

# ● Introduction to Life Cycle Assessment (LCA)

BSI Group (Thailand) Co., Ltd.



# แนะนำตัวกันหน่อย

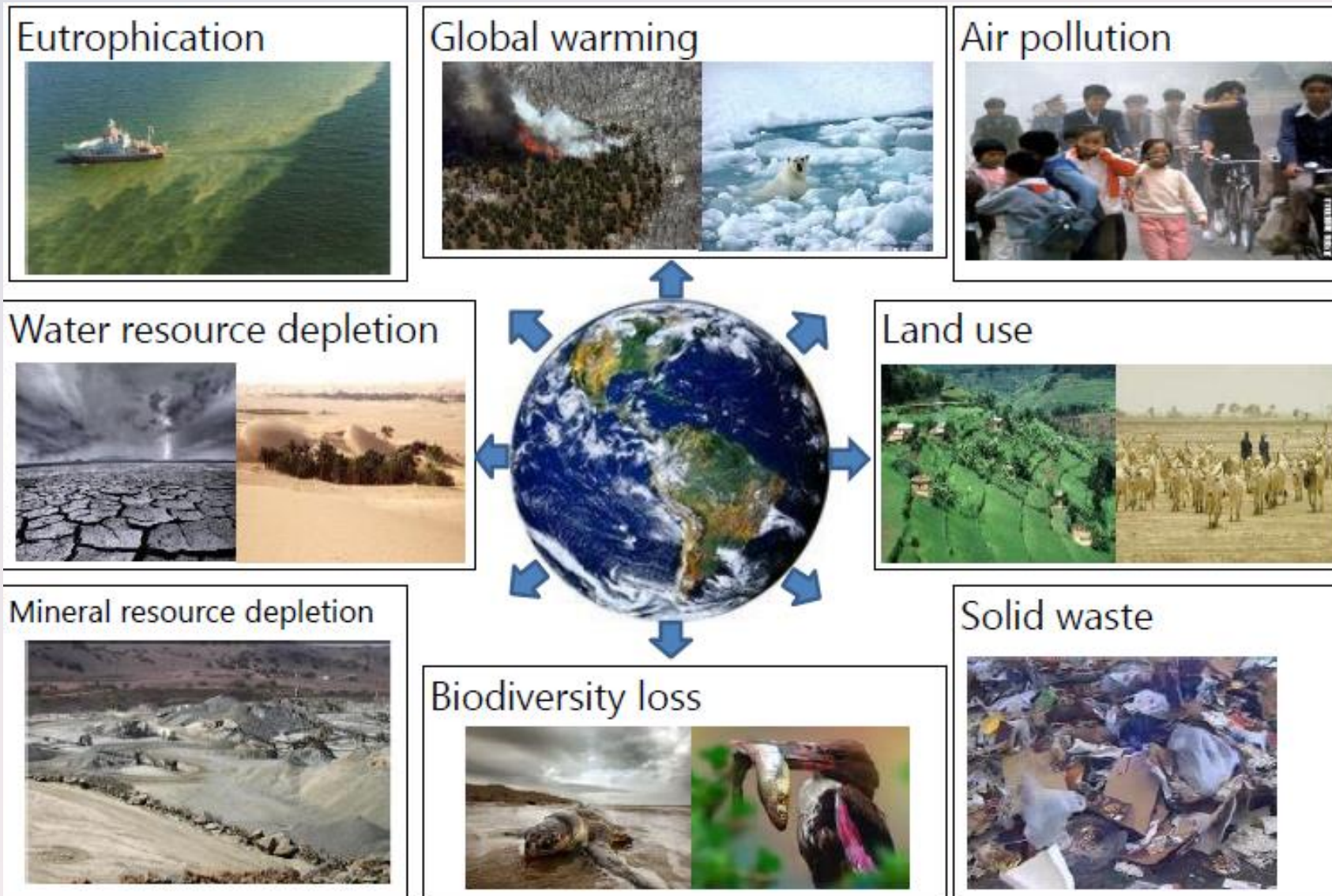
## ● จุดมุ่งหมายของการสัมมนา

- หลักการพื้นฐานของการประเมินวัฏจักรชีวิต ตามแนวทาง ISO 14040 และ ISO 14044
- การประยุกต์ใช้กับการประเมิน Environmental Footprint ต่างๆ

- บุคลากรที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการจัดทำและรายงาน environmental footprint ต่างๆ เช่น Carbon Footprint, Water Footprint, etc.
- ผู้บริหาร และบุคลากรด้านสิ่งแวดล้อม

- หลักการ แนวคิดของ LCA
- การกำหนดเป้าหมาย และขอบเขต
- การจัดทำบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม
- การวิเคราะห์ และการแปลผล

# ● สถานการณ์สิ่งแวดล้อมในปัจจุบัน



## ● ทุกภาคส่วนเห็นถึงความสำคัญในการปรับปรุง เพื่อความยั่งยืน

- องค์กรสหประชาชาติ
- ลูกค้า
- ผู้บริโภค
- ชุมชน
- พนักงาน
- องค์กร
- หน่วยงานอิสระ

