



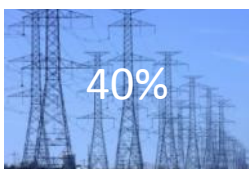
Trajnostno vrednotenje jeklenih konstrukcij

TEORETIČNE OSNOVE: METODOLOGIJA LCA

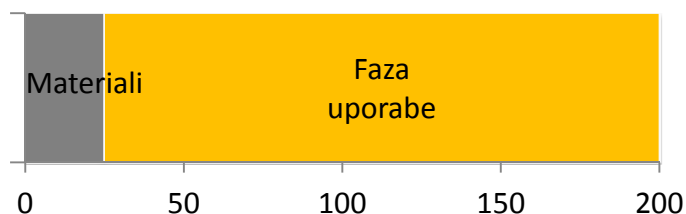


Ozadje gradbenega sektorja

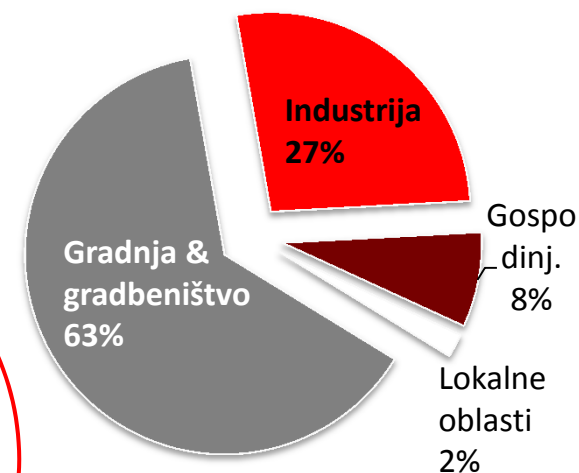
V Evropi gradbeni sektor predstavlja:



Porazdelitev porabljene energije stavb (kWh/m².leto)



Delež deponiranih odpadkov v Franciji



Mnogo novih konceptov

life cycle assessment
climate change
LEED
recycling
carbon dioxide
EN 15804
standard
reuse
functional unit
module D
BREEAM
construction
environment
HQE
steel
RT 2012
CPR
wastes
FDES
product
sustainable
impact
resources
environmental labelling
rating schemes
building
wastes
REACH
service life
environmental product declaration



Ljudje porabimo kar **90%**
svojega časa **v stavbah**

Viri: Ademe, komisija EU



Vsebina

1) Osnovni pojmi

- Trajnostni razvoj in princip življenjskega cikla
- Ocena življenjskega cikla

2) Okoljska presoja stavb

- Lestvice za ocenjevanje
- Okoljske deklaracije izdelkov
- CEN TC350: Vsebina, glavni koncepti
- Poudarek na modulu D

3) Okoljska presoja jekla

- Življenjski cikel jekla
- Doprinos reciklaže



1) Osnovni pojmi





Trajnostni razvoj

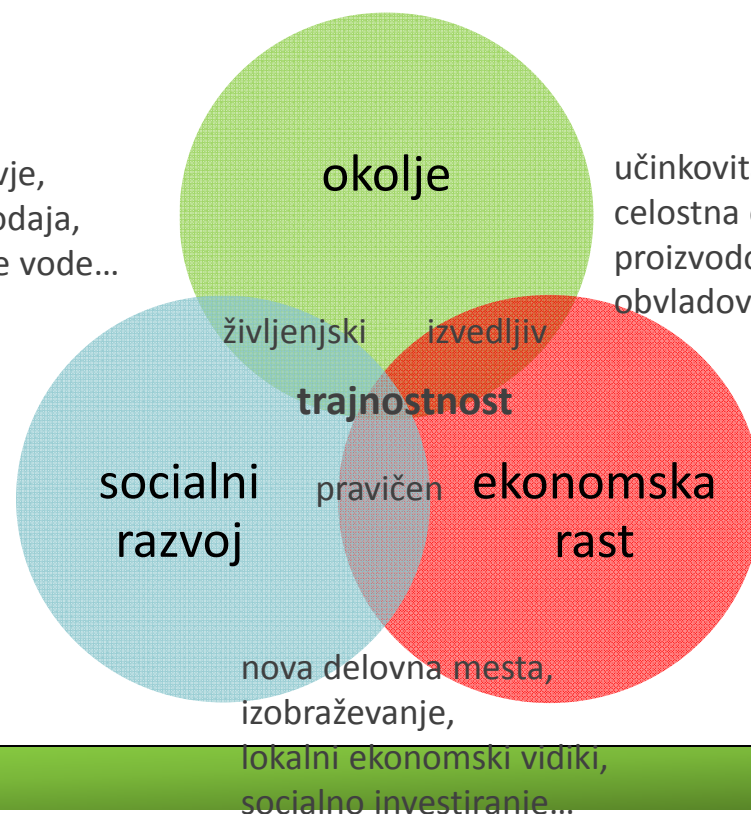
“trajnostni razvoj zadovoljuje potrebe sedanosti, ne da bi ogrozil možnosti prihodnjih generacij, da zadovoljijo svoje lastne potrebe.”

Brundtlandt Report

(Svetovna komisija za okolje in razvoj, 1987)

3 stebri trajnostnega razvoja

varnost in zdravje,
okoljska zakonodaja,
dostop do pitne vode...



učinkovita raba virov,
celostna obravnava
proizvodov,
obvladovanje življ. kroga



Zakaj je to tako pomembno?

- Razumeti in predvideti, kje se **stroški dobavne verige** utegnejo v prihodnosti povečati zaradi **okoljskih stanj**.
- Razumeti, kje lahko **družbena vprašanja** vplivajo na našo dobavna veriga.
- Pokazati **trajnostnost jeklenih izdelkov in rešitev** preko:
 - okoljske koristi z uporabo jekla in stroškovna učinkovitost,
 - lokalni družbeni vpliv na zainteresirane strani (nova delovna mesta, ...),
 - družbene koristi iz materialnih izdelkov in rešitev (pločevinke, mostovi, ...),
 - možnost integracije prebivalstva z nizkimi dohodki v vrednostni verigi,
 - ...
- Današnje odločitve vplivajo na vprašanja s katerimi se bodo ukvarjale prihodnje generacije.
- Jeklarska industrija mora biti del rešitve.

“Svet ne more uspeti s poslovanjem, ki ni predano temu, da ponuja rešitve za trajnostno družbo in ekosisteme.”

Predsednik WBCSD Bjorn Stigson



Orodja za okoljsko presojo

- Sistem za okoljsko ravnanje in presojo (angl. Environmental Management System - EMAS) (specifičen za prostor/podjetje, ISO 14000)
- Standard Greenhouse Gases (GHG) Protocol (protokol toplogrednih plinov) (nivo podjetij/prostora)
- **Presoja življenjskega cikla (LCA)**, stroškovna analiza življenjskega cikla (angl. LC costing), LCA z vidika družbe (angl. Social LCA) (specifično za nivo produktov/storitev)
- Okoljsko primerna zasnova (angl. Eco-design), Design for X (zasnova izdelkov z upoštevanjem več faz tekom njihovega življenjskega cikla, angl. Design for Excellence (DFX))
- Ocena zdravstvenega tveganja, ocena okoljskega tveganja (ekosistem)
- Okoljski kazalniki (GRI, IBGN, ekološki odtisi (angl. Ecological footprint) ...)
- Analiza stroškov in koristi, okoljska ekonomija
-



Upoštevanje načela življenjskega cikla

- Način ugotavljanja možne izboljšave izdelkov in storitev z namenom zmanjšanja vplivov na okolje in zmanjšanja porabe virov v vseh fazah življenjskega cikla.





LCT v evropski politiki

- **Evropski akcijski načrt za trajnostno proizvodnjo in porabo** (angl. Sustainable Consumption and Production Action Plan) s ciljem za zmanjšanje celotnega vpliva na okolje in porabo virov, v povezavi s celotnim življenjskim ciklom proizvodov in storitev (izdelkov)
- **Integrirana politika proizvodov (IPP)** (COM(2003)302)
- **Tematska strategija o trajnostni rabi naravnih virov** (angl. Thematic Strategy on the Sustainable Use of Natural Resources) (COM(2005)670)
- Tematska strategija o **preprečevanju in recikliranju odpadkov** (angl. Thematic Strategy on the Prevention and Recycling of Waste) (COM(2005)666)



Načelo življenjskega cikla: čemu?

