

เทคโนโลยีสีเขียว (Green Technology)



ทวี เวชพฤติ
วิศวกร เครื่องกล
ที่ปรึกษามาคม ACAT
B.O.G. ASHRAE

1. บทนำ

ในยุคนี้ถ้าไม่กล่าวถึงเรื่องของ “กรีน (Green)” นั้นจะไม่ทันสมัย มีทั้งวารสาร บทความ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องทางเทคโนโลยี (Technology) และสิ่งแวดล้อม (Environment) รวมทั้งพฤติกรรมของมนุษย์ในการดำรงชีวิตอยู่ในโลกใบนี้ซึ่งมีผลกระทบทางตรงและทางอ้อม พุดง่ายๆคือมนุษย์เราได้กระทำการต่าง ๆ ให้โลกใบนี้มีแต่ความสกปรก มลพิษเกิดจากน้ำมือของมนุษย์กระทำขึ้นทั้งนั้น รวมทั้งสถานะของโลกโดยธรรมชาติได้มีการเปลี่ยนแปลงไปตามอายุขัยของมัน จากสาเหตุดังกล่าวมนุษย์ซึ่งถือว่ามีสติปัญญาชนิดของสัตว์โลกที่อาศัยอยู่ในโลกใบนี้จะต้องป้องกัน ความคุม กำจัด และดูแลให้เกิดความสมดุลของธรรมชาติ (Balance of Nature) บทความนี้ผู้เขียนได้รวบรวมองค์ความรู้โดยสังเขปมาแล้วสู่กันฟัง ซึ่งผู้ที่สนใจที่จะเจาะลึกในหัวข้อต่าง ๆ ก็สามารถค้นคว้าหารายละเอียดต่อไปได้

2. ความหมายต่าง ๆ

เทคโนโลยีสภาวะแวดล้อม (Environmental Technology, คำย่อ envirotech) หรือ เทคโนโลยีสีเขียว (Green Technology คำย่อ greentech) หรือ เทคโนโลยีสะอาด (Cleantech) เป็นการประยุกต์ขององค์ความรู้ อย่างเดียวหรือหลายอย่างของวิทยาศาสตร์ของสิ่งแวดล้อม (Environmental Science), ทางเคมีสีเขียว (Green Chemistry) การควบคุมสภาวะแวดล้อม (Environmental Monitoring), การใช้อุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ในการควบคุม, การใช้รูปแบบการจำลองและการอนุรักษ์สภาวะแวดล้อมของธรรมชาติและแหล่งทรัพยากรต่าง ๆ รวมทั้งเพื่อควบคุมผลกระทบในทางลบต่อดำรงชีวิตของมนุษย์ในเรื่องของพลังงาน หมายถึงการได้มาถึงแหล่งพลังงานที่ยั่งยืน เช่น เทคโนโลยีของเซลล์แสงอาทิตย์ (Photovoltaic, PV) พลังงานจากกังหันลม (Wind Turbines) ฯลฯ เป็นต้น

ปรากฏการณ์เรือนกระจก (Greenhouse Effect) เป็นปรากฏการณ์ที่โลกมีอุณหภูมิสูงขึ้นเนื่องจากพลังงานแสงอาทิตย์ในช่วงความยาวคลื่นอินฟราเรด (Infrared) กลับนั้นจะถูกดูดกลืนโดยโมเลกุลของไอน้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีเทน (CH_4) สาร ซี.เอฟ.ซี (CFC's) และไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ในบรรยากาศซึ่งทำให้โมเลกุลเหล่านี้มีพลังงานสูงขึ้น มีการถ่ายเทพลังงานซึ่งกันและกันทำให้อุณหภูมิในชั้นบรรยากาศสูงขึ้น ภาวะโลกร้อน (Global Warning) เกิดจากสารประกอบของก๊าซต่าง ๆ ที่มีอยู่ในชั้นบรรยากาศดูดซับแสงอินฟราเรดและกักเก็บรังสีความร้อนจากหรือ การที่อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกเพิ่มขึ้นจากภาวะเรือนกระจก

