



Food & Bio Cluster  
Denmark

# Od slame do energije

Tehnologije, politika  
i inovacije u Danskoj

DRUGO IZDANJE



Ovaj projekt dobio je sredstva iz Programa za istraživanje i inovacije Horizon 2020 u okviru Sporazumu o dodjeli bespovratnih sredstava br. 818369.

AgroBioHeat



**Danski poljoprivredni  
i prehrambeni klaster  
(eng. Food & Bio Cluster  
Denmark) nacionalni je  
klaster za hranu i  
bioresurse u Danskoj.**



# Danski poljoprivredni i prehrambeni klaster

Mi smo kolektivna platforma za inovacije i rast u klasteru – kako za danske tako i za međunarodne tvrtke i institucije temeljene na znanju. Klaster promovira povećanu suradnju između istraživanja i poslovanja te nudi našim članovima sve na jednom mjestu: pristup mrežama, financiranju, razvoj poslovanja, projektima i objektima.

Nudimo razne usluge savjetovanja, tj. inovacijske procese, pisanje zahtjeva za povoljno financiranje, organiziranje tematskih obilazaka i poslovnih misija, pisanje izvještaja o različitim temama unutar naših područja stručnosti i još mnogo toga.

Za više informacija posjetite [www.foodbiocluster.dk](http://www.foodbiocluster.dk).



**Food & Bio Cluster**  
Denmark



Ovaj projekt dobio je sredstva iz Programa za istraživanje i inovacije Horizon 2020 u okviru Sporazuma o dodjeli bespovratnih sredstava br. 818369.

## Publikacija

Publikacija Danskog poljoprivrednog i prehrambenog klastera je ažurirano izdanje "Straw to energy – status, technologies and innovation in Denmark 2011". Ovo ažuriranje dio je projekta AgroBioHeat koji je dobio financiranje iz Programa za istraživanje i inovacije Obzor 2020 Europske unije u okviru Sporazuma o dodjeli bespovratnih sredstava br.818369. Ovaj dokument odražava samo stavove autora. Izvršna agencija za inovacije i mreže (INEA) nije odgovorna za bilo kakvu upotrebu podataka koje sadrži.

Projekt AgroBioHeat želi proizvesti masovnu primjenu poboljšanih i tržišno spremnih rješenja za grijanje na agrobiomasu u Europi. Agrobiomasa je velik, nedovoljno iskorišten resurs koji može podržati postizanje ciljeva Europske energije i klime, istodobno promičući ruralni razvoj i kružno gospodarstvo.

Za više informacija o projektu, posjetite  
**[www.agrobioheat.eu](http://www.agrobioheat.eu)**

U suradnji s Zelenom energetska zadrugom, prevedeno na hrvatski jezik.



**Zelena  
Energetska  
Zadruga**

### NASLOV

Od slame do energije  
(2. izdanje)

### OBJAVILI

Food & Bio Cluster Denmark  
Agro Food Park 13  
8200 Aarhus N  
Denmark

### NASLOVNA SLIKA

Flemming Nielsen/  
Story2Media ApS

### DIZAJN I IZGLED

Grafic Designer  
Trine Elmstrøm  
**[www.danskdesignrum.dk](http://www.danskdesignrum.dk)**

### SLIKE

Torben Skøtt/Biopress,  
Jørgen Hinge/Danish  
Technological Institute,  
Cormall A/S, Linka Energy,  
Kirsten Krogh, Adam Weller,  
Staramaki and Food & Bio  
Cluster Denmark

### AUTORI

Torben Skøtt/BioPress,  
Jørgen Hinge/Danish  
Technological Institute  
and Louise Krogh Johnson/  
Food & Bio Cluster Denmark

### PREGLED

Manolis Karampinis/Centre  
for Research & Technology  
Hellas (CERTH), Greece  
and Gunnar Hald Mikkelsen/  
Food & Bio Cluster Denmark



# Tablica sadržaja

|                                                       |           |                                                                |           |
|-------------------------------------------------------|-----------|----------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Kolofon</b>                                        | <b>4</b>  | <b>Grijanje kvartova</b>                                       | <b>29</b> |
| <b>Slama kao izvor energije</b>                       | <b>7</b>  | <b>Centralizirani toplinski sustav</b>                         | <b>30</b> |
| <b>Energetska politika – važan alat</b>               | <b>8</b>  | Rukovanje slamom u toplani                                     | 31        |
| Prilagodba energetskeg sustava                        | 9         | Dizajn kotla                                                   | 32        |
| Međunarodni sporazumi o smanjenju klimatskih promjena | 9         | Cijele bale ili usitnjena slama?                               | 32        |
| Nacionalni ciljevi                                    | 11        | Razmatranja okoliša                                            | 32        |
| Neovisnost fosilnih goriva                            | 11        | <b>Slama za centralizirane kombinirane toplove i elektrane</b> | <b>35</b> |
| <b>Slama kao gorivo</b>                               | <b>12</b> | Rukovanje slamom u pogonu                                      | 35        |
| Resursi od slame                                      | 12        | Penčenje na rešetki                                            | 36        |
| Europa                                                | 15        | Ložišta prašine                                                | 36        |
| Prinos ovisi o vrsti                                  | 15        | Cirkulirajuće tekuće ležište                                   | 36        |
| Rukovanje slamom                                      | 15        | Suspajivanje                                                   | 37        |
| Grabljanje                                            | 16        | Izazovi                                                        | 38        |
| Baliranje                                             | 16        | <b>Ostale primjene za slamu</b>                                | <b>39</b> |
| Peleti, briketi i pljevena slama                      | 17        | Rasplinjavanje                                                 | 39        |
| Utovar i istovar iz kamiona i teretnjaka              | 17        | Od slame do bioetanola                                         | 40        |
| Terenski prijevoz                                     | 18        | Koncept bioetanola tvrtke Inbicon                              | 40        |
| Decentralizirano skladištenje                         | 18        | Koncept bioetanola tvrtke BioGasol                             | 41        |
| Cestovni prijevoz                                     | 19        | Slama u postrojenjima za bioplin                               | 42        |
| Istovar u pogonu                                      | 19        | Mehanička predobrada                                           | 43        |
| Zdravstveni i sigurnosni aspekti                      | 19        | Duboka stelja, kompostiranje i siliranje                       | 43        |
| <b>Aspekti održivosti spaljivanja slame</b>           | <b>21</b> | Ostale metode prethodne obrade                                 | 43        |
| Učinci uklanjanja slame                               | 21        | Loživo ulje iz slame                                           | 43        |
| Primjena pepela od izgaranja slame                    | 22        | Građevinski materijali od slame                                | 43        |
| Primjena biogoriva i biognojiva                       | 23        | <b>Stvaranje zelenog rasta od slame u budućnosti</b>           | <b>45</b> |
| <b>Kotlovi manjih dimenzija za slamu</b>              | <b>24</b> | <b>Registar tvrtki sa iskustvom i tehnologijama za slamu</b>   | <b>46</b> |
| Učinkovitost i okoliš                                 | 26        |                                                                |           |
| Veličina kotla                                        | 27        |                                                                |           |
| Spremnik                                              | 27        |                                                                |           |



**Najveća prednost  
korištenja slame  
u energetsom  
sektoru je  
dobivanje CO2  
neutralnog goriva.**





# Slama kao izvor energije

Slama može biti značajan izvor obnovljive energije, kako je istaknuto u danskom primjeru.

Upotreba slame za proizvodnju energije u Danskoj znatno se povećala od 1980-ih, ali i dalje je na raspolaganju više od dva milijuna tona viška slame, ako se uzgajaju prave sorte, višak može biti i veći. Posljednjih godina, neke organizacije za zaštitu okoliša – među ostalim – dovode u pitanje sve veću upotrebu biomase za proizvodnju energije. Međutim, kada je riječ o slami (kao i ostalim ostacima i nusproizvodima) od kojih postoji znatan višak, energetske iskoristavanje ima smisla.

Najveća prednost korištenja slame u energetske sektoru je što je to CO<sub>2</sub> neutralno gorivo, što ne pridonosi povećanju sadržaja atmosferskog stakleničkog plina. Prije samo nekoliko desetljeća, slama se smatrala problematičnim ostatkom koji su poljoprivrednici željeli što prije zbrinuti. Dio slame koji se nije koristio za prehranu ili posteljenu je obično bio spaljivan na poljima nakon žetve. Međutim, 1991. spaljivanje poljoprivrednih ostataka je postalo ilegalno i otada se sve veći fokus stavlja na upotrebu slame u energetske svrhe.

Zahvaljujući ciljanim politikama i tehnološkom razvoju, Danska je postala svjetski lider u iskorištavanju slame kao energiju. Slama iznosi više od 2 % danske bruto proizvodnje energije i oko 10 % proizvodnje obnovljive energije. Trenutno se slama prvenstveno koristi kao gorivo na pojedinačnim poljoprivrednim pogonima u centralama za daljinsko grijanje te u velikim elektranama i kogeneracijskim postrojenjima. U budućnosti, kako se nove tehnologije razvijaju i postaju isplativije, slama se također može koristiti za proizvodnju tekućih biogoriva i obnovljivih plinova, kao i sirovina za različite materijale i proizvode na biološkoj bazi.

Ovaj se vodič fokusira na sektor od energije do slame u Danskoj, čija je istaknutost jedinstvena značajka zemlje. Međutim, treba napomenuti da postoji nekoliko primjera korištenja slame za energiju izvan Danske, često, ali ne uvijek razvijenih s danskim tehnologijama. Više informacija o konkretnim slučajevima može se naći na Agrobiomass Observatory ([www.agrobiomass-observatory.eu](http://www.agrobiomass-observatory.eu)) projekta AgroBioHeat.



# Energetska politika – važan alat

Slama ne bi imala svoje trenutno mjesto u danskoj energetskej mješavini da nije bilo političke volje za iskorištavanjem ovog obilnog obnovljivog resursa u energetskeom sustavu.

**Danas se gotovo sve stranke u parlamentu slažu da bi Danska do 2050. trebala biti neovisna o fosilnim gorivima.**

Danske vlade desetljećima potiču upotrebu obnovljivih izvora energije. Danska je 1976. pokrenula svoj prvi energetske plan "Danska energetske politika 1976" i od tada je postala poznata po aktivnoj energetskej politici koja naglašava učinkovito korištenje energije, uštedu energije i održivu energiju. Danas se gotovo sve stranke u parlamentu slažu da bi Danska do 2050. trebala biti neovisna o fosilnim gorivima.



*Od 1993. centralne elektrane trebale su uzimati 1,4 milijuna tona biomase godišnje, od čega bi najmanje 1 milijun trebao biti slama. **SLIKA** Torben Skøtt, BioPress.*





*Od 1980-ih došlo je do decentralizacije danske proizvodnje energije, a danas mnoga manja postrojenja proizvode električnu energiju i daljinsko grijanje. **SLIKA** Kirsten Krogh.*

## Prilagodba energetskeg sustava

Danski energetskeg sustav, koji se 1970-ih gotovo u potpunosti temeljio na uvezenoj nafti i ugljenu, danas karakterizira velika diversifikacija različitih izvora energije. Dolazi do neprestanog porasta obnovljivih izvora energije, uključujući energiju vjetra, otpad, bioplin i slamu. Koraci koji su otvorili put ovom razvoju uključuju nadoplatu cijenu energije, političke sporazume koji podržavaju uspostavljanje određenih vrsta održive energije, kao i oslobođenje od poreza na biomasu. Potonje je posebno značilo da je veliki broj kućanstava, farmi i toplana tijekom 1980-ih odabrao zamjenu ulja za biomasu.

Godine 1993. velika parlamentarna većina je ušla u akcijski plan za biomasu, koji je zahtijevao da centralne elektrane uzimaju 1,4 milijuna tona biomase godišnje, od čega je 1 milijun tona slame. Ciljevi su trebali biti postignuti 2000. godine, ali sporazum je revidiran nekoliko puta i tek su 2009. postavljeni konačni elementi, otvaranjem nove elektrane za 170.000 tona slame godišnje na danskom otoku Funen (Fyn).

Od 1980-ih došlo je do decentralizacije danske proizvodne energije. Proizvodnja električne energije događa se u cijeloj zemlji, umjesto u samo nekoliko središnjih postrojenja. Daljinsko grijanje temeljeno na višku topline, pridonijelo je tome da je Danska jedna od energetski najučinkovitijih zemalja na svijetu. Potrošnju energije bilo je moguće održavati uglavnom konstantnom, dok je od 1980. godine zabilježen gospodarski rast od oko 80 %.

Danski parlament se 1990. dogovorio o takozvanom Zakonu za opskrbu toplinske energije, koji je ministru za energetiku pružio dalekosežno ovlaštenje za reguliranje izbora goriva u centraliziranim toplanama i decentraliziranim kombiniranim toplanama i elektranama. Kao rezultat toga, velik broj centrala za grijanje na ugljen i prirodni plin je pretvoren u kombinirane toplane i elektrane, dok je niz manjih toplana prešao na biogoriva.

## Međunarodni sporazumi o smanjenju klimatskih promjena

Prije nekoliko desetljeća, energetska politika se prvenstveno smatrala nacionalnim pitanjem, ali danas su to, u velikoj mjeri, međunarodni događaji, koji su postavili osnove za dansku politiku na ovom području. Razvoj na globalnim energetskim tržištima, liberalizacija energetskog sektora i obveze u vezi s Kyotskim protokolom i Pariškim sporazumom imali su i dalje će imati značajan utjecaj na danski energetskeg sektor.

Danska je jedna od rijetkih država koja je ratificirala članak 3.4. Kyotskog protokola, a to znači da promjene u sadržaju ugljika u tlu moraju biti uključene u obzir kada je riječ o klimi. To može postati od važnosti za upotrebu biomase u energetske svrhe, posebno slame, jer se upotrebom slame smanjuje ugljik u tlu, dok višegodišnje energetske kulture poput vrbe povećavaju udio ugljika u tlu.





**Danska ima nacionalni  
cilj smanjenja emisija  
stakleničkih plinova za  
70 % u 2030. u usporedbi  
s razinama iz 1990.  
godine za borbu protiv  
klimatskih promjena.**



Nedostatak skladištenja ugljika zbog uklanjanja slame s poljoprivrednih površina može se nadoknaditi uzgojem jesenskih usjeva, a uštede CO<sub>2</sub> zbog korištenja slame u energetske svrhe znatno su veće od učinka koji uzrokuje nedostatak skladištenja ugljika.

Danska je 2016. ratificirala Pariški sporazum i preuzela obvezu raditi na ograničavanju globalnog zatopljenja na znatno ispod 2°C i nastojeći ga ograničiti na 1,5°C u usporedbi s predindustrijskom razinom. Danski doprinos sporazumu se pregovarao putem EU.

## Nacionalni ciljevi

Na nacionalnoj razini, danski parlament je 2019. odobrio novi klimatski zakon postavljajući za cilj smanjenje emisije stakleničkih plinova za 70 % do 2030., što je među najambicioznijim na svijetu. Za postizanje ovog cilja, ne spominje se posebno upotreba slame ili biomase.

S jedne strane, posebno se spominje potreba poljoprivrednog sektora da smanji svoje emisije klimatskih plinova; inteligentna upotreba slame i ostalog biljnog materijala mogla bi biti jedan od alata za poboljšanje ukupnog ugljičnog otiska u poljoprivredi. S druge strane, istraživači i organizacije za zaštitu okoliša sve više ističu da bi se dugoročno biomasa trebala koristiti za proizvodnju proizvoda visoke vrijednosti umjesto energije.

## Neovisnost fosilnih goriva

U rujnu 2010. Danska klimatska komisija je objavila izvješće koje pokazuje da Danska može postati neovisna o fosilnim gorivima do 2050. i da je to moguće bez negativnog utjecaja na gospodarstvo.

Prema Danskoj klimatskoj komisiji, središnji elementi u sustavu zelene energije bit će:

- ušteda energije
- vjetroturbine na moru koje mogu isporučiti velik dio električne energije koja će postati temelj budućeg energetskog sustava
- biomasa, koja će igrati važnu ulogu; dijelom kao gorivo u prometnom sektoru, dijelom za proizvodnju električne i toplinske energije, kada će biti deficit od vjetroturbina
- daljinsko grijanje i dizalice topline za grijanje domova
- električna energija i biogoriva za prometni sektor
- pametno korištenje električne energije, gdje je potrošnja, u većoj mjeri nego danas, sposobna pratiti proizvodnju

Analize Danske klimatske komisije pokazuju da će potpuna promjena zelenog energetskog sustava koštati oko 0,5 % BDP-a ili približno isto koliko će koštati ako nastavimo koristiti ugljen, naftu i plin. To je zato što će naš trenutni energetski sustav poskupjeti zbog većih troškova fosilnih goriva i kvota CO<sub>2</sub>, a to će u velikoj mjeri kompenzirati ulaganja u novu energetska tehnologiju koja će omogućiti da postanemo samodostatni za obnovljive izvore energije.



# Slama kao gorivo

Slama obično sadrži 14-20 % vode koja isparava tijekom izgaranja. Suha tvar se sastoji od oko 50 % ugljika, 6 % vodika, 42 % kisika, kao i male količine dušika, sumpora, silicija, lužina, klorida i još mnogo toga.

Kada se slama koristi kao gorivo, udio vode ne smije prelaziti 20 %. Ako je udio vode veći, postoji opasnost da bale slame postanu pretvrde i kompaktne. Slično tome, visok udio vode povećava rizik od kondenzacije i korozije.

Prisutnost klora i lužina u otpadnim plinovima može predstavljati problem pri izgaranju, što dovodi do razvoja natrijevog klorida i kalijevog klorida, koji su vrlo agresivni i uzrokuju koroziju u kotlovima i cijevima – posebno pri visokim temperaturama. Cilj je koristiti slamu s malim udjelom štetnih tvari pri čemu vrijeme ima značajnu ulogu. Slama koja je bila izložena velikim količinama kiše nakon sazrijevanja – posebice nakon žetve i koja je posivila ("razjedena"), daleko je manje agresivna od žute slame koja je bila izložena samo ograničenoj količini kiše.

Sadržaj pepela može varirati između 2-10 %, prosječno između 4-5 %. Slama usjeva koji su uzgajani na pjeskovitom tlu obično ima manji udio pepela, dok slama iz nizinskih tla obično ima najveći udio pepela. Vrijednost grijanja je najveća s najmanjim udjelom pepela pa može biti prednost ako se za grijanje koristi slama iz pjeskovitog tla.

## Siva slama je daleko manje korozivna u kotlu od žute slame.

Pepeo od sagorijevanja slame već može postati viskozna na 600 stupnjeva, a to je važno za elektrane, gdje se predviđa visoka temperatura pare kako bi se postigla visoka učinkovitost električne energije. Nove vrste kotlova i bolje legure čelika s vremenom su smanjile problem, ali elektrane i dalje smatraju slamu problematičnim gorivom nego drvo.

### Resursi od slame

Postoje određene sumnje u pogledu trenutne i buduće dostupnosti slame u svrhu energetske proizvodnje. Agrokultura ne samo da isporučuje sirovine u energetski sektor, već također mora proizvoditi hranu, hranu za životinje te pokazati brigu za zaštitu okoliša, bioraznolikost, ispiranje hranjivih tvari i ugljika u tlu. Ako poljoprivrednik odluči zaorati slamu u tlo, to će povećati udio ugljika u tlu što ima učinak na klimatske zapise spomenute na prethodnoj stranici.

Tijekom godina, dovršeno je niz analiza u vezi s raspoloživim resursima slame u Danskoj kao i u inozemstvu. Iako u pojedinim studijama mogu postojati velike razlike, postoji opći sporazum da su resursi daleko veći od trenutne potrošnje.

Međutim, rukovanje i transport slame mogu biti iznimno skupi pa iako je resursa u izobilju, možda neće biti ekonomski isplativ poticaj za iskorištavanje slame. Iako je drvo u energetske svrhe danas postalo međunarodna roba, slamom se uglavnom još uvijek trguje lokalno. U principu, ništa ne sprječava prekograničnu prodaju peleta od slame, ali to se zapravo ne događa.





|                      | Žuta slama | Siva slama | Drvena sječka | Kameni ugljen |
|----------------------|------------|------------|---------------|---------------|
| Udio vode            | 10-20%     | 10-20%     | 40-50%        | 12%           |
| Pepeo                | 4%         | 3%         | 1%            | 12%           |
| Ugljik               | 42%        | 43%        | 50%           | 59%           |
| Vodik                | 5%         | 5%         | 6%            | 4%            |
| Kisik                | 37%        | 38%        | 38%           | 7%            |
| Klorid               | 0.75%      | 0.20%      | 0.02%         | 0.08%         |
| Dušik                | 0.35%      | 0.41%      | 0.30%         | 1.00%         |
| Sumpor               | 0.16%      | 0.13%      | 0.05%         | 0.80%         |
| Toplinska vrijednost | 14.4 MJ/kg | 15.0 MJ/kg | 10.4 MJ/kg    | 25.0 MJ/kg    |

**TABLICA 1**

Parametri od značaja za vrijednosti goriva od slame, drvene sječke i kamenog ugljena. Žuta slama skuplja se odmah nakon berbe, dok je siva slama bila izložena kiši prije sakupljanja.

