

# ŠUME U RALJAMA OPASNOG SUSTAVA VRIJEDNOSTI

KVAZI-OBNOVLJIVOST ŠUMSKE BIOMASE U SUBVENCIONIRANIM  
KOGENERACIJSKIM POSTROJENJIMA NA PRIMJERU ELEKTRANE S  
TEHNOLOGIJOM ISPLINJAVANJA DRVNE SJEČKE SNAGE 2MWel

Krešimir Pećar, dipl.ing.stroj.

# GOSPODARENJE HRVATSKOM ŠUMOM - OPUS ZA ODRŽIVU BUDUĆNOST

U RH šumama se gospodari **potrajnim** gospodarenjem što predstavlja gospodarenje na način da nema mogućnosti da šuma nestane, dapače količina drveta se na ovaj način povećava.

Šuma se obnavlja oplodnim sječama što znači da se postupnim otvaranjem sklopa krošnji dovodi svjetlo na plohu, sjeme padne na tlo i isklija. Tek nakon što se ispod stare SASTOJINE (šume) pojavi nova mlada šuma (stručni termin je PONIK) pa zatim POMLADAK koji je spreman biti nova šuma, stara sastojina se sječe, a mlada šuma nastavlja rasti idućih xy godina i tako potrajno u budućnosti.

Prema uvjeravanjima kolega šumarske struke, hrvatsko šumarstvo (šume u državnom vlasništvu – oko 70%) **UVIJEK** i bez iznimke posjeće manje nego li šuma proizvede!

# GOSPODARENJE HRVATSKOM ŠUMOM - OPUS ZA ODRŽIVU BUDUĆNOST

Dodatno, svake godine se propisuje ETAT odnosno maksimalno moguće iskorištenje šumskog drveta za tu godinu bez narušavanja strukturnih i ekoloških čimbenika ekosustava.

Dakle motrište hrvatske šumarske struke da šuma JEST obnovljivi izvor iz jednostavnog razloga što je osnovni princip u šumarstvu da se uvijek siječe MANJE nego što prirašćuje

Stoga, ako se biomasa koristi na neobnovljiv način, *nije uopće predmet rasprave o obnovljivim izvorima energije.*

# AMAZONSKA PRAŠUMA I VELEBIT – ŽRTVE SLIČNE NERAZUMNE EKSPLOATACIJE S POMAKOM FUNKCIJE VREMENA

## JESU LI ŠUME KAO GLOBALNI EKOLOŠKI RESURS DOISTA NEISCRPNE?

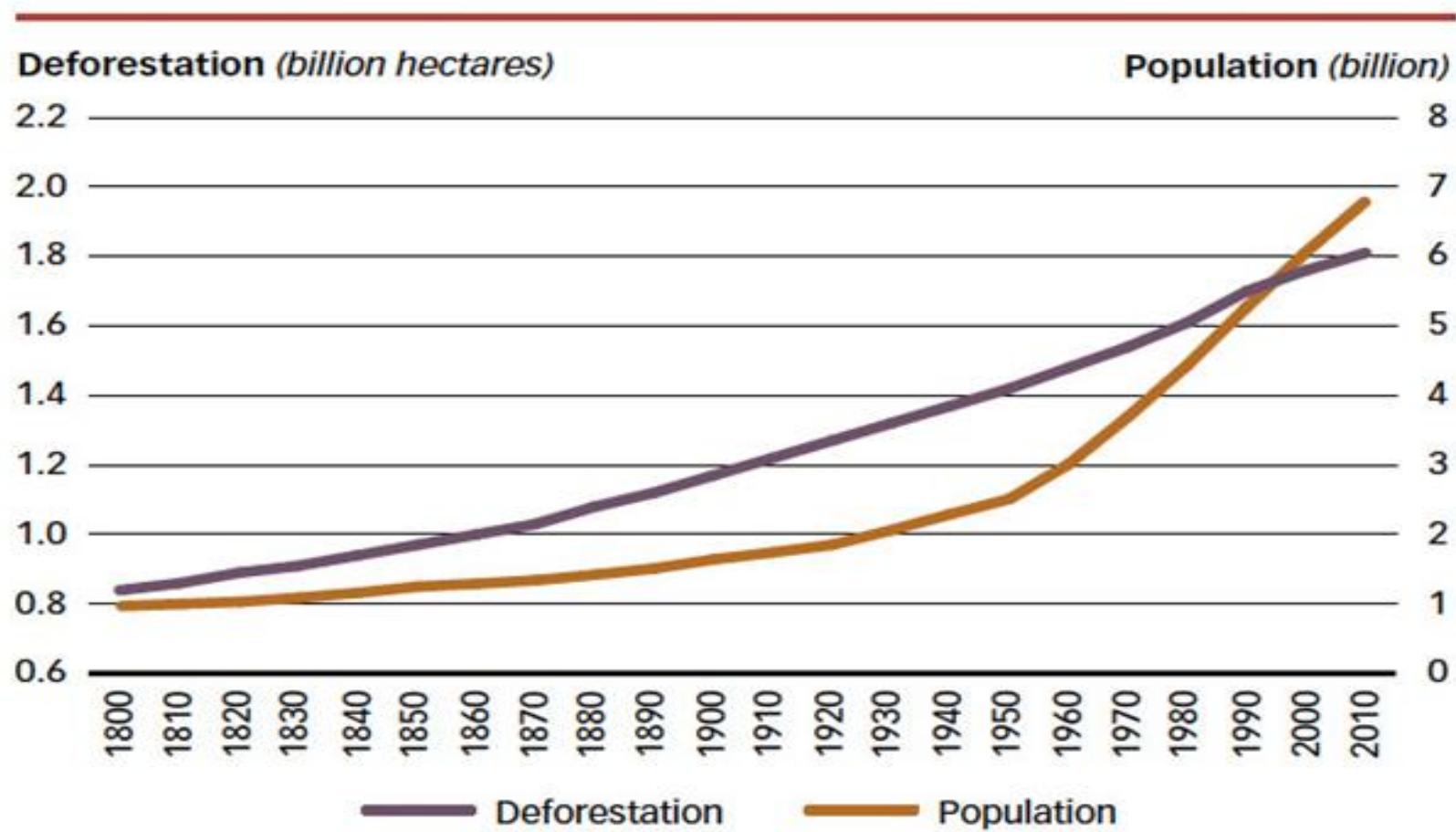
Najpoznatiji svjetski primjer Amazone kao „pluća svijeta“ gdje se u posljednjih 40 godina iscrpilo čak 20% prašume ili ca. 760 000 km<sup>2</sup> (što je više nego površina Francuske ili Ukrajine) šume s **trajnim i nepovratnim ekološkim posljedicama**, ne samo lokalno nego i globalno.

