

SCIENCE &
TECHNOLOGY
BOOK SERIES



สหกษา^{รัฐ}
NSTDA



เศรษฐกิจสีเขียว
GREEN ECONOMY



เศรษฐกิจสีเขียว

GREEN ECONOMY



ເຄຣະຈູກົງສີເບີຍວ

ISBN	978-616-12-0583-6
ພິມພົດຮ້າງທີ	1, ພ.ສ. 2562
ຈຳນວນ	3,300 ເລີ່ມ
ສ່ວນລືຂລືຖື	ຕາມ ພ.ຮ.ບ. ລືຂລືຖື (ອັບປັດເພີ່ມເຕີມ) ພ.ສ. 2558
ຈັດທຳໂດຍ	ກະທຽວວິທະຍາຄາສຕ່ຽນແລະເທິດໃນໄລຍ່ ສໍານັກງານພັດນາວິທະຍາຄາສຕ່ຽນແລະເທິດໃນໄລຍ່ແຫ່ງໝາດີ (ສວທະ.) ໄມ່ອ່ອນຸມາຕີເກີດລອກ ທຳຂໍ້າ ແລະດັດແປລັງ ສ່ວນໄດ້ສ່ວນໜຶ່ງ ຂອງໜັງສືອ່າເລີ່ມນີ້ ນອກຈາກໄດ້ຮັບອ່ອນຸມາຕີເປັນລາຍລັກຊົນົວັກຊົວ ຈາກເຈົ້າຂອງລືຂລືຖືເທົ່ານັ້ນ

ສໍານັກງານພັດນາວິທະຍາຄາສຕ່ຽນແລະເທິດໃນໄລຍ່ແຫ່ງໝາດີ.

ເຄຣະຈູກົງສີເບີຍວ = green economy.--ປຸມຄານີ : ສໍານັກງານພັດນາວິທະຍາຄາສຕ່ຽນແລະເທິດໃນໄລຍ່ແຫ່ງໝາດີ ກະທຽວວິທະຍາຄາສຕ່ຽນແລະເທິດໃນໄລຍ່, 2562.
36 ໜ້າ.

1. ກາຮັດນາເຄຣະຈູກົງ. I. ຂຶ້ອເຮືອງ.

338.9

ISBN: 978-616-12-0583-6

ບຣນາຄືກາຣ	ກຸລປະກາ ນາວານຸ້າເຄຣະຫຼື
ຜູ້ເຮືອງເຮືອງ	ດຣ.ນຳຂໍ້າ ຊົວວິວຮອນ
ກອນບຣນາຄືກາຣ	ຮັກຈັດ ເວທິວຸ້ມາຈາරຍ, ວັ້ນາກຣົນ ສນທາ, ວິນາ ຍຄວັງໃຈ, ຈຸ່າກົມ ນິມນວລ
ກຣາຟຒກ	ຈັດຕະຫຼາດ ສູວິຍະ
ຮູ່ປະເລີ່ມ	ງານອອກແບບ ຝ່າຍສືອວິທະຍາຄາສຕ່ຽນ ສວທະ.

SCIENCE & TECHNOLOGY BOOK SERIES

by NSTDA



คำนำ

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นปัจจัยสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจ สังคม มากอย่างต่อเนื่อง ซึ่งประเทศไทยได้ให้ความสำคัญในการวิจัยพัฒนา สร้างความรู้ใหม่ และการนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม และคุณภาพชีวิต ขณะที่การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีเป็นไปอย่างก้าวกระโดดในช่วงสิบปีที่ผ่านมา การส่งเสริมให้ประชาชนได้รับรู้ และทำความเข้าใจกับเรื่องราวใหม่ๆ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้สังคมพร้อมต่อการก้าวไปข้างหน้าอย่างเท่าทันโลก

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งก่อตั้งอย่างเป็นทางการเมื่อวันที่ 24 มีนาคม พ.ศ. 2522 ได้กำหนดให้เป็นกลไกในการขับเคลื่อนประเทศไทยผ่านหน่วยงานวิจัยหลากหลายหน่วยงาน โดยมีการปรับเปลี่ยนไปตามสถานการณ์ตลอดช่วงเวลาหลายสิบปีที่ผ่านมา และจะยังคงพัฒนาต่อไปเพื่อเป็นองค์กรหลักในการนำประเทศไทยสู่เศรษฐกิจฐานความรู้ และสังคมนวัตกรรม ในโอกาสครบรอบ 40 ปีของกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในปี พ.ศ. 2562 ท่าน ดร.สุวิทย์ เมธินทรีย์ อธิบดีรัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีดำริให้กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จัดทำ “หนังสือชุดความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี” เพื่อรวบรวมเรื่องราวด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่น่าสนใจรวม 19 เรื่องไว้ในชุดหนังสือนี้

การจัดทำหนังสือเศรษฐกิจสีเขียวนี้ มุ่งหวังให้เยาวชนคนรุ่นใหม่ได้เข้าถึงองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งยังเป็นโอกาสในการสร้างแรงบันดาลใจกับเยาวชน คนรุ่นใหม่ให้เข้าใจถึงบทบาทและความล้มพ้นของวิทยาศาสตร์ในมิติต่างๆ ของการดำรงชีวิต

盼ขอขอบคุณผู้ที่เกี่ยวข้องในการจัดทำหนังสือชุดนี้ทุกท่าน และหวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้และมีส่วนช่วยกระตุ้นให้เยาวชนและประชาชนไทยเกิดความสนใจด้านวิทยาศาสตร์ในด้านอื่นๆ ต่อไป

รองศาสตราจารย์สุรนิต ศิลธรรม
ปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มีนาคม 2562

คำนำ

โลกในคริสต์ศตวรรษที่ 21 เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วมากในทุกด้าน เกิดมีแนวคิด และแบบจำลอง (model) ทางเศรษฐศาสตร์ใหม่ๆ จำนวนมาก เศรษฐกิจสีเขียวนี้จะเป็นเศรษฐกิจหลักของโลกในศตวรรษที่ 21 เพราะโลกเรากำลังเผชิญกับภัยนะทางระบบนิเวศอย่างหนักหน่วงแบบที่ไม่เคยเจอมาก่อน การเติบโตทางเศรษฐกิจไปพร้อมกับการรักษาสภาวะแวดล้อมให้ยั่งยืนอาจไม่ใช่แค่ตัวเลือก แต่เป็นหนึ่งในทางเลือกสุดท้ายที่มนุษยชาติเหลืออยู่ก็เป็นได้

หนังสือเศรษฐกิจสีเขียว (green economy) เล่มนี้จัดทำขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างความรู้ ความเข้าใจ และเตรียมเยาวชนและประชาชนชาวไทยให้พร้อมสำหรับการขับเคลื่อนประเทศไทยในคริสต์ศตวรรษที่ 21 ผ่านการเรียนรู้คำศัพท์และแนวคิดมุมมองโดยเฉพาะด้านวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเศรษฐกิจแบบนี้ ซึ่งใกล้ตัวคนไทยและจะเป็นตัวขับเคลื่อนสำคัญสำหรับระบบเศรษฐกิจประเทศไทยในอนาคตอันใกล้ คำศัพท์ต่างๆ ที่ปรากฏอยู่ในหนังสือเล่มนี้ เช่น การเติบโตสีเขียว การพัฒนาอย่างยั่งยืน มลพิษบำบัด คาร์บอนฟุตพринต์ ฯลฯ เริ่มกลายเป็นคำศัพท์ที่ค่อนข้างหายากหรือได้ยินบ่อยมากขึ้น และจะกลายเป็นคำสามัญในอนาคตอันใกล้

หนังสือเล่มนี้ออกแบบให้อ่านได้ทั้งเยาวชนและประชาชนทั่วไป เน้นให้ความรู้เบื้องต้น ภาพรวม และผลกระทบต่างๆ ที่เกิดจากแนวคิดเชิงเศรษฐศาสตร์สำคัญนี้ โดยเฉพาะในแง่มุมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมต่างๆ ทั้งนี้มีรูปแบบเป็นหนังสือให้ความรู้เรื่องคำศัพท์ประกอบรูป (illustrated wordbook) แบบอินโฟกราฟิก (infographic) ซึ่งหวังว่าจะสามารถสร้างแรงบันดาลใจ ทำให้เห็นความสำคัญ และทำให้เยาวชนไทยเกิดความสนใจในด้านสะเต็มศึกษา (STEM) ที่จะเป็นฐานสำหรับอาชีพในอนาคตจำนวนมาก อันจะเกิดขึ้นจากเศรษฐกิจสีเขียว

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)

สารบัญ



08

เศรษฐกิจสีเขียวคืออะไร?