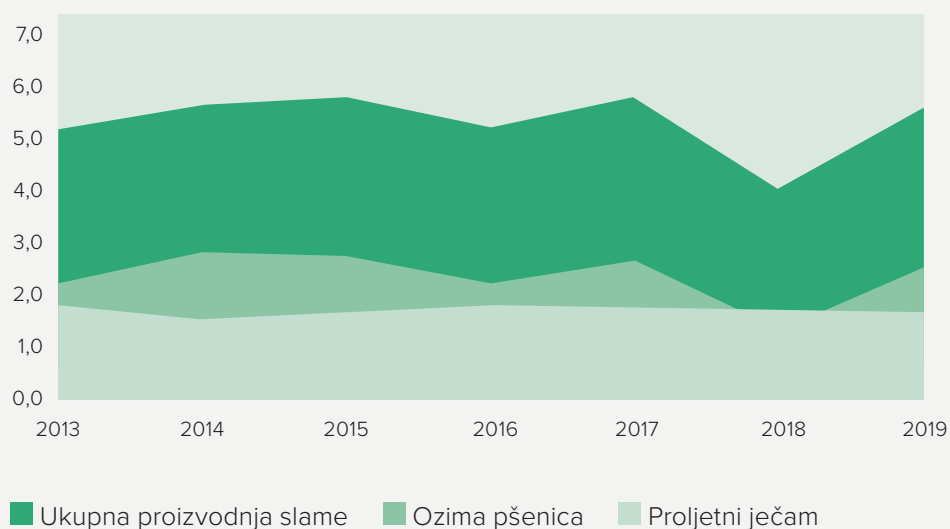
U Danskoj je ukupna proizvodnja slame između 2013. i 2019. bila otprilike 5,5 milijuna tona godišnje, od čega se 3,4 milijuna tona koristilo u poljoprivredi i u energetske svrhe. Kao rezultat, postoji godišnji višak slame od oko 2,1 milijuna tona. Međutim, 2018. se ističe proizvodnjom od svega okvirno 4 milijuna tona zbog jake suše te godine, što pokazuje da klimatske promjene mogu utjecati na sigurnost opskrbe.

Međutim, pitanje je koliko se precizno procjenjuje višak slame i koliko višak može varirati od godine do godine. Što je više slame potrebno za proizvodnju energije, to je važnije da se predviđanja pokažu točnim kako bi se osigurala opskrba.

Potrošnja slame za prehranu i posteljinu može se uvelike razlikovati od godine do godine, ali tijekom dužeg vremenskog perioda nema velikih varijacija. Povećana tendencija ostavljanja slame na poljima može smanjiti opskrbu slamom u energetske svrhe – posebno ako se inicijative za daljnje oranje slame događaju na političkoj razini.

Pokazalo se da je površina dana uzgoju žitarica relativno konstantna, iako može doći do značajnih razlika u prinosu iz godine u godinu. Godišnje varijacije jedan su od najvećih izvora nesigurnosti u opskrbi slamom, osim nepredviđenih vremenskih pojava.

### Proizvodnja slame u milijunima tona



**SLIKA 1**

Ukupna danska proizvodnja slame ukupno i za odabrane usjeve. Čak i mala promjena udjela između žitarica rezultira značajnim varijacijama u proizvodnji slame. Svaki put kada se količina pšenične slame promijeni za 1 kg na 1000 kg zrna, ukupna proizvodnja pšenične slame u Danskoj se mijenja za 47,000 tona. Izvor: Statistics Denmark.







## Europa

Na europskoj razini, Helin i sur. su procijenili godišnju količinu uklonjive slame na 33,4 milijuna tona (DM), a Francuska i Njemačka imaju daleko najveće količine. U tablici 2 su također uključene Ukrajina i balkanske zemlje. Međutim, čini se da je ovo prilično konzervativna procjena, što ilustrira činjenica da je godišnji danski višak u "normalnoj godini" 2,1 milijuna tona u usporedbi s 1,4 milijuna tona koje su procijenili Helin i sur.

| Zemlja              | Potencijal uklonjive slame (1000 tona) |
|---------------------|----------------------------------------|
| Francuska           | 5474                                   |
| Ukrajina            | 5774                                   |
| Njemačka            | 5320                                   |
| Italija             | 1142                                   |
| Mađarska            | 1356                                   |
| Rumunjska           | 1032                                   |
| Poljska             | 2252                                   |
| Španjolska          | 1770                                   |
| Velika Britanija    | 2477                                   |
| Srbija i Crna Gora  | 413                                    |
| Češka Republika     | 1480                                   |
| Danska              | 1409                                   |
| Bugarska            | 641                                    |
| Austrija            | 331                                    |
| Grčka               | 303                                    |
| Slovačka            | 496                                    |
| Švedska             | 478                                    |
| Hrvatska            | 101                                    |
| Litva               | 452                                    |
| Finska              | 402                                    |
| Belgija             | 83                                     |
| Bosna i Hercegovina | 0                                      |
| Latvija             | 157                                    |
| Portugal            | 0                                      |
| Estonija            | 75                                     |
| Slovenija           | 0                                      |
| Nizozemska          | 0                                      |
| Albanija            | 0                                      |
| Luksemburg          | 5                                      |
| Cipar               | 0                                      |
| Irska               | 0                                      |
| Malta               | 0                                      |
| Ukupno              | 33423                                  |

**TABLICA 2**

Godišnja količina uklonjive slame za EU27, Ukrajinu i Baltičke zemlje (Helin et al.)



Odnos slame i žita ovisi o sorti. Ako se izabere slamom bogata ozima pšenica, moguće je povećati ukupnu količinu slame za 800,000 tona godišnje. **SLIKA** Jørgen Hinge/Danish Technological Institute.

## Prinos ovisi o vrsti

Terenska ispitivanja ozime pšenice u berbi 2008. godine su pokazala da odnos slame i žita uglavnom ovisi o sorti. Od deset različitih sorti ozime pšenice, bio je raspon od 35-53 kg slame na 100 kg zrna pa izbor sorte pšenice može biti jedan od odlučujućih čimbenika za dobivanje većeg viška slame. Nadalje, ispitivanja gnojiva pokazala su da se udio slame u ozimoj pšenici smanjuje kako se koristi više gnojiva, ali kako je količina gnojiva utvrđena službenim normama, ne očekuje se da će to imati veliku važnost u praksi.

Kako prinos slame iz ozime pšenice, kao što je ranije spomenuto, može varirati između 35 i 53 kg slame na 100 kg zrna, teoretski će biti moguće promijeniti ukupnu količinu slame za 800,000 tona godišnje. U praksi se uzgajaju mnoge sorte žitarica, a brojke pokazuju potencijal povećanja ukupne količine žitarica odabirom vrsta s visokim prinosom slame.

## Rukovanje slamom

Kako bi se osigurala opskrba slame velikih razmjera zadovoljavajuće kvalitete po razumnim cijenama, rukovanje slamom mora biti izvedeno na što učinkovitiji način. Proizvođači i otkupljivači slame još uvijek rade na optimizaciji različitih elemenata opskrbenih lanaca te na učinkovitom organiziranju transporta i skladištenja. Iako je većina zaliha još uvijek u obliku velikih bala, ulaganje napora u optimizaciju, na primjer, rezultiralo je povećanom upotrebom takozvanih srednje velikih bala jer one omogućuju učinkovitiji cestovni prijevoz.

Rukovanje slamom se razvilo u neovisnu disciplinu unutar agrokulturne, s teškim strojevima koje uglavnom koriste velike farme i poljoprivredni poduzetnici. Od 1980-ih, kada su velike preše za baliranje izašle na tržište, poljoprivreda je ulagala znatne količine novaca u preše za baliranje, grablje, prednje utovarivače, transportnu opremu i skladišta kako bi mogla opskrbljivati slamu energetske sektoru.



Grabljanje i prešanje slame u polju.  
SLIKA Jørgen Hinge/Danish Technological Institute.

**Nakon žetve, slama leži u otkosima u polju i primjenjuju se sljedeći elementi za rukovanje ovisno o vremenskim uvjetima i ostalim čimbenicima:**

- grabljanje
- baliranje
- peleti, briketi i pljevena slama
- utovar i istovar iz kamiona i teretnjaka
- terenski prijevoz
- decentralno skladištenje
- utovar za cestovni transport
- cestovni transport
- istovar u pogonu
- registracija težine i sadržaja vlage
- međuspremnik (u pogonu)

## Grabljanje

Ako su vremenski uvjeti dobri tijekom žetve, slama se može balirati odmah nakon što kombajn ostavi otkos u polju. Ako je slama prevlažna (obično je prosječni sadržaj vlage iznad 15 %), mora joj se omogućiti da se osuši na otkosu prije baliranja. Ako u međuvremenu padne kiša, možda će je trebati ponovno grabljati. Moderne grabulje su dizajnirane da ili rašire valjak po cijeloj širini grabulje (kako bi se više slame izložilo sušenju na zraku), ili sakupljaju/izokrenu slamu u otkosu.

## Baliranje

Danas elektrane i toplane gotovo isključivo koriste velike bale ili srednje velike bale. Male bale se rijetko koriste za proizvodnju energije (možda za vrlo male i stare toplane na farmama), dok okrugle bale se koriste samo za poljoprivredne biljke posebno dizajnirane za to.

| Vrste bala          | Dimenzije D x Š x V (cm) | Težina (kg.) | Gustoća (kg/m <sup>3</sup> ) |
|---------------------|--------------------------|--------------|------------------------------|
| Male bale           | 70-90 x 46 x 36          | 12-15        | 90-100                       |
| Okrugle bale        | 120 x 170*               | 220-270      | 100-120                      |
| Mini-velike bale    | 200-240 x 80 x 80        | 200-250      | 110-150                      |
| Srednje-velike bale | 230-250 x 120 x 90       | 450-650      | 160-230                      |
| Velike bale         | 230-250 x 120 x 130      | 450-650      | 140-170                      |

**TABLICA 3**  
Svojstva bala slame. \*širina x promjer.



Tijekom godina bilo je mnogo pokušaja povećanja težine velikih bala, a naponi su još uvijek u tijeku. Oprema duž opskrbnog lanca mora se uskladiti s tim, a s dizalicama koje sada mogu nositi težinu bala od oke tone, ne predstavljaju rizik za ceste s obzirom da su napravljene i za puno veće težine.

Drugi način poboljšanja učinkovitosti u lancima opskrbe slamom jest da sve više biljaka sada može primati srednje velike bale uz "uobičajene" velike bale. Glavna prednost su smanjeni troškovi cestovnog prijevoza, jer cestovni kamioni mogu nositi tri sloja srednje velikih bala umjesto dva sloja velikih bala. Budući da se srednje velike bale mogu proizvesti gotovo iste težine kao i velike bale, moguće je na kamionu prevesti gotovo 50 % više slame, čime se znatno smanjuju troškovi.

## Peleti, briketi i pljevena slama

Baliranje slama je najskuplji element rukovanja lancem opskrbe slamom. Bilo bi zanimljivo umjesto toga proizvoditi pelete od slame ili brikete? Ili čak samo rezati slamu i rukovati s njom kao takvom, bez baliranja ili peletiranja?

Peletiranjem ili briketiranjem slame moguće je naknadno rukovanje slamom učiniti učinkovitijim i u većini slučajeva, jeftinijim. Zbog toga što peleti/briketi od slame imaju veću gustoću, pa će cestovni prijevoz biti jeftiniji. Nadalje, istovar i transport peleta u postrojenju mogu biti učinkovitiji jer se peleti mogu puhati kroz cijevi, tako da nisu potrebne dizalice za istovar i rukovanje balama u međuspremnicima i izvan njih. Međutim, da biste proizveli pelete i dalje biste morali balirati slamu i transportirati je do postrojenja za peletiranje, tako da će ukupni troškovi biti veći nego kod opskrbnih lanca velikih i srednje velikih bala, osim ako:

- udaljenost transporta je vrlo velika, što čini izvediv pomorski prijevoz peleta, ili
- oprema za izravno peletiranje na terenu se dalje razvija, tako da početno baliranje nije potrebno (postoji, ali nije isplativo).

Početkom tisućljeća, peleti od slame su se u velikoj mjeri koristili u elektrani Amager u Kopenhagenu. Peleti su proizvedeni samo 50 km južno od Kopenhaga u tvornici bio peleta Køge, a dopremljeni su vodom do Amagera, kako bi se izbjegli transporti bala slama teretnjacima kroz Kopenhagen, a ipak pogon Amager sada koristi drvene pelete umjesto peleta od slame.



Briketi od slame. **SLIKA** Food & Bio Cluster Denmark.

Pokazalo se da briketiranje slame pod visokim tlakom ima pozitivne nuspojave koje povećavaju razgradnju slame u postrojenjima za bioplin. To bi doista moglo učiniti mogućim odabir ove metode rukovanja ako je slama namijenjena proizvodnji bioplina.

Početkom 1990-ih radili su se eksperimenti s rezanom slamom koja se čuvala u stogovima sijena na poljima kako bi se smanjili troškovi rukovanja slamom. Prva ispitivanja sugerirala su da bi se cijena mogla smanjiti za 50%, ali bilo je previše praktičnih problema i koncept je preskočen sredinom 1990-ih.



Istovremeni istovar dviju bala slame teleskopskim utovarivačem smanjujući radni teret. **SLIKA** Torben Skøtt, BioPress.

## Utovar i istovar iz kamiona i teretnjaka

Pri utovaru slame koriste se prednji utovarivač, bager, traktorska lopata, teleskopski utovarivač ili mini utovarivač. U principu, ne postoji velika razlika između prva tri tipa jer se svi temelje na prednjem instaliranom sustavu za utovar.

S druge strane, teleskopski utovarivači imaju veću nosivost i mogu dosegnuti dalje, tako da se bale slame mogu visoko slagati, što smanjuje troškove skladištenja. Teleskopski utovarivači stoga sve više i više postaju rašireni. Mini utovarivač nije toliko uobičajen, ali je vrlo fleksibilan i može se koristiti na uskim mjestima.

Kao što je vidljivo na slici 2, radno opterećenje je najveće kod utovara s prednjim utovarivačem, a najmanje pri korištenju traktorske lopate i teleskopskog utovarivača jer uvijek mogu istovremeno utovariti dvije bale. Preračunato u tone, čini se da postoji razlika od 2.5 minute po toni između utovara traktorskom lopatom i utovara prednjim utovarivačem. Iako ovo možda ne zvuči puno, prilikom utovara jednog milijuna tona, što je godišnja isporuka elektranama, to rezultira dodatnim naporima od oko 41,000 sati. Veći pogoni većinom vrše istovar pomoću prijenosne dizalice; o tome više u kasnijem odjeljku.

## Terenski prijevoz

Terenski transport obavlja se traktorom i vagonom. To se koristi za prijevoz do terenskog ili drugog decentraliziranog skladišta (na prijem kod farmi) i uz to ponekad i za cestovni prijevoz do pogona ako se radi o kratkoj udaljenosti, obično manjoj od 10 km. Ako postrojenje može primiti određenu količinu za svoje međuspremničko skladištenje, neke se bale mogu utovariti izravno na teretnjak/prikolicu za cestovni prijevoz izravno do postrojenja.

## Decentralno skladištenje

Općenito, postrojenja imaju kapacitet međuspremničkog skladištenja samo nekoliko dana pa tako velika većina godišnje potrošnje slame se mora čuvati u decentraliziranim skladištima. Postoje različite metode; neke poprilično jeftine, a neke prilično skupe. Međutim cijena po uskladištenoj toni prilično odražava kvalitetu slame – ili možda postoji velik broj bacanih bala iz jeftinih skladišta.

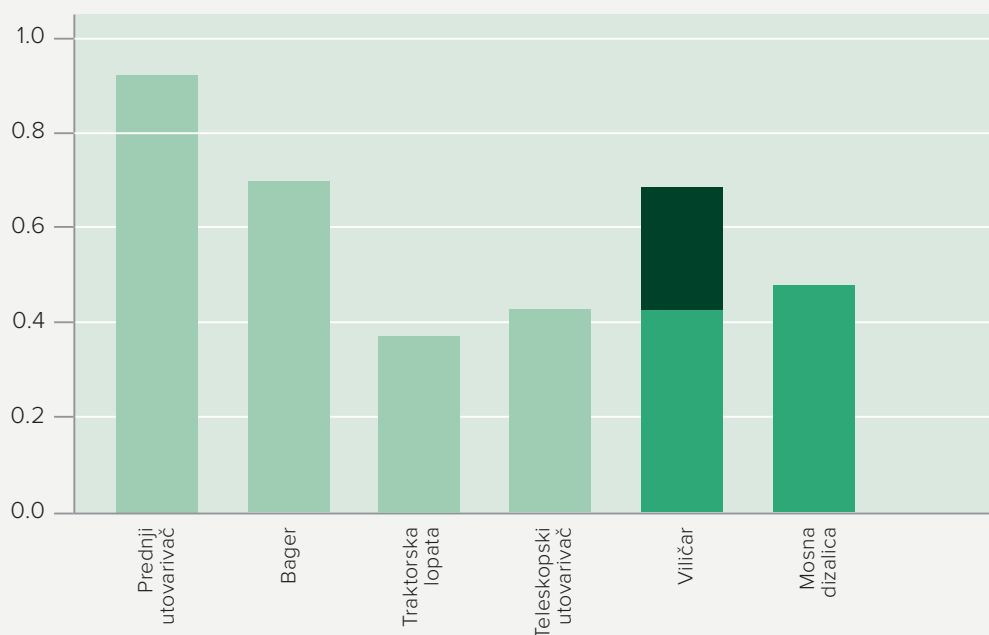
Skladištenje pod krovom u stajama sa zidovima i betonskim podom daje slamu visoke kvalitete, ali to je i najskuplji način skladištenja, ako se u tu svrhu moraju uspostaviti novi objekti. Međutim, ako se stare zgrade mogu iskoristiti, to može biti optimalno rješenje za opskrbu visokokvalitetnim balama slame. Staje bez zidova također se široko koriste jer izlaganje bočnih stranica bala normalnim vremenskim uvjetima obično neće značajno utjecati na kvalitetu.

Omotavanje slame u dugo zamotane hrpe sve je češće. Jeftinije je od uspostavljanja stalnih objekata (nove staje) i ujedno je fleksibilnije. Možete imati zamotani stog na polju gdje je proizvedena slama

(manje terenskog prijevoza) i blizu glavne ceste, što olakšava utovar za cestovni prijevoz; a ako se bale isporuče tijekom mjeseci nakon žetve, polje može biti pravovremeno spremno za sljedeći urod. Međutim, jedan od glavnih razloga povećane upotrebe spremišta za zamatanje jest razvoj učinkovitije opreme tijekom posljednjeg desetljeća. Tamo gdje su prvi strojevi za omatanje slagali dvije velike bale jedna na drugu, oprema za slaganje s presjekom do 12 bala sada je standardna. Prema iskusnim korisnicima, malo je stvari kojih biste trebali biti svjesni u vezi zamotavanja. Ako uspostavite spremište u donjem dijelu polja, postoji znatan rizik da vlaga proдре u omot odozdo pa ga treba uspostaviti na povišenom dijelu polja. Nadalje, ponekad sadržaj vlage u slami može prouzročiti kondenzaciju na plastici, što rezultira vlagom gornjih bala.

Otvoreno skladište i dalje koriste neki dobavljači slame. Neki prekrivaju stogove plastikom, a pokrivač drže na mjestu tako da na vrh plastike stavljaju sloj bala, drugi samo ostavljaju stog potpuno otvoren i izložen vremenskim uvjetima. To je očito najjeftiniji način čuvanja velike količine slame. Međutim, ako odaberete ovu opciju, mora se uzeti u obzir da se određenim brojem bala ne može trgovati u toplanama ili kogeneracijskim postrojenjima, jer je kvaliteta značajno smanjena nakon skladištenja. Gornji sloj je najvjerojatnije uništen, a često i donji sloj jer je upio vlagu iz tla. Ako bi se te bale umjesto toga mogle koristiti za proizvodnju bioplina, to bi i dalje moglo biti izvedivo rješenje. Ako ne, može se pokazati prilično skupim rješavanjem odbačenih bala u smislu napora koji je potreban da se bale podijele, slama raširi i sjedini s tlom.

## Rukovanje slamom u minutama po bali



**SLIKA 2**

Potrošnja vremena za utovar i istovar slame. Prilikom istovara viljuškarom, dodatno se vrijeme troši na vaganje i analizu sadržaja vode u slami. Uz to, potrebno je potrošiti vrijeme na pomicanje bala ako se skladišni prostor želi potpuno napuniti (Izvor: Centar za tehnologiju biomase).



# Postrojenja imaju kapacitet međuspremnik samo nekoliko dana, tako da se velika većina godišnje potrošnje slame mora čuvati u decentraliziranim skladištima.

## Cestovni prijevoz

Cestovni prijevoz obično se obavlja teretnjakom/prikolicom. Ako je udaljenost do postrojenja kratka, obično manja od 10 km, cestovni prijevoz može se obaviti traktorom i vagonom. Često prihvatni objekti u postrojenju zahtijevaju da se bale utovare na specifičan način za transport – obično u slojevima od 6 (2 x 3) na teretnjak i/ili prikolicu. Neka postrojenja također zahtijevaju da bale tijekom transporta budu prekrivne mrežom kako bi se spriječilo da vjetar otpuše slamu s bala.

## Istovar u pogonu

Dok mnoge male centrale daljinskog grijanja i dalje koriste prednje utovarivače za istovar bala slame, veća postrojenja upostavila su automatski istovar dizalicom, koja podiže cijeli sloj bala s teretnjaka i prikolice i stavlja ga u međuspremnik u postrojenju. Ista dizalica koristi se za podizanje bala iz međuspremnik na pokretnu traku(e) koja transportira slamu do drobilica i ubacuje ju u postrojenje kotla.

