

## TOPLINSKO ISKORIŠTAVANJE DRVNE BIOMASE

Suočeni sa skorim nedostatkom nafte i naftnih derivata te sviješću da fosilna goriva sve više zagađuje okoliš, znanstvenici u svijetu trude se pronaći nova goriva, a posebno nastoje proizvesti goriva iz onoga što je zapravo otpad. Prof. dr. sc. Viktor Grilc i mr. sc. Muharem Husić s Kemijskog instituta u Ljubljani svojim su kolegama na nedavnom međunarodnom simpoziju o gospodarenju otpadom, održanom krajem 2010. u Zagrebu, predstavili spoznaje i iskustva stečena u Sloveniji istraživanjem iskorištavanja drvene biomase. U posebnom su nam razgovoru predstavili sve probleme koji se kod naših susjeda javljaju pri toplinskoj uporabi i iskorištavanju drvene biomase i drvnih otpadaka.

Jedan dio problema proizlazi iz sadržaja onečišćenih tvari u drvnj biomasi odnosno u otpadnom drvetu koje mogu oštetiti kotao ili zagaditi životni okoliš. Granične se vrijednosti, propisane u posebnoj odgovarajućoj uredbi, odnose na sadržaj kiselih

### USE OF BIOMASS FOR GENERATION OF THERMAL ENERGY

In our regions, the wood and its remains have always been used for heating and as a source of thermal energy. The example from Slovenia shows that incineration of wood residues is not devoid of environmentally undesirable effects, namely because the wood residues from industrial production can be saturated with acid components and heavy metals. In fact, the chlorine content can be quite high even in natural wood. The problem is further aggravated by the disposal of ashes that do not need to be polluted, but are always very alkaline, and characterized by a critical content of substances that are soluble in water. As in recent times the wood is increasingly being used as fuel, it would be quite appropriate to consider other less harmful methods for incineration without oxygen, namely pyrolysis, gasification, plasma, and liquefaction. In addition, with a little processing, the ash could well be used for fertilization of soil. A part of the article is also consecrated to legal provisions on the content of individual harmful elements in residual materials, and it is stated that such provisions are often unrealistic and unenforceable.

komponentata (klor, fluor, sumpor i bor) i na teške metale (arsen, bakar, kadmij i živa). U Sloveniji je najveći ustanovljeni ograničavajući čimbenik sadržaj klora koji je u prirodnoj drvnj biomasi dopušten u koncentraciji do 100 mg/kg, a za oplemenjeni drvni otpad do 350 mg/kg.

U većini slučajeva otpadno drvo sadrži znatno veću količinu klora od propisane vrijednosti, a u nekim slučajevima i teških metala. Stoga je uporaba otpadne drvene biomase kao alternativnog goriva, čak i prirodne, vrlo upitna. Sadržaj klora dijelom dolazi iz okoliša, a dijelom iz kasnijeg onečišćenja, posebno u otpadnom drvu od impregnacijskih i oplemenjujućih sredstava.

Drugi se dio problema odnosi na odstranjivanje drvenog pepela. Svježi pepeo iz otpadne drvene biomase uglavnom nije onečišćen, ali je uvijek vrlo alkalni i stoga nije izravno prihvatljiv za uporabu u poljoprivredi. Osim toga je pri odlaganju na odlagališta otpada sadržaj vodonikovih tvari u pepelu često vrlo kritičan. Usto pepeo iz otpadnog drveta može biti onečišćen i teškim metalima, otrovnost kojih je također znatan problem.

