วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การประเมิน Carbon Footprint

เพื่อส่งเสริมการพัฒนา Eco-Efficiency อย่างยั่งยืน

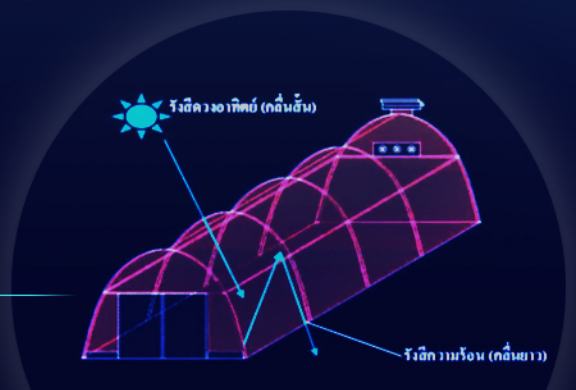
วว. กับบทบาท ภารกิจ International ด้านการต่างประเทศ

บทสัมภาษณ์ ดร.บุณณนิดา โสดา

ผู้อำนวยการกองวิเทศสัมพันธ์ วว.

การทำนายการเติบโตของฐานข้อมูล โดยการใช้ Machine Learning

Prediction of Database Growth Using Machine Learning



การพัฒนาตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ และผลิตภัณฑ์มะม่วงอบแห้ง ตอนที่ 1

ISSN 0857-2380 ปีที่ 39 ฉบับที่ 2 เมษายน-มิถุนายน 2567

ได้รับรางวัลดีเด่นประเภทวิชาการจาก สยช.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)
กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120
Tel. 0 2577 9000 / Fax 0 2577 9009 E-mail : tistr@tistr.or.th Website : www.tistr.or.th

Editor's *Talk*

ปัญหาสิ่งแวดล้อมปัจจุบันนับวันมีแต่ความรุนแรงมากขึ้น สภาพอากาศร้อนก็ร้อนจัด ฝนตกลมแรงก็แรงจัด ฝุ่นควันมลพิษก็ยังคงเป็นปัญหาสะสมไม่มีทีท่าจะลดลง มีความพยายามสร้างความตระหนักมาอย่างต่อเนื่องผ่านการรณรงค์รักษ์โลกมากมาย ผ่านการกำหนดเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) การวิจัยการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (climate change), พลังงานทดแทน พลังงานทางเลือก และมาถึงการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในองค์กร (Carbon Footprint Organization; CFO) ซึ่งกำลังเป็นเรื่องที่หลายองค์กรชั้นนำให้ความสำคัญมากขึ้น

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วว. ปีที่ 39 ฉบับที่ 2 นี้ จะพาท่านผู้อ่านไปทำความรู้จักกับการประเมิน CFO เพื่อการพัฒนา Eco-efficiency ในคอลัมน์ Topic Prominence แล้วมาทำความรู้จักบทบาทภารกิจด้านการต่างประเทศของ วว. ให้มากขึ้นกับกองวิเทศสัมพันธ์ วว. ใน Science Talk จากนั้นดูกรณีศึกษาวิจัย การทำนายการเติบโตของฐานข้อมูลโดยการใช้ Machine Learning ของฝ่ายสารสนเทศ ศิริราชพยาบาล กันได้จากคอลัมน์ Digital Review แล้วยังมีบทความที่น่าสนใจก้าวไปพร้อมวิทยาการใหม่ๆ อยู่เสมอในฉบับ

กองบรรณาธิการวารสาร วว. ยินดีรับบทความสายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทั้งจากบุคลากรภายใน และเปิดกว้างรับพิจารณาบทความจากหน่วยงานภายนอกด้วยจากประสบการณ์รุ่นสู่รุ่น ย่างเข้าปีที่ 40 ของวารสาร วว.

ศิระ ศิลานนท์
บรรณาธิการวารสาร
editor@tistr.or.th

Contents

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ปีที่ 39 ฉบับที่ 2 เมษายน-มิถุนายน 2567

ดร.จิราพัชร คำพิเดช
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

การประเมิน Carbon Footprint

เพื่อส่งเสริมการพัฒนา Eco-Efficiency อย่างยั่งยืน

ทุกวันนี้หลายคนคงรู้สึกว่าทำไมหน้าร้อนปีนี้ถึงได้ร้อนกว่าทุกๆ ปีที่ผ่านมา ออกจากห้องแอร์แล้วรู้สึกเหมือนก้าวเข้าไปอยู่ในเตาอบดีๆ นี่เอง นี่เป็นแค่เพียงเสี้ยวเล็กๆ ส่วนหนึ่งที่มนุษย์ได้รับรู้และรู้สึกถึงผลกระทบที่ทวีความรุนแรงยิ่งขึ้นทุกวันของสภาวะโลกเดือด ซึ่งเป็นผลพวงมาจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกปริมาณมหาศาลกันอย่างเมามันในทุกๆ วัน เสมือนหนึ่งไม่แยแสต่อผลกระทบที่จะตามมาในหลายรูปแบบ เช่น ไฟป่า พายุฝน น้ำท่วม อากาศแปรปรวน ภัยแล้ง น้ำแข็งขั้วโลกละลาย เป็นต้น ที่นับวันการสู้กลับของสิ่งแวดล้อมก็ยิ่งรุนแรงและสร้างหายนะ การทำลายล้างที่รุนแรงและยากจะรับมือมากขึ้น

ด้วยเหตุนี้ ทั่วโลกจึงเริ่มตระหนักและหันกลับมาใส่ใจสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ตั้งแต่สมัยปฏิวัติอุตสาหกรรมจนมาถึงปัจจุบันนี้ว่าอะไรคือสาเหตุและจะมีสิ่งไหนที่จะช่วยชะลอความรุนแรงเหล่านั้นได้ นั่นคือการจัดการกับก๊าซเรือนกระจก เพราะเมื่อมีการสะสมในชั้นบรรยากาศมากเกินไป จะส่งผลให้รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ถูกกักเก็บไว้ในบรรยากาศโลกมากขึ้น ทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกสูงขึ้นมา ก๊าซเรือนกระจกนี้เกิดขึ้นจากแทบจะทุกกิจกรรมของมนุษย์ ตั้งแต่ตื่นนอนไปจนถึงแม้กระทั่งขณะนอนหลับ สิ่งเหล่านี้จึงเป็นเรื่องที่ยากต่อการหยุดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในฉับพลัน แต่ต้องเริ่มกันได้แล้ว แต่จะเริ่มอย่างไรถึงจะยั่งยืน

ถ้าเราต้องปรับเปลี่ยนพฤติกรรม ลดการก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกแล้วจะมีผลต่อประสิทธิภาพและคุณค่าของผลิตภัณฑ์หรือบริการนั้นมากน้อยเพียงใด สิ่งเหล่านี้มีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องที่จำเป็นต่อการตัดสินใจใช้ เทคโนโลยี ผลิตภัณฑ์ สินค้า และบริการใหม่ๆ ที่คุณค่าจะต้องมาพร้อมกับการคำนึงถึงสิ่งแวดล้อมและรักษ์โลกไปด้วย เครื่องมือหนึ่งที่เรานำมาใช้ในการช่วยวัดและพิจารณาก็คือ การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ และการประเมินประสิทธิภาพเชิงนิเวศน์เศรษฐกิจนั่นเอง

ความหมายและความสำคัญของ Carbon Footprint และ Eco-efficiency

คาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon Footprint; CF) หรือรอยเท้าคาร์บอน คือ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดที่ถูกปล่อยออกมาจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นการใช้ชีวิตประจำวัน การคมนาคมขนส่ง การผลิตสินค้าและบริการ เป็นต้น โดยจะคำนวณออกมาในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO_2e) ซึ่งรวมถึงก๊าซเรือนกระจกอื่นๆ อีก 6 ชนิด ได้แก่ ก๊าซมีเทน (CH_4), ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O), กลุ่มก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs), กลุ่มก๊าซเพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs), ก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF_6) และก๊าซไนโตรเจนไตรฟลูออไรด์ (NF_3) ก๊าซเหล่านี้มีศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential) แตกต่างกัน โดยองค์การบริหารจัดการด้านสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ (UNEP) ได้กำหนดค่าศักยภาพการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของแต่ละก๊าซ โดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นตัวเทียบเพื่อประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในรูปของปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมา (Techsauce 2566) ส่วนประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ (Eco-efficiency; EE) เป็นแนวคิดที่มุ่งสร้างสมดุลระหว่างการเติบโตทางเศรษฐกิจและการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม หรือจะอธิบายอีกนัยหนึ่งได้ว่า เป็นการสร้างคุณค่าทางเศรษฐกิจสูงสุดด้วยการใช้ทรัพยากรและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด

ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ มาจากการรวมกันของคำว่า “Ecology” ซึ่งหมายถึงระบบนิเวศ “Economy” ซึ่งหมายถึงเศรษฐกิจ และ “Efficiency” ซึ่งหมายถึงประสิทธิภาพ ดังนั้น จึงหมายถึงการสร้างความสมดุลระหว่างการดำเนินกิจกรรมทางเศรษฐกิจและการอนุรักษ์ระบบนิเวศอย่างมีประสิทธิภาพ (ฝ่ายพัฒนาเมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (กนอ.) 2564) ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบหลัก คือ

1. มิติด้านเศรษฐกิจ (Economic Value) ซึ่งวัดจากมูลค่าของผลิตภัณฑ์หรือบริการ รายได้หรือกำไรจากการดำเนินธุรกิจ

2. มิติด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact) ซึ่งวัดจากผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น การใช้ทรัพยากร การปล่อยของเสียหรือมลพิษการประเมินประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจจะคำนวณจากสัดส่วนระหว่างมูลค่าทางเศรษฐกิจต่อผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ยิ่งมีสัดส่วนสูง แสดงว่ามีประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจที่ดี สามารถสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจได้มากขึ้นด้วยผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่น้อยลง (สถาบันเทคโนโลยีและสารสนเทศเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน (สทสย.) 2567) ดังสมการหลักที่ใช้ในการคำนวณประสิทธิภาพเชิงนิเวศ

$$\text{ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ} = \frac{\text{คุณค่าของผลิตภัณฑ์หรือการบริการ}}{\text{ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม}}$$

การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Environmental Assessment) ใน Eco-efficiency

การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในการประเมินประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจนั้น ต้องประเมินโดยใช้แนวคิดด้านการประเมินวัฏจักรชีวิต (ตามมาตรฐาน ISO 14040 และ 14044) และตรงตามขอบเขตการดำเนินการขององค์กรที่กำหนดไว้ รวมถึงต้องเป็นประเด็นและอยู่ในขอบเขตเดียวกันเพื่อสามารถแสดงถึงประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจได้อย่างแท้จริง สำหรับการประเมินประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจนี้ ทางสำนักงานคณะกรรมการนโยบายรัฐวิสาหกิจ (สคร.) ซึ่งเป็นหน่วยงานกำกับดูแลรัฐวิสาหกิจไทยนั้น ได้กำหนดให้ทำการประเมินก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการดำเนินกิจกรรมขององค์กรเป็นหลัก ซึ่งในคู่มือการประเมินประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของรัฐวิสาหกิจไทย (ฉบับผู้ปฏิบัติ) ที่สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ได้จัดทำร่วมกับ สคร. นั้น ได้แนะนำให้ใช้แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร มาเป็นเครื่องมือในการประเมิน (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) และสำนักงานคณะกรรมการนโยบายรัฐวิสาหกิจ (สคร.) 2564)

คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (Carbon Footprint for Organization; CFO) คือ ปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gas emissions and removals) ที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมขององค์กร โดยได้ทำการแบ่งประเภทกิจกรรมที่มีการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินงานขององค์กร ไว้ 3 ประเภท ได้แก่

ประเภทที่ 1 (scope 1) การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางตรงขององค์กร เช่น

1) การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ที่อยู่กับที่

2) การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากเผาไหม้ที่มีการเคลื่อนที่

3) การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกโดยตรงจากกระบวนการผลิต

4) การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการรั่วไหล และอื่นๆ

5) การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกโดยตรงจากชีวมวล (ดินและป่าไม้)

ประเภทที่ 2 (scope 2) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน

1) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการนำพลังงานไฟฟ้าเข้ามาใช้ภายในองค์กร

2) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากพลังงานนำเข้าอื่นๆ เช่น ไอน้ำ ความร้อน ความเย็น อากาศอัด

ประเภทที่ 3 (scope 3) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่างๆ นอกเหนือจากที่ระบุใน scope 1 และ 2

ซึ่งในการประเมินนั้น รัฐวิสาหกิจสามารถอ้างอิงแนวทางดำเนินการได้จาก “ข้อกำหนดในการคำนวณและรายงานคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร” ที่พัฒนาโดย องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) หรือ อบก. มาใช้เป็นแนวทางการคำนวณและประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากการดำเนินงานขององค์กรได้ โดยสามารถดาวน์โหลดได้จากหน้าเว็บไซต์ของ อบก. ทั้งนี้ แต่ละรัฐวิสาหกิจสามารถนำมาปรับใช้กับการดำเนินการตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อมของรัฐวิสาหกิจเพื่อนำไปประเมินประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจขององค์กรต่อไป

ที่มา: องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (2565)

รูปที่ 1. ข้อกำหนดในการคำนวณและรายงานคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร โดย อบก.

ในปัจจุบัน แนวโน้มการพิจารณาผลกระทบสิ่งแวดล้อม มุ่งเน้นการบริหารจัดการตลอดวัฏจักรชีวิตและห่วงโซ่อุปทาน ในมุมมองตั้งแต่ต้นน้ำ (upstream) จนถึงปลายน้ำ (downstream) ดังเห็นได้จากมาตรฐาน ISO 14064-1:2018 และแนวทางการประเมิน GHG Protocol ฉบับใหม่ของ The World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) ที่ให้ความสำคัญกับการพิจารณาผลกระทบนอกขอบเขตองค์กร อย่างไรก็ตาม การประเมิน scope 3 มีข้อจำกัดด้านการเข้าถึงข้อมูล ความแม่นยำ และความน่าเชื่อถือของค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ตามการจัดประเภทแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกอ้างอิงแนวคิดตลอดวัฏจักรชีวิต ครอบคลุมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ นอกเหนือขอบเขตการดำเนินงานขององค์กร แต่เป็นผลมาจากกิจกรรมภายในองค์กรทั้งต้นน้ำและปลายน้ำ ซึ่งองค์กรสามารถอ้างอิงแนวทางการพิจารณาได้จากหลายแหล่ง เพื่อให้เกิดการบริหารจัดการผลกระทบสิ่งแวดล้อมอย่างมีประสิทธิภาพและครอบคลุมตลอดห่วงโซ่คุณค่า โดยองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (อบก.) ได้จำแนกเป็น 15 หมวดหมู่ ดังนี้

1. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการซื้อวัตถุดิบ และบริการ (Purchased goods and services) ที่องค์กรผู้รายงานซื้อหรือมีการใช้ในปีที่รายงาน
2. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากสินค้าประเภททุน (Capital goods) ที่องค์กรผู้รายงานมีการซื้อหรือได้มาในปีที่ทำการรายงาน
3. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับเชื้อเพลิงและพลังงาน (Fuel and energy related activities) ที่สัมพันธ์กับกิจกรรมขององค์กรที่องค์กรผู้รายงานซื้อหรือได้มาในปีที่รายงาน
4. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการขนส่ง และกระจายสินค้าต้นน้ำ (Upstream transportation and distribution) ระหว่างคู่ค้ากับองค์กรผู้รายงานซื้อมาในปีที่รายงาน
5. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการกำจัดของเสียที่เกิดจากการดำเนินกิจกรรมขององค์กร (Waste generated in operations) ในปีที่รายงาน
6. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการเดินทางเพื่อธุรกิจ (Business travel) ซึ่งจะพิจารณาการเดินทางของบุคลากรที่ดำเนินกิจกรรมขององค์กรที่เป็นการจ้างเหมาภายนอก
7. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการเดินทางของพนักงาน (Employee commuting) จากการเดินทางไป-กลับ ระหว่างองค์กรและที่พักของพนักงาน รวมถึงผู้ที่มาติดต่อกับองค์กร
8. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้สินทรัพย์ที่เช่า (Upstream leased assets) เพื่อมาดำเนินกิจกรรมขององค์กร
9. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการขนส่ง และกระจายสินค้า (Downstream transportation and distribution) จากหน่วยงานภายนอกที่ดำเนินการขนส่งและการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ขององค์กรผู้รายงานในปีที่รายงาน
10. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการแปรรูปสินค้าที่องค์กรจำหน่าย (Processing of sold products) ซึ่งพิจารณาการแปรรูปสินค้าสำหรับ Intermediate products ในปีที่รายงาน
11. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้งานของผลิตภัณฑ์ที่องค์กรจำหน่าย (Use of sold products) พิจารณาจากขั้นตอนการใช้งานผลิตภัณฑ์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นตลอดอายุการใช้งาน
12. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการกำจัดซากผลิตภัณฑ์ที่องค์กรจำหน่าย (End-of-life treatment of sold products) เมื่อสิ้นอายุการใช้งาน
13. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการปล่อยเช่าสินทรัพย์ขององค์กร (Downstream leased assets) ที่เป็นขององค์กรที่รายงาน
14. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากแฟรนไชส์ (Franchises) ในปีที่รายงาน
15. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการลงทุน (Investments) ในปีที่รายงาน

การประเมิน scope 3 ในกิจกรรมอื่นๆ ขององค์กร ก็เป็นกระบวนการสำคัญที่ต้องดำเนินการอย่างครอบคลุมและมีประสิทธิภาพ จำเป็นต้องชี้บ่งแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้ครบถ้วน และรายงานเฉพาะแหล่งที่มีนัยสำคัญตามเกณฑ์ที่กำหนด

บทบาทของ CFO ในการขับเคลื่อน EE สู่การพัฒนาองค์กรอย่างยั่งยืน

การประเมิน Carbon Footprint for Organization (CFO) สามารถส่งเสริมการประเมิน Eco-efficiency (EE) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีความเชื่อมโยงกันดังนี้:

1. การระบุแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก : CFO ช่วยให้องค์กรสามารถระบุแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งทางตรงและทางอ้อม ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญในการประเมิน EE โดยช่วยให้องค์กรเข้าใจว่าส่วนใดของกระบวนการหรือกิจกรรมใดที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด

2. การวัดประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากร : ข้อมูลจาก CFO สามารถนำมาใช้ในการคำนวณอัตราส่วนระหว่างมูลค่าผลิตภัณฑ์หรือบริการต่อผลกระทบสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการประเมิน EE

