

## SUSTAINABILITY

Brundtland report (WCED, 1987)

*Sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs*

Wonderful, but what does this mean?

Lecture: Environmental aspects of products

## PRODUCT AND QUALITY

## SUSTAINABILITY =

- ✖ Non-declining utility
- ✖ Non-declining production opportunities
- ✖ Non-declining natural capital stocks
- ✖ Non-declining yields of resource services
- ✖ Ecosystem stability and resilience
- ✖ A social construct
- ✖ All that, plus efficiency and equity

## NON-DECLINING PRODUCTION OPPORTUNITIES

- ✖ Solow, Page
- ✖  $Q = Q(L, K_H, K_N)$
- ✖ No assumption about what is consumption, utility
- ✖ Production for whom?
- ✖ What is production?
- ✖ What time scale?
- ✖ Substitution is allowed

## NON-DECLINING NATURAL CAPITAL STOCKS

- ✖ Taken literally, this stops everything
- ✖ In practice, some substitution and compensation must be allowed, but how much?
- ✖ Is spatial substitution allowed?
- ✖ What stocks are maintained? Habitats, species, genes?
- ✖ What to do with viruses and pests?

## NON-DECLINING YIELDS OF RESOURCE SERVICES

- ✖ Back to an anthropocentric viewpoint, or not?
- ✖ Services to whom?
- ✖ What are services?
- ✖ What time scale?
- ✖ What spatial scale?
- ✖ Substitution is allowed

## ECOSYSTEM STABILITY AND RESILIENCE

- ✖ An ecocentric viewpoint, or is it?
- ✖ What is stability, resilience?
- ✖ What spatial scale?
- ✖ Beyond a point, no substitution of man-made stocks and activities for natural stocks and processes

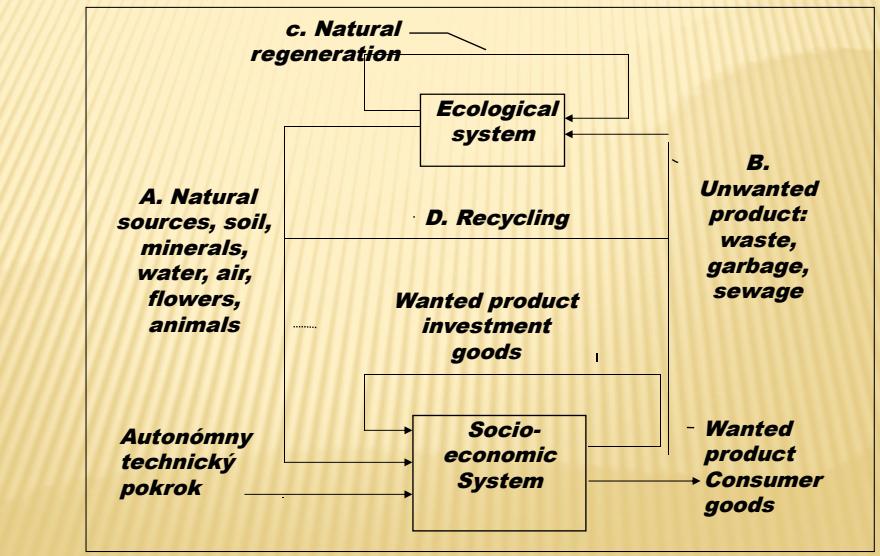
## A SOCIAL CONSTRUCT

- ✖ Sustainability is, of course, defined as society would like to define it
- ✖ There is no objective definition possible
- ✖ Some argue that if only we get the procedure of defining sustainability right ...
- ✖ This is an example of a political goal jumping the environmental agenda

# SUSTAINABILITY, EQUITY, AND EFFICIENCY

- ✖ Recently, the sustainability debate has been widened to include issues of distributional justice and economic efficiency
- ✖ Whilst equity and efficiency are important goals in their own right, and cannot be separately assessed, there is little reason to blur the concept of sustainability ...
- ✖ ... except for political reasons