1. Lokalno delovanje proti globalnemu vplivu
2. Prenos onesnaženja iz ene faze življenjskega cikla v drugo
3. Prenos onesnaženja iz enega okoljskega vpliva v drugega



1 – Lokalno delovanje proti globalnemu vplivu

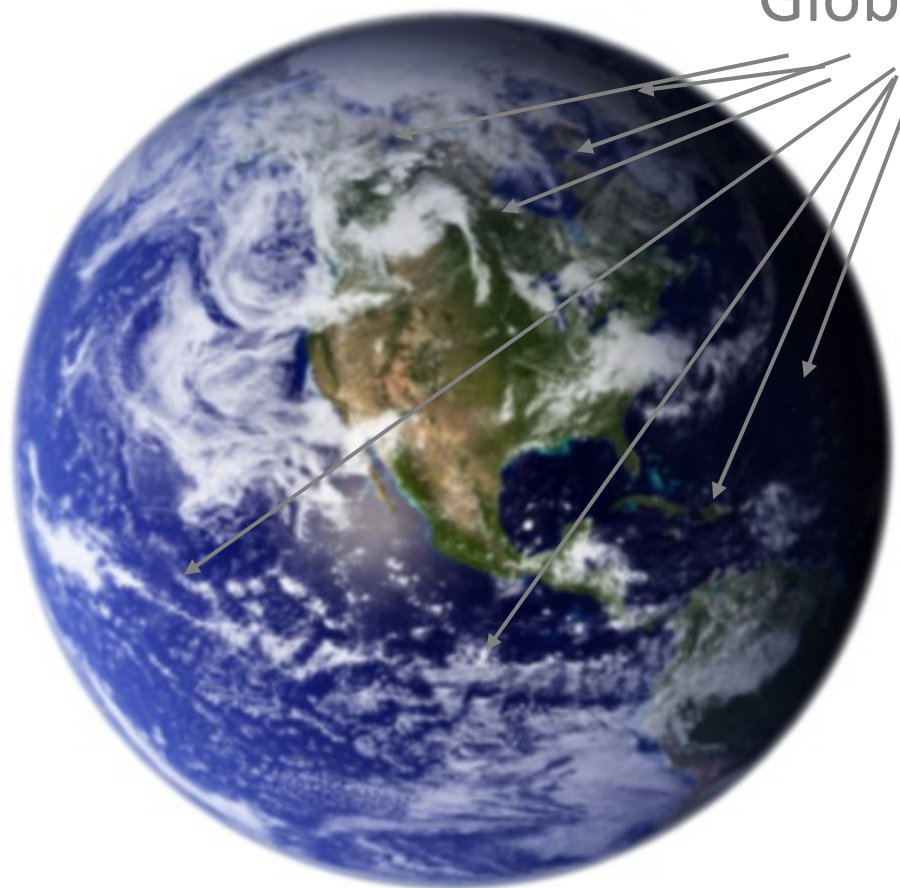


← Lokalno
delovanje



1 – Lokalno delovanje proti globalnemu vplivu

Globalno segrevanje

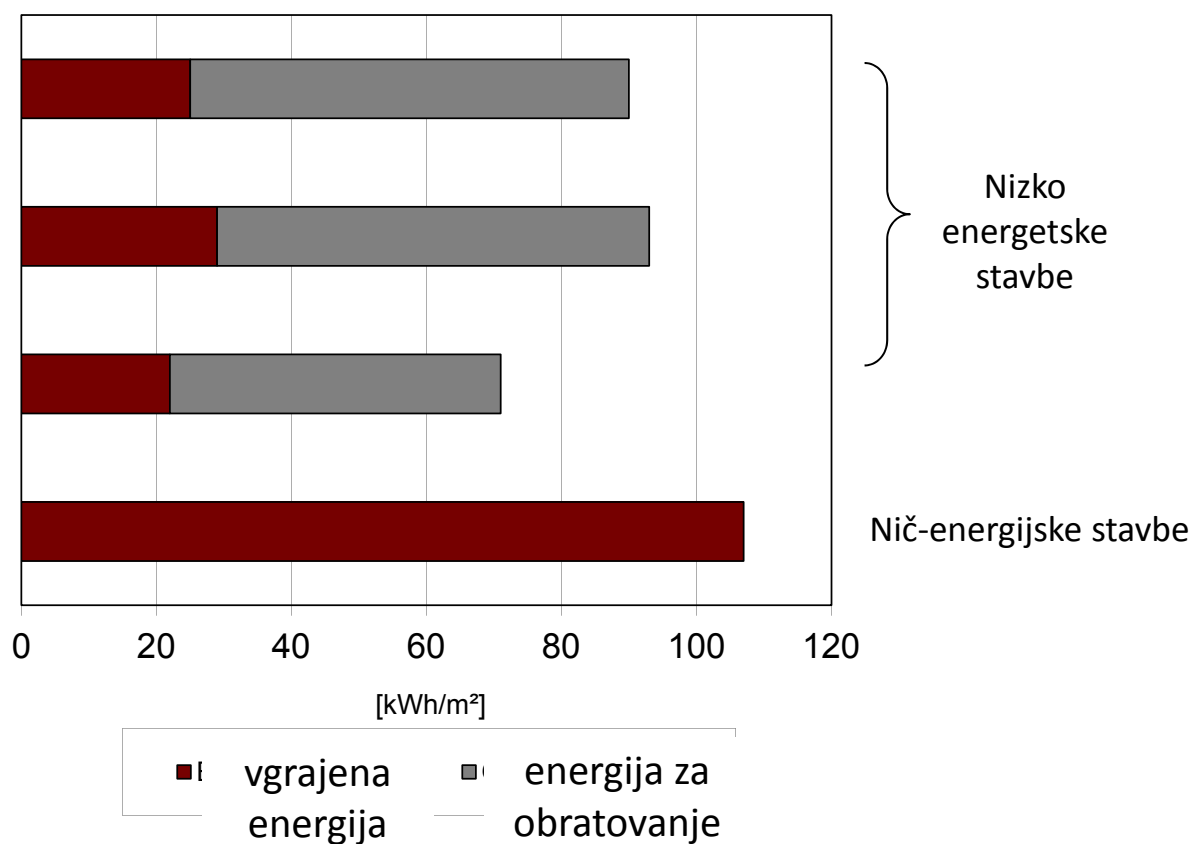


Vir: CIRAIG



2 – Prenos onesnaženja iz ene faze življenjskega cikla v drugo

Poraba energije stanovanjskih stavb



Vir: Energy and Buildings 42 (2010) 1592–1600



3 – Prenos onesnaženja iz enega okoljskega vpliva v drugega

Preprečiti prelaganje okoljskih vplivov!



**... toda
emisije v
drugačni
obliki**



Vir: CIRAIG



Analiza življenjskega cikla

- **Definicija**

Analiza možnih okoljskih bremen izdelka ali storitve tekom procesa proizvodnje, uporabe in odstranitve v fazi ob koncu življenjskega cikla.

- **Koristi**

- **notranje**

- ugotavljanje strateških tveganj in okoljskih vprašanj
 - razvoj trajnostnih izdelkov, ki temeljijo na okoljskih informacijah
⇒ Eko primerna zasnova (angl. Ecodesign)
 - komunikacija s politiki in vodstvenimi organi

- **zunanje**

- izboljšanje podobe zaradi upoštevanja ekoloških vidikov
 - podpora okoljskim inovacijam in zmanjšanju vplivov na okolje
 - konkurenčna prednost z vključevanjem okoljskih vidikov



Analiza življenjskega cikla

Poraba virov



Življenjski cikel izdelka

Pridobivanje
surovin

Preoblikovanje
materialov

Proizvodnja
izdelka

Faza
uporabe

Deponiranje

Reciklaža

Ponovna
uporaba

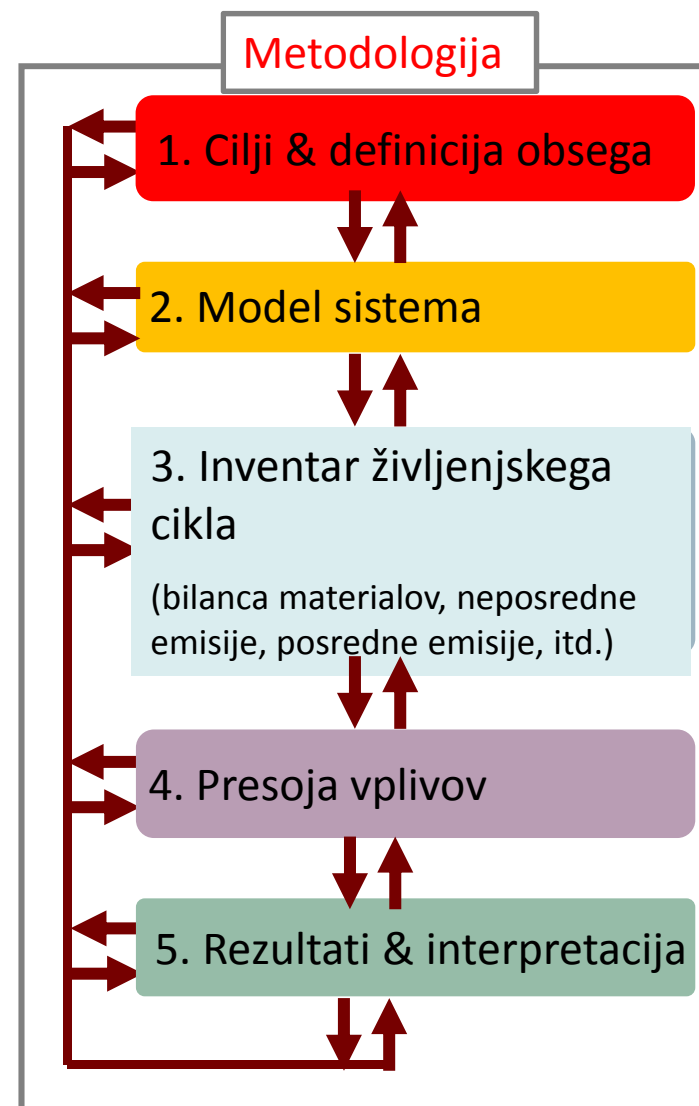
Emisije in odpadki
v okolje





Analiza življenjskega cikla

- **Generična metoda**, za vse proizvode in storitve, ki podaja informacije o okolju v skladu z **mednarodnimi standardi** (SIST EN ISO 14040 in 14044).
- Omenjena standarda ne navajata ustreznih metod za razvrščanje vplivov, kazalnikov, mej obravnavanega sistema ⇒ **visoka stopnja svobode**.
- Analiza LCA ne obravnava:
 - REACH,
 - okoljskega tveganja,
 - varnost delavca,
 - ekonomska in socialna vprašanja,
 - emisije ogljika tovarn.





