



UNISEARCH JOURNAL

ปีที่ 6 ฉบับที่ 3 กันยายน - ธันวาคม 2562

พลังงานทางเลือก... ความมั่นคงทางพลังงานของประเทศ

แนวโน้มทิศทางและเทคโนโลยีพลังงานไฟฟ้าในอนาคต

การผลิตเชื้อเพลิงเหลวทดแทนดีเซลจาก
กระบวนการไพโรไลซิสขยะพลาสติกและชีวมวล

การศึกษาและพัฒนาโครงข่ายการส่งจ่ายและ
พื้นที่สาธารณะภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน

การพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำเพื่อบรรลุเป้าหมาย
การพัฒนาอย่างยั่งยืน

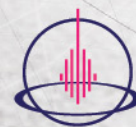
สถานภาพความเป็นอาคารราชการเขียว
และแนวทางการปรับปรุงกรณีศึกษา :
กลุ่มอาคารคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ISSN 2465-3764



9 77246 53764 8



อย่าปล่อยให้ผลงานวิจัยขึ้นหิ้งอีกต่อไป !

ร่วมเป็นส่วนหนึ่งในการเผยแพร่ผลงานวิจัยและงานวิชาการ
กับ **Unisearch Journal** ในวันนี้
เพื่อสังคมและการพัฒนาที่ก้าวไกลของประเทศ

สนใจติดต่อ :

งานสื่อสารและประชาสัมพันธ์
ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
โทร. 0-2218-2880 ต่อ 567
หรืออีเมล unisearchjournal@gmail.com

*เงินสนับสนุนสามารถนำไปลดหย่อนภาษีได้ 2 เท่า



ความมั่นคงทางพลังงานของประเทศ เป็นประเด็นท้าทายของประเทศต่าง ๆ โดยเฉพาะประเทศกำลังพัฒนา ซึ่งครอบคลุมทั้งการจัดหาพลังงาน การบริโภคพลังงาน ประสิทธิภาพของการใช้พลังงาน และการใช้พลังงานที่ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ท่ามกลางปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และความเสื่อมโทรมและร่อยหรอของทรัพยากรธรรมชาติที่ทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น การวิจัยและพัฒนาเพื่อแสวงหาทางเลือกและรูปแบบของการใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดความยั่งยืนจึงเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง ควบคู่ไปกับการสร้างจิตสำนึกในการรับผิดชอบต่อสังคม และการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมในการบริโภคทรัพยากรของมนุษย์ ประเทศต่าง ๆ จึงให้ความสำคัญกับการวิจัยและพัฒนาพลังงานทดแทน พลังงานสะอาด และพลังงานทางเลือกในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อใช้ในชีวิตประจำวันของประชาชนและเพื่อการพัฒนาประเทศในการสร้างความมั่นคงทางพลังงาน ทั้งนี้ สิ่งสำคัญในการพัฒนาพลังงานทางเลือกเพื่อให้เกิดความยั่งยืนในการพัฒนาประเทศ คือ การพัฒนาพลังงานทางเลือกบนพื้นฐานของศักยภาพและความเหมาะสมของประเทศ ทั้งทางด้านเทคนิค เศรษฐกิจ และสังคม รวมทั้ง การขับเคลื่อนเพื่อเปลี่ยนผ่านให้พลังงานทางเลือกกลายเป็นพลังงานกระแสหลักของประเทศ

กองบรรณาธิการ

ปีที่ 6 ฉบับที่ 3 (กันยายน - ธันวาคม 2562)

ผู้จัดทำ

- ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ที่ปรึกษา

- รองศาสตราจารย์ ดร. วิศณุ ทรัพย์สมพล
- รองศาสตราจารย์ ดร. ทวีวงศ์ ศรีบุรี
- ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เสาวนีย์ วิจิตรโกสม
- ดร. สุวิชัย ตั้งใจตรง
- รองศาสตราจารย์ ดร. สุชนา ขวณิชย์

กองบรรณาธิการ

- ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เสาวนีย์ วิจิตรโกสม
- Dr. Wyn Ellis
- นางสาวประภาพร ฐาปนพงษ์
- นางสาวเปรมสุดา จิวนอก
- นางสาวบุปผาดี มัธยม
- นางสาวสิริมา นิลท้วม

ติดต่อสอบถาม

ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
254 อาคารวิจัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ชั้น 4
ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
โทรศัพท์ 0-2218-2880
โทรสาร 0-2218-2859
อีเมล unisearchjournal@gmail.com
www.unisearch.chula.ac.th

“บทความ ข้อเขียน หรือความคิดเห็นต่าง ๆ ในวารสารนี้เป็นทรัพย์สินของผู้เขียน กองบรรณาธิการไม่มีส่วนในความเห็นในข้อเขียนเหล่านั้น”

3

แนวโน้มทิศทางและเทคโนโลยีพลังงานไฟฟ้าในอนาคต

10

การผลิตเชื้อเพลิงเหลวทดแทนดีเซลจากกระบวนการไพโรไลซิส
ขยะพลาสติกและชีวมวล

17

การพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำเพื่อบรรลุเป้าหมายการพัฒนา
อย่างยั่งยืน

27

สถานภาพความเป็นอาคารราชการเขียวและแนวทางการปรับปรุง
กรณีศึกษา: กลุ่มอาคารคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

35

การศึกษาและพัฒนาโครงข่ายการสัญจรและพื้นที่สาธารณะ
ภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน

42

สัมภาษณ์

รองศาสตราจารย์ ดร. ญัฏฐา ทองจุล

นวัตกรรมเคมีชีวภาพทางเลือกสู่ความยั่งยืนของประเทศไทย

49

รอบตัวเรา

พลังงานเพื่อความยั่งยืน

53

แนะนำโครงการ

โครงการศึกษาพฤติกรรมระหว่างการประชุม

เพื่อส่งเสริมกิจกรรมทางกาย และลดพฤติกรรมเนือยนิ่ง
ของประชากรกลุ่มวัยทำงาน

55

ข่าวและกิจกรรม



3



10



17



27



35

42



แนวโน้มทิศทางและเทคโนโลยี พลังงานไฟฟ้าในอนาคต

รองศาสตราจารย์ ดร.กุลยศ อุดมวงศ์เสรี

สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้รับผิดชอบหลักของบทความ email: kulyos.a@chula.ac.th

บทนำ

ปัจจุบัน ไฟฟ้าเป็นพลังงานหลักที่ขับเคลื่อนเศรษฐกิจโลกและเป็นปัจจัยที่ 5 ในการดำรงชีวิตของมนุษย์ หากปราศจากไฟฟ้าแล้ว กิจกรรมหลักต่าง ๆ อาจต้องหยุดชะงักและส่งผลต่อวิถีการดำเนินชีวิตของมนุษย์ได้ ด้วยการที่การผลิตและส่งไฟฟ้ามีความง่ายและประสิทธิภาพสูง จึงทำให้เกิดการส่งเสริมให้มีการนำพลังงานไฟฟ้าเข้ามาใช้ในภาคส่วนต่าง ๆ มากมายซึ่งยังจะทำให้ไฟฟ้ามีบทบาทมากยิ่งขึ้น ท่ามกลางโลกแห่งเทคโนโลยีดังเช่นทุกวันนี้ สิ่งอำนวยความสะดวกในการดำรงชีวิตของมนุษย์ล้วนต้องใช้พลังงานไฟฟ้า เพราะไฟฟ้า คือ รูปแบบของพลังงานที่สามารถผลิตได้ง่ายและสามารถแปลงเป็นพลังงานรูปแบบอื่นและนำไปใช้ได้ง่าย ไม่ว่าจะเป็นระบบการผลิตไฟฟ้าที่ได้มาจากโซลาร์เซลล์ที่สามารถแปลงพลังงานจากแสงอาทิตย์มาเป็นพลังงานไฟฟ้าได้ หรือการนำพลังงานไฟฟ้าไปใช้ผ่านเครื่องอำนวยความสะดวกต่าง ๆ เช่น การแปลงพลังงานไฟฟ้าไปเป็นแสงสว่างของหลอดไฟ หรือรถยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานกลที่แปลงมาจากพลังงานไฟฟ้า เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันเทคโนโลยีในการผลิต ส่ง และจำหน่ายไฟฟ้าได้ตกอยู่ภายใต้กระแสการเปลี่ยนแปลง ซึ่งสาเหตุหลักของการเปลี่ยนแปลงมาจากการที่แหล่งเชื้อเพลิงที่ใช้เป็นพลังงานในปัจจุบัน คือ เชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น ถ่านหิน น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ มีปริมาณลดลง ประกอบกับเชื้อเพลิงเหล่านี้มีส่วนก่อให้เกิดมลภาวะที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม เช่น การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gases emission) การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ (Climate change) เป็นต้น ดังนั้น กระแสแนวทางการนำพลังงานหมุนเวียนที่มีความสะอาดมาใช้ จึงได้รับการตอบสนองเป็นอย่างดีมากขึ้นเป็นลำดับ ประกอบกับความเจริญก้าวหน้าของเทคโนโลยีการสื่อสารที่อินเทอร์เน็ตเข้ามามีบทบาทในการเชื่อมต่อ การรับ-ส่งข้อมูลในทุกกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับระบบโครงข่ายไฟฟ้า ไม่ว่าจะเป็น การผลิต การใช้ไฟฟ้า หรือการควบคุมดูแลระบบ ทำให้ผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถรับรู้ข้อมูลและสถานการณ์เกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้า ณ ขณะเวลาใด ๆ ได้ ดังนั้น โลกกำลังก้าวเข้าสู่ระบบไฟฟ้ารูปแบบใหม่ที่จะมีการบริหารจัดการไฟฟ้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและมีประสิทธิภาพมากขึ้น เพื่อเตรียมความพร้อมและรองรับการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นในอนาคตอันใกล้

ด้วยกระบวนการความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของมนุษย์ผนวกกับการค้นคว้าวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมต่าง ๆ ได้ทำให้โลกมุ่งไปสู่การผลิตและใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของมนุษย์โดยที่ยังเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมได้

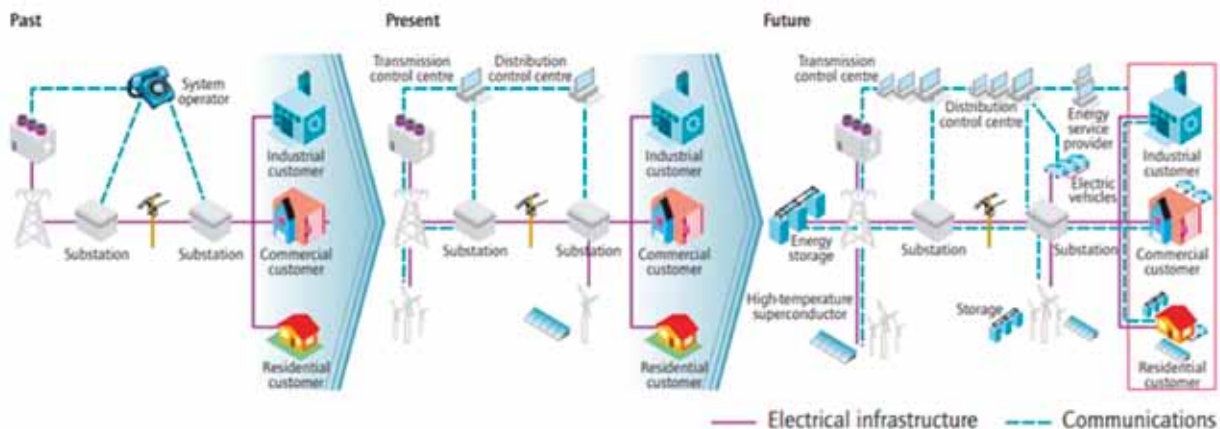
พัฒนาการของระบบไฟฟ้าในประเทศไทย

ประเทศไทยมีหน่วยงานหลักในการผลิตไฟฟ้า คือ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ซึ่งเป็นองค์กรหลักในการผลิตและส่งไฟฟ้าให้แก่การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) และผู้ใช้ไฟฟ้ารายใหญ่ ตามกฎหมายกำหนด พร้อมทั้งดำเนินธุรกิจอื่น ๆ ที่เกี่ยวเนื่องกับกิจการไฟฟ้าภายใต้กรอบพระราชบัญญัติ กฟผ. โดยการผลิตไฟฟ้าที่ผ่านมามีทั้งแบบโรงไฟฟ้าที่ใช้ถ่านหิน น้ำมันเตา ก๊าซธรรมชาติ และพลังน้ำจากเขื่อนขนาดใหญ่ นอกจากนี้ยังมีการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานสะอาด เช่น พลังงานลม และพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้น แต่ก็ยังอยู่ในสัดส่วนที่น้อยมาก เมื่อเทียบกับการผลิตไฟฟ้าด้วยถ่านหิน น้ำ และก๊าซธรรมชาติ และเพื่อให้มีปริมาณกระแสไฟฟ้าที่เพียงพอต่อความต้องการของผู้ใช้ในประเทศ และมีเหลือเป็นกำลังผลิตไฟฟ้าสำรองเพื่อความมั่นคงทางด้านพลังงานของประเทศเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน ปัจจุบัน การไฟฟ้าฝ่ายผลิตของประเทศไทยยังทำสัญญา รับซื้อไฟฟ้าจากประเทศเพื่อนบ้านซึ่งส่วนใหญ่มาจากเขื่อนในประเทศลาว

ไฟฟ้าได้เข้ามาสู่ประเทศไทยตั้งแต่สมัยรัชกาลที่ 5 ในปี พ.ศ. 2427 จนถึงปัจจุบัน (พ.ศ. 2563) เป็นเวลา 136 ปี ระบบผลิต ระบบส่ง และระบบจำหน่ายไฟฟ้า ยังไม่ได้มีรูปแบบที่เปลี่ยนแปลงไปมากเท่าใด โดยที่ผ่านมามีการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยมีหน้าที่ผลิตและส่งไฟฟ้าจากระบบผลิตผ่านระบบส่งไปยังระบบจำหน่ายของการไฟฟ้านครหลวงและการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ณ สถานีไฟฟ้าย่อย (substation) ซึ่งกระจายอยู่ในพื้นที่แต่ละแห่งทำหน้าที่เป็นจุดเชื่อมต่อระหว่างระบบสายส่งกับระบบจำหน่ายไฟฟ้าเข้าด้วยกัน เพื่อควบคุมการไหลของพลังงานไฟฟ้าในระบบและปรับขนาดแรงดันให้เหมาะสมก่อนกระจายไฟฟ้าไปสู่ผู้บริโภค ไม่ว่าจะเป็น

การใช้ในภาคครัวเรือน ภาคพาณิชย์กรรม และภาคอุตสาหกรรม ทั้งนี้ หากในการดำเนินการแต่ละกระบวนการจะต้องมีการติดต่อสื่อสาร หรือเมื่อเกิดปัญหาเกิดขึ้นในแต่ละส่วน ยังต้องใช้เจ้าหน้าที่ (ไม่ว่าจะอยู่ในส่วนการผลิต การจำหน่ายไฟฟ้า หรือผู้ใช้ไฟฟ้า) เป็นผู้ดำเนินการติดต่อสื่อสาร ส่งข้อมูล และจัดการปัญหา เป็นหลัก (ภาพที่ 1)

อย่างไรก็ดี ในช่วงประมาณ 10 ปีที่ผ่านมา ระบบโครงข่ายไฟฟ้าได้เริ่มเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมากขึ้นด้วยความต้องการไฟฟ้าที่เพิ่มมากขึ้นและการเข้ามาของเทคโนโลยีที่ทันสมัยมากยิ่งขึ้น โดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้าเริ่มมีการพัฒนาการเชื่อมต่อระบบโครงข่ายไฟฟ้าที่ทันสมัย (Modern) และเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการไฟฟ้ามากยิ่งขึ้น ตั้งแต่ผู้ผลิตไฟฟ้าทั้งจากที่ผลิตขึ้นเองและจากการรับซื้อจากผู้ผลิตรายย่อยอื่น ๆ การเก็บสำรองพลังงานไฟฟ้า การกระจายไฟฟ้าไปตามความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งทุกขั้นตอนมีการนำเทคโนโลยีอัตโนมัติเข้ามาใช้มากขึ้น โดยมีศูนย์ควบคุมระบบส่ง (Transmission System Operator: TSO) และศูนย์ควบคุมระบบจำหน่าย (Distribution System Operator: DSO) ที่มีการติดตั้งระบบการจัดการไฟฟ้าที่เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่สามารถสื่อสารกันเองและตัดสินใจทำงานระหว่างกันเองได้ จึงทำให้ระบบการไฟฟ้ามีความฉลาดมากขึ้น เพราะการติดตั้งเครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ส่งสัญญาณได้ระหว่างกันและสามารถนำข้อมูลมาตัดสินใจการทำงานได้นั้น เปรียบเทียบได้กับการใส่ ตา หู จมูก ให้กับระบบไฟฟ้า ทำให้อุปกรณ์เครื่องส่งสัญญาณ/เซนเซอร์ที่ควบคุมเหล่านี้สามารถติดตามและตรวจสอบการทำงานของระบบไฟฟ้า และเก็บข้อมูลในทุกกระบวนการทำงานที่เกิดขึ้น และส่งข้อมูลต่าง ๆ ให้สมองตัดสินใจการทำงานอย่างอัตโนมัติได้ ซึ่งจะส่งผลให้ระบบไฟฟ้ามีประสิทธิภาพมากขึ้นและผู้ควบคุมดูแลระบบไฟฟ้า



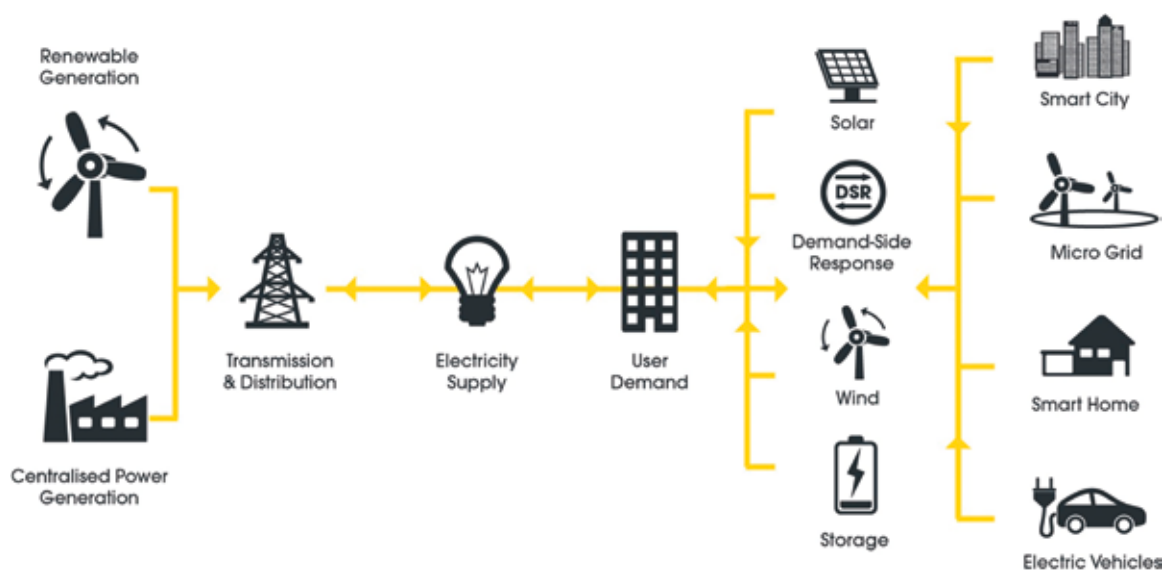
ภาพที่ 1 พัฒนาการของระบบไฟฟ้าในอดีต ปัจจุบัน และอนาคต
ที่มา : International Energy Agency (IEA) (2011)

สามารถรู้เท่าทันกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว โดยระบบไฟฟ้าที่จะเกิดขึ้นในอนาคตนั้น มีชื่อรวมเรียกว่า ระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ หรือ ระบบโครงข่ายสมาร์ทกริด (smart grid) นั่นเอง

นอกจากนั้น แนวโน้มในการเปลี่ยนแปลงด้านพลังงานที่เกิดขึ้นจากพฤติกรรมของผู้บริโภคที่เปลี่ยนไปในอนาคตยังเป็นสิ่งที่หน่วยงานภาครัฐหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับความมั่นคงด้านพลังงานต้องเตรียมความพร้อมเพื่อรองรับเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้น นั่นคือ ผู้บริโภค (ผู้ใช้ไฟฟ้า) ที่แต่เดิมต้องซื้อไฟฟ้าใช้เพียงอย่างเดียว จะสามารถเป็นผู้ผลิตไฟฟ้าขึ้นใช้เองได้ เช่น การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานงานแสงอาทิตย์ด้วยการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ (solar cell) บนหลังคาบ้านของตนเอง เป็นต้น นอกจากการผลิตเองเพื่อใช้เองแล้ว ไฟฟ้าบางส่วนยังสามารถขายคืนให้กับการไฟฟ้านครหลวงหรือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคได้ ซึ่งแนวโน้มในอนาคตมีความเป็นไปได้สูงมากว่า ผู้บริโภคจะสามารถผลิตไฟฟ้าขึ้นได้เองและขายคืนให้กับการไฟฟ้าหรืออาจจะทำการซื้อขายโดยตรงระหว่างผู้ที่มีไฟฟ้าเหลือขายและผู้ที่ต้องการใช้ไฟฟ้าที่อยู่ในละแวกพื้นที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งจะเห็นว่าการเปลี่ยนแปลงด้านพลังงานไฟฟ้าในอนาคตจะเปลี่ยนรูปแบบไปจากเดิมไปอย่างมาก จากผู้ผลิตที่มีหน้าที่ผลิตและจำหน่ายไฟฟ้าให้ผู้บริโภคเพียงอย่างเดียว หรือผู้บริโภคที่มีหน้าที่ซื้อไฟฟ้ามาใช้ได้อย่างเดียวซึ่งเป็นการไหลของไฟฟ้าและข้อมูลในทิศทางเดียวนั้น ในอนาคตก็จะมีเปลี่ยนแปลงไป โดยบทบาทของผู้ผลิตแต่เดิมที่ทำหน้าที่ผลิตและส่ง และจำหน่ายไฟฟ้าเพียงอย่างเดียวก็จะเปลี่ยนไปโดยสามารถเป็นได้ทั้งผู้ผลิตและผู้รับซื้อไฟฟ้า เช่นเดียวกับ

ผู้บริโภคที่แต่เดิมเป็นผู้ใช้ไฟฟ้าเพียงอย่างเดียวก็จะสามารถเป็นได้ทั้งผู้บริโภคและผู้ผลิตไฟฟ้าได้ในคราวเดียวกัน ซึ่งเรียกว่าเป็น prosumer ซึ่งเป็นการสมมติว่า consumer และ producer เข้าด้วยกันนั่นเอง (ภาพที่ 2)

อย่างไรก็ดี ไฟฟ้าที่ผลิตได้จาก prosumer มักจะมีความไม่เสถียรเนื่องจากส่วนใหญ่ผลิตได้จากพลังงานหมุนเวียนที่ขึ้นอยู่กับธรรมชาติเป็นหลัก ซึ่งอาจมีความผันผวนสูง ดังนั้น หากในอนาคตระบบโครงข่ายไฟฟ้ามีปริมาณ prosumer มากขึ้น ระบบไฟฟ้าหลักจะต้องมีความมั่นคงสูงขึ้นเพื่อรองรับและชดเชยความผันผวนเหล่านี้ให้ได้ นอกจากนี้ ผู้ใช้ไฟฟ้าเองก็ต้องปรับตัวให้มีความยืดหยุ่นต่อการใช้พลังงานมากขึ้นและจะต้องปรับความต้องการใช้ไฟฟ้าให้สามารถตอบสนองต่อสถานการณ์การผลิตไฟฟ้าที่มีในระบบได้เพื่อช่วยรักษาความมั่นคงของระบบไฟฟ้าโดยรวม ซึ่งในอนาคตผู้ใช้อาจต้องมีการติดตั้งระบบกักเก็บพลังงาน (energy storage) เพื่อเป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรอง และต้องมีการนำเทคโนโลยีใหม่ๆ ที่ชาญฉลาดมาใช้ในส่วนของผู้ใช้ไฟฟ้าด้วย เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านที่สามารถบอกสถานการณ์ใช้ไฟฟ้าของตนเอง หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านที่สามารถทำงานอย่างอัตโนมัติได้ ซึ่งจะทำให้บ้านกลายเป็นบ้านอัจฉริยะ (smart home) หรือหลายบ้านหลายอาคารรวมตัวกันกลายเป็นเมืองอัจฉริยะ (smart city) ซึ่งสามารถบริหารจัดการการผลิตและการใช้พลังงานภายในขอบเขตของระบบไฟฟ้าขนาดเล็ก (microgrid) ของตนเอง โดยมีระบบไฟฟ้าหลัก (main grid) เป็นตัวรักษาความมั่นคงในภาพรวมนั่นเอง



ภาพที่ 2 เศรษฐกิจด้านพลังงานในรูปแบบใหม่ (New Energy Economy)
ที่มา : Clarke (2015)

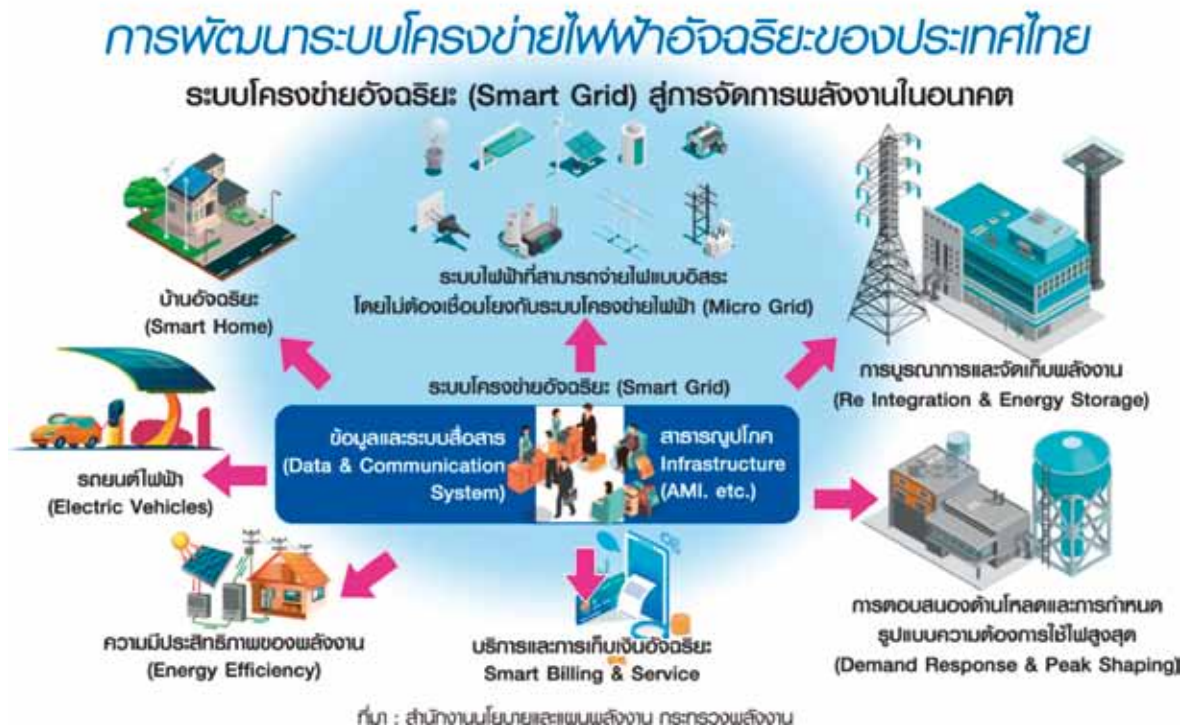
ระบบโครงข่ายสมาร์ทกริด

ประเทศไทยมีการเตรียมความพร้อมรับระบบสมาร์ทกริด (smart grid) อย่างเป็นทางการมาตั้งแต่ประมาณ พ.ศ. 2554 โดยในปี พ.ศ. 2555 กระทรวงพลังงานได้ร่วมกับสถาบันพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จัดทำแผนแม่บท การพัฒนาระบบโครงข่ายไฟฟ้าสมาร์ทกริดของประเทศไทย พ.ศ. 2558-2579 ขึ้นเพื่อเป็นกรอบการดำเนินการพัฒนา ระบบโครงข่ายสมาร์ทกริดในภาพรวมและเพื่อให้ระบบไฟฟ้า ของประเทศไทยฉลาดขึ้น ซึ่งแผนแม่บทดังกล่าวผ่านมติ คณะรัฐมนตรีและประกาศใช้อย่างเป็นทางการเมื่อวันที่ 17 มีนาคม 2558

จากแผนแม่บทการพัฒนา ระบบโครงข่ายไฟฟ้าสมาร์ทกริด ของประเทศไทย พ.ศ. 2558-2579 ได้ให้นิยามความหมาย ของการพัฒนาระบบโครงข่ายสมาร์ทกริด (smart grid) ว่าเป็น “การพัฒนาให้ระบบไฟฟ้าสามารถตอบสนองต่อ การทำงานได้อย่างชาญฉลาดมากขึ้น หรือมีความสามารถมากขึ้น โดยใช้ทรัพยากรที่น้อยลง (doing more with less) มีประสิทธิภาพ มีความน่าเชื่อถือ และปลอดภัย ยั่งยืน และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งสามารถทำให้เกิดขึ้นได้โดยการ ประยุกต์อุปกรณ์ใช้เทคโนโลยีระบบสื่อสารสารสนเทศ (ICT) ระบบเซนเซอร์ ระบบเก็บข้อมูล และเทคโนโลยีทางด้านการควบคุมอัตโนมัติเพื่อทำให้ระบบไฟฟ้ากำลัง (power grid)

สามารถรับรู้ข้อมูลสถานะต่าง ๆ ในระบบมากขึ้น เพื่อใช้ในการ ตัดสินใจอย่างอัตโนมัติ โดยกระบวนการเหล่านี้จะต้อง เกิดขึ้นทั่วทั้งระบบไฟฟ้า” (กระทรวงพลังงาน, 2558)

ภายในระบบโครงข่ายสมาร์ทกริดหรือระบบโครงข่ายไฟฟ้า อัจฉริยะนั้น ความอัจฉริยะจะเกิดขึ้นได้จากการเชื่อมโยง ระบบไฟฟ้า ระบบสารสนเทศ และระบบสื่อสาร เข้าไว้ด้วยกัน เป็นโครงข่าย ซึ่งโครงข่ายดังกล่าวจะสนับสนุนการทำงาน ซึ่งกันและกันอย่างเป็นระบบ โดยอาศัยความก้าวหน้าทาง เทคโนโลยีสำคัญ 3 ด้าน ได้แก่ 1) อิเล็กทรอนิกส์และระบบ ฝังตัว (Electronics and Embedded Systems) 2) ระบบ ควบคุมอัตโนมัติ (System Control and Automation) และ 3) สารสนเทศและการสื่อสาร (Information and Communication) โดยลักษณะของระบบสมาร์ทกริด คือ มีทิศทางการไหลของ ทั้งพลังงานไฟฟ้าและข้อมูลแบบสองทิศทาง มีข้อมูลด้านการ ผลิตและการใช้ที่มีการนำมาใช้งานผ่านเทคโนโลยี ICT อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และผู้ใช้ไฟฟ้ามีส่วนร่วมในการบริหาร จัดการพลังงานผ่านอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง โดย องค์ประกอบพื้นฐานทางด้านเทคโนโลยีของระบบโครงข่าย สมาร์ทกริด (กระทรวงพลังงาน, 2558) มีคุณสมบัติสามารถ ตรวจวัด รับส่งสัญญาณข้อมูล ทำงานร่วมกับอุปกรณ์และ ระบบไฟฟ้าอื่น ๆ ได้ ซึ่งเป็นเทคโนโลยีในกลุ่มต่าง ๆ ทั้ง ฮาร์ดแวร์ (hardware) ซอฟต์แวร์ (software) และฟิสิกส์



ภาพที่ 3 ระบบโครงข่ายอัจฉริยะสู่การจัดการพลังงานในอนาคต
ที่มา : ประชาชาติธุรกิจ (2562)

(peopleware) เช่น เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Information and Communication Technology: ICT) ที่รวดเร็ว เทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าที่มีความยืดหยุ่น (flexible generation) เทคโนโลยีการส่งจ่ายไฟฟ้าและการควบคุมโครงข่ายไฟฟ้าอัตโนมัติ (transmission and distribution automation) เทคโนโลยีโครงสร้างพื้นฐานสมาร์ตมิเตอร์ (Advanced Metering Infrastructure: AMI) เทคโนโลยีการตอบสนองของความต้องการใช้ไฟฟ้า (demand response) และเทคโนโลยีการบริหารจัดการพลังงาน (Energy Management System: EMS) ขนาดเล็กภายในบ้าน (Home EMS: HEMS) ภายในอาคาร (Building EMS: BEMS) ภายในโรงงาน (Factory EMS: FEMS) และภายในชุมชน (Community EMS: CEMS) เป็นต้น

โครงข่ายสมาร์ตกริด นับได้ว่าเป็นระบบโครงข่ายอัจฉริยะที่ทำให้ระบบไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงรูปแบบไปทั้งผู้ผลิตและผู้ใช้ไฟฟ้า ซึ่งเป็นการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงการใช้พลังงานอย่างชาญฉลาด เพื่อให้การใช้ชีวิตของมนุษย์สะดวกสบายขึ้น เพิ่มคุณภาพชีวิตของคนในสังคมและนำไปสู่การพัฒนาประเทศที่ดีขึ้นในอนาคต องค์ประกอบที่สำคัญ 2 ประการของระบบโครงข่ายสมาร์ตกริด คือ โครงสร้างพื้นฐานและสาธารณูปโภคที่ต้องสร้างขึ้นเพื่อรองรับกับระบบไฟฟ้าสมัยใหม่ (infrastructure) และระบบข้อมูลและระบบสื่อสาร (data & communication system) เมื่อมีการพัฒนาและการใช้งานจริง จะนำไปสู่การจัดการพลังงานในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น บ้านอัจฉริยะ (smart home) รถยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicles: EV) การจัดการระบบไฟฟ้าขนาดเล็ก (micro grid) การบูรณาการพลังงานหมุนเวียนและการกักเก็บพลังงาน (RE integration & energy storage) การตอบสนองด้านโหลดและการจัดการความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุด (demand response & peak shaping) การให้บริการและการเรียกเก็บเงินที่ชาญฉลาด (smart billing & service) และการจัดการพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ (energy efficiency) ภายในบ้าน ภายในอาคาร และภายในโรงงาน เป็นต้น (ภาพที่ 3)

ตัวอย่างเทคโนโลยีสมาร์ตกริด : บ้านอัจฉริยะ

บ้านอัจฉริยะ (smart home) เป็นการนำเอาเทคโนโลยีเพื่อการอยู่อาศัยหรือระบบอัตโนมัติต่าง ๆ เข้ามาใช้ทั้งภายนอกและภายในบ้าน โดยเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ (ภาพที่ 4) อาทิเช่น เครื่องใช้ไฟฟ้าสมัยใหม่ ระบบควบคุมอัตโนมัติ ระบบรักษาความปลอดภัย และอื่น ๆ เข้ากับระบบ

อินเทอร์เน็ต โดยผู้อยู่อาศัยสามารถควบคุม (control) อุปกรณ์ต่าง ๆ เหล่านี้ได้ผ่านทางสมาร์ตโฟนและอุปกรณ์เคลื่อนที่ หรือตั้งค่าให้อุปกรณ์ต่าง ๆ ทำงานอย่างอัตโนมัติตามรูปแบบที่กำหนดไว้ล่วงหน้า เพื่อช่วยตอบสนองวิถีชีวิตของผู้อยู่อาศัยให้ได้รับความสะดวกสบาย (convenience) ช่วยประหยัดพลังงาน (energy savings) ลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน รวมไปถึงเพิ่มความปลอดภัย (safety & security) เพิ่มมากขึ้น ระบบอัจฉริยะในบ้านอัจฉริยะสามารถแบ่งได้หลายระบบ เช่น ระบบการควบคุมแสงสว่าง (lighting control system) ระบบควบคุมสภาพอากาศภายในบ้าน (shade & climate control system) ระบบการควบคุมเสียง (sound control system) ระบบการจัดการพลังงาน (home energy management system) และระบบรักษาความปลอดภัย (security system) เป็นต้น (SCG Home, 2558)

