

TAREC²



VRSTE I KOLIČINE DOSTUPNOG PEPELA IZ DRVNE BIOMASE

Doc.dr.sc. BOJAN MILOVANOVIĆ
Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet

1. RADIONICA „Transformacija pepela iz drvene biomase u građevne kompozite s dodatnom vrijednošću“
Hrvatska gospodarska komora, 20. listopada 2017.

1

TAREC²

Uvod

- CILJ:
 - dobiti uvid u razmjer problema koji se očituje u postojanju samog PDB-a.
- Utvrđivanjem količina, vrsta i ovisnosti karakteristika PDB-a o tehnologiji energana na biomasu



2

TAREC²

Uvod

- Promocija prednosti i mogućnosti proizvodnje energije (električne i/ili toplinske) u RH i EU
 - značajni porast broja energana na biomasu.
- Posljedica
 - došlo je i do porasta količine pepela nastalog sagorijevanjem drvene biomase (PDB-a).

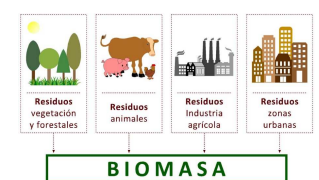


3

TAREC²

Biomasa

- Zakon o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji (NN 100/15) i Direktiva o OIE **definiraju biomasu kao:**
 - biorazgradivi dio proizvoda, otpada i ostataka biološkog podrijetla iz poljoprivrede (uključujući tvari biljnoga i životinjskoga podrijetla), šumarstva i srodnih proizvodnih djelatnosti, uključujući ribarstvo i akvakulturu, kao i biorazgradivi dio industrijskoga i komunalnoga otpada.

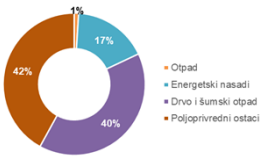


4

TAREC²

Podjela biomase

- Šumska biomasa i otpadno drvo
 - ostatci od gospodarenja šumama (drveni isječki, granje, lišće, kora, panjevi) i ostatke industrijske prerade drveta (piljevina, blanjevina, drvena prašina), te oboljela stabla i devastirana šumska masa
- Poljoprivredna biomasa i ostaci
 - uključuje biljke i otpad životinjskog podrijetla (otpad nastao nakon žetve uroda)
- Energetski nasadi
 - namjenski uzgajana drvena biomasa namijenjena isključivo za dobivanje energije
 - biljke kratke ophodnje
 - topola, vrba



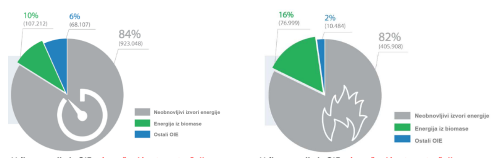
% ukupne biomase koja se koristi za proizvodnju energije
Izvor: Girau et al. 2015.