Analiza življenjskega cikla

- **Termin #1, funkcionalna enota: predmet analize LCA**
 - Primeri: 1m² obloge, 1 prečka za določen razpon in obtežbo, 1kg cementa
 - *Primerjava med izdelki samo za enakovredne funkcije*



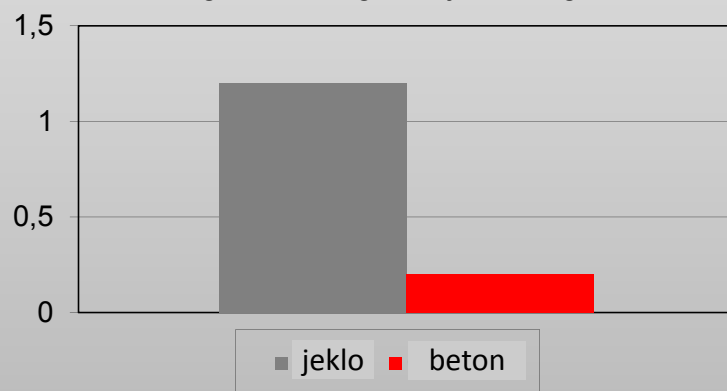
v primerjavi
z



1kg jekla

1kg betona

globalno segrevanje za 1 kg



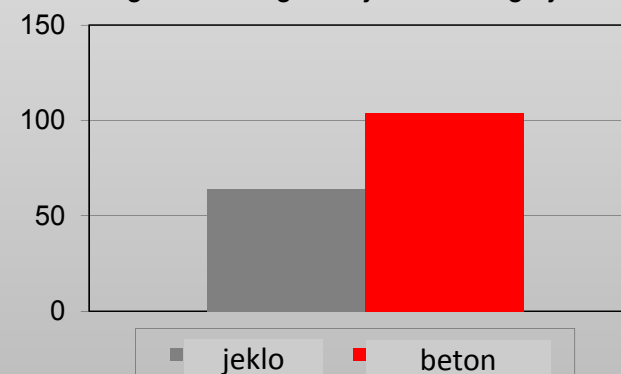
v primerjavi
z



1m jeklene ograje

1m betonske ograje

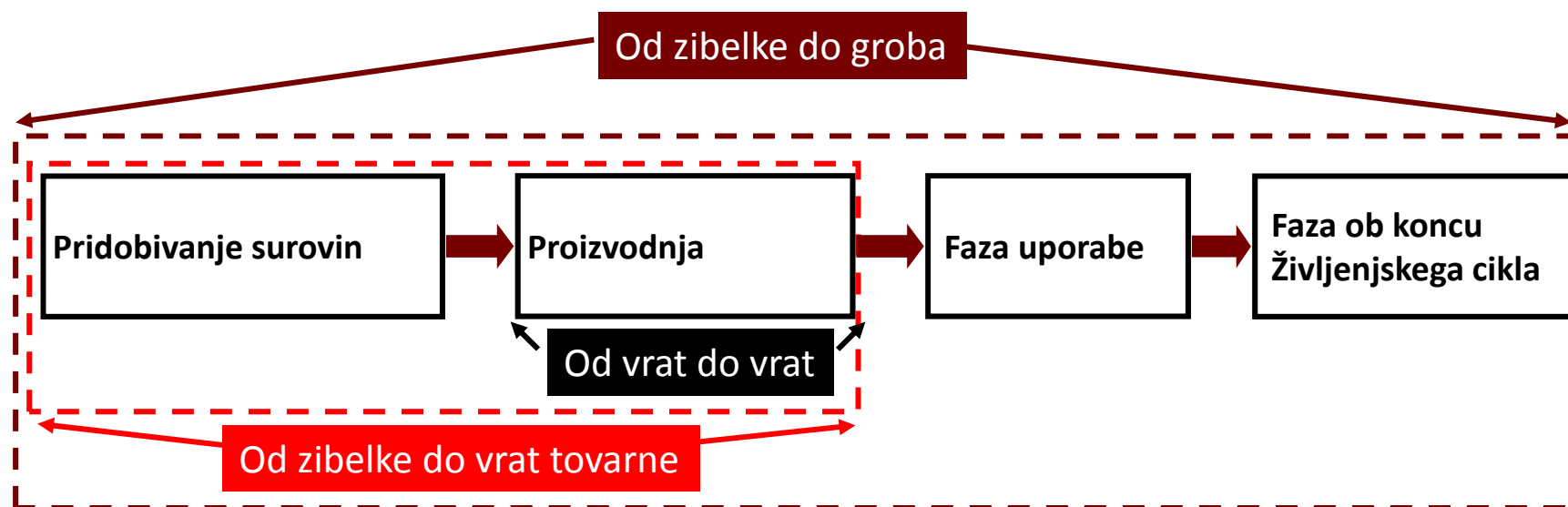
globalno segrevanje za 1 m ograje





Analiza življenjskega cikla

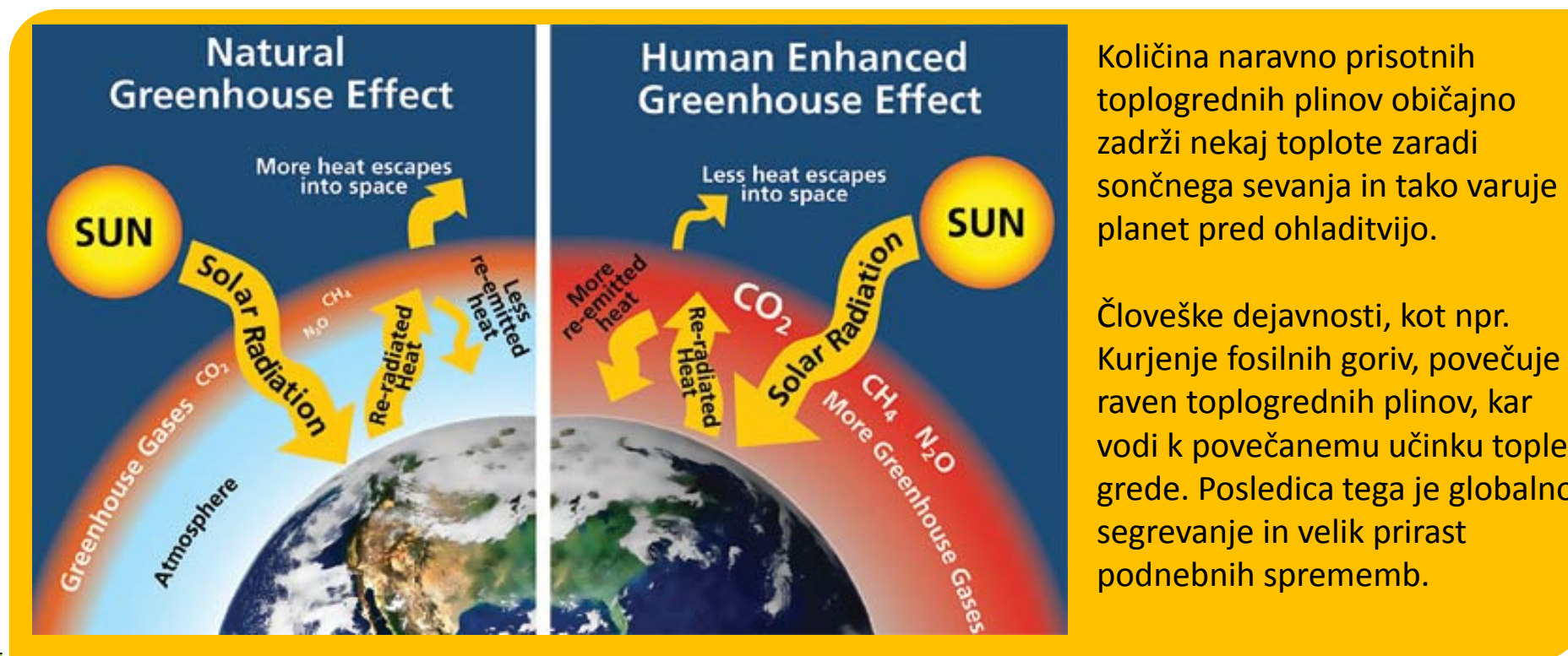
- Termin #2, meje obravnavanega sistema
 - Na področju transporta in gradbeništva lahko faza uporabe doprinese 80-90% okoljskih odpadkov