Prosječno krčenje šumskih površina (tzv. „deforestacija“) **na svjetskoj razini** u zadnjih 15 godina iznosi, prema procjenama REDD MONITORINGA, nevjerojatnih **200 000 km<sup>2</sup>/godišnje** što je ca. površina veličine Rumunjske.

U ovom trenutku ca. **50%** nekadašnjih tropskih prašuma nepovratno sasjećeno ili degradirano!!



**Figure 1:** World population and cumulative deforestation, 1800 to 2010



Sources: Williams, 2002; FAO, 2010b; UN, 1999.

# AMAZONSKA PRAŠUMA I VELEBIT – ŽRTVE SLIČNE NERAZUMNE EKSPLOATACIJE S POMAKOM FUNKCIJE VREMENA

## VELEBIT KAO PRIMJER?

...Velebitski podgorski obronci bili su ogoljeni sječom i paljenjem, kako bi se dobilo što više orače zemlje i pašnjaka, već u vrijeme Ilira i po doseljenju Hrvata od VII. stoljeća.

Velika sječa šume bila je u vrijeme Vojne krajine, te osobito nakon drugoga svjetskoga rata i njihovu izloženost propadanju zbog zagađenosti atmosfere industrijskim razvojem...

...S povećanjem broja žitelja trebalo je stjecati nove životne prostore, a to je značilo neobuzdanu sječu ili paljevinu u svrhu stvaranja oranica i pašnjaka. Tako su stvarani i takvi su do danas ostali mnogi planinski proplanci.

...Drugi način prekomjernoga korištenja velebitskih šuma bilo je izvoženje drvne mase u bliže ili dalje predjele. Pritom su najčešći kupci bili žitelji s naših otoka, ali se ogrjevno i građevno drvo izvozilo čak u Mletke

Izvor: ANTE RUKAVINA: Još žive velebitske šume Senj, zb. 17, str. 281-290 (1990)



