Your partner
in progress

การประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ (LCA) กับการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ยั่งยืน

(ECO Design)

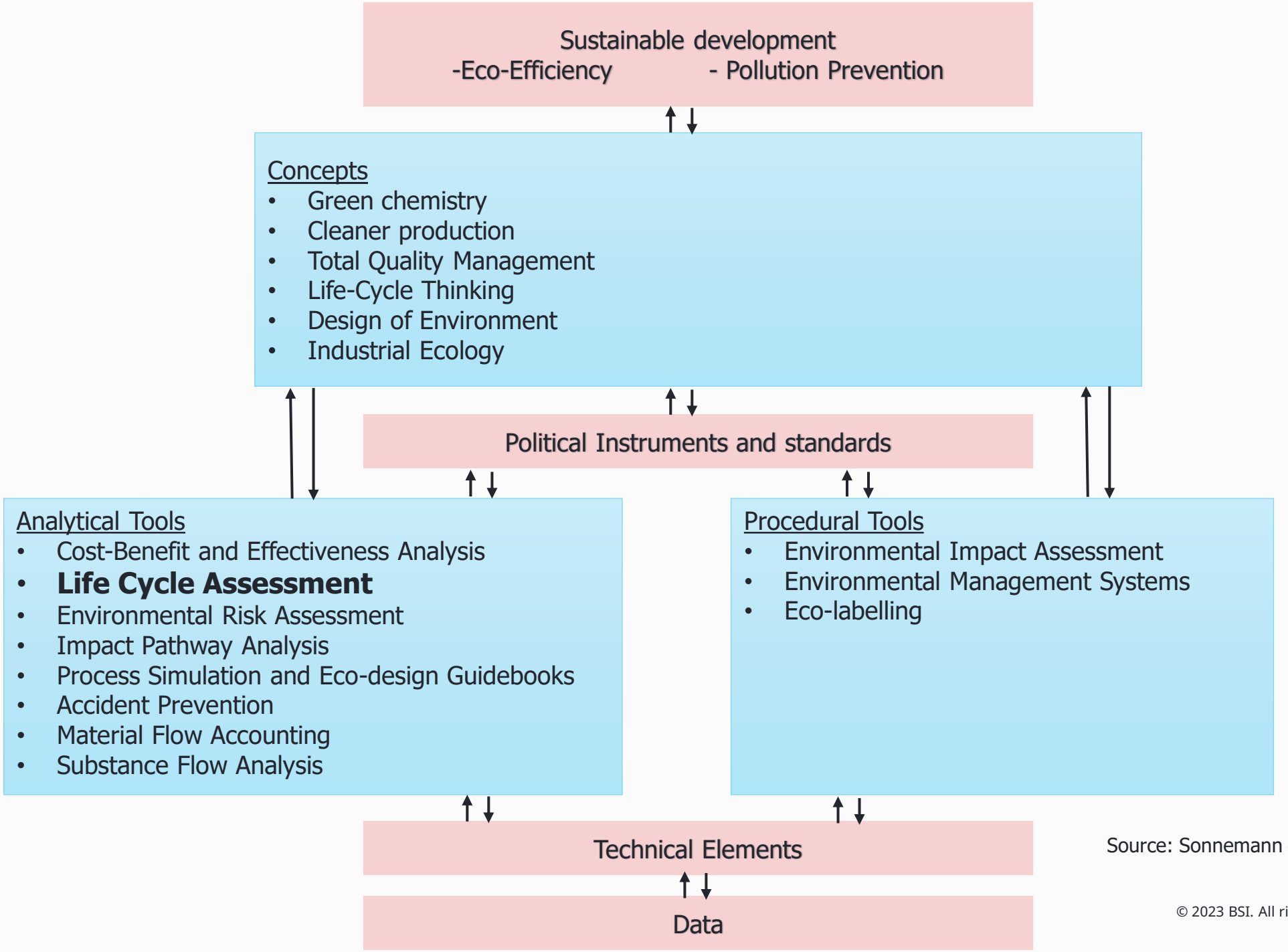
BSI Thailand

Sustainability – Sustainable Development

- **"Development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs" (World Commission on Environment and Development, 1987)**

Source: https://emeraldbe.com/sustainable-development-important/

© 2023 BSI. All rights reserved.



Source: Sonnemann et al. 2004.

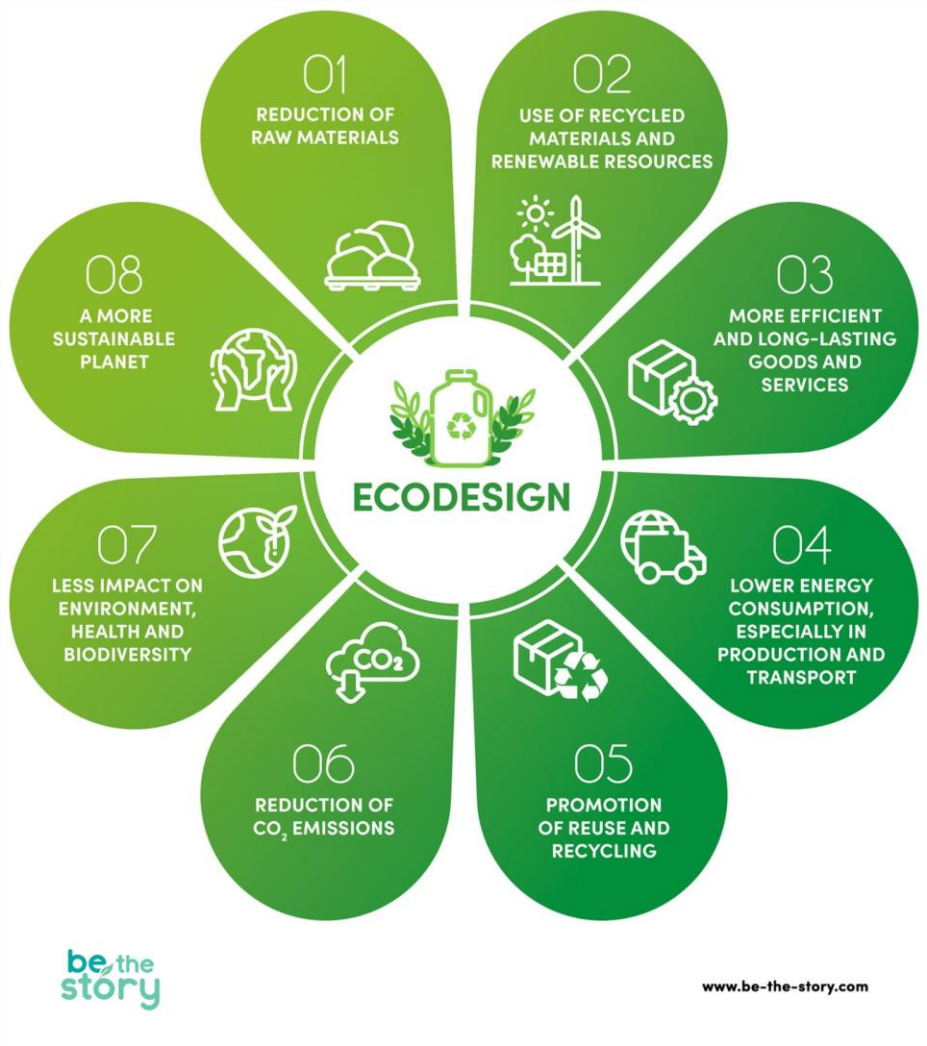
© 2023 BSI. All rights reserved.

ISO 14006: Ecodesign Management Systems

ISO 14006: Environmental management systems – Guidelines for incorporating ecodesign

Helps organizations systematically integrate environmental considerations into product design and development, improving environmental performance across the product life cycle.

- Reducing environmental impact from the product design phase.
- Aligning with ISO 14001 (Environmental Management System).
- Supporting innovation by minimizing resource consumption, emissions, and waste.

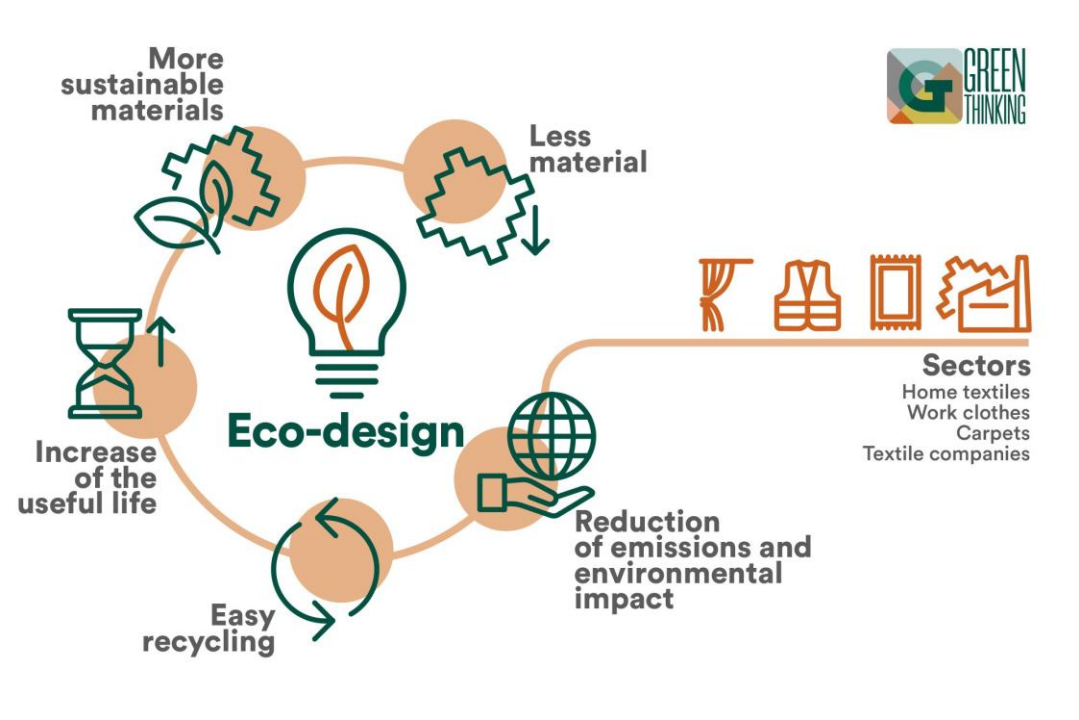


© 2023 BSI. All rights reserved.