Analiza življenjskega cikla

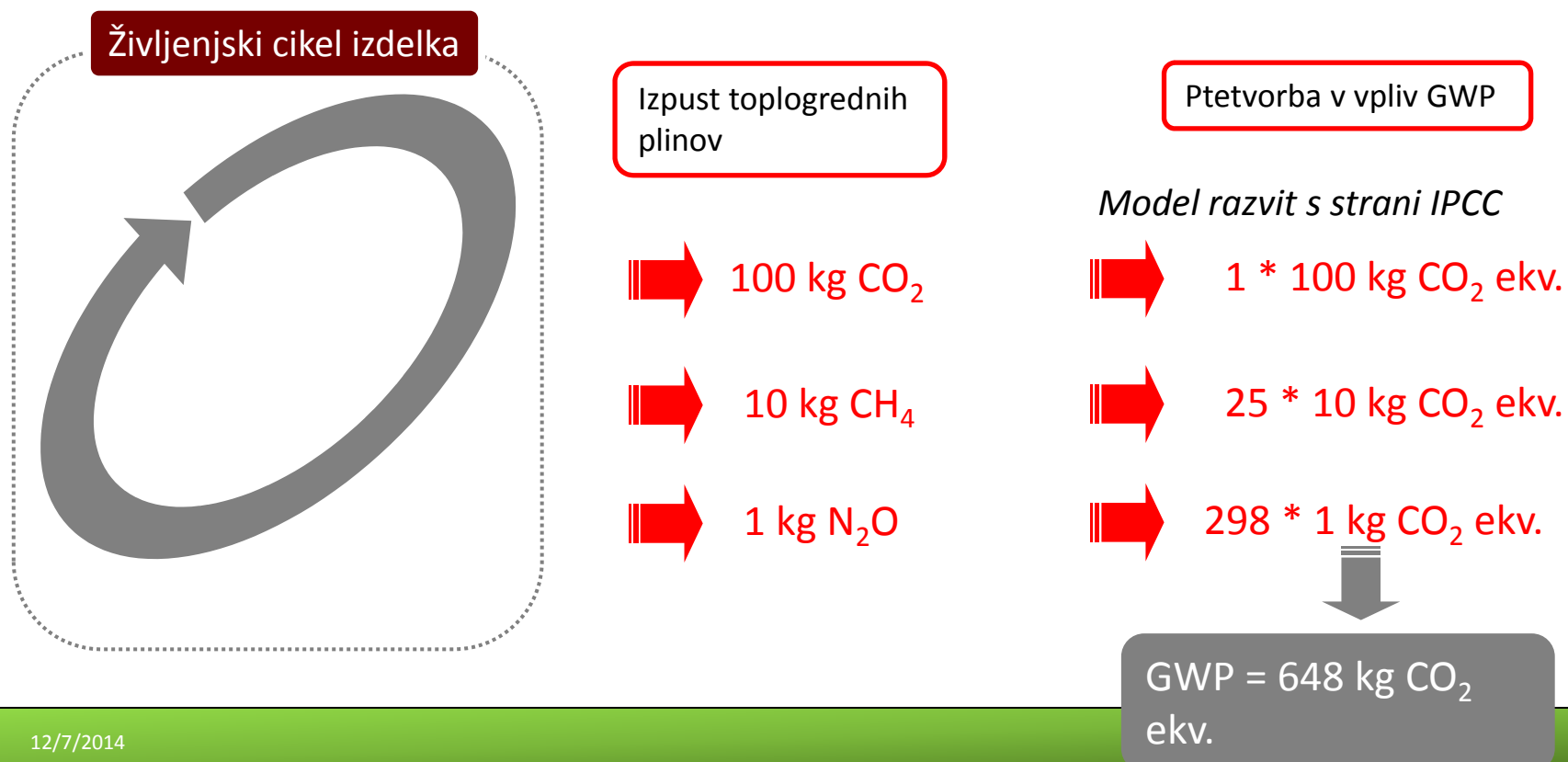
- Termin #3, okoljski kazalniki
 - Vpliv porabe, emisij in odpadkov je izražen z okoljskimi vplivi
 - Primer: Potencial globalnega segrevanja(GWP)





Analiza življenjskega cikla

- Termin #3, okoljski kazalniki
 - Vpliv porabe, emisij in odpadkov je izražen z okoljskimi vplivi
 - Primer: Potencial globalnega segrevanja(GWP)





Analiza življenjskega cikla

- **Termin #4, strokovni pregled poročila**
 - Dodatni pregled opravi neodvisni strokovnjak, analizo potrdijo tudi interesne skupine.
 - Cena 7 k€ – 20 k€
- **Upoštevanje različnih standardov glede na vrsto študije**
 - Generične študije LCA: SIST EN ISO 14040 do 44
 - Generične okoljske deklaracije: SIST EN ISO 14025
 - Okoljska deklaracija za gradbene proizvode po svetu: ISO 21930
 - Okoljska deklaracija za gradbene proizvode v Evropi: EN 15804
 - Okoljska deklaracija za gradbene proizvode v Sloveniji: SIST EN 15804
 - Okoljska deklaracija za gradbene proizvode v Franciji: NF P01-010 oz. NF EN 15804, po letu 2014 samo EN 15804



Analiza življenjskega cikla

- Termin #5, podatki
- V praksi obstaja ogromna količina podatkov, ki so potrebni za modeliranje celotnega življenjskega cikla proizvoda (energijska pretvorba, odlagališče, prevozna sredstva,...)
 - Potreba po generični podatkovni bazi, za zagotovitev zanesljivih povprečnih vrednosti za posamezna geografska območja (npr.: proizvodnja 1kWh elektrike v Franciji, Sloveniji)
- Obstaja več podatkovnih baz, vsaka s svojo kvaliteto
 - Industrijske podatkovne baze (Worldsteel, Plasticseurope, Betie, etc - brezplačne)
 - Ecoinvent (Švicarski raziskovalni centri – največje baze na svetu – večinoma teoretično modeliranje – visoka cena)
 - GaBi (nemško svetovalno podjetje – sodelovanje s podjetji, kot npr.: worldsteel – visoka cena)
 - Inies (za gradbene proizvode FDES – ni nujno preverjena baza – bivši francoski standard – brezplačno)
 - Diogen (osredotočena na gradbene proizvode – bivši francoski standard – brezplačno)



Analiza življenjskega cikla

- **Metodološki vidiki, ki so vir razprav med izvajalci**
 - **Razporeditev (razvrščanje vplivov med stranskimi produkti)**
 - razlikovanje med stranskimi produkti in odpadom
 - fizično (teža, stehiometrična sestava) oziroma ekonomska osnova
 - ima lahko velik vpliv na rezultate
 - **Faza ob koncu življenjskega cikla**
 - upoštevanje ponovno uporabljenih materialov (koristi) reciklaže
 - korist za porabnika ali za povzročitelja odpada?
 - predelava izrabljenih ali odpadnih materialov v nove produkte (angl. Downcycling), valorizacija, itd. ...?
 - **Izvor podatkov**
 - kvaliteta podatkov
 - reprezentativnost
 - konsistentnost med metodami (sistemske meje, dodeljevanje vplivov)



2) Okoljska presoja stavb





Obstaja več ravni presoje

1. Komponente (fasada, kritina, elementi nosilne konstrukcije itd.) so lahko opisane z EPD-ji, pogosto zbranimi s strani nosilca programa



Institut Bauen
und Umwelt e.V.



EPD®



breeam



2. Energetska učinkovitost je lahko regulirana ali označena

- RT 2012 (FR)
- Minergie (CH)
- PassivHaus (DE) itd.



3. Izkaznice stavb vsebujejo oceno celotne stavbe in lahko vključujejo socialne in ekonomske vidike

4. Študija LCA celotne stavbe: presoja celotnega življenjskega cikla, z upoštevanjem vgrajenih materialov in toplotne učinkovitosti





**Standardizacija okoljske presoje
stavb:
dokumenti izdani v okviru CEN TC350**



Vsebina

- Evropska komisija je podelila mandat odboru CEN za razvoj horizontalnih standardiziranih metod za ocenjevanje integrirane okoljske učinkovitosti stavb

