



TRAJNOST KONSTRUKCIJA I

- 16 -

ODRŽIVA GRADNJA

Održivost i održiva gradnja

- Suvremen pojam, ali ne i novost

- Poštivanje načela održivosti

 - Stara Grčka i Stari Rim

 - Građevine koje traju "vječno"
 - Uobičajeno recikliranje građevnih materijala
 - Utjecaj na okoliš zanemariv



Održiva gradnja

■ Današnja gradnja:

- Uporabni vijek građevina kraći
- Potrošnja materijala i energije sve veća
- Građevnog otpada sve više

■ Potrebno:

- Analizirati životni vijek građevina



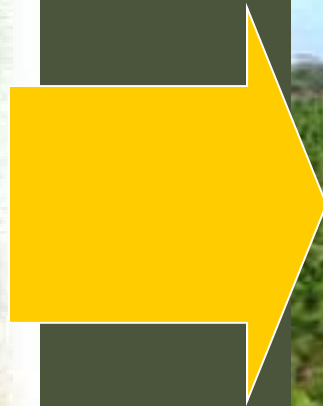
Održivi razvitak ?

- UN, 1987., izvještaj: "Razvitak kojim se zadovoljavaju današnje potrebe bez da se ugrozi mogućnost budućih generacija da zadovolji svoje potrebe"



Održivost u praksi

- ▣ Šumarstvo – koncept održivosti od davnina



pošumljavanje

Održiva gradnja ?

■ Primjena načela održivog razvitka u graditeljstvu

promatraju se SVI zahtjevi koji se odnose na građevinu

promatra se ČITAV životni vijek

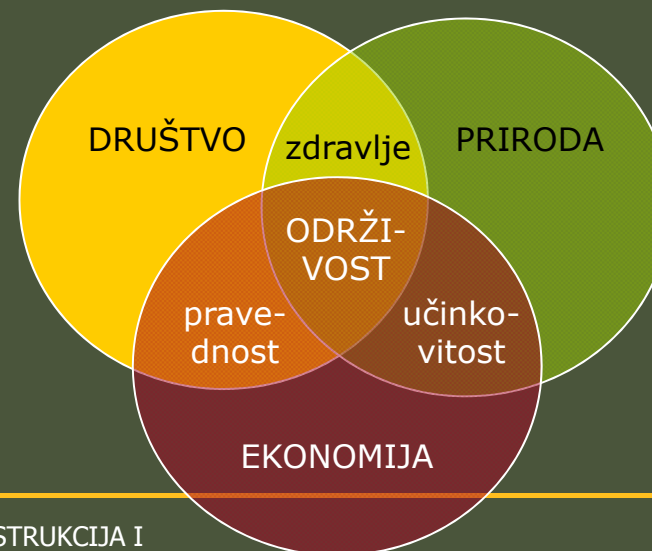
OPTIMIZACIJA GRAĐEVINA

Istodobno se promatraju
3 dimenzije:

