



Promoting the penetration of agrobiomass heating in European rural areas

Radionica

Poljoprivredna biomasa: tehnologije grijanja na biomasu i njezin potencial

Lokacija: Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, 4.5.2022.



Glavni autor

Lucija Nađ, mag.ing.amb.
Voditeljica projekta



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under Grant Agreement No 818369. This document reflects only the author's view. The European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency (CINEA) is not responsible for any use that may be made of the information it contains.

Sadržaj:

- 1. Agrobiomasa i njezina primjena**
- 2. Društvena percepcija grijanja na agrobiomasu s područja Slavonije i Istre**
- 3. Primjeri vrste biogoriva**
- 4. Izgaranje biomase**
 - 4.1. Različite vrste tehnologije
 - 4.2 Glavne inovacije



PAUZA – 15 min

- 5. Rad objekata na agrobiomasu**
 - 5.1 Uobičajeni tehnički problemi i rješenja
 - 5.2 Agroenergija: “dizajn za rješavanje problema”
- 6. Emisije nastale u procesu izgaranja agrobiomase**
 - 6.1 Vrste spojeva, povezani problemi i granice emisije
 - 6.2 Zakonodavni okvir, mogućnosti i prepreke u realizaciji projekata grijanja na agrobiomasu

PAUZA – 15 min

- 7. Vrste i izvori sirovine i logistika prikupljanja**
 - 7.1 Logistika prikupljanja
 - 7.2 Troškovi prikupljanja i potrebni strojevi
- 8. Primjena agrobiomase za grijanje u praksi**
- 9. Izvori lokacije sirovine (korisni alati i mapiranje)**
- Zaključak i ručak**

Tko je ZEZ?

- društveno poduzeće, 20 članova-stručnjaka iz područja energetike, ekonomije i zaštite okoliša

Osnovana je 2013. godine u sklopu projekta “Razvoj energetskih zadruga u Hrvatskoj” od strane UNDP u Hrvatskoj



Pomažemo građanima i javnom sektoru u razvoju, investiranju i korištenju obnovljivih izvora energije



Danas – krovna organizacija za područje energetskog zadrugarstva u Hrvatskoj i regiji





- **Climate KIC** – europska mreža znanja i inovacija, najveća mreža javno-privatnog partnerstva s više od 300 organizacija
- **Energy Cities & Croatian Association of Cities** – rad s javnim sektorom
- **Energy Community Secretariat** – novi regulatorni okviri u zemljama WB i SEE
- **REScoop.eu** – dijeljenje znanja i iskustva za osnivanje energetske zadruge i zajednica



Climate-KIC



energycities
WHERE ACTION & VISION MEET



PROJEKTI I USLUGE



STRATEŠKI PARTNERI



- 11 gradova; 11.9. – 25.9.2020.
- Osvješčivanje građana o uporabi OIE izvora u svakodnevnom životu na štandu uz davanje promo materijala i odgovaranje direktno na tehnička pitanja
- Future radar radionice s JLS za razvijanje mogućih poslovnih modela za razvoj lokalne zajednice







Zelena energetska zadruga osigurala financiranje u sklopu natječaja Google.org Impact Challenge za Srednju i istočnu Europu



- Osnaživanja građana za korištenje solarne energije i bolje razumijevanje energetske tranzicije pomoću edukacija koje će se održavati uživo, ali će biti dostupne i na web stranici www.nasuncanojstrani.hr

FB grupa: Solarni klub **Preko 14.700 članova**



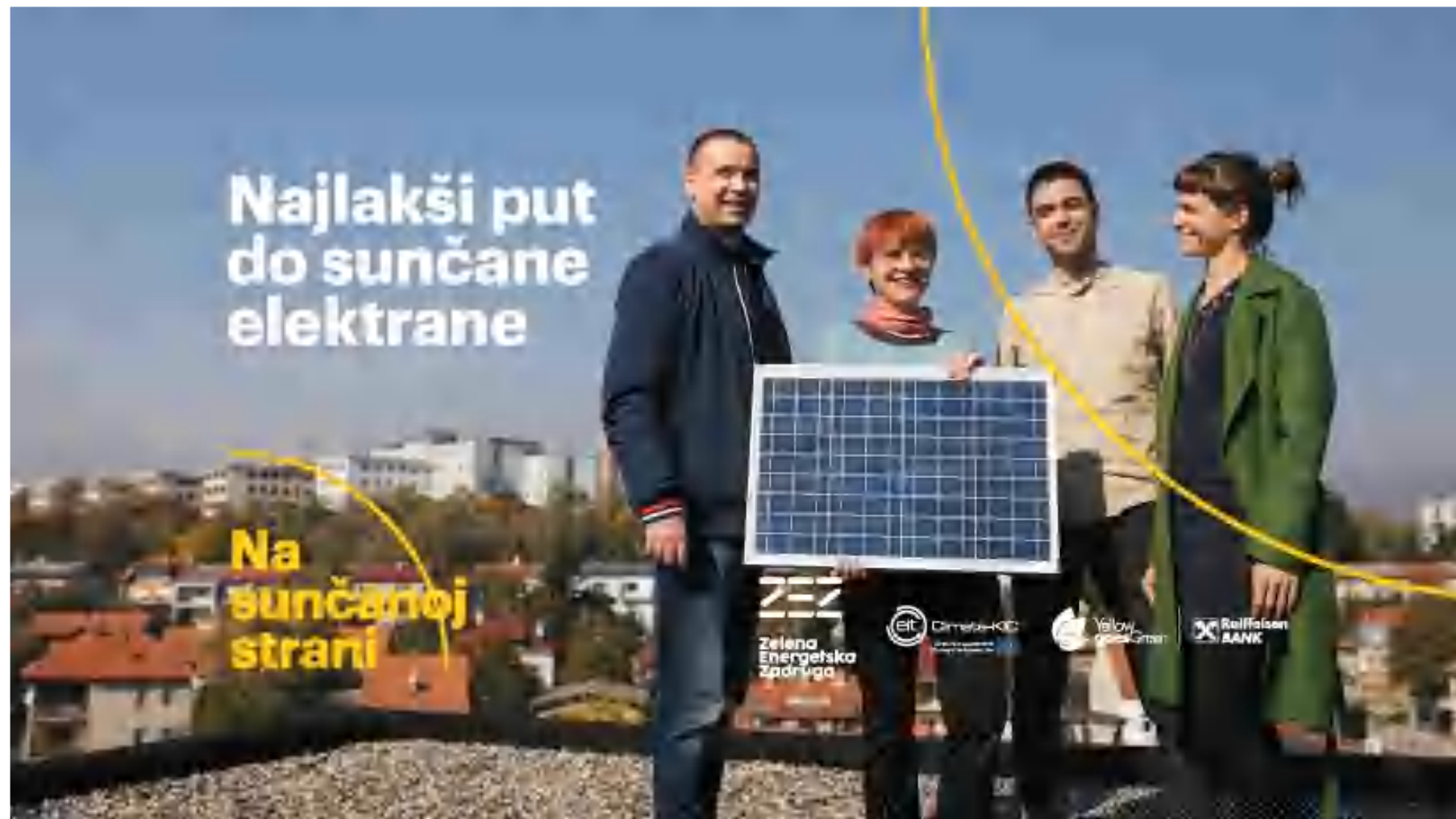
Zajedno za solarnu energiju!

1,138 total members ⓘ

▲ 94.86% vs 25 Sep 2020

24 Nov 2020







Festival DOBRA ENERGIJA

Prilike za građansku energiju u svjetlu solarizacije

Zagreb / 5.-7. svibnja, 2022.

Link: <https://dobraenergija.zez.coop/program/>



**Green
Energy
Cooperative**



PROGRAMSKI FOKUS

Što solarna energija može učiniti za naše lokalne zajednice? Kako jedinice lokalne samouprave mogu otvoriti vrata građanskoj energiji? Zašto je solarna energija prilika za građansku energiju?

**GRAĐANSKA
ENERGIJA**

**SOLARNI
GRADOVI I
LOKALNE
ZAJEDNICE**

**+ SOLARNI
PROGRAM ZA
GRAĐANE!**

Prilike unutar zakonodavnog okvira – što je novo i što je potrebno mijenjati?
Kako možemo iskoristiti novouvedene energetske zajednice? Što građanska energija može učiniti za solarizaciju Hrvatske? Tko su postojeće inicijative građanske energije?

Energetika, a posebno dobra energija, ne bi smjela biti bauk! Kako bismo je približili široj zainteresiranoj javnosti, dio programa festivala Dobra energija posvestili smo zanimljivim sadržajima za građane na temu solarne energije.

1. Agrobiomasa i njezina primjena



Za potrebe **AgroBioHeat projekta**, agrobiomasa ili agroindustrijski ostaci predstavljaju širok spektar krutih biogenih materijala koji potječu izravno iz poljoprivrednih aktivnosti ili od prerade poljoprivrednih proizvoda.



Ostaci različitih poljoprivrednih kultura, dostupni na polju: slama, kukuruzovina, rezidbeni ostaci, vinova loza, itd.

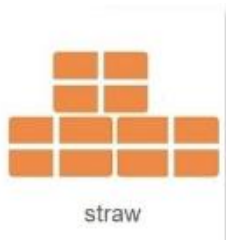


Nusproizvodi prerade poljoprivrednih proizvoda: komina masline, rižine ljuske, ljuske orašastih plodova, itd.



Energetski usjevi - neprehrambene kulture. Biljke koje se posebno uzgajaju za uporabu kao kruta biogoriva: miscanthus, divlje proso, vrba, topola, itd.

- Energetsko iskorištavanje agrobiomase - **slama, rezidbeni ostaci, agroindustrijski ostaci kao što su maslinove koštice i ljuske oraha, energetski usjevi**



Glavni cilj: Postići uspješnu aktivaciju tržišta i nacionalnog pokreta na agrobiomasu

Trenutno stanje

- Slabo korištenje poljoprivrednih ostataka za grijanje
- Malo tehnologija dostupno
- Manjak interesa (društvo, kompanije, javni sektor)
- Skepticizam ili protiv volje
- Neinformiranost
- Regulatora

Kako AgroBioHeat
doprinosi
strategiji?



Cilj

- Proširiti uporabu
- Lakši pronalazak postrojenja za korištenje
- Multiplicirati brandove na tržištu nudeći grijanje na agrobiomasu
- Zaštita okoliša
- Smanjene ugljičnog otiska
- Uključivanje građana
- Povjerenje, pouzdanost

1. Dobiti nacionalno usklađivanje potrebnih ključnih aktera

1. Promicati nove ledolomac inicijative

- Projekt Programa za istraživanje i inovacije Obzor 2020
- **Promicanje rješenja grijanja na agrobiomasu u ruralnim područjima Europe**
- 01/01/2019 – 30/06/2022
- 36 mjeseci + 6 mjeseci
- **Cilj** - masovno uvođenje poboljšanih i spremnih rješenja za grijanje na agrobiomasu u Europi
- Konzorcij 6 zemalja GR, ES, FR, RO, HR, UA)
- ZEZ je jedan od NMs (National Multiplier; Nacionalni multiplikator)

- **Istraživanje energetskeg i tehničkog potencijala u RH i EU**
- **Zakonodavni okvir** (prepreke, prednosti, alternativna rješenja)
- **Policy workshop** - Strateški planovi za *uvođenje agrobiomase* na tržište grijanja bit će izrađeni i raspravljani s više od 240 kreatora politike u 6 zemalja
- Edukacije, radionice, konferencije, sajmovi
- Lokalna podrška inicijativama u RH
- Testiranje kvalitete sirovine
- **EU razina** - dopridonijeti predviđenom pregledu propisa o ekološkom dizajnu za kotlove na agrobiomasu, uz davanje prijedloga za odgovarajuće granične vrijednosti emisija u postrojenjima s rasponom od 500 kW-1 MW (usklađivanje zakonodavstva EU-a)
- Društvena istraživanja (**CATI survey**) od najmanje 3.500 ljudi - s ciljem da se rješenja za grijanje na agrobiomasu približi široj publici

Technical partners



CERTH
CENTRE FOR
RESEARCH & TECHNOLOGY
HELLAS



circe
RESEARCH CENTRE
FOR ENERGY RESOURCES
AND CONSUMPTION



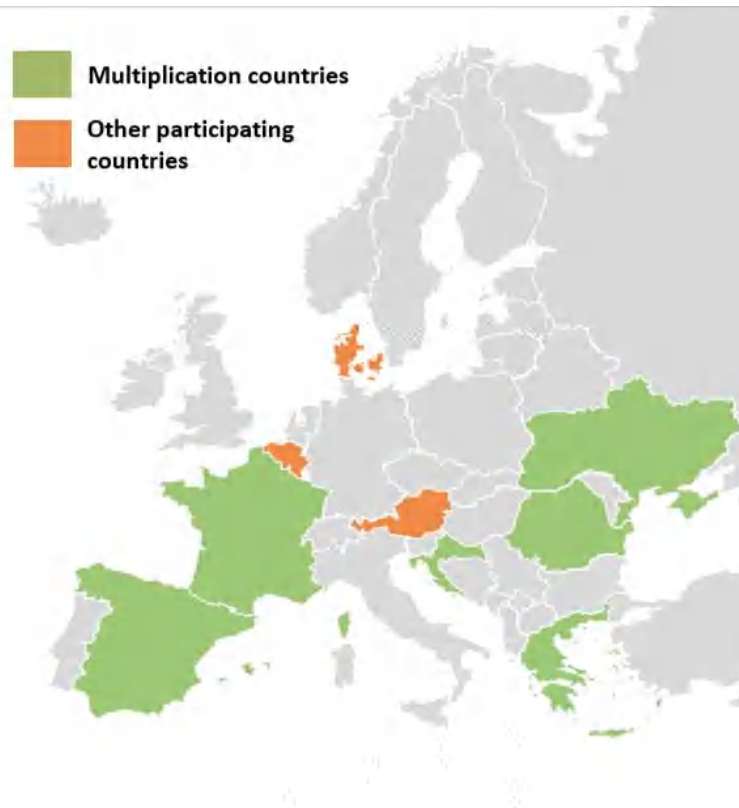
BIOENERGIESYSTEME GmbH



Multiplication countries



Other participating
countries



European Association

Bioenergy
EUROPE

National multipliers



GREEN ENERGY
Romanian Innovative Biomass
CLUSTER

LABIO
Bioenergy Association of Ukraine

Aile

initiatives
énergie
environnement

aveBiom

INΑΣΟ-ΠΑΣΕΓΕΣ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ & ΣΥΝΕΤΑΙΡΙΣΤΙΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ



**Zelena
Energetska
Zadruga**

Straw & network expertise



Food & Bio Cluster
Denmark

Operator of biomass heating plants

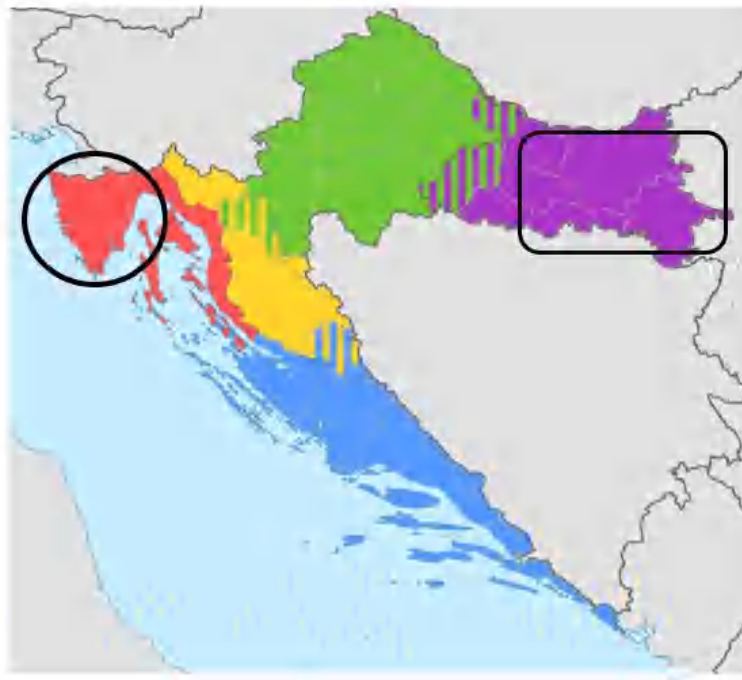
Agronergy

Social sciences expertise

WHITE
RESEARCH

2. Društvena percepcija grijanja na agrobiomasu s područja Slavonije i Istre

- Istraživanje mišljenja lokalne zajednice o svijesti i društvenom prihvatanju poljoprivredne biomase i njene uporabe za grijanje
- Ispitani i faktori koji mogu pojačati ili spriječiti povećanje tržišta grijanja na agrobiomasu
- Sudionici u odabranim regijama izabrani RDD metodom (Random Digit Dialing)



Istra

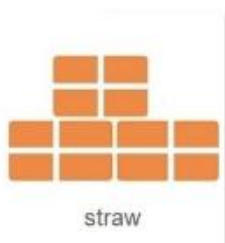
- 500 sudionika
- Fokus na većim gradovima u Istri, primarno Pula i Poreč
- Regija poznata po vinogradima i maslinicima
- Istarska županija: 208,000 stanovnika (**Pula** broji 56,000 stanovnika)
- **Lokacija inicijative: Galižana (blizu Pule)**

Slavonija

- 400 sudionika
- Fokus na području **grada Osijek** (cca. 108,000 stanovnika), **grada Požege** (cca. 26,000 stanovnika) i **grada Vinkovci** (35,000 stanovnika)
- Regija poznata po ratarstvu, vinogradarstvu i uzgoju uljarica (primarno suncokret)

- U svim regijama dominiraju žene (preko 60 %), starije od 65 godina (preko 40 %), a 55 % ima srednju školu kao završni stadij školovanja
- **Prosjek godina: 67 %** u rasponu 55-65+, **16 %** od 45-64.g., **15 %** od 18-45.g.
- Oko 30 % ispitanika ima završeni studij
- Najveći udio (preko 40 %) ispitanika živi u polu-urbanom području
- 12,67 % ispitanika ima neki oblik profesionalnog iskustva u području inženjerstva/zaštite okoliša/energetike
- 69,89 % ispitanika se izjasnilo da ima srednje neto prihode kućanstva
- 94 % ispitanika živi u vlastitom prebivalištu

- **Preko 70 %** ispitanika čulo je za termin agrobiomase ili poljoprivredne biomase
- Samo 4 % ispitanika ima praktična iskustva s agrobiomasom
- 78,67 % ispitanika smatra da agrobiomasa može biti izvor energije za grijanje
- Preko **50 %** ispitanika smatra da agrobiomasa ima pozitivan utjecaj na okoliš i klimu, smanjuje troškove grijanja, razvija lokalnu ekonomiju te je potrebno uključenje građana u odlučivanje