Biomasa je glavni proizvod bioloških procesa u biosferi, od čega jedan



Jedna kultivirana šuma u Sloveniji

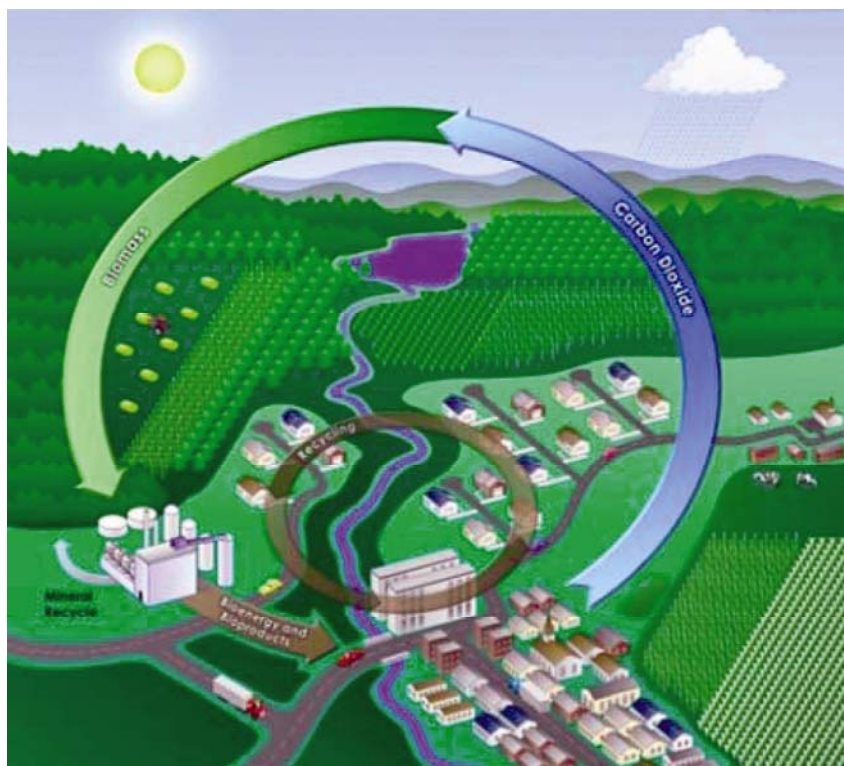
dio ima vrlo kratak životni vijek (jednostanični organizmi), a drugi vrlo dug (primjerice drvo). Za Sloveniju je najznačajnija drvena biomasa koja šumama pokriva gotovo 60 posto njezine površine, a godišnji je rast drvene biomase 3,6 Mt (megatona). Dio se prirasta gospodarski iskorištava kao sirovina u drvenoj industriji, građevinarstvu te za grijanje u komunalnim toplinskim postrojenjima i u kućanstvima. Drvo je tradicionalno gorivo stanovništva u slovenskoj

Zbog tehnološkog razvoja sustava grijanja s drvnom biomasaom (suvremeni kotlovi) i oslanjanja na velike energetske sustave (termoelektrana Šoštanj u Trbovlju, Termoelektrana toplana u Ljubljani) te potreba nekih sektora drvene industrije (posebno u proizvodnji vlakana i iverice) i povećanoga izvoza, drveni su ostaci sve značajnija sirovina, a pouzdano se može reći da će u budućnosti još više dobiti na važnosti. Na temelju toga može se procijeniti da u Sloveniji

koji se sastoji od odumrlih bakterija i gljivica iz procesa čišćenja. Toplinska iskoristivost takvog otpada postaje također u posljednje vrijeme vrlo zanimljiva, posebno otkad je zabranjeno odlaganje suvišnoga mulja na odlagališta. Ipak uza sve tehnološke iskorake ima još mnogo dvojbi, posebno u tome kako proizvoditi, a ne ugrožavati okoliš, što se ponekad čini nerješivim problemom.

Metode toplinskog iskorištavanja su konvencionalno izgaranje sa zrakom u odgovarajućim postrojenjima za spaljivanje krutih goriva. Posljednjih se godina pojavljuju i energetske isplativije te za okoliš pogodniji procesi bez zraka (piroliza, uplinjavanje, plazma i ukapljivanje). Mnogi od tih postupaka u svijetu još nisu u širokoj uporabi, unatoč mnogim raspoloživim kapacitetima. U Sloveniji ih još nema zbog relativno visoke cijene.