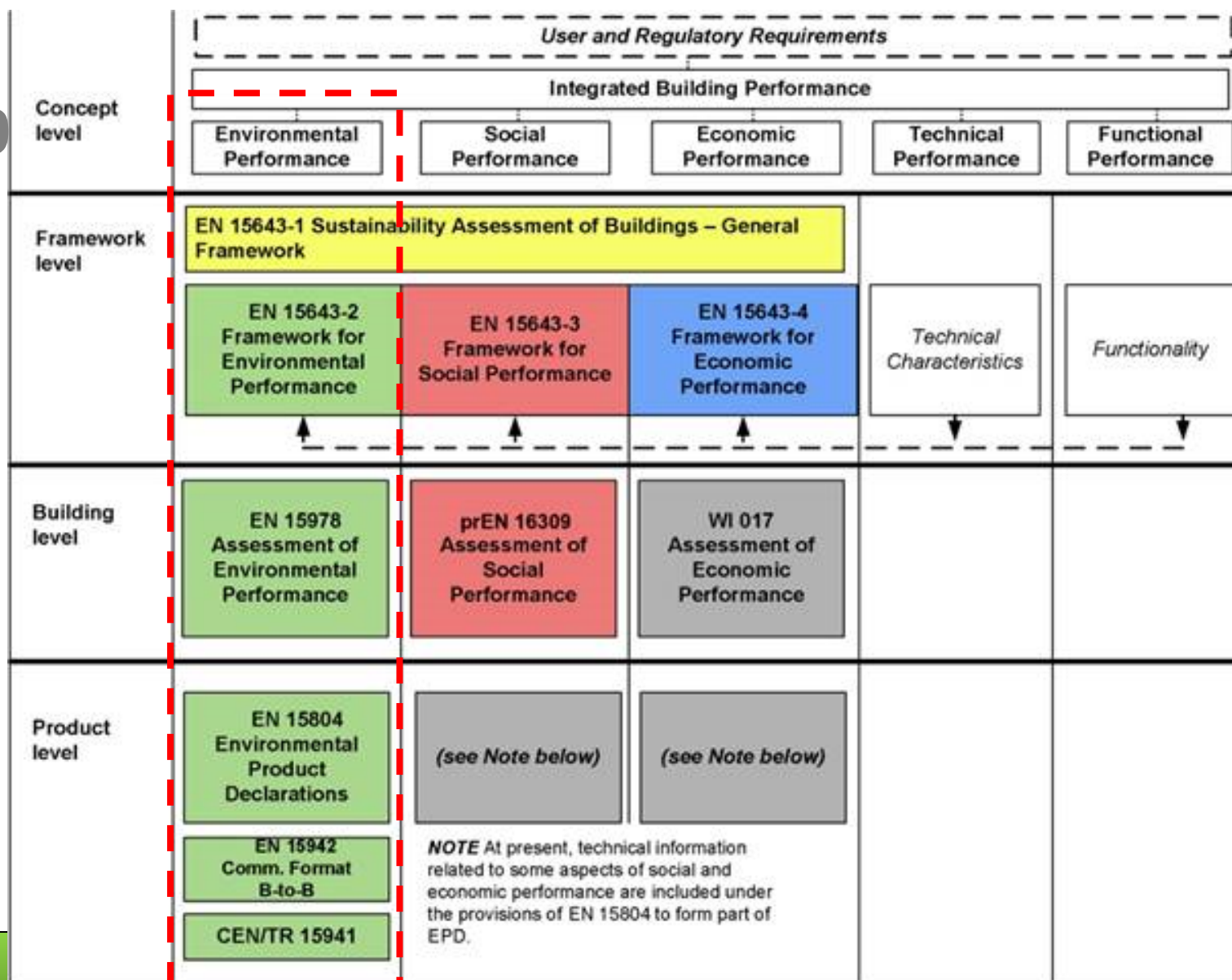


TRAJNOSTNO VREDNOTENJE JEKLENIH KONSTRUKCIJ



Struktura CEN/TC350

- 3 stebri,
4 nivoji



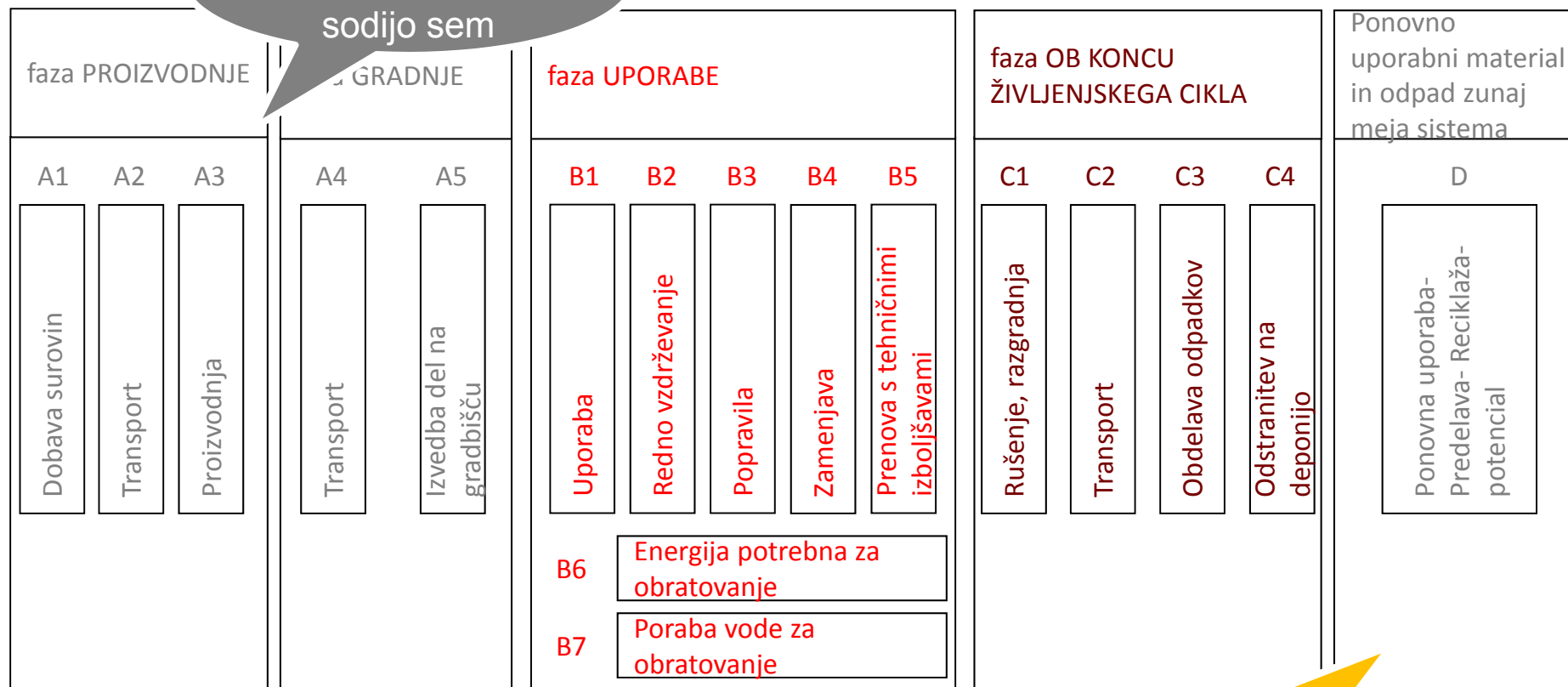


Osnovni koncept: modularnost

TRAJNOSTNO VREDNOTENJE JEKLENIH KONSTRUKCIJ



Vplivi proizvodnje in izdelave, sodijo sem



Obvezno

EPD od zibelke do vrat

Obvezno

EPD od zibelke do vrat z izbiro

Obvezno

EPD od zibelke do groba

Neobvezno

Koristi reciklaže so izračunani tu

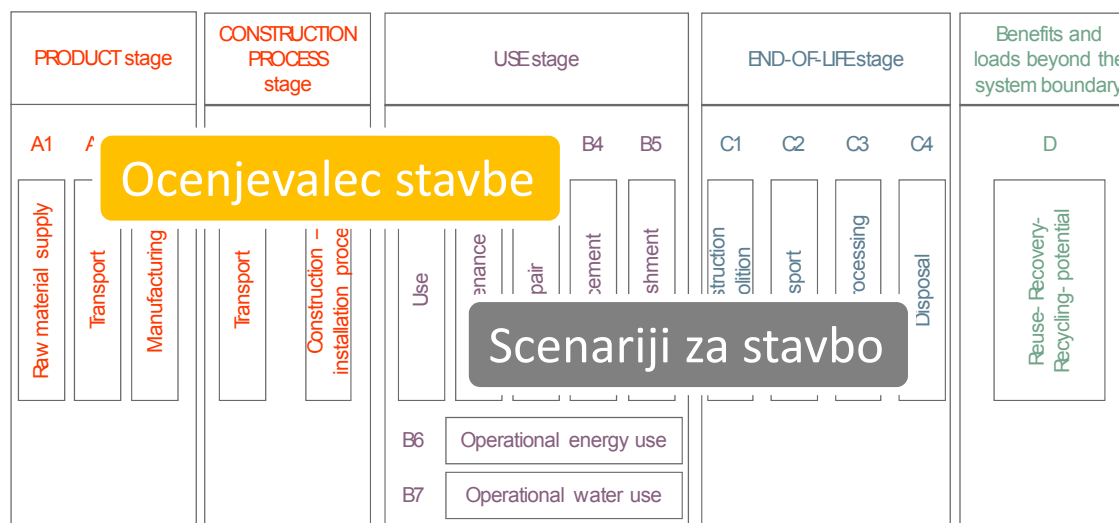
Neobvezno



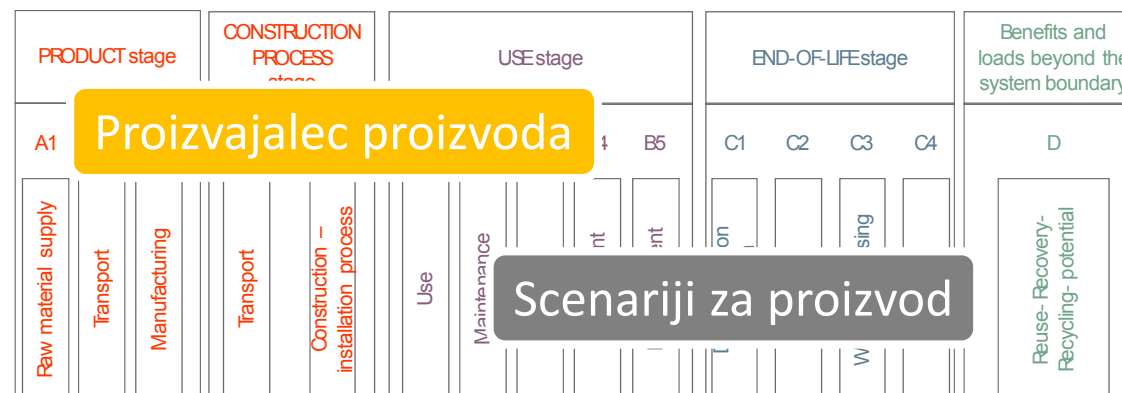
Modularnost preko 2 nivojev



nivo stavbe
SIST EN 15978



nivo proizvoda
SIST EN 15804



Transparentnost: brez združevanja med moduli.
Podatki o proizvodih so povezani na nivoju stavbe.
Primerjava na nivoju stavbe ali samo na sistemski ravni.