3. การกำหนดเป้าหมายการปรับปรุง : ผลการประเมิน CFO ช่วยให้องค์กรสามารถกำหนดเป้าหมายในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากร ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนา EE

4. การติดตามความก้าวหน้า : การประเมิน CFO อย่างต่อเนื่อง ช่วยให้องค์กรสามารถติดตามความก้าวหน้าในการปรับปรุง EE ได้อย่างเป็นรูปธรรม

5. การเชื่อมโยงกับมูลค่าทางเศรษฐกิจ : CFO ช่วยให้องค์กรสามารถเชื่อมโยงการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกับการลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงาน ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของ EE

6. การสนับสนุนการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์ : ข้อมูลจาก CFO ช่วยในการตัดสินใจเกี่ยวกับการลงทุนในเทคโนโลยีสะอาด การปรับปรุงกระบวนการผลิต หรือการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งส่งผลต่อการพัฒนา EE ในระยะยาว

7. การสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขัน : การใช้ข้อมูล CFO ในการพัฒนา Eco-efficiency ช่วยให้องค์กรสามารถสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขันผ่านการลดต้นทุน การสร้างภาพลักษณ์ที่ดี และการตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าที่ใส่ใจสิ่งแวดล้อม

การประเมิน CFO เป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยส่งเสริมการประเมิน EE ขององค์กรได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการวิเคราะห์และระบุแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งทางตรงและทางอ้อมตลอดห่วงโซ่คุณค่าขององค์กร ทำให้สามารถเข้าใจถึงผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากการดำเนินงานได้อย่างครอบคลุม ข้อมูลที่ได้จากการประเมิน CFO สามารถนำมาใช้เป็นตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อมในการคำนวณ EE ซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่างมูลค่าผลิตภัณฑ์หรือบริการต่อผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม

นอกจากนี้ ยังช่วยในการระบุโอกาสในการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรและพลังงาน การลดของเสียและมลพิษ รวมถึงการพัฒนานวัตกรรมเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งทั้งหมดนี้นำไปสู่การเพิ่ม EE ขององค์กร โดยสามารถสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจที่สูงขึ้นในขณะที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ทำให้เป็นองค์กรที่มีการดำเนินธุรกิจอย่างมีความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม ส่งผลให้องค์กรสามารถพัฒนาไปสู่ความยั่งยืนควบคู่กันไปทั้งในด้านเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม

เอกสารอ้างอิง

ฝ่ายพัฒนาเมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (กนอ.). 2564. คู่มือการประเมินประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ (Eco – Efficiency) ของ กนอ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://km.ieat.go.th/web-upload/6x22caac0452648c8dd1f534819ba2f16c/202205/m_document/719/15541/file_download/8360a671bb9f4bcfd3d11a50de049b67.pdf, [เข้าถึงเมื่อ 17 มิถุนายน 2567].

สถาบันเทคโนโลยีและสารสนเทศเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน (สทสย.). 2567. ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.nstda-tiis.or.th/measuring_and_manage/lca-2/, [เข้าถึงเมื่อ 17 มิถุนายน 2567].

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) และสำนักงานคณะกรรมการนโยบายรัฐวิสาหกิจ (สคร.). 2564. คู่มือการประเมินประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจขอรัฐวิสาหกิจไทย (ฉบับผู้ปฏิบัติ), ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1. ปทุมธานี: สวทช.

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). 2565. ข้อกำหนดในการคำนวณและรายงานคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร, พิมพ์ครั้งที่ 8 ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน).

Techsauce. 2566.

Carbon Footprint คืออะไร ? จะก้าวสู่การเป็นธุรกิจในยุคสังคมคาร์บอนต่ำที่ยั่งยืนต้องทำอย่างไร ?. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://techsauce.co/news/carbon-footprint-to-climate-change, [เข้าถึงเมื่อ 17 มิถุนายน 2567].

ศิระ ศิลานนท์ และ สลิลดา พัฒนศิริ
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

วว. กับ บทบาทภารกิจ International ด้านการต่างประเทศ

บทสัมภาษณ์

ดร.บุณณนิดา โสดา

ผู้อำนวยการกองวิเทศสัมพันธ์ วว.

นอกจากบทบาทการเป็นสถาบันวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาภายในประเทศแล้ว อีกภารกิจสำคัญของการวิจัยให้เกิดผลสำเร็จและเป็นที่ยอมรับในระดับนานาชาติได้ก็คือ การมีเครือข่ายความร่วมมืออันดีกับองค์กรวิจัยและสถาบันการศึกษาทั่วโลกไปพร้อมกันด้วย กองบรรณาธิการวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วว. ได้รับเกียรติเข้าสัมภาษณ์ ดร.บุณณนิดา โสดา ผู้อำนวยการกองวิเทศสัมพันธ์ วว. เพื่อมาทำความรู้จักภาค Inter ของ วว. บนเวทีต่างประเทศไปด้วยกัน

บทบาทภารกิจของกองวิเทศสัมพันธ์ วว.

กองวิเทศสัมพันธ์ (กวส.) หรือ International Relations Division เป็นหน่วยงานระดับกองภายใต้สำนักผู้ว่าการ (Office of the Governor) โดยมีบทบาทหลักที่ครอบคลุมงานต่างประเทศของ วว. ทั้งหมด อาทิ

1) การสร้างและรักษาความสัมพันธ์กับองค์กรวิจัย สถาบันการศึกษา และสถานทูตต่างๆ ทั่วโลก เพื่อส่งเสริมความร่วมมือในการวิจัยและพัฒนา การแลกเปลี่ยนนักวิจัยของ วว. ไปแลกเปลี่ยน ศึกษาดูงาน หรือไปร่วมวิจัยต่างประเทศ ส่งเสริมให้นักวิจัยของ วว. ไปนำเสนอผลงานในระดับนานาชาติ ตลอดจนจัดงานประชุมวิชาการระหว่างประเทศ เพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้และเทคโนโลยีกันอย่างต่อเนื่อง

2) จัดหาคัดเลือกแหล่งทุนต่างประเทศ ทั้งทุนการศึกษาระยะสั้น ทุนโครงการวิจัย และบริหารจัดการข้อตกลงความร่วมมือ ธุรกรรมทางการเงินระหว่างประเทศ และติดตามโครงการต่างๆ ที่ได้รับทุน

3) ประสานงานการเดินทาง-ที่พัก ให้กับผู้บริหาร นักวิจัย ที่ไปปฏิบัติภารกิจต่างประเทศ และต้อนรับผู้มาเยือนหรือคู่ความร่วมมือต่างประเทศของ วว.

4) สื่อสารประชาสัมพันธ์ นำเสนอข้อมูลข่าวสารของ วว. ในภาคภาษาอังกฤษ ซึ่ง กวส. เป็นหน่วยดูแลรับผิดชอบ เผยแพร่คอนเทนต์ภาษาอังกฤษผ่านสื่อช่องทางต่างๆ ทั้งบนเว็บไซต์ วว. English version (www.tistr.or.th/en) และ TISTR Inter Facebook (www.facebook.com/tistrinter) เป็นต้น

5) แปลเอกสารสำคัญ เช่น ระเบียบ ข้อบังคับ สัญญา นโยบายต่างๆ เป็นภาษาอังกฤษ

เปรียบง่ายๆ ก็คืองานวิเทศสัมพันธ์ จะทำหน้าที่เป็นตัวแทน วว. ในส่วนการต่างประเทศ ซึ่งทีมงาน กวส. นอกจากต้องทำงานตามเวลาราชการไทยแล้ว ยังต้องพร้อมทำงานตามโซนเวลาของ ณ ประเทศนั้นๆ ด้วย เมื่อมีการประชุมทางไกลผ่านระบบอินเทอร์เน็ต หรือมีผู้บริหาร นักวิจัย บุคลากร วว. เดินทางไปปฏิบัติภารกิจ ณ ต่างประเทศ รวมถึงอาจต้องร่วมเดินทางไปพร้อมกันด้วยในทริปสำคัญ

ความท้าทายหนึ่งของงานสนับสนุนด้านนี้ คือการปรับเปลี่ยน mindset ที่มีต่อผู้รับบริการ จากเดิมที่เราอาจเรียกว่า Visitor หรือผู้มาเยือน/ผู้มาติดต่อ เปลี่ยนมาเป็นลูกค้า/คู่ความร่วมมือ หรือ Customer/Partner ซึ่งทำให้เป้าหมายการทำงาน กวส. ยกระดับเปลี่ยนรูปแบบมาเป็น การทำงานเชิงรุกแทนการตั้งรับและยังคงมุ่งเน้นสร้างความประทับใจ ตามคำกล่าวที่ว่า “อันธรรมเนียมไทยแท้แต่โบราณ ใครมาถึงเรือนชานต้องต้อนรับ”

โครงการเด่นที่ วว. ร่วมงานกับต่างประเทศ

โครงการเด่นที่ วว. ร่วมมือกับต่างประเทศจากแหล่งทุนหรือองค์กรต่างๆ อาทิ

1. WAITRO’s Regional Focal Point ประจำภูมิภาคเอเชียและแปซิฟิก ขององค์กร World Association of Industrial and Technological Research Organizations (WAITRO)

WAITRO เป็นองค์กรด้านการวิจัยระดับนานาชาติที่มีสมาชิกอยู่ทั่วโลก โดยแบ่งสมาชิกออกเป็นภูมิภาค อาทิ ยุโรป ละตินอเมริกา แอฟริกา เอเชียและแปซิฟิก ซึ่ง วว. ได้รับคัดเลือกให้เป็น WAITRO-Regional Focal Point ประจำภูมิภาคเอเชียและแปซิฟิก โดยทำหน้าที่เป็นผู้ประสานงานระหว่างประเทศสมาชิกที่อยู่ภายในภูมิภาคเอเชียและแปซิฟิก เช่น การ

แจ้งข่าวสารจาก WAITRO การสรรหาหน่วยงานวิจัยและเชื่อมโยงภาคเอกชนเข้าร่วมเป็นสมาชิก WAITRO ส่งเสริมการมีส่วนร่วมของสมาชิกในการสร้างความร่วมมือและโอกาสต่างๆ อย่างยั่งยืน ที่ WAITRO ให้บริการแก่สมาชิก การจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาทักษะและศักยภาพ เช่น Bio-Circular-Green in Action การเป็น Influencer ให้แก่ WAITRO ผ่านสื่อออนไลน์และออฟไลน์ต่างๆ ของ วว.

ซึ่ง วว. ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักเลขาธิการและคณะผู้บริหาร WAITRO ให้เป็นผู้ประสานงานประจำภูมิภาคเอเชียและแปซิฟิก และได้รับการประเมินผลงานระดับดีเยี่ยมอย่างต่อเนื่องทุกปี ทำให้ วว. สามารถสร้างเครือข่ายหน่วยงานวิจัย ช่วยขยายเครือข่ายให้นักวิจัย วว. ได้ทำงานวิจัยร่วมกับสมาชิกของ WAITRO ได้ครอบคลุมทั่วโลก และทำให้ วว. ทราบข่าวสารการนำเสนอโครงการหรือการประกวดนวัตกรรมงานวิจัยของเครือข่าย WAITRO เพื่อนำมาประชาสัมพันธ์ให้กับนักวิจัยส่งผลงานเข้าประกวดระดับนานาชาติ นอกจากนั้น วว. ยังมีบทบาทในการ plug in และ matching เครือข่ายให้แก่ประเทศสมาชิกอีกด้วย

2. โครงการ Sustainable Soil Management to Unleash Soil Biodiversity Potential and Increase Environmental, Economic and Social Wellbeing – SOILGUARD

เป็นโครงการที่ได้รับทุนสนับสนุนจากคณะกรรมาธิการยุโรป (European Commission: EC) ซึ่งสอดคล้องตามแนวทาง Bio-based Economy (การอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพของดิน) และ Green economy (กสิกรรมที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม) โดยร่วมกับ Leitat Technological Center (LEITAT) ประเทศสเปน ซึ่งเป็นผู้ประสานงานของ WAITRO ประจำยุโรป และร่วมกับอีก 25 ประเทศทั่วโลก

วว. โดย ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมเกษตรสร้างสรรค์ (ศนก.) ได้ดำเนินโครงการ SOILGUARD โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและระบุผลกระทบระยะสั้นและระยะยาวของปัจจัยที่มีผลต่อการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพของดิน ซึ่งจะช่วยคุ้มครองต้นทุนทางธรรมชาติ (natural capital) และระบบนิเวศในอนาคต ตลอดจนส่งเสริมการใช้ความ

หลากหลายทางชีวภาพในการปกป้องพหุหน้าที่ของดิน (soil multifunctionality) อย่างยั่งยืน บทบาทหน้าที่ของ วว. ในโครงการ คือ การแลกเปลี่ยนข้อมูลแผนที่และเกณฑ์ระดับปริมาณการสูญเสียดิน (soil loss) และอินทรียวัตถุในดิน (soil organic carbon) คัดเลือกพื้นที่เกษตรกรรมในประเทศ (พื้นที่เพาะปลูก: ทั่วไป/ออร์แกนิก/วนเกษตร) เพื่อศึกษา เก็บ และวิเคราะห์ข้อมูลความแตกต่างของระดับความเสื่อมโทรมของที่ดิน (Land degradation gradients) สำหรับนำไปแลกเปลี่ยนและมีส่วนร่วมในการสนับสนุนข้อมูลการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพของดินกับนานาประเทศเพื่อพัฒนาข้อเสนอแนะและส่งเสริมการนำหลักการจัดการทรัพยากรดินไปปฏิบัติในระดับประเทศและภูมิภาค ตลอดจนสร้างความตระหนักในการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพของดิน

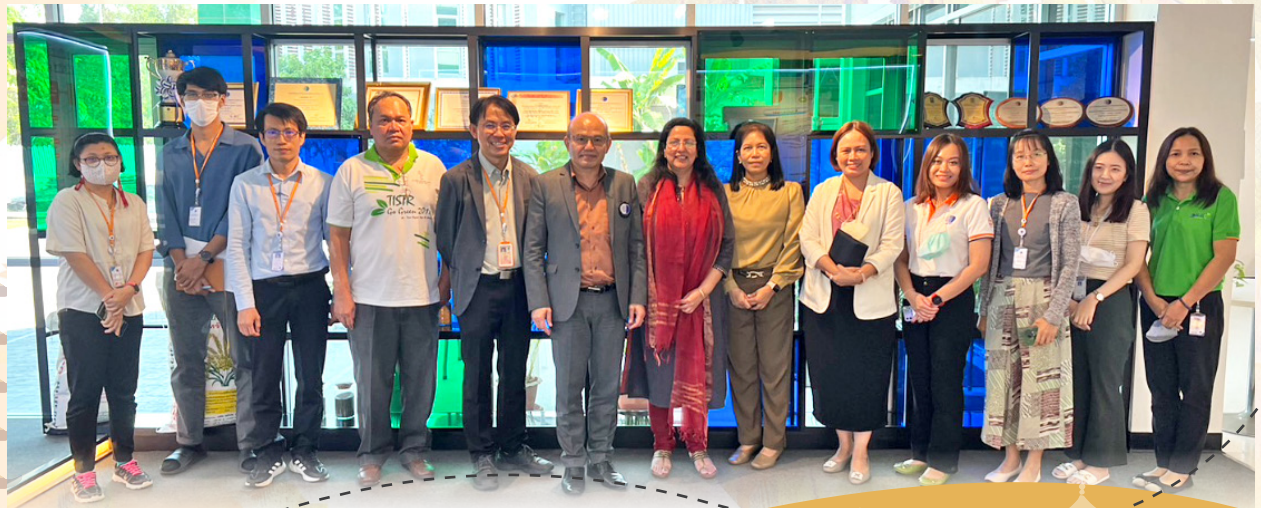
3. Asian and Pacific Centre for Transfer of Technology (APCTT)

กวส. วว. ร่วมกับกองการต่างประเทศ กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (อว.) มีโอกาสได้ร่วมมือกับ APCTT ดำเนินโครงการวิจัย จำนวน 2 โครงการ ได้แก่

3.1 โครงการ Enhanced capabilities to adopt innovative technologies for city air pollution control in select countries of the Asia-Pacific

วว. โดยศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมหุ่นยนต์และเครื่องจักรกลอัตโนมัติ (ศนย.) เป็นหน่วยงานหลักของไทยในการดำเนินโครงการนี้ร่วมกับ APCTT ซึ่งอยู่ภายใต้ United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (UNESCAP) และได้รับการสนับสนุนงบประมาณจาก Korea-ESCAP Cooperation Fund (KECF) โครงการดังกล่าวมีวัตถุประสงค์เพื่อขับเคลื่อนนโยบายและแผนปฏิบัติการระดับเมืองให้สามารถนำเทคโนโลยีนวัตกรรมมาใช้ในการควบคุมมลพิษทางอากาศในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก สอดคล้องกับนโยบาย BCG ในด้าน Green environment

สิ่งที่ได้รับจากการดำเนินโครงการคือ ผลการถอดบทเรียนช่องว่าง/ความจำเป็นของเทคโนโลยีในการควบคุมมลพิษทางอากาศ จุดแข็งและความท้าทายของแผนปฏิบัติการในการนำเทคโนโลยีควบคุมมลพิษทางอากาศมาใช้ในเมืองหลัก (กรุงเทพมหานคร) โดยเป็นการแลกเปลี่ยนข้อมูลจาก 3 ประเทศ ได้แก่ ไทย อินเดีย และบังกลาเทศ ซึ่งเป็นโครงการที่ช่วยขยายผลต่อยอดการทำงานให้กับ APCTT เป็นอย่างมาก



3.2 โครงการการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนอย่างยั่งยืนภายใต้แนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียน (Workshop on Sustainable Municipal Solid Waste Management within the Circular Economy Concept)

ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมพลังงานสะอาดและสิ่งแวดล้อม (ศนพ.) วว. ได้เป็นเจ้าภาพ ร่วมกับ สำนักงานปลัดกระทรวง อว. และ APCTT ซึ่งเป็นหน่วยงานที่ให้การสนับสนุนงบประมาณ ในการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการด้านการจัดการขยะในชุมชนให้แก่ผู้เข้าร่วมอบรมจากนานาประเทศ อาทิ อินเดีย บังกลาเทศ เนปาล รัสเซีย ถือว่าเป็นอีกหนึ่งกิจกรรมที่ได้ถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีด้านจัดการขยะ เสริมสร้างขีดความสามารถทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมให้แก่สมาชิกกลุ่ม APCTT อีกทั้งยังเป็นการสร้างเครือข่ายความร่วมมือด้านการจัดการขยะชุมชนอย่างยั่งยืน