## Eco- and Eco- systems



## EXTERNAL DETERMINANT OF ENVIRONMENTAL BEHAVIOUR

- ✖ Environmental legislation and rules
- ✖ Public sensitivity concerning environmental problems
- ✖ Ecological awareness of customer and consumer
- ✖ Orientation and activity of competitors
- ✖ Recent trends in research and development
- ✖ Tendency in environmental techniques
- ✖ International pressure on environmental behaviour

## INTERNÉ FAKTORY POSÚDENIA REALIZÁCIE ENVIRONMENTÁLNEHO PRÍSTUPU.

- ✖ kapacita a prístupnosť využiteľných faktorov (súčasný stupeň integrácie environmentálnych požiadaviek do podnikovej politiky),
- ✖ technické a organizačné know-how podniku,
- ✖ použiteľnosť a prístup k finančným prostriedkom (alternatívne možnosti financovania investícií, návratnosť investícií, a pod.),
- ✖ zohľadnenie environmentálnych požiadaviek vo výrobe a výkonoch podniku (priame a nepriama relevantnosť ochrany životného prostredia),
- ✖ postoje zamestnancov k požiadavke ochrany životného prostredia.

## JEVONS PARADOX

- ✖ First time presented in 1865 by english economics Wiliam Jevons of vision of coal shortage in UK. He stated
- ✖ “Nor will the economical use of coal reduce its consumption. On the contrary economy renders the employment of coal more profitable and thus the present demand for coal increased. . . ” (Brookes 2000, p. 359).
- ✖ According the argument increase of sources use productivity makes sources more available for other application and that parodoxyl leads to increse of demand for the source

## JEVONS PARADOX

“The economy of labour effected by the introduction of new machinery throws labourers out of employment for the moment. But such is the increased demand for the cheapened products, that eventually the sphere of employment is greatly widened.”

“The number of tons of coal used in any branch of industry is the product of the number of separate works, and the average number of tons consumed in each. Now, if the quantity of coal used in a blast-furnace be diminished in comparison with the yield, the profits of the trade will increase, new capital will be attracted, the price of pig-iron will fall, but the demand for it increase; and **eventually the greater number of furnaces will more than make up for the diminished consumption of each.**”

Jevons, *The Coal Question*

## REBOUND EFFECTS: CATEGORIES

1. **Direct rebound effect:** Increased fuel efficiency lowers the cost of consumption, and hence increases the consumption of that good because of the substitution effect.
2. **Indirect rebound effect:** Through the income effect, decreased cost of the good enables increased household consumption of other goods and services, increasing the consumption of the resource embodied in those goods and services.
3. **Economy wide effects:** New technology creates new production possibilities in and increases economic growth.

For small industries, #1 will dominate.

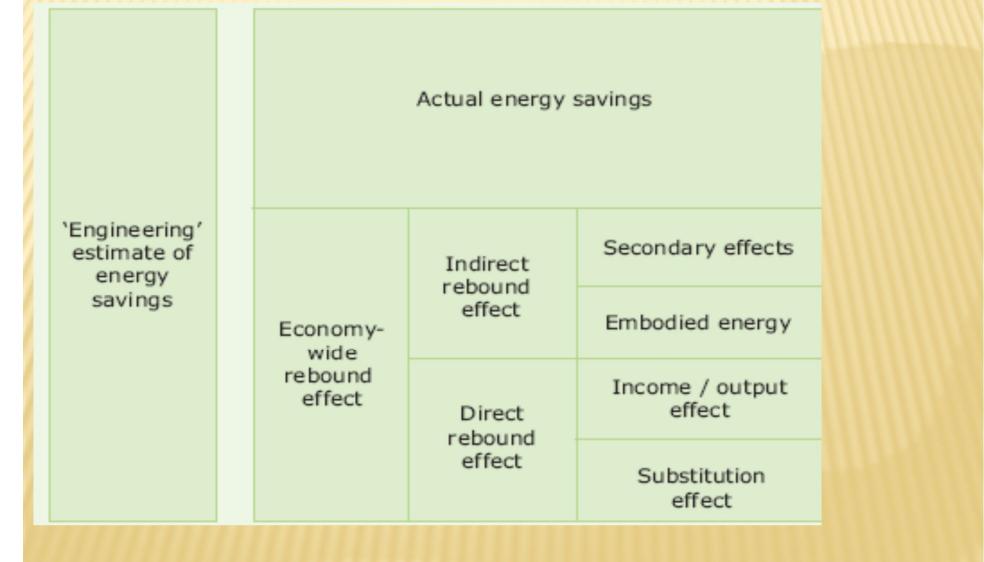
#2 will almost always be too small to offset small #1.