ก๊าซเรือนกระจก

(Greenhouse Gases, GHGs):

คือ ก๊าซใดๆที่ดูดกลืนคลื่นความร้อนหรือรังสี Infrared (IR) ได้ดีแต่ GHGs ที่เกิดจากกิจกรรมมนุษย์ และควบคุมโดยพิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol) เมื่อปี 1997 มี 6 ชนิด ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2), มีเทน (CH_4), ไนตรัสออกไซด์ (N_2O), ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs), เพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs), ซัลเฟอร์เฮกซาฟลูออไรด์ (SF_6) Kyoto Protocol (พิธีสารเกียวโต) เป็นข้อผูกพันทางกฎหมายที่ดำเนินการเพื่อ **ควบคุมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 6 ชนิด** ดังกล่าวมาแล้วข้างต้น สำหรับ HFCs, PFCs และ SF_6 บางที่เราวมเรียกว่า F-gas

3. ความหมายของเทคโนโลยีสีเขียวคืออะไร

ความหมายของเทคโนโลยีสีเขียวคืออะไรนั้นมีหัวข้อที่จะต้องพิจารณาดังนี้

- Knowledge-based products and services
- Optimize natural resource use
- Improve efficiency and increase profitability
- Minimize environmental impact
- High levels of IT, profit and productivity driven, rapid growth markets

4. ความหมายของงานวิศวกรรมสีเขียว

(Definition of Green Engineering)

มีดังนี้

จากของ Abraham, M., 2004, Environ. Prog. 23 (4), p. 266.

“The design, commercialization, and use of processes and products, which are feasible and economical while minimizing (1) generation of pollution at the source and (2) risk to human health and the environment.”

5. ความหมายของความยั่งยืนและกองทุนถาวร

(Definition of Sustainability)

จากของ Brundtland Commission, 1987, United Nations

“Providing for human needs without compromising the ability of future generations to meet their needs.”

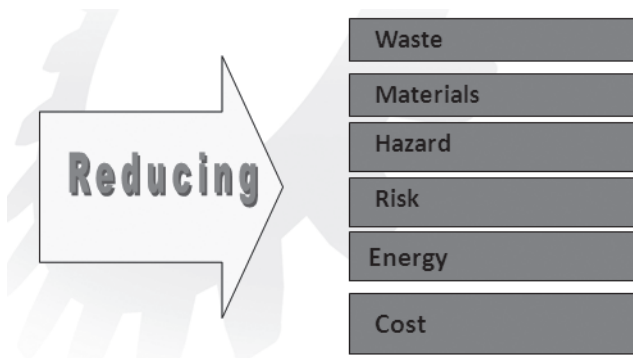
6. ขอบเขตบทความนี้จะกล่าวถึงเทคโนโลยีสีเขียว (Green Technology) มี 7 หัวข้อ ดังนี้

- Green Chemistry
- Green Energy
- Green Building (LEED)
- Green IT
- Green Vehicles
- Green Label
- Carbon Footprint (CF)

7. ความหมายของคำว่า “เคมีสีเขียว” (Definition of Green Chemistry) มีดังนี้

“The design of chemical products and processes that are more environmentally benign and reduce negative impacts to human health and the environment.”

เคมีสีเขียวจะเกี่ยวข้องกับ (Green Chemistry is about)



The major uses of GREEN CHEMISTRY

- Energy
- Global Change
- Resource Depletion
- Food Supply
- Toxics in the Environment

Energy

พลังงานที่เราใช้กันมากมายมหาศาลกันในโลกลี้จะเป็น พลังงานที่ไม่หมุนเวียน (non-renewable sources) ซึ่งจะทำให้เกิดมลภาวะที่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมและมนุษย์ เช่น จะเกิดผลร้ายต่าง ๆ ดังนี้

- เกิด Carbon dioxide
- เกิด Depletion of Ozone layer
- เกิด Effects of mining, drilling, etc
- เกิด Toxics

Green Chemistry will be essential in

- developing the alternatives for energy generation (photovoltaics, hydrogen, fuel cells, biobased fuels, etc.)
- continue the path toward energy efficiency with catalysis and product design at the forefront.