10

นิยามคำว่า เศรษฐกิจสีเขียว

12

การเติบโตสีเขียวคืออะไร?

14

เศรษฐกิจสีเขียวกับการพัฒนาอย่างยั่งยืน

16

ประวัติย่อเกckoโนโลยีสีเขียว



เศรษฐกิจสีเขียว

20 เทคโนโลยีสีเขียวในปัจจุบัน

22 ความซับซ้อนของปัญหาของอิเล็กทรอนิกส์

30 ประเทศไทยกับเศรษฐกิจสีเขียว

34 อนาคตอันใกล้กับเศรษฐกิจสีเขียว

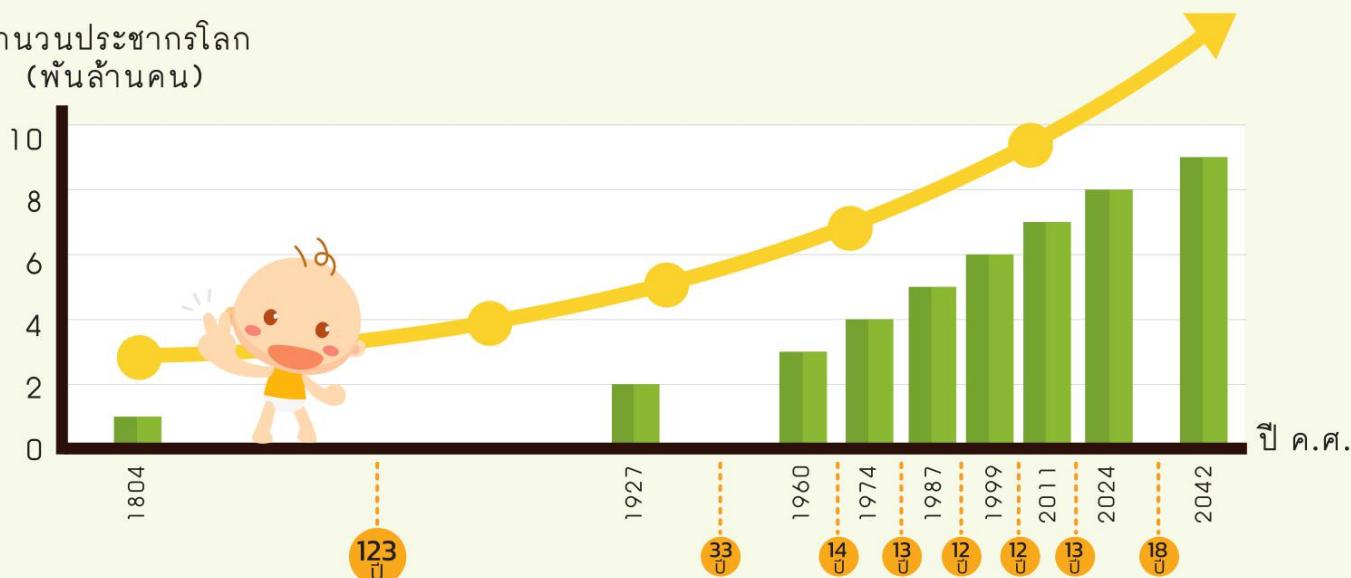
36 เอกสารอ้างอิง

เศรษฐกิจสีเขียวคืออะไร?

เศรษฐกิจโลกในช่วงหลายศตวรรษที่ผ่านมา มีการเติบโตอย่างรวดเร็ว ส่วนหนึ่งมีสาเหตุจากปัจจัยสำคัญคือ การพัฒนาด้านเทคโนโลยีการแพทย์อย่างรวดเร็ว ประกอบกับการขยายตัวเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรโลกอย่างไม่เคยเป็นมาก่อน จากเดิมที่กว่าจะเพิ่มจำนวนประชากรโลกได้ 1 พันล้านคน ต้องใช้เวลานานกว่า 100 ปี กลยุทธ์เป็นใช้เวลาแค่เพียง 12 ปีเท่านั้น

แม้การเพิ่มประชากรจะช่วยลดตัวลงเล็กน้อย แต่จำนวนประชากรโลกจะยังคงมีจำนวนมาก คาดหมายว่าจะมีจำนวนเพิ่มขึ้นเป็น 8,000 ล้านคน ในปี ค.ศ. 2024 และ 9,000 ล้านคนในปี ค.ศ. 2042

จำนวนประชากรโลก
(พันล้านคน)



(ที่มา : <https://population.us/world>)



เรื่องนี้ส่งผลให้ปัจจุบันมีการใช้ทรัพยากรอย่างมหาศาล และเกิดมลพิษมากมาย ทั้งในดิน น้ำ และอากาศ จนมีหน่วยงานระดับนานาชาติหลายหน่วยงานเกิดความตระหนักและเห็นความสำคัญในการวางแผนรับมือกับปัญหาดังกล่าว แนวคิดหนึ่ง ก็คือ การผลักดันให้เกิดสิ่งที่เรียกว่า “เศรษฐกิจสีเขียว (green economy)” ขึ้น

นิยาม “เศรษฐกิจสีเขียว” ของโครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ (United Nations Environment Programme) หรือ UNEP ที่อ้างถึงต่อไปนี้ เป็นนิยามที่มีลักษณะครอบคลุมมากที่สุด ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางมากที่สุด และมักใช้ในการประழมระดับนานาชาติ

เศรษฐกิจสีเขียว (green economy) คือ ระบบเศรษฐกิจที่ส่งผลให้เกิดการปรับปรุงความเป็นอยู่ของมนุษย์และความเท่าเทียมทางสังคม ขณะเดียวกันก็ลดความเสี่ยงที่จะเกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมและความขาดแคลนทางระบบ生物อย่างมีนัยสำคัญ ด้วยวิธีการที่ใช้และปล่อยคาร์บอนออกน้อย ใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพมาก และเกิดจากความร่วมมือของคนในสังคม

(ที่มา : The UNEP-led Green Economy Initiative, 2011)



นิยามคำว่า เศรษฐกิจสีเขียว

นอกจากนิยาม “เศรษฐกิจสีเขียว” ของ UNEP แล้ว ยังมีนิยามของเศรษฐกิจสีเขียวแบบอื่นๆ อีกหลายแบบ โดยแต่ละแบบมีล้วนคล้ายและล้วนต่างกันดังนี้

เศรษฐกิจสีเขียว คือ ระบบเศรษฐกิจที่ยั่งยืน ซึ่งช่วยปรับปรุงคุณภาพชีวิต สำหรับทุกคน ภายใต้ข้อจำกัดด้านนิเวศวิทยาของโลก

(ที่มา : คณะกรรมการร่วมเศรษฐกิจสีเขียว (Green Economy Coalition), 2010)

เศรษฐกิจสีเขียว คือ ระบบเศรษฐกิจที่การเติบโตทางเศรษฐกิจ (economic growth) และความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมไปด้วยกันได้ ส่งเสริมกัน พร้อมกับสนับสนุนให้เกิดความก้าวหน้าในเรื่องการพัฒนาทางสังคม

(ที่มา : หอการค้านานาชาติ (International Chamber of Commerce), 2012)

เศรษฐกิจสีเขียว คือ ระบบเศรษฐกิจที่เพิ่มสวัสดิการและการจ้างงานของคน ผ่านการลงทุนโดยรักษาระดับสังคม เพื่อให้แน่ใจได้ว่ามีการลดการปล่อยมลพิษ อนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และกระตุ้นประสิทธิภาพการใช้พลังงานและทรัพยากร เช่นเดียวกับ การปกป้องไม่ให้เกิดอัตราต่อกำลังทางชีวภาพ (biodiversity) และระบบอนิเวศ (ecosystem)

(ที่มา : Diyar et al., 2014, <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.04.497>.)