Mnoge od tih dizalica opremljene su tehnologijom za automatsku registraciju težine i vlage bala, čime se učinkovito smanjuje vrijeme potrebno za istovar i registraciju teretnjaka punog slame. Sadržaj vlage mjeri se pomoću mikrovalova. Ako se za istovar koristi prednji utovarivač, vaganje tereta obično se odvija pomoću vage, dok se sadržaj vlage u balama registrira ručno uz pomoć mjerača vlage, gdje se sonda ubacuje u bale slame.

## Zdravstveni i sigurnosni aspekti

Rad u poljoprivrednom sektoru općenito uključuje određene rizike, a rukovanje slamom nije iznimka. Osim što se rukuje teškim strojevima, same bale slame su teške i s njima se mora oprezno rukovati. Na primjer, prilikom uspostavljanja stogova bala slame – bilo u stajama ili na otvorenom – važno ih je složiti u slojeve kako bi se umanjio rizik od urušavanja.



SLIKA Food & Bio Cluster Denmark.

Nadalje, mjere opreza se moraju poduzeti kako bi se izbjegli požari – posebice u skladištima s velikim količinama. U Danskoj postoje prilično strogi propisi koji se odnose na a) količine slame uskladištene u jednom skladištu, b) dimenzije stoga, c) udaljenost od skladišta do zgrada i d) javne ceste. Glavni razlog je taj što se, ako se stog slame zapali, pokazalo se da je gotovo nemoguće ugasiti vatru pa sve što možete jest kontrolirati vatru dok ne izgori.

Zakonske mjere imaju za cilj:

- a) Ograničiti količinu imovine koja se može zapaliti u jednom požaru,
- b) Paziti da se vatra može suzbiti i kontrolirati,
- c) Paziti da se požar ne proširi na zgrade i ostala skladišta i
- d) Spriječiti opasne situacije na cestama uzrokovane dimom požara.

Rukovanje slamom također može rezultirati velikom količinom prašine – pa čak i gljivičnih spora – ako je slama bila mokra, mogu postojati zdravstveni problemi ako se kontinuirano radi u zatvorenom okruženju. Pri redovitom radu sa slamom treba nositi masku protiv prašine.



Sadržaj vlage u slami se kontrolira prije istovara. Ako je udio vode veći od 25 %, obično se odbacuje.

SLIKA Torben Skøtt, BioPress.





**Omotavanje omogućuje decentralizirano skladištenje na otvorenom bez oštećenja kvalitete slame.**



# Aspekti održivosti spaljivanja slame

Uklanjanje slame za proizvodnju energije može biti održivo pod uvjetom da se provedu odgovarajuće mjere.

Kao što je spomenuto u prethodnom odjeljku, kontinuirano uklanjanje slame s polja za izgaranje iz godine u godinu može rezultirati iscrpljivanjem sadržaja ugljika u tlu, u usporedbi s poljima na kojima se slama kontinuirano ugrađuje u tlo, bilo izravno ili nakon upotrebe u životinjskoj proizvodnji za posteljину. Mnogogodišnja istraživanja pokazala su da to nije nužno velik problem i primjenom pepela izgaranjem mogu se recirkulirati mnoge hranjive tvari i minerali.

## Učinci uklanjanja slame

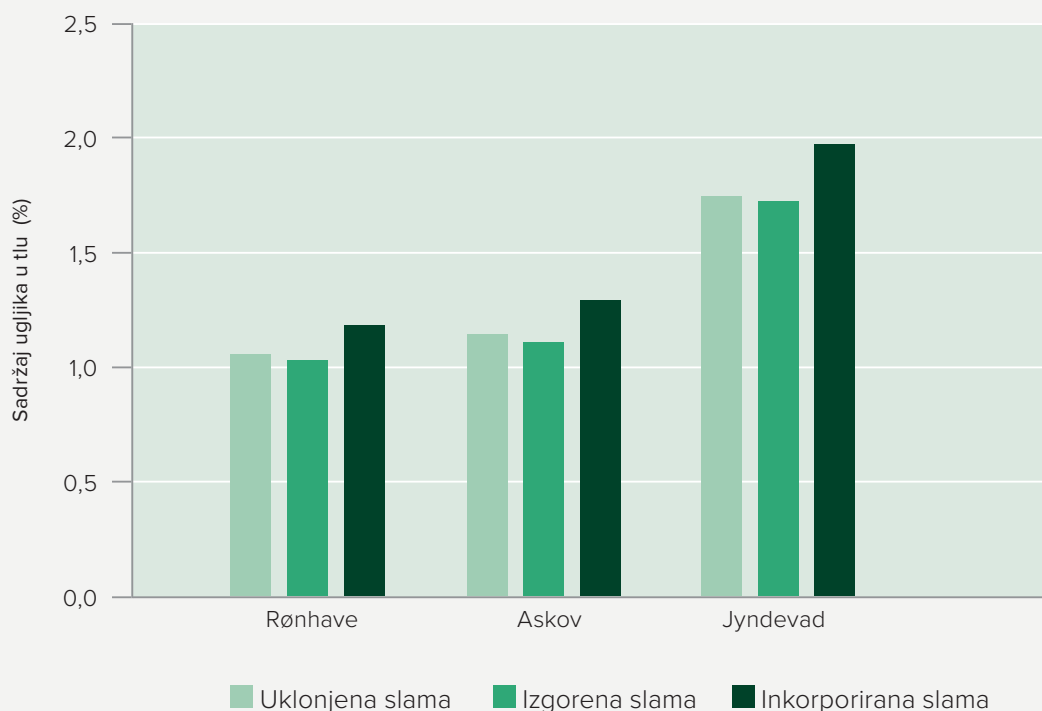
Na danskim istraživačkim postajama Askov, St. Jyndeved i Rønhave, provedena su istraživanja o učincima uklanjanja slame, gdje se desetljećima uklanjala slama s parcela kako bi se usporedio sadržaj ugljika na tim parcelama s parcelama na kojima je slama ugrađena u tlo u istom razdoblju. Rezultati pokazuju da je sadržaj ugljika u

tlu u gornjih 20 centimetara znatno veći kada se slama ugrađuje 36 godina (Rønhave), odnosno 29 godina (Askov i St. Jyndeved).

Jasno je da postoji značajan učinak kontinuiranog uklanjanja slame na kakvoću tla, ali o tome se raspravlja između danskih poljoprivrednika i agronoma, koje bi to učinke moglo imati na potencijal prinosa na dotičnim područjima. Kratkoročno, na prinos se ne utječe sve dok se hranjive tvari primjenjuju kroz stajski gnoj / gnojnicu i / ili mineralno gnojivo. Mnogi imaju tendenciju vjerovati da je najveći izazov veći rizik od erozije i drugih strukturnih oštećenja uzrokovanih manjim udjelom humusa u tlu.

U svakom slučaju, pokazalo se da se učinak uklanjanja slame na ugljik može nadoknaditi korištenjem pokrovnih usjeva nakon žetve, koji se zatim ugrađuju u tlo.

Učinci na sadržaj ugljika u tlu



SLIKA 3

Učinci na sadržaj ugljika u gornjih 20 centimetara pri uklanjanju, spaljivanju ili ugradnji slame natrag u tlo.

| Teški metali | Koncentracija (mg po kg suhe tvari) |
|--------------|-------------------------------------|
| Živa         | 0.8                                 |
| Olovo        | 120                                 |
| Nikal        | 60                                  |
| Krom         | 100                                 |
| Kadmij       | 5                                   |

**TABLICA 4**  
Koncentracija teških metala.

## Pepeo nastao izgaranjem slame sadrži nekoliko vrijednih hranjivih sastojaka.

### Primjena pepela od izgaranja slame

Pepeo nastao izgaranjem slame sadrži nekoliko vrijednih hranjivih sastojaka - posebno fosfora i kalija - i stoga je preporučljivo reciklirati pepeo na poljoprivredno tlo. Međutim, u pepelu postoje i neke izazovne tvari - uglavnom teški metali, pa je važno regulirati količinu pepela koji se recirkulira na određeno područje.

U Danskoj se primjena pepela nastalog izgaranjem biomase - uključujući slamu - regulira kroz "Bioaskebekendtgørelsen" (Izvršni nalog o upotrebi bio-pepela u poljoprivredne svrhe), čiji je glavni fokus kontrola primijenjenih teških metala na teren. U tablici 4., navedene su granične vrijednosti teških metala u pepelu.

Osim vrijednosti koncentracije teških metala, naredba također navodi da se godišnje može primijeniti najviše 0,8 g kadmija po hektaru (u prosjeku tijekom pet godina) i da se ukupno može primijeniti najviše pet tona pepela (DM) hektara u razdoblju od pet godina.



**SLIKA** Adam Weller.





Biogljen. **SLIKA** Food & Bio Cluster Denmark.

## Primjena biogoriva i biognojiva

U usporedbi s pepelom dobivenim izgaranjem, biogljen od rasplinjavanja/pirolize slame ili drugih vrsta biomase još uvijek sadrži određenu količinu ugljika kao i hranjivih sastojaka. Stoga, s poljoprivrednog gledišta, biogljen iz postrojenja za rasplinjavanje predstavlja superiorno gnojivo u usporedbi s pepelom; međutim, kako je kasnije opisano, rasplinjavanje slame izazovni je postupak, a velika postrojenja za uplinjavanje slame rijetka su ili uopće ne postoje.

Superiorno biogljenu je biognojivo iz anaerobne razgradnje u postrojenjima za bioplin, koje još uvijek sadrži prilično puno ugljika. Kada se slama razgrađuje u postrojenju za bioplin, obično se između 40-60 % organskog materijala pretvori u metan i ugljični dioksid, pa se približno ista količina ugljika recirkulira natrag u tlo s biognojivom. To naravno odražava činjenicu da je iskorištavanje energije izgaranjem slame znatno veće nego kod anaerobne razgradnje.

Još jedna značajka biognojiva iz bioplinских postrojenja je da su u osnovi sve hranjive tvari iz supstrata koje su u bioplinским postrojenjima još uvijek u biognojivu nakon razgradnje. Tijekom izgaranja neke se hranjive tvari gube s otpadnim plinovima, posebno dušik, a druge, poput fosfora, mogu se mobilizirati u pepelu izgaranjem pri visokim temperaturama. Dakle, iako slama ne sadrži puno dušika, biognojivo iz anaerobne razgradnje i dalje se može smatrati puno boljim gnojivom od pepela koji izgara.

# Kotlovi manjih dimenzija za slamu

Pojedinačni kotlovi na slamu naglo su se razvili od kako su se prvi pojavili na tržištu krajem 1970-ih. Učinkovitost se udvostručila, dok je emisija štetnih tvari znatno smanjena. Mnogi su danski poljoprivrednici odlučili ulagati u malo veće kotlove kako bi njihovi susjedi mogli dobiti jeftino i ekološki prihvatljivo grijanje putem mreže daljinskog grijanja.

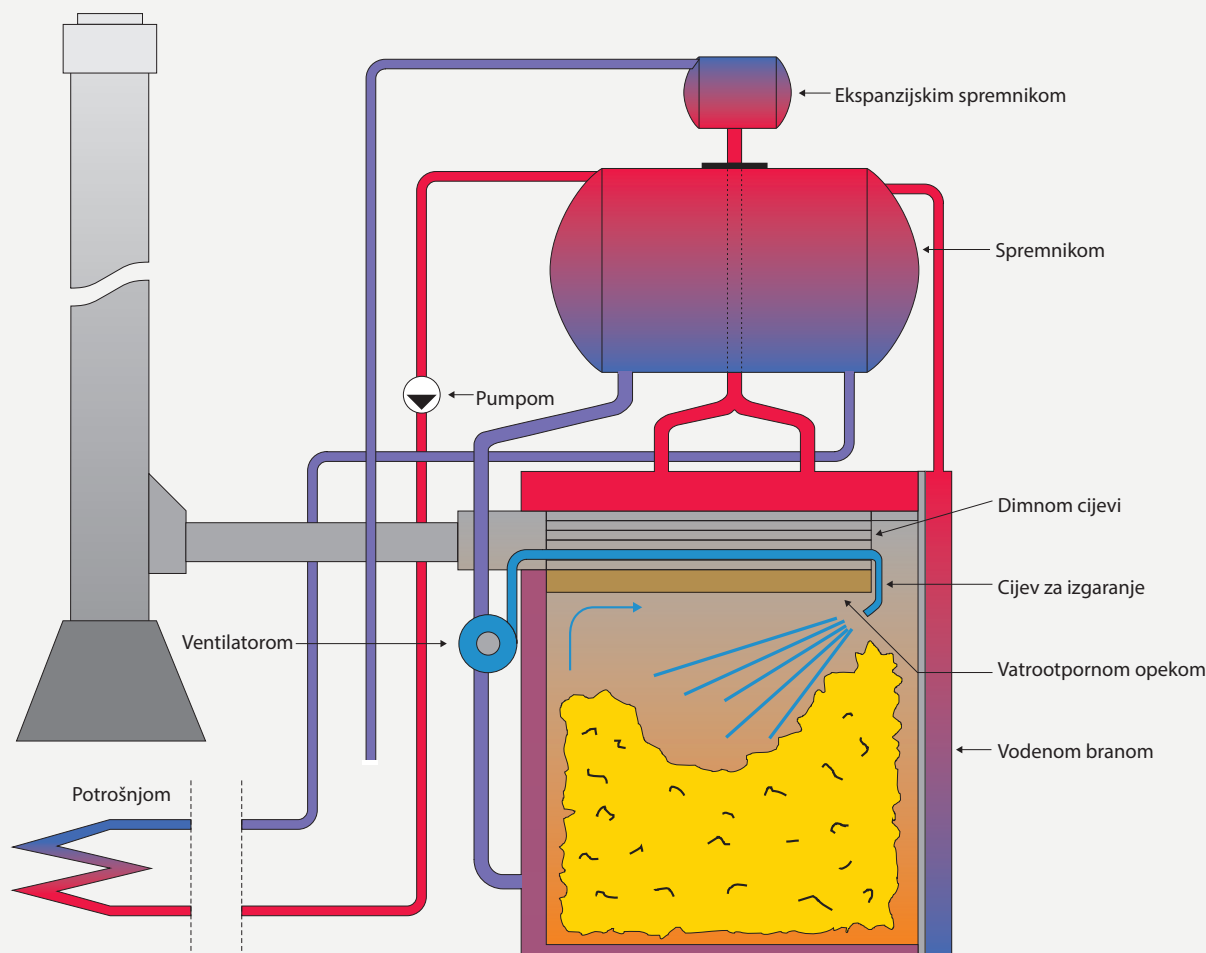
Nakon prve energetske krize 1973., mnogi su ljudi počeli tražiti jeftiniji i pouzdaniji izvor topline od ulja, a poljoprivrednicima je bilo prirodno skrenuti pozornost na veliku količinu slame, koja je u to vrijeme samo izgorjela na poljima. Tijekom 1970-ih brojni proizvođači strojeva počeli su proizvoditi jednostavne kotlove na slamu, koji su bili dizajnirani za male bale.

Kasnije su proizvedeni i kotlovi na okrugle bale i velike bale na slamu, a razvijene su i automatske toplane koje zahtijevaju minimalnu pažnju.

Općenito postoje dvije vrste kotlova na slamu: ručno grijana postrojenja, poznate i kao teglice, i automatski grijana postrojenja. Porcionalno postrojenje je najjednostavnija vrsta postrojenja, gdje se cijele bale slame ručno dovode u kotao (vidi sliku 4). U slučaju postrojenja za male bale, to se obično radi ručno, dok se prednji utovarivač obično koristi ako je postrojenje za okrugle bale ili velike bale.

Kotao s raspodjelnim postrojenjem relativno je jeftin, a operativni troškovi minimalni. Međutim, potrebno je potrošiti puno vremena na uklanjanje pepela i opskrbu novim gorivom.

## Dio kotla na slamu sa spremnikom za pohranu s



SLIKA 4

Dio kotla na slamu sa spremnikom za pohranu.



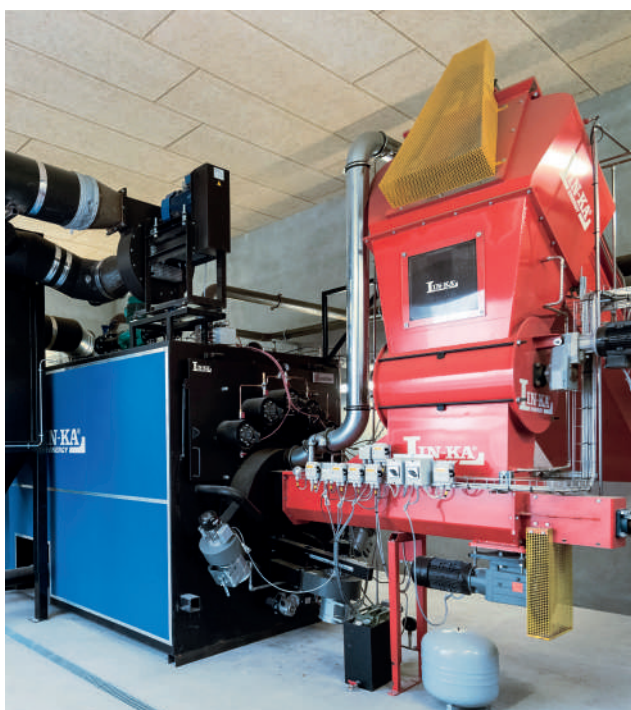


Porcijsko postrojenje za velike bale. **SLIKA** Torben Skøtt, BioPress.

## Ručno ili automatski?

Automatske toplane sastoje se od kotla za slamu i opskrbnog sustava, koji uključuje transportnu vrpcu - takozvanu traku slame i kolektor, koji slamu melje prije nego što se pomoću spiralnog prijenosnika ili puhalice uvede u kotao.

Ta su postrojenja uglavnom skuplja od ručno grijanih postrojenja, a operativni su troškovi veći, ali zauzvrat je potreba za brigom minimalna.



Automatsko postrojenje snage 800 kW tvrtke Linka Energy. **SLIKA** Linka Energy.



Porcionalna postrojenja često se ugrađuju u zasebnu zgradu kako bi se smanjio rizik od požara. **SLIKA** Torben Skøtt, BioPress.



## Učinkovitost i okoliš

Učinkovitost prvih kotlova na slamu često je bila i do 30-40 %, što je rezultiralo lošim izgaranjem i zagađenjem iz dimnjaka. Međutim, 1976. godine Danski institut za poljoprivredna istraživanja započeo je s ispitivanjem kotlova na slamu i pomagao proizvođačima u razvoju proizvoda. Nadalje, kako bi ubrzala razvoj, Danska energetska agencija provela je shemu subvencija 1995. godine, gdje je veličina subvencije ovisila o tome koliko je kotao učinkovit. To je dovelo do značajnih poboljšanja kotlova za slamu, a učinkovitost se povećala s izvornih 30-40 % na preko 80% (vidi sliku 5).

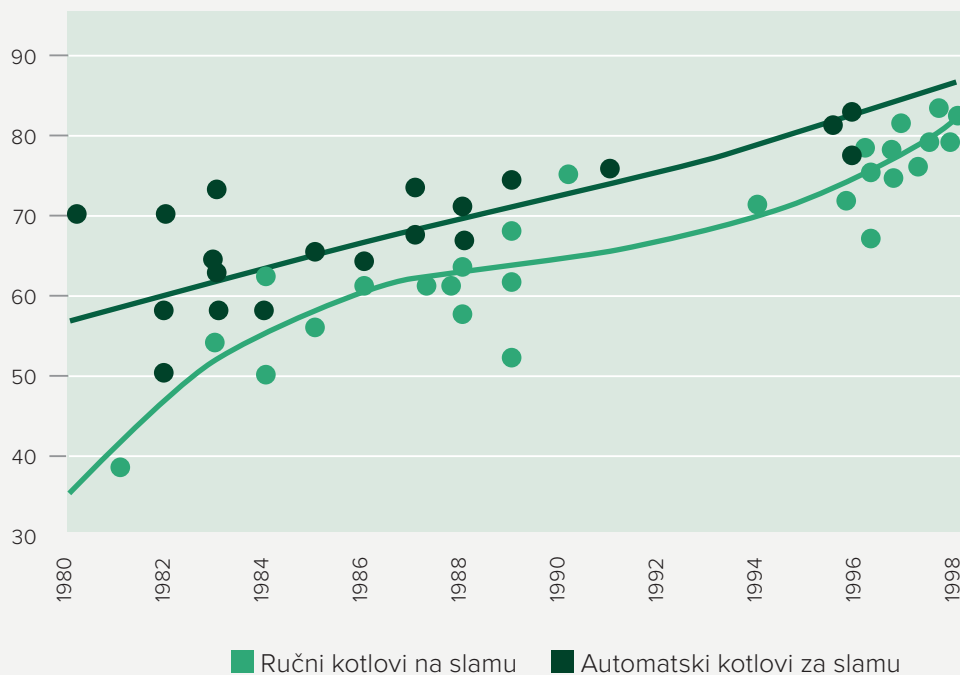
U međuvremenu, kako su kotlovi postajali učinkovitiji, emisije ugljičnog monoksida znatno su pale. Ugljični monoksid nije štetan za okoliš u malim dozama sam po sebi, ali naznačite koliko kotlovi uopće zagađuju. Ako u dimu ima puno ugljičnog monoksida, emitirat će se i niz drugih štetnih tvari. Primjeri uključuju čađu i katran, a potonji se sastoje od različitih organskih kiselina i takozvanih PAH-a koji su kancerogeni.