5

TAREC²

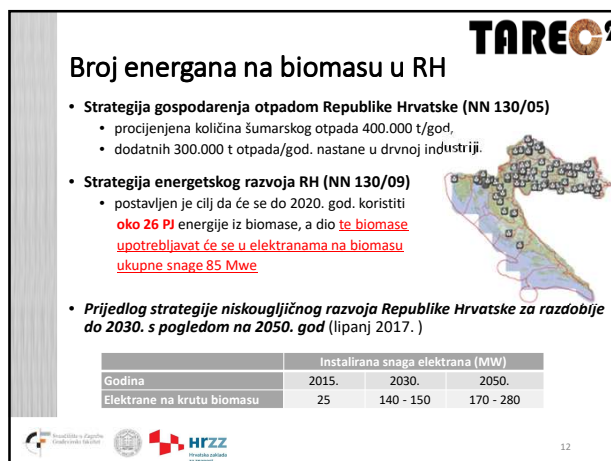
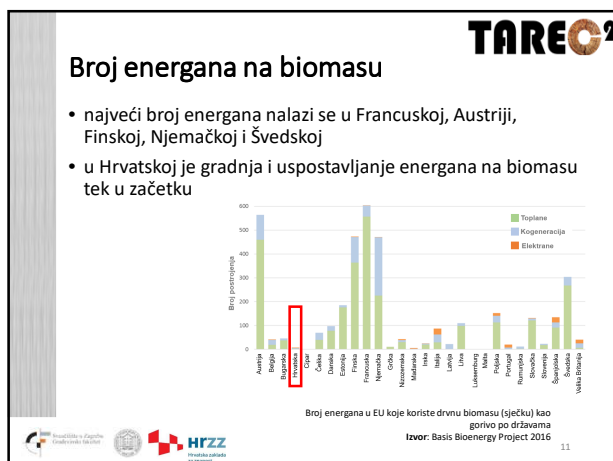
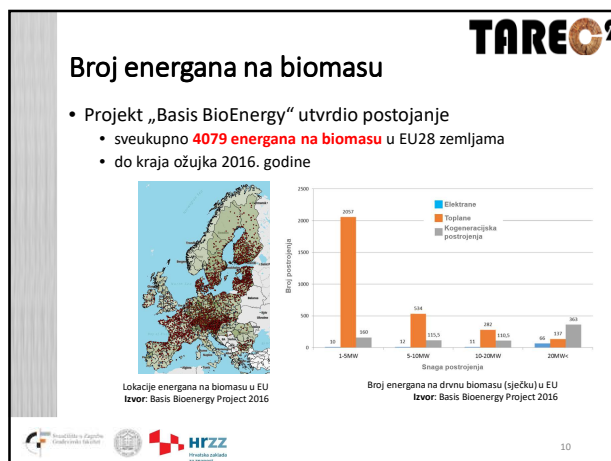
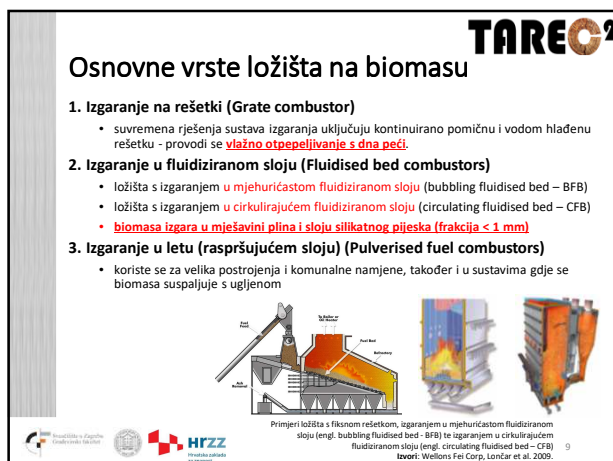
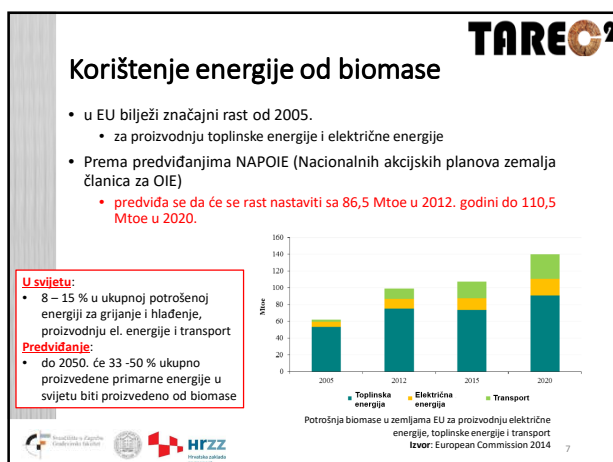
Korištenje energije od biomase

- energane na krutu i plinovitu biomasu **predstavljaju najznačajniji obnovljivi izvor energije u EU**
 - Bez obzira na raspravu oko njihove stvarne održivosti
 - U 2014., energija iz biomase (107.212 ktoe) zaslužna za **61 % od sveukupno proizvedene energije iz OIE** - 10 % od konačne bruto potrošnje energije u EU
 - U 2015. udio biomase u ukupnoj proizvodnji energije iz OIE **63,5 %!**



Udio energije iz OIE u konačnoj bruto potrošnji energije 2014. (% ktoe)
Izvor: Calderón 2016.