จะเห็นได้ว่านิยามที่ยกมาทั้ง 4 แบบ มีส่วนร่วมกันที่สำคัญคือ (1) ห่วงใยต่อสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศโดยรวม และบางแบบก็ยังคำนึงถึงความหลากหลายทางชีวภาพอีกด้วย (2) มีเป้าหมายเพื่อปรับปรุงความเป็นอยู่และยกระดับคุณภาพชีวิตมนุษย์ในสังคม (3) มีบางแบบที่เน้นเรื่องประสิทธิภาพการใช้พลังงานและทรัพยากร ซึ่งจะไปลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในทางอ้อมอีกที แต่ไม่ว่าแบบใดก็ตาม ก็ยังต้องการรักษาเสถียรภาพทางเศรษฐกิจ รวมไปถึงการเติบโตทางเศรษฐกิจอีกด้วย จึงนำไปสู่คำศัพท์ใหม่อีกคำหนึ่งคือ “การเติบโตสีเขียว (green growth)” ซึ่งก็มีนิยามไว้เป็นรายแบบอีกเช่นกัน

ระบบนิเวศ (ecosystem) คือ สิ่งมีชีวิตทั้งหมดในบริเวณเดียวกันเดียว แล้ววิธีการที่พวกมันส่งผลกระทบต่อกันและต่อสิ่งแวดล้อม

(ที่มา : Cambridge Dictionary Online)

การเติบโตสีเขียวคืออะไร?

มีคนส่วนหนึ่งเชื่อว่า เศรษฐกิจสีเขียวจำเป็นต้องคู่ขนานไปกับ “การเติบโตสีเขียว (green growth)” และเชื่อว่าเรื่องการเติบโตของเศรษฐกิจโดยไม่ทำร้ายสิ่งแวดล้อม เป็นเรื่องที่ทำได้จริง เพื่อความเข้าใจที่ตรงกันในการศึกษาวิจัยและใช้งาน จึงมีผู้พยายามนิยามเรื่องนี้ไว้เป็นหลายแบบ (อีกเช่นกัน) ดังนี้

การเติบโตสีเขียว คือ การเติบโตอย่างยั่งยืน ซึ่งช่วยบรรเทาผลกระทบจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และป้องกันความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อม ถือเป็นระบบหลัก (paradigm) ใหม่ของชาติ เพื่อสร้างเครื่องจักรแห่งการเติบโต (growth engines) และงานแบบใหม่ๆ ผ่านทางเทคโนโลยีสีเขียว (green technology) และพลังงานสะอาด



(ที่มา : คำประกาศของประธานาธิบดี ลี มูน บัก ในโอกาสปีที่ 60 แห่งการสถาปนาสาธารณรัฐเกาหลี วันที่ 15 สิงหาคม 2008)

การเติบโตสีเขียว คือ การเติบโตที่ต้องเป้าหมายในการตอบรับการเติบโตและการพัฒนาทางเศรษฐศาสตร์ ขณะที่มีการใช้สิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ (natural assets) อย่างยั่งยืน และยังคงจัดหากิจกรรมและการด้านสิ่งแวดล้อม (environmental services)



ซึ่งช่วยให้เกิดความก้าวเดินอยู่ดี

(ที่มา : OECD, 2011)

การเติบโตสีเขียว คือ การเติบโตที่มีการใช้ทรัพยากรทางธรรมชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีลักษณะสะอาด ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและก่อผลพิษน้อยที่สุด และมีความยืดหยุ่นไม่เป็นพิษล้ำๆ ต่อธรรมชาติ



(ที่มา : ธนาคารโลก, 2012)

การเติบโตสีเขียว คือ ความก้าวหน้าทางเศรษฐกิจที่ต้องสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยลง แล้วเอื้อต่อการมีส่วนร่วมทางสังคม



(ที่มา : UNESCAP, 2012)

จากนิยามทั้งหมดมีส่วนที่คล้ายกันคือ (1) ต้องเป็นการเติบโตทางเศรษฐกิจแบบยั่งยืน (2) มักเน้นการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะลดการก่อมลพิษหรือการปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกจากสู่บรรยากาศ (3) เอื้อต่อการมีส่วนร่วมทางสังคม โดยในคำปราศรัยของประธานาธิบดีเก้าหลีไตรบุเพิ่มเติมถึงลักษณะความเป็นกระบวนการทัศน์ใหม่ และความเป็น “เครื่องจักรแห่งการเติบโต” ซึ่งจะทำได้ก็ต้องอาศัย “เทคโนโลยีสีเขียว” เข้ามาช่วย

โดยสรุปคือส่วนใหญ่เห็นว่า เศรษฐกิจสีเขียวจะเกิดได้ก็ต่อเมื่อต้องมี “การเติบโต (ทางเศรษฐกิจแบบ) สีเขียว” ควบคู่ไปด้วย เพื่อไม่ให้เกิดการชะลอหรือชะงักในด้านเศรษฐกิจ อันอาจถือได้ว่าเป็นแนวทางเลือกที่ยั่งยืน ดิทั้งต่อเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม ของโลกไปพร้อมๆ กัน

การเติบโตสีเขียว

เศรษฐกิจเติบโต
อย่างยั่งยืน

ลดผลกระทบ
ต่อสิ่งแวดล้อม

ส่งเสริมการมีส่วนร่วม
ทางสังคม

เศรษฐกิจสีเขียว กับ การพัฒนาอย่างยั่งยืน

จะเห็นได้ว่า เศรษฐกิจสีเขียวเกี่ยวข้องกับ “การพัฒนาอย่างยั่งยืน (sustainable development)” อ่อนไหวต่อสิ่งแวดล้อม ในระยะยาว มีระบบ呢เวคที่ดีเหมาะสมกับการดำรงชีวิต โดยต้องอาศัย เทคโนโลยีใหม่ๆ ที่เรียกว่า “เทคโนโลยีสีเขียว” ร่วมกับกระบวนการบริหารจัดการที่ดี และต้องทำความเข้าใจให้ตรงกันว่า “การพัฒนาอย่างยั่งยืน” มีความหมายเช่นไร กันแน่ คำว่าการพัฒนาอย่างยั่งยืนมีนิยามหลายแบบ และมีความคล้ายคลึง แตกต่าง และซ้อนเหลือม ดังนี้

การพัฒนาอย่างยั่งยืน คือ การพัฒนาที่ตอบสนองความต้องการในปัจจุบัน แต่ไม่ไปส่งผลกระทบกับความสามารถของคนในรุ่นอนาคตที่มีความต้องการเป็นของตัวเอง
(ที่มา : WCED (UN), 1987)

การพัฒนาอย่างยั่งยืน คือ โปรแกรมบูรณาการอย่างหลักหลาย (ด้านศิลธรรม นิเวศวิทยา ทางเทคโนโลยี เศรษฐศาสตร์ กฎหมาย สังคม และการเมือง) เกี่ยวกับกิจกรรมมนุษย์ ที่ส่องห้อนให้เห็นถึงความรับผิดชอบของมนุษย์ต่อธรรมชาติ
(ที่มา : Pawłowski, 2006)

การพัฒนาอย่างยั่งยืน คือ การพัฒนาเพื่อตอบสนองความต้องการพื้นฐานของมนุษย์ทุกคน รวมทั้งอุดรักษ์ ปกป้อง และฟื้นฟูให้เด็กนักษาภาพและบูรณาภาพ (integrity) ของระบบนิเวศของโลก โดยไม่ไปส่งผลกระทบกับความสามารถของคนในรุ่นอนาคต ที่มีความต้องการเป็นของตัวเอง และต้องไม่มากเกินไปกว่าจีดจำกัดความสามารถ ในการรักษาของระบบนิเวศของโลก
(ที่มา : Stappan, R.K., 2008)



จะสังเกตได้ว่าทั้ง 3 นิยาม สะท้อนให้เห็นถึงความตระหนักในเรื่อง (1) ความรับผิดชอบต่อคนรุ่นหลัง (2) เกี่ยวข้องกับระบบเศรษฐกิจโลกทั้งหมด และ (3) กิจกรรมของมนุษย์ที่เกี่ยวข้องมีความครอบคลุมและกว้างขวาง ทั้งด้านเศรษฐศาสตร์ กฎหมาย สังคม การเมือง ศีลธรรม และด้านเทคนิค (หรือเทคโนโลยี)

