

KONFERENCIJA
**Cirkularna ekonomija - put prema pametnom, održivom i
zelenom društvu**
Zagrebački velesajam, 18. rujna 2015.

KRUŽNO GOSPODARSTVO
i
gospodarenje otpadom

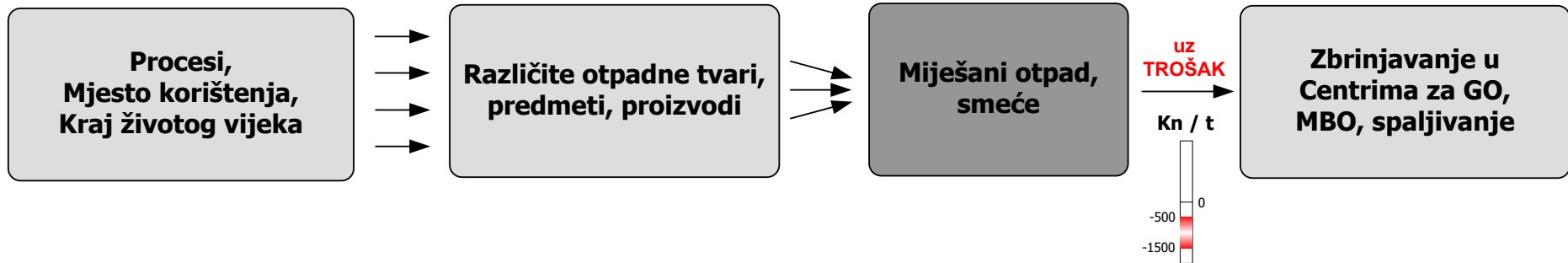
Dr. sc. Slaven Dobrović, izv. profesor
Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje
Katedra za inženjerstvo vode i okoliša
slaven.dobrovic@fsb.hr

Novi pristup otpadu u EU – otpad kao sredstvo za očuvanje resursa i zaštitu okoliša

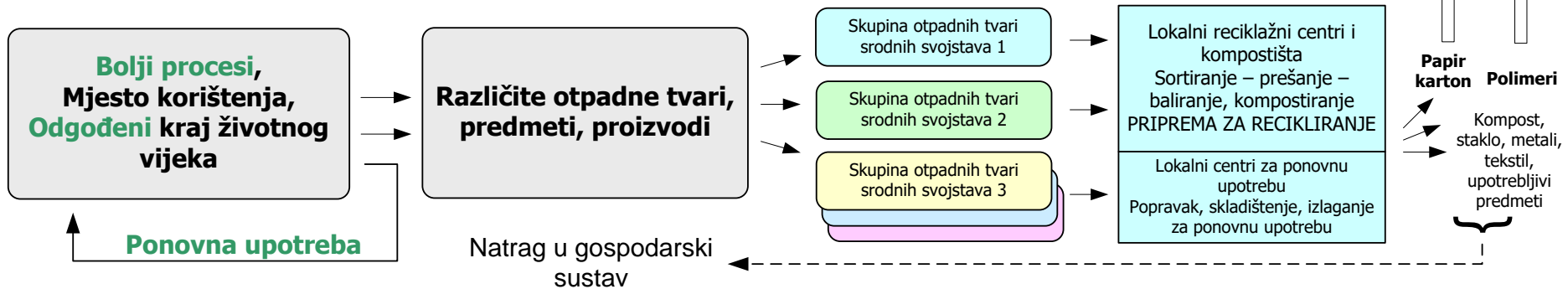
- Direktiva 2008/98 : ...move towards a European **recycling society** with a high level of **resource efficiency**,..
 - odvajanje bio-otpada s ciljem proizvodnje komposta
 - stupanj odvajanja za reciklabilne tvari >50% do 2020.
 - stupanj odvajanja za građevinski otpad >70% do 2020.
- Rezolucija EU Parlamenta od 20.04.2012. : ...prioritetni ciljevi za 7. program djelovanja za okoliš,..:
 - ambicioznije izbjegavanje otpada, ponovna upotreba i recikliranje
 - zabrana spaljivanja reciklabilnog i kompostabilnog otpada,..
- KOMUNIKACIJA KOMISIJE VIJEĆU od 25.09.2014. Towards circular economy: A zero waste programme for Europe:
 - stupanj odvajanja za reciklabilne tvari >70% do 2030.
 - stupanj odvajanja za ambalažni otpad >80% do 2030.
 - uvođenje taksi za odlaganje i spaljivanje,..
- Denmark without waste Recycle more incinerate less, Vlada Kraljevine Danska, 11.2013. - resursna strategija za otpad kojom država koja spaljuje gotovo 80% kom. otpada objavljuje snažan zaokret **prema cirkularnoj ekonomiji**. <http://eng.mst.dk/topics/waste/denmark-without-waste/>
 -Therefore the Government has a vision that Denmark will protect its resources and materials, and recycle more household waste, while incinerating less. This will entail more materials being sent back into the economic cycle with benefits for the environment...