การเกิดการเปลี่ยนแปลงของโลก (Global Change)

- Concerns for climate change, oceanic temperature, stratospheric chemistry and global distillation can be addressed through the development and implementation of green chemistry technologies.

ทำให้เกิดการสูญเสีย และหมดไปของทรัพยากรธรรมชาติ (Resource Depletion)

- Due to the over utilization of non-renewable resources, natural resources are being depleted at an unsustainable rate.
 - Fossil fuels are a central issue.
 - Renewable resources can be made increasingly viable technologically and economically through green chemistry.
- Biomass
 - Nanoscience & technology
 - Solar
 - Carbon dioxide
 - Chitin (ไคติน : เปลือก กระดองของสัตว์)
 - Waste utilization

วงจรของอาหารของมนุษย์ (Food Supply)

- While current food levels are sufficient, distribution is inadequate
- Agricultural methods are unsustainable
- Future food production intensity is needed.
- Green chemistry can address many food supply issues
 - Green chemistry is developing:
 - Pesticides which only affect target organisms and degrade to innocuous by-products.
 - Fertilizers and fertilizer adjuvants that are designed to minimize usage while maximizing effectiveness.
 - Methods of using agricultural wastes for beneficial and profitable uses.

การเกิดสิ่งเป็นพิษต่อสภาวะแวดล้อม (Toxics in the Environment)

- Substances that are toxic to humans, the biosphere and all that sustains it, are currently still being released at a cost of life, health and sustainability.
- One of green chemistry's greatest strengths is the ability to design for reduced hazard.

8. อาคารเขียว (Green Building)

คำจำกัดความอาคารเขียว (Defining Green Buildings) ของ USGBC — US Green Building Council มีดังนี้

- Design and construction practices that significantly reduce, or eliminate the negative impact of buildings on the environment and its occupants with regard to site planning; safeguarding water use and water use efficiency; promoting energy efficiency and renewable energy; conserving materials and resources; and promoting indoor environmental quality.”

(US Green Building Council : USGBC)

ความหมายของการออกแบบของอาคารเขียว (What is “Green” Design?)

Design and construction practices that significantly reduce or eliminate the negative impact of buildings on the environment and occupants in 5 broad areas:

- ✦ Sustainable site planning
- ✦ Safeguarding water and water efficiency
- ✦ Energy efficiency and renewable energy
- ✦ Conservation of materials and resources
- ✦ Indoor environmental quality

Green Building and Sustainable Architecture

- What is Sustainability?
- Sustainable Design
- Principles of Sustainability in Architecture
- Sustainable Building Life Cycle
- Pre-Building Phase
- Building Phase
- Post-Building Phase
- Preservation of Natural Conditions
- Human Comforts
- Types of Green and Sustainable Buildings
- Sustainable Remodeling

ความหมายของความยั่งยืนและคงอยู่ถาวร (What is Sustainability?)

Sustainability - Meeting the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs.

การออกแบบโดยหลักการของความยั่งยืน (Sustainable Design)

Reduces the negative impact on the environment and human health, thus improving the performance during a building's life cycle. Careful consideration is given to water, energy, building materials, and solid waste.

หลักการการออกแบบทางสถาปัตยกรรมโดยยึดหลักการของความยั่งยืน (Principles of Sustainability in Architecture)

Economy of Resources - Reduce, recycle, and reuse natural resources

- Life Cycle Design - Structured methodology for the building process
- Humane Design - Harmony between humans and nature

การออกแบบอาคารโดยยึดหลักวงจรอายุการใช้งานแบบยั่งยืน (Sustainable Building Life Cycle)

ก่อนการก่อสร้าง (Pre-Building) : Site selection, building design, and building material processes, up to but not including installation.

อาคารที่สร้าง (Building) :

Construction and operation processes reduce the environmental impact of resource consumption. Long-term health effects of the building environment on its occupants are considered

Post-Building : Old materials become resources for other buildings or waste to be returned to nature. The sustainable design strategy focuses on reducing construction waste by recycling and reusing packaging and excess material.