หลักการการทำงานเบื้องต้นของบ้านอัจฉริยะประกอบด้วย อุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าหลากหลายชนิดที่มีสมองกลฝังตัวอยู่ โดยสมองกลในเครื่องใช้ไฟฟ้าเหล่านี้จะเชื่อมต่อกับสมองกลหลักผ่านเทคโนโลยีที่เรียกกันว่า เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง (Internet of Thing: IoT) ซึ่งอาจอยู่ในรูปของแอปพลิเคชันสั่งการ (application control) ที่สามารถควบคุมการใช้งานได้จากระยะไกลผ่านอุปกรณ์สื่อสารไร้สายแบบพกพาหรือผ่านระบบอินเทอร์เน็ต เช่น โทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ตโฟน (smart phone) อุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพาขนาดเล็ก (Personal Digital Assistant: PDA) หรือแท็บเล็ต (tablet) ระบบอินเทอร์เน็ตในที่ทำงาน ร้านอินเทอร์เน็ตทั่วไป เป็นต้น นอกจากนี้ วิถีชีวิตในอนาคตของมนุษย์มีแนวโน้มที่จะเปลี่ยนยานพาหนะที่ใช้ใช้น้ำมันไปเป็นการใช้รถยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle: EV) ดังนั้น บ้านอัจฉริยะจะต้องมีการเตรียมความพร้อมรองรับการเชื่อมต่อของรถยนต์ไฟฟ้าด้วย นอกจากนี้ บ้านอัจฉริยะจะต้องมีระบบรองรับในกรณีที่ผู้ใช้ไฟฟ้าสามารถผลิตไฟฟ้าขึ้นใช้ได้เองจากการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก เช่น แผงโซลาร์เซลล์ที่ติดตั้งบนหลังคา (solar rooftop) หรือกังหันลมขนาดเล็ก (micro wind turbine) จากนั้น จะเก็บไฟฟ้าที่เหลือจากการใช้งาน ณ เวลาใด ๆ เข้าสู่ระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้า (storage energy) ที่อาจอยู่ในรูปของแบตเตอรี่หรือในรูปแบบอื่น เช่น ไฮโดรเจนที่ใช้กับเซลล์เชื้อเพลิง (fuel cell) เป็นต้น ลักษณะดังกล่าวทำให้ผู้ใช้ไฟฟ้าเป็นผู้ผลิตไฟฟ้าพร้อมกันในเวลาเดียวกัน ดังนั้น เจ้าของบ้านหรือผู้อยู่อาศัยในบ้านอัจฉริยะจะต้องสามารถทราบข้อมูลและสถานะเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าภายในบ้านได้อย่างทันท่วงที (real time) ผ่านทางแอปพลิเคชันที่เชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ต



ภาพที่ 4 การควบคุมและสั่งการของบ้านอัจฉริยะด้วยการใช้ IoT
ที่มา : Rabbit Today (2561)

ที่ส่งข้อมูลและรายงานผลการผลิต การใช้ไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าสำรองที่มีอยู่ได้แม่นยำและตรงตามความเป็นจริง ทำให้สามารถคาดการณ์และวางแผนการใช้ไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ คุ่มค่า และประหยัดมากขึ้นได้

ปัจจุบัน การไฟฟ้าและหน่วยงานภาครัฐได้มีโครงการเกี่ยวกับโครงข่ายระบบสมรรถทกริตโดยการติดตั้งมิเตอร์อัจฉริยะ (smart meter) และอุปกรณ์เก็บรวบรวมข้อมูล (Data Concentrator Unit: DCU) ที่สามารถส่งและรับข้อมูลต่าง ๆ จากบ้านเรือนที่อยู่อาศัย ทำให้เจ้าของบ้านสามารถทราบข้อมูลการใช้ไฟฟ้า ค่าไฟที่เกิดขึ้นจากการใช้ไฟฟ้านั้น ทำให้การไฟฟ้าและเจ้าของบ้านสามารถร่วมกันจัดการการใช้ไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ เจ้าของบ้านสามารถลดการใช้ไฟฟ้าที่ไม่จำเป็น และปรับเปลี่ยนช่วงเวลาการใช้ไฟไปใช้ไฟในช่วงที่ค่าไฟถูกได้

แนวโน้มระบบไฟฟ้าของประเทศไทยในอนาคต

การพัฒนาโครงข่ายระบบสมรรถทกริตจะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านการดำเนินงานของผู้ให้บริการคือ หน่วยงานการไฟฟ้าทั้ง 3 หน่วยงาน (กฟผ. กฟน. และ กฟภ.) ซึ่งจะต้องมีการปรับปรุงคุณภาพการให้บริการต่อผู้ใช้ไฟฟ้าให้ดีขึ้น (utility operation and service) เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อประเทศในภาพรวม นอกจากนี้ การพัฒนาดังกล่าวจะมีส่วนช่วยเพิ่มศักยภาพการแข่งขันในระบบเศรษฐกิจและภาคอุตสาหกรรมของประเทศ (economic and industrial

competitiveness) ให้มากขึ้นด้วย ทั้งนี้ ประโยชน์หลักที่เกิดขึ้นต่อระบบไฟฟ้าและผู้ให้บริการไฟฟ้ารวมถึงระบบเศรษฐกิจของประเทศอันเนื่องมาจากการพัฒนาระบบไฟฟ้าโครงข่ายสมรรถทกริตในประเทศไทยอาจพอสรุปได้ ดังนี้ (กระทรวงพลังงาน, 2558)

- 1) เพิ่มความน่าเชื่อถือและคุณภาพของไฟฟ้าที่ประชาชนจะได้รับ
- 2) เพิ่มความยั่งยืนและประสิทธิภาพของการผลิตและใช้พลังงานไฟฟ้าของประเทศไทย
- 3) พัฒนาการดำเนินงานและการให้บริการของหน่วยงานการไฟฟ้า ให้ตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้ และเพิ่มคุณภาพชีวิตของประชาชน
- 4) แก้ปัญหามาตรฐานการเข้ากันได้ของอุปกรณ์ในระบบไฟฟ้าที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต หากไม่มีการวางแผนไว้ล่วงหน้าอย่างรอบคอบ
- 5) พัฒนาศักยภาพการแข่งขันทางเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมของประเทศในธุรกิจใหม่ที่เกี่ยวข้องกับระบบโครงข่ายสมรรถทกริต

จากสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงของโลกที่ถูกขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า ทำให้ความต้องการการใช้ไฟฟ้าของมนุษย์มีเพิ่มมากขึ้น ในขณะเดียวกันการเข้ามาของเทคโนโลยีที่ทันสมัยที่สามารถช่วยให้เกิดการจัดการการผลิตและใช้พลังงานอย่างยืดหยุ่น มีประสิทธิภาพ และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากยิ่งขึ้น และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงระบบไฟฟ้า

ให้มีความชาญฉลาดหรือที่เรียกว่าเป็นระบบโครงข่าย
สมรรถกิริยาที่เป็นประเด็นที่ทั่วโลกต่างร่วมมือกันดำเนินการไปใน
ทิศทางเดียวกันนี้ ย่อมส่งผลกระทบต่อกระบวนการเปลี่ยนแปลงของ
ระบบไฟฟ้าในอนาคตอย่างเลี่ยงไม่ได้ในทันทีที่น่าจะหมายแนวม
ระบบไฟฟ้าและอุตสาหกรรมของประเทศไทยในอนาคต
โดยแยกการพิจารณาเป็น 2 ภาคส่วน คือ ภาคส่วนความต้องการ
ใช้ไฟฟ้า และภาคส่วนการจัดหาและการผลิตไฟฟ้า ดังนี้
(กุลยศ อุดมวงศ์เสรี, 2562)

1) ภาคการใช้ไฟฟ้า (Demand side)

- จะมีการผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้เองมากขึ้น
- จะมีการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์
แบบติดตั้งบนหลังคา (solar rooftop) มากขึ้น
- จะมีการซื้อขายไฟฟ้าส่วนเกินระหว่างผู้ซื้อและ
ผู้ขายกันโดยตรง (Peer to Peer) ได้อย่างเสรี
- ระบบกักเก็บพลังงานขนาดเล็กจะกลายเป็น
อุปกรณ์ไฟฟ้าปกติภายในบ้านอยู่อาศัยและอาคาร
- เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง (IoT) จะทำให้
อุปกรณ์ไฟฟ้าเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตได้ และ
อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านจะฉลาดและทำงานได้
อย่างอัตโนมัติ
- บ้าน อาคาร และโรงงานจะกลายเป็นบ้านอัจฉริยะ
อาคารอัจฉริยะ โรงงานอัจฉริยะ (smart home/
building/factory) และมีความสามารถในการ
ตอบสนองความต้องการใช้ไฟฟ้าได้
- รถยนต์ไฟฟ้าจะเข้ามาแทนที่รถยนต์ที่ใช้น้ำมัน
มีบทบาทในการเปลี่ยนแปลงระบบจำหน่ายไฟฟ้า

- ความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุด (peak load) ของ
ประเทศจะเปลี่ยนจากตอนกลางวันเป็นกลางคืน

2) ภาคการผลิตไฟฟ้า (supply side)

- จะมีการสร้างโรงไฟฟ้าขนาดใหญ่ขึ้น
- จะมีการผลิตไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าขนาดเล็กในชุมชน
- จะมีการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน
โดยเฉพาะพลังงานแสงอาทิตย์มากขึ้น
- อาจมีการผลิตไฟฟ้า ความร้อน และความเย็นด้วย
Micro CCHP โดยใช้ LNG
- ระบบไฟฟ้าจะมีขนาดเล็ก (Microgrid) และ
ระบบไฟฟ้าหลัก (Main grid) จะปรับบทบาทเป็น
ระบบรักษาความมั่นคง
- ปรับเปลี่ยนโครงสร้างการดำเนินงาน
การไฟฟ้าทั้ง 3 หน่วยงาน (กฟผ. กฟน. และ กฟภ.)
โดยจะต้องมีการให้บริการผลิตภัณฑ์ด้านอื่นเพิ่ม
มากขึ้นนอกจากการขายไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว
- โครงสร้างค่าไฟฟ้าจะเปลี่ยนแปลงไปตามต้นทุน
และมีผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย

กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของการบรรยายในโครงการ
“หลักสูตร “ภูมิพลังแผ่นดิน” สำหรับผู้บริหารระดับสูง รุ่นที่ 5”
ดำเนินการโดยศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย

เอกสารอ้างอิงและบรรณานุกรม

- กระทรวงพลังงาน. (2558). *แผนแม่บทการพัฒนาระบบโครงข่ายสมรรถกิริยาของประเทศไทย พ.ศ. 2558-2579*. สืบค้นเมื่อ 8 สิงหาคม 2562, จาก http://www.eppo.go.th/images/Power/pdf/smart_gridplan.pdf
- กุลยศ อุดมวงศ์เสรี. (2562). *ประเทศไทยกับอนาคตพลังงานของชาติ*. เอกสารประกอบการบรรยาย หลักสูตรภูมิพลังแผ่นดิน สำหรับผู้บริหารระดับสูง
รุ่นที่ 5. กรุงเทพมหานคร : ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประชาชาติธุรกิจ. (2562). *ประเด็น “พหุเมืองอนาคต” 3 การไฟฟ้าลุยลงทุน “สมรรถกิริยา” 20 ปี*. สืบค้นเมื่อ 17 ธันวาคม 2562, จาก www.prachachat.net/economy/news-387008
- Clarke, S. (2015). *Generate revenue from energy intensive equipment*. Retrieved December 18, 2019, from www.slideshare.net/MicheleNati/iotmeetupguildford15-steven-clark-generate-revenue-from-energy-intensive-equipment-open-energy?from_action=save
- International Energy Agency (IEA) (2011). *Technology Roadmap Smart Grids*. Retrieved December 18, 2019, from <https://webstore.iea.org/technology-roadmap-smart-grids>
- Rabbit Today. (2561). *Smart Home บ้านยุค 4.0 ชู IoT*. สืบค้นเมื่อ 18 ธันวาคม 2562, จาก <https://www.rabittoday.com/th-th/articles/smart-living/smart-home>
- SCG Home. (2558). *Living for Tomorrow “Smart Home” บ้านอัจฉริยะ*. สืบค้นเมื่อ 13 สิงหาคม 2562, จาก <https://www.scgbuildingmaterials.com/th/LivingIdea/NewBuild/Living-for-Tomorrow-Smart-Home-บ้านอัจฉริยะ.aspx>



การผลิตเชื้อเพลิงเหลวทดแทนดีเซล จากกระบวนการไพโรไลซิส ขยะพลาสติกและชีวมวล

รองศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ เรียบร้อยเจริญ
ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผู้รับผิดชอบหลักของบทความ email: prasert.r@chula.ac.th

บทนำ

ขยะ โดยเฉพาะอย่างยิ่งขยะพลาสติก เป็นปัญหาสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม อันก่อให้เกิดปัญหาหลายอย่างต่าง ๆ ตามมาอีกมากมายในปัจจุบัน ที่ผ่านมาการจัดการขยะพลาสติกในประเทศไทยใช้วิธีการฝังกลบ ซึ่งต้องใช้ระยะเวลาที่ยาวนานในการย่อยสลายขยะพลาสติกเหล่านั้น ทำให้ปัจจุบันยังมีขยะพลาสติกที่คงค้างรอการจัดการหรือกำจัดอย่างถูกต้องอยู่ในปริมาณมาก ประกอบกับการสร้างขยะพลาสติกในปัจจุบันก็ยังคงมีเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง แม้ว่าแนวโน้มการรักโลกและลดปริมาณการใช้พลาสติกเพียงครั้งเดียวจะเพิ่มขึ้นก็ตาม แต่สถานการณ์ขยะพลาสติกยังคงเป็นปัญหาสำคัญที่ประเทศต้องหาวิธีการจัดการและกำจัดให้มีประสิทธิภาพสูงสุดต่อไป

แนวทางหนึ่งในการจัดการขยะพลาสติกให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดประโยชน์และสามารถนำมาใช้ได้ นั่นคือ การจัดการขยะพลาสติกให้มีมูลค่าเพิ่มหรือสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ใหม่อีกครั้ง โดยวิธีการหนึ่งคือ การแปรรูปขยะพลาสติกให้เป็นเชื้อเพลิงเหลวด้วยกระบวนการไพโรไลซิส ซึ่งเชื้อเพลิงเหลวที่ได้นี้สามารถนำไปใช้ทดแทนน้ำมันดีเซลใช้กับเครื่องจักรกลทางการเกษตรเพื่อลดต้นทุนให้กับเกษตรกรได้ นอกจากนั้นยังสามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้อีกด้วย จะเห็นว่า การแปรรูปขยะไปเป็นผลิตภัณฑ์อื่นที่มีมูลค่า สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ และไม่ก่อให้เกิดปัญหาหลายอย่างในด้านอื่น ๆ นั้น เป็นสิ่งที่ควรได้รับการสนับสนุนและส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาต่อยอดและมีการเผยแพร่องค์ความรู้และเทคโนโลยีดังกล่าว ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อประชาชนในชุมชนและสร้างความยั่งยืนในระยะยาวได้

การผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากขยะพลาสติกและชีวมวล

เชื้อเพลิงขยะ (Refuse Derived Fuel: RDF) เป็นผลผลิต (product) ที่ได้จากการจัดการขยะวิธีหนึ่ง โดยการปรับปรุงและแปลงสภาพของขยะมูลฝอยให้เป็นเชื้อเพลิงแข็ง เช่น การคัดแยกวัสดุ ที่มีคุณสมบัติในด้านค่าความร้อน (heating value) ความชื้น ขนาด และความหนาแน่นที่เหมาะสมในการใช้เป็นเชื้อเพลิงป้อนหม้อไอน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้าหรือความร้อน

การผลิตเชื้อเพลิงเหลวในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 2 ประการ ได้แก่ ขยะพลาสติกและชีวมวล โดยวัตถุประสงค์ที่ใช้มีหลายชนิด ซึ่งมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน (ภาพที่ 1) ดังนี้

1) ขยะพลาสติก (plastic) ที่ใช้ในกระบวนการเปลี่ยนเป็นเชื้อเพลิง ได้แก่

- พอลิเอทิลีน (Polyethylene: PE) เป็นสารประกอบที่ได้จากเอทิลีน (ethylene: $\text{CH}_2=\text{CH}_2$) พอลิเอทิลีน แบ่งเป็นพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง (HDPE) พอลิเอทิลีนความหนาแน่นปานกลาง (MDPE) และพอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ (LDPE) โดยผลิตภัณฑ์จากพอลิเอทิลีนทั่วไป ได้แก่ ขวดใส่สารเคมี ขวดใส่น้ำ ลังหรือกล่องบรรจุสินค้า ภาชนะต่าง ๆ เครื่องเล่นของเด็ก ถุงเย็น ชิ้นส่วนแบตเตอรี่ ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ฉนวนไฟฟ้า ถุงใส่ของ แผ่นฟิล์มสำหรับห่อของ โตะ และเก้าอี้

- พอลิโพรพิลีน (Polypropylene: PP) หรือ พีพี เป็นเทอร์โมพลาสติกประเภทพอลิโอเลฟิน ผลิตจากโพรพิลีน พอลิโพรพิลีน แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ตามโครงสร้างของพอลิโพรพิลีน ได้แก่ ไอโซแทกติกโพลีโพรพิลีน (isotactic

polypropylene) ซินดีโอแทกติกโพลีโพรพิลีน (syndiotactic polypropylene) และแอแทกติกโพลีโพรพิลีน (atactic polypropylene) ผลิตภัณฑ์ทั่วไปที่ผลิตจากพอลิโพรพิลีน ได้แก่ กล่องเครื่องมือ ปกแฟ้มเอกสาร กล่องและตลับเครื่องสำอางเครื่องใช้ในครัวเรือนกล่องบรรจุอาหาร วัสดุบรรจุภัณฑ์ ในอุตสาหกรรม อุปกรณ์การแพทย์ ขวดใส่สารเคมี กระป๋อง น้ำมันเครื่อง กระสอบข้าว และถุงบรรจุปุ๋ย นอกจากนี้ชนิดของพลาสติกที่กล่าวมาข้างต้น ยังมีพลาสติกเอบีเอส (Acrylonitrile-butadiene-styrene: ABS) พอลิยูรีเทน (Polyurethane: PU) เป็นต้น

- พอลิสไตรีน (Polystyrene: PS) ผลิตภัณฑ์ทั่วไป ได้แก่ ถ้วยจาน แก้วน้ำ ซ้อนส้อม กล่องบรรจุอาหารและผลไม้เทียม ไม้บรรทัด อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ของเล่น ขวดหรือกระป๋องใส่ยา เพอร์นิเจอร์บางประเภท ชิ้นส่วนในตู้เย็น โฟมกันกระแทกสำหรับบรรจุภัณฑ์ และฉนวนความร้อน

โดยเชื้อเพลิงที่ได้จากขยะพลาสติกแบ่งได้เป็น 3 ชนิด คือ เชื้อเพลิงเหลว เชื้อเพลิงแก๊ส และเชื้อเพลิงแข็ง

2) ชีวมวล (biomass) หมายถึง สารอินทรีย์ที่ได้มาจากสิ่งมีชีวิตที่มีหลากหลายชนิดและรูปแบบ เช่น ชีวมวลที่ได้หรือเหลือใช้จากการเกษตร (ได้แก่ แกลบ ชานอ้อย และฟางข้าว เป็นต้น) ขยะมูลฝอย น้ำเสียจากโรงงาน หรือแม้กระทั่งมูลสัตว์ต่าง ๆ เป็นต้น ชีวมวลจัดเป็นแหล่งพลังงานทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับบะตอมคาร์บอนและไฮโดรเจน โดยชีวมวลสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 สถานะ ได้แก่



พอลิเอทิลีน
(Polyethylene: PE)
แบ่งเป็น HDPE และ LDPE



พอลิโพรพิลีน
(Polypropylene: PP)



พอลิสไตรีน
(Polystyrene: PS)



ชีวมวลของแข็ง
(Solid biomass)



เชื้อเพลิงชีวภาพเหลว
(Liquid biofuel)



แก๊สชีวมวล (Biogas)

ภาพที่ 1 วัตถุประสงค์ที่ใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงเหลว
ที่มา : ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2561)

- ชีวมวลของแข็ง (solid biomass) ได้แก่ เศษไม้ เศษกระดาษ รวมไปถึงเปลือกของเมล็ดพืชต่าง ๆ

- เชื้อเพลิงชีวภาพเหลว (liquid biofuel) คือ เชื้อเพลิงเหลวที่ผลิตจากชีวมวลของแข็ง ตัวอย่างพลังงานประเภทนี้ได้แก่เมทานอล เอทานอล และน้ำมันไบโอดีเซล เป็นต้น

- ก๊าซชีวมวล (biogas) เช่น เชื้อเพลิงที่มีสถานะเป็นแก๊สซึ่งผลิตจากกระบวนการที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความดัน

วัตถุดิบส่วนใหญ่ที่คณะผู้วิจัยนำมาใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้คือ พลาสติกซึ่งถูกนำมาใช้แปรรูป/ผลิตเป็นเชื้อเพลิง เนื่องจากวัตถุดิบประเภทพลาสติกผลิตขึ้นจากปิโตรเลียม ซึ่งมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นคาร์บอน จึงมีความง่ายต่อการแปรรูปให้อยู่ในรูปของเหลวและได้น้ำมันในรูปของเหลวในปริมาณที่มากกว่าการใช้วัตถุดิบที่เป็นชีวมวลเมื่อเปรียบเทียบโดยใช้วัตถุดิบในปริมาณที่เท่ากัน

กระบวนการไพโรไลซิส

ไพโรไลซิส (Pyrolysis) คือ กระบวนการสลายตัวด้วยความร้อนที่ไม่สมบูรณ์ในภาวะที่ปราศจากออกซิเจนหรือมีออกซิเจนน้อยที่สุด โดยความร้อนทำให้พันธะที่เชื่อมกันระหว่างโมเลกุลเกิดการแตกตัว (break bond) จากโมเลกุลที่เชื่อมต่อกันเป็นสายโซ่พันธะเคมียาว ๆ กลายเป็นสายโซ่สั้น ๆ ส่วนที่เป็นองค์ประกอบคาร์บอนที่ระเหยได้จะกลายเป็นก๊าซเชื้อเพลิง (gases) บางส่วนที่ถูกควบแน่นจะกลายเป็นของเหลว หรือน้ำมันไพโรไลซิส (pyrolysis oil) ที่มีลักษณะคล้ายน้ำมันเตา ซึ่งน้ำมันดังกล่าวสามารถนำไปใช้ประโยชน์และต่อยอดได้หลากหลาย เนื่องจากมีค่าความร้อนสูง (heating value) จึงสามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในกระบวนการเผาในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้ เช่น อุตสาหกรรมแก้ว และปูนซีเมนต์ เป็นต้น นอกจากนี้ น้ำมันเตาดังกล่าวยังสามารถนำไปเข้ากระบวนการปรับปรุงคุณภาพให้สูงขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการกลั่นและการปรับปรุงสภาพทางเคมีเพื่อปรับปรุงให้มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลที่ใช้กันกันในห้องตลาด จนสามารถใช้แทนกับเครื่องยนต์ทั่วไปและใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้ นอกจากนี้ยังเหลือส่วนที่เป็นของแข็งด้วย (Jones, 1978) โดยวิธีการให้ความร้อนด้วยกระบวนการไพโรไลซิส แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1) การไพโรไลซิสแบบช้า (slow pyrolysis) มีอัตราการให้ความร้อนน้อยกว่า 10 องศาเซลเซียส/นาทีก และอุณหภูมิที่ใช้ต่ำกว่า 500 องศาเซลเซียส ผลิตภัณฑ์ที่ได้ส่วนใหญ่จะเป็นน้ำมันดิน (tar) และถ่านไม้ (char)

2) การไพโรไลซิสแบบเร็ว (fast หรือ flash pyrolysis) มีอัตราการให้ความร้อนอยู่ในช่วง 10-10,000 องศาเซลเซียส/นาทีก และอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 400-1,000 องศาเซลเซียส ผลิตภัณฑ์ที่ได้ส่วนใหญ่ คือ ก๊าซและของเหลว

ช่วงอุณหภูมิของการไพโรไลซิสมีผลกระทบต่อปริมาณและองค์ประกอบของสารระเหยที่ได้ โดยการไพโรไลซิสแบ่งได้เป็น 3 ชั้น คือ

- ชั้นแรก ที่อุณหภูมิระหว่าง 200-300 องศาเซลเซียส จะมีการปลดปล่อยสารระเหยเล็กน้อย และก๊าซจะประกอบด้วยออกไซด์ของคาร์บอนและน้ำเป็นส่วนใหญ่

- ชั้นที่สอง ที่อุณหภูมิระหว่าง 300-500 องศาเซลเซียส จะมีการสลายตัวปล่อยสารระเหยออกมาประมาณสามในสี่ของสารระเหยทั้งหมด

- ชั้นที่สาม ที่อุณหภูมิระหว่าง 500-800 องศาเซลเซียส จะมีการไล้ก๊าซออกอีกเป็นครั้งที่สอง พร้อมกับมีการเปลี่ยนแปลงของชาร์ รวมไปถึงการปลดปล่อยก๊าซที่ไม่สามารถควบแน่นได้ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพวกไฮโดรเจนและมีเทน

ปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการไพโรไลซิส

ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อประสิทธิภาพของกระบวนการไพโรไลซิส มีดังนี้

1) องค์ประกอบของสารตั้งต้น สารตั้งต้นมีความสำคัญกับกระบวนการไพโรไลซิสเนื่องจากประเภทของสารแต่ละประเภทมีความสามารถในการสลายตัวและองค์ประกอบที่แตกต่างกัน หากสารตั้งต้นใดมีปริมาณสารระเหยสูงย่อมมีโอกาสที่จะสลายตัวให้ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการได้สูง

2) อุณหภูมิในกระบวนการไพโรไลซิส อุณหภูมิการสลายตัวของกระบวนการไพโรไลซิสนั้นมีผลต่อปริมาณและองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์ที่ได้ เช่น อุณหภูมิการสลายตัวของยางรถยนต์ใช้แล้วจะแบ่งช่วงการสลายตัวเป็น 3 ช่วง ได้แก่ ช่วงอุณหภูมิ 150-310 องศาเซลเซียส เป็นการสลายตัวของสารเติมแต่งต่าง ๆ เช่น พลาสติกไซเซอร์ (Plasticizers) ซึ่งเป็นการสลายตัวอย่างช้า ๆ ช่วงอุณหภูมิ 310-430 องศาเซลเซียส เป็นช่วงการสลายตัวของยางธรรมชาติ และช่วงสุดท้ายคือ ช่วงอุณหภูมิ 350-490 องศาเซลเซียส เป็นช่วงการสลายตัวของยางสังเคราะห์

3) อัตราการให้ความร้อน อัตราการให้ความร้อนเป็นตัวแปรที่สำคัญต่อปริมาณและองค์ประกอบของสารระเหยที่ได้จากกระบวนการไพโรไลซิส แต่เดิมภาวะในการให้ความร้อนถูกแบ่งได้โดยใช้อัตราการเพิ่มอุณหภูมิประมาณ 20 องศาเซลเซียสต่อวินาที ซึ่งเป็นช่วงที่ทำให้เกิดการปลดปล่อย

สารระเหยออกมาอย่างรวดเร็ว ดังนั้น อัตราการให้ความร้อนต่ำ จะถูกนิยามให้มีผลต่างของอุณหภูมิเท่ากับหรือน้อยกว่า ค่าที่กำหนดโดยทั่ว ๆ ไป อัตราการให้ความร้อนอย่างรวดเร็ว จะมีผลต่างของอุณหภูมิมากกว่า 103-105 องศาเซลเซียส/วินาที

การศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงเหลวในห้องปฏิบัติการ

ในการศึกษาครั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้ทำการทดลองการผลิต เชื้อเพลิงเหลวในระดับห้องปฏิบัติการ (ภาพที่ 2) เพื่อให้ทราบถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตในแต่ละสภาวะ และ ข้อสรุปของสภาวะที่เหมาะสมที่ใช้ในกระบวนการ รวมถึง การเตรียมวัตถุดิบแต่ละชนิด สัดส่วนหรือองค์ประกอบของ

วัตถุดิบที่ใช้ในระบบ ประสิทธิภาพและประสิทธิผลของระบบ และผลิตภัณฑ์ที่ได้ก่อน แล้วจึงนำไปพัฒนาให้เป็นระบบที่ ใหญ่ขึ้นและสามารถนำไปใช้ได้จริงในพื้นที่ ซึ่งการศึกษาใน ห้องปฏิบัติการเริ่มต้นจากการเตรียมวัตถุดิบก่อนการเผา ในที่นี้ใช้ขยะพลาสติกเป็นหลัก (ภาพที่ 3) โดยต้องทำความสะอาด วัตถุดิบเพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีการปนเปื้อนน้อยที่สุด นอกจากนั้น สิ่งสำคัญคือ ต้องเตรียมวัตถุดิบให้มีความชื้น ไม่เกินร้อยละ 20 ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเผา เนื่องจากความชื้นในวัตถุดิบยิ่งมากจะยิ่งส่งผลประสิทธิภาพ ในการเผาผลาญ จากนั้นนำวัตถุดิบเข้าเตาเผาและเปิดเครื่อง ให้ระบบทำงานสลายวัตถุดิบด้วยความร้อน (ภาพที่ 4) ผลผลิต



ภาพที่ 2 เตาเผาไพโรไลซิส
ที่มา : ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2563)



ภาพที่ 3 พลาสติกที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการเผา
ที่มา : ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2563)



ภาพที่ 4 เตาเผาด้วยกระบวนการไพโรไลซิส
ที่มา : ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2563)



ภาพที่ 5 ผลผลิตที่เป็นของเหลวที่ได้จากการเผาแบบไพโรไลซิส (น้ำมันไพโรไลซิส)
ที่มา : ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2563)

หรือผลิตภัณฑ์ที่ได้ มีทั้งในรูปของของแข็ง ของเหลว และก๊าซ ผลการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพของเตาเผาไพโรไลซิสที่มีขยะพลาสติกเป็นวัตถุดิบ จะให้ปริมาณเชื้อเพลิงเหลว (น้ำมัน) มากถึงร้อยละ 70-80 (ภาพที่ 5) ซึ่งเชื้อเพลิงเหลวหรือน้ำมันที่ได้นั้นสามารถนำไปใช้เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าต่อไปได้ โดยน้ำมัน 1 ลิตร สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ 3-4 หน่วย

เนื่องจากผลผลิตหนึ่งของการวิจัยคือ การผลิตเชื้อเพลิงเหลวที่สามารถนำไปใช้ได้กับเครื่องจักรขนาดเล็กหรือเครื่องจักรกลทางการเกษตรได้ ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงได้วิเคราะห์และตรวจสอบคุณภาพและสมบัติของเชื้อเพลิงเหลวที่ได้ เพื่อปรับปรุงและพัฒนาให้สามารถนำไปใช้ได้จริงในภาคเกษตรกรรม โดยผลการตรวจสอบสมบัติของเชื้อเพลิงเหลวที่ได้จากกระบวนการไพโรไลซิสตามเกณฑ์มาตรฐานของน้ำมันดีเซล (ตารางที่ 1) พบว่า มีสมบัติใกล้เคียงน้ำมันดีเซลหมุนซ้ำ และจากคุณสมบัติของเชื้อเพลิงเหลวดังกล่าวสามารถนำไปใช้ทดแทนหรือใช้ร่วมกับน้ำมันดีเซลได้ในเครื่องยนต์ขนาดเล็กหรือเครื่องจักรกลทางการเกษตรได้ (ภาพที่ 6) นอกจากนี้ ในมิติด้านสิ่งแวดล้อมจะพบว่า การเผาด้วยเตาเผาแบบปิดแบบไพโรไลซิสนี้ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะทางอากาศ เพราะอุณหภูมิที่ใช้เผาไม่สูงมากนัก ดังนั้น ผลผลิตในรูปของก๊าซที่ได้จึงมีใช้ก๊าซที่เป็นพิษต่อร่างกายมนุษย์หรือเป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม หรือหากมีการปะปนของสารที่เป็นพิษในวัตถุดิบที่ใช้ เช่น โลหะหนัก ด้วยกระบวนการเผาที่อุณหภูมิไม่เกิน 600 องศาเซลเซียส โลหะหนักเหล่านี้จะยังคงอยู่ในรูปของแข็งซึ่งสามารถกำจัดหรือทำลายได้ง่ายกว่าในสถานะที่เป็นก๊าซ

แนวทางความมั่นคงและยั่งยืนของพลังงานในระดับชุมชน

หนึ่งในความคาดหวังที่สำคัญของคณะผู้วิจัยต่อองค์ความรู้และเทคโนโลยีที่ได้จากโครงการนี้ คือ การนำไปปฏิบัติและประยุกต์ใช้ได้จริงในพื้นที่ระดับชุมชน ซึ่งนั่นหมายถึง การเผยแพร่และการถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีสู่ชุมชนในระดับพื้นที่จริงด้วยการสนับสนุนของหน่วยงานภาครัฐ เอกชน หรือหน่วยงานอื่น ๆ ที่ต้องการให้เกิดความยั่งยืนขึ้นในพื้นที่ เนื่องด้วยระบบการจัดการขยะพลาสติกหรือชีวมวลด้วยเตาเผาไพโรไลซิสที่ช่วงอุณหภูมิ 450-600 องศาเซลเซียสนั้น มีค่าใช้จ่ายในการลงทุนไม่สูงมากนัก เตาเผามีขนาดไม่ใหญ่มาก มีความสามารถในการรองรับปริมาณขยะพลาสติกและชีวมวลในระดับชุมชนได้ตามปริมาณขยะที่เกิดขึ้นจริง โดยสามารถรองรับขยะได้ 200-1,000 กิโลกรัม/วัน ดังนั้น จึงมีความเป็นไปได้ในการสร้างและติดตั้งเตาเผาแบบไพโรไลซิส

มากกว่าการก่อสร้างโรงงานกำจัดขยะขนาดใหญ่ ซึ่งยังคงเป็นปัญหาและประชาชนยังคงต่อต้านไม่ให้อำนาจในบริเวณพื้นที่ที่อยู่อาศัย ทั้งนี้ ด้วยกระบวนการและเทคโนโลยีในการแปรรูปขยะให้เป็นเชื้อเพลิงเหลวที่สามารถนำไปใช้ได้โดยตรงหรือต่อยอดนำไปผลิตกระแสไฟฟ้านั้น จะเห็นว่า ไม่ว่าจะเป็นเชื้อเพลิงเหลวหรือกระแสไฟฟ้าที่ได้ ล้วนเป็นแหล่งพลังงานที่ตอบสนองความต้องการของประชาชนในแต่ละช่วงเวลาได้ เช่น ในช่วงเวลาที่ราคาน้ำมันดีเซลสูง ประชาชนสามารถนำเชื้อเพลิงไพโรไลซิสไปใช้ได้กับเครื่องจักรกลทางการเกษตร ซึ่งเป็นช่องทางหนึ่งในการประหยัดค่าใช้จ่ายของประชาชนหรือในช่วงเวลาที่ค่าไฟฟ้ามีราคาแพงขึ้น ประชาชนก็สามารถนำเชื้อเพลิงเหลวนี้ไปผลิตเป็นกระแสไฟฟ้าใช้เองในชุมชน จะเห็นว่า ชุมชนมีศักยภาพในการผลิตเชื้อเพลิงเหลวและกระแสไฟฟ้าได้เอง ซึ่งแสดงถึงการมีความมั่นคงและความยืดหยุ่นในการใช้พลังงานเพิ่มมากขึ้น