Komunalnim sustavom do vrijednih sirovina ili putem smeća u trošak za naknadno zbrinjavanje?

LINEARNA EKONOMIJA



CIRKULARNA EKONOMIJA



Princip hijerarhijskog slijeda – Red prvenstva gospodarenja otpadom

Poštivanje hijerarhijskog slijeda postupanja s otpadom (utvrđenog u mnogim zakonodavnim dokumentima) postiže se tako da se mjere postupanja s otpadom (ili procesom koji generira otpad) iscrpljuju **redom** od najbolje prema slabijima.

Najbolja
opcija

Najgora
opcija

1. SPRJEČAVANJE NASTAJANJA OTPADA

↑ Proces, mjesto nastanka

Ostaci tvari ↓

2. PONOVA UPORABA / RECIKLIRANJE

↑ Ostaci tvari

Miješani ostaci tvari, SMEĆE ↓

3. SPALJIVANJE uz iskorištenje energije, MEHANIČKO BIOLOŠKA obrada, ODLAGANJE

↑
Pozitivne
vrijednosti !

↓
Negativne
vrijednosti,
trošak !

Princip **hijerarhijskog slijeda** (**red prvenstva**) gospodarenja otpadom snažno je **utemeljen** (*ekološki principi, tehno-ekonomske i LCA analize*) i vrlo bitan!

EKOLOŠKI ZASNOVAN SUSTAV GOSPODARENJA OTPADOM "ZERO WASTE" KONCEPT

```
graph TD; A["EKOLOŠKI ZASNOVAN SUSTAV GOSPODARENJA OTPADOM  
\"ZERO WASTE\" KONCEPT"] --> B["PODSUSTAV smanjivanja  
količina otpada kojim  
operira komunalno poduzeće"]; A --> C["PODSUSTAV odvojenog  
prikupljanja"]; A --> D["PODSUSTAV za preradu,  
privremeno skladištenje i  
plasman"]; A --> E["PODSUSTAV individualne  
odgovornosti"];
```