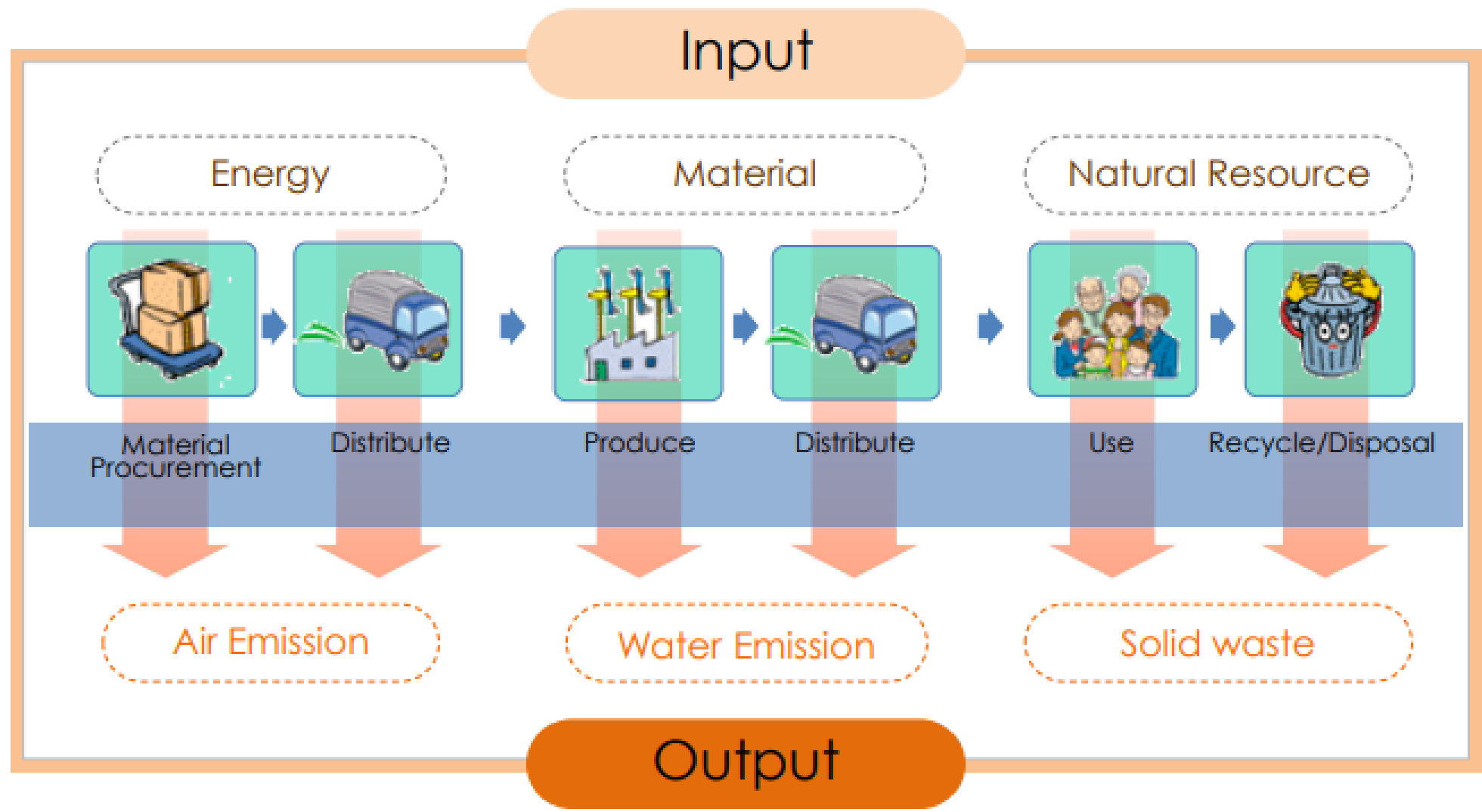


## ● LCA เครื่องมือสำหรับการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม ???

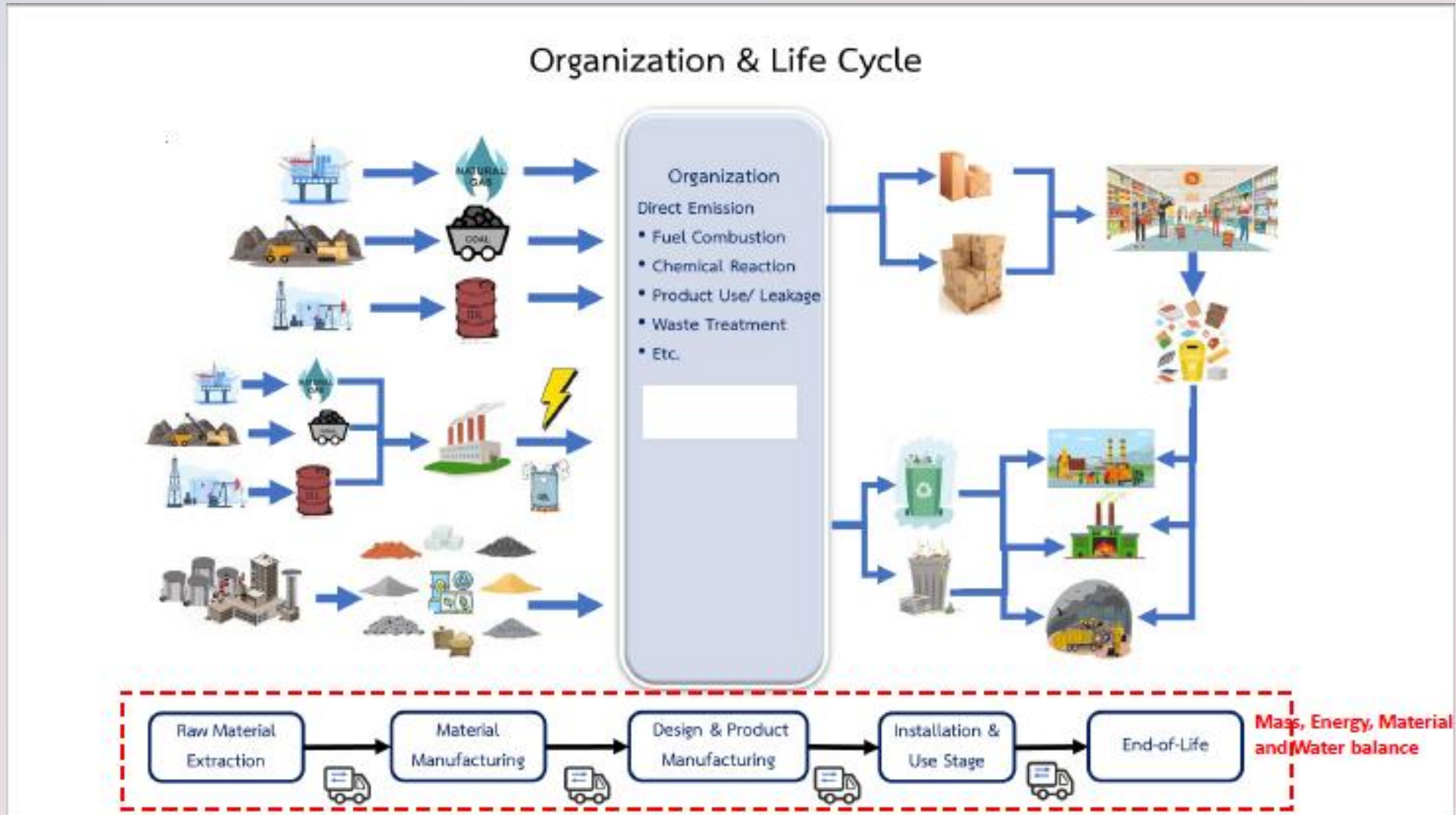
- **compilation and evaluation of the inputs, outputs and the potential environmental impacts of a product system throughout its life cycle**
- การประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ คือ วิธีการประเมินเชิงปริมาณของการใช้ทรัพยากร มลพิษที่เกิดขึ้นและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม อันเนื่องมาจากการผลิต ผลิตภัณฑ์และบริการ โดยพิจารณาตลอดวัฏจักรชีวิต ตั้งแต่การจัดการวัตถุดิบ การผลิต การขนส่ง การใช้ผลิตภัณฑ์ รวมทั้งการนำไปกำจัด
- เพื่อระบุชนิดของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่มีนัยสำคัญ
- เพื่อระบุแหล่งกำเนิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่มีนัยสำคัญ
- นำไปสู่การปรับปรุงสมรรถนะด้านสิ่งแวดล้อม
- **ISO 14040: Life cycle assessment — Principles and framework**
- **ISO 14044: Life cycle assessment — Requirements and guidelines**



# ● Life Cycle - วัฏจักรชีวิต

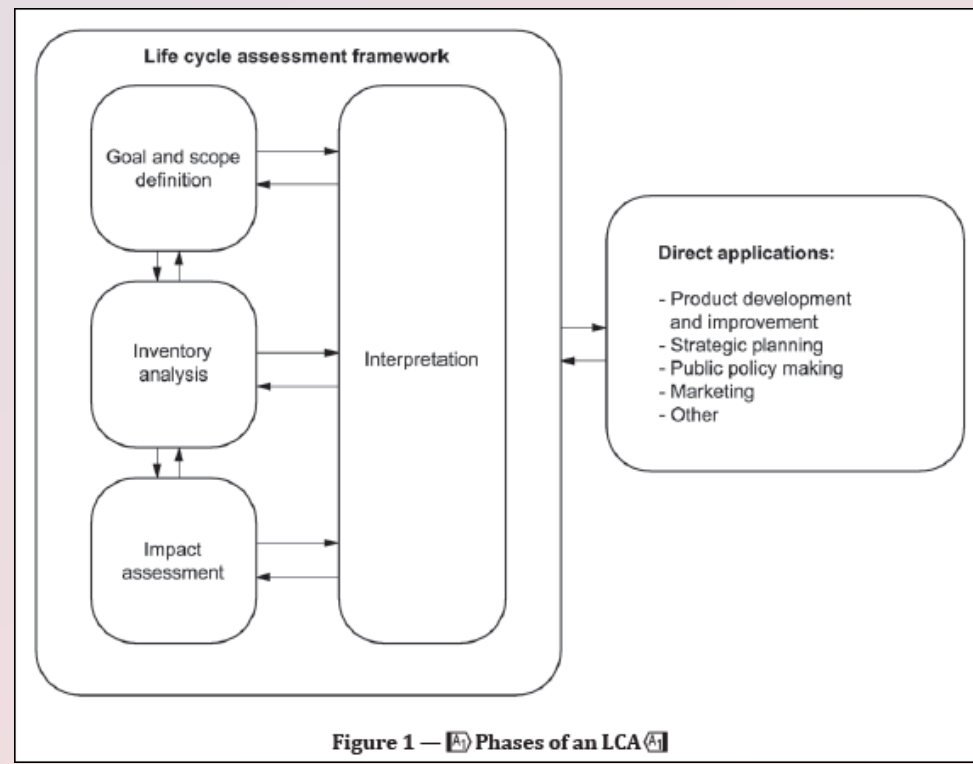


# ● Life Cycle - វ័ណ្ណជីវិត

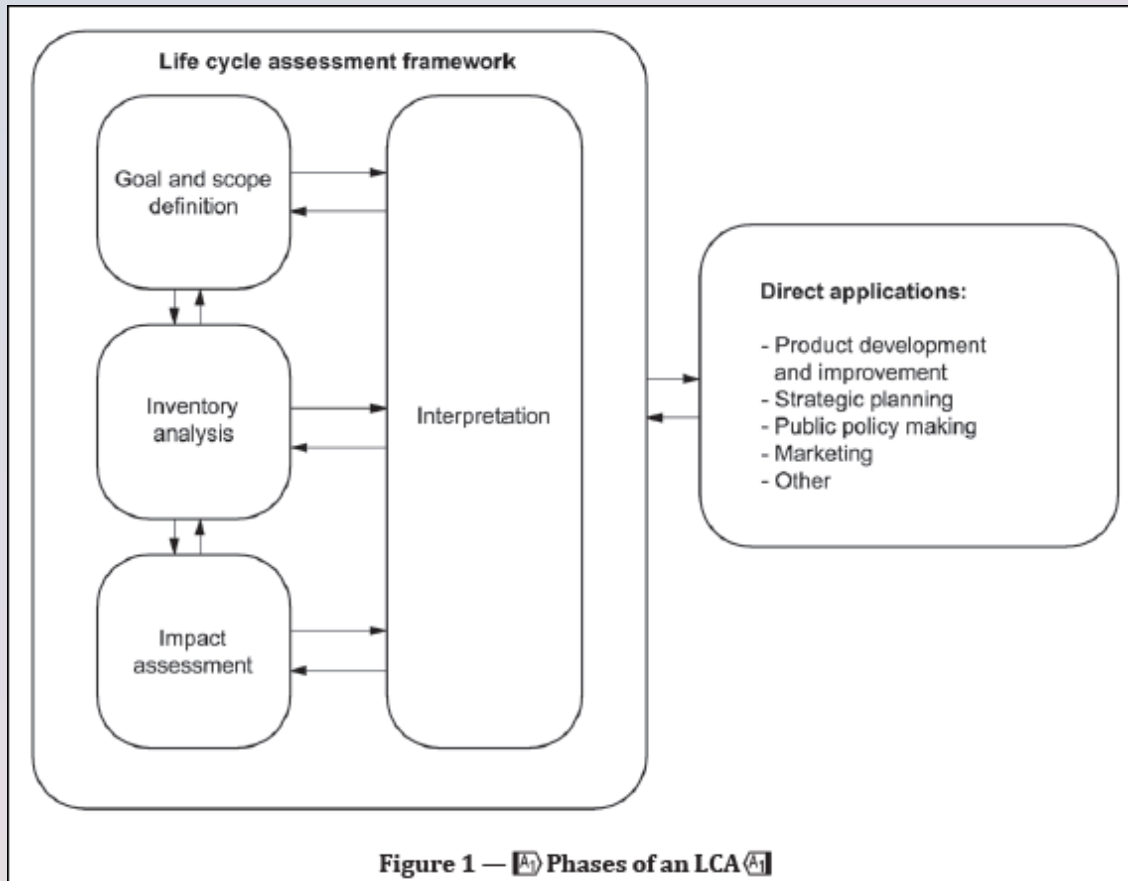




# ● LCA Framework – ISO 14040



## ● LCA Framework – ISO 14040



1. การกำหนดเป้าหมายและขอบเขต (Goal and Scope Definition) คือ การ กำหนดเป้าหมายและขอบเขตของระบบ (system boundary) หน่วยการทำงาน (functional unit) ที่จะทำการศึกษา **ขั้นตอนมีความสำคัญมากเป็นปัจจัยโดยตรงต่อความละเอียดในการศึกษาเพราะถ้ากำหนดเป้าหมายและขอบเขตไม่ดีพอจะทำให้ผลที่ได้จากการประเมินนั้นไม่ถูกต้องและไม่มีประโยชน์ในการที่จะนำผลที่ได้ไปปรับปรุงผลิตภัณฑ์นั้นให้ดีขึ้น**

2. การวิเคราะห์บัญชีรายการ (Inventory analysis) คือการเก็บรวบรวมและ คำนวณข้อมูลที่ได้จากกระบวนการต่างๆ ที่กำหนดไว้ในขั้นตอนการกำหนดเป้าหมายและขอบเขตการศึกษา **ขั้นตอนนี้มีการคำนวณหาปริมาณของสารขาเข้าและสารขาออกจากผลิตภัณฑ์ โดยจะพิจารณาถึงพลังงานและมลพิษที่เกิดขึ้นด้วย**

3. การประเมินผลกระทบ (Impact Assessment) คือมีการประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมโดยใช้ข้อมูลจากสารขาเข้าและสารขาออก รวมถึงมลพิษที่เกิดขึ้น โดยการประเมินจะแบ่งหัวข้อหลักๆ คือ การจำแนกประเภท (classification) การกำหนดบทบาท (characterization) และการให้น้ำหนักแก่แต่ละประเภท (weighting)