บทสรุป

คณะผู้วิจัยมีความเชื่อมั่นว่า ผลผลิตที่เกิดจากโครงการ **“การศึกษาเทคโนโลยีและพัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานขยะ”** ไม่ว่าจะเป็นองค์ความรู้ เทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงเหลวทดแทนดีเซลจากกระบวนการไพโรไลซิส ขยะพลาสติกและชีวมวล หรือกระทั่งผลผลิตที่เกิดขึ้นซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับการผลิตและการใช้พลังงานนั้น สามารถนำไปขยายผล อันจะเป็นประโยชน์ต่อสังคมและประเทศชาติในวงกว้าง เพราะนับเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการจัดการปัญหาขยะประเภทพลาสติกที่กำลังเป็นปัญหาสำคัญของโลกและประเทศ โดยการแปรรูปและนำกลับมาใช้ใหม่ในรูปแบบอื่นอาจนับได้ว่า เป็นการแปรรูปและสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับขยะที่เป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งหากมีแนวคิดในการเผยแพร่และขยายผลการดำเนินงานลงไปในระดับพื้นที่ชุมชนจริง ๆ ด้วยการบริหารจัดการและการดำเนินการอย่างถูกต้องและเหมาะสมตามบริบทของพื้นที่และภูมิสังคมในแต่ละแห่ง ย่อมเป็นประโยชน์ต่อประชาชนในพื้นที่นั้น แต่ทั้งหมดทั้งมวลสิ่งสำคัญที่จะทำให้การดำเนินการจะเกิดขึ้นและดำเนินไปได้ อย่างยั่งยืนนั้นคือ ความตระหนักและเห็นความสำคัญของหน่วยงานภาครัฐที่รับผิดชอบรวบรวมไปถึงทุกภาคส่วนในพื้นที่ ซึ่งการดำเนินการจะก่อให้เกิดประสิทธิผลและประสิทธิภาพสูงสุด จำเป็นต้องมีการบริหารจัดการ การดำเนินการ และการติดตามประเมินผลอย่างต่อเนื่องและเป็นระบบ เพื่อให้สามารถปรับปรุงและพัฒนาให้เกิดประโยชน์อย่างสูงสุดต่อไปได้ในอนาคต

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์สมบัติน้ำมันไฟโรไลซิส

รายการ	ข้อกำหนด	อัตราสูง ต่ำ	น้ำมันดีเซล หมุนเร็ว หมุนช้า	วิธีทดสอบ	D.1	D.2	D.3	D.4
1	ความถ่วงจำเพาะ ณ อุณหภูมิ 15.6/15.6°C (Specific Gravity at 15.6/15.6 °C)	ไม่ต่ำกว่า ไม่สูงกว่า	0.81 0.87 0.92	ASTM D 1298	0.8165	0.809	0.8388	0.8008
2	จำนวนซีเทน (Cetane Number) คำนวณซีเทน (Calculated Cetane Index)	ไม่ต่ำกว่า ไม่ต่ำกว่า	50 50	ASTM D613 ASTM D976	48.1	64.4	58.2	-
3	ความหนืด เซนติสโตกส์ (Viscosity, cSt) 3.1 ณ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส (at 40°C) 3.2 ณ อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส (at 50°C)	ไม่ต่ำกว่า ไม่สูงกว่า ไม่สูงกว่า	1.8 4.1 - 6	ASTM D445	1.785	2.568	3.105	2.32
4	จุดไหลเท องศาเซลเซียส (Pour Point, °C)	ไม่สูงกว่า	10 16	ASTM D97	-6	6	-9	21
5	กำมะถัน ร้อยละโดยน้ำหนัก (Sulphur, %wt.)	ไม่สูงกว่า	0.01 1.5	ASTM D2622	0.04546	0.06692	0.3	0.0185
6	การกัดกร่อนแผ่นทองแดง (Copper Strip Corrosion)	ไม่สูงกว่า	หมายเลข 1	ASTM D130	1a	1b	1a	1a
7	เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน กริม/ลูกบาศก์เมตร (Oxidation Stability, g/m ³)	ไม่สูงกว่า	25	ASTM D2274	N/A	N/A	N/A	N/A
8	กากถ่าน ร้อยละโดยน้ำหนัก (Carbon Residue, %wt.)	ไม่สูงกว่า	0.05	ASTM D189	0.11	0.27	0.05	0.053
9	น้ำและตะกอน ร้อยละโดยปริมาตร (Water and Sediment, %vol.)	ไม่สูงกว่า	0.05 0.3	ASTM D 2709	0.025*	N/A	0.025*	0
10	เถ้า ร้อยละโดยน้ำหนัก (Ash, %wt.)	ไม่สูงกว่า	0.01 0.02	ASTM D 482	0	0	0	0
11	จุดวาบไฟ องศาเซลเซียส (Flash Point, °C)	ไม่ต่ำกว่า	52 52	ASTM D 93	36	40	31	25
12	การกลั่น องศาเซลเซียส (Distillation, °C) อุณหภูมิของส่วนที่กลั่นได้โดยปริมาตรในอัตราร้อยละเก้าสิบ (90% recovered)	ไม่สูงกว่า	357	ASTM D 86	330.9	354.6	397.5	374
13	โพลีไซคลิก อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน ร้อยละโดยน้ำหนัก (Polycyclic Aromatic Hydrocarbon, % wt.)	ไม่สูงกว่า	11	ASTM D 2425				
14	สี (Colour) 14.1 ชนิดของสี (Hue)		เหลือง น้ำตาล		เหลือง	เหลือง	เหลือง	เหลือง
	14.2 ความเข้มของสี (Intensity)	ไม่ต่ำกว่า ไม่สูงกว่า	- 4 4.5 7.5	ASTM D 1500 ไม่สูงกว่า	>5	1.2	>5	3*
15	ไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมัน ร้อยละโดยปริมาตร (Methyl Ester of Fatty Acids, %vol.)	ไม่ต่ำกว่า ไม่สูงกว่า	4.5 5	EN 14078				
16	คุณสมบัติการหล่อลื่น รอยขีดข่วน ไมโครเมตร (Lubricity, Wear Scar mm)	ไม่สูงกว่า	460	CEC F – 06 - 96				
16	สารเติมแต่ง (Additives) (ถ้ามี)	ให้เป็นไปตามที่ได้รับความเห็นชอบจากอธิบดีกรมธุรกิจพลังงาน						

ที่มา : สถาบันวิจัยพลังงาน (2557)



ภาพที่ 6 การใช้น้ำมันไฟโรไลซิสกับเครื่องยนต์
ที่มา : สถาบันวิจัยพลังงาน (2557)

กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของผลการศึกษาโครงการ
“การศึกษาเทคโนโลยีและพัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าด้วย

พลังงานขยะ” ซึ่งได้รับการสนับสนุนงบประมาณจาก
กองบริหารกองทุนวิจัยและนวัตกรรม การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

เอกสารอ้างอิงและบรรณานุกรม

- ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2561). การศึกษาเทคโนโลยีและพัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานขยะ. รายงานความก้าวหน้า
ฉบับที่ 1. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (อัดสำเนา)
ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2563). การศึกษาเทคโนโลยีและพัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานขยะ. รายงานความก้าวหน้า
ฉบับที่ 2. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (อัดสำเนา)
สถาบันวิจัยพลังงาน. (2557). การศึกษาแนวทางพัฒนาและส่งเสริมน้ำมันจากขยะพลาสติก. รายงานฉบับสมบูรณ์. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย. (อัดสำเนา)

การพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำ เพื่อบรรลุเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน

จักรพงษ์ พงศ์ไธสวรรย์^{1,*}, วรินทร์ หวังจิณรัตน์¹, ภัณฑกร ชื่นวงศ์¹, ชญาธร ธนวัฒนาดำรง²

¹สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

²องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

*ผู้รับผิดชอบหลักของบทความ email: Jakapong.P@chula.ac.th

บทนำ

ในทศวรรษที่ผ่านมา ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้แสดงให้เห็นชัดเจนขึ้นจากภัยธรรมชาติที่รุนแรงและความถี่ที่เพิ่มมากขึ้น นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นในปัจจุบันนั้นเกิดจากสาเหตุทางธรรมชาติและมนุษย์ อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงโดยสาเหตุทางธรรมชาตินั้นใช้ระยะเวลายาวนาน แต่การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมนุษย์ (anthropogenic greenhouse gas emission) จะเห็นผลได้ในระยะเวลาที่สั้นกว่าปัจจัยจากธรรมชาติเป็นอย่างมาก

นับจากช่วงทศวรรษ 1980 หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ได้พิสูจน์ให้เห็นถึงผลจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอันเนื่องมาจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ ก่อให้เกิดสภาวะการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างเห็นได้ชัด อันถือได้ว่าเป็นภัยคุกคามที่สำคัญของโลกอย่างหนึ่ง จึงนำไปสู่การร่างอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) ขึ้นและมีมติรับรองในวันที่ 9 พฤษภาคม 2535 ณ สำนักงานใหญ่องค์การสหประชาชาติ นครนิวยอร์ก สหรัฐอเมริกา และมีผลบังคับใช้เมื่อ 21 มีนาคม 2537

นอกจากนั้น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate change) เป็นหนึ่งใน 17 เป้าหมายสำคัญของเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDG) ซึ่งจะใช้เป็นทิศทางการพัฒนาของโลกในอีก 15 ปีข้างหน้า เป้าหมายเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีจุดประสงค์ที่ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกซึ่งเป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้น ยิ่งกว่านั้น ภายใต้ UNFCCC ได้มีการจัดทำความตกลงปารีส (Paris Agreement) ซึ่งจะร่วมกันสร้างกลไกสนับสนุนการรับมือและปรับตัวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในเชิงนโยบายระหว่างประเทศ เช่น การสร้างกลไกความร่วมมือระหว่างประเทศในการระดมทุนกองทุนภูมิอากาศสีเขียว (Green Climate Fund: GCF) เพื่อช่วยประเทศกำลังพัฒนาในการลดก๊าซเรือนกระจกและช่วยประเทศพัฒนาน้อยที่สุดในการรับมือและปรับตัวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยเฉพาะในกลุ่มประเทศที่เปราะบาง

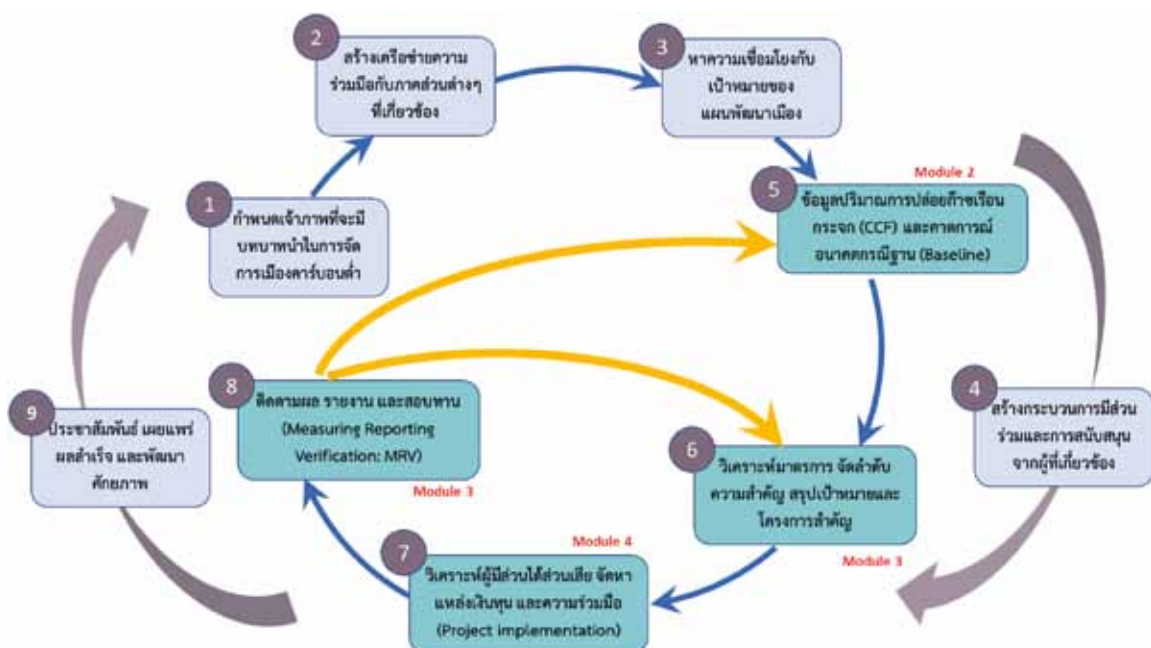
เมืองคาร์บอนต่ำ

ปัจจุบันนานาประเทศได้ตระหนักถึงปัญหาการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ อันเนื่องมาจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างต่อเนื่องจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ เพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาดังกล่าว จึงเกิดแนวคิดในการสร้าง “สังคมคาร์บอนต่ำ” (Low-carbon Society) และจากแนวคิดดังกล่าวได้นำไปสู่การจัดการระดับพื้นที่ (area-based) หรือที่เรียกว่า “เมืองคาร์บอนต่ำ” (Low-carbon City) กล่าวคือเป็นการจัดการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเมืองใดเมืองหนึ่งจากฐานเดิมที่ไม่เคยมีการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมาก่อน

การขับเคลื่อนแนวคิดเมืองคาร์บอนต่ำได้เกิดขึ้นอย่างกว้างขวางในหลายเมืองทั่วโลก และมีการดำเนินการพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำในหลาย ๆ ประเทศดังนี้ สหรัฐอเมริกา 1,050 เมือง อินเดีย 40 เมือง จีน 100 เมือง และญี่ปุ่น 83 เมือง (Tan et al., 2015) โดยเมืองต่าง ๆ ในหลาย ๆ ประเทศมีการดำเนินการพัฒนาเมืองไปสู่เมืองคาร์บอนต่ำด้วยวิธีที่หลากหลาย และจากข้อมูลรายงาน The Cities Climate Leadership Group (C40) ซึ่งเป็นเครือข่ายความร่วมมือของเมืองใหญ่ต่าง ๆ ของโลก (World's Megacities) ในการลดก๊าซเรือนกระจกพบว่าร้อยละ 92 ของประเทศในกลุ่ม C40 สามารถดำเนินการลดก๊าซเรือนกระจกได้ในระดับที่สูง (Tan et al., 2017) อีกทั้งยังมีการกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจนในการลดปริมาณ

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการดำเนินงานตามมาตรการต่าง ๆ ที่ตั้งไว้ในเมืองนาโกยา (ญี่ปุ่น) เมืองแวกซ์โจ (สวีเดน) และบรัสเซล (เบลเยียม) เป็นต้น ตัวอย่างมาตรการ ได้แก่

- การพัฒนาเมืองให้สอดคล้องกับธรรมชาติในพื้นที่ โดยการสร้างชุมชนใกล้สถานีรถไฟเพื่อลดการเดินทางของชาวเมืองและส่งเสริมการเดินและการใช้จักรยานแทนรถยนต์
- พัฒนาคุณภาพระบบสาธารณูปโภคพื้นฐาน โดยส่งเสริมการสร้างอาคารประหยัดพลังงานและระบบขนส่งมวลชนที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม
- จัดหาและใช้พลังงานที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยมุ่งส่งเสริมการใช้พลังงานทางเลือก เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานชีวมวล และพลังงานจากขยะในการผลิตกระแสไฟฟ้าแทนการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล
- พัฒนาระบบสังคมคาร์บอนต่ำโดยเผยแพร่การมีวิถีชีวิตแบบคาร์บอนต่ำและการทำธุรกิจแบบคาร์บอนต่ำให้มีการปลดปล่อยคาร์บอนให้น้อยที่สุด
- การปรับเปลี่ยนพื้นที่เกษตรในเขตเมืองให้เป็นพื้นที่เกษตรอินทรีย์ มีการพัฒนาเมืองให้มีวิธีการบริโภคที่ยั่งยืน เช่น ส่งเสริมให้ชาวเมืองบริโภคอาหารที่มาจากแหล่งผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ยังสนับสนุนให้ประชาชนในเมืองที่มีที่ดินของตนเองปลูกผักสวนครัวแบบปลอดสารพิษ เป็นต้น



ภาพที่ 1 กระบวนการจัดทำแผนและการขับเคลื่อนแผนพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำ
ที่มา : องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (2562)

กระบวนการวางแผนและขับเคลื่อนเมืองคาร์บอนต่ำ

หลักสำคัญในกระบวนการจัดทำแผนและการขับเคลื่อนแผนพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำ คือ กระบวนการ Plan-Do-Check-Act (PDCA) (ภาพที่ 1) ซึ่งประกอบไปด้วย

- 1) กำหนดเป้าหมายที่จะมีบทบาทในการจัดการเมืองคาร์บอนต่ำ เพื่อเป็นจุดศูนย์กลางในการจัดทำแผนและขับเคลื่อน และประสานการทำงานกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่เกี่ยวข้อง โดยทั่วไปจะเป็นหน่วยงานระดับท้องถิ่น
- 2) สร้างเครือข่ายความร่วมมือกับหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง การผลักดันให้เกิดเมืองคาร์บอนต่ำจำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือจากหลายภาคส่วน ทั้งหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้อง ภาคเอกชน และประชาชนทั่วไป การสร้างเครือข่ายจึงเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการผลักดันให้เกิดเมืองคาร์บอนต่ำอย่างเป็นรูปธรรม
- 3) หาความเชื่อมโยงกับเป้าหมายของแผนพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำ เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญอย่างมากที่จะเป็นการนำเรื่องการพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำมาเป็นส่วนหนึ่งในการแก้ปัญหาของเมือง และจะเป็นแรงจูงใจที่สำคัญในการผลักดันให้เกิดการมีส่วนร่วมในการร่วมกันผลักดันให้เกิดการพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำได้
- 4) สร้างกระบวนการมีส่วนร่วมและการสนับสนุนจากภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เกิดกระบวนการมีส่วนร่วมตั้งแต่เริ่มต้นของการจัดทำแผนพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำ ตลอดจนการกำหนดมาตรการ และการดำเนินโครงการ
- 5) วิเคราะห์ข้อมูลก๊าซเรือนกระจกของเมือง (City Carbon Footprint: CCF) และคาดการณ์อนาคตกรณีฐาน (Baseline scenario) เพื่อประเมินสถานการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคตในกรณีที่ยังไม่มีการดำเนินมาตรการ
- 6) วิเคราะห์มาตรการ จัดลำดับความสำคัญ สรุปเป้าหมายและโครงการสำคัญ เป็นส่วนสำคัญของการจัดทำแผนการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การจัดลำดับความสำคัญโดยใช้เกณฑ์ต่าง ๆ จะช่วยให้เกิดการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดเพื่อบรรลุเป้าหมายของการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

7) วิเคราะห์ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย จัดหาแหล่งเงินทุนและความร่วมมือ (Project implementation) เป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะนำโครงการที่ได้จากการวิเคราะห์แผนพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำมาสู่การพัฒนาให้เกิดผลลัพธ์อย่างเป็นรูปธรรม

8) ติดตาม รายงาน และสอบทาน (Measuring Reporting Verification: MRV) เป็นขั้นตอนในการติดตามและรายงานความก้าวหน้าเพื่อประเมินผลลัพธ์ของการดำเนินโครงการว่าเป็นไปตามเป้าหมายและแผนพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำหรือไม่ โดยจะต้องมีการสอบทานเพื่อพิสูจน์ให้ได้ว่ามีการพัฒนาโครงการและสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้จริง โดยในระหว่างกระบวนการ MRV หากผลลัพธ์ที่ได้ไม่เป็นไปตามแผนพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำ อาจจำเป็นต้องมีการทบทวนและปรับปรุงแผนและการดำเนินงานให้สอดคล้องกับสถานการณ์มากขึ้น

9) ประชาสัมพันธ์ เผยแพร่ผลสำเร็จ และพัฒนาศักยภาพ ผลสำเร็จของโครงการจำเป็นต้องได้รับการเผยแพร่สู่สาธารณะเพื่อขยายผลให้เกิดการพัฒนาในวงกว้าง และยังสามารถนำมาใช้เป็นต้นแบบในการพัฒนาสำหรับพื้นที่อื่น ๆ ในอนาคต

ในการวางแผนพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำนั้นจะเริ่มต้นจากการพัฒนาระบบการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของเมือง (City Carbon Footprint: CCF) ซึ่งการจัดทำดังกล่าวจะช่วยให้อำนาจส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเมืองสามารถประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีฐานและคาดการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคตและช่วยในการกำหนดเป้าหมายการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากหลักฐานเชิงประจักษ์

คู่มือรายงานผลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับเมืองที่เป็นสากล (Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories: GPC) (World Resources Institute et al., 2014) คือ มาตรฐานในการบันทึกและการรายงานผลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับเมือง ซึ่งเป็นที่ยอมรับและปฏิบัติจากทั่วโลก เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่มีความโปร่งใสและมีความละเอียดที่ชัดเจนครอบคลุมแหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมในเมือง มาตรฐาน GPC จัดทำขึ้นในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557 โดยจัดทำร่วมกับสถาบันทรัพยากรโลก (World Resources Institute) และองค์กรรัฐบาลท้องถิ่นเพื่อความยั่งยืน มีการ

ลงนามอนุมัติโดยธนาคารโลก (World Bank) โครงการตั้งถิ่นฐานมนุษย์แห่งสหประชาชาติ (United Nations Human Settlement Programme: UN-HABITAT) และโครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ (United Nations Environment Programme: UNEP)

GPC เป็นมาตรฐานในการจัดการและรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเมือง ซึ่งจะไม่มีการบรรจุระเบียบวิธีวิจัย (methodology) วิธีใดวิธีหนึ่งในการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก แต่จะให้การรอบการปฏิบัติที่เป็นมาตรฐานในการรายงานข้อมูลให้มีความต่อเนื่องและโปร่งใส ข้อกำหนด GPC จัดให้แยกรูปแบบการปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกเป็น 5 สาขา (ภาพที่ 2) ดังนี้

- 1) สาขาพลังงานอยู่กับที่ (Stationary energy) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกเหล่านี้มาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในการให้ความร้อน และการผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อกระจายตามระบบกระจายไฟ อีกทั้งแหล่งอื่น ๆ ได้แก่ การปล่อยก๊าซที่เกี่ยวข้องกับการหลุดรอดของพลังงาน เช่น ก๊าซธรรมชาติที่รั่วไหลออกจากระบบจ่ายก๊าซ เป็นต้น
- 2) สาขาการขนส่ง (Transportation) ครอบคลุมการเดินทางทั้งหมดทางถนน ทางระบบราง ทางน้ำและทางอากาศ รวมถึงการเดินทางระหว่างเมืองและระหว่างประเทศ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกนั้นเกิดขึ้นโดยตรงจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงหรือโดยอ้อมจากการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบโครงข่ายไฟฟ้า

3) สาขาของเสีย (Waste) การผลิตขยะและน้ำเสียนับเป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นมากในเขตเมือง ทั้งขยะและน้ำเสียนั้นเรียกรวม ๆ ว่า “ของเสีย” ซึ่งจะถูกล่อยและ/หรือ จัดการในอาณาเขตเมือง หรือถูกขนส่งไปบริเวณอื่นเพื่อการบำบัดหรือกำจัดทิ้งจากเมืองนั้น ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้และปฏิกิริยาการย่อยสลายทั้งแบบใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจน (aerobic or anaerobic)

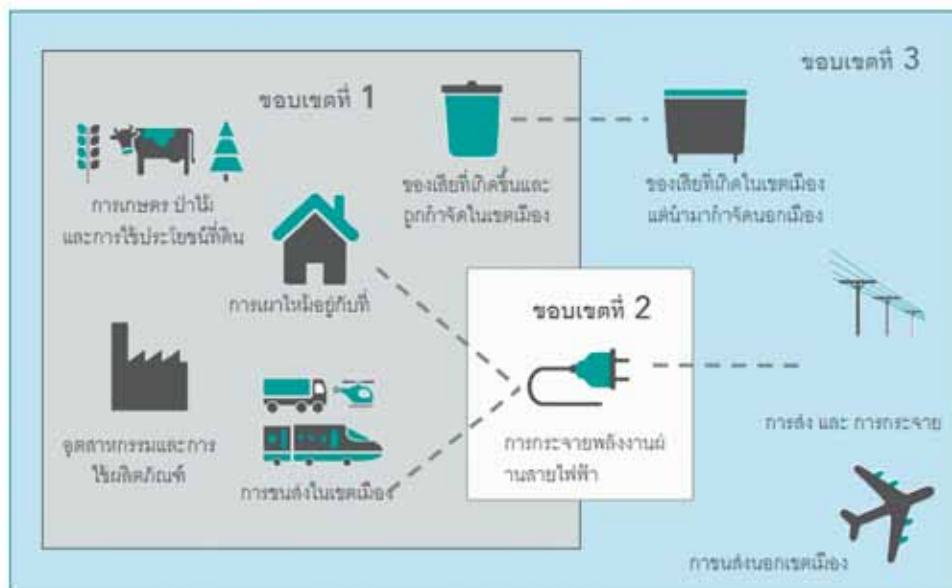
4) สาขากระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (Industrial Process & Product Use: IPPU) หมายรวมถึง การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกิจกรรมอุตสาหกรรมและใช้ผลิตภัณฑ์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการผลิตและใช้พลังงาน และรวมถึงการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลที่ไม่เกี่ยวข้องกับการผลิตและใช้พลังงานภายในอาณาเขตเมือง

5) สาขาเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Agriculture, Forestry & Land Use: AFOLU) ครอบคลุมถึงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกี่ยวข้องกับภาคการเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งรวมถึงการปล่อยก๊าซมีเทนที่เกิดในกระบวนการย่อยอาหารของภาคปศุสัตว์ และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

กิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในเมืองสามารถก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขึ้นได้ทั้งในเขตเมืองและนอกเขตเมือง



ภาพที่ 2 สาขาของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
ที่มา : องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (2562)



ภาพที่ 3 การจัดกลุ่มขอบเขตของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับเมือง
ที่มา : World Resources Institute et al. (2014)

เพื่อแยกความแตกต่างระหว่างกลุ่มเหล่านี้ ข้อกำหนดของ GPC จะเป็นตัวช่วยในการจัดกลุ่มของการปล่อยก๊าซออกเป็น 3 ขอบเขตตามแหล่งที่เกิดขึ้น ได้แก่ ขอบเขตที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากแหล่งกำเนิดในขอบเขตเมือง ขอบเขตที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการใช้ไฟฟ้าจากระบบโครงข่ายไฟฟ้า พลังงานความร้อน และ ขอบเขตที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปแบบอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นนอกเขตเมืองอันเป็นผลพวงมาจากกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในเขตเมือง (ภาพที่ 3)

ตามมาตรฐานการจัดทำและรายงานก๊าซเรือนกระจก ปริมาณก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas: GHG) สามารถคำนวณได้จากผลคูณของค่ากิจกรรม (Activity Data: AD) และค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยกิจกรรม (Emission Factor: EF) ดังแสดงในสมการต่อไปนี้

$$GHG = AD \times EF$$

เมื่อ GHG คือ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก(kg of GHG)

AD คือ ค่ากิจกรรม (Activity data) การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Unit)

EF คือ ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission factor) ของกิจกรรม (kg of GHG/Unit)

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแต่ละประเภทจะแปลงเป็นหน่วยมาตรฐานของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO₂ equivalent: CO₂e) โดยใช้ค่า Global Warming Potential (GWP) ดังแสดงในสมการและตารางต่อไปนี้

$$CO_2e = GHG \times GWP$$

เมื่อ CO₂e คือ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (kgCO₂e)

GHG คือ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (kg of GHG)

GWP คือ ค่าศักยภาพในการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน (kgCO₂e/kg of GHG)

ตามมาตรฐานระบบ GPC สามารถรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเมืองได้ 3 ระดับ คือ ระดับ BASIC ระดับ BASIC+ และระดับ Expanded โดยในระดับ BASIC นั้นจะครอบคลุมแหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นในเกือบทุกเมือง เช่น กลุ่มการเผาไหม้อยู่กับที่ กลุ่มการคมนาคมขนส่งในเขตเมือง และกลุ่มของเสีย ในขณะที่ระดับ BASIC+ จะรวมถึงการปล่อยก๊าซจากแหล่งกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ ด้านเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน และการคมนาคมขนส่งระหว่างเมือง ซึ่งโดยทั่วไปจะเกี่ยวข้องกับกระบวนการคำนวณและการเก็บข้อมูลที่มี

ตารางที่ 1 ค่า Global Warming Potential (GWP) ของก๊าซเรือนกระจกแต่ละประเภท

Industrial designation or common name	Chemical formula	GWP values for 100-year time horizon		
		Second Assessment Report (SAR)	Fourth Assessment Report (AR4)	Fifth Assessment Report (AR5)
Carbon dioxide	CO ₂	1	1	1
Methane	CH ₄	21	25	28
Nitrous oxide	N ₂ O	310	298	265

ที่มา : World Resources Institute et al. (2014)

ความท้าทายมากกว่า ดังนั้น หากแหล่งข้อมูลเหล่านี้มีนัยสำคัญและเกี่ยวข้องกับเมือง เมืองควรมุ่งเน้นที่จะรายงานตาม BASIC+ ส่วนระดับ Expanded เป็นการรายงานเต็มรูปแบบที่แสดงรายละเอียดของกิจกรรมจำแนกรายสาขาและขอบเขตต่าง ๆ โดยครบถ้วน

การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเขตเมือง

1. มาตรการและเทคโนโลยีในการลดก๊าซเรือนกระจกในเขตเมือง

มาตรการและเทคโนโลยีในการลดก๊าซเรือนกระจกจากสาขาต่าง ๆ เป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาเมืองสู่การเป็นเมืองคาร์บอนต่ำ การลดก๊าซเรือนกระจกของแต่ละสาขามีแนวทางดังนี้

1) สาขาพลังงานอยู่กับที่ (Stationary Energy):

เทคโนโลยีการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกลุ่มพลังงานอยู่กับที่ มีความแตกต่างกันไปในแต่ละสาขาย่อย แต่หากพิจารณาในบริบทของเมืองคาร์บอนต่ำจะมีกิจกรรมหลักในภาคอาคารและบ้านอยู่อาศัยเป็นส่วนใหญ่

1.1) มาตรการที่เกี่ยวข้องกับการจัดการพลังงานในอาคาร

มาตรการหลักที่ถูกนำมาใช้ในการจัดการพลังงานในอาคารประกอบด้วย 2 แนวทาง ดังนี้

1.1.1) มาตรการภาคบังคับ เป็นการบังคับใช้เกณฑ์มาตรฐานอาคาร (Building code) โดยมีการออกกฎหมายกำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร มาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

1.1.2) มาตรการภาคสมัครใจ อยู่ในรูปแบบของการออกใบรับรอง (Certificate) สำหรับอาคารที่สามารถปรับปรุงและจัดการพลังงานได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน ปัจจุบันอาคารหลายแห่งในประเทศไทยได้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทั้งในระดับสากล (เช่น LEED) และมาตรฐานของไทย (TREES) ในระดับต่าง ๆ อาคารที่ได้รับการรับรองนอกจากจะสามารถ

ลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานได้จริงแล้ว ยังเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มของการใช้ประโยชน์ของอาคารและเสริมภาพลักษณ์ในการประกอบกิจการที่ดี

1.2) เทคโนโลยีการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอาคารและบ้านอยู่อาศัย

1.2.1) เทคโนโลยีการจัดการพลังงาน

เป็นการบูรณาการเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ เพื่อให้เกิดการทำงานสอดคล้องกันโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ตัวอย่างเช่น ระบบบริหารจัดการพลังงานในอาคาร (Building Energy Management System: BEMS) ระบบบริหารจัดการพลังงานในบ้าน (Home Energy Management System: HEMS) และการตอบสนองด้านโหลด (Demand response)

1.2.2) เทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพอุปกรณ์ (Energy Efficiency) เป็นการยกระดับการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ทั้งระบบปรับอากาศ ระบบแสงสว่างและระบบอื่น ๆ ภายในอาคาร

1.2.3) เทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy) สำหรับอาคารและบ้านอยู่อาศัย เช่น เซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา (solar rooftop) และระบบผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

2) สาขาขนส่ง (Transportation) แนวโน้มของการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคขนส่งขึ้นอยู่กับอิทธิพลของปัจจัย 4 ประการ ได้แก่ กิจกรรมการขนส่ง (Activity: A) สัดส่วนรูปแบบการเดินทาง (Mode Share: S) อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงต่อการเดินทาง (Fuel Intensity: I) และการเลือกชนิดของเชื้อเพลิง (Fuel Choice: F) หรือเรียกว่าแนวคิดแบบ “ASIF” ดังนั้น แนวทางในการลดการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคขนส่งจึงมี 4 แนวทางหลัก ได้แก่

2.1) มาตรการลดการเดินทาง (Avoid) นโยบายที่ส่งเสริมให้ประชาชนหลีกเลี่ยงการเดินทางหรือลดระยะทาง

การเดินทางที่ไม่จำเป็น โดยการบูรณาการระหว่างการวางผังเมืองกับการวางแผนด้านการขนส่งที่เหมาะสม เช่น การพัฒนาพื้นที่ใช้สอยในลักษณะของเมืองให้มีกิจกรรมในบริเวณใกล้เคียงกัน (Compact Area) การส่งเสริมมาตรการการทำงานอยู่กับบ้าน การสร้างศูนย์ราชการหรือศูนย์การค้าในพื้นที่การเก็บค่าธรรมเนียมการใช้ถนนหรือค่าธรรมเนียมรถติด (road pricing or congestion charge) เป็นต้น

2.2) มาตรการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง (Shift) นโยบายที่ส่งเสริมให้ประชาชนเปลี่ยนจากการใช้ยานพาหนะส่วนตัวไปใช้รูปแบบการเดินทางที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้นและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ระบบขนส่งสาธารณะและการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ (การขี่จักรยาน และการเดินเท้า) ในกลุ่มมาตรการนี้รวมถึงการสร้างแรงจูงใจในการใช้ระบบขนส่งที่มีประสิทธิภาพพลังงานและการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่ดีสำหรับระบบขนส่งสาธารณะและการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ (non-motorized transport)

2.3) การปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงาน (Improve) มาตรการที่มุ่งเน้นการพัฒนาและส่งเสริมยานยนต์และการใช้โครงสร้างพื้นฐานเดิมให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เช่น เทคโนโลยีการประหยัดพลังงานของยานยนต์ และการส่งเสริมการใช้รถและจักรยานไฟฟ้า เป็นต้น ตัวอย่างแนวทางในการส่งเสริมให้มีการใช้ยานยนต์ที่มีประสิทธิภาพพลังงานสูงขึ้นเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เช่น การกำหนดให้ติดฉลากแสดงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของยานยนต์ (car labeling) และการกำหนดมาตรฐานอัตราการใช้เชื้อเพลิงหรือการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของยานยนต์ (Fuel Economy/CO₂ Emission Standard)

2.4) การเปลี่ยนชนิดเชื้อเพลิง (Fuel Switch) เนื่องจากเชื้อเพลิงแต่ละประเภท เช่น น้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล ก๊าซธรรมชาติ มีอัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่แตกต่างกัน มาตรการการลดก๊าซเรือนกระจกโดยการเปลี่ยนชนิดเชื้อเพลิงจึงเป็นการส่งเสริมให้มีการใช้เชื้อเพลิงทางเลือกที่มีอัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหนึ่งหน่วยพลังงานน้อยกว่าเชื้อเพลิงที่ใช้ในภาคขนส่งทั่วไป ได้แก่ น้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล โดยเชื้อเพลิงทางเลือกดังกล่าว ได้แก่ เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ เชื้อเพลิงชีวภาพ (biofuel) ไฮโดรเจน

3) สาขาของเสีย (Waste) วิธีการกำจัดขยะและของเสียมีหลายรูปแบบ แต่ละวิธีมีข้อดี-ข้อเสีย และการดำเนินการที่แตกต่างกันไป การกำจัดขยะที่เหมาะสมกับท้องถิ่นหนึ่งอาจไม่เหมาะสมกับอีกท้องถิ่นหนึ่งก็ได้ ปัจจัยหลักในการเลือกวิธีการจัดการที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับปริมาณและองค์ประกอบ

ของขยะมูลฝอย ระยะทางขนส่งระหว่างจุดที่จัดเก็บขยะมูลฝอยกับสถานที่กำจัด และการใช้หลัก 3Rs เข้ามาช่วยในการคัดแยกขยะ ซึ่งประกอบด้วย (1) การนำขยะกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) เช่น การคัดแยกเศษแก้ว พลาสติก เหล็ก กลับมาหลอมเพื่อใช้ใหม่ (2) การใช้ซ้ำ (Reuse) เช่น การคัดแยกขวดแก้วไปล้างแล้วนำไปใช้ใหม่ และ (3) การลดการใช้ (Reduce) ซึ่งช่วยลดปริมาณขยะที่ต้นทาง เทคโนโลยีและมาตรการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในขยะมูลฝอยและของเสีย ที่ควรนำมาใช้ในการจัดการขยะประกอบไปด้วย 4 แนวทาง ดังนี้