Prisutnost ovih tvari dokaz je nepotpunog izgaranja, a najrazumniji način uklanjanja je poboljšanje izgaranja, tako da tvari izgaraju, a istodobno gorivo se bolje iskorištava. To je moguće osiguravanjem visoke temperature u komori za izgaranje. Slama i druge vrste biomase stvaraju plinove koji se ne zapale dok temperatura ne dosegne oko 800-900 stupnjeva. Ako temperatura padne prenisko, plinovi neće sagorjeti prije nego što se emitiraju kroz dimnjak, što dovodi do loše ekonomičnosti grijanja i nepotrebnih emisija.

Stariji kotlovi na slamu obično se sastoje od pothlađene komore, s dimnjakom na jednom kraju, dok se zrak za izgaranje ubrizgava na suprotni kraj. Na temelju ovog jednostavnog dizajna, postojat će tendencija ispuštanja dima kroz dimnjak bez izgaranja. Srećom, to se može popraviti i mnogi su novi kotlovi dizajnirani, pa su plinovi prisiljeni prolaziti ispred mlaznica za zrak, što osigurava daleko veću vjerojatnost paljenja i pretvaranja u toplinu, umjesto onečišćenja okoline.

**Ako je temperatura u komori za izgaranje preniska, rezultat su loša ekonomija grijanja i nepotrebne emisije.**

**Energetska učinkovitost kotlova na slamu u postocima**



**SLIKA 5**

Učinkovitost ručnih i automatskih kotlova na slamu u razdoblju 1980.-1998., gdje su redovna ispitivanja provodila Danska poljoprivredna istraživačka središta, Bygholm. Izvor: Danski centar za poljoprivredna istraživanja.



## Veličina kotla

Mnogi ljudi dolaze u iskušenje da kupe kotao za slamu koji je veći nego što je potrebno. To, međutim, nije dobra ideja i često dovodi do loše ekonomije grijanja i lošeg utjecaja na okoliš. Pravi izbor je kotao koji je malo premalen da pokrije potrebe za grijanjem u najhladnijim danima. Kotao na slamu je najučinkovitiji s punim opterećenjem, pa je stoga, što je kotao veći, to je veći rizik da će veći dio godine raditi s djelomičnim opterećenjima.

Optimalna veličina kotla obično će biti oko 75 % potrebe najhladnijeg dana. U nekoliko razdoblja u godini, kada kotao na slamu ne može pokriti potrošnju, kotao na ulje ili električno grijanje može ga nadopuniti.

## Spremnik

Postrojenja s ručnim loženjem uvijek trebaju biti opremljena spremnikom, tako da toplina ne mora nužno biti korištena istom brzinom kojom se proizvodi. Pogotovo ljeti, gdje je potrošnja topline mala, spremnik može pomoći u osiguravanju dobrog izgaranja. Spremnik je često zasebni spremnik postavljen na vrh kotla, ali može biti i cjelovita jedinica s kotlom i spremnikom. Spremnik bi obično trebao sadržavati 60-80 litara vode za svaki kilogram slame u kotlovnici.

Mnoga automatska postrojenja moći će postići bolje izgaranje ako su spojena na spremnik. Cjelodnevna potreba za grijanjem može se postići za oko 6-8 sati i može smanjiti broj pokretanja / zaustavljanja kotla, što bi inače rezultiralo lošim izgaranjem.









# Grijanje kvartova

Danas je preko 60 % svih danskih kućanstava priključeno na mrežu daljinskog grijanja, ali tržište tradicionalnih toplana (tj. veća sela ili gradovi) više je ili manje potpuno pokriveno.

Malim gradovima može biti teško ostvariti profit s centraliziranim toplinskim sustavom, dok se daljinsko grijanje pokazalo učinkovitije. U principu to može biti svako kućanstvo koje opskrbljuje susjede toplinom, ali u praksi su često poljoprivrednici ti koji su odlučili uložiti u veći kotao na slamu nego što je potrebno za vlastitu potrošnju kako bi susjedima isporučili toplinu.

Baš kao i farme, kotao za slamu trebao bi biti dimenzioniran kako bi najhladniji dan isporučio 70-80 % potreba za grijanjem. To daje najbolju ekonomiju grijanja tijekom cijele godine - i zimi i ljeti kada je potrošnja minimalna. Tijekom zimskog razdoblja kotao na lož ulje može se koristiti kao zamjena i obično je dizajniran, tako da može podnijeti cijelu potrošnju u slučaju kvara kotla.

Postojeće daljinske toplane u Danskoj variraju od nekoliko kuća do 70-80 domova. Veliku većinu uspostavljaju poljoprivrednici koji imaju na raspolaganju značajne količine slame i kao rezultat toga mogu isporučiti jeftino grijanje svojim susjedima.

Iskustva s daljinskim grijanjem uglavnom su vrlo pozitivna. Za poljoprivrednike će obično biti ekonomska dobit, potrošači će rado primiti jeftino grijanje, a činjenica da možete kupiti jeftino grijanje može olakšati prihvaćanje mirisa s obližnje farme.

## Da bi daljinsko grijanje bilo uspješno, uzmite u obzir sljedeće:

- Zgrade bi trebale biti blizu kao u uobičajenim urbanim područjima, kako bi se izbjegao preveliki gubitak od prijenosnih cijevi
- Veliki potrošači poput škola, staračkih domova ili tvrtki čine veliku razliku u ekonomiji projekta
- Potrošači bi trebali moći postići financijsku uštedu zamjenom kotlova na lož ulje daljinskim grijanjem te
- Potrošačima treba jamčiti jeftine i stabilne cijene grijanja najmanje 10 godina

# Centralizirani toplinski sustav

Centralizirani toplinski sustavi na slamu mogu biti jeftina i ekološki prihvatljiva alternativa drugim vrstama grijanja - pogotovo ako se postrojenje nalazi na području s velikim viškom slame.

Prije nekoliko godina postojala je tendencija da centralni toplinski sustavi favoriziraju drvene sječke kao gorivo, ali iz ekonomske perspektive danas nema velike razlike između ta dva goriva.

Centralni toplinski sustavi na slamu postoje u Danskoj od 1980. godine, a danas je u pogonu oko 55 postrojenja. Nekoliko je postrojenja izgrađeno u uskoj suradnji s lokalnim poljoprivrednicima, a u nekim su slučajevima poljoprivrednici odgovorni za izgradnju, kao i za rad postrojenja. Učinak postrojenja varira od oko 500 kW do 12 MW, a tehnički projekti pokrivaju širok raspon, iako naravno postoje elementi koji se obično koriste u svim postrojenjima.

U jednom je trenutku u Danskoj postojala 61 toplana na slamu, ali oko 2000. godine nekoliko je postrojenja odlučilo zamijeniti kotlove za slamu kotlovima na drvenu sječku. Glavni razlog bio je pad cijena sječke zbog značajnog uvoza drva s Baltika. Nadalje,

nekoliko je postrojenja imalo loša iskustva s izvornim ugovorima s dobavljačima slame. Mnoge od prvih toplana na slamu odlučile su sklopiti dugoročne indeksirane ugovore s poljoprivrednicima, što je s vremenom rezultiralo prilično visokim cijenama. Danas se slamom uglavnom trguje na otvorenom tržištu putem nadmetanja, što ju je učinilo konkurentnijom i rezultiralo ponovnim širenjem toplana na slamu.

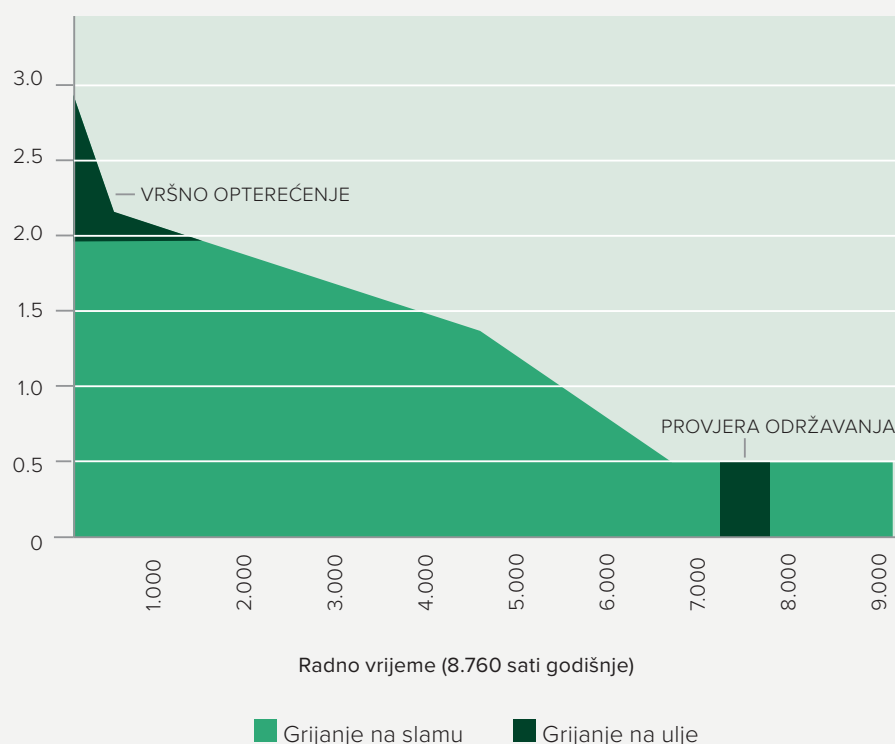
Pitanje o tome je li toplana od slame ili drvene sječke u najvećoj mjeri ovisi o lokalnim okolnostima. Trgovina slamom uglavnom je regionalna, dok je drvena sječka postala međunarodna roba. Ako se postrojenje nalazi na području s velikim viškom slame, lokalnim poljoprivrednicima može pružiti niske cijene grijanja i povećati prihode. Općenito je slama jeftinije gorivo od drvene sječke u Danskoj, iako su ulaganja u pogon nešto skuplja i operativni troškovi nešto veći.



SLIKA Torben Skøtt, BioPress.



## Potreba za snagom u MW



### SLIKA 6

Kotao za slamu treba biti dimenzioniran, tako da može pokriti oko 70 % maksimalnog opterećenja. Kada postoji najveće (vršno) opterećenje ili provjera održavanja, potražnju za grijanjem pokriva uljni kotao. Grafikon prikazuje raspodjelu slame i ulja za toplanu od 3 MW s kotlom od slame od 2 MW - Izvor: Centar za tehnologiju biomase.

## Postrojenje bi trebalo dimenzionirati tako da pokriva oko 70 % maksimalne potražnje.

Kao i kod poljoprivrednih postrojenja, prikladno je dimenzionirati postrojenje tako da kotao na slamu pokriva oko 70 % maksimalne potražnje (vidi sliku 6). Na temelju toga, kotao će ljeti raditi s oko 25 % maksimalnog učinka, što poboljšava učinkovitost.

Ako je kotao na slamu prevelik, postrojenje će raditi s djelomičnim opterećenjem veći dio godine, što znači manju učinkovitost i negativan utjecaj na okoliš. Spremnik za akumuliranje topline može se koristiti za ujednačavanje varijacija tijekom godine, a zimi kada kotao za slamu ne može pokriti potrebe za grijanjem, može se nadopuniti kotlom na lož ulje.

## Rukovanje slamom u toplani

Danas, sve toplane na slamu koriste velike bale ili srednje bale, koje su 30 cm niže od velikih bala. Obično je poljoprivrednik ili poljoprivredni dobavljač taj koji upravlja opskrbom slame toplani, iako u nekim slučajevima toplana sama upravlja prijevozom i skladištenjem mnogih tona slame. Prijevoz se obično odvija traktorom, ako se dobavljač nalazi u blizini (< 5-10 km) od toplane i kamionom za veće udaljenosti.

Istovar u postrojenju obično se odvija teleskopskim utovarivačem ili viljuškarom, koji obično istovari dvije bale odjednom. Nekoliko novih viljuškara sada je opremljeno posebnim "grabalicama" koje najdalje hvataju bale. Na ovaj se način kamion može isprazniti s jedne strane kamiona.

Slama se plaća prema težini i udjelu vode. Vaganje tereta slame odvija se ili na vagi ili na takozvanoj platformi. Vaga je najbrža za rad, jer se radi samo dva puta, dok platforma zahtijeva da se viličar vozi na vagu sa svakim teretom. Međutim, vaga je 2-3 puta skuplja od platforme, pa ravnoteža između potrošnje vremena i ulaganja određuje koje je rješenje najprikladnije za pojedino postrojenje.

Prije istovara sadržaj vode mjeri se uređajem postavljenim sa šiljastim klasom, koji se može umetnuti u pojedinu balu slame. Optimalan je sadržaj vode od 14-15 %. Ako je sadržaj vode 18-20 %, neke će toplane smanjiti cijenu, a većina će toplana u potpunosti odbiti slamu ako je sadržaj vode 25 % ili veći. Zelena i mokra slama obično se također odbacuju.

Prostor za skladištenje slame zahtijeva puno prostora, a kao rezultat toga, većina toplana ima prostora samo za otprilike tjedan dana uz puno opterećenje. Uobičajeno su četiri bale naslagane jedna na drugu u označenim područjima, pa dizalica može automatski postaviti bale na pokretnu traku - takozvanu traku slame, odakle se bale transportiraju na drobilicu ili izravno u kotao. Nekoliko manjih postrojenja nemaju dizalicu, a bale se moraju ručno postaviti na traku slame.

## Dizajn kotla

Kotao za slamu je, očito, dizajniran za slamu, ali većina će postrojenja moći obrađivati i druge vrste biomase, pod uvjetom da je suho gorivo. Nekoliko postrojenja ima pozitivna iskustva s dodavanjem ljuskica zrna, koštica trešnje te suhog i čistog drvnog otpada.

Kotlovi na slamu mogu imati različite dizajne, ali uglavnom su postrojenja opremljena vibracijskom rešetkom na dnu, gdje se odvija izgaranje. Rešetka je podijeljena u nekoliko zona izgaranja i može se pomicati unatrag i naprijed, tako da se goruća slama transportira prema mjestu uklanjanja pepela. Izgaranje se može usmjeriti prema svakoj zoni pružajući joj više ili manje zraka.

Većina energetskog sadržaja slame sastoji se od hlapljivih plinova koji izgaraju u kotlovskoj komori iznad rešetke. Dizajn kotlovske komore i kontrola ventilacije presudni su kako bi se osiguralo pravilno izgaranje različitih plinova, od kojih se neki neće zapaliti dok temperatura ne bude oko 800-900 Celzijevih stupnjeva. Neizgorjeli plinovi izlaze kroz dimnjak, što daje lošu energetsku učinkovitost i nepotrebno zagađenje.

Nakon kotlovske komore, otpadni plinovi se vode kroz konvektor, gdje se toplina prenosi u vodu, obično kroz niz vertikalnih cijevi ispunjenih vodom. Većina postrojenja opremljena je takozvanim ekonomizatorom - svojevrsnim izmjenjivačem topline koji je sposoban izvući zadnju toplinu iz dima prije nego što se provede kroz dimnjak.

## Cijele bale ili usitnjena slama?

Velika većina centraliziranih toplana grijanih slamom koristi usitnjenu slamu, ali postoje i neke koje koriste "narezane bale slame" i nekoliko postrojenja u kojima se bale bacaju izravno u kotao - koje se naziva i pečenje cigara. Potonji je sustav imao svoje zlatno doba tijekom 1980-ih, ali se brzo smanjuje jer se bori da zadovolji trenutne ekološke standarde.

Sustav s narezanom slamom sastoji se od kutije za hranjenje koja vertikalno naslanja bala slame. Kada postoji potreba za novim gorivom, hidraulički nož odsječe dio bale slame koja se nakon toga gurne u kotao. To je relativno jednostavan princip i može se smatrati kombinacijom zagrijavanja cigara i grijanja usitnjenom slamom.

Za usitnjenu slamu, drobilica se jednostavno postavlja između trake za slamu i kotla. Sjeckalice mogu imati različite izvedbe, ali u principu se radi o vraćanju slame u isto stanje kao i prije pritiskanja. Tijekom godina provedena su mnoga ispitivanja kako bi se utvrdilo je li moguće isključiti postupak baliranja i usitnjavanja i umjesto toga transportirati slamu izravno s polja u toplanu. Čini se očitim rješenjem, ali praktični problemi s skladištenjem i rukovanjem rastresitom slamom bili su toliko veliki da ovaj sustav nije zaživio.

# Kotlovi s usitnjenom slamom uglavnom imaju visoku učinkovitost i male emisije.

Kotlovi s usitnjenom slamom uglavnom imaju visoku učinkovitost i male emisije. Kad se slama usitni, lakše je kontrolirati dotok goriva i zraka nego kada se baci kao cijele bale. Ulaganja i operativni troškovi nešto su veći nego kod kotlova s cijelim balama, ali to se obično nadoknađuje većom učinkovitošću. Postrojenja s usitnjenom slamom uvijek trebaju biti opremljena sigurnosnom bravom između drobilice i kotla kako bi se spriječilo širenje požara na slamu izvan kotla.

## Razmatranje okoliša

Utjecaj na okoliš toplana na slamu privlači pažnju lokalnih vlasti, kao i lokalnog stanovništva koje ima značajan interes za postrojenje bez problema. Svi centralni toplinski sustavi na slamu u Danskoj opremljeni su filter vrećicom ili ESP filterom, koji smanjuje količinu letećeg pepela tako da se čestice ne šire u okolnu zajednicu.



*Bale slame se viličarima stavljaju u spremišta/skladišta. Bale se moraju iskrcati i smjestiti u područje označeno žutom bojom, tako da dizalica može automatski skupljati bale iz skladišta.*

**SLIKA** Torben Skøtt, BioPress.





*Skladište slame u toplani Terndrup. Prijevoz od skladišta do kotla odvija se automatski upravljanim dizalicom. Spremište može sadržavati slamu tijekom otprilike jednog tjedna rada tijekom zime.*

**SLIKA** Torben Skøtt, BioPress.

Sadržaj CO (ugličinog monoksida) u dimu mjera je učinkovitosti izgaranja. Visok sadržaj CO pokazuje nisku učinkovitost. Dim smrdi i vjerojatno će sadržavati PAH-ove (policiklični aromatski ugljikovodici) koji su kancerogeni. Relativno je jednostavno izmjeriti sadržaj ugljičinog monoksida, a javne vlasti imaju visoke standarde o dopuštenoj količini ugljičinog monoksida u dimu.

Dušikovi oksidi (NO<sub>x</sub>) u dimu mogu putovati na velike udaljenosti i pretvoriti se u, na primjer, dušičnu kiselinu, što može dovesti do oštećenja šuma, jezera i zgrada. Uz to, dušični spojevi iz zraka mogu uzrokovati prekomjernu gnojidbu osjetljivih područja prirode, poput močvara i vriština. Nadalje, dušični oksidi mogu smanjiti plućnu funkciju osobama s astmom i bronhitisom, ali ovdje je problem

posebno NO<sub>2</sub>, a ne toliko NO. NO<sub>x</sub> se može ukloniti iz dima, ali sustavi za filtriranje skupi su i kao rezultat toga rijetko se instaliraju u centraliziranim toplinskim sustavima.

Također je moguće očistiti dim od sumpornog dioksida (SO<sub>2</sub>), ali kao što je slučaj s NO<sub>x</sub>, sustavi za filtriranje preskupi su za toplane sa slamom kako bi ulagale u tu tehnologiju. Čišćenjem dima od sumpornog dioksida moguće je izbjeći plaćanje poreza na sumpor državi, ali zahtijeva ulaganja i u postrojenja za odsumporavanje i u mjernu opremu, što može dokazati da emisije ostaju ispod najvećih dopuštenih vrijednosti.

Nekoliko je postrojenja provelo eksperimente s instaliranjem tehnologije za kondenzaciju otpadnih plinova kako bi se postigla bolja učinkovitost, ali u većini mjesta od njih se odustalo nakon nekoliko godina rada. U Høngu, sjeverno od Slagelse, instalirano je potpuno novo postrojenje za kondenzaciju otpadnih plinova, koje može poboljšati učinkovitost za oko 10 %, a istovremeno uklanja i sadržaj sumpora. Ako se ovo pokaže uspješnim, moglo bi postati standardno i u starim i novim postrojenjima - posebno ako je moguće postrojenja osloboditi poreza na sumpor bez potrebe za instaliranjem skupe i složene mjerne opreme.



*Transporter bala od slame za automatski utovar.*

**SLIKA** Cormall A/S.





**Danska je vodeća u  
svijetu u kombiniranoj  
proizvodnji topline i  
električne energije od  
slame.**



# Slama za centralizirane kombinirane toplane i elektrane

Centralizirane kombinirane termoelektrane (CHP) na bazi slame danska su specijalnost. Od 1980-ih godina, značajna financijska sredstva za istraživanje primjenjuju se za razvoj tehnologije koja omogućuje upotrebu slame u postrojenjima na ugljen i uspostavljanje kombiniranih toplinskih i elektrana loženih na slamu ili zajedno s drugim vrstama biomase.

Elektrana se otprilike sastoji od kotla, parnog kruga, turbine i električnog generatora. U kotlu se gorivo pretvara u toplinu, a energija od toga prenosi u parni krug, a zatim u turbinu koja je spojena na električni generator. Kad para prođe kroz turbinu, ona se kondenzira u vodu pomoću vode za hlađenje iz mora, nakon čega se vraća u kotao.