4. การแปลผลการศึกษา (Life Cycle Interpretation) คือ การนำผลการศึกษาที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อสรุปผล โดยการสรุปผลจะต้องมีความสอดคล้องกับเป้าหมายและขอบเขตของการศึกษาที่เราตั้งไว้

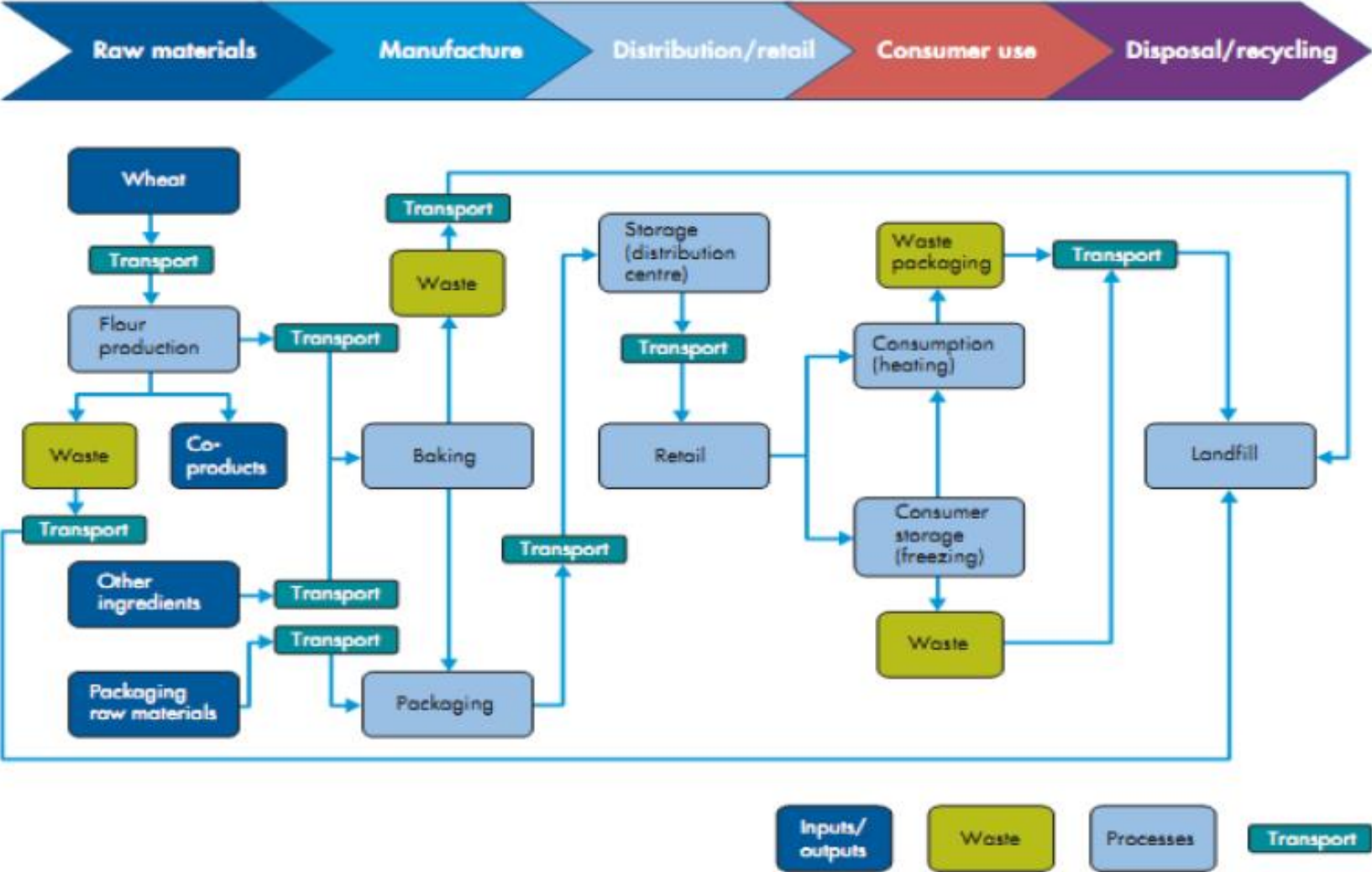
# Goal Definition

- Why are you undertaking the LCA study?
- What are the objectives of performing the LCA study?
- What are the intended applications?
- Who are the intended/potential audience?
- Whether the results are intended to be used in comparative assertions intended to be disclosed to the public

# Scope Definition

- The product system(s) to be studied;
- The functions of the product system(s)
- The functional unit
- The system boundary
- The allocation procedures
- Impact categories selected and methodology of impact assessment, and subsequent interpretation to be used
- Data requirements
- Assumption
- Limitations
- initial data quality requirements
- Type of critical review, if any
- Type and format of the report required for the study

# Product System to be studied



## The functions of the product system(s)

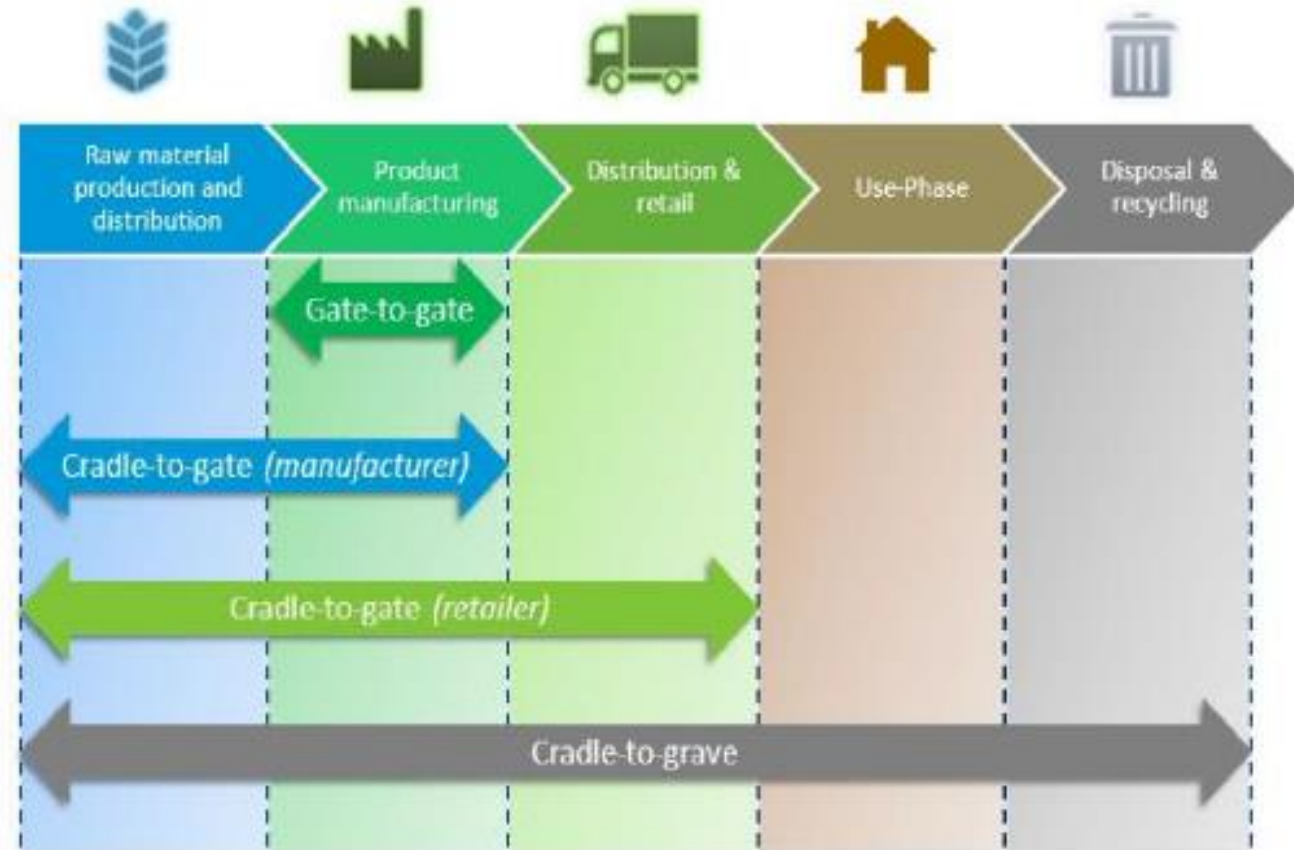
- Define the use intended and the function provided by the product

## The functional unit

- This is a measure that allows quantification of the function you defined. It should represent performance of the functional outputs of the product system. It provides a reference to which inputs and outputs are related