4. กรมความร่วมมือระหว่างประเทศ กระทรวงการต่างประเทศ

4.1 โครงการ “Technical Cooperation for Research and Development and Implementation of Railway Inspection and Monitoring Technology”

โครงการมีวัตถุประสงค์เพื่อยกระดับความปลอดภัยของการดำเนินงานด้านระบบรางในประเทศอาเซียน โดยการพัฒนาเทคโนโลยีการตรวจสอบ (inspection) และติดตาม (monitoring) ระบบรางให้เป็นมาตรฐานด้านความปลอดภัยที่ประเทศในกลุ่มอาเซียนใช้ร่วมกันได้ เทคโนโลยีเหล่านี้จะลดปัญหาอุบัติเหตุด้านระบบรางที่เกิดขึ้นจากการเสื่อมสภาพและการทำงานผิดปกติของรางรถไฟ โดยเป็นความร่วมมือกันระดับพหุภาคีระหว่าง วว. โดยศูนย์ทดสอบระบบขนส่งทางราง (ศทร.) ประเทศไทย กับ Construction Research Institute of Malaysia : CREAM ประเทศมาเลเซีย และ University of Sumatera Utara ประเทศอินโดนีเซีย โดยได้รับทุนสนับสนุน (co-finance) จากกองทุน Pérez-Guerrero Trust Fund for South-South Cooperation (PGTF)

ผลลัพธ์โครงการดังกล่าวคือการสร้างเทคโนโลยีการตรวจสอบ (inspection) และติดตาม (monitoring) โครงสร้างพื้นฐานทางระบบรางและถ่ายทอดเทคโนโลยีไปยังประเทศที่ร่วมโครงการ และเป็นตัวอย่างการพัฒนาเทคโนโลยีที่ประเทศอื่นๆ ในกลุ่มอาเซียนสามารถนำไปปรับใช้ได้

4.2 โครงการ Renewable Energy Technologies and Knowledge Transfer for Strengthening and Achieving ASEAN's Sustainable Development Goals ภายใต้ความร่วมมือทางวิชาการไทย – ญี่ปุ่น

เป็นโครงการที่สอดคล้องตามแนวทาง Green economy ด้าน Green energy เพื่อช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก และ Circular economy หรือการนำของเหลือใช้ทางการเกษตรมาผลิตเป็นพลังงานทดแทน โดยได้รับการสนับสนุนงบประมาณจาก Japan International Cooperation Agency (JICA) และกรมความร่วมมือระหว่างประเทศ

วว. โดยศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมพลังงานสะอาดและสิ่งแวดล้อม (ศนพ.) ได้ดำเนินงานโครงการจัดหลักสูตรฝึกอบรมนี้ขึ้นภายใต้ความร่วมมือทางวิชาการไทย-ญี่ปุ่น เป็นระยะเวลา 3 ปี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อถ่ายทอดความรู้และแบ่งปันประสบการณ์ด้านเทคโนโลยีพลังงานทดแทนสู่สมาชิกอาเซียน ทั้งนี้เพื่อเสริมสร้างความเข้มแข็ง และเพื่อให้บรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน ผ่านการจัดกิจกรรม Workshop เทคโนโลยีพลังงานทดแทนให้แก่ประเทศต่างๆ รวม 6 ประเทศ ได้แก่ กัมพูชา มาเลเซีย เมียนมาร์ เวียดนาม อินโดนีเซีย และไทย

5. โครงการภายใต้การสนับสนุนจาก APEC

วว. ได้รับการสนับสนุนจากกระทรวง อว. และกระทรวงอุตสาหกรรม ในการดำเนินโครงการ ได้แก่

5.1 โครงการ Capacity Building Workshop on Testing Methods for Internet of Things (IoT) Products

5.2 โครงการ Municipal Solid Waste Management according to BCG Principles towards Sustainable Development Goals

5.3 โครงการ Development of Ornamental Plant and Flower Clusters for Sustainable Careers and Competitiveness of SMEs in APEC

จะเห็นได้ว่า วว. ได้รับการสนับสนุนงานวิจัยจากองค์กรระดับนานาชาติที่มีชื่อเสียง ซึ่งทุกโครงการล้วนประสบความสำเร็จด้วยดี เนื่องจาก วว. มีนักวิจัยที่มีความเชี่ยวชาญในงานวิจัยหลายสาขาที่อยู่ในกระแสความต้องการจากองค์กรต่างๆ และยินดีที่จะร่วมมือทุ่มเทในการดำเนินโครงการต่างๆ ได้เป็นอย่างดี

การต่างประเทศกับผลกระทบต่อองค์กร

ถ้ามองในระดับองค์กรจะเป็นการยกระดับคุณภาพการวิจัยและพัฒนาขององค์กรเรา เพราะความร่วมมือระหว่างประเทศช่วยให้เราเข้าถึงทรัพยากรและเทคโนโลยีที่ทันสมัย รวมถึงเปิดโอกาสให้นักวิจัย วว. ได้เรียนรู้ประสบการณ์การทำงานร่วมกับผู้เชี่ยวชาญระดับโลก นอกจากนี้ยังช่วยเสริมสร้างชื่อเสียงขององค์กรในเวทีวิจัย ทำให้ วว. มีโอกาสได้เป็นหนึ่งฟันเฟืองการขับเคลื่อนงานวิจัยระดับนานาชาติ

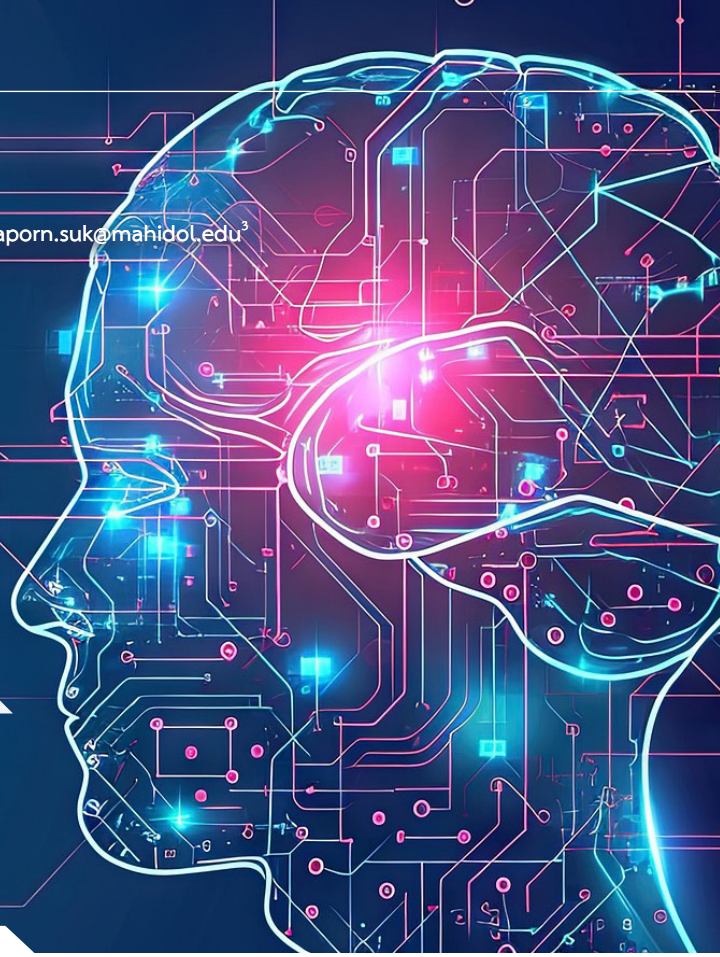
อีกประเด็นหนึ่งคือทำให้เราสามารถติดตามกระแสความสนใจของงานวิจัยทั่วโลก ซึ่งตั้งแต่หลังสถานการณ์ COVID-19 ที่ผ่านมา ทำให้เกิดจุดเปลี่ยนในหลายๆ ด้าน กระแสงานวิจัยของฝั่งยุโรปกลับมามุ่งเน้นเรื่องของความยั่งยืน ชีวิตความเป็นอยู่ของผู้คน การทำให้มีอาหารเพียงพอ การทำให้ผลผลิตทางการเกษตรเพิ่มสูงขึ้น การทำให้ประชาชนอยู่ในสภาพแวดล้อมอากาศที่ดี เป็นต้น แหล่งทุนวิจัยทางยุโรปจึงสนใจงานวิจัยในด้านดังกล่าวเป็นส่วนใหญ่ เป็นต้น

ในอนาคต กวส. มีเป้าหมายที่จะขยายเครือข่ายความร่วมมือระหว่างประเทศให้กว้างขึ้น เพื่อสนับสนุนให้ วว. พัฒนาโครงการวิจัยที่มีผลกระทบสูงต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมใหม่ๆ มากขึ้น ตลอดจนส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาศักยภาพของนักวิจัยรุ่นใหม่ให้มีความพร้อม ความกล้า และความมั่นใจในการทำงานวิจัยในระดับสากลมากขึ้น

ศราวุฒิ สิทธารถ[1], ว่าที่ร้อยตรี วรพงศ์ แสงปิยะเพชร[2] และปรียาภรณ์ สุขงาม[3]
ฝ่ายสารสนเทศ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล
อีเมล: sarawut.shi@mahidol.edu[1], vorapong.san@mahidol.ac.th[2], preeyaporn.suk@mahidol.edu[3]

การทำนายการเติบโตของฐานข้อมูลโดยการใช้ Machine Learning

Prediction of Database Growth Using Machine Learning



บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่อง การทำนายการเติบโตของฐานข้อมูลโดยการใช้ Machine Learning นำเสนอเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง ด้วยอัลกอรึทึมการเรียนรู้แบบมีการสอนมาพัฒนาแบบจำลองทำนายการเติบโตขนาดของไฟล์ข้อมูล โดยจะเป็นการศึกษาด้วยค่าตัวแปร 2 ตัว ซึ่งจะมีความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งสองในรูปแบบเส้นตรง (Simple Linear Regression) หรือเป็นเส้นโค้ง และสร้างส่วนที่โมเดล พร้อมทั้งประเมินความแม่นยำของโมเดล โดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อหาแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องเพื่อทำนายการเติบโตของฐานข้อมูล และ 2) หาประสิทธิภาพด้านความถูกต้องของแบบจำลองการเรียนรู้ โดยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล transaction log ในแต่ละวันของฐานข้อมูล SQL Server โดยการเขียนโปรแกรมภาษาไพธอนแล้วบันทึกในฐานข้อมูล เพื่อนำไปป้อนข้อมูลเข้าไปสอนให้คอมพิวเตอร์เรียนรู้ และสร้างส่วนที่เปรียบเหมือนสมองเพื่อกำหนดวิธีการในการคำนวณและการประมวลผล หลังจากนั้นประเมินความแม่นยำของโมเดลที่ได้จากการเรียนรู้ของเครื่อง แล้วดำเนินการทำนายการเติบโตของฐานข้อมูลและสร้างเป็นโมเดลออกมา โดยโมเดลที่ได้ออกมามีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ เท่ากับ 0.852 โดยผลการวิจัยพบว่า ถ้าอัตราการเปลี่ยนแปลงข้อมูลในแต่ละวันไม่ต่างกันมาก จะทำให้โมเดลมีค่าใกล้เคียงกับ 1 ทำให้โมเดลมีความแม่นยำสูงขึ้น แต่ถ้าอัตราการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในแต่ละวันสูง จะทำให้โมเดลมีค่าห่างจาก 1 มาก และจะทำให้การทำนายมีความคลาดเคลื่อนสูง ทำให้โมเดลมีความไม่น่าเชื่อถือและผลในการทำนายอาจไม่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง

คำสำคัญ : ข้อมูล ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล ข้อมูลขนาดใหญ่ ปัญญาประดิษฐ์ การเติบโตของฐานข้อมูล

ABSTRACT

This research aims to prediction of database growth using machine learning presents techniques involving supervised learning algorithms to develop a model for predicting the growth in the size of data files. This study investigates the relationship between two variables, which may be linear (Simple Linear Regression) or non-linear, and constructs a model to evaluate its accuracy. The objective is 1) to develop a machine learning model to predict

database growth and 2) assess the model's accuracy. Data was collected from the daily Transaction Logs of a SQL Server database using a Python program, which logged the data for training purposes. The aim was to create a model that simulates brain function, allowing it to compute and process predictions. The accuracy of the machine learning model was then evaluated, and predictions of database growth were made. The resulting model achieved a coefficient of determination of 0.852. The findings indicate that if the daily data change rate is relatively consistent, the model's coefficient approaches 1, leading to higher accuracy. Conversely, if the daily data change rate varies significantly, the coefficient deviates from 1, resulting in higher prediction errors. This reduces the model's reliability and makes predictions less accurate.

Keywords: *Information, Data-Driven, Big Data, Artificial intelligence, and Growth Rate*

บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีการเรียนรู้ของเครื่องเป็นศาสตร์ที่ประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อให้ประมวลผล แก้ไขปัญหาแทนมนุษย์ ด้วยการป้อนข้อมูลเพื่อให้เครื่องเกิดการเรียนรู้และจดจำข้อผิดพลาด แล้วนำไปปรับปรุงกระบวนการเรียนรู้ให้ได้ผลลัพธ์ที่เกิดข้อผิดพลาดน้อยที่สุด (Nasteski 2017) ซึ่งปัจจุบันองค์กรและธุรกิจ เห็นถึงความสำคัญของการวิเคราะห์ค้นหาสิ่งที่ทำให้เกิดประโยชน์ต่อองค์กรและธุรกิจ จากข้อมูลขนาดใหญ่ (big data) ส่งผลให้การนำข้อมูลมาเก็บในฐานข้อมูล (database) มีมากขึ้น ดังนั้นการดูแลและวิเคราะห์ฐานข้อมูลขนาดใหญ่ ควรมีเครื่องมือที่ช่วยเหลือเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการดูแล ยกตัวอย่าง การหาการเติบโตของฐานข้อมูล (growth rate) เราควรนำปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence; AI) ซึ่งเป็นศาสตร์แขนงหนึ่งที่ทำการศึกษาและพัฒนาคอมพิวเตอร์ให้มีความสามารถอันชาญฉลาด เช่น การสร้างระบบประสาทรับรู้เลียนแบบมนุษย์ ฯลฯ ในปัญญาประดิษฐ์นั้น มีศาสตร์ย่อยแขนงหนึ่งคือ การเรียนรู้ของเครื่อง เป็นการนำข้อมูลมาสอนคอมพิวเตอร์ ให้เรียนรู้และสร้างส่วนที่เปรียบเหมือนสมอง เพื่อช่วยในการวิเคราะห์ฐานข้อมูล

งานวิจัยนี้ได้นำเทคโนโลยีการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning; ML) ประเภทการเรียนรู้แบบมีการสอน (Supervised Learning) ซึ่งจะเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปร 2 ตัวขึ้นไป โดยจัดอยู่ในกลุ่ม Regression ซึ่งถ้าตัวแปรหนึ่งเปลี่ยนแปลงจะส่งผลกับอีกตัวแปรหนึ่งด้วย ไม่ว่าจะเพิ่มขึ้นหรือลดลง (รัสรินทร์ เมธาเฉลิมพัฒน์ 2565) นำมาใช้ทำนายการเติบโตของฐานข้อมูล SQL Server ที่ได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล Transaction Log ในแต่ละวัน โดยการเขียนโปรแกรมภาษาไพธอนแล้วบันทึกในฐานข้อมูลเพื่อนำไปป้อนข้อมูลเข้าไปสอนให้คอมพิวเตอร์เรียนรู้ และสร้างส่วนที่เปรียบเหมือนสมองเพื่อกำหนดวิธีการในการคำนวณและการประมวลผล หลังจากนั้นประเมินความแม่นยำของโมเดล

ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้พัฒนาแบบจำลองการทำนายการเติบโตของฐานข้อมูลโดยการใช้ Machine Learning โดยใช้ชุดข้อมูลสำหรับการสอนแบบจำลองร้อยละ 70 และชุดข้อมูลสำหรับการทดสอบแบบจำลองร้อยละ 30 และหาความถูกต้องของแบบจำลองด้วยวิธี R Square (จักรกฤษณ์ แสงแก้ว 2562) และมีความมุ่งหวังผู้สนใจจะนำ Model นี้ไปต่อยอดการพัฒนาเป็น Software และสามารถกรอกจำนวนวันที่ต้องการทำนายในอนาคต เพื่อที่จะใช้ในทำนายอัตราการเติบโตของฐานข้อมูลหรือประเภทของกลุ่มข้อมูลที่มีปริมาณมากให้ออกมาได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

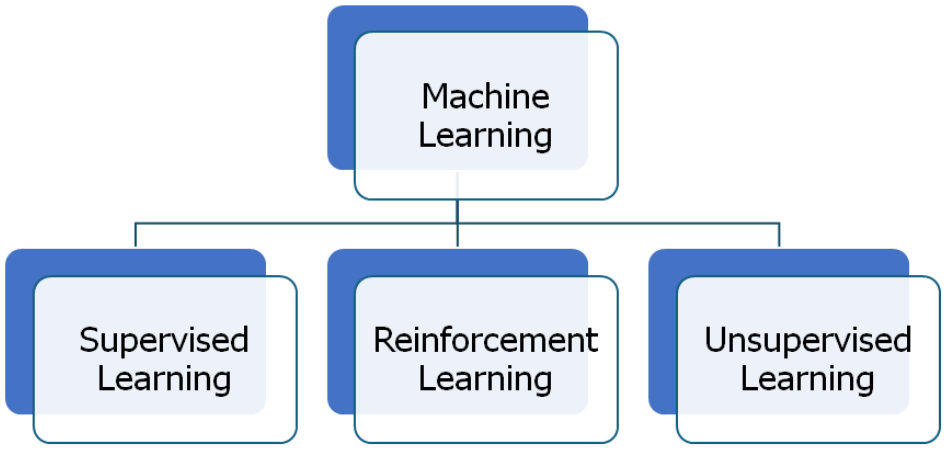
1. เพื่อหาแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องเพื่อทำนายการเติบโตของฐานข้อมูล
2. หาประสิทธิภาพด้านความด้านความถูกต้องของแบบจำลองการเรียนรู้

แนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning)