Pula		Istra		Slavonija	
Drvo	49%	Drvo	52%	Plin	54%
Struja	22%	Struja	21%	Drvo	28%
Plin	11%	Lož ulje	16%	Grijanje na toplanu	9%
Drvni peleti	9%	Drvni peleti	6%	Struja	6%
Lož ulje	8%	Plin	3%	Drvni peleti	1%
Drugo	2%	Grijanje na toplanu	1%	Drugo	1%
		Drugo	1%		

Tema	Ništa	Malo	Donekle	Puno	Jako puno
Tehnologija obnovljivih izvora energije	25,67%	28,89%	30,11%	11,33%	4%
Biomasa i njezina upotreba za grijanje	42,33%	28,56%	22,11%	5,11%	1,89%
Tehnologije za grijanje na biomasu	55,22%	26,56%	13%	4,33%	0,89%
Sheme financiranja i poticaji za grijanje na biomasu	67,11%	21%	8,33%	3%	0,56%
Mjerodavni propisi i pravni aspekti za grijanje na biomasu	67,11%	20,33%	9,56%	2,67%	0,33%
Agrobiomasa kao izvor energije	49,56%	27,56%	15,56%	5,56%	1,78%

- Educiranje stanovništva o potencijalu agrobiomase i modelima financiranja
- Zamjena grijanja s lož ulja na obnovljiv izvor u javnim zgradama
- Iskorištavanje lokalno dostupne agrobiomase
- Uključenje zajednice u odlučivanje o energetske politikama
- Razvijanje lokalnog tržišta -> stvaranje zelenih radnih mjesta
- Razvijanje lokalnog gospodarstva
- Energetske zajednice – širenje unutarnjeg energetskog tržišta

Projekt ima pozitivan utjecaj na okoliš i klimu	81,44% se slaže
Projekt dovodi do uštede	77,89% se slaže
Projekt ima pozitivan utjecaj na lokalnu ekonomiju	78,56% se slaže
Uključenost stanovnika u donošenje odluka	68,33% se slaže
Agrobiomasa potječe od lokalnih poljoprivrednika i poduzeća	72,78% se slaže
Projekt pokreće i podržava lokalna zajednica	63,89% se slaže
Projekt pokreću i podržavaju pouzdane organizacije i/ili tvrtke	63,89% se slaže
Informacije o projektu javno su dostupne i transparentne	69,33% se slaže

Negativan utjecaj na okoliš i zdravlje ljudi	37,67% se slaže, 32% se ne slaže
Nedostatak suradnje među akterima koji bi trebali biti uključeni u projekt	51,56% se slaže
Nedostatak stanovnika u procesu odlučivanja	53,44% se slaže
Nedostatak transparentnih informacija o tehničkim i okolišnim aspektima projekta	56,11% se slaže
Nedostatak tehničkog znanja	48,67% se slaže, 32,67% neodlučno
Nedostatak mehanizama podrške i poticaja	52,89% se slaže
Nedostatak dostupne agrobiomase	44,33% se slaže, 23% se ne slaže
Političke komplikacije i neadekvatnosti	58,89% se slaže
Estetska degradacija područja	33,56% se slaže, 26,78% se ne slaže

Tvrdnje o biomasi

- Više od 60 % ispitanika slaže se s tvrdnjom da na njihovom lokalnom području postoji potreba za boljim upravljanjem resursima
- 68 % ispitanika ima pozitivnu percepciju o upotrebi agrobiomase za grijanje
- Više od 60 % ispitanika podržalo bi projekt grijanja na agrobiomasu
- 32 % ispitanika su zainteresirani za instaliranje sustava grijanja na agrobiomasu

Stanje u RH

- Humus vs. Agrobiomasa
- Proizvođač kotlova i peći na agrobiomase!
- Tržište

3. Primjeri vrste biogoriva



- Jedan od najzastupljenijih poljoprivrednih ostataka. Sastoji se od suhih stabljika žitarica – posebno važno u Danskoj zbog svoje trenutne upotrebe te u Španjolskoj i Ukrajini zbog otkrivenog potencijala.
- Oblik: Bale
- Prinos: 2,5-4 tone (suhe tvari)/ha
- Upotreba: Izravna proizvodnja električne energije ili topline
- Potencijal: 127 milijuna tona suhe tvari u EU



Indikativna svojstva goriva slame

Svojstvo	Jedinica	Pšenična slama
Vlaga, M	w-% a.r.	15
Pepeo, A	w-% d.b.	5.0
Neto kalorijska vrijednost, NCV	MJ/kg a.r.	14.6
Nasipna gustoća , BD	kg/m ³ a.r.	100 (bale) / 60 (sjeckano)
Gustoća energije	MWh/m ³ a.r.	0.41 (bale) / 0.24 (sjeckano)
Dušik, N	w-% d.b.	0.5
Sumpor, S	w-% d.b.	0.1
Klor, Cl	w-% d.b.	0.4
Kalcij, Ca	mg/kg d.b.	4,000
Kalij, K	mg/kg d.b.	10,000
Natrij, Na	mg/kg d.b.	500
Silicij, Si	mg/kg d.b.	10,000

Napomena: prikazane su indikativne vrijednosti

Source: AgroBioHeat D4.2 – Agrobiomass Fuels and Utilization Systems

Sources of additional information:

Annex B of EN ISO 17225-1

- Uspostavljena hortikulturna praksa rezanja i uklanjanja odabranih dijelova stabala - pojam se također odnosi na preostalu biomasu nastalu orezivanjem. Debeli dijelovi obrezanog drva mogu se skupljati zasebno i u nekim slučajevima koristiti kao ogrjev; međutim, većina biomase za rezidbu ostaje na polju i spaljuje se otvorenom vatrom ili se – rjeđe – malčira na tlu.
- Uklanjanje nasada je krčenje stabala na kraju životnog vijeka plantaže
- Oblik: Obrezivanje – Bale ili drvno iverje; PR – ogrjev ili drvno iverje (“Hog fuel”)
- Prinos: Rezidba: 1-5 tona (suha tvar)/ha; PR: 50 tona/ha
- Upotreba: Uglavnom nedovoljno iskorištena
- Potencijal: 11,5 milijuna tona suhe tvari u EU



Indikativna svojstva goriva poljoprivrednih rezidbi

Svojstvo	Jedinica	Reridbeni ostaci maslina hog fuel	Peleti od rezidbenih ostataka iz vinograda
Vlaga, M	w-% a.r.	27	10
Pepeo, A	w-% d.b.	4.2	4.5
Neto kalorijska vrijednost, NCV	MJ/kg a.r.	12.9	15.7
Nasipna gustoća, BD	kg/m ³ a.r.	230	710
Gustića energije	MWh/m ³ a.r.	0.83	3.10
Dušik, N	w-% d.b.	0.93	0.81
Sumpor, S	w-% d.b.	0.08	0.07
Klor, Cl	w-% d.b.	0.04	0.02
Kalcij, Ca	mg/kg d.b.	9,000	10,000
Kalij, K	mg/kg d.b.	5,600	5,400
Natrij, Na	mg/kg d.b.	460	170
Silicij, Si	mg/kg d.b.	2,100	2,800

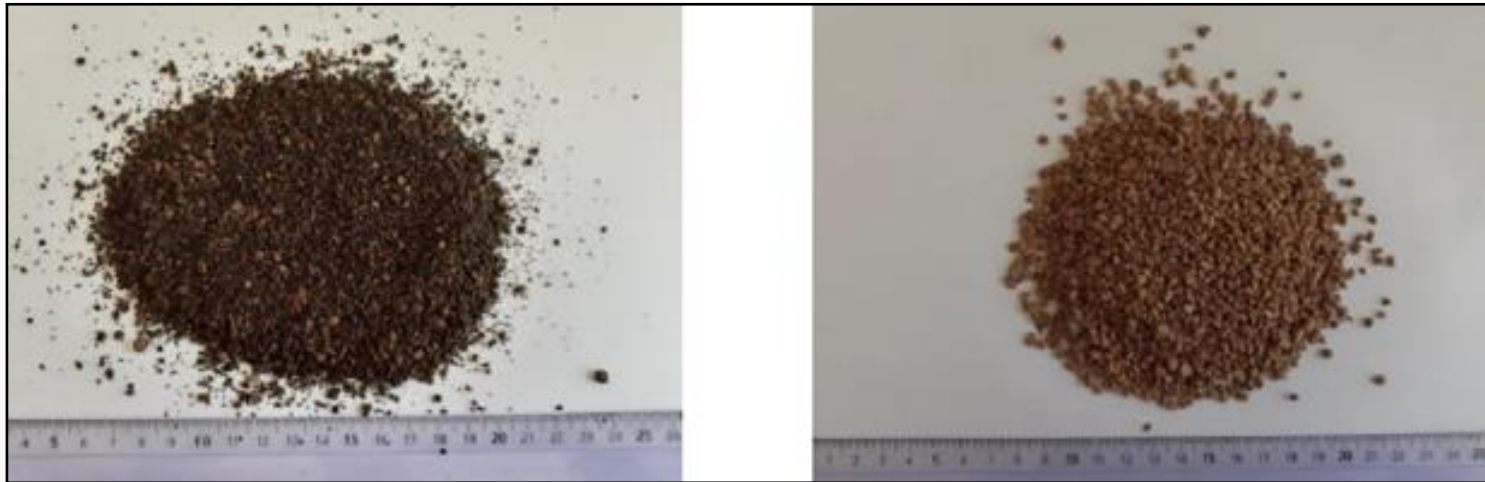
Napomena: prikazane su indikativne vrijednosti

Source: AgroBioHeat D4.2 – Agrobiomass Fuels and Utilization Systems

Sources of additional information:

Annex B of EN ISO 17225-1, Deliverable D3.2 of the Biomass Plus project

- Nusproizvod prerade maslinovog ulja: Kolač od masline. Može se koristiti kao industrijsko gorivo, ali ima ograničenja. Komina masline mogla bi se koristiti za grijanje doma.
- Oblik: Zdrobljeno granulirano gorivo
- Prinos: 10-20 % cijelog ploda
- Upotreba: Grijanje (industrijsko ili kućansko) + proizvodnja aktivnog ugljena
- Potencijal: 770 000 suhih tona (u EU)
- Certifikat: BIOmasud



Indikativna svojstva goriva od komine maslina

Svojstvo	Jedinica	Komina masline	BIOmasud® granice (v15.0)		
			A1	A2	B
Vlaga, M	w-% a.r.	15	≤ 12	≤ 12	≤ 16
Pepeo, A	w-% d.b.	1.2	≤ 0.7	≤ 1.0	≤ 1.5
Neto kalorijska vrijednost, NCV	MJ/kg a.r.	15.8	≥ 15.7	≥ 15.7	≥ 14.9
Nasipna gustoća, BD	kg/m ³ a.r.	730	≥ 700	≥ 650	≥ 600
Gustića energije	MWh/m ³ a.r.	3.20	≥ 3.05*	≥ 2.83*	≥ 2.48*
Dušik, N	w-% d.b.	0.3	≤ 0.3	≤ 0.4	≤ 0.6
Sumpor, S	w-% d.b.	0.02	≤ 0.03	≤ 0.04	≤ 0.05
Klor, Cl	w-% d.b.	0.1	≤ 0.03	≤ 0.04	≤ 0.05
Kalcij, Ca	mg/kg d.b.	1,300	-	-	-
Kalij, K	mg/kg d.b.	2,300	-	-	-
Natrij, Na	mg/kg d.b.	600	-	-	-
Silicij, Si	mg/kg d.b.	900	-	-	-

Napomena: prikazane su indikativne vrijednosti

Source: AgroBioHeat D4.2 – Agrobiomass Fuels and Utilization Systems

Sources of additional information:

Annex B of EN ISO 17225-1, Deliverable D3.2 of the Biomassud Plus project

- Nusproizvod industrijskog ljuštenja orašastih plodova. Dobar energetska sadržaj, niska vlaga i pepeo.
- Oblik: Zdrobljeno granulirano gorivo
- Prinos: 50 % težine oraha
- Primjena: Grijanje (industrijsko ili kućansko) + proizvodnja aktivnog ugljena, furfural i pokrivač tla
- Potencijal: 270 000 tona (u EU)
- Certifikat: BIOmasud



Indikativna svojstva goriva od bademovih ljuski

Svojstvo	Jedinica	Ljuska badema	BIOMasud® class limits (v15.0)		
			A1	A2	B
Vlaga, M	w-% a.r.	11	≤ 12	≤ 12	≤ 16
Pepeo, A	w-% d.b.	1.6	≤ 0.7	≤ 1.5	≤ 2.0
Neto kalorijska vrijednost, NCV	MJ/kg a.r.	16.1	≥ 15.0	≥ 15.0	≥ 14.2
Nasipna gustoća, BD	kg/m³ a.r.	410	≥ 500	≥ 300	≥ 270
Gustića energije	MWh/m³ a.r.	1.83	≥ 2.08*	≥ 1.25*	≥ 1.07*
Dušik, N	w-% d.b.	0.4	≤ 0.4	≤ 0.6	≤ 0.8
Sumpor, S	w-% d.b.	0.01	≤ 0.03	≤ 0.03	≤ 0.04
Klor, Cl	w-% d.b.	0.02	≤ 0.02	≤ 0.02	≤ 0.03
Kalcij, Ca	mg/kg d.b.	1,300	-	-	-
Kalij, K	mg/kg d.b.	4,600	-	-	-
Natrij, Na	mg/kg d.b.	2,500	-	-	-
Silicij, Si	mg/kg d.b.	630	-	-	-

Napomena: prikazane su indikativne vrijednosti

Source: AgroBioHeat D4.2 – Agrobiomass Fuels and Utilization Systems

Sources of additional information:

Annex B of EN ISO 17225-1, Deliverable D3.2 of the Biomassud Plus project

- Travasta (zeljasta) uljarica. Nusproizvod procesa ekstrakcije suncokretovog ulja. Visok sadržaj energije, niska cijena i visoka gustoća energije.
- Oblik: granulirano gorivo ili nadograđeno na pelete / brikete
- Prinos: 20-30% ukupne mase prerađenog sjemena
- Upotreba: Industrijsko gorivo za grijanje/proizvodnju električne energije
- Potencijal: 18 milijuna hektara



Indikativna svojstva goriva peleta suncokretove ljuske

Svojstvo	Jedinica	Peleti od ljuske suncokreta
Vlaga, M	w-% a.r.	10
Pepeo, A	w-% d.b.	4.0
Neto kalorijska vrijednost, NCV	MJ/kg a.r.	15.7
Nasipna gustoća, BD	kg/m ³ a.r.	550
Gustića energije	MWh/m ³ a.r.	2.40
Dušik, N	w-% d.b.	0.8
Sumpor, S	w-% d.b.	0.1
Klor, Cl	w-% d.b.	0.06
Kalcij, Ca	mg/kg d.b.	5,000
Kalij, K	mg/kg d.b.	11,000
Natrij, Na	mg/kg d.b.	50
Silicij, Si	mg/kg d.b.	600

Napomena: prikazane su indikativne vrijednosti

Source: AgroBioHeat D4.2 – Agrobiomass Fuels and Utilization Systems

- Biljke uzgojene posebno zbog svoje energetske vrijednosti.
- ABH se fokusira na one koji se koriste u procesima termokemijske pretvorbe
- Mogu biti travaste (miskantus) ili drvenaste (topola, vrba)
- Prilagodljivo različitim klimatskim uvjetima i uvjetima tla



- 17 vrsta zeljastih rizomatoznih visokih trava.
- Iznimno prilagodljiv različitim klimatskim uvjetima i otporan na bolesti i štetnike.
- Oblik: pokošen ili baliran, usitnjen. Također nadograđen u pelete/brikete
- Prinos: promjenjiv. 10 t suhe tvari/ha
- Upotreba: Gorivo za izgaranje za proizvodnju topline, električne energije ili CHP.
- Potencijal: Najmanje 24 620 hektara u Europi, s prinosom između 10-50 t/ha ovisno o vremenu žetve, tlu, klimatskim uvjetima i praksi gospodarenja.*



Indikativna svojstva miskantusa kao goriva

Svojstvo	Jedinica	Miskantus
Vlaga, M	w-% a.r.	15
Pepeo, A	w-% d.b.	4.0
Neto kalorijska vrijednost, NCV	MJ/kg a.r.	14.7
Nasipna gustoća, BD	kg/m ³ a.r.	130 (chopped)
Gustića energije	MWh/m ³ a.r.	0.53 (chopped)
Dušik, N	w-% d.b.	0.7
Sumpor, S	w-% d.b.	0.2
Klor, Cl	w-% d.b.	0.2
Kalcij, Ca	mg/kg d.b.	2,000
Kalij, K	mg/kg d.b.	7,000
Natrij, Na	mg/kg d.b.	70
Silicij, Si	mg/kg d.b.	8,000

Napomena: prikazane su indikativne vrijednosti

Source: AgroBioHeat D4.2 – Agrobiomass Fuels and Utilization Systems

- Drvenasta brzorastuća stabla – visoki prinosi biomase u kratkim razdobljima.
- Vrba, topola i joha ili eukaliptus. Trogodišnji ciklusi preko 20-25 godina.
- Oblik: sječka, pelete
- Prinos: promjenjiv. 5-18 tona suhe tvari/ha
- Upotreba: Procesi izgaranja, industrija celuloze i papira
- Potencijal: 20.691 ha topole (prosječni prinos suhe biomase 5,3 t/ha·y*) i 19.378 ha vrbe (prosječni prinos suhe biomase 6,6 t/ha·y**)
- Certifikati: Enplus (SRC peleti) i GoodChips (SRC drvena sječka)



AgroBioHeat D4.2 – Agrobiomass Fuels and Utilization Systems

*Dillen, S.Y. et al., Biomass and Bioenergy, 56 (2013) 157-165

**Kulig B., et al., Plant Soil Environ., 65 (2019):377-386.

Indikativne karakteristike goriva SRC (vrba, topola)

Svojstvo	Jedinica	Vrba i topola
Vlaga, M	w-% a.r.	50 (fresh)
Pepeo, A	w-% d.b.	2.0
Neto kalorijska vrijednost, NCV	MJ/kg a.r.	8.0
Nasipna gustoća, BD	kg/m ³ a.r.	250 (chips)
Gustića energije	MWh/m ³ a.r.	0.56 (chips)
Dušik, N	w-% d.b.	0.5
Sumpor, S	w-% d.b.	0.04
Klor, Cl	w-% d.b.	0.02
Kalcij, Ca	mg/kg d.b.	5,000
Kalij, K	mg/kg d.b.	2,500
Natrij, Na	mg/kg d.b.	25
Silicij, Si	mg/kg d.b.	500