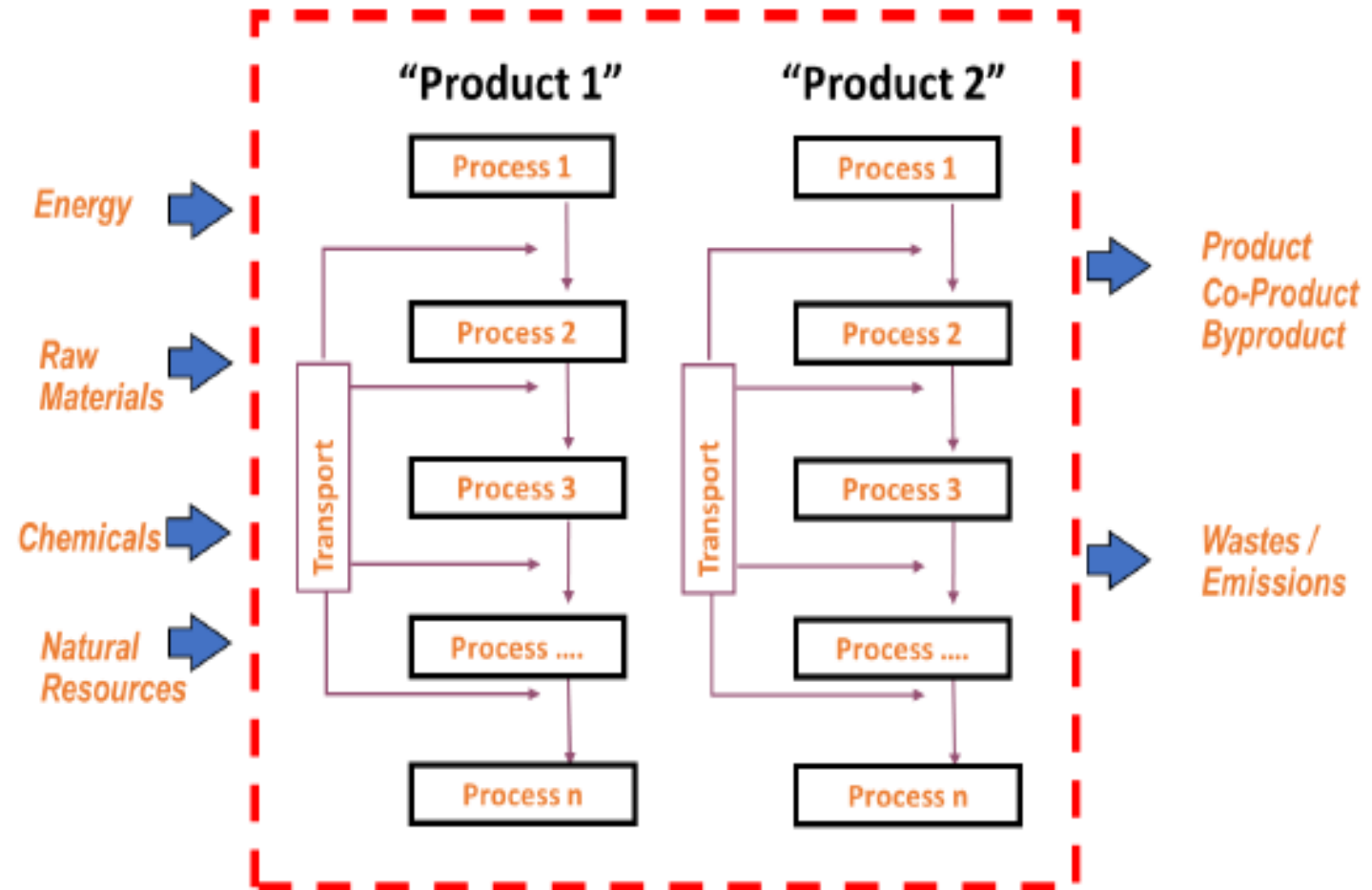
## The system boundary

- Define which unit processes shall be included in the product system. Ideally, all processes associated with the product should be included



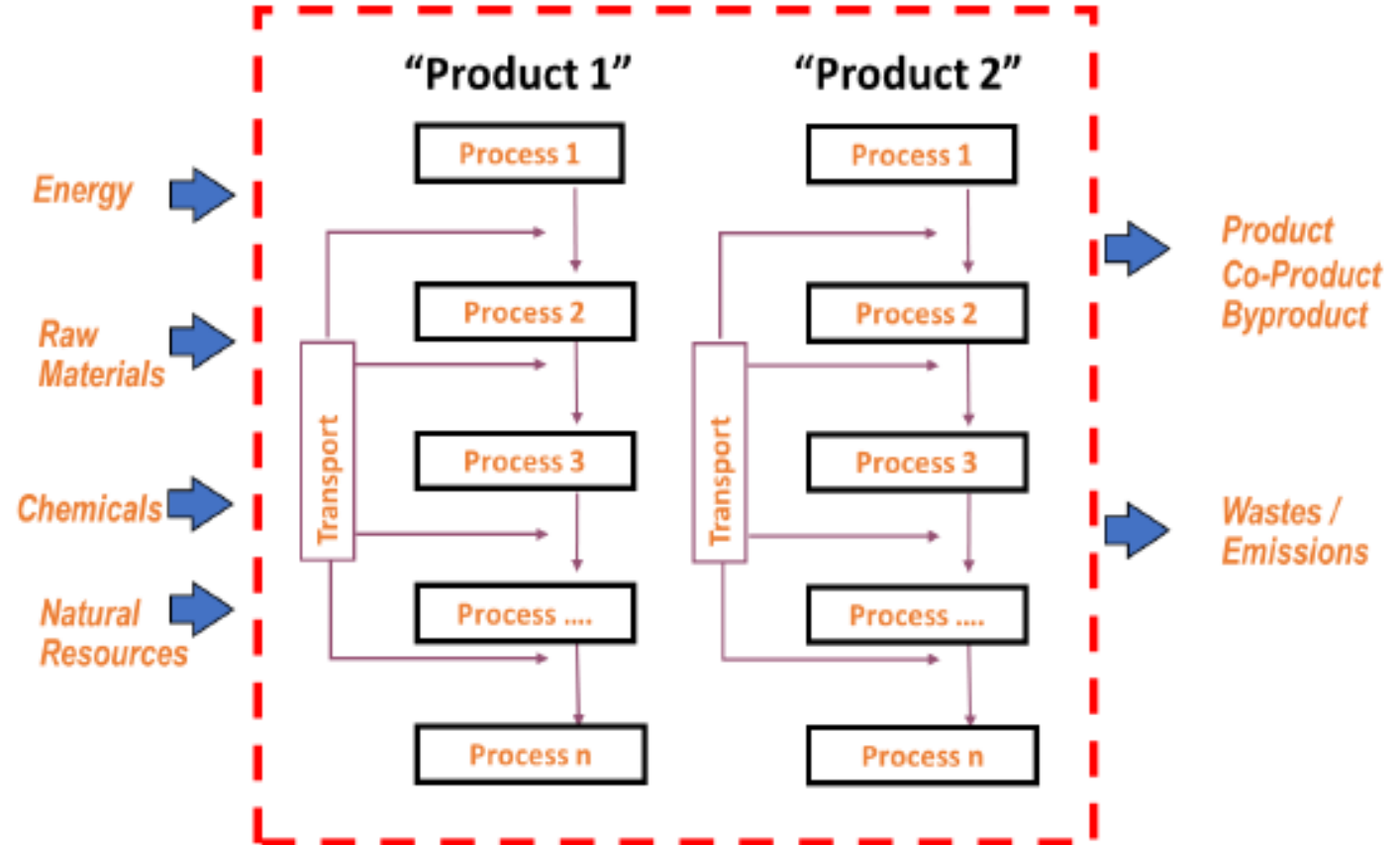
## The allocation procedures (แนวทางในการปันส่วน)

- By physical values (mass, volume, energy)
- By economic values



## การปันส่วน (Allocation)

- ▶▶ การปันส่วนเกิดขึ้นในกรณีที่มีการผลิตผลิตภัณฑ์หลายชนิดในช่วงเวลาเดียวกัน
- ▶▶ มีการใช้ระบบสาธารณูปโภคร่วมกันระหว่างผลิตภัณฑ์ต่างๆ
- ▶▶ ต้องมีการจำแนกกระบวนการที่มีการใช้ร่วมกับผลิตภัณฑ์อื่นๆ
- ▶▶ ไม่สามารถเก็บข้อมูลแยกส่วนได้
- ▶▶ อาศัยหลักการพื้นฐานของการดุลมวลสารที่เป็น Inputs/Outputs





- Impact categories selected and methodology of impact assessment, and subsequent interpretation to be used

### Impact Categories

- Global Warming
- Ozone layer depletion
- Acidification
- Water Scarcity
- Eutrophication
- Photochemical smog
- Ecotoxicity water
- Human toxicity
- Resource depletion
- Etc.

Group	Methods	Group	Methods
European	CML_IA	Single Issue	Cumulative Energy Demand
	Ecological Scarcity 2013		Cumulative Exergy Demand
	EPD 2003		Ecological Footprint
	EPD 2013		Ecosystem Damage Potential
	EPS 2000		Greenhouse Gas Protocol
	ILCD 2011 Midpoint		IPCC 2013 GWP 100a
	Impact 2002+		CML 1992
North America	ReCiPe	Superseded	Eco-indicator 95
	BEES+		Ecopoints 97
Japan	TRACI 2.1		EDIP/UMIP 97
	LIME 3, NETS		IPCC 2007 GWP



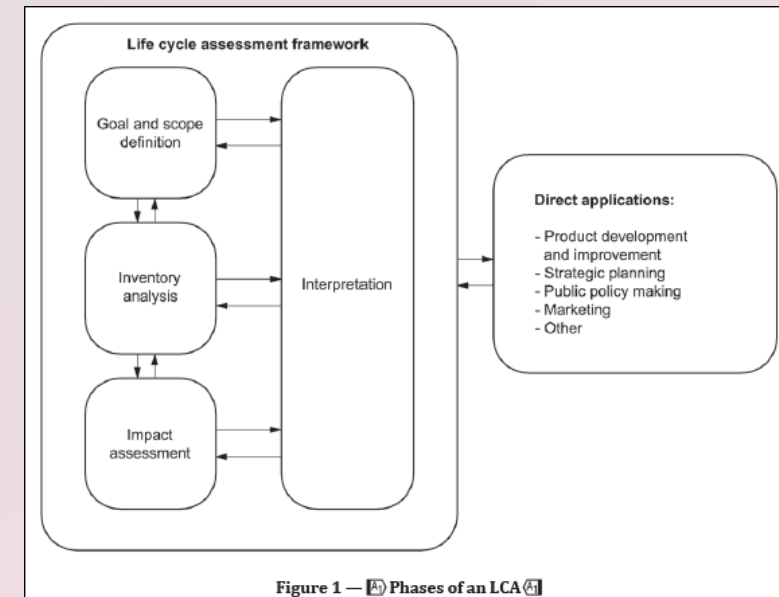
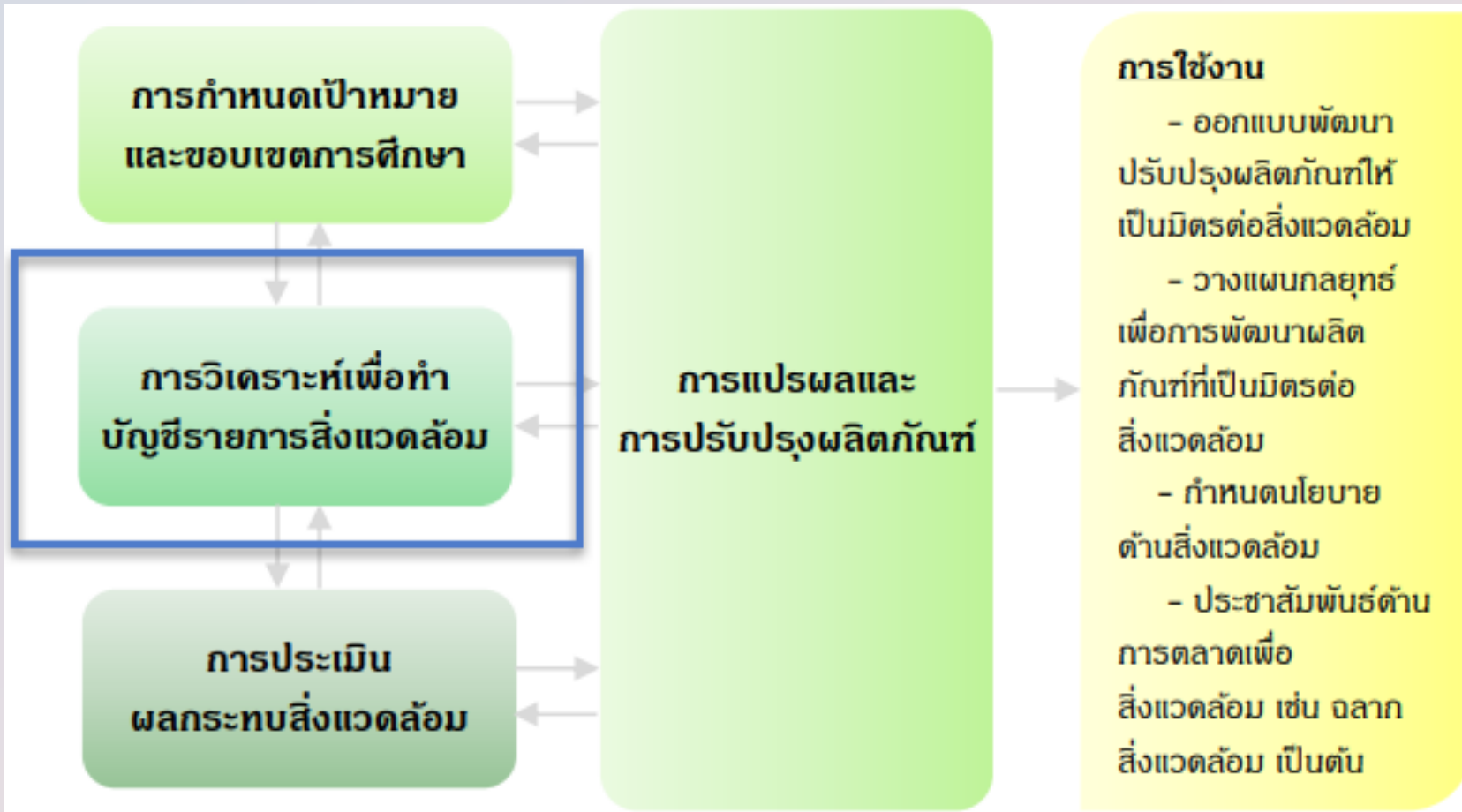
---