Kod konvencionalnog paljenja u pećima s rešetkama (rjeđe u fluidnom sloju) spaljuje se drveni otpad iz drvene i drugih industrija. U Sloveniji se na godinu prijavljuje nastanak 435.260 tona drvnih otpadaka raznih vrsta te 178 tona drvnog pepela. Ipak pitanje je koliko su te brojke točne jer se spaljivanje drvnog otpada često ne prepoznaje kao djelatnost na koju treba obraćati posebnu pozornost. Slično je s nastajanjem i postupanjem s drvnim pepelom koji se također uvijek ne prepoznaje kao otpad koji valja prijavljivati i propisno odstraniti. To se počelo uređivati tek posljednjih godina nakon usvajanja odgovarajućih propisa i inspekcijskih nadzora koji se uglavnom ograničavaju na velike proizvođače otpada. Stvarne su brojke sasvim sigurno znatno veće, a postupanje je s takvim otpadom često izvan zakonskih zahtjeva. Izvođači koji spaljuju drveni otpad (ne mareći za onečišćenje) u velikim postrojenjima s toplinskom snagom iznad 1 MW, moraju za svoje djelovanje dobiti ekološku dozvolu. Dobivanje dozvole uključuje uspostav-



Shema kružnog toka nastajanja biomase u prirodi

provinciji, a uočeno je da se ponovno počinje sve više upotrebljavati. Približno je 10 posto nacionalne potrošnje toplinske energije pokriveno izgaranjem drva, uključujući i ono iz otpada.

Masovno iskorištavanje drva uzrokuje nastajanje velikih količina otpadaka, a toplinska obrada stvara znatne količine otpadnog pepela. Otpadno drvo nastaje ponajprije u drveno-prerađivačkoj industriji, građevinarstvu, trgovini (ambalaža), prometu i komunalnom sektoru.

nastane između 650 do 850 tisuća tona drvnog otpada na godinu, a od toga više od polovice nastane u proizvodnji rezanog drva. Ta sirovina ima široku primjenu iako ovisi o strukturi i onečišćenju otpadaka. Najviše se drvnih otpadaka u Europskoj Uniji upotrebljava u energetske svrhe te za izradu panela iz zdrobljenog drva.

Valja istaknuti da je energetske zanimljiv oblik otpadne biomase i suvišan mulj bioloških tretmana komunalnih i sličnih otpadnih voda



ljanje nadzora nad sustavom i kvalitetom spaljivanja koje treba biti stalno i cjelovito.

Uporabu sekundarnih goriva (dobivenih iz otpada) u Sloveniji uređuje niz propisa, a obično se odnosi na agregatno stanje goriva. Kvaliteta alternativnih krutih goriva propisana je Uredbom o preradi opasnog otpada u kruta goriva, a spaljivanje Uredbom o spaljivanju otpada. Pritom je granična vrijednost klora u drvu određena vrlo nisko i nestvarno. Druge veličine nisu kritične, a neke su ocijenjene i kao nepotrebne, poput bora i fluora. To pri ekološkom vrednovanju sličnosti prirodnoga i otpadnog drva za spaljivanje uzrokuje velike probleme. U Sloveniji je vrlo teško pronaći uzorke prirodnog drva koji bi zadovoljili graničnu vrijednost. Uzrok je povećanju klora, drže naši sugovornici, u prirodnim izvorima (emisije aerosola morske soli iz Jadranskog mora u šume unutrašnjosti), u prometu (posebno pri transportu drva iz šuma tijekom zime) i u tehnološkoj obradi jer se, primjerice, pri izradi iverice upotrebljava amonijev klorid. Valja svakako reći da pretjerano niske granične vrijednosti stvaraju pritisak na vlasnike drvnog otpada koji bi ga željeli spaljivati u vlastitim kotlovnica i toplinu iskoristiti u tehnološkim procesima.

U napore za promjenu zakonodavnih odredbi uključio se i Tehnički odbor za tvrda goriva pri Slovenskom uredu za standardizaciju, koji je uputio više prijedloga Ministarstvu za okolje i prostor. Prema tvrdnjama odgovornih ta bi uredba trebala uskoro biti revidirana i sve će utemeljene primjedbe biti prihvaćene.

