

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



สวทช.  
NSTDA

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ  
กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



# เศรษฐกิจสีเขียว GREEN ECONOMY





เศรษฐกิจสีเขียว  
**GREEN ECONOMY**



# เศรษฐกิจสีเขียว

ISBN 978-616-12-0583-6  
พิมพ์ครั้งที่ 1, พ.ศ. 2562  
จำนวน 3,300 เล่ม  
สงวนลิขสิทธิ์ ตาม พ.ร.บ. ลิขสิทธิ์ (ฉบับเพิ่มเติม) พ.ศ. 2558  
จัดทำโดย กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)  
ไม่อนุญาตให้คัดลอก ทำซ้ำ และดัดแปลง ส่วนใดส่วนหนึ่ง  
ของหนังสือเล่มนี้ นอกจากได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร  
จากเจ้าของลิขสิทธิ์เท่านั้น

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.

เศรษฐกิจสีเขียว = green economy.- -ปทุมธานี : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์  
และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562.  
36 หน้า.

1. การพัฒนาเศรษฐกิจ. I. ชื่อเรื่อง.

338.9

ISBN: 978-616-12-0583-6

บรรณาธิการ กุลประภา นาวานุเคราะห์  
ผู้เรียบเรียง ดร.นำชัย ชีววิวรรณ  
กองบรรณาธิการ รักฉัตร เวทีวุฒาจารย์, วัชรภรณ์ สนทนา,  
วีณา ยศวังใจ, จุฬารัตน์ นิมมวอล  
กราฟิก ณัฏฐิพย์ สุริยะ  
รูปเล่ม งานออกแบบ ฝ่ายสื่อวิทยาศาสตร์ สวทช.

## SCIENCE & TECHNOLOGY BOOK SERIES



by NSTDA



# คำนิยาม

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

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งก่อตั้งอย่างเป็นทางการเมื่อวันที่ 24 มีนาคม พ.ศ. 2522 ได้ทำหน้าที่เป็นกลไกในการขับเคลื่อนประเทศผ่านหน่วยงานวิจัยหลากหลายหน่วยงาน โดยมีการปรับเปลี่ยนไปตามสถานการณ์ตลอดช่วงเวลาหลายสิบปีที่ผ่านมา และจะยังคงพัฒนาต่อไปเพื่อเป็นองค์กรหลักในการนำประเทศสู่เศรษฐกิจฐานความรู้ และสังคมนวัตกรรม ในโอกาสครบรอบ 40 ปีของกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในปี พ.ศ. 2562 ท่าน ดร.สุวิทย์ เมษินทรีย์ อดีตรัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีดำริให้กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จัดทำ “หนังสือชุดความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี” เพื่อรวบรวมเรื่องราวด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่น่าสนใจรวม 19 เรื่องไว้ในชุดหนังสือนี้

การจัดทำหนังสือเศรษฐกิจสีเขียวนี้ มุ่งหวังให้เยาวชนคนรุ่นใหม่ได้เข้าถึงองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งยังเป็นโอกาสในการสร้างแรงบันดาลใจกับเยาวชนคนรุ่นใหม่ให้เข้าใจถึงบทบาทและความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ในมิติต่างๆ ของการดำรงชีวิต

ผมขอขอบคุณผู้ที่เกี่ยวข้องในการจัดทำหนังสือชุดนี้ทุกท่าน และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเล่มนี้และเล่มอื่นๆ ในชุด จะเป็นแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้และมีส่วนช่วยกระตุ้นให้เยาวชนและประชาชนไทยเกิดความสนใจหาความรู้วิทยาศาสตร์ในด้านอื่นๆ ต่อไป

รองศาสตราจารย์สรนิต ศิลธรรม  
ปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
มีนาคม 2562

# คำนำ

โลกในคริสต์ศตวรรษที่ 21 เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วมากในทุกด้าน เกิดมีแนวคิด และแบบจำลอง (model) ทางเศรษฐศาสตร์ใหม่ๆ จำนวนมาก เศรษฐกิจสีเขียวนี้จะเป็นเศรษฐกิจหลักของโลกในศตวรรษที่ 21 เพราะโลกเรากำลังเผชิญกับหายนะทางระบบนิเวศอย่างหนักหน่วงแบบที่ไม่เคยเจอมาก่อน การเติบโตทางเศรษฐกิจไปพร้อมกับการรักษาภาวะแวดล้อมให้ยั่งยืนอาจไม่ใช่แค่ตัวเลือก แต่เป็นหนึ่งในทางเลือกสุดท้ายที่มนุษยชาติเหลืออยู่ก็เป็นได้

หนังสือเศรษฐกิจสีเขียว (green economy) เล่มนี้จัดทำขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างความรู้ ความเข้าใจ และเตรียมเยาวชนและประชาชนชาวไทยให้พร้อมสำหรับการขับเคลื่อนประเทศไทยในคริสต์ศตวรรษที่ 21 ผ่านการเรียนรู้คำศัพท์และแนวคิดมุมมอง โดยเฉพาะด้านวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเศรษฐกิจแบบนี้ ซึ่งใกล้ตัวคนไทยและจะเป็นตัวขับเคลื่อนสำคัญสำหรับระบบเศรษฐกิจประเทศไทยในอนาคตอันใกล้ คำศัพท์ต่างๆ ที่ปรากฏอยู่ในหนังสือเล่มนี้ เช่น การเติบโตสีเขียว การพัฒนาอย่างยั่งยืน มลพิษบำบัดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ฯลฯ เริ่มกลายเป็นคำศัพท์ที่ค่อยๆ พบเห็นหรือได้ยินบ่อยมากขึ้น และจะกลายเป็นคำสามัญในอนาคตอันใกล้

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

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)

# สารบัญ



## เศรษฐกิจสีเขียว

08

เศรษฐกิจสีเขียวคืออะไร?

10

นิยามคำว่า เศรษฐกิจสีเขียว

12

การเติบโตสีเขียวคืออะไร?