U tradicionalnoj elektrani samo se 40-45 % goriva pretvara u električnu energiju. Ostatak energije nestaje kroz dimnjak i zajedno s vodom za hlađenje u moru. Kombinirana elektrana za proizvodnju topline i električne energije proizvodi električnu energiju na isti način kao i standardna elektrana, ali umjesto hlađenja pare iz turbine morskom vodom koristi se povratna voda iz mreže centraliziranog sustava grijanja i time se podgrijava. Proizvodnjom i električne i toplinske energije 85-90 % goriva može se iskoristiti u energetske svrhe, a kako morska voda nije potrebna, postrojenja se mogu smjestiti u bilo koji grad s dovoljno velikom potrebom za toplinom.

U Danskoj je kombinirana proizvodnja električne energije i topline visoko prioritetizirana. Prije je bilo normalno imati vrlo velike pogone smještene u blizini velikih gradova poput Kopenhagena, Aarhusa i Odensea. Međutim, 1986. godine parlament je sklopio politički energetski sporazum, koji je uključivao izgradnju novih decentraliziranih kombiniranih termoelektrana i elektrana na biomasu, komunalni otpad i prirodni plin. To je dovelo do izgradnje prve kombinirane termoelektrane i elektrane na slamu na svijetu 1989. godine.

Od tada je izgrađeno još deset postrojenja na slamu. U Aarhusu je 2017. izgrađeno novo postrojenje na slamu u Lisbjergu, što je pomoglo općini da u potpunosti ukinu ugljen. Postrojenje snage 110 MW dizajnirano je za 100 % slame, ali može suspaliti do cca 50 % uložene topline kao drvena sječka.

Parlament se 1993. godine usuglasio s takozvanim Akcijskim planom za biomasu, koji je zahtijevao da centralne elektrane godišnje koriste 1,4 milijuna tona biomase, od čega najmanje 1 milijun tona treba biti slama. Iskustva iz drugih zemalja bila su u to vrijeme vrlo ograničena i obuhvaćala su samo upotrebu drva kao goriva. U osnovi, slama za proizvodnju energije bila je nepoznat pojam u sektoru grijanja, a bilo je potrebno pokrenuti ambiciozan razvojni i demonstracijski program. Program je riješio mnoge goruće probleme, koji su utjecali na prva postrojenja tijekom 1990-ih, a danas je Danska jedna od vodećih zemalja kada je u pitanju učinkovita upotreba slame za proizvodnju električne energije.

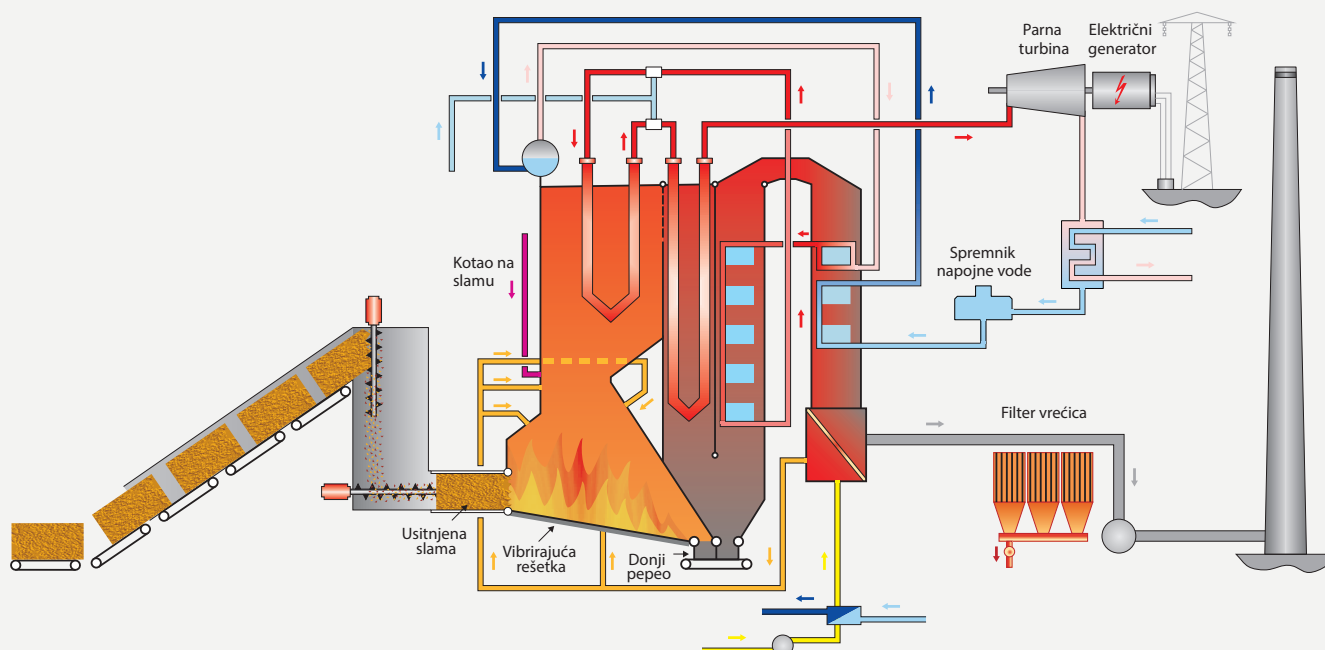
Napori istraživanja i razvoja u kombiniranim termoelektranama i elektranama za slamu bili su posebno usmjereni na pečenje na rešetki, izgaranje prašine, sustave cirkulirajućeg fluida (fluidizacija) i pečenje fluksa gdje se u istom kotlu izgaraju slama i ugljen.

## Rukovanje slamom u pogonu

Kombinirane termoelektrane i elektrane bacaju daleko veće količine slame nego toplane. Postrojenje poput Funen, na primjer, uzima 150-170.000 tona slame godišnje, što je ekvivalentno više od 300.000 velikih bala.

Kako bi se moglo rukovati velikom količinom slame, većina postrojenja opremljena je automatskim dizalicama koje istovremeno mogu podići dvanaest bala. Na taj način su potrebna samo dva dizala da se isprazni kamion i prikolica. Budući da dizalica istodobno bilježi i težinu i sadržaj vode, na ulazu u skladište slame rijetko postoje uski (mali) ulazi. Registracija sadržaja vode odvija se pomoću mikrovalova, a teretna čelija na dizalici registrira težinu svakog podizanja.

## Shematski dijagram bloka termoelektrane na postrojenju Funen



**SLIKA 7**

Shematski dijagram bloka termoelektrane na postrojenju Funen.

Bale se dizalicom utovaruju iz skladišta slame na transportnu traku koja ih potom transportira do drobilica. Broj transportnih traka varira između postrojenja, ali većina postrojenja ima četiri paralelna remena kako bi se moglo rukovati velikim količinama slame.

### Pečenje na rešetki

Pečenje na rešetki najrasprostranjenija je tehnologija za iskorištavanje slame u danskim kombiniranim termoelektranama (vidi sliku 7). Kao što i samo ime govori, izgaranje se odvija na rešetki na dnu komore kotla. U većini slučajeva odnosi se na kosu, vodeno hladenu rešetku koja u pravilnim intervalima vibrira, polako pomičući slamu prema izlazu za uklanjanje pepela. Manji udio pepela - leteći pepeo - provodi se kroz kotlovnicu i sakuplja u filtersku vrećicu prije nego što se dim odvede kroz dimnjak.

U većini pogona na rešetke, bale slame dovode se iz skladišta kroz drobilicu, nakon čega se slama dostavlja na rešetku pomoću svrdla. Međutim, u nekim starijim postrojenjima bale se dovode izravno u kotao nakon takozvanog "principa paljenja cigare". Ne dolazi do cijepanja bala slame, jer bala jednostavno gori s jednog kraja na drugi. Dio slame izgara u komori iznad rešetke, dok ostaci padaju na rešetku gdje izgara.

### Ložišta prašine

Elektrane na ugljenu prašinu mogu se obnoviti tako da spaljuju pelete od slame umjesto ugljena. To zahtijeva i druge prostore za skladištenje, dok mlinac mora usitniti pelete od slame umjesto ugljena, ali u principu se ubrizgavanje goriva u kotao odvija na isti način. Izgaranje slame može dovesti do istih problema s začepljenjem i korozijom cijevi super grijača kotla, pa će možda biti potrebno smanjiti temperaturu pare kako bi se produžio vijek trajanja kotla.

### Cirkulirajuće tekuće ležište

U takozvanom kotlu s fluidnim slojem moguće je sagorjeti slamu zajedno s ugljenom. Ovdje se izgaranje odvija u sloju plutajućih pješčanih čestica, što omogućuje nižu temperaturu izgaranja nego kad se koristi pečenje u toku i pečenje na rešetki. Kao rezultat, stvaranje NOx je smanjeno, a moguće je ukloniti sumpor iz otpadnih plinova dodavanjem vapnenca u kotao.

Kotlovi s fluidnim slojem fleksibilni su u odnosu na odabir goriva, ali su osjetljivi na pepeo s niskom točkom topljenja, uključujući na primjer pepeo od slame. Razlog je taj što rastopljeni pepeo tjera pješčane čestice da se slipe pa više ne plutaju. Kao rezultat toga, slama može sadržavati najviše 50 % ukupnog goriva.



# Pepeo ugljena vrlo povoljno utječe na korozivne elemente u slami.

Kao što se vidi kod postrojenja za sagorijevanje na rešetkama ložišta, bilo je mnogo sličnih izazova u pogledu premazivanja i korozije. Nadalje, bilo je problema s mehaničkim trošenjem cijevi kotla, ali razne su zamjene i rekonstrukcije riješile najveće probleme.

Metoda izgaranja u fluidnom sloju, pri čemu se zajedno koriste ugljen i slama, rezultira ostatkom proizvoda koji se ne može ponovno upotrijebiti, a to je glavni razlog što se tehnologija koristi u samo jednom postrojenju u Danskoj.

## Suspaljivanje

Kad se koristi metoda suspaljivanja, slama se sagorijeva zajedno s ugljenom u kotlu elektrane na pečenje ugljena. Nema potrebe za osnivanjem novog kotlovskog i turbinskog postrojenja, pa su ulaganja u postrojenja stoga vrlo ograničena u usporedbi s postrojenjem na rešetke. Istodobno, emisija štetnih tvari u atmosferu ograničena je, jer su elektrane na ugljen već opremljene učinkovitim sustavima za čišćenje dima.

Suspaljivanje je razvijeno početkom 1990-ih, a prvi put je u punoj mjeri demonstrirano u elektrani Studstrup, neposredno izvan Aarhusa. Ovdje je dokazano da suspaljivanje rezultira vrlo učinkovitim izgaranjem, a sadržaj fiksiranog ugljika u pepelu općenito je niži nego kod izgaranja samo ugljena. U prvim godinama bilo je problematično zbrinuti leteći pepeo, ali taj je problem riješen. Pepeo se može koristiti u proizvodnji cementa i betona. Međutim, slama je ograničena na 20% ispaljenog volumena, što odgovara oko 13% ispaljene energije.

Tijekom razvoja tehnologije suspaljivanja, velika pažnja bila je usmjerena na rizik od povećane korozije u kotlu, kao što je to bio slučaj s postrojenjima na rešetke. Međutim, ispada da pepeo od ugljena vrlo povoljno utječe na korozivne elemente u slami. Sve dok udio slame nije prevelik, u kotlu nema prevlake klora i stoga je rizik od korozije ograničen.

*Termoelektrana Studstrup u blizini Aarhusa - prva koja je u Danskoj ložila drvene pelete slamom.*

**SLIKA** Torben Skøtt, BioPress.



Kombinacija slame i ugljena blagotvorno djeluje i na katalitičke pretvarače koji smanjuju količinu NOx u otpadnim plinovima. U pogonima na rešetke katalitički pretvarači često se uništavaju kombinacijama kalija, no kada se koristi suspaljivanje, kalij je zatvoren u pepelu i postaje manje štetan.

Posljednjih je godina tvornica Studstrup obnovljena. 2016. godine općina Aarhus odlučila je u potpunosti ukinuti ugljen i postrojenje je obnovljeno za sagorijevanje drvenih peleta. Od tada su testovi koje je obavio Ørsted, operator postrojenja, pokazali da je moguće ložiti slamom i zamijeniti 8-10 % drvenih peleta, što su započeli raditi 2019.

## Izazovi

Jedan od najvećih izazova u vezi sa kogeneracijskim postrojenjima na slamu bio je dizajn takozvanih cijevi za super grijač u kotlu. Da bi se osigurala visoka efikasnost električne energije, para mora imati dovoljno visoku temperaturu i tlak, ali kako pepeo od slame ima nisku točku topljenja, postoji veliki rizik od pojave korozije i prevlaka u cijevima.

U prvim je postrojenjima često bilo potrebno redovito zaustavljati kotao kako bi se cijevi očistile, no u novijim pogonima na slamu udaljenost između cijevi super grijača je toliko velika da ima mjesta za nakupljanje gustog premaza od slamnatog pepela. U kombinaciji s upotrebom puhača čađe, to je omogućilo poboljšanje vremena rada elektrana na slamu.

Premazi u vezi s pečenjem slame mogu biti pretjerani, a problem se povećava s višim temperaturama, tako da postoje ograničenja

koliko visoka temperatura treba biti kako bi se postrojenjima osigurao razuman vijek trajanja. U najranijim postrojenjima temperatura pare bila je oko 450 Celzijevih stupnjeva, ali danas je dosegla 540 Celzijevih stupnjeva. To je rezultiralo primjetnim povećanjem učinkovitosti, iako nije na istoj razini kao najnovije elektrane na ugljen, koje rade na temperaturi pare od 580-600 Celzijevih stupnjeva.

Mnogo je istraživanja provedeno u vezi s stvaranjem površinskih premaza i korozijom pri spaljivanju slame na rešetki. To uključuje količinu kalijevog klorida, koji isparava iz slame tijekom izgaranja i taloži se na cijevima super grijača. Nadalje, mehanizmi korozije pažljivo su proučavani. Cijevi za super grijače sadrže željezo, krom i nikal, a postalo je očito da pri visokim temperaturama kloridi selektivno uklanjaju krom iz čelika, slabeći time mehaničku čvrstoću cijevi. Sadržaj kroma od 12-18 % pokazao je najbolju zaštitu cijevi. Napokon, pokušano je dodavanje različitih aditiva u izgaranje kako bi se smanjila korozija.

Ova je tehnologija dobro funkcionirala kod spaljivanja na drvo, ali kod spaljivanja slame količina pepela je toliko velika da je potrošnja aditiva previsoka da bi bila isplativa.

**Nedavno je pogon  
Studstrup obnovljen  
tako da radi na  
drvene pelete i slamu.**



# Ostale primjene za slamu

Izgaranje slame - male, srednje ili velike veličine postrojenja - u Danskoj je do danas još uvijek najčešće primjenjivana slama u energetske svrhe.

Razvijeno je i testirano nekoliko drugih primjena i metoda pretvorbe, poput uplinjavanja i proizvodnje bioetanola. Pilot postrojenja rade dulje vrijeme, a čak su se izvozile tehnologije za uspostavljanje velikih komercijalnih postrojenja u drugim zemljama, ali masovno uvođenje tehnologija u komercijalne razmjere još uvijek se nije dogodilo. Ove, kao i razne druge primjene i tehnologije, bit će opisane u sljedećem odjeljku.

## Rasplinjavanje

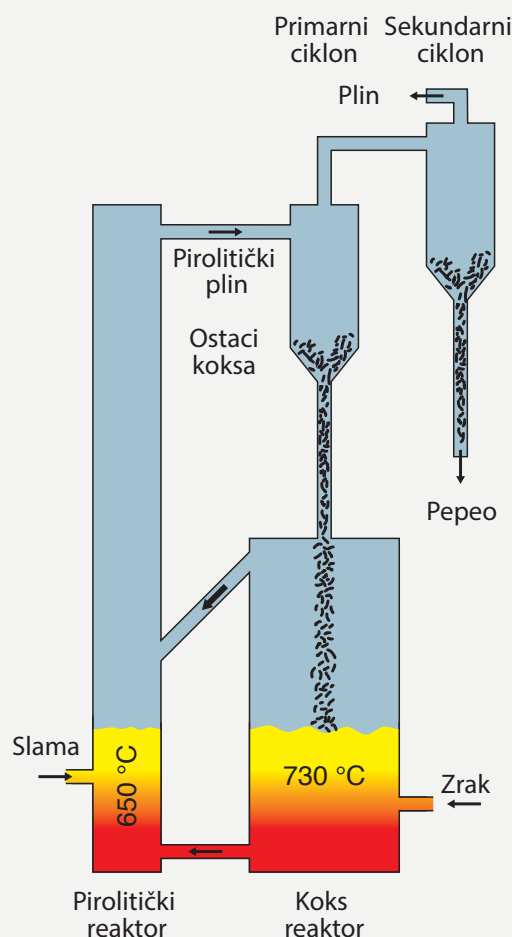
U rasplinjavanju tekućinskim slojem (CFB), biomasa se pretvara u plin, nakon čega plin može sagorjeti u kotlu elektrane. Na taj se način pepeo može zadržati izvan komore kotla, što pruža mogućnost korištenja niza različitih biogoriva, bez teške i korozivne prevlake u kotlu. Sustav se može koristiti, na primjer, za suzbijanje slame i otpada u postojećim kotlovima na ugljen, jer su različite vrste pepela odvojene i mogu se zasebno ponovno koristiti.

Tradicionalni CFB uplinjači obično zahtijevaju temperature od 850-900 stupnjeva, a kada se koristi poljoprivredna biomasa, postoji veliki rizik da se pepeo otopi. Slično tome, visoke koncentracije isparenih komponenti pepela mogu stvarati probleme kada se plin hladi i čisti. Slijedom toga, u Danskoj je tvrtka Danish Fluid Bed Technology razvila posebnu verziju postrojenja s manje idiomatskim nazivom Low-Temperature Circulating Fluid Bed (LT-CFB). Ovdje se biomasa pretvara u plin na temperaturi koja je malo ispod točke taljenja pepela, što postrojenje čini pogodnim za otplinjavanje slame.

Kao i u tradicionalnom CFB uplinjaču, biomasa se dovodi u reakcijsku komoru, gdje se brzo zagrijava pomoću čestica pijeska i pepela koji cirkuliraju oko sustava (vidi sliku 8). U uplinjaču LT-CFB, primarna reakcijska komora je manja, a temperatura snižena, jer se želi postići brza piroliza, a ne dugotrajno rasplinjavanje koksa.

Budući da nema kisika, biomasa se ne gasi, već se pretvara u oko 80 % piroliznog plina i 20 % koksa. Čestice koksa uplinjuju se dotokom zraka i potencijalno vodene pare u odvojenom reaktoru koksa.

## Kako LT-CFB rasplinjač pretvara slamu u plin



### SLIKA 8

OVAKO JE LT-CFB UPLINJAČ U STANJU PRETVORITI SLAMU U PLIN. U LT-CFB UPLINJAČU slama se dodaje na dno komore za pirolizu, gdje se zagrijava na oko 650 stupnjeva. Kako nema kisika, slama se ne gasi, već se pretvara u 80 % piroliznog plina i 20% ugljena. Struja čestica pijeska u cirkulaciji zajedno s njima razbija i čestice ugljena, nakon čega se ekstrahiraju primarnim ciklonom i ponovno cirkuliraju na dno komore za pirolizu preko reaktora koji koks pretvara u plin. Plinifikacijom dijela koksa u zasebnoj komori moguće je održavati temperaturu postupka niskom, tako da se pepeo ne topi. Kao rezultat, pepeo, uključujući alkalne soli i fosfor, može se odvojiti, pa se dobiva plin koji ne uzrokuje prevlake i koroziju. Nakon toga se hranjivi pepeo može ponovno koristiti kao gnojivo.



# Rasplinjavanje slame još nije uobičajena praksa, ali neke tvrtke nude tu tehnologiju i rade na komercijalnom proboju.

Koncept je prvi put testiran u malome eksperimentalnom postrojenju na Tehničkom sveučilištu u Danskoj 2000. godine, a tri godine kasnije uspostavljeno je postrojenje snage 500 kW, koje može upaliti do četiri tone goriva dnevno. 2011. godine, Dong Energy (danas nazvan Ørsted) pokrenuo je demonstracijsko postrojenje snage 6 MW u Kalundborgu pod imenom Pyroneer, gdje se plin koristio u obližnjoj elektrani. Međutim, 2014. godine pogon je ugašen jer nije bilo tržišta za tehnologiju. Nisu mogli pronaći partnera za istraživanje tržišnih mogućnosti, na nacionalnom ili međunarodnom nivou.



Versalisova tvornica etanola druge generacije u industrijskoj razmjeri vrijedna 165 milijuna eura u Crescentinu, pokrajina Vercelli, Italija.  
**SLIKA** Food & Bio Cluster Denmark.



Postrojenje za rasplinjavanje Pyroneer u Kalundborgu.  
**SLIKA** Torben Skøtt, BioPress.

## Od slame do bioetanola

Proizvodnja bioetanola na bazi žitarica, kukuruza ili šećerne trske dobro je poznata tehnologija. Brojne tvornice bioetanola prve generacije osnovane su u zemljama poput SAD-a i Brazila, gdje isporučuju velike količine bioetanola kao zamjenu za benzin.