Ima međutim problema i s drugim загаđivačima, a posebno s pesticidnim teškim metalima (arsenom, bakrom, kromom, živom i kositrom), pigmentnim teškim metalima (bakrom, kadmijem, olovom, cinkom i titanom), organoklornim pesticidima

(heksaklor benzen, pentaklor fenol i poliklorirani bifenil), impregnacijskim sredstvima (policiklični aromatski ugljikovodici koji služe za željezničke pragove te impregnirane kolce i šipke).

Rečeno je već da je drvni pepeo uglavnom bezopasan otpad osim kad nastaje spaljivanjem jako onečišćenog drva (teški metali, posebno bakar i krom, organoklorni pesticidi i policiklični aromatski ugljikovodici). Uredba o odlaganju otpada na

Nastali su karbonati mnogo manje topivi i manje su alkalni od oksida pa pepeo postaje primjeren za odlaganje. Prirodni je proces karbonatizacije oksida u pepelu zbog male vrijednosti ugljičnog dioksida u zraku spor i slabo učinkovit, zato se poboljšava uvođenjem ugljičnog dioksida iz drugih izvora (najčešće dimnim plinovima od izgaranja).

Gospodarenje otpadom potiče različite načine obrade drvnog otpada, i pepela kao njegova ostatka nakon



Tipičan otpad iz obrade drva

odlagališta određuje kriterije po kojima se mogu odlagati različiti otpadi. U suprotnosti s drvnim otpadom, koji se ne smije odlagati zbog biorazgradivosti i zapaljivosti, čest je ograničavajući čimbenik za odlaganje drvnog pepela na odlagališta neopasnog otpada njegov sadržaj vodotopivih tvari (granična vrijednost 60 g/kg), sadržaj nespaljenog ugljika, sadržaj topivoga organskog ugljika i alkalnost (granična vrijednost 13). Prevelika topljivost i alkalnost pepela može se smanjiti ostavljanjem pepela na zraku, pri čemu se ugljični dioksid iz zraka vezuje s oksidima alkalnih i zemljoalkalnih metala u pepelu (kalij, kalcij i mangan).

toplinske obrade, iako pritom postavlja vrlo stroge kriterije koje su često potpuno neprimjerene postojećim uvjetima. Zanimljivo je da je spontana karbonizacija brža (u tri do četiri tjedna) od nametnute (dva mjeseca) iako je tu količina vezanoga plina dvaput veća. Prirodna karbonizacija (u kontaktu tankog sloja pepela sa zrakom) završi za mjesec dana, a pritom težina pepela naraste između 4 i 13 posto, ovisno o podrijetlu. Forsirana karbonizacija (s čistim ugljičnim dioksidom zasićenim vlagom) traje dva mjeseca, a masa se pepela poveća do 28 posto iako je razlika u aktivnosti uzoraka manja nego pri spontanoj stabilizaciji. Prirast mase

pri forsiranoj karbonizaciji pretežno je uzrokovana vezivanjem ugljičnog dioksida i vode (vlažan plin). Često drveni pepeo prekoračuje sadržaj do 3 posto ukupnoga organskog ugljika. U tom slučaju o odlaganju, uz pH vrijednost, odlučuje sadržaj otopljenoga organskog ugljika. Ako mu je vrijednost dovoljno niska (ispod 80 mg/l), tada se pepeo može odlagati na odlagalište.



Suvremena sječa šume u Sloveniji

Valja dodati da drveni pepeo može biti zanimljiva alternativna mineralna sirovina za raznovrsne namjene, prije svega za gnojenje i kondicioniranje (kalcij i mangan) kiselih zemljišta. To područje uređuju Uredba o obogaćivanju tla nanošenjem otpadaka i Uredba o graničnim vrijednostima unosa bezopasnih tvari gnojiva u tlo. Prva ne govori o unosu otpadaka već zemljanih iskopa, zapravo "umjetno pripremljenom zemljištu" koje je namijenjeno rekultiviranju tla, nasipanju zemljišta i zatrpavanju iskopa. Stoga je potrebno pepeo uključiti u zemljani iskop ili neki drugi primjeren otpad, poput komposta iz biorazgradivoga dijela komunalnih otpada, kompost iz blata ili stabilizirani digestat iz bioplinske naprave, u drugi mineralno-organski procesni otpad (papirni mulj).