3.1) การบริหารจัดการการจัดเก็บและขนส่งขยะมูลฝอย เช่น การเปลี่ยนไปใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภทอื่นที่มีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลดลงโดยเปลี่ยนการใช้น้ำมันดีเซลเป็นก๊าซธรรมชาติ การลดการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลและลดจำนวนเที่ยวรถที่ใช้ในการเก็บขยะมูลฝอยและระยะทางในการขนส่งขยะมูลฝอย เป็นต้น

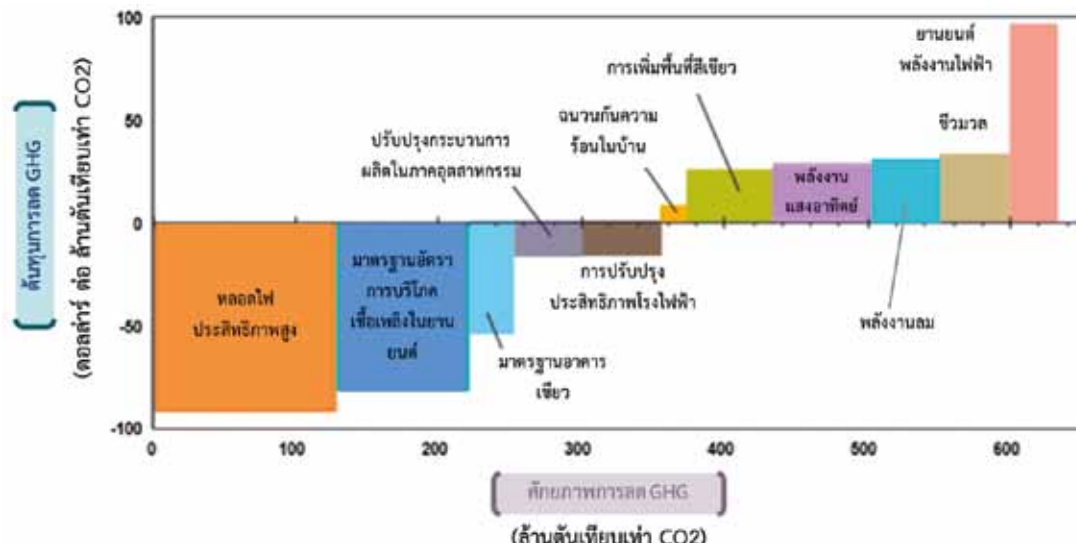
3.2) มาตรการการฝังกลบ การกำจัดขยะมูลฝอยโดยวิธีฝังกลบด้วยเทคโนโลยีการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล (sanitary landfill) เป็นการนำขยะมูลฝอยมาเทกองในพื้นที่ที่จัดเตรียมไว้สำหรับการฝังกลบโดยเฉพาะ ซึ่งจะมีการวางระบบต่าง ๆ เพื่อป้องกันไม่ให้สารมลพิษต่าง ๆ รั่วไหลออกสู่พื้นที่ภายนอก และใช้เครื่องจักรกลเกลี่ยและบดอัดให้ยุบตัว หลังจากนั้นใช้ดินกลบทับและบดอัดให้แน่นอีกครั้ง รวมทั้งยังสามารถจัดการเพิ่มเติมโดยการรวบรวมก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบ (landfill gas to energy) มาผลิตพลังงานไฟฟ้า

3.3) มาตรการการเผาขยะเทคโนโลยีเตาเผาขยะ (incinerator) เป็นการกำจัดขยะมูลฝอยโดยใช้เตาเผาและนำความร้อนที่ได้จากการเผาขยะมาใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้า

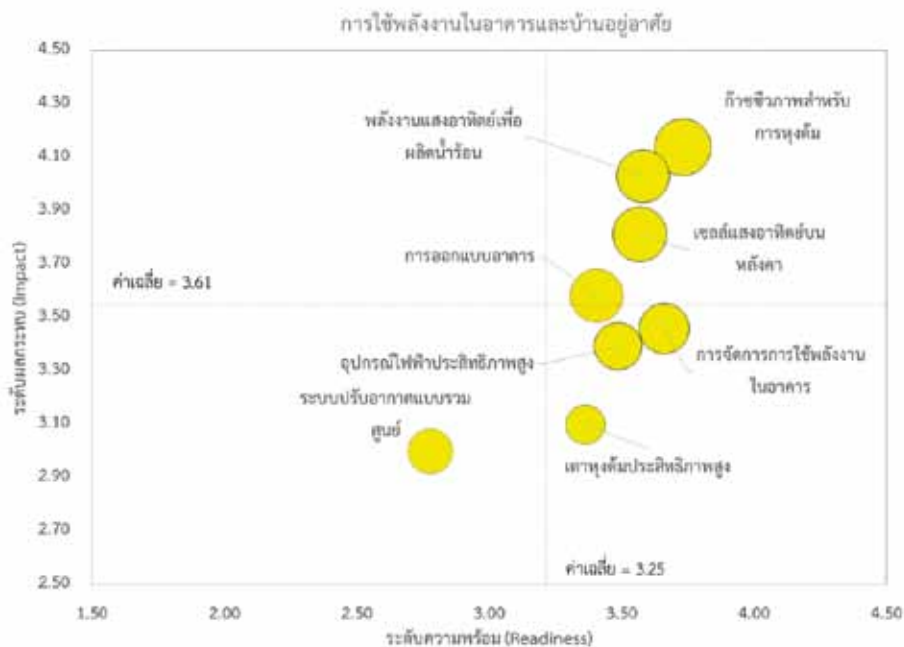
3.4) มาตรการการคัดแยกขยะเพื่อนำกลับมาใช้อีก (การบำบัดขยะแบบเชิงกล-ชีวภาพ) ได้แก่ เทคโนโลยีผลิตเชื้อเพลิงขยะ (Refuse Derived Fuel: RDF) เป็นเทคโนโลยีสะอาดใช้งานร่วมกับเทคโนโลยีไพโรไลซิส/ก๊าซซิฟิเคชัน เชื้อเพลิงที่ได้ไม่จำเป็นต้องผลิตพลังงานทันที เก็บไว้ผลิตเมื่อใดก็ได้ และเป็นเทคโนโลยีสามารถพัฒนาได้เองในประเทศ และการหมักทำปุ๋ย (composting) เป็นอีกวิธีที่ช่วยลดการฝังกลบขยะอินทรีย์โดยสามารถตั้งโรงงานกำจัดในเขตชุมชนได้ นอกจากจะได้ปุ๋ยไปใช้แล้วการแยกขยะก่อนหมักทำปุ๋ย จะได้เศษโลหะแก้ว กลับไปทำประโยชน์ได้อีก

2. การจัดลำดับความสำคัญมาตรการและเทคโนโลยีในการลดก๊าซเรือนกระจก

การคัดเลือกมาตรการและเทคโนโลยีที่เหมาะสมเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการวางแผนการจัดการเมืองคาร์บอนต่ำ



ภาพที่ 4 ตัวอย่างการจัดลำดับความสำคัญด้วย MACC
ที่มา : องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (2562)



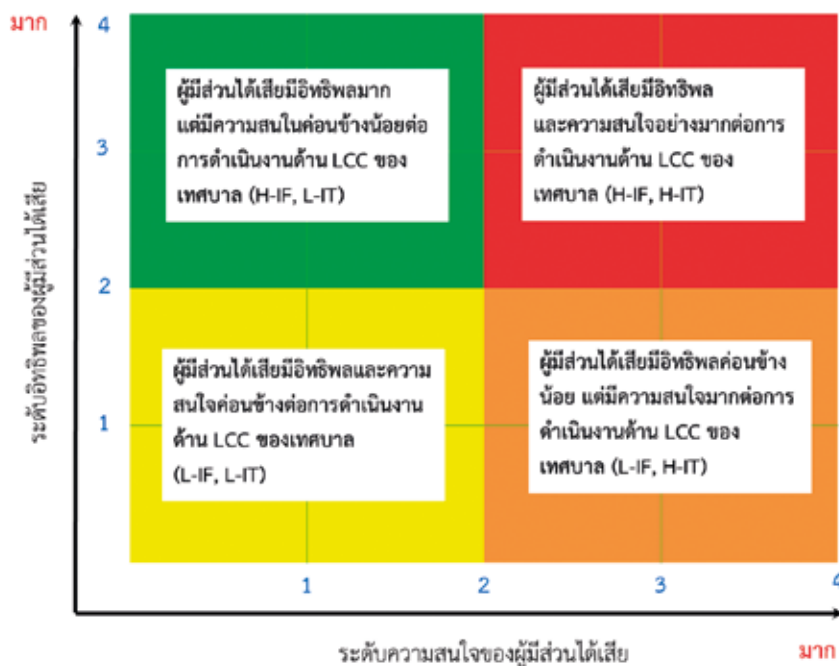
ภาพที่ 5 ตัวอย่างผลการวิเคราะห์การจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอาคารและบ้านอยู่อาศัยด้วย MCA
ที่มา : องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (2562)

เกณฑ์การคัดเลือกที่เหมาะสมจะช่วยให้การวางแผนการจัดการเมืองคาร์บอนต่ำ และการกำหนดโครงการสามารถตอบสนองกับปัญหาของเมืองและเป้าหมายการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างชัดเจน โดยทั่วไปจะมีเครื่องมือที่ใช้ในการคัดเลือกและจัดลำดับความสำคัญของมาตรการอยู่หลายรูปแบบ แนวทางการจัดลำดับความสำคัญของมาตรการที่นิยมใช้โดยทั่วไปมี 2 รูปแบบ คือ

1) Marginal Abatement Cost Curve (MACC)

เป็นเครื่องมือที่ใช้การวิเคราะห์และคัดเลือกมาตรการโดยใช้เกณฑ์ “ต้นทุนการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วย” และ

“ศักยภาพการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก” ของแต่ละมาตรการเป็นหลัก มาตรการที่มีต้นทุนการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำที่สุดจะถูกเลือกเป็นลำดับแรก มาตรการที่มีต้นทุนการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สูงขึ้นจะถูกเลือกในลำดับถัดมา จนกระทั่งผลรวมของปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสะสมเป็นไปตามเป้าหมายการพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำในภาพรวม จุดเด่นของเครื่องมือนี้คือการบริหารการใช้ทรัพยากรที่มีประสิทธิภาพและสามารถเชื่อมโยงกับเป้าหมายการพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำในภาพรวมได้



ภาพที่ 6 การวิเคราะห์ลำดับความสำคัญของผู้มีส่วนได้เสียตามระดับความสนใจและอิทธิพล
ที่มา : องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (2562)

2) Multi-Criteria Analysis (MCA) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการจัดลำดับความสำคัญเชิงคุณภาพผ่านการให้คะแนน โดยมีการกำหนดเกณฑ์การพิจารณาและลำดับคะแนนที่สะท้อนแต่ละระดับการพัฒนา ข้อดีของการวิเคราะห์ด้วย MCA คือ “ความยืดหยุ่น” และ “ความหลากหลาย” ในการเลือกเกณฑ์การพิจารณาโดยเฉพาะในกรณี “ต้นทุนการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก” อาจไม่ใช่ปัจจัยหลักในการตัดสินใจ โดยอาจมีปัจจัยอื่น ๆ ที่อาจมีความสำคัญมากกว่า เช่น การยอมรับของสังคม ข้อจำกัดด้านกฎระเบียบ เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถกำหนด “น้ำหนักความสำคัญ” ของแต่ละเกณฑ์พิจารณาได้ โดยเฉพาะในกรณีการตัดสินใจต้องอยู่บนเงื่อนไขที่มีหลายเกณฑ์ในการพิจารณา

การขับเคลื่อนแผนการพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำ

การวิเคราะห์ผู้มีส่วนได้เสีย (stakeholder analysis) เป็นขั้นตอนและกลไกหนึ่งที่สำคัญสำหรับการขับเคลื่อนแผนการพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำที่ต้องอาศัยการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้เสียหรือผู้ที่เกี่ยวข้อง รวมถึงงานหรือภารกิจในการขับเคลื่อนแผนการลดก๊าซเรือนกระจกไปสู่การเป็นเมืองคาร์บอนต่ำ ทั้งนี้ เพื่อให้มั่นใจว่าผู้มีส่วนได้เสียทุกคนทุกหน่วยงาน และทุกภาคส่วนมีความสำคัญกับการพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำหรือกิจกรรมที่นำไปสู่การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเมืองอย่างแท้จริง และเป็นผู้มีส่วนได้เสียที่สามารถ

จะเข้ามามีส่วนร่วมกับการกิจดังกล่าวของเมืองเพื่อสนับสนุนส่งเสริม ตลอดจนได้รับผลกระทบจากการดำเนินงานร่วมกัน

สำหรับการวิเคราะห์ผู้มีส่วนได้เสียของมาตรการเป็นกระบวนการพิจารณาหรือประเมินผู้มีส่วนได้เสียจากประเด็นต่าง ๆ โดยระบุถึงระดับความสำคัญหรือเกณฑ์ในแต่ละประเด็นที่เป็นแนวทางเดียวกัน ซึ่งในกรณีนี้ จะใช้เกณฑ์ในการพิจารณาเพื่อประเมินหรือวิเคราะห์ผู้มีส่วนได้เสียใน 2 ประเด็น ได้แก่ “อิทธิพล” (Influence) และ “ความสนใจ” (Interest) โดยมีระดับของเกณฑ์ในการพิจารณาทั้ง “ระดับอิทธิพล” และ “ระดับความสนใจ” เมื่อผู้มีส่วนได้เสียที่ผ่านกระบวนการจำแนกหรือระบุผู้มีส่วนได้เสียและวิเคราะห์ระดับของอิทธิพลและความสนใจของผู้มีส่วนได้เสีย นั้น ๆ แล้ว จึงนำไปสู่การจัดลำดับความสำคัญของผู้มีส่วนได้เสีย (stakeholder prioritization) โดยการเรียงลำดับผู้มีส่วนได้เสียที่ได้จากการวิเคราะห์ตามประเด็นหรือเกณฑ์ (ภาพที่ 6) ทั้งนี้ ผลผลิต (output) ที่ได้จากขั้นตอนการวิเคราะห์ผู้มีส่วนได้เสีย ได้แก่ ตำแหน่งหรือระดับความสำคัญของผู้มีส่วนได้เสียตามระดับของอิทธิพลและระดับความสนใจตามพื้นที่ (zone) ต่าง ๆ ทั้ง 4 พื้นที่ ที่เรียกว่าการจัดลำดับความสำคัญผู้มีส่วนได้เสีย

กลยุทธ์และวิธีการสร้างแรงจูงใจเพื่อให้เกิดการมีส่วนร่วมของผู้ที่มีส่วนได้เสีย (stakeholder engagement) เป็นอีกหนึ่งกระบวนการที่สำคัญในการพิจารณาหรือประเมิน

วิธีการที่เหมาะสมที่ทางเมืองจะเชิญชวนหรือโน้มน้าวให้ผู้มีส่วนได้เสียเข้ามามีส่วนร่วมในการดำเนินงานเพื่อพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำให้บรรลุเป้าหมายไปด้วยกัน โดยกลยุทธ์หรือวิธีการสร้างแรงจูงใจดังกล่าวจะเป็นไปตามแนวทางการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้เสียทั่ว ๆ ไป ซึ่งให้ความสำคัญและความเข้มข้นของกิจกรรมการมีส่วนร่วมต่างกันไปตามพื้นที่ (zone) ที่ได้จากการวิเคราะห์ผู้มีส่วนได้เสียและการจัดลำดับความสำคัญของผู้มีส่วนได้เสีย ดังนี้

พื้นที่ที่ 1 (พื้นที่สีแดงในภาพที่ 6) หมายถึง ผู้มีส่วนได้เสียมีอิทธิพลและความสนใจอย่างมากต่อการดำเนินงานด้านการพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำ กลยุทธ์หรือวิธีการสร้างแรงจูงใจในการมีส่วนร่วม เช่น การจัดตั้งคณะทำงานในรูปแบบของพหุภาคีจากหน่วยงานต่าง ๆ การประชุมปรึกษาหารืออย่างเป็นทางการ การประชุมกลุ่มย่อย และการสานเสวนาเพื่อหาแนวทางการดำเนินงานและร่วมถอดบทเรียนการดำเนินงานที่สำคัญ เป็นต้น

พื้นที่ที่ 2 (พื้นที่สีเขียวในภาพที่ 6) และ พื้นที่ที่ 3 (พื้นที่สีส้มในภาพที่ 6) กลยุทธ์หรือวิธีการสร้างแรงจูงใจในการมีส่วนร่วม เช่น การสัมภาษณ์ การประชุมสัมมนา การประชุมปรึกษาหารือสาธารณะ และการจัดทำแบบสอบถาม เป็นต้น

พื้นที่ที่ 4 (พื้นที่สีเหลืองในภาพที่ 6) กลยุทธ์หรือวิธีการสร้างแรงจูงใจในการมีส่วนร่วม เช่น การสื่อสารผ่านสื่อสิ่งพิมพ์ ซึ่งส่งไปยังหน่วยงานต่าง ๆ การโฆษณาประชาสัมพันธ์ผ่านสื่อท้องถิ่นหรือสื่อที่เหมาะสม การสื่อสารประชาสัมพันธ์ผ่านทางเว็บไซต์ของเทศบาลหรือภาคีเครือข่าย และการสื่อสารผ่านจดหมายข่าว รวมถึงสื่อออนไลน์ต่าง ๆ เป็นต้น

บทสรุป

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate change) เริ่มแสดงผลกระทบต่อโลกอย่างชัดเจนในปัจจุบันและมีแนวโน้มที่จะมีความรุนแรงมากขึ้นในอนาคต การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจึงเป็นแนวทางที่สำคัญอย่างยิ่งที่จะทำให้เกิด

การพัฒนาที่ยั่งยืนขึ้นได้ในอนาคต การพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำเป็นแนวทางสำคัญที่จะช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่าง ๆ ของเมืองในระยะยาวที่นับวันมีแต่จะขยายตัวของเมืองอย่างต่อเนื่องกันทั่วโลก ดังนั้น แนวคิดการพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำจึงเป็นประเด็นสำคัญในการพัฒนาเมืองในอนาคต ซึ่งไม่ได้สำคัญเฉพาะแต่เมืองที่มีขนาดใหญ่เท่านั้น แต่รวมถึงเมืองขนาดกลางและเล็กที่กำลังมีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว นโยบายและมาตรการที่ดำเนินการในการลดก๊าซเรือนกระจกประกอบด้วยประเด็นที่สำคัญ ได้แก่ การเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานและการใช้พลังงานทดแทนในภาคครัวเรือน ภาคขนส่งและภาคอุตสาหกรรม การจัดการขยะและของเสีย การปรับปรุงกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม และการเพิ่มพื้นที่ป่าไม้ ในการดำเนินนโยบายและมาตรการดังกล่าวข้างต้นจำเป็นต้องพิจารณาและจัดลำดับความสำคัญ ซึ่งความสำคัญของมาตรการและนโยบายในแต่ละเมืองย่อมมีความแตกต่างกันตามบริบทและเป้าหมายการพัฒนาของเมืองนั้น ๆ อย่างไรก็ตาม ในการกำหนดนโยบายและมาตรการเพื่อพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำให้เกิดขึ้นอย่างเป็นรูปธรรมนั้นจะต้องมีการวางแผนและดำเนินการอย่างเป็นระบบ และมีการติดตามและประเมินผลที่ชัดเจน ตามแนวทาง Plan-Do-Check-Act (PDCA) รวมทั้งต้องมีกลยุทธ์ในการสร้างการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้เสีย (stakeholder) ทุกภาคส่วนในทุกขั้นตอนของการดำเนินงานจึงจะทำให้การดำเนินการพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำเกิดขึ้นได้อย่างยั่งยืน

กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของผลการศึกษาวิจัยโครงการ “การจัดทำชุดความรู้การจัดการเมืองคาร์บอนต่ำและรับมือกับผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างยั่งยืนสำหรับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น” ซึ่งได้รับการสนับสนุนงบประมาณในการศึกษาโครงการจากองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

เอกสารอ้างอิงและบรรณานุกรม

- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. (2562). คู่มือการอบรมเชิงปฏิบัติการการพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำผ่านระบบการจัดการเมืองอย่างยั่งยืน. กรุงเทพมหานคร
- Tan, S., Yang, J., & Yan, J. (2015). Development of the Low-carbon City Indicator (LCCI) Framework. *Energy Procedia*, 75, 2516-2522.
- Tan, S., Yang, J., Yan, J., Lee, C., Hashim, H., & Chen, B. (2017). A holistic low carbon city indicator framework for sustainable development. *Applied Energy*, 185, 1919-1930.
- World Resources Institute (WRI), C40 Cities Climate Leadership Group, & Local Governments for Sustainability (ICLEI). (2014). *Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories*. Retrieved December 20, 2019, from http://c40-production-images.s3.amazonaws.com/other_uploads/images/143_GHGP_GPC_1.0.original.pdf?1426866613

สถานภาพความเป็นอาคารราชการเขียวและแนวทางการปรับปรุง กรณีศึกษา : กลุ่มอาคารคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รองศาสตราจารย์ ดร. อรรถนัฏ เศรษฐบุตร*

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุริยน ศิริธรรมปิติ

ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

*ผู้รับผิดชอบหลักของบทความ email: atch.s@chula.ac.th.

ความเป็นมา

ภาวะโลกร้อน (Global Warming) และภาวะภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง (Climate Change) เป็นปัญหาใหญ่ของโลกที่ทุกคนกำลังเผชิญอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งมีสาเหตุหลักมาจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases) ออกสู่บรรยากาศส่งผลให้โลกมีอุณหภูมิสูงขึ้น การลดภาวะโลกร้อนโดยการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและลดการใช้พลังงานจึงเป็นหนทางหนึ่งที่จะช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ ปัจจุบันการดำเนินการตามนโยบายสหประชาชาติได้ให้ความสนใจในการจัดการสิ่งแวดล้อมและพลังงานของอาคารโดยใช้แนวทางอาคารเขียว (Green Building Concept) ประเทศต่าง ๆ หลายประเทศจึงได้กำหนดให้โครงการอาคารเขียวเป็นโครงการสำคัญในการพัฒนาประเทศแบบยั่งยืนเพื่อให้เจ้าของและผู้ใช้อาคารมีส่วนรับผิดชอบต่อสภาพแวดล้อมและสังคมมากขึ้นและเกิดความสัมพันธ์ระหว่างเศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม สังคม และสุขภาพ

หน่วยงานของรัฐบาลไทยโดยกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้ตระหนักถึงปัญหาดังกล่าว จึงได้ดำเนินโครงการอาคารเขียวภาครัฐ (Green Government Building) ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา เพื่อลดผลกระทบของอาคารที่มีต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์ ให้กลายเป็นอาคารที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ด้วยเหตุนี้เพื่อตอบสนองนโยบายดังกล่าวของภาครัฐ ประกอบกับการผลักดันมหาวิทยาลัยให้เป็นมหาวิทยาลัยระดับโลก จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยจึงมีนโยบายที่จะเข้าสู่อันดับมหาวิทยาลัยสีเขียว โดยได้มีการจัดสรรงบประมาณทางด้านการบริหารทรัพยากรกายภาพเพิ่มขึ้น

การปรับปรุงอาคารของคณะวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นคณะที่มีจำนวนบุคลากรและนิสิตรวมไปถึงทรัพยากรอาคารสถานที่จำนวนมาก และมีการใช้สอยในด้านวิชาการ ทั้งการเรียนการสอน และการวิจัยที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงที่สุดคณะหนึ่ง จึงเป็นกรณีศึกษาที่สำคัญในการผลักดันให้จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว ซึ่งสอดคล้องต่อแผนยุทธศาสตร์ “มีสุข” ของมหาวิทยาลัย และแผนยุทธศาสตร์ของคณะวิทยาศาสตร์ที่ต้องการเพิ่มประสิทธิภาพทางด้านระบบกายภาพ ตามแผนแม่บท (master plan) เพื่อกำหนดแนวทางการใช้สอยพื้นที่ระบบกายภาพ ให้มีทิศทางและสอดคล้องกับทิศทางแผนแม่บทของมหาวิทยาลัย

อย่างไรก็ดี ในการดำเนินการปรับปรุงให้เป็นอาคารเขียวจำเป็นต้องมีแผนแม่บทที่มีประสิทธิภาพและได้รับการศึกษาวิเคราะห์ความคุ้มค่าเพื่อให้เป็นไปตามเป้าหมาย จึงต้องมีการวางแผนการทำงานระยะยาวถึง 4 ปี เพื่อเก็บข้อมูลเชิงลึก ตรวจสอบประเมินสภาพปัจจุบันของมหาวิทยาลัย โดยเปรียบเทียบกับผลการสำรวจอื่น ๆ (benchmarking) รวมทั้งทำการศึกษาเพื่อออกเป็นเกณฑ์การออกแบบอาคารใหม่ และเกณฑ์การบริหารอาคารเดิมที่ได้ถูกนำมาใช้กับอาคารนำร่อง (pilot buildings) ก่อนจะนำมาใช้ดำเนินการจริง โดยการศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพัฒนาแนวทางและเกณฑ์การออกแบบก่อสร้างอาคารใหม่ หรือปรับปรุงดัดแปลงอาคารในอนาคตที่เหมาะสมกับคณะวิทยาศาสตร์ และสอดคล้องกับมาตรฐานทั้งในประเทศและต่างประเทศ

ผลการประเมินอาคารเบื้องต้น

การวิจัยนี้ได้รับเริ่มขึ้นเพื่อทำการสำรวจเก็บข้อมูลอาคารทุกอาคารของคณะวิทยาศาสตร์ เพื่อทำการประเมินตามเกณฑ์อาคารเขียวของกรมควบคุมมลพิษ และเกณฑ์ LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) (ภาพที่ 1) จากนั้นจึงเลือกอาคารนำร่อง 1 อาคารเพื่อทำการศึกษาในรายละเอียดด้านแนวทางการปรับปรุง ผลที่คาดว่าจะได้รับ ความเป็นไปได้ และความคุ้มค่าจากการปรับปรุงอาคาร (เน้นด้านพลังงาน) ดังผลการประเมินอาคารเบื้องต้นต่อไปนี้

1) ด้านความพร้อมของหน่วยงานด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม อาคารบางส่วนยังไม่มีมีการบันทึกการใช้น้ำประปา รวมถึงไม่มีการติดมิเตอร์ยอยวัดการใช้น้ำประปาแยกในแต่ละประเภทการใช้งาน ทำให้ไม่สามารถตรวจวัดผลที่ได้รับจากการปฏิบัติตามนโยบายและการประชาสัมพันธ์ต่าง ๆ ได้ กลุ่มอาคารมีการติดตั้งแอมมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าเพื่อตรวจสอบการใช้พลังงานตามแต่ละภาควิชา แต่ยังไม่มียุทธศาสตร์การเก็บวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้พลังงานตามมาตรฐานทั่วไป เช่น การเทียบดัชนีการใช้ไฟฟ้ากับค่ามาตรฐานของกระทรวงพลังงาน

2) ด้านการบริหารจัดการอาคาร บุคลากรของคณะวิทยาศาสตร์ยังขาดความรู้ความเข้าใจในการใช้งานอาคารส่วนใหญ่ให้สอดคล้องกับเกณฑ์การประหยัดพลังงาน และการดูแลอาคารพื้นฐาน ควรจัดจ้างบุคคลภายนอกที่มีเครื่องมือครบครันมาตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบอาคารเป็นระยะ หรือจัดอบรมเพื่อแนะนำการใช้งานอาคารอย่างเหมาะสมให้แก่บุคลากรของคณะวิทยาศาสตร์ รวมถึงการทำคู่มือการบริหารจัดการอาคารด้วย

3) ด้านผังบริเวณและพื้นที่สีเขียว คณะวิทยาศาสตร์ตั้งอยู่ในพื้นที่ใจกลางของมหาวิทยาลัย มีการคมนาคมที่ดี

มีรถไฟฟ้า 2 สายในบริเวณใกล้เคียง (BTS และ MRT) และ มีรถประจำทางผ่าน ผู้ใช้อาคารจึงสามารถเดิน หรือใช้บริการขนส่งสาธารณะได้สะดวก บริเวณโดยรอบ (บริเวณสยามาน) มีสาธารณูปการมากมาย ทั้งห้างสรรพสินค้า ห้างสรรพสินค้า สวนสาธารณะ และร้านค้าต่าง ๆ ทุกร้านมีที่จอดรถในร่ม อาคารคณะวิทยาศาสตร์ยังใช้น้ำประปาเป็นหลัก ควรพิจารณาเรื่องการใช้น้ำฝน หรือน้ำรีไซเคิลมารดต้นไม้แทนให้มากขึ้น

4) ด้านการประหยัดพลังงาน อาคารส่วนใหญ่เป็นอาคารเก่าไม่ได้มีการติดตั้งฉนวนกันความร้อนที่หลังคาหรือเปลือกอาคาร มีการใช้อุปกรณ์ที่ปล่อยความร้อนสูง เช่น ตู้เย็น ตู้เย็นในห้องปฏิบัติการ หรือสำนักงานที่มีการใช้เครื่องปรับอากาศ ความร้อนจากอุปกรณ์เหล่านี้มีส่วนเพิ่มภาระการทำความเย็นให้เครื่องปรับอากาศ ทำให้เครื่องปรับอากาศใช้ไฟฟ้ามากขึ้น และสิ้นเปลืองพลังงานมากขึ้น คณะวิทยาศาสตร์ควรริบดำเนินการตรวจสอบอุปกรณ์ดังกล่าว ว่ามีความจำเป็นเพียงใด มีการบำรุงรักษาตามคู่มือของอุปกรณ์เพื่อการประหยัดพลังงานหรือไม่อย่างไร รวมทั้งการพิจารณาหาอุปกรณ์รุ่นที่ประหยัดพลังงานมากขึ้นมาใช้ทดแทน

5) ด้านสภาวะแวดล้อมในอาคาร ภายในห้องส่วนใหญ่ไม่มีการระบายอากาศที่เพียงพอตามมาตรฐาน ทั้งในแง่ของอัตราความต้องการอากาศบริสุทธิ์ต่อพื้นที่หรือต่อคน (หน่วยคือ CFM ต่อคน หรือต่อพื้นที่) และในแง่ของสภาพความกดอากาศที่ควรเป็นบวก (Positive Pressure) สำหรับห้องที่มีคนอยู่ และเป็นลบ (Negative Pressure) สำหรับห้องที่มีการเก็บสารเคมีทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ทั้งนี้ พบปัญหาว่าสารเคมีสามารถรั่วไหลเข้าสู่ห้องที่มีคนอยู่ได้

6) ด้านการกำจัดขยะมูลฝอย พื้นที่ทิ้งขยะของคณะวิทยาศาสตร์ยังไม่เป็นระเบียบเรียบร้อย ก่อให้เกิดปัญหา กลิ่นและสัตว์รบกวน เช่น หนู นก แมลงสาบ ฯลฯ



เกณฑ์ LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)
ที่มา : www.usgbc.org



โลโก้เกณฑ์อาคารเขียวของกรมควบคุมมลพิษ
ที่มา : www.pcd.go.th

ภาพที่ 1 โลโก้ของเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน

7) **ด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าและแสงสว่าง** อาคารส่วนใหญ่ไม่มีการติดตั้งระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่ทันสมัยซึ่งช่วยในการประหยัดพลังงาน เช่น การใช้สวิตช์ปรับหรือความสว่าง (Dimmer) การติดตั้งอุปกรณ์ดับไฟฟ้าอัตโนมัติ (Automatic control) การใช้พลังงานทดแทนอื่น ๆ การเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าเป็นแบบประหยัดพลังงาน เช่น หลอดตะเกียบ หลอด LED รวมไปถึงการใช้ระบบควบคุมอาคารแบบอัตโนมัติ (Building Automation System: BAS) เป็นตัวช่วยในการควบคุมให้มีการสั่งเปิดปิดไฟหรือเครื่องปรับอากาศจากส่วนกลาง หรือการสั่งมิให้ห้องเรียนที่ไม่ได้อยู่ในช่วงเวลาที่มีการเรียนการสอนสามารถเปิดปิดไฟหรือเครื่องปรับอากาศโดยพลการได้

8) **ด้านเครื่องปรับอากาศ** อาคารในคณะวิทยาศาสตร์ยังขาดการบำรุงรักษาหระบายความร้อน (Cooling Tower) และการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเชื้อลิจิโอเนลลา (เชื้อแบคทีเรีย *Legionella pneumophila*) รวมไปถึงการติดตั้งและดูแลรักษาพัดลมระบายความร้อนของระบบปรับอากาศไม่ให้ระบายลมร้อนไปรบกวนผู้สัญจรภายนอกอาคาร ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่มีการระบายอากาศ ทั้งไอสารพิษ หรือควันจากการทดลองออกนอกอาคารโดยยังไม่ผ่านมาตรฐานกระบวนการบำบัดตามเกณฑ์อาคารเขียว ซึ่งอากาศเสียต่าง ๆ สามารถถูกปล่อยออกมารวมกันในคอร์ทยากนออกอาคารและส่งผลกระทบต่อสุขภาพและนิสิตของคณะวิทยาศาสตร์

9) **ด้านการใช้น้ำ** อาคารในคณะวิทยาศาสตร์ยังไม่มีถังหรือบริเวณกักเก็บน้ำฝน หรือระบบรีไซเคิลน้ำทิ้งเพื่อนำมาใช้งานใหม่ในอาคาร เช่น รดน้ำต้นไม้ ใช้ล้างพื้น หรือใช้ในโถสุขภัณฑ์ เป็นต้น อาคารส่วนใหญ่ไม่มีการติดตั้งมิเตอร์วัดการใช้น้ำแยกเป็นของตนเอง รวมไปถึงการติดตั้งมิเตอร์วัดการใช้น้ำย่อยตามส่วนต่าง ๆ ของอาคาร เช่น การใช้น้ำในห้องน้ำ ห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ งานภูมิทัศน์ หรืองานระบบอาคารต่าง ๆ

10) **ด้านการบำบัดน้ำเสียของอาคาร** อาคารในคณะวิทยาศาสตร์ยังขาดระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพ และควรแยกน้ำเสียในส่วนห้องปฏิบัติการ ออกจากระบบน้ำเสียหลักของอาคาร รวมไปถึงการนำน้ำที่ได้จากการบำบัดมาตรวจวัดคุณภาพน้ำก่อนปล่อยออกสู่ท่อระบายน้ำของมหาวิทยาลัย

แนวทางการปรับปรุงอาคาร

ในการศึกษานี้ผู้วิจัยใช้มาตรฐานอาคารเขียว 2 มาตรฐาน ได้แก่ มาตรฐาน LEED ของสหรัฐอเมริกา และมาตรฐานอาคารเขียวภาครัฐของกรมควบคุมมลพิษ กระทรวง

ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ในการศึกษาแนวทางการปรับปรุงอาคารของคณะวิทยาศาสตร์ สำหรับมาตรฐานอาคาร LEED นั้นถือกำเนิดจากการพัฒนาขึ้นโดย The U.S. Green Building Council (USGBC) ของประเทศสหรัฐอเมริกาในช่วงปี 1990 ปัจจุบันมาตรฐานการออกแบบอาคารเขียว LEED ได้รับความนิยมอย่างรวดเร็วผ่านการออกแบบก่อสร้างอาคารของภาคธุรกิจต่าง ๆ การออกแบบอาคารเขียวตามแนวทาง LEED ประกอบด้วย การเพิ่มพื้นที่สีเขียว สวนและสนามหญ้า การประหยัดน้ำ การประหยัดพลังงาน การประหยัดวัสดุ และคุณภาพสภาวะแวดล้อมที่น่าอยู่น่าสบาย ได้ส่งเสริมชาติได้อากาศบริสุทธิ์ ซึ่งเป็นเกณฑ์ LEED สำหรับการก่อสร้างอาคารใหม่ (LEED NC หรือ LEED for New Construction & Major Renovation) โดยผลการประเมินสภาพอาคารเขียวของคณะวิทยาศาสตร์ได้ถูกนำไปเปรียบเทียบกับผลการประเมินอาคารราชการทั่วประเทศ (อรจัน ศรีชูบุตร และสริน พินิจ, 2556; จิราพัชร เลิศศักดิ์วิมาน และ อรจัน ศรีชูบุตร, 2560) ดังแสดงในภาพที่ 2 ซึ่งจะเห็นว่าอาคารราชการไทยได้คะแนนอาคารเขียวกระจายตัวตั้งแต่ 2 ถึง 55 คะแนน โดยอาคารร้อยละ 6 ได้คะแนน 31 คะแนน ในขณะที่อาคารในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยได้คะแนนน้อยกว่าอาคารราชการทั่วไปในประเทศ โดยอาคารในมหาวิทยาลัยประมาณร้อยละ 10 ได้คะแนนอาคารเขียว 25 คะแนน สำหรับอาคารคณะวิทยาศาสตร์ พบว่ามีการกระจายของคะแนนอาคารเขียวในช่วงแคบกว่า คือส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 18–35 คะแนน โดยมีอาคารส่วนหนึ่ง (ร้อยละ 4) สามารถผ่านได้คะแนนอาคารเขียวถึง 46 คะแนน