**PODSUSTAV smanjivanja
količina otpada kojim
operira komunalno poduzeće**

**PODSUSTAV odvojenog
prikupljanja**

**PODSUSTAV za preradu,
privremeno skladištenje i
plasman**

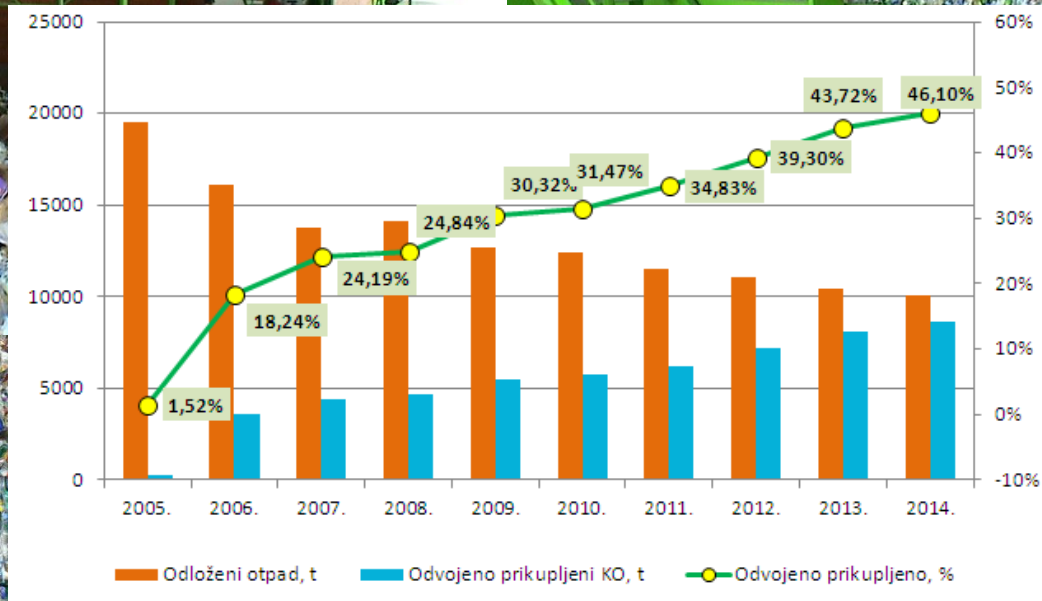
**PODSUSTAV individualne
odgovornosti**

Sustav gospodarenja otpadom na otoku Krku – jedan od dva najbolja u Hrvatskoj

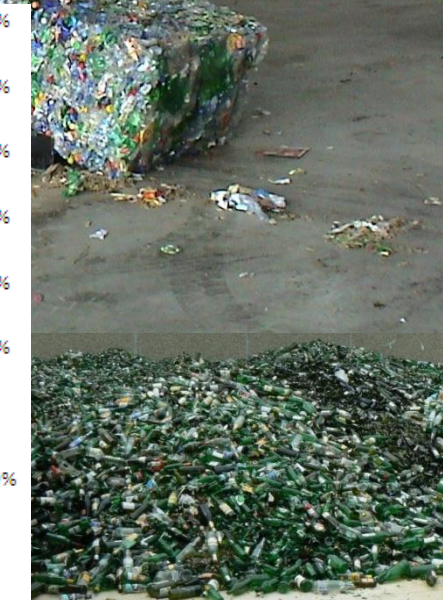
Pogon za sortiranje i prešanje



Preša - balirka



Privremeno skladište



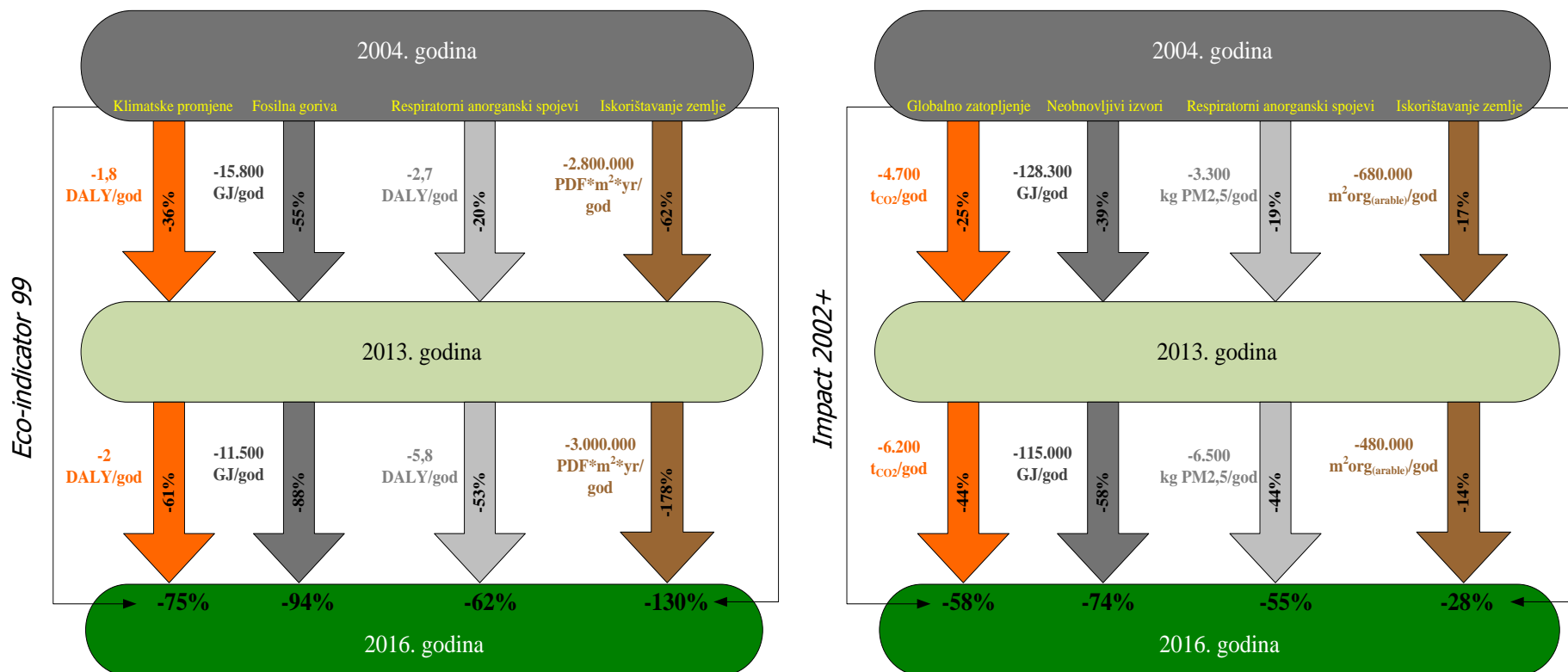
Kompostište



LCA analiza sustava GO otoka Krka

LCA analizom se uspoređuju tri stanja razvijenosti sustava gospodarenja otpadom na otoku Krku:

- Stanje iz 2004. bez odvojenog prikupljanja otpada
- Stanje iz 2013. godine uz postotak odvajanja od 43%
- Stanje planirano za 2016. godinu – postotak odvajanja 80% uz optimirani sustav odvoza



*DALY (Disability Adjusted Life Years)

*PDF*m²*yr = Potentially Disappeared Fraction of plant species

LCA ANALIZA

Prema normi ISO 14040:2006 procjena životnog ciklusa odnosno LCA (*life cycle assessment*) je definiran kao „kompilacija i evaluacija ulaznih i izlaznih parametara te potencijalnog utjecaja na okoliš nekog sustava kroz njegov životni vijek“. Prema tome, LCA analiza obuhvaća sve stadije pripadnog životnog ciklusa