การรักษาหรือการคงสภาพไว้ให้เหมือนเดิมของธรรมชาติ (Preservation of Natural Conditions)

An architect should minimize the impact of a building on its local ecosystem (e.g., existing topography, plants, and wildlife).

ความสบายของคน (Human Comforts)

A building's design should enhance the work and home environments. This can improve productivity, reduce stress, and positively affect health and well being.

ชนิดต่างๆ ของอาคารเขียวและเน้นความยั่งยืน (Types of Green and Sustainable Buildings)

- Homes
- Schools
- Commercial and public buildings
- Laboratories
- Health care facilities

การปรับปรุงอาคารเก่าด้วยการทำและเปลี่ยนแปลงใหม่ (Sustainable Remodeling)

Existing buildings can remodel and install improved mechanical components and update operating systems to make a building green.

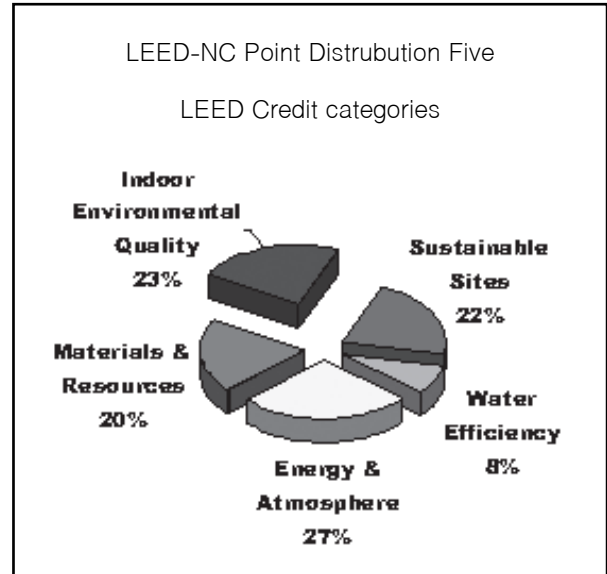


เหตุผลที่ทำไมต้องสร้างเกณฑ์ LEED ขึ้นมา (Why Was LEED® Created?)

- Use as a design guideline
- Recognize leaders
- Stimulate green competition
- Establish market value with recognizable national “brand”
- Raise consumer awareness
- Transform the marketplace!

ผลที่ได้รับจากการสร้างเกณฑ์ LEED ขึ้นมา (Why Was LEED® Created?)

- Facilitate positive results for the environment, occupant health and financial return
- Define “green” by providing a standard for measurement
- Prevent “greenwashing” (false or exaggerated claims)
- Promote whole-building, integrated design processes



หมายเหตุ : LEED ได้แบ่งออกเป็นระดับต่าง ๆ ดังนี้ Certified, Silver, Gold และ Platinum

9. ความหมายของไอ.ที. สีเขียว (Green IT)

ทางด้าน Green Information Technology (Green IT) มีหัวข้อต่างๆที่จะต้องพิจารณา เช่น การบริหารจัดการในการดำเนินการผลิต พลังงานที่ใช้ในการผลิต การนำวัสดุขี้เถ้าที่ได้จากผลผลิตที่ใช้แล้วนำกลับมาใช้อีก ฯลฯ เป็นต้น ดังรายละเอียดข้างล่างนี้



Virtualization

- ▶ The process of running two or more logical computer systems on one set of hardware.




Virtualization

- ▶ Virtualization helps a company / enterprise lower power and cooling consumption, by reducing the number of machines and servers it needs.
- ▶ Virtualization platforms can run across hundreds of interconnected physical computers and storage devices, to create an entire virtual infrastructure.



16

Power Management

- ▶ Energy Star 4.0 compliant PCs
 Now 80% power efficiency
 Next 90% efficiency by 2010
- ▶ Energy Star 4.0 compliant servers
 Now 85% power efficiency
 Next 92% efficiency by 2010



Caution : Screen savers do not save energy !