ถึงตรงนี้คงจะเห็นแล้วว่า “เศรษฐกิจสีเขียว” มีลักษณะสำคัญโดยรวมคือต้องสนับสนุนให้เกิด “การเติบโตสีเขียว” ได้ เป็นการสร้างระบบเศรษฐกิจแบบใหม่ๆ ที่ดีทั้งต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ซึ่งแน่นอนว่าจะไปถึงจุดที่เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนได้ จำเป็นจะต้องเกิด “เทคโนโลยีสีเขียว” จำนวนมาก

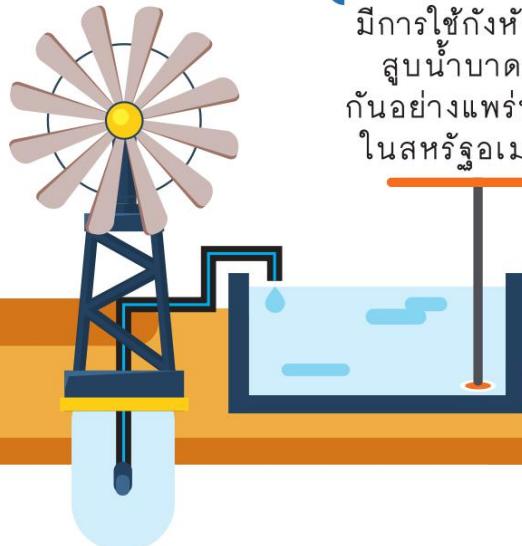
၅,၀၀၀ BC

ชาวอียิปต์โบราณ
แล่นเรือใบด้วย
พลังงานลม

ศตวรรษ

၁၉

มีการใช้กังหันลม
สูบน้ำบาดาล
กันอย่างแพร่หลาย
ในสหรัฐอเมริกา

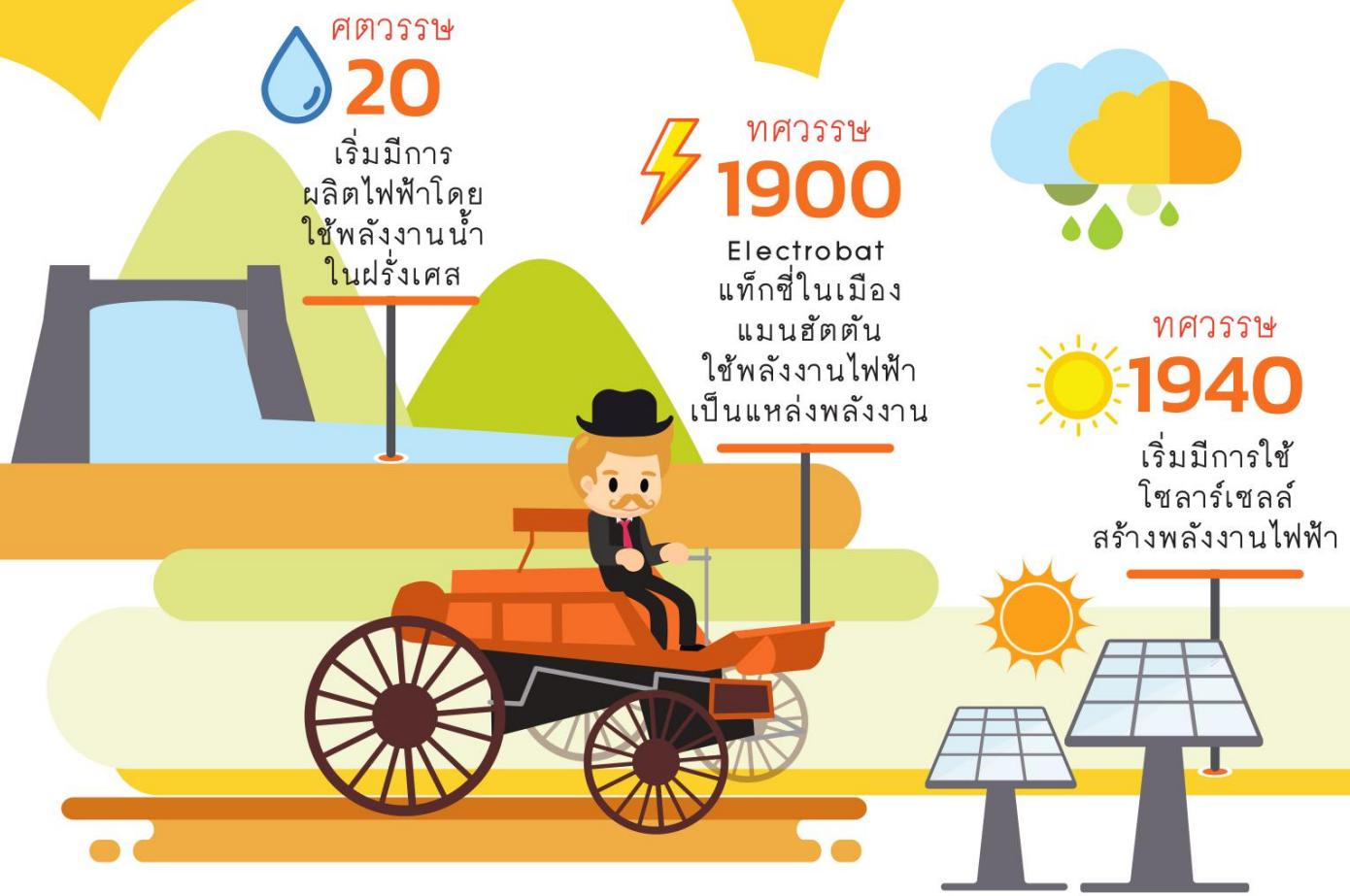


ประวัติย่อเทคโนโลยีสีเขียว

การพัฒนาเทคโนโลยีสีเขียวมีมาตั้งแต่ในอดีต มีหลักฐานการใช้เรือใบที่แล่นด้วยพลังงานลมในแม่น้ำในล็องแต์เมื่อ 7,000 ปีที่แล้ว ส่วนน้ำบาดาลในสมัยก่อน ก็อาศัยกังหันลมเป็นตัวขับน้ำขึ้นมาใช้ประโยชน์ และการผลิตไฟฟ้าโดยใช้พลังงานน้ำ ก็มีมาอย่างยาวนาน ในปี ค.ศ. 2015 ปริมาณไฟฟาร่วมทั่วโลกที่ผลิตจากพลังงานน้ำ มีถึง 16.6% คิดเป็น 70% ของพลังงานหมุนเวียน

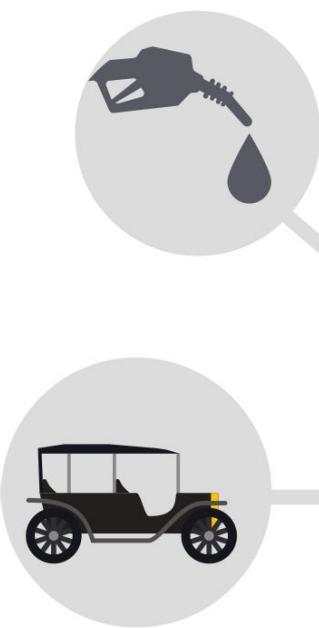
เรื่องที่หลายคนอาจไม่เคยทราบคือ รถยนต์รุ่นแรกๆ นั้นใช้พลังงานจากไฟฟ้า รถแท็กซี่ในเมืองแมนชัตตันช่วงทศวรรษ 1900 ล้วนแล้วแต่เป็นรถยนต์ไฟฟ้า เรียกว่า อิเล็กโตรแบต (electrobat) ซึ่งนำมาจาก electricity (ไฟฟ้า) + battery (แบตเตอรี่) รถยนต์แบบนี้วิ่งได้ครั้งละ 80-160 กิโลเมตร

แม้แต่เทคโนโลยีที่มาหลังสุดอย่างโซลาร์เซลล์ (solar cell) ก็มีการนำมาใช้สร้างพลังงานความร้อนสำหรับฮีตเตอร์ในรัฐแคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกา ตั้งแต่



ทศวรรษ 1940 และอันที่จริงแล้วพลังงานแบบนี้กล้ายเป็นพลังงานหลักในพื้นที่จนกระทั่งทศวรรษ 1970 ก่อนจะประสบปัญหาเรื่องการขยายขนาดและความต้องการไฟฟ้าที่มากขึ้น จนทำให้ราคาต่อหน่วยสูงเกินกว่าผู้คนจะรับได้อีกต่อไป