## ● Data and Data quality requirements

The data quality requirements should address the following:

- a) **time-related coverage:** age of data and the minimum length of time over which data should be collected;
- b) **geographical coverage:** geographical area from which data for unit processes should be collected to satisfy the goal of the study;
- c) **technology coverage:** specific technology or technology mix;
- d) **precision:** measure of the variability of the data values for each data expressed (e.g. variance);
- e) **completeness:** percentage of flow that is measured or estimated;
- f) **representativeness:** qualitative assessment of the degree to which the data set reflects the true population of interest (i.e. geographical coverage, time period and technology coverage);
- g) **consistency:** qualitative assessment of whether the study methodology is applied uniformly to the various components of the analysis;
- h) **reproducibility:** qualitative assessment of the extent to which information about the methodology and data values would allow an independent practitioner to reproduce the results reported in the study;
- i) **sources of the data;**
- j) **uncertainty of the information** (e.g. data, models and assumptions).

## ● LCA Framework – ISO 14040



# ● Life Cycle Inventory Analysis (LCI)

phase of life cycle assessment involving the **compilation** and **quantification** of **inputs and outputs** for a product throughout its life cycle

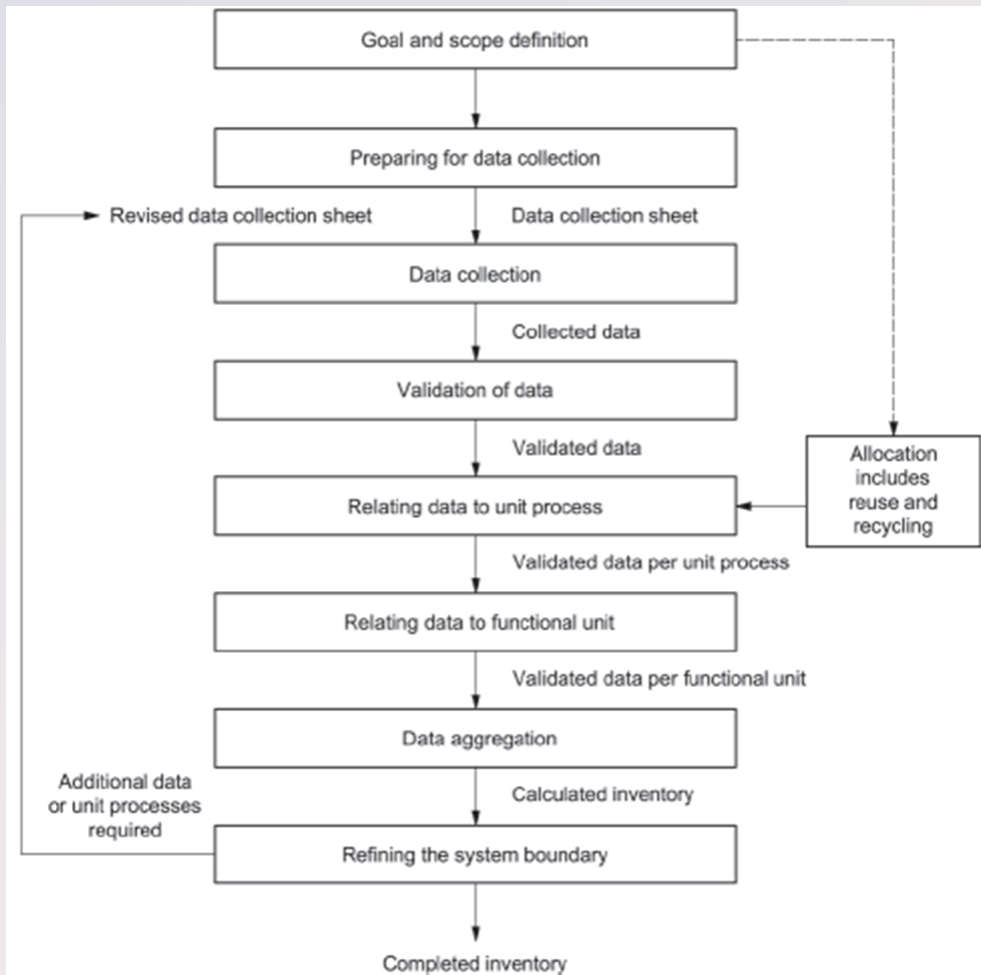
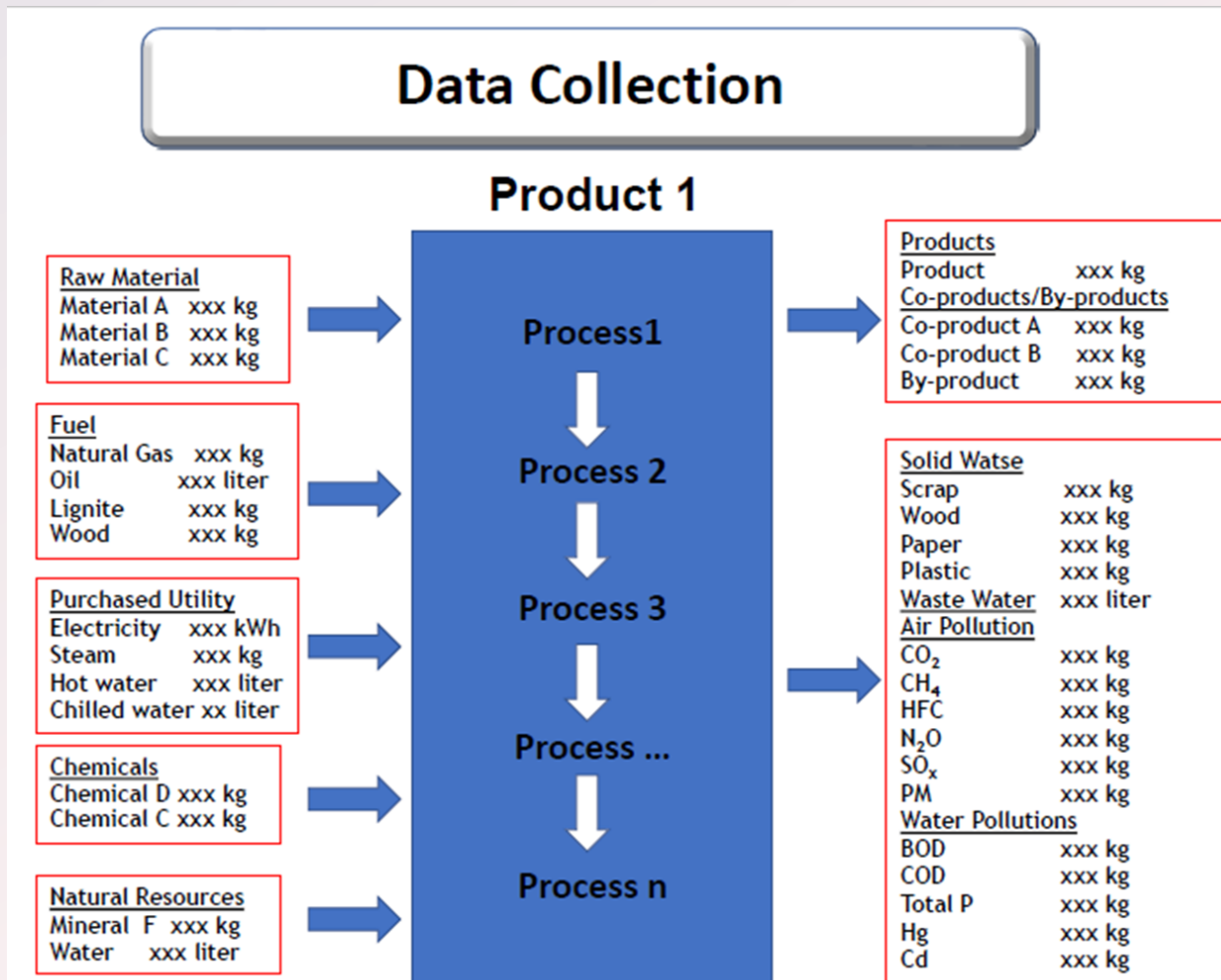
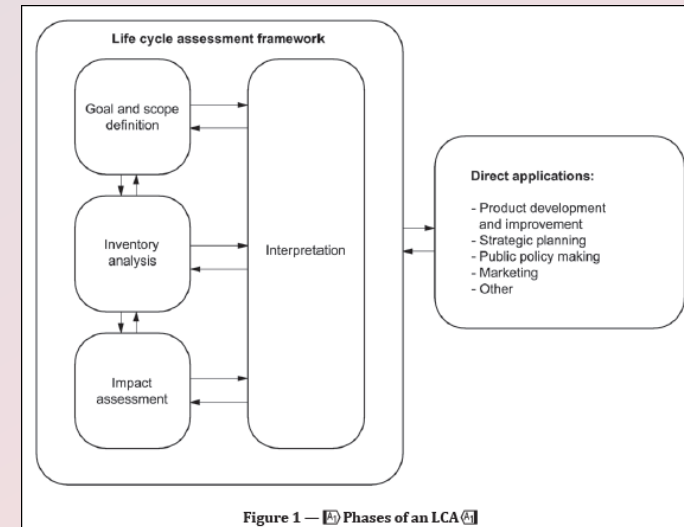