17

Power Management

- ▶ Power Supply
- ▶ Storage
- ▶ Display



18

Material Recycling

- ▶ HR233, the U.S. National Computer Recycling Act
- ▶ e-Waste handling



19

Telecommuting

- ▶ Teleconferencing and telepresence technology



20

Multiple Benefits

- ▶ Baht savings
- ▶ Elimination of utility shortfall
- ▶ Capital improvements
- ▶ Maintenance savings
- ▶ Better, safer lighting
- ▶ Improved temperature control and comfort

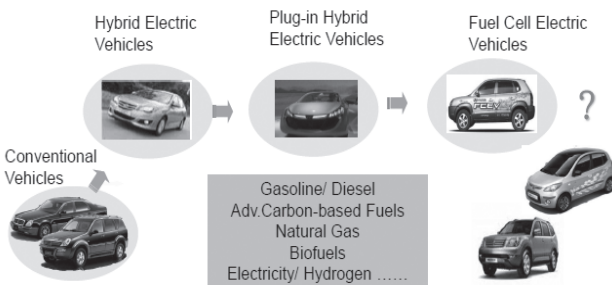


23

10. เกี่ยวกับยานพาหนะสีเขียว (Green Vehicles)

มลพิษ (CO₂, CO) ที่เกิดจากการสันดาปของเครื่องยนต์ของรถยนต์ทำให้เป็นพิษต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม เราจึงต้องนำเรื่องของกรีน (Green) มาเกี่ยวข้อง จะเห็นว่า Green Vehicles ต้องดำเนินการอย่างไร

Progress trend of vehicles
 - Global market changing by environmental regulation & environment-friendly technology policy



Development of core parts
 - Development of key original technology
 - Improvement performance of components

ITEM	Contents	Target('11 → '15)
Motor	Design technology for minimization	Efficiency(%) 85 → 92
HVAC	Improvement of performance of Heat Ventilation Air Condition	Loss(%) 30 → 10
Battery	Improvement of performance of travel range per single charge & Cost down	Single Charge distance(km) 140 → 200
Charger	Shortening of charge time	Boosting (slow) 25 → 20 Charging(min) (6h) → (3)

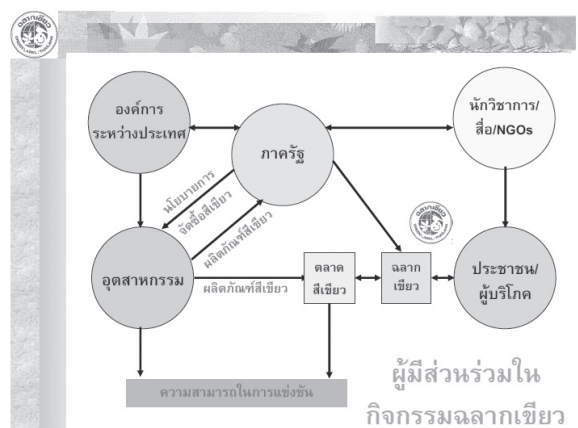
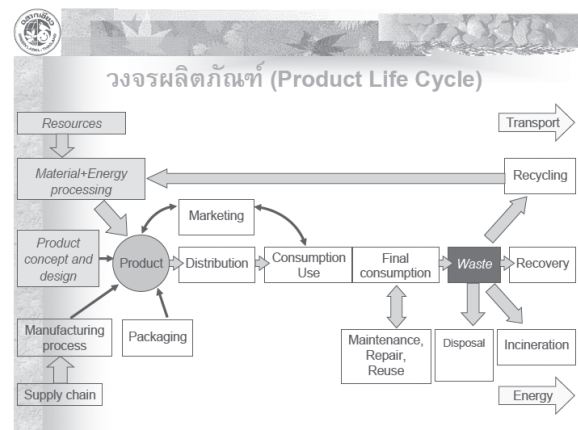
Development of core parts
 - Development of key original technology
 - Improvement of efficiency of components