#3 is unclear about the mechanism that the authors are talking about.

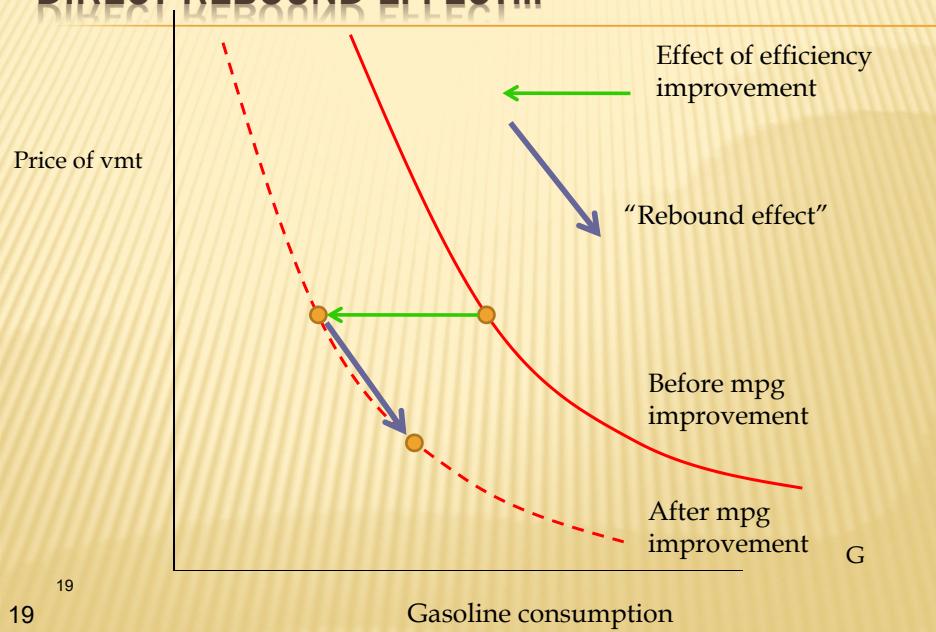
# REBOUND TERMINOLOGY

Category	Description	Example
Direct rebound	Homeowners use more of the more efficient service	Consumer drives more with a more fuel efficient car
Indirect rebound	Homeowners re-spending on other goods and services	Savings from efficient lighting spend on 2 <sup>nd</sup> refrigerator
Economy-wide rebound	More efficient production and shifts in demand alter economic structure and growth	A more efficient steam engine increases production changes structural relationships and leads to economic growth