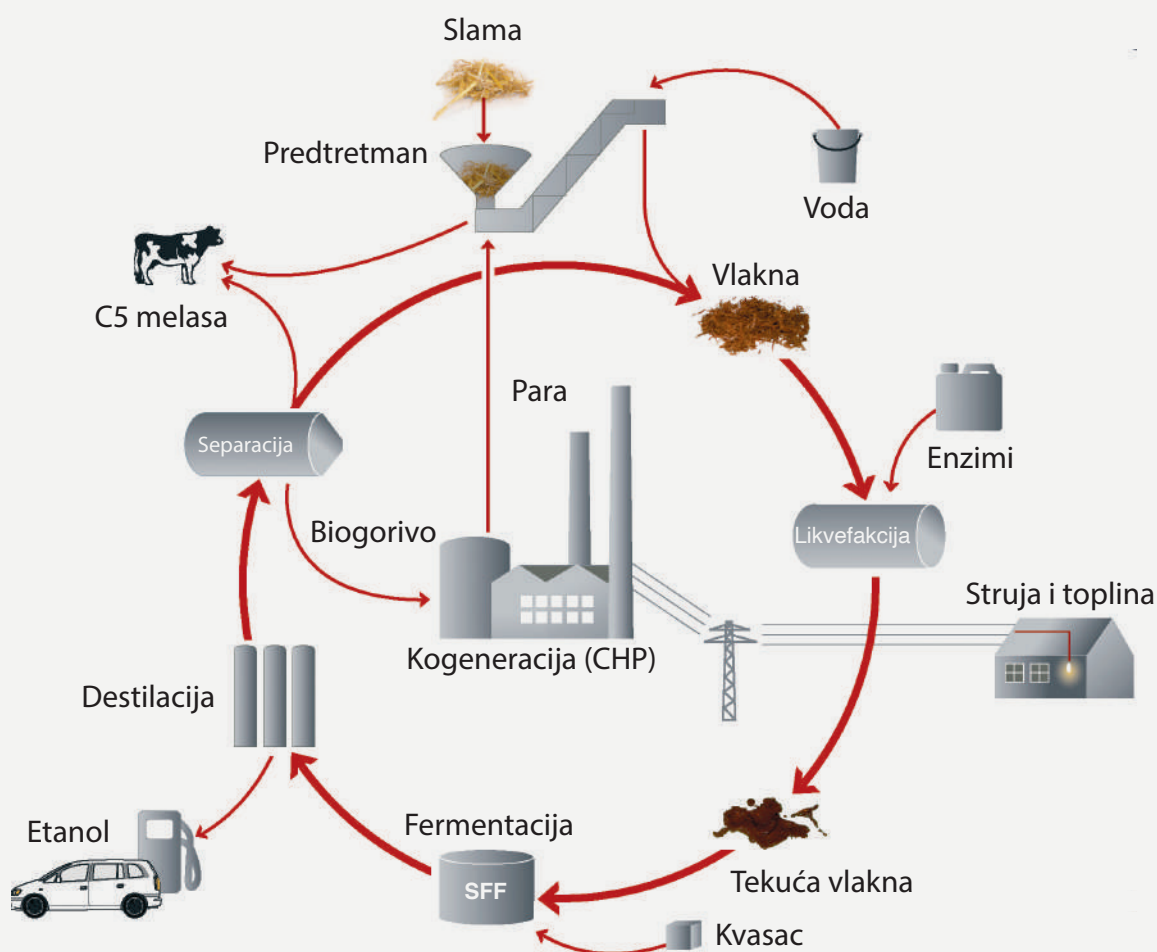
Međutim, uporaba poljoprivredne hrane i krmnih proizvoda za proizvodnju bioetanola kritizirana je posljednjih godina. Mnogi se ljudi plaše da će masovna upotreba bioetanola dovesti do drastičnog povećanja cijena hrane i pogoršati probleme gladi u siromašnim zemljama, kao i do neizravnih promjena u namjeni zemljišta, što u konačnici rezultira krčenjem šuma i umanjuje namjeravane klimatske koristi. To je dovelo do značajnih razvojnih napora prema takozvanim tehnologijama druge generacije, gdje se proizvodnja bioetanola temelji na zaostalim neprehrambenim proizvodima. U Danskoj su dva koncepta razvijena i testirana u pilot mjeri od 2006., odnosno 2009. godine, ali oba su na kraju ugašena na neodređeno vrijeme.

## Koncept bioetanola tvrtke Inbicon

U studenom 2009. podružnica tvrtke DONG Energy INBICON osnovala je pogon u blizini Kalundborga, s kapacitetom pretvaranja 30 000 tona slame godišnje u bioetanol, stočnu hranu i pelete od goriva. U to je vrijeme bilo jedno od najvećih svjetskih postrojenja za proizvodnju biogoriva 2. generacije.

Glavni izazov bio je razviti tehnologiju koja omogućuje utovar slame u reaktor koji radi pod tlakom od 15 bara i temperaturom od oko 185 °C stupnjeva. U reaktoru se slama prethodno obrađuje, nakon čega se razgrađuje na supstance šećera pomoću enzima. Preostali koraci postupka slični su uobičajenom postrojenju 1. generacije, gdje su središnji postupak stanice kvasca koje pretvaraju šećer u bioetanol (vidi sliku 9).





#### SLIKA 9

Shematski dijagram postrojenja Inbicon za proizvodnju bioetanola iz slame.

Jedan od središnjih elemenata je predobrada slame koja se odvija s tlakom od 15 bara i temperaturom od oko 185 stupnjeva. Postrojenje se gradi povezano s elektranom, tako da se višak topline može koristiti za proizvodnju etanola, a elektrana može iskoristiti dio biomase iz postrojenja za etanol kao gorivo.

Konzorcij Beta Renewables 2G 2013. u blizini Crescentina u regiji Piemonte u Italiji osnovao je proizvodni pogon u punoj mjeri zasnovan na toj tehnologiji. Proizvodni kapacitet postrojenja bio je 40.000 tona bioetanola godišnje. Međutim, postrojenje je zatvoreno krajem 2017. Između ostalog, poteškoće u održavanju zadovoljavajuće kvalitete slame navode se kao jedan od izazova. U 2018. Versalis SpA (podružnica sunarodnjaka za naftu, plin i energiju Eni SpA) stekao ga je nakon bankrota prvobitnog vlasnika, a uložili su još 15 milijuna eura u poboljšanje pogona i planiraju ponovno pokrenuti proizvodnju bioetanola u 2020.

Tvornica INBICON u Kalundborgu zatvorena je 2014. U proljeće 2020., tvornica je prodana tvrtki RE Energy, koja tamo planira ponovno proizvoditi bioetanol, iako ovaj put ne od slame.

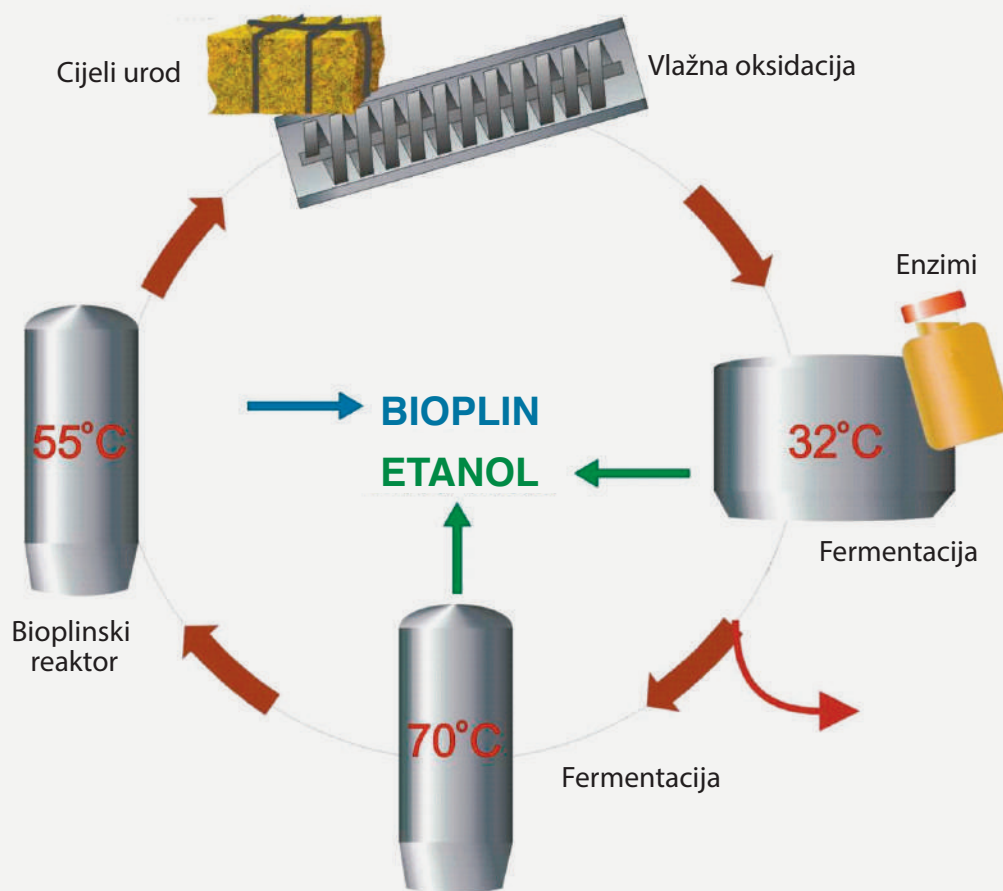
### Koncept bioetanola tvrtke BioGasol

Danska razvojna tvrtka BioGasol razvila je još jedan koncept za proizvodnju bioetanola, gdje nusproizvodi - osim krutog biogoriva - uključuju i plinovita goriva u obliku metana i vodika. Princip ovog postupka prikazan je na slici 10.

Prvi korak je termička prethodna obrada slame s dotokom kisika, nakon čega se biomasa razgrađuje pomoću enzima. Fermentacija koja slijedi provodi se u dva koraka, gdje prvi korak pretvara celulozu, a drugi korak hemi-celulozu u bioetanol.

U posljednjem koraku postupka voda i ostaci biomase vode se u reaktor, gdje se proizvode metan i vodik.

## Shematski dijagram proizvodnje etanola u BioGasolu



### SLIKA 10

Shematski dijagram proizvodnje etanola u Biogasol. Pri prethodnoj obradi Biogasola, biomasa se "otvara" metodom kuhanja pod pritiskom u blagoj otopini kiseline ili baze. Kao rezultat, lanci šećera postaju dostupni za daljnju obradu enzimima i / ili fermentaciju. Uz to, Biogasol je razvio genetski modificirani termofilni mikroorganizam, koji je sposoban pretvoriti C5 šećer u etanol, što povećava prinos etanola iz slame s 30-40 %.

U rujnu 2006. godine na Tehničkom sveučilištu u Danskoj otvoreno je pilot postrojenje pod nazivom Maxi-gorivo. Plan je bio uspostaviti veće pilot postrojenje na danskom otoku Bornholmu, ali taj plan nije realiziran.

Zaključno, proizvodnja bioetanola druge generacije iz slame još se nije pokazala kao komercijalni uspjeh u Danskoj, iako se čini da je tehnologija dobro dokumentirana. Drugdje u Europi razvoj je u tijeku; Clariant gradi prvu, vodeću tvornicu za svoju tehnologiju Sunliquid® za celulozni etanol od slame u Rumunjskoj (očekuje se da će započeti s radom 2020. godine).

## Slama u postrojenjima za bioplin

Ovih dana fokus na pretvorbi slame u izgaranju ne izgaranjem uglavnom je na anaerobnoj razgradnji u postrojenjima za bioplin. Puno se radi na optimizaciji upotrebe slame u bioplinskim postrojenjima

kao sredstvu za povećanje prosječnog sadržaja suhe tvari u ulaznom materijalu, a time i povećanju prinosa bioplina.

Glavni supstrat u danskim postrojenjima za bioplin je stajski gnoj, a od kasnih 1980-ih organski otpad iz poljoprivredne i prehrambene industrije koristi se za povećanje proizvodnje plina i izvedivost postrojenja. Međutim, s porastom broja (i veličine) postrojenja u posljednjih nekoliko godina, izvori dopunskog organskog otpada presušili su, a postrojenja traže druge supstrate poput energetske usjeva i biljnih ostataka. Namjenske energetske kulture, međutim, natječu se s hranom i krmivima za zemlju, pa se stoga energetske kulture poput kukuruza u Danskoj ne smatraju dugoročnim održivim rješenjem. S druge strane, slama je nusproizvod iz proizvodnje žitarica i postoji - kako je ranije objašnjeno - značajan godišnji višak.

Kada se koristi u postrojenju za bioplin, energetski prinos iz slame iznosi samo oko 60 % onoga što se postiže izgaranjem. Međutim, plin ima daleko više mogućnosti za primjenu, a hranjive tvari se





recirkuliraju na poljoprivredno zemljište, zajedno s dijelom ugljika, s biognojivom iz postrojenja za bioplin.

Razgradnja neobrađene slame u postrojenjima za bioplin pod uobičajenim uvjetima prilično je spora i nije lako miješati neobrađenu slamu s tekućim gnojem. To znači da se ili vrijeme zadržavanja u digestorima mora povećati (udvostručiti, u usporedbi s normalnim vremenom zadržavanja), ili slama prethodno tretirati kako bi se povećala razgradnja. Dok je u Njemačkoj trend bio da se grade postrojenja s dužim vremenom zadržavanja, u Danskoj je fokus uglavnom bio na predobradi slame kako bi se povećala razgradnja.

## Mehanička predobrada

Puno je tehnologija razvijeno za "otvaranje" slame, kako bi bakterije imale lakši pristup šećerima. U izvještaju pripremljenom za „Operativnu skupinu za bioplin“ u okviru Danske energetske agencije, spominje se da se prinos metana iz slame može povećati između 10-20 % tehnologijama prethodne obrade poput čekića, briketiranja, ekstrudera i X-sjeckalice. Kada se u X-sjeckalicu doda duboko leglo, biomasa se macerira rotirajućim lancima unutar nje.

## Duboka stelja, kompostiranje i siliranje

Čini se da je upotreba duboke stelje iz životinjskih proizvoda jednostavan i izvediv način iskorištavanja slame u postrojenjima za bioplin; slama je već pomiješana s gnojem, a razgradnja ili „otvaranje“ slame, već je započela prije nego što se duboka stelja ubaci u postrojenje.

U gore spomenutom izvješću, kompostiranje slame prije unosa također se spominje kao pozitivan učinak na prinos metana. Nadalje, rezultati pokazuju da se slama loše kvalitete, tj. prevlažna da bi se sagorjela ili koristila za hranu, može koristiti s dobrim rezultatima u postrojenjima za bioplin.

Konačno, dokazano je da siliranje slame ili kosiliranje s drugim biljnim materijalom, na primjer vrhovima trave ili repe, također povećava razgradnju slame.

## Ostale metode prethodne obrade

Jedna od poznatijih tehnologija za „otvaranje“ slame je kuhanje pod pritiskom, koje se također koristi za proizvodnju bioetanola druge generacije. Međutim, ovo je prilično energetski intenzivno -

a time i skupo - i ne smatra se izvedivim kao predobrada slame za proizvodnju bioplina. Isto vrijedi i za enzimsko liječenje.

## Loživo ulje od slame

Drugi način pokušaja korištenja slame u energetske svrhe je hidrotermalno ukapljivanje - u osnovi i kuhanje pod pritiskom. To je tehnologija koju nekoliko sveučilišta i privatnih tvrtki koriste i razvijaju za stvaranje naftnog proizvoda na bazi biomase. Tehničko sveučilište u Danskoj (DTU), Kvasir Technologies, ima vlastitu tehnologiju ukapljivanja za pretvaranje slame (i ostale celulozne biomase) u loživo ulje. Pilot studije su u tijeku, a cilj tvrtke je započeti izgradnju komercijalnog pogona 2023., ako sve bude u redu. Ovakva vrsta goriva bila bi vrlo prikladna za zamjenu pogonskog ulja u brodarskoj industriji, koja se još uvijek uvelike oslanja na fosilno gorivo, ako se može natjecati na tržištu. Druga izdvojena tvrtka DTU, MASH Energy, također radi na proizvodnji proizvoda od mazuta iz poljoprivrednih ostataka putem pirolize.

## Građevinski materijali od slame

Kao što je opisano u prethodnim poglavljima, korištenje slame za proizvodnju energije pokazalo se održivim rješenjem na mnogim razinama, a napredak se još uvijek postiže u razvoju, optimizaciji i provedbi. Međutim, sve je veća svijest o potrebi inteligentne upotrebe bioloških resursa; obnovljiva energija može se proizvoditi iz energije sunca i vjetra, dok se biomasa može koristiti u brojne druge svrhe. S povećanim fokusom na upotrebu održivih materijala, postoji znatan interes za razvoj proizvoda na bazi slame za građevinsku industriju.

Jedna od primjena je jednostavno korištenje bala slame kao "cigle" za postavljanje zidova u kući, a zatim pokrivanje površine, na primjer glinom, kako bi se spriječilo da bale slame uzimaju vlagu. Kuće od bala od slame dobro su poznate u mnogim zemljama, a možete pronaći tvrtke koje nude "ključ u ruke" za standardne stanove. Za šire i složenije primjene, niz tvrtki u EU i šire trenutno proizvodi komercijalne ploče od slame.

U toku su istraživanja i razvoj upotrebe slamnatih vlakana za ekološki prihvatljivije kompozitne materijale.





**Kaskadno iskorištavanje  
slame znači davanje  
prednosti većim  
vrijednostima prije nego  
što se koristi za energiju.**





*Staramaki je socijalno zadružno poduzeće iz Kilkisa u sjevernoj Grčkoj koje proizvodi slamke za piće od slame žitarica, koristeći svoj vlastiti patentirani postupak. Prirodna alternativa plastičnim slamkama, Staramaki ilustrira još jedan, inovativan način na koji slama žitarica može pridonijeti bioekonomiji.*

**SILKA** Staramaki.

## Stvaranje zelenog rasta od slame u budućnosti

Nekoliko danskih istraživačkih instituta i privatnih aktera pojačali su istraživanje i razvoj tehnologija za kaskadno korištenje slame (i drugih vrsta biomase). To uključuje, na primjer, frakcioniranje (suho ili mokro) biomase kako bi se prvo izdvojili proizvodi visoke vrijednosti kao što su vlakna, polimeri, vosak, itd. Ostali dijelovi tada se mogu koristiti za prehrambene proizvode i na kraju, ostaci i tokovi otpada se mogu koristiti u postrojenjima za bioplin ili za izgaranje. Mnogi ovu vrstu biorafinacije slame smatraju dugoročno najodrživijim načinom korištenja ovog vrijednog resursa. Međutim, mnoge tehnologije biorafinacije još uvijek nisu (u potpunosti) razvijene i spremne za proizvodnju u komercijalnim razmjerima, a neće to biti još godinama.

U međuvremenu, u cijeloj Europi ima previše slame i očajnički moramo smanjiti potrošnju fosilnih goriva kako bismo umanjili štetne učinke klimatskih promjena i ispunili svoje obveze iz Pariškog sporazuma. Danski primjer pokazuje da je danas izgaranje slame održivo rješenje za ugljično neutralno grijanje i proizvodnju električne energije. Tehnologija je dokazana i usavršena. Nadamo se da ova publikacija služi kao inspiracija za druge i to se može ponoviti bilo gdje u Europi (ili šire) s velikom proizvodnjom žitarica i željom za zelenijom, a u mnogim slučajevima i jeftinijom opskrbom grijanjem. Od slame do energije znači neovisnost od fosilnih goriva i potencijalno lokalna radna mjesta i zeleni rast u ruralnim područjima.

