Webinar

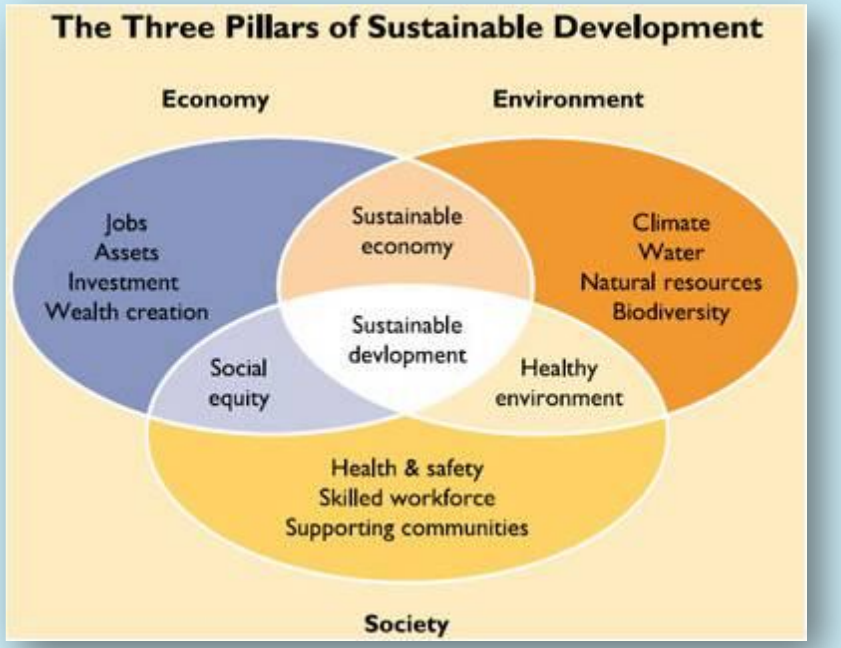
วิธีการประเมินวัฏจักรชีวิตสำหรับผู้ปฏิบัติงานในอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ (LCA for packaging)

BSI Thailand

© 2023 BSI. All rights reserved.

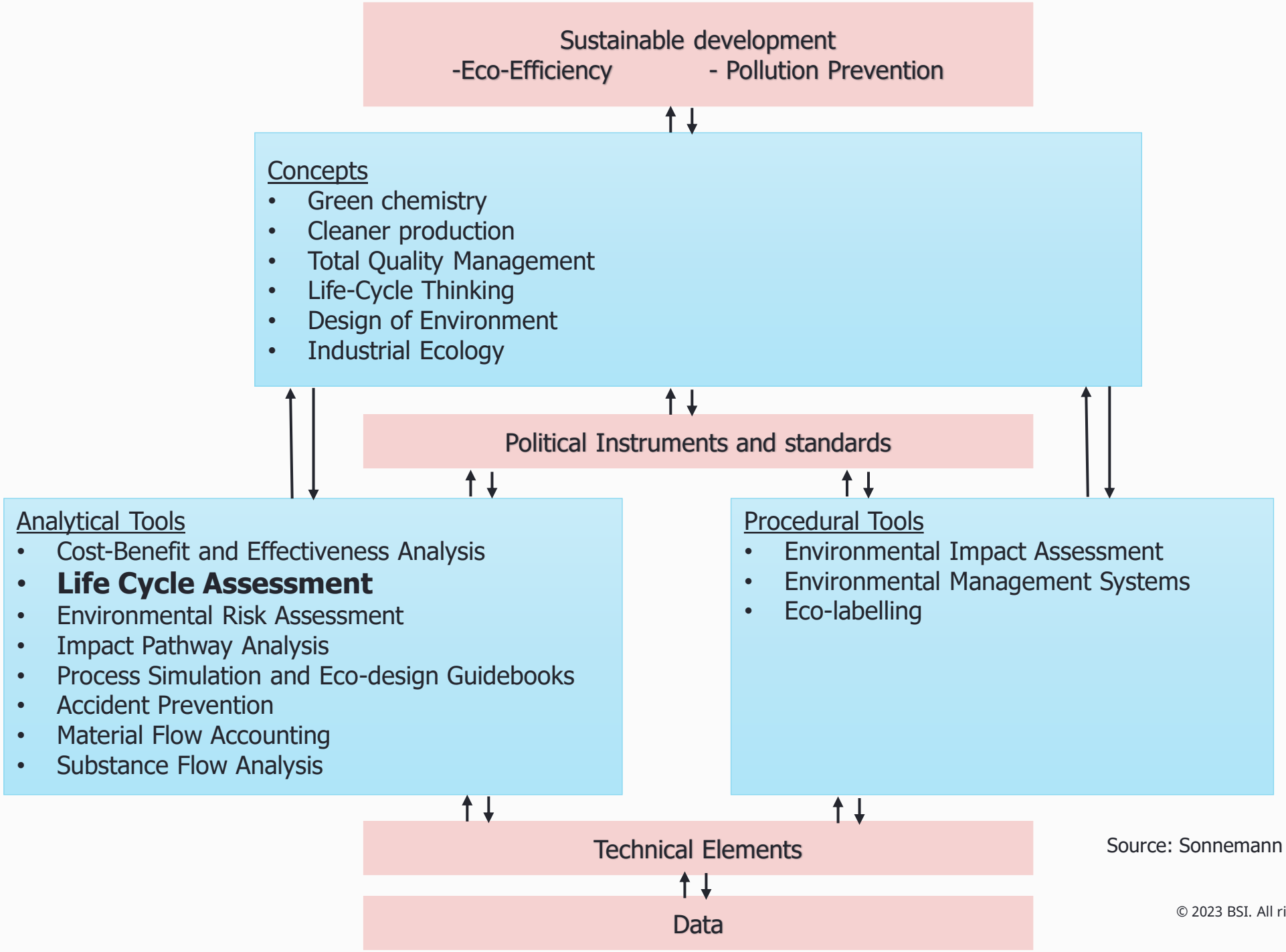
Sustainability – Sustainable Development

- **"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://utscisgreen.wordpress.com/about/pillars-of-sustainability/

© 2023 BSI. All rights reserved.



Source: Sonnemann et al. 2004.

© 2023 BSI. All rights reserved.

Introduction to Life Cycle Assessment (LCA)

การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิต

Which way are the best for Environment?

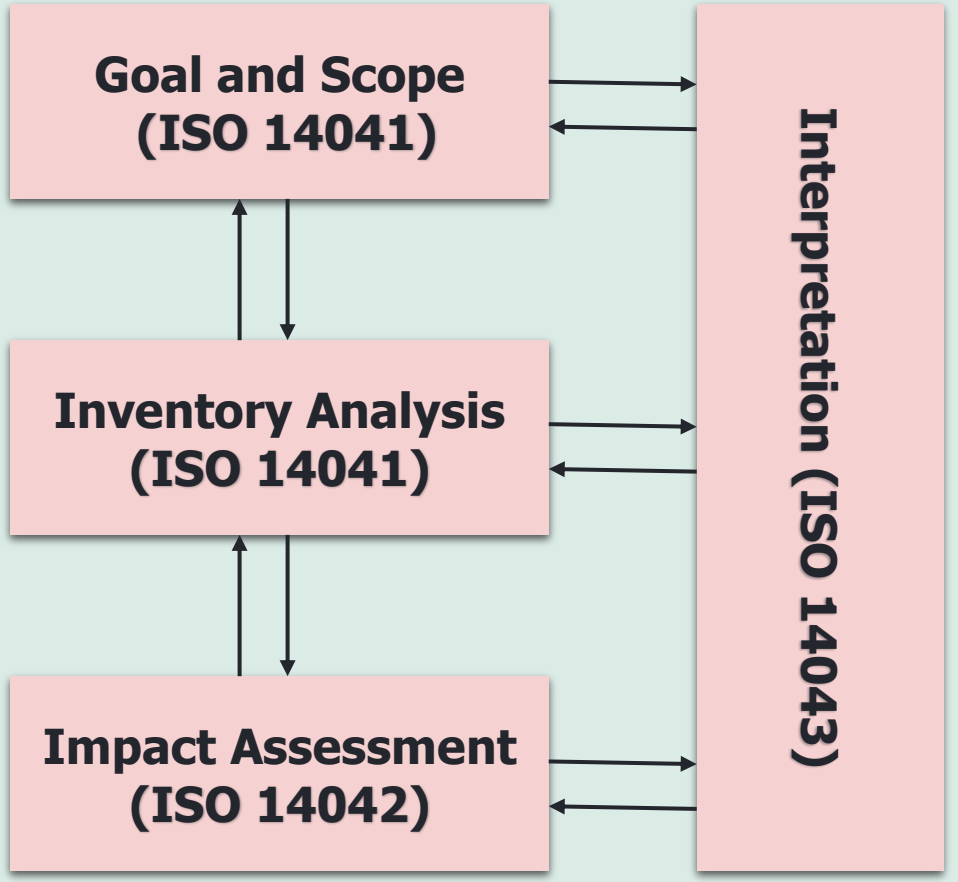
Which decision are the best ones?

How can they be translated from environmental concepts into implementation?

© 2023 BSI. All rights reserved.

What is Life Cycle Assessment (LCA) ?

- **LCA ของผลิตภัณฑ์คือการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นตลอดวงจรชีวิต ตั้งแต่แหล่งการได้มาของวัตถุดิบจนกระทั่งการกำจัดซาก**



Available at : www. Afnor.fr

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

© 2023 BSI. All rights reserved.

Packaging and Life Cycle Assessment

บรรจุภัณฑ์ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ใช้สำหรับการบรรจุ การป้องกัน การจัดการ การเก็บรักษา การส่งมอบ การขนส่ง และการนำเสนอสินค้า ตั้งแต่วัตถุดิบไปจนถึงสินค้าแปรรูป จากผู้ผลิตถึงผู้ใช้หรือผู้บริโภค รวมถึงผู้แปรรูป หรือตัวกลางอื่น ๆ

Less is better

Is that always true?

© 2023 BSI. All rights reserved.

Packaging and Life Cycle Assessment

- LCA เป็นเครื่องมือสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อมของบรรจุภัณฑ์
- LCA สามารถใช้เป็นเครื่องมือของกลยุทธ์การออกแบบผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานเข้าใจข้อดีข้อเสียของการออกแบบหรือคุณลักษณะที่ขับเคลื่อนประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อมที่ดีกว่า
- LCA สามารถช่วยประเมินและเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อมระหว่างการออกแบบบรรจุภัณฑ์ วัสดุ และระบบ เช่น การใช้ครั้งเดียวกับการเติมและการใช้ซ้ำ
- LCA เป็นเครื่งมือที่ช่วยให้เราหลีกเลี่ยงการลดผลกระทบด้านหนึ่งแต่ไปเพิ่มภาระให้อีกผลกระทบหนึ่งจากการออกแบบบรรจุภัณฑ์หรือระบบใหม่

Packaging and Life Cycle Assessment

ทำไมเราต้องมีบรรจุภัณฑ์ วัตถุประสงค์หลักของบรรจุภัณฑ์ คือ **เพื่อปกป้องผลิตภัณฑ์ภายใน**

นอกจากนั้น ความแตกต่างอื่นๆ ที่เกิดจากระบบหรือการออกแบบบรรจุภัณฑ์ ต้องคำนึงด้วย

- การสูญเสียผลิตภัณฑ์ตลอดวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ (เช่น การบรรจุ การจัดจำหน่าย การขายปลีก การบริโภค ฯลฯ)
- การเปลี่ยนแปลงสูตรที่เกิดทำให้จำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงบรรจุภัณฑ์ (เช่น ความเข้มข้นของผงซักฟอกเหลวส่งผลให้บรรจุภัณฑ์มีขนาดเล็กลง)
- แนวทางการกระจายสินค้า ได้แก่:
  - การเปลี่ยนข้อกำหนดของบรรจุภัณฑ์ชั้นที่สองและสาม
  - การเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของการบรรจุภัณฑ์และข้อกำหนดในการขนส่ง
  - การเปลี่ยนแปลงวิธีการจัดจำหน่าย (เช่น โหมด [ถนนสู่เรือ] สภาพแวดล้อม [แช่เย็นถึงอุณหภูมิห้อง])

© 2023 BSI. All rights reserved.