6



Broj energana na biomasu u RH

- Dostupni **podaci HROTE-a** o povlaštenim proizvođačima električne energije (obnovljen 25.8.2017.)
 - postrojenja u radu koji koriste biomasu kao gorivo, imaju ukupnu instaliranu snagu od **28,955 MWe (ukupno 14 postrojenja)**
 - porast od 6 postrojenja** snage 16,895 MWe u odnosu na 31.12.2014. godine
- U **Registar OIEKPP uvedeno ukupno 126 postrojenja** na drvenu biomasu.
 - <https://oie-aplikacije.mzoe.hr/Pregledi/>



13

Pregled postojećih postrojenja na biomasu u RH

R. br.	Nositelj projekta	Postrojenje	Lokacija	Instalirana snaga [MW _e]	Instalirana snaga [MW _t]
1.	STRIZIVOJNA HRASST d.o.o.	Kogeneracijsko postrojenje na bazi izgaranja drvene biomase "Strizivojna Hrasst"	Strizivojna	3,000	13,460
2.	Univerzal d.o.o.	Energana Varaždin	Varaždin	2,740	14,950
3.	LIKA ENERGO EKO d.o.o.	Kogeneracijsko postrojenje na biomasu LIKA ENERGO EKO	Udina	1,000	4,100
4.	PELET GRUPA d.o.o.	Proizvodnja električne energije i kućnog peleta iz biomase	Novska	1,000	4,100
5.	UNI VIRIDAS d.o.o.	"VIRIDAS BIOMASS" 9,99 MW	Babina Greda	8,600	16,000
6.	Vrbosko eko energija d.o.o.	Kogeneracijsko postrojenje na biomasu Vrbosko eko energija 1900 kW _e	Vrbosko	1,900	8,260
7.	BE-TO GLINA d.o.o.	Bioelektrana - toplana Glna	Glna	1,000	3,500
8.	PANA ENERGY d.o.o.	Kogeneracijsko postrojenje PANA I	Turopolje	1,000	4,600
9.	SLAVONIJA OIE d.o.o.	Kogeneracijsko postrojenje na bazi izgaranja drvene biomase SLAVONIJA OIE	Slavonski Brod	4,660	7,990
10.	SPIN VALIS INTERNACIONAL d.o.o.	Projekt SPIN VALIS 1525 kW _e	Požega	1,525	4,000
11.	SERVICE and ENGINEERING INDUSTRY	Kogeneracijsko postrojenje 60 kW i sušare -ZRK	Bjelovar	0,060	0,160
12.	BENDIX d.o.o.	Izgradnja elektrane na biomasu-MARINA	Nijemci	0,300	0,576

14

Pregled postojećih postrojenja na biomasu u RH

R. br.	Nositelj projekta	Postrojenje	Lokacija	Instalirana snaga [MW _e]	Instalirana snaga [MW _t]
13.	SENSE ESCO BELIŠĆE d.o.o.	Plinifikacijsko kogeneracijsko postrojenje na biomasu Beliše 1	Beliše	1,070	1,637
14.	BO Elektromont d.d.	BO-Emithe-500	Slavonski Brod	0,400	1,350
15.	HEP d.d.	Kogeneracijska elektrana na biomasu BE-TO Sisak	Sisak	3,000	10,000
16.	HEP d.d.	Kogeneracijska elektrana na biomasu BE-TO Osijek	Osijek	3,000	10,000
17.	Reneteh Ogulin d.o.o.	Kogeneracija Ogulin	Ogulin	4,900	12,400
18.	Pana stolarija d.o.o.	Sušara	Čakovec	-	2,500
19.	Općina Pokupsko	Područno grijanje na biomasu - Općina Pokupsko	Pokupsko	-	1,000
20.	SAVA d.o.o.	Izgradnja kogeneracijskog postrojenja na bazi izgaranja drvene biomase	Stara Gradiska	2,000	4,200
21.	Whitefield energy d.o.o.	Kogeneracijsko energetsko postrojenje na biomasu Bjelopolje (Korenica)	Bjelopolje (Korenica)	1,000	1,504
22.	Drveni Centar Glna d.o.o.	BE-TO Drveni Centar	Glna	4,660	12,000
UKUPNO:				46,815	138,287