EKOLOŠKA

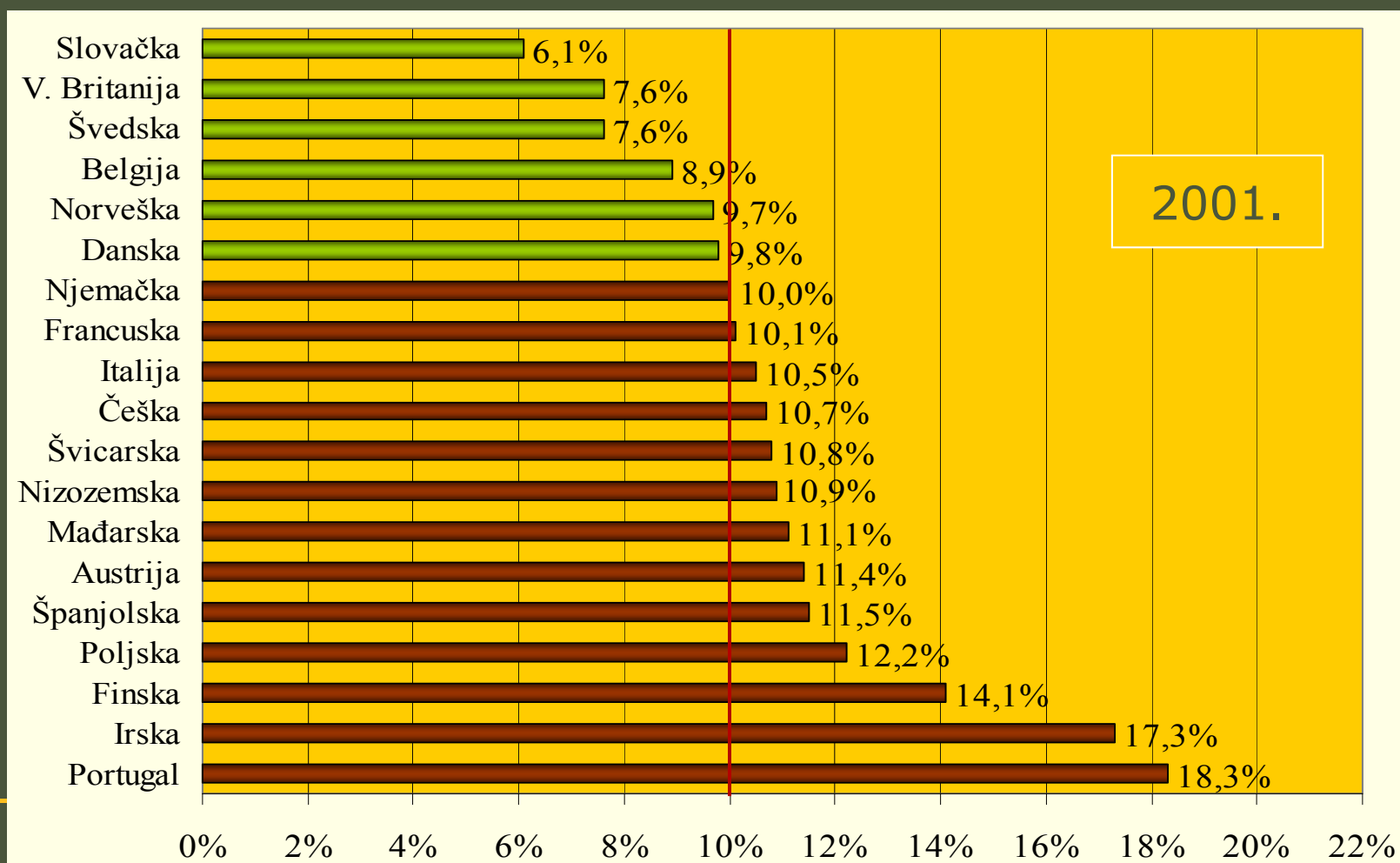
EKONOMSKA

DRUŠTVENO-KULTURNA



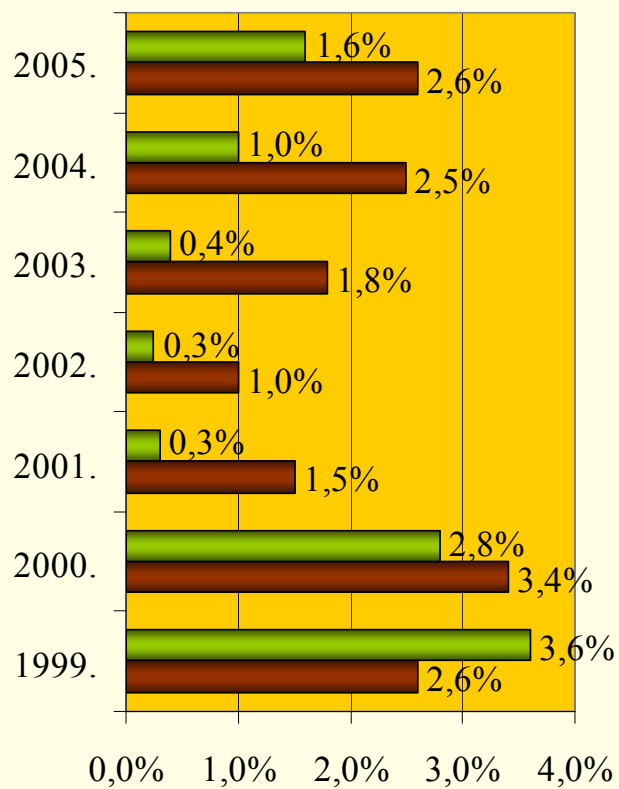
Održiva gradnja - IZAZOVI

- Udio građevinarstva u BDP 10% - europski prosjek

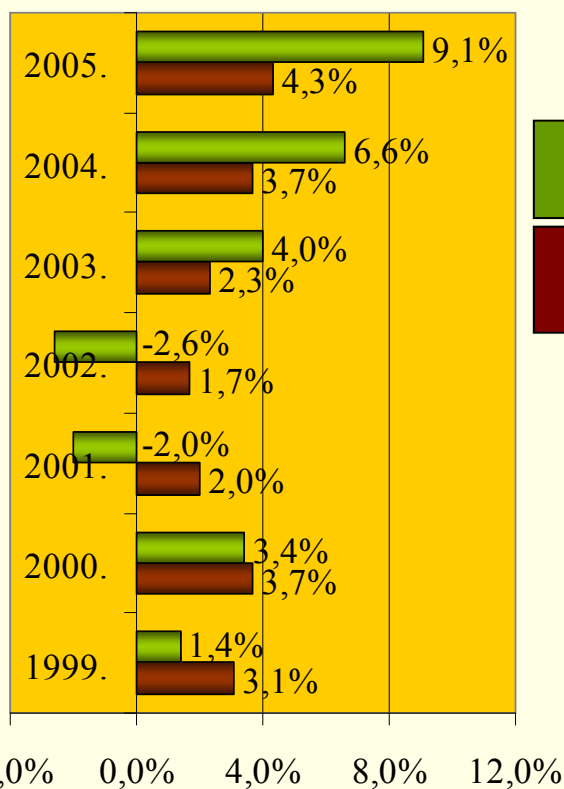


Održiva gradnja - IZAZOVI

ZAPADNA EUROPA



ISTOČNA EUROPA

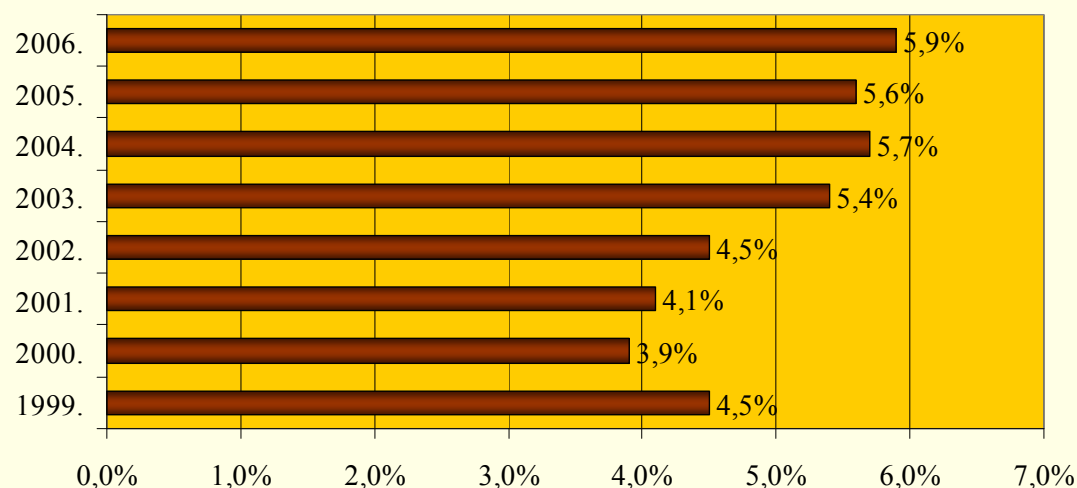


Rast građevinarstva

Rast BDP

Održiva gradnja - IZAZOVI

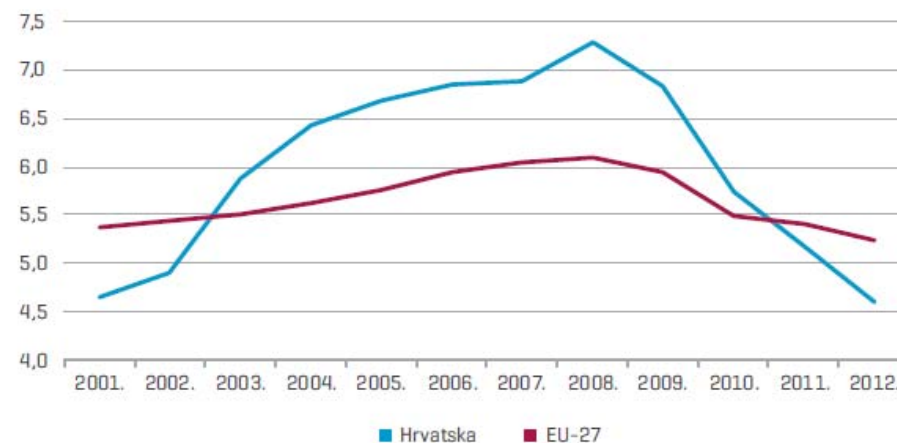
HRVATSKA: udio graditeljstva u BDP-u



- 2011: 5,2%
- 2012: 4,6 %
- 2013: 4,6 %

Slika 7.
Udio građevinarstva
u bruto domaćem
proizvodu, u %

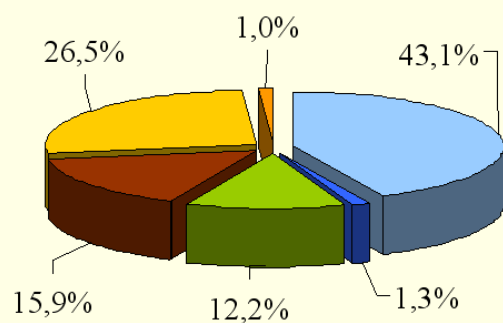
Izvori: Državni zavod za statistiku;
Eurostat.