การประเมินวัฏจักรชีวิตสำหรับอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ (LCA for packaging)

ประโยชน์

- ลดต้นทุน โดยการกำหนดแนวทางที่ถูกต้องตั้งแต่การออกแบบผลิตภัณฑ์
- เพิ่มความน่าเชื่อถือ: โดยการนำวิธีการที่เป็นมาตรฐานมาใช้ทั่วทั้งอุตสาหกรรม เพื่อให้เกิดการเปรียบเทียบและความโปร่งใส
- ช่วยในการตัดสินใจในอนาคต: ดำเนินการวิเคราะห์และประมวลผลลัพธ์ด้านสิ่งแวดล้อมที่ดี

© 2023 BSI. All rights reserved.

Step 1: Goal and Scope definition

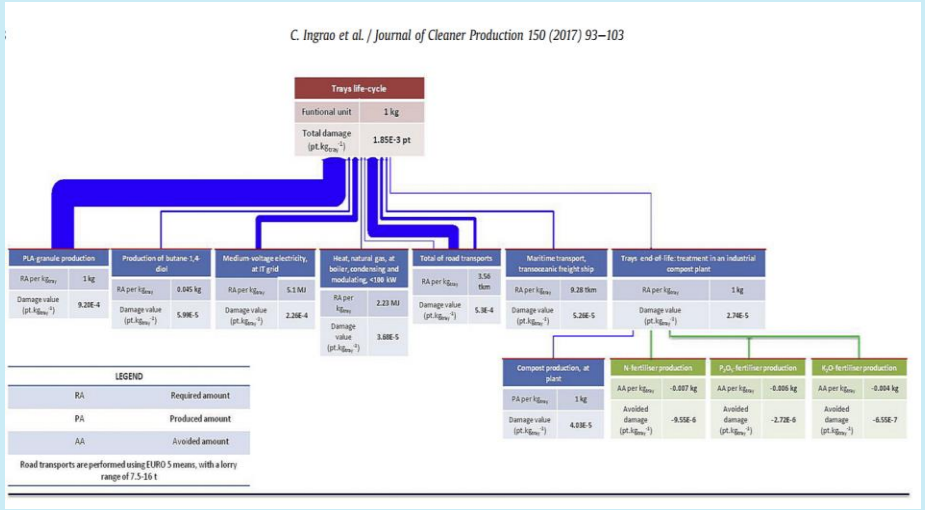
© 2023 BSI. All rights reserved.

การตั้งเป้าหมายและขอบเขตการประเมิน (Goal and Scope definition)

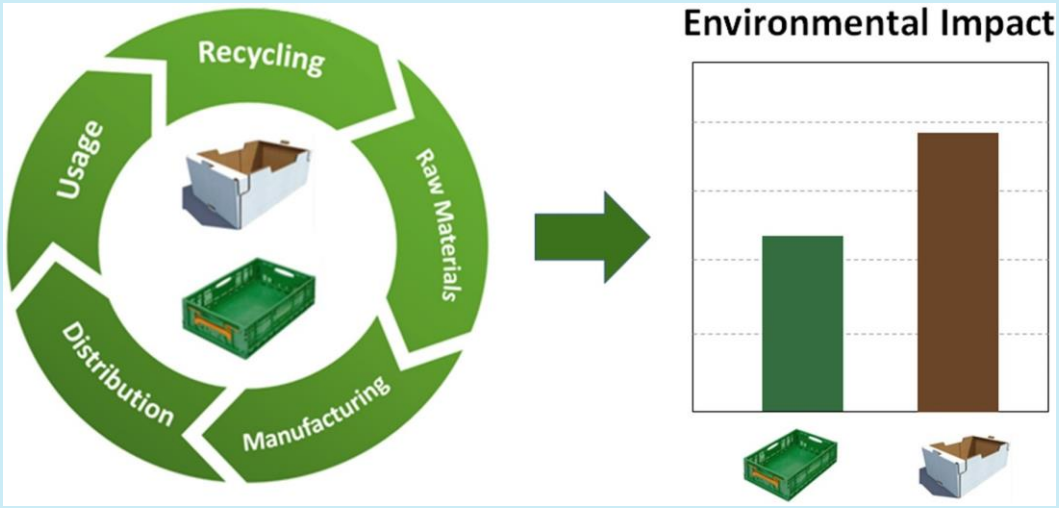
Purpose of the LCA study

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.

Functional unit for a packaging LCA

“เก็บรักษา ปกป้อง และบรรจุ [ผลิตภัณฑ์อาหาร] 1 [ปริมาตร มวล หน่วย] แจกจ่ายไปยัง [ที่ตั้งทางภูมิศาสตร์] และเก็บรักษาไว้จนกว่าจะใช้งาน โดยปฏิบัติตามกฎหมายที่เกี่ยวข้องว่าด้วยการจัดหาข้อมูล”

ข้อมูลทางเทคนิคต่อไปนี้ ตัวอย่าง คำจำกัดความของหน่วยการทำงานและสอดคล้องกับรายงานใน EPD:

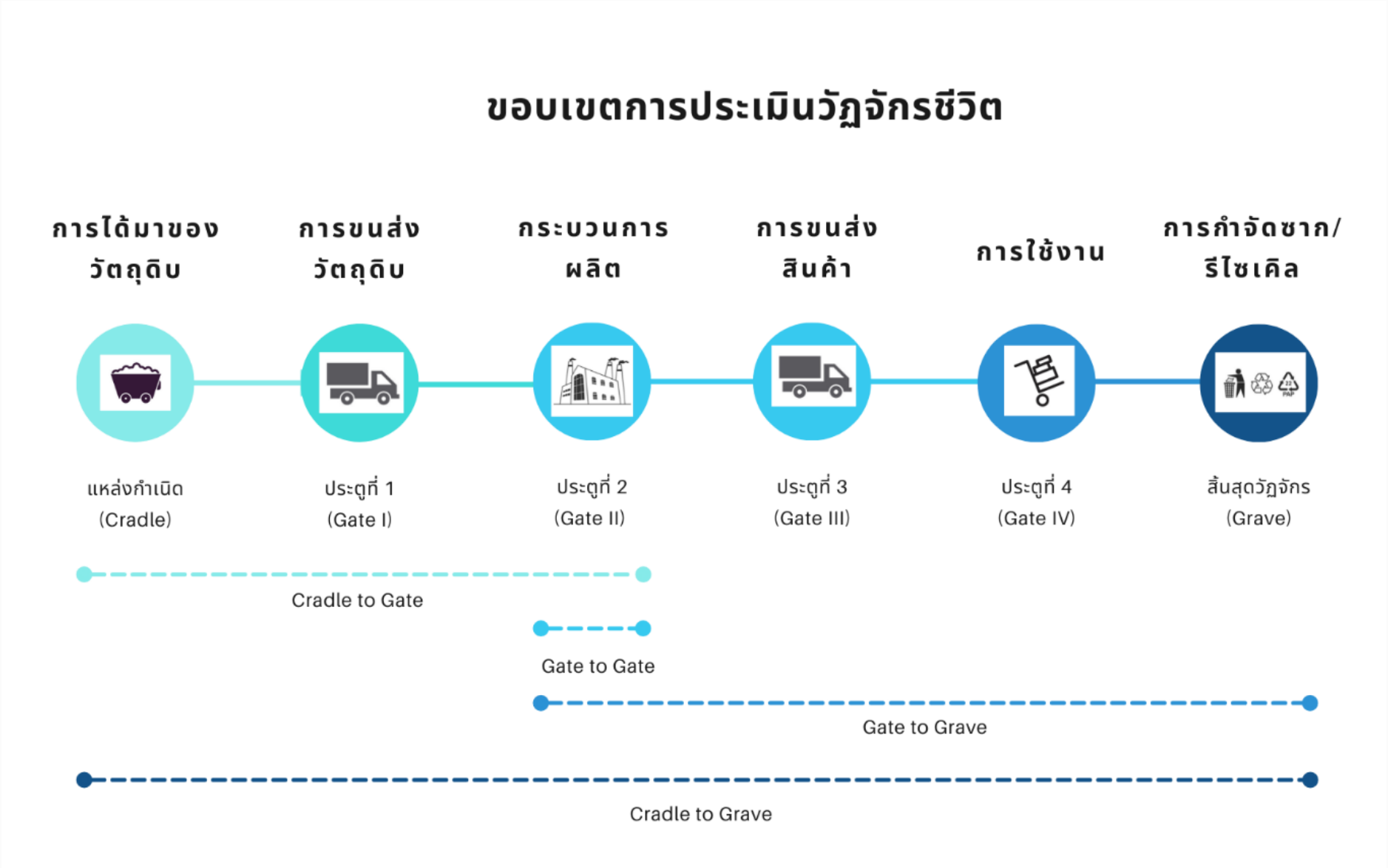
- Base material of packaging product (e.g. polymer, wood, etc.)
- ขนาดภายนอกของผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์ (ม.)
- ปริมาตรภายในของผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์ (ลิตร)
- น้ำหนักผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์ (กก.)

ในกรณีที่ใช้หน่วยการทำงาน (cradle-to-grave LCA) ต้องรวมข้อมูลต่อไปนี้เพื่อเพิ่มความสามารถในการเปรียบเทียบด้วย:

- จำนวนการใช้บรรจุภัณฑ์แบบใช้ซ้ำได้ตลอดอายุการใช้งาน
- น้ำหนักบรรทุกสูงสุดตลอดอายุการใช้งาน

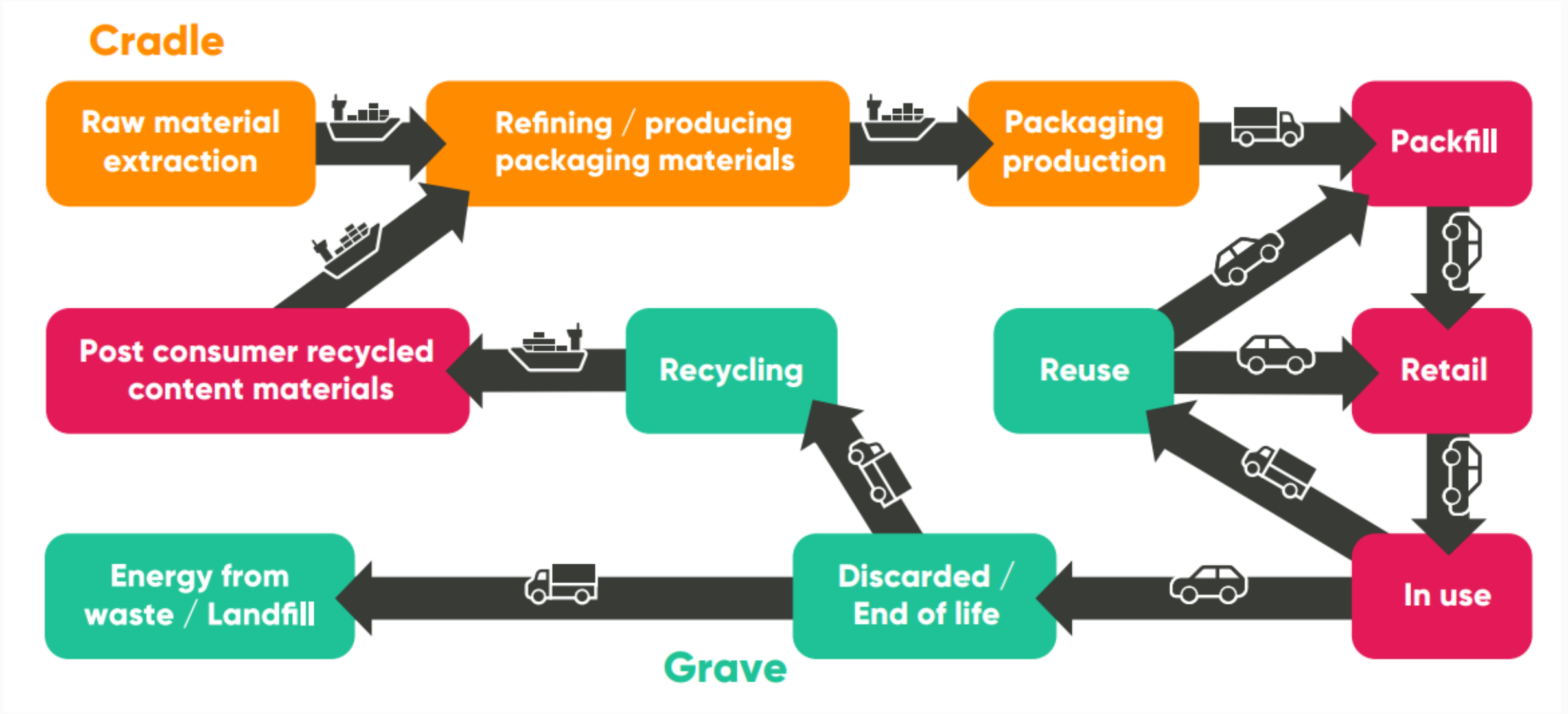
© 2023 BSI. All rights reserved.