15

Broj energana na biomasu u RH

- baza HROTE-a
 - sadrži samo podatke o **postrojenjima koja su spojena na elektroenergetsku mrežu**
 - (dakle postrojenja koja proizvode električnu energiju i kogeneracijska postrojenja koja prodaju električnu energiju).
- S druge strane, postoje postrojenja koja proizvedenu energiju koriste **za tehnološke potrebe industrijskog pogona** u sklopu kojeg su smještena
 - (kao što su sušare u drvnoj industriji, itd.) ili
 - postrojenje u Pokupskom koje se koristi za proizvodnju isključivo toplinske energije za područno grijanje.
- Ovakva postrojenja nisu uključena u bazu podataka HROTE-a**
- zbog toga su podaci o postrojenjima prikupljeni istraživanjem stručnih članaka i objavljenih radova za širu javnost.



Broj energana na biomasu u RH

- HROTE sklopio ugovor o otkupu električne energije, a postrojenja još nisu puštena u pogon, (s danom 25.8.2017.)
 - ukupna predviđena snaga **od 85,823 MWe**
 - ukupno **53 postrojenja**



- Procjena**
 - za postrojenja za koje je HROTE sklopio ugovor o otkupu električne energije, a još nisu puštena u pogon, (85,823 MWe)
 - biti će potrebno **osigurati oko 900.000 t** drvene biomase godišnje.



17

Godišnja potrošnja drvene sječke

Vrsta postrojenja	Snaga postrojenja	Vrsta biomase	Potrošnja biomase	Pretpostavka
Kondenzacijsko postrojenje s izgaranjem na rešetki	20 MW _e	Drvena sječka	170.000 t	Pogon u trajanju 8.000 sati godišnje te prosječna važnost sječke od 35 %. Prosječna iskoristivost proizvodnje električne energije 32 %
Kogeneracijsko postrojenje	5,6 MW _e /10 MW _{th}	Drvena sječka	> 55.000 t	Tijekom godine dana
Kogeneracijsko postrojenje	1 MW _e /5 MW _{th}	Drvena sječke ili/ piljevina	> 15.000 t	Tijekom godine dana
Kogeneracijsko postrojenje s rasplinjavanjem	0,9 MW _e /1,6 MW _{th}	Drvena sječka	< 8.000 t	7500 sati kontinuiranog pogona na nazivnoj snazi

Godišnja potrošnja drvene sječke ovisno o vrsti i snazi postrojenja
Izvor: Lončar et al. 2009

Količina potrebne drvene sječke ovisi i o ogrjevnoj vrijednosti drvene sječke.

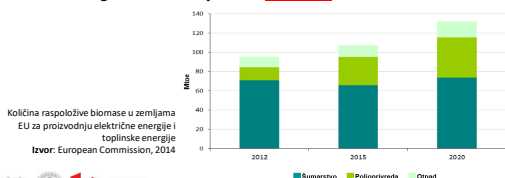


18

Raspoložive količine drvene biomase u EU

TAREC²

- 103,3 Mtoe (od čega je 95,7 Mtoe proizvedeno na teritoriju EU)
- ukupna zaliha biomase za proizvodnju električne i toplinske energije u EU27 2012. godine
- Prema predviđanjima NAPOIE zemalja članica
 - predviđa se porast proizvodnje biomase za gotovo 37 %
 - do 2020. godine ona biti jednaka 132 Mtoe



Raspoložive količine drvene biomase u RH

TAREC²

- ukupna površina šuma i šumskih zemljišta u RH iznosi 2.688.687 ha što je 47 % kopnene površine države
- RH ima veliki potencijal iskorištenja drvene biomase nastale prilikom procesa gospodarenja šumama kao i ostataka industrijske prerade drva

Izvor	tona/god
Hrvatske šume d.o.o.	830.000
Drvena industrija	500.000
Privatne šume	200.000
UKUPNO:	1.530.000