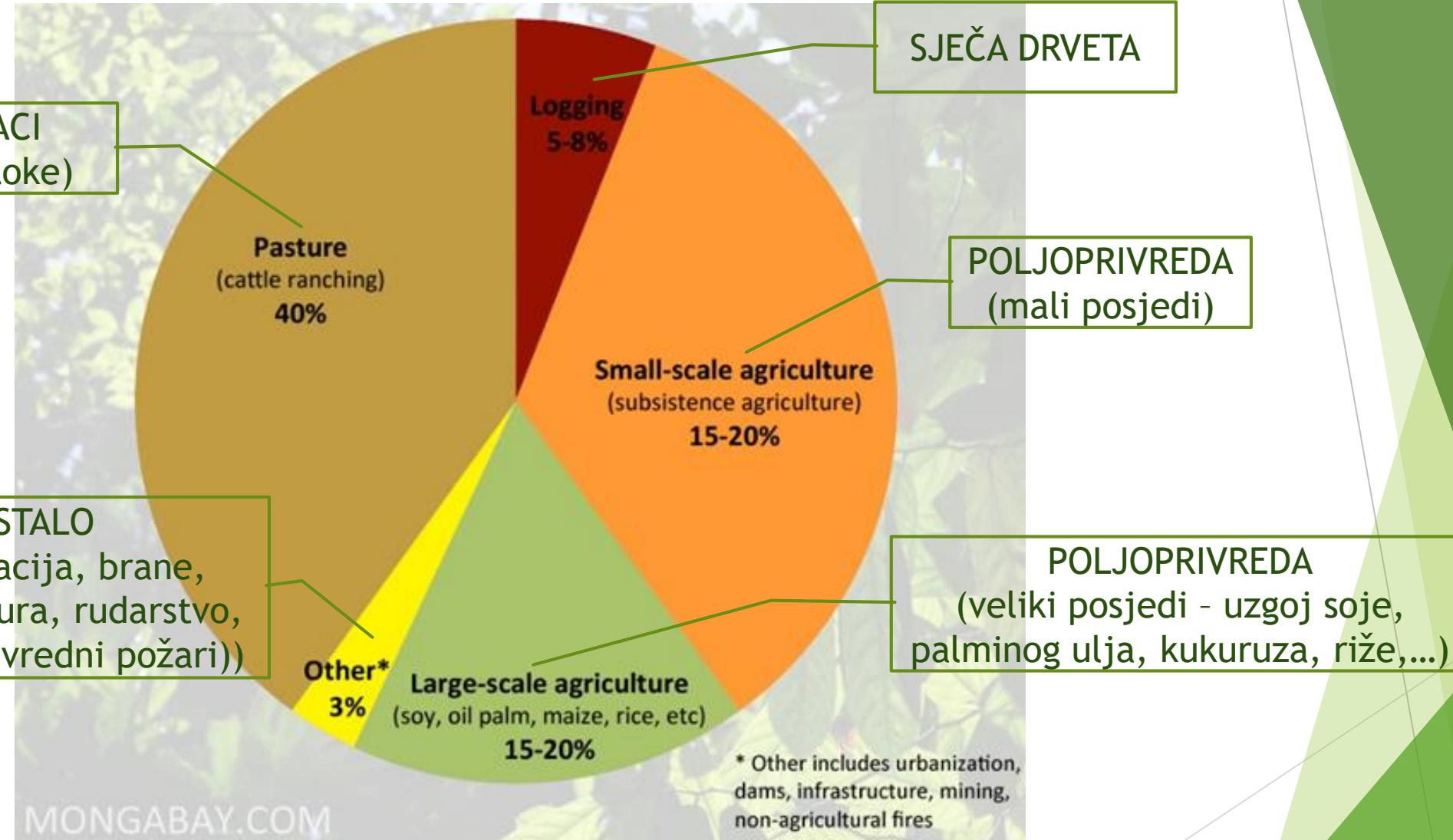
# STATISTIKA KRČENJA ŠUMA I KORELACIJA S GLOBALNIM KONZUMOM DRVETA

Statistički, osnovni uzrok globalnih katastrofalnih smanjenja šumske površine u svijetu načelno nije sama sječa šume za gospodarsku djelatnost već **poljoprivreda i stočarstvo**.

Posjećena količina šumskog drva - negdje prodana i potrošena - postoji **razvijeno globalno tržište** koje je u stanju konzumirati ove enormne količine drveta – posljedica: trajna devastacija globalnog ekološkog okružja.

Realna pretpostavka: da nema ovakve sječe šume zbog ekspanzije poljoprivrede i stočarstva, šuma bi se i dalje sjekla zbog **potrebe globalnog tržišta**, jer su ova dva sustava krčenje šuma i globalna potrošnja vrlo povezana (beskrupuloznost krupnog kapitala s jedne, očaj siromaštva lokalnih zajednica s druge strane).

# UZROCI KRČENJA TROPSKE PRAŠUME, 2000-2005



# KVAZI-OBNOVLJIVOST ŠUMSKE BIOMASE KAO ENERGETSKOG IZVORA S GLEDIŠTA ENERGETIČARA

## ŠUMARSKI „POTRAJNO” ≠ „OBNOVLJIVO” U ENERGETIČARSKOM KONCEPTU

Obnovljivi izvor energije jest onaj i samo onaj izvor energije koji je, **prema ljudskim mjerilima vremena i ljudskim potrebama, NEISCRPAN, KOLIKO GOD GA SE TROŠILO** (valja usporediti: energiju Sunca, vjetra, plime, geotermalnu itd).

Biomasu kao obnovljiv izvor energije smatraju najviša pravna tijela Europske unije, recimo u Direktivi 2009/29/EC, gdje stoji: biomasu čine biorazgradive frakcije proizvoda, šuma i bioloških ostataka poljoprivredne proizvodnje (uključujući biljne i životinjske tvari), šumarstva i povezane industrije, uključujući ribarstvo i akvakulturu, kao i biorazgradive frakcije industrijskog i komunalnog otpada.