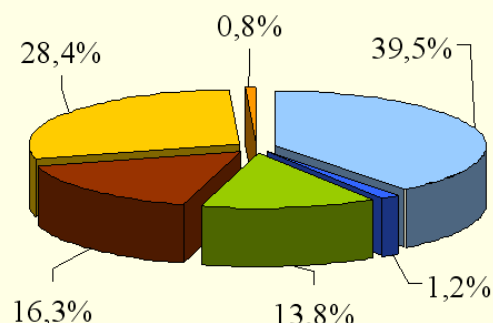
Održiva gradnja - IZAZOVI

HRVATSKA: vrijednost radova prema vrstama građevina

- Prometna infrastruktura
- Složene konstrukcije na industrijskim prostorima
- Cjevovodi, komunikacijski i energetske vodovi
- Stambene zgrade
- Ne stambene zgrade
- Ostale ne spomenute građevine



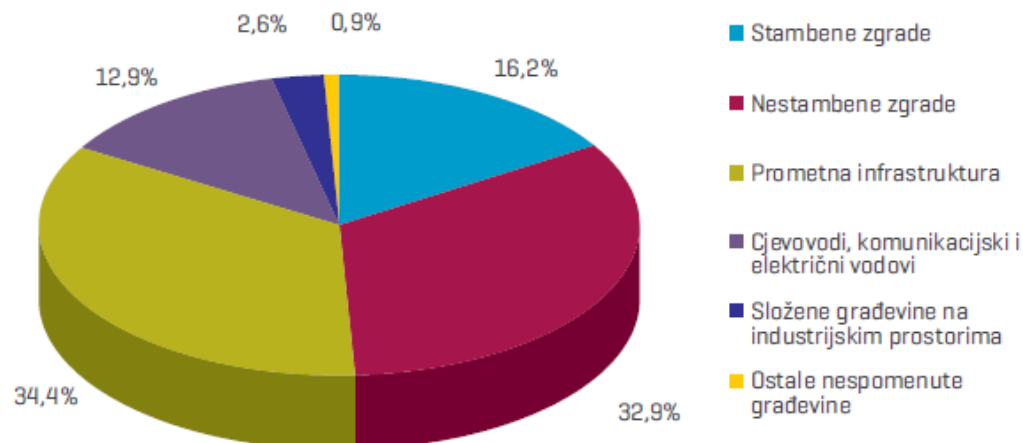
2005. godina



2006. godina

Slika 2.
Struktura izvršenih građevinskih radova prema vrsti građevine u 2011. godini

Izvor: Državni zavod za statistiku.

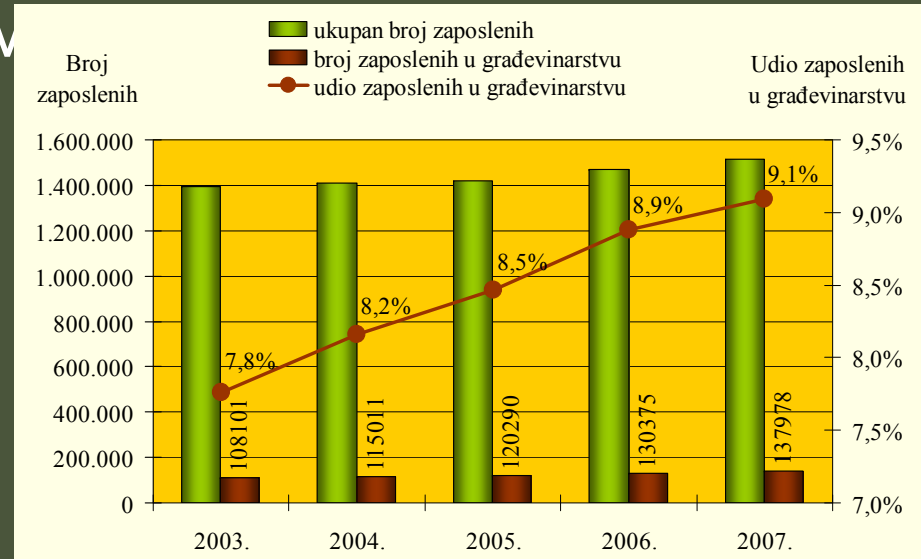


Održiva gradnja - IZAZOVI



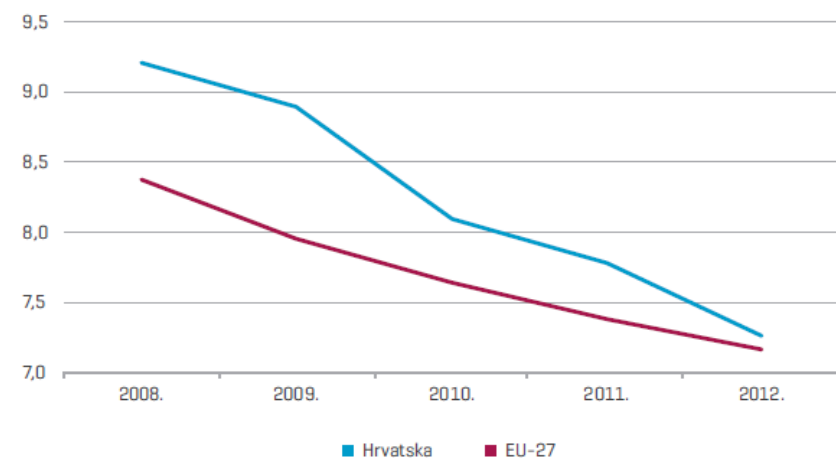
■ Udio graditeljstva u zapošljavanju

- Europa: 7%
- SAD: 10 milijuna ljudi
- Hrvatska
 - 2011: 7,8%
 - 2012: 7,3%
 - 2013: 6,9



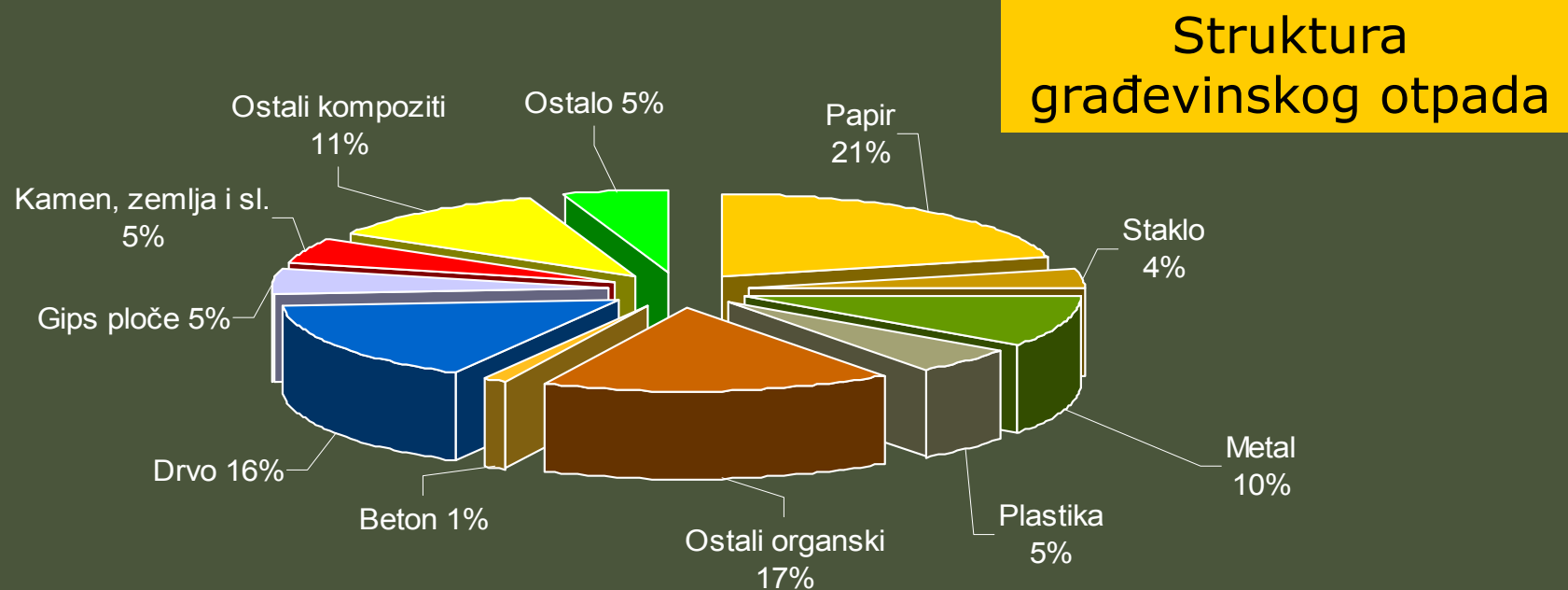
Slika 8.
Udio zaposlenih u građevinarstvu u ukupnoj zaposlenosti, u %

Izvori: Državni zavod za statistiku; Eurostat.