Procijenjeni potencijal tržišta drvene biomase u Hrvatskoj 2013. godine

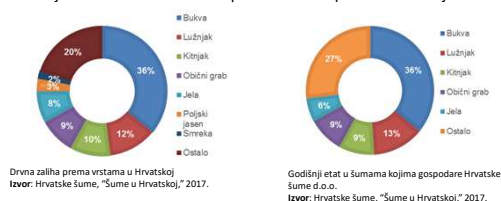
Izvor: Pavelić, Kurčić 2013



Raspoložive količine drvene biomase u RH

TAREC²

- većina godišnjeg etata koncentrirana na 5 vrsta drveća
- ukazuje na relativno ujednačenu drvenu biomasu u energanama
- Posljedično: ujednačen kemijski sastav PDB-a s obzirom na vrste koje se spaljuju
- Etat je količina drvene zalihe ili površina šume predviđena za sječu.



Pepeo od drvene biomase (PDB)

TAREC²

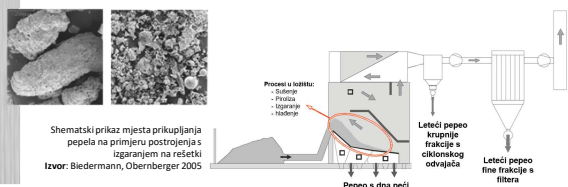
- neizgorivi kruti ostatak koji nastaje nakon potpunog izgaranja drvene biomase i koji sadrži najveći dio mineralnih frakcija koje potječu iz biomase.
- PDB je kompleksna mješavina anorganskog i organskog sastava
 - veliki broj spojeva,
 - sastav može znatno varirati
- Sadržaj pepela može ovisiti o:
 - vrsti biomase
 - načinu prikupljanja biomase
 - temperaturi toplinske obrade
 - vrsti i hidrodinamici kotla



Pepeo od drvene biomase (PDB)

TAREC²

- može se podijeliti na
 - pepeo s dna peći (ložišni pepeo) i
 - leteći pepeo
- Leteći pepeo krupnije frakcije (veličine nekoliko μm)
- Leteći pepeo finih frakcija (tzv. aerosola) (veličine $< 1 \mu\text{m}$)



Pepeo od drvene biomase (PDB)

TAREC²

- Specifično je za ložišta s izgaranjem u fluidiziranom sloju (BFB i CFB) da se pepeo s dna peći sastoji od dvije frakcije, fine i krupne.
 - fini pepeo s dna peći (koji prolazi kroz sita) se sastoji od značajne količine kvarcnog pijeska,
 - pepeo krupne frakcije koji ostane na situ često se sastoji od velike količine nečistoća koje karakteriziraju biomasu, poput kamenja
- Za ilustraciju:
 - u Studiji utjecaja na okoliš izgradnje TE na biomasu snage 20 MWel u Koprivničkom Ivancu predviđena je potrošnja kvarcnog pijeska od približno 40 t/tjedno.



TAREC²

Kemijski sastav PDB-a

Skupina utjecaja	Proces formiranja	Mjesto formiranja	Vrijeme formiranja
Primarna	Prirodni	Biomasa	Prije i tijekom rasta biljke te nakon sječe
Sekundarna	Antropogeni (tehnogeni)	Tehnologija izgaranja	Tijekom izgaranja
Tercijarna	Prirodni	Postrojenje za transport i deponija pepela	Tijekom transporta i skladištenja pepela

Skupine utjecaja koje doprinose kemijskom sastavu pepela od biomase
Izvor: Vassilev et al. 2013

- iz tercijarne skupine utjecaja vidljivo da pepeo iz biomase **prolazi određene kemijske procese i tijekom njegovog prikupljanja te deponiranja**

25

TAREC²

Kemijski sastav PDB-a

- udio pojedinih kemijskih **spojeva različit ovisno o tehnologiji ložišta**

Na primjer:

- CaO veći za PDB iz ložišta s izgaranjem na rešetki
- SiO₂ veći za PDB iz ložišta s izgaranjem na CFB-u