การกำหนดขอบเขตการประเมิน – System boundaries



© 2023 BSI. All rights reserved.

Example of food packaging lifecycle

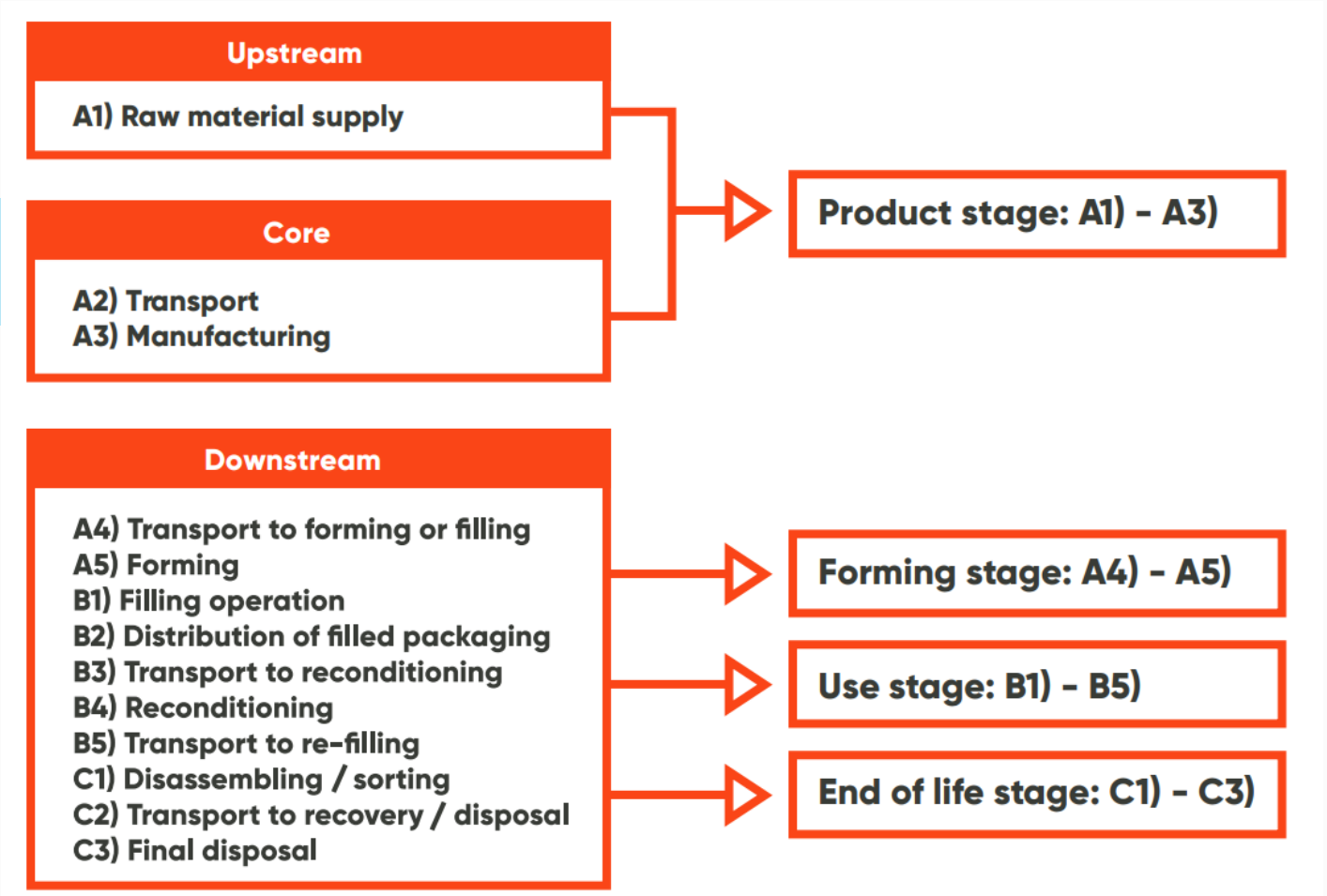


Source: United Nations Environment Programme (UNEP), 2013

Boundary of packaging LCA

กระบวนการวัฏจักรชีวิตทั้งหมดจะต้องรวมอยู่ใน LCA ของบรรจุภัณฑ์ เว้นแต่จะมีสถานการณ์จำเป็นที่สามารถอธิบายเป็นหลักฐานและพิสูจน์ได้

Breakdown of lifecycle stages, adapted from EPD Packaging PCR (2020)



Boundary of packaging LCA

กระบวนการวัฏจักรชีวิตบรรจุภัณฑ์อาหารและสินค้าอุปโภคบริโภคที่สำคัญ

การได้มาของวัตถุดิบ (Raw material acquisition)	ซึ่งรวมถึงการใช้น้ำ สารเคมี พลังงาน และวัสดุ และการขนส่งวัตถุดิบไปยังสถานที่ผลิตบรรจุภัณฑ์
การผลิต (Manufacturing)	การผลิตบรรจุภัณฑ์ระดับปฐมภูมิ ทุติยภูมิ และตติยภูมิ และการกำจัดของเสีย
การบรรจุและการปิดผนึก (Filling/packing and sealing)	การขนส่งบรรจุภัณฑ์ไปยังสถานที่บรรจุ/และปิดผนึก (ถ้ามี) และการห่อหุ้มบรรจุภัณฑ์ รวมถึงน้ำ สารเคมี พลังงาน และวัสดุเสริมใดๆ ที่จำเป็น
	รวมถึงการกำจัดของเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้น – ผลิตภัณฑ์ บรรจุภัณฑ์หลัก และบรรจุภัณฑ์รอง/ตติยภูมิ – จะต้องรวมอยู่ด้วย
การจัดจำหน่ายสินค้า (Distribution)	ขั้นตอนการขนส่งและการจัดเก็บทั้งหมดตั้งแต่การบรรจุ/การแพ็คกิ้งไปยังบ้านของผู้บริโภค รวมถึงยานพาหนะและเชื้อเพลิง สารทำความเย็น (หากจำเป็น) และของเสียใด ๆ ที่เกิดขึ้น ซึ่งรวมถึงศูนย์กระจายสินค้าและไซต์ค้าปลีก

Boundary of packaging LCA

กระบวนการวัฏจักรชีวิตบรรจุภัณฑ์อาหารและสินค้าอุปโภคบริโภคที่สำคัญ

การใช้งานผู้บริโภค (Consumer use)	กิจกรรมและผลิตภัณฑ์ทั้งหมดที่จำเป็นในการใช้ผลิตภัณฑ์ อย่างไรก็ตาม ให้รวมของเสียจากผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ที่เกิดจากความเสียหาย/การเน่าเสียด้วย
การกำจัดซาก (End-of-life)	มลพิษที่เกิดจากกระบวนการขนส่ง กระบวนการคัดแยก การบำบัด และการกำจัด ต้องถูกพิจารณารวมอยู่ด้วย
การนำกลับมาใช้ใหม่ (Reuse)	“การดำเนินการที่มีการเติมบรรจุภัณฑ์หรือใช้เพื่อวัตถุประสงค์เดียวกันกับที่ตั้งใจไว้ โดยมีหรือไม่มีการรองรับผลิตภัณฑ์เสริมที่มีอยู่ในตลาด ทำให้สามารถเติมบรรจุภัณฑ์ได้” (EPD, 2021) สถานการณ์การใช้ซ้ำและการเติมต้องรวมถึงการเตรียมที่เกี่ยวข้องที่จำเป็นสำหรับการนำกลับมาใช้ใหม่ เช่น การซัก การอบแห้ง และการขนส่ง

Step 2: Life Cycle Inventory Analysis

© 2023 BSI. All rights reserved.

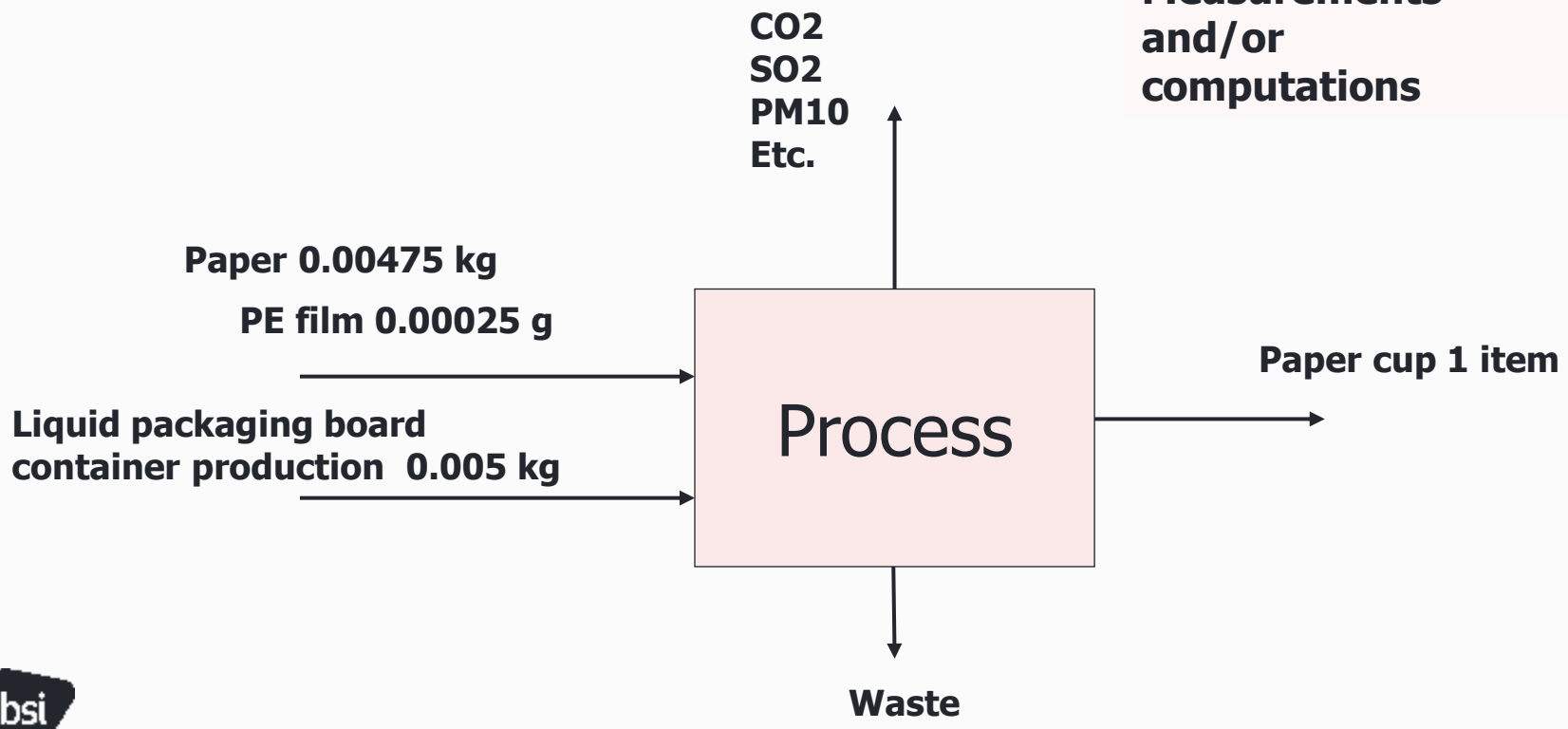
การวิเคราะห์บัญชีรายการ (Life Cycle Inventory)