การเรียนรู้ของเครื่องเป็นศาสตร์หนึ่งของปัญญาประดิษฐ์ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้อัลกอริทึมทางสถิติ (statistical algorithms) และโมเดลคอมพิวเตอร์เพื่อสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถเรียนรู้จากข้อมูลเพื่อแก้โจทย์ปัญหาแทนการเขียนโปรแกรมที่กำหนดขั้นตอนการแก้ปัญหา (ธนัชพร ศรีอาจ 2565)

โมเดลการเรียนรู้ของเครื่องโดยทั่วไปจะมีประสิทธิภาพที่ดีขึ้นเมื่อใช้ข้อมูลจำนวนมากในการฝึกฝน และข้อมูลที่ใช้ในการฝึกฝนสามารถมีรูปแบบได้หลากหลาย ตัวอย่างเช่น ตัวอักษร รูปภาพ วิดีโอ เสียง และข้อมูลเซ็นเซอร์ประเภทต่างๆ การเรียนรู้ของเครื่องถูกประยุกต์ใช้ในแอปพลิเคชันต่างๆ มากมาย ตัวอย่างเช่น การประมวลภาษาธรรมชาติ (natural language processing) การรู้จำด้วยคำพูด (speech recognition) การเข้าใจรูปภาพ (image recognition) และการตรวจจับทุจริต (fraud detection) เป็นต้น (ธนัชพร ศรีอาจ 2565)

ในการพัฒนาโปรแกรมหรือเขียนโปรแกรม คณะผู้วิจัยจะเป็นผู้กำหนดวิธีการในการคำนวณหรือการประมวลผล และกำหนดการทำงานทั้งหมด แต่ในส่วนการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) จะมีกระบวนการที่แตกต่างจากการพัฒนาโปรแกรมโดยปกติ คือจะเป็นการนำข้อมูลที่มีอยู่มาทำการสอนให้คอมพิวเตอร์ (machine) ทำการเรียนรู้และสร้างส่วนที่เป็นสมอง (model) เพื่อให้มันกำหนดวิธีการในการคำนวณ การประมวลผล และกำหนดการทำงาน (วินน์ วรวุฒิคุณชัย 2564) การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้



รูปที่ 1. การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine learning)

1. Supervised Learning: การเรียนรู้แบบมีการสอน

การเรียนรู้แบบมีการสอนนั้น เป็นการให้คอมพิวเตอร์เรียนรู้ จากการป้อนข้อมูลเข้าไปสอน การที่เรานำข้อมูลไปสอนเราจะเรียกว่า Training set หรือ Training data การเรียนรู้แบบมีการสอน คล้ายๆ กับการสอนเด็กๆ คุณครูก็จะนำรูปภาพ เช่น นำรูปสุนัขให้ดูและบอกว่ารูปนี้เป็นสุนัข นำรูปแมวให้ดูและบอกว่านี่คือแมว พอนำรูปมาให้ดูมากๆ เด็กก็จะสามารถเรียนรู้และสามารถแยกแยะออกว่าเป็นสุนัขหรือแมว การเรียนรู้แบบมีการสอนจะสามารถคัดแยกหรือทำนายได้ดีก็จะต้องมีจำนวน Training data ที่เพียงพอ และมีคุณภาพข้อมูลที่ดี เราสามารถแยกย่อย Supervised Learning ได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

- Classification เป็นการคัดแยก จำแนก เช่น เป็นสุนัขหรือแมว ดีหรือเสีย
- Regression เป็นการทำนาย คำนวณเป็นค่าตัวเลข เช่น ทำนายผู้ติดเชื้อผู้ป่วย COVID-19

2. Reinforcement Learning: การเรียนรู้อาศัยการป้อนกลับของผลลัพธ์

เป็นการให้คอมพิวเตอร์เรียนรู้ จากผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นและปรับปรุงกระบวนการในการเรียนรู้ เช่น หุ่นยนต์เรียนรู้ในการทรงตัว พอหุ่นยนต์ล้มก็จะนำผลลัพธ์ในการล้มมาเรียนรู้และพัฒนาการเรียนรู้ปรับปรุงตัวเอง จนทำให้หุ่นยนต์สามารถเรียนรู้จนสามารถทรงตัวได้

3. Unsupervised Learning: การเรียนรู้แบบไม่มีการสอน

การเรียนรู้แบบไม่มีการสอน จะตรงข้ามกับการเรียนรู้แบบมีการสอน (Supervised Learning) ก็คือ เครื่องคอมพิวเตอร์เรียนรู้ได้โดยไม่มีการสอน เราเพียงมีชุดข้อมูลที่ป้อนเข้ามาเท่านั้น โดยปราศจากการให้ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น การเรียนรู้แบบไม่มีการสอนนี้ เครื่องคอมพิวเตอร์จะหาแบบแผน (pattern) ของข้อมูลนั้น และแบ่งประเภทข้อมูล

โดยในบทวิจัยนี้จะเป็นการเรียนรู้ของเครื่อง ประเภทการเรียนรู้แบบมีการสอน (Supervised Learning) ซึ่งจะเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปร 2 ตัวขึ้นไป โดยจัดอยู่ในกลุ่ม Regression (จักรกฤษณ์ แสงแก้ว 2562) ซึ่งถ้าตัวแปรหนึ่งเปลี่ยนแปลงจะส่งผลกับอีกตัวแปรหนึ่งด้วย ไม่ว่าจะเพิ่มขึ้นหรือลดลง ซึ่ง Regression แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1) Simple Regression ประกอบด้วยตัวแปร 2 ตัว โดยจะมีความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งสอง เป็นแบบเส้นตรง (Simple Linear Regression) หรือเป็นเส้นโค้ง ก็ได้

2) Multiple Regression จะคล้ายกับ Simple Regression แต่จะประกอบด้วยตัวแปรมากกว่า 2 ตัว จะกล่าวถึง Simple Linear Regression ซึ่งเราจะศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปร 2 ตัว ซึ่งมีความสัมพันธ์กันเป็นลักษณะเป็นเชิงเส้นตรง เช่น เมื่อจำนวนวันในการเก็บข้อมูลเพิ่มขึ้น (x) อัตราขนาดของพื้นที่ไฟล์ข้อมูล Data file (y) ก็จะเพิ่มขึ้น โดยการเพิ่มขึ้นจะมีลักษณะเป็นเส้นตรง ตัวแปรหรือข้อมูล (feature) จะประกอบด้วยดังนี้

- ตัวแปรอิสระ (predictor) จะเป็นค่าที่กำหนดข้างต้น เรามักจะแทนด้วยสัญลักษณ์ (x) ส่วนค่าประมาณการหรือค่าเป้าหมายมักจะแทนด้วยสัญลักษณ์ (y)
- ตัวแปรตาม (response) เราจะใช้สัญลักษณ์ (y) จากที่เราเรียกว่าตัวแปรตาม หมายความว่า ตัวแปรตามจะแปรผันตามตัวแปรอิสระ เช่น ตัวแปรอิสระมีการเปลี่ยนแปลงโดยที่มีค่าเพิ่มสูงขึ้น ก็จะมีผลทำให้ตัวแปรตามเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย จากที่กล่าวมาเราสามารถเขียนสูตรสมการของความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งสองเป็นเชิงเส้นตรง ดังนี้

โดยที่ $y = m * x + b$

y = ค่าประมาณการหรือค่าเป้าหมาย โดยค่า y แปรผันตามค่าของ x

x = ค่าที่กำหนดตั้งต้น เพื่อนำไปหาค่า

m = ค่าความชันของเส้นตรง (slope) ซึ่งจะเป็นตัวบ่งบอกความสัมพันธ์ของสองตัวแปร ว่าเป็นแบบใด แปรผันตามกัน หรือแปรผันกลับ

b = คือจุดตัดบนแกน y เมื่อค่า x เป็นศูนย์ (intercept) คือ ถ้า x = 0, y จะมีค่าเท่ากับ b

การประเมินความแม่นยำของโมเดล ที่ได้จากการเรียนรู้ของเครื่อง นับเป็นสิ่งที่มีความสำคัญมาก เพราะจะเป็นตัวบอกว่าเหมาะกับการใช้งานหรือไม่มีความแม่นยำมากน้อยเพียงไร โดยการประเมินหรือวัดประสิทธิภาพความแม่นยำ คือการหาความคลาดเคลื่อนจากข้อมูลจริง ถ้าการทำนาย (predict) ใกล้กับจำนวนจริงมากๆ แสดงว่าโมเดล มีความแม่นยำสูง ซึ่งในบทความวิจัยนี้จะกล่าวถึงการประเมินประสิทธิภาพ สำหรับ Regression โดยใช้สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination) หรือ R Square ซึ่งได้ใช้ไลบารีของ Scikit-learn มาช่วยคำนวณค่าให้ โดยค่าที่ได้จากการคำนวณจะมีค่าระหว่าง 0 – 1 ถ้า R Square มีค่าเท่ากับหรือใกล้เคียง 1 แสดงว่าโมเดลมีค่าแม่นยำสูง แต่ถ้าค่าของ R Square มีค่าต่ำใกล้เคียงหรือเท่ากับ 0 แสดงว่าโมเดลมีค่าแม่นยำต่ำหรือมีความผิดพลาดสูงนั่นเอง

วิธีดำเนินการวิจัย

ในบทความวิจัยวิจัยนี้จะเป็นการอ่านค่าขนาดไฟล์ข้อมูล (data file) ซึ่งเป็นไฟล์ที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูลต่างๆ ในฐานข้อมูล โดยจะมีนามสกุลหลักเป็น .mdf (Primary data file) และมีนามสกุลรอง .ndf (Secondary data file) และไฟล์ Transaction Log เป็นไฟล์ที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลการทำงานในฐานข้อมูลทั้งหมด โดยการเขียนข้อมูลในฐานข้อมูลจะต้องทำการเขียนบน Transaction Log ก่อนและรอ Check Point จาก SQL Server เพื่อทำการเขียนในไฟล์ข้อมูล (data file) โดยนามสกุลของ Transaction Log จะเป็นนามสกุล .ldf

โดยคณะผู้วิจัยจะเขียนโปรแกรมภาษาไพธอน เพื่อเก็บข้อมูลขนาดของไฟล์ข้อมูลในแต่ละวัน บันทึกในฐานข้อมูลเพื่อนำไปป้อนข้อมูลเข้าไปสอนให้คอมพิวเตอร์เรียนรู้ และสร้างส่วนที่เปรียบเหมือนสมอง (model) เพื่อให้มันกำหนดวิธีการในการคำนวณ การประมวลผล และกำหนดการทำงาน โดยขั้นตอนนี้ได้ใช้โปรแกรม Jupyter Lab เวอร์ชัน 2.2.6 ในการสร้างส่วนที่เปรียบเสมือนสมอง (model) หลังจากนั้นประเมินความแม่นยำของโมเดล ที่ได้การเรียนรู้ของเครื่อง และดำเนินการทำนายการเติบโตของฐานข้อมูล โดยดำเนินการตามลำดับกระบวนการวิทยาการข้อมูล (Data science process) ดังต่อไปนี้

1. การตั้งคำถาม (ask an interesting question) ซึ่งในบทความวิจัยวิจัยนี้ เราต้องการทำนายว่า ในเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป จำนวนการเติบโตของฐานข้อมูลจะเป็นอย่างไร เช่น ในอีก 120 วัน ข้อมูลขนาดไฟล์ข้อมูล (data file) จะเป็นเท่าไร

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล (get the data) จะต้องมีการเก็บรวบรวม ขนาดข้อมูลของไฟล์ข้อมูล (data file) ทุกๆ วัน ซึ่งพัฒนาโปรแกรมโดยใช้ภาษา Python ในการอ่านข้อมูลจาก SQL Server เวอร์ชัน 2016 และเก็บข้อมูลในฐานข้อมูลโดยมีโครงสร้างตารางเก็บข้อมูล ดังแสดงในตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1. โครงสร้างตารางเก็บข้อมูล

Column Name	Data Type
Date Insert	datetime
Segment Name	nvarchar(50)
Group ID	nchar(10)
Filename	nvarchar(50)
AllocatedSizeinGB	decimal(19,2)
SpaceUsedinGB	decimal(19,2)
MaxinMB	decimal(19,2)
AvailableSpaceinMB	decimal(19,2)
PrecentUsed	decimal(19,2)
RemainderInGB	decimal(19,2)

3. การเตรียมข้อมูล (data preparation) จะต้องมีการทำความสะอาดข้อมูล (data cleansing) ให้มีความเหมาะสมให้เครื่องคอมพิวเตอร์ได้เรียนรู้จัดการข้อมูลที่มีความผิดปกติ (outlier)

4. การวิเคราะห์ข้อมูล (analyze the data) ทำการวิเคราะห์ข้อมูล จากการเก็บรวบรวมข้อมูล ว่าจะมีข้อมูลอะไรบ้างที่จะให้เครื่องคอมพิวเตอร์เรียนรู้ เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์จากโมเดล ในการทำนายการเติบโตของฐานข้อมูลต่อไป

5. การสร้างแบบจำลอง (modelling) เกิดจากการเรียนรู้จากการป้อนข้อมูลให้กับ Machine แล้วให้ Machine กำหนดเป็นหลักเกณฑ์ในการทำนาย เมื่อมีอินพุตเข้ามา หลังจากนั้นประเมินความแม่นยำของโมเดล ที่ได้การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning)

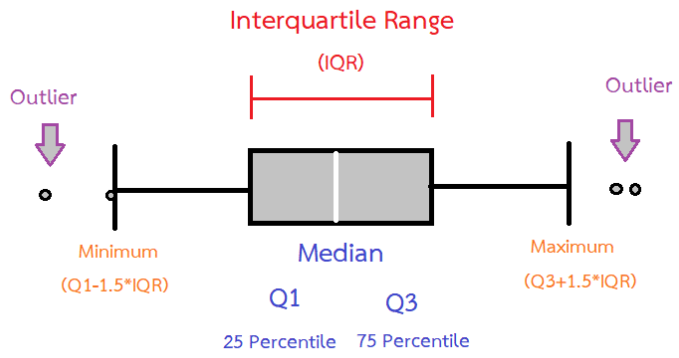
6. การสื่อสารและการทำผลลัพธ์ให้เป็นภาพ (communicate and visualize the results) เป็นการนำสิ่งที่ได้ไปใช้งาน เวลาใช้งานก็ใส่ข้อมูลจำนวนวันที่ต้องการทำนายเข้าไปเป็นอินพุต เข้าไปในโมเดล แล้วโมเดลก็จะทำนายคาดการณ์ผลลัพธ์ของขนาดไฟล์ข้อมูล (data file) ออกมา

ผลการทดลองและวิเคราะห์

ในบทความวิจัยวิจัยนี้ เราต้องการทำนายว่า ในเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป จำนวนการเติบโตของฐานข้อมูลจะเป็นอย่างไร เช่น ใน 30, 60, 120, 180 และ 360 วัน จะมีขนาดของไฟล์ข้อมูลจะเป็นเท่าไร โดยการเก็บรวบรวมข้อมูล พัฒนาโปรแกรมในการดึงข้อมูลขนาดไฟล์ข้อมูล และขนาดของไฟล์ Transaction log บันทึกในฐานข้อมูล

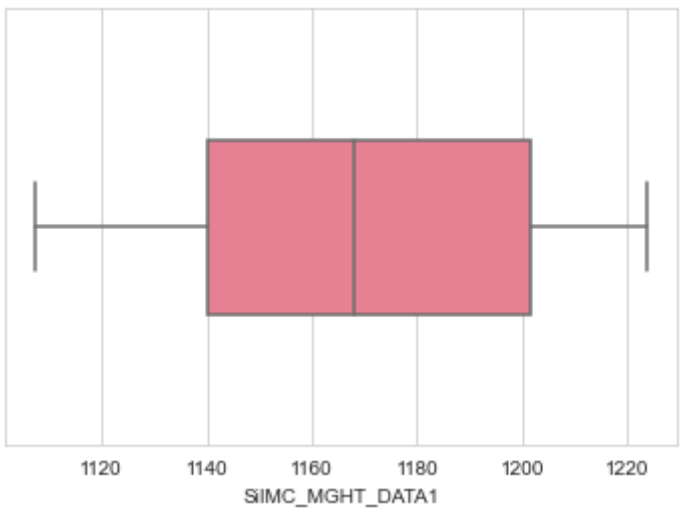
เมื่อได้ข้อมูลมา ต้องมีการทำความสะอาดข้อมูล (data cleansing) ให้มีความเหมาะสมเพื่อให้เครื่องคอมพิวเตอร์ได้เรียนรู้ โดยการจัดการข้อมูลที่มีความผิดปกติ (outlier) ซึ่งได้ใช้วิธีการตรวจจับ outliers ในข้อมูลด้วย Boxplot และ Interquartile Range (IQR) ดังแสดงในรูปที่ 2

IQR	=	Q3 - Q1
ค่าบน	=	Q3 + 1.5 * IQR
ค่าล่าง	=	Q1 – 1.5 * IQR
Q1	=	ควอไทล์ 3 หรือ Q3 ร้อยละ 25 คือค่าของข้อมูลตำแหน่ง 1/4 ของข้อมูลทั้งหมด
Q3	=	ควอไทล์ 3 หรือ Q3 ร้อยละ 75 คือค่าของข้อมูลตำแหน่ง 3/4 ของข้อมูลทั้งหมด



รูปที่ 2. Interquartile Range (IQR)

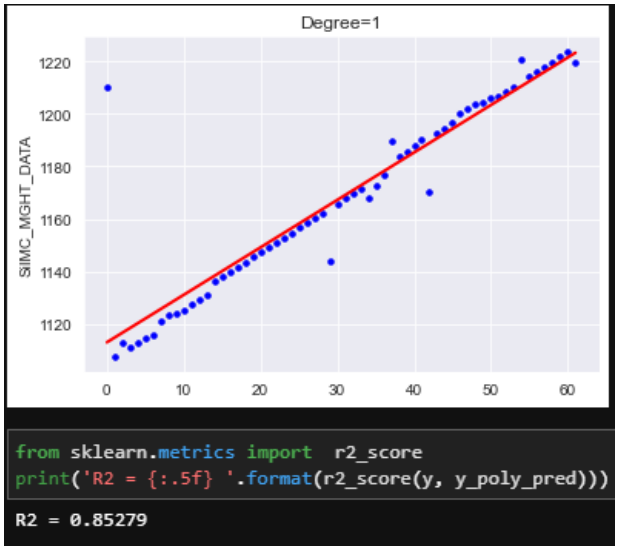
โดยการทำความสะอาดข้อมูล (data cleansing) ในโปรแกรม Jupyter Lab จะแสดง Visualization เป็น Boxplot ดังแสดงในรูปที่ 3 ดังนี้