TRAJNOSTNO VREDNOTENJE JEKLENIH KONSTRUKCIJ



Parametri za opis okoljskih vplivov

GWP p. globalnega segrevanja [kg CO ₂ ekv.]	ODP p. razgradnje ozonske plasti [kg CFC ekv.]	AP p. zakisovanja tal in vode [kg SO ₂ ekv.]	EP potencial evtrofikacije [kg PO ₄ ekv.]	POCP p. nastanka ozona v troposferi [kg Eten ekv.]	APD-elementi p. porabe abiotskih virov za elemente [kg Sb ekv.]	ADP- fosilna goriva p. porabe abiotskih virov za fosilna goriva [MJ NCV]
--	--	---	--	--	---	--

Parametri za opis porabe virov, primarne energije

Poraba obnovljive primarne energije, brez upoštevanja obnovljivih virov primarne energije uporabljenih za surovine [MJ NCV]	Poraba obnovljivih virov primarne energije uporabljenih za surovine [MJ NCV]	Celotna poraba obnovljive primarne energije (primarna energija in viri primarne energije uporabljeni za surovine) [MJ NCV]	Poraba neobnovljive primarne energije, brez upoštevanja neobnovljivih virov primarne energije porabljenih za surovine [MJ NCV]	Poraba neobnovljivih virov primarne energije uporabljenih za surovine [MJ NCV]	Celotna poraba neobnovljive primarne energije (primarna energija in viri primarne energije uporabljeni za surovine) [MJ NCV]
---	--	--	--	--	--

Parametri za opis porabe virov, odpadnih materialov in goriv ter porabe vode

Poraba odpadnega materiala [kg]	Porab obnovljivih odpadnih goriv [MJ]	Poraba neobnovljivih odpadnih goriv [MJ]	Neto poraba sladke vode [m ³]
---------------------------------	---------------------------------------	--	---

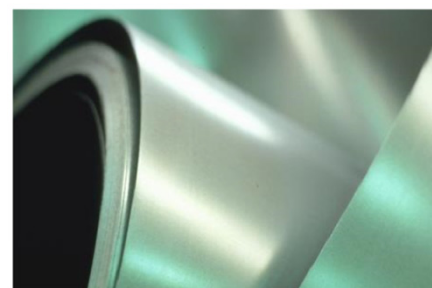
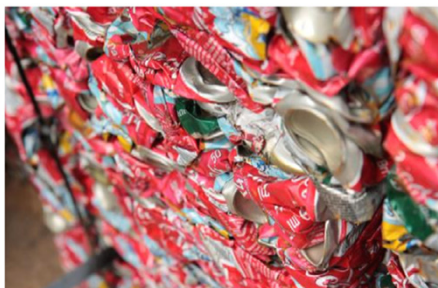
Ostale okoljske informacije za opis odpadnih kategorij

Ostale okoljske informacije za opis izhodnih tokov

Deponirani nevarni odpadki [kg]	Deponirani nenevarni odpadki [kg]	Deponirani radioaktivni odpadki [kg]	Komponente za ponovno uporabo [kg]	Materiali za reciklažo [kg]	Materiali za energetsko predelavo [kg]	Izvožena energija [kg]
---------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------	------------------------------------	-----------------------------	--	------------------------



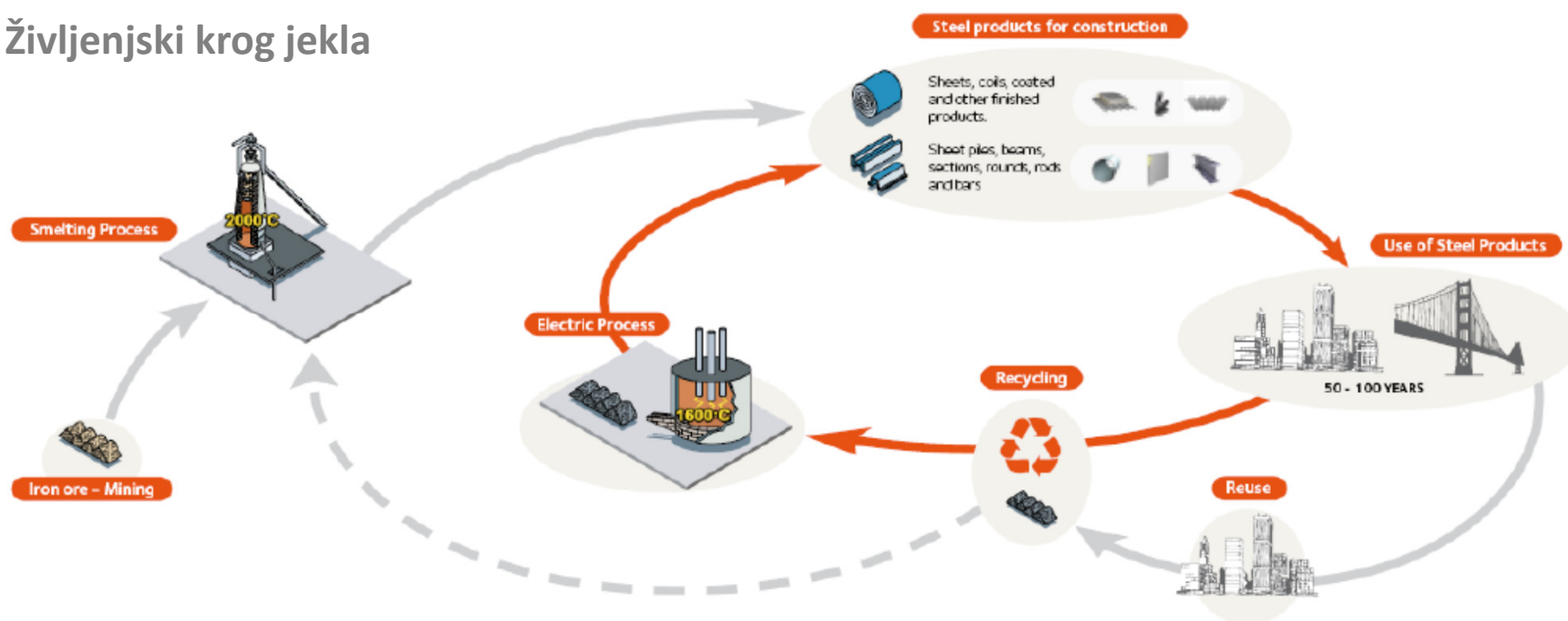
3) Okoljska presoja jekla



Proizvodnja jekla

- Dve glavni proizvodni poti za izdelavo jekla
 - visoke peči (glavnem osnovne surovine)
 - električne talilne peči („staro železo“)