ISO 14006: Ecodesign Management Systems

In addition to ISO 14006, the following related standards also support ecodesign principles:

ISO 14040 series: Life Cycle Assessment (LCA) standards – for assessing environmental impacts.
ISO 14001: Environmental management systems – provides the framework within which ecodesign can be embedded.
ISO 14067: Carbon footprint of products – relates to climate impacts of product design.



GREEN THINKING - A STUDY OF THE APPLICABILITY OF ECODESIGN IN THE TEXTILE INDUSTRY - Aitex

These standards help organizations ensure their products are environmentally friendly from conception to disposal or recycling.

© 2023 BSI. All rights reserved.

Introduction to Life Cycle Assessment (LCA)

การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิต

Which way are the best for Environment?

Which decision are the best ones?

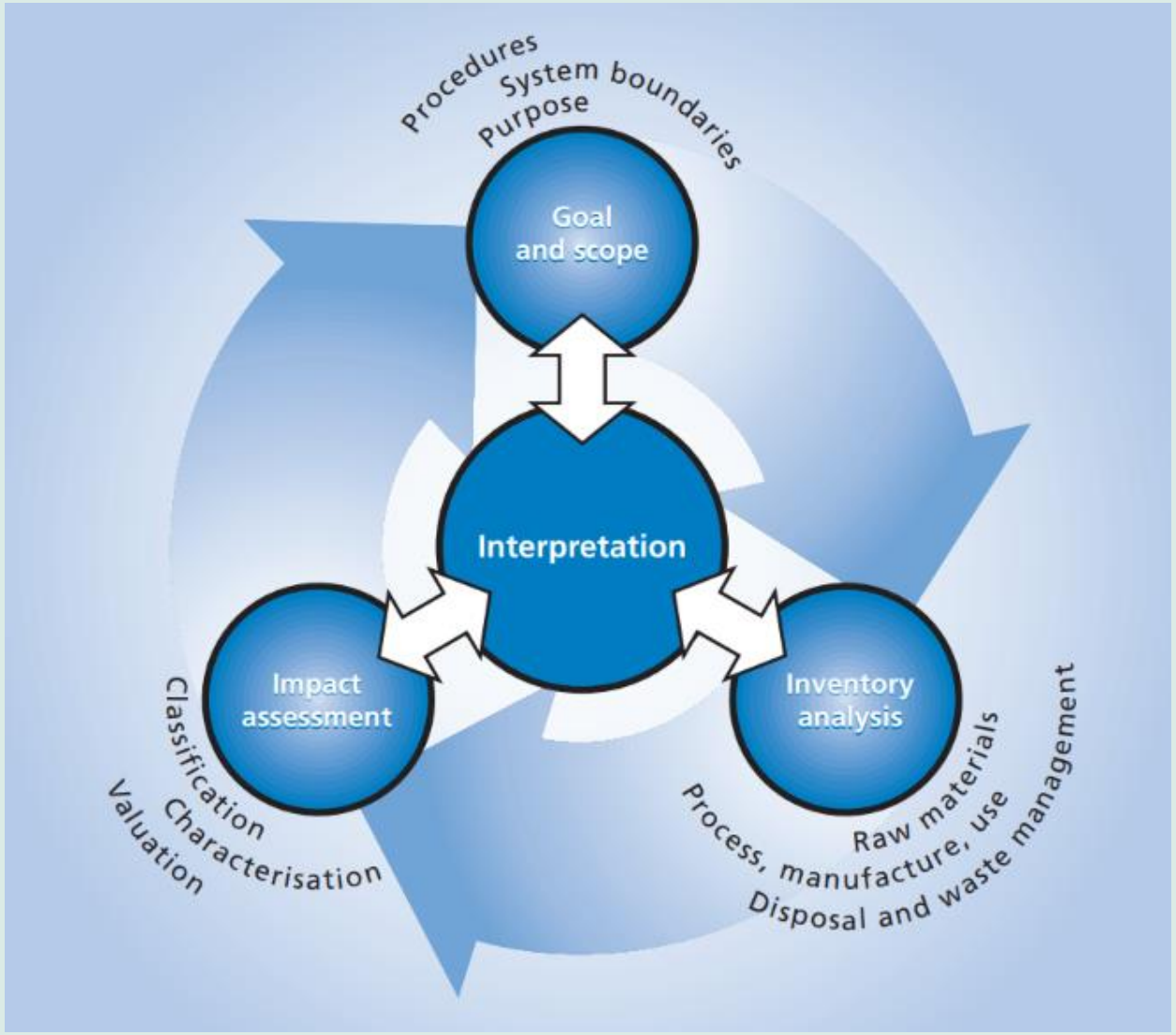
How can they be translated from environmental concepts into implementation?

© 2023 BSI. All rights reserved.

What is Life Cycle Assessment (LCA) ?

- **LCA ของผลิตภัณฑ์คือการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นตลอดวงจรชีวิต ตั้งแต่แหล่งการได้มาของวัตถุดิบจนกระทั่งการกำจัดซาก**

Source: http://www.solidworks.com/sustainability/design



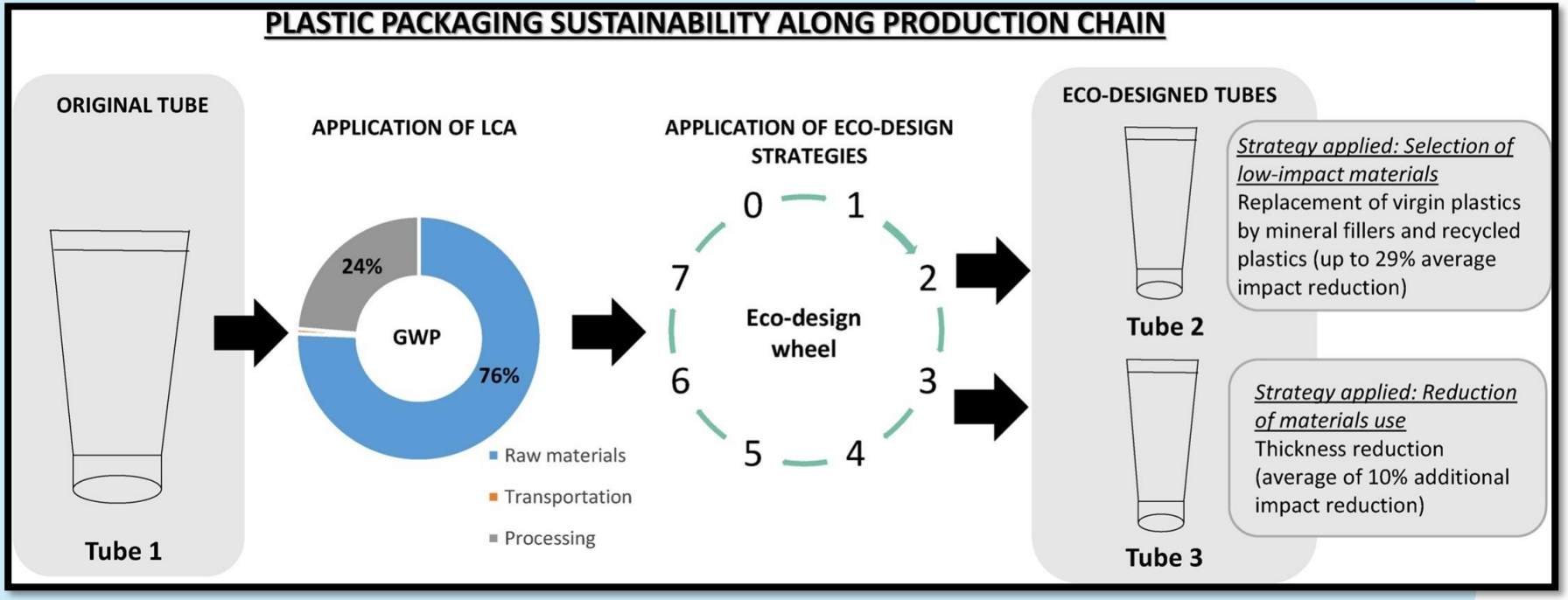
Source: Environmental Life-cycle Assessment (Chapter 16, De Smet, B. et al), McGraw-Hill, 1996, ISBN 0-070-15063-X.

© 2023 BSI. All rights reserved.

Life Cycle Assessment for Eco-design

การประเมินวัฏจักรชีวิต (LCA) เป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับการออกแบบ Ecodesign เนื่องจากเป็นการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์หรือบริการอย่างละเอียดและเป็นระบบตลอดวัฏจักรชีวิตทั้งหมด ตั้งแต่การสกัดวัตถุดิบ การผลิต การใช้งาน และการกำจัดซากผลิตภัณฑ์ โดยระบุและวัดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในแต่ละขั้นตอน

- ผู้ออกแบบและผู้ผลิตสามารถตัดสินใจอย่างครอบคลุม
- การเลือกใช้วัสดุที่ยั่งยืนมากขึ้น
- การปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงาน
- การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตเพื่อลดของเสียและการปล่อยมลพิษ
- การออกแบบเพื่อการใช้ซ้ำหรือรีไซเคิล



Source: Civancik-Uslu, D., Puig, R., Voigt, S., Walter, D., & Fullana-i-Palmer, P. (2019). Improving the production chain with LCA and eco-design: application to cosmetic packaging. Resources, Conservation and Recycling, 151, 104475.