# KVAZI-OBNOVLJIVOST ŠUMSKE BIOMASE KAO ENERGETSKOG IZVORA S GLEDIŠTA ENERGETIČARA

1. Potrajno gospodarenje šumom - **NUŽAN ZNATAN ČOVJEKOV ANGAŽMAN** (mora se dodatno ulagati značajna energija goriva, strojna oprema i ljudski resursi da bi energetski izvor trajao)
2. Ako se šuma ne obnavlja čovjekovim utjecajem niti njeguje već samo eksplotira, ona **UZ PREVELIKU EKSPLOATACIJU UMIRE**. S ovime ne samo da nestaje energetski izvor kao takav nego dolazi i do katastrofalnih lokalnih i globalnih ekoloških utjecaja.
3. Gdje se etat propisuje, znači da smo ograničili sječu tj. „potrošnju“ drveta, dakle svjesno **BRINEMO DA SE ŠUMA „NE POTROŠI“**. Stoga nešto o čemu se moramo brinuti da se ne potroši s energetičarskog stajališta nije i ne može biti obnovljivi izvor energije.
4. Posljedično, zbog propisanog etata moraju se propisivati i **KVOTE ZA SUFINANCIRANJE Energetski izvor kojem se ograničava uporaba** da bi bio potrajan - održiv nije u isto vrijeme i obnovljiv.

# KVAZI-OBNOVLJIVOST ŠUMSKE BIOMASE KAO ENERGETSKOG IZVORA S GLEDIŠTA ENERGETIČARA

Stoga šumsku biomasu ne možemo a priori proglašiti obnovljivim izvorom energije s energetičarskog motrišta naprsto jer nije nepotrošiva ljudskim mjerilima gledajući.

U RH je ca. 120 MW kogeneracijskih postrojenja dobilo ugovore s HROTE što je već iznad granica trenutnih mogućnosti hrvatskih šuma, dok je još gotovo pola od toga ostalo „ispod crte“ na čekanju. Ukoliko bi to naraslo na 200 MW, potrebe za drvetom bi znatno nadmašile mogućnosti i šumska biomasa bi odjednom postala vidljivo „neobnovljiva“ jer bi se trošila više nego što bi mogla dati.

# KVAZI-NEUTRALNOST CO<sub>2</sub> KAO EKOLOŠKI PARAVAN

Jedna od upitnih premlisa za uporabu šumske biomase kao obnovljivog izvora energije (što se često namjerno ili zbog nedovoljne informiranosti miješa) jest tzv. pojam **CO<sub>2</sub> NEUTRALNOSTI**.

Ideja tzv. „carbon neutral“ je da je **količina CO<sub>2</sub> oslobođenog prilikom izgaranja** (biomase ili ogrjevnog drva) **jednaka količini koju je to stablo koristilo za proizvodnju drva prilikom rasta**. Međutim dok je stablo uzimalo taj CO<sub>2</sub> kroz desetljeća, vrijeme dekompozicije je izuzetno kratko (tek toliko koliko treba da izgori) pri čemu se kompletan količina CO<sub>2</sub> iz šumske biomase izlučuje u vrlo kratkom vremenu na nekom drugom, usko lokaliziranom mjestu (npr. elektrana na biomasu)

Ukupna (izravna i neizravna) emisija, prema literaturi, iz realne elektrane na biomasu je 63 grama/kWh, iz nuklearne elektrane 27-44 g/kWh, iz hidroelektrana 13,5-55 g/kWh, a iz elektrane na kameni ugljen 920 g/kWh.

## USPOREDBA SPECIFIČNIH EMISIJA CO<sub>2</sub> KOD IZGARANJA

Gorivo	Specifični sadržaj ugljika (kg C / kg goriva)	Specifična energija (kWh / kg goriva)	Specifična emisija CO <sub>2</sub> (kg CO <sub>2</sub> / kWh)
Ugljen (bitumenski/antracit)	0,75	7,5	0,37
Benzin	0,9	12,5	0,27
Light nafte	0,7	11,7	0,26
Diesel	0,86	11,8	0,24
UNP - ukapljeni naftni plin	0,82	12,3	0,24
Prirodni plin, metan	0,75	12	0,23
Sirova nafta			0,26
Kerozin			0,26
Drvo <sup>1)</sup>			0,39
Treset <sup>1)</sup>			0,38
Lignite			0,36

# BILANCA KOLIČINE DRVETA U RH

U šumama Republike Hrvatske kojima gospodari poduzeće Hrvatske šume d.o.o.

- drvna zaliha šuma oko 398 000 000 m<sup>3</sup>,
- godišnji prirast ukupne drvne zalihe je oko 10 500 000 m<sup>3</sup>/god.,
- etat (sječiva drvna masa) na razini ca. 6 000 000 m<sup>3</sup>/god.

Od toga:

- furnirski trupci oko 2 500 000 m<sup>3</sup> (trupci visoke kvalitete koji se prodaju na licitaciji)
- prostorno drvo koje predstavlja drvo za vlastite potrebe oko 2 000 000 m<sup>3</sup>,
- šumski otpad ca. 1 500 000 m<sup>3</sup>.

# DRVNA SJEČKA U KOGENERACIJSKIM POSTROJENJIMA – NESKLAD TEORIJE I ZBILJE iliči čačkalicama se ne može naložiti peć

Zagovornici „obnovljivosti“ šumske biomase će reći da se pojam „**šumska biomasa**“ ne rabi za ogrjevno drvo već samo onaj prije spomenuti dio, tzv. „**šumski otpad**“ (cca. 30% ukupno bruto drvne mase godišnje) koji se inače ostavlja u šumi da trune jer, barem do sada, nije bilo nikakvog komercijalnog načina iskorištavanja iste.