14

เศรษฐกิจสีเขียวกับการพัฒนาอย่างยั่งยืน

16

ประวัติย่อเทคโนโลยีสีเขียว

20

เทคโนโลยีสีเขียวในปัจจุบัน

22

ความซับซ้อนของปัญหาขยะอิเล็กทรอนิกส์

30

ประเทศไทยกับเศรษฐกิจสีเขียว

34

อนาคตอันใกล้กับเศรษฐกิจสีเขียว

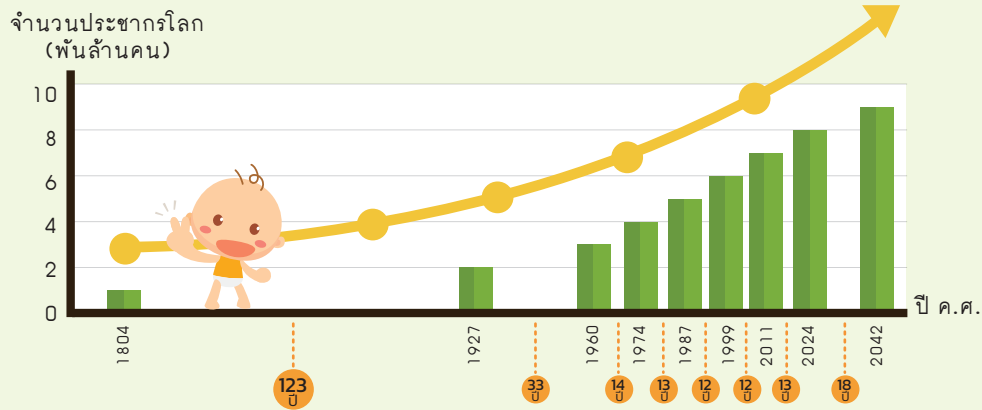
36

เอกสารอ้างอิง

# เศรษฐกิจสีเขียวคืออะไร?

เศรษฐกิจโลกในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมามีการเติบโตอย่างรวดเร็ว ส่วนหนึ่งมีสาเหตุจากปัจจัยสำคัญคือ การพัฒนาด้านเทคโนโลยีการแพทย์อย่างรวดเร็ว ประกอบกับการขยายตัวเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรโลกอย่างไม่เคยเป็นมาก่อน จากเดิมที่คาดว่าจะเพิ่มจำนวนประชากรโลกได้ 1 พันล้านคน ต้องใช้เวลานานกว่า 100 ปี กลายเป็นใช้เวลาแค่เพียง 12 ปีเท่านั้น

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



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



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

นิยาม “เศรษฐกิจสีเขียว” ของโครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ (United Nations Environment Programme) หรือ UNEP ที่อ้างถึงต่อไปนี้เป็นนิยามที่มีลักษณะครอบคลุมมากที่สุด ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางมากที่สุด และมักใช้ในการประชุมระดับนานาชาติ

เศรษฐกิจสีเขียว (green economy) คือ ระบบเศรษฐกิจที่ส่งผลให้เกิดการปรับปรุงความเป็นอยู่ของมนุษย์และความเท่าเทียมทางสังคม ขณะเดียวกันก็ลดความเสี่ยงที่จะเกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมและความขาดแคลนทางระบบนิเวศอย่างมีนัยสำคัญ ด้วยวิธีการที่ใส่ใจและปล่อยคาร์บอนออกน้อย ใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพมาก และเกิดจากความร่วมมือของคนในสังคม

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



# นิยามคำว่า เศรษฐกิจสีเขียว

นอกจากนิยาม “เศรษฐกิจสีเขียว” ของ UNEP แล้ว ยังมีนิยามของเศรษฐกิจสีเขียวแบบอื่นๆ อีกหลายแบบ โดยแต่ละแบบมีส่วนคล้ายและส่วนต่างกันดังนี้

เศรษฐกิจสีเขียว คือ ระบบเศรษฐกิจที่ยืดหยุ่น ซึ่งช่วยปรับปรุงคุณภาพชีวิตสำหรับทุกคน ภายใต้ข้อจำกัดด้านนิเวศวิทยาของโลก

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

เศรษฐกิจสีเขียว คือ ระบบเศรษฐกิจที่การเติบโตทางเศรษฐกิจ (economic growth) และความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมไปด้วยกันได้ ส่งเสริมกัน พร้อมกับสนับสนุนให้เกิดความก้าวหน้าในเรื่องการพัฒนาทางสังคม

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

เศรษฐกิจสีเขียว คือ ระบบเศรษฐกิจที่เพิ่มสวัสดิการและการจ้างงานของคนผ่านการลงทุนโดยรัฐและสังคม เพื่อให้แน่ใจได้ว่ามีการลดการปล่อยมลพิษออกสู่สิ่งแวดล้อม และกระตุ้นประสิทธิภาพการใช้พลังงานและทรัพยากร เช่นเดียวกับ การปกป้องไม่ให้เกิดอันตรายต่อความหลากหลายทางชีวภาพ (biodiversity) และระบบนิเวศ (ecosystem)

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



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

ระบบนิเวศ (ecosystem) คือ สิ่งมีชีวิตทั้งหมดในบริเวณใดบริเวณหนึ่ง และวิธีการที่พวกมันส่งผลกระทบต่อกันและต่อสิ่งแวดล้อม

(ที่มา : Cambridge Dictionary Online)

# การเติบโตสีเขียวคืออะไร?

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

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

(ที่มา : คำปราศรัยของประธานาธิบดี ลี มุง บัก ในโอกาสปีที่ 60 แห่งการสถาปนาสาธารณรัฐเกาหลี วันที่ 15 สิงหาคม 2008)

การเติบโตสีเขียว คือ การเติบโตที่ตั้งเป้าหมายในการโอบอุ้มการเติบโตและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ ขณะที่มีการใช้สินทรัพย์ตามธรรมชาติ (natural assets) อย่างยั่งยืน และยังคงจัดหาทรัพยากรและบริการด้านสิ่งแวดล้อม (environmental services)

ซึ่งช่วยให้เกิดความกินดีอยู่ดี

(ที่มา : OECD, 2011)

การเติบโตสีเขียว คือ การเติบโตที่มีการใช้ทรัพยากรทางธรรมชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีลักษณะสะอาด ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและก่อกมลพิษน้อยที่สุด และมีความยืดหยุ่นไม่เป็นพิษภัยต่อธรรมชาติ

(ที่มา : ธนาคารโลก, 2012)