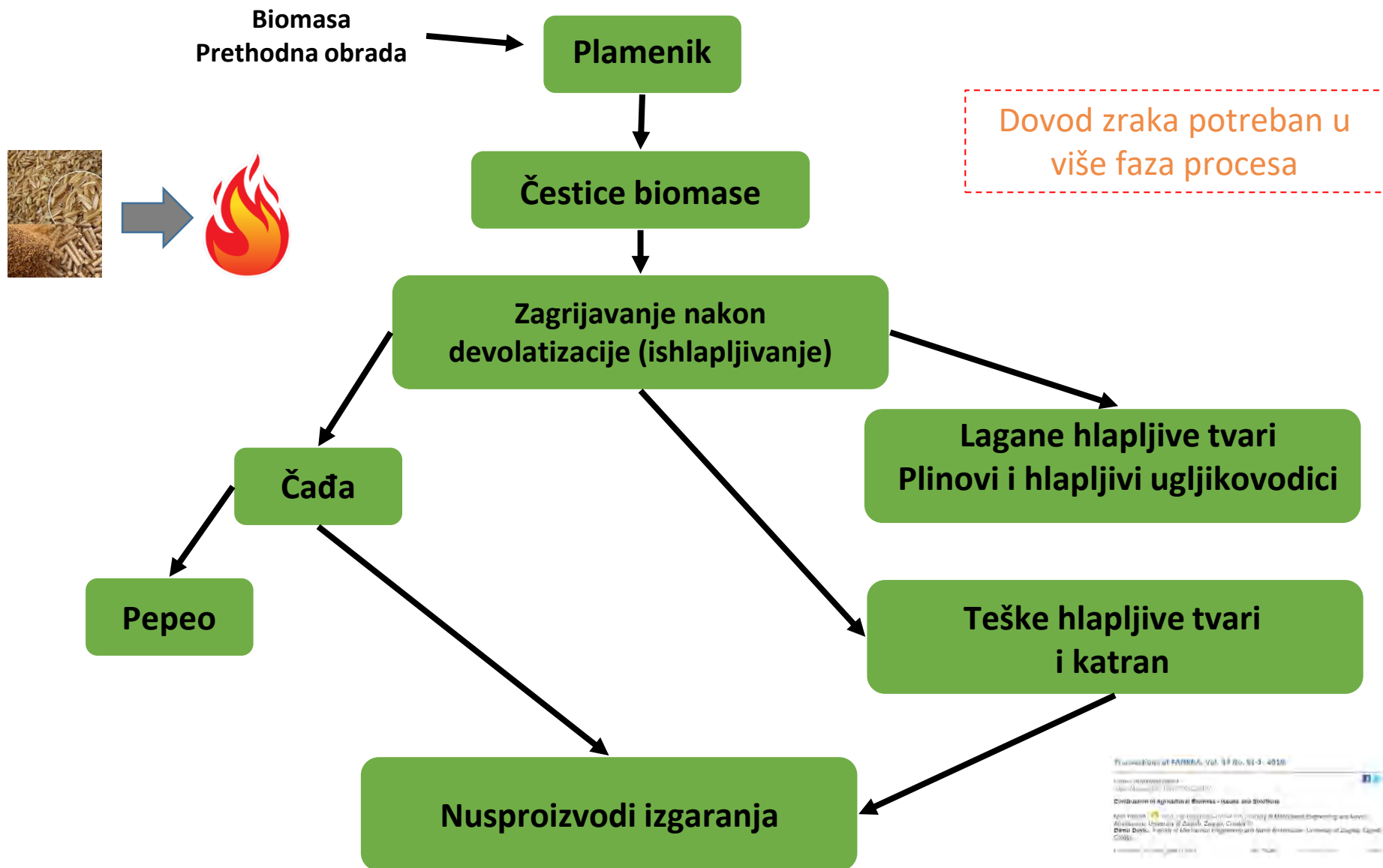
Napomena: prikazane su indikativne vrijednosti

Source: AgroBioHeat D4.2 – Agrobiomass Fuels and Utilization Systems

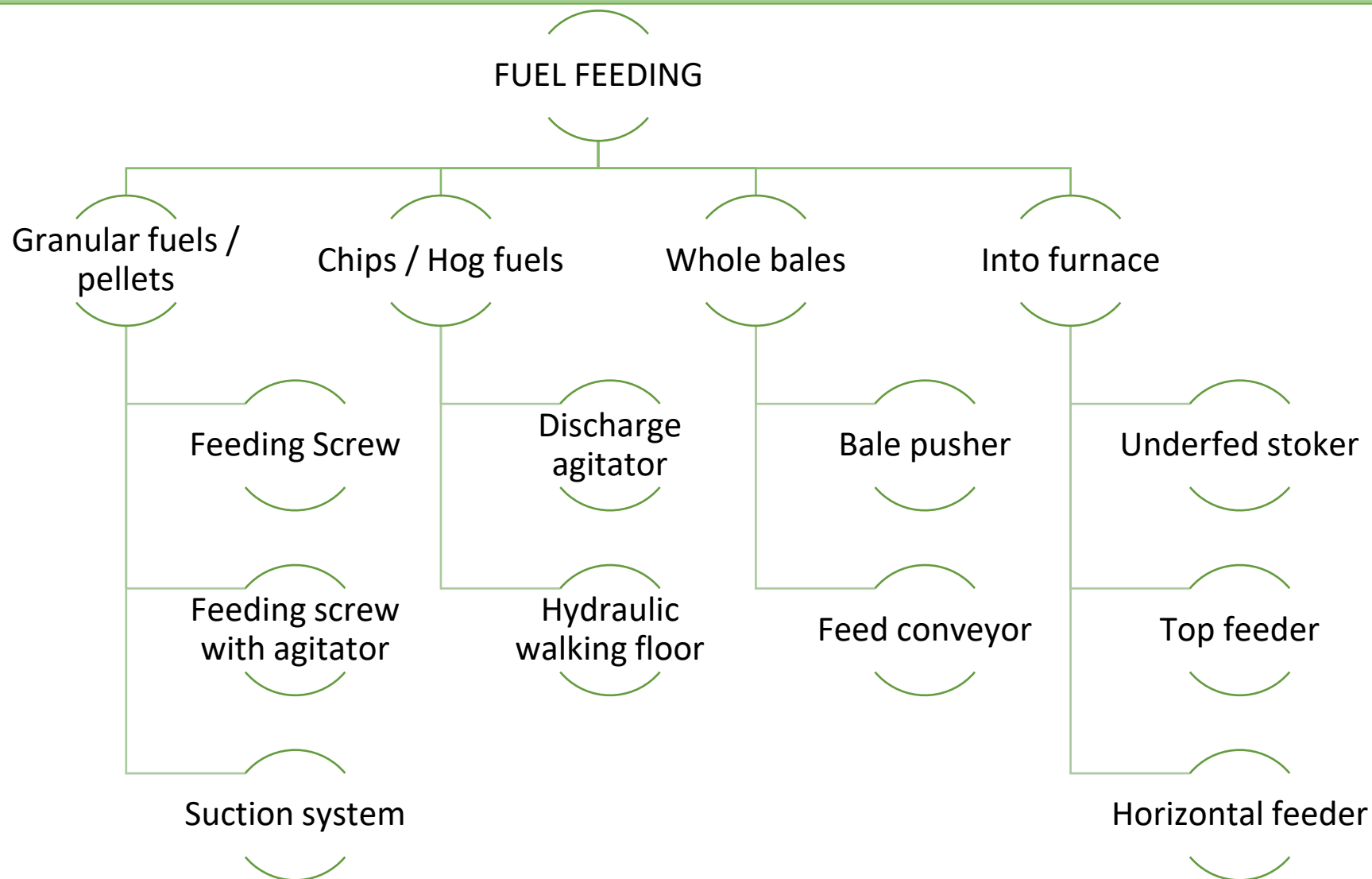
4. Tehnologije izgaranja agrobiomase

4.1. Različite vrste tehnologija

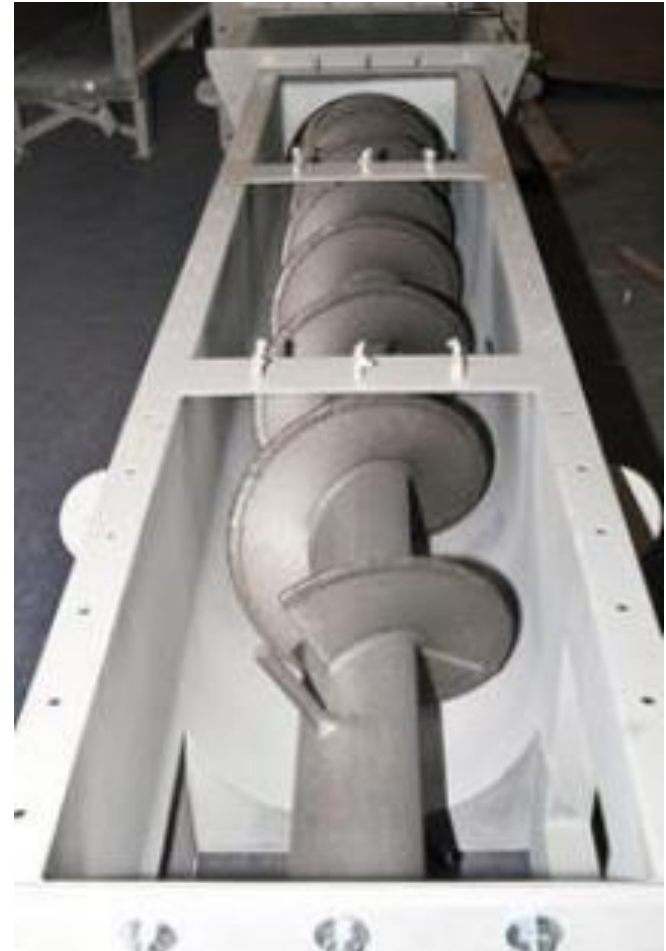
4.2. Glavne inovacije



4.1. Različite vrste tehnologija



- Sustavi za ubacivanje granuliranih goriva / peleta
 - Pužni vijak
 - Pužni vijak s mješalicom
 - Usisni sustav



- Sustavi za uporabu sječke/drveno iverje

- Mješalica za pražnjenje
- Hidraulični mobilni pod

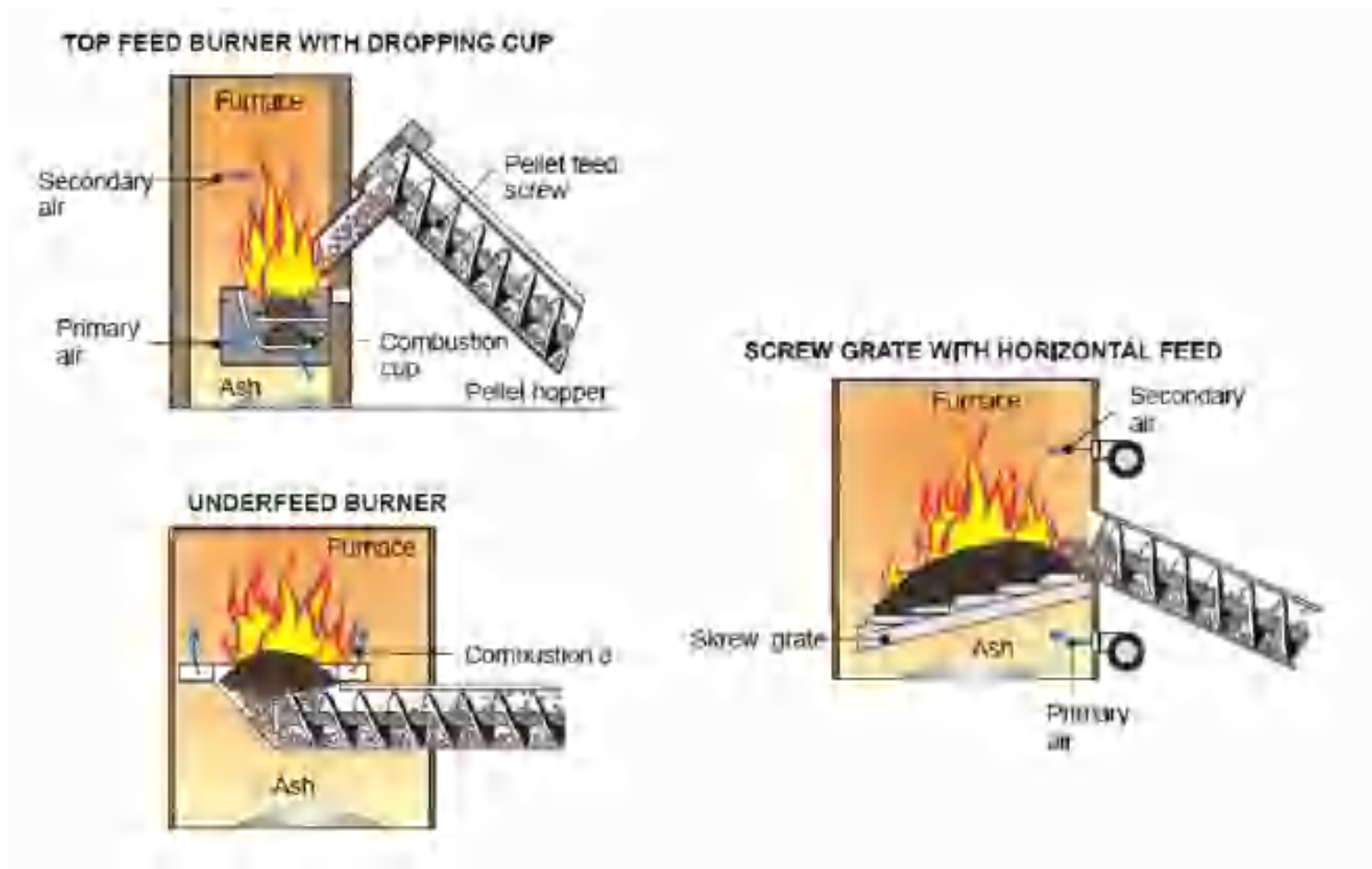


- Sustavi za uporabu cijelih bala

- Kompresor bala s hidrauličnim klipom
- Bale koje na dovodnom transporteru putuju do drobilice, a zatim do kotla preko pužnog vijka
- Polu-kontinuirani sustavi



- Sustav za dovod goriva do peći



- **Sustavi izgaranja:**
 1. Izgaranje u fiksnom sloju
 - Nepomične rešetke
 - Pomične rešetke
 - Putujuće rešetke
 - Rotirajuće rešetke
 - Vibrirajuće rešetke
 - Ložište (eng. Underfed stokers)
 2. Fluidni sloj
 3. Izgaranje u prahu

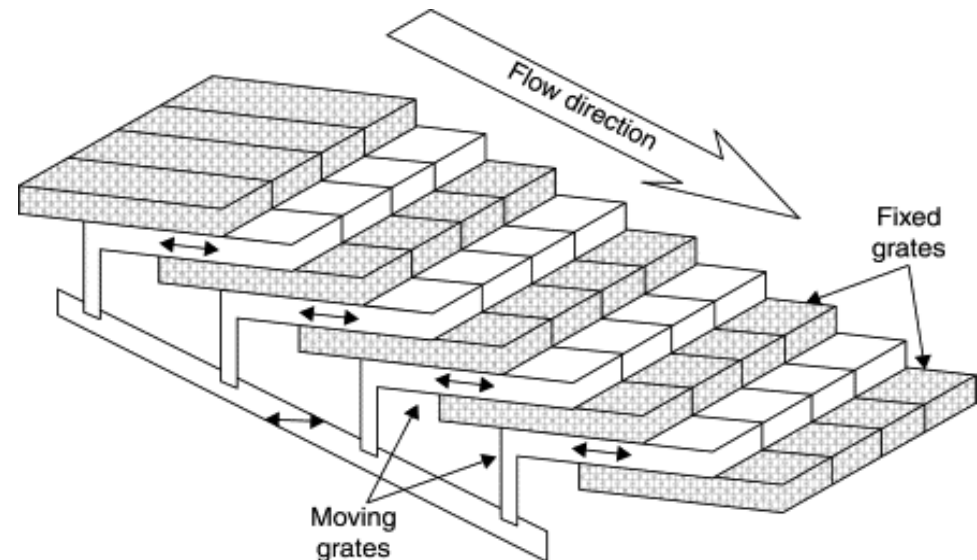


D4.2 Agrobiomass fuels and utilization system – Agrobioheat;
Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences, Comprehensive Renewable Energy. Volume 5, 2012, Pages 55-73

- **Izgaranje u fiksnom sloju:** za male i srednje sustave izgaranja biomase. Može spaliti širok raspon goriva i zahtijeva manje pripreme i rukovanja gorivom.
 - Fiksne rešetke: Jednostavnija tehnologija, koristi se samo u malim snagama



- **Izgaranje u fiksnom sloju:** za male i srednje sustave izgaranja biomase. Može spaliti širok raspon goriva i zahtijeva manje pripreme i rukovanja gorivom.
- Pokretne rešetke: Veća brzina izgaranja i učinkovitost – kruto gorivo se kreće preko rešetke od ulaznog dijela do odjeljka za ispuštanje pepela.
 - Putujuće rešetke
 - Naizmjenične Pokretne rešetke: vodoravne, kose ili kombinirane (kose + vodoravne)
 - Vibrirajuće rešetke



- **Izgaranje u fiksnom sloju:** za male i srednje sustave izgaranja biomase. Može spaliti širok raspon goriva i zahtijeva manje pripreme i rukovanja gorivom.
 - Sustavi vijčanih navoja (eng. Through-screw systems)



D4.2 Agrobiomass fuels and utilization system - AgroBioheat

- **Izgaranje u fiksnom sloju:** za male i srednje sustave izgaranja biomase. Može spaliti širok raspon goriva i zahtijeva manje pripreme i rukovanja gorivom.
 - Ložišta punjena odozdola (eng. Underfed stokers)
 - Kotlovi za rasplinjavanje



D4.2 Agrobiomass fuels and utilization system - Agrobioheat

- **Kućanski sustavi:** Iako moderni uređaji, kao što su sve popularniji kotlovi na pelete, imaju učinkovitost i do 90 %, velika većina uređaja na biomasu u kućanstvima koji se koriste su tradicionalne peći niske učinkovitosti (5-30 %) za kuhanje koje se nalaze uglavnom u razvijenim zemljama.

- Štednjaci
 - Up-draught
 - Down-draught
 - Cross-draught
 - S-flow ili dvozonka peć

- Kotlovi
 - Over-fire
 - Under-fire
 - Down-draught



- **Kotlovi na pelete:** Oni predstavljaju značajne prednosti u odnosu na konvencionalne sustave izgaranja s biomasom, kao što su smanjene emisije, korištenje čistog i jednostavnog za korištenje i skladištenje goriva.

