

INDUSTRIJSKI PROCESI IN TRAJNOSTNI RAZVOJ

prof. dr. Andreja Žgajnar Gotvajn

Tel: 4798 579

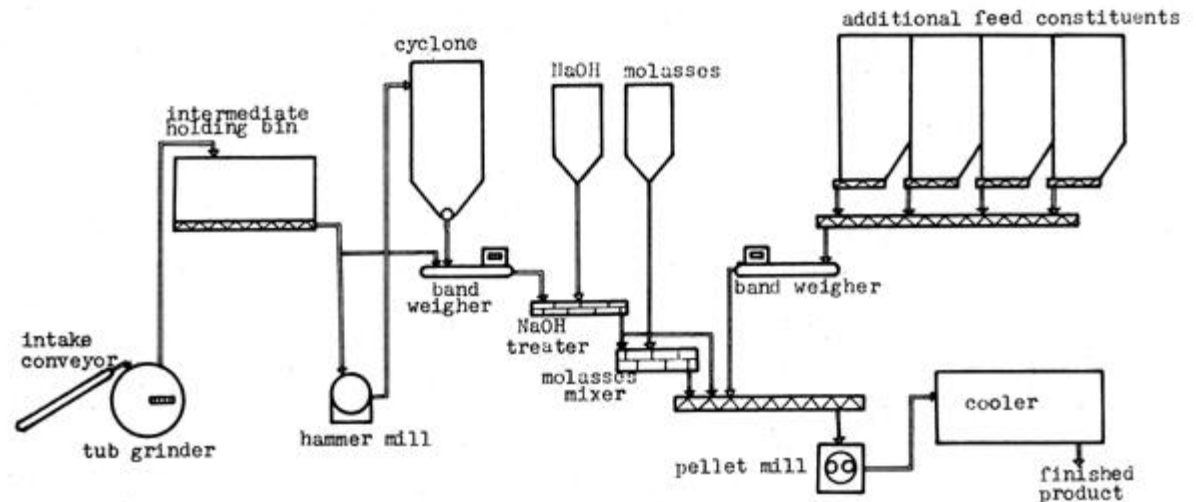
E-mail: andreja.zgajnar@fkkt.uni-lj.si

INDUSTRIJA NEKOČ IN DANES



01040319 www.fotosearch.c

<http://www.fotosearch.com/photos-images/industrial-process.html>



TRAJNOSTNI RAZVOJ ?

temeljita pozitivna sprememba okoljske zavesti, okoljska etika v ravnanju z okoljem, zavestno ter odgovorno trajnostno sonaravno ravnanje.

Svetovna komisija za okolje in razvoj (Brundlandska komisija):

“Zadovoljiti trenutne potrebe, ne da bi pri tem ogrožali zadovoljevanje potreb prihodnjih generacij”

EKOLOŠKO/OKOLJSKO INŽENIRSTVO

1. Sociološki pristop

- Poznavanje družbe.
- Poznavanje mentalitete družbe.
- Upoštevati mikro razmere.

2. Etika odločitev:

- Dobrobit človeštva.
- Vpliv na lokalno in širšo skupnost.
- Vpliv odločitev na splošno družbeni klimo.

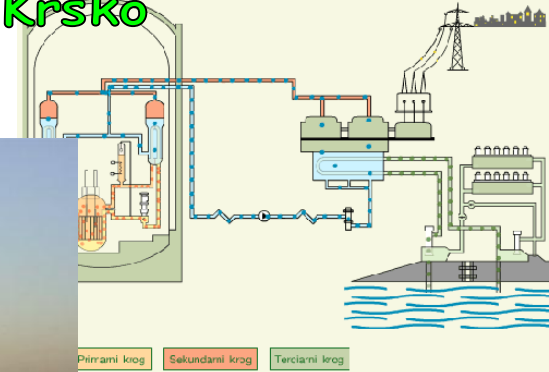


odlagališče Tenetiše, Kranj



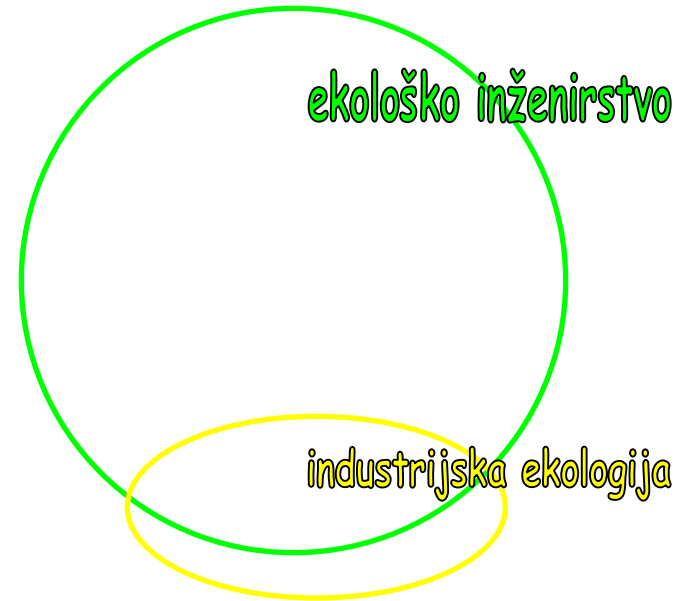
ločevanje odpadkov

NEK, Krško



Volovja reber

INDUSTRIJSKA EKOLOGIJA ?



- interdisciplinarno področje
- načrtovanje in vodenje industrijskih sistemov z upoštevanjem naravnih zakonitosti in z minimalnim vplivom na okolje
- iskanje rešitev v zakonitosti, ki veljajo v naravi (industrija = organizem)
- ravnotežje med ekonomijo in okoljem z upoštevanjem lokalnih in globalnih vplivov

trajnostni pristop = sustainability

VPLIVI INDUSTRIJE

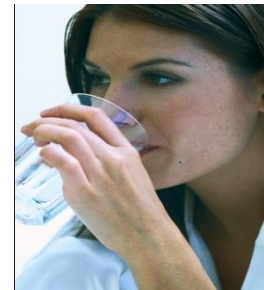
Globalen vpliv:

- segravanje ozračja
- tanjšanje ozonske plasti
- smog
- kisli dež
- onesnaženje rek, oceanov
- onesnažena zemlja



Vpliv na okolje:

- zrak, zemlja, voda
- izraba okolja: kmetijstvo, industrija, rekreativne površine...
- ne le tu, tudi tam
- ne samo ena, več generacij



Vpliv na ljudi:

- zaposleni, okoliški prebivalci
- način življenja, navade
- zdravje
- ne samo ena, več generacij

TRENDI: OGLJIČNI ODTIS

Carbon footprint

Ogljični odtis za konvencionalno pisarno (10 oseb)

Viri	+ CO2
Elektrika	1,05
Ogrevanje z lesno biomaso	3,13
Prevozi na delo	0,6
Službeni prevozi (avto)	2,7
Službeni prevozi (letalo)	4,29
Skupaj	11,77

PRIMER

(a) Izračunaj ogljične odtise za posamezne načine potovanja iz Ljubljane v Munchen (560 km)!

Vrsta transporta	Emisije CO ₂ (kg/osebo × km)
osebni avto	0,330
letalo	0,370
vlak	0,097 – 0,116 (lokalno)
bus	0,05 – 0,184 (lokalno)

(b) Kako bi lahko optimirali pot?

(c) Kaj vse bi še morali upoštevati v izračunu?

OGLJIČNI ODTIS

gorivo	enota	CO₂ emitiran na eno enoto
bencin	1 liter	2,3 kg
Diesel	1 liter	2,7 kg
Kurilno olje	1 liter	3,0 kg

KONCEPTI TRAJNOSTNEGA RAZVOJA V INDUSTRIJSKEM PROCESU



Za industrijo:

- bolj kompetitivna
- bolj okolju prijazna: lokalno + globalno
- prijazna zaposlenim
- bolj sprejemljiva za okoliško prebivalstvo