© 2023 BSI. All rights reserved.

5 ขั้นตอนของการประยุกต์ LCA สำหรับ ecodesign

- การระบุผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
- การตัดสินใจโดยอิงตามข้อมูล
- นวัตกรรมการออกแบบ
- การสื่อสารที่โปร่งใส
- การปฏิบัติตามข้อกำหนดและข้อได้เปรียบทางการแข่งขัน

Source from
https://www.foodmatters.com/article/dirty-secrets-of-the-food-processing-industry

The benefit of LCA in ecodesign

ประโยชน์

- การวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมอย่างครอบคลุม
  - ระบุ ‘hotspot’ ของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
  - หลีกเลี่ยงการย้ายภาระทางสิ่งแวดล้อม (Avoid shifting burdens)
- การตัดสินใจและการเลือกวัสดุที่ดีขึ้น
- ปรับปรุงประสิทธิภาพผลิตภัณฑ์
- การปฏิบัติตามมาตรฐานและข้อบังคับด้านสิ่งแวดล้อม
  - EU Ecodesign directive
  - Carbon footprint labels
- การปฏิบัติตามมาตรฐานและข้อบังคับด้านสิ่งแวดล้อม
- นวัตกรรมและการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง
- การอนุรักษ์ทรัพยากรและแนวทางเศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy)

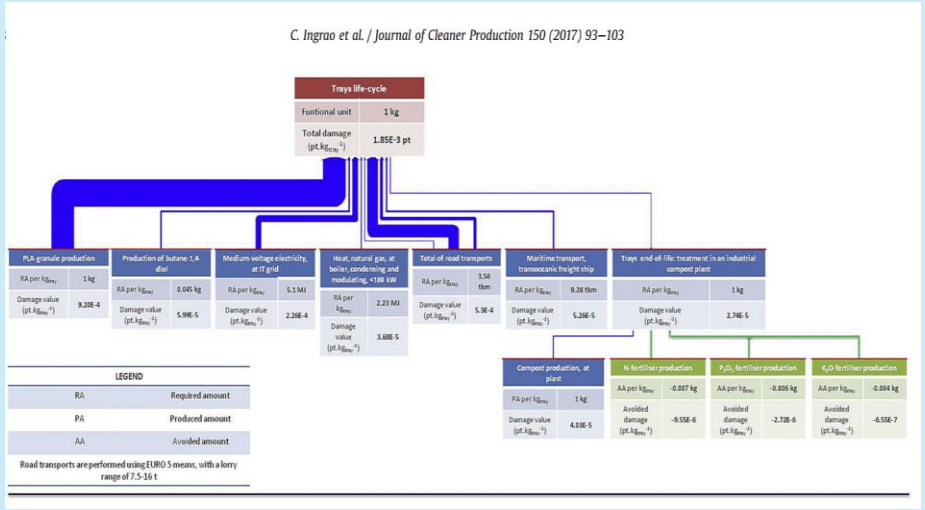
Step 1: Goal and Scope definition

การตั้งเป้าหมายและขอบเขตการประเมิน (Goal and Scope definition)

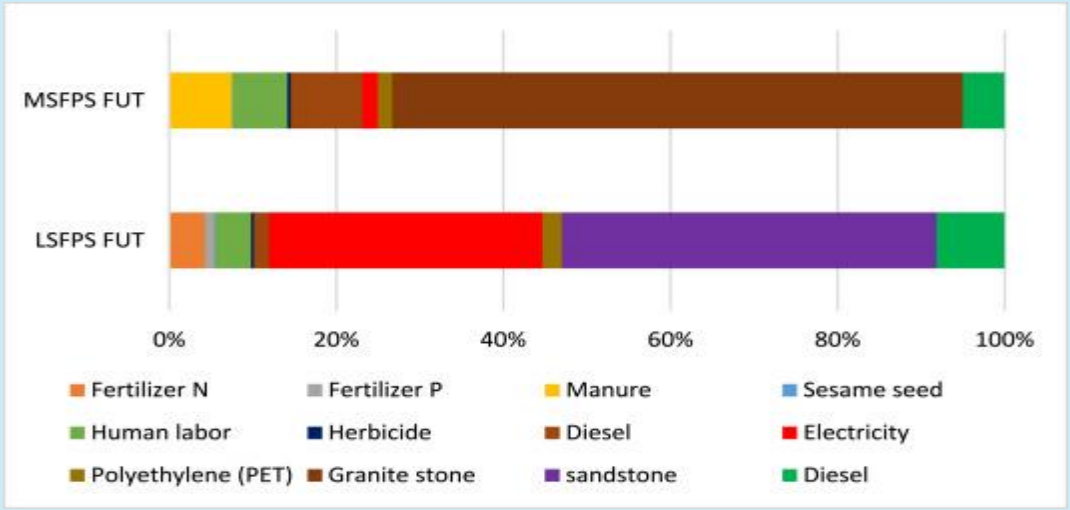
Purpose of the LCA study

เป้าหมายที่ LCA ได้รับการพัฒนา – ควรกำหนดไว้อย่างชัดเจนตั้งแต่เริ่มต้น เนื่องจากมีอิทธิพลอย่างมากต่อขั้นตอนต่อไป

การบ่งชี้ envi hotspot เพื่อเป็นแนวทางการปรับปรุงในอนาคต



การเปรียบเทียบผลกระทบสิ่งแวดล้อมระหว่างผลิตภัณฑ์เพื่อใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจ



© 2023 BSI. All rights reserved.

การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตการประเมิน

กำหนดวัตถุประสงค์ของการศึกษา

- ให้เหตุผล ทำไมเราถึงต้องการประเมิน LCA เช่น ประเมินเพื่อต้องการเปรียบเทียบผลกระทบระหว่างผลิตภัณฑ์ หรือประเมินเพื่อบ่งชี้ Envi Hotspot ของวงจรชีวิต หรือกระบวนการผลิต

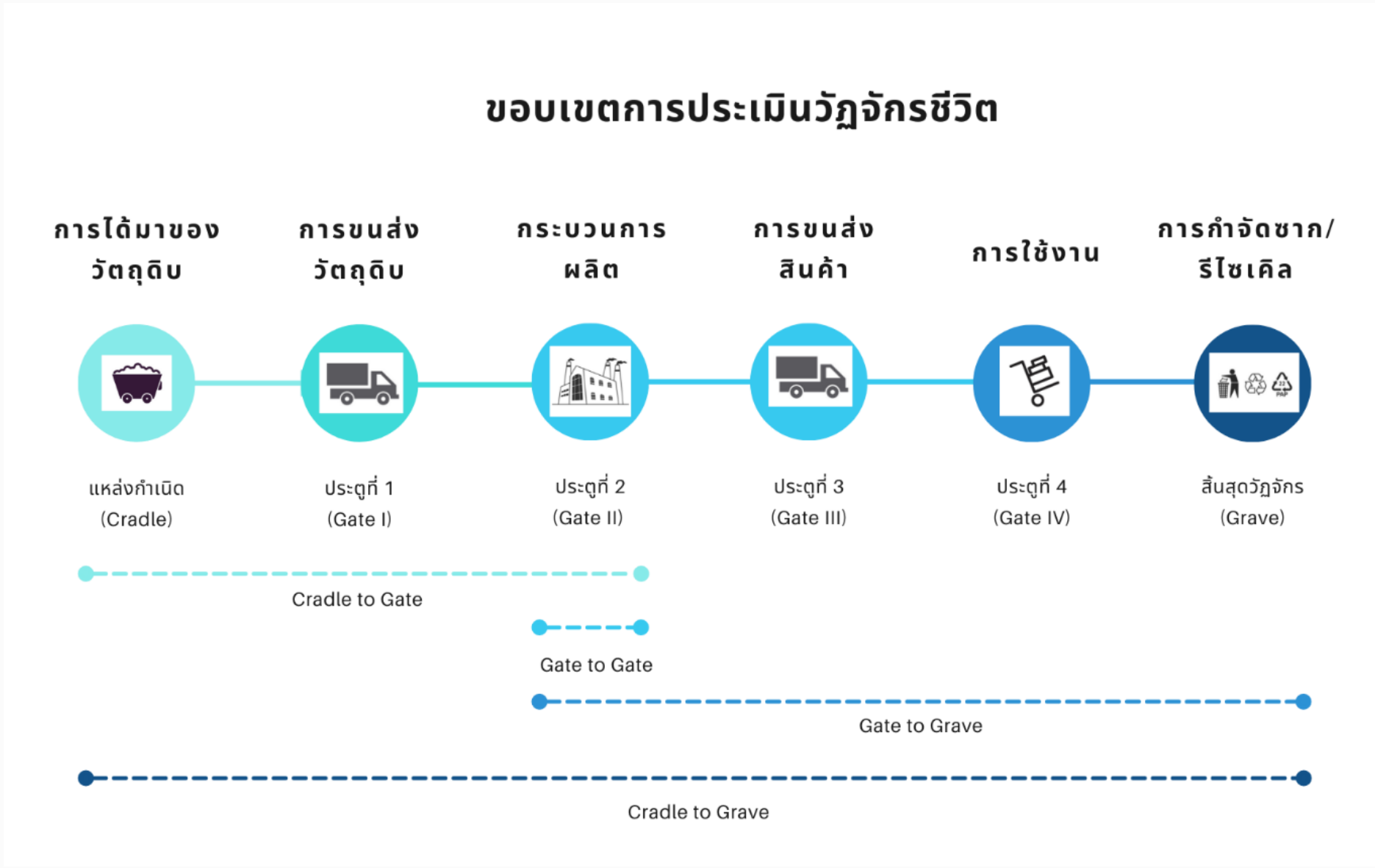
กำหนดหน่วยเทียบ (Functional Unit)

- Used as a basis for calculation and a basis for comparison btw different systems

ประเภทของระบบ	รูปแบบการประเมิน	หน่วยเทียบ	ประเภทหน่วยเทียบ
การใช้งานสินค้า	การซักผ้าเครื่องซักผ้า	5 kg ของผ้าที่ซัก	Input
การผลิตสินค้า	การผลิตพลังงานไฟฟ้า	1 kWh ของไฟฟ้าที่ผลิต	Output
การใช้งานระบบ	สมรรถนะของกระบวนการผลิตแก๊สโซลีน	100 m^3 / h	Capacity
การบริการ	ระยะทางขนส่งสินค้า	100 tkm ของการขนส่งสินค้า 1 เที่ยว	Transportation

© 2023 BSI. All rights reserved.