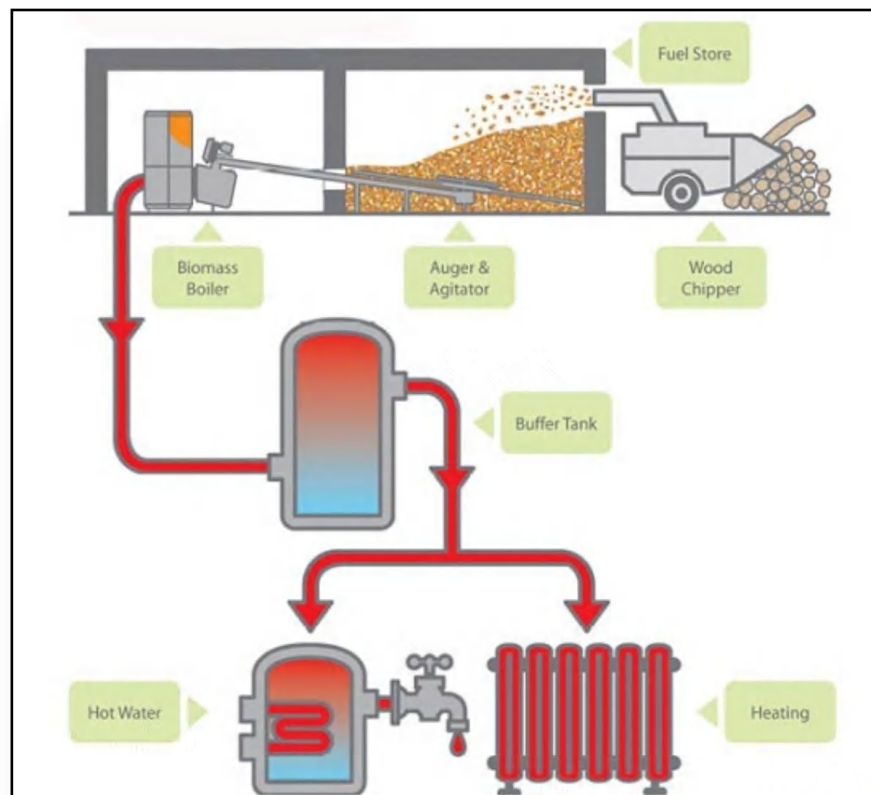
- **Vertikalni plamenici**

- Punjenje odozgo
(Overfed burners)
- Punjenje odozdola
(Underfed burners)

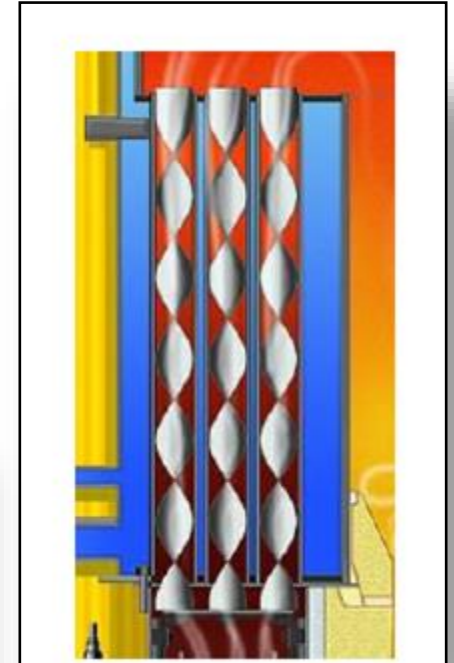
- **Horizontalni plamenici**



- **Kotlovi na drvenu sječku:** Što se tiče sustava malih razmjera, prednosti kotlova na drvenu sječku u odnosu na kotlove na drva uključuju automatski rad i niske emisije zbog kontinuiranog izgaranja



- **IZMJENJIVAČI TOPLINE**
 - Automatsko čišćenje izmjenjivača topline
 - Na temelju mehaničkih sredstava
 - Na temelju pritiska zraka



• SISTEMI UKLANJANJA PEPELA

- Uklanjanje pepela često se smatra glavnim problemom.
- Sustav uklanjanja pepela je od velike važnosti.
- Pepeo s rešetke i pepeo od čišćenja izmjenjivača topline: kutija za pepeo.
- Vijak za uklanjanje pepela koji pepeo prenosi u posudu.
- Ponekad se primjenjuju sustavi za sabijanje pepela.



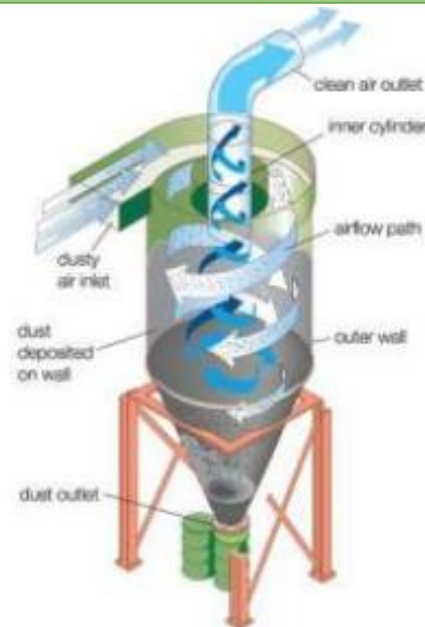
• KONTROLNI SUSTAVI

- Kontrola opterećenja
- Kontrola izgaranja
- Kontrola temperature peći
- Kontrola tlaka u peći
- Upravljačke točke potrebne za aspekte sigurnosti rada

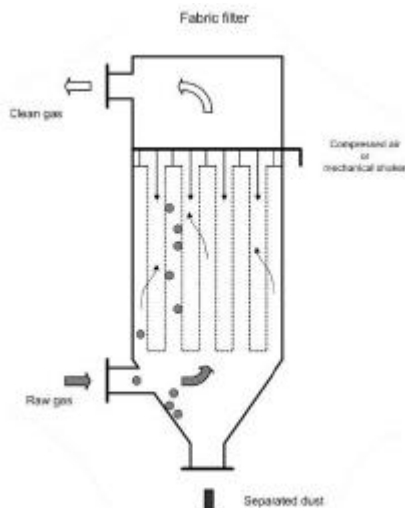
• SUSTAVI ZA ČIŠĆENJE OTPADNIH PLINOVA

Kontrola prašine

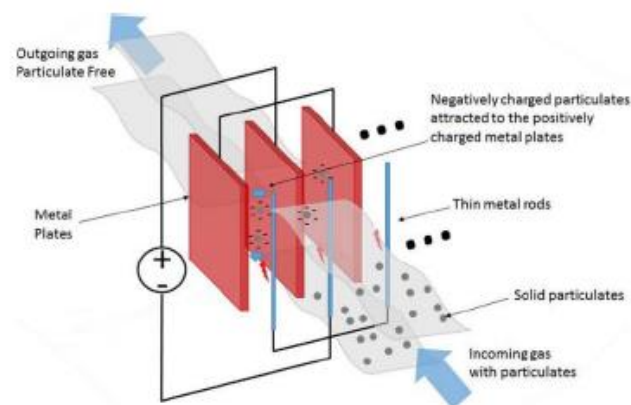
- Cikloni
- Filteri od tkanine (eng. Fabric filter)
- Elektrostatski taložnici, ESP



Ciklon



Fabric filter



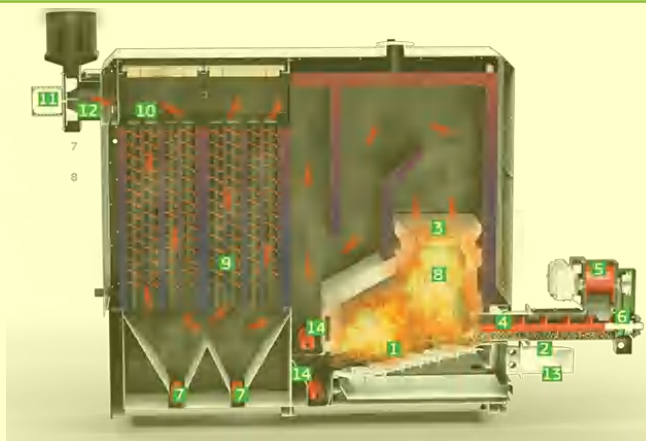
ESP

4.2. Glavne inovacije



	Pokretna rešetka	Koncept plinifikacije
Tržišna zrelost	Široko raspoređeni / brojni proizvođači i modeli	Inovativni koncept / trenutno nude ograničeni proizvođači
Rasponi kapaciteta	~ 30 kW - 150 MW	~ 30 kW – 20 MW
Nesagorjeli zagađivači	Konvencionalna zračna pozornica	Ekstremno zračno izvođenje
Emisije čestica	Daljnje smanjenje kroz sekundarne mjere (npr. ESP-ovi, vrećasti filteri)	Niske emisije postignute bez potrebe za sekundarnim mjerama
Emisije NOx	Primarne mjere Sekundarne mjere mogu se primijeniti iznad ljestvice od 1 MW	Primarne mjere (neki potencijal za daljnje smanjenje u usporedbi sa sustavima na rešetku)

Images sources: Camino Design (left), Windhager (right)



Pokretna rešetka

Koncept plinifikacije

Tržišna zrelost

Široko raspoređeni / brojni proizvođači i modeli

Inovativni koncept / trenutno nude ograničeni proizvođači

Rasponi kapaciteta

~ 30 kW - 150 MW

~ 30 kW – 20 MW

Nesagorjeli zagađivači

Konvencionalna zračna pozornica

Ekstremno zračno izvođenje

Emisije čestica

Daljnje smanjenje kroz sekundarne mjere (npr. ESP-ovi, vrećasti filteri)

Niske emisije postignute bez potrebe za sekundarnim mjerama

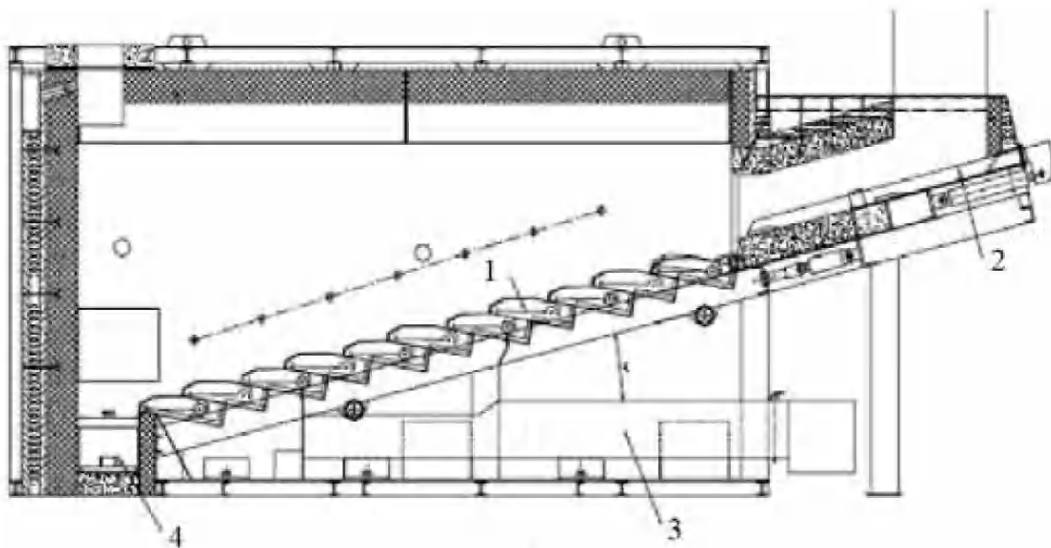
Emisije NOx

Primarne mjere
Sekundarne mjere mogu se primijeniti iznad ljestvice od 1 MW

Primarne mjere (neki potencijal za daljnje smanjenje u usporedbi sa sustavima na rešetku)

Images sources: Camino Design (left), Windhager (right)

- Peći s pokretnom rešetkom obično imaju nagnutu rešetku koja se sastoji od fiksnih i pomičnih redova rešetke
- Naizmjeničnim horizontalnim pomicanjem pomičnih dijelova naprijed i natrag, biomasa se transportira duž rešetke
- Nesagorjele i spaljene čestice biomase se miješaju
- Površine ležišta goriva se obnavljaju i može se postići ravnomjernija raspodjela biomase po površini rešetke
- To je važno za ravnomjernu raspodjelu primarnog zraka po sloju biomase



1. Pokretne vatrene rešetke u peći
2. Opskrba biomasom
3. Zračni kanali
4. Strugač za pepeo

Image source: Krawczyk D., 2019, Buildings 2020+ . Energy sources, DOI: 10.24427/978-83-65596-73-4

- Obično je cijela rešetka podijeljena u nekoliko dijelova rešetke, koji se mogu pomicati različitim brzinama prema različitim fazama izgaranja
- Pomicanje rešetke postiže se hidrauličkim cilindrima
- Rešetke su izrađene od čeličnih legura otpornih na toplinu
- Opremljen malim kanalima u svojim bočnim stijenkama za dovod primarnog zraka

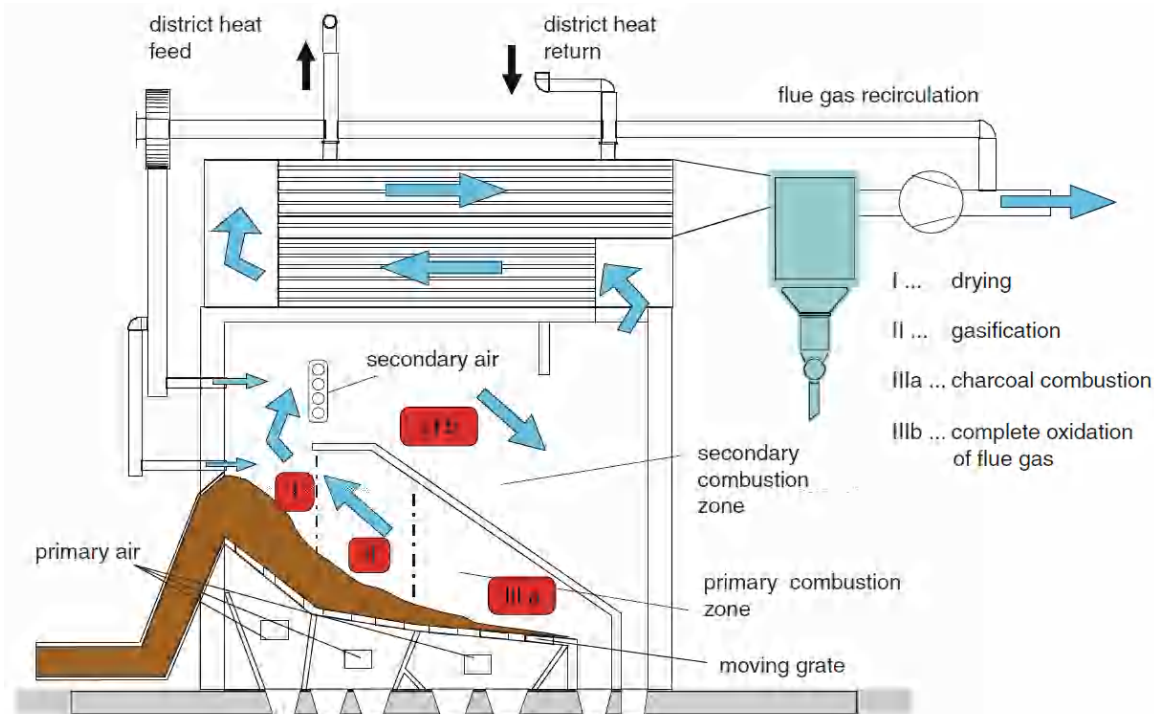
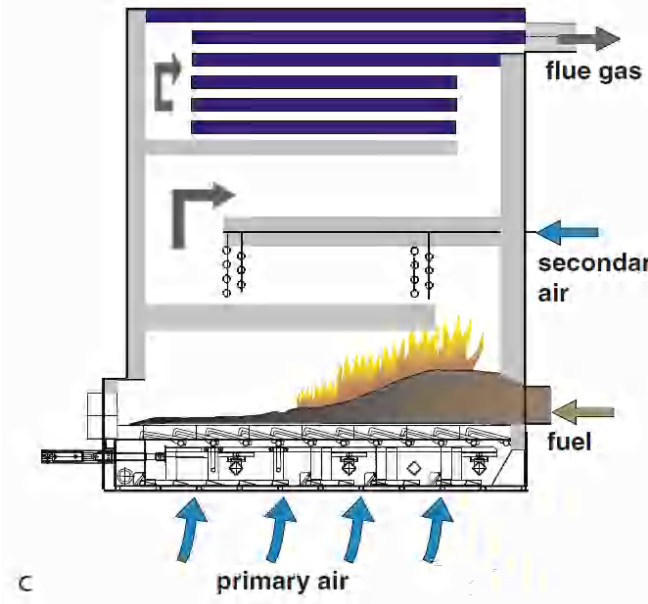
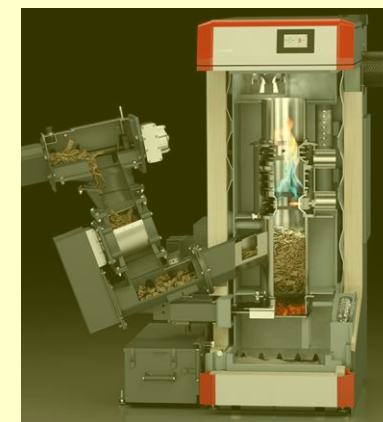


Image source: Obernberger, et al., "Biomass energy heat provision in modern large-scale systems." Encyclopedia of Sustainability Science and Technology. Springer US, 2012

- Horizontalne pokretne rešetke imaju potpuno horizontalni sloj goriva zbog dijagonalnog položaja rešetke
- Nekontrolirano kretanje goriva preko rešetke gravitacijom je onemogućeno
- Homogena raspodjela materijala na površini rešetke
- Manje stvaranje troske kao posljedica vrućih točaka
- Kako bi se izbjeglo da čestice pepela i goriva propadaju kroz rešetke, one bi trebale biti prethodno nategnute tako da između rešetki nema slobodnog prostora