ITEM	Contents	Target('11 → '15)
Chassis	Minimization weight of chassis & body, optimization design	Weight(%) 100 → 80
Transmission Sys	Improvement efficiency of HEV transmission system	Efficiency(%) 81 → 87
Stack	Localization of FCEV stack	Localization(%)60→100
Commot rail	Localization of CDV key component	Localization(%)75→100

11. ฉลากเขียว (Green Label = Eco Label)

ความหมายของ “ฉลากเขียว” คือ ฉลากที่ให้กับผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่า เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ทำหน้าที่อย่างเดียวกัน

ข้อดีของการมีฉลากเขียวติดอยู่บนผลิตภัณฑ์ คือ ใช้เป็นเครื่องหมายให้กับผู้บริโภคทราบว่าผลิตภัณฑ์นั้นเห็นคุณค่าทางสิ่งแวดล้อม ผู้บริโภคจะได้เลือกซื้อถูกต้องตามวัตถุประสงค์ ในส่วนผู้ผลิตหรือผู้จัดจำหน่ายจะได้รับผลประโยชน์ในแง่กำไรเนื่องจากการบริโภคผลิตภัณฑ์เหล่านั้นมากขึ้น ผลักดันให้ผู้ผลิตรายอื่นๆ ต้องแข่งขันกันปรับปรุงคุณภาพของสินค้าหรือบริการของตนในด้านเทคโนโลยี โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็นสำคัญ ทั้งนี้เพื่อให้เกิดการยอมรับของประชาชน และส่งผลตอบแทนทางเศรษฐกิจแก่ผู้ผลิตเองในระยะยาว ฉลากเขียวจึงเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ช่วยป้องกันรักษาธรรมชาติผ่านทาง การผลิตและการบริโภคของประชาชน





ควรใช้คาร์บอนฟุตพริ้นท์ กับผลิตภัณฑ์ชนิดใด?

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ นอกจากจะสามารถใช้ได้กับการผลิตสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ ยังสามารถทำการประเมินได้ ในลักษณะการให้บริการ และระดับองค์กรอีกด้วย ซึ่งการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ทั้ง 3 ระดับนี้มีวัตถุประสงค์ต่างกัน

1. ระดับผลิตภัณฑ์ เป็นการใช้อัตราคาร์บอนฟุตพริ้นท์สื่อสารโดยตรงกับผู้บริโภค โดยแสดงไว้บนฉลากผลิตภัณฑ์ มีการใช้ในหลายประเทศ เช่น เกาหลี ญี่ปุ่น อังกฤษ

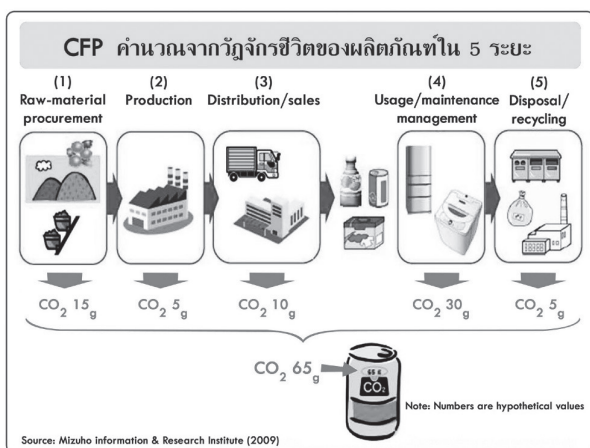
2. ระดับการให้บริการ เช่น ในบางสายการบินเริ่มมีการประกาศคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของตัวเอง เพื่อให้ผู้โดยสารสามารถเปรียบเทียบผลกระทบที่เกิดจากการเดินทางของตน

3. ระดับองค์กร โดยองค์กรอาจคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของตน แล้วจัดพิมพ์ลงในรายงานประจำปี (Annual Report) หรือรายงานสิ่งแวดล้อมขององค์กร เพื่อเป็นการส่งเสริมภาพลักษณ์ขององค์กรในการมีส่วนร่วมช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

12. คาร์บอนฟุตพริ้นท์

(Carbon Footprint : CF)