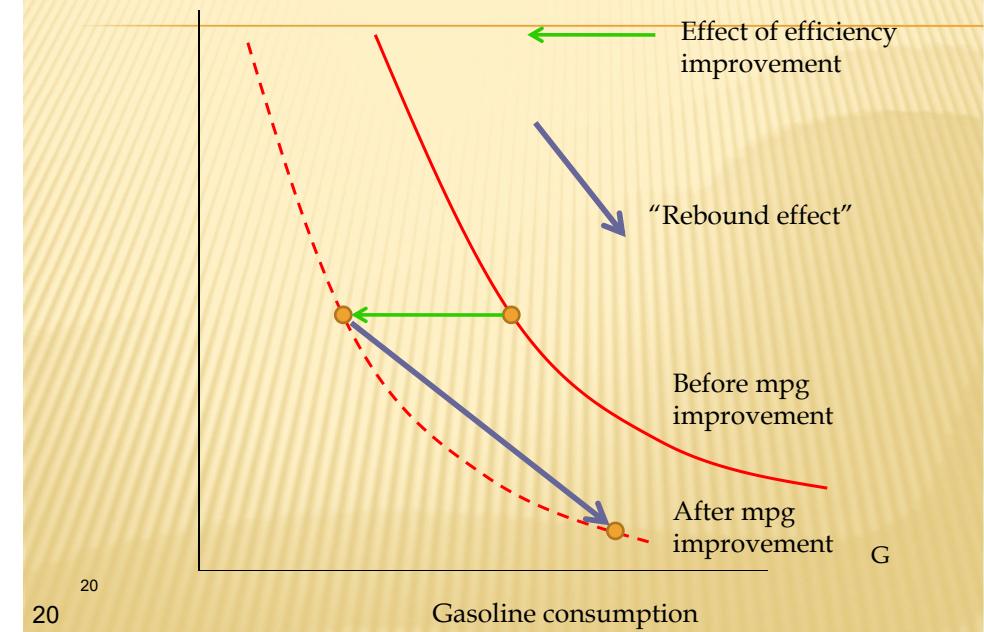
# GRAFICKÉ ZNÁZORNENIE EFEKTU ODRAZU



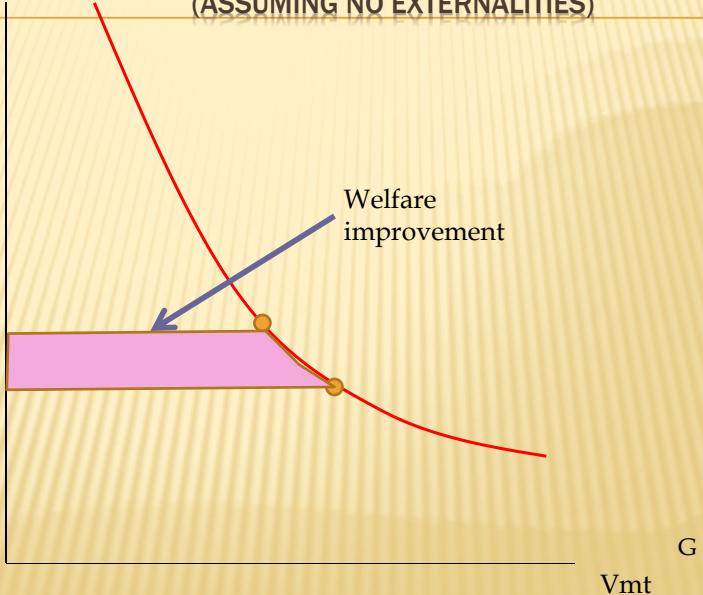
## DIRECT REBOUND EFFECT...



## ... OR MAYBE ...



BUT WELFARE IMPROVEMENT IS  
UNAMBIGUOUS  
(ASSUMING NO EXTERNALITIES)



21

## EFEKT ODRAZU – PREJAVY

- ✖ 1. **Substitution effect efekt:** rast dopytu po energetických službách, ktoré sa stali lacnejšími v dôsledku vyššej energetickej účinnosti a zmeny rozdelenia príjmu z tejto služby.
- ✖ 2. **Príjmový efekt:** rast disponibilného príjmu v dôsledku nižších platieb za energetické služby môže viesť k rastu inej energiu vyžadujúcej spotreby.
- ✖ 3. **Sekundárny efekt** (input-output effects): technologická energetická účinnosť znížuje tiež náklady na energetické služby pre priemysel, čo vedie k zníženiu ceny tovarov a služieb a teda k rastúcemu dopytu po týchto tovaroch a službách.
- ✖ 4. **Market-clearing price and quantity adjustments (zučtovacia trhová cena a prispôsobenie kvantity)** (hlavne na trhu palív) alebo plošný ekonomický efekt: Ak ekonomická efektívnosť znížuje dopyt po palive, cena paliva klesne, v dôsledky zníženie ceny vznikne možnosť rastu kúpy.
- ✖ 5. **Transformačný efekt:** zmeny v technológii môžu potenciálne zmeniť spotrebiteľské preferencie, upraviť sociálne vzťahy a zmeniť organizáciu výroby.