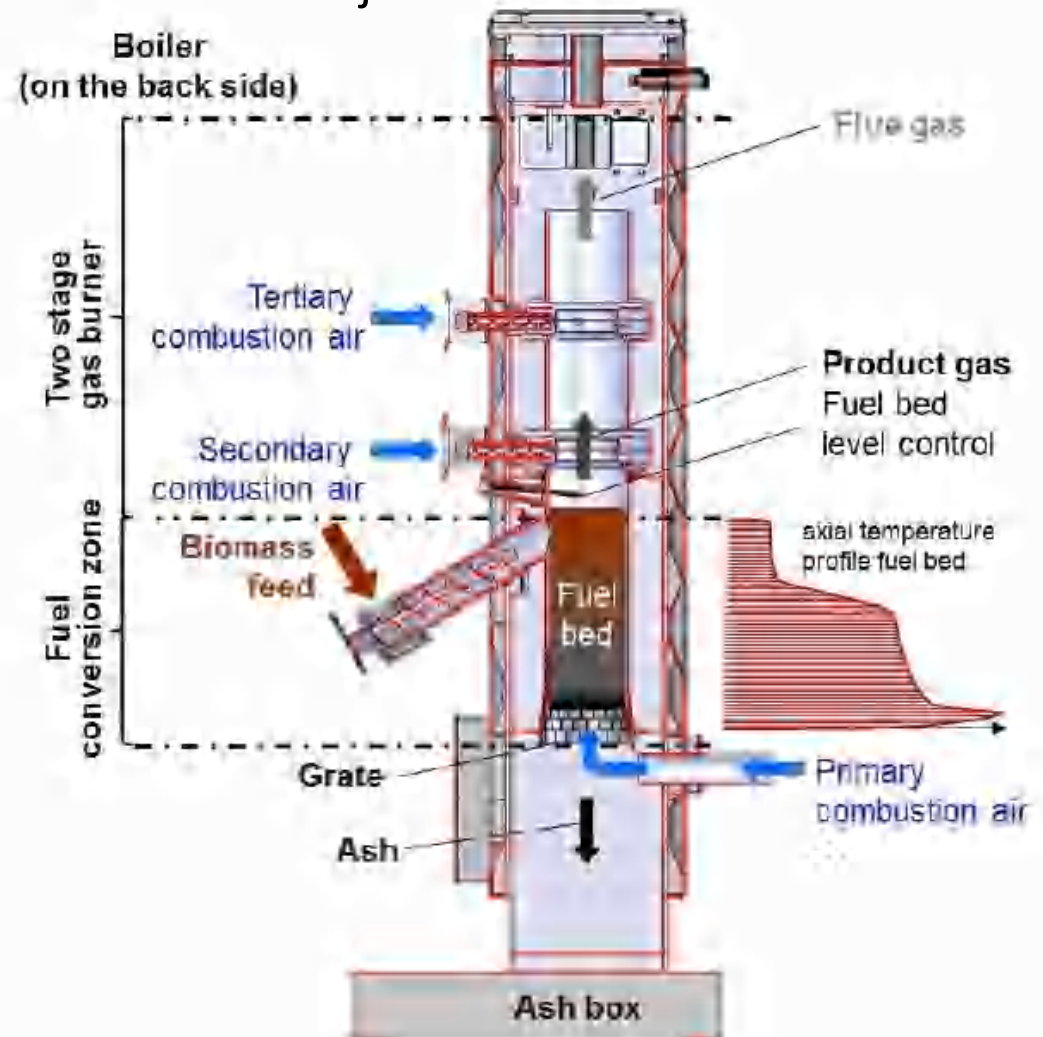
	Pokretna rešetka	Koncept plinifikacije
Tržišna zrelost	Široko raspoređeni / brojni proizvođači i modeli	Inovativni koncept / trenutno nude ograničeni proizvođači
Rasponi kapaciteta	~ 30 kW - 150 MW	~ 30 kW – 20 MW
Nesagorjeli zagađivači	Konvencionalna zračna pozornica	Ekstremno zračno izvođenje
Emisije čestica	Daljnje smanjenje kroz sekundarne mjere (npr. ESP-ovi, vrećasti filteri)	Niske emisije postignute bez potrebe za sekundarnim mjerama
Emisije NOx	Primarne mjere Sekundarne mjere mogu se primijeniti iznad ljestvice od 1 MW	Primarne mjere (neki potencijal za daljnje smanjenje u usporedbi sa sustavima na rešetku)

Images sources: Camino Design (left), Windhager (right)

Prema poboljšanoj fleksibilnosti goriva i nultim emisijama

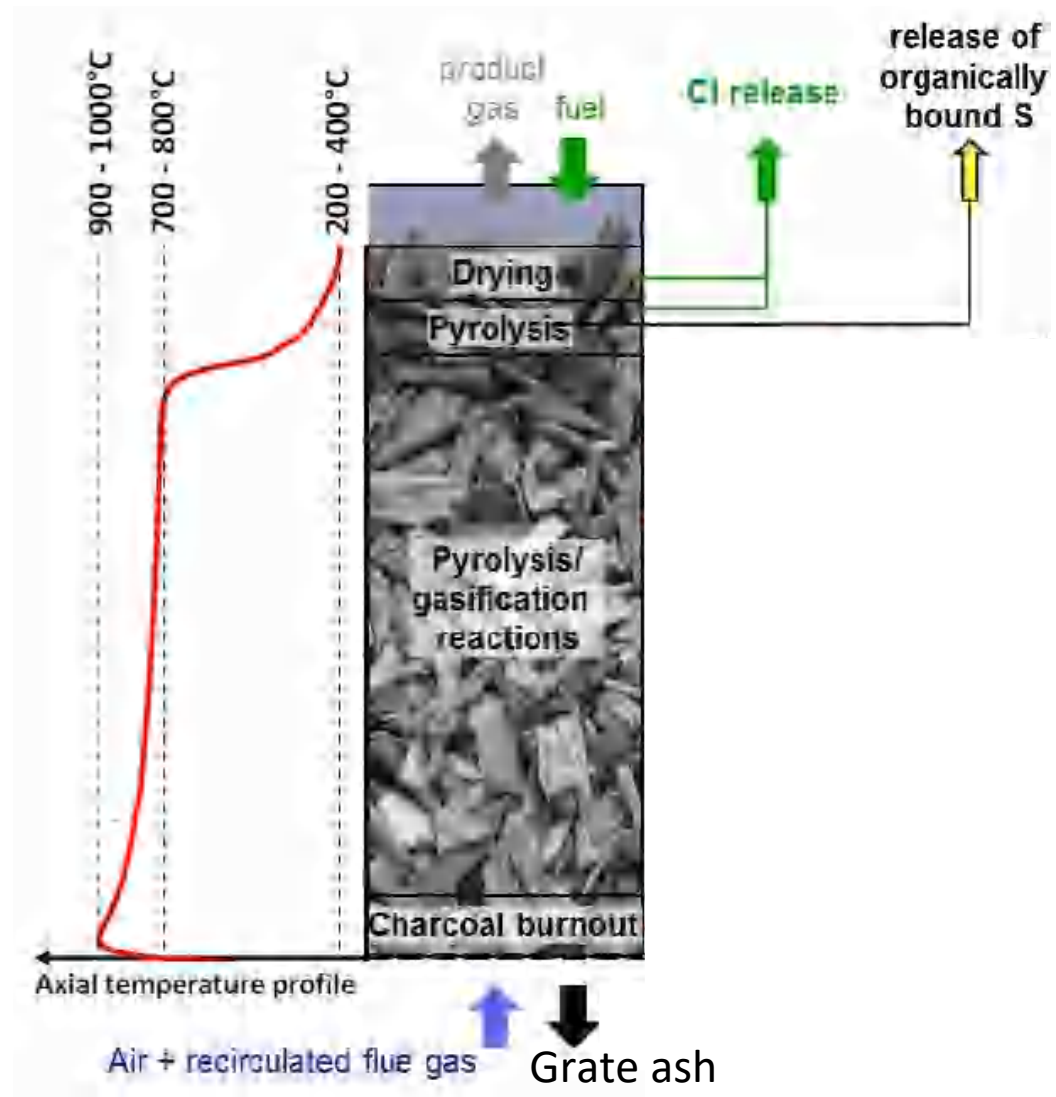
Ekstremno fazno izgaranje na zraku (Extreme air staging)

- Gorivo se dovodi odozgo u usporedivo visok sloj goriva
- Primarni zrak prolazi prema gore kroz sloj goriva
- Proizvedeni plin koji napušta sloj goriva izgara u plinskom plameniku



Zone s različitim procesima pretvorbe

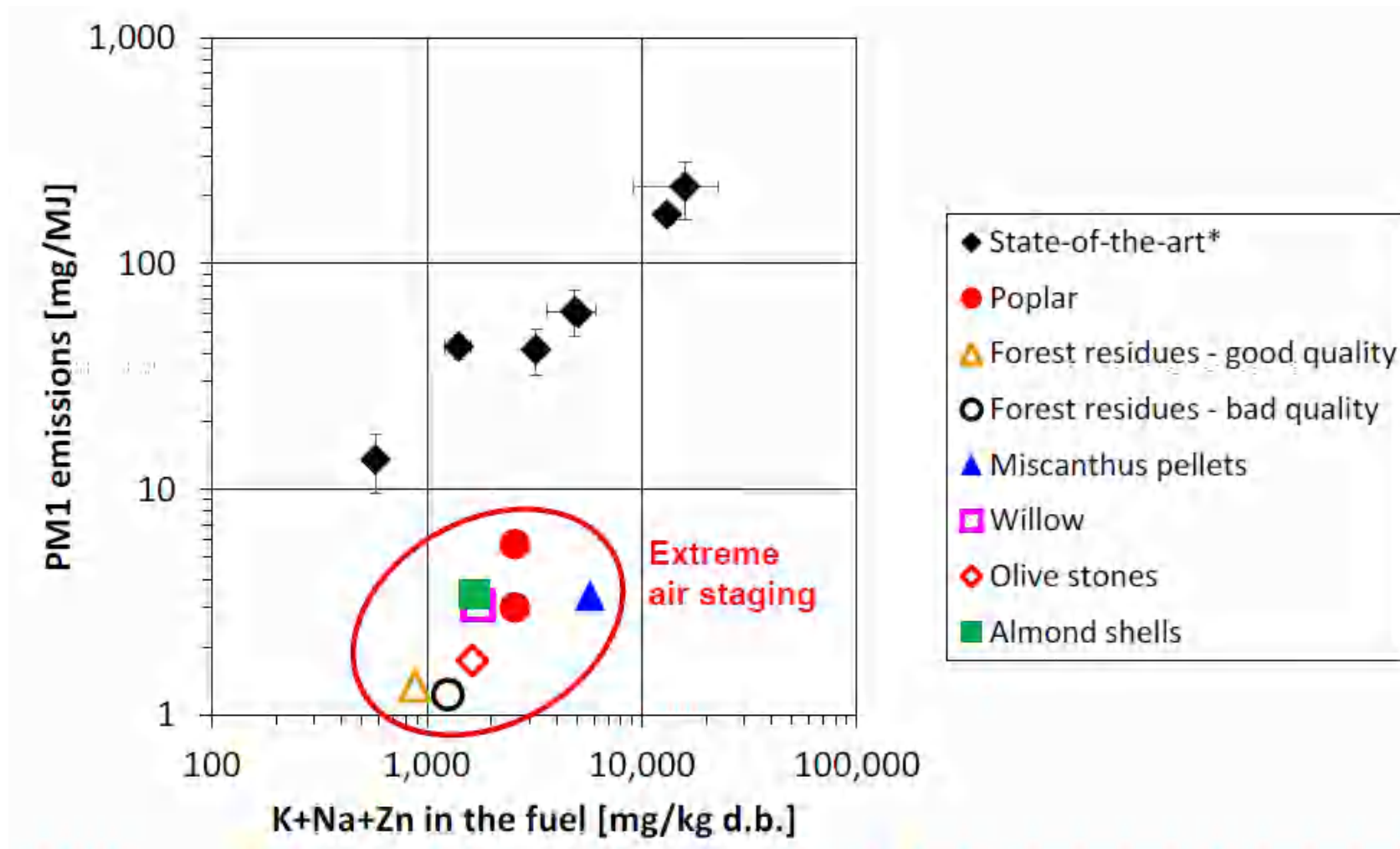
- Izgaranje drvenog ugljena (ca. 1000 °C)
- Piroliza i rasplinjavanje uz postupno smanjenje temperature plina i sloja goriva
- Zona sušenja: na vrhu sloja goriva



Prednosti u usporedbi s najsuvremenijim fiksnim sustavima izgaranja u odnosu na ekstremne zračne faze

Karakteristike	Prednost
Omjer viška zraka	- Povećana termalna učinkovitost (oko +2 % apsolutno) - Viša točka rosišta dimnog plina (2-4 °C) omogućuje učinkovitiju provedbu kondenzacije otpadnih plinova
Plinovite emisije	Vrlo niske emisije mogu se postići tijekom punog i djelomičnog opterećenja
Ukupne suspendirane čestice (TSP emisije)	- Nisu potrebni uređaji za taloženje prašine - Značajno smanjeno onečišćenje kotla
Emisije čvrstih čestica (PM)	- Nisu potrebni uređaji za taloženje prašine (ESP, vrećasti filteri). - Značajno smanjeno onečišćenje kotla

Emisije finih čvrstih čestica



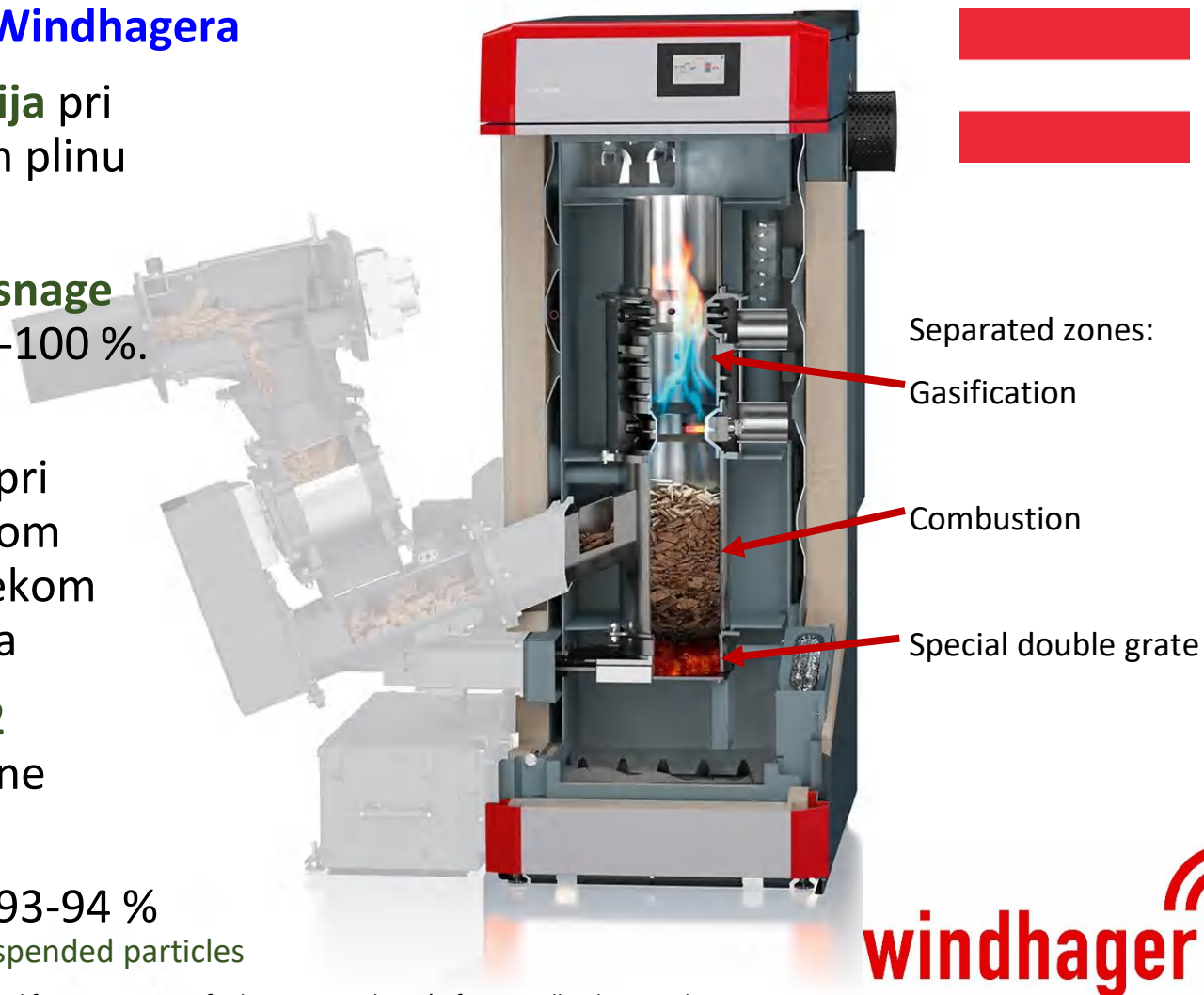
Tehnologija ekstremnog faznog izgaranja na zraku primijenjena na male kotlove

PuroWIN tehnologija iz Windhagera

- **Izgaranje niskih emisija** pri sadržaju O_2 u dimnom plinu između 3-5 % (vol)
- **Fleksibilna varijacija snage** je moguća između 25-100 %.
- **Gotovo nula** emisija regarding **CO i OGC*** pri nazivnom i djelomičnom opterećenju, kao i tijekom promjena opterećenja
- **TSP**** emisije **ispod 2 mg/MJ_{NCV}** bez primjene ikakvog filtera
- **Visoka efikasnost** uz 93-94 %

*Organic gaseous carbon / **Total suspended particles

Obernberger Ingwald, 2019, Recent developments and future prospects for biomass combustion from small to large scale, European Biomass Conference and Exhibition.