Življenjski krog jekla



2 proizvodni poti = 1 proizvod



TRAJNOSTNO VREDNOTENJE JEKLENIH KONSTRUKCIJ



Povpraševanje po jeklu in ponujena količina odpada

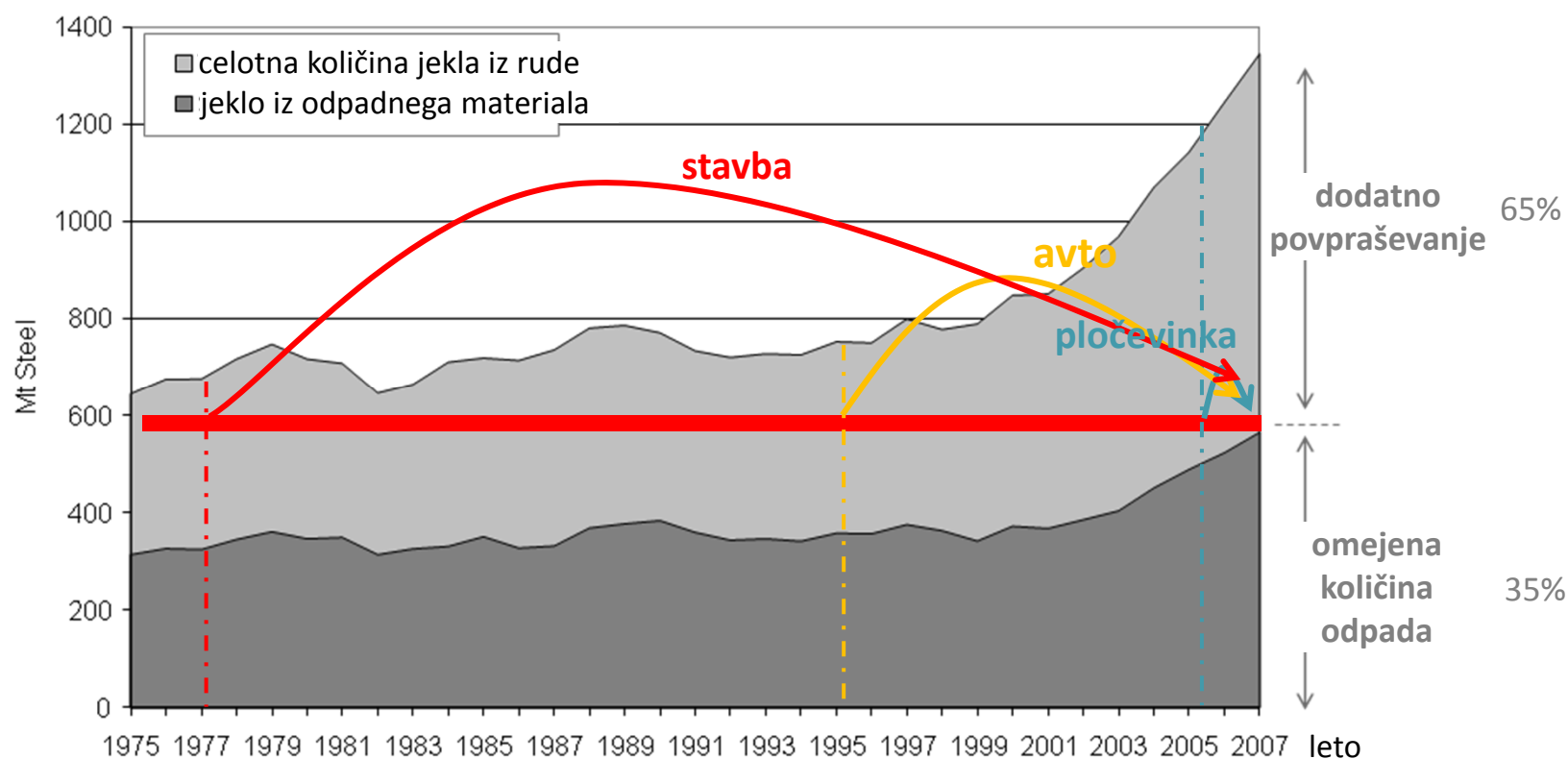
Povečano
povpraševanje
po jeklu



Pomanjkanje
razpoložljivih
odpadkov



Še vedno
visok odstotek
primarne
proizvodnje





TRAJNOSTNO VREDNOTENJE JEKLENIH KONSTRUKCIJ



Proizvodnja jekla glede na proces in regijo, 2007

	Production million metric tons	Oxygen %	Electric %	Open hearth %	Other %	Total %
Austria	7.6	90.7	9.3	-	-	100.0
Belgium	10.7	66.8	33.2	-	-	100.0
Bulgaria	1.9	53.8	46.2	-	-	100.0
Czech Republic	7.1	90.6	9.4	-	-	100.0
Finland	4.4	70.4	29.6	-	-	100.0
France	19.2	61.3	38.7	-	-	100.0
Germany	48.6	69.1	30.9	-	-	100.0
Greece	2.6	-	100.0	-	-	100.0
Hungary	2.2	77.6	22.4	-	-	100.0
Italy	31.5	36.7	63.3	-	-	100.0
Latvia (e)	0.6	-	0.4	99.6	-	100.0
Luxembourg	2.9	-	100.0	-	-	100.0
Netherlands	7.4	97.8	2.2	-	-	100.0
Poland	10.6	58.3	41.7	-	-	100.0
Portugal (e)	1.4	-	100.0	-	-	100.0
Romania	6.3	69.6	30.4	-	-	100.0
Slovak Republic	5.1	92.3	7.7	-	-	100.0
Slovenia	0.6	-	100.0	-	-	100.0
Spain	19.0	22.1	77.9	-	-	100.0
Sweden	5.7	66.1	33.9	-	-	100.0
United Kingdom	14.3	78.8	21.2	-	-	100.0
European Union (27)	209.5	59.6	40.2	0.3	-	100.0
Turkey	25.8	24.8	75.2	-	-	100.0
Others	4.1	26.4	63.6	-	-	100.0
Other Europe	29.8	26.4	73.6	-	-	100.0
Russia	72.4	56.9	26.6	16.4	-	100.0
Ukraine	42.8	51.4	3.8	44.8	-	100.0
Other CIS	9.5	50.3	41.7	8.0	-	100.0
CIS	124.7	54.5	20.0	25.5	-	100.0

	Production million metric tons	Oxygen %	Electric %	Open hearth %	Other %	Total %
Canada	15.6	59.2	40.8	-	-	100.0
Mexico	17.6	26.0	74.0	-	-	100.0
United States	98.2	41.1	58.9	-	-	100.0
NAFTA	131.3	41.2	58.8	-	-	100.0
Argentina	5.4	48.1	51.9	-	-	100.0
Brazil	33.8	75.9	24.1	-	-	100.0
Chile	1.7	72.5	27.5	-	-	100.0
Venezuela	5.0	-	100.0	-	-	100.0
Others	3.4	22.4	77.6	-	-	100.0
Central and South America	49.3	61.3	38.7	-	-	100.0
Egypt (e)	6.2	16.1	83.9	-	-	100.0
South Africa	9.1	49.7	50.3	-	-	100.0
Other Africa	3.3	38.9	61.1	-	-	100.0
Africa	18.7	36.5	63.5	-	-	100.0
Iran (e)	10.1	22.7	77.3	-	-	100.0
Saudi Arabia	4.6	-	100.0	-	-	100.0
Other Middle East	1.4	-	100.0	-	-	100.0
Middle East	16.1	14.1	85.9	-	-	100.0
China (e)	489.2	89.9	10.1	-	0.0	100.0
India (e)	53.1	39.9	58.2	1.9	-	100.0
Japan	120.2	74.2	25.8	-	-	100.0
South Korea	51.6	53.4	46.6	-	-	100.0
Taiwan, China	20.9	52.1	47.9	-	-	100.0
Other Asia	19.1	-	100.0	-	-	100.0
Asia	754.1	78.1	21.7	0.1	0.0	100.0
Australia	7.9	80.8	19.2	-	-	100.0
New Zealand	0.8	72.5	27.5	-	-	100.0
World	1,342.4	66.3	31.2	2.5	0.0	100.0

(e): estimate

European Union (27)

115.6

55% - 45%

World

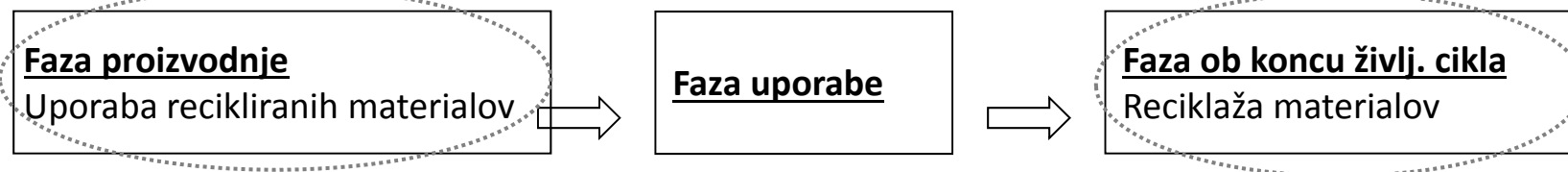
481.9

35% - 65%



Reciklaža v LCA: ključni vložek za jeklo

- Recikliran material in stopnja reciklaže v fazi ob koncu življenjskega cikla



Recikliran material

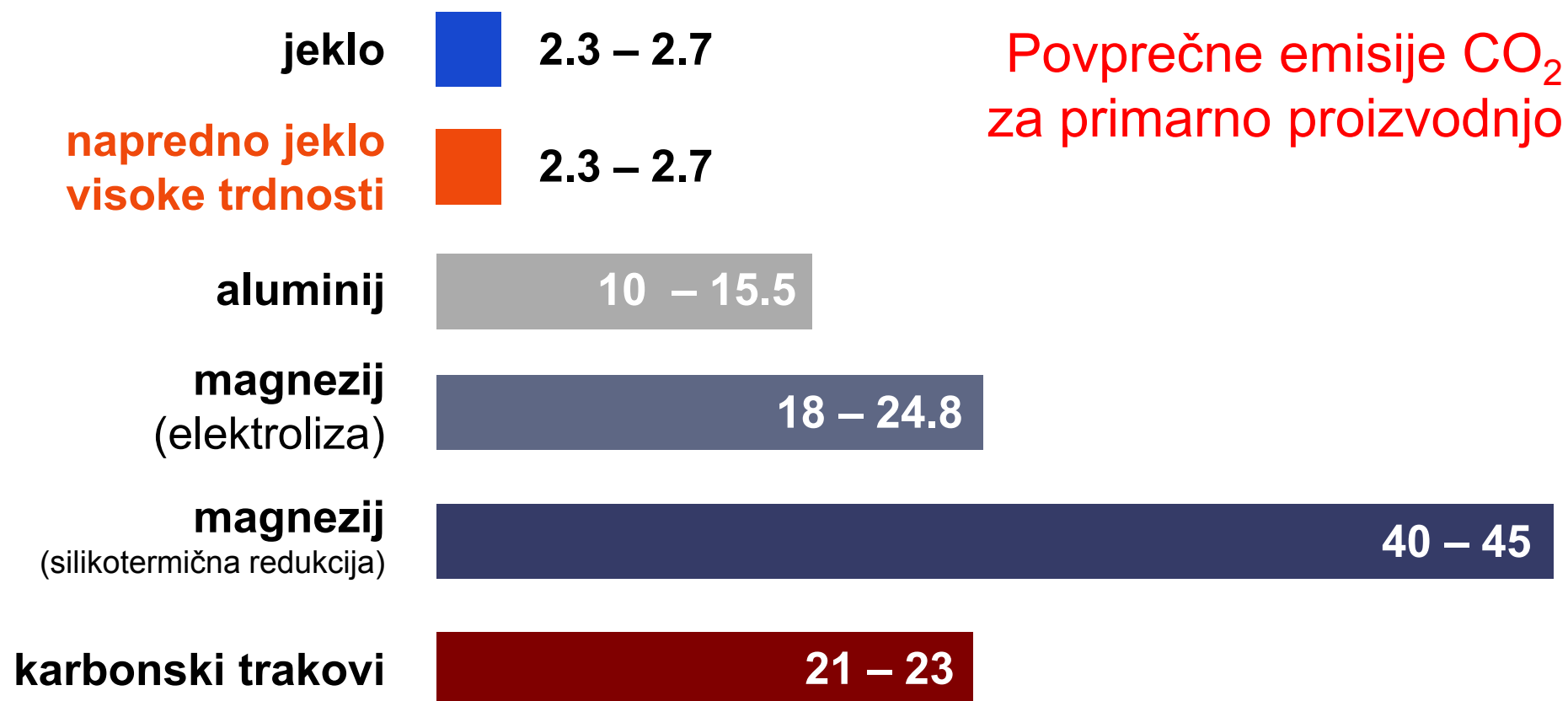
- Osredotočanje na **proizvod**
- Upoštevanje **pretekle** reciklaže materialov
- Podprto z materiali, ki imajo **omejeno število mogočih ciklov reciklaže in nizko stopnjo reciklaže** (polimeri, beton ...)