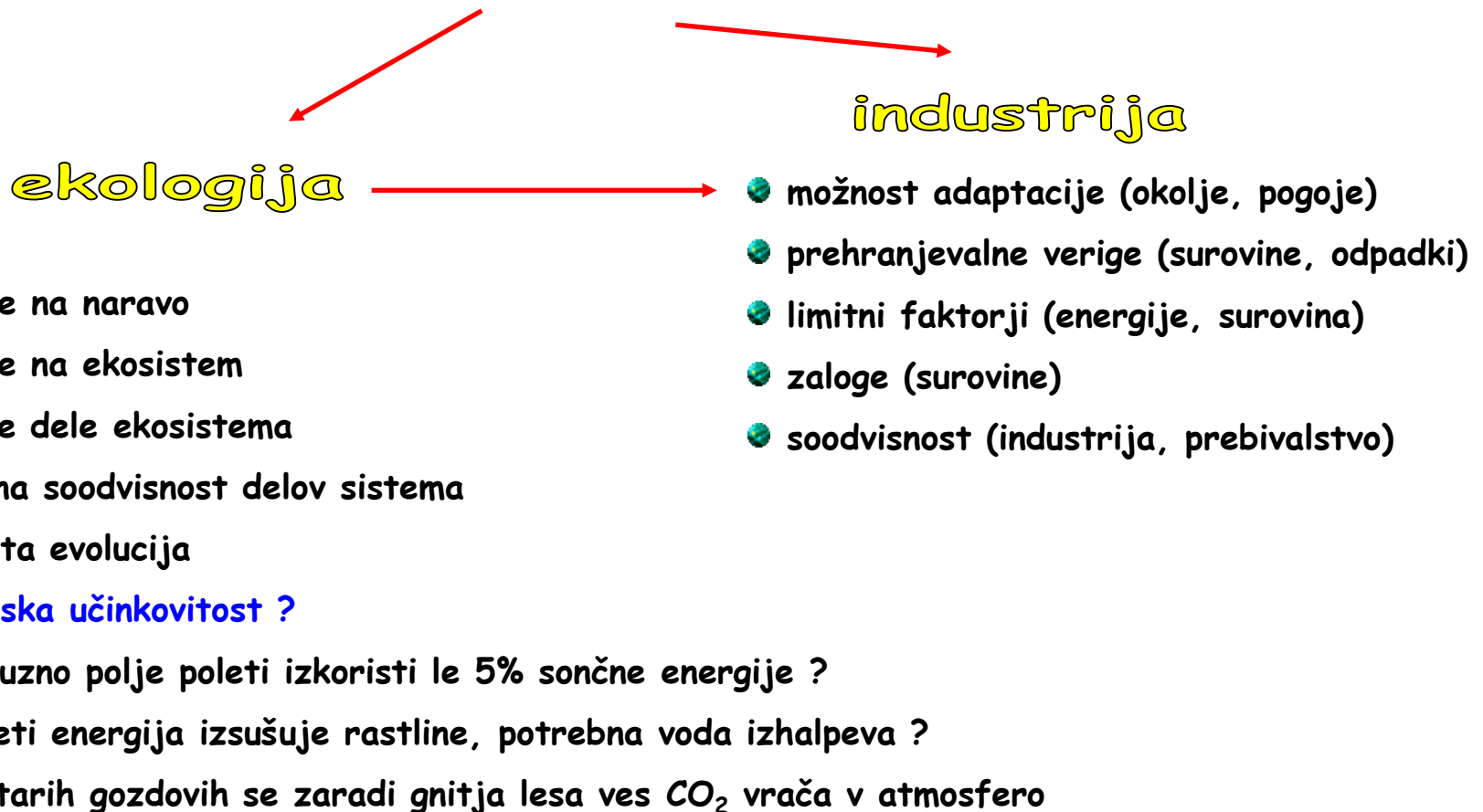
Za ljudi:

- doma
- v službi
- v šoli
- za potomce

Za storitveno dejavnost in javno upravo:

- lažje in boljše planiranje
- vpletenost lokalnih oblasti
- bolj okolju prijazne: lokalno + globalno

KONTRADIKTORNOST IMENA IE



SLOVENSKI PRIMER



IUUV



Včasih:

- nekonkurenčno
- mala dodana vrednost
- emisije v zrak: CO_2 , hlapne organske snovi...
- emisije v vode: težke kovine, Cr^{6+} , Al^{3+} , organsko onesnaženje...
- trdni odpadki: 40% kemikalij gre v odpadke - deponija Rakovnik
- moteča za okoliško prebivalstvo: smrad, hrup...
- podpornik lokalne skupnosti



SLOVENSKI PRIMER

IUV



2007
velika sprememba tehnologije

Vzrok za spremembe - PRISILA:

- ekonomske težave
- nelikvidnost
- odpuščanje delavcev

~~Kromovo strojenje-WET BLUE~~

Strojenje z glutaraldehidom-WET WHITE:

- okolju prijazno
- dolgoročno cenovno ugodno: nižji stroški čiščenja
- okolju in delavcem prijazno

SLOVENSKI PRIMER



IUUV

Včeraj:

- sledljivost uporabljenih surovi: od kje so kože ?
 - kako so gojili živali?
 - pravično plačilo delavcev?
 - podpora političnemu režimu?
- emisije v zrak: CO₂ pod mejo Kjotskega protokola-trgovanje s kuponi
- odpadne vode: učinkovitejše čiščenje zaradi uporabe novih surovin
- trdni odpadki:
 - sanacija deponije Rakovnik
 - ostanki usnja: **produkt s tržno vrednostjo**
 - v plošče, ki so sorodne kartonu
 - izolacija
 - lepilo, želatina, milo, krema za čevlje
 - bioplinarna: 65% CH₄, 35% CO₂, gnojilo
 - energija surovina produkt

SLOVENSKI PRIMER



IUV

Včeraj:

- uvedba globalnih organskih tekstilnih standardov (GOTS) za zaposlene
- etično ravnanje z zaposlenimi
- izboljšanje podobe delovnega okolja: hrup, osvetljenost..
- zaposlenim prijazno podjetje

SLOVENSKI PRIMER



IUV

Danes ?

- Poznavanje družbe.
- Poznavanje mentalitete družbe.
- Upoštevati mikro razmere.
- ...



SLOVENSKI PRIMER RAKOVNIK, ŠMARTNO, SI



Landfill

Collection system



Stream below



Disposed wastes



Transport



Collected leachate

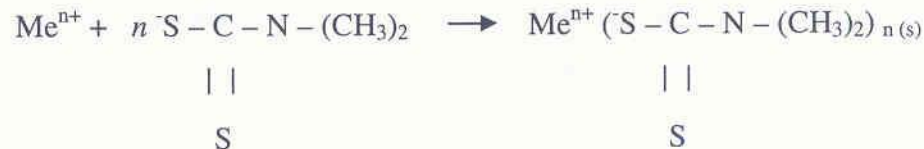
SLOVENSKI PRIMER

Revoz Novo mesto

Emisije v vode:

● čistilna naprava (500 m³/dan):

- linija za obarjanje težkih kovin: pH = 8,6



- flokulacija, sedimentacija: blato na filterno stiskalnico

- linija za izločanje cinka:

- izločanje olj: 40-80 m³ bazeni, olje se dviga

- obarjanje cinka: pH = 8,6

- flokulacija:

- linija za nevtralizacijo:

- linija koagulacije kataforetskega laka:

- NaOH + koagulacijsko sredstvo + zrak: tvori se pena:

preda pooblaščenemu zbiralcu

NALOGE INDUSTRIJSKE EKOLOGIJE

- Zmanjševanje porabe energije in surovin.
- Zagotavljanje sprejemljive kvalitete življenja za vse ljudi.
- Zmanjševanje vplivov aktivnosti ljudi to te meje, da jih okolje lahko prenese.
- Ohraniti okolje oziroma ga obnoviti in zagotoviti biodiverzitetu (večvrstnost).
- Zagotoviti ekonomsko učinkovitost in konkurenčnost industrije, storitvenih dejavnosti in uprave.

ZAKAJ TAK PRISTOP ?

- Izjemna gospodarska rast, sprememba svetovnih sistemov.
- Dostopnost naravnih in človeških virov je velika: transport.
- Uničevanje/izraba naravnih virov.
- Intenzivno onesnaževanje okolja: razvijajoče države.
- Klimatske spremembe.
- Vpliv vseh teh faktorjev na naravo in ljudi.

RAZVOJ INDUSTRIJSKE EKOLOGIJE (IE)

- **IE**: fizik Robert Frosch (članek o okolju prijaznih industrijskih strategijah, *Scientific American*, 1989)
- Izhaja iz dveh konceptov (Rober Ayers, 1988):
 - **industrijski metabolizem**: velike sistemske spremembe materialov v moderni ekonomiji
 - **dematerializacija**: vedno manj surovin za boljše produkte in storitve
- Frosch razširi oba koncepta na IE:
 - ne le materiali/surovine
 - mreža ljudi v sistemu: proizvajalci, porabniki...
 - energija
- 1991: izraz stopi v široko uporabo:
 - optimizacija celotnih masnih ciklov (surovine, produkti, odpadki)

PROJEKCIJA VPLIVOV INDUSTRIJE

- Iščemo dolgoročne rešitve: 100 let ?