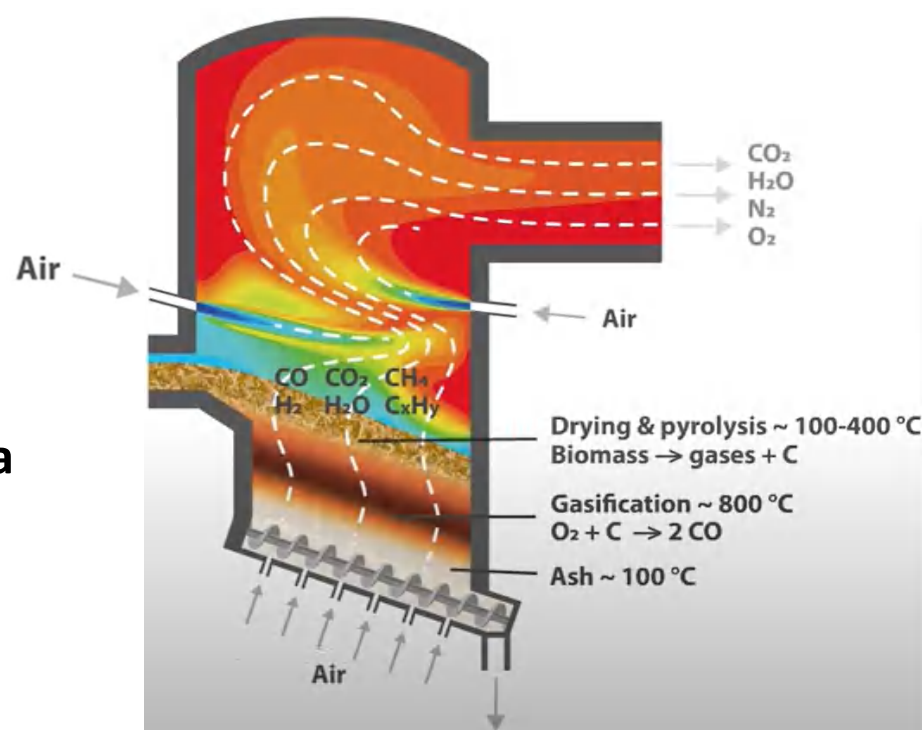


Tehnologija ekstremnog faznog izgaranja na zraku primijenjena na male kotlove

Peć za rasplinjavanje biomase tvrtke Dall Energy



- Bez rešetke
- Izgaranje plina neposredno iznad ležišta goriva
- Visoka fleksibilnost goriva
 - Sadržaj vlage (20-60 wt. %)
 - Veličina čestica do 40 cm
 - Sadržaj pepela do 30wt. %
- Ukupne emisije suspendiranih čestica ispod 20 mg/MJ bez filtera
- 4 postrojenja (2 do 9 MW) u pogonu, 20 MW postrojenje u izgradnji



Tehnologija ekstremnog faznog izgaranja na zraku primijenjena na male kotlove

Nexterra plinifikacija / tehnologija izgaranja



- Izgaranje plina proizvoda u odvojenom plameniku spojenom preko plinskog kanala
- Korištenje drva, drvnih ostataka, kore, nekontaminiranog otpada drva
- Nizak sadržaj viška kisika i time visoka učinkovitost
- Raspon kapaciteta: 2-4 MWth



Tema 5: Rad objekata na agrobiomasi

- 5.1 Uobičajeni tehnički problemi i rješenja
- 5.2 Agroenergija: “dizajn za rješavanje problema”

5.1 Uobičajeni tehnički problemi i rješenja

5.1 Uobičajeni tehnički problemi i rješenja

Problemi uzrokovani komponentama agrobiomase

Problemi niskih tališta pepela

- Problemi aglomeracije (nakupljanja) u sustavima izgaranja u fluidiziranom sloju
- Prljanje i troska (eng. Fouling and slagging)
- Korozija



Tvari u agrobiomasi koje mogu dovesti do operativnih problema:

Drvo i drvena biomasa

CaO > SiO₂ > K₂O > MgO > Al₂O₃ > P₂O₅

Zeljasta i poljoprivredna trava

SiO₂ > K₂O > CaO > P₂O₅ > MgO > Al₂O₃

Zeljasta i poljoprivredna slama

SiO₂ > K₂O > CaO > MgO > P₂O₅ > Al₂O₃

Biljni ostaci i agrobiomasa

K₂O > SiO₂ > CaO > P₂O₅ > MgO > Al₂O₃

Životinjska biomasa

CaO > P₂O₅ > K₂O > SiO₂ > MgO > Al₂O₃

Kontaminirana biomasa

SiO₂ > CaO > Al₂O₃ > P₂O₅ > MgO > K₂O

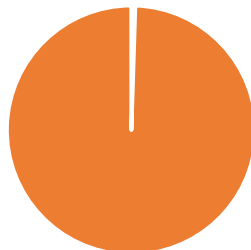
Source of information and image: Alam, Md Tanvir, et al. "A critical review of ash slagging mechanisms and viscosity measurement for low-rank coal and bio-slags." *Frontiers in Energy* 15.1 (2021): 46-67.

- Sadržaj pepela varira od vrste do vrste biomase:

Wood biomass

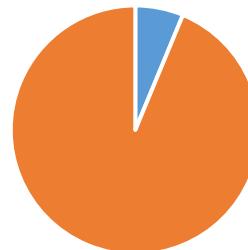


0.5% < Ash



<<<

Ash < 5.0%



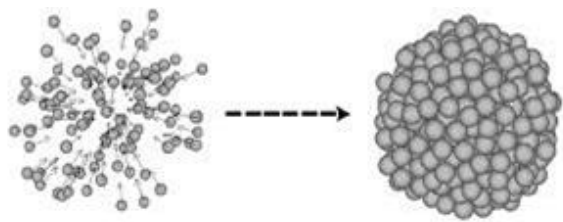
Crop residues



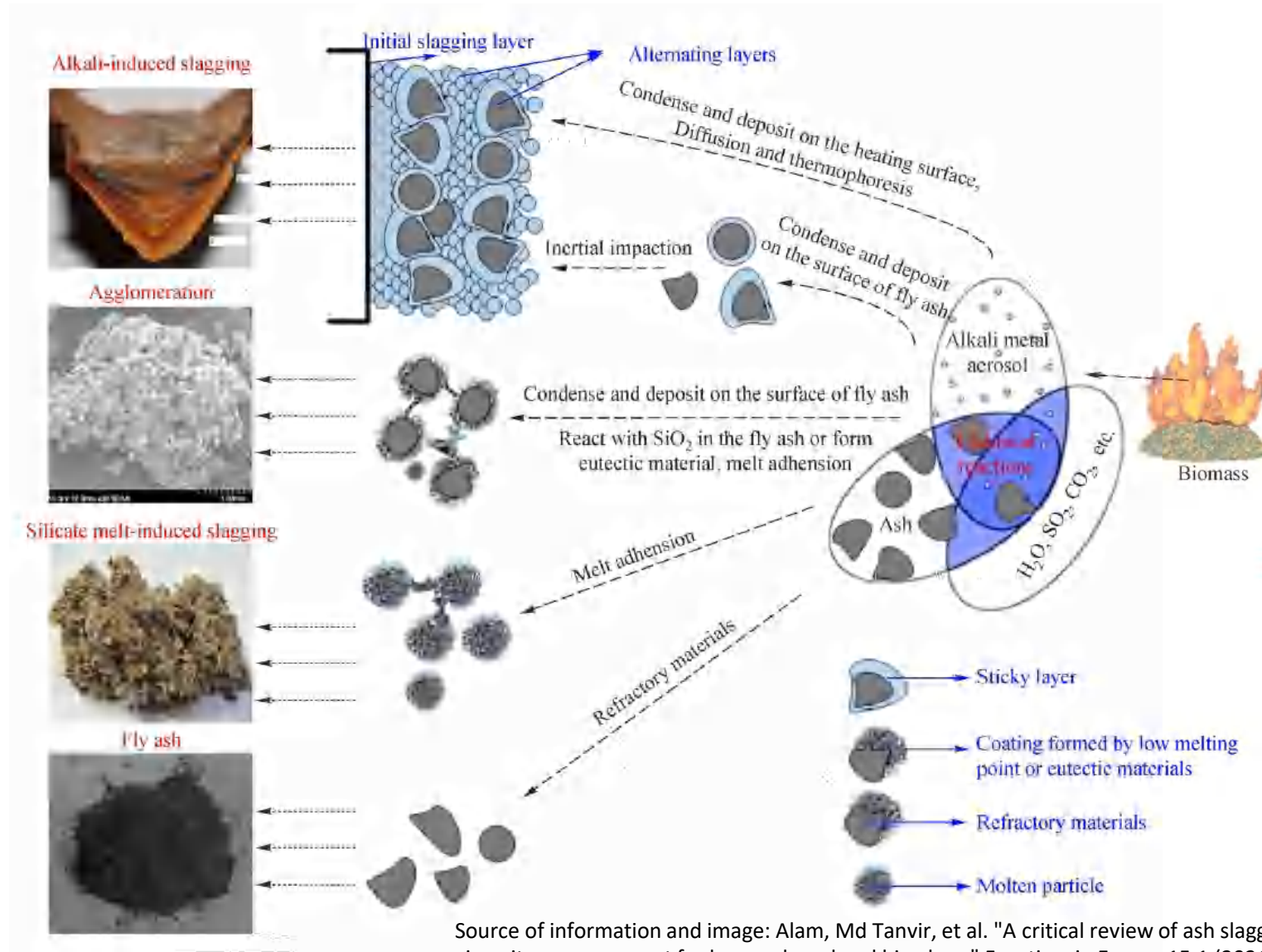
Photo source: <https://www.alternative-energy-tutorials.com/biomass/wood-biomass-energy.html>

Photo source: <http://biomassmagazine.com/articles/5318/chinaundefineds-crop-residue-capacity>

- Zbog sadržaja biomase pepela, potrebno je obratiti pažnju na ugradnju učinkovitog sustava za uklanjanje pepela kako bi se smanjilo onečišćenje česticama
- Poseban problem vezan za pepeo je njegova niska točka taljenja tijekom izgaranja što može rezultirati nakupljanjem, obrastanjem, ljuskanjem i posljedično korozijom površina izmjenjivača topline

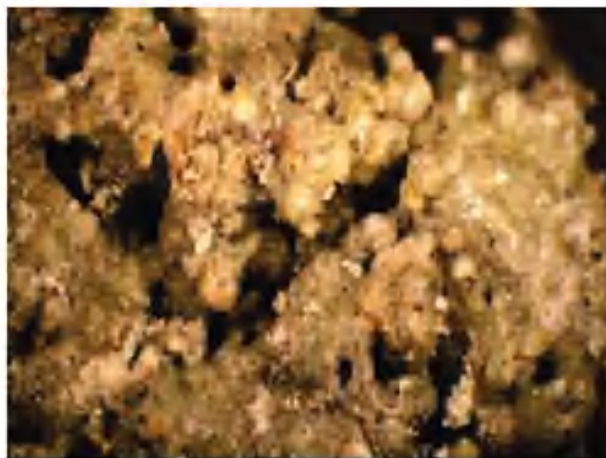
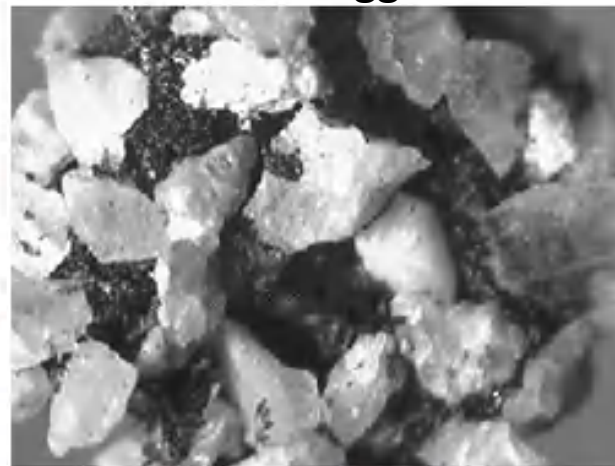
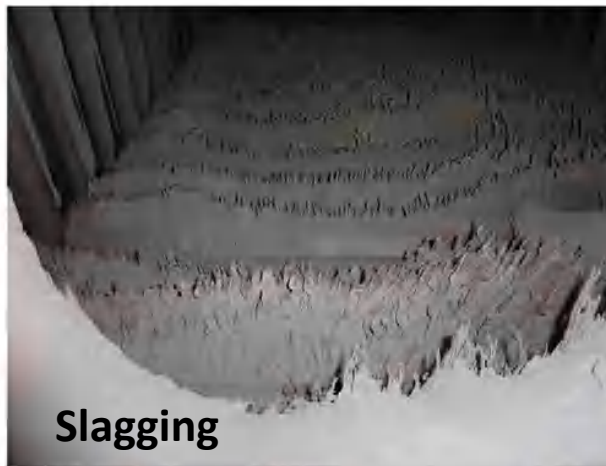
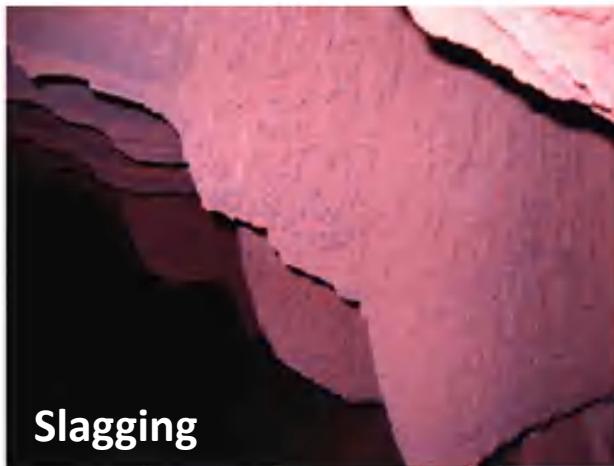


Source of information and pictures: Horvat, Ivan, and Damir Dović. "Combustion of agricultural biomass-issues and solutions." Transactions of FAMENA 42.SI-1 (2018): 75-86.



Source of information and image: Alam, Md Tanvir, et al. "A critical review of ash slagging mechanisms and viscosity measurement for low-rank coal and bio-slags." Frontiers in Energy 15.1 (2021): 46-67.

Različiti problemi povezani s pepelom u pećima na biomasu



Slagging

Source of information and pictures: Niu, Yanqing, and Houzhang Tan. "Ash-related issues during biomass combustion: Alkali-induced slagging, silicate melt-induced slagging (ash fusion), agglomeration, corrosion, ash utilization, and related countermeasures." Progress in Energy and Combustion Science 52 (2016): 1-61.

Uobičajeni tehnički problemi i rješenja

➡ Sadržaj pepela

Rezultati ispitivanja sagorijevanja peleta topola (sadržaj pepela u %w/w)



2%



6%



12%

- Ako oprema radi s gorivom s većim udjelom pepela, oprema bi trebala povećati ekstrakciju pepela i time povećati njezinu učestalost čišćenja
- Inače bi sadržaj pepela u biomasi mogao uzrokovati nakupine prikazane na slici tijekom procesa izgaranja

Uobičajeni tehnički problemi i rješenja

➡ **Podešavanje dovoda goriva, kretanja rešetke i raspodjele zraka**



Brassica pellets



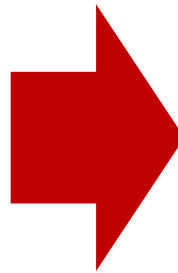
Poplar pellets



Sorghum pellets

Uobičajeni tehnički problemi i rješenja

➡ Začepljenje sustava za hranjenje i distribucije zraka



Before

combustion

After

Uobičajeni tehnički problemi i rješenja

➡ Naslage na površinama za izmjenu topline

Gubitak površine za prijenos topline



- Različiti asortimani agrobiomase mogu predstavljati različite izazove tijekom izgaranja
- Rješenja dostupna, ali uvijek je pitanje tehno-ekonomske izvedivosti
- Za velike primjene (obično iznad 1 MW), mogućnosti za prilagođena rješenja
- Odgovarajući dizajn kotla ključan je za prevenciju mnogih potencijalnih problema

Karakteristike	Potencijalni izazovi	Rješenja
Pepeo	Visok sadržaj pepela ☐ Velike količine za rukovanje	Aдекватно dizajniran sustav rukovanja pepelom
Sumpor	Visoke emisije goriva-S ☐ SO _x i korozija	Sekundarne mjere (ubrizgavanje vapna) Visoke temperature na strani vode i visokokvalitetni čelik
Dušik	Visoke emisije goriva-N ☐ NO _x emisije	Primarne mjere (zračenje) Sekundarne mjere (SNCR / SCR)
Klor	Visoke emisije goriva-Cl ☐ Emisije HCl i dioksina i korozija	Ispravan dizajn kotla Dovoljno visoke temperature povrata
Kalij	Visoke emisije goriva-K ☐ Onečišćenje i visoke PM emisije	Veliki volumen izgaranja za snižavanje temperature otpadnih plinova prije prvog prolaska cijevi kotla Upotreba anorganskih aditiva za gorivo Sekundarne mjere za kontrolu PM
Temperatura taljenja pepela	Niska početna temperatura skupljanja pepela ☐ Zguranje / stvaranje klinkera i onečišćenje	Vodom hlađena rešetka Recirkulacija otpadnih plinova ispod rešetke
Fizička svojstva	Debaliranje, nehomogenost, ljepljivost, mala nasipna gustoća itd.	Dobar dizajn sustava rukovanja gorivom / predobrade

Table adapted from [L. Justsen / Justsen Energiteknik A/S, WBA Webinar: Agricultural residues to energy / Latest technological developments](#)



Dom za starije osobe u Chevresis Monceau (sjever Francuske)



Grijana površina: 60 soba



Instalirani kapacitet : 400 kW biomasa + 750 kW plin



Potrošnja topline: 110M MWh/god



Gorivo: miskantus



Početak rada: listopad 2019



Trajanje ugovora: 12 godina


Agronergy
Fournisseur de chaleur renouvelable



Problemi tijekom rada postrojenja za izgaranje agrobiomase:

1. Dovod goriva

Gustoća miscanthusa je vrlo niska: $100 \text{ kg/m}^3 \Rightarrow$ može se transportirati samo iz vrlo bliskog područja (maksimalno 10 do 20 km)

Miscanthus je vrlo suh: usisava vlagu iz zraka ili iz silosa $\Rightarrow$ Postavljen je podignuti pod za probleme infiltracije i vlage
Osim toga, taj sustav hranjenja je isti kao i pelet $\Rightarrow$ nema potrebe za posebnom opremom



2. Stvaranje troske

Troska se može vrlo lako pojaviti kod agrobiomase $\Rightarrow$ zahtijeva posebnu prilagodbu s velikim viškom zraka kao kao i modifikacija kotla za hlađenje pepela



3. Korozija

Opasnost od korozije za nehrđajući čelik dimovodnih cijevi i svi transporteri koji se nalaze izvana.

Opasnost od korozije za komoru za izgaranje i toplinu Izmjenjivač unutar kotla

Rješenje: održavajte visoku temperaturu (iznad temperature od kondenzacija para) na svim točkama sustava



4. Emisije

Teško je dobiti dobre rezultate emisije na svim razinama snage

Stabilne emisije samo pri 100% opterećenju

⇒ Rješenje: izbjegavajte uključen/isključen način rada. Održavajte redovito

izgaranje način rada = premazivanje kotla na agrobiomasu i
zadržavanje plina.

[illegible][illegible]

Problemi tijekom rada postrojenja za izgaranje agrobiomase:

5. Odlaganje pepela

Količina pepela je mnogo veća od drvene sječke (oko 10 puta više pepeo)

- ❑ Zahtijeva redovito održavanje i odlaganje pepela
- ❑ Zahtijeva jeftin i praktičan izlaz za pepeo

Pepeo po poljima raznose poljoprivrednici. Sezonalnost i količina nisu dovoljni da se napravi pouzdan resurs za poljoprivrednike.



