

Neke mogućnosti industrijske prerade kore i otpadaka

PROIZVODNJA TOPLINSKE ENERGIJE

Sažetak

U članku su prikazane neke mogućnosti dalje prerade kore i otpadaka radi proizvodnje toplinske energije. Analiziran je prosječan sastav i udio pojedinih vrsta otpadaka te međusobno komparirane pojedine karakteristike za nekoliko vrsta krutih i tekućih goriva. Posebno su navedeni zahtjevi koji se postavljaju na postrojenja za izgaranje otpadaka i elementi o kojima treba voditi računa prilikom planiranja izgradnje i projektiranja postrojenja za proizvodnju toplinske energije.

Ključne riječi: izgaranje kore i otpadaka — kalorična vrijednost otpadaka.

SOME POSSIBILITIES OF INDUSTRIAL PROCESSING OF BARK AND WASTE PRODUCTION OF THERMAL ENERGY

Summary

The article deals with some possibilities of a further processing of bark and waste for production of thermal energy. An average contents and portion of the individual waste kinds have been analyzed and the individual properties reciprocally compared for several kinds of solid and liquid fuel. A special stress has been laid upon the requirements set for the equipment in burning waste, as well as on the elements which should be taken care of when planning and designing installation of equipment for production of thermal energy.

Key words: bark and waste burning — calorific value of waste.

1. UVOD

Nakon niza godina relativnog viška energetskih goriva, danas sve više prevladava mišljenje da se s tzv. iscrpivim gorivima u budućnosti mora štedljivije postupiti.

Ovih smo dana svjedoci novog poremećaja u snabdijevanju tržišta tekućim gorivom, što rezultira znatnim povećanjem cijena nafte. U posljednje 23 godine cijena nafte rasla je u prosjeku za 2,36% godišnje, tj. od 1,75 dolara po barelu (195 litara) 1950. g. do 2,70 dolara 1973. g. Već 1974. g. cijena 1 barela porasla je na 9,76 dolara, a od 1. travnja ove godine na 14,54 dolara. Kao posljedica toga porasla je i cijena ulja za loženje ovisno o vrsti od 100—190%. No to izgleda još nije kraj, u budućnosti treba računati s još većim teškoćama u snabdijevanju naftom.

S obzirom na to vrijedi razmišljati i o drugim mogućnostima štednje energetskih goriva, npr. upotrebom otpadaka, pri čemu je naravno pitanje ekonomičnosti osnovna pretpostavka. Uporaba kore i drvnih otpadaka radi proizvodnje toplinske energije predstavlja tek jednu od mogućnosti štednje.

2. STRUKTURA I UDIO KORE I DRVNIH OTPADAKA

Prosječan sastav i udio pojedinih vrsta otpadaka prikazan je na primjeru jedne pilane [5] kako slijedi:

— iskorišćenje	51%
— otpadak	49%
Od toga: kora	10,0%
okorci	8,9%
Otpadak na:	
tračnoj pili	
trupčari	7,5%
tračnoj pili	
paralici	7,5%
krajčanju	8,0%
poprečnom	
prerezivanju	5,0%
gubici kod	
sortiranja	3,0%

Udio kore ovisi u znatnoj mjeri o njezinoj debljini, koja je opet ovisna o vrsti drva, starosti, staništu, klimi itd. [7]. Za postotak kore važnijih evropskih vrsta drva može poslužiti pregled u tablici I.

