Control ขึ้นพื้นฐาน(2000). Stuttgart. March 2000 Version 1.0
- [7] สำนักงานกำกับและอนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. (2538). คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร (ครั้งที่ 2). โรงพิมพ์มหาวิทยาลัย ธรรมศาสตร์
- [8] บทที่ 5 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน. คู่มือฝึกอบรม การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน.
จาก <http://energyauditorthai.com/wp-content/uploads/2017/01/06-บทที่-5.-เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน.pdf>

Sustainable environment through green and eco-friendly technology for remediation. Case study of
sparking discharge process

Stefan Ručman^{1*}, Biljana Đorđević², and Pahol Kosiyachinda³

¹ASEAN Institute for Health Development, Mahidol University, Thailand

²Faculty of AgriSciences and Faculty of Forestry and Wood Technology, Mendel University in Brno, Czech
Republic

³Department of Biology, Faculty of Science, Mahidol University, Bangkok, Thailand

*Corresponding author

* The presenters E-mail: stefan.ruc@mahidol.ac.th

Abstract

In this research, we are repurposing waste and byproducts of conventional technology, sparking discharge process, to be used as environmental remediation technology. Specifically, in air purification and bio-sanitation systems, production of nanobubbles for water treatment and as ozone generator with application to plant tissue culture and as green substitute for bleaching agent. In proposed process we achieve sustainable and circular way of the conventional technology utilization for environmental and agricultural purpose. Our ozone production level yield, after only 20 minutes of sparking metal wires in oxygen/ambient atmosphere was above 50 ppm. Nanobubbles production were measured by Dynamic Light Scattering (DLS) and by monitoring conductivity and pH of solution under which metal wires were discharged, measuring decrease of pH in first hour from pH 7 to pH 4.1, as well increase in conductivity. Microbiology of air and pathology of tissue culture were sampled after exposure of discharge products to cultures of *Quercus suber* and effect on it was observed. Results show that exposure of 10 minutes from discharge air is sufficient to sterilize tissues and 30 minutes to remediate air. Further assessment of technology on plant tissue culture show impact on inhibition of plant fungal infection, raising important question for possible application in future work for COVID19 purification from air and optimization of sparking discharge process in full circular and sustainable environmental technology.

Keywords: *ozone, sparking discharge process, air remediation, plant tissue culture, nanobubbles, sustainable environment, circular technological design,*

Introduction

Main challenge of the environmental technology transfer and adoption is unusual and rather different economical target, and outcome from conventional technology. In terms of transfer mechanism of environmental technology [1] focus on private-public partnership is much more prominent which is in contrast with other technologies where market or inter-company collaboration plays important role in achieving successful transfer. Environmental technology commercialization requires governmental and institutional incentives, policies and regulation, as well as many small to middle size companies [2] that will facilitate adoption and knowledge dissemination of environmental technologies and even management. These two differences are one of many impediments for transfer of environmental technologies. Additionally, lack of environmental policies and regulation reinforcement as well as low rate of investments return also affects negatively venture capital firms and organization to show interest to invest in environmental technologies. [3] [4] [5] [6] One of the solutions that we propose is to focus on conventional technologies and repurpose them for application to environmental context, in this way barriers that are important to environmental technologies transfer and which are unique to environmental technologies would be overcome. These unique barriers of environmental technology transfer are 1) Technical risks. 2) Lack of awareness of new technology. [7] By adopting and repurposing already existing conventional technology we can influence right away awareness of new environmental technology by bringing something that is familiar to the market. Also fear of technical risk is drastically lowered because this is conventional technology that is provenly used for one conventional purpose. Example of this case, are air-condition

machines that are modified with HEPA filters or papers during PM2.5 crisis in North of Thailand, in this way device that was intended for cooling was repurposed for air filtration and air purification.

Objectives

In our research we use sparking discharge process, that is utilized for surface modification and nanomaterials generation for over a decade. We examine the waste products of sparking that are usually some radicals or plasma and if wires are discharged above the liquid, nanosized bubbles are created that affect degradation of pollutants, as represented in figure 1. Nanobubbles created from sparking discharge are used to treat plant tissue cultures, and radicals or ozone produced by discharging in ambient air are used for purification of air.

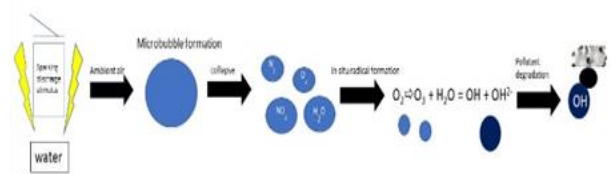


Figure 1. nanobubble production by sparking discharge above the water.

Methodology

The method used for this project was previously described and widely used sparking discharge process [8] [9] [10] for surface modification, [11] photocatalysis, [12] and nanomaterial fabrication. [1]. In brief, apparatus and sparking system consists of AC/DC converter that direct current to a 7 kV DC boost step-up power module high-voltage generator, which in turn connected to a capacitor that directs electrical power to a circuit breaker with changeable heads that hold metal wires. These wires are represented at Figure 2. and are placed in a sealed container through which gasses are flowed, outlet is directed to portable

0 to 100 ppm. Ambient and ultrahigh purity 99% oxygen gas was flow through sparking box.

Titanium metal wires were used in experiment of ozone generation. Aluminum metal wires were used in experiment of nanobubbles production in liquid. Wires were high metal purity.

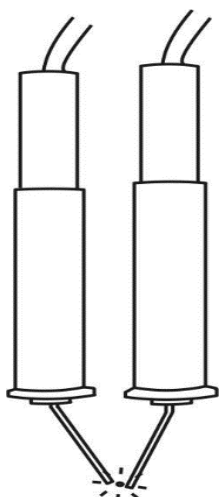


Figure 2. Sparking discharge head where metal wires were placed and high current discharge occur producing free radicals, plasma and exited gas molecules.

Conductivity/TDS/Salinity benchtop meter from HANNA instruments was used. Measured every 15 minutes of sparking in DI water.

Mettler Toledo, portable dissolved oxygen and pH meter was used.

For nanobubble concentration and detection Dynamic Light Scattering (DLS) from Malvern was used which can measure that the bubbles from metal wires are in range of nanometer.

Seed germination of *Ocimum basilicum* L. Length, fresh and dry matter of basil seedlings germinated in hydroponics as a function of water conductivity and dissolved oxygen were tested in petri-dishes under aseptic conditions with three replications.

Ozone production by sparking discharge and its effect on tissue culture and infection development was observed on *Quercus suber* plants, Multiplication medium was supplemented with: woody plant media full concentration, 0.2 mg/L benzyladenine; 30 g/L sucrose; 7 g/L Agar; pH 5.5-5.6, while for rooting media half strength woody plant media was used, sucrose 20 g/L, agar 7 g/L, 1g/L activated charcoal and 5 mL/L indole butyric acid was added for seven days and after plants were transferred to plant growth regulator free medium. Plants were grown in cultivation chamber on 16/8 light dark conditions on 23°C degrees.

Result and Discussion

Concentration of nanobubbles were represented in Figure 3. Measured by DLS after 60 minutes of sparking above DI water. The primary size distribution was obtained from a DLS measurement as the intensity-weighted distribution from samples of liquid above which sparking discharge was applied. The size distribution is displayed in Figure 3. as a plot of the relative intensity of light scattered by particles (on the Y axis) versus various size classes (on the X axis).

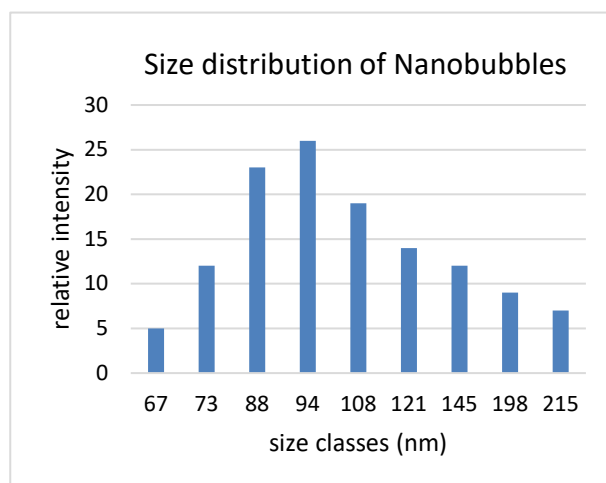


Figure 3. Analysis of nanobubbles size distribution with DLS.

Sparking wires inside of pure oxygen atmosphere lead to different size distribution of bubbles (60-250 nm in water) as shown in Fig. 3. Different gasses and as well zeta potentials and difference in surface tension or charges based on pH and gas types should be investigated in future research.

Effect of nanobubble solutions obtained from sparking during flow of oxygen in sparking apparatus chamber, on basil seed germination, in relationship with conductivity, pH and time sparked, as well as results obtained for dissolved oxygen concentration as function of values for length of germinated seedling, fresh and dry matter of basil seedlings germinated in hydroponic and sterile conditions were represented in Table 1. Optimal germination temperature was used 25°C based on previous research. [14] length and mass were measured after 15 days on moderate light levels.

Table 1: Length, fresh (FM) and dry (DM) matter of basil seedlings germinated in hydroponic as a function treatment of sparked discharged wire above water. Results of pH, dissolved oxygen (DO) mg/l, conductivity parameters ($\mu\text{S}/\text{cm}$) at different times of sparking time (t) (min).

<i>t</i>	<i>pH</i>	<i>DO</i>	<i>Cond.</i>	<i>L(cm)</i>	<i>FM(g)</i>	<i>DM(g)</i>
0	7.2	7.9	8	0.1	0.06	0.009
15	6.8	8.1	27	0.31	0.15	0.023
30	5.9	8.4	32.6	0.68	0.74	0.09
45	5.4	8.7	39.4	1.18	0.9	0.13
60	4.8	9.1	61.7	2.32	1.6	0.19
75	4.3	9.6	81.4	2.98	2.1	0.25

DI water with higher concentration of dissolved oxygen and higher conductivity due to longer sparking times give better results on germination of basil seedling. In future research generation of hydroxyl radicals ($\bullet\text{OH}$) by different NBs and other radicals should be investigated and their effect on seed germination evaluated. Additionally, scanning electron microscope (SEM) should be used to observe the morphology changes of the bubble-exposed seeds and plant cells. Change of pH observed was due to acid rain effect of sparking discharge.



Figure 4a. Quercus suber inoculated species with Phytophthora to evaluate the effect of ozonation from sparking discharge.