จากความหมายของ ปริมาณก๊าซเรือนกระจก (GHG) ที่ปล่อยออกมาจากผลิตภัณฑ์แต่ละหน่วยตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (LCA : Life Cycle Assessment) ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ การขนส่ง การประกอบชิ้นส่วน การใช้งาน และการจัดการซากผลิตภัณฑ์หลังการใช้งาน โดยคำนวณออกมาในรูปคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า



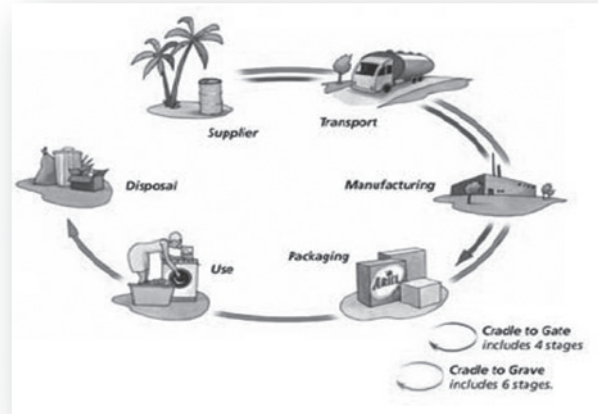
Carbon Footprint (CF) แม้ว่าจะเป็นการ

สมัครใจ แต่ก็มีแนวโน้มจะกลายเป็นมาตรฐานใหม่ที่ส่งผลต่อการค้าอย่างแน่นอน การแข่งขันในตลาดจึงไม่ได้ขึ้นอยู่กับรูปแบบของสินค้า การบริการ ราคา และคุณภาพ เพียงเท่านั้น สินค้าหรือบริการใดที่มีความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น จะเป็นการช่วยสร้างจุดขายที่เหนือกว่าคู่แข่งอื่นอีกด้วย ข้อมูลคาร์บอนฟุตพริ้นท์ จึงเป็นข้อมูลที่มีส่วนสำคัญที่เราควรให้ความสนใจเพิ่มมากขึ้น หากจะเลือกซื้อสินค้าในครั้งต่อไปก็อย่าพิจารณาเพียงแค่ว่า คุณภาพและราคาเท่านั้น เราควรพิจารณาว่าสินค้านั้นมีฉลากคาร์บอนฟุตพริ้นท์แสดงอยู่หรือไม่ การเลือกซื้อสินค้าหรือบริการที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อย จึงถือได้ว่าพวกเราทุกคนได้เข้ามามีส่วนร่วมแสดงความใส่ใจในการแก้ไขปัญหาภาวะโลกร้อน



ประเภทของคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon Footprint)

1. คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมนุษย์
2. คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ (Carbon Footprint of Products)
3. คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (Carbon Footprint of Organizations)



1. คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมนุษย์

เป็นคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่เกี่ยวกับกิจกรรมชีวิตประจำวัน การเดินทาง การรับประทานอาหาร การใช้ชีวิตทั้งที่บ้านและที่ทำงาน ค่าเฉลี่ยของประเทศไทยมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอยู่ที่ 5.3-5.5 ตันคาร์บอน/

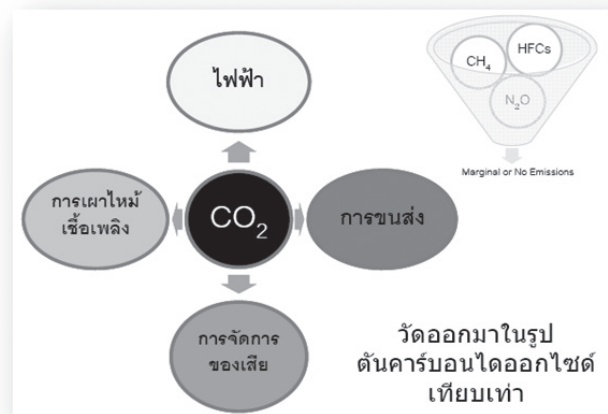


2. คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ (Carbon Footprint of Products)