Mr S. Petrović, dipl. ing., Institut za drvo, Zagreb

Tablica 1

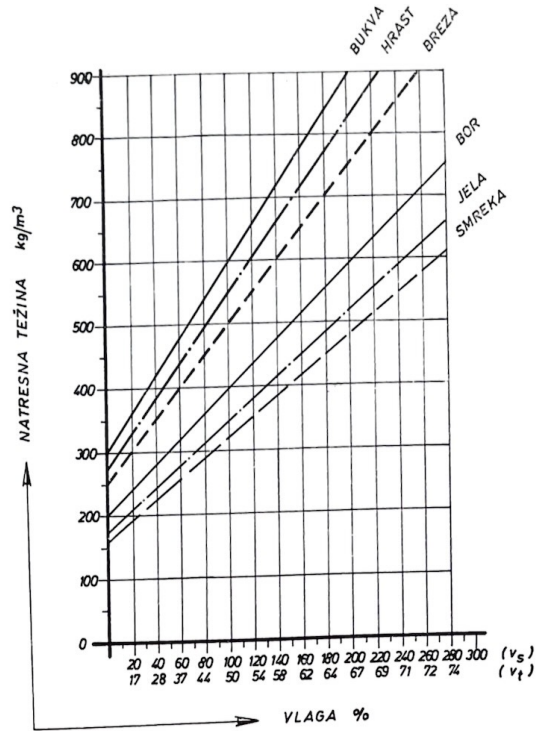
Vrsta drva	Udio kore %		Masa svježeg drva po m ³ i prm.		Volurna masa u suhom stanju
	od - do	prosjeak	kg/m ³	kg/prm	kg/m ³
Breza	8 - 18	13	950	700	610
Bukva	6 - 9	9	1080	800	680
Hrast	8 - 18	13	1030	760	650
Jela	7 - 15	10	780	580	430
Bor	10 - 20	13	880	650	490
Ariš	16 - 22	18	920	690	550
Smreka	8 - 16	11	750	555	410

Natresna težina (kg/m³) kore pojedinih vrsta drva ovisno o sadržaju vlage prikazana je na sl. 1.

Mogućnosti upotrebe kore jesu višestruke, što proizlazi iz njezine vrlo diferencirane anatomske i kemijske građe. Ekstremne varijacije u kemijskim i fizičkim svojstvima kore raznih vrsta drva, pomanjkanje podataka koji se temelje na istraživanjima otežavali su dosad njenu svrsishodniju uporabu. Naime, za proizvodnju visokokvalitetnih proizvoda potrebne su veće količine suhe kore iste vrste drva, što je moguće postići u sistemu centraliziranog okoravanja. U većini slučajeva tom je zahtjevu teško udovoljiti, jer se obično radi o manjim količinama međusobno pomiješanih različitih vrsta drva.

S obzirom na to proizvodnja visokovrijednih proizvoda je za sada prilično otežana, pa se traže rješenja u proizvodnji manje vrijednih proizvoda, ali koji omogućuju kompleksnu upotrebu kore bez obzira na vrstu drva i varijacije fizičkih i kemijskih svojstava.

Jedno od takvih rješenja je upotreba kore kao goriva. Kriteriji za ocjenu njene pogodnosti su anatomska, kemijska i toplinska svojstva, cijena na mjestu upotrebe i troškovi uređaja za izgaranje. Kao gorivo za široku potrošnju mogu se od kore ili mješavine kore i drugih otpadaka proizvoditi drveni briketi [5], no oni nisu predmet ove analize. Osim kore na raspolaganju su često i drveni otpaci koji ne udovoljavaju zahtjevu proizvođača celuloze i papira ili ih pak iz drugih razloga nije moguće preraditi u iverice. Takvi otpaci također predstavljaju potencijalni izvor energije koji treba na svrsishodan način iskoristiti. Nažalost, svjedoci smo i danas (npr. Vjesnik od 26. V 1979. — Tjedni dodatak »Sedam dana«) jednostavnog spaljivanja kore i otpadaka na otvorenim deponijama, čime se zagađuje čovjekova okolina i gubi potencijalna toplinska energija. Kontrolirano izgaranje kore i drvnih otpadaka može; naprotiv, kako je to već uvedno istaknuto, pridonijeti da se energetska kriza, koja se već pomalo osjeća, u stanovitoj mjeri ublaži.



Slika 1. Natresna težina različitih vrsta kore u ovisnosti o sadržaju vode (v_s — standardni sadržaj vode, v_t — tehnički sadržaj vode)

3. IZGARANJE KORE I OTPADAKA

Smatra se npr. [3] da se 1 kg ulja za loženje može nadomjestiti s 2,2—5,5 kg drvnih otpadaka, 3,0—5,0 kg kore, 3,5—4,0 kg starog papira i kartona, 2,5—4,0 kg slame.