# Imenik tvrtki sa stručnošću i tehnologijama za slamu

(nije cjelovit popis - za više informacija pogledajte [zvjezdarnicu AgroBioheat](#)).

| LOGO                                                                                                                                                                                              | KONTAKT                                                                                                                                                  | OPIS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | PODRUČJA STRUČNOSTI            | PROIZVOĐAČ / DOBAVLJAČ OPREME | PROIZVOĐAČ, OPERATER I KRAJNJI KORISNIK | OSTALO (SAVJETOVANJE, ISTRAŽIVAČKA UDRUŽENJA, ITD.) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------|
|  <p>ALCON ALHEAT<br/>WWW.ALCON.NU +45 86662044</p>                                                                | Alcon ALHEAT ApS<br>Ole Rømersvej 15<br>DK-8670 Låsby<br><a href="http://www.alcon.nu">www.alcon.nu</a>                                                  | Više od 40 godina iskustva s prodajom i servisom unutarnjih i vanjskih kotlova na slamu u rasponu od 75kW do 1MW po cijeloj Europi.                                                                                                                                                                                                                                                                                            | PROIZVODNJA, ŽETVA I LOGISTIKA | ●                             |                                         |                                                     |
|                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | PREDTRETMAN                    | ●                             | ●                                       | ●                                                   |
|                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | PRETVORBA                      | ●                             | ●                                       | ●                                                   |
|  <p>BYGGERI &amp; TEKNIK I/S<br/>Rådgivere   Arkitekter   Ingeniører<br/>T 8652 1551   www.byggeri-technik.dk</p> | Byggeri & Teknik I/S<br>Birk Centerpark 24<br>DK-7400 Herning<br><a href="http://www.byggeri-technik.dk">www.byggeri-technik.dk</a>                      | Savjetovanje u poljoprivredi u vezi s energetske pitanjima, zgradama, dimenzioniranjem sustava grijanja, podružnicama, itd.                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | PROIZVODNJA, ŽETVA I LOGISTIKA |                               |                                         | ●                                                   |
|                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | PREDTRETMAN                    |                               |                                         |                                                     |
|                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | PRETVORBA                      |                               |                                         | ●                                                   |
|  <p>C.F. Nielsen A/S</p>                                                                                          | C.F. Nielsen A/S<br>Solbjergvej 19<br>DK-9574 Bælum<br><a href="http://www.cfnilsen.com">www.cfnilsen.com</a>                                            | Postrojenja za mehaničko i ekstruzijsko briketiranje za proizvodnju briketa. Sirovine su osim drveta i poljoprivredni ostaci poput slame, rižine ljuske, mискantusa, itd. Kompletne proizvodne linije mogu se isporučiti s kapacitetom od 200 kg/h i više.                                                                                                                                                                     | PROIZVODNJA, ŽETVA I LOGISTIKA |                               |                                         |                                                     |
|                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | PREDTRETMAN                    | ●                             |                                         |                                                     |
|                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | PRETVORBA                      |                               |                                         |                                                     |
|  <p>CM BIOMASS<br/>COPENHAGEN MERCHANTS GROUP</p>                                                               | CM Biomass Partners A/S<br>Pakhus 48, Klubiensvej 22<br>DK-2150 Nordhavn<br><a href="http://www.cmbiomass.com">www.cmbiomass.com</a>                     | CM Biomass Partners A/S rade s raznim proizvodima od biomase, od vrlo velikih proizvođača i komunalnih poduzeća do manjih regionalnih proizvođača i distributera. Danas smo jedna od najvećih neovisnih trgovačkih i logističkih tvrtki za biomasu na svijetu. Primjenjujemo multimodalna logistička rješenja, uključujući brodove, teglenice, željeznice, kontejnere i kamione u rasutom stanju, velike vreće ili male vreće. | PROIZVODNJA, ŽETVA I LOGISTIKA |                               | ●                                       | ●                                                   |
|                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | PREDTRETMAN                    |                               | ●                                       | ●                                                   |
|                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | PRETVORBA                      |                               | ●                                       | ●                                                   |
|  <p>Cormall</p>                                                                                                 | Cormall A/S<br>Tornholm 3<br>DK-6400 Sønderborg<br><a href="http://www.cormall.dk">www.cormall.dk</a>                                                    | Cormall je danska tvrtka osnovana 1961. godine, glavno područje djelovanja je unutar dijetalnih miješalica za stočnu hranu za automatsko hranjenje stoke, strojeva za preradu slame i tehnologije biomase.                                                                                                                                                                                                                     | PROIZVODNJA, ŽETVA I LOGISTIKA |                               |                                         |                                                     |
|                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | PREDTRETMAN                    | ●                             | ●                                       | ●                                                   |
|                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | PRETVORBA                      |                               |                                         |                                                     |
|  <p>DANSK ENERGI RÅDGIVNING</p>                                                                                 | Danish Energy Consulting<br>Garmestervej 18 B<br>DK-8600 Silkeborg<br><a href="http://www.danishenergyconsulting.com">www.danishenergyconsulting.com</a> | Nudi ciljano savjetovanje o energetske optimizaciji kotlova i izmjenjivača topline, uključujući odabir tehničkih rješenja i aplikacija za potencijalne potpore. Štoviše, odjel i laboratorij za bioplin savjetuju se o upotrebi slame u proizvodnji bioplina i provode biološke analize kako bi stabilizirali i optimizirali izlaz plina.                                                                                      | PROIZVODNJA, ŽETVA I LOGISTIKA |                               |                                         |                                                     |
|                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | PREDTRETMAN                    |                               |                                         |                                                     |
|                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | PRETVORBA                      |                               |                                         | ●                                                   |
|  <p>DANSK FJERNVARME</p>                                                                                        | Dansk Fjernvarme<br>Merkurvej 7<br>DK-6000 Kolding<br><a href="http://www.danskfjernvarme.dk">www.danskfjernvarme.dk</a>                                 | Trgovačko udruženje za zaštitu interesa danskih toplana. 64 % (ekvivalentno 1,7 milijuna) danskih kućanstava grije se toplinom iz pogona danskih udruga daljinskog grijanja. Članovi uključuju male, lokalne daljinske toplane i velike tvrtke.                                                                                                                                                                                | PROIZVODNJA, ŽETVA I LOGISTIKA |                               |                                         | ●                                                   |
|                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | PREDTRETMAN                    |                               |                                         | ●                                                   |
|                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | PRETVORBA                      |                               |                                         | ●                                                   |



| LOGO                                                                                | KONTAKT                                                                                                                           | OPIS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | PODRUČJA STRUČNOSTI            | PROIZVOĐAČ / DOBAVLJALAC OPREME | PROIZVOĐAČ, OPERATER I KRAJNJI KORISNIK | OSTALO (SAVJETOVANJE, ISTRAŽIVAČKA UDRUŽENJA, ITD.) |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------|
|     | Danish Straw Producers<br>Axeltorv 3<br>DK-1609 København V<br><a href="http://www.danskhalm.dk">www.danskhalm.dk</a>             | Udruga privatnih dobavljača čiji je cilj služiti interesima članova. Udruga pomno prati politički i regulatorni okvir za upotrebu slame, prati razvoj novih tehnologija za upotrebu od slame do na npr. materijala, kemikalija i drugih namjena u kružnoj bioekonomiji.                                                            | PROIZVODNJA, ŽETVA I LOGISTIKA |                                 |                                         | ●                                                   |
|                                                                                     |                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | PREDTRETMAN                    |                                 |                                         |                                                     |
|                                                                                     |                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | PRETVORBA                      |                                 |                                         |                                                     |
|     | DSE Test Solutions A/S<br>Sverigesvej 19<br>DK-8700 Horsens<br><a href="http://www.dse.dk">www.dse.dk</a>                         | Razvija i proizvodi mjerače vlage na bazi mikrovalova koji prate stvarne i prosječne vrijednosti vlage u baliranoj biomasi svih vrsta, uklj. slamu. Oni su korisni za praćenje kada se slama isporučuje u elektranu, ali i za upravljanje ravnotežom mokrih bala koje idu u kotao.                                                 | PROIZVODNJA, ŽETVA I LOGISTIKA | ●                               |                                         |                                                     |
|                                                                                     |                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | PREDTRETMAN                    | ●                               |                                         |                                                     |
|                                                                                     |                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | PRETVORBA                      | ●                               |                                         |                                                     |
|     | Farmer Tronic Industries A/S<br>Nyskovvej 13<br>DK-6580 Vamdrup<br><a href="http://www.farmertronic.com">www.farmertronic.com</a> | Razvija i proizvodi mjerače vlage / temperaturne senzore / vage i aplikacije za poljoprivredu i CHP industriju. Profesionalnim korisnicima nudi se postupak kalibracije koji osigurava da instrumenti udovoljavaju najstrožim zahtjevima koji se odražavaju u sustavima upravljanja kvalitetom kombiniranih termoelektrana.        | PROIZVODNJA, ŽETVA I LOGISTIKA | ●                               |                                         |                                                     |
|                                                                                     |                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | PREDTRETMAN                    |                                 |                                         |                                                     |
|                                                                                     |                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | PRETVORBA                      |                                 |                                         |                                                     |
|   | FASTERHOLT Maskinfabrik A/S<br>Ejstrupvej 22<br>DK-7330 Brande<br><a href="http://www.fasterholt.dk">www.fasterholt.dk</a>        | Prikolice za bale za okrugle bale i četvrtaste bale.                                                                                                                                                                                                                                                                               | PROIZVODNJA, ŽETVA I LOGISTIKA | ●                               |                                         |                                                     |
|                                                                                     |                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | PREDTRETMAN                    |                                 |                                         |                                                     |
|                                                                                     |                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | PRETVORBA                      |                                 |                                         |                                                     |
|   | Faust ApS<br>Vester Fjordvej 2<br>DK-9280 Storvorde<br><a href="http://www.faust.dk">www.faust.dk</a>                             | Faust projektira i proizvodi ručne i automatske kotlove na slamu i kotlove na sječku od 140 kW do 2,5 MW.                                                                                                                                                                                                                          | PROIZVODNJA, ŽETVA I LOGISTIKA |                                 |                                         |                                                     |
|                                                                                     |                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | PREDTRETMAN                    |                                 |                                         |                                                     |
|                                                                                     |                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | PRETVORBA                      | ●                               |                                         |                                                     |
|  | Justsen Energiteknik A/S<br>Grimhøjvej 11<br>DK-8220 Brabrand<br><a href="http://www.justsen.dk">www.justsen.dk</a>               | Osnovan 1959. godine, Justsen Energiteknik A/S izvorni je proizvođač opreme (OEM) specijaliziran za kotlovske sustave na biomasu. Vodeno hladene pokretne rešetke ključni su element Justsenovih kotlovskih sustava. Opseg isporuke obično obuhvaća sve dijelove pod tlakom, hardver i sve sastavne dijelove / komponente sustava. | PROIZVODNJA, ŽETVA I LOGISTIKA |                                 |                                         |                                                     |
|                                                                                     |                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | PREDTRETMAN                    |                                 |                                         |                                                     |
|                                                                                     |                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | PRETVORBA                      | ●                               |                                         |                                                     |
|   | KF Halmfyr<br>Hjulmagervej 12-16<br>DK-9490 Pandrup<br><a href="http://www.kfhalmfyr.dk">www.kfhalmfyr.dk</a>                     | KF Halmfyr proizvodi porcionalne kotlove na slamu koji su testirani u Danskom tehnološkom institutu. Kotlovi su prilagođeni potrebama pojedinog kupca i grade se vani kao zasebna zgrada.                                                                                                                                          | PROIZVODNJA, ŽETVA I LOGISTIKA |                                 |                                         |                                                     |
|                                                                                     |                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | PREDTRETMAN                    |                                 |                                         |                                                     |
|                                                                                     |                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | PRETVORBA                      | ●                               |                                         |                                                     |

| LOGO                                                                               | KONTAKT                                                                                                                                | OPIS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | PODRUČJA STRUČNOSTI            | PROIZVOĐAČ / DOBAVLJAČ OPREME | PROIZVOĐAČ, OPERATER I KRAJNJI KORISNIK | OSTALO (SAVJETOVANJE, ISTRAŽIVAČKA UDRUŽENJA, ITD.) |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------|
|    | Kinetik Biofuel<br>Solbjergvej 19<br>DK-9574 Bælum<br><br><a href="http://www.cfnielsen.com">www.cfnielsen.com</a>                     | Tehnologija prethodne obrade poljoprivrednih lignoceluloznih ostataka usjeva, poput slame žitarica, koja omogućuje zajedničku ko-razgradnju sa stajskim gnojem u postrojenju za bioplin i postizanje punog teorijskog potencijala biogoriva oba resursa biomase.                                                                                   | PROIZVODNJA, ŽETVA I LOGISTIKA |                               |                                         |                                                     |
|                                                                                    |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | PREDTRETMAN                    | ●                             |                                         |                                                     |
|                                                                                    |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | PRETVORBA                      | ●                             |                                         |                                                     |
|    | Kvasir Technologies<br>Maskinvej 5<br>DK-2860 Søborg<br><br><a href="http://www.kvasirtechnologies.com">www.kvasirtechnologies.com</a> | Kvasir Technologies ima vlastitu tehnologiju za pretvaranje slame (i ostale celulozne biomase) u loživo ulje. Postupak je jednostavan, jeftin i u jednom koraku daje gorivo morske kvalitete. Pilot studije su u tijeku, a cilj je započeti gradnju komercijalnog pogona 2023. godine.                                                             | PROIZVODNJA, ŽETVA I LOGISTIKA |                               |                                         |                                                     |
|                                                                                    |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | PREDTRETMAN                    |                               |                                         |                                                     |
|                                                                                    |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | PRETVORBA                      |                               |                                         | ●                                                   |
|    | Danish Agriculture & Food Council<br>Axeltorv, Axeltorv 3<br>DK-1609 Copenhagen V<br><br><a href="http://www.lf.dk">www.lf.dk</a>      | Interesna organizacija čija je svrha rješavanje zajedničkih zadataka i poslovnih interesa poljoprivrednika i prehrambenih tvrtki, uključujući proizvodnju. Uporaba biomase za bioenergiju i kružnu bioekonomiju.                                                                                                                                   | PROIZVODNJA, ŽETVA I LOGISTIKA |                               |                                         | ●                                                   |
|                                                                                    |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | PREDTRETMAN                    |                               |                                         | ●                                                   |
|                                                                                    |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | PRETVORBA                      |                               |                                         | ●                                                   |
|  | Lekea – Dan Trim<br>Højvejen 18<br>DK-8860 Ulstrup<br><br><a href="http://www.lekea.dk">www.lekea.dk</a>                               | Programer i proizvođač ručnog kotla za sagorijevanje slame. Kotlovi na slamu od 48 kW do 130 kW za grijanje u poljoprivredi i industriji.                                                                                                                                                                                                          | PROIZVODNJA, ŽETVA I LOGISTIKA |                               |                                         |                                                     |
|                                                                                    |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | PREDTRETMAN                    |                               |                                         |                                                     |
|                                                                                    |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | PRETVORBA                      |                               | ●                                       |                                                     |
|  | Linka Energy A/S<br>Nylandsvej 38,<br>DK-6940 Lem St.<br><br><a href="http://www.linka.dk">www.linka.dk</a>                            | Razvoj, proizvodnja, ugradnja i servis potpuno automatiziranih postrojenja na biomasu za proizvodnju topline ili pare. Naši sustavi na slamu prilagođeni su i dizajnirani da postignu najveću moguću učinkovitost, istovremeno povećavajući iskorisćenost goriva. Nudimo kotlove snage od 100 - 15 000 kW, s različitim sustavima za dovod goriva. | PROIZVODNJA, ŽETVA I LOGISTIKA |                               |                                         |                                                     |
|                                                                                    |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | PREDTRETMAN                    | ●                             |                                         |                                                     |
|                                                                                    |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | PRETVORBA                      |                               |                                         |                                                     |
|  | MASH Energy ApS<br>Fruebjergvej 3<br>DK-2100 København Ø<br><br><a href="http://www.mash-energy.com">www.mash-energy.com</a>           | MASH-ovo rješenje za uplinjavanje omogućuje visoko učinkovitu, modularnu i ekonomičnu proizvodnju energije iz peleta od slame. Nadalje, ovisno o zahtjevima kupca, postupak se može konfigurirati tako da daje povećani prinos visoko vrijednog biogoriva za izmjenu tla ili aktivnog ugljena za upotrebu u čišćenju vode i plina.                 | PROIZVODNJA, ŽETVA I LOGISTIKA |                               |                                         |                                                     |
|                                                                                    |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | PREDTRETMAN                    |                               |                                         |                                                     |
|                                                                                    |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | PRETVORBA                      | ●                             |                                         | ●                                                   |
|  | ParkLand Maskinfabrik A/S<br>Vejlemosevej 14<br>DK-4160 Herlufmagle<br><br><a href="http://www.parkland.dk">www.parkland.dk</a>        | Proizvodnja vagona za slamu koja će biti fiksirana na velike balere kako bi se na terenu brzo i učinkovito sakupljale velike bale. Vagoni mogu biti opremljeni i utezima za vaganje bala.                                                                                                                                                          | PROIZVODNJA, ŽETVA I LOGISTIKA | ●                             |                                         |                                                     |
|                                                                                    |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | PREDTRETMAN                    |                               |                                         |                                                     |
|                                                                                    |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | PRETVORBA                      |                               |                                         |                                                     |



| LOGO                                                                               | KONTAKT                                                                                                                    | OPIS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | PODRUČJA STRUČNOSTI            | PROIZVOĐAČ / DOBAVLJAČ OPREME | PROIZVOĐAČ, OPERATER I KRAJNJI KORISNIK | OSTALO (SAVJETOVANJE, ISTRAŽIVAČKA UDRUŽENJA, ITD.) |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------|
|    | PlanEnergi<br>Jyllandsgade 1<br>DK-9520 Skørping<br><a href="http://www.planenergi.dk">www.planenergi.dk</a>               | PlanEnergi je neovisna konzultantska tvrtka organizirana kao neprofitna zaklada. Imamo znanje o žetvi, predobradi i preradi slame za kombiniranu toplinu i energiju, toplane i anaerobnu razgradnju.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | PROIZVODNJA, ŽETVA I LOGISTIKA |                               |                                         | ●                                                   |
|                                                                                    |                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | PREDTRETMAN                    |                               |                                         | ●                                                   |
|                                                                                    |                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | PRETVORBA                      |                               |                                         | ●                                                   |
|    | POMI Industri ApS<br>Abildvadvej 5<br>DK-9610 Nørager<br><a href="http://www.pomi.dk">www.pomi.dk</a>                      | Proizvodi: Akumulator za bale treba pričvrstiti na velike četvrtaste balirke kako bi se brzo i učinkovito sakupljalo na terenu. Slagač bala koji vam omogućava prikupljanje i slaganje istim vagonom. Omotači za velike bale 5, 7 i 12 na svakoj hrpi.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | PROIZVODNJA, ŽETVA I LOGISTIKA | ●                             |                                         |                                                     |
|                                                                                    |                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | PREDTRETMAN                    |                               |                                         |                                                     |
|                                                                                    |                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | PRETVORBA                      |                               |                                         |                                                     |
|    | Processbio A/S<br>Fiskerhusvej 20<br>DK-4700 Naestved<br><a href="http://www.processbio.com">www.processbio.com</a>        | Processbio isporučuje industrijske sustave za rukovanje balama za velike četvrtaste bale slame, uklj. mostovne dizalice, mjerače vlage, kompjuterizirane softvere za upravljanje stajom, potpuno automatizirane sustave za istovar kamiona, sustave za dovod s cijepanjem bala, nagibom i raspodjelom, kao i uklanjanje kanapa i uklanjanje bala. Kapaciteti u rasponu od 1 t/h do 75 t/h.                                                                                                                                                                                                                            | PROIZVODNJA, ŽETVA I LOGISTIKA | ●                             |                                         |                                                     |
|                                                                                    |                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | PREDTRETMAN                    |                               |                                         |                                                     |
|                                                                                    |                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | PRETVORBA                      |                               |                                         |                                                     |
|  | REKA A/S<br>Vestvej 7<br>DK-9600 Aars<br><a href="http://www.reka.com">www.reka.com</a>                                    | Proizvodi potpuno automatska postrojenja za sagorijevanje snage 10-6500 kW za većinu vrsta krutih goriva (biogoriva) kao što su slama, drvena sječka, pelet, drvene strugotine, piljevina, ugljen, žitarice i ljuske. Razvio je lanac za labavu slamu i elektrofilter za čišćenje dima od izgaranja slame. Proizvodi potpuno automatska postrojenja za sagorijevanje snage 10-6500 kW za većinu vrsta krutih goriva (biogoriva) kao što su slama, drvena sječka, pelet, drvene strugotine, piljevina, ugljen, žitarice i ljuske. Razvio je lanac za labavu slamu i elektrofilter za čišćenje dima od izgaranja slame. | PROIZVODNJA, ŽETVA I LOGISTIKA |                               |                                         |                                                     |
|                                                                                    |                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | PREDTRETMAN                    | ●                             |                                         |                                                     |
|                                                                                    |                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | PRETVORBA                      | ●                             |                                         |                                                     |
|  | Scanboiler Varmeteknik<br>Vangvedvænget 1<br>DK-8600 Silkeborg<br><a href="http://www.scanboiler.dk">www.scanboiler.dk</a> | Specijalizirao se za prodaju i dizajn postrojenja za biogoriva za drvene pelete, drvene sječke, trupce, s kotlovima snage 10,5-1000 kW. Scanboiler također prodaje solarne i geotermalne energetske sustave.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | PROIZVODNJA, ŽETVA I LOGISTIKA |                               |                                         |                                                     |
|                                                                                    |                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | PREDTRETMAN                    |                               |                                         |                                                     |
|                                                                                    |                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | PRETVORBA                      | ●                             | ●                                       | ●                                                   |
|  | SEGES<br>Agro Food Park 15<br>DK-8200 Aarhus N<br><a href="http://www.seges.dk/en">www.seges.dk/en</a>                     | SEGES ima široko znanje o proizvodnji slame i o tome kako optimizirati prinos biomase i specifične primjene ciljane na kvalitetu. SEGES može putem savjetodavnih tvrtki u vlasništvu poljoprivrednika učinkovito primijeniti nove proizvodne metode. Alatom za provjeru biomase SEGES može kvantificirati količine slame dostupne u određenom geografskom području od interesa.                                                                                                                                                                                                                                       | PROIZVODNJA, ŽETVA I LOGISTIKA |                               |                                         | ●                                                   |
|                                                                                    |                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | PREDTRETMAN                    |                               |                                         | ●                                                   |
|                                                                                    |                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | PRETVORBA                      |                               |                                         | ●                                                   |
|  | Stratek ApS<br>Bragesvej 11<br>DK-8660 Skanderborg<br><a href="http://www.stratek.com">www.stratek.com</a>                 | Stratek je specijaliziran za pripremu i preradu slame za bilo koju industrijsku primjenu poput peletiranja, briketiranja, baliranja i izrade TMR stočne hrane, itd. Sustavi po mjeri za bilo koji kapacitet i bilo koju finoću proizvoda. Popis proizvoda sadrži transportere za bale, drobilice, debalirke, odvajače, sustave za doziranje, uklanjanje prašine, sušilice za trake, strojeve za baliranje i vreće.                                                                                                                                                                                                    | PROIZVODNJA, ŽETVA I LOGISTIKA |                               |                                         |                                                     |
|                                                                                    |                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | PREDTRETMAN                    | ●                             |                                         |                                                     |
|                                                                                    |                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | PRETVORBA                      |                               |                                         |                                                     |