รูปที่ 3. แสดง Visualization เป็น Boxplot

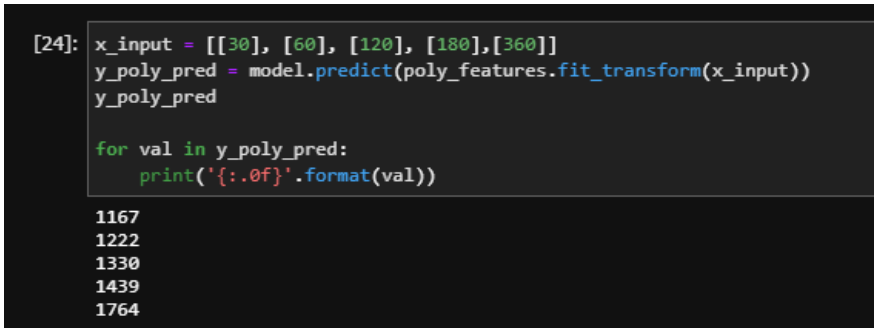
นำข้อมูลไปให้ Machine Learning สร้างแบบจำลอง (Modelling) ออกมา โดยเราจะนำค่าขนาดของไฟล์ข้อมูล (data file) ฟิลด์ SpaceUsedinGB ให้ Machine เรียนรู้ไปสร้างแบบจำลองออกมา โดยโมเดล ที่ได้ออกมาจะเป็นไฟล์นามสกุล .pkl หลังจากนั้นจะต้องประเมินความแม่นยำของโมเดล ที่ได้การเรียนรู้ของเครื่อง ซึ่งในบทความวิจัยนี้จะกล่าวถึงการประเมินประสิทธิภาพ สำหรับ Regression โดยใช้สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination) หรือ R Square ซึ่งได้ใช้ไลบารีของ Scikit-learn มาช่วยคำนวณค่าให้

โดยค่าที่ได้จากการคำนวณจะมีค่าระหว่าง 0 – 1 ถ้า R Square มีค่าเท่ากับหรือใกล้เคียง 1 แสดงว่าโมเดล มีค่าแม่นยำสูง แต่ถ้าค่าของ R Square มีค่าต่ำใกล้เคียงหรือเท่ากับ 0 แสดงว่าโมเดล มีค่าแม่นยำต่ำหรือมีความผิดพลาดสูงนั่นเอง โดยผลลัพธ์ได้ออกมา ดังแสดงในรูปที่ 4 ดังนี้



รูปที่ 4. แสดง Visualization เป็น Boxplot

หลังจากประเมินความแม่นยำของโมเดลการนำเสนอแล้วนำไปใช้งาน (Communication & Deployment) เป็นการนำสิ่งที่ได้ไปใช้งาน โดยเวลาใช้งานก็ใส่ข้อมูลจำนวนวันที่ต้องการทำนายเข้าไปเป็นอินพุตในโมเดล แล้วโมเดล ก็จะทำนายคาดการณ์ผลลัพธ์ของขนาดไฟล์ข้อมูล (data file) ออกมา โดยเราจะป้อนข้อมูลให้โมเดลทำนายโดยป้อนข้อมูลว่า ถ้าฐานข้อมูลมีการเก็บข้อมูลในวันที่ 30, 60, 120, 180 และ 360 ข้อมูลที่ทำนายจะเป็นอย่างไร โดยผลลัพธ์จะ แสดงดังในรูปที่ 5



รูปที่ 5. แสดง Visualization เป็น Boxplot

จากรูปที่ 5 เป็นการทำนายว่า ถ้าฐานข้อมูลมีการเก็บข้อมูลจำนวน 30 วัน จะมีขนาดข้อมูลเท่ากับ 1,167 GB และถ้ามีการเก็บข้อมูล 60 วัน จะมีการเก็บข้อมูลเท่ากับ 1,222 GB และถ้าเก็บข้อมูล 120 วัน จะมีการเก็บข้อมูลเท่ากับ 1,330 GB เป็นต้น ซึ่งจะทำให้เราสามารถทำนายอัตราการเติบโตของข้อมูลได้ และสามารถเตรียมพื้นที่ของฐานข้อมูล ให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงได้

สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล

บทความวิจัยนี้จะเป็นการนำ Historical Data ของอัตราการเปลี่ยนแปลงของ Data File ในฐานข้อมูล SQL Server เวอร์ชัน 2016 โดยการเก็บข้อมูล ได้มีการพัฒนาโปรแกรมภาษาไพธอน เก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล และใช้โปรแกรม Jupyter Lab เวอร์ชัน 2.2.6 เขียนโปรแกรมเพื่อให้ Machine Learning เรียนรู้แบบมีการสอน (Supervised Learning) จาก Historical Data ซึ่งจะเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปร 2 ตัวขึ้นไป โดยจัดอยู่ในกลุ่ม Regression และสร้างเป็นโมเดลออกมา โดยโมเดลที่ออกมามีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination) หรือ R Square เท่ากับ 0.852 ความหมายคือ มีความแม่นยำถูกต้องประมาณร้อยละ 85 พูดง่ายๆ ก็คือ ถ้านำโมเดลไปทำนาย (predict) หรือพยากรณ์หรือคำนวณประมาณการ จะมีความถูกต้องร้อยละ 85 หลังจากนั้นจะนำโมเดลไปพัฒนาเป็น Software และนำข้อมูลจำนวนวันที่ต้องการทำนายในอนาคต มากรอกจะสามารถทำนายอัตราการเติบโตของฐานข้อมูลออกมาให้

ซึ่งจากการวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ออกมา ถ้าอัตราการเปลี่ยนแปลงข้อมูลในแต่ละวันไม่ต่างกันมาก จะทำให้โมเดลมีค่า R Square ใกล้เคียงกับ 1 มากขึ้น จะทำให้โมเดลมีความแม่นยำสูงขึ้น แต่ถ้าอัตราการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในแต่ละวันมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลที่มีความแตกต่างกันมากจะทำให้ค่า R Square ในโมเดลมีค่าห่างจาก 1 มาก จะทำให้การทำนายจะมีความคลาดเคลื่อนสูง ทำให้โมเดลมีความไม่น่าเชื่อถือ และผลในการทำนายอาจไม่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง

ข้อเสนอแนะ

ในการทำวิจัยฉบับนี้ จะพบว่าถ้าข้อมูลที่มีความผิดปกติ (outlier) อยู่ในการทำแบบจำลองจำนวนมาก จะทำให้โมเดลที่ออกมามีความแม่นยำน้อยลง มีความคาดเคลื่อนสูง ดังนั้นกระบวนการที่สำคัญที่สุดในการทำวิจัยนี้ ต้องให้ความสำคัญกับการเตรียมข้อมูล (data preparation) การทำความสะอาดข้อมูล (data cleansing) เพื่อคุณภาพของข้อมูลที่จะไปสอนให้คอมพิวเตอร์เรียนรู้ และออกมาเป็นโมเดล ที่มีคุณภาพ และในการนำข้อมูลมาสอนคอมพิวเตอร์ให้เรียนรู้ จำเป็นจะต้องมีข้อมูลจำนวนมากเพียงพอ เพื่อให้เกิดโมเดลที่ดีด้วย

เอกสารอ้างอิง

จักรกฤษณ์ แสงแก้ว. 2562. ลิเนียร์รีเกรสชั่น (Linear Regression). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://dsdi.msu.ac.th/?article=data-science&fn=linear-regression, [เข้าถึงเมื่อ 20 เมษายน 2567].

รัสรินทร์ เมธาเฉลิมพัฒน์. 2565. การประยุกต์ใช้ Machine Learning กับงานในภาคอุตสาหกรรม (ตอนที่ 1). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.nectec.or.th/smc/machine-learning/, [เข้าถึงเมื่อ 1 มิถุนายน 2567].

วินน์ วรวุฒิคุณชัย. 2564. Machine Learning. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://medium.com/botnoi-classroom/machine-learning-4d96d5ee886d, [เข้าถึงเมื่อ 1 มิถุนายน 2567].

ศรีอาจ ธนัชพร. 2565. กลยุทธ์การประมูลวิชาเรียนด้วยทรัพยากรที่จำกัดโดยใช้อัลกอริทึมเชิงพันธุกรรม. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd/6487, [เข้าถึงเมื่อ 31 พฤษาภาคม 2567].

อนุวัฒน์ พานิพัด. 2565. กระบวนการวิทยาการข้อมูล. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.teachernu.com/2022/10/15/21/13/10/7553/, [เข้าถึงเมื่อ 31 พฤษาภาคม 2567].

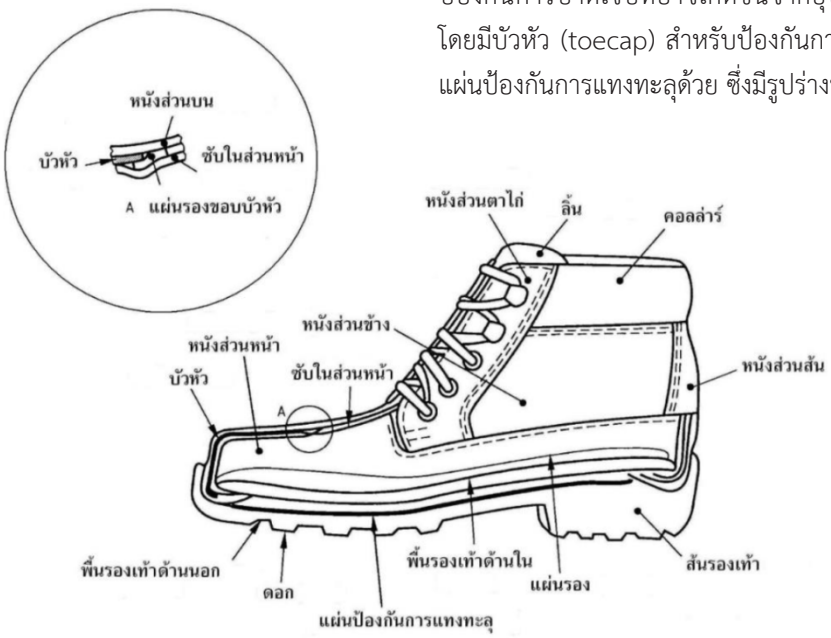
Nasteski, V., 2017. An overview of the supervised machine learning methods. *Horizons*, b, **4**, pp. 51-62.

ศิรดา โชยรัมย์
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

รองเท้าหนังนิรภัย = รองเท้าของความปลอดภัย

ความปลอดภัยในการทำงาน ถือเป็นสิ่งที่จะต้องคำนึงถึงมากที่สุดในการปฏิบัติงาน เพราะอุบัติเหตุต่างๆ หรือเหตุการณ์ที่ไม่คาดคิดมาก่อนนั้นสามารถเกิดขึ้นได้เสมอ และเมื่อเกิดขึ้นแล้วอาจส่งผลกระทบต่อการทำงาน ทำให้การทำงานล่าช้า ทรัพย์สินเสียหาย หรืออาจเกิดบาดแผลร้ายแรงถึงขั้นพิการได้ ดังนั้นเพื่อลดโอกาสเกิดปัญหาร้ายแรงดังกล่าว การป้องกันตัวเองด้วยอุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนตัว หรือที่หลายๆ คนเรียกว่า อุปกรณ์ PPE (Personal Protective Equipment) ถือเป็นสิ่งที่ขาดไม่ได้ในระหว่างการปฏิบัติงาน

ในระหว่างการปฏิบัติงานนั้น อุบัติเหตุที่มักเกิดขึ้นบ่อยครั้งอย่างหนึ่งก็คือ การมีสิ่งของที่มีน้ำหนัก ตก หล่น กระแทกใส่เท้า ดังนั้น “รองเท้านิรภัย” (leather safety footwear) ถือเป็นอุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนตัวชนิดหนึ่ง ที่จะป้องกันการบาดเจ็บที่อาจเกิดขึ้นจากอุบัติเหตุให้กับผู้สวมใส่ โดยมีบัวหัว (toecap) สำหรับป้องกันการกระแทก และอาจมีแผ่นป้องกันการแทงทะลุด้วย ซึ่งมีรูปร่างทั่วไป ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1. รูปร่างทั่วไปของรองเท้าหนังนิรภัย

รองเท้านิรภัย ตามท้องตลาดในปัจจุบันนี้ มีหลากหลายรูปแบบ หลายประเภทให้เลือกใช้ตามความเหมาะสมกับหน้างานที่จะปฏิบัติงาน การเลือกรองเท้าให้เหมาะสมกับหน้างานจะเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานได้เป็นอย่างดี และเพื่อความมั่นใจในการใช้งานรองเท้านิรภัยที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันความปลอดภัย จึงควรเลือกใช้รองเท้านิรภัยที่มีมาตรฐาน

สำหรับมาตรฐานภายในประเทศที่ใช้ในการรับรองคุณภาพของรองเท้าหนังนิรภัย ได้แก่ มาตรฐาน มอก.523-2564 รองเท้าหนังนิรภัย ซึ่งเป็นมาตรฐานเพื่อใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของรองเท้าหนังนิรภัยที่หนังส่วนบนทำด้วยหนังแท้ หรือวัสดุเทียมหนัง โดยในมาตรฐานนี้จะกำหนดเกณฑ์ในการยอมรับของรองเท้านิรภัย และกระบวนการทดสอบไว้ เพื่อใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของรองเท้าหนังนิรภัย

กระบวนการทดสอบตามมาตรฐาน มอก.523-2564 มีดังนี้

- การทดสอบวัสดุที่ใช้ทำรองเท้าหนังนิรภัย ได้แก่ หนังส่วนบน ซับใน ยางที่ใช้ทำพื้นรองเท้าด้านนอก บัวหัว
- การทดสอบการทำและคุณสมบัติการใช้งานของรองเท้าหนังนิรภัย ได้แก่ การทดสอบลักษณะทั่วไปของรองเท้าหนังนิรภัย การทดสอบความติดแน่นระหว่างพื้นรองเท้าด้านนอกกับหนังส่วนบน การทดสอบความทนการขัดสี การทดสอบความทนการพับงอ การทดสอบความทนน้ำมัน การทดสอบความทนแรงกระแทก การทดสอบความทนแรงกดทับ การทดสอบความทนแรงแทงทะลุ และการทดสอบความต้านไฟฟ้าสถิต

เมื่อความปลอดภัยในการทำงาน คือสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงแล้วนั้น อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนตัว อย่าง “รองเท้านิรภัย” จึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับป้องกันการเกิดการบาดเจ็บให้กับผู้ปฏิบัติงานด้วยเช่นกัน ดังนั้นการเลือกรองเท้านิรภัยนั้นจำเป็นต้องเลือกรองเท้านิรภัยที่ได้รับการรับรองมาตรฐานและผ่านการทดสอบความแข็งแรง ทนทาน เพื่อเป็นการยืนยันว่ารองเท้านิรภัยนั้น สามารถป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นได้จริง หากเลือกรองเท้าที่ไม่ได้มาตรฐานก็อาจทำให้เกิดอันตรายหรือความเสียหายกับผู้ใช้งานได้

เอกสารอ้างอิง

เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยและพนักงานใหม่. 2566. ความปลอดภัยในการทำงาน คืออะไร occupational health and safety (OHS). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.safesiri.com/safety-at-work/, [เข้าถึงเมื่อ 19 มิถุนายน 2566].

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2564. *มอก. 523-2564 รองเท้าหนังนิรภัย.* กรุงเทพฯ: สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.

SANTO FIRE. 2565. อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล (PPE) คืออะไร ทั้ง 8 ประเภท มีอะไรบ้าง. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://santofire.co.th/personal-protective-equipment/, [เข้าถึงเมื่อวันที่ 19 มิถุนายน 2566].

ดร.ธนภรณ์ ดวงนภา
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

ตัวเรือด วายร้ายตัวจิ๋ว ภัยเงียบที่ต้องรีบกำจัด

ที่มา: บริษัท กรีน อะโกรซายน์ จำกัด (2567)

ประเทศไทยเป็นประเทศต้นๆ ที่หลายๆ คนเลือกที่จะเดินทางมาพักผ่อนและท่องเที่ยว เนื่องจากมีแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติที่สวยงาม ประเพณีและวัฒนธรรมที่หลากหลาย ทำให้มีนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติเดินทางมาท่องเที่ยวกันเป็นจำนวนมาก ส่งผลดีต่อเศรษฐกิจของประเทศ แต่เมื่อมีนักท่องเที่ยวเข้ามาเป็นจำนวนมาก ก็ทำให้มีโอกาสที่จะมีสิ่งมีชีวิตตัวเล็กๆ ติดเข้ามาพร้อมกับนักท่องเที่ยว ซึ่งอาจจะก่อให้เกิดอันตรายหรือสร้างความรำคาญให้กับผู้สัมผัสได้ สิ่งมีชีวิตที่เราจะกล่าวถึงนี้คือ “ตัวเรือด” หลายหน่วยงานในประเทศไทยได้ติดตามเฝ้าระวังสถานการณ์ปัญหาของตัวเรือดอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากแพร่ระบาดได้เร็วทำให้เราพบเห็นตัวเรือดระบาดในสถานที่หลายแห่งด้วยกัน ได้แก่ โรงแรม เกสต์เฮาส์ หรือขนส่งสาธารณะ ฯลฯ เพื่อให้เราสามารถที่จะป้องกันตัวเองจากตัวเรือดได้เราจึงต้องมาทำความรู้จักตัวเรือดกัน

เรามาทำความรู้จักกับตัวเรือดและเฝ้าระวังไปด้วยกันค่ะ

ตัวเรือด หรือที่เรียกว่า bed bug จัดเป็นแมลงที่สำคัญทางการแพทย์ชนิดหนึ่ง ตัวมีสีน้ำตาลแดง ลำตัวแบนมีขาแต่ไม่มีปีก มีปากแหลมไว้สำหรับดูดเลือด มีขนาดลำตัว 6-7 มิลลิเมตร แพร่พันธุ์ได้เร็วโดยการวางไข่ ชอบอาศัยในที่อุณหภูมิอุ่นและมีความชื้นสูง ตัวเรือดยังสร้างความรำคาญต่อมนุษย์และสัตว์ด้วยการดูดกินเลือดเป็นอาหาร และยังสามารถส่งต่อหรือแพร่กระจายเชื้อโรคได้ ในตัวเรือดสามารถเป็นแหล่งอาศัยของไวรัสที่เป็นอันตรายหลายชนิด เช่น เชื้อไวรัสตับอักเสบบี (Hepatitis B) หรือเชื้อไวรัสเอชไอวี (HIV) เป็นต้น และการถูกตัวเรือดกัดดูดเลือดยังสามารถก่อให้เกิดอาการแพ้รุนแรงได้ โดยทำให้ผิวหนังบริเวณที่โดนดูดจะเป็นผื่นแดงแบน ไปจนถึงอักเสบและบวมแดง