การเติบโตสีเขียว คือ ความก้าวหน้าทางเศรษฐกิจที่ดีต่อสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำ และเอื้อต่อการมีส่วนร่วมทางสังคม

(ที่มา : UNESCAP, 2012)

จากนิยามทั้งหมดมีส่วนที่คล้ายกันก็คือ (1) ต้องเป็นการเติบโตทางเศรษฐกิจแบบยั่งยืน (2) มุ่งเน้นการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะลดการก่อกมลพิษหรือการปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกสู่บรรยากาศ (3) เอื้อต่อการมีส่วนร่วมทางสังคม โดยในคำปราศรัยของประธานาธิบดีเกาหลีใต้ระบุเพิ่มเติมถึงลักษณะความเป็นกระบวนทัศน์ใหม่และความเป็น “เครื่องจักรแห่งการเติบโต” ซึ่งจะทำให้ได้ก็ต้องอาศัย “เทคโนโลยีสีเขียว” เข้ามาช่วย

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

## การเติบโตสีเขียว





## เศรษฐกิจสีเขียวกับการพัฒนาอย่างยั่งยืน

จะเห็นได้ว่า เศรษฐกิจสีเขียวเกี่ยวข้องกับ “การพัฒนาอย่างยั่งยืน (sustainable development)” อย่างใกล้ชิด เพราะสนับสนุนการอยู่ร่วมกันระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อมในระยะยาว มีระบบนิเวศที่ดีเหมาะกับการดำรงชีวิต โดยต้องอาศัยเทคโนโลยีใหม่ๆ ที่เรียกว่า “เทคโนโลยีสีเขียว” ร่วมกับกระบวนการบริหารจัดการที่ดี และต้องทำความเข้าใจให้ตรงกันว่า “การพัฒนาอย่างยั่งยืน” มีความหมายเช่นไรกันแน่ คำว่า การพัฒนาอย่างยั่งยืนมีนิยามหลายแบบ และมีความคล้ายคลึง แตกต่าง และซ้อนเหลื่อม ดังนี้

การพัฒนาอย่างยั่งยืน คือ การพัฒนาที่ตอบสนองความต้องการในปัจจุบัน แต่ไม่ไปส่งผลกระทบต่อความสามารถของคนในรุ่นอนาคตที่มีความต้องการเป็นของตัวเอง

(ที่มา : WCED (UN), 1987)

การพัฒนาอย่างยั่งยืน คือ โปรแกรมบูรณาการอย่างหลากหลาย (ด้านศิลปกรรม นวัตกรรมทางเทคนิค เศรษฐศาสตร์ กฎหมาย สังคม และการเมือง) เกี่ยวกับกิจกรรมมนุษย์ ที่สะท้อนให้เห็นถึงความรับผิดชอบต่อธรรมชาติ

(ที่มา : Pawlowski, 2006)

การพัฒนาอย่างยั่งยืน คือ การพัฒนาเพื่อตอบสนองความต้องการพื้นฐานของมนุษย์ทุกคน รวมทั้งอนุรักษ์ ปกป้อง และฟื้นฟูในด้านสุขภาพและบูรณาภาพ (integrity) ของระบบนิเวศของโลก โดยไม่ไปส่งผลกระทบต่อความสามารถของคนในรุ่นอนาคตที่มีความต้องการเป็นของตัวเอง และต้องไม่มากเกินไปกว่าขีดจำกัดความสามารถในระยะยาวของระบบนิเวศของโลก

(ที่มา : Stappen, R.K., 2008)



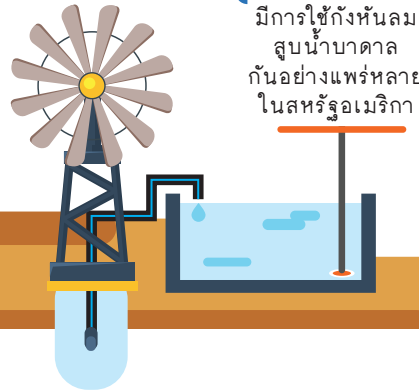
จะสังเกตได้ว่าทั้ง 3 นิยาม สะท้อนให้เห็นถึงความตระหนักในเรื่อง (1) ความรับผิดชอบต่อคนรุ่นหลัง (2) เกี่ยวข้องกับระบบนิเวศของโลกทั้งหมด และ (3) กิจกรรมของมนุษย์ที่เกี่ยวข้องมีความครอบคลุมและกว้างขวาง ทั้งด้านเศรษฐศาสตร์ กฎหมาย สังคม การเมือง ศิลปกรรม และด้านเทคนิค (หรือเทคโนโลยี)

ถึงตรงนี้ก็คงจะเห็นแล้วว่า “เศรษฐกิจสีเขียว” มีลักษณะสำคัญโดยรวมคือต้องสนับสนุนให้เกิด “การเติบโตสีเขียว” ได้ เป็นการสร้างระบบเศรษฐกิจแบบใหม่ที่ดีทั้งต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ซึ่งแน่นอนว่าจะไปถึงจุดที่เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนได้ จำเป็นจะต้องเกิด “เทคโนโลยีสีเขียว” จำนวนมาก



5,000 BC

ชาวอียิปต์โบราณ  
เล่นเรือใบด้วย  
พลังงานลม



ศตวรรษ  
19

มีการใช้กังหันลม  
สูบน้ำบาดาล  
กันอย่างแพร่หลาย  
ในสหรัฐอเมริกา

ศตวรรษ  
20

เริ่มมีการ  
ผลิตไฟฟ้าโดย  
ใช้พลังงานน้ำ  
ในฝรั่งเศส

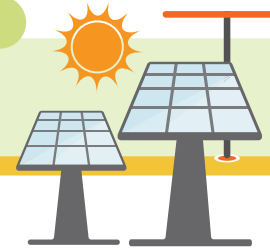
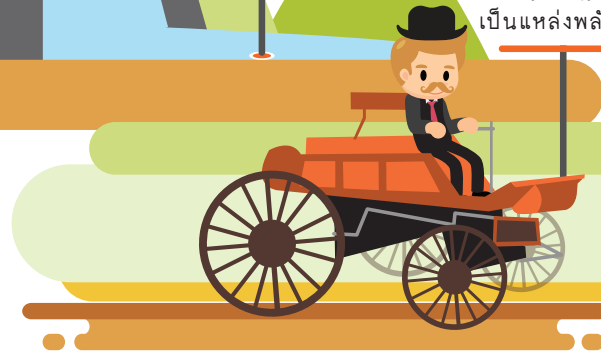
ศตวรรษ  
1900