Figure 1 — Simplified procedures for inventory analysis

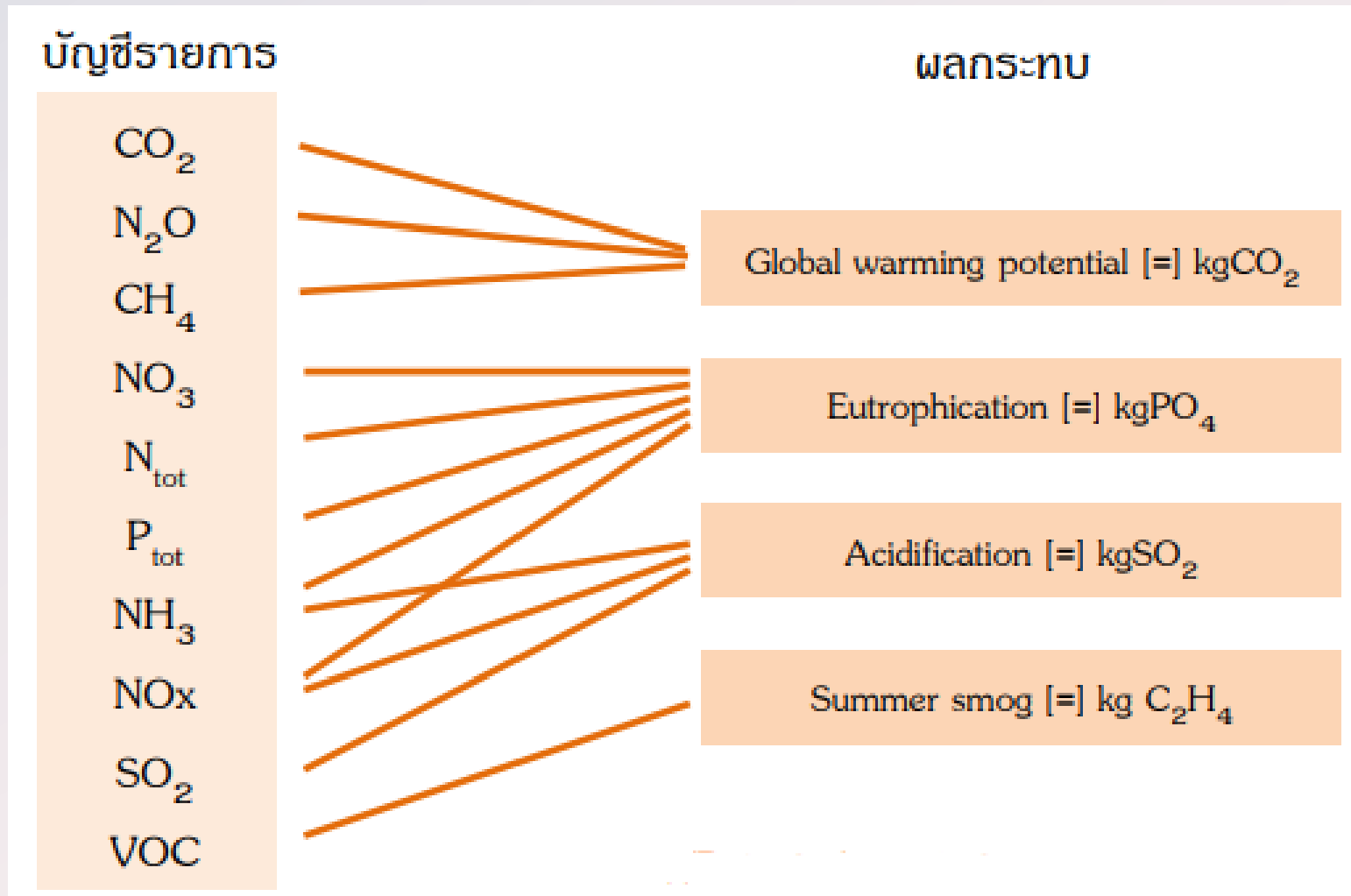


## ● LCA Framework – ISO 14040

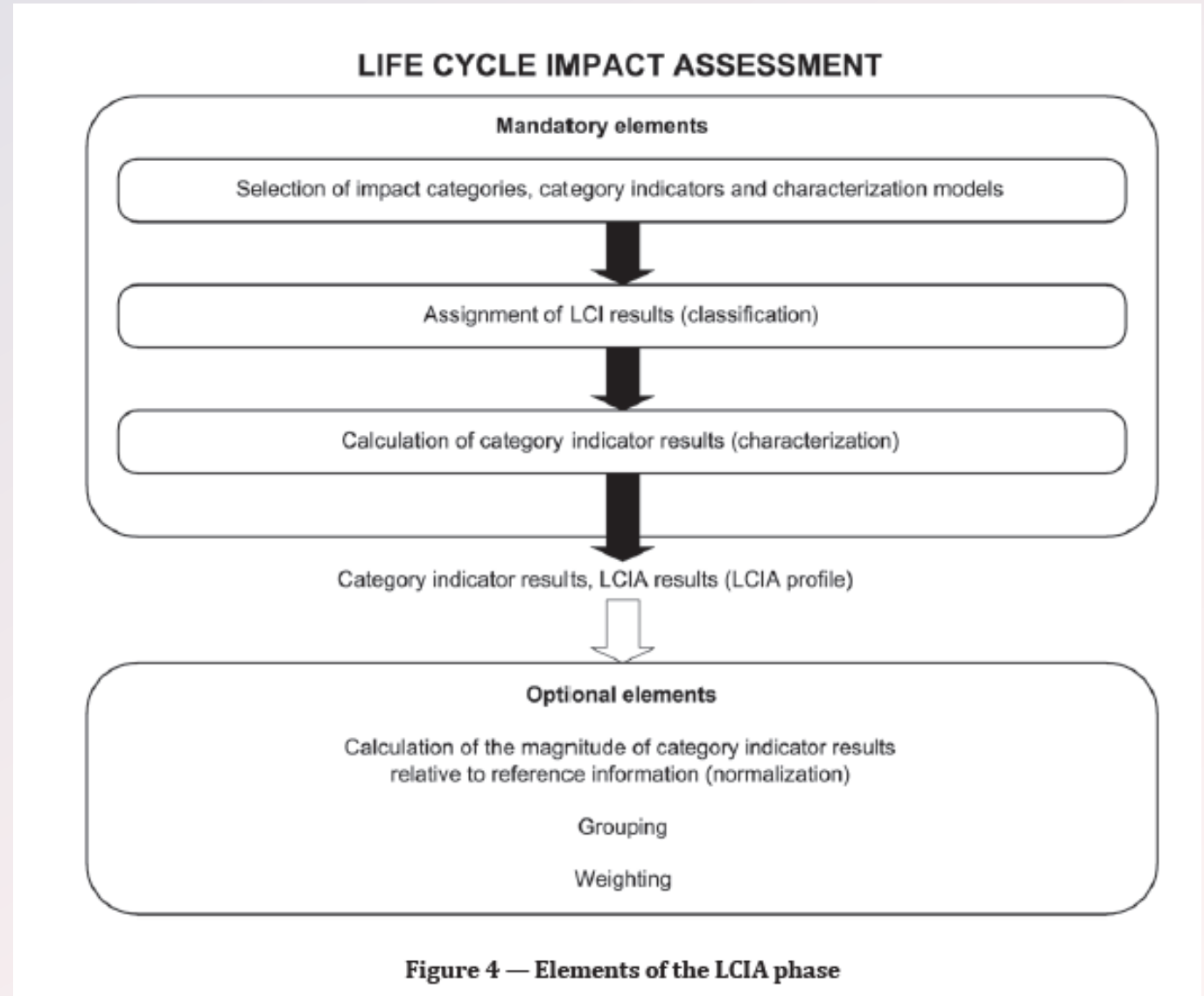
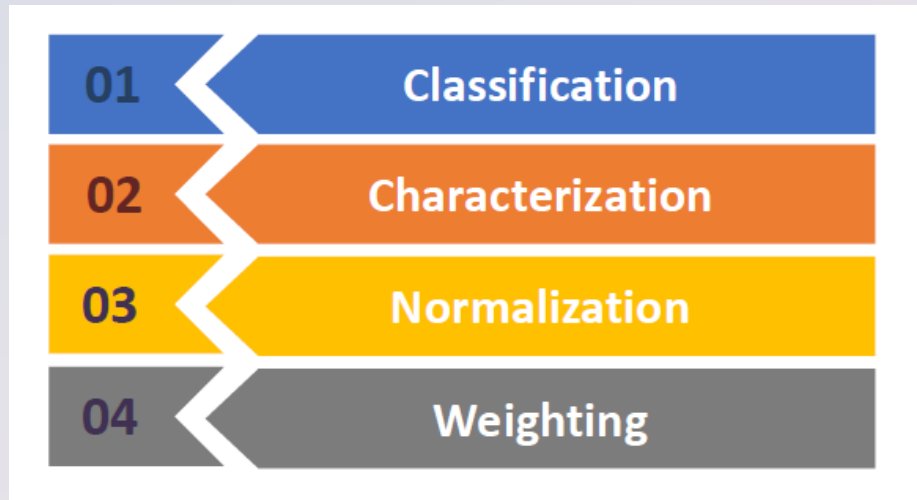


# ● Life Cycle Impact Assessment (LCIA)

phase of life cycle assessment aimed at understanding and **evaluating the magnitude and significance of the potential environmental impacts** for a product system throughout the life cycle of the product