- demografi
- ekonomisti

- Primer ZDA:

- 260 milijonov (2005) - 400 milijonov prebivalcev (2100)
- vsakih 30 let se podvoji bruto dohodek na prebivalca (povprečje od 1800)
- 12 x večje emisije, če se kaj ne spremeni

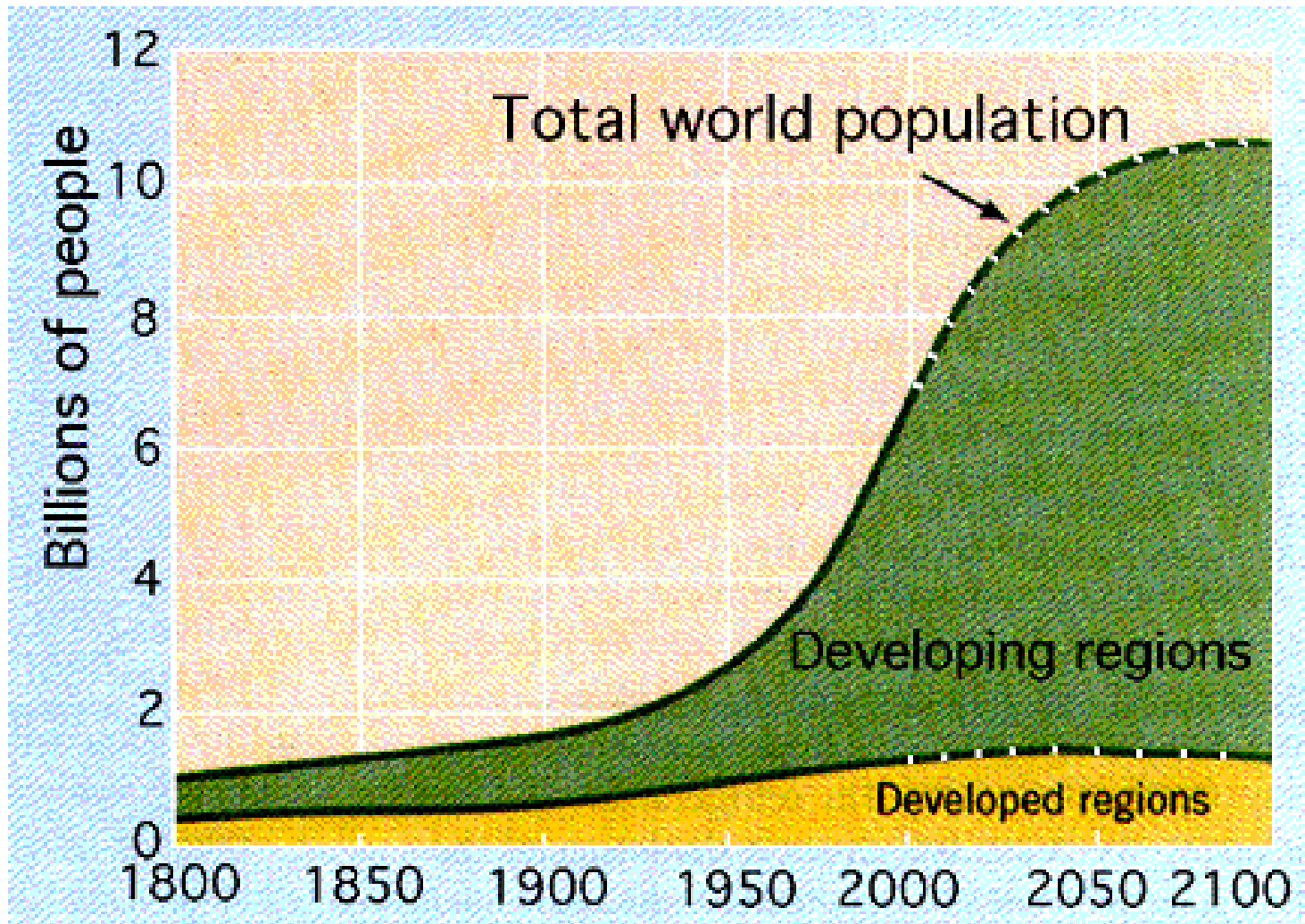
emisije CO₂

ZDA = 20,1 t/leto (1 prebivalec),

Kitajska = 2,3 t/leto (1 prebivalec)

EU = 8,5 t/leto (1 prebivalec)

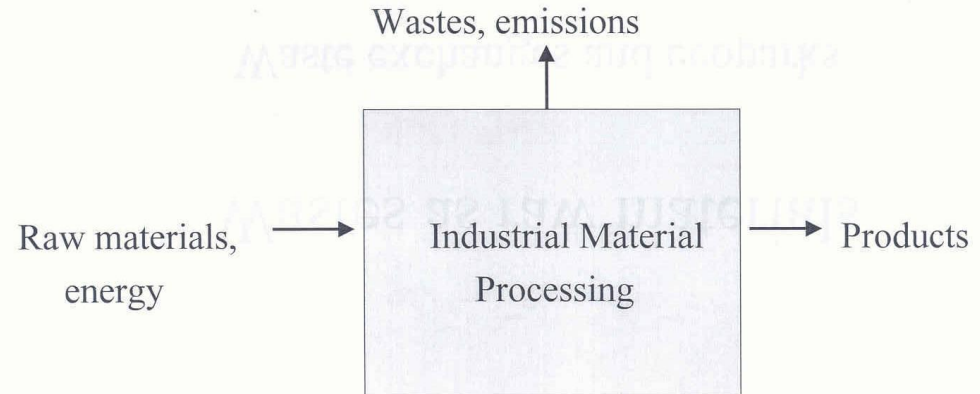
PROJEKCIJA RASTI POPULACIJE



ORODJA TRAJNOSTNEGA RAZVOJA

1 brez emisij

Industrial material and energy flows



- **Zero waste management** – koncept “nič odpadkov”

- **Trije tipi sistemov:**

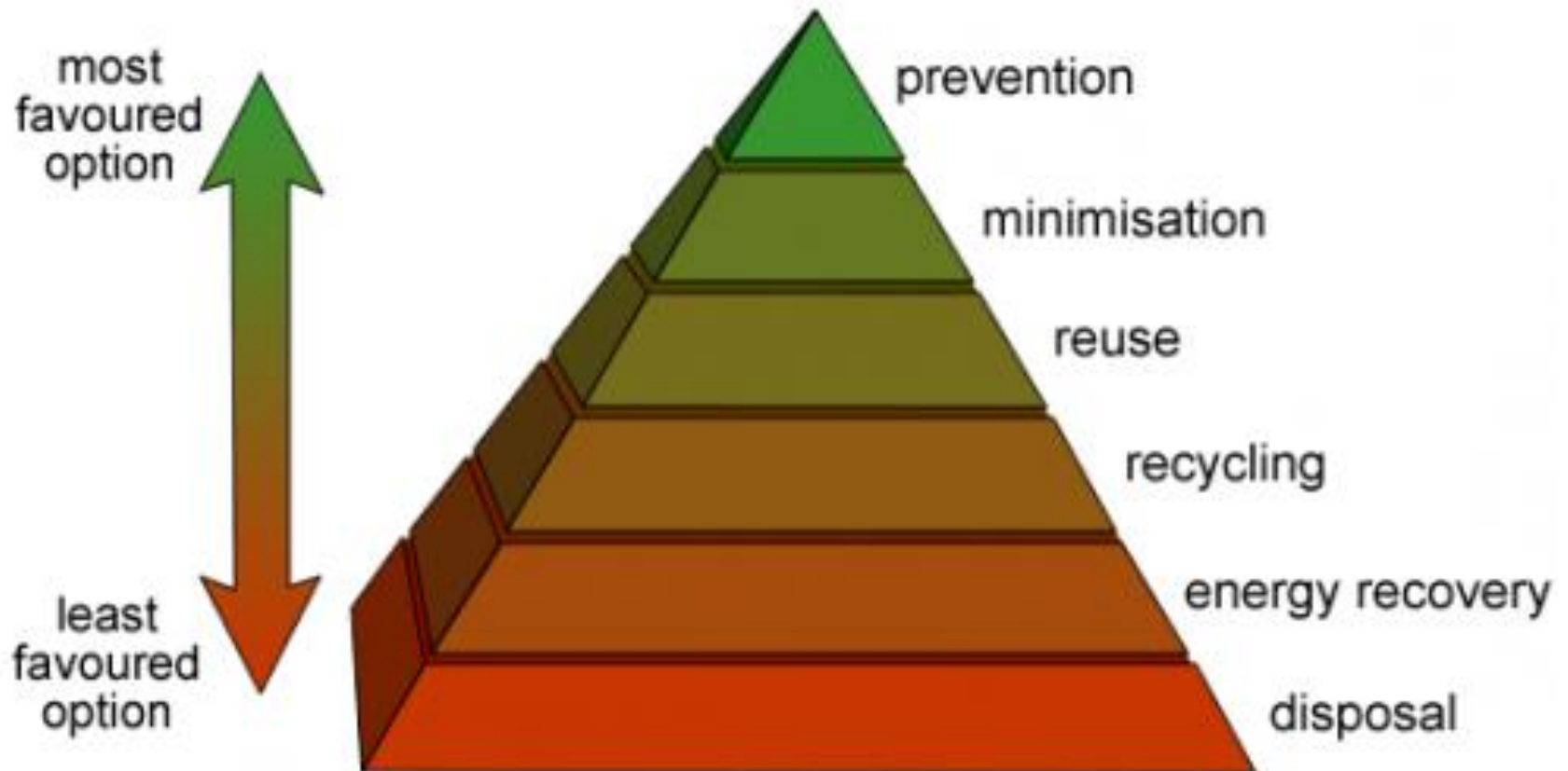
- Tip I:** velika poraba materiala/energije, veliko emisij

- Tip II:** manjša poraba material/energije, delno recikliranje

- Tip III:** reciklira material, a še zunanja potreba po energiji

ORODJA TRAJNOSTNEGA RAZVOJA

Ekonomski vidik problema ?