การกำหนดขอบเขตการประเมิน – System boundaries



rights reserved.

การกำหนดขอบเขตการประเมิน – System boundaries

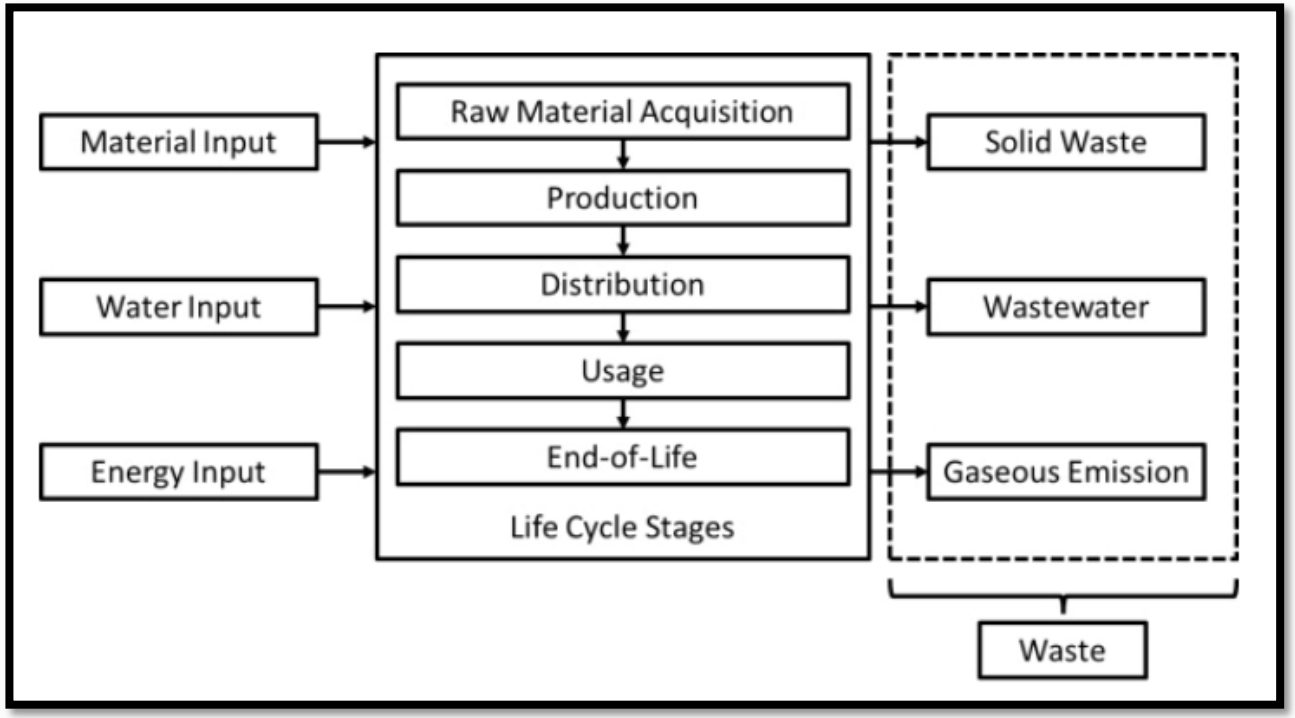
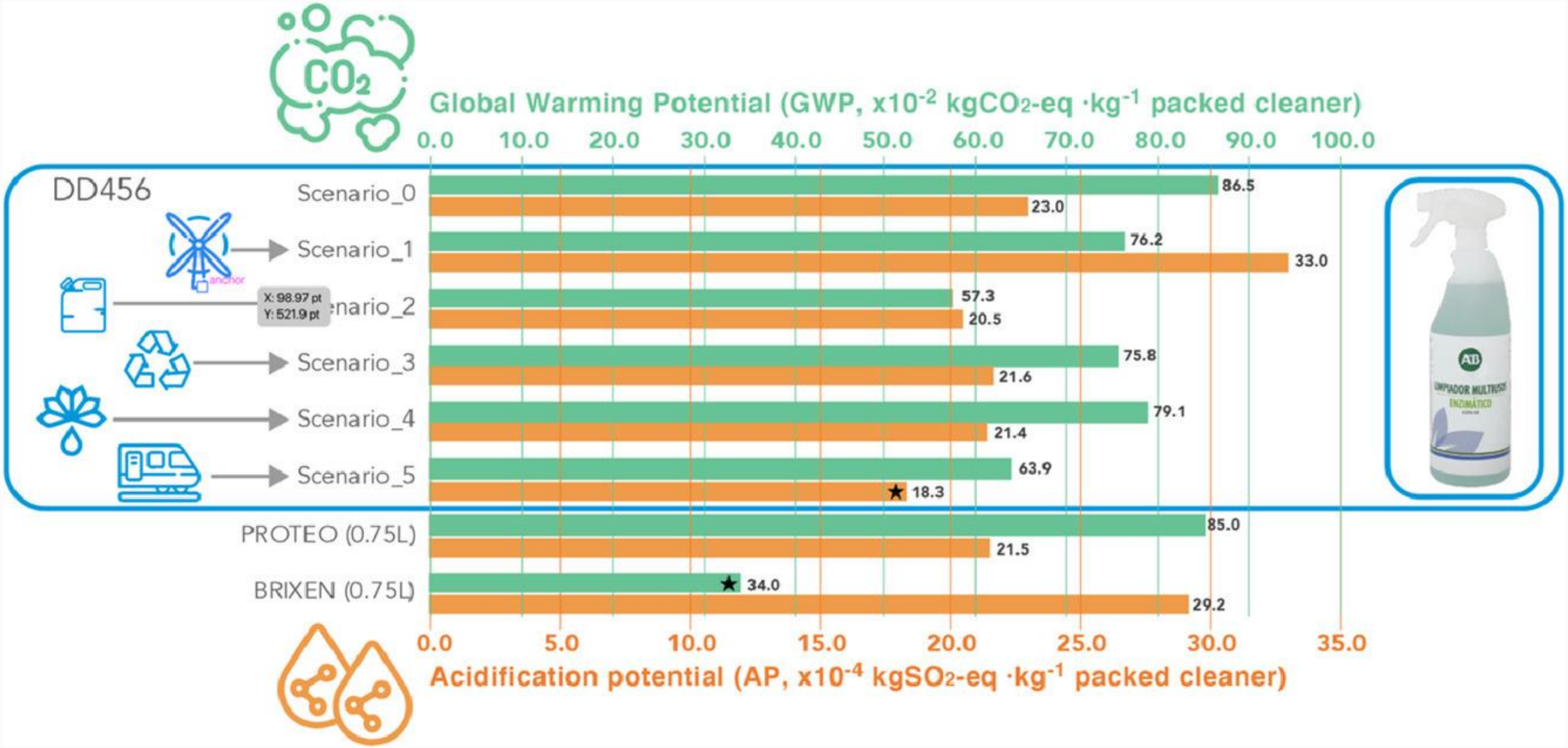


Table 1 Examples of LCA variables.

LCA Variable Type	Variable Constituents
Material	Activity data of the material input Emission factor of the production of material
Water	Activity data of the water input Emission factor of the production of water
Energy	Activity data of the energy input Emission factor of the production of energy source
Waste	Activity data of the waste produced Emission factor of the end-of life treatment of waste

Source: Lee, A. W. L., Tan, Y. S., & Low, J. S. C. (2024). Enhancing life cycle assessment framework to support product ecodesign through index decomposition analysis. *Procedia CIRP*, *122*, 115-120.

© 2023 BSI. All rights reserved.



Source: Akizu-Gardoki, O., de Ulibarri, B., Iturrondobeitia, M., Minguez, R., & Lizundia, E. (2022). Ecodesign coupled with Life Cycle Assessment to reduce the environmental impacts of an industrial enzymatic cleaner. Sustainable Production and Consumption, 29, 718-729.