- **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)



การวิเคราะห์บัญชีรายการ (Life Cycle Inventory)

S.No.	Stage	Process	Details	Unit	Quantity	Reference
1	Paper production	solid bleached and unbleached board carton production | solid bleached and unbleached board carton | Cutoff, U -RER		g	0.00475	Ecoinvent v3.8
2	PE production	packaging film production, low density polyethylene | packaging film, low density polyethylene | Cutoff, U- RER		g	0.00025	Ecoinvent v3.8
		Inputs				
3	Cup production	liquid packaging board container production | liquid packaging board container | Cutoff, U -RER (modifed)		Kg	0.005	Ecoinvent v3.8
			Aluminium	kg	0	
		Outputs				
			Paper cup	Item	1	
4	Transportation (for waste collection)	transport, freight, lorry 7.5-16 metric ton, EURO6 | Cutoff, U		KgKm	0.05	Assumed
5	EOL	Incineration			77.1%	
			Inputs			Vercalsteren et al., 2006
			Electricity, medium voltage, IE	kWh	0.000425	
			Heavy fuel oil	MJ	0.000845	
			Outputs			
			Electricity	kWh	0.00391	
			Arsenic	kg	1.87E-11	
			Carbon dioxide	kg	0.00725	
			Chromium	kg	1.31E-09	
			Dioxins, measured as 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin	kg	9E-15	
			Lead	kg	3.70E-09	
			Mercury	kg	9.9E-10	
			Nickel	kg	8.45E-09	
			Particulates, < 10 um	kg	6.00E-07	
			Sulfur dioxide, SE	kg	1.35E-07	
		treatment of waste paperboard, sanitary landfill | waste paperboard | Cutoff, U- ROW			22.9%	Ecoinvent v3.8

Source: Anand, K., Arce, A. M., Bishop, G., Styles, D., & Fitzpatrick, C. (2024). A tasty solution to packaging waste? Life cycle assessment of edible coffee cups. Resources, Conservation and Recycling, 201, 107320.

© 2023 BSI. All rights reserved.

Allocation

Allocation in Standards and Technical Rules

- แนวทางที่นิยมใช้ในการพิจารณาการปันส่วนจะอ้างอิงตาม EN ISO 14044:2006
- ประกอบด้วย 2 แนวทาง ทั้งนี้การเลือกใช้ขึ้นอยู่กับสถานการณ์ในการประเมิน LCA แต่ละกรณี

แนวปฏิบัติในการปันส่วน

- ขั้นตอนแรกถ้าเป็นไปได้ควรหลีกเลี่ยงการปันส่วน !!!
- หากไม่ได้ให้พิจารณาการปันส่วนแบบ physical relationship
- หากการพิจารณาแบบ physical relationship ไม่เพียงพอที่จะสื่อความหมายที่ถูกต้องได้ ให้พิจารณาการปันส่วนแบบอื่น เช่น Economic value

วิธีการปันส่วนแบบไหนถึงจะเหมาะสม

When Physical Allocation Needed?

- Precondition to use physical values for allocation is that the physical values reflect the main characteristics of a product
- Usually corresponding to multi-output, co-products with different revenue – such physical values are not available.

When Economic Allocation Needed?

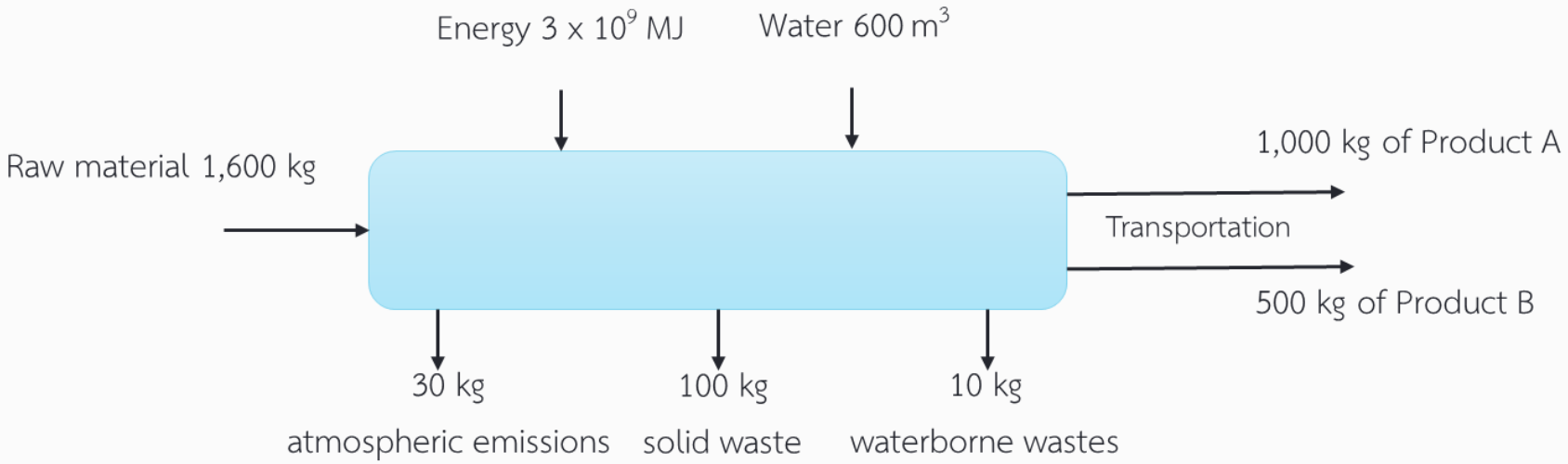
- Mass or volume is in most cases not an appropriate figure to describe the technical value of a product
- Lack of appropriate physical data, market prices are a possibility to value the products.

Allocation

- Industrial process normally manufacture more than one product on a single production line
- "How the environmental impact should be allocated in each of product"

Allocation methods

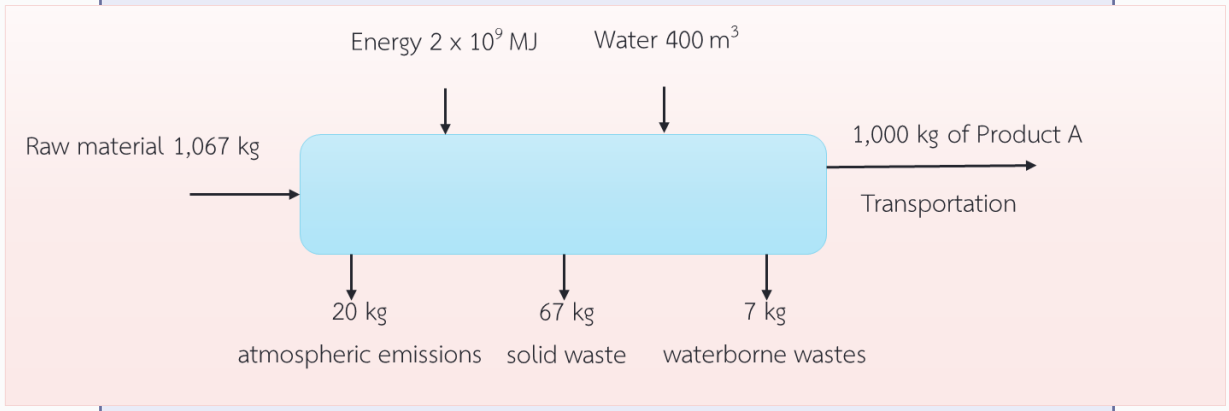
- Physical allocation
- Economic allocation



Physical allocation

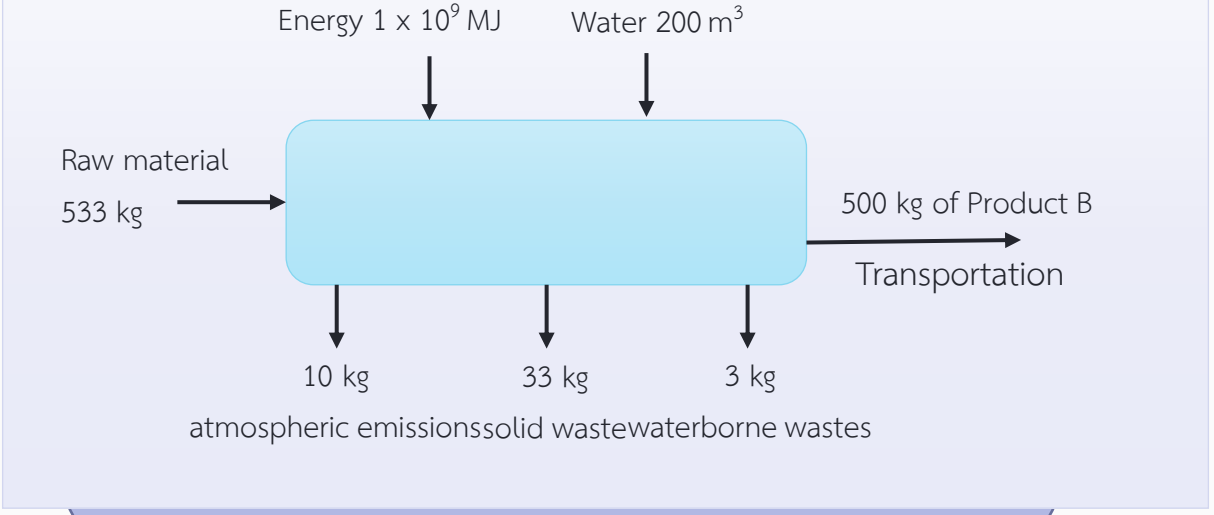
Allocation for product A

สัดส่วน นน. ของ A = 1000/1500



Allocation for product B

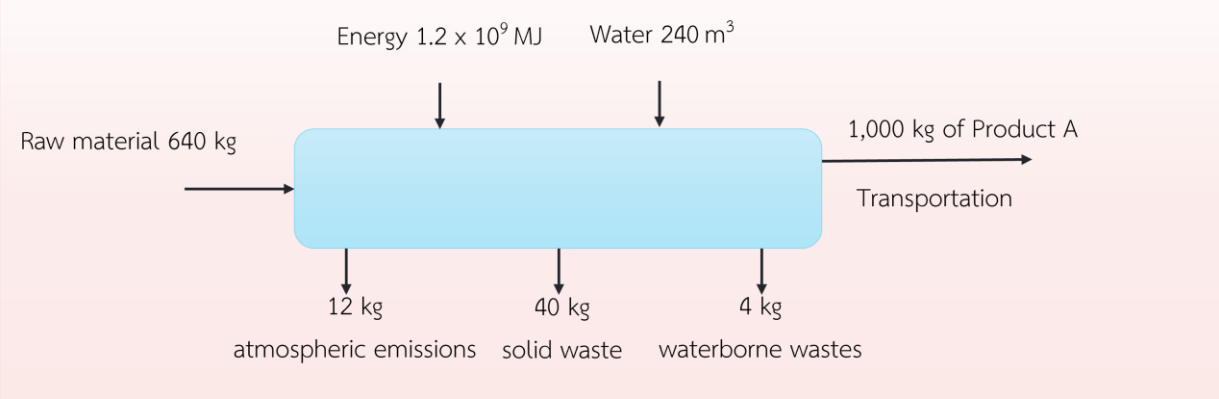
สัดส่วน นน. ของ B = 500/1500



Economic allocation

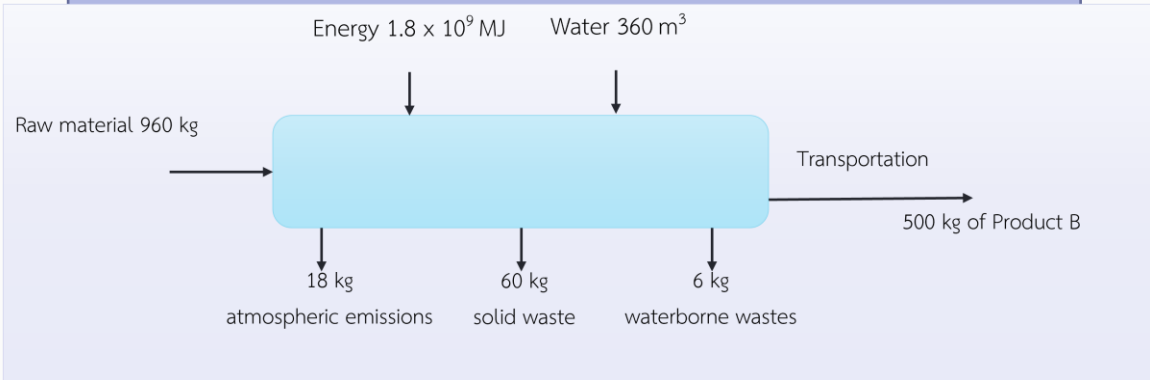
Allocation for product A : price A 2000 baht