Treatment of Quercus suber tissue culture with air that is flown from sparking discharge show normal development in contrast with control. All samples were infected with phytophthora. Ozone was already reported us highly effective in killing C. albicans in yeast form and inhibition of germ tube formation during 210 and 180 s, respectively. [15] Increasing ozone concentrations reduced the number

of colonies forming units of *Phytophthora capsici* with minimum impact on plant growth. [16]

Figure 4 represent inoculated (Fig 4a) and treated (Fig 4b) *Quercus suber* plant, with air from sparking discharge that contains ozone as measured with portable Arduino sensor.

Additional analyses in future are needed to determinate effect of aerosols produced by sparking discharge on soil texture and organic matter content, as well as microbiome diversity.



Figure 4b. Effect of treatment with ozone at sparking time of 20 minutes. Zero disease incidence.

Different times of exposures as well as filtration of metallic aerosol should be investigated in future research.

Conclusion

In our research and proposed future work, we investigated effect of spark discharge created nanobubbles and ozone/aerosols on development of tissue cultures and infection. Future research and investigation on gas injection pressure in sparking discharge effect on the nanobubble size, properties of nanobubbles in liquid produced by spark discharge such as surface charge and surface tension should be investigated on how they influence stability

(coalescence or bubble size distribution), reactivity and performance of applications. Different air types and environmental conditions should be also be studied. Visualization of nanobubbles by Atomic Force Microscopy, reactive oxygen radical production tests and effect of nanobubbles on microbial growth and integrity.

We succeed to investigate the effect on plant tissue infection and seed propagation, additionally to repurposing conventional technology to be applied as sustainable environmental technology and its byproduct used for nanobubbles formation and ozone generation that can have potential agricultural application. At the moment, water treatment technologies of contaminated water are chemical-intensive, energy-intensive, and/or require post-treatment of unwanted xenobiotic products formation. Proposed environmental treatment method help reduce or eliminate the use of hazardous disinfectants or chemicals. Circular nature of the process where deposited nanoparticles on surface are used for one application, and byproducts and waste such as ozone, radicals and aerosols for second, gives first proof-of-concept in circular suitable environmental technology.

Reference

- [1] Popp, D. (2011). International technology transfer, climate change, and the clean development mechanism. *Review of Environmental Economics and Policy*, 5(1), 131-152.
- [2] Park, T., & Ryu, D. (2015). Drivers of technology commercialization and performance in SMEs. *Management Decision*.
- [3] Diefendorf, S. (2000). Venture capital & the environmental industry. *Corporate environmental strategy*, 7(4), 388-399.

- [4] Schaper, M. (Ed.). (2016). Making ecopreneurs: Developing sustainable entrepreneurship. CRC Press.
- [5] Anokhin, S., Wincent, J., & Frishammar, J. (2011). A conceptual framework for misfit technology commercialization. *Technological Forecasting and Social Change*, 78(6), 1060-1071.
- [6] Volpatti, L. R., & Yetisen, A. K. (2014). Commercialization of microfluidic devices. *Trends in biotechnology*, 32(7), 347-350.
- [7] Greiner, M. A., & Franza, R. M. (2003). Barriers and bridges for successful environmental technology transfer. *The Journal of Technology Transfer*, 28(2), 167-177.
- [8] Kumpika, T., Kantarak, E., Sroila, W., Panthawan, A., Jhuntama, N., Sanmuangmoon, P., ... & Singjai, P. (2018). Superhydrophilic/superhydrophobic surfaces fabricated by spark-coating. *Surface and Interface Analysis*, 50(8), 827-834.
- [9] Chuminjak, Y., Daothong, S., Reanpang, P., Mensing, J. P., Phokharatkul, D., Jakmunee, J., ... & Singjai, P. (2015). Electrochemical energy-storage performances of nickel oxide films prepared by a sparking method. *RSC Advances*, 5(83), 67795-67802.
- [10] Chuminjak, Y., Daothong, S., Kuntarug, A., Phokharatkul, D., Horprathum, M., Wisitsoraat, A., ... & Singjai, P. (2017). High-performance electrochemical energy storage electrodes based on nickel oxide-coated nickel foam prepared by sparking method. *Electrochimica Acta*, 238, 298-309.
- [11] Ručman, S. S., Punyodom, W., Jakmunee, J., & Singjai, P. (2018). Inducing Crystallinity of Metal Thin Films with Weak Magnetic Fields without Thermal Annealing. *Crystals*, 8(9), 362.
- [12] Kumpika, T., Thongsuwan, W., & Singjai, P. (2007). Atomic force microscopy imaging of ZnO nanodots deposited on quartz by sparking off different tip shapes. *Surface and Interface Analysis*, 39(1), 58-63.
- [13] Pooseekheaw, P., Thongpan, W., Panthawan, A., Kantarak, E., Sroila, W., & Singjai, P. (2020). Porous V2O5/TiO2 Nanoheterostructure Films with Enhanced Visible-Light Photocatalytic Performance Prepared by the Sparking Method. *Molecules*, 25(15), 3327.
- [14] Ramin, A. A. (2006). Effects of salinity and temperature on germination and seedling establishment of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of herbs, spices & medicinal plants*, 11(4), 81-90.
- [15] Zargaran, M., Fatahinia, M., & Mahmoudabadi, A. Z. (2017). The efficacy of gaseous ozone against different forms of *Candida albicans*. *Current medical mycology*, 3(2), 26.
- [16] McDONALD, G. V. (2010). Ozone (O₃) efficacy on reduction of *Phytophthora capsici* in recirculated horticultural irrigation water (Doctoral dissertation, Texas A & M University).

การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกผ่านการจัดการขยะพลาสติกใช้ครั้งเดียวทิ้งภายในมหาวิทยาลัยมหิดล
Greenhouse Gases reduction by single used plastic management in Mahidol University

รุ่งทิwa บัวดี* และ มะลูลี เลี่ยมแหลม¹

¹งานพัฒนาเพื่อความยั่งยืน กองกายภาพและสิ่งแวดล้อม สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยมหิดล ถนนพุทธมณฑลสาย 4 ตำบลศาลายา
อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม 73170

*ผู้นำ เสนอผลงาน E-mail: rungtiwa.bua@mahidol.ac.th

บทคัดย่อ

ในปี พ.ศ. 2562 ประเทศไทยมีปริมาณขยะมูลฝอยชุมชนประมาณ 28.71 ล้านตัน ซึ่งอัตราการเกิดขยะมูลฝอยคือ 1.18 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน เป็นขยะพลาสติกร้อยละ 12 มหาวิทยาลัยมหิดลจึงมีส่งเสริมการสร้างความเป็นมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศ (Eco-University) ซึ่งมีกลยุทธ์เพื่อส่งเสริมการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพและลดปริมาณขยะที่เกิดขึ้นภายในมหาวิทยาลัย ตั้งแต่การลดการเกิดขยะพลาสติกชนิดครั้งเดียวทิ้ง ประเภท ถุงหูหิ้ว และขวดน้ำพลาสติก และการส่งเสริมการคัดแยกขยะเพื่อรีไซเคิล ซึ่งกิจกรรมข้างต้นเป็นส่วนหนึ่งในการส่งเสริมการบริโภคอย่างยั่งยืนตามเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนข้อที่ 12 (Responsible Consumption and Production) ผ่านการลดการใช้ถุงพลาสติก 794,607 ใบ เท่ากับ 3,973 กิโลกรัม และลดการใช้ขวดพลาสติก ขนาด 600 มิลลิลิตร ได้จำนวน 96,177 ขวด หรือคิดเป็นการลดขยะพลาสติกได้ 1,635 กิโลกรัม รวมทั้งปริมาณขยะพลาสติกจากการคัดแยกขยะเพื่อรีไซเคิล 13,177.3 กิโลกรัม ซึ่งทั้ง 3 กิจกรรมสามารถช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 226.23 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (ton CO₂eq) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศตามเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนข้อที่ 13 Climate Action

คำสำคัญ พลาสติกใช้ครั้งเดียวทิ้ง, ถุงพลาสติก, ขยะรีไซเคิล, ขวดน้ำพลาสติก, ก๊าซเรือนกระจก

บทนำ

จากการศึกษาของเจมเบคและคณะ (Jambeck, J.R., et al., 2015) พบว่าประเทศไทยเป็นหนึ่งในผู้ก่อมลพิษขยะพลาสติกที่ใหญ่ที่สุดติดอันดับ 6 ของโลก โดยสร้างขยะมูลฝอย 1.2 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน เป็นขยะพลาสติกร้อยละ 12 คิดเป็น 1.03 ล้านตันต่อปี ซึ่งขยะร้อยละ 5 คิดเป็น 0.15 -0.41 ล้านตันต่อปี จะไม่ได้รับการจัดการอย่างเหมาะสม ซึ่งจะปนเปื้อนลงสู่สิ่งแวดล้อม แหล่งน้ำและมหาสมุทร [1] ในปี พ.ศ. 2562 ประเทศไทยมีปริมาณขยะมูลฝอยชุมชนประมาณ 28.71 ล้านตัน ซึ่งอัตราการเกิดขยะมูลฝอยคือ 1.18 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน [2] การบริหารจัดการขยะมูลฝอยตั้งแต่ต้นทางจนถึงปลายทางจึงเป็นสิ่งจำเป็น โดยเฉพาะขยะพลาสติกซึ่งใช้เวลาในการย่อยสลายนานถึง 450-1,000 ปี ขึ้นอยู่กับชนิดของพลาสติก

มหาวิทยาลัยมหิดลมีนโยบายมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศ ซึ่งได้มีวางกลยุทธ์การส่งเสริมการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ โดยส่วนหนึ่งคือการลดขยะพลาสติกภายในมหาวิทยาลัยผ่านการรณรงค์ โดยอาศัยความร่วมมือจากร้านสะดวกซื้อและร้านค้าภายในมหาวิทยาลัย และการประกาศนโยบาย ได้แก่ นโยบายงดใช้บรรจุภัณฑ์ประเภทโฟมและลดใช้พลาสติกในร้านค้าและโรงอาหาร พ.ศ. 2556 นโยบายส่งเสริมการลดและนำถุงพลาสติกนำมาใช้ซ้ำ พ.ศ. 2559 นโยบายการบริหารจัดการขยะพลาสติกและโฟม มหาวิทยาลัยมหิดล พ.ศ. 2563 และมีการส่งเสริมการใช้แก้วพกพาและการใช้แก้วพลาสติกแบบใช้ครั้งเดียวทิ้ง โดยมีกิจกรรมการรณรงค์ลดแก้วหลอดหวาน และการปรับปรุงตู้กดน้ำดื่มสาธารณะเป็นระบบอัตโนมัติภายในพื้นที่ส่วนกลาง มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตศาลายา จำนวน 8 ตู้ บริเวณพื้นที่ส่วนกลาง ได้แก่ อาคารศูนย์การเรียนรู้มหิดล อุทยานธรรมชาติวิทยาสิริรุกชาติ อาคารสิริวิทยา และอาคารสำนักงานอธิการบดี เพื่อให้บุคลากร นักศึกษา และบุคคลทั่วไปสามารถเข้าถึงน้ำดื่มสะอาดและส่งเสริมการใช้แก้วพกพา เพื่อลดการใช้ขวดหรือแก้วพลาสติก นอกจากนี้ยังมีการส่งเสริมการคัดแยกขยะผ่านธนาคารขยะรีไซเคิลมหาวิทยาลัยมหิดลที่รับซื้อขยะรีไซเคิล 16 รายการ ทั้งนี้ปริมาณขยะพลาสติกข้างต้นที่สามารถลดและคัดแยกได้ ยังสามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้