Step 2: Life Cycle Inventory Analysis

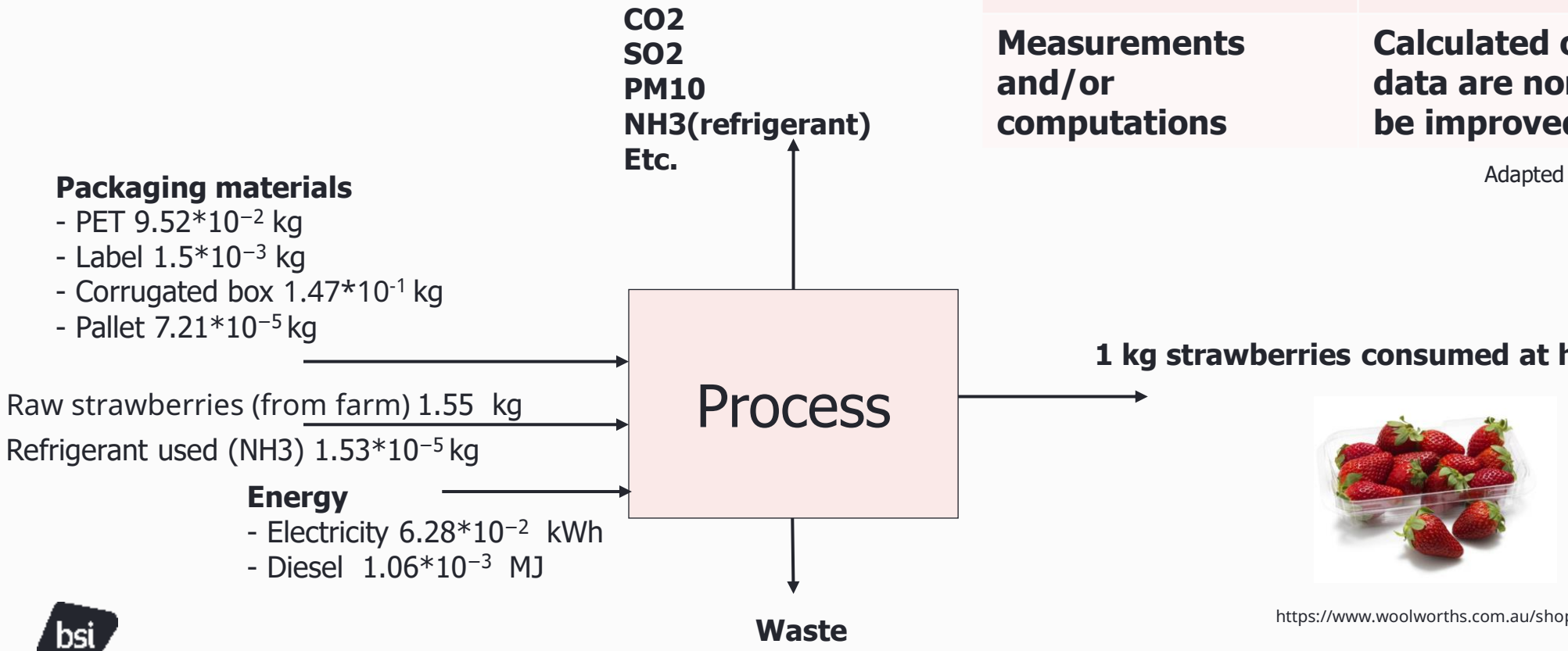
การวิเคราะห์บัญชีรายการ (Life Cycle Inventory)

- **Data collection**

Most time-consuming task in an LCA study

Data source	
Electronic database	**Software databases, and internet sources on LCA**
Literature data	**Scientific papers, public reports and existing LCA studies**
Unreported data	**Provided by companies, laboratories, authorities and correlated source**
Measurements and/or computations	**Calculated or estimated where data are nonexistent or should be improved**

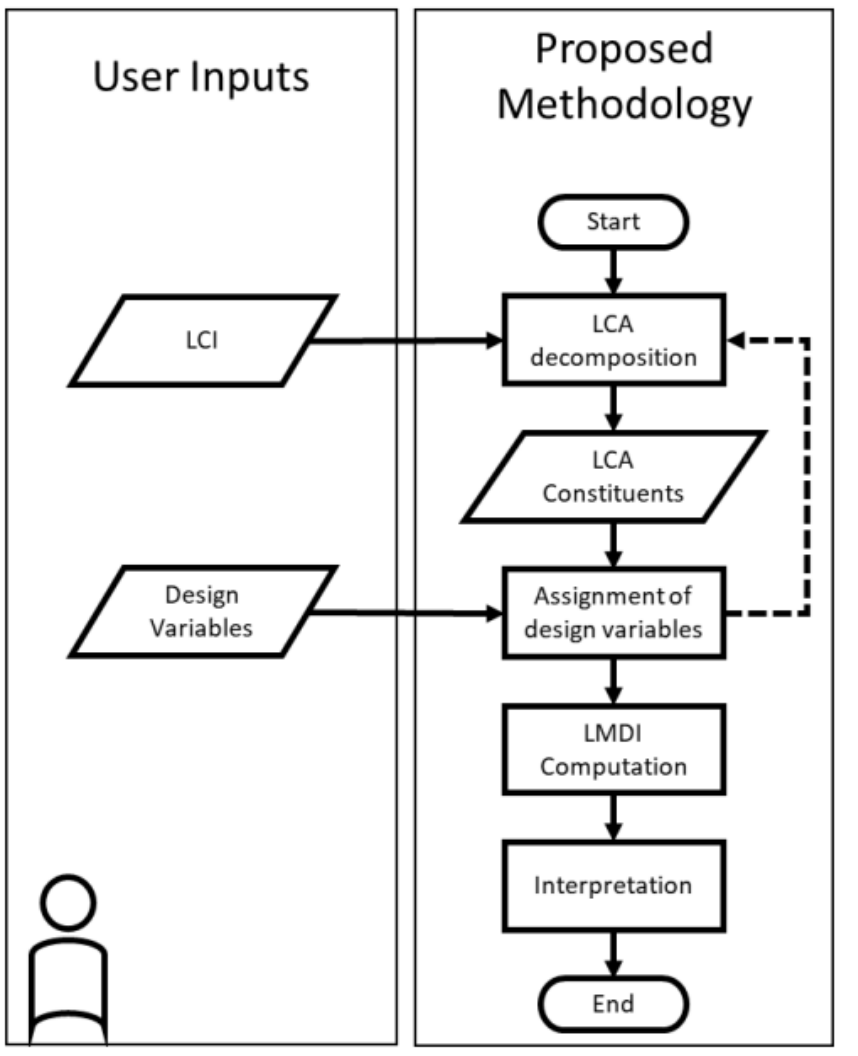
Adapted from : Hauschild and Wenzel (1998)



https://www.woolworths.com.au/shop/productdetails/748374/strawberry-fresh

Source: Parajuli, R., Matlock, M. D., & Thoma, G. (2022). Environmental life cycle impact assessment of fresh California strawberries: A full supply chain perspective. Cleaner and Responsible Consumption, 6, 100073.

LCI for Ecodesign



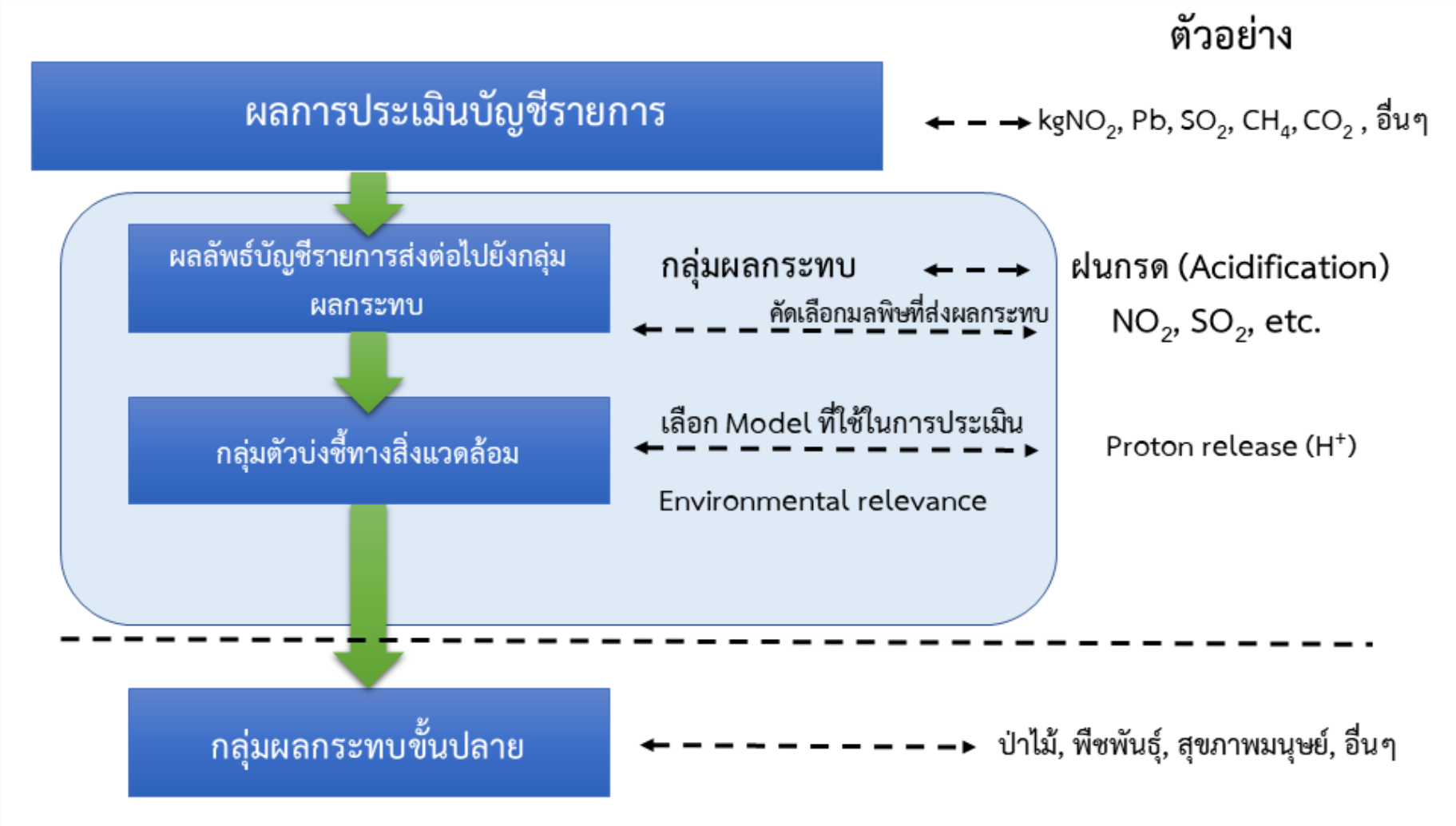
Design's LCI

LCA Stage	LCA Variable	EC	Assign Design Variable
Raw Material Extraction	Input Material	Design Volume	Geometry
		Material Density	Material
		Material Embodied Carbon	Material
	Auxiliary Material	Material Mass	Manufacturing
		Material Embodied Carbon	Material
Production	Energy	Energy Usage	Manufacturing
		Grid Emission Factor	-
	Manufacturing Waste	Material Mass	Manufacturing
		Material Waste Emission	Material
End-of-life	Design EoL	Design Volume	Geometry
		Material Density	Material
		Material Waste Emission	Material

Source: Lee, A. W. L., Tan, Y. S., & Low, J. S. C. (2024). Enhancing life cycle assessment framework to support product ecodesign through index decomposition analysis. *Procedia CIRP*, *122*, 115-120.