Granični su parametri za unos umjetno pripremljene zemlje u tlo određeni teškim metalima (arsenom, kadmijem, kromom, bakrom, živom,

niklom, olovom i cinkom), određenim organskim zagađivačima (svi ugljikovodici, policiklički aromatski ugljikovodici, poliklorirani bifenili, adsorbilni organski halogeni, aromatski ugljikovodici) i nekim grupnim parametrima (pH, eklektična provodljivost i ukupni organski ugljik). Ako su svi sastojci umjetno pripremljene zemlje dobiveni iz dovoljno neočišćenih sastojaka, postoje stvarni izgledi

da će udovolji tim razmjerno strogim kriterijima.

Naši sugovornici zaključuju da je toplinska uporaba drvnih otpadaka koji se dalje ne mogu prerađivati u drvene proizvode dobar način postupanja. Međutim vlasnici tih otpadaka sreću se s nerealnim graničnim vrijednostima za sadržaj klora, a to prethodnim i tehnološkim postupcima nije moguće ostvariti. Povrh toga, propisano je praćenje nekih posve nepotrebnih veličina (poput bora i fluora) pa je stoga i predložena promjena propisa. Drveni pepeo koji nastaje u kotlovnicaama na otpadnu drvenu biomasu i druge drvene otpatke jest težak procesni otpad čije odlaganje uglavnom nije moguće. Jednostavnim procesima spontane ili forsirane karbonizacije lako ga je dovesti u oblik pogodan za odlaganje. Zbog zanimljive mineralne strukture još je primjernija metoda reciklaže pepela na poljoprivrednim ili šumskim površinama, bilo da je riječ o stabiliziranoj pepelu ili pomiješanim s kompostom, blatom bioloških uređaja za čišćenje ili kakvim drugim mineralno-organskim otpadom.

Toliko o iskustvima iz Slovenije. Dobro je podsjetiti da u Hrvatskoj šume prekrivaju 47 posto teritorija, odnosno 26.083 km<sup>2</sup>. Šume kao dobro od interesa za Republiku Hrvatsku imaju posebnu zaštitu, a s obzirom na to da je 78 posto šumskog zemljišta i šuma u državnom vlasništvu, država se brine o njihovoj biološkoj obnovi.

Trenutačno u Hrvatskoj postoje dvije toplane na šumsku biomasu, i to u Ogulinu (1995.) i Gospiću (2002.) Proteklih nekoliko godina, uz potporu Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost, u drvnjoj je industriji počela zamjena kotlova na fosilna goriva s kotlovima na biomasu. Ozbiljniji početak iskorištavanja biomase u Hrvatskoj kao energenta trenutačno je vezan uz drvnju industriju, što je i logično kada se uzme u obzir da se koriste vlastitim nusproizvodom i tako povećavaju rentabilnost. Možda je ipak bolje grijanje uz pomoć biomase, nego suočavanje s podacima koji govore da je prošle godine u Hrvatskoj u 140 požara izgorjelo gotovo 2200 hektara šuma i šumskog zemljišta. Prosječna 80 godina stara bukva visine 25 m posjeduje 12 tona suhe drvene mase. U njoj je vezano oko 6 tona ugljika i 22 tona ugljičnog dioksida, a to po energetske vrijednosti odgovara otprilike 6000 litara ulja za loženje. Ujedno živa bukva proizvede dovoljno kisika za čak 10 osoba.

Kako postići sklad i ustanoviti je li bolje da bukva ostane tamo gdje jest ili je uporabiti za stvaranje biomase. Istina, to je ipak samo metaforička primjedba jer se zna da se bukvu sječe u zreloj dobi kada više ne stvara dovoljno kisika i kad na njezino mjesto treba posaditi novo drvo. Ipak na tom su području potrebna vrlo temeljita istraživanja.