ที่มา: Harlan (2006)

ที่มา: บริษัท ซี ซี เอส จำกัด (2567)

ที่มา: บริการกำจัดตัวเรือด (2567)

แหล่งซ่อนตัวของตัวเรือด

พบได้ในบ้านเรือน โรงภาพยนตร์ โรงเรียน รถไฟ เครื่องบิน หรือแม้แต่โรงแรมที่พัก จุดที่พบมากที่สุด คือ ฟูกที่นอน ปลอกหมอน ผ้าห่ม ผ้าปูเตียง ตะเข็บฟูก ขอบเตียง ตู้เสื้อผ้า โซฟา ผนังวอลเปเปอร์ ผ้าม่าน และรอยแตกของอาคาร ตัวเรือดชอบอาศัยอยู่ใกล้กับบริเวณที่คนนอนอยู่ และมีความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี

ตัวเรือดมักจะซ่อนตัวในช่วงเวลากลางวัน เพราะไม่ชอบแสงสว่าง แต่ในช่วงกลางคืนจะไต่คลานไปหาเหยื่อ สิ่งที่ดึงดูดตัวเรือดมาหาคน คือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากตัวคน หรือความร้อนที่ปล่อยออกมาจากร่างกาย เมื่อดูดเลือดจนอิ่มจะกลับเข้าที่หลบซ่อน ทำให้คนไม่รู้ตัว จะมารู้ตัวอีกทีก็พบผื่นขึ้นตามตัวแล้ว เพราะเนื่องจากตัวเรือดหลบซ่อนตัวเก่งทำให้มองไม่เห็น

สาเหตุที่ตัวเรือดเป็นภัยเงียบที่ต้องรีบ

- การดูดเลือดของตัวเรือดอาจแสดงอาการในแต่ละคนแตกต่างกัน บางรายอาจจะไม่ทันรู้สึกตัวว่าถูกดูด แต่บางรายอาจแพ้จนถึงขั้นเป็นรอยบวม หรือรอยแดงคล้ายยุงกัด ยิ่งถ้าเกามากๆ จะเกิดการอักเสบ แผลถลอกเสี่ยงติดเชื้อ
- ตัวเรือดมีขนาดเล็กมากและซ่อนตัวเก่งทำให้หาตัวและกำจัดได้ยาก
- แพร่พันธุ์ได้เร็วมาก ตัวเมียหนึ่งตัวสามารถขยายพันธุ์เป็นหลายสิบตัวได้ในไม่กี่สัปดาห์
- อาจจะเป็นอันตรายต่อเด็กเล็ก หากพบตัวเรือดภายในบ้าน

การรักษาจากการถูกตัวเรือดกัด

ส่วนมากแพทย์จะการรักษาตามอาการ โดยแนะนำให้รับประทานยาแก้แพ้ แก้คัน หรือทายาหม่อง ยาทาแก้คัน ยาทากลุ่มสเตียรอยด์เพื่อรักษาอาการคันจากผื่น ซึ่งเราควรรักษาสุขอนามัยที่ดี ระวังไม่ให้ผื่นมีการติดเชื้อแบคทีเรียซ้ำอีก ทางที่ดีควรรีบป้องกันและกำจัดตัวเรือดโดยด่วน

วิธีกำจัดตัวเรือดเบื้องต้น

การป้องกันและกำจัดตัวเรือดที่มีประสิทธิภาพต้องใช้วิธีการผสมผสานหลายๆ ด้าน เช่น การให้ความรู้เกี่ยวกับตัวเรือด การสำรวจ และประเมินผลก่อนและหลังการควบคุม การควบคุมโดยใช้วิธีทางกายภาพที่เหมาะสม เช่น การใช้ความร้อน การจัดการสภาพแวดล้อม รวมทั้งการใช้สารเคมีกำจัดแมลงที่เหมาะสมสำหรับกำจัดตัวเรือด

- การใช้ความร้อน โดยการนำเครื่องนอน ประเภทพวกผ้าปูที่นอน ผ้าห่ม หรือผ้าม่านมาต้มในน้ำเดือดอย่างน้อย 10 นาที แต่ปัจจุบันมีเครื่องอบผ้าจึงหันมาใช้ความร้อนจากเครื่องอบผ้า (Dryer) ที่อุณหภูมิอย่างน้อย 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย 30 นาที หรือการใช้เครื่องพ่นไอน้ำร้อนหรือการใช้เครื่องทำความร้อน (Heater) อบให้ห้องมีอุณหภูมิสูงถึง 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย 1 ชั่วโมง เพราะตัวเรือดค่อนข้างมีความถึกทนจึงต้องใช้ความร้อนเข้าช่วย
- การใช้สารเคมีพ่นกำจัดแมลงรบกวน โดยต้องฉีดทุกซอกทุกมุมที่อาจจะเป็นแหล่งหลบซ่อนของตัวเรือด ส่วนการพ่นหมอกควันกำจัดแมลงที่เรามักเห็นพ่นเพื่อกำจัดลูกน้ำยุงลายนั้นเป็นวิธีการที่ไม่ได้ผล ไม่สามารถกำจัดตัวเรือดได้ หากมีการใช้สารเคมี แนะนำให้มีการดำเนินการโดยผู้เชี่ยวชาญเท่านั้นเนื่องจากต้องมีการฉีดทุกจุดที่ตัวเรือดหลบซ่อนทั้งหมด ส่วนการพ่นหมอกควันและการรมแก๊สไม่เห็นผลจึงไม่แนะนำ
- การจัดการสภาพแวดล้อม หลังจากกำจัดตัวเรือดให้หมดไปแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการปรับปรุงห้องพักโดยอุดรอยรั่วต่างๆ ไม่ให้ตัวเรือดเข้าไปอาศัยอยู่ตามรอยแตกหรือรอยแยก เช่น รอยแยกระหว่างพื้นกับผนัง รอยต่อของเตียง

สุดท้ายนี้ไม่ว่าจะเลือกใช้วิธีไหนในการป้องกันกำจัดตัวเรือด ขอแนะนำให้ทำการสำรวจและจัดการสภาพแวดล้อมที่อยู่อาศัย ซ้ำอีกครั้งในทุก 3-4 สัปดาห์ เพื่อลดปัญหาการแพร่ระบาดของตัวเรือดอย่างถาวรและมีประสิทธิภาพ เห็นไหมค่ะว่าการกำจัดตัวเรือดสามารถทำได้ไม่ยากและยังมีหลายวิธี ฉะนั้นถ้าเริ่มพบว่าบ้านของเรามีตัวเรือด ให้รีบทำตามวิธีที่สะดวกทันที อย่าปล่อยทิ้งไว้เด็ดขาด ไม่งั้นอาจมีตัวเรือดระบาดจนกำจัดไม่ไหว

เอกสารอ้างอิง

บริการกำจัดตัวเรือด. 2567. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://bbprothai.wordpress.com/about/, [เข้าถึงเมื่อ 10 มกราคม 2567].

บริษัท กรีน อะโกรซายน์ จำกัด. 2567. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.greenbestproduct.com, [เข้าถึงเมื่อ 10 มกราคม 2567].

บริษัท ซี ซี เอส จำกัด. 2567. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://ccspestcare.com/services, [เข้าถึงเมื่อ 10 มกราคม 2567].

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข. 2554. เรือด: ชีววิทยาและการป้องกันกำจัด. นนทบุรี: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข, หน้า 32.

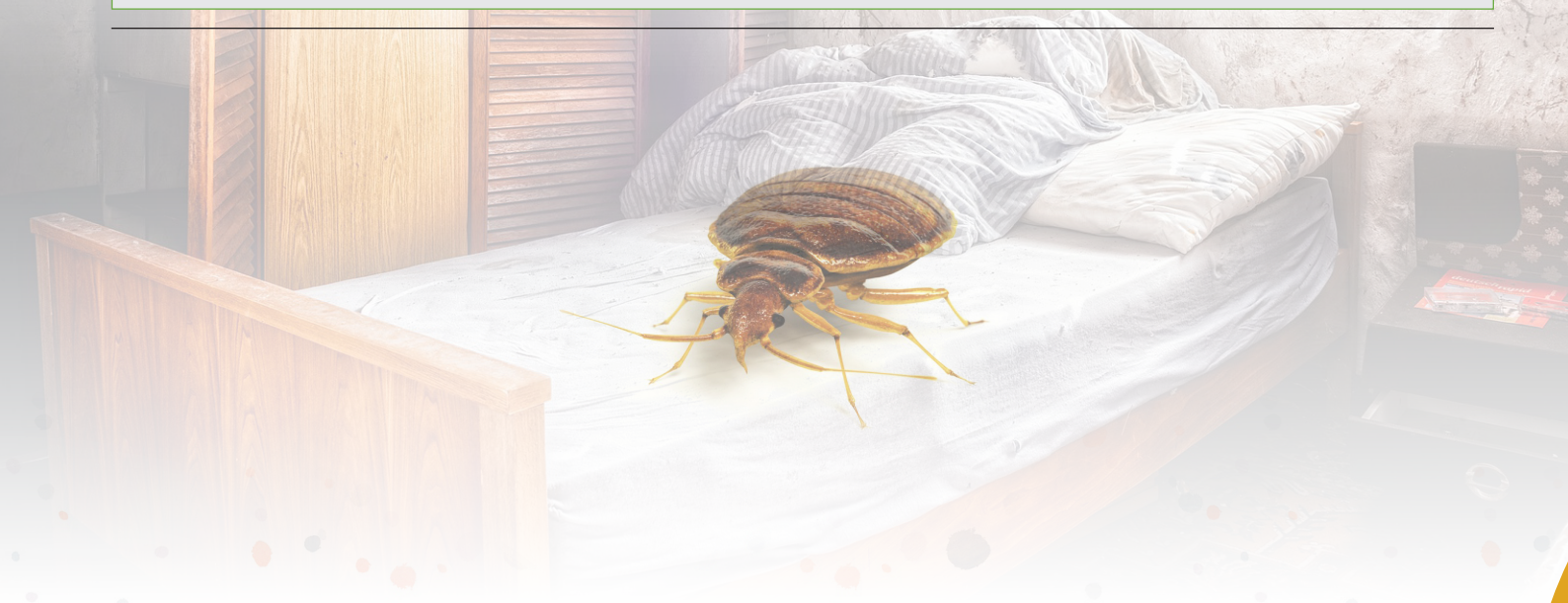
อาคม สังวรานนท์. 2538. กีฏวิทยาทางสัตวแพทย์. พิมพ์ครั้งที่ 4. นนทบุรี: โรงพิมพ์สหมิตรพริ้นติ้ง, หน้า 133-140.

Harlan, H.J., 2006. Bed Bugs 101: the basics of Cimex lectularius. *American Entomologist*, **52**(2).

Krueger, L., 2000. Don't get bitten by the resurgence of bed bugs. *Pest Control*, **68**, pp. 58-64.

Snetsinger, R., 1997. Bed bugs & other bugs. *In*: A. Mallis and S.A. Hedges, eds. *Handbook of Pest Control*, 8th ed. Ohio: Franzak & FosterCo., pp. 393-425.

Weatherston, J. and Percy, J.E., 1978. Venoms of Rhyn-cota (Hemiptera). *In*: S. Bettini, ed. *Athropod venoms. handbook of experimental pharmacology*, vol. 48. Berlin: Springer-Verlag, pp. 489–509.



กีรณา เหลืองหิรัญ และกฤษณะ แต่งเสร็จ
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

ความรู้เบื้องต้น สำหรับการใช้งานเครื่องมือวัด Universal Length Measuring Instruments (ULM)

เป็นที่ทราบและรู้กันโดยทั่วไปแล้วว่า เครื่องมือวัดทางด้านมิติ ที่สามารถใช้งานได้ตอบโจทย์ทั้งงานวัด และงานสอบเทียบ นั่นก็คือ เครื่อง ULM ซึ่งเครื่อง ULM นั้น ถือว่าเป็นเครื่องมือวัดที่มีขีดความสามารถทางด้านการวัด และการสอบเทียบ ที่หลายหลายชนิดประเภทเครื่องมือ และยังเป็นเครื่องมือวัดที่มีความถูกต้องแม่นยำค่อนข้างสูง เมื่อเทียบกับเครื่องมือวัดประเภทอื่นๆ

รูปที่ 1. เครื่อง ULM

เครื่อง ULM นั้นสามารถนำไปใช้ในการวัดชิ้นงานและใช้ในการสอบเทียบเครื่องมือวัดทั่วไป ตลอดจนสามารถใช้สอบเทียบตัวมาตรฐานทางด้านความยาว หรือ Long Gauge Blocks และยังมีความสามารถในการวัดงานได้หลายรูปทรง ไม่ว่าจะเป็นชิ้นงานที่มีลักษณะ ผิวเรียบ ทรงกลม ทรงกระบอก หรือชิ้นงานที่มีลักษณะร่องเกลียว ก็สามารถทำการตรวจสอบความถูกต้องด้วยเครื่อง ULM ได้

ส่วนค่าอ่านละเอียด (resolution) สำหรับเครื่อง ULM นั้น จะสามารถแสดงค่าอยู่ที่ 0.01, 0.05 ไมโครเมตร หรือ 0.1 ไมโครเมตร ทั้งนี้ก็จะขึ้นอยู่กับแต่ละผู้ผลิต หรือผู้ใช้งานเลือกกำหนดให้เป็นไปตามความเหมาะสมของการวัดนั้นๆ

สิ่งสำคัญอันดับแรกที่ผู้ใช้งานเครื่อง ULM ควรจะมีความเข้าใจและให้ความสำคัญต่อการใช้งานเครื่อง ULM ไม่ว่าจะเป็นการวัดหรือการสอบเทียบทุกๆ ครั้ง ก็คือ การเลือกใช้งานหัววัด (contact trips) ให้ถูกต้องและเหมาะสมกับผิวสัมผัสของชิ้นงานที่จะนำมาทำการวัดหรือสอบเทียบ ซึ่งการเลือกหัววัดก็สามารถพิจารณาได้ดังนี้

- ลักษณะผิวสัมผัสของชิ้นงานเป็นผิวเรียบ ให้เลือกใช้หัววัดแบบ หัวโค้งมน (spherical end)
- ลักษณะผิวสัมผัสของชิ้นงานเป็นทรงกระบอก ให้เลือกใช้หัววัดแบบ หน้าตัดใบมีด (narrow edge)
- ลักษณะผิวสัมผัสของชิ้นงานเป็นลักษณะโค้งมน ให้เลือกใช้หัววัดแบบ หน้าตัดเรียบ (plane face)

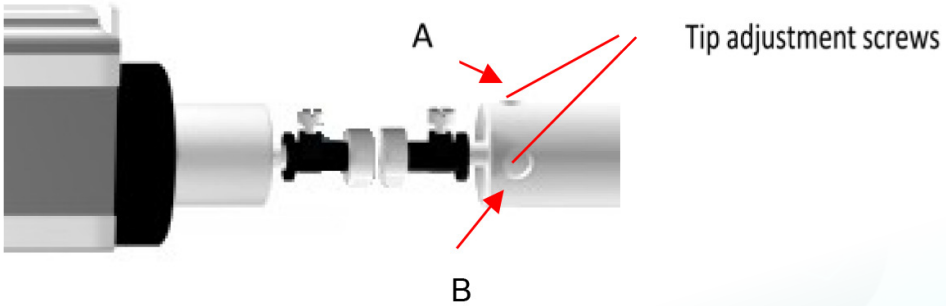
ตารางที่ 1. การเลือกใช้งาน Contact trips ให้เหมาะสมกับ Test piece surface

Test piece Surface	Contact tip requested
Plane	Spherical end
Cylindrical	Narrow edge
Spherical	Plane face

รูปที่ 2. Contact tips

นอกจากการเลือกใช้งาน Contact tips ให้เหมาะสมกับลักษณะผิวสัมผัสของชิ้นงานที่จะทำการวัดแล้ว การ Alignment Contact tips ก็ถือว่ามีความสำคัญอย่างมากสำหรับการวัดงานด้วยเครื่อง ULM เพราะหากเมื่อใดที่ผู้ใช้งานไม่ทำการ Alignment Contact tips ให้ถูกต้อง ก็จะส่งผลให้ผลการวัดนั้นๆ คลาดเคลื่อนไปด้วย ซึ่งหลักการเบื้องต้นสำหรับการ Alignment Contact tips นั้น สามารถพิจารณาได้ดังนี้

- ในกรณีที่เลือกใช้งาน Contact tips เป็นแบบ หัวโค้งมน (spherical end), (R25) แนะนำให้ผู้ใช้งานสังเกตค่า Reversal point ขณะทำการปรับ Alignment ที่ค่าสูงสุด Maximum
- ในกรณีที่เลือกใช้งาน Contact tips เป็นแบบ หน้าตัดใบมีด (narrow edge) หรือ Contact tips เป็นแบบผิวหน้าเรียบ (plane face) แนะนำให้ผู้ใช้งานสังเกตค่า Reversal point ขณะทำการปรับ Alignment ที่ค่าต่ำสุด Minimum



รูปที่ 3. ตำแหน่งการปรับ Alignment Contact tips

ตารางที่ 2. วิธีการ Alignment Contact tips ให้ถูกต้องและเหมาะสม

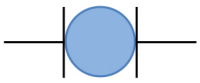
Test piece surface	Contact tip	Alignment (both screws)
Flat (i.e. gage block)	Spherical end	Seek Maximum
Cylindrical (i.e. plain plug gage)	Narrow edge	Seek Minimum
Sphere (i.e. spherical gage)	Plane face	Seek Minimum
External thread (i.e. thread plug gage)	Plane face	Seek Minimum

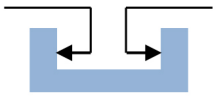
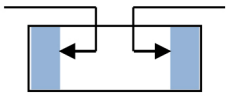
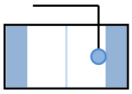
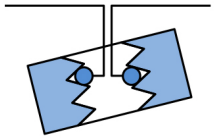
เมื่อผู้ใช้งานได้กระทำการ Alignment Contact tips จนได้ค่าที่สอดคล้องตามขั้นตอนข้างต้นแล้ว การปรับตั้งค่าเริ่มต้น (setting the datum) ก่อนการวัดงาน หรือก่อนการสอบเทียบ ก็ถือว่ามีความสำคัญที่ผู้ทำการวัดจะต้องดำเนินการให้ถูกต้องเช่นกัน