26

TAREC²

Količina PDB-a koji se generira u energanama na biomasi

- Najveći utjecaj na količinu PDB-a ima **vrsta drvene biomase** koja se koristi, vlažnost i dijelovi drveta (kora, stablo, granje,...)
- Uobičajeno se kod izgaranja **1 t** drvene biomase proizvede se oko 5 MWh energije,
 - ali i **20 – 50 kg pepela s dna peći i letećeg pepela**

	Vrsta biomase		Udio pepela [maseni %]
	Suha piljevina, sitni drveni ostatak	Zračno suha sječka, srednje veliki čip	
Grab	0,28	0,79	
Joha	6,1	0,79	
Topola	1,51	1,81	
Bukva	0,80	6,94	
Breza	4,94	1,85	
Topola-joha-lipa	1,85	0,43	
Hrast	0,43		

Izvor: Raguzin, 2011

27

TAREC²

Količina PDB-a koji se generira u energanama na biomasi

Vrsta pepela	Vrsta biomase		
	Kora (% mase suhe tvari)	Drvena sječka (% mase suhe tvari)	Slama (% mase suhe tvari)
Pepelo s dna peći	65 – 85	60 – 90	80 – 90
Leteći pepeo	10 – 25	10 – 30	2 – 5
Leteći pepeo finije frakcije	2 – 10	2 – 10	5 – 15

Prosječna distribucija mase proizvedenog pepela od biomase u postrojenjima s izgaranjem na ložištima s rešetkom - prema vrstama pepela i vrsti biomase
Izvor: Obernberger, Supancic 2009

28

TAREC²

Količina PDB-a u svijetu

PDB u EU

- 5,6 × 10⁶ tona (2005. godine)
- 15,5 × 10⁶ tona godišnje (do 2020. godine)

Zemlja	Pepelo dobiven spaljivanjem drvenog otpada (× 10 ⁶ t/god)	Pepelo dobiven spaljivanjem drveta kao goriva (× 10 ⁶ t/god)
Kina	1,20 – 2,40	9,50 – 19,10
Brazil	1,10 – 2,20	1,40 – 2,70
SAD	1,04 – 2,10	0,99 – 2,00
Rusija	0,63 – 1,30	1,99 – 4,00
Francuska	0,61 – 1,20	0,28 – 0,57

Procjena proizvedenih količina PDB-a uz pretpostavku korištenja cjelokupnog potencijala drvene biomase u predmetnim zemljama
Izvor: James et al. 2012

Vrsta biomase	Austrija	Danska	Finska	Njemačka	Irska	Nizozemska	Norveška	Švedska
UKUPNO	350	>32	100	422,5	1,41	26	82,83	252,5

Indikativne vrijednosti o količinama PDB-a proizvedenog u odabranim zemljama Europe × 10³ t/god
Izvor: Van Eijk et al. 2012

29

TAREC²

Količina PDB-a u RH - Procjena

Procjena godišnje potrošnje drvene biomase	Procijenjena godišnja količina PDB-a		
	Optimistični scenarij 1 % udjela pepela	Realni scenarij 3 % udjela pepela	Pesimistični scenarij 5 % udjela pepela
400.000 t/god (s obzirom na instaliranu snagu postrojenja od 46,815 MW _e u srpnju 2017.)	4.000 t/god	12.000 t/god	20.000 t/god
900.000 t/god (s obzirom na ukupnu snagu postrojenja s kojima je HROTE sklopio ugovor o otpadu električne energije do veljače 2016. od 85,823 MW _e)	9.000 t/god	27.000 t/god	45.000 t/god
830.000 t/god (ukupni potencijal drvene mase Hrvatskih suma d.d.)	8.300 t/god	24.900 t/god	41.500 t/god
1.530.000 t/god (ukupni potencijal drvene biomase u Hrvatskoj)	15.300 t/god	45.900 t/god	76.500 t/god