## OBNOVENIE ZÁUJMU O JEVONSOV PARADOX

- ✖ V dôsledku rastu ceny ropy v 70-tych rokoch sa energetická politika zmenila z ponukovom zameranej a začala sa zaoberať aj dopytom po energii.
- ✖ Opatrenia na zvýšenie energetickej efektívnosti ako napríklad technologické normy a programy znižovania energetickej náročnosti budov (tepelné straty, účinnosť vykurovania a pod.) sa stali súčasťou energetickej politiky.
- ✖ Napriek tomu Khazzoom (1980) spochybnil predstavu, že zvýšená energetická účinnosť viedie k zníženiu spotreby energie.

## EFEKT ODRAZU PRI SPOTREBE ENERGIE

- ✖ Zniženie celkového dopytu po energii môže byť proporcionálne menší ako zniženie jednotkovej spotreby energie.
- ✖ Brookes (1978; 2000) argumentuje tým, že energetická efektívnosť povedie k ekonomickému rastu, ktorý následne môže viesť k čistému rastu dopytu po energii.
- ✖ Saunders v 1992 predstavil formálny ekonomický model pre túto hypotézu a vyvoval diskusiu o mechanizme a krivke efektu odrazu – rebound efekte (Henly et al. 1988; Lovins 1988; Brookes 1990; Grubb 1990).

## EFEKT ODRAZU PRE SPOTREBITEL'A

- ✖ Národochopodársky efekt odrazu reprezentuje sumu všetkých priamych a nepriamych efektov.
- ✖ Na zlepšenie energetickej účinnosti spotrebiteľov je vhodné rozdeliť priamy efekt odrazu na :
  - + a) *substitučný efekt*, pri ktorom spotreba (lacnejších) energetických služieb je nahradená spotrebou iných tovarov a služieb pri zachovaní rovnakej úrovni úžitku a spokojnosti spotrebiteľa
  - + b) *prijmový efekt*, pri ktorom rast reálnych príjmov v dôsledku úspory energie a nižších výdavkov za energetické služby umožňuje dosiahnuť vyšší úžitok rastúcou spotrebou tovarov a služieb vrátane spotreby energie vyvolanej rastom spotreby.

## EFEKT ODRAZU PRE VÝROBCU SA SKLADÁ Z:

- ✖ a) *substitučný efekt*, pri ktorom nižšia spotreba energií je nahradená spotrebou kapitálu, práce a materiálu pri zachovaní rovnakej úrovne výroby
- ✖ b) *output – výkonový efekt*, pri ktorom úspory nákladov v dôsledku rastu účinnosti energie umožňuje vyššie výkony a výrobu, teda rast spotreby všetkých vstupov vrátane energetických služieb

## NEPRIAMY EFEKT ODRAZU

- ✖ a) previazaná alebo nepriama spotreba energie nutná na dosiahnutie zlepšenia energetickej účinnosti ako napríklad energia potrebná na výrobu a inštaláciu tepelnej izolácie;
- ✖ b) sekundárny efekt, ktorý je dôsledkom zvýšenia energetickej účinnosti a jeho mechanizmu.
- ✖ Grafické znázornenie je iba vzorové a vplyv rôznych faktorov sa môže lísiť podľa konkrétnych podmienok