Electrobat  
แท็กซี่ในเมือง  
แมนฮัตตัน  
ใช้พลังงานไฟฟ้า  
เป็นแหล่งพลังงาน



ศตวรรษ  
1940

เริ่มมีการใช้  
โซลาร์เซลล์  
สร้างพลังงานไฟฟ้า



## ประวัติย่อเทคโนโลยีสีเขียว

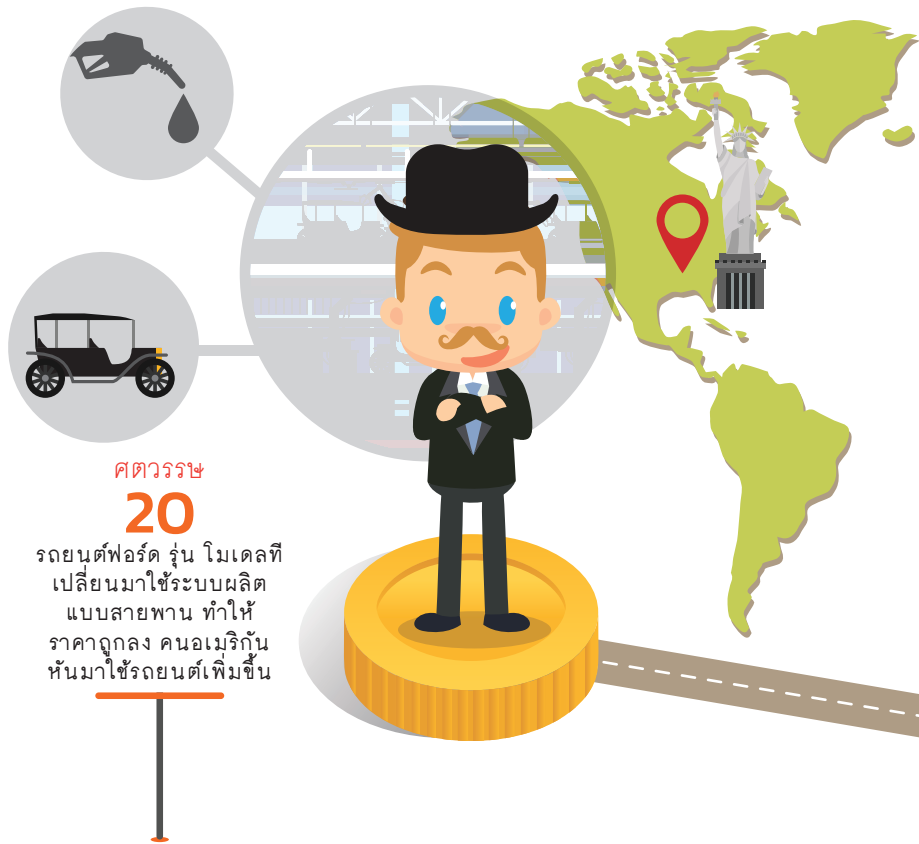
การพัฒนาเทคโนโลยีสีเขียวมีมาตั้งแต่ในอดีต มีหลักฐานการใช้เรือใบที่แล่นด้วยพลังงานลมในแม่น้ำไนล์ตั้งแต่เมื่อ 7,000 ปีที่แล้ว ส่วนน้ำบาดาลในสมัยก่อนก็อาศัยกังหันลมเป็นตัวชักน้ำขึ้นมาใช้ประโยชน์ และการผลิตไฟฟ้าโดยใช้พลังงานน้ำก็มีมาอย่างยาวนาน ในปี ค.ศ. 2015 ปริมาณไฟฟ้ารวมทั้งโลกที่ผลิตจากพลังงานน้ำมีถึง 16.6% คิดเป็น 70% ของพลังงานหมุนเวียน

เรื่องที่หลายคนอาจไม่เคยทราบคือ รถยนต์รุ่นแรกๆ นั้นใช้พลังงานจากไฟฟ้ารอดแท็กซี่ในเมืองแมนฮัตตันช่วงทศวรรษ 1900 ล้วนแล้วแต่เป็นรถยนต์ไฟฟ้า เรียกว่า อิเล็กโทรแบต (electrobat) ซึ่งน่าจะมาจาก electricity (ไฟฟ้า) + battery (แบตเตอรี่) รถยนต์แบบนี้วิ่งได้ครั้งละ 80-160 กิโลเมตร

แม้แต่เทคโนโลยีที่มาหลังสุดอย่างโซลาร์เซลล์ (solar cell) ก็มีการนำมาใช้สร้างพลังงานความร้อนสำหรับฮีตเตอร์ในรัฐแคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกา ตั้งแต่

ทศวรรษ 1940 และอันที่จริงแล้วพลังงานแบบนี้กลายเป็นพลังงานหลักในพื้นที่จนกระทั่งทศวรรษ 1970 ก่อนจะประสบปัญหาเรื่องการขยายขนาดจากความต้องการไฟฟ้าที่มากขึ้น จนทำให้ราคาต่อหน่วยสูงเกินกว่าผู้คนจะรับได้อีกต่อไป

เซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ หรือ โซลาร์เซลล์ (solar cell) คือ อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรงผ่านปรากฏการณ์โฟโตโวลตาอิก (photovoltaic effect) ซึ่งแสงที่ถูกเซลล์ดังกล่าวดูดกลืนไว้จะไปทำให้อิเล็กตรอนหรือตัวเคลื่อนย้ายประจุอื่นๆ เปลี่ยนสถานะพลังงานไปเป็นแบบถูกกระตุ้น (excited state) และเกิดการเคลื่อนที่จนเกิดเป็นกระแสไฟฟ้าในที่สุด โซลาร์เซลล์จึงมีอีกชื่อหนึ่งว่า โฟโตโวลตาอิกเซลล์ (photovoltaic cell)