nekog procesa ili proizvoda – od dobave sirovina preko izrade materijala, sklapanja i korištenja pa sve do njegovog konačnog odbacivanja ponovnom upotrebom, recikliranjem ili odlaganjem. U tim stadijima sadržani su svi utjecaji koji opterećuju okoliš poput nabave sirovina, štetnih emisija proizvodnje i transporta, iskorištavanje krajolika itd. Zbog svojih mogućnosti ukupne predodžbe praćenja procesa ili proizvoda *od kolijevke do groba* ('*cradle-to-grave*' pristup), a posebno mogućnosti usporedbe raznih varijanti, LCA se uvelike koristi kod izrade novih proizvoda, poboljšavanja starih, izbora najboljeg proizvoda te kod donošenja poslovnih ili strateških odluka.

Kako do ENERGIJE iz otpadnih reciklabilnih materijala?

Energiju iz reciklabilnog otpada možemo pridobiti na dva načina:

→ **izravno**

- energija dobivena **IZGARANJEM** (oksidacijom) gorivih otpadnih tvari.
POTENCIJAL: **Donja ogrjevna** vrijednost (od utjecaja su sadržaj vlage i sadržaj negorivih tvari!), umanjena za sve gubitke pri energetskim transformacijama do željenog oblika energije (električna / toplinska).

→ **posredno**

- ušteda energije zbog korištenja sekundarnih sirovina pri proizvodnji novog proizvoda (**RECIKLIRANJE**), što je posljedica **skraćivanja proizvodnog procesa**.