ORODJA TRAJNOSTNEGA RAZVOJA

1 brez emisij

- Veliko dela z bazično industrijo (energija, hrana, gradbeništvo, transport), ki porabi veliko surovin in proizvede veliko odpadkov.
- Iskanje alternativ:
 - manj surovin
 - recikel odpadkov/stranskih produktov
 - razstavljanje in recikliranje komponent
 - čiščenje: zrak, voda, odpadki = surovina
- Trenutno razširjene ideje:
 - obnovljivi viri energije (H_2 , veter...)
 - novi materiali
 - zbiranje, recikliranje

ORODJA TRAJNOSTNEGA RAZVOJA

1 brez emisij

Možnosti bazične industrije - **PROIZVODNJA ENERGIJE:**

● **Proizvodnja elektrike: največje emisije v zrak:**

- 67 % SO_2
- 23 % NO_x
- 40 % CO_2

energija	CO_2	NO_x	CH_4	SO_2	Hg	
z. plin	+	+	+	/	/	
premog	+	+	/	+	+	
kurilno olje	+	+	+	+	+	
jedrska	/	/	/	/	/	izdelava/transport goriva ?
sežig odpadkov	+	+	/	+	+	dioksin ?
hidro	/	/	/	/	/	izgradnja, čiščenje ?
solarna	/	/	/	/	/	izgradnja ?

ORODJA TRAJNOSTNEGA RAZVOJA

1 brez emisij

Možnosti bazične industrije - **PROIZVODNJA ENERGIJE:**

energija	CO ₂	NO _x	CH ₄	SO ₂	Hg	
geotermalna	/	/	/	/	/	izgradnja ?
biomasa	+	+	/	+	/	manj kot premog, obnovljivi ogljikov dioksid
deponijski plin	+	+	/	/	/	strupeni plini
veter	/	/	/	/	/	izgradnja ?

ORODJA TRAJNOSTNEGA RAZVOJA

● Recikiranje

● Zakaj za proizvodnjo samo nov material?

● Kaj pridobimo z menjavo:

- dlje traja
- zahteva manjšo vstopno količino surovin
- manjša poraba energije
- med proizvodnjo nastane manj odpadka
- lažje dokončno uniči/odloži

● Kaj smo že zamenjali:

- kovina namesto lesa ?
- Al namesto jekla ?
- plastika namesto stekla ?

● Potrebno znanje:

- poznavanje lastnosti materialov (korozivnost, reaktivnost...)
- postaviti v ustrezen časovni okvir (koliko časa da zamenjamo ?)

2. Zamenjava surovin

ORODJA TRAJNOSTNEGA RAZVOJA

2. Zamenjava surovin



hrt2566 www.fotosearch.com

Recikiranje

**Zahteve EU Direktive za embaliranje produktov po recikliranju -
31 december 2008 - minimalni delež teže odpadkov, ki se mora reciklirati:**

- 60 % kartona in ostalega embalažnega papirja
- 60 % steklene embalaže
- 22,5 % plastike
- 50 % kovinske embalaže
- 15 % lesene embalaže

Do 31. decembra 2008 predelati, glede na težo, vsaj 60% svoje odpadne embalaže

ORODJA TRAJNOSTNEGA RAZVOJA

3. Manjša poraba surovin

baterije/akumulatorji

- akumulatorji :
 - 1974: 9 kg svinca
 - danes: 5 kg svinca
- domače baterije

steklenice

- 0,5 l nevračljiva steklenica danes 37% lažja.

pločevinke

- danes 31% lažje.

ORODJA TRAJNOSTNEGA RAZVOJA

4. Učinkovita ekonomija

- Potreba po **spremenjeni potrošniški filozofiji**.
- Izdelek = nekaj, kar zadosti določenim potrebam



= transportno sredstvo



ni



- Taka filozofija vodi k zmanjšani porabi surovin in manjši količini odpadkov.
- Zato je proizvajalec dolžan uničiti npr. avto po pretečeni življenjski dobi:
 - zainteresiran za trajen izdelek
 - izdelek bo imel tudi po koncu življenjske dobe visoko vrednost: surovine
- Nasproten učinek: poceni telefoni:
 - kratka življenjska doba
 - veliko odpadkov

METODE IN MERILA IE

- **Masne bilance:**
 - npr. Pb v tovarni, deponiji, državi
- **LCA (Life Cycle Assessment) - ocenjevanje življenjskega cikla izdelka (materiali od proizvodnje do uničenja)**
- **Določitev indikatorjev-kazalcev: teža posameznega kazalca, meritev v kontekstu**
- **Določanje dinamike in zgodovine procesov**
- **Mednarodne primerjave (prenos iz ene ekonomije/okolja v drugo)**

METODE IN MERILA IE

Masna bilanca ?

• Transport in pretvorbe materialov v industrijskih sistemih:

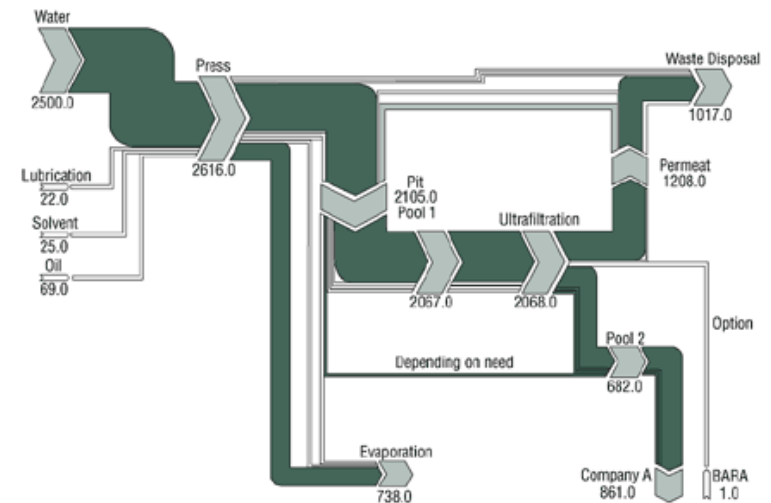
- surovine: naravne, sekundarne
- usoda izdelkov
- usoda odpadkov

• Sledimo lahko:

- kemijske elemente
- spojine
- materiale: plastika, steklo, kovine...

• Kje:

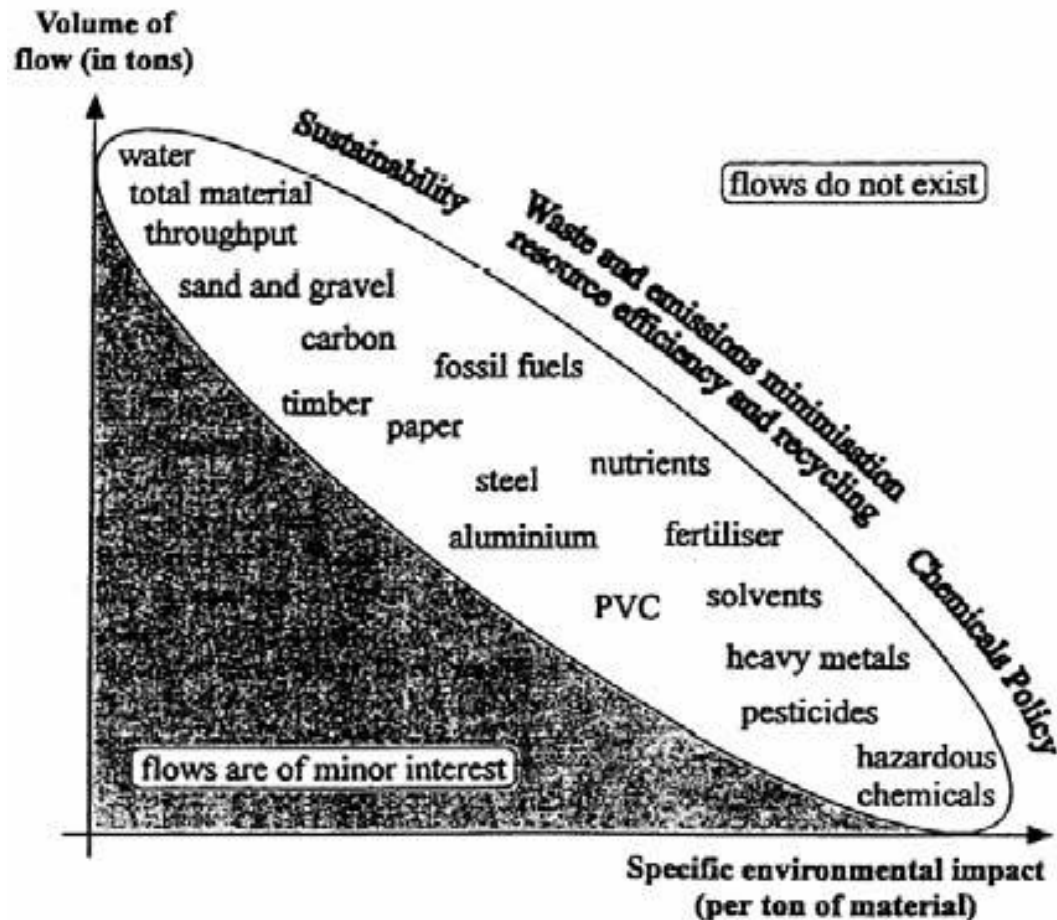
- oddelek v tovarni
- tovarna
- branža
- geografska regija



Problem = ni podatkov

METODE IN MERILA IE

Masna bilanca ?

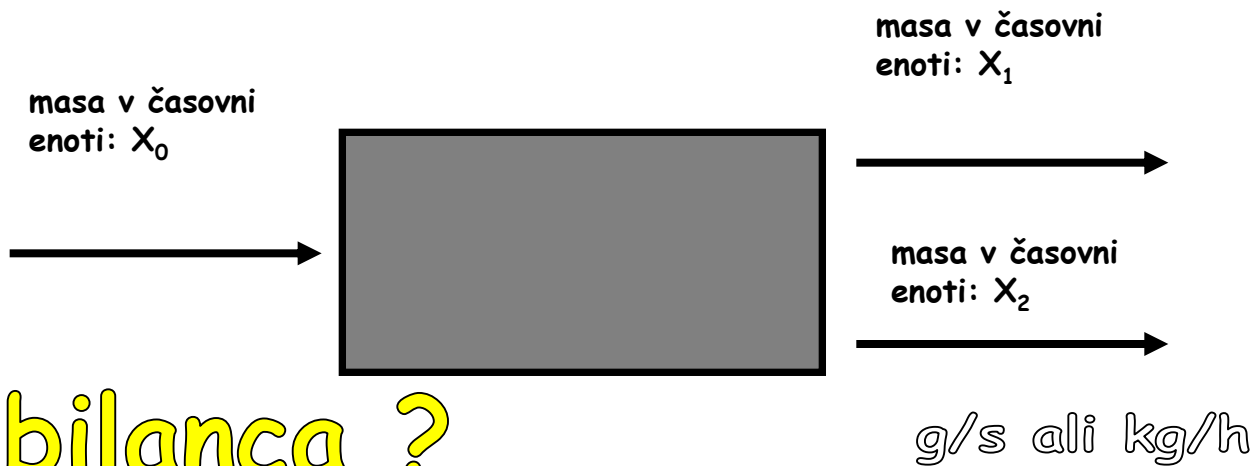


Pomen posameznih bilanc za okolje

METODE IN MERILA IE

ENOSTAVNE MASNE BILANCE Z RAZCEPLJENIMI TOKOVI

Princip črnih škatel: *ena komponenta*



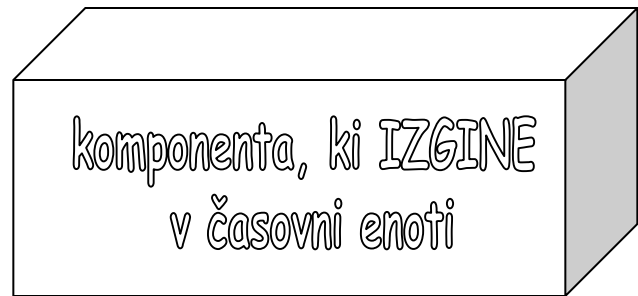
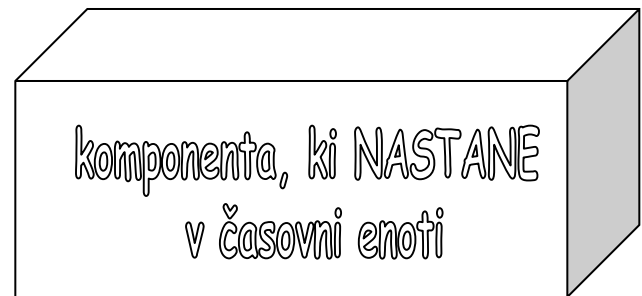
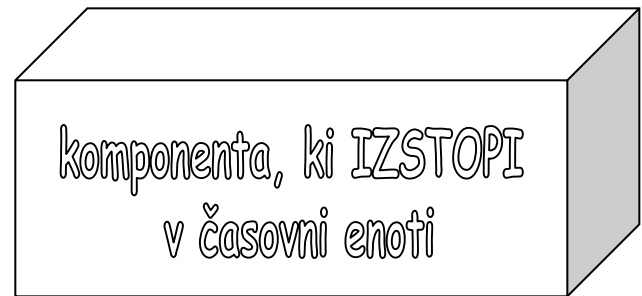
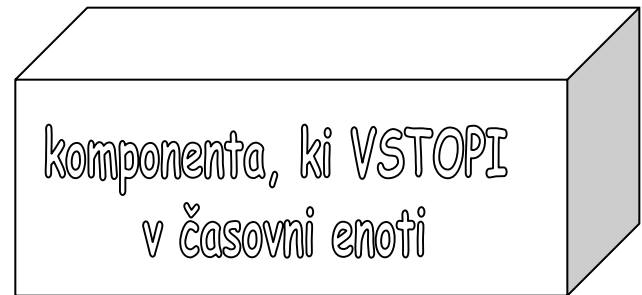
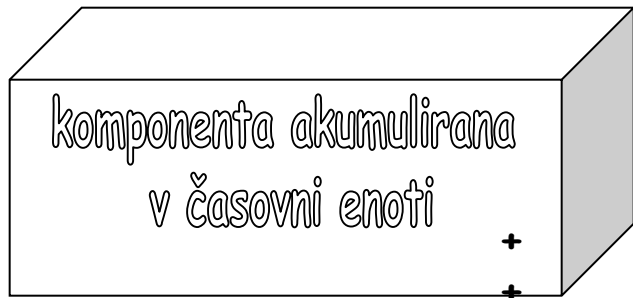
Masna bilanca ?

$$[X_0] = [X_1] + [X_2]$$

Če predpostavimo:

- nobenega procesa v škatli (reaktor, mešalna cona...), ki bi povzročil nastanek komponente ali njeno nastajanje (kemijska reakcija...),
- stacionarno stanje, pretok se ne spreminja s časom.