U II tablici prikazane su za uobičajena goriva prosječne potrebne količine goriva u kg za proizvodnju 1 Gcal topline, potrebni prostor za uskladištenje i međusobni odnosi. Za određeni kapacitet zahtijevaju prosušeni drveni otpaci u obliku sječke otprilike osam puta veći prostor za transport i uskladištenje u odnosu npr. na ulje za loženje, što se kod ocjene transportnih troškova mora osobito uzeti u obzir. Prema tome drveni otpaci ne podnose daleke transportne puteve. J. Carruthers smatra da se transport u krugu od 50 km od mjesta izgaranja može smatrati još podnošljivim. S obzirom na to potrebno je uređaje za izgaranje locirati centralno. Osim toga lokaciju treba izabrati tamo gdje pored većih količina drvnih otpadaka i kore postoje veći potrošači toplinske i električne energije. Da bi se ogrjevna vrijednost kore povećala, bilo bi svrsishodno da se od djelomično

uobičajenog okoravanja u mokrom prijeđe na okoravanje u suhom stanju, što su neke evopske tvornice već provele.

Za izgaranje radi proizvodnje toplinske energije može se upotrijebiti: tanko drvo od proređa u šumi, granje, kora, korijenje, otpaci od čišćenja na stovarištima, staro građevno drvo, otpaci iz drvnoindustrijske prerade, stari papir, slama i dr.

Loženje otpacima koji se dobiju u vlastitom pogonu [2, 4, 7, 10] ne predstavlja neki naročiti problem, ako se proizvedena toplinska energija na bilo koji način može dalje iskoristiti. Ako se računa na otpatke koji nastaju u drugim pogonima, treba za svaki pojedini slučaj prethodno izvršiti odgovarajuće proračune i provesti dobru organizaciju, kako bi se izbjegli problemi koji se s tim u vezi pojavljuju. S obzirom na to, postrojenje za izgaranje instalira se u pravilu samo tamo gdje postoje mogućnosti da se raspoloživi vlastiti otpaci racionalno i ekonomično iskoriste. Otpaci iz drugih tvornica upotrebljavaju se samo onda kada vlastiti otpaci nisu dovoljni da pokriju potrebe za toplinskom energijom i kada bi dodatno grijanje tekućim gorivom bilo neekonomično.

Tehnika loženja otpacima radi proizvodnje toplinske energije danas je visoko razvijena, tako da postrojenja ove vrste mogu raditi automatski i s malo troškova održavanja. Izgaranjem otpadaka drva ne zagađuje se okolina i nema pojave sumpornog oksida, kao kod loženja uljem i

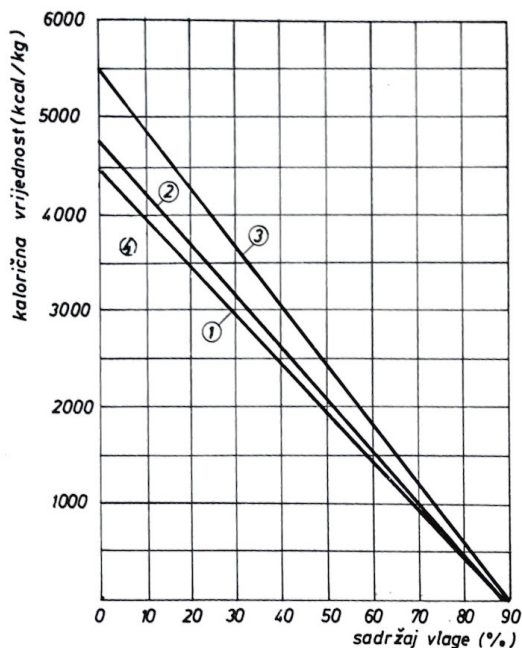
ugljenom. Otpadni se plinovi danas bez problema, a prema postojećim zakonskim propisima, oslobađaju prašine. Sadržaj pepela prema Fecht-u [2] leži ispod 1% u odnosu na izlaznu masu, a može se dobro upotrijebiti kao gnojivo.