Održiva gradnja - IZAZOVI

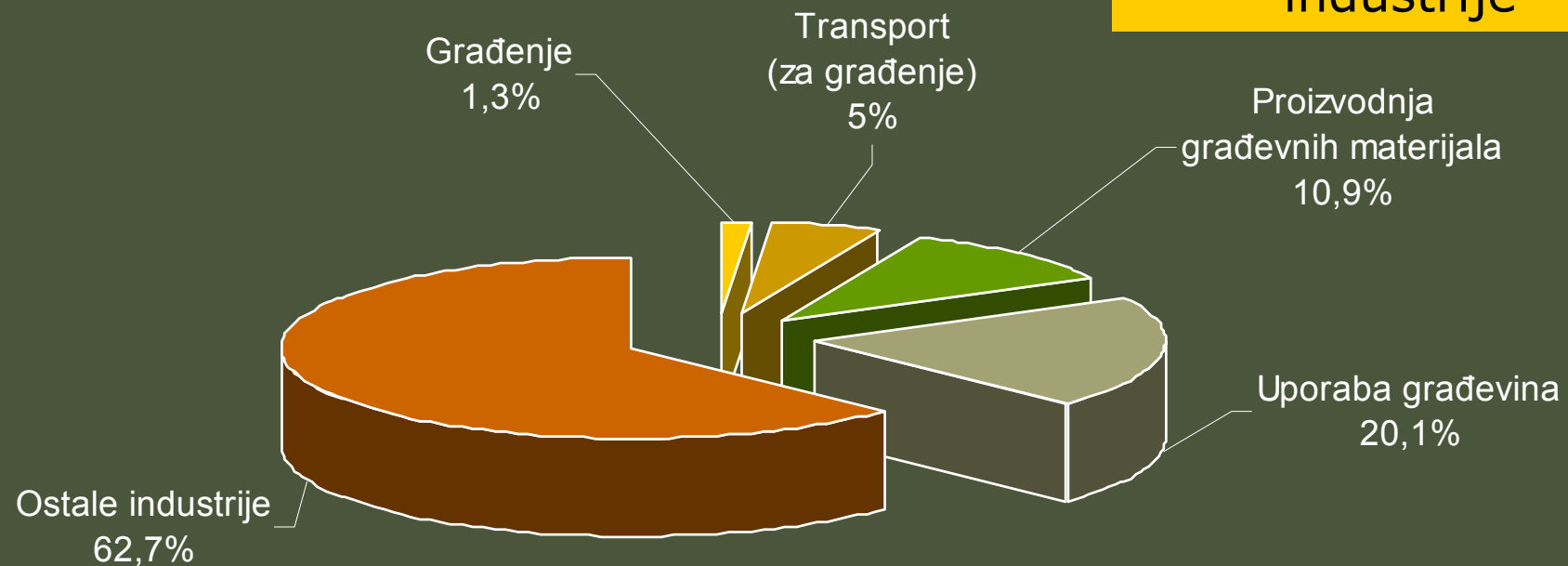
- >25% ukupnog otpada je građevinski otpad (EU)



Održiva gradnja - IZAZOVI

- Gotovo 40% potrošnje energije odnosi se na graditeljstvo (EU)

Potrošnja energije u graditeljstvu u odnosu na ostale industrije



Građevinski sektor - zahtjevi održivosti

□ Tradicionalni ciljevi

- Ostvariti sigurnu (nosivost) i funkcionalnu (uporabljivost) i atraktivnu (arhitekt) građevinu
- Sniziti trošak proizvodnje / izvedbe

□ Novi pristup (održiva gradnja) – dodatni zahtjevi:

- MAKSIMALNA KORIST **ZA INVESTITORA**, ALI I **ZA KORISNIKA I ZA DRUŠTVO** I TO **DUGOROČNO**
- Teži se optimalizaciji u istodobno 3 dimenzije:
 1. EKOLOŠKI
 2. EKONOMSKI
 3. DRUŠTVENO-KULTURNI

1. Ekološki zahtjevi

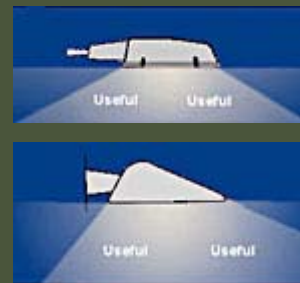
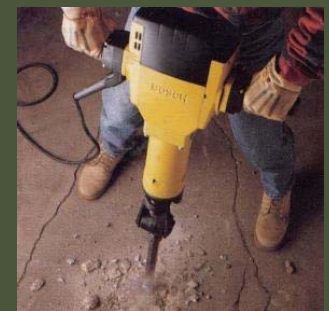
1. Minimalna emisija štetnih plinova
2. Minimalna potrošnja dobara
 - Proizvodnja
 - Transport
 - Ugradnja / izvedba
 - Održavanje
3. Mogućnost uklanjanja
4. Mogućnost reciklaže
 - Smanjiti proizvodnju otpada
 - Riješiti postupanje s otpadom



1. Ekološki zahtjevi

ŠTETNE EMISIJE

- ❑ Smanjiti količinu – gorući problem
- ❑ Štetnost za ekosustav
- ❑ Štetnost za ljudsko zdravlje
- ❑ Zagađenje zraka / vode / tla
- ❑ Buka / svjetlo



1. Ekološki zahtjevi

POTROŠNJA DOBARA

- ❑ Smanjiti količinu
 - Materijal
 - Energija
- ❑ Obnovljivi materijali
- ❑ Neobnovljivi materijali
- ❑ Tlo – izgrađenost površine



2. Ekonomski zahtjevi

Kratkoročni ciljevi
minimalnog troška

optimizacija

Dugoročni ciljevi
optimizacije troškova

Životni vijek

- Optimizacija ukupnih troškova obuhvaća
 - Troškove planiranja / projektiranja
 - Troškove izvedbe
 - Troškove uporabe
 - Trošak vode (voda za piće, odlaganje otpadne vode)
 - Trošak električne energije (grijanje, hlađenje, rasvjeta, vruća voda)
 - Troškove povezane s održavanjem
 - Troškove uklanjanja / reciklaže

štednja u
početnoj fazi
obično
rezultira
većim
ukupnim
troškovima

2. Ekonomski zahtjevi

□ Potencijalni izvor sukoba

INVESTITOR



KORISNIK

- CILJ:
minimalan trošak do
završetka izgradnje
(faze planiranja /
projektiranja / izvedbe)

- CILJ:
minimalan trošak
tijekom uporabe
građevine
(održavanje / popravci)



Nakon faze planiranja / projektiranja
vrlo teško intervenirati



Tržište jedino može potaknuti investitore na
ispunjavanje zahtjeva održivosti

3. Društveno-kulturni zahtjevi

- ❑ Osigurati zdravlje ljudi (korisnika građevine)
- ❑ Osigurati kvalitetu življenja / rada korisnika građevine
- ❑ Osigurati prikladnost obzirom na
 - klimu / kulturu / mjesto građenja / veličinu
- ❑ Doprinos gospodarskom razvitku
- ❑ Poboljšanje uvjeta rada u građevinskom sektoru



Kako ostvariti održivost u praksi ?