สัดส่วน ราคา ของ A = 2000/5000



Allocation for product B: price B 3000 baht

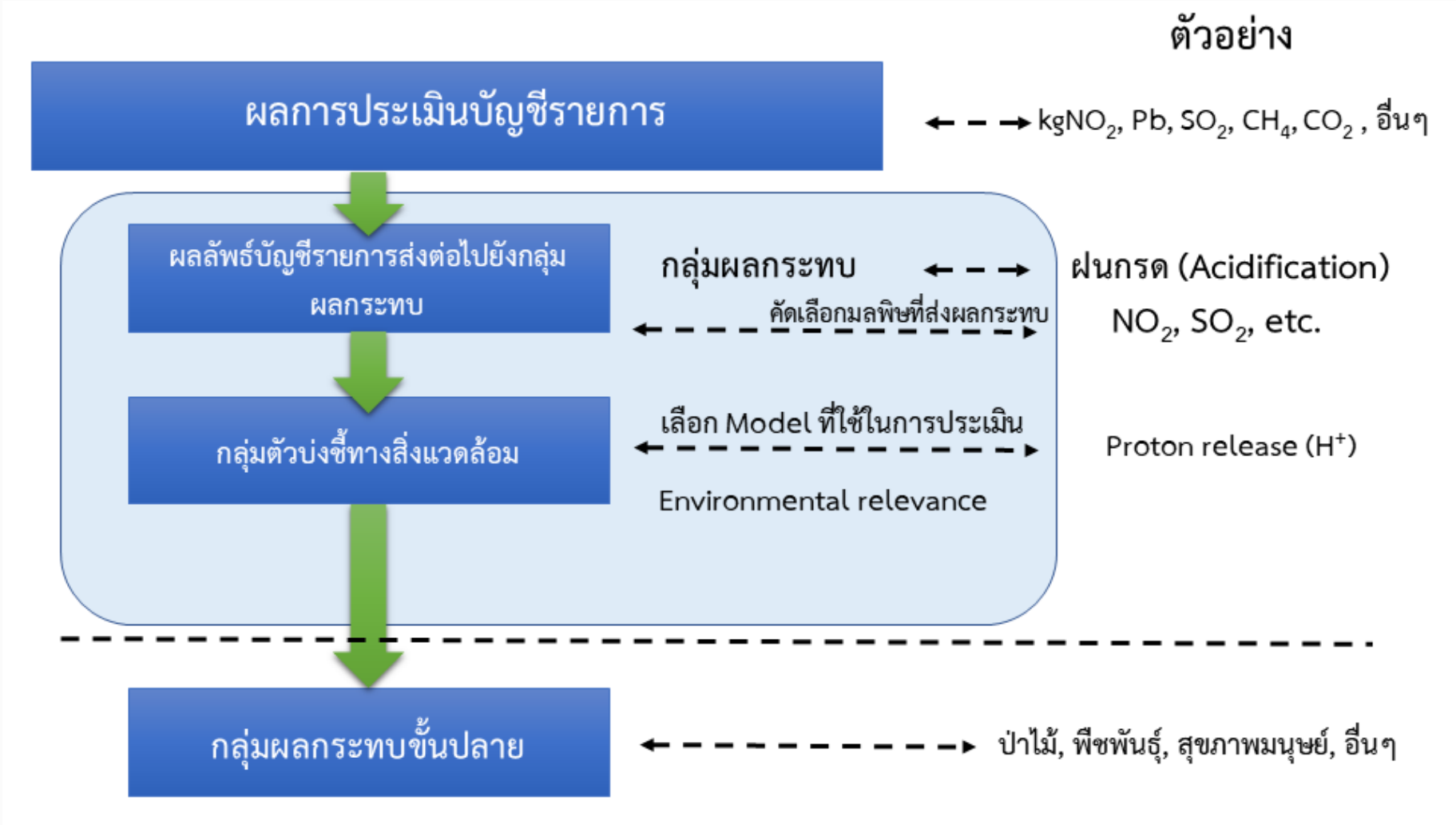
สัดส่วน ราคา ของ B = 3000/5000



Step 3: Life Cycle Impact Assessment

© 2023 BSI. All rights reserved.

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

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

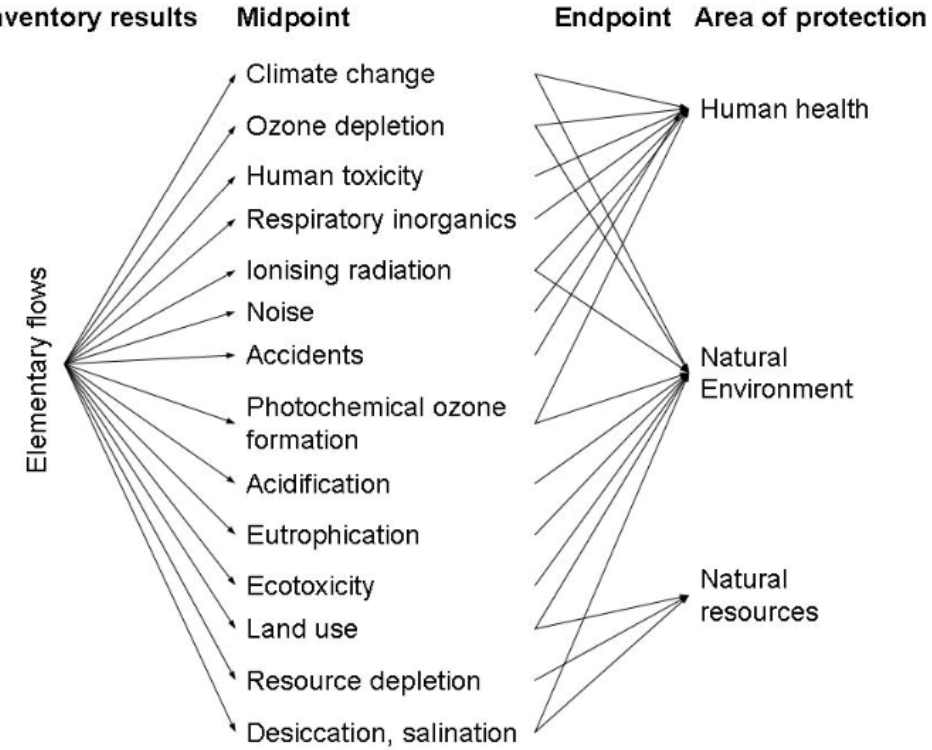


Figure 1-1 Framework of impact categories for characterisation modelling at midpoint and endpoint (Area of Protection) levels.

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)

++!!! แต่ละวิธีการอาจมีค่า Characterization factor ที่แตกต่างกัน ++!!

LCIA methodologies

Table 2 Analysed LCIA methodologies

Methodology	Developed by	Country of origin
CML2002	CML	Netherlands
Eco-indicator 99	PRé	Netherlands
EDIP97 – EDIP2003	DTU	Denmark
EPS 2000	IVL	Sweden
Impact 2002+	EPFL	Switzerland
LIME	AIST	Japan
LUCAS	CIRAIG	Canada
ReCiPe	RUN + PRé + CML + RIVM	Netherlands
Swiss Ecoscarcity 07	E2+ ESU-services	Switzerland
TRACI	US EPA	USA
MEEuP	VhK	Netherlands

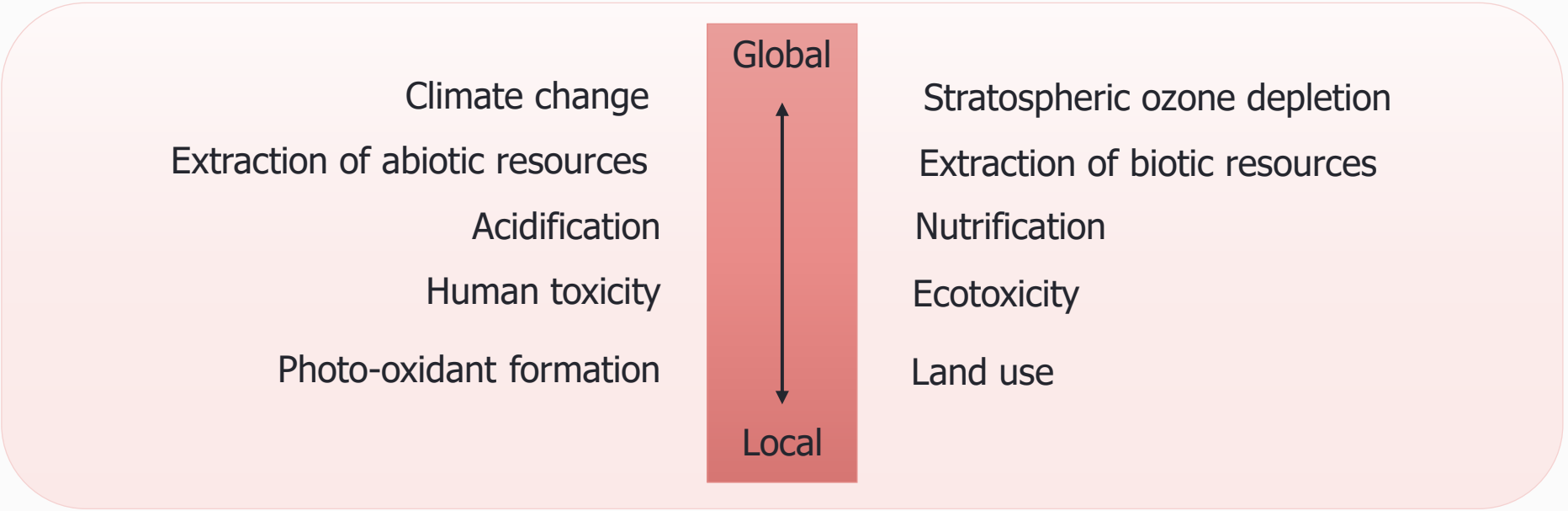
Source: https://eplca.jrc.ec.europa.eu/uploads/ILCD-Recommendation-of-methods-for-LCIA-def.pdf