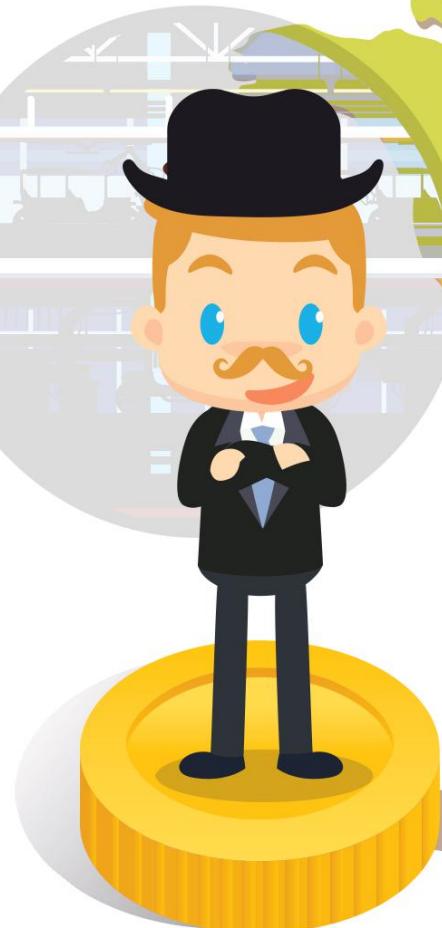
เซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ หรือ โซลาร์เซลล์ (solar cell) คือ อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรงผ่าน原理การณ์โพโตโวลาติก (photovoltaic effect) ซึ่งแสงที่ถูกเซลล์ดึงกล่าวดูดกลืนไว้จะไปทำให้อิเล็กตรอนหรือตัวเคลื่อนย้ายประจุอิเล็กตรอนเปลี่ยนสภาพพลังงานไปเป็นแบบถูกกระตุ้น (excited state) และเกิดการเคลื่อนที่จนเกิดเป็นกระแสไฟฟ้า ในที่สุด โซลาร์เซลล์จึงมีอีกชื่อหนึ่งว่า โพโตโวลาติกเซลล์ (photovoltaic cell)



คติธรรม

20

รถยนต์ฟอร์ด รุ่น โมเดลที
เปลี่ยนมาใช้ระบบผลิต
แบบสายพาน ทำให้
ราคากลุ่ม คอนอเมริกัน
หันมาใช้รถยนต์เพิ่มขึ้น



การเลื่อนความนิยมในวงกว้างของพลังงานหมุนเวียนเป็นเรื่องของประวัติศาสตร์ที่เกิดความประจูบหมายประการ เช่น การผลิตรถยนต์ฟอร์ด (ที่ใช้น้ำมัน) รุ่น โมเดลที (Model T) ที่วางตลาดในช่วงปี ค.ศ. 1908–1927 เปลี่ยนมาใช้ระบบผลิตแบบสายพาน ทำให้บริษัทผู้ผลิตรถยนต์คู่แข่งไม่อาจสู้ราคาได้ จากเดิมที่รถยนต์เคยเป็นของหุ้นส่วนเครษฐ์เท่านั้น ก็เปลี่ยนมาเป็นของที่คนชั้นกลางสามารถหาซื้อได้ และภายเป็นปัจจัยที่ 5 ของคอนอเมริกัน เพราะช่วยอำนวยความสะดวก สะดวกในการเดินทางในประเทศที่มีขนาดใหญ่โต ประกอบกับทางรถไฟก็ยังไม่ได้ขยายตัวครอบคลุมทั่วประเทศ



คตัวรรษะ

20

มีการคั่นพบ
แหล่งพลังงานฟอสซิล
หลายแหล่งในแบบ
ตะวันออกกลาง

ปัจจัยร่วมอีกประการหนึ่งก็คือ การคั่นพบแหล่งพลังงานฟอสซิลเพิ่มขึ้นอย่างมาก many ในเวลาระดเร็ว ไม่ว่าจะเป็นหลุ่มก๊าซธรรมชาติขนาดใหญ่หรือหลุ่มชุดน้ำมันดิบขนาด ยักษ์ โดยเฉพาะในแบบตะวันออกกลาง จนทำให้มีการพัฒนาเทคโนโลยีการคั่นหา และชุดเจาะกันขนาดใหญ่ และทำให้ราคาน้ำมันดิบโลกมีราคาถูก จนเป็นปัจจัย ส่งเสริมให้คนต้องการมีรายนต์ส่วนตัว เมื่อผ่านเข้ากับการรวมตัวกันของประเทศ ผู้ส่งออกน้ำมันหรือ OPEC (Organization of the Petroleum Exporting Countries) จึงนำไปสู่การเพิ่มราคาน้ำมันขึ้นเรื่อยๆ จนเกิดวิกฤตราคาน้ำมันในช่วงทศวรรษ 1970 ในที่สุด

เทคโนโลยีสีเขียวในปัจจุบัน

เทคโนโลยีสีเขียวในปัจจุบันนี้เป็นคำเรียกรวมเทคโนโลยีหลายรูปแบบที่ช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และทำให้เกิดแนวทางใหม่ๆ ที่จะช่วยให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนขึ้นได้มีการแบ่งเทคโนโลยีสีเขียวออกเป็นหลายแบบตามแต่แบ่งมุมที่ใช้ในการพิจารณา เช่น เอกสารของ UNEP ชื่อ Green Technology Choices จัดแบ่งเทคโนโลยีตามอุปสงค์ ออกเป็น 3 ด้านใหญ่ๆ โดยมีเทคโนโลยีหลักและเทคโนโลยีย่อยดังนี้

The infographic features a central green Earth globe with the text "GREEN TECHNOLOGIES" overlaid. Surrounding the globe are various icons representing different sectors:

- การคมนาคม บนส์**: Shows a bus, a truck, a ship, and an airplane.
- อุตสาหกรรม**: Shows a factory with smokestacks, a power plant, and a transmission tower.
- การก่อสร้างอาคาร**: Shows a construction site with a crane, excavator, and concrete mixer truck.
- การส่องสว่าง**: Shows lightbulbs with labels like "LED", "Fluorescent", and "Natural gas".
- การผลิตทองแดง**: Lists terms: shaft furnace, outokumpu flash smelting, co-generation, gas turbine, natural gas-fired.

Below the globe, there are additional labels and descriptions:

- การขนส่งผู้โดยสาร: รถยนต์ใช้น้ำมันเบนซิน และดีเซล, รถยนต์ไฟฟ้า, รถไฟฟ้า, เครื่องบิน ฯลฯ
- การขนส่งสินค้า: รถบรรทุกขนาดใหญ่และกลาง, รถไฟดีเซลราง, เรือบรรทุกน้ำมันดิบ



แต่ก็มีการแบ่งเทคโนโลยีสีเขียวแบบอื่นๆ อีกหลายแบบ เช่น แบ่งออกเป็น (1) เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการผลิต และ (2) เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการบริโภค และในส่วนที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมโดยตรงอาจแบ่งออกเป็นเทคโนโลยีสำหรับ (1) การตรวจติดตามและประเมินผล (2) การป้องกันและควบคุมมลพิษ และ (3) การบำบัดมลพิษและฟื้นฟู (remediation and restoration)

มลพิษบำบัด (remediation) คือ กระบวนการย้ายเอาสารพิษหรือสิ่งที่เป็นอันตรายออกจากสิ่งแวดล้อม หรือการกำกับผลกระทบที่สิ่งเหล่านี้มีต่อสิ่งแวดล้อม
(ที่มา : Cambridge Dictionary Online)