การปรับปรุงอาคารนำร่อง

จากการวิเคราะห์การสำรวจผู้วิจัยได้เลือกอาคารนำร่อง 1 อาคาร โดยเลือกจากอาคารภายในคณะวิทยาศาสตร์ เพื่อมุ่งหวังให้เป็นอาคารที่สามารถสะท้อนขั้นตอนการปรับปรุง ปัญหาที่อาจเกิดขึ้น และผลลัพธ์ที่ได้รับจากการปรับปรุง ทั้งในแง่ของคะแนนด้านอาคารเขียว ผลประโยชน์ด้านพลังงาน และสิ่งแวดล้อมที่ได้ จึงกำหนดให้การเลือกอาคารนำร่อง ซึ่งเป็นอาคารที่มีการใช้งานประเภทห้องเรียน และห้องปฏิบัติการรวมอยู่ในอาคารเดียว เนื่องจากการใช้งานทั้ง 2 ประเภท เป็นการใช้งานหลักของอาคารเรียนของคณะวิทยาศาสตร์

“**อาคารมหามกุฏ**” (ภาพที่ 3) จึงเป็นอาคารที่ได้รับการเลือกให้เป็นอาคารนำร่อง เนื่องจากการใช้งานหลักเป็นทั้งห้องเรียนและห้องปฏิบัติการ มีการแบ่งพื้นที่บริหารอาคาร

เป็นไปในแต่ละภาควิชา และปัญหาที่พบบ่อยเป็นปัญหาทั่วไปที่อาคารอื่น ๆ พบได้เช่นกัน เช่น การระบายอากาศ การจัดการสารเคมี เป็นต้น

การประเมินการนำร่องด้านสิ่งแวดล้อม

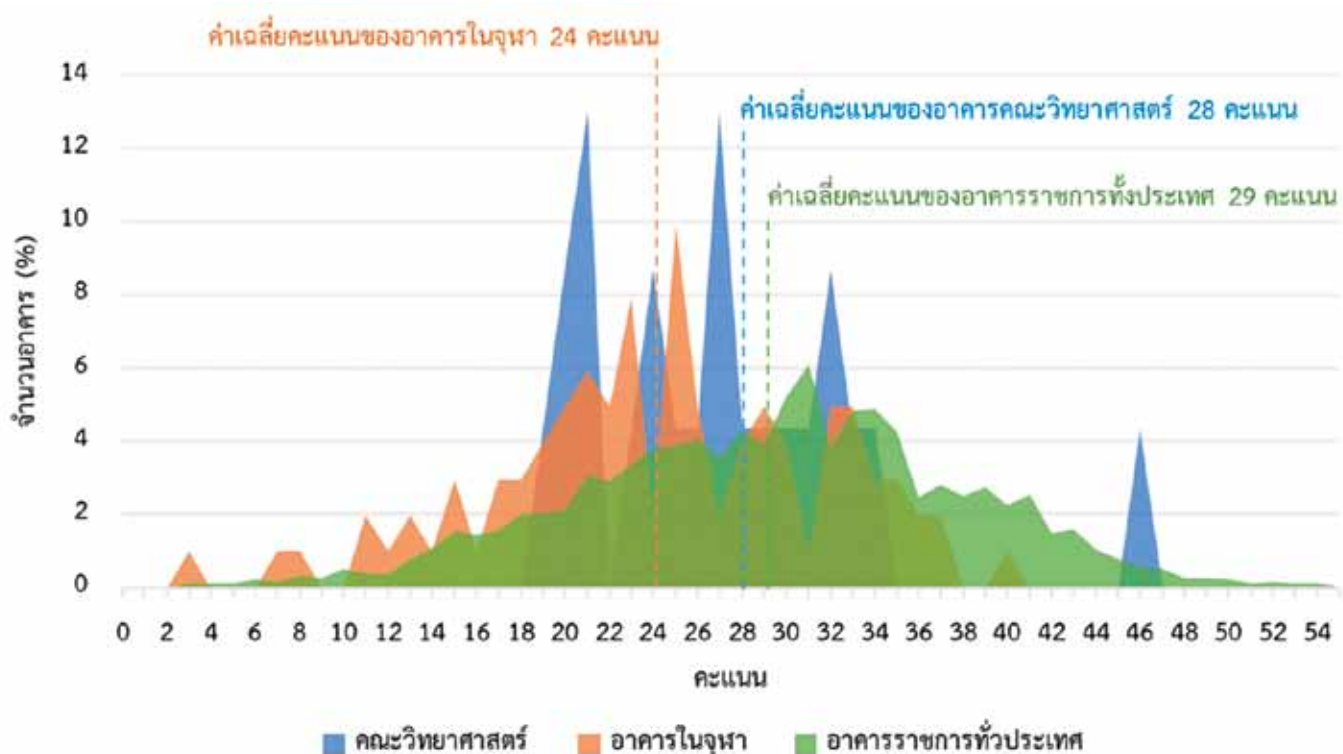
การปรับปรุงอาคารตามเกณฑ์ด้านสิ่งแวดล้อม เป็นการปรับปรุงโดยประเมินจากเกณฑ์อาคารเขียว ทั้งเกณฑ์ LEED และเกณฑ์ควบคุมมลพิษเป็นหลัก โดยพิจารณาถึงประเด็นที่มีความสำคัญต่อผู้ใช้งานอาคาร เช่น คุณภาพอากาศ วัสดุที่มีสารพิษที่อาจส่งผลถึงสุขภาพของผู้ใช้งานอาคาร และความสำคัญต่อสิ่งแวดล้อม เช่น พื้นที่สีเขียว การประหยัดน้ำ การจัดการขยะจากการใช้งานอาคารเป็นหลัก เนื่องจากการปรับปรุงในหัวข้อนี้ ส่วนใหญ่จะไม่ได้ผลตอบแทนหรือความคุ้มค่าที่สามารถวัดค่าเป็นเงินได้โดยตรง แต่การปรับปรุงด้านสิ่งแวดล้อมอาจส่งผลต่อความคุ้มค่าในทางอ้อม เช่น อาคารสำนักงานให้เช่า หากมีสภาพแวดล้อมที่ดี ย่อมสามารถเก็บค่าเช่าจากผู้เช่าได้สูงกว่าอาคารทั่วไป แต่ปัจจัยเหล่านี้มีองค์ประกอบอื่น ๆ ที่ส่งผลมากมาย ยากที่จะตีค่าเป็นตัวเลขได้โดยตรง การประเมินความคุ้มค่าในการปรับปรุงจึงอยู่ที่ดุลพินิจเป็นหลัก ไม่สามารถเปรียบเทียบได้ชัดเจน

1) ผังบริเวณและภูมิทัศน์

ตามเกณฑ์ LEED อาคารมหามกุฏ ได้คะแนนเกือบเต็ม ในหัวข้อนี้ เนื่องจากอยู่ในพื้นที่ที่ตั้งที่ดี เป็นพื้นที่ที่พัฒนาแล้ว มีบริการขนส่งมวลชนผ่าน ทั้งรถโดยสารประจำทาง รถตู้โดยสาร และรถไฟฟ้าถึง 2 สาย ทั้ง BTS และ MRT ทั้งนี้ มีข้อที่ยังไม่ได้คะแนนอยู่บ้าง เช่น การบริหารจัดการการดูแลพื้นที่ภายนอกอาคาร ซึ่งการดูแลพื้นที่ภายนอกอาคารของคณะวิทยาศาสตร์ และรวมถึงหน่วยงานต่าง ๆ ภายในจุฬา ส่วนใหญ่เป็นความรับผิดชอบของหน่วยงานกลางเท่านั้น (ยกเว้นแต่สวนหย่อมเล็ก ๆ ภายในอาคาร) การเปลี่ยนแปลงการบริหารจัดการพื้นที่ภายนอก อาจอยู่นอกเหนือการบริหารงานของคณะวิทยาศาสตร์ การเปลี่ยนแปลงปรับปรุงการบริหารจัดการพื้นที่ภูมิทัศน์จึงอยู่นอกเหนือขอบเขตของงานวิจัยนี้

2) ด้านการประหยัดน้ำ

จากการสำรวจอาคาร สุขภัณฑ์ในอาคารเป็นสุขภัณฑ์รุ่นประหยัดน้ำเป็นส่วนใหญ่ จึงผ่านในเกณฑ์ข้อบังคับขั้นต่ำ แต่อาจไม่สามารถประหยัดน้ำได้ดีกว่าเกณฑ์อาคารเขียวได้ รวมถึงการปรับเปลี่ยนสุขภัณฑ์มีค่าใช้จ่ายมาก แต่ได้ผลลัพธ์น้อย การเปลี่ยนสุขภัณฑ์จึงควรดำเนินการเมื่อมีของเดิมชำรุดเสียหาย หรือมีปัจจัยอื่น ๆ ประกอบ ผู้วิจัยจึงเห็นว่า การปรับปรุงระบบ



ภาพที่ 2 ผลการประเมินคะแนนความเป็นอาคารเขียวของอาคารคณะวิทยาศาสตร์ เทียบกับอาคารราชการทั่วประเทศ
ที่มา : อรรถน ศรีษะบุตร และ สุริยน ศิริธรรมปิติ (2559)

สุขาภิบาลยังมีใช้ประเด็นที่เร่งด่วนเท่าประเด็นอื่น ๆ นอกจากนี้ อาคารมหาวิทยาลัยยังไม่มีติดตั้งมิเตอร์วัดการใช้น้ำภายในอาคาร จากการตรวจสอบอัตราการใช้น้ำย้อนหลังจากสายงานสุขาภิบาล สำนักบริหารระบบกายภาพ พบว่าอาคารมหาวิทยาลัยไม่มีมิเตอร์วัดการใช้น้ำภายในอาคารโดยตรง แต่อาศัยการทวงมิเตอร์ไปรวมกับการใช้น้ำของอาคารข้างเคียงแทน ในปัจจุบันจึงไม่สามารถวัดการใช้น้ำที่แท้จริงภายในอาคารได้ ซึ่งถือเป็นมาตรฐานขั้นต่ำที่ทุกอาคารควรมี

นอกจากนี้ อาคารมหาวิทยาลัยยังไม่มีติดตั้งมิเตอร์วัดน้ำย่อย ซึ่งเป็นการปรับปรุงอาคารที่มีค่าใช้จ่ายน้อย แต่การบันทึกการใช้น้ำในอาคาร โดยแบ่งส่วนการใช้น้ำออกเป็น ส่วน ๆ เช่น งานระบบ ห้องน้ำภายในอาคาร หรือน้ำที่ใช้ในห้องวิจัยเพื่อการเรียนการสอน ผลของการติดตั้งจะสามารถวางแผนการประหยัดน้ำได้ต่อไปในระยะยาว เพราะสามารถวิเคราะห์ ตรวจสอบผลลัพธ์ของการปรับปรุง นโยบายรณรงค์ ภายในอาคาร และหาจุดที่จะวางแผนการประหยัดน้ำได้ต่อไปในอนาคตอย่างได้ผลที่คุ้มค่า

3) ด้านการใช้พลังงานและบรรยากาศ

จากข้อบังคับของเกณฑ์อาคารเขียว อาคารทุกหลังควรจัดทำแผนการจัดการพลังงานและได้รับการดูแลอย่างสม่ำเสมอ เพื่อเป็นพื้นฐานในการฝึกอบรมและวิเคราะห์ระบบ อีกทั้งโอกาสในการลดการใช้พลังงาน และความคุ้มค่าในการปรับปรุงระบบ เพื่อใช้เป็นรากฐานในการจัดการพลังงานต่อไป รวมถึงการจัดจ้างผู้ตรวจสอบงานระบบ เพื่อทดสอบงานระบบภายในอาคาร ซึ่งจะนำมาสู่การวิเคราะห์การใช้พลังงานภายในอาคารและวางแผนการปรับปรุงอาคารต่อไปเช่นกัน จากการตรวจสอบกับกลุ่มภารกิจโครงสร้างพื้นฐาน อาคารมหาวิทยาลัยมีมิเตอร์วัดการใช้พลังงานถึง 4 จุดด้วยกัน แต่จากการสอบถามผู้เกี่ยวข้อง ต่างไม่ทราบว่ามิเตอร์ตำแหน่งใดวัดการใช้งานในส่วนใด

การติดตั้งมิเตอร์วัดการใช้พลังงานย่อยในอาคารควรแบ่งส่วนการใช้พลังงานออกเป็น ส่วน ๆ เช่น งานระบบ ปั๊มน้ำ ลิฟต์ เครื่องปรับอากาศ หรือพลังงานที่ใช้ในห้องวิจัยเพื่อการเรียนการสอน ผลของการติดตั้งมิเตอร์ย่อยสามารถช่วยวางแผนการประหยัดพลังงานได้ในระยะยาวต่อไป เพราะสามารถวิเคราะห์ ตรวจสอบผลลัพธ์ของการปรับปรุง นโยบายรณรงค์ภายในอาคาร และหาจุดที่จะวางแผนการประหยัดพลังงานในอนาคตอย่างได้ผลและคุ้มค่า

4) ด้านวัสดุและทรัพยากร

จากเกณฑ์ LEED อาคารมหาวิทยาลัยได้คะแนนอาคารเขียวค่อนข้างมากในหมวดวัสดุและทรัพยากร เนื่องจากมีการ



ภาพที่ 3 อาคารมหาวิทยาลัย
ที่มา : อรรถน ศรีษะบุตร และ สุรียน ศิริธรรมปิติ (2559)

จัดซื้อจัดจ้างที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ทั้งในส่วนของสินค้าอุปโภคและบริโภค (Consumable Goods) และสินค้าประเภทคงทน (Durable Goods) มีเพียงบางประเด็นเท่านั้นที่ต้องปรับปรุง ได้แก่ การจัดการขยะจากผลิตภัณฑ์ใช้งานประจำที่เกิดขึ้นภายในอาคาร ซึ่งควรมีการตรวจสอบและวิเคราะห์ปริมาณขยะจากผลิตภัณฑ์ใช้งานประจำที่เกิดขึ้น เพื่อระบุโอกาสและแนวทางการนำกลับมาใช้และการรีไซเคิล

5) ด้านคุณภาพสภาวะแวดล้อมในอาคาร

อาคารมหาวิทยาลัยได้คะแนนในหมวดสภาวะแวดล้อมในอาคารค่อนข้างน้อย เนื่องจากภายในห้องไม่มีการระบายอากาศที่เพียงพอตามมาตรฐานอาคารเขียว ทั้งในแง่ของอัตราความต้องการอากาศบริสุทธิ์ต่อพื้นที่ และในแง่ของความดันอากาศ จากการสำรวจอาคาร ห้องบางส่วนมีการติดตั้งพัดลมระบายอากาศ แต่อีกหลายห้องไม่มีการติดตั้ง รวมถึงทิศทางการระบายอากาศเป็นการนำอากาศออกนอกห้อง เพื่อให้ห้องมีความดันเป็นลบ จึงไม่สามารถควบคุมแหล่งอากาศบริสุทธิ์ที่เข้ามาแทนที่ได้ อากาศที่เข้ามาแทนที่จึงอาจเป็นอากาศเสียจากห้องน้ำ หรือห้องปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ข้างเคียง ก็เป็นไปได้ เนื่องจากการติดตั้งพัดลมระบายอากาศภายใน

อาคารมหาวิทยาลัย ส่วนใหญ่เป็นการดูดอากาศภายในพื้นที่ใช้งานออกมาทั้งยังทางเดินภายในอาคาร ในช่วงการสำรวจอาคาร บางกรณีจึงพบเห็นห้องที่มีการทดลองทางวิทยาศาสตร์ที่มี Air Class 2 ตามเกณฑ์ ASHRAE (Air Class 2 คือ อากาศในสถานประกอบการ ห้องทดลองที่มีสารเคมีหรือสารแปลกปลอมที่ไม่พบในอาคารสำนักงาน อาคารพักอาศัยทั่วไป) และมีพัดลมดูดอากาศทั้งมายังบริเวณทางเดินภายนอกที่มี Air Class 1 (Air Class 1 คือ อากาศปกติที่ไม่มีสารเคมีเจือปน ซึ่งเป็นอากาศในห้องเรียน สำนักงาน บ้านพักอาศัย) ซึ่งไม่ควรมียกอากาศจาก Air Class 2 มาปะปนในพื้นที่

อากาศจากห้องทดลองทางวิทยาศาสตร์ยังไม่ได้รับการบำบัดตามมาตรฐานอาคารเขียวก่อนปล่อยออกสู่ภายนอกอาคาร ในห้องทดลองเกือบทุกห้องมีพัดลมดูดอากาศที่ดูดอากาศออกไปทั้งภายนอกอาคาร แต่อากาศเสียดังกล่าวก็ได้รับการบำบัดแต่อย่างใด แม้ในหลายห้องเมื่อจำเป็นต้องทำการทดลองที่มีสารระเหยอันตราย จะทำการทดลองในตู้ดูดไอสาร และรวบรวมไอเสียเหล่านั้นส่งต่อไปยังท่อส่วนกลางในอาคารต่อไป แต่จากการสำรวจอาคาร ท่อไอเสียส่วนกลางที่รับอากาศเสียจากห้องทดลอง จะถูกรวบรวมเข้าไปยังท่อบริเวณมุมอาคาร และปล่อยออกบริเวณดาดฟ้า โดยยังไม่มี การบำบัดเช่นกัน นอกจากนี้ควรจัดทำแผนการทำความสะอาดภายในห้องเรียนและห้องทำงานทั่วไปที่ใช้ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดพื้นผิวและอุปกรณ์ทำความสะอาดที่ได้มาตรฐาน เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม มีการจัดเก็บสารเคมีที่มีประสิทธิภาพ มีการอบรมพนักงานทำความสะอาดเกี่ยวกับการใช้สารเคมีและการจัดการขยะเคมี อาคารควรจัดทำ การสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้อาคารทางด้านความสบายภายในอาคาร (ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น แสงสว่าง เสียงรบกวน กลิ่น และระดับสารเจือปนในอากาศ) เพื่อการวางแผนการจัดการคุณภาพอากาศภายในอาคารต่อไป

ทางด้านการปรับปรุงระบบระบายอากาศ ถึงแม้จะเป็นส่วนที่มีค่าใช้จ่ายสูง แต่ผู้วิจัยเห็นว่ามีความจำเป็นเนื่องจากเกี่ยวข้องกับการส่งเสริมสุขภาพผู้ใช้งานอาคารโดยตรง รวมถึงการใช้งานภายในที่มีการทดลองทางวิทยาศาสตร์ อาจมีสารเคมีที่อาจก่อให้เกิดพิษต่อร่างกายมนุษย์ได้ การปรับปรุงระบบระบายอากาศภายในอาคารจึงเป็นหัวข้อที่ควรพิจารณาเป็นอันดับต้น ๆ ในการปรับปรุงอาคารเขียว ในขณะที่การจัดทำแผนทำความสะอาดและการสำรวจความพึงพอใจผู้ใช้งานอาคาร แม้จะไม่มี ความเร่งด่วนเท่ากับการปรับปรุงระบบระบายอากาศ แต่เป็นการปรับปรุงที่มีค่าใช้จ่ายน้อย และผลลัพธ์สามารถนำมาต่อยอดวางแผนการจัดการคุณภาพอากาศภายในอาคารต่อไปได้

การปรับปรุงอาคารนำร่องด้านการใช้พลังงาน

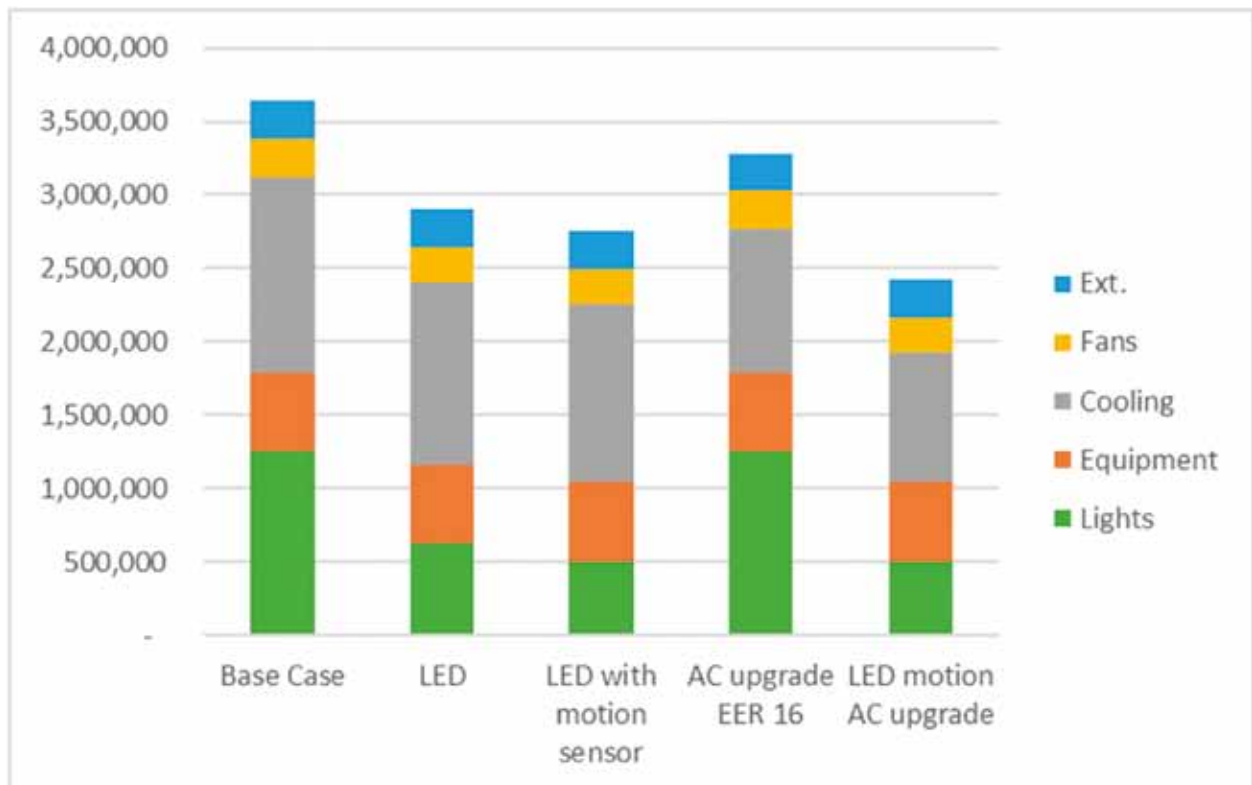
การศึกษาประเมินอาคารมหาวิทยาลัยด้านการใช้พลังงาน ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาด้วยการจำลองทางคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรม VisualDOE 4.1 ซึ่งเป็นโปรแกรมสำหรับสถาปนิกรวบรวม ในการคำนวณการใช้พลังงานในอาคาร เพื่อประเมินประสิทธิภาพการใช้พลังงานของอาคาร โดยโปรแกรมนี้สามารถคำนวณได้ครอบคลุมถึงระบบประกอบอาคารต่าง ๆ ได้แก่ ระบบแสงประดิษฐ์ ระบบปรับอากาศ ระบบเครื่องทำน้ำร้อน ระบบเปลือกอาคาร หรือการใช้ก๊าซธรรมชาติภายในอาคาร โดยทำการคำนวณจากรูปทรงอาคาร วัสดุก่อสร้าง องค์ประกอบสถาปัตยกรรมที่เลือกใช้ ประสิทธิภาพของระบบประกอบอาคาร สถานที่ตั้ง ทิศทางการวางตัวอาคาร วัน เวลาที่มีการใช้งาน จำนวนผู้ใช้งานอาคาร ความถี่ของการใช้งาน ผลลัพธ์จากตัวแปรข้างต้นทำให้โปรแกรมสามารถคำนวณการใช้พลังงานของอาคารออกมาได้เป็นรายชั่วโมง จึงสามารถทราบถึงผลการใช้พลังงานได้อย่างละเอียด เพื่อนำมาประเมินการใช้พลังงานในอาคารต่อไป ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบผลการจำลอง (Calibration) กับผลการวัดจริงและการใช้ไฟฟ้าจากมิเตอร์ของอาคารมหาวิทยาลัย มีความใกล้เคียงกับอาคารจริงแล้ว

1) ระบบเปลือกอาคาร

การวางผังอาคารมหาวิทยาลัย มีลักษณะเป็นแกนอาคารอยู่ตรงกลาง และมีห้องเรียน ห้องปฏิบัติการทดลองสำนักงาน ฯลฯ โดยรอบ มีช่องเปิดรอบอาคาร ทำให้อาคารมีส่วนพื้นที่กระจกต่อหน้าต่าง (VWR) มาก แต่มีชายคา รอบอาคารยาวประมาณ 2 เมตร ครอบคลุมรอบรูปอาคารเกือบทั้งหมด พื้นที่กระจกส่วนใหญ่ทั้งหมดจึงมีอัตราการบังเงาสูง รวมถึงกระจกที่มีความสามารถในการป้องกันการแผ่รังสีความร้อนมักมีราคาแพง มีส่วนของค่าแรงในการติดตั้ง การปรับปรุงอาคารโดยการเปลี่ยนกระจกให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นเพื่อป้องกันการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ จึงอาจไม่ได้ผลลัพธ์ที่คุ้มค่า

2) ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ระบบไฟฟ้าแสงสว่างเป็นส่วนที่ส่งผลต่อการใช้งานในอาคารสูง จากการจำลองด้วยโปรแกรมพบว่า อาคารมหาวิทยาลัยมีส่วนการใช้งานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างถึงร้อยละ 34 และจากการสำรวจอาคาร พบว่า อาคารมหาวิทยาลัยใช้หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์เป็นหลัก มีหลอดไฟ LED ที่มีคุณสมบัติด้านประสิทธิภาพความสว่าง (Illuminance) ต่อวัตต์ที่สูง เป็นส่วนน้อย การวางแผนการปรับปรุงอาคารในส่วนของการไฟฟ้าแสงสว่างด้วยทางเลือกที่ 1 คือ การเปลี่ยนหลอดไฟจาก



ภาพที่ 4 ผลการจำลองการปรับลดการใช้พลังงานด้วยทางเลือกต่าง ๆ
ที่มา : อรรถน ศรีสมบูรณ์ และ สุริยน ศิริธรรมปิติ (2559)

หลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นหลอด LED จึงมีความเหมาะสม และ ให้ความสำคัญในการปรับปรุงสูง รวมถึงสามารถปรับปรุงได้ง่าย ในทางปฏิบัติ เพราะสามารถใช้กับคอมเตมิได้ และเนื่องจากการปรับปรุงระบบไฟฟ้าแสงสว่างสามารถให้ความสำคัญ ด้านพลังงานที่สูง ผู้วิจัยจึงพิจารณาเพิ่มการปรับปรุง ระบบไฟฟ้าแสงสว่างเพิ่มด้วยทางเลือกที่ 2 โดยติดตั้งระบบ motion sensor หรือระบบตรวจจับความเคลื่อนไหว หากไม่มีผู้ใช้งานในบริเวณนั้น ๆ ระบบจะทำการปิดไฟฟ้าแสงสว่าง เพื่อลดการใช้พลังงานโดยไม่จำเป็น โดยตั้งสมมติฐานให้ สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างลงได้อีกร้อยละ 20 จากการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในกรณีปกติ ระบบตรวจจับ ความเคลื่อนไหวมีค่าใช้จ่ายที่สูงกว่าการเปลี่ยนหลอดไฟ LED และต้องเดินสายไฟใหม่ เพื่อให้ระบบสามารถตัดการใช้ไฟฟ้า ในส่วนที่ต้องการได้ จึงเป็นระบบที่มีความยุ่งยากในการ ใช้งานมากกว่าและน่าจะมีความคุ้มค่าน้อยกว่า การวางแผน ทางเลือกการปรับปรุงของกรณีนี้ จึงให้เป็นทางเลือกเพิ่มเติม จากกรณีการเปลี่ยนหลอดไฟเป็นหลอด LED

ในทางเลือกที่ 3 การติดตั้งระบบ daylight sensor หรือระบบตรวจจับแสง โดยระบบจะทำงานเมื่อตัวเซ็นเซอร์

ตรวจวัดว่าห้องนั้น ๆ มีแสงสว่างจากแสงธรรมชาติเพียงพอ ไม่จำเป็นต้องใช้แสงประดิษฐ์จากหลอดไฟเพิ่ม จะทำหน้าที่ ตัดไฟฟ้าจากหลอดไฟที่ไม่จำเป็นเหล่านั้น โดยที่การใช้งาน ห้องดังกล่าวยังสามารถใช้แสงธรรมชาติได้เป็นปกติ จึงเหมาะ แก่ห้องที่มีบางช่วงเวลาสามารถพึ่งพาแสงธรรมชาติได้ จาก การสำรวจเปลือกอาคารของอาคารมหามกุฏส่วนใหญ่ มีชายคายาวประมาณ 2 เมตร ตลอดเส้นรอบรูปอาคาร และมีการใช้กระจกตัดแสงเพื่อป้องกันความร้อนอยู่แล้ว อาคารมหามกุฏจึงมีแสงธรรมชาติในอาคารน้อย การติดตั้ง ระบบตรวจจับแสงจึงน่าจะให้ประสิทธิภาพที่ไม่คุ้มค่า และ น้อยกว่าการติดตั้งระบบตรวจจับความเคลื่อนไหว

3) ระบบปรับอากาศ

จากผลการสำรวจอาคารในคณะวิทยาศาสตร์ ทั้งหมด พื้นที่ปรับอากาศส่วนใหญ่ใช้ระบบปรับอากาศแบบ แยกส่วน ผู้ใช้งานให้เหตุผลว่าสามารถปรับเปลี่ยนการใช้งาน ได้ง่ายกว่า ทั้งในแง่ของช่วงเวลาการใช้งานระยะสั้น ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงของตารางสอนในแต่ละภาคการศึกษา และ ในแง่ของการใช้งานระยะยาว ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงการใช้งาน ขยาย/ลดพื้นที่การใช้งาน ทั้งนี้ เครื่องปรับอากาศแบบ

รวมศูนย์โดยทั่วไปจะมีประสิทธิภาพด้านพลังงานมากกว่า เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน แต่เนื่องจากผู้ใช้งานอาคาร ล้วนยืนยันว่าไม่เหมาะสมกับการใช้งานภายในอาคารคณะ วิทยาศาสตร์ แผนการปรับปรุงเครื่องปรับอากาศในอนาคต จึงคาดว่าจะยังคงใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนเช่นเดิม เพียงแต่ใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนที่มีประสิทธิภาพ สูงกว่าข้อกำหนดของผู้ว่าจ้างในการจัดซื้อเครื่องปรับอากาศ ในปัจจุบัน ซึ่งกำหนดไว้เพียงมาตรฐานเบอร์ 5

4) พลังงานจากเครื่องใช้ไฟฟ้า

จากการจำลองพลังงานจากเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป (ไม่นับเครื่องมือทดลอง) คิดเป็นร้อยละ 15 ของการใช้พลังงาน ทั้งอาคาร (งานวิจัยนี้ไม่ครอบคลุมการลดการใช้ไฟฟ้าของ อุปกรณ์เครื่องมือทดลองทางวิทยาศาสตร์) มีสัดส่วนที่ค่อนข้างน้อย และเมื่อพิจารณาถึงอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่มีความเฉพาะเจาะจงและมีความจำเป็นต่อการเรียนการสอน ภายในอาคาร ยากที่จะปรับเปลี่ยนอุปกรณ์การทดลองใด ๆ การปรับปรุงเครื่องใช้ไฟฟ้าจึงสามารถทำได้แคภายในอุปกรณ์ สำนักงานทั่วไป ซึ่งคิดเป็นสัดส่วนที่น้อย จึงอาจไม่ได้ผลลัพธ์ ที่มากเพียงพอ

ในขั้นสุดท้าย เมื่อพิจารณารวมทางเลือกทั้งหมด เข้าด้วยกัน **เป็นทางเลือกที่ 4 คือ ติดตั้งระบบตรวจจับ ความเคลื่อนไหว ปรับเปลี่ยนหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ทั้งหมด เป็นหลอดไฟ LED และปรับปรุงเครื่องปรับอากาศให้มี ประสิทธิภาพสูงขึ้น (Coefficient of Performance (COP) = 16) ผลการวิเคราะห์ทางเลือกการปรับปรุงการใช้ พลังงานภายในอาคารด้วยการจำลองทางคอมพิวเตอร์** ผลการจำลองการใช้พลังงานในหน่วย kWh แสดงดังภาพที่ 4

จากการจำลองผลการใช้พลังงานของอาคารมหาวิทยาลัย พบว่าการเปลี่ยนหลอดไฟเป็น LED ทั้งอาคาร สามารถช่วย ลดการใช้พลังงานได้ถึงร้อยละ 20.3 การติดตั้งระบบตรวจจับ

ความเคลื่อนไหวช่วยลดพลังงานลงได้อีกประมาณร้อยละ 4 การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศเป็นรุ่นที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถช่วยลดการใช้พลังงานลงได้อีกประมาณร้อยละ 10 เมื่อดำเนินการปรับเปลี่ยนทั้งระบบไฟฟ้าแสงสว่างและ เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงจะพบว่าอาคารมหาวิทยาลัย สามารถประหยัดพลังงานลงได้ร้อยละ 33.5 การเปลี่ยนหลอดไฟ เป็น LED จะมีระยะเวลาคืนทุนเพียง 6.24 เดือน

สรุปผลการศึกษา

อาคารราชการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาคารเรียนที่มีห้อง ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เช่น คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย มีข้อจำกัดทางด้านการจัดการให้เป็นอาคารเขียว อันเนื่องมาจากขั้นตอนการบริหารงานของราชการ ข้อจำกัด การจัดซื้อจัดจ้างและการใช้งบประมาณแผ่นดิน รวมทั้ง ข้อจำกัดด้านการสรรหาบุคลากรให้เพียงพอต่อการดูแลรักษา อาคารให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมตามมาตรฐานใหม่ที่เกิดขึ้น ตามกระแสโลก แต่อย่างไรก็ตาม ผู้บริหารคณะวิชา ยังเห็น ประเด็นปัญหาและให้ความสำคัญต่อการศึกษาวิจัย การสำรวจอาคาร การประเมินผล เพื่อให้ได้ข้อมูลประกอบการ ตัดสินใจดำเนินการให้เป็นอาคารเขียวอย่างเต็มที่ ซึ่งงานวิจัยนี้ เป็นตัวอย่างการศึกษาที่แสดงขั้นตอนการดำเนินการที่ หน่วยงานอื่น ๆ ของภาครัฐสามารถใช้เป็นตัวอย่างกรณีศึกษา ได้ในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของผลการศึกษาวิจัยโครงการ “การวิจัยด้านการอนุรักษ์พลังงาน แนวทางการพัฒนา อาคารเขียว คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย” ซึ่งได้รับการสนับสนุนงบประมาณในการศึกษาโครงการจาก คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอกสารอ้างอิงและบรรณานุกรม

- จิราพัชร เลิศศักดิ์วิมาน และ อรรถนั ศรีษะบุตร. (2560). แนวทางการปรับปรุงเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวภาครัฐในประเทศไทย. ใน *เอกสารประกอบการประชุมวิชาการเทคโนโลยีอาคารด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม ครั้งที่ 4 ประจำปี 2560* (น.1-12), ขอนแก่น: คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- อรรถนั ศรีษะบุตร และ สริน พินิจ. (2556). สถานภาพการออกแบบก่อสร้างและจัดการอาคารเขียวของราชการไทย. ใน *เอกสารประกอบการประชุมวิชาการเนื่องในโอกาสครบรอบ 25 ปี คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น* (น. 36-48), ขอนแก่น: คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- อรรถนั ศรีษะบุตร และ สุริยน ศิริธรรมปิติ. (2559). รายงานฉบับสมบูรณ์. *โครงการวิจัยด้านการอนุรักษ์พลังงาน แนวทางการพัฒนาอาคารเขียว คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*. ได้รับทุนสนับสนุนงบประมาณโครงการจากคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.