เป็นการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากผลิตภัณฑ์แต่ละหน่วยตลอดวัฏจักรชีวิต ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ การขนส่ง การประกอบชิ้นส่วน การใช้ จนถึงการจัดการซากผลิตภัณฑ์หลังใช้งาน โดยคำนวณออกมาในรูปของน้ำหนักคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ($\text{CO}_{2\text{eq}}$)

3. คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (Carbon Footprint of Organizations)

เป็นปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากกิจกรรมต่างๆ ขององค์กร

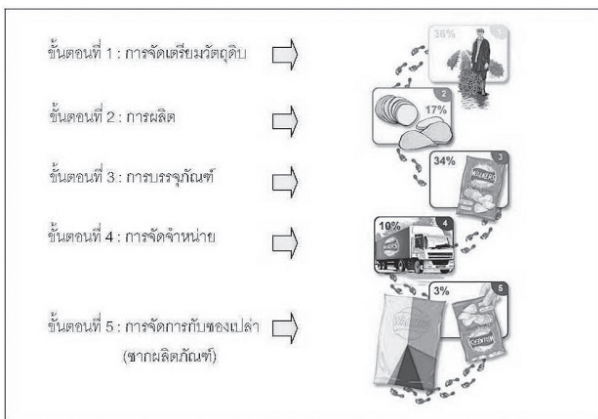


ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ได้จากการวัดหรือการคำนวณหาปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้น ทั้งหมดในหน่วยกิโลกรัมหรือตัน ของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (KgCO_2 equivalent หรือ tonCO_2 equivalent) การวัดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ จะต้องทำการพิจารณาจากกิจกรรม 2 ส่วนหลัก คือ

1. การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทางตรง (Primary Footprint) เป็นการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตสินค้านั้น ๆ โดยตรง เช่น การใช้พลังงานเชื้อเพลิงฟอสซิลในกระบวนการผลิตและการขนส่งทั้งโดยรถบรรทุกทางเรือ และทางอากาศ

2. การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทางอ้อม

(Secondary Footprint) เป็นการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการใช้สินค้าตลอดจนการจัดการซากสินค้าหลังการใช้งาน ดังตัวอย่างแสดงค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดกรอบจากบริษัท Walkers Snacks ซึ่งพบว่ามีจำนวนคาร์บอนฟุตพริ้นท์ 80 กรัม โดยในแต่ละขั้นตอนมีจำนวนคาร์บอนฟุตพริ้นท์แสดงดังภาพ



13. สรุป

สรุปแล้วเทคโนโลยีสีเขียว (Green Technology) ที่ได้กล่าวมาข้างต้นนี้ มิได้เป็นคำตอบทั้งหมดในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นได้ทั้งหมด แต่จะเป็นแนวทางพื้นฐานที่สำคัญเพื่อป้องกันมิให้เกิดมลพิษอย่างมากมายแก่มนุษยในโลกนี้

ผู้เขียนบทความขอขอบคุณหน่วยงาน องค์กรต่างๆ รวมทั้ง Website ต่างๆ และผู้ทรงคุณวุฒิ นักวิชาการ คณาจารย์ ที่ผู้เขียนได้อ้างอิงมาใช้ในการเขียนบทความนี้ ด้วยวัตถุประสงค์เพื่อนำไปเผยแพร่เป็นประโยชน์ส่วนรวมต่อไป และผู้เขียนหวังว่าจะเป็นประโยชน์ที่ผู้อ่านจะได้ไปศึกษาหาความรู้รายละเอียดอย่างลึกซึ้งต่อไป

อ้างอิง

1. รศ. ทวี เวชพฤติ “เอกสารประกอบการสอนวิชาแก่นวิศวกรรม (Engineering Essential) หัวข้อเทคโนโลยีสีเขียว” นิสิตชั้นปีที่ 2 คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปี พ.ศ. 2555
2. Website ต่าง ๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ เช่น www.USGBC.org เป็นต้น
3. Thai Green Label, Thailand