ความซับซ้อนของปัญหา **ขยะอิเล็กทรอนิกส์**

เพื่อให้เห็นความซับซ้อนของปัญหามลพิษและโอกาสที่จะนำเอาเทคโนโลยีสีเขียวแบบต่างๆ มาใช้ จะขอยกกรณีศึกษาเกี่ยวกับ “ขยะอิเล็กทรอนิกส์” ขึ้นมาพิจารณาเป็นตัวอย่าง หากดูข้อมูลประมาณการต้นทุนของโทรศัพท์มือถือไอโฟน 5 ของบริษัทแอปเปิลแล้ว จากต้นทุนการผลิตรวมทั้งหมดราว 226 เหรียญสหรัฐฯ กลับมีค่าใช้จ่ายในการในกระบวนการผลิต (production) เพียงแค่ 8 เหรียญสหรัฐฯเท่านั้น ทั้งนี้บริษัทเพเกะทرون (Pegatron) โรงงานที่รับผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ให้กับบริษัทแอปเปิลในจีน ถูกกล่าวหาว่า มีการบังคับให้คนงานทำงานเกินเวลาอันควร เช่น 12 ชั่วโมงต่อวันติดกัน 18 วันรวด และหากง่วงเหงาหวานอนก็จะถูกบังคับให้ทำงานนอกเวลา หากไม่มานำทำงานก็จะถูกไล่ออก รวมทั้งบังคับให้มีการทดสอบการตั้งครรภ์ในลูกจ้างหญิง (ที่มีอยู่ราว 85-90%) เพื่อป้องกันการลาก禹ดจากการตั้งครรภ์ ทั้งหมดที่กล่าวมานี้แสดงให้เห็นว่า การจัดการเทคโนโลยีมีความสำคัญไม่แพ้กับตัวเทคโนโลยีเอง

ประมาณค่าใช้จ่ายที่เป็นต้นทุนการผลิตของเครื่องไอโฟน 5



(ที่มา : <https://tha.my-mobile-apps.com/spendy-but-indispensable-breaking-down-full-650-cost-of-iphone-5-30966>)



ปัญหาที่ใหญ่ไม่แพ้กัน หรืออาจจะใหญ่กว่าปัญหานิวเคลียร์คือ ปัญหาขยะอิเล็กทรอนิกส์ (e-waste) แม้ในประเทศไทยพัฒนาแล้วจะมีวิธีการกำจัดขยะอิเล็กทรอนิกส์อย่างมีประสิทธิภาพ แต่องค์กรไม่แสวงผลกำไร Silicon Valley Toxics Coalition ในแคลิฟอร์เนีย ประเมินว่า มีขยะประเภทนี้มากถึง 80% ถูกส่งไปยังประเทศกำลังพัฒนา ซึ่งไม่มีกระบวนการจัดการที่ดีเท่า หรือมี แต่เป็นเทคโนโลยีแบบที่ “เก่ากว่า” การกำจัดจึงมักจบลงที่การเก็บเอาไว้สุด มีค่าที่เห็นได้ชัดในชิ้นส่วนต่างๆ เช่น ทองแดง ไปเท่านั้น

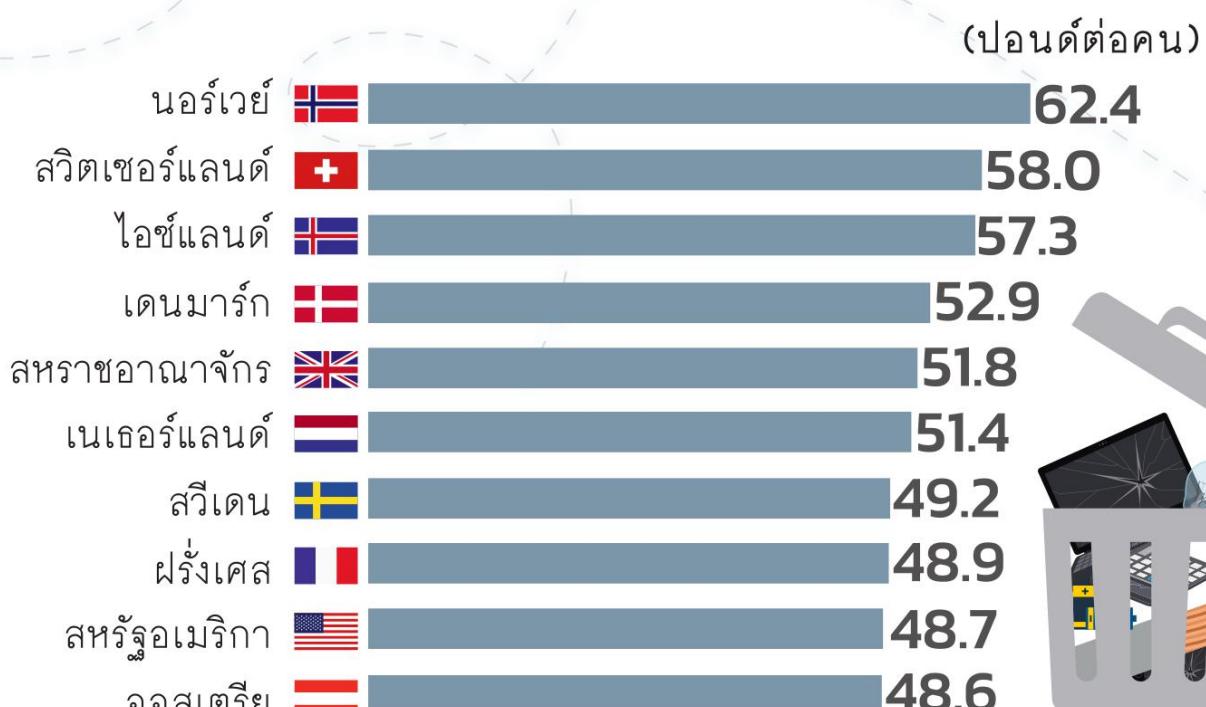
ในขณะที่โลหะหนักในขยะอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งมีปริมาณมากและมีพิษสูง เช่น ตะกั่ว ถือเป็นปัญหาใหญ่ที่จะส่งผลกระทบระยะยาวต่อสุขภาพของคน โดยจะเป็นพิษต่อระบบประสาท ทำให้ปวดข้อต่อในผู้ใหญ่ ตะกั่วปริมาณมากอาจทำลายสมองและทำให้เกิดโรคโลหิตจางในเด็ก



แผนที่การเดินทางของขยะอิเล็กทรอนิกส์แสดงให้เห็นว่า ขยะจำพวกนี้มาจากการผลิตในประเทศต่างๆ ที่มีอุปกรณ์และเทคโนโลยีที่ดี เช่น สหรัฐอเมริกา เนื่องจากมีอุตสาหกรรมขนาดใหญ่และมีศักยภาพในการผลิต ขณะเดียวกัน ประเทศในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ที่มีอุปกรณ์และเทคโนโลยีที่ไม่ดีเท่าไหร่ แต่สามารถจัดการขยะได้ดีกว่า ประเทศไทย เป็นต้น ทำให้เกิดการนำเข้าของขยะอิเล็กทรอนิกส์จำนวนมาก ซึ่งส่วนใหญ่จะถูกนำไปขายในประเทศที่มีมาตรฐานต่ำ เช่น จีน ปากีสถาน และอินเดีย ฯลฯ ทำให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพในประเทศเหล่านี้



ประเทศที่ผลิตขยะอิเล็กทรอนิกส์มากที่สุด เมื่อเทียบกับรายได้ต่อหัวประชากร ในปี ค.ศ. 2014



(ที่มา : United Nations University)





อีกปีหนึ่งของปัญหาขยะอิเล็กทรอนิกส์คือมีเปอร์เซ็นต์การรีไซเคิลต่ำ แม้ว่าจะมีการปรับปรุงจนดีขึ้นบ้างแล้วก็ตาม ดังจะเห็นได้จากข้อมูลในระหว่างปี ค.ศ. 2010–2013 ที่มีเปอร์เซ็นต์การรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์จาก 19.6% เป็น 40.40% และมีปริมาณขยะอิเล็กทรอนิกส์รวมทั้งโลกลดลงจาก 3.32 ล้านตัน เป็น 3.14 ล้านตัน ในช่วงเดียวกัน

อัตราการรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ในระหว่างปี ค.ศ. 2010–2013

ค.ศ. 2010



ค.ศ. 2013



ปริมาณขยะ
อิเล็กทรอนิกส์



การรีไซเคิลขยะ
อิเล็กทรอนิกส์



เมื่อพิจารณาลงในรายละเอียดเกี่ยวกับชนิดของขยะอิเล็กทรอนิกส์และความสามารถในการรีไซเคิลพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด เช่น คอมพิวเตอร์มีส่วนประกอบที่นำไปรีไซเคิลได้มากที่สุดถึง 40% ขณะที่โทรศัพท์มือถือกลับรีไซเคิลได้เพียง 11% ใกล้เคียงกับคีย์บอร์ดและเม้าส์ซึ่งมีส่วนล่วนรีไซเคิลได้เพียง 10%