Step 3: Life Cycle Impact Assessment

LCIA framework (ISO 14042, 2002)



(ดัดแปลงจาก ISO 14042, 2002)

Source: (ISO 14042, 2002) available at www.afnor.fr

การกำหนดบทบาท (Characterization)

- เป็นขั้นตอนในการนำข้อมูลปริมาณสารต่างๆ ที่ได้จากการบัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อมมาประเมินผลกระทบเชิงปริมาณตามกลุ่มผลกระทบสิ่งแวดล้อม
- การประเมินทำได้โดยการแปลงค่าสารแต่ละตัวในกลุ่มผลกระทบเดียวกันให้อยู่ในรูปตัวเลข
- เนื่องจากสารแต่ละตัวมีศักยภาพในการก่อให้เกิดผลกระทบสิ่งแวดล้อมแตกต่างกัน จึงต้องนำมาเทียบอ้างอิงกับสารพื้นฐาน
- ใช้ค่า Characterization factor ในการคูณเพื่อเปลี่ยนจากปริมาณน้ำหนักเป็นค่าบ่งชี้ผลกระทบ และรวมค่าทั้งหมดของแต่ละผลกระทบ

$$EP_j = \sum (Q_j \times EF_{ij})$$

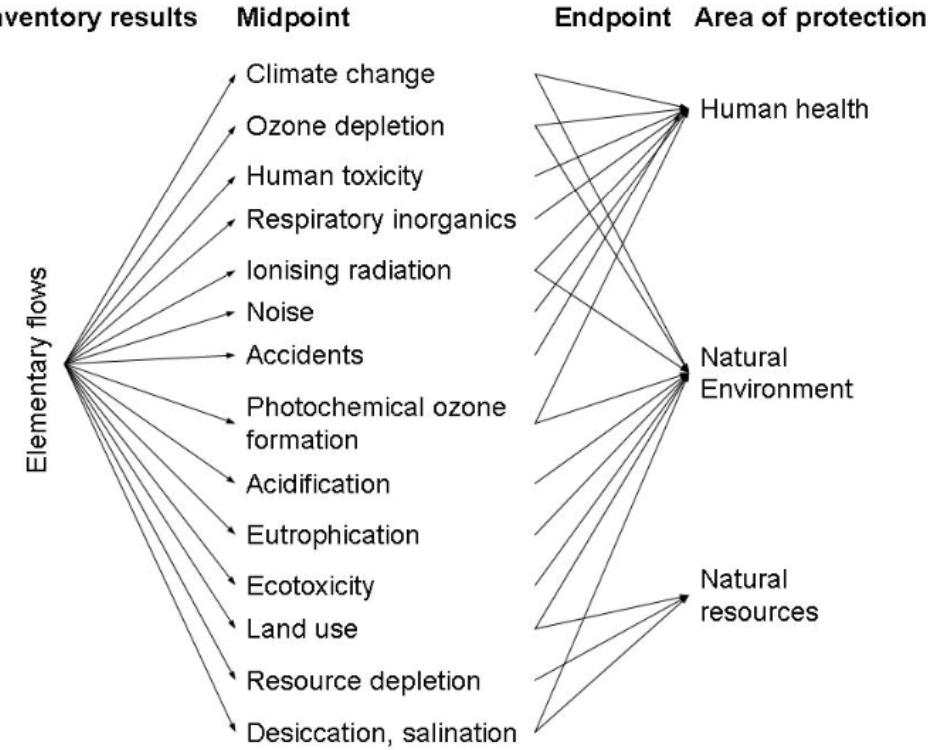


Figure 1-1 Framework of impact categories for characterisation modelling at midpoint and endpoint (Area of Protection) levels.

Source: (JRC, 2010.) available at www. https://eplca.jrc.ec.europa.eu/

EP_j (environmental impact potential) คือ ค่าศักยภาพของผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมสำหรับผลกระทบประเภท j ใดๆ (kg substance equivalent)

Q_j (Quantity of substance) คือปริมาณมลภาวะสาร j ที่ปล่อยออกมา (kg substance j)

EF_{ij} (Equivalency factor) คือ ค่าเทียบเท่าของสาร i ที่ทำให้เกิดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม j (kg substance equivalent/kg substance j)

Table 5 Design variable specification

	Baseline Design	Design 1	Design 2	Design 3	Units
Design Volume	3.14×10^{-5}		2.63×10^{-5}	3.14×10^{-5}	m^3
Design Material	ABS	PLA	ABS		-
Material Density	1,100	1,240	1,100		kg/m^3
Material Embodied Carbon	3.59	2.28	3.59		kg CO_2e/kg
Material Waste Emission	6.8	2.7	6.8		kg CO_2e/kg
Manufacturing Process	Injection Moulding			Fused filament fabrication	-
Energy Usage	0.178	0.154	0.149	[a]0.058	kWh
Grid Emission Factor	0.4057				kg CO_2e/kWh
Material Mass (Auxiliary)	-			0.0023	kg

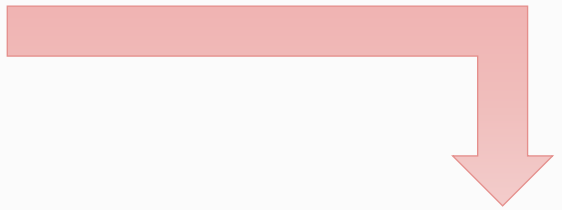


Table 4 Compilation of LCA and key information of the designs.

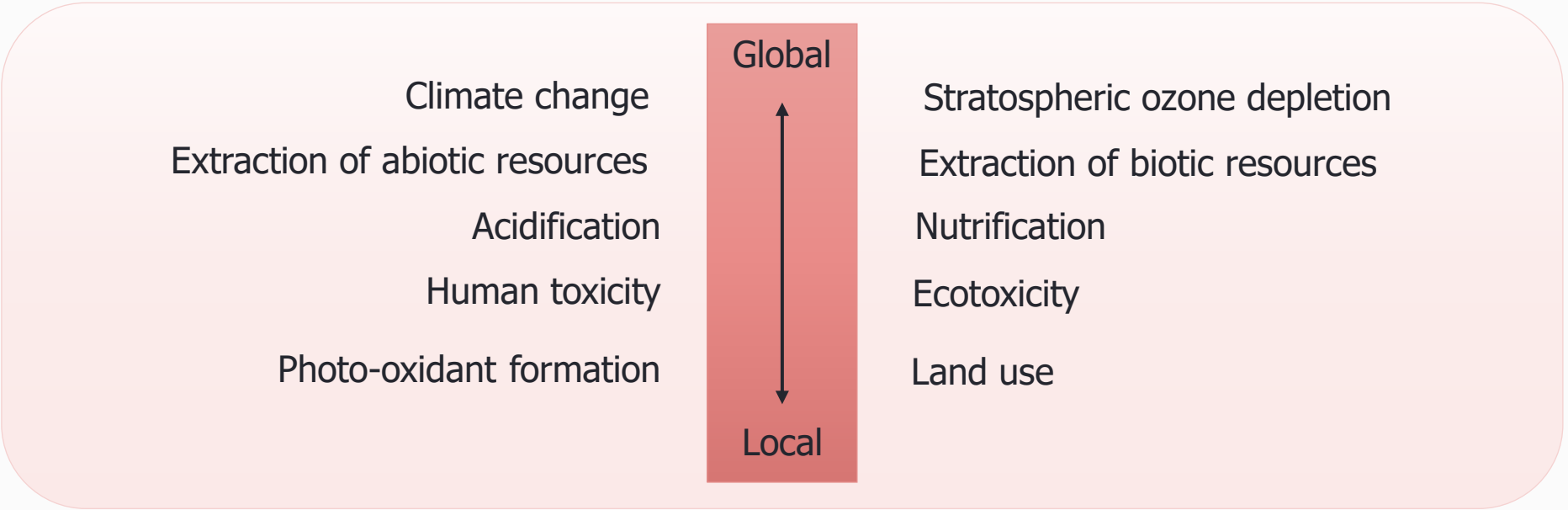
Design	Design Variables	Design Deviation	Carbon emission, kg CO_2e
Baseline	-	-	0.431
1	Material	Substitute ABS with PLA	0.256
2	Geometry	Reduction of design volume	0.361
3	Manufacturing Process	Substitute injection moulding to fused filament fabrication	0.406

การจัดกลุ่มผลกระทบ

การจัดกลุ่มผลกระทบสามารถดำเนินการได้ 2 รูปแบบ :

Input – environmental impacts associated with material and energy input to the system

Output – corresponding to damages due to emissions or pollutants, vibrations, or radiation