Istina je sljedeća: kogeneracijska postrojenja nadrvnu sječku koriste sječku veličine prosječno 4-10 cm tako da „**otpad**“ s tla nikako ne dolazi u obzir zbog svojih **malih dimenzija, velike vlažnosti i započetih procesa truljenja**.

Šumski otpad čine ostatci od sječe, granjevina, neiskoristivi dio krošnje, kora, stabla malog promjera itd.  $1\ 500\ 000\ m^3/\text{god}$  šumskog otpada podijeljenog na šumsku površinu u vlasništvu državne tvrtke ca.  $21\ 060\ km^2$  čini prosječno  $70\ m^3/\ km^2$  godišnje materijala rasutog po šumi što je jednako traženju igle u plastu sijena.

# DRVNA SJEČKA U KOGENERACIJSKIM POSTROJENJIMA – NESKLAD TEORIJE I ZBILJE iliči čačkalicama se ne može naložiti peć

Čak i da se takav materijal sakupi što je ekonomski neisplativo, figurativno rečeno kao što čačkalicama nije moguće ložiti peć, tako niti šumskim otpadom nije moguće pokretati elektranu.

## JEDINA OPCIJA ZA POGON ENERGETSKOG POSTROJENJA JEST IZIVERANA KLASA PROSTORNOG DRVA ZA VLASTITE POTREBE!

Kogeneracijska postrojenja poticana od države tj. novaca svih „malih“ potrošača koji u cijeni kWh električne energije plaćaju i pristojbu za obnovljive izvore energije, gutaju, jezikom šumarskog nestručnjaka govoreći, „zdrava i dovoljno debela“ stabla koje se zdrobe specijalnim strojevima – mobilnim drobilicama. U njima se pojedinačna stabla samelju za nekoliko minuta. Jedno kogeneracijsko postrojenje električne snage 2 MW guta godišnje ca. **25000 t zdravog sirovog drveta samljevenog u sječku (ne šumskog otpada)**.

# DRVNA SJEČKA U KOGENERACIJSKIM POSTROJENJIMA – NESKLAD TEORIJE I ZBILJE iliči čačkalicama se ne može naložiti peć

U RH je početkom **veljače 2016. godine** (najnoviji podaci) Potpisanih HROTE ugovora za postrojenja na biomasu iznosi 119 MW, te još ca 50 MW postrojenja na čekanju. Dakle, s postrojenjima koja imaju potpisane ugovore, ovisno o primijenjenoj tehnologiji će godišnja bilanca biti sljedeća:

2 500 000 m<sup>3</sup>/god (industrija) + 2 000 000 m<sup>3</sup>/god (ogrjevno drvo – tzv. „prostorno drvo za vlastite potrebe“) + 1 500 000 m<sup>3</sup>/god (šumski otpad) + 1 000 000 do 1 500 000 m<sup>3</sup>/god (de facto sječka iz prostornog drva za vlastite potrebe)=**7 000 000 do 7 500 000 m<sup>3</sup>/god** čime se znatno prelazi etat (6 000 000 m<sup>3</sup>/god).

Ukoliko se kogeneracijska postrojenja neće znatnije osloniti nadrvnu biomasu u vlasništvu privatnika (što bi značilo dodatnu devastaciju privatnih šuma koje su ionako već izgubile bitku s profitom), bez povećanja etata državnih šuma ili kupovine na okolnim tržištima: Bosna, Srbija, Mađarska čini se da ovi projekti neće ići. Ili će to ići nauštrb potrajnosti šume?

# SUSTAV POVLAŠTENIH PROIZVOĐAČA ELEKTRIČNE ENERGIJE ZA POTICANJE TOPLINSKE NEUČINKOVITOSTI

Hrvatska trenutno ima: ca. 44 MW instaliranih fotonapona, 3 MW mHE, 25 MW elektrana na biomasu, 21 MW bioplinskih kogeneracija 384 MW vjetroelektrana, 13 MW kogeneracija i 5.5 MW elektrana na deponijski plin i UPOV, sve u svemu gotovo **500 MW instalirane snage** (podaci za veljaču 2016. godine).

Problematična je priča o poticanju obnovljivih izvora (bilo kojeg) od strane države (bilo koje) jer **nešto što je dobro i isplativo ne treba se poticati** nego će to ljudi prepoznati i koristiti. Nešto što je i s poticajima jedva i dugoročno isplativo netko je izlobirao da se prodaje, još pod krinkom brige za okoliš.

U kogeneracijama: ca. 1/3 proizvedene električne energije i ca. 2/3 toplinske energije (potrebno povratno iskoristiti na razini minimalno 50% da bi se dobili poticaji). Slučajno ili ne, upravo je tih ca. 50% iskoristive energije moguće potrošiti na vlastite potrebe postrojenja - sušenje sječke!