## EFEKT ODRAZU A JEHO VYUŽITIE

- ✖ V princípe je ignorovaný oficiálnom environmentálnej politikou pri príprave opatrení na zníženie spotreby energie
- ✖ Príkladom jeho akceptácie je dokument z V. Británie, kde odôvodnenie politiky zateplňovania budov počíta ako s pozitívnym efektom skôr s vyššou priemernou teplotou v domácnostíach ako so zníženou spotrebou energie (DEFRA, 2007).
- ✖ Priame efekty odrazu sa však ignorujú a nezohľadňujú sa ani do modelov pri príprave opatrení alebo napríklad pri modelovaní klimatických zmien a dopadov opatrení na ich zmiernenie

## WHAT IS THE LESSON HERE?

1. Most regulations target K rather than E because of tax aversion.
2. Using “second-best” instruments can have paradoxical effects.
3. In extreme case, could actually increase energy use because of rebound effect.
4. Economists conclude that should use first-best instruments that target the externality rather than an indirect approach.

**Table 3.1 Estimates of the long-run direct rebound effect for consumer energy services in the OECD**

End-Use	Range of Values in Evidence Base	'Best guess'	No. of Studies	Degree of Confidence
Personal automotive transport	5-87%	10-30%	17	High
Space heating	1.4-60%	10-30%	9	Medium
Space cooling	1-26%	1-26%	2	Low
Other consumer energy services	0-49%	<20%	3	Low

Source: UK Energy Research Centre, The Rebound Effect

29

## EMPIRICKÉ VÝSLEDKY

- ✖ Zameriavajú sa na substitučné a príjmové efekty, pretože iné efekty sa ťažko izolujú
- ✖ Štúdia Greeninga et alia. (2000) ukazuje efekt odrazu medzi 0% (pri bielej technike) a 50% (klimatizácia), ale väčšinou menej než 30% (kúrenie, svietenie, automobilová doprava).
- ✖ Schipperov a Grubbov (2000) prehľadová štúdia, ktorá analyzovala 80–90% spotreby energie v krajinách OECD identifikovala efekt odrazu v rozsahu 5–15%.
- ✖ Väčšina štúdií, ktoré skúmal Binswanger (2001) uvádzajú efekto drazu menší ako 25%; iba Khazzoom štúdia z 1986 o elektricky vykovaných domoch v Sacramento Kalifornii ukázala efekt odrazu vo výške 65%, a štúdie cestnej dopravy z Nemecka a Talianska ukazujú efekt odrazu medzi 30 and 50% (Walker and Wirl 1993).

## NEPRIAMY EFEKT ODRAZU

- ✖ Štúdia Schipper and Grubb (2000) skúmala makro-ekonomické prejavy efektu odrazu na príklad dopytu po energie v 7 priemyselných krajinách.
- ✖ okrem odrazu a energie kvantifikovalo aj vplyv veľkosti populácie, ekonomickej štruktúry, efektívnosti a podobne.

30

## NEPRIAMY EFEKT ODRAZU

- ✖ Výsledky ukázali, že v období 1973–1994, energetická náročnosť – teda spotreba energie na zabezpečenie pevne určeného nákupného košíka klesala medzi 0.6% (Nórsko) a 2% (Švédsko) ročne.
- ✖ Štrukturálne zmeny ekonomiky viedli k zmene podielu spotreby energie na HDP od zníženia o 1.1% ročne (Japonsko) k rastu o 0.2% ročne (Holandsko).
- ✖ Spotreba energetických služieb sa zvýšila medzi 1.3% (Dánsko) a 2.8% (Austrália) ročne.
- ✖ V dôsledku vývoja spotreba energie na jednotku HDP klesla o 1–2%.
- ✖ Výklad výsledkov analýzy je, že rast efektívnosti (teda zníženie energetickej náročnosti vybraných odvetví priemyslu a tovarov) sa prenáša do zodpovedajúceho poklesu spotreby energie na jednotku HDP a nie do rastu podielu energetických služieb na HD.
- ✖ Tým táto analýza nepodporuje existenciu makroekonomických efektov odrazu