การศึกษาและพัฒนาโครงข่ายการสัญจรและพื้นที่สาธารณะภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน

รองศาสตราจารย์ ดร. พนิต ภู์จินดา^{1,2*}

¹ภาควิชาการวางแผนภาคและเมือง คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

²ศูนย์สร้างเสริมสุขภาวะเมือง (Healthy Space Forum)

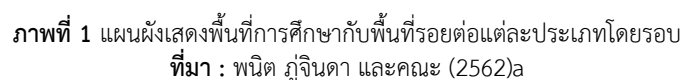
*ผู้รับผิดชอบหลักของบทความ email: panit.p@healthyspaceforum.org

บทนำ

วิสัยทัศน์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในการดำเนินกิจการ คือ การเป็นมหาวิทยาลัยแห่งชาติในระดับโลกที่สร้างสรรค์องค์ความรู้และนวัตกรรมเพื่อสร้างเสริมสังคมไทยสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน โดยแผนยุทธศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2560–2563 ได้กำหนดยุทธศาสตร์ที่ 4 ก้าวไกล ในสังคมโลก (Global Benchmarking) ไว้โดยมีเป้าหมายในการสร้างมหาวิทยาลัยสีเขียวและมหาวิทยาลัยเพื่อความยั่งยืนสู่การเป็นที่ยอมรับในระดับนานาชาติ (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2559)

การดำเนินกิจกรรมของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยให้เป็นมหาวิทยาลัยเพื่อความยั่งยืน หรือ Campus Sustainability ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ สาธารณูปโภค (infrastructure) ความเป็นชุมชน (community) และการเรียนรู้ (learning) (Thomashow, 2001) โดยพื้นที่เชื่อมต่อระหว่างเขตการศึกษาและพื้นที่อื่น ๆ ควรเป็นพื้นที่เชื่อมต่อที่ดีทั้งทางกายภาพและกิจกรรม เพื่อส่งเสริมการพบปะและแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ของนิสิต อาจารย์ และบุคคลโดยรอบย่าน เกิดเป็นกลุ่มสังคมย่อยภายในพื้นที่ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่มีการใช้งานในรูปแบบที่หลากหลาย และเพื่อให้บรรลุเป้าหมายของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยสู่การเป็นมหาวิทยาลัยนวัตกรรมชั้นนำที่มุ่งสร้างสรรค์ความรู้และพลผลิตจากการศึกษาวิจัย ตลอดจนบันทึกที่เป็นนวัตกรรมในทางที่จะปรับเปลี่ยนสังคมไทยให้สามารถสร้างมูลค่าและคุณค่าจากทรัพยากรที่มีอยู่ตามวิสัยทัศน์ในการพัฒนา คือ “มหาวิทยาลัยแห่งชาติในระดับโลกที่สร้างสรรค์องค์ความรู้และนวัตกรรมเพื่อสร้างเสริมสังคมไทยสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน” ทั้งนี้ การเข้าถึงพื้นที่เป็นสิ่งสำคัญที่ส่งผลถึงศักยภาพของพื้นที่นั้น ๆ เพราะหากพื้นที่สาธารณะใดสามารถเข้าถึงได้ง่าย ก็จะส่งผลให้มีอัตราการสัญจรผ่านของผู้ใช้สูงตามไปด้วย (สกุลชัย ตันติเศรษฐ์, 2549)

พื้นที่สาธารณะภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 3 รูปแบบ (ภาพที่ 1) คือ 1) โครงข่ายพื้นที่สาธารณะสำหรับการสัญจรในรูปแบบของถนนและทางเท้าที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อพื้นที่ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน 2) พื้นที่สาธารณะภายในมหาวิทยาลัย และ 3) พื้นที่สาธารณะภายนอกพื้นที่การศึกษาของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เรียกว่า “พื้นที่รอยต่อ” ซึ่งเป็นพื้นที่ระหว่างพื้นที่การศึกษาเชื่อมต่อกับพื้นที่พาณิชย์กรรมและที่อยู่อาศัยโดยรอบมหาวิทยาลัย เพื่อส่งเสริมการพัฒนาพื้นที่ที่เหมาะสมกับการเชื่อมต่อการศึกษาและองค์ความรู้ต่าง ๆ และนำไปสู่การขับเคลื่อนการพัฒนาประเทศและสังคมไทยอย่างยั่งยืน ผ่านกระบวนการมีส่วนร่วมของกลุ่มผู้ใช้งาน ได้แก่ นิสิต คณาจารย์ บุคลากร และผู้อยู่อาศัยในย่านโดยรอบเป็นสำคัญ



แนวทางการศึกษาวิจัย

คณะผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการดำเนินงานในการศึกษาวิจัยโครงข่ายการสัญจรและพื้นที่สาธารณะภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยผ่านกิจกรรมต่าง ๆ ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 การศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และหลักการเพื่อการออกแบบพื้นที่สาธารณะที่ดี และโครงข่ายการสัญจรเพื่อส่งเสริมการเข้าถึงพื้นที่สาธารณะ

โดยคณะผู้วิจัยจะทบทวนแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาอย่างยั่งยืนและการพัฒนาพื้นที่นวัตกรรม รวมถึงหลักการออกแบบพื้นที่สาธารณะที่ดี และการออกแบบโครงข่ายการสัญจรที่ส่งเสริมการเข้าถึงพื้นที่สาธารณะให้เกิดการใช้งานที่หลากหลายกลุ่มผู้ใช้ ช่วงเวลาและกิจกรรม ตลอดจนการรวบรวมงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศเพื่อกำหนดประเภทของพื้นที่สาธารณะ (public space) รวมถึงเกณฑ์และตัวชี้วัดในการพัฒนาพื้นที่สาธารณะที่สอดคล้องกับวิสัยทัศน์ของจุฬาลงกรณ์

มหาวิทยาลัยในการเป็นมหาวิทยาลัยแห่งชาติในระดับโลก ที่สร้างสรรค์องค์ความรู้และนวัตกรรมเพื่อสร้างเสริมสังคมไทยสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน

กิจกรรมที่ 2 การสำรวจลักษณะทางกายภาพและเก็บข้อมูลด้านพฤติกรรมการเดินทางและการใช้งานพื้นที่สาธารณะภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โดยดำเนินการสำรวจด้วยการลงพื้นที่สังเกต (direct observation) และเก็บข้อมูลพฤติกรรมด้วยแบบสอบถามเพื่อเก็บข้อมูล ดังต่อไปนี้

1) ข้อมูลลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ 1.1) ขนาดและความกว้างของถนน 1.2) ตำแหน่งที่ตั้งและขนาดของพื้นที่สาธารณะ 1.3) โครงสร้างพื้นฐาน ประกอบด้วย ทางเท้า ทางจักรยาน ที่จอดรถจักรยาน ที่จอดรถจักรยานยนต์ป้ายรถโดยสารภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (CU Shuttle Bus) และที่จอดรถยนต์ไฟฟ้าขนาดเล็ก (CU TOYOTA Ha:Mo) (ภาพที่ 2)



(ก) จอตรถยนต์ไฟฟ้าขนาดเล็ก (CU TOYOTA Ha:Mo)

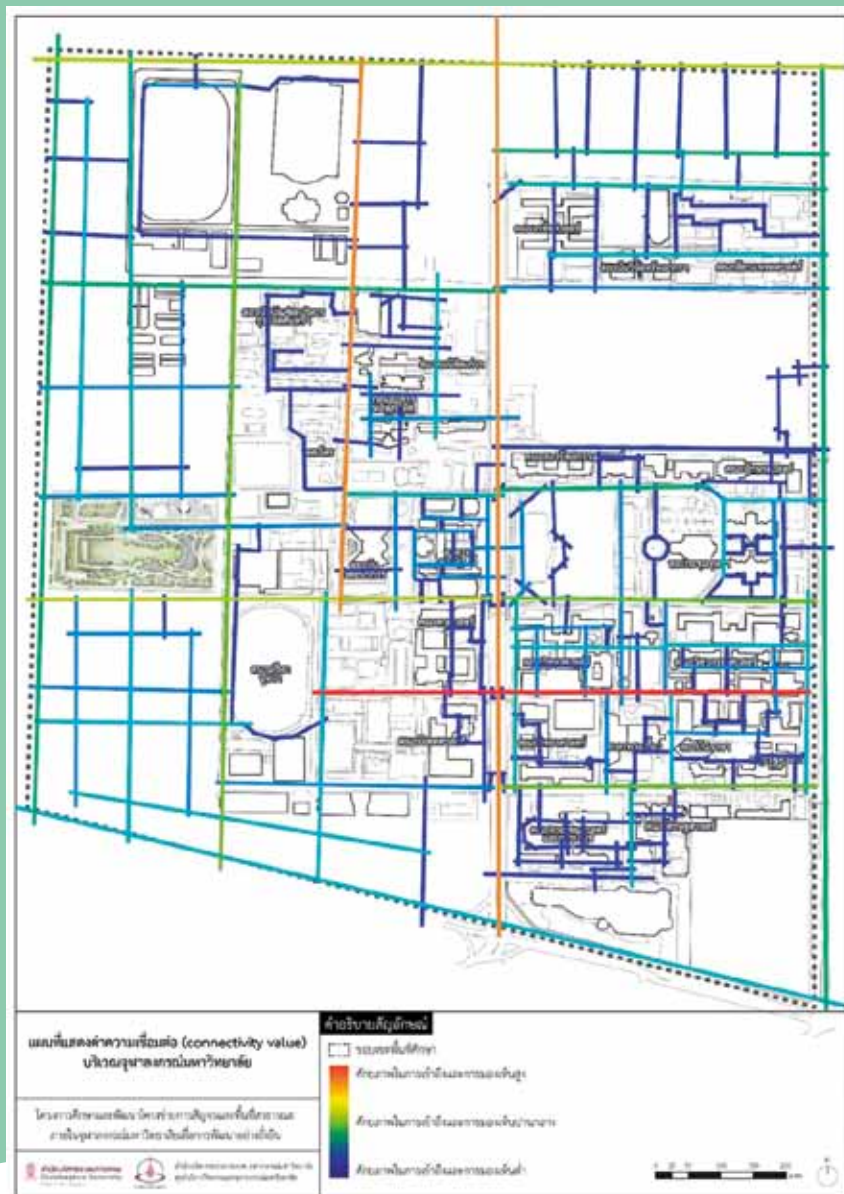


(ข) รถโดยสารภายในจุฬาฯ ที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า



(ค) ลานจอดรถยนต์ภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 2 โครงสร้างพื้นฐานด้านการคมนาคมและยานพาหนะภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ที่มา : ปณิศา เทตานุรักษ์ ถ่ายเมื่อ ตุลาคม 2562



ภาพที่ 3 ผลการวิเคราะห์ศักยภาพความเชื่อมต่อ (connectivity value) พื้นที่โครงข่ายสาธารณะภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ที่มา : พนิต ภูจินดา และคณะ (2562)

2) ข้อมูลพฤติกรรมการใช้งานพื้นที่ได้แก่ 2.1) การใช้งาน
โครงข่ายการสัญจร ประกอบด้วย อัตราการสัญจรผ่าน
รูปแบบการเดินทาง กลุ่มผู้ใช้ ช่วงเวลาที่ใช้ 2.2) การใช้งาน
พื้นที่สาธารณะ ประกอบด้วย รูปแบบกิจกรรม ตำแหน่ง
กิจกรรม กลุ่มผู้ใช้ ช่วงเวลาและระยะเวลาที่ใช้

3) ข้อมูลปริมาณการเดินทางเพื่อคำนวณปริมาณคาร์บอน (carbon footprint) ภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

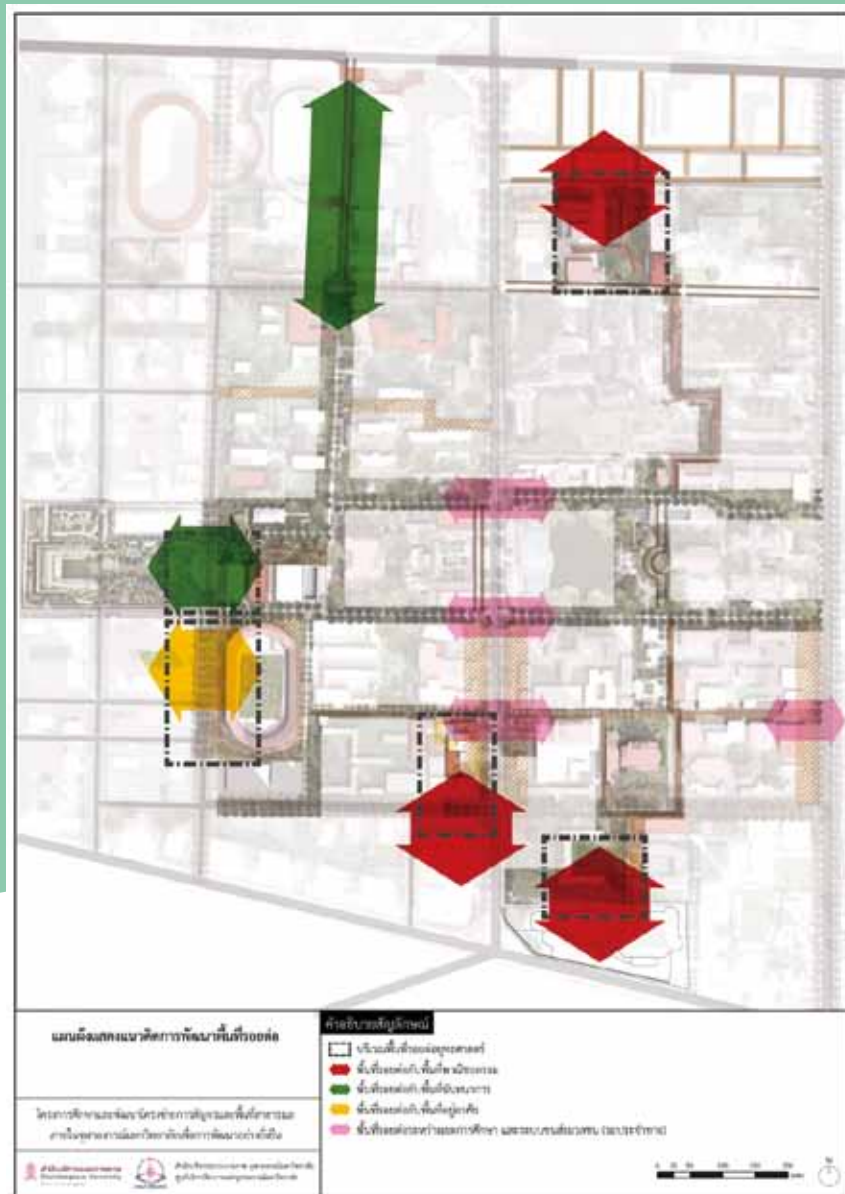
กิจกรรมที่ 3 วิเคราะห์ศักยภาพการเข้าถึงพื้นที่และการมองเห็น

นำข้อมูลการสำรวจลักษณะทางกายภาพของโครงข่าย

การสัญจรมาจัดทำแผนที่โครงข่ายพื้นที่สาธารณะสำหรับการเดินเท้า รถจักรยาน รถจักรยานยนต์ และเส้นทางเดินรถโดยสารภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และนำแผนที่ดังกล่าวมาวิเคราะห์ศักยภาพการเข้าถึงพื้นที่และการมองเห็นด้วยเทคนิคโปรแกรมสเปซซินแทกซ์ (space syntax)

กิจกรรมที่ 4 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง
ศักยภาพการเข้าถึงพื้นที่กับพฤติกรรมการใช้งานพื้นที่สาธารณะ
ภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นำข้อมูลพฤติกรรมการใช้งานพื้นที่มาวิเคราะห์รูปแบบพื้นที่ (spatial patterns) จัดทำเป็นแผนที่พื้นที่สาธารณะ



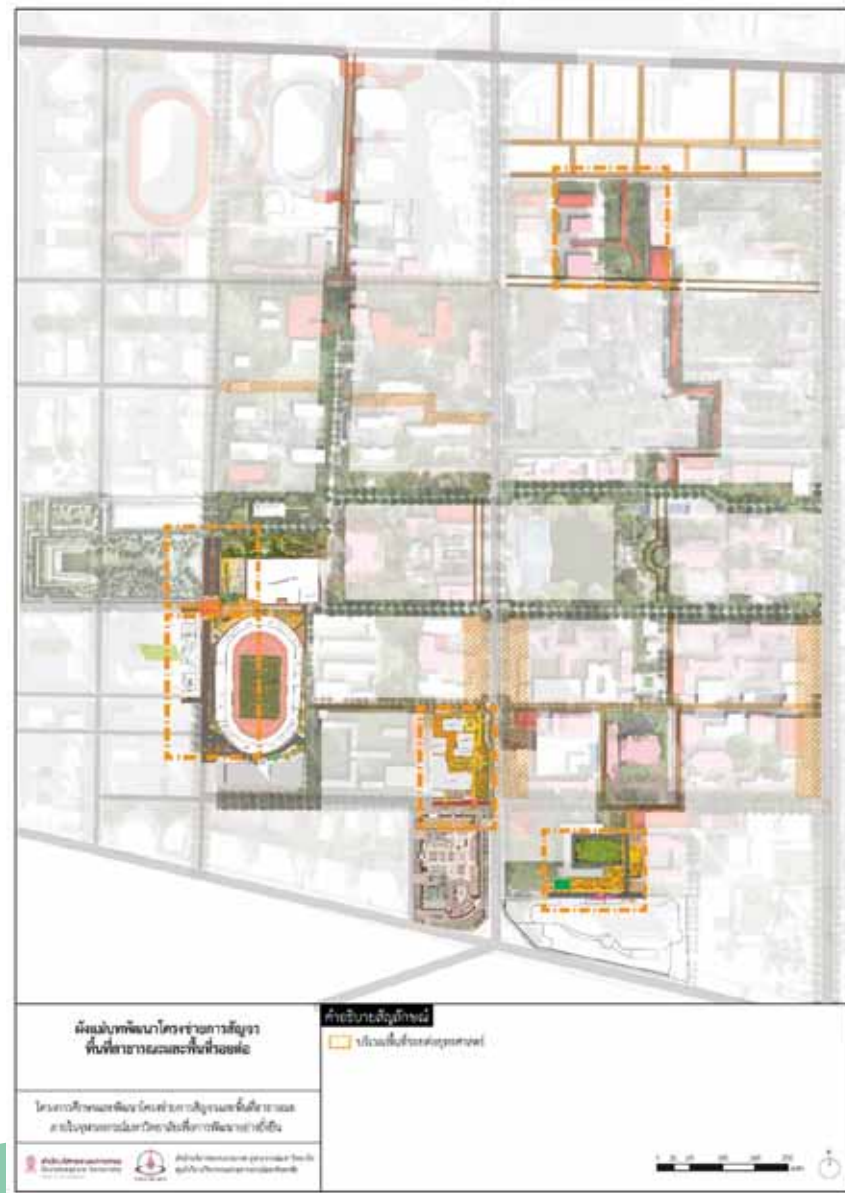
ภาพที่ 4 แผนที่แสดงแนวความคิดการพัฒนาพื้นที่รอยต่อ
ที่มา : พนิต ภูจินดา และคณะ (2562)

ภายในพื้นที่การศึกษาและพื้นที่รอยต่อ แสดงรูปแบบการใช้งานของผู้ใช้งานกลุ่มต่าง ๆ และช่วงเวลาที่ใช้งาน มาวิเคราะห์ร่วมกับศักยภาพการเข้าถึงพื้นที่ เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างศักยภาพการเข้าถึงพื้นที่กับพฤติกรรมการใช้งานพื้นที่สาธารณะภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิจกรรมที่ 5 การคำนวณปริมาณก๊าซคาร์บอน (carbon footprint) ภายในพื้นที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โดยการคำนวณปริมาณก๊าซคาร์บอน (carbon footprint) จากข้อมูลปริมาณการเดินทางประเภทต่าง ๆ ภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผลการวิเคราะห์ปริมาณการปล่อย

ก๊าซเรือนกระจก (carbon footprint) พบว่าเมื่อพิจารณาทั้งพื้นที่เขตการศึกษา การปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมจากยานพาหนะทั้งยานพาหนะบนถนนและยานพาหนะที่ใช้บริการอาคารจอดรถ ผลการคำนวณพบว่า สำหรับพื้นที่เขตการศึกษาทั้งหมด ยานพาหนะมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 1,699.94 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี (ton CO₂eq/ปี) ซึ่งเป็นการปล่อยในพื้นที่ฝั่งตะวันออกเท่ากับร้อยละ 42.62 และพื้นที่ฝั่งตะวันตกเท่ากับร้อยละ 57.38 และหากพิจารณาสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจก พบว่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากพื้นที่เขตการศึกษาทั้งหมด



ภาพที่ 5 ผังแม่บทพัฒนาโครงข่ายการสัญจร พื้นที่สาธารณะ และพื้นที่รอยต่อ
ที่มา : พินิต ภูจินดา และคณะ (2562)

เป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากยานพาหนะบนถนนสูงถึงร้อยละ 92.45 และยานพาหนะที่ใช้บริการอาคารจอดรถมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกร้อยละ 7.55 เท่านั้น

เมื่อพิจารณาสัดส่วนการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกของต้นไม้ในพื้นที่เขตการศึกษาแบ่งเป็น 3 พื้นที่ ได้แก่ 1) พื้นที่ฝั่งตะวันออก 1 พื้นที่ที่มีส่วนสำคัญในการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ หอประชุมจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คณะวิศวกรรมศาสตร์ และคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี มีค่าการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกคิดเป็นร้อยละ 14.18, 9.29 และ 6.77 ของการดูดกลับทั้งหมดของพื้นที่

เขตการศึกษาตามลำดับ 2) พื้นที่ฝั่งตะวันออก 2 พื้นที่ที่มีส่วนสำคัญในการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด คือ คณะเภสัชศาสตร์มีค่าการดูดกลับเท่ากับเป็นร้อยละ 3.65 ของการดูดกลับทั้งหมดของพื้นที่เขตการศึกษา และ 3) พื้นที่ฝั่งตะวันตก พื้นที่ที่มีส่วนสำคัญในการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ ศคินทร์นิเวศ สำนักงานวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และศูนย์กีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีค่าการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกคิดเป็นร้อยละ 11.63, 6.23 และ 5.93 ของการดูดกลับทั้งหมดของพื้นที่เขตการศึกษา ตามลำดับ

กิจกรรมที่ 6 การคัดเลือกพื้นที่และการเสนอแนะแนวทาง
ในการพัฒนาพื้นที่สาธารณะต้นแบบ

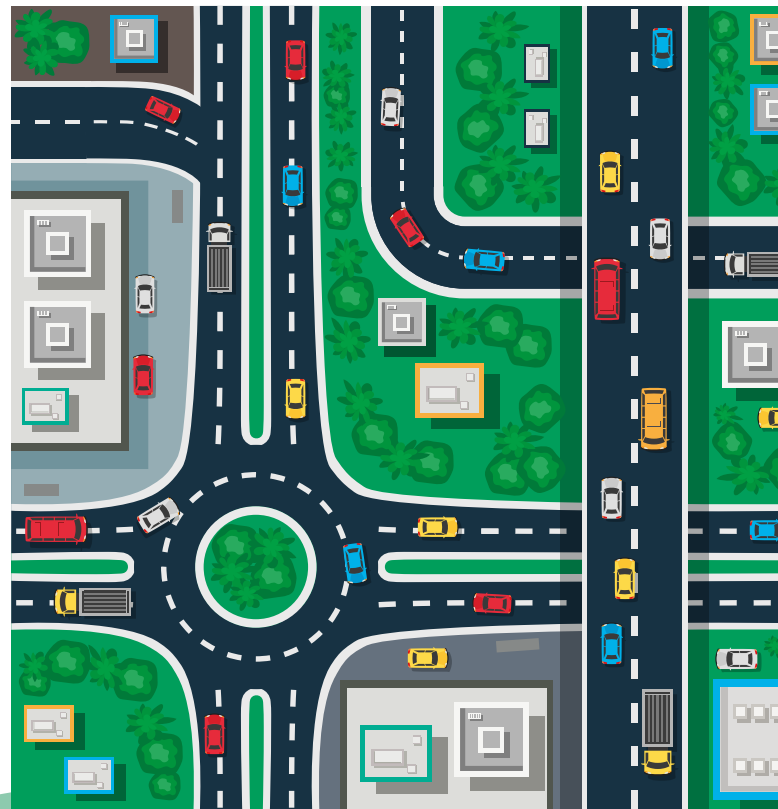
ในการจัดทำผังแม่บทจะคัดเลือกพื้นที่สาธารณะภายใน
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทั้ง 3 รูปแบบ (ภาพที่ 3-5) ได้แก่
1) โครงข่ายพื้นที่สาธารณะสำหรับการสัญจร 2) พื้นที่สาธารณะ
ภายในพื้นที่การศึกษาของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ
3) พื้นที่รอยต่อ โดยจะคัดเลือกรูปแบบพื้นที่ 2 ประเภท คือ
1) พื้นที่ที่มีศักยภาพการเข้าถึงและการมองเห็นสูงแต่มี
การใช้งานพื้นที่ต่ำ และ 2) พื้นที่ที่มีศักยภาพการเข้าถึงและ
การมองเห็นต่ำแต่มีการใช้งานพื้นที่สูง หรือพื้นที่ที่มีศักยภาพ
ในการพัฒนาเป็นพื้นที่ต้นแบบในการออกแบบผังแม่บท
(Master plan) ผังรายละเอียด (Detailed plan) และทัศนียภาพ
(Perspective) รวมถึงแนวทางการพัฒนาของพื้นที่ (Design
guideline)

กิจกรรมที่ 7 การจัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์ (final
report) และรายงานบทสรุปสำหรับผู้บริหาร (executive
summary)

นำผลการศึกษาและการจัดทำผังแม่บท ผังรายละเอียด
และทัศนียภาพ มาจัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์ และรายงาน
บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

บทสรุป

คณะผู้วิจัยคาดหวังว่าโครงการศึกษาและพัฒนาโครงข่าย
การสัญจรและพื้นที่สาธารณะภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน จะเป็นแนวทางส่งเสริมการเดินทาง
แบบไม่ใช้เครื่องยนต์ เพื่อช่วยลดปริมาณก๊าซคาร์บอน
(carbon footprint) ทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย
 อีกทั้งเป็นแนวทางในการพัฒนาพื้นที่สาธารณะที่ดีเพื่อตอบสนอง



วิสัยทัศน์ของมหาวิทยาลัย และเพื่อเป็นต้นแบบให้แก่การ
พัฒนาพื้นที่สาธารณะในแห่งพื้นที่อื่น ๆ ของเมืองต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของผลการศึกษาวิจัยโครงการ
“ศึกษาและพัฒนาโครงข่ายการสัญจรและพื้นที่สาธารณะ
ภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน”
ซึ่งได้รับการสนับสนุนงบประมาณในการศึกษาโครงการจาก
สำนักระบบบริหารกายภาพ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอกสารอ้างอิงและบรรณานุกรม

- จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2559. แผนยุทธศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2560-2563. สืบค้นจาก <https://www.chula.ac.th/about/vision/vision-and-strategy/>
- พนิต ภูจันดา และคณะ (2562) การศึกษาและพัฒนาโครงข่ายการสัญจรและพื้นที่สาธารณะภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน. รายงานฉบับสมบูรณ์, กรุงเทพมหานคร : ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (อัครา)
- สกุลชัย ตันติเศรณี. (2549). แนวทางพัฒนาด้านกายภาพของพื้นที่โล่งว่างเพื่อการพาณิชย์ ภายในย่านถนนข้าวสาร กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาการออกแบบชุมชนเมือง คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Thomashow, M. (2001). *The Nine Elements of a Sustainable Campus*. London: The MIT Press Cambridge Massachusetts.

รองศาสตราจารย์ ดร. ญัฐา กองจุล
หนึ่งในนักวิจัยผู้บุกเบิกและทำวิจัยเกี่ยวกับ
พลาสติกชีวภาพและไบโอรีไฟเนอรี เปิดมุมมอง
การพัฒนานวัตกรรมเคมีชีวภาพทางเลือกจาก
ชีวมวลเพื่อความยั่งยืนของสังคมและเศรษฐกิจไทย

นวัตกรรมเคมีชีวภาพทางเลือก สู่ความยั่งยืนของประเทศไทย

รองศาสตราจารย์ ดร. ญัฐา กองจุล

สถานการณ์ของเคมีชีวภาพทางเลือกในประเทศไทยกับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของโลก

“...ความตื่นตัวในเรื่องของการขับเคลื่อนในด้านพลังงาน และเคมีชีวภาพของประเทศไทย
ต้องยอมรับว่าช้าเมื่อเทียบกับกลุ่มประเทศใหญ่ ๆ แม้ว่าจะมีหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องออกนโยบายผลักดันก็ตาม...”

ในปัจจุบัน พลังงานและเคมีภัณฑ์ที่ใช้กันอยู่ล้วนแล้วแต่ผลิตมาจากปิโตรเลียม ซึ่งเป็นที่เข้าใจกันดีว่า ประเทศไทยเองไม่ได้มีแหล่งวัตถุดิบดังกล่าวเอง ต้องอาศัยการนำเข้าวัตถุดิบดังกล่าวเพื่อนำมาใช้งานตอบสนองความต้องการของประชากรในประเทศ ทั้งในครัวเรือน และภาคการผลิต การพึ่งพาแหล่งปิโตรเลียมเพียงอย่างเดียวเพื่อใช้ผลิตเป็นพลังงานและเคมีภัณฑ์นับเป็นความเสี่ยงอย่างหนึ่งของประเทศไทย จึงไม่แปลกใจที่มีความพยายามในการหาทางเลือกและสิ่งทดแทนวัตถุดิบจากปิโตรเลียม และการผลิตเคมีชีวภาพถือเป็นหนึ่งในทางเลือกดังกล่าว เมื่อกล่าวถึงเคมีชีวภาพทางเลือกในปัจจุบัน สิ่งที่น่าสนใจได้ ก็จะมีพลังงานทางเลือก และเคมีภัณฑ์ที่เป็นทางเลือก ซึ่งเมื่อพูดถึงพลังงานทางเลือก นอกเหนือจาก

พลังงานชีวมวล (Bio-energy) แล้ว ยังมีพลังงานจากไฟฟ้าและอื่น ๆ ที่เป็นแหล่งพลังงานทดแทนพลังงานที่ใช้กันเป็นส่วนใหญ่ในปัจจุบันซึ่งมีรากฐานการผลิตมาจากปิโตรเลียม (Petroleum refinery) สำหรับเคมีภัณฑ์ที่เป็นทางเลือกถ้าให้นึกถึง จะคิดถึงการผลิตเคมีภัณฑ์จากชีวมวลโดยฐานไบโอรีไฟเนอรี (Biorefinery platform) เพื่อทดแทนกระบวนการผลิตแบบดั้งเดิมที่ใช้ฐานการผลิตจากปิโตรเลียมซึ่งเห็นได้ชัดว่า การนำชีวมวลมาผลิตเป็นทั้งพลังงานชีวมวลและเคมีภัณฑ์ทางเลือกดังกล่าว ส่งผลกระทบทั้งเชิงนโยบาย เทคโนโลยี ธุรกิจ และคุณภาพชีวิตของประชากร เนื่องจากรากฐานการผลิตได้มีการปรับเปลี่ยนวัตถุดิบ (Feedstocks) จากปิโตรเลียมเป็นชีวมวล (Biomass) ซึ่งเป็นวัตถุดิบหมุนเวียนได้

(Renewable resources) สำหรับประเทศไทยเอง เมื่อพิจารณาสถานการณ์การปรับตัวเข้าสู่แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของโลก ที่หันมาให้ความสำคัญกับฐานเทคโนโลยีไบโอรีไฟเนอรรี เพื่อเป็นแหล่งผลิตพลังงานและเคมีภัณฑ์ที่ใช้กันทั่วไป ในชีวิตประจำวัน จะเห็นได้ว่า ประเทศไทยยังอยู่ในระยะเริ่มต้นของการพัฒนาเมื่อเทียบกับกลุ่มประเทศใหญ่ ๆ ทั้งทางกลุ่มสหภาพยุโรป (European Union: EU) อเมริกา ออสเตรเลีย หรือเอเชีย เช่น ญี่ปุ่น จีน เกาหลี แม้แต่มาเลเซียเอง ซึ่งมีความตื่นตัวกับการเปลี่ยนแปลงนี้มานานแล้ว

เมื่อมองในเชิงนโยบาย พบว่า กลุ่มประเทศใหญ่ ๆ เหล่านี้มีหน่วยงานภาครัฐที่ทำหน้าที่ในการกำหนดแนวโน้มหรือทิศทางการพัฒนาเคมีชีวภาพทางเลือก ทั้งในเรื่องของงานวิจัยหรือการสนับสนุนให้งานวิจัยสามารถต่อยอดออกไปสู่การนำไปใช้จริงในระดับที่เป็นการค้า เกิดเป็นโรงงานต้นแบบเพื่อทดลองฐานเทคโนโลยีด้านไบโอรีไฟเนอรรีที่ได้พัฒนาขึ้น รวมถึงการมีกลไกการให้เงินทุนหรือเงินกู้แก่บริษัทวิจัยและพัฒนา เพื่อขยายผลไปสู่การผลิตในระดับเชิงพาณิชย์ได้ อย่างไรก็ตาม การกำหนดใช้นโยบายในการขับเคลื่อนฐานเทคโนโลยีด้านไบโอรีไฟเนอรรีเพื่อผลักดันเคมีชีวภาพไม่ว่าจะเป็นชนิดใดก็ตาม ล้วนมีความแตกต่างกันตามบริบทของแต่ละประเทศซึ่งท้ายที่สุดแล้ว จำเป็นต้องมีการสร้างกลไกที่เหมาะสม กล่าวคือ มีนโยบายสนับสนุน มีเทคโนโลยีเป็นตัวผลักดัน มีกลไกการตลาดในภาคธุรกิจเป็นตัวจุดประกายให้เกิดขึ้นและมีขีดความสามารถในการแข่งขันได้ เพื่อทำให้กลไกต่าง ๆ สามารถขับเคลื่อนไปได้ ยกตัวอย่างเช่น ในอดีตประเทศสหรัฐอเมริกาได้พัฒนาการผลิตไบโอเอทานอลจากน้ำตาลและแป้ง ซึ่งเป็นผลผลิตทางการเกษตรที่มีในประเทศ จนกระทั่งเมื่อ 10-20 ปีที่ผ่านมา ได้มีการนำวัสดุเหลือทิ้งจากภาคการเกษตร กลุ่มลิกโนเซลลูโลส (lignocellulose) มาใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตไบโอเอทานอลแทน โดยที่กระทรวงพลังงานสหรัฐ (the United States Department of Energy: DOE) ได้ให้การสนับสนุนกลุ่มนักวิจัยทั้งในหน่วยงานภาครัฐ มหาวิทยาลัย และบริษัทวิจัยและพัฒนา ทั้งในรูปแบบของทุนวิจัย และเงินกู้ (soft loan) เพื่อผลักดันให้เกิดเป็นเทคโนโลยีด้านไบโอรีไฟเนอรรีที่มีการขยายผลและต่อยอดจนถึงการสร้างเป็นโรงงานต้นแบบ และพัฒนาจนกระทั่งได้รับใบอนุญาตให้สามารถขยายผลในการผลิตในเชิงพาณิชย์ได้ นับเป็นการสร้างกลไกการขับเคลื่อนฐานเศรษฐกิจไบโอรีไฟเนอรรีผ่านเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้น

หรือการที่หลาย ๆ ประเทศในยุโรปและอเมริกาประกาศนโยบายลดการใช้ถุงพลาสติก และส่งเสริมการนำถุงผ้ามาใช้งานแทนนั้น ประเทศญี่ปุ่นกลับมีบริบทที่แตกต่างกันไป

โดยไม่ได้เน้นที่นโยบายลดการใช้พลาสติก หากแต่ใช้การรณรงค์นโยบายรีไซเคิล (recycle) หรือการจัดการวัสดุเหลือใช้ที่กำลังจะเป็นขยะ โดยผ่านกระบวนการแปรรูป เพื่อให้เป็นวัสดุใหม่ แล้วนำกลับมาใช้ได้ อีก และนโยบายการนำกลับมาใช้ใหม่โดยไม่ผ่านการแปรรูปใด ๆ ทั้งสิ้น (reuse) มาใช้กับประชากรในประเทศ และประสบความสำเร็จอย่างสูง อันเป็นผลมาจากระบบการจัดการที่ดี และวัฒนธรรมของชาติญี่ปุ่น โดยนโยบายดังกล่าว มิได้มีกลไกทางตรงใด ๆ เข้าไปแทรกแซงระบบกลไกการตลาด นั้นหมายความว่า บริษัทที่เป็นผู้ผลิตไม่ว่าจะเป็นสินค้าใดก็ตาม ไม่ได้มีผลกระทบโดยตรงทันทีจากนโยบายดังกล่าวและยังคงสามารถผลิตสินค้าได้อยู่ และด้วยแนวคิด “ระบบเศรษฐกิจหมุนเวียน” (circular economy) ที่ประเทศญี่ปุ่นนำมาใช้ จึงทำให้เกิดการใช้งานของผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ในปริมาณที่พอสมควร จากกลไกนี้ ทำให้ประเทศญี่ปุ่นสามารถจัดการและควบคุมการนำไปใช้ตั้งแต่พลังงาน รวมถึงวัสดุต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี ซึ่งในที่สุดแล้ว จะก่อให้เกิดสมดุลของอุปสงค์ และอุปทานของสินค้าที่อยู่ในห่วงโซ่การผลิตโดยปริยาย

สำหรับความตื่นตัวในเรื่องของการขับเคลื่อนในด้านพลังงาน เคมีภัณฑ์ชีวภาพของประเทศไทยต้องยอมรับว่า ยังตามหลังกลุ่มประเทศที่กล่าวข้างต้นอยู่พอสมควร แม้ว่า จะมีหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องออกมาตรการผลักดันก็ตาม ยกตัวอย่างเช่น มาตรการลดการใช้ถุงพลาสติกตามห้างสรรพสินค้า ที่เริ่มดำเนินการในประเทศไทยในช่วงปี นี้ ในขณะที่ มาตรการดังกล่าวมีการบังคับใช้ในอเมริกาและยุโรปมาตั้งแต่ พ.ศ. 2551 และการส่งเสริมการขายน้ำมันไบโอดีเซล B100 ในประเทศบราซิล ในขณะที่ในประเทศไทย ยังคงจำหน่ายน้ำมันไบโอดีเซล B20 เป็นต้น ทั้งนี้ การผลักดันเทคโนโลยีและธุรกิจเคมีชีวภาพทางเลือก เพื่อนำไปทดแทนสินค้า/ผลิตภัณฑ์ที่จำหน่ายอยู่แล้ว ต้องดำเนินการควบคู่กันไป โดยใช้กลไกขับเคลื่อน ได้แก่ กระแสนวัตกรรมสิ่งแวดล้อม ความเป็นไปได้ทางธุรกิจ ความพร้อมของเทคโนโลยี และบุคลากร และจำเป็นต้องอาศัยเวลา และแรงผลักดันจากภาครัฐในการขับเคลื่อนกลไกดังกล่าว โดยภาครัฐต้องมีกลไกด้านนโยบายขับเคลื่อนห่วงโซ่การผลิตให้เกิดการนำไปใช้จริงของผลิตภัณฑ์เคมีชีวภาพ ตั้งแต่ต้นทางจนถึงปลายทาง ซึ่งหมายถึงผู้ผลิตจนถึงผู้บริโภค โดยกลไกขับเคลื่อนดังกล่าว ได้แก่ มาตรการลดหย่อนภาษี เป็นต้น เพื่อให้ทุกส่วนเห็นความสำคัญ และลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงฐานการผลิตสู่ฐานไบโอรีไฟเนอรรี อันจะเป็นการผลักดันให้ห่วงโซ่เศรษฐกิจสมบูรณ์ และสามารถขับเคลื่อนระบบเศรษฐกิจของประเทศต่อไปได้

แนวทางการพัฒนานวัตกรรมเชื้อเพลิงชีวภาพและเคมีชีวภาพบนฐานของไบโอรีไฟเนอรี่

“...ภาครัฐได้มีการวางกลไกในการพัฒนานวัตกรรมของประเทศด้วยฐานเทคโนโลยีไบโอรีไฟเนอรี่ไปในทิศทางที่ดี และได้มีความพยายามที่จะเชื่อมโยงผู้เชี่ยวชาญทั้งจากภาคการศึกษา ภาคอุตสาหกรรม รวมถึงหน่วยงานภาครัฐและเอกชนจากต่างประเทศ...”