30

Katalog otpada **TAREC²**

- Pravilnik o katalogu otpada (NN 90/15),
 - ključni broj 10 definira „Otpad iz termičkih procesa“,
 - 10 01 - otpad iz termoelektrana i ostalih postrojenja u kojima se odvija sagorijevanje (osim 19)
- PDB se može klasificirati kao otpad** pod sljedećim ključnim brojevima
 - s obzirom na kemijski sastav PDB-a,
 - tehnologiju izgaranja (u ložištima s rešetkom ili u fluidiziranom sloju (BFB ili CFB)) te
 - vrstu PDB-a koji se promatra (pepeo s dna peći ili leteći pepeo),

Ključni broj	Opis
10 01 01	Taložni pepeo, šljaka i prašina iz kotla (osim prašine iz kotla navedene pod 10 01 04*)
10 01 03	Lebdeći pepeo od izgaranja treseta i neobrađenog drva.
10 01 14*	Šljaka s rešetki ložišta, šljaka i prašina iz kotla od suspaljivanja, koje sadrže opasne tvari
10 01 15	Pepeo s rešetke ložišta, talog i prašina iz kotla od suspaljivanja, koji nisu navedeni pod 10 01 14*
10 01 24	Pijesak nastao pri transportu krutih materijala pomoću tekućine.

31

Registar onečišćavanja okoliša (ROO) **TAREC²**

- Proizvedene količine pepela prijavljene u ROO
 - Izvor: obrasci PL-PPO 2014, PL-PPO 2015, PL-PPO 2016, ROO 2017, Hrvatska agencija za okoliš i prirodu

Ključni broj	2014	2015	2016
Ukupno	~1300	~1900	~1100
10 01 01	~1250	~1800	~800
10 01 03	~100	~100	~100
10 01 15	~100	~200	~300

32

Potencijalne opasnosti za okoliš i zdravlje ljudi vezani uz PDB **TAREC²**

Element	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	V	Zn
Pepeo s dna peći	0,2-3	0,4-0,7	0-7	>60	15-300	<0,4	2500-5500	40-250	15-60	10-120	15-1000
Leteći pepeo	1-60	6-40	3-200	40-250	~200	0-1	6000-9000	20-100	40-1000	20-30	40-700

Udio teških metala u pepelu s dna peći i letećem pepelu
Izvor: Pitman 2006

- povećan rizik za zdravlje i sigurnost ljudi **tijekom prijevoza i rukovanja letećim pepelom** iz drvene biomase zbog mogućeg **udisanja** sitnih čestica letećeg PDB-a

Potrebno osigurati **strogo kontrolirano**:

- prikupljanje biomase kao goriva za proizvodnju električne i toplinske energije
- odlaganje ili uporabu proizvedenog PDB-a

33

Odlaganje PDB-a **TAREC²**

- Austrija 2007. godine
 - gotovo **50 % (170.000 t)** PDB-a bilo odloženo na odlagališta.
- EU
 - 70 % PDB-a odlaže**,
 - 20 % se nastoji primijeniti kao dodatak tlu u poljoprivredi i
 - 10 % za ostale namjene.
- Trenutna praksa odlaganja PDB-a u Europi uzrokuje financijske i materijalne gubitke** kao i dodatno opterećenje za okoliš
 - Troškovi upravljanja PDB-om su između 200 i 500 EUR/t
 - U Hrvatskoj se PDB zbrinjava po cijeni od cca 350 kn/t (Komunalac d.o.o. Vukovar) na više...
 - otpad s ključnim brojevima 10 01 01 i 10 01 03

34

Zaključak **TAREC²**

- Velike količine PDB-a
- Odlaze se na odlagališta
- Trošak za postrojenja
- Moguće koristiti u poljoprivredi, ali postoje problemi
- Nužan pronalazak načina i metoda za korištenje potencijala PDB-a koji su ekološki prihvatljivi i ekonomski opravdani.**
- Kemijski sastav promjenjiv – potrebna istraživanja za primjenu u graditeljstvu

35

HVALA NA POZORNOSTI! **TAREC²**

email: bmilovanovic@grad.hr
www.grad.hr/tarec

Projekt „Transformacija pepela iz drvene biomase u građevne kompozite s dodatnom vrijednošću - TAREC“ (IP-06-2016) je financiran od strane Hrvatske zaklade za znanost.

36