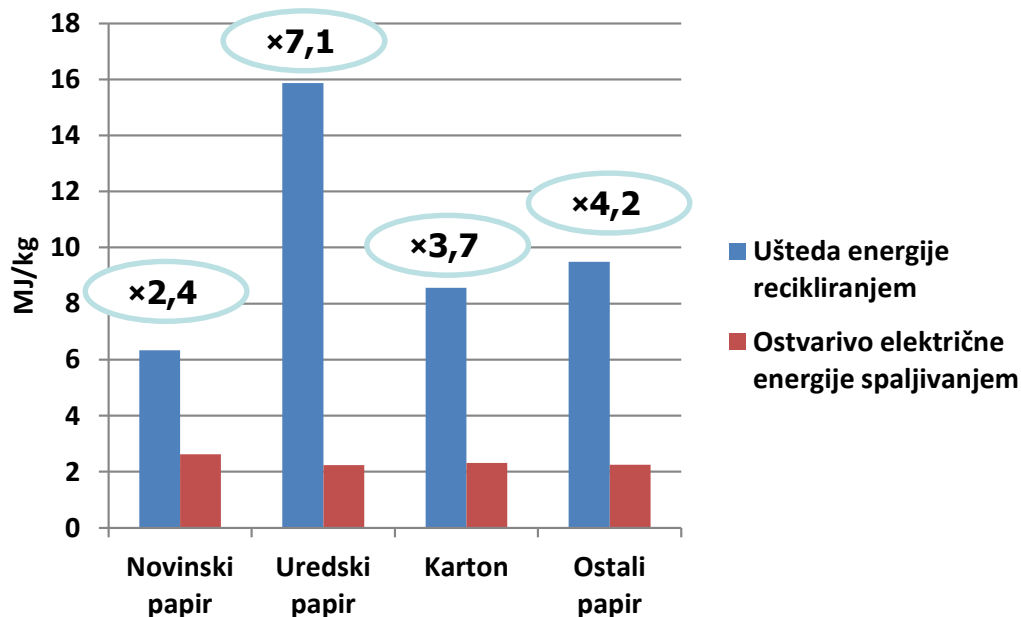
POTENCIJAL: **Utjelovljena energija** (*engl. embodied energy*), suma je svih energija utrošenih pri proizvodnji nekog proizvoda, umanjuje se za energiju koju treba utrošiti pri odvojenom prikupljanju, pripremi za recikliranje i transport (ako je različit u odnosu na uspoređivano stanje).

Sve analize ukazuju da je recikliranje **superiorno** u odnosu na spaljivanje i po pitanju energije, jer su posredne uštede recikliranjem uvijek **veće** od izravno pridobive energije izgaranjem. Ovdje se materija (resursi) uopće ne razmatra, ali ne treba zaboraviti da se spaljivanjem materija nepovratno gubi (konverzija u CO₂, H₂O i ostale produkte), dok se recikliranjem čuva.

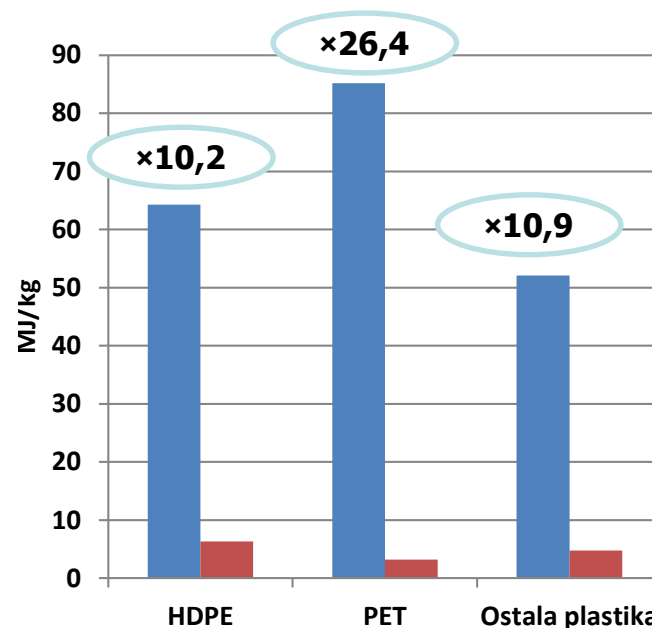
Usporedba dobitaka energije

RECIKLIRANJE u odnosu na SPALJIVANJE

Papir i karton



Plastika



Energija pridobivena spaljivanjem može se smatrati argumentom **za** spalionice otpada samo kada se uspoređuje s odlagalištima. Da je to u stvari **rasipanje** energije (uz uništavanje materije odnosno resursa) može se vidjeti kad se uspoređuje s recikliranjem što pokazuju gornji dijagrami.