Stopnja reciklaže

- Lestvica **materialov**
- Upoštevanje okoljskih koristi na podlagi **reciklaže v prihodnosti**
- Podprto s strani **kovinarske** industrije: bolj pomembna je obravnava prihodnosti izdelkov



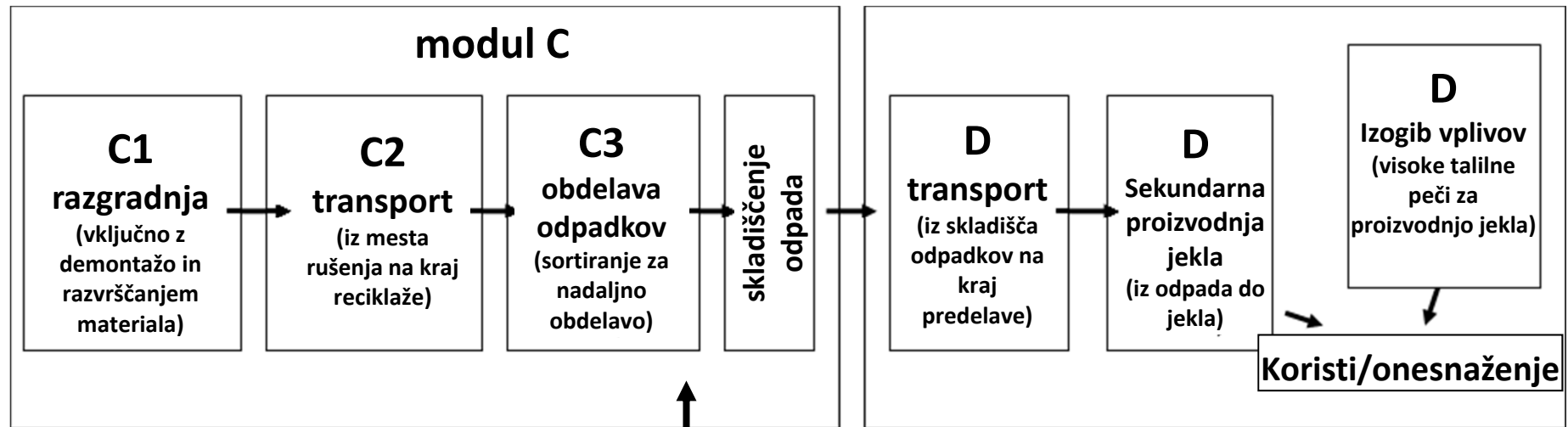
Emisije CO₂ nekaterih materialov



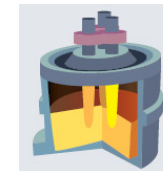
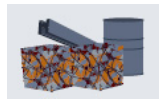
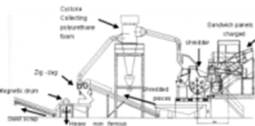


Poudarek na modulu D

Modul D: meje

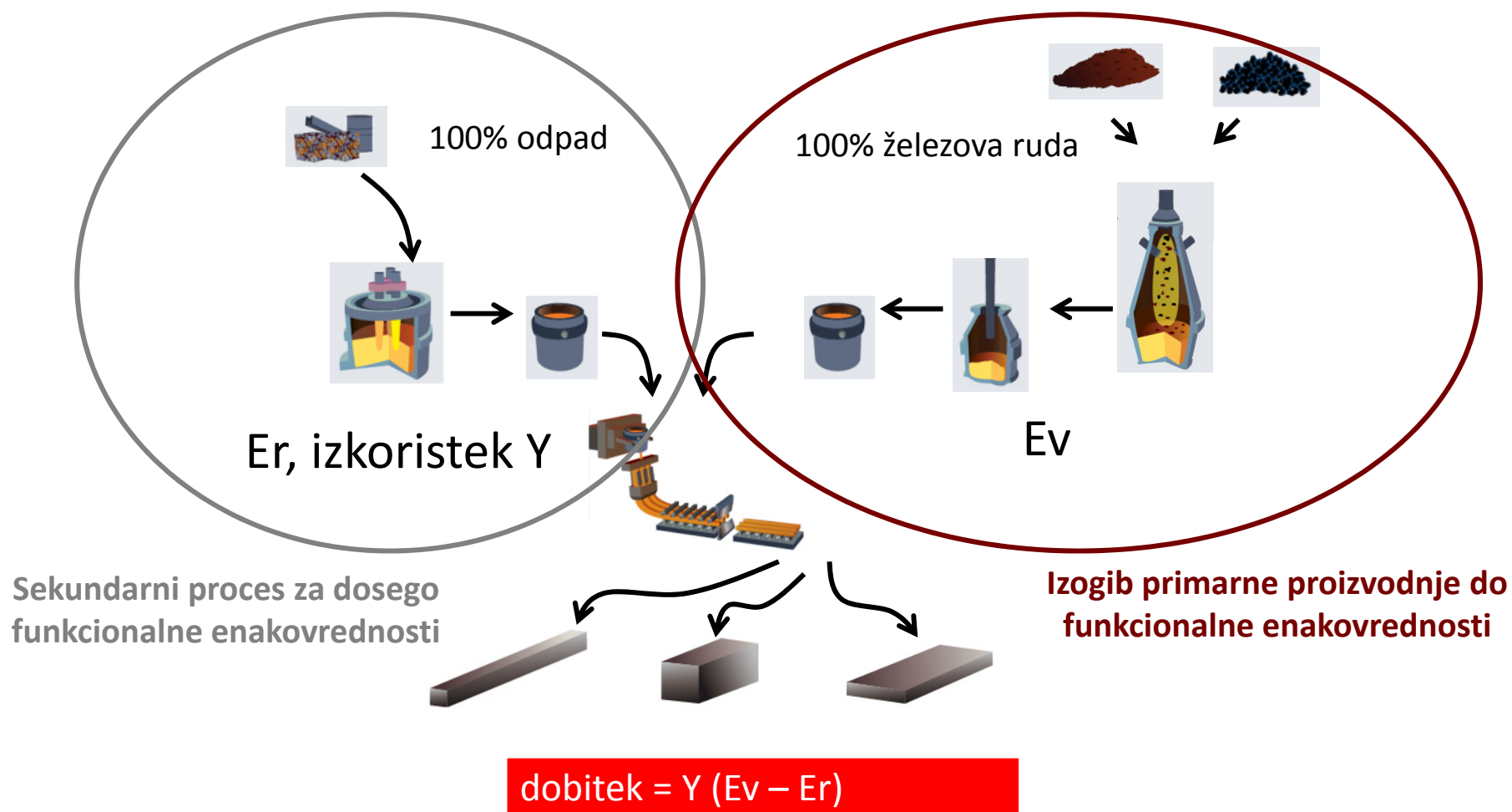


Prenehanje statusa odpadka





Modul D: računski primer za jeklo



Ref: worldsteel data 2010



Modul D: 'Neto' uporabni material in odpad

RC = reciklirana vsebina,
RR = stopnja reciklaže v fazi po koncu življenjskega cikla,
Ev = vplivi primarne proizvodnje materiala
Er = vplivi sekundarne proizvodnje materiala
Ev' = vplivi nadomestne primarne proizvodnje materiala
Er' = vplivi nadomestne sekundarne proizvodnje materiala

$$\text{Neto dobiček} = \underbrace{RR(Ev' - Er')}_{\text{celoten potencial koristi recikliranja zbranih zalog}} - \underbrace{RC(Ev - Er)}_{\text{zmanjšán na račun že upoštevane neto doprinosa tekom faze proizvodnje}}$$

celoten potencial koristi
recikliranja zbranih zalog

zmanjšán na račun že
upoštevane neto doprinosa
tekom faze proizvodnje



Uporaba na primeru jeklenih profilov

Modul A= mešana proizvodnja = 1,15 tCO₂ ekv.



$$\text{Modul D} = (RR - RC) * Y * (E_v - E_r) = (0,95 - 0,85) * 1,5 = 0,15 \text{ tCO}_2 \text{ ekv.}$$

$$\text{GWP za profile} = 1,15 - 0,15 = 1,00 \text{ tCO}_2 \text{ ekv.}$$

Ref: worldsteel data 2010



Modul D

- V modulu D je upošteevano načelo življenjskega cikla, vključena je tudi časovna komponenta
- Modul D predstavlja jasno spodbudo za recikliranje, ponovno uporabo ali predelavo energije
 - Kakšna je vrednost odpadkov v fazi ob koncu življenjskega cikla, ki jih pridelamo?
- Modul D je primeren za vse vrste materialov
- Ostali vidiki
 - Glede izbiranja (težave na področju primerjave)
 - Za natančnejša pravila je potrebno več prakse



Izračuni

• Prispevek vplivov

– DANES

- Vplivi so večinoma vezani na fazo uporabe (~80% vseh vplivov tekom življenjskega cikla)
- Težnje politike usmerjene v energetske učinkovitost stavb
- Razvoj pasivnih stavb oziroma stavb, ki ustvarjajo pozitivno energijo

– JUTRI

- Delež materialov narašča zaradi povečane uporabe izolacijskih materialov
- **Ukrep za zmanjšanje:** vedno večje zahteve po EPD-jih v ponudbah in shemah certificiranja
- Učinkovitejša izraba virov s ciljem zmanjšanja odpadkov

Primer:

Klasične stavbe

materiali

faza uporabe

Nizko energetske stavbe

Energija solarnih panelov

materiali

faza uporabe

Skoraj nič energijske stavbe

Energija sol. panelov

materiali

faza uporabe

-50% -30% -10% 10% 30% 50% 70% 90%



Zaključki

- **Analiza življenjskega cikla je ustrezno orodje za okoljsko presojo stavb**
 - osredotočanje na fazo uporabe ne zadostuje več
 - potrebna je analiza faze ob koncu življenjskega cikla: ponovna uporaba in recikliranje prinašata koristi (modul D)
 - ogljikov dioksid ni edini onesnaževalec: potrebna je popolna ocena vplivov na okolje
- **Socialni vidik postaja vse pomembnejši: preko kazalcev analize LCA**
 - kar 90 % svojega časa preživimo v stavbah: potreba po analiziranju kakovosti zraka / udobju / akustiki
 - študija na nivoju mesta v primerjavi z nivojem stavbe.