- ❑ Definirati održivost kao mjerljivu veličinu
 - Pokazatelji (parametri) utjecaja građevine na okoliš
 - Kvantitativne i kvalitativne veličine

- ❑ Razvijen velik broj metoda
 - Uglavnom za ocjenu ekološkog aspekta
 - Nastoji se uvesti kao norma



Održiva gradnja – praktična primjena

RAZVOJ METODA

- **ISO** – međunarodno normizacijsko tijelo
 - prvenstveno ekološki aspekt (niz ISO 14 000)
- **CEN** – europsko normizacijsko tijelo
 - Sveobuhvatan pristup, ali ekološki aspekt dominira

- 3 osnovna područja koja treba definirati da bi se kriteriji održivosti uključili u građevinsku praksu:



1. Definicija pokazatelja održivosti



2. Deklaracija utjecaja na okoliš građevinskog proizvoda



3. Metodologija ocjene utjecaja građevine na okoliš

1. Pokazatelji održivosti

POTROŠNJA
DOBARA

Materijal (obnovljivi, neobnovljivi izvori)

Voda

Teren

PRIMARNA
ENERGIJA

Proizvodnja materijala

Transport

Ugradnja

Nastavak...

1. Pokazatelji održivosti

ŠTETNE EMISIJE

Potencijal globalnog zatopljanja

Potencijal razaranja ozona

Zakiseljavanje (kisele kiše)

Hranjive soli (eutrofikacija)

Fotokemijski smog

TOKSIČNOST

Eko-toksičnost

Toksičnost za ljude



Pokazateljima održivosti nastoji se prikazati negativan
utjecaj građevina na okoliš

2. Deklaracija građevinskih proizvoda



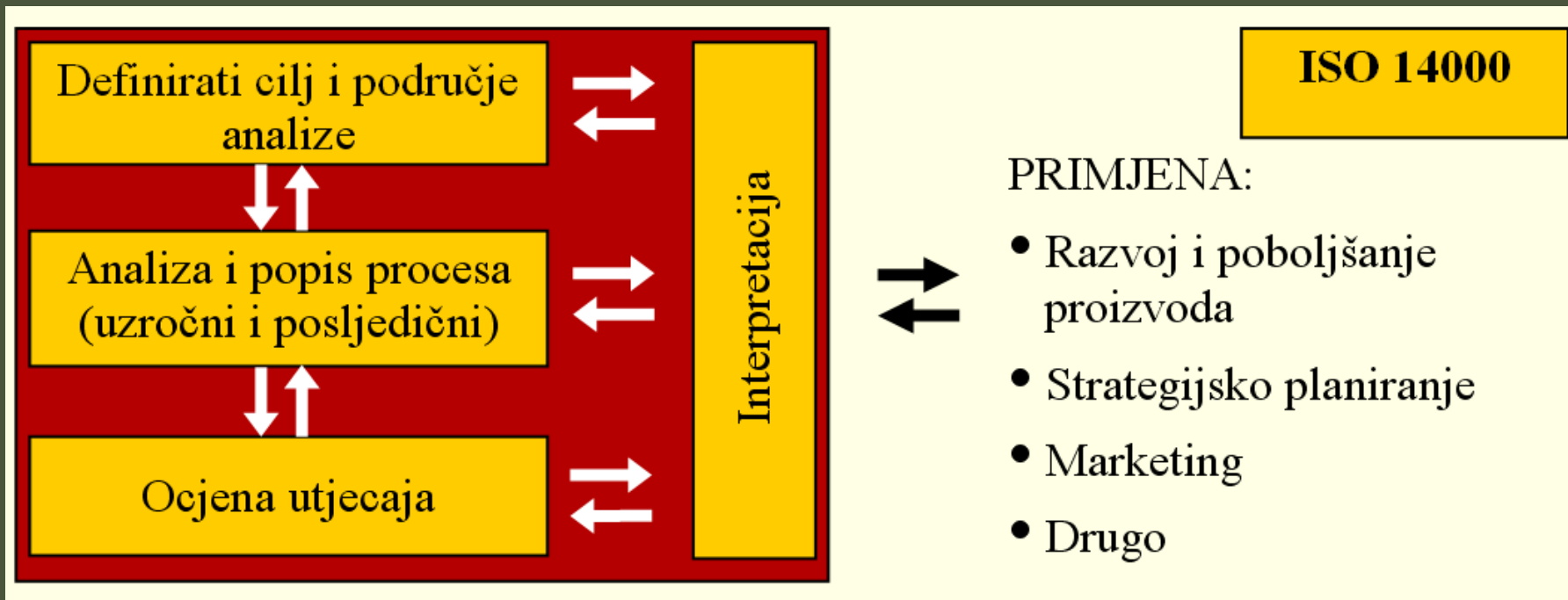
... skup podataka o njegovom štetnom utjecaju na okoliš

- Nastojanje Europske komisije:
 - za svaki građevinski proizvod zahtijevaju se detaljni podaci prema navedenim pokazateljima održivosti.
- Osnovni problemi u praktičnoj primjeni:
 - nepostojanje ovakvih podataka
 - nisu poznate pretpostavke analize temeljem kojih su određene vrijednosti pokazatelja održivosti
 - nisu poznate granice analize

3. Utjecaj proizvoda/građevine na okoliš

Jedna od metoda koje se upotrebljava za određivanje utjecaja proizvoda ili građevine (kao proizvoda građenja) na okoliš

⇒ **LCA** metoda ⇒ Life-cycle analysis/assessment ili Ecobalance
Analiza životnog ciklusa