ศตวรรษ  
**20**

รถยนต์ฟอร์ด รุ่น โมเดลที  
เปลี่ยนมาใช้ระบบผลิต  
แบบสายพาน ทำให้  
ราคาถูกลง คนอเมริกัน  
หันมาใช้รถยนต์เพิ่มขึ้น

การเสื่อมความนิยมในวงกว้างของพลังงานหมุนเวียนเป็นเรื่องของประวัติศาสตร์ที่  
เกิดความประจวบเหมาะกันหลายประการ เช่น การผลิตรถยนต์ฟอร์ด (ที่ใช้ น้ำมัน)  
รุ่น โมเดลที (Model T) ที่วางตลาดในช่วงปี ค.ศ. 1908-1927 เปลี่ยนมาใช้ระบบ  
ผลิตแบบสายพาน ทำให้บริษัทผู้ผลิตรถยนต์คู่แข่งไม่อาจสู้ราคาได้ จากเดิมที่  
รถยนต์เคยเป็นของหรูสำหรับเศรษฐีเท่านั้น ก็เปลี่ยนมาเป็นของที่คนชั้นกลาง  
สามารถหาซื้อได้ และกลายเป็นปัจจัยที่ 5 ของคนอเมริกัน เพราะช่วยอำนวยความสะดวก  
สะดวกในการเดินทางในประเทศที่มีขนาดใหญ่โต ประกอบกับทางรถไฟก็ยังไม่ได้  
ขยายตัวครอบคลุมทั่วประเทศ



ศตวรรษ  
**20**

มีการค้นพบ  
แหล่งพลังงานฟอสซิล  
หลายแห่งในแถบ  
ตะวันออกกลาง

ปัจจัยร่วมอีกประการหนึ่งก็คือ การค้นพบแหล่งพลังงานฟอสซิลเพิ่มขึ้นอย่างมากมาย  
ในเวลารวดเร็ว ไม่ว่าจะเป็นหลุมก๊าซธรรมชาติขนาดใหญ่หรือหลุมขุดน้ำมันดิบขนาด  
ยักษ์ โดยเฉพาะในแถบตะวันออกกลาง จนทำให้มีการพัฒนาเทคโนโลยีการค้นหา  
และขุดเจาะกันขนานใหญ่ และทำให้ราคาน้ำมันดิบโลกมีราคาถูกลง จนเป็นปัจจัย  
ส่งเสริมให้คนต้องการมีรถยนต์ส่วนตัว เมื่อผนวกเข้ากับการรวมตัวกันของประเทศ  
ผู้ส่งออกน้ำมันหรือ OPEC (Organization of the Petroleum Exporting Countries)  
จึงนำไปสู่การเพิ่มราคาน้ำมันขึ้นเรื่อยๆ จนเกิดวิกฤตราคาน้ำมันในช่วงทศวรรษ  
1970 ในที่สุด

# เทคโนโลยีสีเขียวในปัจจุบัน

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

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



## การคมนาคมขนส่ง

การขนส่งผู้โดยสาร รถยนต์ใช้น้ำมันเบนซิน และดีเซล, รถยนต์ไฟฟ้า, รถไฟไฟฟ้า, เครื่องบิน ฯลฯ การขนส่งสินค้า รถบรรทุกขนาดใหญ่และกลุ่, รถไฟดีเซลราง, เรือบรรทุกน้ำมันดิบ

## อุตสาหกรรม

การผลิตทองแดง เตาถลุงแบบ shaft furnace, เตาถลุงแบบ outokumpu flash smelting co-generation gas turbine, natural gas-fired

## การก่อสร้างอาคาร

การส่องสว่าง หลอดไฟ ฟลูออเรสเซนต์, หลอดไฟ LED ฯลฯ

การสร้างฉนวนกันความร้อนและดูดซับเสียง ซิลิกาแอโรเจล, กลาสวูล ฯลฯ

การจัดการพลังงานตามอุปสงค์ ระบบจัดการพลังงานในอาคาร

เทคโนโลยีสารสนเทศ (ICT) คอมพิวเตอร์, สมาร์ทโฟน, พลาสมาทีวี ฯลฯ

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



## ความซับซ้อนของปัญหาขยะอิเล็กทรอนิกส์

เพื่อให้เห็นความซับซ้อนของปัญหามลพิษและโอกาสที่จะนำเอาเทคโนโลยีสีเขียวแบบต่างๆ มาใช้ จะขอยกกรณีศึกษาเกี่ยวกับ “ขยะอิเล็กทรอนิกส์” ขึ้นมาพิจารณาเป็นตัวอย่าง หากดูข้อมูลประมาณการต้นทุนของโทรศัพท์มือถือไอโฟน 5 ของบริษัทแอปเปิลแล้ว จากต้นทุนการผลิตรวมทั้งหมดรวม 226 เหรียญสหรัฐนั้น กลับมีค่าใช้จ่ายการในกระบวนการผลิต (production) เพียงแค่ 8 เหรียญสหรัฐเท่านั้น ทั้งนี้บริษัทเพกะทรอน (Pegatron) โรงงานที่รับผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ให้กับบริษัทแอปเปิลในจีน ถูกกล่าวหาว่า มีการบังคับให้คนงานทำงานเกินเวลาอันควร เช่น 12 ชั่วโมงต่อวันติดกัน 18 วันรวด และหากง่วงเหงาหาวนอนก็จะถูกบังคับให้ทำงานนอกเวลา หากไม่มาทำงานก็จะถูกไล่ออก รวมทั้งบังคับให้มีการทดสอบการตั้งครกไว้ในลูกจ้างหญิง (ที่มีอยู่ราว 85-90%) เพื่อป้องกันการลาหยุดจากการตั้งครก ทั้งหมดที่กล่าวมานี้ แสดงให้เห็นว่า การจัดการเทคโนโลยีมีความสำคัญไม่แพ้กับตัวเทคโนโลยีเอง

### ประมาณค่าใช้จ่ายที่เป็นต้นทุนการผลิตของเครื่องไอโฟน 5

ระบบความจำ (flash memory & RAM)	20.85 USD	แบตเตอรี่	4.50 USD
จอ (display & touchscreen)	44.00 USD	power management	8.50 USD
หน่วยประมวลผล	17.50 USD	ส่วนกลไก	33.00 USD
เซนเซอร์	6.50 USD	สีบห่อ	7.00 USD
กล่อง	18.00 USD	การผลิต	8.00 USD
cellular radio	34.00 USD	ค่าใบอนุญาต (Licensing fee)	20.00 USD
wireless radio	5.00 USD		