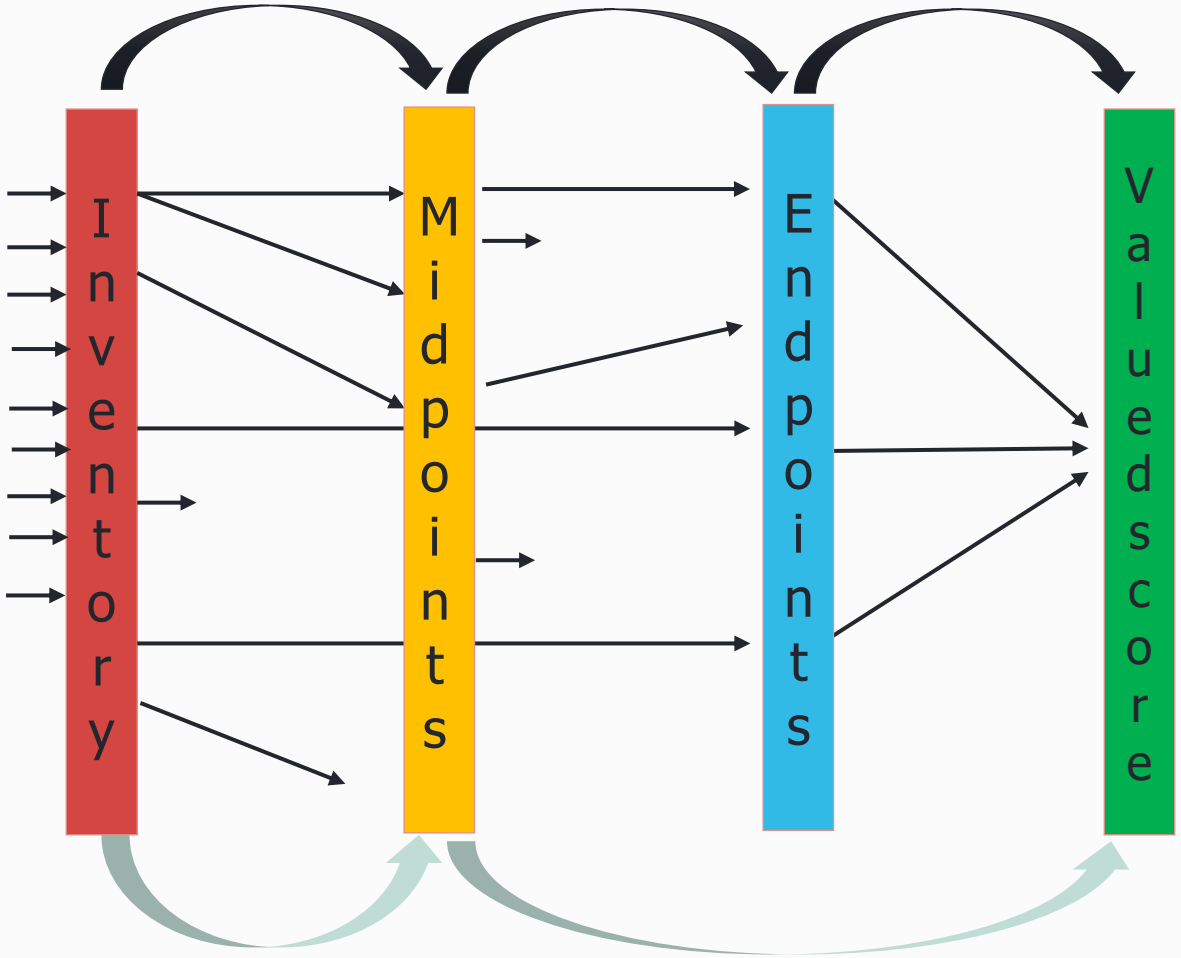


Source: (UNEPDTIE, 2003)

Impact for LCA

No.	Impacts	Unit	Model
1	Climate change/ Global warming potential (GWP)	$kgCO_2eq$	Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)
2	Ozone depletion potential	kg CFC-11eq	WMO model
3	Abiotic Depletion Potential (ADP) [Metal and Minerals]	kg Sb eq	CML
	Abiotic Depletion Potential (ADP) [Fossil Resources]	MJ	CML
4	Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	ReCiPe 2016
5	Acidification	mol H^+ eq	EDIP
6	Eutrophication potential (terrestrial)	mol N eq	EDIP
	Eutrophication potential (freshwater & marine)	kg P eq	ReCiPe 2016
7	Water Deprivation Potential (WDP)	m^3	AWARE model

Midpoint and Endpoint Indicator

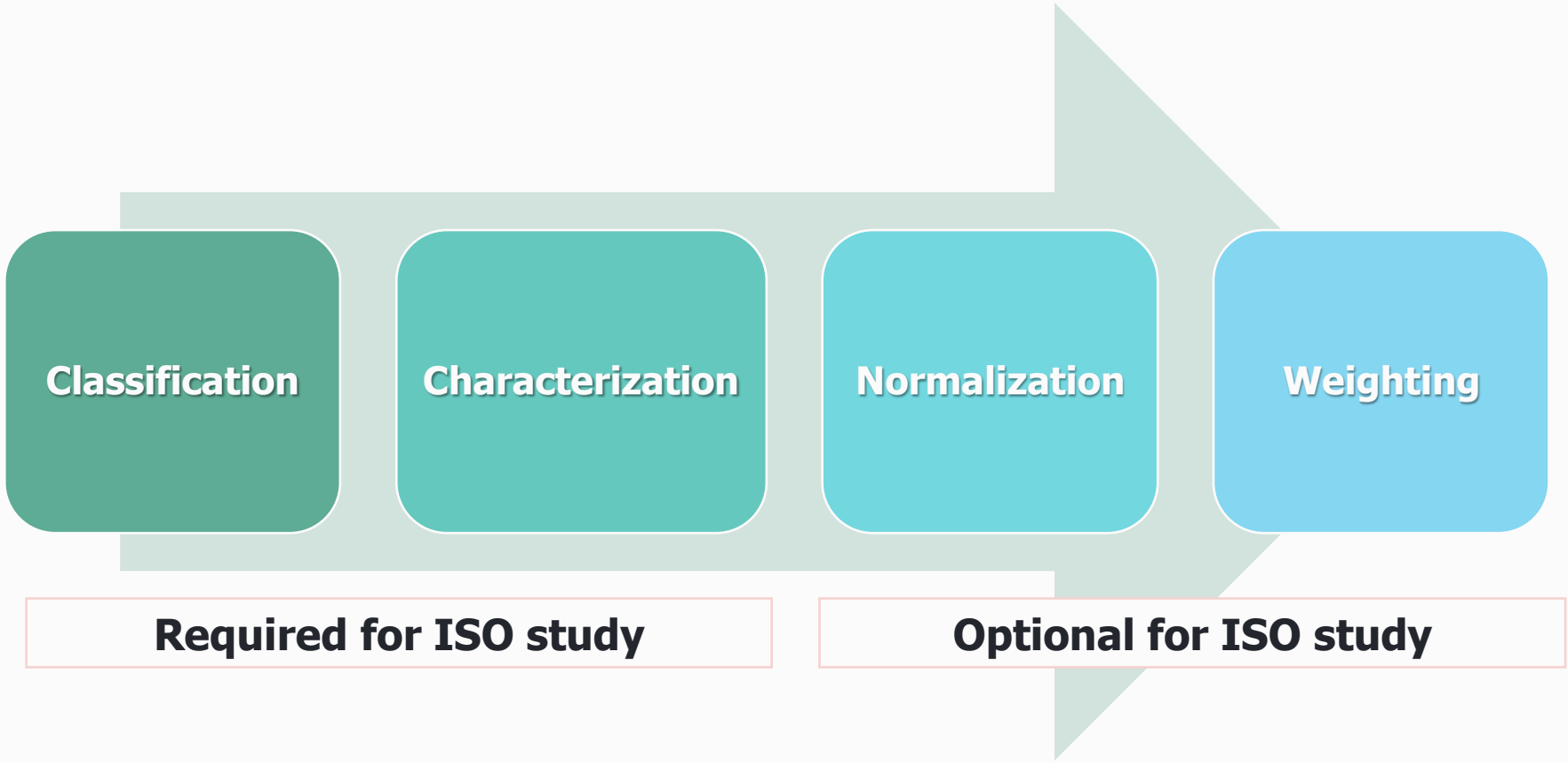


Procedure with endpoint approach

Procedure with midpoint approach

Source: Sonnemann et al. 2004.