ในขณะที่การพัฒนาเทคโนโลยีในการแยก คัดเลือก และเก็บส่วนที่ยังนำมาใช้ประโยชน์ได้จากขยะอิเล็กทรอนิกส์โดยไม่ต้องอาศัยแรงงานมนุษย์ยังจำกัด การเลือกชนิดวัสดุและส่วนประกอบของเครื่องเพื่อนำมาใช้สร้างสิ่งต่างๆ ถือเป็นอีกแนวทางหนึ่งสำหรับเทคโนโลยีสีเขียวที่จะช่วยโลกได้



หากเทียบกับเครื่องใช้ไม้สอยที่พบได้บ่อยในชีวิตประจำวันจะพบว่า เครื่องใช้ไฟฟ้าขนาดเล็กและเฟอร์นิเจอร์ติดอยู่ในกลุ่มสิ่งที่มีการรีไซเคิลกันน้อยที่สุด (อยู่ที่ 6.8% กับ 0.1% ตามลำดับ) ขณะที่เครื่องใช้ไฟฟ้าสำหรับครัว กระดาษประเภทต่างๆ และแบตเตอรี่รถยนต์อยู่ในกลุ่มข้าวของที่รีไซเคิลสูงสุด (ที่ 64.2%, 72.5% และ 96.2% ตามลำดับ) แต่ยังน่าสนใจว่า เปรอร์เซ็นต์การรีไซเคิลแบตเตอรี่รถยนต์ที่สูงนั้นอาจเป็นเพราะผู้ใช้งานสามารถกำจัดแบตเตอรี่ที่ใช้งานแล้วผ่านร้านซ่อมรถยนต์ได้เลย ซึ่งในหลายประเทศมีกฎหมายควบคุมอย่างเข้มงวด ดังนั้นสิ่งที่ควรทำคือนำใส่ถังขยะไปกับเศษในโลหะ สีเขียวคือ การบังคับใช้กฎหมายที่เกี่ยวข้องอย่างเหมาะสม

อัตราการรีไซเคิลผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวันในสหรัฐอเมริกา



เฟอร์นิเจอร์
0.1%



เครื่องใช้ไฟฟ้าขนาดเล็ก
6.8%



เครื่องใช้ไฟฟ้า

64.2%



กระดาษประเภทต่างๆ

72.5%



แบตเตอรี่รถยนต์



96.2%

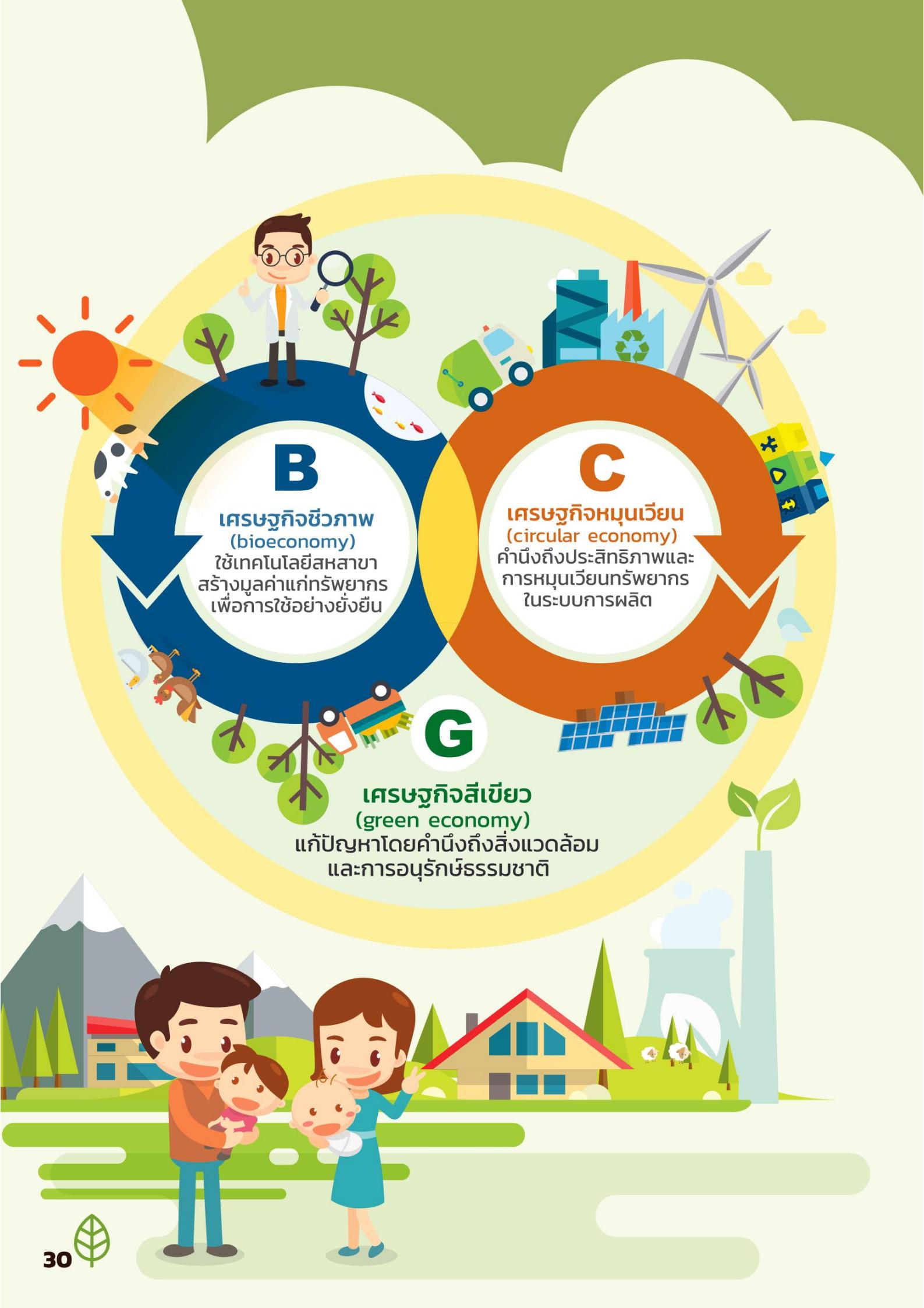
เมื่อเร็วๆ นี้ ปัญหาเรื่อง “ภาวะขยะพลาสติก” ในทะเลหลายเป็นประเด็นสำคัญที่พูดถึงกันทั่วโลก การพัฒนาวัสดุที่ย่อยสลายง่ายแต่ยังมีประสิทธิภาพเหมาะสมกับการนำมาใช้งานทดแทนพลาสติกสังเคราะห์ก็เป็นอีกหนทางของเทคโนโลยีสืบเยิร์วที่สำคัญมาก



ต้องใช้เวลามากกว่าที่คิดในการเหล่านี้จะย่อยสลาย



(ที่มา : National Oceanic and Atmospheric Administration)



ประเทศไทยกับเศรษฐกิจสีเขียว

ประเทศไทยในฐานะประเทศกำลังพัฒนาที่พยายามถีบตัวขึ้นเหนือ “กับดักรายได้ปานกลาง” คงจะต้องหาจุดสมดุลระหว่างการเติบโตทางเศรษฐกิจกับการพัฒนาอย่างยั่งยืนที่เน้นคุณภาพชีวิตของผู้คนและสภาพสิ่งแวดล้อมที่ดี การจะเป็นเช่นนั้นได้จำเป็นต้องมีเทคโนโลยีสีเขียวรูปแบบต่างๆ már รองรับ

เศรษฐกิจสีเขียวจึงน่าจะเหมาะสมกับประเทศไทยที่มีรากฐานการพัฒนาดั้งเดิมเป็นแบบเกษตรกรรม การเพาะปลูกโดยพึ่งพาเทคโนโลยีที่เหมาะสม ลดการใช้สารเคมีมากเกินความจำเป็น มุ่งใช้ความรู้เชิงลึกเกี่ยวกับพืชและสัตว์ผ่านการศึกษาพันธุกรรมอย่างเหมาะสม น่าจะช่วยให้ประเทศไทยสามารถพึ่งพาตนเอง มีผลผลิตมากเพียงพอเลี้ยงปากท้องคนในชาติและเหลือส่วนออก้าได้อีกด้วย