**รวม 226.85 USD**

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



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

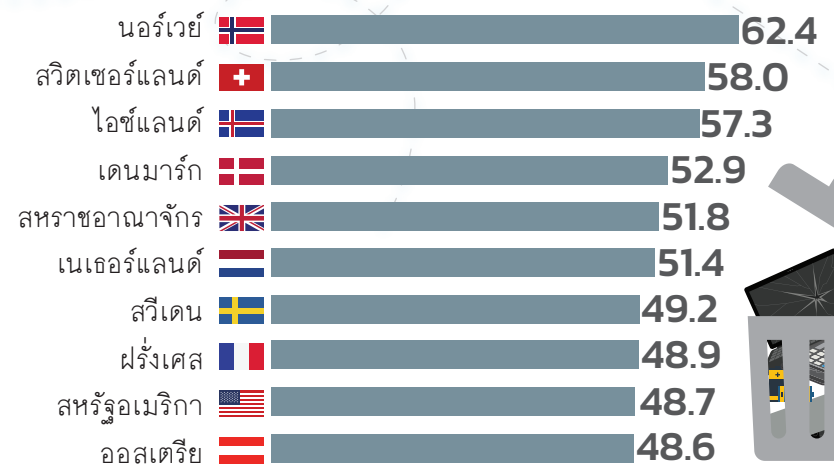
ในขณะที่โลหะหนักในขยะอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งมีปริมาณมากและมีพิษสูง เช่น ตะกั่ว ถือเป็นปัญหาใหญ่ที่จะส่งผลในระยะยาวต่อสุขภาพของคน โดยจะเป็นพิษต่อระบบประสาท ทำให้ปวดข้อต่อในผู้ใหญ่ ตะกั่วปริมาณมากอาจจะทำลายสมองและทำให้เกิดโรคโลหิตจางในเด็ก



แผนทางการเดินทางของขยะอิเล็กทรอนิกส์แสดงให้เห็นว่า ขยะจำพวกนี้มาจากทั่วโลก แต่ส่วนใหญ่มักออกมาจากประเทศพัฒนาแล้วในทวีปยุโรปและทวีปอเมริกาเหนือ โดยสามประเทศแรกที่ผลิตขยะอิเล็กทรอนิกส์มากที่สุดเมื่อเทียบกับรายได้ต่อหัวประชากร ในปี ค.ศ. 2014 คือ นอร์เวย์ สวิตเซอร์แลนด์ และไอซ์แลนด์ ตามลำดับ มีประเทศจีนและอินเดียเป็นประเทศผู้รับหลัก ดังนั้นการพัฒนาเทคโนโลยีสีเขียวที่จะช่วยตรวจติดตามและตรวจสอบย้อนกลับแหล่งที่มาของขยะอิเล็กทรอนิกส์ รวมทั้งแจ้งเตือนประเทศต่างๆ ที่อาจเป็นเป้าหมายจึงมีความสำคัญ แต่ ณ ปัจจุบันก็ยังไม่มีการพัฒนาเทคโนโลยีดังกล่าวอย่างจริงจัง

**ประเทศที่ผลิตขยะอิเล็กทรอนิกส์มากที่สุด  
เมื่อเทียบกับรายได้ต่อหัวประชากร ในปี ค.ศ. 2014**

(ปอนด์ต่อคน)





อีกปัญหาหนึ่งของปัญหาขยะอิเล็กทรอนิกส์คือมีเปอร์เซ็นต์การรีไซเคิลต่ำ แม้ว่า จะมีการปรับปรุงจนดีขึ้นบ้างแล้วก็ตาม 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**



ปริมาณขยะ  
อิเล็กทรอนิกส์

**ค.ศ. 2013**



การรีไซเคิลขยะ  
อิเล็กทรอนิกส์



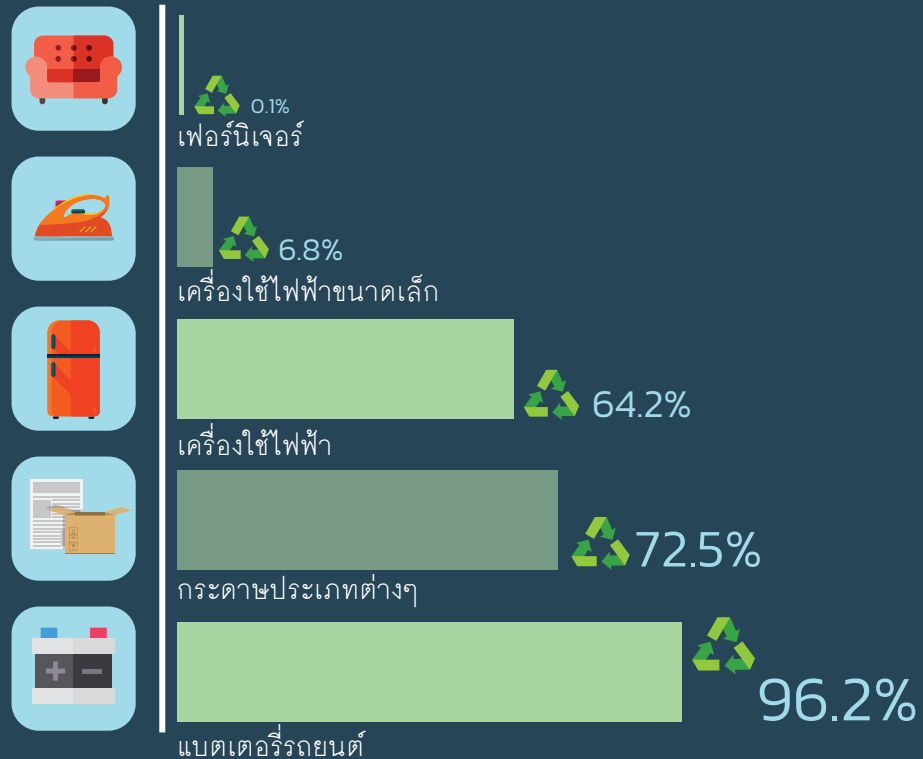
เมื่อพิจารณาลงในรายละเอียดเกี่ยวกับชนิดของขยะอิเล็กทรอนิกส์และความสามารถในการรีไซเคิลพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด เช่น คอมพิวเตอร์มีส่วนประกอบที่นำไปรีไซเคิลได้มากที่สุดถึง 40% ขณะที่โทรศัพท์มือถือกลับรีไซเคิลได้เพียง 11% ใกล้เคียงกับคีย์บอร์ดและเมาส์ซึ่งมีชิ้นส่วนรีไซเคิลได้เพียง 10%