Danas u svijetu radi već mnogo ovakvih većih i manjih postrojenja (npr. Lambion, Felco, Konus, Kolbach) u kojima se pored drvnih otpadaka i drugih goriva na bazi drva spaljuje i vlažna kora četinjača i listača. Pojedini pogoni spaljuju i do 9.000 kg/h ovakvih otpadaka bez obzira na sadržaj vode. Kalorična vrijednost i kod nepovoljnih atmosferskih uvjeta (topljenje i padanje snijega) iznosi oko 1300 kcal/kg, dok se u ljetnim mjesecima poveća i do 3200 kcal/kg [4]. Oba ova ekstrema su zapravo rijetka. Godišnji prosjek iznosi oko 2.450 kcal/kg. Koru je moguće vrednovati kao pogonsko gorivo. Ima nizak sadržaj pepela koji se kreće u granicama 2—4% (4), odnosno prema Žaku [10] 0,5—3%, i po tome praktički stoji na prvom mjestu u odnosu na ostale vrste krutih goriva (npr. industrijski ugljen 14—45% pepela). Apsolutno suha kora ima kaloričnu vrijednost oko 5.000 kcal/kg, dakle više nego suho drvo. Nepriliku čini visok sadržaj vode koja se javlja u širokom rasponu.

Sadržaj vode ovisan je o godišnjem dobu, geografskim uvjetima, klimi, uvjetima uskladištenja i transporta. Ako se drvo okorava u suhom stanju, sadržaj vode u kori kreće se između 50 i 65%, a ljeti oko 40%. Kod drva koje se okorava

Tablica II

Vrsta goriva	Donja kalorična vrijednost Hi/kg	Volumna masa kg/dm ³	Prosječna potreba na gorivu kod stupnja djelovanja kotla 85% (ulje-plin) 70-80% (drvo) kg/Gcal	Donja kalorična vrijednost natresene drvene sječke Hi/dm ³	Odnos prostora za uskladištenje	Potreban prostor uračunavši uobičajeni natresni stožac dm ³ /Gcal
Loživo ulje	10.000	0,90	117	9.000	1,00	110
Briketi kamenog ugljena	7.500	1,00	178	7.500	1,20	134
Kameni ugljen	7.500	0,40	178	6.750	1,34	167
Koks	7.000	0,50	190	3.500	2,60	186
Briketi smedjeg ugljena	4.800	0,75	280	3.600	2,50	280
Smedji ugljen	2.300	0,70	585	1.600	5,60	612
Treset zračno suh	3.700	0,35	370	1.295	7,00	780
Drvo usitnjeno prosušeno	3.800	0,30	350	1.140	7,90	880
Papir, karton prosušeni	2.600	0,35	520	900	10,00	1.110
Slama usitnjena prosušena	3.500	0,25	282	875	10,30	1.140



Slika 2. Kalorična vrijednost u ovisnosti o sadržaju vlage.
1 — jela/smreka, 2 — bor, 3 — breza, 4 — bukva

na mokro, sadržaj vode može iznositi i 70—75%. Utjecaj vlažnosti kore na kaloričnu vrijednost prikazan je na slici 2.

Efektivna kalorična vrijednost H_i iznosi za jelu/smreku 4500 kcal/kg, za bor 4750 kcal i brezu 5450 kcal/kg [8].

Iz izraza $H_i = H_s (1-f) - 600 f$ (kcal/kg) (8) proizlazi da bi za vlažnu koru donja kalorična vrijednost bila $H_i = 0$ kod slijedećih približnih vlažnosti (f) kore: jela/smreka 87%, bor 88% i breza 90%.

U navedenom izrazu upotrijebljene oznake znače:

H_i — donja kalorična vrijednost za apsolutno suhu koru (kcal/kg)

H_s — gornja kalorična vrijednost (kcal/kg)

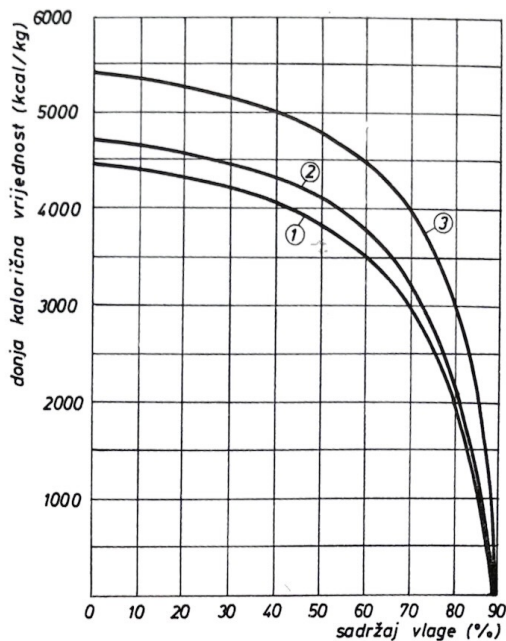
f — sadržaj vode u kori u kg/kg vlažne kore