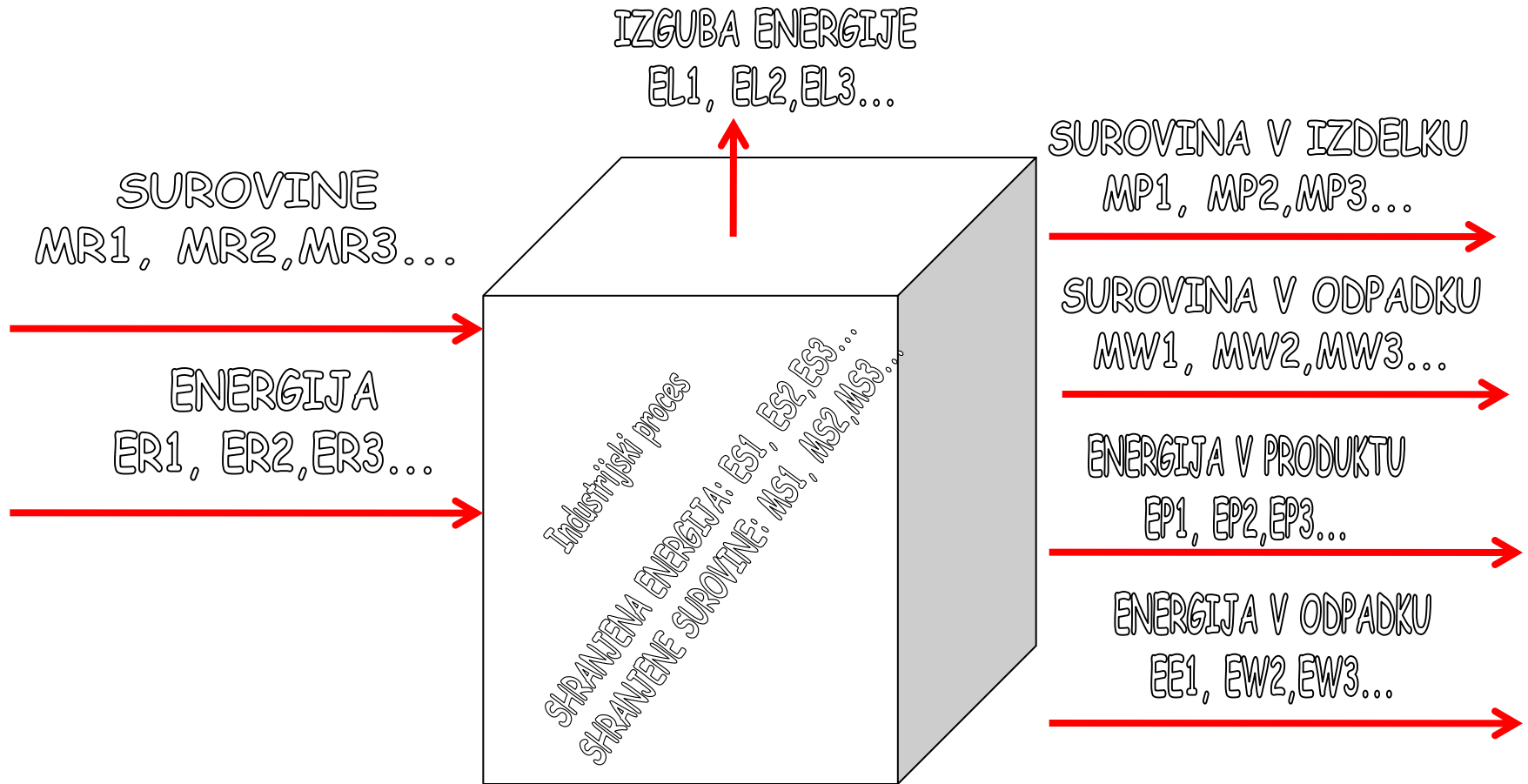
KOMPLEKSNE MASNE BILANCE



Masna bilanca ?

METODE IN MERILA IE

Masna in energijska bilanca industrijskega procesa



METODE IN MERILA IE

Masna in energijska bilanca industrijskega procesa

snov(vstop) = snov(izstop) + snov(skladiščena)

surovine = produkti + odpadki + skladiščene surovine

$$\Sigma m^R = \Sigma m^P + \Sigma m^W + \Sigma m^S$$

$\Sigma m^R = \Sigma m^{R1} + \Sigma m^{R2} + \Sigma m^{R3} =$ vsota vseh surovin

$\Sigma m^P = \Sigma m^{P1} + \Sigma m^{P2} + \Sigma m^{P3} =$ vsota vseh produktov

$\Sigma m^W = \Sigma m^{W1} + \Sigma m^{W2} + \Sigma m^{W3} =$ vsota vseh odpadkov

$\Sigma m^S = \Sigma m^{S1} + \Sigma m^{S2} + \Sigma m^{S3} =$ vsota vskladiščениh surovin

METODE IN MERILA IE

Masna in energijska bilanca industrijskega procesa

Masna bilanca za posamezno komponento A:

m^A (vstop) = m^A (izstop) + m^A (ostane v industrijskem procesu).

$$m^A = (m^{AP} + m^{AW} + m^{AU})$$

m^{AU} = IZGUBE - IZKORISTEK INDUSTRIJSKEGA PROCESA

SUROVINE = PRODUKTI + ODPADKI + SKLADIŠČENJE + IZGUBE

METODE IN MERILA IE

Masna in energijska bilanca industrijskega procesa

Energija (vstop) = energija (izstop) + energija (skladiščena)

$$\Sigma E^R = \Sigma E^P + \Sigma E^W + \Sigma E^L + \Sigma E^S$$

$\Sigma E^R = E^{R1} + E^{R2} + E^{R3} + \dots =$ celotna energija, ki vstopa

$\Sigma E^P = E^{P1} + E^{P2} + E^{P3} + \dots =$ celotna energija v produktih

$\Sigma E^W = E^{W1} + E^{W2} + E^{W3} + \dots =$ celotna energija v odpadkih

$\Sigma E^L = E^{L1} + E^{L2} + E^{L3} + \dots =$ celotna izguba energije

$\Sigma E^S = E^{S1} + E^{S2} + E^{S3} + \dots =$ celotna vskladiščena energija

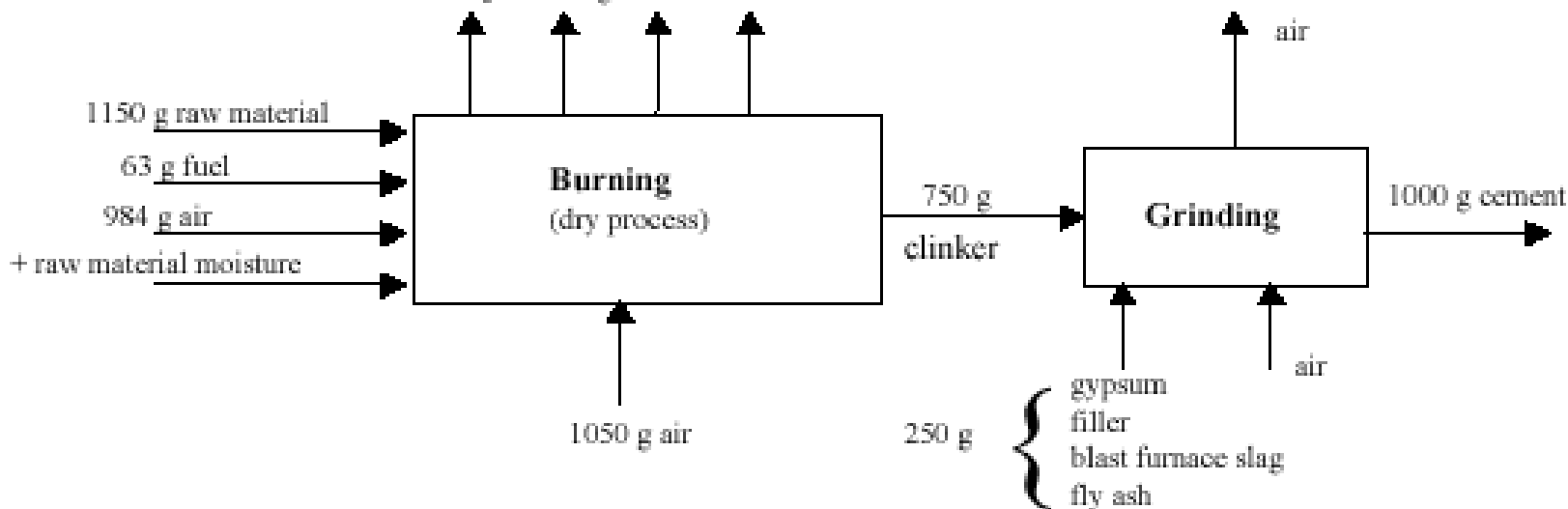
Masna in energijska bilanca industrijskega procesa

Mass Balance for 1 kg Cement

Raw meal factor: 1.54
 Clinker factor: 0.75
 Specific energy: 3.35 MJ/kg Clinker
 Air: 10 - 11 Vol. % O₂

Fuel: heavy fuel oil
 Calorific value: 40000 kJ/kg (on a dry basis)
 10 % excess air

Emissions : CO₂ 600 g (404 g CO₂ from raw material, 196 g CO₂ from burning)
 N₂ 1566 g
 O₂ 262 g
 H₂O 69 g + raw material moisture