วัตถุประสงค์

เพื่อประเมินการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการลดการใช้พลาสติกภายในมหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา

วิธีการศึกษาวิจัย

1. ระบุกิจกรรมที่ส่งเสริมการจัดการขยะพลาสติกใช้ครั้งเดียวทิ้งภายในมหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา
 - 1.1 การลดการเกิดขยะจากถุงพลาสติก ได้แก่ การแจกถุงพลาสติกในร้านสะดวกซื้อและร้านค้าภายในมหาวิทยาลัย
 - 1.2 การส่งเสริมการใช้แก้วพกพา โดยการรณรงค์ลดแก้วหลอดหวาน และการปรับปรุงตู้กดน้ำดื่มสาธารณะเป็นระบบอัตโนมัติบริเวณพื้นที่ส่วนกลาง
 - 1.3 การส่งเสริมการคัดแยกขยะเพื่อรีไซเคิล ผ่านโครงการธนาคารขยะรีไซเคิลมหาวิทยาลัยมหิดล
2. กำหนดขอบเขตของการเก็บข้อมูลเฉพาะพื้นที่วิทยาเขตศาลายา ในช่วงปีงบประมาณ 2563 (ตุลาคม พ.ศ. 2562 ถึง กันยายน พ.ศ. 2563)
3. การเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ จะทำการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

รายการ	แหล่งข้อมูล
จำนวนถุงพลาสติกที่สามารถลดได้	งานพัฒนาเพื่อความยั่งยืน (ร้านสะดวกซื้อภายในมหาวิทยาลัย)
จำนวนขวดพลาสติก ขนาด 600 มิลลิลิตร ที่ถูกใช้ซ้ำ (ขวด)	งานสาธารณูปโภคและระบบอาคาร (ตู้กดน้ำอัตโนมัติ)
ปริมาณขยะพลาสติกที่นำมารีไซเคิล (กิโลกรัม)	งานภูมิทัศน์และสิ่งแวดล้อม (ธนาคารขยะรีไซเคิล มหาวิทยาลัยมหิดล)

4. คำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่สามารถลดได้จากกิจกรรมข้างต้น

4.1 การคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกลดได้จากการลดการใช้ถุงพลาสติกและขวดพลาสติก

$$\text{ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก} = \text{ปริมาณถุงพลาสติกหรือขวดพลาสติก} \times \text{ค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก} \quad (1)$$

โดยค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่นำมาใช้ในการศึกษาแสดงในตารางที่ 2

4.2 การคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้จากการคัดแยกขยะประเภทพลาสติกเพื่อรีไซเคิล คำนวณตามเอกสารการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก (LESS Evaluation Sheet) เวอร์ชัน 4 ขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

$$\text{ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก} = A - B \quad (2)$$

A = (น้ำหนักขยะประเภทพลาสติก × C) × 0.001
 B = (น้ำหนักขยะประเภทพลาสติก × D) × 0.001
 กำหนดให้
 น้ำหนักของขยะพลาสติก หน่วย กิโลกรัม
 A คือ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน
 B คือ ปริมาณปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ
 C คือ ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับการผลิตพลาสติกใหม่เมื่อไม่มีการรีไซเคิลเกิดขึ้น
 D คือ ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับการนำพลาสติกไปผ่านกระบวนการรีไซเคิลเป็นวัสดุเพื่อทดแทนวัสดุใหม่

การคัดแยกขยะเพื่อการรีไซเคิล

ตารางที่ 2 ค่า Emission Factors ที่ใช้ในการศึกษา

ชื่อ	หน่วย	Emission Factor	
		(kgCO ₂ eq/หน่วย)	แหล่งข้อมูลอ้างอิง
กระบวนการผลิตถุงพลาสติก 1 ใบ	ใบ	0.2	กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2559 [3]
คาร์บอนฟุตพริ้นท์ตลอดวัฏจักรวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์น้ำดื่มบรรจุขวดขนาด 600 มิลลิลิตร	โหล	6.97	จิตสุรัตน์ ตั้งใจ และศิริมา ปัญญาเมธิกุล, (2554, หน้า 51-58) [4]
ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ตัน	1,899	คู่มือการใช้โปรแกรมคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการขยะมูลฝอยโดยวิธีการประเมินวัฏจักรชีวิต, IGES
ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ตัน	1,030	US EPA's Waste Reduction Model สำหรับการใช้พลาสติกเป็นวัสดุ

ผลการศึกษาวิจัยและการอภิปรายผล

มหาวิทยาลัยมหิดล ดำเนินโครงการใช้ถุงพลาสติกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2559 พบว่าร้านสะดวกซื้อและร้านค้าภายในมหาวิทยาลัยให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี ในปีงบประมาณ 2563 ข้อมูลจากร้านสะดวกซื้อที่สามารถเก็บข้อมูลจากการไม่รับถุงพลาสติกของลูกค้าในวิทยาเขตศาลายา จำนวน 4 ร้าน มีจำนวนถุงพลาสติกที่สามารถลดจากการไม่รับถุงพลาสติก 794,607 ใบ คิดเป็นน้ำหนักพลาสติก 3,973 กิโลกรัม (ถุงหูหิ้วบาง HDPE ขนาด 12x20 นิ้ว 1 ถุง มีน้ำหนัก 5 กรัม) ซึ่งสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 158,921 kg CO₂eq ดังแสดงใน

สาขา	หน่วยงาน	ปริมาณกระดาษ (kg)	ปริมาณพลาสติก (kg)	ปริมาณแก้ว (kg)	ปริมาณโลหะ (kg)	ปริมาณยาง (kg)	รวม (kg)	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (kgCO ₂ eq)	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (kgCO ₂ eq)	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (kgCO ₂ eq)
2563	งานศูนย์พัฒนาศักยภาพชุมชน	13177					13177	25023.69	13572.62	11451.07
								0.00	0.00	0.00
								0.00	0.00	0.00
								0.00	0.00	0.00
								0.00	0.00	0.00
								0.00	0.00	0.00
								0.00	0.00	0.00
								0.00	0.00	0.00
								0.00	0.00	0.00
รวม		0	13177	0.00	0.00	0.00	13177	#####	13572.62	#####

รูปที่ 1 เอกสารการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก: โครงการด้านการจัดการของเสีย LESS-WM-01

ตารางที่ 3 ทั้งนี้เดือนเมษายน – สิงหาคม พ.ศ. 2563 มี 2 ร้านที่ปิดทำการชั่วคราว อันเนื่องมาจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโคโรนาไวรัส ซึ่งทำให้มหาวิทยาลัยมีมาตรการเพิ่มระยะห่างทางสังคม (Social Distance) โดยให้บุคลากรทำงานจากที่บ้าน (Work from home) ร้อยละ 40 และนักศึกษาเรียนผ่านระบบออนไลน์ทั้งหมด ส่งผลให้มีประชากรและกิจกรรมภายในมหาวิทยาลัยลดลง

ตารางที่ 3 จำนวนถุงพลาสติกที่สามารถลดได้

เดือน -ปี	จำนวนถุงพลาสติก (ใบ)	ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (kg CO ₂ eq)
ต.ค. 62	121,358	24,272
พ.ย. 62	112,280	22,456
ธ.ค. 62	83,163	16,633
ม.ค. 63	106,678	21,336
ก.พ. 63	110,443	22,089
มี.ค. 63	73,228	14,646
เม.ย. 63	18,657	3,731
พ.ค. 63	21,787	4,357
มิ.ย. 63	26,074	5,215
ก.ค. 63	26,020	5,204
ส.ค. 63	42,185	8,437
ก.ย. 63	52,734	10,547
รวม	794,607	158,921

การปรับปรุงตู้กดน้ำดื่มสาธารณะเป็นแบบอัตโนมัติบริเวณพื้นที่ส่วนกลาง เป็นหนึ่งในการส่งเสริมการใช้แก้วพกพาและลดการใช้ขวดน้ำพลาสติก ซึ่งตู้กดน้ำอัตโนมัติสามารถแสดงผลจำนวนขวดน้ำที่ถูกใช้ซ้ำ (Reused Bottle) เมื่อน้ำถูกกดไปแล้ว 600 มิลลิลิตร จะคิดเป็น 1 ขวด โดยติดตั้งแล้วเสร็จและเริ่มใช้งานเมื่อเดือนสิงหาคม พ.ศ.2563 ปริมาณน้ำที่ถูกกดไปและขวดน้ำที่นำมาใช้ซ้ำแสดงดังตารางที่ 4

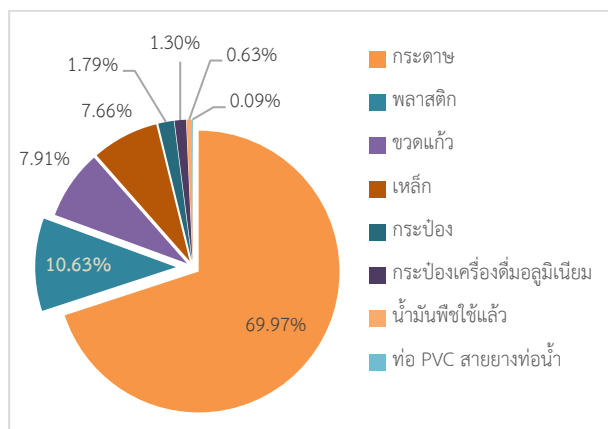
ตารางที่ 4 ปริมาณการบริโภคน้ำดื่มจากตู้กดน้ำอัตโนมัติตั้งแต่วันที่เดือนสิงหาคม – กันยายน พ.ศ. 2563