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



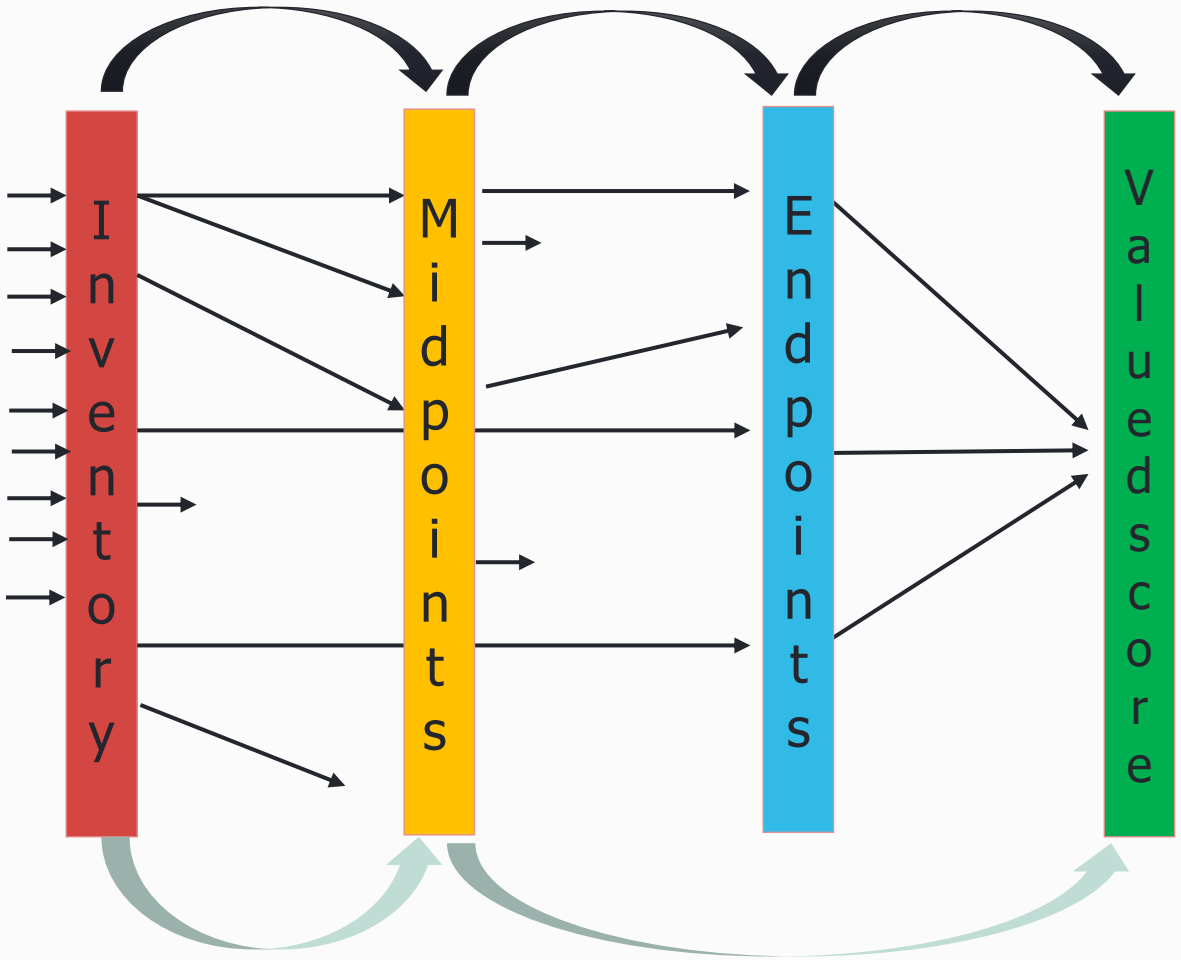
Source: (UNEPDTIE, 2003)

Impact for packaging 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	Particulate Matter	Disease incidences	Fantke et al., 2016 in UNEP 2016
4	Ionising radiation	kBq U_{235} eq	ReCiPe 2016 (H)
5	Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	ReCiPe 2016
6	Acidification	mol H^+ eq	EDIP
7	Eutrophication potential (terrestrial)	mol N eq	EDIP
	Eutrophication potential (freshwater & marine)	kg P eq	ReCiPe 2016
8	Ecotoxicity, freshwater	CTUe	USEtox2.1
9	Human toxicity, cancer and non-cancer	CTUh	USEtox2.1
10	Land use	m^2*year	ReCiPe 2016
11	Water use	m^3	AWARE model
12	Resource use, fossil fuel	MJ	CML v6.1 (2016)
13	Resource use, ultimate reserves (minerals and metals)	kg Sb eq	CML 6.1 (2016)

อ้างอิงตาม Best practice guide, Food and Consumer Goods Packaging: Life Cycle Assessments (LCAs) (IGD, 2022)

Midpoint and Endpoint Indicator

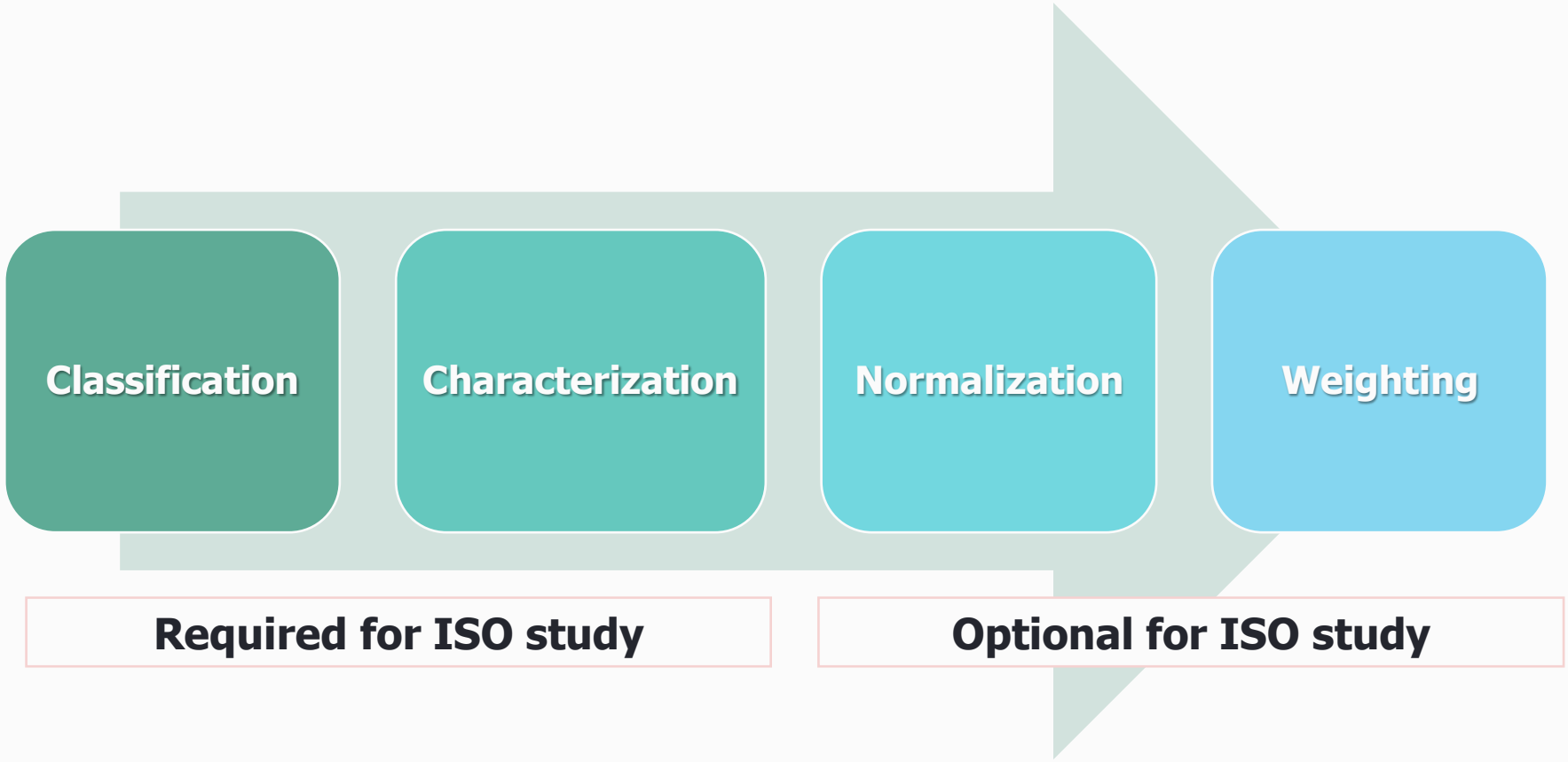


Procedure with endpoint approach

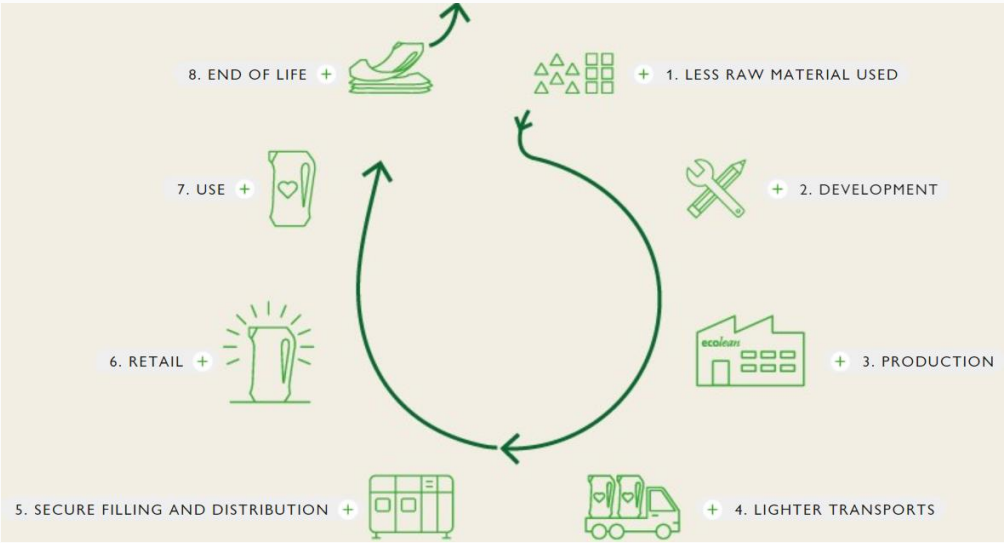
Procedure with midpoint approach

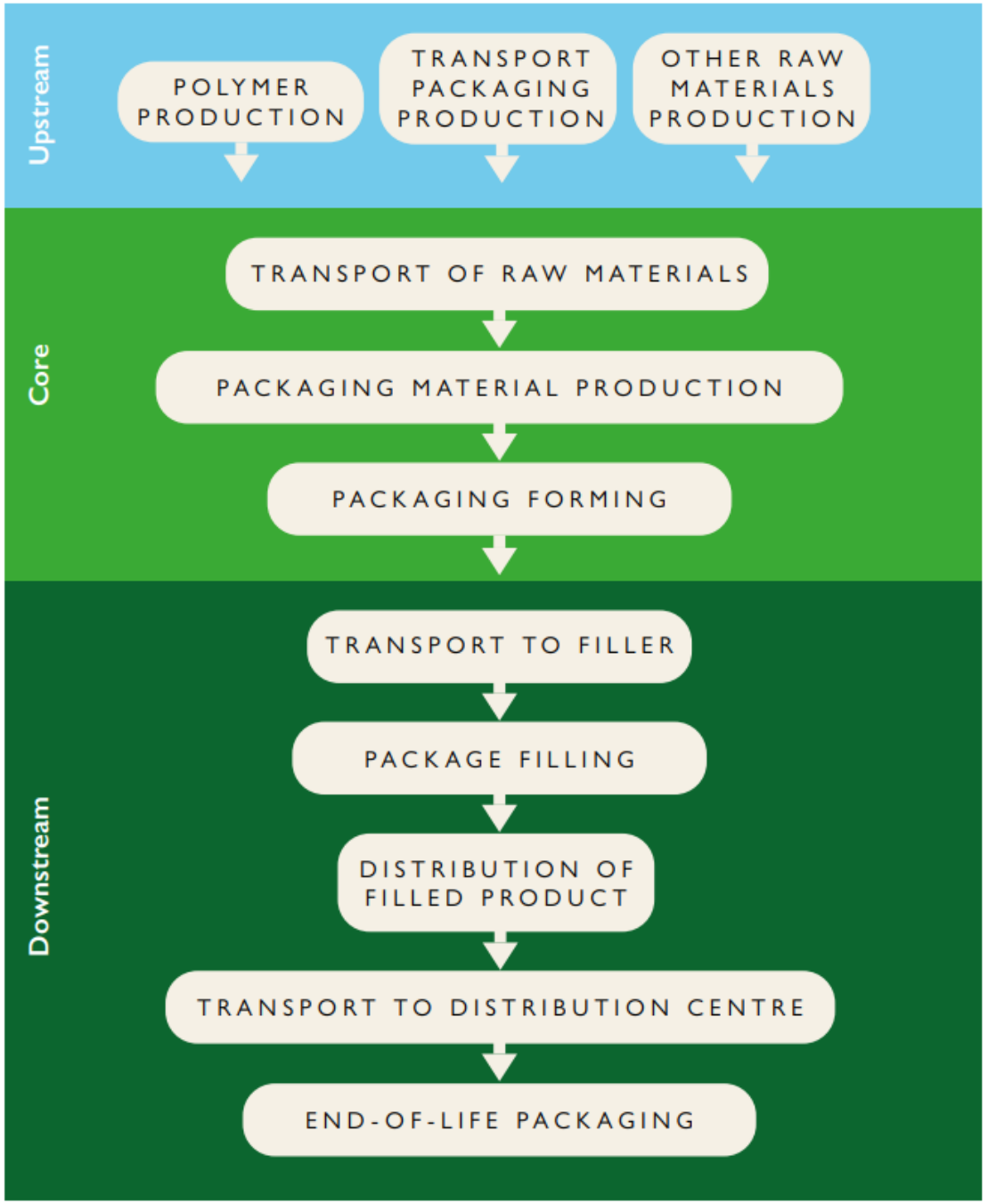
Source: Sonnemann et al. 2004.