600 — toplina isparivanja (kcal/kg)

S tehničkog je aspekta, međutim, donja ogrijevna vrijednost (H_i) računana na suhu koru interesantnija:

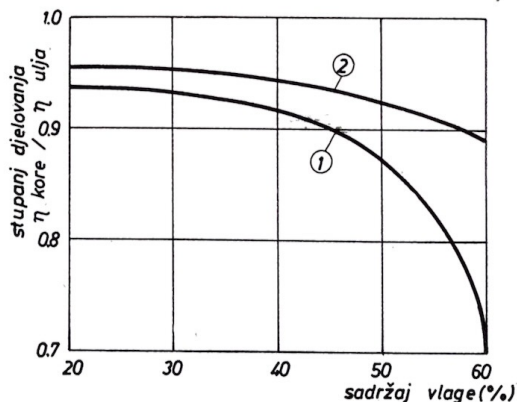
$$H_i = H_s - \frac{600 f}{1 - f} \quad (\text{kcal/kg})$$

Njezina ovisnost o sadržaju vlage prikazana je na slici 3.



Slika 3. Donja kalorična vrijednost H_i u ovisnosti o sadržaju vlage
1 — jela/smreka, 2 — bor, 3 — breza

O sadržaju vlage ovisi i stupanj djelovanja ložišta [8], kao što je to vidljivo na sl. 4.



Slika 4. Stupanj djelovanja kotla u ovisnosti o količini kore.
1 — bez sušionice, 2 — sa sušionicom

Ako se kora upotrebljava za proizvodnju topline, kod proračuna godišnjih potreba može se u prosjeku računati s donjom kaloričnom vrijednošću od 3000 kcal/kg. Orijentacijske količine pare, odnosno toplinske energije, vidljive su iz slike 5.

4. ZAHTJEVI NA POSTROJENJA ZA IZGARANJE KORE I OTPADAKA

Od postrojenja za izgaranje traži se slijedeće:

- da osigura uspješno izgaranje i manjih količina kore i drvnih otpadaka na mjestu pojavljivanja, bez dugotrajnog uskladištenja i transporta,
- da omogući izgaranje kore kod bilo koje vlažnosti, bez umanjivanja osnovne kalorične vrijednosti,
- da omogući savršeno izgaranje bez zagađivanja okoline.

Tim zahtjevima uglavnom udovoljavaju danas sva poznatija postrojenja za izgaranje kore i otpadaka. Jedno tipično postrojenje za pripremu i uporabu kore i ostalih drvnih otpadaka radi proizvodnje toplinske energije prikazano je na slici 6.

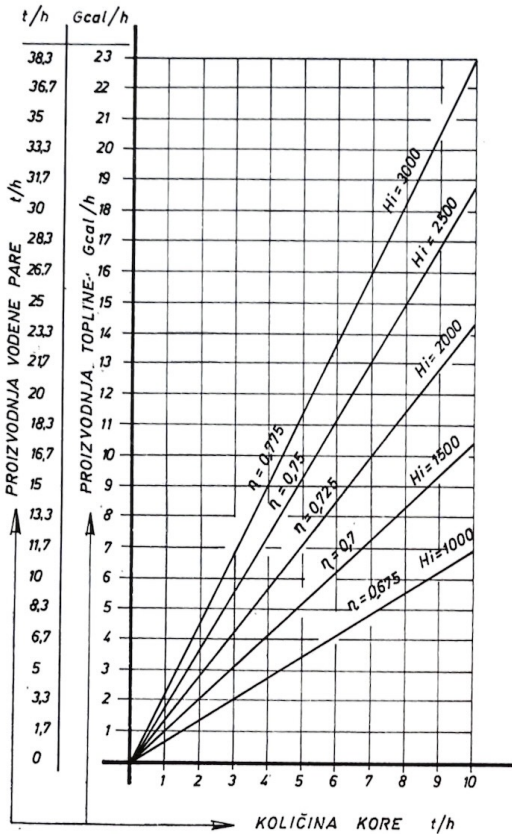
Izgradnja ekonomičnog postrojenja za pripremu kore ovisi u prvom redu o količini raspoložive kore i ostalih otpadaka, te o mjestu i kapacitetu potrošača topline. Pritom kod loženja korom ne treba zaboraviti na osnovni zahtjev da vlažnost kore treba biti ispod granice kod koje je još osigurano stabilno izgaranje. Pod »stabilnim« razumijeva se ovdje izgaranje s dovoljno visokim intenzitetom koje osigurava još zadovoljavajuće opterećenje kotla. Kao gornju granicu za stabilno izgaranje na kosom i stepenastom roštilju, kod dobrog predgrijavanja zraka, smatra se sadržaj vode od 60%. Kod vodom hlađenog kosog roštilja bez predgrijavanja zraka, gornja granica vlažnosti kreće se oko 55%. Pritom učinak kotla iznosi oko 70%.