ปัจจุบัน ประเทศไทยมีการตั้งเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (Eastern Economic Corridor: EEC) ขึ้นเป็นนิคมที่รองรับอุตสาหกรรมใหม่ในกลุ่มอุตสาหกรรมอนาคต (new s-curve) และตั้งเขตนวัตกรรมระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (Eastern Economic Corridor of Innovation: EECi) ขึ้นเป็นพื้นที่สำหรับการวิจัยพัฒนาและสร้างนวัตกรรมใหม่ เพื่อสนับสนุนให้เกิดอุตสาหกรรมใหม่ เพื่อเป็นโรงงานต้นแบบให้นักวิจัยได้มีโอกาสนำเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นมาขยายผลร่วมกับหน่วยงานภาคอุตสาหกรรม โดยหนึ่งในโครงการหลักใน EECi คือ ไบโอฟลิส (Biopolis) หรือ เมืองนวัตกรรมชีวภาพ ที่กำลังจะเกิดขึ้น โดยมีเป้าหมายเพื่อเป็นโรงงานต้นแบบของประเทศเพื่อนำไปสู่การพัฒนาระบบเทคโนโลยีด้านไบโอรีไฟเนอรี่ โดยเมื่อพูดถึงฐานเทคโนโลยีด้านไบโอรีไฟเนอรี่ อาจจำแนกได้เป็น 3 กระบวนการหลัก ได้แก่ 1) กระบวนการเชิงความร้อน (Thermal process) ว่าด้วยการใช้ความร้อนเป็นหลักในการเปลี่ยนชีวมวล (Biomass) ให้กลายเป็นเชื้อเพลิง หรือเคมีภัณฑ์ 2) กระบวนการทางเคมี (Chemical process) ว่าด้วยการใช้กระบวนการทางเคมีเพื่อแปลงชีวมวลให้เป็นผลิตภัณฑ์ และ 3) กระบวนการทางชีวภาพ (Bioprocess) ซึ่งว่าด้วยการใช้เทคโนโลยีเอนไซม์ กระบวนการหมักในการเปลี่ยนชีวมวลให้เป็นเคมีภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่ม โดยกระบวนการหลักทั้ง 3 กระบวนการนี้ สามารถนำมาผสมผสานกันได้หลากหลายรูปแบบ หรืออาจรวบรวมเป็นหนึ่งเดียวกัน เพื่อสร้างเป็นฐานเทคโนโลยีที่สามารถสร้างผลผลิตออกมาได้ โดยเราสามารถจำแนกผลผลิตจากฐานเทคโนโลยีด้านไบโอรีไฟเนอรี่ได้ 4 กลุ่มหลัก ได้แก่

1) เชื้อเพลิงชีวภาพ (Biofuel) พลังงานทางเลือกทั้งหลาย
2) เคมีภัณฑ์ที่ได้มาจากชีวภาพ (Biochemical)
3) พลาสติกชีวภาพ (Bioplastic) และ 4) ชีวเภสัชภัณฑ์ หรือยาชีวภาพ (Biopharmaceutical)

ที่ผ่านมา รัฐบาลได้มีการวางกลไกในการพัฒนานวัตกรรมของประเทศด้วยฐานเทคโนโลยีไบโอรีไฟเนอรี่ไปในทิศทางที่ดี อีกทั้งได้มีความพยายามที่จะเชื่อมโยงผู้เชี่ยวชาญทั้งจากภาคการศึกษา หน่วยงานขนาดใหญ่จากภาคอุตสาหกรรม รวมถึงหน่วยงานภาครัฐและเอกชนจากต่างประเทศที่ได้รับการติดต่อเพื่อร่วมงานในโครงการไบโอฟลิส โดยมีเป้าประสงค์ให้เกิดการถ่ายทอดเทคโนโลยีและองค์ความรู้จากหน่วยงานวิจัยชั้นนำดังกล่าวให้กับนักวิจัยในประเทศไทย ก่อให้เกิดการต่อยอดองค์ความรู้เดิมที่มีอยู่ ซึ่งกลไกการสนับสนุนให้เกิดการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากหน่วยงานภาคอุตสาหกรรมชั้นนำที่สำคัญนี้ ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (Board of Investment: BOI) อย่างไรก็ตาม รัฐบาลต้องประเมินและกำหนดทิศทางในการพัฒนาว่าประเทศมีความพร้อมและขีดความสามารถในการแข่งขันในด้านใด สถานะและเกณฑ์มาตรฐานในการพัฒนาของประเทศอยู่ในระดับใดเมื่อเทียบกับประเทศอื่นที่พัฒนาไปแล้ว เพื่อเลือกและผลักดันให้เกิดการพัฒนาผลผลิตจาก 1 ใน 4 กลุ่มข้างต้น โดยมีกลไกในเชิงนโยบายจากภาครัฐในการสนับสนุนให้ผู้ผลิต/ผู้ลงทุนสามารถวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ในเชิงพาณิชย์ออกมา และสามารถดำเนินธุรกิจอยู่รอดต่อไปได้โดยมีผลกำไร

เทคโนโลยีและการพัฒนาอุตสาหกรรม

“...ในระดับมหาวิทยาลัย หรือแม้แต่หน่วยงานภาครัฐและหน่วยงานวิจัยใหญ่ ๆ ระดับประเทศ รวมถึงภาคอุตสาหกรรม ต่างเล็งเห็นถึงความสำคัญของการศึกษาวิจัยเทคโนโลยีและการพัฒนาอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ ให้สามารถนำไปสู่การนำไปใช้ได้อย่างแท้จริง...”

สำหรับความตื่นตัวในด้านเทคโนโลยีและการพัฒนาอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่พบว่า ทั้งในระดับมหาวิทยาลัย หรือแม้แต่หน่วยงานภาครัฐและหน่วยงานวิจัยใหญ่ ๆ ระดับประเทศ ทั้งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น

มหาวิทยาลัยนเรศวร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ศูนย์พันธุวิศวกรรมและ

เทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ไบโอเทค) ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (นาโนเทค) ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (เอ็มเทค) สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ต่างเล็งเห็นถึงความสำคัญของการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาเทคโนโลยี การขับเคลื่อนในการขยายผลต่อยอดงานวิจัยเห็นได้จากการจัดตั้งอุทยานวิทยาศาสตร์ (Science park) ซึ่งกระจายตัวอยู่ตามพื้นที่ต่าง ๆ ของประเทศ เพื่อศึกษาวิจัยและพัฒนาเพื่อสร้างฐานเทคโนโลยีด้านไบโอรีไฟเนอรรีที่สามารถตอบโจทย์ภาคธุรกิจสำหรับจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยนั้น นอกจากจะมีโครงสร้างพื้นฐานเป็นโรงงานต้นแบบสำหรับพัฒนาฐานเทคโนโลยีด้านไบโอรีไฟเนอรรีที่จังหวัดสระบุรีแล้วยังได้มีการจัดตั้งคลัสเตอร์ไบโอรีไฟเนอรรี ซึ่งเกิดจากการรวมตัวของนักวิจัยจากศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน และหน่วยปฏิบัติการวิจัยจำนวน 5 หน่วยจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี สถาบันวิจัยเทคโนโลยีชีวภาพและวิศวกรรมพันธุศาสตร์ และสถาบันวิจัยพลังงาน โดยมีเป้าหมายในการพัฒนานักวิจัย รวมถึงผลงานวิจัยเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมด้านไบโอรีไฟเนอรรีอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

ในขณะที่ภาคอุตสาหกรรมเองก็มีมุมมองในการพัฒนาอุตสาหกรรมนี้โดยมีรูปแบบในการดำเนินงานต่าง ๆ กัน เช่น การจัดตั้งศูนย์นวัตกรรม รวมถึงการจัดตั้งบริษัทเพื่อวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีด้านไบโอรีไฟเนอรรีที่ตอบสนองกับความต้องการด้านธุรกิจ จากบริบทนี้แสดงให้เห็นว่า ในปัจจุบันภาคธุรกิจของไทยไม่ได้ต้องการเพียงแค่ซื้อเทคโนโลยีมาใช้เท่านั้น ในขณะเดียวกันยังมีความสนใจในการวิจัยพัฒนาและมีความต้องการสร้างไปพร้อม ๆ กันโดยไม่ต้องพึ่งพาต่างชาติ โดยมีการประเมินถึงสถานการณ์ ความแตกต่าง ข้อจำกัด โอกาสในการพัฒนาให้เทียบเท่าหรือดีกว่าต่างประเทศ และเมื่อนักวิจัยได้ข้อสรุปหรือผลการวิจัยออกมาแล้ว จะมีการนำผลเหล่านั้นมาวิเคราะห์เพื่อพิสูจน์ว่าเทคโนโลยีดังกล่าวสามารถต่อยอดและทำให้เกิดการนำไปใช้ได้อย่างไร มีความคุ้มค่าต่อการลงทุนหรือไม่ ในกรณีที่ประเมินต้นทุน



แล้วพบว่าไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน แม้ว่าจะมีการพิสูจน์ข้อมูลเชิงเทคนิคมาแล้วก็ตาม หากต้องการที่จะพัฒนาอุตสาหกรรมดังกล่าว จะต้องมีการปรับฐานเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นจนสามารถพิสูจน์ได้ว่าคุ้มค่าต่อการลงทุน จะเห็นได้ว่ากลไกเหล่านี้ทำให้การพัฒนาเทคโนโลยีสามารถนำไปสู่การนำไปใช้ได้อย่างแท้จริง ในขณะที่ยังเชื่อมโยงจากทุกภาคส่วนเป็นการเปิดโลกและทำให้มุมมองการพัฒนาเปิดกว้างมากยิ่งขึ้น

อุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรรีกับการขับเคลื่อนเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียนและเศรษฐกิจสีเขียว

“...ฐานเทคโนโลยีไบโอรีไฟเนอรรีเป็นฐานเทคโนโลยีเพื่อรองรับเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียนและเศรษฐกิจสีเขียว...”

ฐานเทคโนโลยีไบโอรีไฟเนอรรี เป็นฐานเทคโนโลยีซึ่งรองรับเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียนและเศรษฐกิจสีเขียว (Bio-Circular-Green Economy: BCG Economy)

เนื่องจากพื้นฐานของอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรรี คือ การพัฒนาเศรษฐกิจผ่านกลไกของเศรษฐกิจชีวภาพให้ได้เป็นผลิตภัณฑ์ โดยเริ่มจากการนำชีวมวล ซึ่งมีโครงสร้างหลัก

ประกอบด้วยโมเลกุลของน้ำตาลเชิงซ้อน ดังตัวอย่างเช่น วัตถุดิบทางการเกษตร เช่น มันสำปะหลัง อ้อย ซึ่งพืชเหล่านี้มีระยะเวลาในการเพาะปลูกสั้น ประมาณ 3-4 เดือน ก็สามารถเก็บเกี่ยวเข้าโรงงานเพื่อแปรรูปได้ผลผลิตเป็นแป้ง และน้ำตาล ซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักสำคัญในกระบวนการไบโอรีไฟเนอรรี ในการผลิตผลิตภัณฑ์ เมื่อเทียบกับการผลิตเคมีภัณฑ์ผ่านฐานเทคโนโลยีรีไฟเนอรรีเดิม ที่มีวัตถุดิบหลักเป็นปิโตรเลียม ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีว่าใช้เวลายาวนานในการสร้างแหล่งวัตถุดิบดังกล่าวกลับมาใหม่ถือเป็นวัตถุดิบที่ไม่สามารถหมุนเวียนกลับมาได้ในระยะเวลาอันสั้น (non renewable feedstocks) ตัวอย่างที่ชัดเจนของ BCG economy ผ่านฐานเทคโนโลยีไบโอรีไฟเนอรรี คือ การผลิตพลาสติกชีวภาพจากชีวมวลผ่านกระบวนการ

ภายใต้ฐานเทคโนโลยีไบโอรีไฟเนอรรี โดยเมื่อพลาสติกชีวภาพย่อยสลายลง จะได้คาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักที่พืชนำไปใช้ในการสังเคราะห์แสงและเจริญเติบโต เกิดเป็นชีวมวลที่สามารถหมุนวนกลับเข้ามาสู่ฐานเทคโนโลยีเพื่อสร้างเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ได้ในระยะเวลาอันสั้น จุดเด่นอีกประการของเทคโนโลยีด้านไบโอรีไฟเนอรรี คือ การหมุนวนของห่วงโซ่คาร์บอน ทำให้เกิดกระบวนการหรือกิจกรรมชดเชยคาร์บอน (carbon neutral) ซึ่งไม่ทำให้เกิดคาร์บอนส่วนเกิน ซึ่งก่อให้เกิดมลพิษ และภาวะโลกร้อนจากแก๊สเรือนกระจก (greenhouse gas) จากตัวอย่างดังกล่าว เห็นได้ว่าอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรรีสร้างให้เกิดกลไกการพัฒนาเศรษฐกิจผ่าน BCG model

ความเชื่อมโยงของเคมีภัณฑ์ทางเลือกส่งผลกระทบต่อภาคอุตสาหกรรมอย่างไร

“...การทำให้อุตสาหกรรมระดับประเทศพัฒนาได้ดียิ่งขึ้นนั้นจำเป็นต้องอาศัยกลไกภาครัฐ ซึ่งว่าด้วยนโยบายที่สนับสนุนให้อุตสาหกรรมนั้นเกิด และกลไกทางภาคอุตสาหกรรมซึ่งต้องกล้าที่จะมาลงทุน ในการขับเคลื่อน ...”

เคมีภัณฑ์ทางเลือกที่พัฒนาขึ้นบนฐานเทคโนโลยีด้านไบโอรีไฟเนอรรีที่ถูกบรรจุไว้อยู่ในกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย (new s-curve) สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่เป็นเชื้อเพลิงทางเลือกและกลุ่มที่เป็นเคมีภัณฑ์ สำหรับเชื้อเพลิงทางเลือกนั้น นอกจากไบโอดีเซล ไบโอดีเอทานอลแล้ว ยังมีไบโอเอทานอล ไบโอดีโพรเพน และอื่น ๆ อีกมากมายที่สามารถผลิตได้จากชีวมวลโดยใช้ฐานเทคโนโลยีด้านไบโอรีไฟเนอรรี ในขณะที่ด้านเคมีภัณฑ์ชีวภาพ ดังตัวอย่างที่เป็นกระแสสังคมอยู่ในขณะนี้ คือ พลาสติกชีวภาพ ซึ่งก็ผลิตได้จากชีวมวลผ่านฐานเทคโนโลยีด้านไบโอรีไฟเนอรรีเช่นกัน ซึ่งอุตสาหกรรมเคมีชีวภาพก็จัดเป็นหนึ่งใน 5 อุตสาหกรรมอนาคตของประเทศ การพัฒนาเทคโนโลยีในด้านดังกล่าวถือเป็นการตอบสนองต่อทิศทางการพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศให้ก้าวต่อไปได้เร็วขึ้น การทำให้อุตสาหกรรมในระดับประเทศพัฒนาได้ดียิ่งขึ้นนั้นจำเป็นต้องอาศัย 2 กลไกในการขับเคลื่อน นั่นคือ กลไกภาครัฐซึ่งว่าด้วยนโยบายที่สนับสนุนให้อุตสาหกรรมนั้นเกิด ไม่ปิดช่องทางหรือทำให้เกิดข้อจำกัดในการลงทุน และกลไกทางภาคอุตสาหกรรมซึ่งมีความพร้อมในการลงมาลงทุนกับแพลตฟอร์มการผลิตใหม่ ๆ ที่มีความแตกต่างจากเดิมที่เคยมีอยู่ อย่างไรก็ตาม กลไกการสนับสนุนโดยภาครัฐ ถือเป็นหลักสำคัญในการกระตุ้นให้ภาคอุตสาหกรรมเกิดการตื่นตัว และกล้าที่จะลงทุนเมื่อเห็นเป็นที่ประจักษ์ว่าภาครัฐจะเข้าให้การช่วยเหลือ และอุดหนุนได้อย่างไรบ้าง จากการประเมิน

สถานการณ์ ณ ปัจจุบัน พบว่า หากเราสร้างกลไกบางอย่างขึ้นเพื่อใช้ในการขับเคลื่อนให้เกิดการหารืออย่างจริงจังระหว่างภาครัฐ และภาคอุตสาหกรรม ท้ายที่สุดแล้ว จะได้มาซึ่งกลไกการส่งเสริมให้เกิดธุรกิจบนฐานเทคโนโลยีด้านไบโอรีไฟเนอรรีอย่างครบวงจร

ในเชิงของเทคโนโลยี ปัจจุบันมีนักวิจัยไทยที่มีโอกาสทำงานใกล้ชิดกับภาคอุตสาหกรรมเป็นจำนวนมาก ซึ่งเป็นกลไกในการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อที่จะนำไปสู่การนำไปใช้จริงในอุตสาหกรรมที่ภาคอุตสาหกรรมใช้งานกัน อย่างไรก็ตาม เนื่องจากเม็ดเงินลงทุนในอุตสาหกรรมด้านไบโอรีไฟเนอรรีค่อนข้างสูง ประกอบกับกลไกหลาย ๆ อย่าง ไม่ว่าจะเป็นกลไกนโยบาย กลไกตลาด ซึ่งล้วนมีผลกระทบต่อการลงทุนเพื่อขยายผลต่อยอดเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นมา ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการลงทุน ยกตัวอย่างเช่น การพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อสนองต่ออุตสาหกรรมผลิตเคมีภัณฑ์ชีวภาพเพื่อนำไปใช้ในการผลิตพลาสติกชีวภาพ รวมถึงการลงทุนสร้างโรงงานต้นแบบ และขยายผลสู่การผลิตเชิงพาณิชย์ ได้ถูกชะลอลงในช่วงเวลาที่ราคาน้ำมันดิบในตลาดโลกลดต่ำลงมาก เนื่องมาจากกระแสการค้นพบแหล่งพลังงานชนิดใหม่ (Shale gas) ในช่วงปี พ.ศ. 2556 ทำให้การขยายผลการผลิตพลาสติกชีวภาพ ซึ่งรวมไปถึงการผลิตเคมีภัณฑ์ชีวภาพเพื่อเป็นวัตถุดิบในการผลิตพลาสติกชีวภาพ ต้องชะลอตัวลงไป ทำให้บริษัทผู้ผลิตรายใหญ่ระดับโลกหลายราย ซึ่งเดิมมุ่งทำวิจัยและพร้อมที่จะสร้าง

โรงงานผลิตเชื้อเพลิงทางเลือกและเคมีภัณฑ์ทางเลือก จำต้องชะลอการลงทุน หากแต่มีได้หมายความว่าหยุด ยังคงมีการทำวิจัยกันต่อไปอยู่ นั้นหมายความว่าเมื่อใดที่สถานการณ์ดีขึ้นย่อมสามารถนำงานวิจัยที่มีอยู่มาใช้ในการผลิตได้เลย นี่คือนวัตกรรมที่คิดว่าน่าจะทำให้อุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ทางเลือกบนฐานเทคโนโลยีด้านไบโอรีไฟเนอรรีมีโอกาสเกิดขึ้นได้ เพียงแต่จำเป็นต้องมีกลไกที่ใช้ในการขับเคลื่อนหลาย ๆ ประการ

พลวัตสังคม ประเทศและสิ่งแวดล้อม

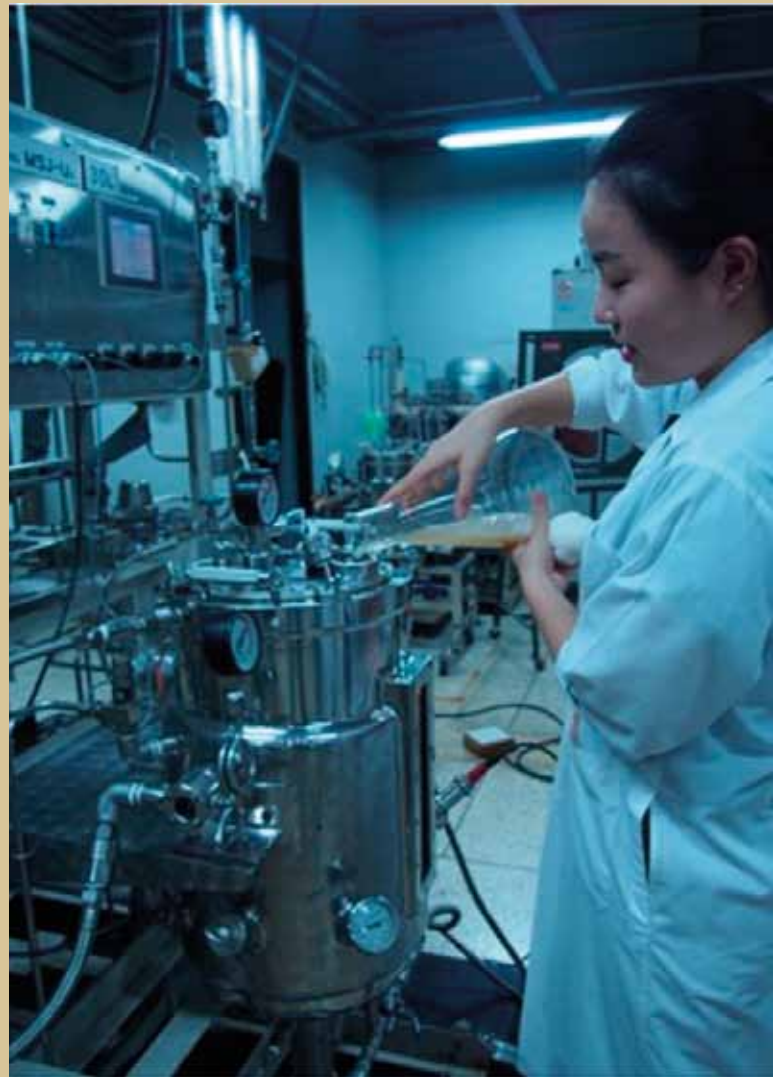
“...ในอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรรี กระบวนการผลิตจัดเป็นกระบวนการสีเขียวที่ไม่ส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม และช่วยยกระดับเศรษฐกิจภาคการเกษตร ทำให้ประเทศไทยสามารถเป็นผู้ผลิตแบบครบวงจร และประชาชนมีชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น...”

ในเชิงของสิ่งแวดล้อม อุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรรีสามารถจัดการกับปัญหาแก๊สเรือนกระจกได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้เนื่องจาก วัตถุดิบตั้งต้นที่ใช้ในอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรรีจัดเป็นวัตถุดิบที่หมุนเวียนได้ในระยะเวลาอันสั้น โดยตัวชีวมวลที่เป็นวัตถุดิบหลัก สามารถดูดซับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดสภาวะเรือนกระจก ผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสงได้ กระบวนการส่วนใหญ่ในฐานเทคโนโลยีด้านไบโอรีไฟเนอรรีจึงได้รับการยอมรับว่าเป็นกระบวนการสีเขียว มุมมองในเชิงเศรษฐกิจและสังคม เห็นได้ชัดว่า การใช้เทคโนโลยีที่ขึ้นอยู่กัปิโตรเลียมซึ่งประเทศไทยไม่สามารถผลิตเองได้ ส่งผลให้เม็ดเงินที่เป็นเงินรายได้ของประเทศไหลออกไปนอกประเทศเพื่อนำไปซื้อพลังงานและวัตถุดิบที่มาจากปิโตรเลียม แต่หากประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศเกษตรกรรม สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไบโอรีไฟเนอรรีเพื่อผลิตเชื้อเพลิงและเคมีภัณฑ์ทดแทน จะช่วยลดการไหลออกของเม็ดเงินรายได้ของประเทศเพื่อนำไปซื้อวัตถุดิบปิโตรเลียมได้ เมื่อผสมผสานกับกลไกในการจัดการในเชิงนโยบายที่ดี

ความร่วมมือในการพัฒนาอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรรี

“...จากความร่วมมือต่าง ๆ ทำให้สถาบันการศึกษาได้รับการถ่ายทอดในสิ่งที่เป็นหัวใจของงานในเชิงการวิจัยและพัฒนา รวมถึงด้านการตลาด ที่สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดองค์ความรู้และนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนได้...”

ปัจจุบันเกิดความร่วมมือระหว่างสถาบันการศึกษาภาครัฐและภาคเอกชนในการพัฒนาอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรรีเป็นจำนวนมาก สำหรับจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเองก็มีความร่วมมือกับทั้งภาครัฐและภาคอุตสาหกรรมทั้งในประเทศ



จะสามารถช่วยผลักดันฐานเศรษฐกิจทางภาคการเกษตรของประเทศให้ดีขึ้น เกิดรายได้หมุนเวียนภายในประเทศจากการผลิตวัตถุดิบไปจนกระทั่งผลิตผลิตภัณฑ์ใช้เองได้ ดังนั้น อุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรรีจึงเป็นกระบวนการสีเขียวที่ไม่ส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม ที่ช่วยยกระดับเศรษฐกิจภาคการเกษตร ทำให้ประเทศไทยสามารถเป็นผู้ผลิตแบบครบวงจร และประชาชนมีชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น

และต่างประเทศในการพัฒนาอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรรี อาทิ การพัฒนาฐานเทคโนโลยีและเครื่องต้นแบบสำหรับการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพ ซึ่งเป็นโครงการระดับประเทศเพื่อให้ผู้ที่สนใจสามารถนำไปใช้งานได้ รวมถึงการพัฒนาฐาน



เทคโนโลยีไบโอรีไฟเนอรีผ่านกระบวนการทางชีวภาพ และ การศึกษาฐานเทคโนโลยีด้านไบโอรีไฟเนอรีปาล์มน้ำมัน เป็นต้น และจากการทำงานร่วมกับหน่วยงานภาคเอกชน หลายแห่งทำให้หลายครั้งสถาบันการศึกษาสามารถเป็น ตัวกลางในการเชื่อมโยงความร่วมมือระหว่างภาคเอกชนเข้า ด้วยกันได้อย่างไร้ที่ติในการทำหน้าที่เป็นตัวกลาง นอกเหนือจาก ความไว้วางใจที่ได้รับจากภาคเอกชนแล้ว สถาบันการศึกษา จำเป็นต้องจัดสรรระบบการทำงานและรักษาความลับ

ของแต่ละฝ่ายตามสัญญาการไม่เปิดเผยข้อมูล (Non-Disclosure Agreement: NDA) ให้ดี ซึ่งนับเป็นเรื่องสำคัญ มาก และข้อดีจากความร่วมมือต่าง ๆ เหล่านี้ทำให้สถาบัน การศึกษาได้รับการถ่ายทอดในสิ่งที่เป็หัวใจของงานในเชิง การวิจัยและพัฒนา รวมถึงด้านการตลาด ที่สามารถนำไป พัฒนาต่อยอดองค์ความรู้และนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียน การสอนต่อไปได้



รองศาสตราจารย์ ดร. ญัฐฐา ทองจุล สำเร็จการศึกษาวิศวกรรมเคมีบัณฑิต จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีกระบวนการผลิตทางชีวภาพมหาบัณฑิต จากสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย และวิศวกรรมเคมีดุษฎีบัณฑิต จาก The Ohio State University ประเทศสหรัฐอเมริกา ปัจจุบันดำรงตำแหน่งรองผู้อำนวยการ ด้านวิจัยและบริหาร สถาบันวิจัยเทคโนโลยีชีวภาพและวิศวกรรมพันธุศาสตร์ มีความเชี่ยวชาญด้านกระบวนการหมักและกระบวนการแยกผลิตภัณฑ์ทางชีวภาพ



“รอบตัวเรา”
โดย รศ. ดร. ทวีวงศ์ ศรีบุรี

Designed by Freepik.com

พลังงาน เพื่อความยั่งยืน



พลังงานเป็นสิ่งสำคัญต่อการขับเคลื่อนและพัฒนา
ของทุกประเทศทั่วโลก ทำให้ความต้องการการใช้พลังงานใน
แต่ละประเภทและรูปแบบเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่องใน
ทุกประเทศทั่วโลก รวมทั้งประเทศไทย เมื่อมีความต้องการ
ใช้พลังงานเพิ่มมากขึ้น ย่อมส่งผลต่อราคาต้นทุนในการผลิต
พลังงานที่สูงขึ้น เนื่องจากปัจจุบันวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต
พลังงาน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นทรัพยากรที่มีจำกัด อาทิ ฟอสซิล
น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น เริ่มมีจำนวนลดน้อยลงและ
มีราคาแพงขึ้น ดังนั้น แนวคิดในการนำพลังงานทดแทนหรือ
พลังงานทางเลือกมาใช้จึงนับว่ามีความสำคัญและจำเป็น
อย่างมากต่อไปในอนาคตในการผลิตพลังงานเพื่อใช้ทดแทนหรือ
แทนที่พลังงานที่ได้จากการผลิตแบบเดิม แต่เนื่องจากประชาชน
โดยทั่วไปส่วนใหญ่ยังคงคุ้นชินกับการใช้พลังงานรูปแบบเดิม
จึงทำให้การนำเสนอพลังงานทางเลือกใหม่ยังไม่เป็นที่ยอมรับ
ของประชาชนเท่าที่ควร สำหรับการผลิตพลังงานทางเลือก
บางประเภทจะถูกต่อต้านจากประชาชนอยู่ตลอดเวลา ซึ่ง
ส่วนหนึ่งอาจเป็นผลมาจากการประชาสัมพันธ์หรือการสื่อสาร
ข้อมูล/ข่าวสารถึงประชาชนที่ยังไม่มีประสิทธิภาพมากพอ

ดังนั้น หน่วยงานที่รับผิดชอบต้องพยายามเผยแพร่ให้ความรู้
และข้อมูลข่าวสาร รวมถึงทำความเข้าใจกับประชาชนทั่วไป
โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับประชาชนในพื้นที่ที่หน่วยงานต้องการ
ให้มีโครงการเกี่ยวกับพลังงานทดแทนเกิดขึ้น

ผู้เชี่ยวชาญด้านพลังงานเกือบทุกประเทศต่างเห็นพ้อง
กันว่า ความต้องการใช้พลังงานทั่วโลกมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้น
เป็นสองเท่าภายในปี ค.ศ. 2050 เมื่อเทียบกับระดับความต้องการ
ในปี ค.ศ. 2000 ในขณะเดียวกันยังต้องให้ความสำคัญ
กับการจัดการแก้ปัญหาด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
ที่เกิดจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) และ
ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ เพิ่มขึ้นกว่าที่ผ่านมา (Shell
Thailand, n.d.) ซึ่งการรับมือกับความท้าทายด้าน
ความต้องการใช้พลังงานและปัญหาสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ นั้น
ต้องอาศัยการเปลี่ยนแปลงที่ยิ่งใหญ่ในระบบพลังงานของโลก
นับตั้งแต่การจัดการแหล่งพลังงานใหม่และการบริหารจัดการ
พลังงานให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิภาพสูงสุด ให้สอดคล้อง
กับความต้องการใช้พลังงานที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว เพื่อให้
เกิดการเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้น จึงจำเป็นต้องใช้

ความพยายามและความร่วมมือกันอย่างจริงจัง ทั้งด้านการวางแผนและการบริหารจัดการระบบพลังงาน การพัฒนาเทคโนโลยีและการให้ความรู้แก่ประชาชน

ปัจจุบันหลายประเทศทั่วโลกอยู่ระหว่างการศึกษาค้นคว้า เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีด้านพลังงานทดแทนในรูปแบบต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้สามารถนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่ได้มาใช้อย่างมีประสิทธิภาพได้อย่างจริงจังและมีประสิทธิภาพดียิ่งกว่าระบบพลังงานรูปแบบเดิม เพื่อช่วยลดต้นทุนและทรัพยากรที่ต้องใช้ในการจัดหาและเตรียมพลังงานในรูปแบบที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ อีกทั้งประหยัดการใช้พลังงาน และประหยัดค่าใช้จ่ายของประชาชน ลดปัญหามลพิษและสิ่งแวดล้อมของโลก ดังนั้น พลังงานทดแทนหรือพลังงานทางเลือกรูปแบบต่าง ๆ จึงเป็นพลังงานที่อาจจะสามารถนำมาใช้ทดแทนพลังงานรูปแบบเดิมได้อย่างไม่จำกัด อีกทั้งพลังงานทดแทนบางประเภท เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ ยังเป็นแหล่งพลังงานที่ได้จากธรรมชาติและสามารถหมุนเวียนนำกลับมาใช้ใหม่ได้