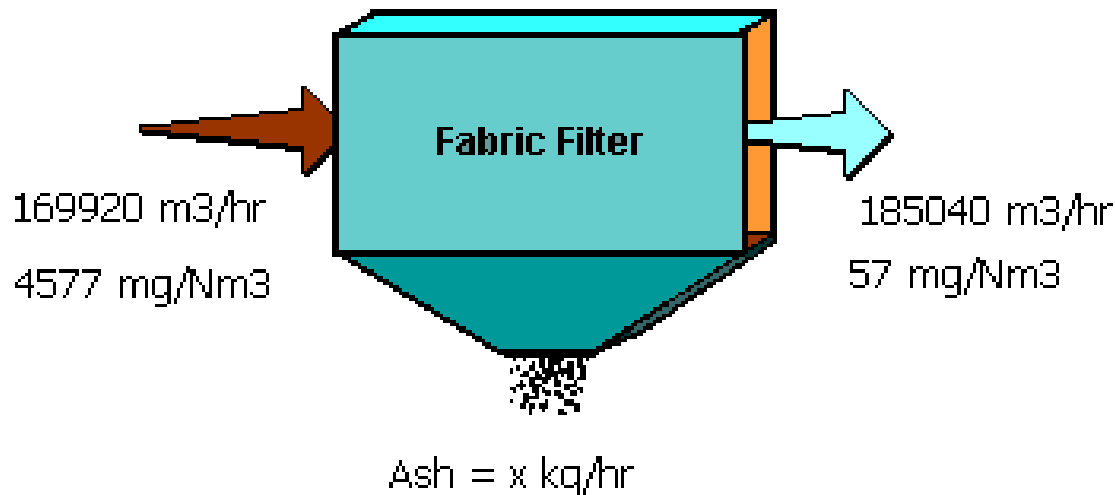


PRIMER

Masna in energijska bilanca industrijskega procesa

Z masno bilanco želimo preveriti analize na izpustu dimnih plinov. Dimne pline čistimo z vrečastim filtrom, v katerega priteka zrak z delci s pretokom $169.920 \text{ m}^3/\text{h}$ s koncentracijo prašnih delcev $4577 \text{ mg}/\text{m}^3$. Tok zraka, ki izhaja, ima pretok $185.040 \text{ m}^3/\text{h}$ in koncentracijo prašnih delcev $57 \text{ mg}/\text{m}^3$.

Koliko kg prašnih delcev odstranimo s takim vrečastim filtrom v eni uri?

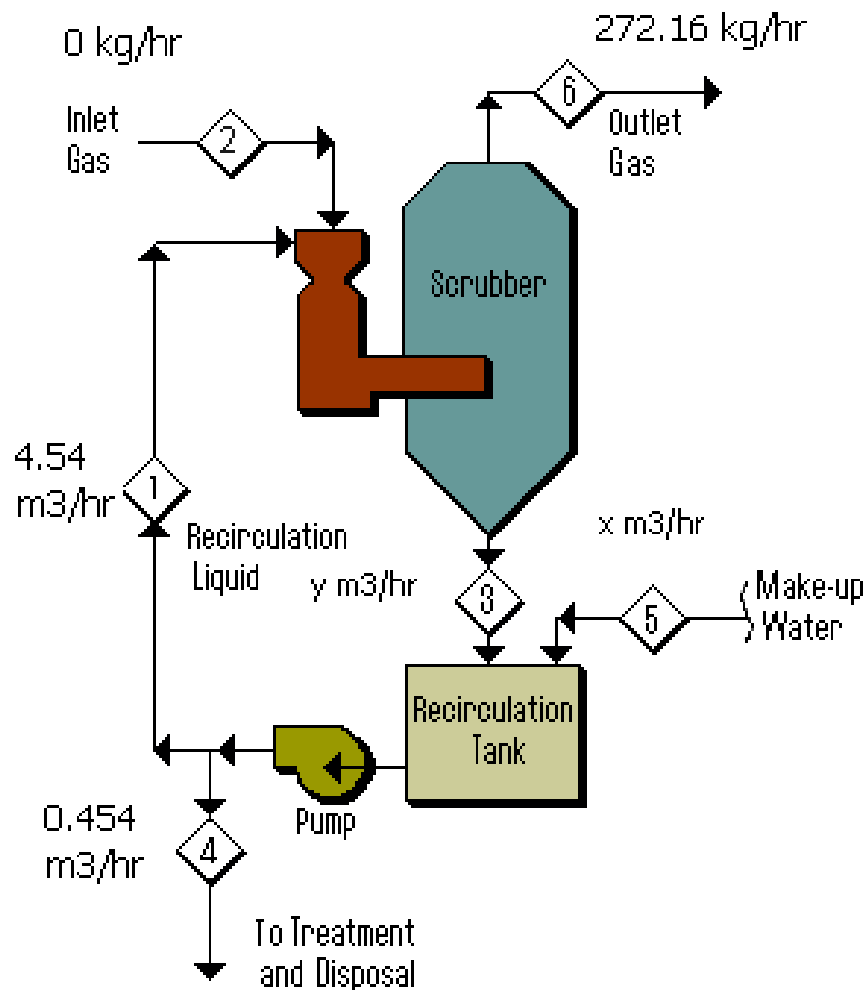


PRIMER

Masna in energijska bilanca industrijskega procesa

Kolikšen mora biti dotok čiste vode (št. 5) v vodni filter, da bo sistem nemoteno deloval?

Predpostavite, da je plin na vhodu (št. 2) popolnoma suh in da izhodu (št. 6) vsako uro izhaja 272,16 kg vode.



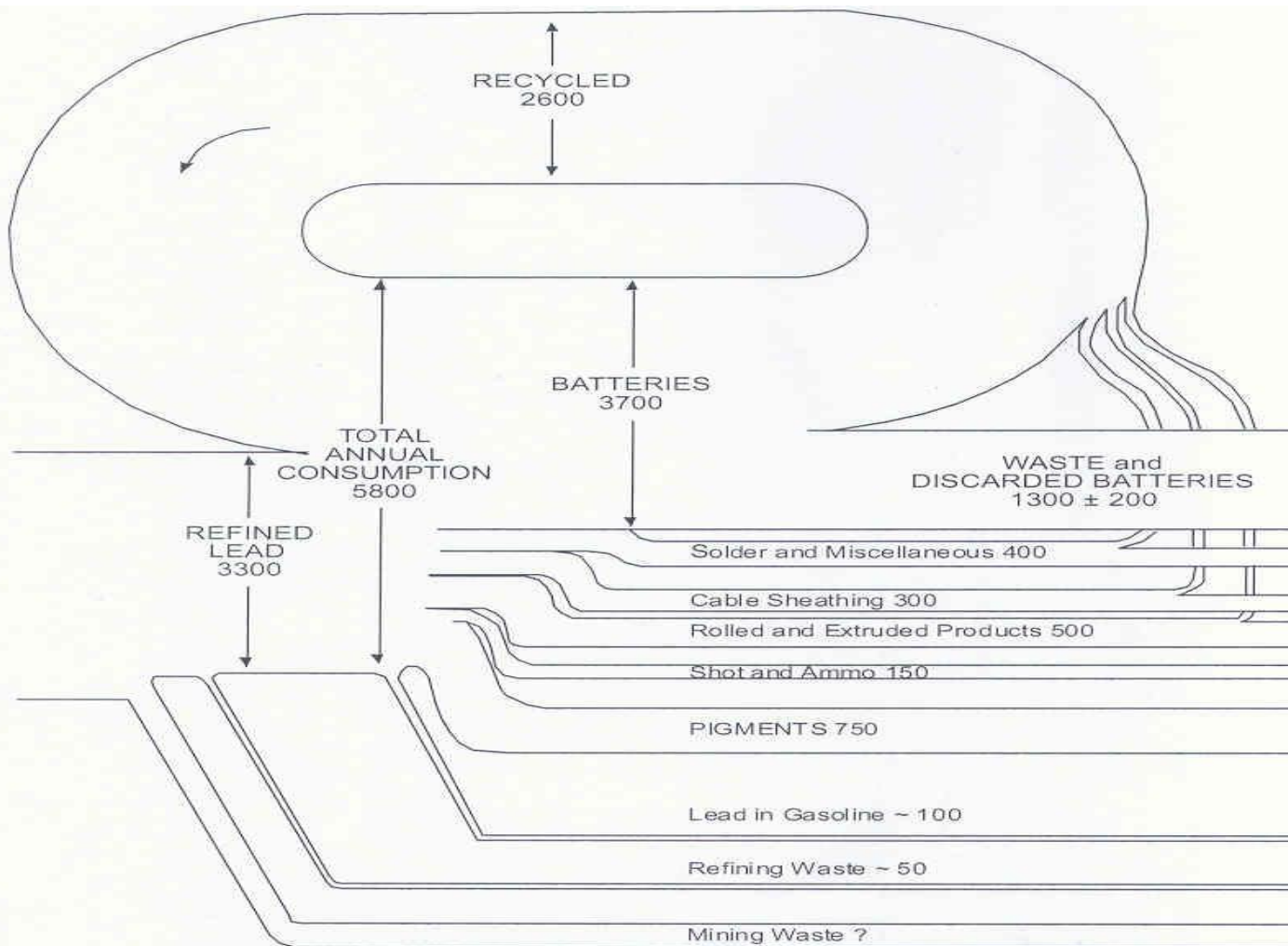
PRIMER

Masna in energijska bilanca industrijskega procesa

V živilski industriji sušimo surovino za nadaljnjo predelavo. Vsebnost suhe snovi se med sušenjem dvigne iz 14% na 93%. Kak je pričakovani izkoristek procesa, če 8% sveže surovine predstavlja nekoristni odpadek, ki ga moramo predelati s kompostiranjem?