LCA - Analiza i opis procesa



Procesi koji prethode



Iskop materijala
Proizvodnja gradiva

Proizvodni proces



Izvedba građevine

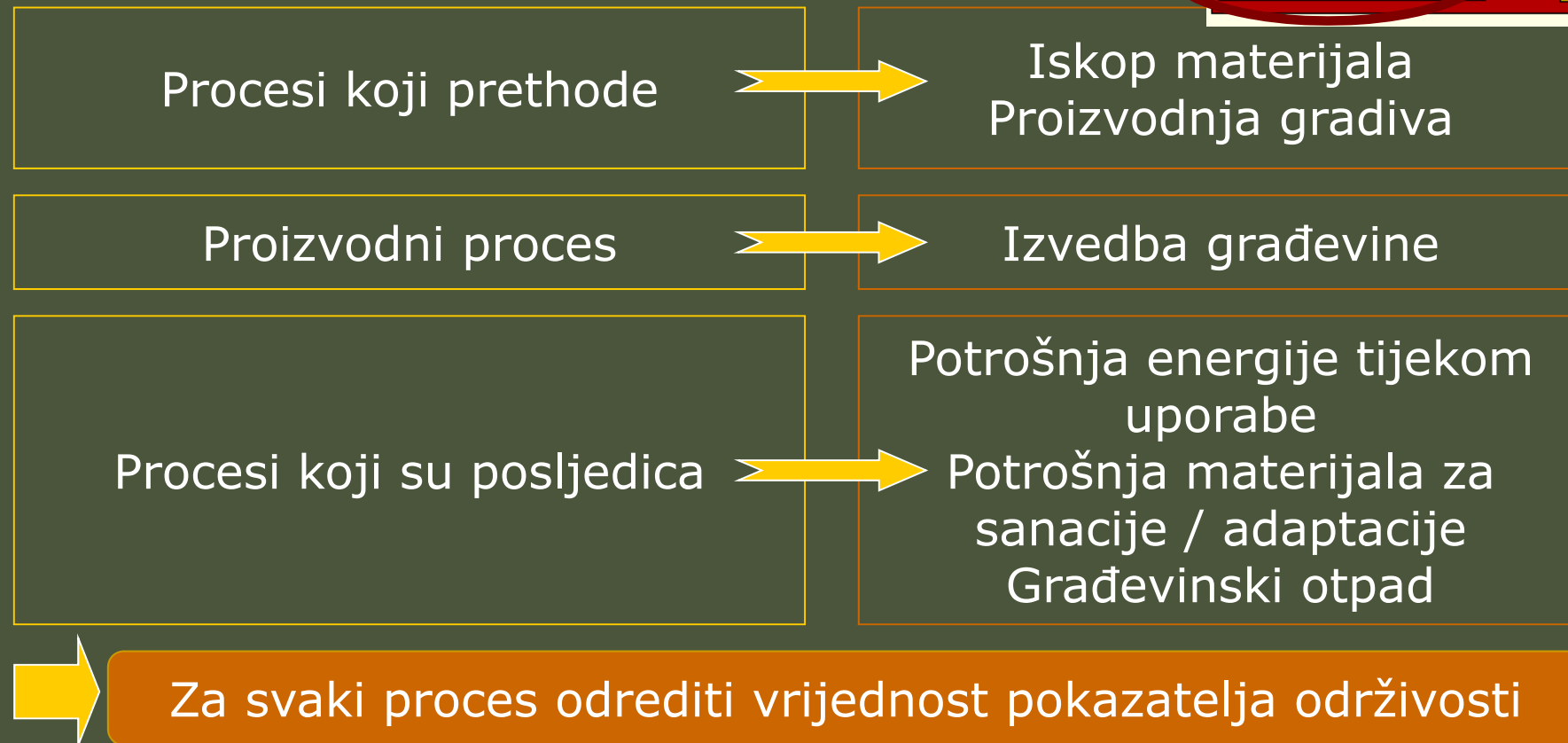
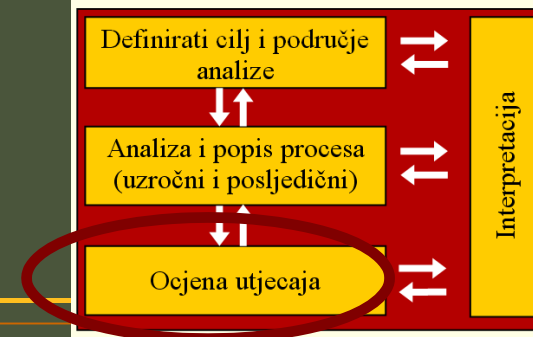
Procesi koji su posljedica



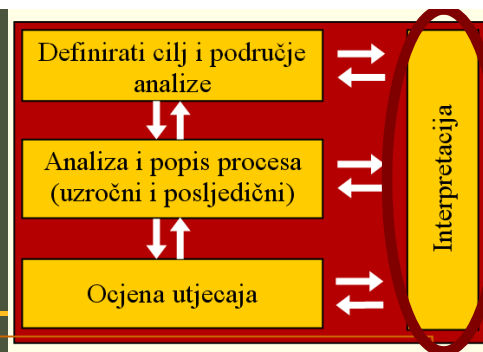
Potrošnja energije tijekom
uporabe
Potrošnja materijala za
sanacije / adaptacije
Građevinski otpad



LCA - Ocjena utjecaja



LCA - Interpretacija



Procesi koji prethode



Iskop materijala
Proizvodnja gradiva

Proizvodni proces



Izvedba građevine

Procesi koji su posljedica



Potrošnja energije tijekom
uporabe
Potrošnja materijala za
sanacije / adaptacije
Građevinski otpad