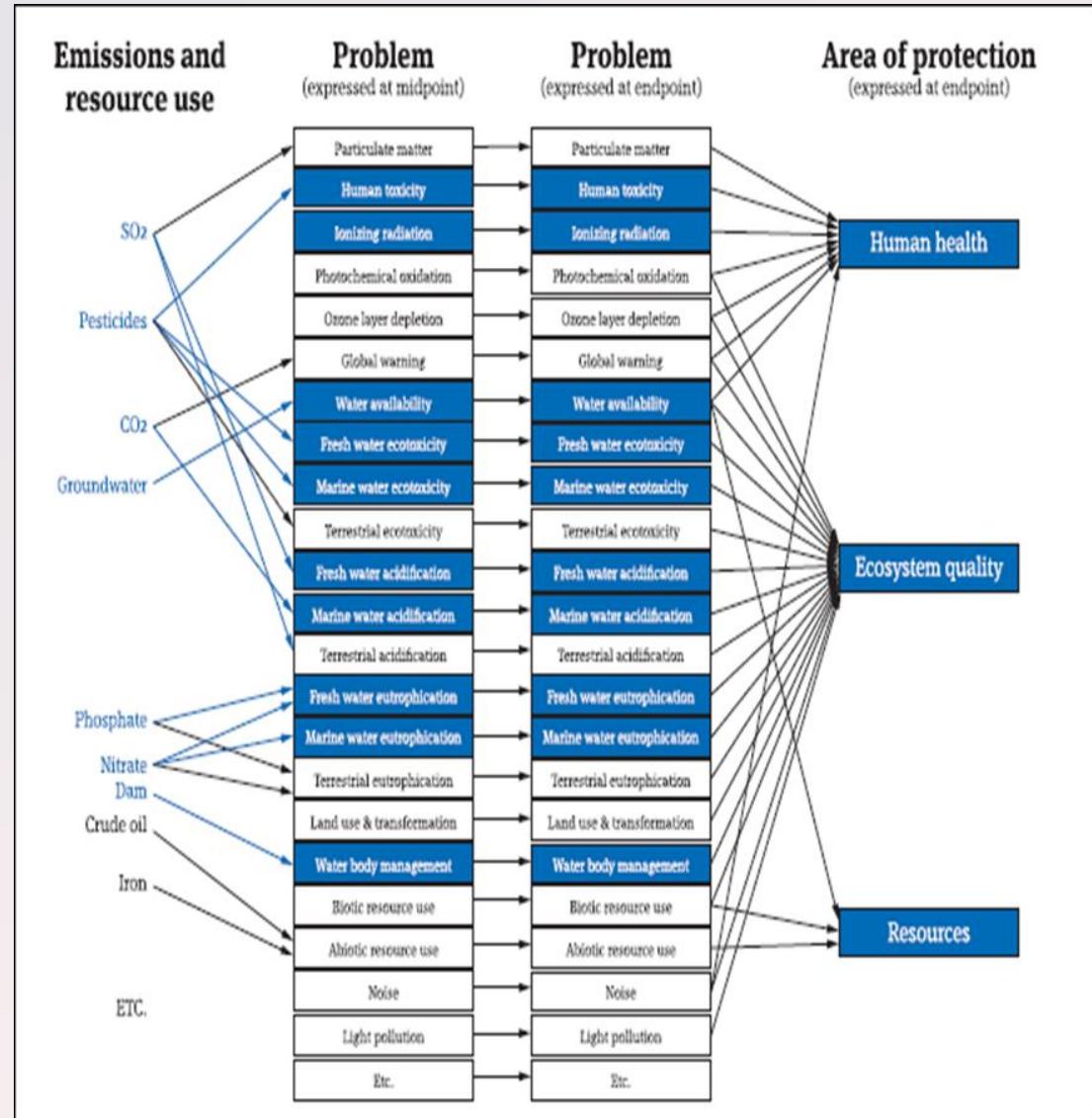
# ● Life Cycle Impact Assessment



# Life Cycle Impact Assessment: Classification

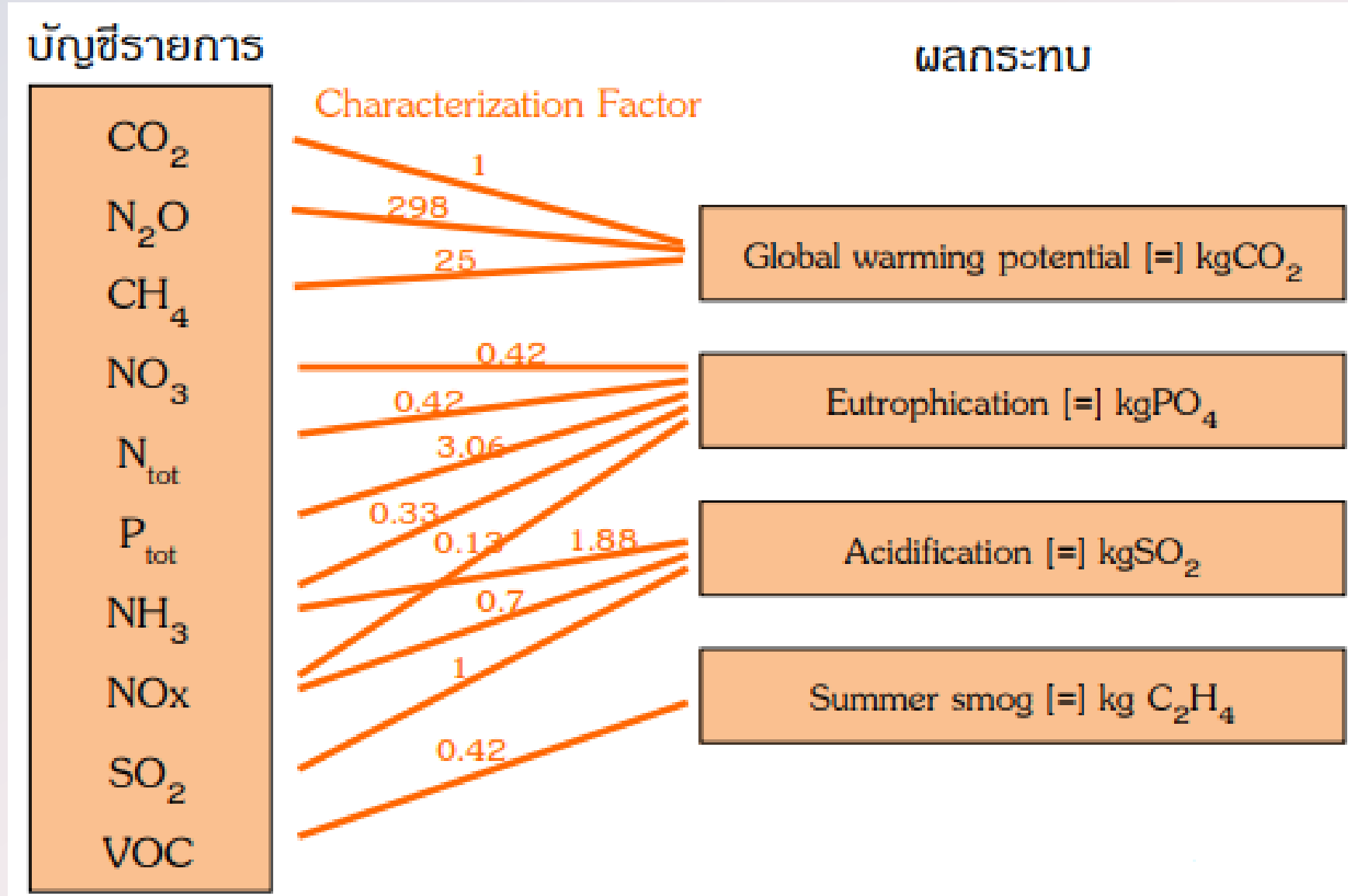
เป็นการเลือกกลุ่มผลกระทบที่ต้องการศึกษา  
ซึ่งประเภทของผลกระทบสำคัญๆ ได้แก่

- Climate change
- Global warming)
- Ozone depletion
- Resources depletion
- Acidification
- Human toxicity
- Ecotoxicity
- Eutrophication from nutrients





# Life Cycle Impact Assessment: Characterization



## ● Life Cycle Impact Assessment: **Characterization**

### Characterization factors: Global Warming

ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential: GWP)

Substance	GWP (100 years) CO <sub>2</sub> eq./substance			
	2 <sup>nd</sup> Report	3 <sup>rd</sup> Report	4 <sup>th</sup> Report	5 <sup>th</sup> Report
CO <sub>2</sub>	1	1	1	1
CH <sub>4</sub>	21	23	25	28
N <sub>2</sub> O	310	296	298	265
SF <sub>6</sub>	23,900	22,200	22,800	23,500
HFCs		124 – 14,800		4 – 12,400
PFCs		7,390 – 12,200		6,630 – 11,100

Source: Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Second Assessment Report (1996), Third Assessment Report (2000), Fourth Assessment Report (2006) and Fifth Assessment Report (2013)

# ● Life Cycle Impact Assessment: Characterization

## Characterization (Acidification)

Acid producer (in air)	SO <sub>2</sub> equivalence factor
1 kg HCl	0.88 kg eq SO <sub>2</sub>
1 kg HF	1.60 kg eq SO <sub>2</sub>
1 kg NO <sub>2</sub>	0.70 kg eq SO <sub>2</sub>
1 kg SO <sub>2</sub>	1.00 kg eq SO <sub>2</sub>
1 kg H <sub>2</sub> S	1.88 kg eq SO <sub>2</sub>
1 kg NH <sub>4</sub>	0.89 kg eq SO <sub>2</sub>
1 kg NH <sub>3</sub>	0.93 kg eq SO <sub>2</sub>