เศรษฐกิจสีเขียวยังสอดคล้องและสนับสนุนเศรษฐกิจชีวภาพ (bioeconomy) ที่อาศัยความหลากหลายของทรัพยากรชีวภาพที่เป็นจุดแข็งของประเทศไทย และเศรษฐกิจหมุนเวียน (circular economy) ที่เน้นการนำทรัพยากรมาใช้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ทั้งหมดนี้จะนำไปสู่การลดคาร์บอนฟุตพรินต์ (carbon footprint) หรือลดการปล่อยก๊าซที่มีการบ่อนเป็นส่วนประกอบออกสู่บรรยากาศ ซึ่งจะช่วยลดผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกเป็นอย่างมาก





คาร์บอนฟุตพรินต์ (carbon footprint) คือ ปริมาณแก๊สเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากผลิตภัณฑ์แต่ละหน่วยตลอดชีวิตของผลิตภัณฑ์ เริ่มต้นตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ การขนส่ง การประกอบชิ้นส่วน การใช้งาน จนกระทั่งถึงการจัดการจากผลิตภัณฑ์ หลังการใช้งาน โดยทำการคำนวณออกมาในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (equivalent carbon dioxide หรือ CO₂e หรือ CO₂eq) ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์



นอกจากนี้ หากนำระบบปัญญาประดิษฐ์และหุ่นยนต์อันเป็นส่วนหนึ่งของเศรษฐกิจอัจฉริยะ (intelligent economy) มาสนับสนุนก็หมายเป็นอย่างยิ่งกับประเทศไทยที่กำลังก้าวเข้าสู่การเป็นประเทศผู้สูงวัย ซึ่งนำไปสู่ระบบเศรษฐกิจแบบใหม่ที่เรียกว่า เศรษฐกิจผู้สูงวัย (silver economy) ที่พึงพาการใช้จ่ายและการทำงานของผู้สูงอายุที่มีสัดส่วนมากกว่ากลุ่มอายุอื่น

เทคโนโลยีที่กล่าวมาทั้งหมดข้างต้นไม่เพียงแต่หมายรวมกับประเทศไทยเท่านั้น ยังหมายรวมกับโลกในทุกวันนี้ที่ประสบปัญหาสิ่งแวดล้อมรุนแรงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการเกิดมลพิษต่างๆ อีกด้วย



อนาคตอันไกล้กับเศรษฐกิจสีเขียว

เศรษฐกิจสีเขียวเกิดจากความตระหนักรในอิทธิพลของกิจกรรมต่างๆ
ที่มนุษย์ทำ ซึ่งส่งผลต่อธรรมชาติรอบตัว

แต่ยังเชื่อว่าความรู้ของมนุษย์ในปัจจุบันจะสามารถหาทางออก
ที่ทำให้เศรษฐกิจยังคงเติบโตต่อไปได้

โดยส่งผลกระทบด้านลบกับระบบเศรษฐกิจรอบตัวน้อยลง หรือ
แม้แต่จะทำให้สิ่งแวดล้อมดีขึ้นด้วยช้าๆ ไป

หากทำได้ดังนี้ ก็จะทำให้การพัฒนาเป็นแบบยั่งยืนได้
แม้ว่ามีประวัติศาสตร์ของพัฒนาการในด้านนี้

อาจนับย้อนกลับไปได้เป็นหลายร้อยหรือหลายพันปี แต่ด้วย
เทคโนโลยีสมัยใหม่ ก็ทำให้ประสิทธิภาพดีขึ้นมาก

ปัญหาอุปนิสัยการใช้แล้วทิ้ง ไม่เน้นซ่อมแซม โดยเฉพาะอุปกรณ์
อิเล็กทรอนิกส์อย่างโทรศัพท์มือถือ ที่ติดตามตัวและแท็บเล็ต

เป็นตัวอย่างของปัญหาที่ชัดเจนที่สุดแบบหนึ่ง และต้องการ
ทั้งการเปลี่ยนแนวคิด ค่านิยม อุปนิสัย และกฎหมาย

สำหรับประเทศไทย เศรษฐกิจสีเขียวเกื้อหนุนและไปด้วยกันได้
กับเศรษฐกิจชีวภาพและเศรษฐกิจหมุนเวียนเป็นอย่างดี

โดยเศรษฐกิจอัจฉริยะจะเป็นตัวช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของระบบโดยรวม

ເວົກສາຮ້າງອົງ

Armand Kasztelan (2017) **Green Growth, Green Economy and Sustainable Development: Terminology and Relational Discourse.** Prague Economic Papers, 26(4), 487–499, <https://doi.org/10.18267/j.pep.626>

BBC News (October 26, 2011) **Population Seven Billion: UN Sets Out Challenges.** Retrieved October 27, 2011.

Ghanshyam Das Soni (2015) **Advantages of Green Technology.** Social Issues and Environmental Problems, Vol.3 (Iss.9:SE)

IRP (2017) **Green Technology Choices: The Environmental and Resource Implications of Low-Carbon**

Technologies. Suh, S., Bergesen, J., Gibon, T. J., Hertwich, E., Taptich M. A report of the International

Resource Panel. United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya.

Susan Mueller (2017) **Green Technology and Its Effect on the Modern World (Bachelor's thesis).** Business Information Technology. Oulu University of Applied Sciences

United Nations (1999) **The World at Six Billion: Introduction" (PDF).** Archived from the original (PDF) on February 5, 2016. Retrieved July 14, 2013.

บรรณาธิการอำนวยการ

นายปฐม สารดีปัญญาเลิศ

รองปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กองบรรณาธิการบริหารชุดหนังสือวิทยาศาสตร์เพื่อประชาชน Science & Technology Book Series

นางกรรณิกา เกิน

องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ

นางกุลประภา นานานุเคราะห์

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

ดร.นำชัย ชีวิวรรณ์

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

นายจุ่มพล เมฆะศรีนทร์

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

นายประลิทธิ์ บุบผาวรรณฯ

สถาบันมาตรฐานวิทยาแห่งชาติ

นางสาวยุพิน พุ่มไม้

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

ดร.สุภาดา กมลพัฒนา

องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ

ดร.วิจิตรา ลุริยกุล ณ อุยอุยา

องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ

คณะทำงาน

นายปฐม สารดีปัญญาเลิศ

รองปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นางสาวทิริยา ไชยณณี

สำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นางจินตนา บุญเสנו

สำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นางสาวอัจฉราพร บุญญพนิช

สำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นางวลัยพร รัมรื่น

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

นางสาวนุชรีย์ สัจจา

สำนักงานประมาณเพื่อสันติ

นางสาวยุพิน พุ่มไม้

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

นางสาววรรณรัตน์ วุฒิสาร

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

นางทัศนา นาคสมบูรณ์

องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ

นางชลภัสส์ มีสมวัฒน์

องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ

นางกุลประภา นานานุเคราะห์

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

นางจุ่มพรัตน์ นิมนวล

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

นายประลิทธิ์ บุบผาวรรณฯ

สถาบันมาตรฐานวิทยาแห่งชาติ

นางสาววรรณพร เจริญรัตน์

สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ

นายสรทัศน์ หลวงจอก

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)

นายจักรี พรหมบริสุทธิ์

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)

นางสาวปณิชา รีบันเทิง

สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

นางสาวศศิพันธุ์ ไตรทาน

สถาบันวิจัยแสงชินโคโรน (องค์การมหาชน)

นายณรงค์ เพ่งเงิน

สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน)

นายศุภฤกษ์ คุณานนท์

สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

นายกฤชกร รอดซ่างเพื่อน

สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (องค์การมหาชน)

นางสาวครินภัสส์ ลีลาเสวากาญจน์

ศูนย์ความเป็นเลิศด้านชีวิทยาศาสตร์ (องค์การมหาชน)

-  0 2564 7000
-  0 2564 7002-5
-  <https://www.nstda.or.th>
-  NSTDATHAILAND
-  info@nstda.or.th
-  111 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย
ถนนพหลโยธิน ตำบลคลองหนึ่ง
อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี
12120



สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