## ŠIRŠIE ENVIRONMENTÁLNE SÚVISLOSTI EFEKTU ODRAZU

- ✖ The rebound debate reflects a concern about indirect effects that affect the ability of a primary policy measure to achieve its goal. In reflecting on this concern in a wider environmental context, several indirect effects come to mind.
  1. Opatrenia vedúce k znižovaniu nákladov vedú k priamemu efektu odrazu v zmysle používanom energeticky zameranými ekonomickými odborníkmi. Základný rozdiel je v tom, že ekologickej prínosy sú charakterizované multikriteriálne. Zmeny v spotrebe vyvolané príjmovým efektom môžu byť rovnako pozitívne ako negatívne. Niektorí jednotlivci kúpia za zvýšený príjem drahšie biopotraviny, iní ich minú za dovolenkú v exotickej destinácii.
  2. Politické opatrenia môžu viesť k rastu nákladov. V tomto prípade je príjmový efekt negatívny, znižuje disponibilný príjem a teda potenciálne (ale nie nevyhnutne) znižuje dôsledky na životné prostredie pri iných nákupoch.

## ŠIRŠIE ENVIRONMENTÁLNE SÚVISLOSTI EFEKTU ODRAZU

3. Politické opatrenia zamerané na jeden problém, napríklad na ochranu ozónovej vrstvy môžu zvýšiť iný druh vplyvov, napríklad globálne otepľovanie alebo ľudské zdravie. Takéto negatívne vedľajšie efekty znižujú celkový prínos politického opatrenia a to je zrejmé pri systéme jedného ukazovateľa ako je eko-indikátor 99 v rámci Environmental Priority Strategies (EPS - stratégia environmentálnych priorit) v rámci produktového dizajnu (Steen 1999). Vedľajší efekt napriek tomu neznižuje účinnosť ochranného opatrenia pri dosahovaní primárneho cieľa. Samozrejme, že efistujú aj pozitívne vedľajšie efekty, spoločné benefity ako je redukcia konvenčných znečistovateľov vzdachu (Aunan et al. 1998; Wang and Smith 1999).
4. Zmeny správania môžu mať vedľajší efekt, ktorý neboli očakávaný ako súčasť cenových opatrení. Thøgersen and Olander (2003) ukázali slabý efekt prelievania a prenosu environmentálne priateľského správania z jednej oblasti do iných oblastí, čo možno považovať za nepriateľsky behavorálny efekt
5. Technické zmeny môžu umožniť iné technológie znižujúce emisie. V analýze automobilov na vodíkové články sa tieto auta ukázali byť environmentálne vhodnejšie ako hybrídny automobily v Európe, ale nie v USA. Je to dôsledok toho, že elektrická energia v Európe je čistejšia. (Hertwich and Strømmann 2004). Pretože systém distribúcie vodíka by si vyžadoval viac elektriny ako existujúci systém distribúcie fosílnych palív, efekt využívania vodíkových článkov by bol v Európe vyšší. Tým vzniká technologický efekt prelievania v dôsledku čistejšej výroby elektriny sa čistejšie spôsoby dopravy stávajú ľahšie uskutočniteľný a priateľnejší..

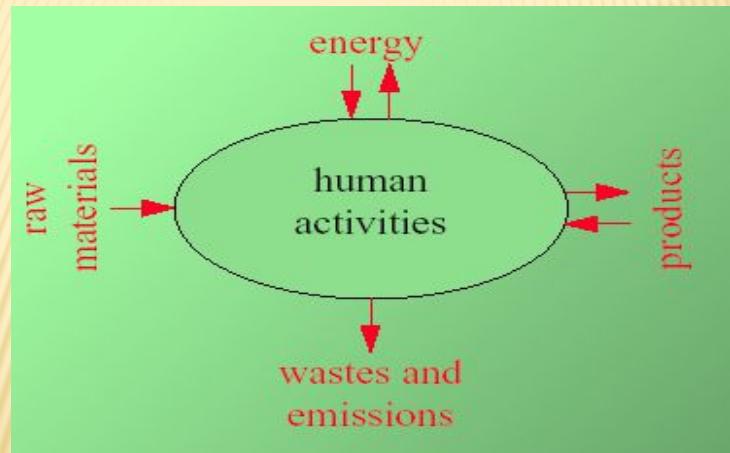
## WHY DO LIFE-CYCLE ASSESSMENT?