สำหรับหลักการปรับตั้งค่าเริ่มต้น สามารถกระทำได้โดยการเลื่อนให้หัว Contact tips สัมผัสกัน จากนั้นจึงป้อนค่าเริ่มต้นเข้าสู่โปรแกรมคอมพิวเตอร์ แต่ทั้งนี้จะต้องมีการทำซ้ำให้ได้ผลการวัด ณ จุดเริ่มต้นอย่างน้อย 3 ครั้ง ซึ่งในขณะที่ทำการวัดซ้ำนั้นผู้ทำการวัดควรจะเลื่อนหัว Contact tips ให้ห่างออกจากกันประมาณ 3 มิลลิเมตร ก่อนจะเลื่อนเข้าสัมผัสกันเพื่อทำการวัดครั้งต่อๆ ไป

เมื่อผู้ใช้งานได้กระทำทำการ Alignment Contact tips ได้อย่างสมบูรณ์แล้ว ขั้นตอนต่อไปที่ผู้ใช้งานจะต้องปฏิบัติให้ถูกต้อง คือ การปรับหัววัดให้สอดคล้องกับลักษณะของชิ้นงาน หรือที่เรียกว่าการ Alignment Contact tips กับ Test piece ในขณะที่ทำการวัดชิ้นงานนั้นๆ ก็จะมีความสำคัญอย่างมากเช่นกัน โดยผู้ที่ทำการวัดจะต้องทำให้ถูกต้องตามหลักของการวัดชิ้นงานแต่ละประเภท เพื่อที่จะได้ผลการวัดที่ถูกต้องและแม่นยำ ซึ่งทั้งนี้การ Alignment Contact tips กับ Test piece นั้น จะมีการจำแนกตามลักษณะประเภทของชิ้นงานที่ทำการวัด ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3. วิธีการ Alignment Contact tips ให้ถูกต้องและเหมาะสมกับ Test piece

	Test piece	Contact tip	Alignment of Contact tips	Alignment of test piece
	Parallel surface	2 contact tips, spherical	Maximum in 2 directions	↺ z : Minimum
				↺ y : Minimum
	Cylinder , axis horizontal	2 contact tips, Knifed edge	Minimum in 2 directions	↺ z : Minimum
	Balls, Ball gauge, Setting bars for external micrometers	2 contact tips, Plane face	Minimum in 2 directions	Minimum ↺ around : z
				Minimum ↺ around : y

	Test piece	Contact tip	Alignment of Contact tips	Alignment of test piece
	Parallel surfaces internal, Snap gauges	2 Measuring arms	Large arms: not necessary Small arms: maximum of adjusting gauge ⇅ y : Maximum ↺ y : Minimum	↺ z : Minimum ↺ y : Minimum
	Hole	2 Measuring arms	Large arms: not necessary Small arms: maximum of adjusting gauge ⇅ y : Maximum ↺ y : Minimum	⇅ y : Maximum ↺ y : Minimum
	Hole	Contact measuring unit	⇅ y : looking for centre	⇅ y : looking for centre
	Pitch diameter external thread, thread axis horizontal	2 plane contact tips, measuring wires	Alignment contact tips: Minimum in 2 directions	↺ z : Minimum
	Pitch diameter internal thread, thread axis horizontal	2 measuring arms, measuring balls, floating table	Large arms: not necessary Small arms: maximum of adjusting gauge, ⇅ z : Maximum, ↺ z : minimum	⇅ z : Maximum

ที่ได้กล่าวมาข้างต้นเป็นเพียงขั้นตอนเริ่มต้นสำหรับการใช้งานเครื่อง ULM เพื่อการวัดงานหรือการสอบเทียบเครื่องมือที่มีความหลากหลายชนิดและประเภทเครื่องมือ ซึ่งหากผู้ใช้งานมีความเข้าใจในหลักการเบื้องต้นแล้วก็จะสามารถทำการวัดได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นก็ขึ้นอยู่กับค่าความไม่แน่นอนของการวัดนั้นๆ ด้วย

โดยทั่วไปค่า Uncertainty of length measurement ของเครื่อง ULM จะถูกออกแบบให้มีค่าความถูกต้องอยู่ที่ประมาณ ($U1 \leq [\ 0.2 + L / 1000\ ]$ ไมโครเมตร) หรือ ($U1 < [\ 0.2 + L / 500\ ]$ ไมโครเมตร) หรืออาจจะดีกว่านั้น ซึ่งขึ้นอยู่กับว่าผู้ผลิตแต่ละรายจะออกแบบให้เครื่อง ULM มีความถูกต้องแม่นยำได้ขนาดไหน ทั้งนี้ปัจจัยสำคัญของค่าความไม่แน่นอนของการวัดงานด้วยเครื่อง ULM ก็จะขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อมขณะทำการวัดด้วย ซึ่งส่วนใหญ่ห้องปฏิบัติการจะควบคุมสภาวะแวดล้อมไว้ที่ประมาณ 20 ± 1 หรือ 20 ± 2 องศาเซลเซียส โดยที่ผลต่างของอุณหภูมิระหว่างตัวมาตรฐาน ULM และชิ้นงานที่จะทำการวัดจะต้องไม่เกิน 0.1 องศาเซลเซียส และความแปรปรวนของสภาวะแวดล้อมขณะทำการวัดจะต้องเกิดขึ้นน้อยกว่า 0.3 องศาเซลเซียส/ชั่วโมง ค่าความไม่แน่นอนของการวัดจึงจะสามารถเป็นไปตามที่ผู้ผลิตกำหนดไว้ได้

เอกสารอ้างอิง

Anonymous. nd. LMI Universal Length Measuring Instruments and LMI-MS Measuring Program (Manual).np.

Anonymous. nd. Universal Horizontal Metroscope ULM 600 (Instruction Manual). GDR: ZEISS

มยุรา ล้านไชย จิตตา สาตร์เพ็ชร์ สมศักดิ์ เปรมประสงค์ นรา สุประพัฒน์โภคา ทรงเกียรติ รอดแดง และพฤกษ์ วงศ์พาณิชย์
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

การพัฒนาตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ และ ผลิตภัณฑ์มะม่วงอบแห้ง

ตอนที่ 1

บทนำ

มะม่วงเขียวมรกตปลูกกันแพร่หลายอยู่ที่ อำเภอบ้านโฮ่ง จังหวัดลำพูน มีลักษณะการเจริญเติบโตเร็ว ติดผลง่าย ติดผลดก เป็นมะม่วงที่มีอายุการเก็บเกี่ยวอยู่ได้นานกว่าพันธุ์อื่นๆ คือเริ่มแทงช่อดอกตั้งแต่กลางเดือนธันวาคมถึงเดือนมกราคม เก็บผลประมาณเดือนกรกฎาคมถึงเดือนสิงหาคม เก็บผลผลิตช้ากว่ามะม่วงชนิดอื่นๆ 3 - 4 เดือน ทำให้ขายได้ราคาดีหลังจากมะม่วงพันธุ์อื่นๆ หมดไปจากท้องตลาด (กลุ่มผู้ปลูกมะม่วงเขียวมรกรอำเภอบ้านโฮ่ง 2547)

มะม่วงเขียวมรกตเกิดจากการกลายพันธุ์โดยธรรมชาติจากการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์มะม่วงแก้วกับมะม่วงพันธุ์สามปี เป็นมะม่วงที่มีทรงพุ่มขนาดใหญ่ เจริญเติบโตเร็ว กิ่งก้านใหญ่เหนียวแข็งแรง ลักษณะผลคล้ายมะม่วงแก้ว ปลายผลงอนคล้ายปากนกแก้ว ติดผลเป็นพวง ขั้วผลเหนียว ดังแสดงในรูปที่ 1 เปอร์เซ็นต์การติดผลมาก เมื่อเปรียบเทียบกับมะม่วงพันธุ์อื่นๆ ขนาดของผลน้ำหนักโดยเฉลี่ย 250 - 450 กรัม มีเปลือกผลหนากว่ามะม่วงพันธุ์อื่นๆ ทั่วไป ผิวเนียนเรียบ ผลดิบมีสีเขียวมรกต ผลแก่มีสีเขียวเข้ม ผลสุกผิวสีเหลือง เนื้อผลหนาแน่น เนื้อละเอียดสีเหลือง ผลเมื่อแก่จัดมีรสมัน ผลสุกมีรสหวาน สามารถรับประทานได้ทั้งผลดิบและผลสุก ทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่แห้งแล้งได้เป็นอย่างดี ปลูกง่าย เจริญเติบโตได้เร็วจากการเสียบยอดจากมะม่วงต้นตอพันธุ์ตลับนาคเพียงสองปีก็ให้ผลผลิตแล้ว การดูแลเอาใจใส่ก็น้อย ไม่ต้องห่อ (กรมวิชาการเกษตร 2547) ถ้าปีไหนมะม่วงขาดตลาดราคาก็ขึ้นอย่างรวดเร็ว มะม่วงพันธุ์เขียวมรกตจึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่น่าสนใจที่อายุการเก็บเกี่ยวช้ากว่า หลังจากมะม่วงพันธุ์อื่นหมดจากท้องตลาดแล้วทำให้ขายได้ราคาดีในเดือนสิงหาคม

รูปที่ 1. ลักษณะลำต้น และผลของมะม่วงเขียวมรกต

อย่างไรก็ตามเมื่อมีการปลูกเพิ่มขึ้นจะมีมะม่วงบางส่วนล้นตลาด และการบริโภคสดเป็นความต้องการของตลาดภายในประเทศเท่านั้น ดังนั้นการแปรรูปเป็นมะม่วงอบแห้งจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง และมะม่วงอบแห้งยังเป็นความต้องการของตลาดต่างประเทศอีกด้วย

ดังนั้น การทำให้แห้งจึงเป็นวิธีหนึ่งของการถนอมอาหาร ซึ่งนิยมทำกันทั้งระดับชาวบ้านและอุตสาหกรรมมาช้านานแล้ว การทำให้แห้งมีหลายวิธี เช่น การตากด้วยแสงอาทิตย์ การอบแห้งด้วยลมร้อน และการอบแห้งแบบแช่เย็นเยือกแข็ง เป็นต้น วิธีตากแห้งด้วยแสงอาทิตย์ จะมีความสะดวกและเสียค่าใช้จ่ายน้อย โดยเฉพาะพลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดความร้อนที่ได้มาโดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย การตากแห้งโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์แบบดั้งเดิม เช่น การตากเนื้อ ปลา พืช ผักและผลไม้ ส่วนใหญ่ปัญหาที่เจอจะมีปัญหาในเรื่องฝุ่นละออง มีเชื้อจุลินทรีย์ แมลงวันตอม ซึ่งเป็นพาหะนำเชื้อโรค และทำให้เกิดหนอนขึ้นได้ เมื่อฝนตกหรืออากาศเย็น การตากอาจมีปัญหาเรื่องเชื้อรา เป็นเหตุให้เก็บไว้ได้ไม่นาน ทำให้ผู้บริโภคอาจเจ็บป่วยได้ และได้มีการพัฒนาการอบแห้งโดยใช้ตู้อบจากแหล่งพลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองพลังงานและค่าใช้จ่ายเป็นอย่างมาก ทำให้ต้นทุนการผลิตสูง

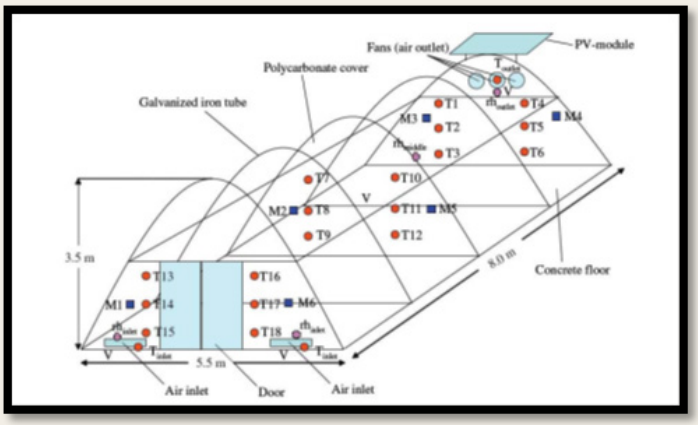
วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีต้นแบบตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์
2. พัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตมะม่วงเขียวมรกตอบแห้ง

หลักการการอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

การอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เป็นการอบแห้งผลิตผลโดยใช้ความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อระเหยน้ำออกจากผลิตผล โดยทั่วไปจะอาศัยการพาความร้อน (convective heat transfer) โดยทั่วไปสามารถแบ่งการอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาความร้อนได้เป็น 2 แบบ คือ แบบการพาความร้อนตามธรรมชาติ (natural convection circulation) ซึ่งอาศัยแรงลอยตัวเนื่องจากการพาความร้อน และแบบการพาโดยการบังคับอากาศ (forced-convection circulation) ซึ่งอาศัยแรงดันจากพัดลมเพื่อพาความร้อนไปยังผลผลิต นอกจากนี้ยังอาจแบ่งชนิดของการอบแห้งตามวิธีการรับรังสีโดยสามารถแบ่งได้ 4 แบบ ได้แก่ แบบรับรังสีโดยตรง (direct) แบบรับรังสีโดยอ้อม (indirect) แบบผสม (direct-indirect) แบบเรือนกระจก (greenhouse) (เสริม จันทร์ฉาย 2540)

สำหรับการพัฒนาเทคโนโลยีต้นแบบตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ที่ทาง วว. ได้ออกแบบในครั้งนี้จะใช้รูปแบบการอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ตามวิธีการรับรังสีแบบเรือน-กระจก ระบบอบแห้งนี้จะมีลักษณะเป็นโรงเรือน ซึ่งปิดคลุมด้วยวัสดุโปร่งแสง เช่น กระจก หรือพลาสติกชนิดต่างๆ เมื่อรังสีดวงอาทิตย์ส่องผ่านวัสดุดังกล่าวเข้าไปตกกระทบยังผลิตภัณฑ์ทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น และแผ่รังสีอินฟราเรดออกมา แต่รังสีดังกล่าวผ่านแผ่นวัสดุโปร่งแสงออกมาได้น้อยทำให้ความร้อนถูกกักเก็บอยู่ภายใน อุณหภูมิอากาศภายในจึงสูงขึ้น ช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์แห้งได้เร็ว โดยความชื้นที่ออกมาจากผลิตภัณฑ์จะมีพัดลมดูดอากาศเพื่อระบายความชื้นที่ระเหยจากผลิตภัณฑ์ออกมาสู่อากาศแวดล้อมภายนอก ตัวอย่างระบบอบแห้งแบบเรือนกระจก แสดงในรูปที่ 2

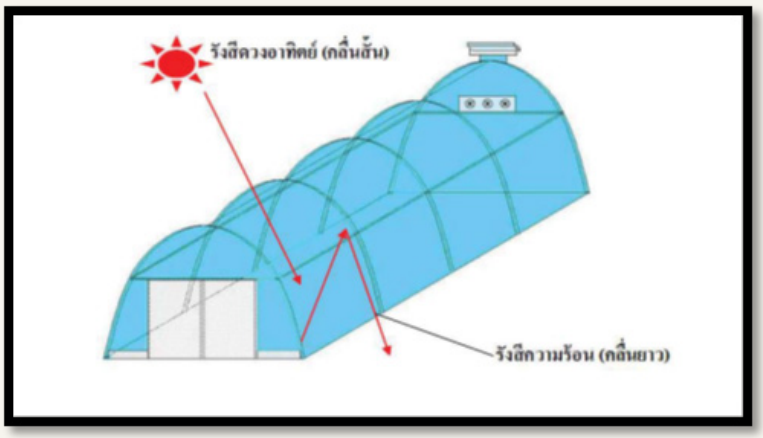


ที่มา: Janjai *et, al.* (2009)

รูปที่ 2. ระบบอบแห้งแบบเรือนกระจก ซึ่งพัฒนาที่มหาวิทยาลัยศิลปากร

หลักการทำงานของระบบอบแห้งแบบเรือนกระจก

เมื่อรังสีอาทิตย์ตกกระทบระบบอบแห้งจะส่งผ่านแผ่นพอลิคาร์บอเนตไปยังผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในชั้นวาง บางส่วนจะตกกระทบพื้นของระบบอบแห้ง ทำให้ภายในระบบอบแห้งมีอุณหภูมิสูงขึ้น และแผ่รังสีอินฟราเรดออกมา แต่เนื่องจากรังสีอินฟราเรดเป็นรังสีคลื่นยาวซึ่งส่วนมากไม่สามารถผ่านแผ่นพอลิคาร์บอเนตออกไปภายนอกได้ จึงเก็บกักอยู่ภายในระบบอบแห้ง อุณหภูมิภายในส่วนอบแห้งจึงสูงขึ้น ทำให้น้ำในผลิตภัณฑ์ระเหยออกมา และถูกพัดลมดูดอากาศด้านหลังของระบบอบแห้งดูดออกไปภายนอก อากาศแวดล้อมจะไหลผ่านช่องระบายอากาศด้านหน้าเข้ามาแทนที่ ดังแสดงในรูปที่ 3 ความชื้นของผลิตภัณฑ์จึงค่อยๆ ลดลง เนื่องจากผลิตภัณฑ์ได้รับพลังงานทั้งจากรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบโดยตรง และจากอากาศร้อนภายในส่วนอบแห้ง ดังนั้นจึงทำให้ผลิตภัณฑ์แห้งเร็วกว่าการตากแดดโดยวิธีธรรมชาติ นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ภายในระบบอบแห้งยังไม่ถูกรบกวนจากสิ่งสกปรกและการเปียกฝนด้วย



รูปที่ 3. หลักการทำงานของระบบอบแห้งแบบเรือนกระจก

วิธีการ

การสร้างต้นแบบตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์

ทางกลุ่มจึงมีความประสงค์ที่จะให้ทาง วว. พัฒนาระบบตู้อบมะม่วงที่ประหยัดพลังงาน มีค่าใช้จ่ายต่อหน่วยที่ต่ำ และกระบวนการแปรรูปมะม่วงที่ถูกวิธี รวมทั้งการออกแบบบรรจุภัณฑ์ เพื่อให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความเป็นเอกลักษณ์ และเป็นบรรจุภัณฑ์ต้นแบบในการทดลองตลาดของกลุ่ม