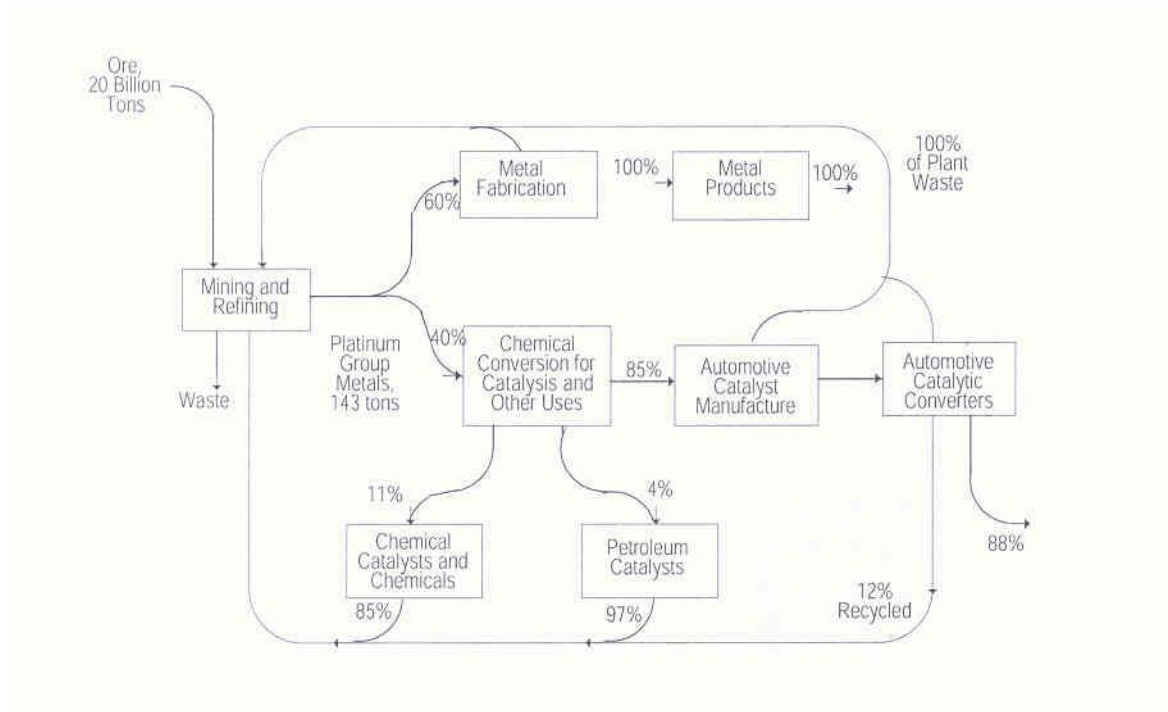
GLOBALEN TRANSPORT SVINCA

1990, v tisočih tonah



TRANSPORT PLATINE V RAZLIČNIH INDUSTRIJSKIH PROCESIH

1989



TRANSPORT As v ZDA

As, 1975, ZDA, v kubičnih tonah

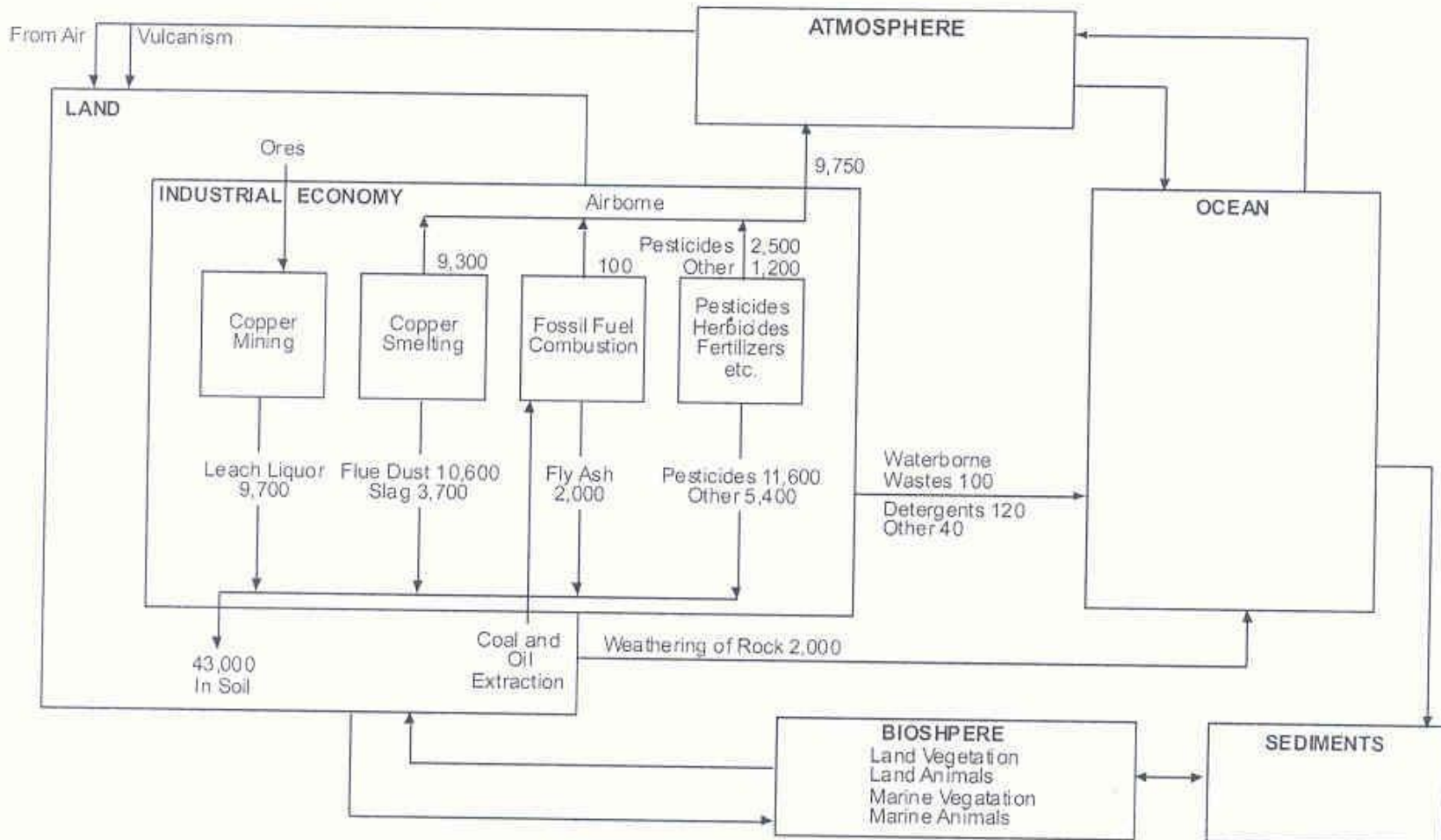


FIGURE 4. SIMPLIFIED REPRESENTATION OF ARSENIC TRANSPORT IN THE UNITED STATES, 1975.

METODE IN MERILA IE

Masna bilanca

- Nujno poznavanje tokov in pretvorb vseh nevarnih snovi.
- V okolju pridejo zaradi emisij industrijskih procesov: voda, zrak, odpadek.
- Problem - male količine: mikrog, nanog
 - težko zaznamo: vzorčevanje, analizne metode
 - ne poznamo dolgoročnih vplivov na ljudi, ekosistem
- Seveda pomembne tudi snovi, ki se jih uporablja v velikih količinah, a niso tako strupene.
- Pomembni kvalitetni podatki iz industrijskega sektorja:
 - ankete
 - obiski
 - pregledi poročil
 - poznavanje industrijskih procesov
 - poznavanje teoretičnih osnov

Kako postaviti masno bilanco ?

METODE IN MERILA IE

Masna bilanca

● Bistveni problemi:

- geografske omejitve: regija, država
- število tovarn, obrti...
- pravi podatki ?
- pravilni podatki ? - kvaliteta virov
- delamo ocene : 1% izguba lahko pomeni zelo veliko absolutno številko

● Veliko narejeno v EU:

- rudarstvo
- naftna industrija
- kemijska industrija
- papirna industrija
- steklarne
- jeklarstvo

Kako postaviti masno bilanco ?

METODE IN MERILA IE

Masna bilanca

● Povezava toka snovi in denarja:

- zelo izraženo v gradbeništvu:

več investicij → več gradenj → večji vpliv



- sprememba strukture prebivalcev
- spremenjene navade
- migracijske spremembe
- odpadki: zrak, zemlja, voda