Teoretski gledano, idealno bi bilo direktno doziranje kore i otpadaka od stroja za okoravanje u ložište kotla bez posebne pripreme i međusklađenja. To se, međutim, ne može postići iz slijedećih razloga:

1. Da bi se postigli dobri odnosi pri izgaranju, potrebno je osigurati ravnomjerno doziranje u ložište. Količina raspoložive kore i otpadaka međutim u praksi nije ravnomjerna.

2. Ako bi se okoravalo tijekom cijele smjene, postrojenje bi moralo biti vrlo veliko, a kod prestanka rada stroja za okoravanje na raspolaganju ne bi bile nikakve rezerve materijala.

3. Za direktni transport u ložište, kora može često puta biti prevlažna.



Slika 5. Orijentacijski kapaciteti u ovisnosti o količini kore.

Smatra se [4] da do vlažnosti od 45% nije potrebno pomoćno paljenje. Za sirovinu vlažnosti 50–60% potrebno je pomoćno paljenje uljnim plamenikom ili vrućim potpuhom. Kod vlažnosti 65–75% potrebno je konačno paljenje uljnim plamenikom ili vrućim potpuhom, a kod vlažnosti od 80% jako pomoćno paljenje uljnim plamenikom i vrućim potpuhom ili se pak materija mora sušiti prije loženja.

protnosti s općim nastojanjima za korišćenje prirodnim energetskim izvorima, a i sa Zakonom o zaštiti čovjekove okoline.

- [1] BAĐUN, S.: Prilog proučavanju svojstava kore hrasta, jasena i jele. Bilten Zidi, šumarski fakultet Zagreb, 1—2/1977, str. 1—28.
- [2] CARRUTHERS, J.: Symposium on the Modernization of the sawmilling industry, Economic commission for Europe, Timber Committee, Palais des Nations, Geneva 13—17 January 1975.
- [3] FECHT, P.: Holz als Brennstoff wieder interessant, Holz — Zentralblatt, 101 (1975), br. 75, str. 965—966.
- [4] HIMMELMANN, F.: Die Rindeverbrennung und Ihre Probleme. Holz Zentralblatt, 97 (1971), br. 46, S. 206—212.
- [5] PETROVIC, S.: Studija o komparativnom ispitivanju mogućnosti dalje prerade kore i drvnih otpadaka u Kombinat u »Belišće«.
- [6] Petrović S.: Neke mogućnosti industrijske prerade kore i otpadaka DRIKETIRANJE. Drvna industrija 1—2 (1979), str. 61—68.
- [7] RÜDIGER PHILIPP, W.: Grundlagen der Rindeverbrennung. Holz — Zentralblatt, Messeheft 1977, S. 79—84.
- [8] SCHNEIDER, A. — BAUMS, A.: Wohin mit der Rinde? DRW — Verlags GmbH Stuttgart, 1970
- [9] VERETENNIK, D. G.: Ispolzovanie drevesnoi kory v narodnom hozjajstve. Lesnaja promyšlennost, Moskva 1976, S. 120, format tabl. 43 bibliogr. 34.
- [10] ZAK, J.: Spalovani kúri a drevniho otpadu. Drevo, 27 (1972), 10, S. 288—290.