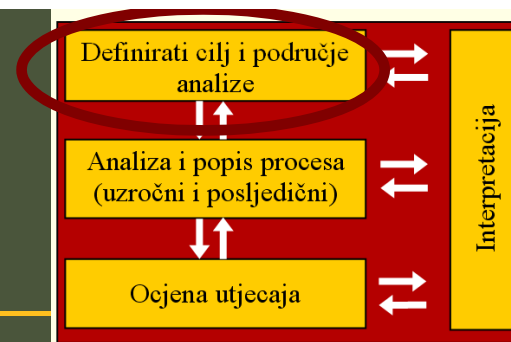


Za svaki proces odrediti pokazatelje održivosti

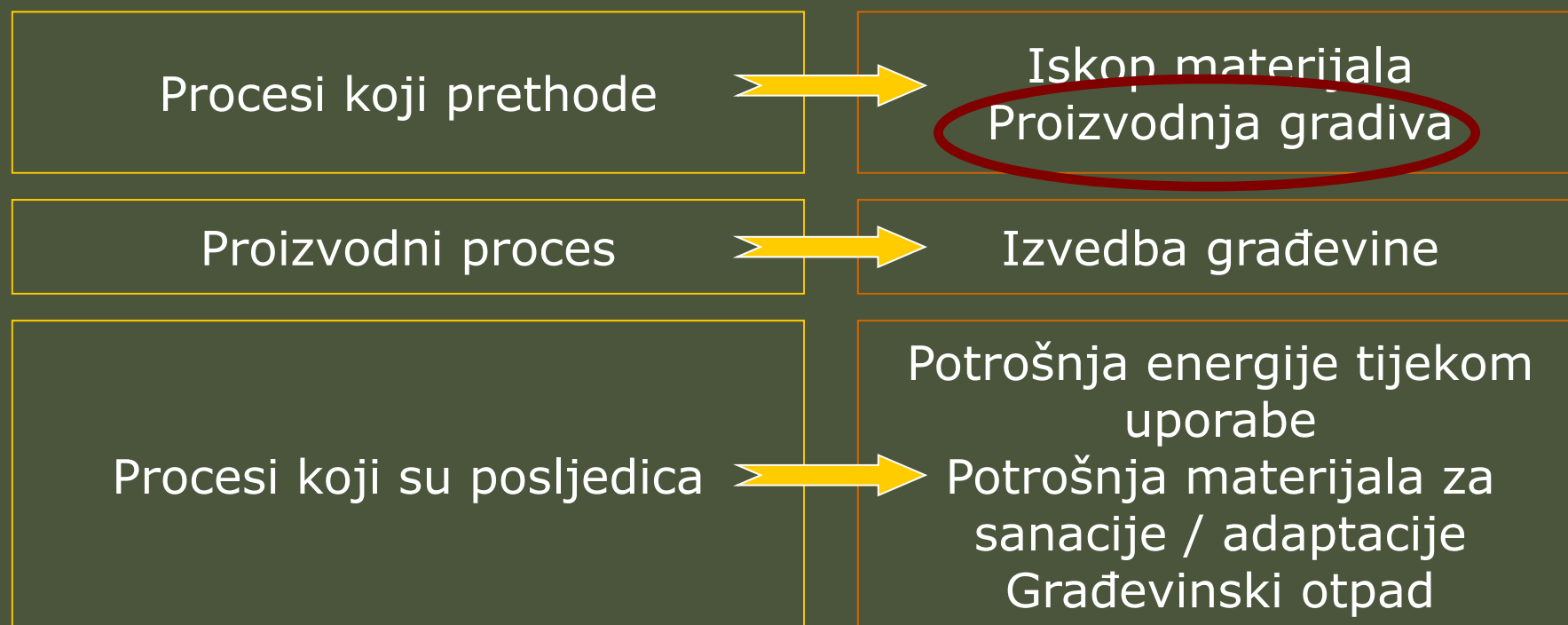


Ocijeniti važnost svakog pokazatelja održivosti

LCA

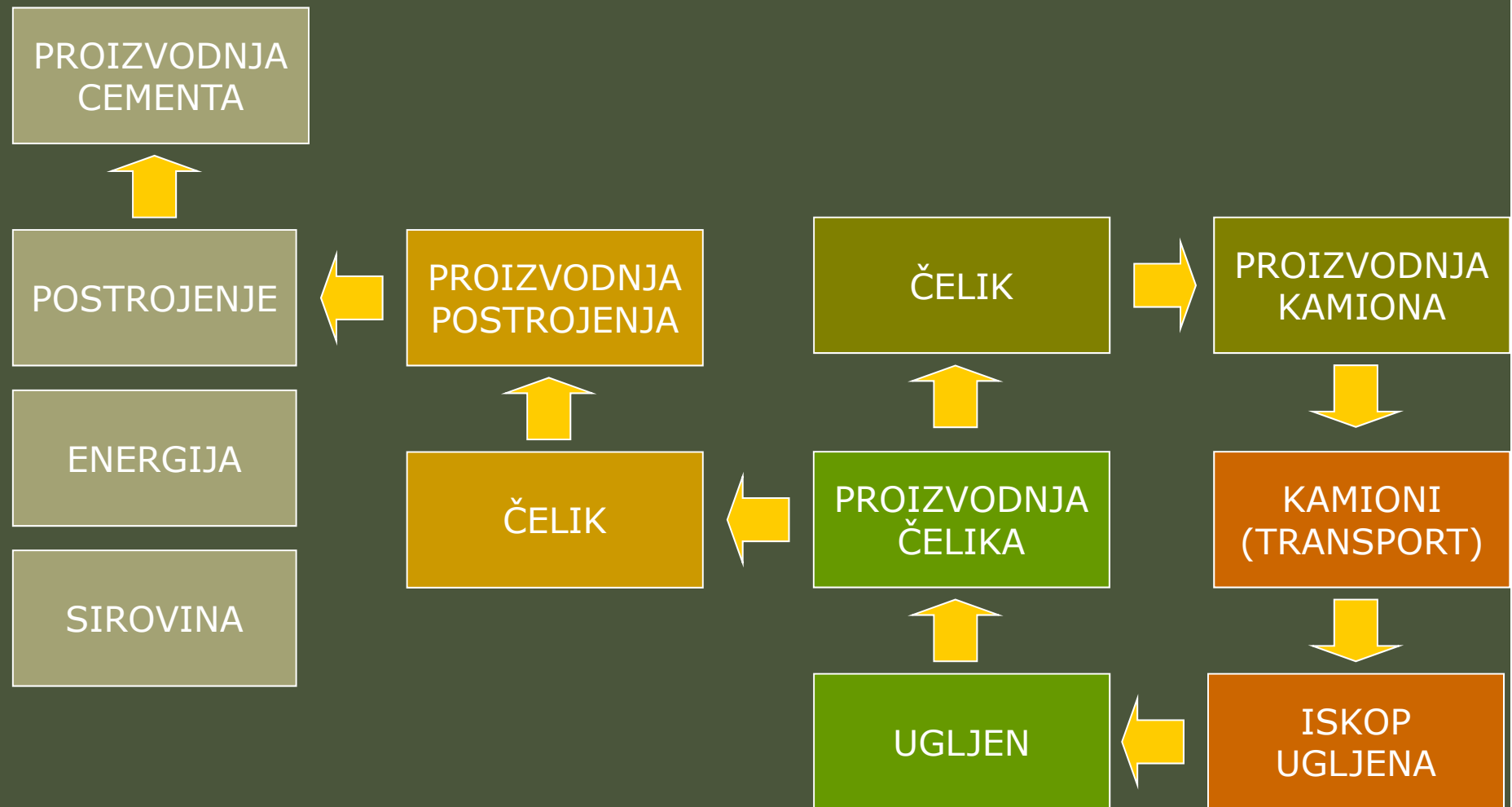


- Potrebno je prethodno odrediti područje analize (granice)



Dokle seže analiza (LCA) ?

Primjer: proizvodnja cementa



Kriteriji održivosti su relativni

- ❑ Ovisi o lokaciji građevine - primjeri:
 - U sušnim krajevima utrošak vode može biti vrlo važan
 - U udolinama emisija štetnih plinova osobito opasna
 - Ako se koristi "čišći" izvor energije – potrošnja energije ima manji značaj
- ❑ Usporedba 2 identične građevine

Jednaka potrošnja
resursa i energije



Različit utjecaj na
okoliš:
SAD (energija – ugljen)
Kanada (energija – HE)

	SAD	Kanada
Emisija CO ₂ (kg)	880 000	213 000
Ostale emisije (kg)	15 000	4 900
Otpadne vode (kg)	4 600	4 000
Kruti otpad (kg)	124 000	7 500
Sirovine (kg)	640 000	76 000

LCA metode - zaključno

- ❑ Intenzivno se razvijaju
 - U prvom planu: ocjena utjecaja ZGRADA
 - Druga faza: ocjena utjecaja MOSTOVA, CESTA i dr.
- ❑ Ekološki i ekonomski pokazatelji održivosti puno razrađeniji nego društveno-kulturni
- ❑ Svi proračuni i usporedbe obzirom na funkcionalnu jedinicu
 - Funkcionalna jedinica se definira detaljnim opisom svojstava građevine
(nosivost, uporaba, uporabni vijek, mogućnost prenamjene i dr.)

Održiva gradnja – praktična primjena

▣ Osnovni problemi primjene u praksi:

1

Dug životni vijek građevina
(u odnosu na druge industrijske proizvode)

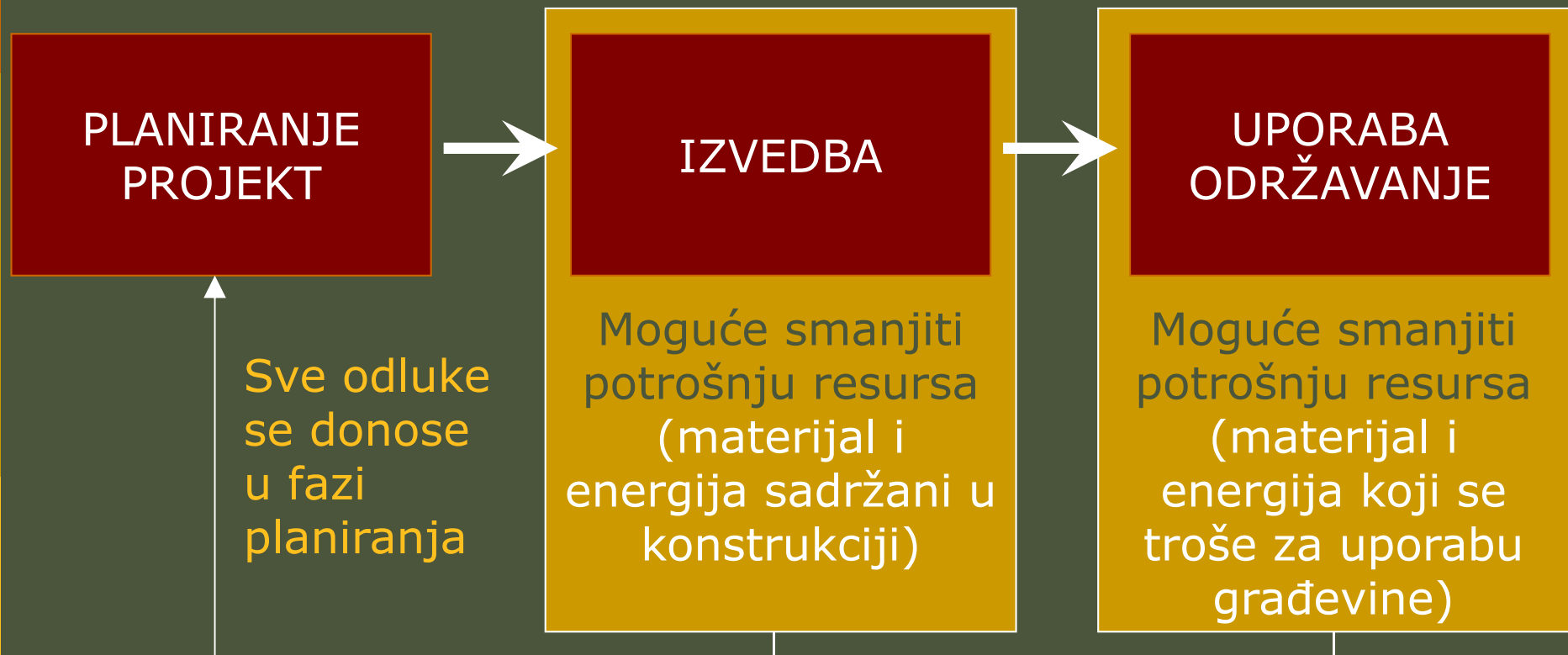
Potrebne su dugoročne prognoze
(desetljeća)