ลำดับ	ตำแหน่งตู้ น้ำดื่มอัตโนมัติ	ลดจำนวนขวดพลาสติกขนาด 600 มล. (ขวด)	ปริมาณการบริโภค น้ำดื่ม (ลิตร)
1	สำนักงานอธิการบดี (ทิศเหนือ)	5,439	3,263
2	สำนักงานอธิการบดี (ทิศใต้)	2,322	1,393
3	ศูนย์การเรียนรู้หิดล (ลานดอกกันภัย)	16,986	10,191
4	ศูนย์การเรียนรู้หิดล (ศูนย์อาหาร ชั้น 1)	14,780	8,868
5	ศูนย์การเรียนรู้หิดล (ทางขึ้นศูนย์อาหาร ชั้น 2)	24,548	14,729
6	ศูนย์การเรียนรู้หิดล (ศูนย์อาหาร ชั้น 2)	3,962	2,377
7	อุทยานธรรมชาติวิทยา สิริรุกขชาติ (อาคารไปไม้สามใบ)	7,996	4,797
8	อาคารสิริวิทยา	20,144	12,087
	รวม	96,177	57,705

จากตารางข้างต้นตู้กดน้ำอัตโนมัติที่ศูนย์การเรียนรู้หิดล ตำแหน่งทางขึ้นศูนย์อาหาร ชั้น 2 เป็นจุดที่มีการใช้บริการมากที่สุด รองลงมา คือ อาคารสิริวิทยา ศูนย์การเรียนรู้หิดล ลานดอกกันภัย ศูนย์อาหาร ชั้น 1 อุทยานธรรมชาติวิทยา สิริรุกขชาติ (อาคารไปไม้สามใบ) สำนักงานอธิการบดี (ทิศเหนือ) ศูนย์การเรียนรู้หิดล (ศูนย์อาหาร ชั้น 2) และ สำนักงานอธิการบดี (ทิศใต้) ตามลำดับ หากเทียบปริมาณการบริโภคน้ำดื่มขนาดขวดพลาสติก 600 มิลลิลิตร จะคิดเป็น 96,177 ขวดที่ถูกใช้ซ้ำ หรือ 8,014.72 โหล หรือคิดเป็นน้ำหนักขวดพลาสติกเท่ากับ 1,635 กิโลกรัม (ขวดพลาสติกขนาด 600 มิลลิลิตร มีน้ำหนัก 17 กรัม) ซึ่ง

สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการลดการใช้ขวดน้ำดื่มพลาสติกได้ 55,862.11 kg CO₂eq

ปีงบประมาณ 2563 ธนาคารขยะรีไซเคิลมหาวิทยาลัยมหิดลมีปริมาณขยะรีไซเคิลทั้งหมด 123.73 ตัน พบว่าปริมาณขยะรีไซเคิลประเภทพลาสติกประมาณ 13.15 ตัน (ไม่นับรวมท่อ PVC สายยาง ท่อน้ำ) คิดเป็นร้อยละ 10.63 ของปริมาณขยะรีไซเคิลทั้งหมดในโครงการ ดังแสดงในรูปที่ 2 สัดส่วนปริมาณขยะในธนาคารขยะรีไซเคิลปีงบประมาณ 2563



รูปที่ 2 สัดส่วนปริมาณขยะในธนาคารขยะรีไซเคิล

ปีงบประมาณ 2563

จากข้อมูลขยะประเภทพลาสติกของธนาคารขยะรีไซเคิลพบว่าขยะพลาสติกดังกล่าวมีปริมาณขยะขวดน้ำพลาสติกใสมากที่สุด คือ 7,584.9 กิโลกรัม (ร้อยละ 57.56) รองลงมาคือขวดน้ำพลาสติกรวม 4,952.8 กิโลกรัม (ร้อยละ 37.58) ถุงพลาสติกสะอาด 350.2 กิโลกรัม (ร้อยละ 2.66) และขวดน้ำพลาสติกขุ่น 289.4 กิโลกรัม (ร้อยละ 2.20) ดังแสดงในตารางที่ 5 การคัดแยกขยะประเภทพลาสติกเพื่อรีไซเคิลปริมาณรวม 13,177.3 กิโลกรัมข้างต้น สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 11,451.07 kg CO₂eq

ตารางที่ 5 ปริมาณขยะรีไซเคิลประเภทพลาสติกจากธนาคารขยะรีไซเคิล ตั้งแต่ ตุลาคม 2562 – กันยายน 2563

เดือน -ปี	ขวดน้ำพลาสติกใส	ขวดน้ำพลาสติกขุ่น	ขวดน้ำพลาสติกรวม	ถุงพลาสติกสะอาด
ต.ค. 62	1,246.0	0.0	488.5	152.0
พ.ย. 62	1,047.2	33.0	420.6	23.5
ธ.ค. 62	783.9	46.5	356.0	18.5
ม.ค. 63	997.8	23.7	710.0	28.0
ก.พ. 63	999.9	34.2	472.7	7.6
มี.ค. 63	652.4	39.0	295.5	30.0
เม.ย. 63	67.0	43.0	121.7	26.1
พ.ค. 63	203.0	17.0	128.0	6.5
มิ.ย. 63	477.0	28.0	451.3	16.0
ก.ค. 63	361.0	0.0	469.0	3.0
ส.ค. 63	357.7	0.0	601.5	34.0
ก.ย. 63	392.0	25.0	438.0	5.0
รวม	7,584.9	289.4	4,952.8	350.2
(ร้อยละ)	(57.56)	(2.20)	(37.58)	(2.66)

ตารางที่ 6 ปริมาณพลาสติกและก๊าซเรือนกระจกที่สามารถลดได้จากโครงการต่าง ๆ ในปี 2563

รายการ	ปริมาณ (กิโลกรัม)	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่สามารถลดได้ (ton CO ₂ eq)
ลดการใช้ถุงพลาสติก	3,973.0	158.92
ลดการใช้ขวดน้ำพลาสติก ขนาด 600 มิลลิลิตร	1,635.0	55.86
การคัดแยกขยะประเภทพลาสติกเพื่อรีไซเคิล	13,177.3	11.45
รวม	18,785.3	226.23

สรุปผลการศึกษาวิจัย

จากการศึกษา พบว่า กิจกรรมการงดแจกถุงพลาสติกในร้านสะดวกซื้อและร้านค้า การลดใช้แก้วพลาสติกด้วยการใช้แก้วพกพาที่ตู้กดน้ำดื่มอัตโนมัติ และการส่งเสริมการคัดแยกขยะเพื่อรีไซเคิลผ่านโครงการธนาคารขยะรีไซเคิล มหาวิทยาลัยมหิดล สามารถลดปริมาณขยะประเภทพลาสติกที่จะไปหลุมฝังกลบรวมได้ 3,973 กิโลกรัม (คิดเป็นร้อยละ 21.15), 1,635 กิโลกรัม (คิดเป็นร้อยละ 8.70) และ 13,154.8 กิโลกรัม (คิดเป็นร้อยละ 70.15) ตามลำดับ เมื่อคิดประมาณก๊าซเรือนกระจกที่สามารถลดได้จากทั้ง 3 กิจกรรมจะแปรผกผันกัน เนื่องจากการลดการใช้สามารถลดการเกิดก๊าซเรือนกระจกทั้งวัฏจักรชีวิตของพลาสติกนั้น ๆ โดยปริมาณขยะพลาสติกจากทั้ง 3 กิจกรรม รวม 18,785.3 กิโลกรัม สามารถช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 226.23 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (ton CO₂ eq)

ซึ่งจากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่ายังมีการใช้พลาสติกภายในมหาวิทยาลัยอยู่จำนวนมาก การรณรงค์และสร้างความตระหนักในการใช้ทรัพยากรให้เกิดประสิทธิภาพผ่านนโยบายที่ชัดเจน การสร้างสภาวะแวดล้อมที่เอื้อต่อการบรรลุเป้าหมายรวมทั้งการจัดการของเสียที่ปลายทางให้ถูกต้อง ยังต้องอาศัยความร่วมมือจากนักศึกษา บุคลากร ส่วนงานภายในมหาวิทยาลัย และประชาชนทั่วไปที่เข้ามาใช้บริการ เพื่อส่งเสริมให้เกิดผลสัมฤทธิ์ในการจัดการขยะพลาสติกใช้ครั้งเดียวทิ้งภายในมหาวิทยาลัยมหิดล และพัฒนาต่อยอดให้เกิดการบริโภคอย่างยั่งยืนตามเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนข้อที่ 12 แผนการบริโภคและการผลิตที่ยั่งยืน (Responsible Consumption and Production) และข้อที่ 13 การรับมือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Action)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณงานพัฒนาเพื่อความยั่งยืน งานภูมิทัศน์และสิ่งแวดล้อม งานสาธารณูปโภคและระบบอาคาร กองกายภาพ

และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหิดล ที่อนุเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] Jambeck, J.R., et al. (2015). *Plastic waste inputs from land into the ocean*. Science, 347(6223), 768 -771. DOI: 10.1126/science.1260352
- [2] กรมควบคุมมลพิษ. กองจัดการกากของเสียและสารอันตราย. (2563). *รายงานสถานการณ์สถานที่กำจัดขยะมูลฝอยชุมชนของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2562*. สืบค้น จาก <http://infofile.pcd.go.th/Waste/Wst2019.pdf>
- [3] กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. (19 เมษายน 2559). *ทส. ปลื้มลดถุงพลาสติกได้ 43 ล้านใบ*, ไทยรัฐ, 2559. สืบค้น จาก http://www.tgo.or.th/2015/thai/news_detail.php?id=951
- [4] จิตสุรัตน์ ตั้งใจ และ ศิริมา ปัญญาเมธิกุล. (2554). *คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของน้ำดื่มบรรจุขวด [ข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์]. เรื่อง เต็ม การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49: สาขาวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ. 51-58

การเปรียบเทียบผลการจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวประจำปี 2562

ของมหาวิทยาลัยมหิดลร่วมกับกลุ่มประเทศอาเซียน

The Comparison of UI GreenMetric World University Ranking 2019 between

Mahidol University and University in ASEAN

ศศิวิมล ผุงเพิ่มตระกูล*, ศันสนีย์ ศิริลักษณ์, มะลูลี เลี่ยมแหลม

งานพัฒนาเพื่อความยั่งยืน กองกายภาพและสิ่งแวดล้อม สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยมหิดล

999 ถ.พุทธมณฑลสาย 4 ต.ศาลายา อ.พุทธมณฑล นครปฐม 73170

ผู้นำเสนอผลงาน E-mail:sasivimon.mu@gmail.com

บทคัดย่อ

การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลกปี 2019 มหาวิทยาลัยที่ได้คะแนนสูงสุด 5 อันดับแรกในระดับอาเซียน คือ มหาวิทยาลัย Universitas Indonesia ซึ่งโดดเด่นในหมวดพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ รองลงมาตามลำดับคือ มหาวิทยาลัย Universiti Putra Malaysia โดดเด่นหมวดการจัดการระบบการขนส่ง มหาวิทยาลัย Universiti Malaya โดดเด่นในเรื่องการจัดการน้ำและการศึกษา มหาวิทยาลัย Bogor Agricultural University โดดเด่นในหมวดโครงสร้างพื้นฐาน และ มหาวิทยาลัย Universitas Gadjah Mada โดดเด่นในหมวดการจัดการของเสีย โดยผลการเปรียบเทียบคะแนนในแต่ละหมวดของ มหาวิทยาลัยมหิดลกับมหาวิทยาลัยที่ได้คะแนนสูงสุด 5 อันดับแรกในกลุ่มประเทศอาเซียน พบว่า เมื่อเปรียบเทียบจาก 6 หมวด มหาวิทยาลัยมหิดลมีคะแนนเป็นอันดับที่ 1 ในหมวดการจัดการน้ำ อันดับที่ 2 ในหมวดการจัดการระบบการขนส่ง อันดับที่ 3 คือในหมวดสถานที่และโครงสร้างพื้นฐาน และหมวดการจัดการของเสีย อันดับที่ 5 คือ หมวดพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และหมวดการศึกษา ดังนั้นมหาวิทยาลัยมหิดลควรสนับสนุนงบประมาณด้านวิจัยและการดำเนินงานอย่างยั่งยืน เช่น การดำเนินโครงการขยะเหลือศูนย์ (Zero Waste) การติดตั้งพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar cell) การส่งเสริมการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ประหยัดพลังงานและพัฒนาระบบให้เป็นอาคารอัจฉริยะที่สามารถประหยัดพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อพัฒนาผลคะแนนและยกระดับสู่ความเป็นมหาวิทยาลัยชั้นนำระดับโลก

คำสำคัญ UI GreenMetric world university ranking , มหาวิทยาลัยสีเขียว, มหาวิทยาลัยมหิดล, อาเซียน

บทนำ

การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลก UI Green Metric World University Rankings ที่จัดทำโดยมหาวิทยาลัยอินโดนีเซีย (University Indonesia) ซึ่งเป็นหนึ่งในสมาชิกของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเรื่องการจัดอันดับระดับนานาชาติ (IREG) ตั้งแต่ปี ค.ศ.2010 ได้กำหนดตัวชี้วัดในด้านสิ่งแวดล้อม ได้แก่ สถานที่และโครงสร้างพื้นฐาน (SI) พลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (EC) การจัดการของเสีย (WC) หมวดการจัดการน้ำ (WR) การจัดการระบบการขนส่ง (TR) และ

การศึกษา (ED) โดยมีวัตถุประสงค์ในการสำรวจสภาพปัจจุบันที่เกี่ยวข้องกับนโยบาย Green Campus และการพัฒนาอย่างยั่งยืนในมหาวิทยาลัยทั่วโลก [1] เพื่อพร้อมรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก และปรับเปลี่ยนพฤติกรรมที่ส่งผลกระทบต่อความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม โดยมหาวิทยาลัยที่เข้าร่วมประมวลคะแนนจะพิจารณาจากผลการดำเนินการด้านสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน ซึ่งเป็นส่วนช่วยพัฒนามหาวิทยาลัย โดยสร้างความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมให้บุคลากรภายในมหาวิทยาลัย การดำเนินโครงการที่เป็นมิตรกับ

สิ่งแวดล้อมทั้งระดับภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย ทำให้มหาวิทยาลัยเป็นที่ยอมรับในระดับสากล [2]

การจัดอันดับคะแนนเกิดขึ้นครั้งแรกในปี ค.ศ. 2010 มีมหาวิทยาลัยเข้าร่วม 95 แห่งจาก 35 ประเทศ แบ่งเป็น ทวีปอเมริกา 18 แห่ง ทวีปยุโรป 35 แห่ง ทวีปเอเชีย 42 แห่ง และภูมิภาคโอเชียเนีย 2 แห่ง ปัจจุบันมีมหาวิทยาลัยจากทั่วโลกเข้าร่วมการจัดอันดับทั้งสิ้น 780 มหาวิทยาลัย โดยในกลุ่มประเทศอาเซียนมีมหาวิทยาลัยที่เข้าร่วมจากประเทศอินโดนีเซีย ประเทศฟิลิปปินส์ ประเทศมาเลเซีย ประเทศเวียดนาม และประเทศไทย

มหาวิทยาลัยมหิดล เข้าร่วมการจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลก ในปี 2019 ได้คะแนน 7,350 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10,000 คะแนน จัดอยู่ในอันดับที่ 75 ของโลก อันดับที่ 20 ของเอเชีย อันดับที่ 12 ของอาเซียน และเป็นอันดับที่ 1 ของประเทศไทย ดังนั้นเพื่อการพัฒนาการดำเนินงานที่สอดคล้องต่อจัดอันดับให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น มีลำดับที่สูงขึ้น และยกระดับมหาวิทยาลัยมหิดลให้เข้าสู่สากลมากยิ่งขึ้น จึงวิเคราะห์เปรียบเทียบผลคะแนนในระดับอาเซียน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบผลคะแนนรวมในการจัดอันดับ UI Green Metric World University Rankings ของมหาวิทยาลัยมหิดล ร่วมกับกลุ่มมหาวิทยาลัยในอาเซียน

2. เพื่อเปรียบเทียบคะแนนตามเกณฑ์ตัวชี้วัดการจัดอันดับ UI Green Metric World University Rankings ทั้ง 6 หมวดของมหาวิทยาลัยมหิดล กับมหาวิทยาลัยในอาเซียนที่ได้ อันดับที่ 1 ในแต่ละหมวด

3. เพื่อเสนอแนะแนวทางการพัฒนาการดำเนินงานด้านสิ่งแวดล้อมและการพัฒนาอย่างยั่งยืน ที่เพิ่มประสิทธิภาพในการจัดลำดับที่สูงขึ้นของมหาวิทยาลัยมหิดล

ระเบียบวิธีการศึกษา

ศึกษาโดยใช้ผลคะแนนรวมและผลคะแนนตามเกณฑ์ตัวชี้วัด 6 หมวด ของการจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลกที่ประกาศบนเว็บไซต์ UI Green Metric World University Rankings ในปี 2019 ของมหาวิทยาลัยมหิดล เปรียบเทียบกับกลุ่มมหาวิทยาลัยในอาเซียน โดยมีรายละเอียดของเกณฑ์ตัวชี้วัดดังต่อไปนี้

เกณฑ์ตัวชี้วัด UI Green Metric World University Rankings แบ่งเป็น 6 หมวดที่ใช้ในการจัดอันดับและแบ่งการให้น้ำหนักคะแนนดังนี้

หมวดที่ใช้ในการจัดอันดับ	คะแนนทั้งหมด (%)
1.สถานที่และโครงสร้างพื้นฐาน (Setting and Infrastructure)	15
2.พลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Energy and Climate Change)	21
3.การจัดการของเสีย (Waste)	18
4.การจัดการน้ำ (Water)	10
5.การจัดการขนส่ง (Transportation)	18
6.การศึกษา (Education and Research)	18
รวมทั้งหมด	100

โดยในแต่ละหมวดจะมีเกณฑ์ตัวชี้วัดดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. สถานที่และโครงสร้างพื้นฐาน (SI) 1500 คะแนน

มีจุดมุ่งหมายเพื่อกระตุ้นให้มหาวิทยาลัยที่เข้าร่วมโครงการเพิ่มพื้นที่สีเขียว รักษาสิ่งแวดล้อมรวมถึงการพัฒนาพลังงานที่ยั่งยืน ประกอบด้วยเกณฑ์ตัวชี้วัดย่อยดังต่อไปนี้

เกณฑ์ตัวชี้วัด	คะแนน
สัดส่วนของพื้นที่เปิดโล่งต่อพื้นที่ทั้งหมด	300
พื้นที่ทั้งหมดในมหาวิทยาลัยที่มีลักษณะเป็นป่า	200
พื้นที่ทั้งหมดในมหาวิทยาลัยที่มีลักษณะปกคลุมด้วยพืชพรรณ	300
พื้นที่ทั้งหมดในมหาวิทยาลัยที่มีการดูดซับน้ำ	200
พื้นที่เปิดโล่งทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชากรทั้งหมด	300
ร้อยละของงบประมาณของมหาวิทยาลัยเพื่อความยั่งยืน	200

2. พลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (EC) 2100 คะแนน

มีจุดมุ่งหมายเพื่อกระตุ้นการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพในอาคาร ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ดัชนีชี้วัดหมวดนี้มีค่าน้ำหนักมากที่สุด ประกอบด้วยเกณฑ์ตัวชี้วัดย่อยดังต่อไปนี้

เกณฑ์ตัวชี้วัด	คะแนน
การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ	200
การดำเนินการโครงการอาคารอัจฉริยะ	300

เกณฑ์ตัวชี้วัด	คะแนน
จำนวนแหล่งพลังงานทดแทนภายในมหาวิทยาลัย	300
สัดส่วนปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดต่อจำนวนประชากรทั้งหมด	300
สัดส่วนการผลิตพลังงานทดแทนต่อการใช้พลังงานทั้งหมดต่อปี	200
องค์ประกอบของการดำเนินการอาคารสีเขียวตามนโยบายการก่อสร้างและการปรับปรุงใหม่ทั้งหมด	300
โครงการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	200
สัดส่วนของคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทั้งหมดต่อจำนวนประชากรทั้งหมด	300

3. การจัดการของเสีย (WS) 1800 คะแนน

มีจุดมุ่งหมายเพื่อบริหารจัดการขยะที่เกิดจากกิจกรรมของนักศึกษาและเจ้าหน้าที่ภายในมหาวิทยาลัย ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างสภาพแวดล้อมที่ยั่งยืน ประกอบด้วยเกณฑ์ชี้วัดย่อยดังต่อไปนี้