Dakle, kada stari novinski papir posluži za proizvodnju novog, uz samu materiju (koja se kod spaljivanja uvijek uništava) uštedi se 2,4 puta više energije nego što se spaljivanjem može proizvesti električne. Analogno, recikliranje polietilena visoke gustoće (HDPE) omogućuje 10 puta veći dobitak energije od spaljivanja.

ŠTO nam još donosi termička obrada otpada?

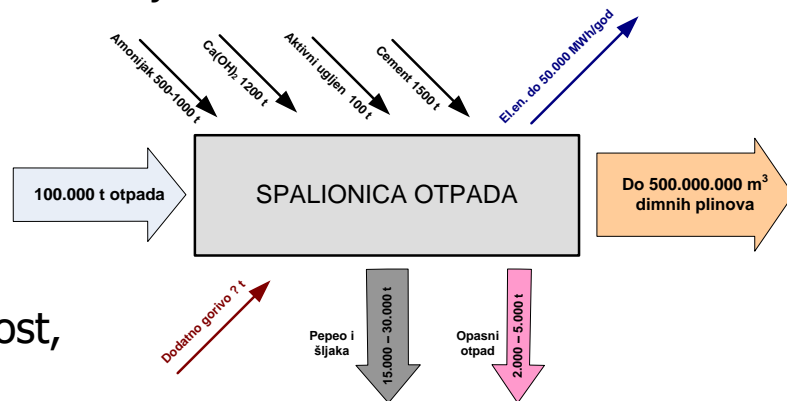
NESAGLEDIV ŠTETAN UTJECAJ na ZDRAVLJE LJUDI i kvalitetu OKOLIŠA

- Priznato se stvaraju **dioksini i furani** i za njih je definirana* M.D.K. vrijednost!
- Pepeo – kruti ostatak spaljivanja vrlo je slabo reguliran*, a često se predstavlja kao neopasan ostatak termičke obrade.
- Tvrdnja da je pitanje štetnih emisija riješeno legislativom **ne stoji** - nove znanstvene spoznaje zahtijevaju proširivanje liste reguliranih zagađivala (npr. nanočestice umjesto sada definirane prašine u mikronskom području).
- Važniji (toksičniji) dio emisija se prati **diskontinuirano**, uvijek u najpovoljnijem režimu rada za operatera svega jednom ili dvaput godišnje. Postoje evidencije da u realnim uvjetima rada (zastoji, promjene toplinskog opterećenja, neispravnosti na opremi te pri nepovoljnom sastavu otpada) dolazi do ozbiljnih, **potpuno neregistriranih zagađenja**.
- Zahtijeva se* kontrola kvalitete ulaza – količina halogeniranih organskih tvari u miješanom otpadu, kao parametar od presudne važnosti za pogon kotla – 850 ili 1100°C – kako se to provodi u situaciji nekoliko stotina vozila dnevno? Ili se smatra da se ta vrijednost nikada ne premašuje?

TE obrada se i dalje oslanja na odlaganje

- Spalionica konvertira otpad u dimne plinove i oko 25-30% krutih ostataka u formi pepela (suspektno toksični kotlovski pepeo i sigurno toksični leteći pepeo iz sustava za pročišćavanje) **NIPOŠTO neopasni ostaci termičke obrade otpada**

IZNIMNO visoki trošak investicije i pogona, nefleksibilnost, zapošljava malo ljudi