## Characterization (Eutrophication)

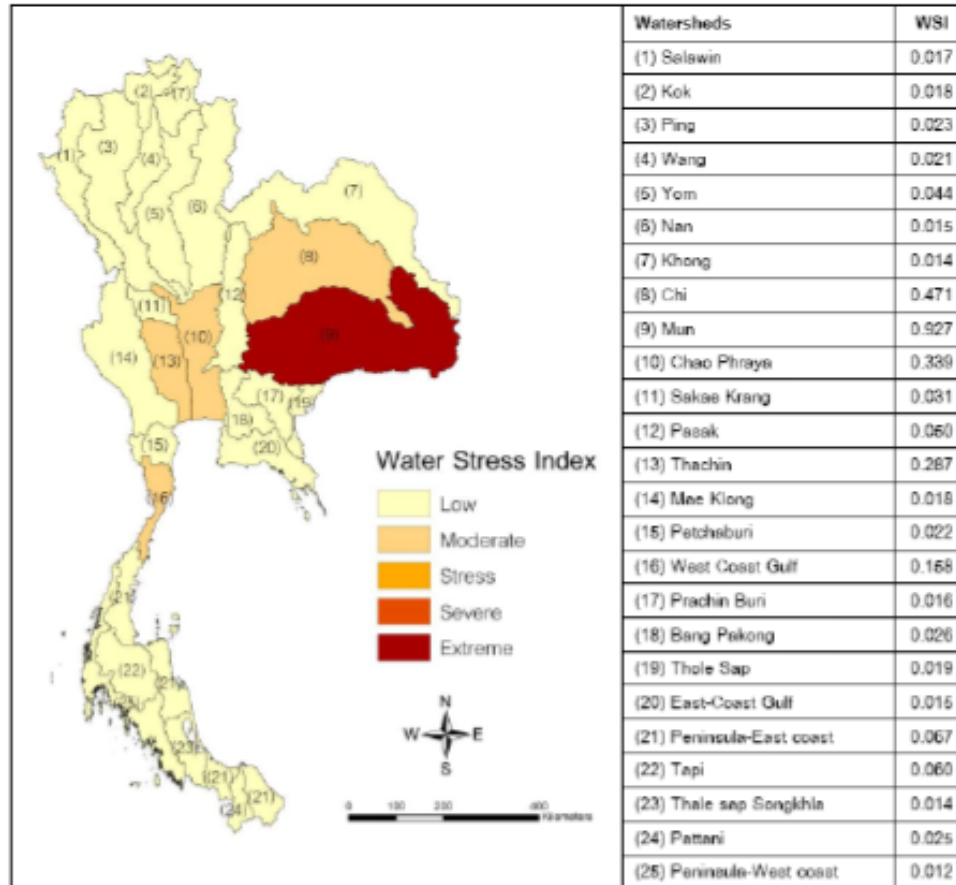
Nutrient	PO <sub>4</sub> equivalence factor
1 kg Nitrogen oxides (NO <sub>x</sub> , air)	0.13 kg eq PO <sub>4</sub>
1 kg Total nitrogen (water)	0.42 kg eq PO <sub>4</sub>
1 kg Total phosphorous (water)	3.07 kg eq PO <sub>4</sub>
1 kg Chemical O <sub>2</sub> demand (COD)	0.022 kg eq PO <sub>4</sub>
1 kg NH <sub>3</sub>	0.35 kg eq PO <sub>4</sub>
1 kg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.33 kg eq PO <sub>4</sub>
1 kg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.095 kg eq PO <sub>4</sub>
1 kg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0.13 kg eq PO <sub>4</sub>

## Characterization (Water Pollution)

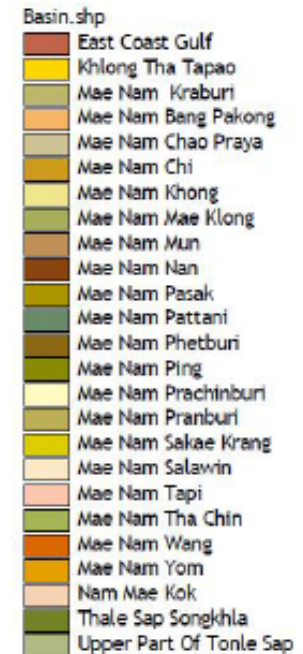
Nutrient	Dilution factor (l/mg)
COD	1
BOD	5
Total N	4
NH <sub>4</sub>	8
PO <sub>4</sub>	75
AOX	75
Heavy metals	75
Hydrocarbons	38

# Life Cycle Impact Assessment: Characterization

## Characterization (Water Scarcity)



25 Main Watershed in Thailand



## ● Life Cycle Impact Assessment: Normalization (option)

- เป็นการแสดงให้เห็นว่ากลุ่มผลกระทบแต่ละกลุ่มมีความสำคัญต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมโดยรวมอยู่ในระดับใด ซึ่งจะช่วยให้ตัดสินใจได้ว่าปัญหาที่ต้องพิจารณาไปได้ในกรณีของกลุ่มผลกระทบนั้นที่มีความสำคัญน้อยเมื่อเทียบกับปัญหาสิ่งแวดล้อมโดยรวม

$$\text{Impact score} = \frac{\text{Category indicator for product}}{\text{Normalization value}}$$

- Normalization value เป็นค่าที่แต่ละประเทศต้องจัดทำขึ้นเอง ไม่มีค่าที่เป็นสากล
- Normalization value ได้จากการนำจำนวนประชากรในพื้นที่ที่ทำการวิจัยในช่วงนั้น ๆ มาเฉลี่ย หรืออาจกล่าวได้ว่านำผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่คำนวณได้จากขั้นตอน Characterization มาเปรียบเทียบกับในจำนวนประชากร 1 คน ทำให้เกิดผลกระทบได้แค่ไหน

## ● Life Cycle Impact Assessment: **Weighting (option)**

- ค่าที่ได้จากการจัดกลุ่มและเทียบหน่วยจะช่วยให้ผลกระทบสามารถเปรียบเทียบกันได้ใบเชิงปริมาณ แต่ไม่ได้คำนึงถึงความสำคัญ/ความรุนแรงของผลกระทบแต่ละกลุ่ม (ถือว่าทุกผลกระทบมีความสำคัญ/ความรุนแรงเท่ากันหมด) ซึ่งการให้น้ำหนักเป็นการกำหนดความสำคัญให้แก่ผลกระทบแต่ละกลุ่ม เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบกันได้ระหว่างผลิตภัณฑ์ต่างชนิด

Impact score = Weighting factor x ค่าที่ได้จากการ Normalization

- การให้ค่าน้ำหนักจะขึ้นอยู่กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมหลาย ๆ ด้าน ทั้งนี้โดยส่วนใหญ่จะมาจากผู้บริหารระดับสูงซึ่งเป็นผู้กำหนดนโยบาย
- การให้น้ำหนักนั้นมีจุดประสงค์เพื่อการจัดอันดับผลลัพธ์ของประเภทผลกระทบที่ต่างกัน การให้น้ำหนักนี้ไม่เป็น Technical หรือ Scientific ใดๆก็ตาม การให้น้ำหนักนี้อาจจะนำไปประยุกต์อย่างมีแบบแผนทางวิทยาศาสตร์ได้หรือรวมไปถึงเทคนิคการคิดที่เป็นวิธี

## ● Life Cycle Impact Assessment: **Weighting (option)**

- ค่าที่ได้จากการจัดกลุ่มและเทียบหน่วยจะช่วยให้ผลกระทบสามารถเปรียบเทียบกันได้ใบเชิงปริมาณ แต่ไม่ได้คำนึงถึงความสำคัญ/ความรุนแรงของผลกระทบแต่ละกลุ่ม (ถือว่าทุกผลกระทบมีความสำคัญ/ความรุนแรงเท่ากันหมด) ซึ่งการให้น้ำหนักเป็นการกำหนดความสำคัญให้แก่ผลกระทบแต่ละกลุ่ม เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบกันได้ระหว่างผลิตภัณฑ์ต่างชนิด

Impact score = Weighting factor x ค่าที่ได้จากการ Normalization

- การให้ค่าน้ำหนักจะขึ้นอยู่กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมหลาย ๆ ด้าน ทั้งนี้โดยส่วนใหญ่จะมาจากผู้บริหารระดับสูงซึ่งเป็นผู้กำหนดนโยบาย
- การให้น้ำหนักนั้นมีจุดประสงค์เพื่อการจัดอันดับผลลัพธ์ของประเภทผลกระทบที่ต่างกัน การให้น้ำหนักนี้ไม่เป็น Technical หรือ Scientific ใดๆก็ตาม การให้น้ำหนักนี้อาจจะนำไปประยุกต์อย่างมีแบบแผนทางวิทยาศาสตร์ได้หรือรวมไปถึงเทคนิคการคิดที่เป็นวิธี

## ● Life Cycle Impact Assessment: Weighting (option)

### Weighting factors: Eco-indicator 95

Environmental effect	Weighting factor	Criterion
Greenhouse effect	2.5	0.1°C rise every 10 years, 5% ecosystem degradation
Ozone layer depletion	100	Probability of 1 fatality per year per million inhabitants
Acidification	10	5% ecosystem degradation
Eutrophication	5	Rivers and lakes, degradation of an unknown number of aquatic ecosystems (5% degradation)
Summer smog	2.5	Occurrence of smog periods, health complaints, particularly amongst asthma patients and the elderly, prevention of agricultural damage
Winter smog	5	Occurrence of smog periods, health complaints, particularly amongst asthma patients and the elderly
Pesticides	25	5% ecosystem degradation
Airborne heavy metals	5	Lead content in children's blood, reduced life expectancy and learning performance in an unknown number of people
Waterborne heavy metals	5	Cadmium content in rivers, ultimately also impacts on people (see airborne)
Carcinogenic substances	10	Probability of 1 fatality per year per million people



## ● Life Cycle Impact Assessment: **Weighting (option)**

- สมมติว่าในการประเมินวัฏจักรชีวิตเพื่อเปรียบเทียบระหว่างเส้นใยฝ้ายกับเส้นใยพอลิเอสเตอร์พบว่าเส้นใยฝ้ายให้ผลกระทบในด้านของการใช้พื้นที่และความเป็นพิษต่อระบบนิเวศค่อนข้างสูง ในขณะที่เส้นใยพอลิเอสเตอร์มีการใช้ทรัพยากรและศักยภาพในการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนสูง จากผลนี้ทำให้เกิดคำถามว่าเส้นใยฝ้ายดีกว่าหรือเส้นใยพอลิเอสเตอร์ดีกว่ากันแน่ ???
- เพื่อที่จะตอบคำถามดังกล่าวเราต้องพิจารณาว่าระหว่างระบบนิเวศกับการใช้ทรัพยากรและภาวะโลกร้อนเราให้น้ำหนักความสำคัญกับเรื่องใดมากกว่า ?
- หากให้ระบบนิเวศมีน้ำหนักมากกว่า  $\therefore$  เส้นใยพอลิเอสเตอร์ย่อมดีกว่า
- หากให้ระบบนิเวศมีน้ำหนักน้อยกว่า  $\therefore$  เส้นใยฝ้ายย่อมดีกว่า

---

## ● Life Cycle Interpretation

*Interpretation is the phase of LCA in which the findings from the inventory analysis and the impact assessment are considered together or, in the case of LCI studies, the findings of the inventory analysis only. The interpretation phase should **deliver results that are consistent with the defined goal and scope, and which reach conclusions, explain limitations and provide recommendations.***

Interpretation

- Ways to reduce environmental impacts.
- What conclusions can you draw from the study?
- What recommendations can be made?

## ● LCA: Benefit



## ● LCA: Benefit



- Contact us



[www.bsigroup.com/th-TH/](http://www.bsigroup.com/th-TH/)



BSI Thailand



@bsithailand