2

Potreban sveobuhvatan pristup za ocjenu
održivosti gradnje

Poznavanje konstrukcije + dodatne vještine za
ocjenu utjecaja na društvo, ekonomiju i okoliš

Kako konstruktor može doprinijeti ?



Betonske konstrukcije - izazovi

SIROVINE

- Godišnja proizvodnja betona u industrijski razvijenim zemljama:
1,5-3 tone / stanovniku

Velika proizvodnja



Velika potrošnja sirovina



Betonske konstrukcije - izazovi

UPORABA CEMENTA



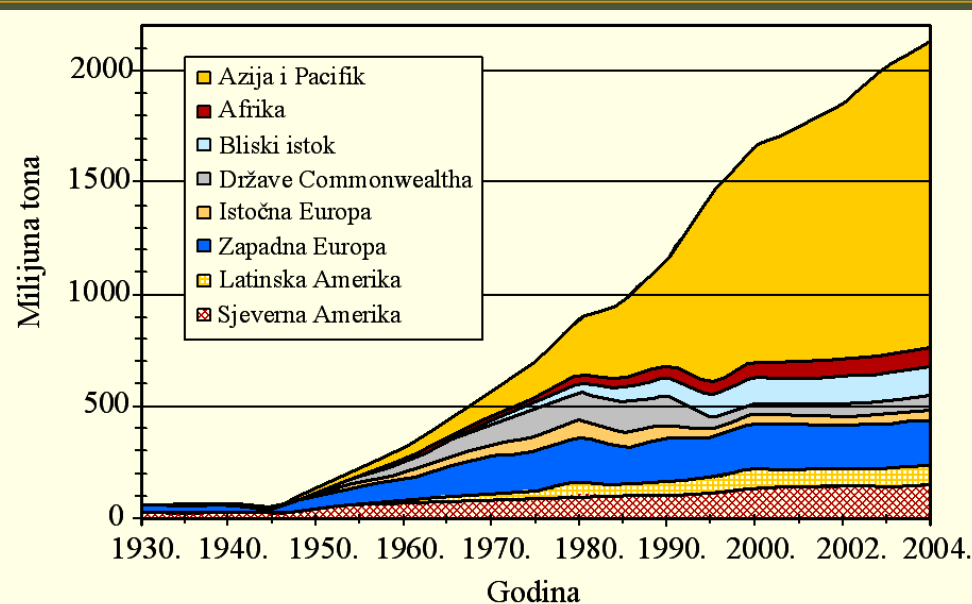
Proizvodnja cementa oko 5% ukupne emisije CO₂



Štetne emisije kao posljedica tehnologije proizvodnje
(manji problem)



Štetne emisije kao posljedica kemijskog sastava cementa
(iz CaCO₃ izdvajanjem CO₂)



Proizvodnja
cementa u svijetu

Betonske konstrukcije - izazovi

UKLANJANJE KONSTRUKCIJE



Nastaje građevinski otpad

Problem: odlaganje i postupanje s otpadom



Betonske konstrukcije - izazovi

UPORABA VODE

Spravljanje betona, njega betona, čišćenje ...

Samo za spravljanje: milijarda m³ godišnje u svijetu

Osobit problem u zemljama koja nisu bogata vodom



Mogući doprinosi održivosti

Smanjiti štetne emisije

Jedino rješenje:
umjesto cementa koristiti druge vezivne materijale

Leteći pepeo



Zgura



Mogući doprinosi održivosti

Smanjiti potrošnju dobara

Korištenje recikliranog materijala: agregat

Istodobno smanjuje i problem građevinskog otpada

Reciklirani beton

Reciklirano staklo

Materijal iz iskopa

Nanos iz plovnih rijeka



Mogući doprinosi održivosti

Smanjiti potrošnju dobara

Produljenje trajnosti konstrukcija

Izostaje potreba za materijalom za novu konstrukciju



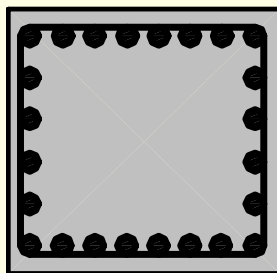
Mogući doprinosi održivosti

Smanjiti potrošnju dobara

Poboljšanim mehaničkim svojstvima

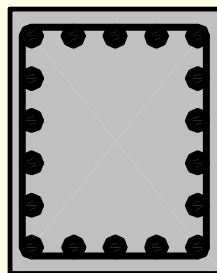
Poprečni presjeci triju stupova
jednake nosivosti na uzdužnu silu od 12 MN

C45/55
24Ø28



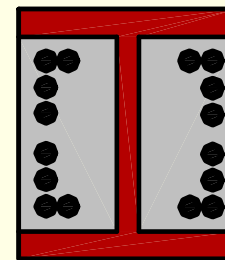
$A = 0,42 \text{ m}^2$
trošak 100%

C80/95
18Ø28



$A = 0,33 \text{ m}^2$
trošak 97%

C45/55, S355J2G3
 $t=40 \text{ mm}$, 16Ø28



$A = 0,30 \text{ m}^2$
trošak > 200%

Mogući doprinosi održivosti

Smanjiti potrošnju vode

Reciklaža – uporaba vode za čišćenje



Projektant $\Rightarrow$ utjecaj na održivost građevine $\Rightarrow$
ispravnim koncipiranjem konstrukcije i rješavanjem detalja

- Dugoročno osigurati nosivosti i uporabljivost uz nizak trošak održavanja i sposobnost prilagodbe
 - Moguća prenamjena (promjena uvjeta korištenja)
 - Moguće jednostavno održavanje i čišćenje
 - Nizak trošak uporabe
 - Moguće provjere i pregledi za ostvarenje dugoročno sigurnih građevina
 - Moguća jednostavna provedba popravaka
 - Moguće jednostavno uklanjanje i reciklaža
 - Nizak trošak uklanjanja

Zaključak

- ❑ Održiva gradnja znači
 - Ispunjavanje zahtjeva **investitora** (vlasnika), **korisnika** građevine i **društva** u cjelini
- ❑ Istovremeno svesti na **minimum**
 - Utjecaj na okoliš
 - Ukupan trošak tijekom čitavog vijeka građevine
- ❑ U fazi **planiranja i projektiranja**
 - odabrati odgovarajući koncept konstrukcije, materijale, tehnologije u skladu s načelima održivosti
- ❑ Izvor sukoba: financijski aspekt