Jadranka Samokovlija Dragičević  
Snimci: arhiva sugovornika i L. Dragičević

## ZAPOČELA IZRADA OPERATIVNOG PROGRAMA OKOLIŠ I ENERGETIKA

Započela je izrada Operativnog programa radnog naziva *Okoliš i energetika* (OPOE) za 2013. godinu. Radi se o programsko-planskom dokumentu kojim se predviđaju načini i uvjeti iskorištavanja fondova Europske Unije i to *Kohezijskog fonda* (KF) i *Europskog fonda za regionalni razvoj* (EFRR), radi provedbe kohezijske politike u sektoru zaštite okoliša u Republici Hrvatskoj za 2013. godinu.

Stupanjem u članstvo Europske Unije Hrvatskoj se otvara mogućnost iskorištavanja strukturnih fondova i Kohezijskog fonda namijenjenih postizanju ujednačenog razvoja svih država, odnosno regija Europske Unije te financiranju provedbe aktivnosti koje proizlaze iz zajedničkih europskih politika.

Iskorištavanje sredstava iz fondova Europske Unije provodi se na osnovi strateških ciljeva i prioriteta koji se definiraju putem *Operativnih programa* za pojedine sektore te pojedinačnih projekata koji proizlaze iz određenog prioriteta.

Opći je strateški cilj operativnog programa *Okoliš i energetika* unaprijediti okolišnu i energetska infrastrukturu za održivi razvoj i unapri-

jediti okoliš na način da pridonese razvoju infrastrukture za gospodarenje otpadom (izgradnja centara za gospodarenje otpadom, sanacija lokacija onečišćenih otpadom, sanacija i zatvaranje neodgovarajućih odlagališta otpada), infrastrukture u vodnom sektoru (izgradnja novih i/ili dogradnja postojeće vodoopskrbne mreže te sustava za prikupljanje komunalnih otpadnih voda i uređaja za pročišćavanje otpadnih voda), sustava za praćenje kakvoće zraka, unapređenje zaštite prirode i očuvanju biološke raznolikosti te razvoju energetske infrastrukture s naglaskom na održivoj uporabi energije i energetske učinkovitosti.

Za prvo razdoblje iskorištavanja strukturnih fondova i Kohezijskog fonda, uzimajući u obzir obveze iz procesa pridruživanja Europskoj Uniji i visinu ulaganja potrebnih za usklađivanja sa zahtjevima iz zakonodavstva Europske Unije, Republika Hrvatska planira predložiti sektore gospodarenja otpadom i upravljanja vodama kao prioritetne za financiranje, pri čemu će prednost pri financiranju imati projekti s većim stupnjem pripremljenosti. Uz ta dva sektora, koji se financiraju i pretpripravnim programom IPA, dodat

no se predlažu i sektori zaštite prirode, kakvoće zraka i energetike.

Poradi omogućavanja strateškog izbora prvenstva, nadležna tijela Republike Hrvatske tijekom 2009. zatražila su od svih resornih institucija, tijela državne uprave te županijskih, gradskih i općinskih vlasti i komunalnih tvrtki dostavu informacija o potencijalnim projektima zajedno s kratkim opisom projekta te stanjem pripremljenosti. Na temelju dobivenih podataka sastavljena je indikativna lista projekata za operativni program *Okoliš i energetika*. Važno je istaknuti da lista projekata nije konačna, već se, ovisno o strateškom opravdanju, usklađenosti s odabranim prioritetima i stupnju spremnosti, na listu mogu uključiti i dodatni projekti za koje mora postojati pripremljena dokumentacija.

Više pojedinosti o kandidiranju projekata može se doznati od osoba zaduženih za pojedine sektore čiji su kontakt-podaci objavljeni na internetskoj stranici Ministarstva:

[www.mzopu.hr](http://www.mzopu.hr).

T. Vrančić

Izvor: Priopćenje MZOPUG