Za	Protiv
• Jeftini izvor energije • Koristi resurse koji se inače ne bi koristili • Ne stvara mehaničke problema • Lokalno dostupna sirovina	• Proizvod lako upija vlagu i uvelike utječe na podešavanje izgaranja • Visoka hlapljivost materijala koja uzrokuje smetnje u stanovima u neposrednoj blizini • Teško je optimizirati emisiju CO • Uznemirujući miris tijekom faza izgaranja • Značajna proizvodnja pepela i troske • Niska gustoća energije • Nekvalitativni pepeo • Nedovoljno istražen resurs

Tema 6: Emisije nastale u procesu izgaranja agrobiomase

6.1. Vrste spojeva, povezani problemi i granice emisija

6.2 Zakonodavni okvir, mogućnosti i prepreke u realizaciji projekata grijanja na agrobiomasu

6.1. Vrste spojeva, povezani problemi i granice emisija



Skladište za biomasu

Gubitak hlapljivih tvari

Čestice biomase

Zagrijavanje devolatilizacije

Čađa

NO_x

Hlapljiv
NH₃, HCN

Pepeo

Fine
čestice

Crni ugljen
(BC)

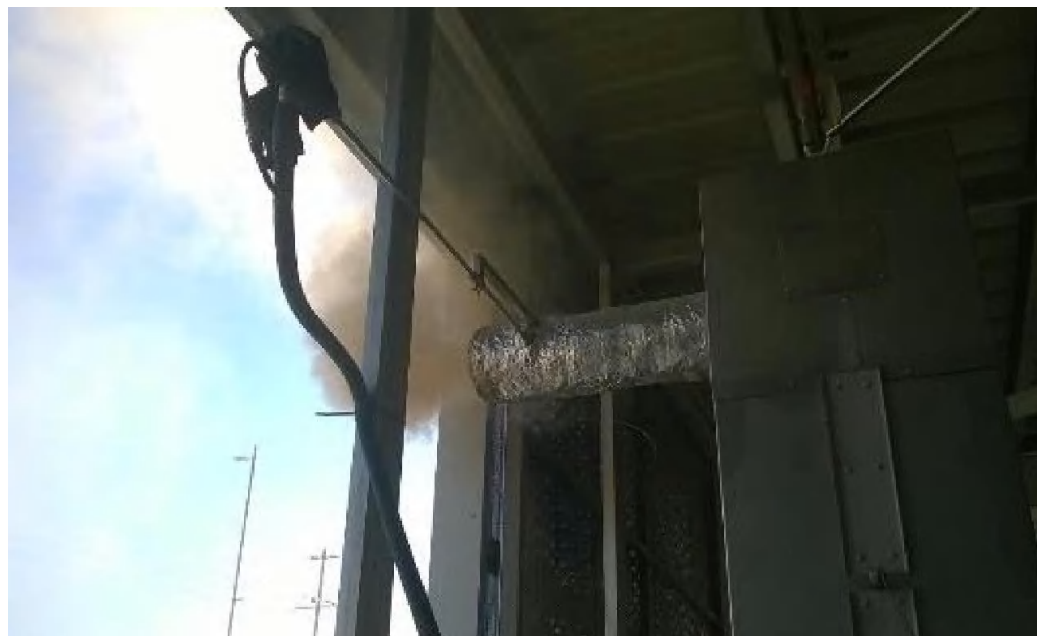
Organski spojevi
(OC)

Combustion products
Gaseous and particulate pollutants

Dovod zraka potreban u više faza procesa

Vrsta emisija

- Policiklički aromatski ugljikovodici (PAH)
- CO emisije
- NO_x emisije
- SO_x emisije
- Emisije prašine
- Dioksini i furani

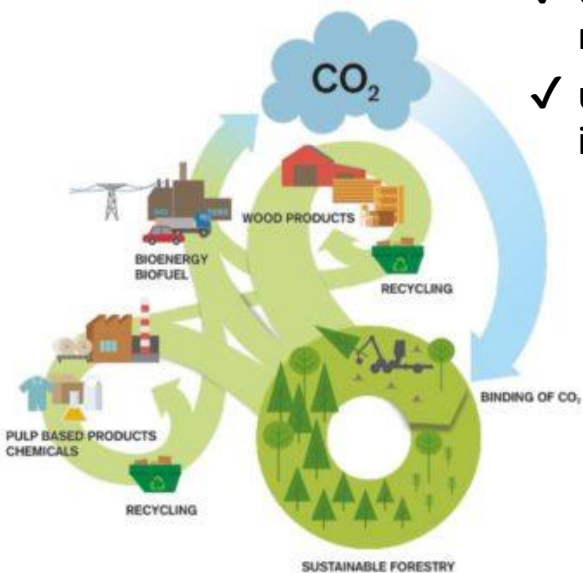


Forest chips ignition, with generation of heavy fumes and steam at low temperatures
In the presence of O₂, the volatile oxidation temperature is reached

Photograph source: Training course on "Energy from biomass" / "Biomass characterization" elaborated by CIRCE. Date June, 13-15th, 2017

- Utjecaji onečišćenja zraka na okoliš od većine modernih i dobro održavanih primjena izgaranja biomase danas su daleko od zanemarive
- U usporedbi s primjenom izgaranja fosilnih goriva postoji nekoliko prednosti
- Biomasa je obnovljivo gorivo koje se smatra neutralnim CO₂ u odnosu na ravnotežu staklenika
 - To vrijedi samo ako:

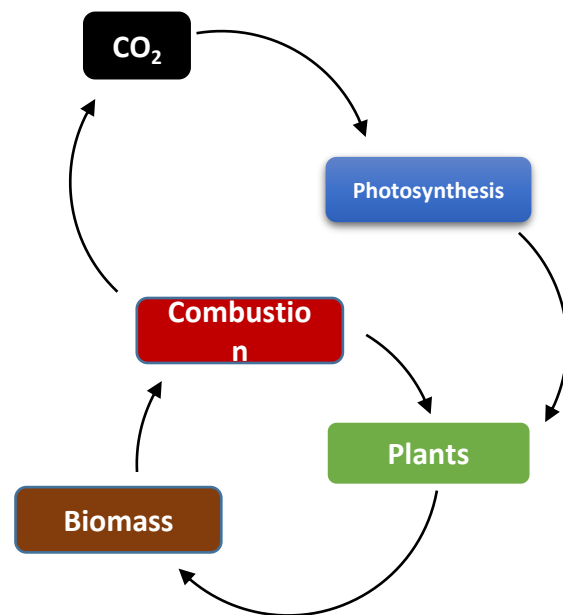
- ✓ postižu se vrlo niske razine emisija iz nepotpunog izgaranja
- ✓ upotreba fosilnih goriva u sakupljanju i transportu goriva iz biomase nije uključena
- ✓ upotreba električne energije proizvedene iz fosilnih goriva je isključena



- Kako bi se procijenili stvarni utjecaji izgaranja biomase na okoliš, idealno bi bilo provesti analizu životnog ciklusa
- Ova vrsta evaluacije uključuje različite faze životnog ciklusa biomase:
 - Gorivo
 - Prijevoz
 - Skladištenje
 - Pretvorba
 - Ispuštanje i rukovanje pepelom



Izgradnja, rad, održavanje
i razgradnju energije
tehnologija pretvaranja bi također trebala biti
uključeno u ocjenu



Potpuno izgaranje	NEpotpuno izgaranje
• Ugljični dioksid (CO_2) • Dušikov dioksid (NO_x) • Dušikov oksid (N_2O) • Sumporni oksidi (SO_x) • Klorovodik (HCl) • Čestice • Teški metali	• Ugljični monoksid (CO) • Metan (CH_4) • Nemetanske hlapljive organske komponente (NMVOC) • Policiklički aromatski ugljikovodici (PAH) • Čestice • Poliklorirani dioksini i furani (PCDD/PCDF = PCDD/F) • Amonijak (NH_3) • (razina tla) ozon (O_3)



Photograph source: Munsif, et al. "Industrial Air Emission Pollution: Potential Sources and Sustainable Mitigation." Environmental Emissions. IntechOpen, 2021

Komponenta	Izvori biomase	Utjecaj
Ugljični dioksid (CO ₂)	Glavni proizvod izgaranja iz svih vrsta goriva od biomase	Klima: izravni staklenički plin
Čestice	Čađa, ugljen i kondenzirani teški ugljikovodici (katran) od nepotpunog izgaranja svih goriva iz biomase / leteći pepeo i soli	Klima i okoliš: obrnuti učinak staklenika kroz stvaranje aerosola / Neizravni učinci koncentracija teških metala u nataloženim česticama Zdravlje: negativan učinak na ljudski dišni sustav / karcinogeni učinci
Dušikovi oksidi (NO _x (NO, NO ₂))	Manji proizvod izgaranja iz svih vrsta goriva od biomase koja sadrže dušik / Dodatni NO _x može nastati iz dušika u zraku pod određenim uvjetima	Klima i okoliš: neizravni staklenički plin kroz stvaranje O ₃ / Obrnuti efekt staklenika kroz stvaranje aerosola / Kisele kiše / Oštećenje vegetacije / Stvaranje smoga / Korozija i materijalna šteta Zdravlje: negativan učinak na ljudski dišni sustav / NO ₂ je otrovan
Sumporni oksidi (SO _x (SO ₂ , SO ₃))	Manji proizvod izgaranja iz svih vrsta goriva od biomase koja sadrže sumpor	Klima i okoliš: obrnuti učinak staklenika kroz stvaranje aerosola / Kisele oborine / Šteta vegetaciji / Stvaranje smoga / Korozija i materijalna šteta Zdravlje: negativan učinak na ljudski dišni sustav / Astmatički učinak
Teški metali	Sva goriva nastala iz biomase u određenoj mjeri sadrže teške metale, koji će ostati u pepelu ili ispariti	Zdravlje: Akumulacija u lancu ishrane / Neki su toksični, a neki imaju kancerogene učinke
Klorovodik (HCl)	Manji proizvod izgaranja iz svih goriva od biomase koja sadrže klor	Klima i okoliš: Kisele kiše / Šteta vegetacije / Korozija i materijalna šteta Zdravlje: Negativan učinak na ljudski dišni sustav / Toksično

Komponenta	Izvori biomase	Utjecaj
Ugljični monoksid (CO)	Nepotpuno izgaranje goriva od biomase	Klima: neizravni staklenički plin kroz stvaranje O ₂ Zdravlje: smanjeno unos kisika posebno utječe na osobe s astmom, a u ekstremnim slučajevima na embrije/gušenje
Metan (CH ₄)	Nepotpuno izgaranje goriva od biomase	Klima: izravni staklenički plin / neizravni staklenički plin kroz stvaranje O ₃
Nemetanske hlapljive organske komponente (NMVOC)	Nepotpuno izgaranje goriva od biomase	Okoliš: neizravni staklenički plin kroz stvaranje O ₃ Zdravlje: negativan učinak na ljudski dišni sustav
Policiklički aromatski ugljikovodici (PAH)	Nepotpuno izgaranje goriva od biomase	Okoliš: stvaranje smoga Zdravlje: karcinogeni učinci
Amonijak (NH ₃)	Mala količina može se emitirati kao rezultat nepotpune pretvorbe NH ₃ nastalog pirolizom / rasplinjavanjem u oksidirane komponente koje sadrže dušik / Sekundarne mjere smanjenja NO _x ubrizgavanjem NO ₃ (SNCR, SCR)	Klima i okoliš: Kisele kiše / Šteta vegetacije / Korozija i materijalna šteta Zdravlje: negativan učinak na ljudski dišni sustav
(Razina tla) Ozon (O ₃)	Sekundarni produkt sagorijevanja nastao iz atmosferskih reakcija uključujući CO, CH ₄ , NMVOC i NO _x	Klima i okoliš: izravni staklenik / Šteta vegetacije / Nastanak smoga / Materijalna šteta Zdravlje: neizravni učinak zbog nedostatka O ₃ u stratosferi / Negativan učinak na ljudski dišni sustav / Astmatički učinak
Dioksini i furani (PCDD/PCDF)	Mala količina može se emitirati kao rezultat reakcija uključujući ugljik, klor i kisik u prisutnosti katalizatora (Cu)	Zdravlje: Visoko toksično / Oštećenje jetre / Oštećenje središnjeg živčanog sustava / Smanjena imunitet / Akumulacija u lancu ishrane

Emissions at 11% O ₂	Fuel type	Typical Data
NO _x (mg/Nm ³)	Native wood (soft wood)	100 - 200
	Native wood (hard wood)	150 - 250
	Straw, grass, miscanthus, chip boards	300 - 800
	Altholz	400 - 600
HCl (mg/Nm ³)	Native wood	< 5
	Altholz, straw, grass, miscanthus, chip boards (NH ₄ Cl)	raw gas: 100 - 1000 with HCl absorption: < 20
Particles (mg/Nm ³)	Native wood	after cyclone: 50 - 150
	Straw, grass, miscanthus, chip boards	after cyclone: 150 - 1000
	Altholz	after cloth or electric filter: < 10
	Native wood	< 1
Σ Pb, Zn, Cd, Cu (mg/Nm ³)	Altholz	raw gas: 20 - 100
	Altholz	after cloth or electric filter: < 5
	Native wood	typical: < 0.1 range: 0.01 - 0.5
PCDD/F (ng TE/Nm ³)	Altholz :	typical: 2
	urban waste wood & demolition wood	range: 0.1 - 20

Vrijedi napomenuti da su sljedeći rasponi predstavljeni u gornjoj tablici

Iznad 5 MW	Veći kotlovi razvijeni za izgaranje biomase uključuju konvencionalne pokretne rešetke s raspršivačem koji je najčešći kotao, namjenski sklopljeni dizajn kotlova kao što su kotlovi na slamu, fluidizirani slojevi s mjehurićima (BFB) i cirkulirajući fluidizirani slojevi (CFB)
Oko i ispod 1 MW	Ciklonska dima se obično koristi / lonac s nedostatkom hrane i fiksna rešetka su najčešće korišteni sustavi loženja u kotlovima
Oko i ispod 1 MW	Na tržištu postoje razne vrste kotlova na drva, peći na drva i kamina

Smanjenje štetnih emisija kroz dimne plinove i otpadne vode može se postići na:

Primarne mjere	Izbjegavanje stvaranja takvih tvari	Modifikacija procesa izgaranja
Sekundarne mjere	Uklanjanje tvari iz otpadnih plinova	Mjera koja se odvija nakon procesa izgaranja

Primarne mjere smanjenja emisija imaju za cilj spriječiti ili smanjiti stvaranje emisija i/ili smanjenje emisija unutar komore za izgaranje:

- Promjena sastava goriva
- Promjena sadržaja vlage u gorivu
- Promjena veličine čestica goriva
- Odabir vrste opreme za izgaranje
- Poboljšana konstrukcija aplikacije izgaranja
- Optimizacija upravljanja procesom izgaranja
- Postupno izgaranje zraka
- Postupno izgaranje goriva i ponovno izgaranje
- Katalizatori



Mjere	Opis
Promjena sastava goriva	-Neobrađena goriva od biomase su kruta goriva, s ograničenim mogućnostima za smanjenje količine specifičnih elemenata u gorivu -U slučaju slame, pranje (izlaganje kiši) gorivo se pokazalo učinkovitim - Eksperimenti s ječmenom slamom u Danskoj pokazali su da je nakon 150 mm kiše udio klorida pao sa 0,49 na 0,05 %, a udio kalija sa 1,18 na 0,22 %
Promjena sadržaja vlage u gorivu	-Drvo za energetske svrhe, na primjer, može varirati u sadržaju vlage od otprilike 10 i 60% iz industrije u kojoj je drvo prethodno sušeno, odnosno svježije drvo iz šume -Visoka vlaga otežava postizanje visoke temperature - Temperatura iznad 850°C je poželjna kako bi se osigurala dovoljno niska razina CO - Naprotiv, može doći do nepotpunog izgaranja - Otpadna toplina iz drugog procesa može se koristiti za uklanjanje vlage
Promjena veličine čestica goriva	- Veličina goriva u primjenama izgaranja biomase može varirati od cijelih trupaca do fine piljevine -Ako se gorivo sastoji od vrlo malih i vrlo velikih komada, može se koristiti drobilica ili drobilica za smanjenje veličine čestica najvećih čestica
Odabir vrste opreme za izgaranje	- Važne su karakteristike goriva kao što su sastav, sadržaj vlage i veličina čestica -Za drvena goriva, samo sadržaj dušika može ograničiti izbor tehnologije izgaranja, ako postoje ograničenja emisije NOx za emitiranje - Sadržaj vlage je odlučujući za drvena goriva kao što su drvena sječka i kora ako sušenje goriva prije izgaranja nije opcija
Poboljšana konstrukcija aplikacije izgaranja	- Dovoljno visoke temperature izgaranja -Dovoljno dugo vrijeme boravka -Optimalno miješanje gorivnih plinova i zraka, također s promjenom topline i/ili snage

Mjere	Opis
Optimizacija upravljanja procesom izgaranja	- Minimiziranje emisija: kvaliteta izgaranja može se mijenjati podešavanjem količine goriva i primarnog i sekundarnog zraka, na temelju izmjerenih koncentracija CO, CxHy, O2 i temperature komore za izgaranje -Upravljanje toplinskim učinkom: na temelju izmjerene temperaturne razlike i masenog protoka kotlovske vode -Modifikacija postojećeg kotla na biomasu

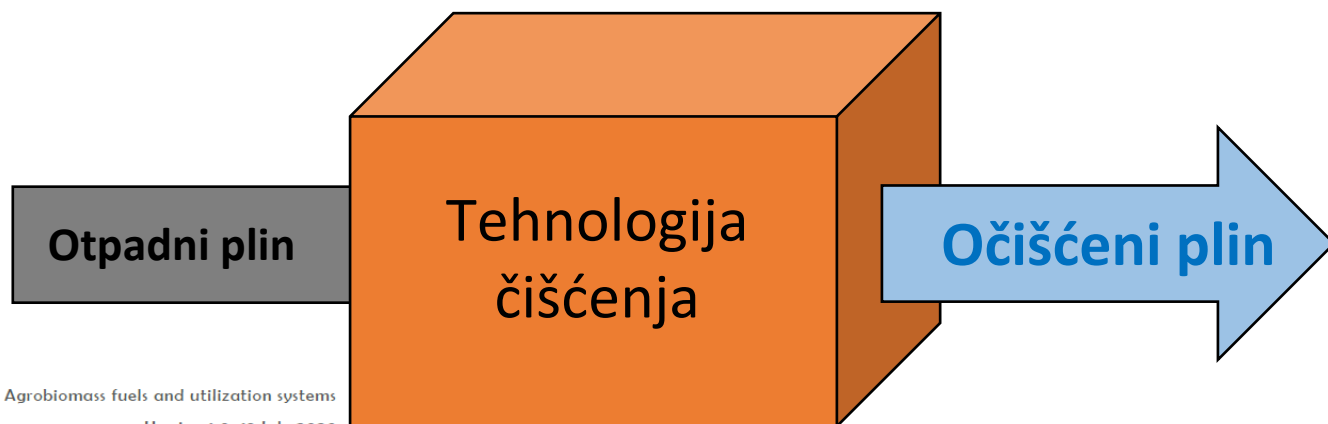
- Za 500 KWth Nolting postrojenje sa prihranom odozdola za izgaranje drva s pužnim dovodom s ciklonom
- TNO* je ugradio senzor kisika kako bi kontrolirao proces izgaranja i izlaz topline (*Nizozemska organizacija za primijenjena znanstvena istraživanja)
- Primijenjena na recirkulaciju plina i modificiranu komoru za izgaranje

Svojstva	Prije optimizacije	Nakon optimizacije
CO (mg/m3)	3516 ↘	82
CxHy (mg/m3)	262 ↘	2
NOx (mg/m3)	772 ↘	652
Prašina (mg/m3)	219 ↘	99
Temperatura otpadnih plinova (°C)	163 ↘	109
Gubici otpadnih plinova (%)	17 ↘	7
Gubici zbog nepotpunog izgaranja (%)	1.5 ↘	1.1
Ukupna učinkovitost (%)	81 ↗	93

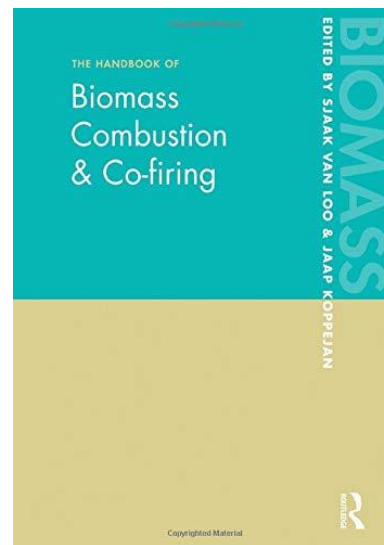
Sustavi za čišćenje otpadnih plinova

Iako moderni kotlovi nastoje postići ne samo visoku učinkovitost izgaranja, već i niske emisije pri korištenju agrobiomase, poštivanje ograničenja emisije različitih propisa bez upotrebe dodatne opreme za čišćenje otpadnih plinova nije uvijek moguće.