โดยทั่วไป พลังงานทดแทน หมายถึง พลังงานที่ใช้ทดแทนพลังงานจากฟอสซิลที่ได้จากถ่านหิน ปิโตรเลียม และก๊าซธรรมชาติ ซึ่งพลังงานที่ได้จากฟอสซิลจะปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาสู่บรรยากาศได้อย่างมากมาย ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกซึ่งเป็นสาเหตุหลักของการเกิดสภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก

ประเภทของพลังงานทดแทนที่สำคัญในปัจจุบัน ได้แก่ พลังแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานความร้อนใต้พิภพ พลังงานชีวมวล พลังงานน้ำ พลังงานจากขยะ โรงไฟฟ้าพลังงานจากขยะ สำหรับพลังงานทดแทนประเภทพลังแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานความร้อนใต้พิภพ พลังงานน้ำ เป็นพลังงานที่ประชาชนทั่วไปไม่มีความรู้และความเข้าใจแล้วว่าคืออะไร และเคยมีประสบการณ์ในการใช้และเห็นการผลิตพลังงานที่นำมาใช้ประโยชน์แล้วในอดีต แต่ในส่วนของพลังงานชีวมวล พลังงานชีวมวล และพลังงานจากขยะ ประชาชนทั่วไปส่วนใหญ่ยังไม่มี ความเข้าใจถึงขั้นตอนหรือกระบวนการผลิตพลังงานอย่างถูกต้องชัดเจน ทำให้เมื่อมีการเสนอสร้างโครงการที่เกี่ยวข้องกับพลังงานดังกล่าว ประชาชนทั่วไปและประชาชนในพื้นที่จึงต่างมีความหวาดกลัวว่าอาจก่อให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ ซึ่งกระบวนการและขั้นตอนการผลิตพลังงานทดแทนดังกล่าวจะขึ้นอยู่กับความรับผิดชอบของผู้ประกอบการผลิตพลังงาน และหน่วยงานที่รับผิดชอบในการอนุญาตและตรวจสอบการดำเนินการของสถานประกอบการด้านพลังงาน สำหรับ

ประเทศไทยยังคงเป็นปัญหาใหญ่ต่อความเชื่อมั่นและการยอมรับของประชาชนในการก่อสร้างและดำเนินการโครงการฯ เพราะที่ผ่านมาหลายโครงการฯ ที่สร้างแล้วเกิดปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของประชาชนที่อาศัยอยู่โดยรอบพื้นที่โครงการฯ ทำให้ประชาชนในพื้นที่อื่น ๆ ขาดความเชื่อมั่นในกระบวนการผลิตพลังงานและความสามารถในการควบคุมและป้องกันอย่างจริงจังของหน่วยงานรับผิดชอบ ทั้งระดับประเทศและระดับท้องถิ่น

เนื่องจากประชาชนทั่วไปยังมีความรู้เกี่ยวกับเรื่องพลังงานชีวภาพ พลังงานชีวมวล และพลังงานจากขยะน้อยมาก ทั้ง ๆ ที่หากประชาชนมีความเข้าใจเกี่ยวกับแหล่งวัตถุดิบที่ใช้และกระบวนการผลิตพลังงานที่จะนำมาใช้ จะทำให้ประชาชนเริ่มตระหนักและเห็นความสำคัญ ความจำเป็น รวมไปถึงศักยภาพในการผลิตพลังงานมาใช้ได้เองภายในพื้นที่ชุมชน จากวัตถุดิบเหลือใช้ที่มีอยู่แล้ว ไม่ว่าจะเป็นของเหลือใช้จากภาคเกษตรกรรม ขยะพลาสติก หรือขยะชีวมวล ที่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งปัจจุบันได้มีการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตพลังงานชีวภาพและพลังงานชีวมวล ดังนี้

• **พลังงานชีวภาพ** หมายถึง การนำสิ่งของใกล้ตัวที่เป็นวัตถุดิบชีวภาพมาใช้เป็นแหล่งพลังงาน หรือทำให้เกิดพลังงานส่วนใหญ่จะต้องย่อยก่อนแล้วจึงนำไปแปลงให้เกิดเป็นพลังงานอีกครั้ง พลังงานชีวภาพส่วนใหญ่จะถูกแปลงทำให้อยู่ในรูปแบบของก๊าซชีวภาพ ก่อนที่จะนำไปแปลงให้เป็นพลังงานตามต้องการอีกครั้ง พลังงานชีวภาพที่ประชาชนคุ้นเคยจะอยู่ในรูปของก๊าซหุงต้ม และก๊าซที่ใช้กับระบบบรณยนต์ เช่น ก๊าซธรรมชาติอัดสำหรับยานยนต์ (Compressed Natural Gas: CNG) และก๊าซธรรมชาติสำหรับยานยนต์ (Natural Gas Vehicles: NGV) ที่เห็นตามสถานีบริการทั่วไป ปัจจุบันเกษตรกรไทยเริ่มนำมูลสัตว์มาผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพกันแพร่หลายมากขึ้น ได้แก่ การนำของเสียจากสิ่งมีชีวิต เช่น ขยะที่เป็นสารอินทรีย์หรือมูลสัตว์ไปทำการหมัก โดยให้วัตถุดิบนั้นย่อยสลายโดยปราศจากออกซิเจน จะทำให้ได้ก๊าซมีเทน ซึ่งใช้เป็นเชื้อเพลิงชนิดหนึ่ง ในขณะที่เกษตรกรผู้เลี้ยงหมู วัว ควาย และสัตว์ปีก ได้ใช้เทคโนโลยีที่คิดค้นขึ้นเอง ผลิตก๊าซชีวภาพมาใช้ในครัวเรือนมากขึ้น ทำให้ลดการใช้พลังงานฟอสซิลได้เป็นจำนวนมาก เกษตรกรบางส่วนที่มิได้มีการผลิตพลังงานชีวภาพเองยังสามารถขายมูลสัตว์ให้กับโรงงานผลิตก๊าซชีวภาพเพื่อการพาณิชย์ได้ด้วย นอกจากนี้ ยังรวมถึงการนำของเสียจากโรงงานแปรรูปทางการเกษตร เช่น เปลือกสับปะรดจากโรงงานสับปะรดกระป๋อง หรือน้ำเสียจากโรงงานแป้งมัน ที่นำมาหมักและผลิตเป็นก๊าซชีวภาพได้



• **พลังงานชีวมวล** คือ การนำชีวมวล เช่น ชากพืช ชากสัตว์ ที่จำเป็นต้องกำจัดผ่านกระบวนการเผาหรือหมัก เพื่อเปลี่ยนจากของแข็งเป็นก๊าซ แล้วนำก๊าซที่ได้ไปทำให้เกิดประโยชน์ตามต้องการอีกครั้งหนึ่ง เชื้อเพลิงที่ได้จากพืช เช่น ไม้ฟืน แกลบ กากอ้อย เศษไม้ เศษหญ้า เศษเหลือทิ้งจากการเกษตรเหล่านี้ จะใช้เผาให้เกิดความร้อนได้เป็นเชื้อเพลิงชีวภาพแบบของแข็ง และความร้อนที่ได้นี้จะนำไปปั่นไฟ โดยเหตุที่ประเทศไทยมีการทำการเกษตรอย่างกว้างขวาง เกือบทุกพื้นที่ของประเทศไทย วัสดุเหลือใช้จากการเกษตร เช่น แกลบ ชี้อ้อย ชานอ้อย กากมะพร้าว ซึ่งมีอยู่จำนวนมาก (เทียบได้เป็นน้ำมันดิบปีละไม่น้อยกว่า 6,500 ล้านลิตร) ทำให้สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงผลิตไฟฟ้าในเชิงพาณิชย์ได้ (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, ม.ป.ป.) เชื้อเพลิงของกลุ่มพลังงานชีวมวลนั้นได้แก่ ต้นอ้อยและพืชเชื้อเพลิงประเภทเส้นใยเท่านั้น รวมถึงขยะอินทรีย์บางส่วนที่สามารถนำเข้ากระบวนการได้ หากนำสิ่งอื่นที่ไม่ใช่กลุ่มนี้ก็อาจจะไม่สามารถทำให้เกิดพลังงานชีวมวลได้

ในกรณีของโรงเลื่อย โรงสี โรงน้ำตาลขนาดใหญ่ ที่ได้ผลิตพลังงานชีวมวล หน่วยงานที่รับผิดชอบด้านพลังงานอาจจะยินยอมให้ผู้ผลิตพลังงานชีวมวลจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้าต่าง ๆ ในประเทศ ในลักษณะของ

การผลิตร่วม (co-generation) ซึ่งมีใช้อยู่แล้วหลายแห่งในประเทศและต่างประเทศ ด้วยวิธีการดังกล่าวแล้ว การผลิตพลังงานชีวมวลของภาคเอกชนจะช่วยให้เกิดการใช้ประโยชน์จากแหล่งพลังงานในประเทศสำหรับส่วนรวมได้มากยิ่งขึ้น ทั้งนี้ อาจรวมถึงการใช้ไม้ฟืนจากโครงการปลูกไม้โตเร็วในพื้นที่ที่มีอยู่ในปัจจุบันนับล้านไร่ ในกรณีที่รัฐบาลจำเป็นต้องลดปริมาณการปลูกมันสำปะหลัง อ้อย เพื่อแก้ปัญหาระยะยาวทางด้านการตลาดของพืชทั้งสองชนิด

สำหรับผลิตผลจากชีวมวลในลักษณะอื่นที่ยังใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ เช่น แอลกอฮอล์จากมันสำปะหลัง ก๊าซจากฟืน (Wood gas) ก๊าซจากการหมักเศษวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร และขยะชุมชน (ก๊าซชีวภาพ) หากมีความคุ้มค่าในเชิงพาณิชย์ ก็อาจนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับผลิตไฟฟ้าได้เช่นกัน

ประเทศไทยประสบปัญหาการจัดการขยะชุมชนมาช้านาน จากการเติบโตทางด้านเศรษฐกิจและสังคมอย่างรวดเร็ว จึงส่งผลให้เกิดปัญหาขยะเพิ่มมากขึ้น ปริมาณขยะที่เกิดขึ้นอย่างมากมายดังกล่าวส่งผลต่อสภาพแวดล้อมและความเป็นอยู่ของคนในสังคมอย่างมาก ถึงแม้การคัดแยกขยะจะมีส่วนช่วยลดปริมาณขยะในส่วนที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ประหยังบประมาณในการทำลายขยะ สวงนทรัพยากร ประหยัพลังงานและช่วยให้สิ่งแวดล้อมดีขึ้นได้ก็ตาม

ประเทศไทยก็ยังคงมีปริมาณขยะชุมชนเพิ่มขึ้นตลอดเวลา หากไม่มีการนำขยะไปใช้ประโยชน์

ในระยะแรก ระบบการฝังกลบเป็นวิธีที่นิยมใช้เพื่อกำจัดขยะกันมาเป็นระยะเวลายาวนาน แต่ปัจจุบันพื้นที่สำหรับฝังกลบหายากขึ้นเพราะประชาชนโดยรวมไม่ต้องการให้มีบ่อฝังกลบอยู่ใกล้ที่พักอาศัย และบ่อฝังกลบบางแห่งที่ออกแบบและก่อสร้างไม่ถูกต้องตามหลักสุขาภิบาลยังก่อให้เกิดปัญหามลภาวะตามมา ไม่ว่าจะเป็นน้ำเสียจากกองขยะที่ส่งผลให้น้ำบาดาลและน้ำบาดาลก่อให้เกิดปัญหาด้านคุณภาพน้ำ ไม่สามารถนำมาใช้ในการอุปโภคและบริโภคโดยตรงได้ อีกทั้งกลิ่นเหม็นจากกองขยะก็รบกวนความเป็นอยู่ของชาวบ้าน ดังจะเห็นได้จากข่าวที่ประชาชนส่วนใหญ่ต่อต้านการให้มีบ่อฝังกลบในพื้นที่หรือพื้นที่ใกล้เคียงกับที่พักอาศัย

เมื่อการจัดการขยะด้วยวิธีการฝังกลบสร้างปัญหากับประชาชน จึงทำให้การจัดการขยะด้วยวิธีนี้ทำได้ยากมากขึ้น การกำจัดขยะโดยการเผาจึงเป็นวิธีที่ไม่อาจหลีกเลี่ยงได้อีกต่อไป ดังนั้น การเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการเผาขยะเพื่อให้เกิดผลกระทบต่องานสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด และเป็นการใช้ประโยชน์จากขยะมากที่สุด จึงน่าจะเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่สำคัญต่อการนำมาใช้จัดการขยะ

ปัจจุบันมีการคิดค้นเทคโนโลยีกำจัดขยะที่สามารถแปลงขยะเป็นพลังงานและใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าได้ซึ่งเป็นวิธีการและเทคโนโลยีในการนำขยะมาใช้ในการผลิตพลังงาน เพราะขยะมีจำนวนเพิ่มขึ้นทุกวัน จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องนำขยะที่เหลือทิ้งมาใช้ประโยชน์ โดยการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบแล้วใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการจัดการขยะ เพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุดและสามารถลดปัญหาขยะล้นเมืองได้ และเป็นที่ทราบกันดีแล้วว่า ขยะชุมชนจากบ้านเรือนและกิจการต่าง ๆ เป็นแหล่งพลังงานที่มีศักยภาพสูง ขยะเหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นมวลชีวภาพ เช่น กระดาษ เศษอาหาร และเศษไม้ ซึ่งสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงในโรงไฟฟ้าที่ถูกออกแบบให้ใช้ขยะเป็นเชื้อเพลิงได้ โรงไฟฟ้าที่ใช้ขยะเป็นเชื้อเพลิงจะนำขยะมาเผาบนตะแกรง ขณะเดียวกันความร้อนที่เกิดขึ้นจะนำไปใช้ต้มน้ำในหม้อน้ำให้เดือดจนกลายเป็นไอน้ำ ซึ่งไอน้ำเดือดที่ได้จะไปเพิ่มแรงดันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่อไป สำหรับข้อดี

หรือประโยชน์ที่เกิดขึ้นในการผลิตไฟฟ้าจากขยะ คือ เป็นแหล่งพลังงานราคาถูก ช่วยลดปัญหาการกำจัดขยะ หากยังมีข้อจำกัดอีกมาก เช่น โรงไฟฟ้าขยะมักได้รับการต่อต้านจากชุมชนที่อยู่ใกล้เคียง เทคโนโลยีบางชนิดใช้งบประมาณลงทุนสูง ยังต้องมีค่าใช้จ่ายในการจัดการขยะก่อนนำไปแปรรูปเป็นพลังงาน และต้องมีเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพในการจัดการกับฝุ่นควันและสารที่เกิดขึ้นจากการเผาขยะ เป็นต้น

อย่างไรก็ดี จากการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับพลังงานทดแทนที่มีมาอย่างต่อเนื่อง ทั้งในแง่ของความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า และสามารถช่วยแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมได้เป็นอย่างดี พบว่า สิ่งที่เป็นปัญหาที่ประชาชนส่วนใหญ่ยังไม่ค่อยยอมรับนั้น มิใช่กระบวนการผลิตพลังงานหรือเทคโนโลยีที่มีการพัฒนาแล้ว แต่เป็นความไม่เชื่อมั่นหรือไม่เชื่อถือในเรื่องความรู้และประสบการณ์ของเจ้าหน้าที่หรือพนักงานโดยเฉพาะระดับท้องถิ่น ซึ่งในความเป็นจริงอาจมีความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับพลังงานไม่เพียงพอหรือไม่มีเลย ความเข้าใจและมุมมองของประชาชนส่วนใหญ่ต่างเข้าใจว่า เจ้าหน้าที่ท้องถิ่น นอกจากไม่ใส่ใจในเทคโนโลยีใหม่ ๆ แล้ว บางส่วนยังแทบไม่มีความรับผิดชอบต่อเหตุการณ์ร้ายหรือผลกระทบในเชิงลบที่อาจเกิดขึ้นได้ในพื้นที่รับผิดชอบ เพราะเป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่าผู้ประกอบการส่วนใหญ่จะใส่ใจและให้ความสำคัญกับการลดต้นทุนหรือวิธีการสร้างกำไรให้ได้มากที่สุด จนแทบจะไม่ศึกษาหรือพิจารณาถึงผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นกับประชาชนในพื้นที่ให้ครอบคลุมในแต่ละด้านมากนัก ดังนั้น การที่จะนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ เข้ามาใช้ในพื้นที่ จึงจำเป็นต้องมีการให้ความรู้และสร้างความเข้าใจกับเจ้าหน้าที่ท้องถิ่นเป็นสำคัญ รวมทั้งการให้ความรู้เกี่ยวกับวิธีป้องกันและแก้ไขปัญหาต่าง ๆ แก่ประชาชนในพื้นที่ เพื่อให้ประชาชนยอมรับและมีความเชื่อมั่นเกี่ยวกับโครงการต่าง ๆ ในด้านพลังงานที่จะเกิดขึ้นในพื้นที่ เพื่อให้โครงการต่าง ๆ นั้นสามารถดำเนินการต่อไปได้ เพราะหากไม่ให้ความรู้และสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องกับประชาชนในพื้นที่ด้วยความจริงใจและซื่อตรงแล้ว การสร้างหรือดำเนินการโครงการต่าง ๆ ย่อมเกิดปัญหาการต่อต้านจากประชาชนในพื้นที่เช่นนี้ต่อไป

รายการอ้างอิงและบรรณานุกรม

กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. (ม.ป.ป.). *พลังงานประเภทต่างๆ*. สืบค้นเมื่อ 15 มกราคม 2563, จาก <http://library.dip.go.th/Industrial%20Innovation/www/innonew1-03-08.html>

Shell Thailand. (n.d.). *The Energy Future*. Retrieved January 22, 2020, from https://www.shell.co.th/en_th/energy-and-innovation/the-energy-future.html

โครงการศึกษาพฤติกรรมระหว่างการประชุม เพื่อส่งเสริมกิจกรรมทางกายและ ลดพฤติกรรมเนือยนิ่งของประชากรกลุ่มวัยทำงาน

รองศาสตราจารย์ ดร. วนิดา ภูจินดา

ภาควิชาการวางแผนและเมือง คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แม้ว่าการประชุมจะเป็นปัจจัยสำคัญในการทำงาน เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันระหว่างบุคคลทั้งภายในและภายนอกองค์กร แต่ก็ไม่ควรใช้ระยะเวลาเกิน 30 นาทีเพื่อให้การประชุมมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ เนื่องจากผลเสียของการนั่งประชุมเป็นระยะเวลานาน นอกจากไม่ทำให้เกิดความคิดแล้วยังส่งผลกระทบต่อร่างกาย เช่น การปวดเมื่อยตามร่างกาย คอ บ่า ไหล่ อาการเจ็บป่วยต่าง ๆ ที่เกิดจากการไม่ขยับเคลื่อนไหวเป็นเวลานานต่อเนื่อง หรือการนั่งนานจนก่อให้เกิดเป็นความเคียดเข้านี้เป็นหนึ่งในสาเหตุของการทำให้เป็นโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (Non-Communicable Diseases : NCDs) เช่น โรคหัวใจ ความดัน มะเร็ง เบาหวาน ซึ่งเป็นสาเหตุของการเสียชีวิตอันดับหนึ่งของคน และคาดว่าจะมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นในทุก ๆ ปี โดยส่วนใหญ่เสียชีวิตก่อนอายุ 60 ปี (วัยทำงาน) ซึ่งมีพฤติกรรมการใช้ชีวิตประจำวันที่เกิดจากความก้าวหน้าของเทคโนโลยีและวิถีชีวิตที่เปลี่ยนไปของคนในปัจจุบัน ที่ทำให้ร่างกายไม่ได้เคลื่อนไหวอย่างที่ควรจะเป็นและเกิดปัจจัยเสี่ยงจากการขาดกิจกรรมทางกายเนือยนิ่ง หรือที่เรียกว่า “พฤติกรรมเนือยนิ่ง” ซึ่งหมายถึง

การนั่งในกิจกรรมต่าง ๆ โดยใช้พลังงาน 1.5 MET (หน่วยที่ใช้ในการประมาณค่าของจำนวนออกซิเจนที่ถูกร่างกายใช้) ไม่รวมการนอนหลับ

คณะผู้วิจัยเล็งเห็นถึงความสำคัญในประเด็นดังกล่าว จึงได้ทำการศึกษาวิจัย “โครงการศึกษาพฤติกรรมระหว่างการประชุมเพื่อส่งเสริมกิจกรรมทางกายและลดพฤติกรรมเนือยนิ่งของประชากรกลุ่มวัยทำงาน” เพื่อจัดเก็บข้อมูลพฤติกรรมในชีวิตประจำวันของประชากรกลุ่มวัยทำงาน โดยการสร้างสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมกิจกรรมทางกายรวมถึงทำการทดลองในเชิงรูปธรรมอย่างต่อเนื่องโดยมุ่งหวังให้เกิดการส่งเสริมกิจกรรมทางกายและลดพฤติกรรมเนือยนิ่งอย่างเป็นรูปธรรมในระยะยาวที่สามารถเผยแพร่และเป็นแนวทางในการนำไปปฏิบัติต่อไป

Chula Unisearch จึงได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.) ที่ตระหนักถึงปัญหาดังกล่าวและเห็นความสำคัญของการเพิ่มกิจกรรมทางกายในวัยทำงาน เพื่อส่งเสริมให้คนไทยมีสุขภาพดีอย่างถูกต้องและถูกวิธี ให้ทำการศึกษาวิจัย “โครงการ



ศึกษาพฤติกรรมระหว่างการประชุมเพื่อส่งเสริมกิจกรรมทางกายและลดพฤติกรรมเนือยนิ่งของประชากรกลุ่มวัยทำงาน” เพื่อทำการปรับพฤติกรรมคนทำงานให้การเพิ่มกิจกรรมทางกาย (Physical Activity: PA) ในที่ทำงานให้เป็นเรื่องง่ายโดยไม่ต้องใช้เวลาเพิ่มเติมจากการทำงานในทุก ๆ วัน โดยเริ่มจากการสร้างสรรค์โต๊ะประชุมขึ้นสำหรับการทำให้เกิดห้องประชุมกระฉับกระเฉง (Active Meeting หรือ Active Conference) โดยทดลองกับการประชุมในหลากหลายรูปแบบ อาทิ การประชุมระดับนานาชาติ การประชุมระหว่างองค์กร การประชุมภายในองค์กร รวมทั้ง การประชุมแบบตัวต่อตัว เพื่อการสรุปผลการทดลองด้วยระยะเวลาที่ใช้และประสิทธิภาพของการประชุม โดยคณะผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการดำเนินงานในการศึกษาวิจัยไว้ดังนี้

- ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการใช้ห้องประชุม รูปแบบของห้องประชุมที่ส่งเสริมกิจกรรมทางกาย รวมถึงรูปแบบหรือตัวอย่างกรณีศึกษาจากต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการประชุมที่ส่งเสริมกิจกรรมทางกาย โดยใช้วิธีการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ทั้งในรูปแบบปฐมภูมิและทุติยภูมิ ผ่านการสัมภาษณ์ การทดลอง การสังเกตการณ์ หรือศึกษาจากรายงานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาแนวทางการออกแบบจัดทำโต๊ะประชุมขึ้นและการจัดรูปแบบโต๊ะประชุมที่ส่งเสริมกิจกรรมทางกายสำหรับการประชุมในระดับต่าง ๆ รวมถึงการสืบค้นกรณีศึกษาที่เกี่ยวข้องจากต่างประเทศ
- ขั้นตอนที่ 3 การออกแบบและจัดทำโต๊ะประชุมขึ้นสำหรับงานประชุม และการออกแบบตกแต่งห้องประชุมกระฉับกระเฉง (Active) เพื่อทดลองใช้จริงในการประชุมระดับต่าง ๆ และเพิ่มประสิทธิภาพ

ในการประชุม ส่งเสริมกิจกรรมทางกายและลดพฤติกรรมเนือยนิ่งในชีวิตประจำวัน

- ขั้นตอนที่ 4 การจัดทำสื่อสารสนเทศที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมทดลองใช้โต๊ะประชุมขึ้น การสอนวิธีการใช้งานประโยชน์จากการยืนประชุม และประชาสัมพันธ์ให้แก่บุคคลภายนอกและหน่วยงานที่สนใจนำไปปฏิบัติและใช้งานต่อไป
- ขั้นตอนที่ 5 ทำการเก็บผลสำรวจและประเมินผลการใช้งานจากข้อมูลเก็บสำรวจการทดลองใช้งานโต๊ะประชุมขึ้นและห้องประชุมขึ้นในงานประชุมต่าง ๆ หน่วยงาน องค์กร และห้องทำงาน ที่เป็นต้นแบบทดลอง จากนั้นนำข้อมูลผลสำรวจที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อสรุปผลการทดลองและนำเสนอต่อ สสส. นำไปปฏิบัติงานให้เกิดประโยชน์ต่อประเทศ
- ขั้นตอนที่ 6 จัดทำและเผยแพร่คู่มือแนวทางการออกแบบสถานประกอบการ เพื่อส่งเสริมกิจกรรมทางกายและลดพฤติกรรมเนือยนิ่งของประชากรกลุ่มวัยทำงาน เป็นแนวทางในการปฏิบัติต่อไป

ทั้งนี้ คณะผู้วิจัยคาดว่าโครงการศึกษาพฤติกรรมระหว่างการประชุมเพื่อส่งเสริมกิจกรรมทางกายและลดพฤติกรรมเนือยนิ่งของประชากรกลุ่มวัยทำงานจะทำให้ทราบถึงแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการใช้ห้องประชุม รูปแบบของห้องประชุมที่ส่งเสริมกิจกรรมทางกาย รวมถึงแนวทางการออกแบบจัดทำโต๊ะประชุมขึ้นและการจัดรูปแบบโต๊ะประชุมที่ส่งเสริมกิจกรรมทางกาย สำหรับการประชุมในระดับต่าง ๆ สร้างกิจกรรมต้นแบบและแนวทางการออกแบบสถานประกอบการเพื่อส่งเสริมกิจกรรมทางกายและลดพฤติกรรมเนือยนิ่งของประชากรกลุ่มวัยทำงาน อันจะเป็นประโยชน์ในการนำไปปฏิบัติใช้ของผู้ที่สนใจและลดจำนวนของผู้เสียชีวิตจากโรคไม่ติดต่อเรื้อรังต่อไป

พิธีเปิดการอบรมหลักสูตร “Best of The Best”

ศาสตราจารย์ ดร. บัณฑิต เอื้ออาภรณ์ อธิการบดีจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ให้เกียรติเป็นประธานในพิธีเปิด **โครงการฝึกอบรมผู้บริหารระดับสูง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หลักสูตร “Best of The Best”** เมื่อวันจันทร์ที่ 3 มิถุนายน 2562 ณ ห้อง 111 อาคารมหาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และในโอกาสนี้ ศาสตราจารย์กิตติคุณ นายแพทย์ภิรมย์ กมรรัตนกุล นายกสภาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ ศาสตราจารย์ ดร. วรศักดิ์ กนกนุกุลชัย ราชบัณฑิต และอดีตอธิการบดีสถาบัน AIT ให้เกียรติร่วมบรรยายพิเศษในหัวข้อ **“ภาวะผู้นำ และการบริหารภายใต้ภาวะวิกฤติ”** เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมจำนวนทั้งสิ้น 48 คน ได้เรียนรู้และพร้อมที่จะนำพององค์กรไปสู่เป้าหมายและบรรลุพันธกิจของมหาวิทยาลัย

ทั้งนี้ Chula Unisearch ได้รับมอบหมายจากสำนักบริหารทรัพยากรมนุษย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ให้เป็นผู้บริหารจัดการ **โครงการฝึกอบรมผู้บริหารระดับสูง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หลักสูตร “Best of The Best”** โดยกำหนดจัดขึ้นระหว่างวันที่ 3-27 มิถุนายน 2562 ในวันจันทร์และวันพฤหัสบดีของทุกสัปดาห์ ระหว่างเวลา 09.00-16.00 น. ณ ห้องประชุม 2 อาคารมหาธีรราชานุสรณ์ มีระยะเวลาการอบรมรวมทั้งสิ้น 30 ชั่วโมง



พิธีเปิดหลักสูตรภูมิพลแผ่นดิน รุ่นที่ 5

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเปิดการอบรมหลักสูตร **“ภูมิพลแผ่นดิน” สำหรับผู้บริหารระดับสูง รุ่นที่ 5** โดยศาสตราจารย์ ดร. บัณฑิต เอื้ออาภรณ์ อธิการบดีจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ให้เกียรติเป็นประธานในพิธีเปิด พร้อมทั้งบรรยายพิเศษในหัวข้อ **“จุฬาฯ กับ ภูมิพลแผ่นดิน”** เมื่อวันพุธที่ 3 กรกฎาคม 2562 ณ อาคารมหาจุฬาลงกรณ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในโอกาสนี้เดียวกันนี้ พลอากาศเอกประจิน จั่นตอง สมาชิกวุฒิสภา อดีตรองนายกรัฐมนตรีและอดีตประธานชมรม ภูมิพลแผ่นดิน ผู้เข้ารับการอบรมหลักสูตร “ภูมิพลแผ่นดิน” สำหรับผู้บริหารระดับสูง รุ่นที่ 1 ให้เกียรติบรรยายพิเศษในหัวข้อ **“ภูมิพลแผ่นดินกับการพัฒนาประเทศ”**

ทั้งนี้ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยได้มอบหมายให้ Chula Unisearch เป็นผู้ดำเนินการจัดหลักสูตร **“ภูมิพลแผ่นดิน” สำหรับผู้บริหารระดับสูง รุ่นที่ 5** โดยกำหนดจัดการอบรมหลักสูตรขึ้นระหว่างวันที่ 3 กรกฎาคม ถึงวันที่ 3 ธันวาคม 2562 ในวันอังคารของทุกสัปดาห์ ระหว่างเวลา 13.00-18.00 น. ณ อาคารมหาจุฬาลงกรณ์ รวมระยะเวลาการอบรมจำนวนทั้งสิ้น 100 ชั่วโมง



การประชุมกลุ่มวิจัยดิจิทัล เครือข่ายพันธมิตรมหาวิทยาลัยเพื่อการวิจัย ครั้งที่ 2/2562

Chula Unisearch จัด **“การประชุมกลุ่มวิจัยดิจิทัล เครือข่ายพันธมิตรมหาวิทยาลัยเพื่อการวิจัย ครั้งที่ 2/2562” (RUN Digital Cluster Meeting #2 – Research University Network)** ในหัวข้อ **“Digital for All: When AI meets 5G!!!!”** ระหว่างวันที่ 25-26 กรกฎาคม 2562 ณ สำนักงานวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โอกาสนี้ได้รับเกียรติจาก ดร. วิรัช ศรีเลิศล้ำวาณิช ประธานกลุ่มวิจัย RUN-Digital และ ศาสตราจารย์ นายแพทย์เกียรติ รักษ์รุ่งธรรม รองอธิการบดี กำกับดูแลงานวิจัย พัฒนาและนวัตกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นประธานในพิธีเปิดการประชุม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอและถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านดิจิทัล AI IOT ให้แก่นิสิต นักศึกษา ที่เป็นเยาวชนรุ่นใหม่ได้เรียนรู้ พร้อมทั้งเปิดโอกาสในการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ทั้งในเชิงศาสตร์และศิลป์ เพื่อรองรับและขับเคลื่อนการนำไปสู่สังคมดิจิทัล 5G

พิธีสงฆ์พระและรดน้ำดำหัว

เนื่องในโอกาสวันสงกรานต์หรือวันขึ้นปีใหม่ไทย Chula Unisearch จัดพิธีสงฆ์พระและรดน้ำดำหัว คณะผู้บริหาร เมื่อวันที่ 10 เมษายน 2562 ณ บริเวณโถงหน้าห้องรับรอง อันเป็นการสืบสาน ประเพณีอันดีงามที่ปฏิบัติสืบต่อกันมา เพื่อเป็นการ แสดงถึงความกตัญญูต่อบุพการี การขอขมาลาโทษ และเพื่อความเป็นสิริมงคลของคณะผู้บริหารและ เจ้าหน้าที่ของ Chula Unisearch โอกาสนี้ รองศาสตราจารย์ ดร. ทวีวงศ์ ศรีบุรี กรรมการผู้อำนวยการ ได้ให้อาวาสและอำนวยการแก่คณะผู้บริหาร และเจ้าหน้าที่ทุกคน



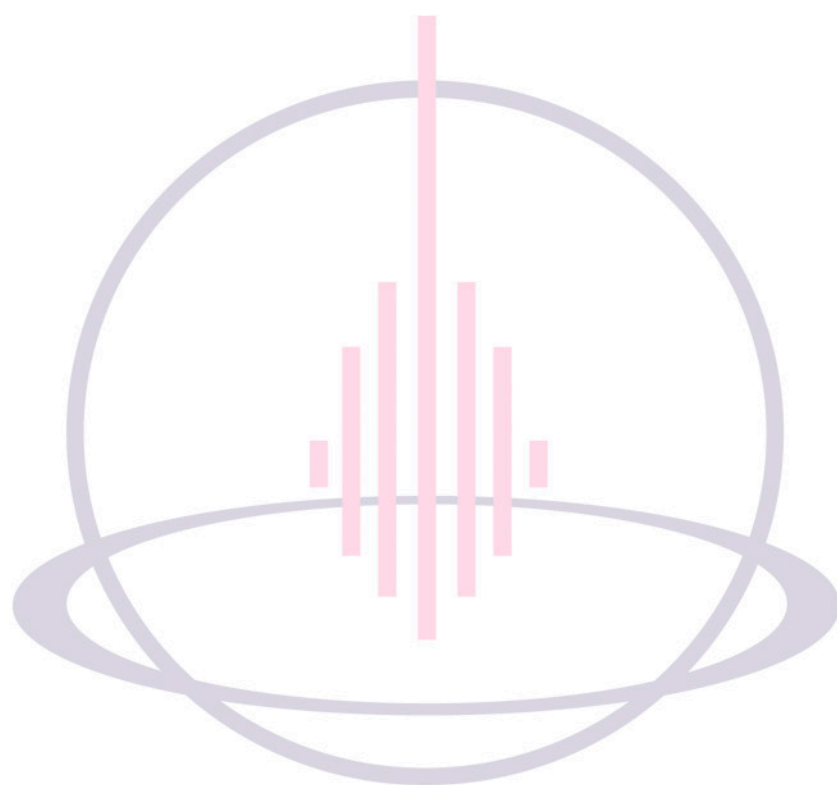
มหาวิทยาลัยชั้นนำเข้าศึกษาดูงาน

รองศาสตราจารย์ ดร. ทวีวงศ์ ศรีบุรี กรรมการผู้อำนวยการ ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ ดร. ศุภิชัย ตั้งใจตรง รองกรรมการผู้อำนวยการ ให้การต้อนรับคณะผู้บริหารและเจ้าหน้าที่ จากมหาวิทยาลัยชั้นนำ ได้แก่ มหาวิทยาลัยศิลปากร มหาวิทยาลัยมหิดล และมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ในโอกาสเข้าพบเพื่อศึกษาดูงานและ แลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวทางการดำเนินงานบริการวิชาการ และงานวิจัย ทั้งในส่วนของการพัฒนาระบบเพื่อสนับสนุนงานบริการ วิชาการ รวมถึงการนำเทคโนโลยี กลยุทธ์การตลาด รูปแบบและการใช้ ระบบบริหารจัดการโครงการ (Project System) และการประกันคุณภาพ มาใช้ในการบริการวิชาการของ Chula Unisearch เพื่อนำไป ประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการดำเนินงานบริการวิชาการและ งานวิจัยของมหาวิทยาลัยทั้งสามแห่งต่อไป



ซ้อมแผนป้องกันอัคคีภัย ประจำปี 2562

เมื่อวันศุกร์ที่ 24 พฤษภาคม 2562 ผู้บริหารและ เจ้าหน้าที่ Chula Unisearch นำโดยรองศาสตราจารย์ ดร. ทวีวงศ์ ศรีบุรี กรรมการผู้อำนวยการ ร่วมการซ้อมแผน ป้องกันอัคคีภัย ประจำปี 2562 ของอาคารวิจัยจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจกรณีเกิดอัคคีภัย รวมถึงขั้นตอน เส้นทางในการหนีอัคคีภัยเพื่อให้การหนี อัคคีภัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อยปลอดภัยไม่ตื่นตระหนก ต่อเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น และสามารถดำเนินการควบคุม เพื่อระงับอัคคีภัยเบื้องต้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจน สามารถติดต่อเพื่อขอความช่วยเหลือเบื้องต้นได้เมื่อเกิด อัคคีภัยขึ้น





UNISEARCH JOURNAL