Steps in Life Cycle Impact Assessment



Case study





Source: https://api.environdec.com/api/v1/EPDLibrary/Files/e01039d6-2e98-479a-eae0-08db673344ea/Data

Case study

200 ml 250 ml 450 ml

ENVIRONMENTAL PERFORMANCE – ECOLEAN® AIR THE EUROPEAN MARKET

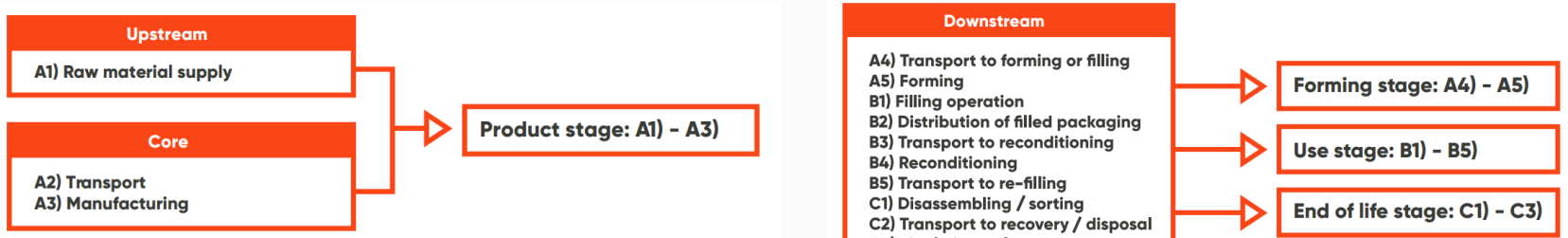
INDICATORS	Acronyms	Unit per functional unit (1 package)	Ecolean® Air											
			Air 200 ml				Air 250 ml				Air 450 ml			
			Upstream	Core	Downstream	Total	Upstream	Core	Downstream	Total	Upstream	Core	Downstream	Total
Climate Change - total	GWP-total	kg CO_2 eq	8.78E-03	1.26E-03	5.95E-03	1.60E-02	9.73E-03	1.41E-03	6.56E-03	1.77E-02	1.51E-02	2.11E-03	1.09E-02	2.81E-02
Climate Change - fossil	GWP-fossil	kg CO_2 eq	8.70E-03	1.13E-03	5.94E-03	1.58E-02	9.65E-03	1.26E-03	6.55E-03	1.75E-02	1.49E-02	1.89E-03	1.09E-02	2.76E-02
Climate Change - biogenic	GWP-biogenic	kg CO_2 eq	2.90E-04	1.26E-04	8.35E-06	4.24E-04	3.22E-04	1.42E-04	9.24E-06	4.72E-04	4.89E-04	2.04E-04	1.51E-05	7.08E-04
Climate Change - land use and land use change	GWP-luluc	kg CO_2 eq	3.36E-08	4.46E-06	8.43E-06	1.29E-05	3.77E-08	4.96E-06	9.36E-06	1.44E-05	5.18E-08	8.09E-06	1.55E-05	2.37E-05
Ozone depletion	ODP	kg CFC-11 eq	3.04E-13	6.81E-14	2.74E-15	3.75E-13	3.35E-13	7.64E-14	2.77E-15	4.15E-13	5.32E-13	1.09E-13	3.00E-15	6.44E-13
Acidification	AP	mole H+ eq	3.82E-05	5.11E-06	2.18E-06	4.55E-05	4.22E-05	5.72E-06	2.37E-06	5.03E-05	6.88E-05	8.32E-06	3.68E-06	8.08E-05
Eutrophication aquatic freshwater	EP-freshwater	kg P eq	2.97E-07	6.20E-08	1.73E-08	3.76E-07	3.28E-07	6.94E-08	1.91E-08	4.17E-07	5.21E-07	9.99E-08	3.21E-08	6.53E-07
Eutrophication aquatic marine	EP-marine	kg N eq	6.58E-06	1.62E-06	6.31E-07	8.84E-06	7.31E-06	1.82E-06	6.86E-07	9.81E-06	1.13E-05	2.65E-06	1.06E-06	1.50E-05
Eutrophication terrestrial	EP-terrestrial	mole N eq	7.01E-05	1.13E-05	8.72E-06	9.01E-05	7.78E-05	1.26E-05	9.53E-06	1.00E-04	1.21E-04	1.87E-05	1.50E-05	1.54E-04
Photochemical ozone formation	POCP	kg NMVOC eq	3.48E-05	1.14E-05	1.63E-06	4.79E-05	3.88E-05	1.30E-05	1.77E-06	5.35E-05	5.85E-05	1.81E-05	2.71E-06	7.93E-05
Depletion of abiotic resources - minerals and metals	ADP-minerals & metals	kg Sb eq	7.46E-09	2.42E-09	9.19E-11	9.98E-09	8.14E-09	2.72E-09	1.01E-10	1.10E-08	1.48E-08	3.89E-09	1.58E-10	1.88E-08
Depletion of abiotic resources - fossil fuels	ADP-fossil	MJ	1.19E-02	5.80E-03	1.85E-02	3.63E-02	1.33E-02	6.45E-03	1.98E-02	3.95E-02	2.00E-02	1.04E-02	2.82E-02	5.86E-02
Water scarcity	WDP	m^3 world eq	9.44E-05	1.70E-04	6.34E-04	8.98E-04	1.07E-04	1.86E-04	6.83E-04	9.75E-04	1.32E-04	2.94E-04	1.03E-03	1.46E-03
Use of renewable primary energy excluding renewable primary energy resources used as raw materials	PERE	MJ	3.81E-03	2.35E-02	2.02E-03	2.93E-02	4.22E-03	2.58E-02	2.16E-03	3.22E-02	6.60E-03	3.95E-02	3.10E-03	4.92E-02
Use of renewable primary energy resources used as raw materials	PERM	MJ	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Total use of renewable primary energy resources (primary energy and primary energy resources used as raw materials)	PERT	MJ	3.81E-03	2.35E-02	2.02E-03	2.93E-02	4.22E-03	2.58E-02	2.16E-03	3.22E-02	6.60E-03	3.95E-02	3.10E-03	4.92E-02
Use of non-renewable primary energy excluding non-renewable primary energy resources used as raw materials	PENRE	MJ	1.37E-01	1.94E-02	1.85E-02	1.75E-01	1.52E-01	2.17E-02	1.98E-02	1.93E-01	2.35E-01	3.21E-02	2.82E-02	2.96E-01
Use of non-renewable primary energy resources used as raw materials	PENRM	MJ	1.91E-01	0.00E+00	0.00E+00	1.91E-01	2.12E-01	0.00E+00	0.00E+00	2.12E-01	3.26E-01	0.00E+00	0.00E+00	3.26E-01
Total use of non-renewable primary energy resources (primary energy and primary energy resources used as raw materials)	PENRT	MJ	3.28E-01	2.04E-02	1.85E-02	3.67E-01	3.64E-01	2.27E-02	1.98E-02	4.07E-01	5.61E-01	3.36E-02	2.82E-02	6.23E-01
Use of secondary material	SM	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Use of renewable secondary fuels	RSF	MJ	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Use of non renewable secondary fuels	NRSF	MJ	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Net use of fresh water	FW	m^3	2.40E-05	4.51E-05	1.67E-05	8.58E-05	2.63E-05	4.93E-05	1.80E-05	9.36E-05	4.67E-05	7.69E-05	2.69E-05	1.50E-04
Hazardous waste disposed	HWD	kg	4.41E-13	3.25E-13	1.22E-12	1.98E-12	5.03E-13	3.61E-13	1.28E-12	2.15E-12	6.23E-13	5.91E-13	1.73E-12	2.94E-12
Non-hazardous waste disposed	NHWD	kg	1.44E-05	7.76E-06	8.67E-04	8.89E-04	1.64E-05	8.58E-06	9.61E-04	9.86E-04	2.04E-05	1.33E-05	1.63E-03	1.67E-03
Radioactive waste disposed	RWD	kg	1.25E-08	1.80E-08	8.99E-07	9.30E-07	1.42E-08	2.01E-08	9.06E-07	9.40E-07	1.77E-08	3.20E-08	9.43E-07	9.93E-07
Components for re-use	CRU	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Materials for recycling	MFR	kg	0.00E+00	3.55E-03	0.00E+00	3.55E-03	0.00E+00	3.96E-03	0.00E+00	3.96E-03	0.00E+00	6.23E-03	0.00E+00	6.23E-03
Material for energy recovery	MER	kg	0.00E+00	3.66E-05	0.00E+00	3.66E-05	0.00E+00	4.01E-05	0.00E+00	4.01E-05	0.00E+00	5.84E-05	0.00E+00	5.84E-05
Exported electrical energy	EEE	MJ	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Exported thermal energy	EET	MJ	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

All results in the EPD are written in logarithmic base of ten. Reading example: 5.2E-03 = $5.2*10^{-3}$ = 0.0052.

Source: https://api.environdec.com/api/v1/EPDLibrary/Files/e01039d6-2e98-479a-eae0-08db673344ea/Data

ENVIRONMENTAL PERFORMANCE – ECOLEAN® AIR THE EUROPEAN MARKET

INDICATORS	Acronyms	Unit per functional unit (1 package)	Ecolean® Air											
			Air 200 ml				Air 250 ml				Air 450 ml			
			Upstream	Core	Downstream	Total	Upstream	Core	Downstream	Total	Upstream	Core	Downstream	Total
Climate Change - total	GWP-total	kg CO_2 eq	8.78E-03	1.26E-03	5.95E-03	1.60E-02	9.73E-03	1.41E-03	6.56E-03	1.77E-02	1.51E-02	2.11E-03	1.09E-02	2.81E-02
Climate Change - fossil	GWP-fossil	kg CO_2 eq	8.70E-03	1.13E-03	5.94E-03	1.58E-02	9.65E-03	1.26E-03	6.55E-03	1.75E-02	1.49E-02	1.89E-03	1.09E-02	2.76E-02
Climate Change - biogenic	GWP-biogenic	kg CO_2 eq	2.90E-04	1.26E-04	8.35E-06	4.24E-04	3.22E-04	1.42E-04	9.24E-06	4.72E-04	4.89E-04	2.04E-04	1.51E-05	7.08E-04
Climate Change - land use and land use change	GWP-luluc	kg CO_2 eq	3.36E-08	4.46E-06	8.43E-06	1.29E-05	3.77E-08	4.96E-06	9.36E-06	1.44E-05	5.18E-08	8.09E-06	1.55E-05	2.37E-05
Ozone depletion	ODP	kg CFC-11 eq	3.04E-13	6.81E-14	2.74E-15	3.75E-13	3.35E-13	7.64E-14	2.77E-15	4.15E-13	5.32E-13	1.09E-13	3.00E-15	6.44E-13
Acidification	AP	mole H+ eq	3.82E-05	5.11E-06	2.18E-06	4.55E-05	4.22E-05	5.72E-06	2.37E-06	5.03E-05	6.88E-05	8.32E-06	3.68E-06	8.08E-05
Eutrophication aquatic freshwater	EP-freshwater	kg P eq	2.97E-07	6.20E-08	1.73E-08	3.76E-07	3.28E-07	6.94E-08	1.91E-08	4.17E-07	5.21E-07	9.99E-08	3.21E-08	6.53E-07
Eutrophication aquatic marine	EP-marine	kg N eq	6.58E-06	1.62E-06	6.31E-07	8.84E-06	7.31E-06	1.82E-06	6.86E-07	9.81E-06	1.13E-05	2.65E-06	1.06E-06	1.50E-05
Eutrophication terrestrial	EP-terrestrial	mole N eq	7.01E-05	1.13E-05	8.72E-06	9.01E-05	7.78E-05	1.26E-05	9.53E-06	1.00E-04	1.21E-04	1.87E-05	1.50E-05	1.54E-04
Photochemical ozone formation	POCP	kg NMVOC eq	3.48E-05	1.14E-05	1.63E-06	4.79E-05	3.88E-05	1.30E-05	1.77E-06	5.35E-05	5.85E-05	1.81E-05	2.71E-06	7.93E-05
Depletion of abiotic resources - minerals and metals	ADP-minerals & metals	kg Sb eq	7.46E-09	2.42E-09	9.19E-11	9.98E-09	8.14E-09	2.72E-09	1.01E-10	1.10E-08	1.48E-08	3.89E-09	1.58E-10	1.88E-08
Depletion of abiotic resources - fossil fuels	ADP-fossil	MJ	1.19E-02	5.80E-03	1.85E-02	3.63E-02	1.33E-02	6.45E-03	1.98E-02	3.95E-02	2.00E-02	1.04E-02	2.82E-02	5.86E-02
Water scarcity	WDP	m^3 world eq	9.44E-05	1.70E-04	6.34E-04	8.98E-04	1.07E-04	1.86E-04	6.83E-04	9.75E-04	1.32E-04	2.94E-04	1.03E-03	1.46E-03