เกณฑ์ตัวชี้วัด	คะแนน
โครงการรีไซเคิลขยะ	300
โครงการเพื่อลดการใช้กระดาษและพลาสติกในมหาวิทยาลัย	300
การบำบัดของเสียอินทรีย์	300
การบำบัดของเสียอนินทรีย์	300
การบำบัดของเสียอันตราย	300
การกำจัดกากตะกอน	300

4. การจัดการน้ำ (WR) 1000 คะแนน

มีจุดมุ่งหมายเพื่อลดการใช้น้ำบาดาล เพิ่มโครงการอนุรักษ์น้ำ โครงการรีไซเคิลน้ำ การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ ประกอบด้วยเกณฑ์ชี้วัดย่อยดังต่อไปนี้

เกณฑ์ตัวชี้วัด	คะแนน
การดำเนินโครงการอนุรักษ์น้ำ	300
การดำเนินโครงการรีไซเคิลน้ำ	300
การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ	200
การใช้น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว	200

5. การจัดการระบบการขนส่ง (TR) 1800 คะแนน

มีจุดมุ่งหมายเพื่อจัดการระบบการขนส่งที่มีบทบาทสำคัญต่อการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในมหาวิทยาลัย เช่น นโยบายการจัดการขนส่ง เพื่อจำกัดจำนวนยานยนต์ภายในมหาวิทยาลัย การเพิ่มรถจักรยาน ส่งเสริมการเดินทาง หลีกเลี่ยงการใช้นานพาหนะส่วนตัว ประกอบด้วยเกณฑ์ชี้วัดย่อยดังต่อไปนี้

เกณฑ์ตัวชี้วัด	คะแนน
สัดส่วนของยานพาหนะทั้งหมดต่อจำนวนประชากร	200
บริการรถรับส่ง	300
นโยบาย Zero Emission Vehicles (ZEV)	200
สัดส่วนของจำนวนยานพาหนะทั้งหมดที่ปล่อยเป็นศูนย์ (ZEV) ต่อจำนวนประชากรทั้งหมด	200
อัตราส่วนของพื้นที่จอดรถต่อพื้นที่มหาวิทยาลัยทั้งหมด	200
โครงการการขนส่งที่ออกแบบมาเพื่อจำกัด หรือลดพื้นที่จอดรถในมหาวิทยาลัยสำหรับ 3 ปีที่ผ่านมา	200
จำนวนโครงการริเริ่มเพื่อลดยานพาหนะส่วนตัวในมหาวิทยาลัย	200
นโยบายเส้นทางคนเดินเท้า	300

6. การศึกษา (ED) 1800 คะแนน

มีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มสัดส่วนหลักสูตรด้านสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน งานวิจัยและงบประมาณ ประกอบด้วยเกณฑ์ชี้วัดดังต่อไปนี้

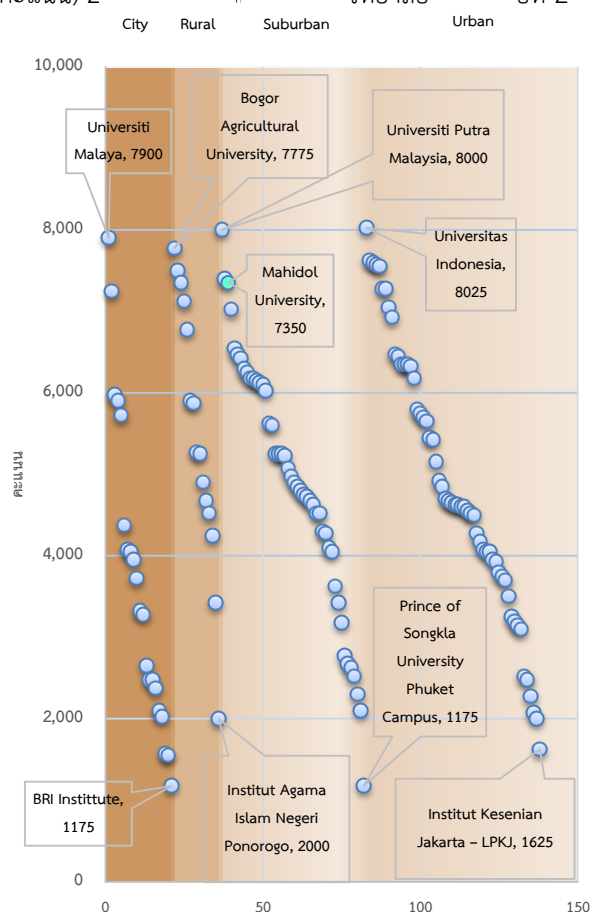
เกณฑ์ตัวชี้วัด	คะแนน
สัดส่วนของหลักสูตรการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับความยั่งยืนต่อหลักสูตรการศึกษาทั้งหมด	300
สัดส่วนของทุนวิจัยเพื่อความยั่งยืนต่อเงินทุนวิจัยทั้งหมด	300
จำนวนสิ่งพิมพ์เชิงวิชาการเกี่ยวกับความยั่งยืน	300
จำนวนกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับความยั่งยืน	300
จำนวนองค์กรนักศึกษาที่เกี่ยวข้องกับความยั่งยืน	300
เว็บไซต์มหาวิทยาลัยยั่งยืน	200
รายงานมหาวิทยาลัยยั่งยืน	100

ผลการศึกษา

จากผลการจัดอันดับ UI Green Metric World University Rankings ปี 2019 พบว่า ประเทศในกลุ่มประเทศอาเซียนที่เข้าร่วมการจัดอันดับ 5 ประเทศ ได้แก่ อินโดนีเซีย มาเลเซีย ไทย ฟิลิปปินส์ และเวียดนาม มีจำนวนมหาวิทยาลัยที่เข้าร่วมจัดอันดับทั้งหมด 138 มหาวิทยาลัย โดยประเทศที่มีมหาวิทยาลัยเข้าร่วมมากเป็นอันดับที่ 1 ได้แก่ ประเทศอินโดนีเซีย เข้าร่วม 72 มหาวิทยาลัย (เพิ่มขึ้น 24.14%) อันดับที่ 2 คือประเทศไทย เข้าร่วม 37 มหาวิทยาลัย (เพิ่มขึ้น 8.62%) อันดับที่ 3 คือประเทศมาเลเซีย เข้าร่วม 20 มหาวิทยาลัย (เพิ่มขึ้น 6.90%) อันดับที่ 4 คือประเทศฟิลิปปินส์ เข้าร่วม 7 มหาวิทยาลัย (เพิ่มขึ้น 1.72%) และอันดับที่ 5 คือประเทศเวียดนาม เข้าร่วม 2 มหาวิทยาลัย (เพิ่มขึ้น 0%) โดยในภาพรวมประเทศในกลุ่มอาเซียนมีอัตราการเข้าร่วมของมหาวิทยาลัยเพิ่มขึ้นจากปี 2018 เท่ากับ 41.38%

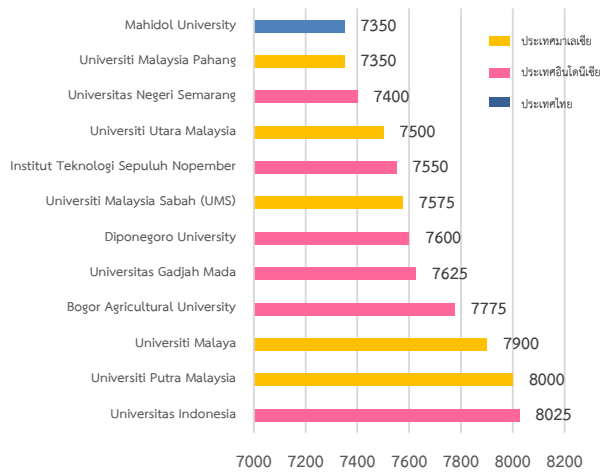
มหาวิทยาลัยในกลุ่มประเทศอาเซียนที่เข้าร่วมจัดอันดับมีความหลากหลายในบริบทด้านการศึกษาและที่ตั้ง แบ่งเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่มในเขตเมืองหลวงของประเทศ (City) จำนวน 21 มหาวิทยาลัย โดย Universiti Malaya จากประเทศมาเลเซีย มีผลคะแนนสูงสุดคือ 7,900 คะแนน และ BRI Institute ประเทศอินโดนีเซีย มีผลคะแนนต่ำสุดคือ 2,475 คะแนน 2) กลุ่มในเขตเมือง (Urban) จำนวน 56 มหาวิทยาลัย โดย Universitas Indonesia จากประเทศอินโดนีเซีย มีผลคะแนนสูงสุดคือ 8,025 คะแนน และ Institut Kesenian Jakarta – LPKJ จากประเทศอินโดนีเซีย มีผลคะแนนต่ำสุดคือ 1,625 คะแนน 3) กลุ่มในเขตชานเมือง (Suburban) จำนวน 46 มหาวิทยาลัย โดย Universiti Putra Malaysia จากประเทศมาเลเซียมีผลคะแนนสูงสุดคือ 8,000 คะแนน และ Prince of Songkla University Phuket Campus จากประเทศไทย มีผลคะแนนต่ำสุด คือ 1,175 คะแนน โดยมหาวิทยาลัยมหิดลจัดอยู่ในอันดับที่ 3 ของกลุ่มนี้ ซึ่งมีอันดับที่ดีขึ้นกว่าปี 2018 จำนวน 3 อันดับ 4) กลุ่มในเขตชนบทชนบท (Rural) เข้าร่วมจำนวน 15 มหาวิทยาลัย โดยมีผลคะแนนสูงสุด 7,775 คะแนน คือ Bogor Agricultural University จากประเทศอินโดนีเซีย และผลคะแนนต่ำสุด 2,000 คะแนน คือ Institut Agama Islam Negeri Ponorogo จากประเทศอินโดนีเซีย โดยสรุปผลคะแนนตามการจัดแบ่งกลุ่มพบว่า คะแนนทั้ง 4 กลุ่ม มีช่วงคะแนนสูงสุดและต่ำสุดของแต่ละกลุ่มใกล้เคียงกัน คือ คะแนนสูงสุดอยู่ในช่วง 7,775 - 8,025 คะแนน และคะแนนต่ำสุดอยู่ในช่วง 1,175 - 2,475 คะแนน ดังแสดงในรูปที่ 1