ในขณะที่การพัฒนาเทคโนโลยีในการแยก คัดเลือก และเก็บส่วนที่ยังนำมาใช้ประโยชน์ได้จากขยะอิเล็กทรอนิกส์โดยไม่ต้องอาศัยแรงงานมนุษย์ยังจำกัด การเลือกชนิดวัสดุและส่วนประกอบของเครื่องเพื่อนำมาใช้สร้างสิ่งต่างๆ ถือเป็นอีกแนวทางหนึ่งสำหรับเทคโนโลยีสีเขียวที่จะช่วยโลกได้



หากเทียบกับเครื่องใช้ไม้สอยที่พบได้บ่อยในชีวิตประจำวันจะพบว่า เครื่องใช้ไฟฟ้าขนาดเล็กและเฟอร์นิเจอร์ติดอยู่ในกลุ่มสิ่งที่มีคาร์บอนไดออกไซด์น้อยที่สุด (อยู่ที่ 6.8% กับ 0.1% ตามลำดับ) ขณะที่เครื่องใช้ไฟฟ้าสำคัญๆ กระดาษประเภทต่างๆ และแบตเตอรี่รถยนต์อยู่กลุ่มข้าวของที่รีไซเคิลสูงสุด (ที่ 64.2%, 72.5% และ 96.2% ตามลำดับ) แต่ยังไม่แน่ว่า เฟอร์นิเจอร์คาร์บอนไดออกไซด์ที่ใช้นั้นอาจเป็นเพราะผู้ใช้งานสามารถกำจัดแบตเตอรี่ที่ใช้งานแล้วผ่านร้านซ่อมรถยนต์ได้เลย ซึ่งในหลายประเทศก็มีกฎหมายควบคุมอย่างเข้มงวด ดังนั้นสิ่งที่ควรทำคู่ขนานไปกับเทคโนโลยีสีเขียวคือ การบังคับใช้กฎหมายที่เกี่ยวข้องอย่างเหมาะสม

### อัตราการรีไซเคิลผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวันในสหรัฐอเมริกา



เมื่อเร็วๆ นี้ ปัญหาเรื่อง “เกาะขยะพลาสติก” ในทะเลกลายเป็นประเด็นสำคัญที่พูดถึงกันทั่วโลก การพัฒนาวัสดุที่ย่อยสลายง่ายแต่ยังมีประสิทธิภาพเหมาะสมกับการนำมาใช้งานทดแทนพลาสติกสังเคราะห์ก็เป็นอีกหมวดของเทคโนโลยีสีเขียวที่สำคัญมาก

**ต้องใช้เวลาเนิ่นนานเท่าไรกว่าที่ขยะในทะเลเหล่านี้จะย่อยสลาย**

- กล่องเครื่องดื่ม: 3 เดือน
- กล่องกระดาษลูกฟูก: 2 เดือน
- แกนแอปเปิล: 2 เดือน
- ถุงพลาสติก: 10-20 ปี
- ฟันทูม: 60 ปี
- หนังสือพิมพ์: 6 สัปดาห์
- ไม้อัด: 1-3 ปี
- ผ้าอ้อมสำเร็จรูป: 450 ปี
- กระดาษทิชชู: 2-4 สัปดาห์
- กันบูห์: 1-6 ปี
- ถุงเท้าขนสัตว์: 1-5 ปี
- ขวดพลาสติก: 450 ปี
- สายพลาสติกแพ็กกระป๋องแบบย่อยสลายได้: 6 เดือน
- กระป๋องอลูมิเนียม: 200 ปี
- แก้วโฟม: 60 ปี
- สายเบ็ดตกปลา: 600 ปี
- ขวดแก้ว: 1,000 ปี
- กระป๋องดินเผา: 60 ปี
- สายพลาสติกแพ็กกระป๋อง: 400 ปี
- ผ้าฝ้าย: 2-6 เดือน

(ที่มา : United States Environmental Protection Agency)

(ที่มา : National Oceanic and Atmospheric Administration)





## ประเทศไทยกับเศรษฐกิจสีเขียว

ประเทศไทยในฐานะประเทศกำลังพัฒนาที่พยายามเติบโตขึ้นเหนือ “กับดักรายได้ปานกลาง” คงจะต้องหาจุดสมดุลระหว่างการเติบโตทางเศรษฐกิจกับการพัฒนาอย่างยั่งยืนที่เน้นคุณภาพชีวิตของผู้คนและสภาพสิ่งแวดล้อมที่ดี การจะเป็นเช่นนั้นได้จำเป็นต้องมีเทคโนโลยีสีเขียวรูปแบบต่างๆ มารองรับ

เศรษฐกิจสีเขียวจึงน่าจะเหมาะกับประเทศไทยที่มีรากฐานการพัฒนาดังเดิมเป็นแบบเกษตรกรรม การเพาะปลูกโดยพึ่งพาเทคโนโลยีที่เหมาะสม ลดการใช้สารเคมีมากเกินไปจนความจำเป็น มุ่งใช้ความรู้เชิงลึกเกี่ยวกับพืชและสัตว์ผ่านการศึกษาค้นคว้าอย่างเหมาะสม น่าจะช่วยให้ประเทศไทยสามารถพึ่งพาตนเอง มีผลผลิตมากเพียงพอเลี้ยงปากท้องคนในชาติและเหลือส่งออกได้อีกด้วย