# SUSTAV POVLAŠTENIH PROIZVOĐAČA ELEKTRIČNE ENERGIJE ZA POTICANJE TOPLINSKE NEUČINKOVITOSTI

Oni koji ipak gledaju dugoročni održivi razvoj **grade plastenike, griju naselja i podižu energetsku učinkovitost** postrojenja na razne načine. Nažalost, takvih slučajeva je u praksi realno mizeran broj sa svega **13 MW** instaliranih postrojenja prema onih **170 MW** koje su ugovorene ili na čekanju (stanje veljača 2016. god.).

## NJEMAČKA PRAKSA

prije desetak godina poticana masovna izgradnja kogeneracijskih postrojenja na šumsku biomasu izvanrednim otkupnim cijenama – DANAS **otkupna cijena kWh električne energije iz kogeneracije nadrvnu biomasu** (kao i za proizvodnju električne energije i iz ostalih obnovljivih izvora) **u javni sustav električne opskrbe manji nego cijena kWh kojeg plaćaju kućanstva**

U RH u zadnje dvije godine **iscrpljena kvota** za poticane kogeneracije na biomasu do **2020. godine.**

# SUSTAV POVLAŠTENIH PROIZVOĐAČA ELEKTRIČNE ENERGIJE ZA POTICANJE TOPLINSKE (NE)UČINKOVITOSTI

U Njemačkoj - maloprodajna cijena električne energije u 2016. godini 28,5 centa/kWh):

- - iz elektrana na biomasu snage veće od 500 kW do 5 MW – 10,55 centa/kWh, za snage između 150 i 500 kW – 11,78 centa/kWh, a za one snage manje od 150 kW – 13,66 centa/kWh
- -iz fotonaponskih elektrana snage veće od 10-40 kW–11,97 centa/kWh (do kraja lipnja 2016), za FN-sustave do uključivo 10 kW cijena je 12,31 cent/kWh (opet do kraja lipnja – u Njemačkoj se te cijene uporno snižavaju)
- -iz vjetroelektrana – početna cijena 8,9 centa/kWh (prvih 5 godina pogona), a trajna cijena 4,95 centa/kWh, primjena početne cijene produljuje se što je kraće trajanje godišnjeg iskorištenja instalirane snage promatrane VE od trajanja referentne VE.

# TEHNOLOGIJA ISPLINJAVANJA DRVNE SJEČKE

Među suvremenim komercijalnim tehnologijama za proizvodnju električne energije iz drvne biomase je, na prvom mjestu **postupak isplinjavanja biomase** s korištenjem plina za pogon plinskog agregata.

Kod postrojenja s isplinjačem i plinskim agregatom kruta biomasa se transformira u gorivi ili reaktorski plin koji se koristi za pogon plinskog agregata u proizvodnji električne energije.

Glavne faze procesa isplinjavanja:

- sušenje goriva – drvne sječke, na temperaturi do približno 90 °C,
- piroliza – zagrijavanje goriva bez prisustva kisika do temperature od približno 500 °C,
- oksidacija u reaktoru na temperaturama sloja do 900 °C,
- redukcija pri temperaturi do približno 1200 °C

# BILANCIRANJE ENERGIJE U KOGENERACIJSKOM POSTROJENJU NA DRVNU SJEČKU SNAGE 2MWel

PRIMJER:

Postrojenje sa 16 jedinica pojedinačne snage 125 kWel. Ukupna toplinska snaga termodinamičkog procesa iznosi 460 kW po CHP jedinici. Korisna toplinska snaga dobivena iz CHP procesa iznosi 230 kW po jedinici motora uz 50% toplinske učinkovitosti, dok je električna snaga 125 kW uz učinkovitost 27.2%.

## ***ENERGETSKA BILANCA CHP POSTROJENJA (za pojedinačnu CHP liniju)***

<i>Električna snaga</i>	$P_{el} =$	125	kW
<i>Toplinska snaga (moguća iskoristiva toplinska energija CHP jedinice)</i>	$P_{topl} =$	230	kW
<i>Toplinsko zračenje CHP jedinice</i>	$P_{z,topl} =$	25	kW
<i>Gubici ispušnih plinova</i>	$P_{isp.topl} =$	80	kW
<b><i>Ukupna toplinska snaga CHP jedinice</i></b>	<b><math>P_{CHP,uk} =</math></b>	<b>460</b>	<b>kW</b>

# BILANCIRANJE ENERGIJE U KOGENERACIJSKOM POSTROJENJU NA DRVNU SJEČKU SNAGE 2MWel

## ENERGETSKA UČINKOVITOST CHP POSTROJENJA

Električna korisnost	$\eta_{el} =$	27,2	%
Toplinska korisnost	$\eta_{topl} =$	50,0	%
Toplinsko zračenje CHP jedinice	$\eta_{topl,z} =$	5,4	%
Gubici ispušnih plinova	$\eta_{ispuh} =$	17,4	%
<b>Ukupno</b>	$\eta_{uk} =$	<b>100,0</b>	%

Omjer dobivene toplinske i električne energije u plinskom motoru  $Q_{el/Qt} = 0,54$