- Planski dokumenti za grad Zagreb predviđaju investicijsku vrijednost od 2,7 milijarde kuna
- Uz raspon pogonskog troška od 500-1000 kn/t, radi se o **150 do 300 milijuna kn** dodatnog troška za građane Zagreba godišnje!
- Tijekom dugog amortizacijskog perioda (25-30 godina) nužno je osigurati iste (projektne) količine otpada – *put or pay agreement* je uvijek uključen u ugovor! Time su PERSPEKTIVE RAZVOJA komunalnog sustava u smislu uvijek proklamiranog odvojenog prikupljanja potpuno blokirane za cijeli amortizacijski period!
- Spaljivanje je u izravnoj kompeticiji sa recikliranjem za najvrjednije otpadne tvari – papir i plastiku. Stoga je pravilo da izgradnja postrojenja za spaljivanje smanjuje stupanj recikliranja, o čemu svjedoče podaci za Dansku i Veliku Britaniju.
- Uređaji za spaljivanje traže mali broj stalno zaposlenih. Primjer: grad Brescia, Italija - nedavno izgrađena milijardu dolara vrijedna spalionica (unatoč inicijalnoj procijeni od 400 milijuna) zapošljava svega 80 ljudi.

*EU Direktiva o spaljivanju otpada 2000/76

Je li REGULATIVA riješila sve probleme EMISIJA štetnih i opasnih tvari iz pogona za spaljivanje otpada u OKOLIŠ?