เศรษฐกิจสีเขียวยังสอดคล้องและสนับสนุนเศรษฐกิจชีวภาพ (bioeconomy) ที่อาศัยความหลากหลายของทรัพยากรชีวภาพที่เป็นจุดแข็งของประเทศ และเศรษฐกิจหมุนเวียน (circular economy) ที่เน้นการนำทรัพยากรมาใช้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ทั้งหมดนี้จะนำไปสู่การลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (carbon footprint) หรือลดการปล่อยก๊าซที่มีคาร์บอนเป็นส่วนประกอบออกสู่บรรยากาศ ซึ่งจะช่วยลดผลกระทบการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกเป็นอย่างมาก





คาร์บอนฟุตพริ้นต์ (carbon footprint) คือ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากผลิตภัณฑ์แต่ละหน่วยตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ เริ่มต้นตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ การขนส่ง การประกอบชิ้นส่วน การใช้งาน จนกระทั่งถึงการจัดการซากผลิตภัณฑ์หลังการใช้งาน โดยทำการคำนวณออกมาในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (equivalent carbon dioxide หรือ  $CO_2e$  หรือ  $CO_2eq$ ) ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์

นอกจากนี้ หากนำระบบปัญญาประดิษฐ์และหุ่นยนต์อันเป็นส่วนหนึ่งของเศรษฐกิจอัจฉริยะ (intelligent economy) มาสนับสนุนก็เหมาะสมอย่างยิ่งกับประเทศไทยที่กำลังก้าวเข้าสู่การเป็นประเทศผู้สูงวัย ซึ่งนำไปสู่ระบบเศรษฐกิจแบบใหม่ที่เรียกว่าเศรษฐกิจผู้สูงวัย (silver economy) ที่พึ่งพาการใช้จ่ายและการทำงานของผู้สูงอายุที่มีสัดส่วนมากกว่ากลุ่มอายุอื่น

เทคโนโลยีที่กล่าวมาทั้งหมดข้างต้นไม่เพียงแต่เหมาะสมกับประเทศไทยเท่านั้น ยังเหมาะสมกับโลกในทุกวันนี้ที่ประสบปัญหาสิ่งแวดล้อมรุนแรงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการเกิดมลพิษต่างๆ อีกด้วย



## อนาคตอันใกล้กับเศรษฐกิจสีเขียว

เศรษฐกิจสีเขียวเกิดจากความตระหนักในอิทธิพลของกิจกรรมต่างๆ  
ที่มนุษย์ทำ ซึ่งส่งผลต่อธรรมชาติรอบตัว

แต่ยังเชื่อว่าความรู้ของมนุษย์ในปัจจุบันจะสามารถหาทางออก  
ที่ทำให้เศรษฐกิจยังคงเติบโตต่อไปได้

โดยส่งผลกระทบต่อด้านลบกับระบบนิเวศรอบตัวน้อยลง หรือ  
แม้แต่จะทำให้สิ่งแวดล้อมดีขึ้นด้วยซ้ำไป

หากทำได้ดังนั้นก็จะทำให้การพัฒนาเป็นแบบยั่งยืนได้  
แม้ว่ามีประวัติศาสตร์ของพัฒนาการในด้านนี้

อาจนับย้อนกลับไปได้เป็นหลายร้อยหรือหลายพันปี แต่ด้วย  
เทคโนโลยีสมัยใหม่ก็ทำให้ประสิทธิภาพดีขึ้นมาก

ปัญหาอุปนิสัยการใช้แล้วทิ้ง ไม่เน้นซ่อมแซม โดยเฉพาะอุปกรณ์  
อิเล็กทรอนิกส์อย่างโทรศัพท์ติดตามตัวและแท็บเล็ต

เป็นตัวอย่างของปัญหาที่ชัดเจนที่สุดแบบหนึ่ง และต้องการ  
ทั้งการเปลี่ยนแนวคิด ค่านิยม อุปนิสัย และกฎหมาย

สำหรับประเทศไทย เศรษฐกิจสีเขียวเกื้อหนุนและไปด้วยกันได้  
กับเศรษฐกิจชีวภาพและเศรษฐกิจหมุนเวียนเป็นอย่างดี

โดยเศรษฐกิจอัจฉริยะจะเป็นตัวช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของระบบโดยรวม

# เอกสารอ้างอิง

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.

## บรรณารักษ์อำนวยการ

นายปฐม สวรรค์ปัญญาเลิศ

รองปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

## กองบรรณารักษ์บริหารชุดหนังสือวิทยาศาสตร์เพื่อประชาชน Science & Technology Book Series

นางกรรณิการ์ เฉิน

องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ

นางกุลประภา นาวานุเคราะห์

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

ดร.นำชัย ชีววิวรรณ

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

นายจุมพล เหมะศิริรินทร์

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

นายประสิทธิ์ บุบผาพรรณ

สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ

นางสาวยุพิน พุ่มไม้

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

ดร.สุภรา กมลพัฒนะ

องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ

ดร.วิจิตรา สุริยกุล ณ อยุธยา

องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ

## คณะทำงาน

นายปฐม สวรรค์ปัญญาเลิศ

รองปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นางสาวภัทริยา ไชยมน

สำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นางจินตนา บุญเสน

สำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นางสาวอัจฉราพร บุญญพิน

สำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นางวลัยพร ร่มรื่น

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

นางสาวนุชชรีย์ สัจจา

สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

นางสาวยุพิน พุ่มไม้

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

นางสาววรรณรัตน์ วุฒิสาร

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

นางทัศน นาคสมบูรณ์

องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ

นางชลภัสร์ มีสมวัฒน์

องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ

นางกุลประภา นาวานุเคราะห์

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

นางจุฬารัตน์ นิ่มนวล

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

นายประสิทธิ์ บุบผาพรรณ

สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ

นางสาววรรณพร เจริญรัตน์

สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ

นายสรทัศน์ หลวงจอก

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)

นายจักรี พรหมบริสุทธิ์

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)

นางสาวปณิธา รื่นบันเทิง

สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

นางสาวศศิพันธุ์ ไตรทาน

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)

นายเนต แซงเงิน

สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน)

นายศุภฤกษ์ คฤหานนท์

สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

นายกฤษกร รอดช้างเผื่อน

สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (องค์การมหาชน)

นางสาวศรีนภัสร์ สีลาเสาวภาคย์

ศูนย์ความเป็นเลิศด้านชีววิทยาศาสตร์ (องค์การมหาชน)