Broj CHP jedinica	$n =$	16	
Ukupna električna snaga CHP postrojenja	$P_{el} =$	2000	kW
Ukupna toplinska snaga CHP postrojenja	$P_{topl} =$	3680	kW

Ciljano minimalno iskorištenje iskoristive toplinske energije CHP  
**Minimalna ciljana korisna toplinska snaga**  $Q_{topl,iskor} = 1840 \text{ kW}$  50 %

# BILANCIRANJE ENERGIJE U KOGENERACIJSKOM POSTROJENJU NA DRVNU SJEČKU SNAGE 2MWel

Broj radnih dana na godišnjoj razini

$n = 335$

Ukupna proizvodnja električne energije CHP postrojenja

$$E_{el,god} = 16080 \text{ MWh/god}$$

Ukupna iskoristiva toplinska energija CHP postrojenja

$$E_{topl,god} = 29587 \text{ MWh/god}$$

**Potrebna minimalna iskorištena toplinska energija**

$$E_{topl,iskor,god} = 14794 \text{ MWh/god}$$

Uz električnu snagu  $P_{el}=16 \times 125=2000$  kW, u ovom kogeneracijskom postrojenju može se iskoristiti dodatno ca.  $Q_t= 16 \times 230=3680$  kW iskoristive toplinske snage.

Sukladno važećoj zakonskoj regulativi, potrebno je minimalno 50% iskorištenja otpadne topline iz procesa da bi ostvarila maksimalna poticajna cijena. Za osiguranje učinkovitosti procesa usvaja se dakle 50% iskorištenja otpadne topline za vlastite proizvodne potrebe: sušenje sječke s ulaznih 30-50% na 8-10% vlage. Stoga je potrebno korisno zbrinuti minimalno 1840 kW toplinske snage

# BILANCIRANJE ENERGENTA

Tehnologija odabranog dobavljača tehnologije omogućuje dobavu plina donje ogrjevne vrijednosti

$$H_d = 1.1 \text{ do } 1.2 \text{ kWh/m}^3$$

Maksimalna količina drvnog plina koja će se dobiti iz sječke i koristiti u tehnološkom procesu iznosi:

$$Q_{pl} = 400 \text{ m}^3/\text{h} \text{ za svaku pojedinačnu liniju kogeneracije,}$$

prema podacima dobavljača opreme. Ukupna maksimalna proizvodnja i potrošnja drvnog plina će za cjelokupno postrojenje iznositi

$$Q_{pl, \text{ukupno}} = 16 \times 400 = 6400 \text{ m}^3/\text{h}$$

# BILANCIRANJE ENERGENTA

## POTROŠNJA ENERGENTA

Energent

Primarna energija

Težinska potrošnja drvne sječke

	Drvna sječka	
$Q_{m,sječka, kWe} =$	565	kWh
$Q_{m,sječka, CHP} =$	1	kg <sub>atro</sub> /h*kWeL
$Q_{m,sječka,ukupno,h} =$	125	kg <sub>atro</sub> /h*CHP linija
$Q_{m,sječka,ukupno,god} =$	2000	kg <sub>atro</sub> /h
	16080	t <sub>atro</sub> /god

Vlažnost nabavne sječke

Težina nabavnog drveta, vlažno

Masa vlage

$$W = \boxed{35,50\%}$$
$$Q_{m \text{ vlažno drvo}} = \boxed{24930} \text{ t/god}$$
$$M_W = \boxed{8850} \text{ t/god}$$

Volumenska potrošnja drvne sječke

$$Q_{v,sječka, CHP} = \boxed{0,7} \text{ m}^3/\text{h}*CHP \text{ linija}$$
$$Q_{v,sječka, ukupno, h} = \boxed{11,2} \text{ m}^3/\text{h}$$
$$Q_{v,sječka, ukupno, god} = \boxed{90048} \text{ m}^3/\text{god}$$

# BILANCIRANJE ENERGENTA

## PRORAČUN KOLIČINE PROIZVEDENOG DRVNOG PLINA

Donja ogrjevna vrijednost drvnog plina

$$H_d = 1,15 \text{ kWh/m}^3$$

Količina proizvedenog drvnog plina

$$Q_{v,linija} = 400 \text{ m}^3/\text{h} * \text{CHPlinija}$$

Snaga proizvedenog drvnog plina

$$E_p = 460 \text{ kW/CHP linija}$$

Ukupna količina proizvedenog drvnog plina

$$Q_{v,ukupno} = 6400 \text{ m}^3/\text{h}$$

Ukupna snaga proizvedenog drvnog plina

$$E_{pl,uk} = 7360 \text{ kW}$$

Iz gornje tablice je vidljivo je da stupanj djelovanja postrojenja, uz 50% iskorištenje otpadne iskoristive topline, na razini svega  $\eta=0,42$  u odnosu na ukupnu unesenu primarnu energiju, a i ovo je realno vrlo upitno s obzirom na činjenicu da je sva tzv. „iskorištena“ toplinska energija zapravo potrošena na vlastitom postrojenju za sušenje sječke te je zapravo izgubljena za bilo kakav dodatni razumni i shvatljivi, uporabljivi tehnički proces koji bi se ovdje trebao uspostaviti (npr. plastenici – proizvodnja povrća, grijanje dijelova naselja i sl.).