Steps in Life Cycle Impact Assessment



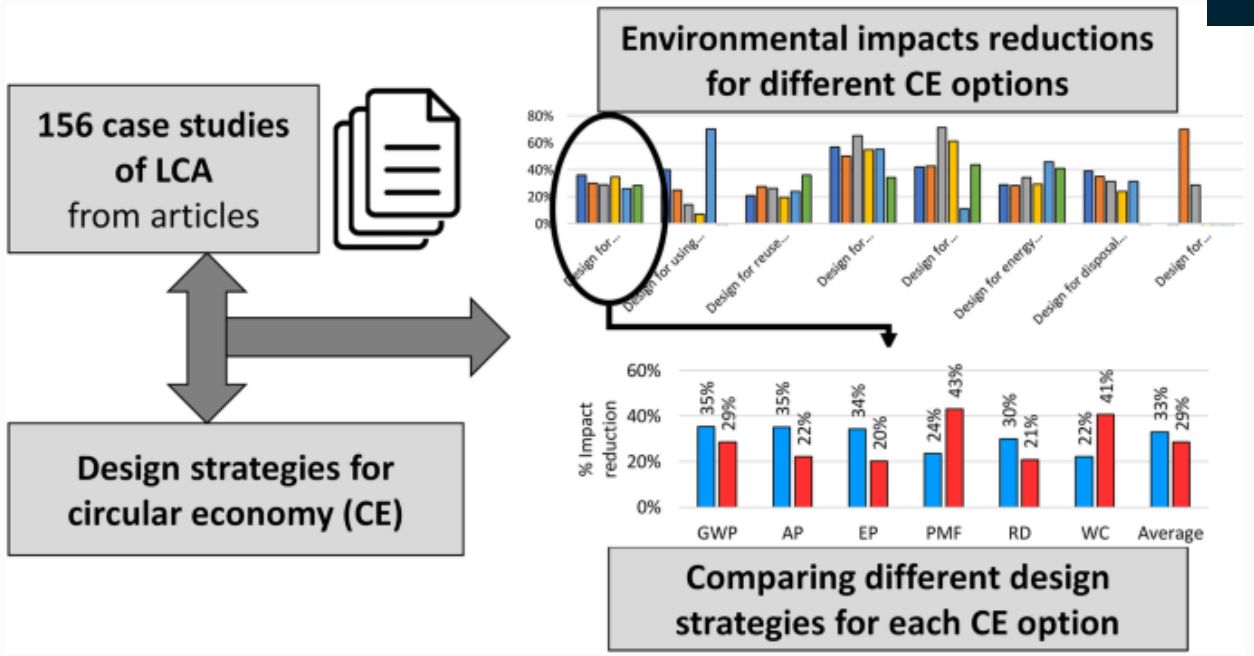
Case study

Home > Environmental Monitoring and Assessment > Article

An analysis of design strategies for circular economy through life cycle assessment

Open access | Published: 14 February 2022

Volume 194, article number 180, (2022) Cite this article



Tested design strategies for circular economy

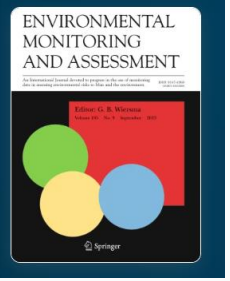
- Design for reducing wastes
- Design for using renewable energies
- Design for reuse
- Design for remanufacturing
- Design for recycling
- Design for energy recovery
- Design for disposal (using biodegradable materials)
- Design for recovering energy from waste

Source: https://www.environdec.com/library/epd6696

Case study

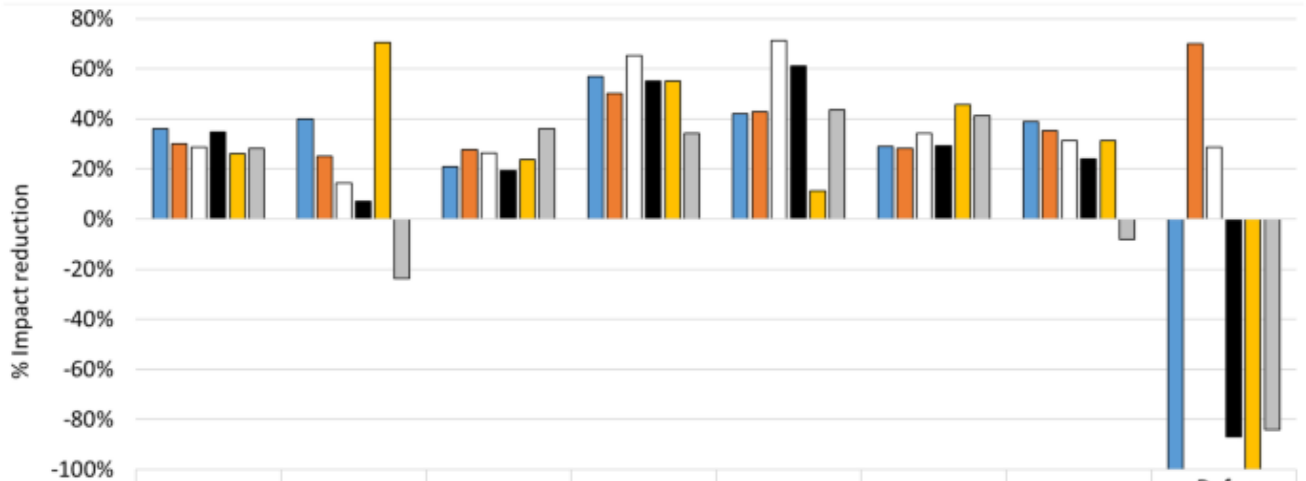
Home > Environmental Monitoring and Assessment > Article

An analysis of design strategies for circular economy through life cycle assessment

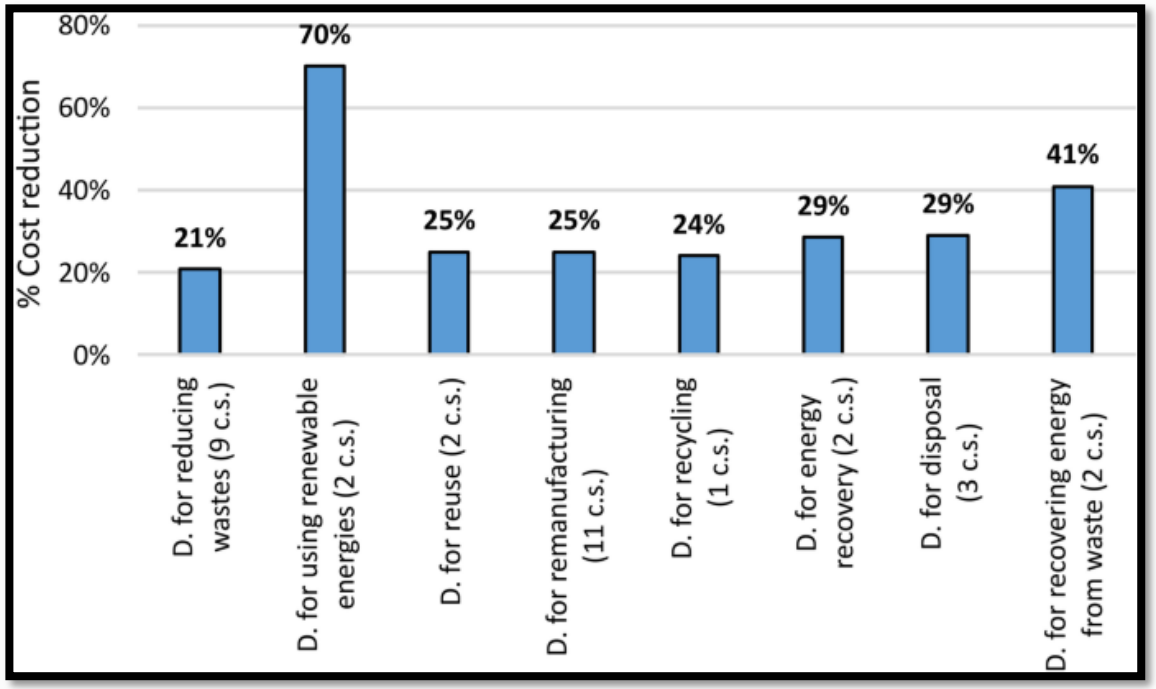


Open access | Published: 14 February 2022

Volume 194, article number 180, (2022) Cite this article



	D. for reducing wastes (34 c.s.)	D. for using renewable energies (14 c.s.)	D. for reuse (10 c.s.)	D. for remanufacturing (22 c.s.)	D. for recycling (27 c.s.)	D. for energy recovery (19 c.s.)	D. for disposal (22 c.s.)	D. for recovering energy from waste (8 c.s.)
GWP	36%	40%	21%	57%	42%	29%	39%	-148%
AP	30%	25%	28%	50%	43%	28%	35%	70%
EP	29%	14%	26%	65%	71%	34%	31%	29%
PMF	35%	7%	19%	55%	61%	29%	24%	-87%
RD	26%	70%	24%	55%	11%	46%	31%	-280%
WC	28%	-24%	36%	34%	44%	41%	-8%	-84%



Source: https://www.environdec.com/library/epd6696

Step 4: Interpretation

Step 4: Interpretation

- การแปรผล เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการประเมินวัฏจักรชีวิต ในขั้นตอนนี้ผู้ประเมินจะต้องแปรผลที่ได้จากขั้นตอนที่ 3 (LCIA) เพื่อวิเคราะห์จุด hotspot ของแต่ละผลกระทบ หรือเปรียบเทียบผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นระหว่างผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเป้าหมายและขอบเขตที่ได้ตั้งไว้ในขั้นตอนที่ 1
- การแปรผลควรจะสามารถนำไปสู่การกำหนดกลยุทธ์ในการปรับปรุงผลกระทบสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ได้
- นอกจากนั้นประเด็นเรื่องคุณภาพของข้อมูลที่ทำการวิเคราะห์ และข้อจำกัดต่างๆ ที่พบระหว่างการดำเนินการควรได้นำมาอภิปรายในขั้นตอนนี้ได้

Sensitivity analysis

Uncertainty analysis

© 2023 BSI. All rights reserved.

สรุป LCA for ecodesign

Life Cycle Assessment (LCA) plays a **crucial role in ecodesign** by providing a systematic way to evaluate the **environmental impact of products** throughout their entire life cycle—from raw material extraction to production, usage, and end-of-life (recycling or disposal)

By integrating LCA into the ecodesign process, companies can:

- **Identify environmental hotspots** (e.g., high energy consumption or emissions).
- **Select sustainable materials** and processes.
- **Optimize product life span** by improving durability and recyclability.
- **Quantify improvements** and communicate environmental performance (e.g., via eco-labels).

ISO 14040 and **ISO 14044** are key LCA standards that align with **ISO 14006** for ecodesign, ensuring a structured approach to environmental management throughout the product's life.

“Q&A

ทบทวนและถามคำถาม

สแกน QR code เป็นเพื่อนกับเราใน Line official ของ BSI

เพื่อไม่ให้พลาดข่าวสารข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในสายอาชีพของท่าน

- Free webinars
- Tool และบทความดีๆ