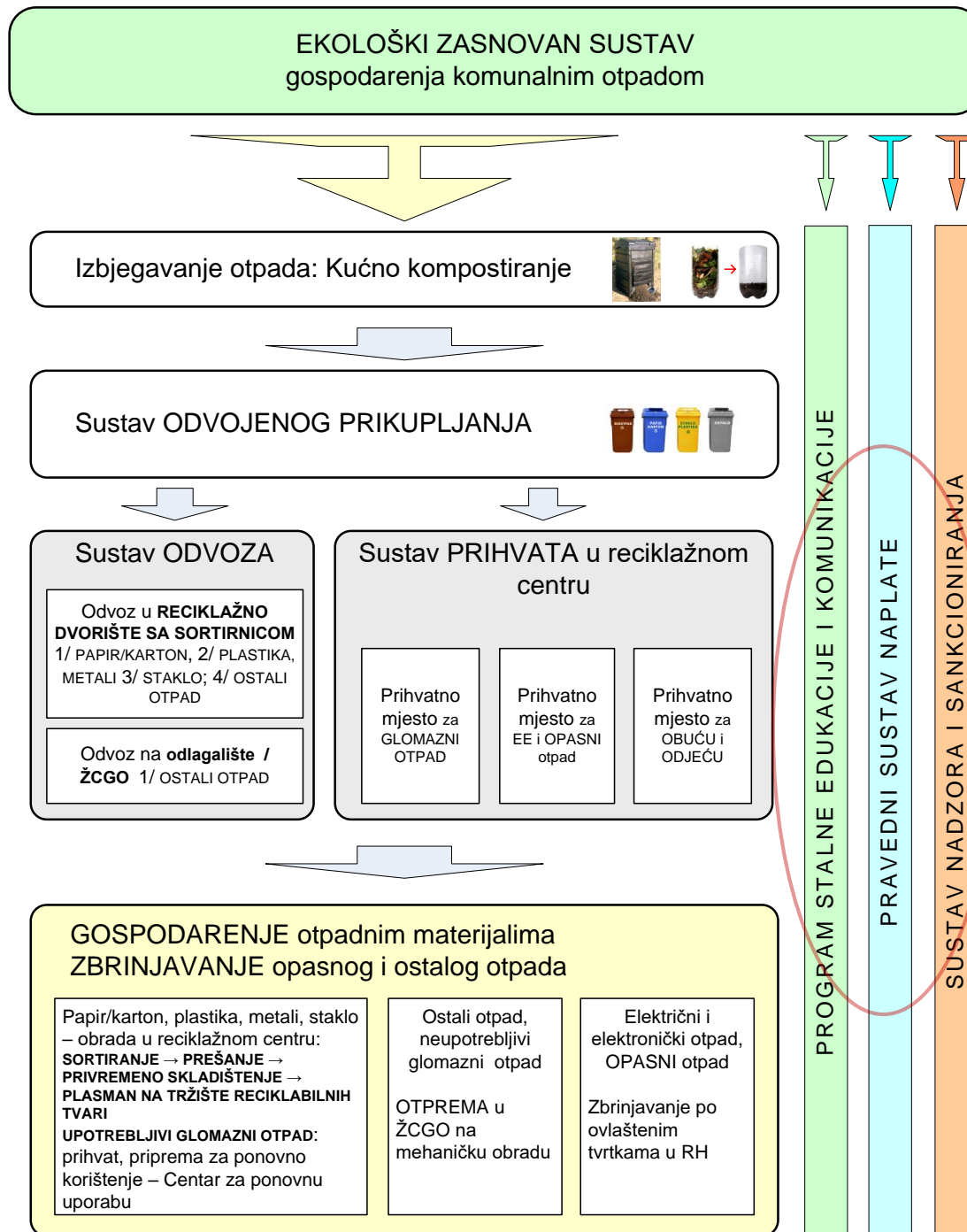


1975.	Direktiva o otpadu 75/442/EEC Članak 4	VRLO OPĆENITI ZAHTJEV Zemlje članice će poduzeti sve potrebne mjere osiguravši da se otpad iskoristi ili odloži bez ugrožavanja ljudskog zdravlja te bez korištenja procesa i metoda koji mogu naštetiti okolišu, posebno: <ul style="list-style-type: none"> - Bez rizika za vodu, zrak, tlo, biljke i životinje - Bez stvaranja smetnji bukom i mirisima - Bez negativnog utjecaja na ruralno područje i na druga posebna područja
1989.	Direktiva 89/429/EEC O smanjenju zagađenja zraka iz postojećih pogona za spaljivanje otpada	ISPUŠNI PLINOVI Regulirane kategorije kvalitete: <ul style="list-style-type: none"> - Ukupna prašina - CO
1989.	Direktiva 89/369/EEC O smanjenju zagađenja zraka iz novih pogona za spaljivanje otpada	ISPUŠNI PLINOVI Regulirane kategorije kvalitete: <ul style="list-style-type: none"> - Ukupna prašina - CO - Teški metali Pb+Cr+Cu+Mn; Ni+As; Cd+Hg - HCl, HF, SO₂ - CO - Organski spojevi Najavljena mogućnost limitiranja za dioksine i furane
2000.	Direktiva 2000/76/EC o spaljivanju otpada	ISPUŠNI PLINOVI Regulirane kategorije kvalitete: KONTINUIRANO <ul style="list-style-type: none"> - NO_x, CO, ukupna prašina, TOC, HCl, HF, SO₂ - Temperature, tlak, temperatura, vlažnost 2(4) x godišnje <ul style="list-style-type: none"> - Teški metali Cd+Tl, Hg, Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V - Dioksini i furani OTPADNE VODE Regulirane kategorije kvalitete: SVE DISKONTINUIRANO <ul style="list-style-type: none"> - Suspendirane tvari - Teški metali Cd, Tl, Hg, As, Pb, Cr, Cu, Ni, Zn - Dioksini i furani KRUTI OSTATCI IZGARANJA Regulirane kategorije kvalitete: SVE DISKONTINUIRANO <ul style="list-style-type: none"> - TOC < 3% - Gubitak mase žarenjem < 5%

Dakle nije, (ako je to uopće moguće!!!)

20xy	?	BOLJA DEFINICIJA PRAŠINE Pitanje NANOČESTICA KONTINUIRANI MONITORING dioksina i furana te teških metala PRIJELAZNI REŽIMI RADA Kvaliteta krutog ostatka - PEPELA (sada definirano kao neopasni ostatak termičke obrade)
------	---	--

ORGANIZACIJA PREDLOŽENOG SUSTAVA



ZAKLJUČNO, važne značajke ekološki zasnovanog sustava gospodarenja otpadom:

- ❖ Smanjuje se crpljenje neobnovljivih resursa,
- ❖ Povećava se stupanj održivosti društva,
- ❖ Smanjuje se zagađivanje okoliša,
- ❖ Najjeftiniji je sustav gospodarenja otpadom te donosi brojne uštede lokalnoj zajednici,
- ❖ Sustav je radno-intenzivan (zapošljavanje) te time i socijalno prihvatljiv,..

Zahvaljujem na pažnji!

Slaven Dobrović
slaven.dobrovic@fsb.hr