| LOGO                                                                                                                      | KONTAKT                                                                                                                                                                                        | OPIS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | PODRUČJA STRUČNOSTI            | PROIZVOĐAČ / DOBAVLJAČ OPREME | PROIZVOĐAČ, OPERATER I KRAJNJI KORISNIK | OSTALO (SAVJETOVANJE, ISTRAŽIVAČKA UDRUŽENJA, ITD.) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <br><b>Supertech Agroline</b>            | Supertech Agroline ApS<br>Maltgørvej 7<br>DK-5471 Søndersø<br><br><a href="http://www.supertechagroline.com">www.supertechagroline.com</a>                                                     | Razviti i proizvesti prijenosnu opremu za mjerenje sadržaja vode i temperature u sijenu, slami i silaži u mjernom području od 8,5 % do 80 % sadržaja vode.                                                                                                                                                                                                          | PROIZVODNJA, ŽETVA I LOGISTIKA | ●                             | ●                                       |                                                     |
|                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | PREDTRETMAN                    |                               |                                         |                                                     |
|                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | PRETVORBA                      |                               |                                         |                                                     |
| <br><b>DANISH TECHNOLOGICAL INSTITUTE</b> | Danish Technological Institute (DTI)<br>Agro Food Park 15<br>DK-8200 Aarhus N<br><br><a href="http://www.teknologisk.dk">www.teknologisk.dk</a>                                                | DTI ima više od 20 godina iskustva u svim aspektima proizvodnje i upotrebe slame. Pružamo usluge danskim i međunarodnim tvrtkama u vezi s optimizacijom prinosa i kvalitete slame, strojevima i tehnologijom, logistikom, predobradom, pretvorbom uključujući izgaranje, anaerobnom digestijom, biorafiniranjem u nove proizvode, kao i optimizacijom gospodarstva. | PROIZVODNJA, ŽETVA I LOGISTIKA |                               |                                         | ●                                                   |
|                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | PREDTRETMAN                    |                               |                                         | ●                                                   |
|                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | PRETVORBA                      |                               |                                         | ●                                                   |
| <br><b>VERDO</b>                          | Verdo<br>Agerskøllet 7<br>DK-8920 Randers NV<br><br><a href="http://www.verdo.com">www.verdo.com</a>                                                                                           | Verdo ima više od 100 godina iskustva u proizvodnji energije, savjetovanju, razvoju i usluzi energetskih rješenja po principu "ključ u ruke". Danas smo jedan od vodećih dobavljača visokoeфикаsnih postrojenja na biomasu (slama, drvena sječka, pelet ili otpad) kapaciteta između 1 i 20 MW za proizvodnju topline i pare.                                       | PROIZVODNJA, ŽETVA I LOGISTIKA |                               |                                         |                                                     |
|                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | PREDTRETMAN                    |                               |                                         |                                                     |
|                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | PRETVORBA                      | ●                             | ●                                       | ●                                                   |
| <br><b>UNIVERSITY OF COPENHAGEN</b>     | University of Copenhagen<br>- Dept. of Geosciences and Natural Resource Management (IGN)<br>Rolighedsvej 23<br>DK-1958 Frederiksberg C<br><br><a href="http://www.ign.ku.dk">www.ign.ku.dk</a> | IGN radi na bioenergiji, što uključuje karakterizaciju goriva, analizu sadržaja energije i pepela, ponovnu upotrebu hranjivih sastojaka iz pepela, pretvorbu u tekuće gorivo i pitanja održivosti.                                                                                                                                                                  | PROIZVODNJA, ŽETVA I LOGISTIKA |                               |                                         |                                                     |
|                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | PREDTRETMAN                    |                               |                                         |                                                     |
|                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | PRETVORBA                      |                               |                                         | ●                                                   |
| <br><b>AARHUS UNIVERSITET</b>           | Aarhus University<br>Dept. of Engineering<br>Research Centre Foulum<br>Blichers Alle 20<br>DK-8830 Tjele<br>Denmark<br><br><a href="http://www.eng.au.dk/en">www.eng.au.dk/en</a>              | Primjena slame područje je istraživanja na Sveučilištu Aarhus. Sveučilište je provelo projekte usmjerene na razvoj nove tehnologije kotla za slamu i biomasu. Ključna pitanja su povećana energetska učinkovitost, niske emisije i smanjeni utjecaj na okoliš. Logistika i optimizacija opskrbnih lanaca također su fokusna područja.                               | PROIZVODNJA, ŽETVA I LOGISTIKA |                               |                                         | ●                                                   |
|                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | PREDTRETMAN                    |                               |                                         | ●                                                   |
|                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | PRETVORBA                      |                               |                                         | ●                                                   |
| <br><b>TRUTNOV Step</b>                 | CZECH REPUBLIC<br>Step TRUTNOV a.s.<br>Na příkopě 1047/17<br>110 00 Praha 1<br><br><a href="http://www.steptrutnov.cz">www.steptrutnov.cz</a>                                                  | Step TRUTNOV a.s. nudi najnovije dostignuće u kotlovima na biomasu s naglaskom na ekonomski povratak i temeljnu brigu o okolišu. Proizvodnja električne energije iz biomase predstavlja atraktivnu tehnologiju u ekonomičnom smislu za kombiniranu proizvodnju topline i električne energije.                                                                       | PROIZVODNJA, ŽETVA I LOGISTIKA | ●                             | ●                                       |                                                     |
|                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | PREDTRETMAN                    | ●                             | ●                                       |                                                     |
|                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | PRETVORBA                      | ●                             | ●                                       |                                                     |
| <br><b>tts boilers</b>                  | CZECH REPUBLIC<br>TTS eko s.r.o.<br>Průmyslová 163<br>674 01 Třebíč<br><br><a href="https://www.ttsboilers.cz">https://www.ttsboilers.cz</a>                                                   | Razvoj i konstrukcija kotla za sagorijevanje slame tipa VESKO-S. Proizvodi se u rasponu snage od 2 do 5 MW i omogućuje sagorijevanje četvrtastih bala slame (žitne kulture, repica, sijeno, lan, kiselica, itd.). Prvi kotao VESKO-S pušten je u rad u jesen 2006. u Třebíču.                                                                                       | PROIZVODNJA, ŽETVA I LOGISTIKA |                               |                                         |                                                     |
|                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | PREDTRETMAN                    |                               |                                         |                                                     |
|                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | PRETVORBA                      | ●                             |                                         |                                                     |



| LOGO                                                                                | KONTAKT                                                                                                                                                                        | OPIS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | PODRUČJA STRUČNOSTI            | PROIZVOĐAČ / DOBAVLJAČ OPREME | PROIZVOĐAČ, OPERATER I KRAJNJI KORISNIK | OSTALO (SAVJETOVANJE, ISTRAŽIVAČKA UDRUŽENJA, ITD.) |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------|
|     | LITHUANIA<br>Atenergy<br>Verslininku str. 11A,<br>Juodeliai Sirvintos regiona,<br>Lithuania, LT-19131<br><a href="http://www.strawcomfort.com">www.strawcomfort.com</a>        | Atenergy je jedan od najvećih proizvođača peleta od slame na Baltiku. Naša marka Strawcomfort nudi redovite pelete od slame (8 ili 10 mm) i drobljene pelete od slame koje se koriste za posteljnu životinja. Svu sirovinu sakupljamo sami, a peleti su 100 % prirodni, bez ikakvih dodataka i izuzetno visoke kvalitete.                                                              | PROIZVODNJA, ŽETVA I LOGISTIKA |                               | ●                                       |                                                     |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | PREDTRETMAN                    |                               | ●                                       |                                                     |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | PRETVORBA                      |                               |                                         |                                                     |
|     | ROMANIA<br>Erpek IND Ltd.<br>527035 Bodoc 14/A<br>Jud. Covasna<br><a href="http://www.biosistem.ro">www.biosistem.ro</a>                                                       | Tvrtka ima dugogodišnje iskustvo u tehničkom području, oslanjajući se na dizajn i proizvodnju prema vlastitoj koncepciji: I. Pekarske peći i ostali dodaci na tom polju II. Automatizirane termoelektrane na biomasu na bazi otpada biomase i peleta.                                                                                                                                  | PROIZVODNJA, ŽETVA I LOGISTIKA |                               |                                         |                                                     |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | PREDTRETMAN                    | ●                             |                                         |                                                     |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | PRETVORBA                      | ●                             |                                         |                                                     |
|     | UKRAINE<br>Briquetting technologies<br>13306, Ukraine, Zhytomyr region, Berdychiv, st. Semenovskaya, 116<br><a href="http://www.briq-tech.com">www.briq-tech.com</a>           | Tvrtka Briquetting Technology razvija i proizvodi proizvode za briketiranje i granulaciju slame: udarno-mehaničke preše, granulatori, aerodinamične sušilice i drobilice bala. Sastavljamo linije za briketiranje i peletiranje s produktivnošću od 350 kg/h do 1200 kgax/h.                                                                                                           | PROIZVODNJA, ŽETVA I LOGISTIKA |                               |                                         |                                                     |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | PREDTRETMAN                    | ●                             |                                         |                                                     |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | PRETVORBA                      |                               |                                         |                                                     |
|   | UKRAINE<br>Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine<br>2a, Marii Kapnist Str.<br>Kyiv, 03057 Ukraine<br><a href="http://www.ittf.kiev.ua">www.ittf.kiev.ua</a> | Institut za inženjersku termofiziku NAS Ukrajine radi na području grijanja i obavlja poslove za industriju i agroindustrijski sektor. Važni smjerovi znanstvenih aktivnosti su ispitivanje tehnologija izgaranja različitih vrsta biomase, uključujući slamu, u kotlovima malog i srednjeg kapaciteta; ispitivanje brze ablativne pirolize biomase i tehnologija proizvodnje bioplina. | PROIZVODNJA, ŽETVA I LOGISTIKA |                               |                                         |                                                     |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | PREDTRETMAN                    |                               |                                         | ●                                                   |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | PRETVORBA                      |                               |                                         | ●                                                   |
|  | UKRAINE<br>SEC Biomass<br>03067, Ukraine, Kyiv-67, p/o 66<br><a href="http://www.biomass.kiev.ua">www.biomass.kiev.ua</a>                                                      | Znanstveno inženjerski centar "Biomasa" doo (SECB) pruža konzultacije, obavlja istraživačke, analitičke i inženjerske radove na sljedećim područjima: bioenergetske tehnologije, politika bioenergije, potencijal biomase, DH temeljen na biomasi, energetska učinkovitost.                                                                                                            | PROIZVODNJA, ŽETVA I LOGISTIKA |                               |                                         | ●                                                   |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | PREDTRETMAN                    |                               |                                         | ●                                                   |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | PRETVORBA                      |                               |                                         | ●                                                   |
|   | UKRAINE<br>ZAVOD KOBZARENKO, LTD<br>Ukraine, 42500, Sumy region, Lypova Dolyna, Rusanivska street, 17<br><a href="http://www.kobzarenko.com.ua">www.kobzarenko.com.ua</a>      | Proizvodnja i prodaja opreme za baliranje, transport, skladištenje i zagrijavanje slame: Prikolica za četvrtaste bale PT-16 KVADRO, prikolice sa samoutovarivanjem za okrugle bale, prikolice za platforme, balirke, grabilice za bale, omotač okruglih bala, agrofibre za pokrivanje i kvalitativno skladištenje slame i generatori topline od slame.                                 | PROIZVODNJA, ŽETVA I LOGISTIKA | ●                             | ●                                       |                                                     |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | PREDTRETMAN                    |                               |                                         |                                                     |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | PRETVORBA                      |                               | ●                                       |                                                     |
|   | FRANCE<br>COMPTE.R<br>4 Industry Street<br>Arlanc, 63220<br><a href="http://www.compte-r.com">www.compte-r.com</a>                                                             | COMPTE.R, proizvođač kotlova na biomasu, već je dugi niz godina razvio stvarne vještine na polju izgaranja agrogoriva. Slama, klipovi kukuruza, lan ana, otpad od uzgoja vina, COMPTE.R nudi rješenja visokih performansi i niske vrijednosti NOx za uporabu energije poljoprivrednih nusproizvoda.                                                                                    | PROIZVODNJA, ŽETVA I LOGISTIKA |                               |                                         |                                                     |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | PREDTRETMAN                    |                               |                                         |                                                     |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | PRETVORBA                      | ●                             |                                         |                                                     |

| LOGO                                                                             | KONTAKT                                                                                                                                                                 | OPIS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | PODRUČJA STRUČNOSTI            | PROIZVOĐAČ / DOBAVLJAČ OPREME | PROIZVOĐAČ, OPERATER I KRAJNJI KORISNIK | OSTALO (SAVJETOVANJE, ISTRAŽIVAČKA UDRUŽENJA, ITD.) |
|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------|
|  | ITALY<br>Biofact<br><a href="http://www.biofact.eu">www.biofact.eu</a>                                                                                                  | BIOFACT je inženjerska tvrtka koja se fokusira na kvantitativno predviđanje problema vezanih uz pepeo (slaganje, obrastanje, korozija) u postrojenjima za izgaranje. BIOFACT može podržati proizvođače kotlova i operatera jedinica na slamu kako bi se predvidjelo opseg troske, nečistoća i korozije za određeno gorivo u svakoj elektrani. Nijedno gorivo nije uvijek isto: pepeo ovisi o vrsti, klimi i sastavu tla, gnojdbi i žetvi goriva. | PROIZVODNJA, ŽETVA I LOGISTIKA |                               |                                         |                                                     |
|                                                                                  |                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | PREDTRETMAN                    |                               |                                         |                                                     |
|                                                                                  |                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | PRETVORBA                      |                               |                                         | ●                                                   |
|  | AUSTRIA<br>GILLES Energie- und Umwelt-technik GmbH & Co KG<br>Koaserbauerstrasse 16, 4810 Gmunden<br><a href="http://www.gilles.at">www.gilles.at</a>                   | GILLES je jedan od pionira na polju obnovljive energije. Tehnologije od 12,5 - 2500kW kontinuirano su se razvijale tijekom posljednjih 28 godina. Potpuno automatski sustavi grijanja na biomasu među najsigurnijima su i najpouzdanijima u Europi.                                                                                                                                                                                              | PROIZVODNJA, ŽETVA I LOGISTIKA |                               |                                         |                                                     |
|                                                                                  |                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | PREDTRETMAN                    |                               |                                         |                                                     |
|                                                                                  |                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | PRETVORBA                      | ●                             |                                         |                                                     |
|  | AUSTRIA<br>Polytechnik Luft- und Feuerungstechnik<br>Hainfelderstr. 69<br>2564 Weissenbach (NÖ)<br><a href="http://biomass.polytechnik.com">biomass.polytechnik.com</a> | Vodeći svjetski dobavljač napredne biomase za postrojenja za energiju, izgaranje, toplinu / kogeneraciju i karbonizaciju. U mogućnosti smo kupcima pružiti vrhunsku tehnologiju za korištenje biomase za energiju. Sa 150+ goriva iz biomase i više od 55 godina iskustva Polytechnik je stručnjak za proizvodnju energije iz obnovljive biomase.                                                                                                | PROIZVODNJA, ŽETVA I LOGISTIKA |                               |                                         |                                                     |
|                                                                                  |                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | PREDTRETMAN                    |                               |                                         |                                                     |
|                                                                                  |                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | PRETVORBA                      |                               |                                         | ●                                                   |

## Konzorcij AgroBioHeat

|                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <b>CERTH</b><br>CENTRE FOR<br>RESEARCH & TECHNOLOGY<br>HELLAS | <p>CERTH je jedno od vodećih istraživačkih središta u Grčkoj. Među njegova područja stručnosti uključene su aktivnosti u obnovljivim izvorima energije, proizvodnji i korištenju čvrstih biogoriva, uštedi energije i zaštiti okoliša.</p> <p><a href="http://www.certh.gr">www.certh.gr</a></p> |
|                                                                | <p>AVEBIOM je španjolsko udruženje za bioenergiju koje predstavlja sve tvrtke iz cijelog lanca opskrbe bioenergijom u Španjolskoj.</p> <p><a href="http://www.avebiom.org">www.avebiom.org</a></p>                                                                                               |
|                                                               | <p>BIOS je austrijska tvrtka za istraživanje i razvoj i inženjering s više od 20 godina iskustva u području korištenja energetske biomase.</p> <p><a href="http://www.bios-bioenergy.at">www.bios-bioenergy.at</a></p>                                                                           |
|                                                               | <p>Bioenergy Europe (prije poznat kao AEBIOM) glas je europske bioenergije. Cilj mu je razviti održivo tržište bioenergije temeljeno na poštenim uvjetima poslovanja.</p> <p><a href="http://www.bioenergyeurope.org">www.bioenergyeurope.org</a></p>                                            |



# AgroBioHeat Consortium



**Food & Bio Cluster**  
Denmark

Danski poljoprivredni i prehrambeni klaster je nacionalni danski klaster za hranu i bioresure. Promoviramo povećanu suradnju između istraživanja i poslovanja, a našim članovima nudimo pristup mrežama, financiranju, razvoju poslovanja, projektima, objektima na jednom mjestu i nudimo razne savjetodavne usluge.

[www.foodbiocluster.dk](http://www.foodbiocluster.dk)



Tehnološki centar financiran je u Španjolskoj 1993. godine, nastojeći pružiti inovativna rješenja u području energije za održivi razvoj.

[www.fcirce.es](http://www.fcirce.es)



PASEGES je civilna neprofitna organizacija koju je 2005. godine u Ateni osnovala Panhelenska konfederacija sindikata poljoprivrednih zadruga (PASEGES).

[www.neapaseges.gr](http://www.neapaseges.gr)



Zelena energetska zadruga (ZEZ) je društveno poduzeće osnovano 2013. godine. Krovna organizacija za područje energetskeg zadrugarstva u Hrvatskoj i regiji. Pomažemo građanima u razvoju, investiranju i korištenju obnovljivih izvora energije.

[www.zez.coop](http://www.zez.coop)



Glavna svrha klastera je razvoj bioenergetskog sektora u Rumunjskoj i podizanje interesa za proizvodnju i korištenje biomase.

[www.greencluster.ro](http://www.greencluster.ro)



UABIO je osnovan 2013. godine kao javna organizacija. Svrha aktivnosti Udruge je stvaranje zajedničke platforme za suradnju na ukrajinskom tržištu bioenergije.

[www.uabio.org](http://www.uabio.org)



AILE radi na obnovljivim izvorima energije i uštedama energije u poljoprivrednim i ruralnim područjima zapadne Francuske.

[www.aile.asso.fr](http://www.aile.asso.fr)



White Research je poduzeće za socijalno istraživanje i savjetovanje specijalizirano za ponašanje potrošača, analizu tržišta i upravljanje inovacijama sa sjedištem u Bruxellesu.

[www.white-research.eu](http://www.white-research.eu)



Agronergy je francuski ESP (pružatelj energetske usluge) posvećen obnovljivom grijanju.

[www.agronergy.fr](http://www.agronergy.fr)





**Danski primjer pokazuje  
da je izgaranje slame  
održivo rješenje za  
uglično neutralno  
grijanje i proizvodju  
električne energije  
danas.**







## Publikacija

Ova publikacija Danskog poljoprivrednog i prehrambenog klastera (eng. Food & Bio Cluster Denmark) daje pregled upotrebe slame u energetske svrhe u Danskoj i pruža pregled tehnologija, politika i inovativnih rješenja korisnih u drugim zemljama s neiskorištenim viškom slame.

Također uključuje popis tvrtki i organizacija sa specifičnim vještinama i tehnologijama u lancu opskrbe od slame do energije.

Stvoren je u projektu AgroBioHeat, koji je sufinanciran iz programa Europske unije Horizon 2020. AgroBioHeat radi na promicanju ekonomski i ekološki održivih rješenja za grijanje na agrobiomasi u Europi.

## Danski poljoprivredni i prehrambeni klaster

Danski poljoprivredni i prehrambeni klaster je nacionalni klaster za hranu i bioresure u Danskoj. Mi smo kolektivna platforma za inovacije i rast u klasteru - kako za danske tako i za međunarodne tvrtke i institucije utemeljene na znanju. Promoviramo povećanu suradnju između istraživanja i poslovanja i nudimo našim članovima sve na jednom mjestu pristup mrežama, financiranju, razvoju poslovanja, projektima, objektima i nudimo razne savjetodavne usluge.

Za više informacija posjetite [www.foodbiocluster.dk](http://www.foodbiocluster.dk).

## Zelena energetska zadruga (ZEZ)

Zelena energetska zadruga osnovana je 2013. godine u sklopu projekta "Razvoj energetskih zadruga u Hrvatskoj" koji je provodio Program Ujedinjenih Naroda za Razvoj (UNDP) u Hrvatskoj. Po završetku projekta ZEZ nastavlja samostalno djelovanje.

Danas je ZEZ krovna organizacija za područje energetskog zadrugarstva u Hrvatskoj i regiji, sudjeluje u osnivanju te daje podršku drugim energetskim zadrugama. ZEZ je aktivan član REScoop.eu, europske federacije energetskih zadruga.

Misija ZEZ-a je pomoći građanima u razvoju, investiranju i korištenju obnovljivih izvora energije. Naš cilj je postizanje stvarnih promjena u razvoju energetike i uključenje građana u proces energetske tranzicije. Želimo omogućiti da i građani sudjeluju u planiranju, odlučivanju, izgradnji i proizvodnji energije te da sudjeluju u podjeli dobiti. Kroz svoje djelovanje potičemo razvoj društvenog poduzetništva u energetici, utječemo na ravnopravnost društva i očuvanje okoliša. Mi razvijamo konkretna i održiva rješenja koja unaprijeduju razvoj lokalne zajednice.

Za više informacija posjetite [www.zez.coop](http://www.zez.coop).