- ✖ minimize the magnitude of pollution
- ✖ conserve non-renewable resources
- ✖ conserve ecological systems
- ✖ develop and utilize cleaner technologies
- ✖ maximize recycling of materials and waste
- ✖ apply the most appropriate pollution prevention and/or abatement techniques

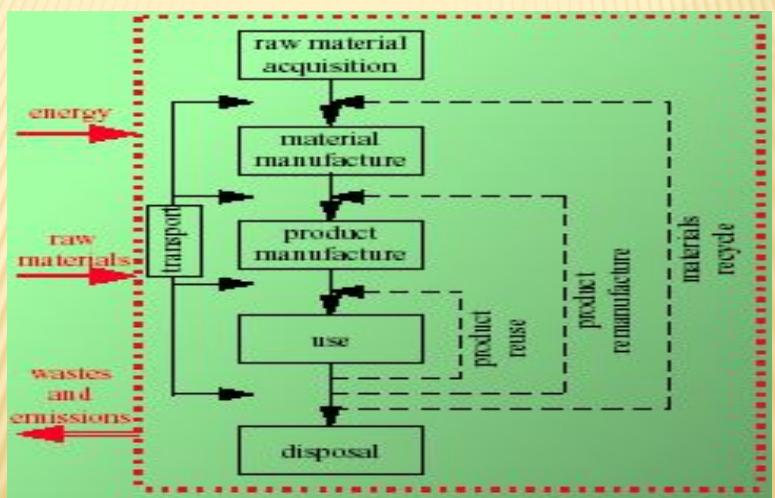
## HOW IS LIFE-CYCLE ASSESSMENT USED?

- By manufacturers:
  - ✚ product development
  - ✚ product improvement
  - ✚ product comparison
- By public policymakers:
  - ✚ environmental labeling

## WHAT IS LIFE-CYCLE ASSESSMENT?



## WHAT IS A “PRODUCT LIFE-CYCLE?”



## 3 STEPS IN LCA

1. life-cycle inventory
2. life-cycle impact assessment
3. life-cycle improvement analysis

## PLANNING AN LCA PROJECT

- ✖ determine objectives
  - + Why is LCA being conducted?
- ✖ define product under study and its alternatives
  - + What is its function?
  - + What is an appropriate functional unit?
- ✖ choose system boundaries
  - + What inputs and outputs will be studied?
  - + How will data be collected?

## THE FUNCTIONAL UNIT

- ✖ especially critical in LCAs conducted to compare products
- ✖ example:
  - + Paper versus. plastic grocery sacks
- ✖ function is to carry groceries so the functional unit could be a defined volume of groceries – one plastic sack does not hold the same volume of groceries as a paper sack

## UNCERTAINTY IN RESULTS OF LIFE-CYCLE INVENTORIES

- ✖ assumptions made when choosing system boundaries and data sources
- ✖ use of regional or global data
- ✖ poor quality data
- ✖ unavailable data

## PRODUCT COMPARISONS

- ✖ generally sponsored by a stakeholder (e.g. plastics manufacturers sponsor a study comparing paper and plastic products)
- ✖ uncertainties and assumptions inherent in life-cycle inventories leave room for stakeholders in “losing” product to criticize results

## SUMMARY OF LCA APPROACH

---

- LCAs are a tool for assessing and minimizing the impact of human activities.
- Life-cycle stages of a product include raw material acquisition, manufacturing, use, and disposal.
- LCA techniques have been adopted in industry and the public sector to serve a variety of purposes.
- Choices made during the planning phase of an LCA have a profound impact on the results obtained. The choice of functional unit, particularly when LCAs are conducted to compare products, is especially influential.