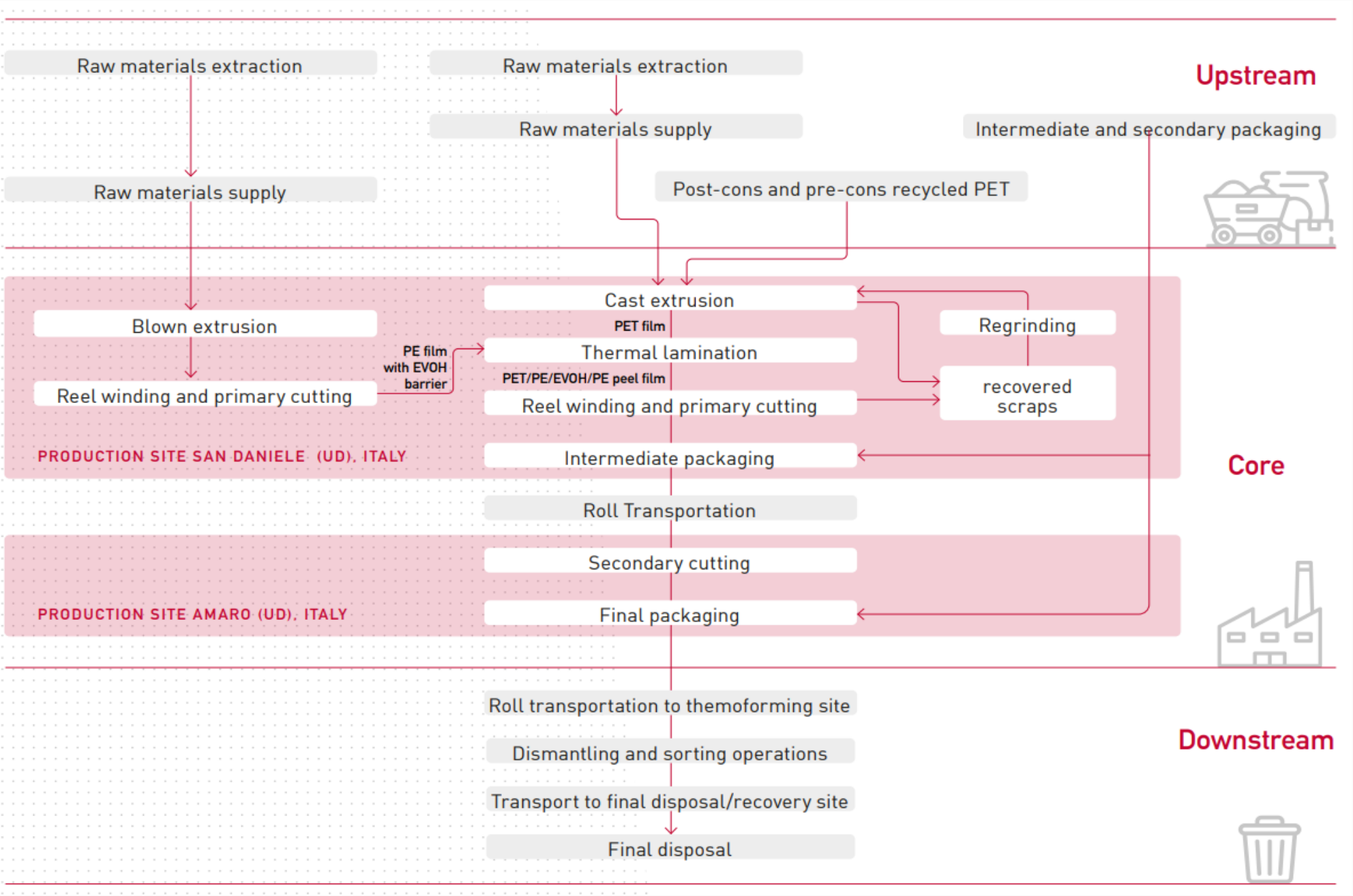
Source: EPD Packaging PCR (2020)

© 2023 BSI. All rights reserved.

Source: https://api.environdec.com/api/v1/EPDLibrary/Files/e01039d6-2e98-479a-eae0-08db673344ea/Data

Case study

PET/PE/EVOH/PE-**MY280***



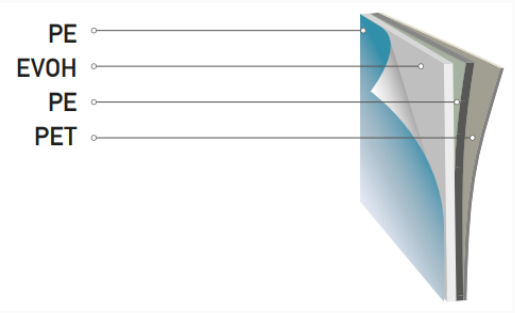
Source: https://www.ambpackaging.com/de/wp-content/uploads/2022/09/EPD_Multilayer_PET_PE_EVOH_PE_Final.pdf

Case study

Environmental Performance

PET/PE/EVOH/PE-**MY280***	Thickness	Unit weight
	280 µm	320 g/m²

The detailed environmental performance (in terms of potential environmental impacts, use of resources and waste generations) are declared per **1 m² of film** and reported for life cycle stage, according to the PCR, and in aggregated form in the column «Total».



INDICATORS DESCRIBING POTENTIAL ENVIRONMENTAL IMPACTS

Indicator	Units/D.U.	Upstream	Core	Downstream	TOTAL
GWP	kg CO_2 eq	3,56E-01	1,62E-01	9,72E-02	6,16E-01
GWP,f	kg CO_2 eq	3,55E-01	1,62E-01	9,69E-02	6,14E-01
GWP,b	kg CO_2 eq	1,12E-03	1,89E-05	3,01E-04	1,44E-03
GWP,luluc	kg CO_2 eq	5,19E-04	5,61E-06	1,88E-06	5,26E-04
AP	kgSO_2 eq	1,14E-03	5,58E-04	1,93E-04	1,89E-03
EP	kg PO_4^{3-} eq	2,21E-04	5,77E-05	3,10E-05	3,10E-04
POCP	kg NMVOC eq	9,68E-04	3,98E-04	2,20E-04	1,59E-03
ADP-e	kg Sb eq	2,42E-05	3,79E-09	4,70E-09	2,42E-05
ADP-f	MJ	9,20E+00	2,54E+00	5,39E-01	1,23E+01
WDP	m^3 eq	1,58E-01	1,18E-02	3,88E-03	1,74E-01

*The results also refer to the product **PET/PE/EVOH/PE-MY230**

GWP Global warming potential, total

GWP,f Global warming potential, fossil

GWP,b Global warming potential, biogenic

GWP,luluc Global warming potential, land use and land use change

AP Acidification Potential

EP Eutrophication Potential

POCP Photochemical oxidant formation potential

ADP-e Abiotic depletion potential - Elements

ADP-f Abiotic depletion potential – Fossil fuels

WDP Water scarcity potential

Source: https://www.ambpackaging.com/de/wp-content/uploads/2022/09/EPD_Multilayer_PET_PE_EVOH_PE_Final.pdf

Step 4: Interpretation

© 2023 BSI. All rights reserved.

Step 4: Interpretation

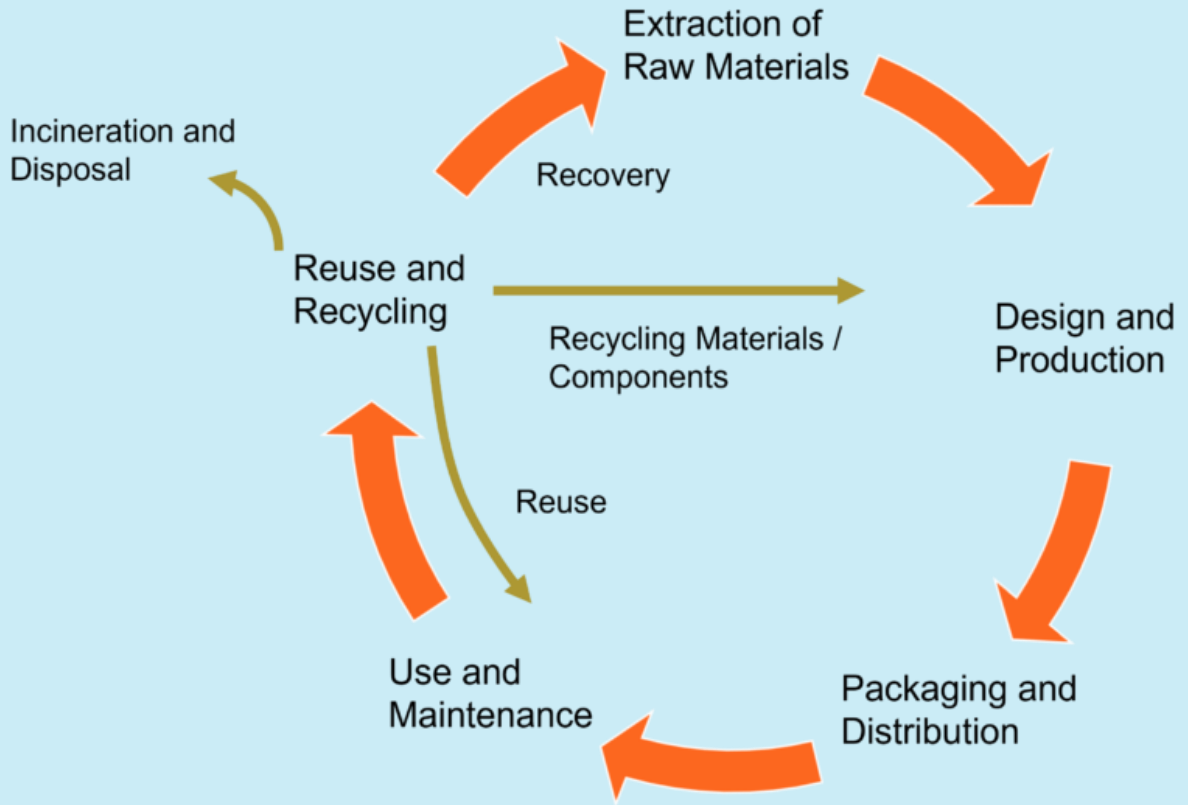
- การแปรผล เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการประเมินวัฏจักรชีวิต ในขั้นตอนนี้ผู้ประเมินจะต้องแปรผลที่ได้จากขั้นตอนที่ 3 (LCIA) เพื่อวิเคราะห์จุด hotspot ของแต่ละผลกระทบ หรือเปรียบเทียบผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นระหว่างผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเป้าหมายและขอบเขตที่ได้ตั้งไว้ในขั้นตอนที่ 1
- การแปรผลควรจะสามารถนำไปสู่การกำหนดกลยุทธ์ในการปรับปรุงผลกระทบสิ่งแวดล้อมของผลิต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

Sensitivity analysis

Uncertainty analysis

© 2023 BSI. All rights reserved.

สรุป LCA for packaging



Source: https://www.anthesisgroup.com/sustainable-packaging/packaging-lca/

Contact us

www.bsigroup.com/th-TH/

BSI Thailand

@bsithailand

Tel: 02 294 4889-92 Email: infothai@bsigroup.com