เมื่อเทียบผลคะแนนของมหาวิทยาลัยมหิดลที่เป็นอันดับที่ 12 ในกลุ่มประเทศอาเซียนกับ 10 อันดับแรก พบว่ามี 2 ประเทศที่มีคะแนนมากกว่า คือ 1) ประเทศอินโดนีเซียมีมหาวิทยาลัยที่ได้อันดับที่ 1 ของกลุ่มประเทศอาเซียน คือ Universitas Indonesia (8,025 คะแนน) รองลงมาคือ Bogor Agricultural University (7,775 คะแนน) Universitas Gadjah Mada (7,625 คะแนน) Diponegoro University (7,600 คะแนน) Institut Teknologi Sepuluh Nopember (7,550 คะแนน) Universitas Negeri Semarang (7,400 คะแนน) 2) ประเทศมาเลเซีย มีมหาวิทยาลัยที่ไล่จับที่ 2



รูปที่ 1 แสดงสรุปผลคะแนนเรียงลำดับจากมากไปน้อย ของมหาวิทยาลัยที่เข้าร่วมในกลุ่มประเทศอาเซียนตามสถานที่ตั้ง

ของกลุ่มประเทศอาเซียน คือ Universiti Putra Malaysia (8,000 คะแนน) รองลงมาคือ Universiti Malaya (7,900 คะแนน) Universiti Malaysia Sabah (UMS) (7,575 คะแนน) Universiti Utara Malaysia (7,500 คะแนน) ซึ่งมหาวิทยาลัยมหิดลมีผลคะแนน 7,350 คะแนน ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของมหาวิทยาลัยมหิดลกับอันดับที่ 1 ของกลุ่มประเทศอาเซียน พบว่า คะแนน แตกต่างกัน 675 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 8.41 ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงผลสรุปคะแนน 10 อันดับแรกในกลุ่มประเทศอาเซียนกับมหาวิทยาลัยมหิดลที่เข้าร่วม UI Green Metric World University Rankings ปี 2019

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนตามเกณฑ์ทั้งหมด 6 หมวดกับมหาวิทยาลัยที่ได้ 5 อันดับแรกของกลุ่มประเทศอาเซียนกับมหาวิทยาลัยมหิดล พบว่า

หมวดสถานที่และโครงสร้างพื้นฐาน (SI)

หมวดสถานที่และโครงสร้างพื้นฐานคะแนนเต็ม 1,500 คะแนน มหาวิทยาลัยมหิดลได้คะแนน 1,100 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 73.33 ของคะแนนเต็ม ซึ่งมีคะแนนเป็นอันดับที่ 3 โดย Bogor Agricultural University เป็นอันดับที่ 1 ได้คะแนนสูงสุดในหมวดนี้ที่ 1,400 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 93.33 มหาวิทยาลัยมหิดลมีคะแนนต่างจากอันดับที่ 1 ในหมวดนี้เท่ากับ 300 คะแนน ด้วยมหาวิทยาลัยมหิดลมีการขยายอาคารเรียนการสอนเพิ่มขึ้น ส่งผลต่อการลดของพื้นที่ที่มีลักษณะปกคลุมด้วยพืชพรรณ ซึ่งมีเกณฑ์คะแนนที่สูงถึง 300 คะแนน และยังส่งผลให้สัดส่วนพื้นที่เปิดโล่งต่อพื้นที่ทั้งหมดลดลง รวมถึงสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่งต่อจำนวนประชากรทั้งมหาวิทยาลัย ซึ่งมีเกณฑ์คะแนนที่สูงเช่นเดียวกัน คือ 300 คะแนน แต่ทั้งนี้มหาวิทยาลัยได้มีโครงการที่ส่งเสริมการเพิ่มพื้นที่สีเขียว เช่น การประกวดสวนมุขสวย การจัดทำสวนแนวตั้ง เป็นต้น

หมวดพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (EC)

หมวดพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ คะแนนเต็ม 2,100 คะแนน มหาวิทยาลัยมหิดลได้คะแนน 1,175 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 55.95 ซึ่งมีคะแนนเป็นอันดับที่ 5 โดย Universitas Indonesia จากประเทศอินโดนีเซีย เป็นอันดับที่ 1 ได้ผลคะแนนสูงสุดในหมวดนี้ที่ 1,625 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 77.38 มหาวิทยาลัยมหิดลมีคะแนนต่างจากอันดับที่ 1 ใน

หมวดนี้ เท่ากับ 450 คะแนน เนื่องจากมหาวิทยาลัยมหิดลมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มมากขึ้น เมื่อเทียบสัดส่วนต่อจำนวนประชากรทั้งหมดภายในมหาวิทยาลัย ในส่วนการดำเนินการด้านการผลิตพลังงานหมุนเวียน ซึ่งมีเกณฑ์คะแนนที่สูงถึง 300 คะแนน พบว่าการผลิตพลังงานทดแทนมีเพียง 2 แห่ง คือ ไบโอดีเซล พลังงานแสงอาทิตย์ เท่ากับร้อยละ 0.002 ของปริมาณการใช้พลังงานของมหาวิทยาลัย ซึ่งหมวดนี้มีค่าน้ำหนักมากที่สุดในการจัดอันดับ ดังนั้น ในหมวดนี้จึงสามารถปรับปรุงและพัฒนาการดำเนินการให้มีประสิทธิภาพและสอดคล้องได้ เพื่อเพิ่มคะแนนในหมวดนี้และคะแนนในภาพรวม

หมวดการจัดการของเสีย (WS)

หมวดการจัดการของเสียคะแนนเต็ม 1,800 คะแนน มหาวิทยาลัยมหิดลได้คะแนน 1,125 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 62.50 ซึ่งมีคะแนนเป็นอันดับที่ 3 (อันดับต่ำสุด เนื่องจากมีคะแนนที่เท่ากัน) โดย University of Malaya จากประเทศมาเลเซีย Universitas Indonesia และ Universitas Gadjah Mada จากประเทศอินโดนีเซีย เป็นอันดับที่ 1 มีผลคะแนน 1,500 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 83.33 มหาวิทยาลัยมหิดลมีคะแนนต่างจากอันดับที่ 1 ในหมวดนี้ เท่ากับ 375 คะแนน ซึ่งมหาวิทยาลัยมหิดลมีการบริหารจัดการขยะรีไซเคิล ในรูปแบบของธนาคารขยะภายในมหาวิทยาลัย ที่สามารถลดปริมาณขยะได้ 185.59 ตัน คิดเป็นร้อยละ 10.8 ของปริมาณขยะที่นำสู่หลุมฝังกลบ อีกทั้งยังนำองค์ความรู้ดังกล่าวสู่ชุมชนรอบมหาวิทยาลัย ได้แก่ โรงเรียน จำนวน 18 โรงเรียน รวมเป็นจำนวนสมาชิกทั้งหมด 3,700 คน ลดปริมาณขยะได้ 1,419 ตัน ทั้งยังมีโครงการลดการใช้ถุงพลาสติกแบบใช้ครั้งเดียวทุกร้านค้าภายในมหาวิทยาลัยตั้งแต่ปี พ.ศ.2559-ปัจจุบัน

หมวดการจัดการน้ำ (WR)

หมวดการจัดการน้ำ คะแนนเต็ม 1,000 คะแนน มหาวิทยาลัยมหิดลได้คะแนน 1,000 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 100 ซึ่งมีคะแนนเป็นอันดับ 1 เช่นเดียวกับ Universiti Malaya หมวดการจัดการน้ำมีค่าน้ำหนักคะแนนน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับหมวดอื่น ๆ โดยการจัดการน้ำของมหาวิทยาลัยมหิดลมีจุดเด่นในเรื่องของการอนุรักษ์น้ำ และการนำน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดนำกลับมาใช้รีไซเคิลเพื่อใช้ในสุขภัณฑ์ ชักโครก การล้างรถ ระบบรดน้ำต้นไม้ และขยายโครงการอย่างต่อเนื่องเพื่อส่งเสริมและสนับสนุนให้หน่วยงานภายในมหาวิทยาลัยได้นำน้ำรีไซเคิลไปใช้ได้เพิ่มขึ้น

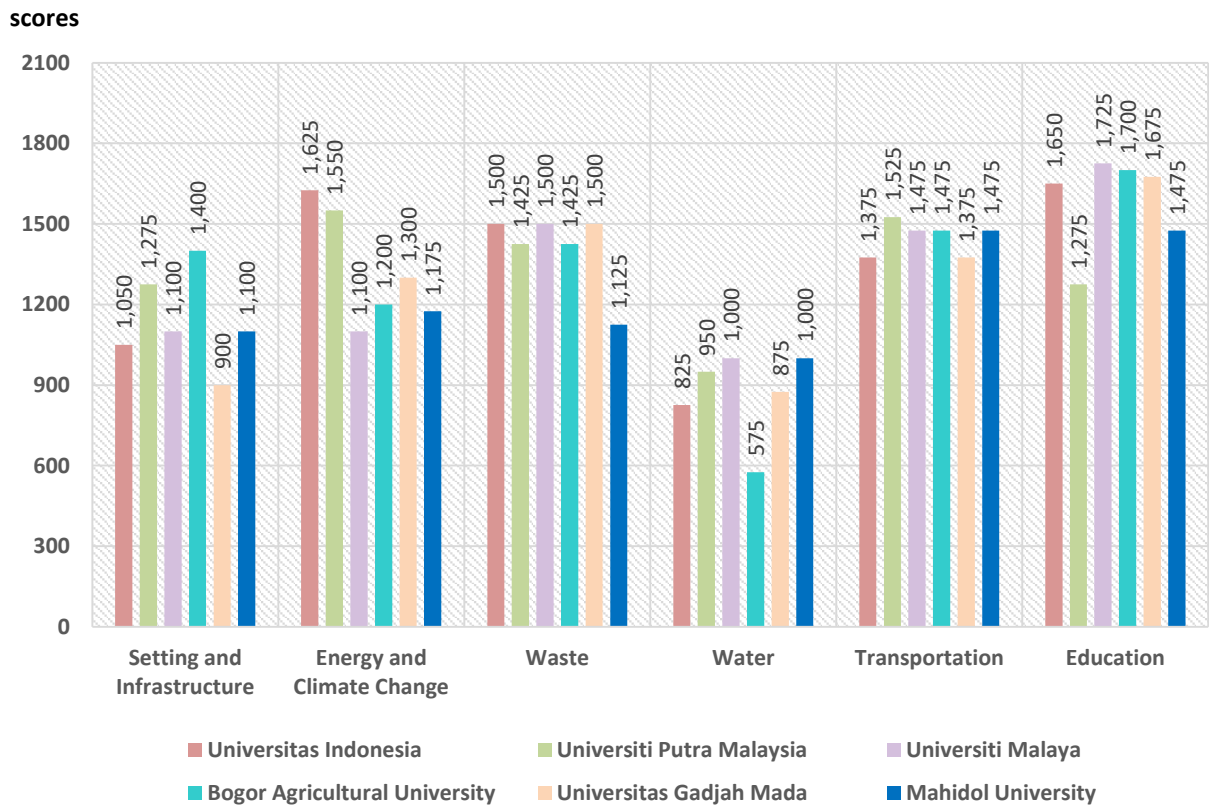
หมวดการจัดการระบบการขนส่ง (TR)