# PRORAČUN KOLIČINE ISPUŠNIH PLINOVA I PRISILNA VENTILACIJA

## ZRAK ZA RAD PLINSKIH MOTORA

	Plinski Otto motor	
Tip motora		
Broj cilindara	$n_{cil} =$	12
Promjer cilindra	$d_{cil} =$	128 mm
Hod klipa	$L =$	142 mm
Brzina okretanja	$n_{okr} =$	1500 o/min
Usisani zrak jednog motora	$Q_{vz, 1CHP} =$	1973 m <sup>3</sup> /h
Ispušni plin svih motora	$Q_{vz, svi CHP} =$	31575 m <sup>3</sup> /h
Potrebna količina zraka za normalni rad jednog motora	$Q_{vz, rad 1motor} =$	5650 m <sup>3</sup> /h
Ukupna potrebna količina zraka za normalni rad svih motora	$Q_{vz, rad svi motori} =$	90400 m <sup>3</sup> /h

# PRORAČUN KOLIČINE ISPUŠNIH PLINOVA I PRISILNA VENTILACIJA

Šume jesu u raljama pogrešnog sustava vrijednosti jer države obilno financiraju kvazi-obnovljivi izvor energije – šumsku biomasu – prostorno drvo za vlastite potrebe koji par excellance **zagađuje mikrolokaciju** na kojoj izgara. Vizualno rečeno, količina ispušnih plinova iz ovog postrojenja je kvadar tlocrtnih dimenzija 100 x 100 m, visine 3.2 m novih ispušnih plinova oko elektrane svakih sat vremena. Ili će netko reći da ca. **32000 m<sup>3</sup>/h** ispušnih plinova plinskih motora kao iz desetak kamiona koji nekome turiraju pod prozorom 365 dana u godini iz kogeneracijskog postrojenja 2 MWel nije znak za uzbunu lokalnom stanovništvu? Čudimo li se prosvjedima lokalnog stanovništva?

# ENERGETIKA NE OPRAŠTA MEGALOMANIJU

Za slabo upućene investitore koji se usprkos nepoznavanju teme ipak upute na nesigurnu plovidbu uzburkanim morem ozbiljnije proizvodnje energije, investicija često na kraju postane gorka pilula. Naime od silnih planova, kredita i vrtoglave investicije posve previde jednostavnu činjenicu da je **postrojenje za proizvodnju energije ujedno i - veliki potrošač energije**. U skladu s gornjim proračunima ventilacije, ovakvo postrojenje od 2 MWel npr. samo za prisilnu ventilaciju treba:

8 ventilatora za dobavu zraka, svaki ca. 9 kW = 72 kW

4 visokotlačna ventilatora u izmjenjivačima topline, svaki ca. 60 kW=240 kW

Ukupno, **samo ventilacija ca. 310 kWel!**

Nadalje tu su 16 blokova recirkulacije rashladnog medija, zatim sustavi za pripremu, skladištenje i transport sječke, sustavi automatike, rasvjeta, itd..., sveukupno ca. **400 kWel**. Kada se u kalkulaciju povrata kredita za financiranje uvrsti ovih **20% i više vlastite potrošnje**, plan investicije brzo se ruši te se isplativost postrojenja i s dobrom otkupnom cijenom povlaštenog proizvođača sve više pomiče prema 2. desetljeću rada postrojenja.

# PITANJA UMJESTO ZAKLJUČKA

Hrvatski građani u ovom trenutku solidarno podmiruju poticaje za ca. 500 MWel instalirane snage raznih obnovljivih izvora u pogonu (sunce/vjetar/mHE/deponijski plin/biomasa...). Još je gotovo 100 MW kogeneracija na biomasu potpisanih ugovora u raznim fazama projekta, a 50 MW je u čekanju na ugovaranje, ali trenutno nema raspoloživih kvota.

Umjesto zaključka nameću se mnoga pitanja bez odgovora:

- Kome je u interesu poticati obnovljive izvore energije koji nisu isplativi?
- Tko bi ih inače ugrađivao da nisu u sustavu poticaja?
- Koliko su uopće isplativi obnovljivi izvori kao takvi i kolika im je realna ekološka vrijednost kad se uzmu u obzir negativni učinci kod proizvodnje/transporta/montaže i konačnog zbrinjavanja nakon radnog vijeka?
- U čemu je smisao poticati izgradnju ekonomski (ponekad i ekološki) neodrživih postrojenja samo da bi se mogli „dičiti“ instaliranim snagama i postotcima u ukupnoj energetskoj bilanci države?
- U čemu je smisao da se neko tržište razvija 3-4 godine (kao npr. fotovoltaici), a nakon toga slijedi pad kompletne industrije koja se tek počela razvijati?

# PITANJA UMJESTO ZAKLJUČKA

S tog motrišta gotovo se čini sretnom okolnost da je ograničena mogućnost države za poticanje raznih ekonomski neisplativih, energetski sumnjivih i ekološki upitnih projekata.