วว. ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญกับการถนอมอาหาร โดยได้ปรึกษากับผู้ประกอบการและให้แนวคิดในการสร้างตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นลักษณะตู้อบที่ได้มาตรฐาน เป็นตู้อบระบบอบแห้งแบบเรือนกระจก ตัวโครงสร้างของตู้จะวางบนฐานซีเมนต์ที่มีขนาดความกว้าง 4,639.60 x ยาว 6,654 x สูง 100 มิลลิเมตร ตัวโครงสร้างของตู้อบมีขนาดความกว้าง 4,050 x ยาว 6,057 มิลลิเมตร โครงสร้างของเหล็กขนาด 50x30 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 4

- ส่วนประกอบของตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์จะประกอบด้วย

1. แผ่นพอลิยูรีเทน (Polyurethane) 1 ชิ้น

แผ่นพอลิคาร์บอเนต เป็นพลาสติกที่มีความโปร่งใสและแข็งมาก ต้านทานการขีดข่วนได้ดี จึงมักใช้ทำผลิตภัณฑ์แทนแก้วหรือกระจก โดยมีสมบัติทั่วไป ดังนี้ มีความใสคล้ายกระจก มีความแข็ง เหนียว และยืดเกาะตัวดีมาก คงรูปดี เป็นฉนวนไฟฟ้าอย่างดี ทนความร้อนได้สูง จึงใช้แทนกระจกได้เป็นอย่างดี และไม่ติดไฟแต่จะทำให้ไฟดับ

สำหรับแผนพอลิคาร์บอเนตที่ใช้สำหรับงานวิจัยนี้ มีลักษณะเป็นแผ่นใส คลุมโครงสร้างทั้งหมดของตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ มีขนาดความหนา 2 มิลลิเมตร

2. โต๊ะสำหรับวางของ (table) 8 ชิ้น

โต๊ะสำหรับวางของที่ใช้สำหรับอบในตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ มีขนาดความกว้าง 1,013.81 x ยาว 1,413.81 x สูง 805 มิลลิเมตร ใช้โครงสร้างเหล็กขนาด 30x30 มิลลิเมตร

3. ประตูเลื่อน (slide door) 2 ชิ้น

ประตูเลื่อนที่ใช้จะมีขนาด ความกว้าง 1,230 x ยาว 1,800 มิลลิเมตร ตัวโครงสร้างที่ใช้สำหรับการเลื่อนของประตูจะมีความยาว 2,910 มิลลิเมตร ตัวแผ่นประตูจะใช้เป็นแผ่นพอลิคาร์บอเนต ซึ่งมีคุณสมบัติแผ่นพอลิคาร์บอเนต เป็นพลาสติกที่มีความโปร่งใสและแข็งมาก ต้านทานการขีดข่วนได้ดี ซึ่งมักใช้ทำผลิตภัณฑ์แทนแก้วหรือกระจก

4. แผงโซลาร์เซลล์ (Solar panel) 1 ชิ้น

แผงโซลาร์เซลล์ที่ใช้ใน 1 แผง จะมีขนาด 300x300 มิลลิเมตร ตัวฐานใช้โครงเหล็กที่สูง 805 มิลลิเมตร

5. พัดลมระบายอากาศ (fan) 1 ชิ้น

รูปที่ 4. ต้นแบบตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ อำเภอบ้านโฮ่ง จังหวัดลำพูน

สำหรับการพัฒนาสูตร กระบวนการผลิตมะม่วงเขียวมรกตอบแห้ง และผลการทดลองที่ได้จากการผลิตตู้อบและผลการผลิตมะม่วงอบแห้งจะเป็นอย่างไรนั้น โปรดติดตามได้ในวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฉบับถัดไป

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มผู้ปลูกมะม่วงเขียวมรกรอำเภอบ้านโฮ่ง. 2547. ประวัติที่มาของมะม่วงเขียวมรกต เอกสารประกอบการอบรมเรื่อง การผลิตมะม่วงเขียวมากรแบบ GAP 16 กุมภาพันธ์ 2549. ลำพูน: กลุ่มผู้ปลูกมะม่วงเขียวมรกรอำเภอบ้านโฮ่ง, 3 หน้า.

กรมวิชาการเกษตร. 2547. เขียวมรกต. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร, 44 หน้า.

เสริม จันทร์ฉาย. 2540. เอกสารประกอบการสอนวิชาการอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์. นครปฐม: ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

Janjai, S., Lamlert, N., Intawee, P., Mahayothee, B., Bala, B.K., Nagle, M. and Muller, J., 2009. Experimental and simulated performance of a PV-ventilated solar greenhouse dryer for drying of peeled longan and banana. *Solar Energy*, **83**, pp. 1550-1565.

กองประชาสัมพันธ์
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง
จังหวัดปทุมธานี 12120

วว. คว้า 8 รางวัล

จากผลงานนวัตกรรมจัดการขยะชุมชน และผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ

ณ เวทีประกวดสิ่งประดิษฐ์นานาชาติเจนีวา ครั้งที่ 49

งานสิ่งประดิษฐ์นานาชาติเจนีวา ครั้งที่ 49 **"The 49th International Exhibition of Inventions Geneva"** ที่จัดขึ้นระหว่างวันที่ 17 - 21 เมษายน 2567 ณ นครเจนีวา สมาพันธรัฐสวิส ได้รับความสนใจจากผู้เข้าร่วมงานจากนานาประเทศทั้งภาครัฐ เอกชน นักลงทุน มากกว่า 50,000 คน และมีผู้เข้าร่วมประกวดและจัดแสดงผลงานกว่า 1,000 ผลงาน จากนานาประเทศกว่า 40 ประเทศ

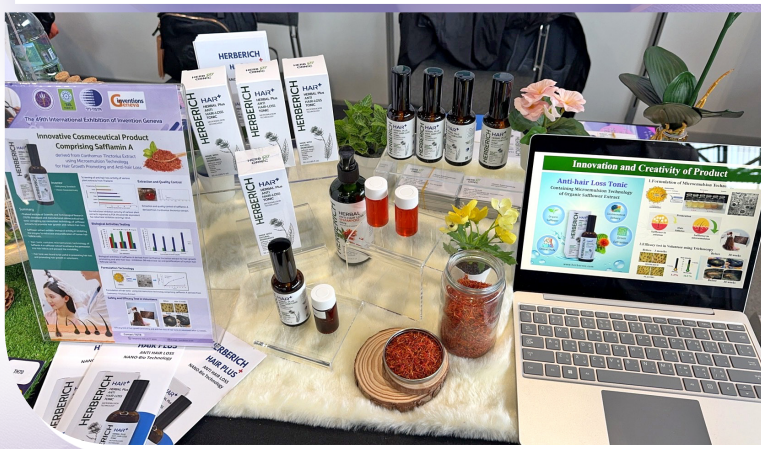
กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (อว.) โดย สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) พร้อมด้วยหน่วยงานวิจัยภาครัฐ สถาบันการศึกษา รัฐวิสาหกิจและภาคเอกชน จาก 37 หน่วยงาน ร่วมนำผลงานวิจัย สิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรม เข้าร่วมประกวดและจัดแสดงจำนวน 94 ผลงาน นับเป็นโอกาสสำคัญในการส่งเสริมและสนับสนุนนักประดิษฐ์และนักวิจัยไทยในการได้แลกเปลี่ยนความรู้ เทคโนโลยี และประสบการณ์ กับนักประดิษฐ์และนักวิจัยจากนานาประเทศ และได้เผยแพร่ผลงาน รวมถึงได้แสดงความสามารถในการประดิษฐ์คิดค้นสิ่งที่เป็นประโยชน์ต่อสายตาชาวโลก

โอกาสนี้ **ดร.ชุติมา เอี่ยมโชติชวลิต ผู้ว่าการสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ได้นำคณะนักวิจัย วว.** และคณะผู้ประกอบการที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีเชิงพาณิชย์จาก วว. ได้แก่ บริษัท เฮอร์บอนิก จำกัด บริษัท Kururo Infinite Co., Ltd. บริษัท Clara Innovation Co., Ltd. บริษัท ODEESTYLE CO., Ltd. และบริษัท สไมล์ คอร์เนอร์ จำกัด (สำนักงานใหญ่) ร่วมโชว์ผลงานนวัตกรรมจัดการขยะชุมชนและผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ ซึ่งได้รับการคัดเลือกจาก สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ ให้เข้าร่วมประกวดและจัดแสดงในเวทีดังกล่าว

โดยผลงาน วว. ได้รับการตัดสินจากคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านทรัพย์สินทางปัญญาจากนานาประเทศให้ได้รับรางวัลจากผลงานที่นำไปจัดแสดงและส่งเข้าร่วมประกวดจำนวนทั้งสิ้น 8 รางวัล ซึ่งได้รับเกียรติจาก **นางสาวศุภมาส อิสรภักดี รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม** เป็นประธานในพิธีมอบเหรียญรางวัล เมื่อวันที่ 20 เมษายน 2567 ณ นครเจนีวา สมาพันธรัฐสวิส โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ผลงานเทคโนโลยี/นวัตกรรมการจัดการขยะชุมชนและสร้างมูลค่าเพิ่มตามหลักเศรษฐกิจหมุนเวียน ได้รับรางวัล Award for outstanding innovation “Prize of Hong Kong Delegation” รางวัล NRTC SPECIAL AWARD for the Excellent Invention และเหรียญรางวัล GOLD MEDAL นำเสนอโดย **ดร.เรวดี อนุวัฒนา ผู้เชี่ยวชาญวิจัย วว. และนางสาวปัทมาพร พ่วงงามพันธุ์ นักวิจัย ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมพลังงานสะอาดและสิ่งแวดล้อม** โดย วว. ขับเคลื่อนการจัดการขยะชุมชนตามหลักเศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy) นำวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรม (วทน.) มาปรับใช้ให้เหมาะสมในการจัดการขยะอย่างครบวงจร มุ่งเน้นเพิ่มสัดส่วนการรีไซเคิลเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ในรูปแบบวัตถุดิบรอบสอง ตลอดจนพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์ชุมชนจากของเหลือทิ้ง เพื่อเปลี่ยนขยะเป็นการสร้างรายได้ (Waste to Wealth) และใช้ประโยชน์จากพลังงานทดแทนอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อเปลี่ยนขยะเป็นพลังงาน (Waste to Energy) โดยใช้เทคโนโลยีที่ชุมชนเข้าถึงง่าย เน้นการมีส่วนร่วมของชุมชนเพื่อให้สามารถบริหารจัดการได้ด้วยตนเองอย่างยั่งยืน นอกจากนั้นยังได้ขยายขอบข่ายพื้นที่บริหารจัดการขยะชุมชนและรูปแบบดำเนินการสู่ภาคอุตสาหกรรมเพื่อสิ่งแวดล้อมโดยรวม ผ่านการบูรณาการความร่วมมือกับพันธมิตรภาครัฐและเอกชน ทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ

ผลิตภัณฑ์นาโนแฮร์โทนิคจากสารสกัดดอกคำฝอย โดยใช้เทคโนโลยีไมโครอิมัลชันของสาร Safflomin A ในสารสกัดดอกคำฝอย เพื่อกระตุ้นการงอกของเส้นผมและลดการเกิดผมร่วง ได้รับเหรียญรางวัล SILVER MEDAL นำเสนอโดย **ดร.สิทธิพงศ์ สรเดช นักวิจัย ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมผลิตภัณฑ์สมุนไพร (ศนส.) ร่วมกับ บริษัท เฮอร์บอนิก จำกัด** ผลิตภัณฑ์อุดมด้วยสารสกัดดอกคำฝอยที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพในการยับยั้งเอนไซม์ 5α reductase ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดผมร่วงและศีรษะล้านได้ใกล้เคียงกับตัวยามาตรฐาน Dutasteride และ Finasteride มีฤทธิ์กระตุ้นการเพิ่มจำนวนของเซลล์รากผมได้ดีเทียบเท่ายาไมน็อคซิดิล โดยเทคโนโลยีไมโครอิมัลชันช่วยเพิ่มการซึมผ่านสาร Safflomin A เข้าสู่เซลล์รากผมได้สูงกว่า 5 เท่า ผลิตภัณฑ์สามารถป้องกันการเกิดผมร่วงและช่วยกระตุ้นการงอกของเซลล์รากผมได้ดีว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใส่สารสกัดถึงร้อยละ 16.5



ผลงานผลิตภัณฑ์ส่งเสริมการนอนหลับและบรรเทาอาการกรนด้วยผลิตภัณฑ์เสริมอาหารรูไซเร็น ได้รับรางวัล Distinguished Innovation Award จาก King Abdulahziz University และเหรียญรางวัล BRONZE MEDAL นำเสนอโดย **นางสาวอุบล ฤกษ์อ่ำ และ ดร.ศรัญญา เหล่าวิทยางค์กูร นักวิจัยอาวุโส ศนส. ร่วมกับ บริษัท Kururo Infinite Co., Ltd.** ผลิตภัณฑ์มีส่วนประกอบเป็นสารสกัดจากผลลำใยที่สกัดด้วยเอทานอล มีประสิทธิภาพยับยั้งอนุมูลอิสระ การทดสอบในสัตว์ทดลอง พบว่ามีฤทธิ์ทำให้หนูผ่อนคลาย นอนหลับได้ดีและนานขึ้น (Model Light-dark task) การทดสอบในอาสาสมัครจำนวน 20 คน พบว่าสามารถส่งเสริมให้นอนหลับได้ดี นานขึ้น และลดอาการนอนกรนได้ หลังจากรับประทานทุกวันในเวลา 1 สัปดาห์

ผลิตภัณฑ์เจลลิงเพื่อลดรอยแตกลายผิวหนังหน้าท้องด้วยสารสกัดเพปไทด์จากแพะ ได้รับเหรียญรางวัล BRONZE MEDAL นำเสนอโดย **นางสาวอุบล ฤกษ์อ่ำ และ ดร.ศรัญญา เหล่าวิทยางค์กูร นักวิจัยอาวุโส ศนส. ร่วมกับบริษัท Clara Innovation Co., Ltd. และ ODEESTYLE Co., Ltd.** ผลิตภัณฑ์มีส่วนประกอบของสารสกัดเพปไทด์จากหนังแพะและอุ้งเท้าแพะ ที่เป็นส่วนเหลือทิ้งจากการแปรรูปเนื้อแพะแช่แข็ง มีขนาดของโมเลกุลขนาดเล็ก 2-5 kD และมีกรดแอมิโนชนิด proline, Arginine และ glycine เป็นหลัก มีประสิทธิภาพในการยับยั้งอนุมูลอิสระได้เทียบเท่าวิตามินซีที่ความเข้มข้น 100 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร และมีฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส อิลาสเตส และคอลลาจิเนส มีฤทธิ์กระตุ้นการสร้างคอลลาเจนและยับยั้งสารสื่ออักเสบเมื่อทำการทดสอบในเซลล์ ผลิตภัณฑ์อยู่ในรูปแบบเจล มีคุณสมบัติช่วยให้ผิวอุ้มน้ำได้ดี สมานริ้วรอย กระชับเซลล์ผิวหนัง และรอยด่างดำที่ผิวหนังหน้าท้องของสตรีหลังคลอดบุตร

ซีรัมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเห็ด กักเก็บในระบบนำส่งสารแบบไฟโตโซมเพื่อยับยั้งการสร้างเม็ดสีเมลานินที่ผิดปกติ ได้รับเหรียญรางวัล BRONZE MEDAL นำเสนอโดย **ดร.สมกมล อินทวงค์ นักวิจัยอาวุโส ศนส. ร่วมกับบริษัท สไมล์ คอร์เนอร์ จำกัด (สำนักงานใหญ่)** โดยใช้นวัตกรรมกักเก็บสารสกัดในอนุภาคขนาดเล็กรูปแบบไฟโตโซม ที่ช่วยให้สารออกฤทธิ์ซึมผ่านเข้าสู่ผิวได้อย่างล้ำลึก ตรงเป้าหมาย พัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์บำรุงผิวในรูปแบบซีรัมอุดมด้วยสารออกฤทธิ์ที่สกัดจากเห็ดถั่วฝรั่ง (Coprinus comatus) ประกอบด้วย สารฟินอลิก และบีตา-กลูแคน พร้อมด้วยวิตามินชนิดต่างๆ ที่ช่วยฟื้นฟูบำรุงผิวให้เรียบ เนียน กระชับ ผิวสว่างกระจ่างใส

"...การนำเสนอผลงาน วว. ในเวทีระดับนานาชาติดังกล่าว นับเป็นการสร้างชื่อเสียงให้ผลงานวิจัยและพัฒนาแสดงถึงศักยภาพในการประดิษฐ์คิดค้นสิ่งที่เป็นประโยชน์และสร้างโอกาสที่ดีให้แก่ผู้ประกอบการที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีจาก วว. ในการประชาสัมพันธ์ให้เป็นที่รู้จักในตลาดระดับสากล วว. ภาคภูมิใจที่ได้นำผลงานวิจัยและพัฒนาทั้งในด้านนวัตกรรมและผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีศักยภาพช่วยตอบโจทย์ แก้ปัญหาด้านการพัฒนาอย่างยั่งยืน ทั้งนี้ วว. พร้อมเป็นส่วนหนึ่งของความสำเร็จในการพัฒนาประเทศทั้งในเชิงสังคมและเชิงพาณิชย์...และจากการที่ผลงานของ วว. ได้รับการพิจารณาให้ได้รับรางวัลนั้น ความสำเร็จในครั้งนี้เป็นความภาคภูมิใจของ วว. อีกวาระหนึ่ง ในการนำความเชี่ยวชาญเข้าไปตอบโจทย์ ช่วยแก้ไขปัญหา พัฒนาสิ่งที่เป็นประโยชน์ต่อประเทศอย่างเป็นรูปธรรมและเป็นที่ประจักษ์ในเวทีนานาชาติ วว. พร้อมเดินเคียงข้างพี่น้องประชาชน ผู้ประกอบการ เพื่อความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน ของเศรษฐกิจประเทศ" ดร.ชุติมา เอี่ยมโชติชวลิต ผู้ว่าการ วว. กล่าว

วว. พร้อมให้บริการวิจัยและพัฒนาแก่ผู้ประกอบการ OTOP SMEs วิสาหกิจชุมชน เกษตรกร ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ เพิ่มมูลค่า ช่วยแก้ไขปัญหาการประกอบการด้วยผลงานวิจัย ให้บริการและถ่ายทอดเทคโนโลยีด้วย วทน. สอบถามรายละเอียดเพิ่มเติม ได้ที่ โทร. 0 2577 9000 หรือที่ "วว. JUMP" และ E-mail : tistr@tistr.or.th

วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)
กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

Tel. 0 2577 9000 / Fax 0 2577 9009

E-mail : tistr@tistr.or.th Website : www.tistr.or.th