หมวดการจัดการระบบการขนส่ง คะแนนเต็ม 1,800 คะแนน มหาวิทยาลัยมหิดล ได้คะแนน 1,475 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 81.94 ซึ่งมีคะแนนเป็นอันดับที่ 2 โดย Universiti Putra Malaysia จากประเทศมาเลเซีย เป็นอันดับที่ 1 ได้ผลคะแนนสูงสุดในหมวดนี้ที่ 1,525 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 84.72 มหาวิทยาลัยมหิดลมีคะแนนต่างจากอันดับที่ 1 ในหมวดนี้ เท่ากับ 50 คะแนน โดยมหาวิทยาลัยมหิดล มีการใช้พาหนะที่ไม่ปล่อยก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ รถรางไฟฟ้า ที่ใช้รับส่งภายในมหาวิทยาลัย จักรยานที่มีการส่งเสริมการจัดทำถนนคนเดิน และจักรยานที่มีขนาดใหญ่เชื่อมต่อโดยรอบ ลดพื้นที่ของถนนลง เพื่อให้นักศึกษา และบุคลากร สามารถเดินหรือใช้จักรยานสัญจรได้อย่างต่อเนื่องและปลอดภัย ซึ่งเป็นจุดเด่นของมหาวิทยาลัย อีกทั้งยังมีการให้บริการรถรับส่งให้กับนักศึกษา

และบุคลากร ในหลากหลายเส้นทางและจำนวนรอบที่เพียงพอต่อความต้องการ

หมวดการศึกษา (ED)

หมวดการศึกษาคะแนนเต็ม 1,800 คะแนน มหาวิทยาลัยมหิดล ได้คะแนน 1,475 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 81.94 ซึ่งมีคะแนนเป็นเป็นอันดับที่ 5 โดย Universiti Malaya จากประเทศมาเลเซีย เป็นอันดับที่ 1 ได้คะแนน 1,725 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 95.83 มหาวิทยาลัยมหิดลมีคะแนนต่างจากอันดับที่ 1 ในหมวดนี้ เท่ากับ 250 คะแนน ซึ่งมหาวิทยาลัยมหิดลมีจำนวนงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์จากงานวิจัยด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ (Environment & Health) เพิ่มขึ้นจากปีก่อนเป็นจำนวนมาก และมีการพัฒนาด้านการศึกษาอย่างต่อเนื่อง จึงมีโอกาสเพิ่มคะแนนในหมวดนี้ได้



สรุปผลการศึกษา

จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลคะแนนและการจัดอันดับ UI Green Metric World University Rankings 2019 ของมหาวิทยาลัยมหิดล ร่วมกับผลคะแนนและการจัดการอันดับในระดับอาเซียน พบว่า อันดับที่ 1 คือหมวดการจัดการน้ำ อันดับที่ 2 คือหมวดการจัดการระบบการขนส่ง อันดับที่ 3 คือหมวดสถานที่และโครงสร้างพื้นฐาน และหมวดการจัดการ

ของเสีย ซึ่งคะแนนต่ำที่สุด อันดับที่ 5 คือ หมวดพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และหมวดการศึกษา

เมื่อเทียบร้อยละของคะแนนของมหาวิทยาลัยมหิดล จากคะแนนเต็มในหมวดนั้นๆ ของมหาวิทยาลัยมหิดลมีร้อยละของคะแนนดีที่สุดในอันดับ 1 คือ หมวดการจัดการน้ำ (WR) จากการดำเนินโครงการน่าน้ำไร้ไซเคิลมาใช้ได้อย่างต่อเนื่อง และยังสามารถขยายพื้นที่การให้บริการได้อีก อันดับ 2 คือ หมวดการ

จัดการระบบการขนส่ง (TR) และหมวดการศึกษา (ED) คือมีร้อยละของคะแนนที่เท่ากัน โดยมหาวิทยาลัยมีถนนคนเดินและจักรยาน ที่มีขนาดใหญ่และพัฒนาการเชื่อมต่อโดยรอบอย่างต่อเนื่อง เพื่อรองรับการใช้งานได้อย่างสะดวก และยังมีโครงการวิถีจักรยาน เพื่อส่งเสริมการใช้จักรยานอย่างต่อเนื่องของนักศึกษา การจัดบริการรถยนต์สาธารณะที่มีความครอบคลุมในเรื่องของเส้นทาง จำนวนรอบที่เพียงพอ บริการรถรางไฟฟ้าภายในมหาวิทยาลัย เพื่อช่วยลดการใช้ยานพาหนะที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจก ในส่วนหมวดศึกษามหาวิทยาลัย มิ่งบประมาณสำหรับวิจัยด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ ซึ่งช่วยเพิ่มจำนวนผลงานตีพิมพ์และพัฒนาการศึกษาอย่างต่อเนื่อง แต่ควรส่งเสริมการสนับสนุนงบประมาณในด้านนี้ให้มากยิ่งขึ้น อันดับ 3 คือ หมวดสถานที่และโครงสร้างพื้นฐาน (SI) ซึ่งมีมหาวิทยาลัยได้มีนโยบายอนุรักษ์พื้นที่สีเขียวตามผังแม่บทหลักการพัฒนาพื้นที่เปิดโล่งให้สามารถใช้งานได้หลากหลาย และให้การสนับสนุนงบประมาณที่รองรับการลงทุนเพื่อเพิ่มพื้นที่สีเขียวด้วยการจัดทำโครงการสวนแนวตั้งทั้งในบริเวณพื้นที่ส่วนกลางและพื้นที่ของคณะต่างๆ ซึ่งปัจจุบันยังคงแนวทางการพัฒนาเพื่อเพิ่มพื้นที่สีเขียวอย่างต่อเนื่อง

อันดับที่ 4 และอันดับที่ 5 คือ หมวดการจัดการของเสียและหมวดพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งทั้งสองหมวดนี้มหาวิทยาลัยมีคะแนนน้อยที่สุด จึงสามารถให้ความสำคัญกับการพัฒนาการดำเนินงานเพื่อเพิ่มคะแนนในส่วนนี้ได้ โดยในหมวดการจัดการของเสีย มหาวิทยาลัยมหิดลมีการดำเนินโครงการลดการใช้ถุงพลาสติกแบบใช้ครั้งเดียวทิ้งได้ 100% และยังคงดำเนินการอย่างต่อเนื่องถึงปัจจุบัน นอกจากนี้ได้เริ่มโครงการที่รณรงค์นำแก้วส่วนตัวมาใช้ซ้ำที่ร้านเครื่องดื่ม แต่ยังไม่สามารถลดการใช้แก้วพลาสติกได้ 100% จึงมีการเพิ่มการติดตั้งตู้ให้บริการน้ำดื่มที่ไม่เสียค่าใช้จ่ายและสะอาดปลอดภัยได้มาตรฐานให้ครอบคลุมพื้นที่ เพื่อส่งเสริมให้นักศึกษาและบุคลากรนำแก้วพกมาใช้เพิ่มขึ้นและช่วยลดปริมาณขยะพลาสติก รวมถึงการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการขยะให้เหลือศูนย์ (Zero Waste) ส่วนหมวดพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนั้น เนื่องด้วยอัตราส่วนของการใช้พลังงานทดแทนที่น้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งหมด ดังนั้นจึงสามารถปรับปรุงเพื่อพัฒนาและเพิ่มคะแนนในหมวดนี้ได้ด้วยโครงการผลิตพลังงานทดแทนโดยเฉพาะ ได้แก่ การติดตั้งโซลาร์เซลล์ เพื่อให้ได้พลังงานทดแทนเป็นจำนวนมาก รวมถึงส่งเสริมการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ประหยัดพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อทดแทนอุปกรณ์เดิมให้มี

สัดส่วนที่เพิ่มมากยิ่งขึ้น และพัฒนาระบบให้เป็นอาคารอัจฉริยะที่สามารถประหยัดพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ [4]

นอกจากนี้ การกำหนดนโยบายและการดำเนินงานภายใต้นโยบายด้านสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืนที่ชัดเจน เน้นการมีส่วนร่วมของบุคลากรและนักศึกษาทั้งภายในพื้นที่และบริเวณโดยรอบมหาวิทยาลัย มีการกำหนดตัวชี้วัด เป้าหมาย และการติดตามผลการดำเนินงานโครงการ รวมถึงการบูรณาการกิจกรรมโครงการให้สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ของมหาวิทยาลัยความยั่งยืน [5] ก็จะสามารถพัฒนาการดำเนินการด้านความยั่งยืนของมหาวิทยาลัยได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความต่อเนื่อง สอดคล้องกับเกณฑ์ UI Green Metric World University Rankings มากขึ้น ส่งผลให้การประเมินในการเข้าร่วมการจัดอันดับในปีต่อไป ๆ มีผลรวมคะแนนที่สูงขึ้น สามารถยกระดับมหาวิทยาลัยให้เข้าสู่สากลได้

เอกสารอ้างอิง

- [1] University of Indonesia. UI Green Metric Ranking of World Universities 2012. [online] Available at <http://greenmetric.ui.ac.id/> [10/9/2562].
- [2] Marco Ragazzi and Francesca Ghidini, Environmental sustainability of universities: critical analysis of a green ranking by Elsevier, Energy Procedia, Volume 119, July 2017, Pages 111-120 (2017)
- [3] Green@Universiti Putra Malaysia: cultivating the green campus culture Ahmad Zaharin Aris^{1, *}, Zakhiah Ponrahono¹, Mohd Yusoff Ishak¹, Nor Hazlina Zamaruddin², Nor Kamariah Noordin², Renuganth Varatharajoo³, and Aini Ideris⁴
- [4] GREEN ,GUIDE FOR University , IARU PATHWAYS TOWARDS SUSTAINABILITY,AUSTRALIAN NATIONAL UNIVERSITY [online] Available at <http://greenmetric.ui.ac.id/> [10/9/2562].
- [5] อิศรี รอดทัศนาศนา มหาวิทยาลัยสีเขียว ปีที่ 18 ฉบับที่ 36 มกราคม - มิถุนายน 2558 วารสาร มฉก.วิชาการ 17