Ovisno o primjeni, na tržištu je dostupno više rješenja za smanjenje zagađivača kao što su čestice (prašina), kiseli plinovi i emisije dušikovih oksida.



- Sekundarne mjere mogu se primijeniti za uklanjanje emisija iz otpadnih plinova nakon što napuste kotao
- Za izgaranje neobrađenog drva, uklanjanje čestica je od posebne važnosti
- Za drugu vrstu biomase mogu biti potrebne dodatne sekundarne mjere, ovisno o elementarnom sastavu i karakteristikama goriva odabranog goriva biomase i tehnologiji izgaranja
 - ✓ Tehnologije kontrole čestica
 - ✓ NO_x tehnologije upravljanja
 - ✓ SO_x tehnologije upravljanja



Uklanjanje dušikovih oksida:

- U slučajevima za koje je potrebno smanjenje emisije dušikovih oksida (NO_x) iz kotlova na agrobiomasi, primjena tehnika selektivne nekatalitičke redukcije (SNCR) može biti vrlo učinkovita
- Za denitrifikaciju ispušnih plinova u kotlovima na agrobiomasi metoda selektivne nekatalitičke redukcije (SNCR) vrlo je učinkovita i može postići smanjenje NO_x u rasponu od 20 do 70 %²²
- Tehnologije selektivne katalitičke redukcije (SCR) mogu postići još veće smanjenje NO_x (do 90 %), no takvi se sustavi primjenjuju samo u većim industrijskim aplikacijama

Selektivna nekatalitička redukcija (SNCR)

- SNCR uključuje ubrizgavanje ili amonijaka ili uree u ložište kotla na mjestu gdje je dimni plin između 900 i 1100 °C kako bi reagirao s dušikovim oksidima koji nastaju u procesu izgaranja.
- Rezultirajući produkt kemijske redoks reakcije je molekularni dušik (N_2), ugljični dioksid (CO_2) i voda (H_2O)
- Budući da je za raspršivanje i isparavanje aditiva potreban određeni volumen peći, SNCR nije smislen za male kotlove

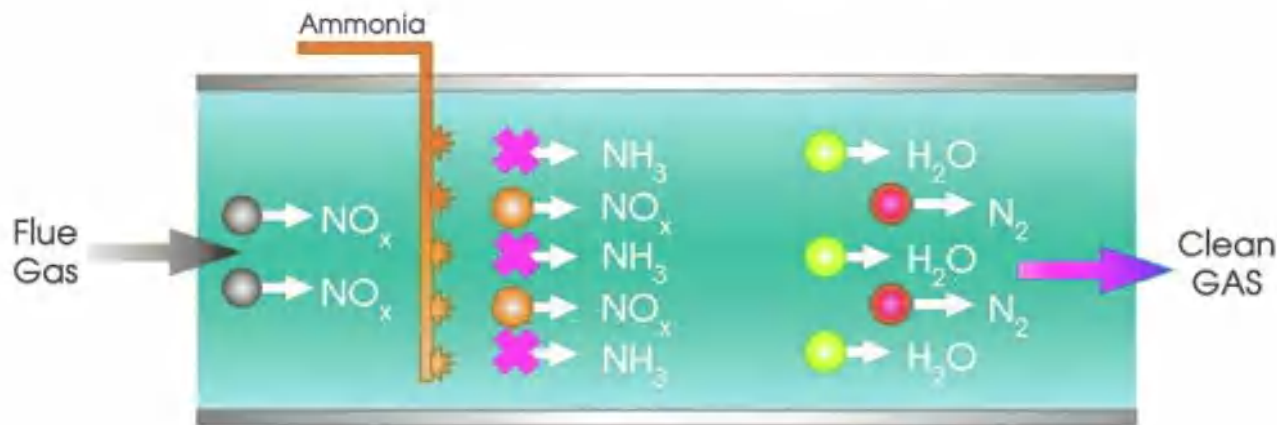


Figure 23: Selective non-catalytic reduction [Image source: IFS²³]

Kontrola prašine: Za smanjenje emisije prašine mogu se koristiti ciklone, elektrostatički taložnici (ESP) ili vrećasti filteri

Cikloni

- Cikloni su konusni spremnici koji uklanjaju čestice iz brzih rotirajućih tokova otpadnih plinova kroz vrtložno odvajanje
- Dimni plin teče spiralno prije izlaska iz ciklone u ravnoj struji kroz središte ciklona i izlazi iz vrha
- Čestice u rotirajućoj struji imaju preveliku inerciju da bi ih pratile i na taj način udarale o vanjski zid, a zatim padaju na dno ciklone, odakle se uklanjaju

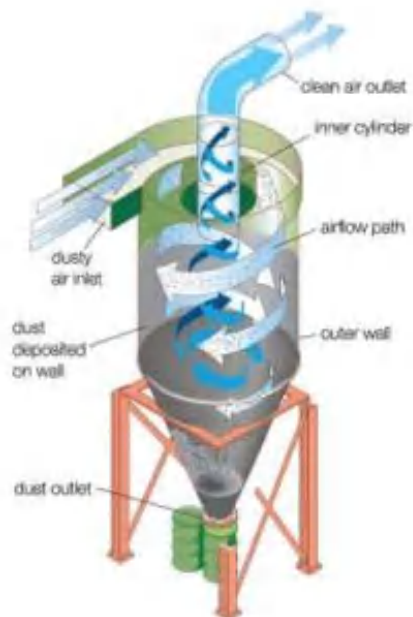


Figure 17: Flow pattern through a typical cyclone



Figure 18: Example of cyclone [Image source:

Indiamart.com]

Filteri od tkanine

- Filtri od tkanine ili vrećice koriste filtraciju za odvajanje čestica prašine od prašnjavih plinova
- One su jedna od najučinkovitijih vrsta dostupnih sakupljača prašine i mogu postići učinkovitost prikupljanja od više od 99% za vrlo fine čestice
- Filtri od tkanine se ne primjenjuju u malim aplikacijama zbog njihove potrebe za komprimiranim zrakom za čišćenje, velike potrebe za prostorom i činjenice da se mora izbjeći kondenzacija vodene pare u filteru, što se ne može jamčiti tijekom rada s djelomičnim opterećenjem -kotlovi na kamenac

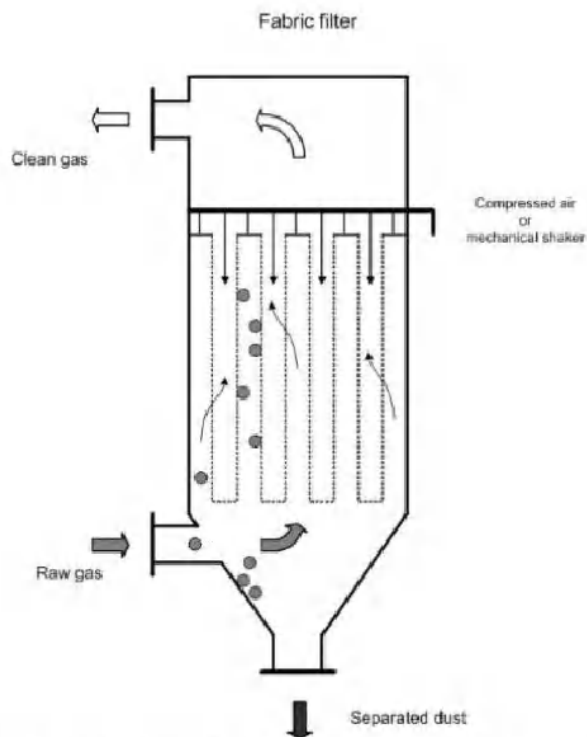


Figure 19: Fabric filter diagram [Image source : EMIS¹⁹]



Figure 20: Example of baghouse [Image source: www.baghouse.com]

Elektrostatički filteri (ESP)

- ESP-ovi koriste elektrostatičke sile za odvajanje čestica prašine od otpadnih plinova
- Jedna ili više (ovisno o veličini filtera) visokonaponskih elektroda za pražnjenje postavljeno je između uzemljenih sabirnih elektroda
- Čestice dobivaju negativan naboj dok prolaze kroz ionizirano polje između elektroda, a zatim se privlače na uzemljenu ili pozitivno nabijenu elektrodu i prijanjaju na nju.

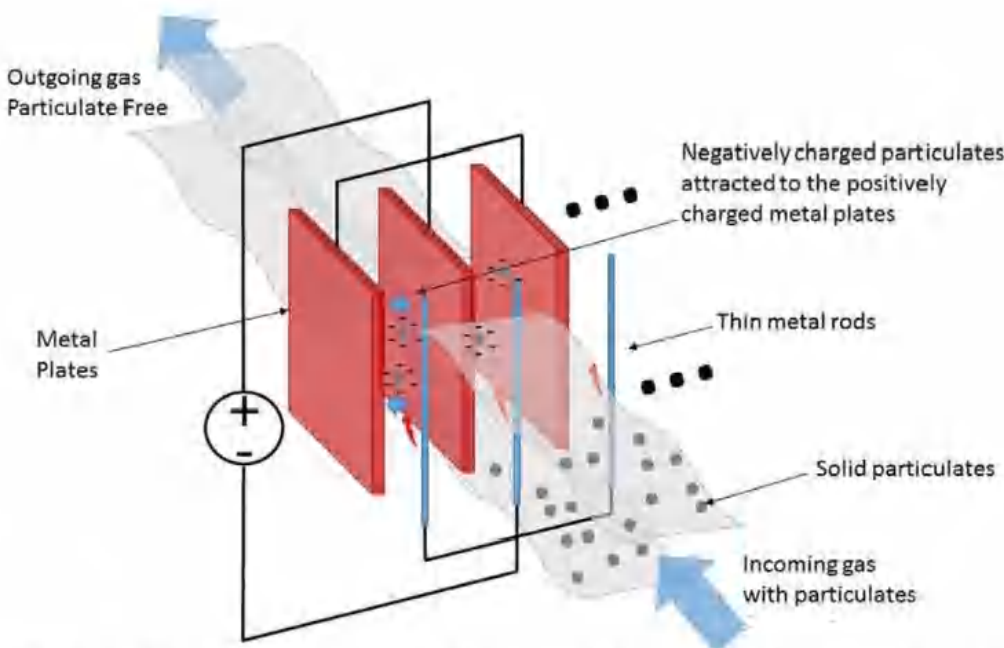


Figure 21: ESP conceptual diagram [Image source: (Becker et al., 2016)²⁰]



Figure 22: Example of ESP for up to 100 kW [Image source: OekoSolve²¹]

Kontrola kiselih sastojaka otpadnih plinova: Za uklanjanje HCl i SO₂, sustavi suhe sorpcije mogu se koristiti u aplikacijama grijanja na agrobiomasu

Selektivna nekatalitička redukcija (SNCR)

- Odvajanje kiselih sastojaka otpadnih plinova suhom sorpcijom je istovremena i apsorpcijska reakcija plin/krutina koja se odvija u sorbentu koji se koristi u procesu.
- U ovom procesu, plinoviti onečišćujući tvari se vežu na površinu unesene krutine
- Aditivi se tada mogu odvojiti od otpadnih plinova zajedno s česticama prašine (obično u naknadnom filteru od tkanine)
- Ovi sustavi karakterizirani su na temelju primijenjenog aditiva i mogu biti sustavi na bazi natrija (primjena NaHCO₃) ili na bazi vapna (primjena Ca(OH)₂)

6.2. Zakonodavni okvir, mogućnosti i prepreke u realizaciji projekata grijanja na agrobiomasu

- **RH – 4 mil. Stanovnika, ukupne pov. > 56.500 km²**
- Kontinentalna i sredozemna klima
- Jedna od najbogatijih u Europi po bioraznolikosti: mediteranskoj, alpskoj, panonskoj i kontinentalnoj
- Različita geografska obilježja, kontinentalni poluravni do ravničarski, do Istre i Dalmacije, pomalo brežuljkast i kamenit, a sve s plodnim tlom za različite vrste proizvodnje
- **Ukupni teritorij od 48,8 % je šumsko zemljište;** od toga je 81 % u vlasništvu Hrvatskih šuma (u vlasništvu Republike Hrvatske), dok preostalih 19 % pripada privatnim vlasnicima. Prema podacima Hrvatskih šuma, 90 % je obraslo šumsko zemljište, 7 % nije obraslo proizvodno, 1 % nije obraslo neproduktivno, a 2 % neplodno

- Ukupna proizvodnja primarne energije u Republici Hrvatskoj u 2019. godini iznosila je 200,71 PJ (4 793,8 ktoe), od čega je energija iz ogrjevnog drva i biomase 31,3 %, a obnovljivi izvori energije i toplina okoline 10,0 %
- **U ukupnoj proizvodnji električne energije 19,7 % električne energije proizvedeno je iz obnovljivih izvora** - energije vjetra, malih hidroelektrana, biomase, geotermalne energije, bioplina i fotonaponskih sustava
- Glavna vrsta biomase koja se koristi je drvnog šumskog podrijetla, dok najveći dio potencijala biomase čini agrobiomasa (orezivanje vinograda, komina maslina i energetska usjevi)
- Biomasa za energiju troši se uglavnom u obliku drvenih peleta i briketa, drvenog ugljena, sjeckalica i drva za ogrjev
- **Primarno koristi za grijanje**

Kapacitet iz proizvodnje električne energije Electricity generation capacity	Eksploativna snaga + izvedena snaga (MW)	Proizvedena električna energija 2019, godišnji Gross Electricity production in 2019 (GWh)
Hidroelektrane + Hydro power plants	2 199,7	5 938,8
Akumulacijske + Storage	1 429,7	2 554,5
Cipris + pumped-storage	275,4	502,3
Protoka + Run-of-river	408,3	1 731,2
Mala HE + Small HPP	323,3	115,2
Termoelektrane + Thermal power plants	1 781,0	5 277,1
Ugljen + Coal	831,0	1 608,4
Plin + Natural gas	749,1	2 529,6
Nafta + Oil	343,5	38,3
Biomasa + Biomass	75,5	477,1
Geotermalna energija + Geothermal	18,1	91,9
Bioplin + Biogas	51,9	379,3
Vjetroelektrane + Wind Power Plants	646,3	1 467,3
Solane elektrane + Solar Power Plants	84,8	93,1
Ukupno + Total	4 211,8	12 748,1

Proizvodni kapaciteti električne energije u Republici Hrvatskoj u 2019.

Source: Energija u Hrvatskoj, 2019. EIHP

CEE RES	Instalirana toplinska snaga installed heat capacity (MW)	Instalirana električna snaga installed power capacity (MW)
Sunce Solar	190,5	84,8*
Vjetar Wind	-	646,3* / 2000%
Biomasa Biomass	233**	75,5
Bioplin Biogas	51,8	51,9
Male hidro Small hydro	-	33,1
Geotermalna Geothermal	45,1 ***	10,0
Ukupno Total	-	901,8

* systems connected to the electricity network

** refers only to biomass cogeneration

*** geothermal heat for space heating

Instalirani kapaciteti za proizvodnju toplinske i električne energije iz obnovljivih izvora energije u Hrvatskoj u 2019

Source: Energija u Hrvatskoj, 2019. EIHP

- U okviru Programa ruralnog razvoja i Fonda za okoliš i energetska učinkovitost (FZOEU) korisnici mogu aplicirati za subvencije za ulaganje u grijanja na biomasu, **NE AGROBIOMASA!**
- U Zakonu o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji, za agrobiomasu se koristi izraz “poljoprivredna biomasa”
- Poljoprivreda je jedna od ključnih gospodarskih značajki koja **pridonosi s oko 5 % hrvatskom BDP-u** (2017.)
- Prema podacima Državnog zavoda za statistiku 27,3 % ukupne teritorije čini poljoprivredno zemljište:
 - od čega 54,5 % pripada oranicama i vrtovima,
 - 40,6 % trajnim travnjacima,
 - 4,8 % trajnim nasadima i
 - 0,1 % povrtnjacima.

- Obilje postoji u kontinentalnoj (srednji dio Hrvatske), Slavoniji (velika poljoprivredna područja, glavna poljoprivredna proizvodnja) te regiji Istre i Dalmacije (glavni uzgoj maslinovog ulja i proizvodnje vina)
- Procjene proizvodnje biomase - agregatno po glavnim kategorijama, potencijal biomase u Republici Hrvatskoj procjenjuje se, ali ne ograničavajući se na, **78,56 – 148,81 PJ/god (2020.):**
 - Drvna biomasa: 36,2 – 72,2 PJ/god i preko 100 PJ/god ako će se primijeniti mjera mobilizacije,
 - Grane drveća od održavanja stalnih trupa: 0,7 - 4,21 PJ/god,
 - Agro-ostaci: 22,93 PJ/god
 - Ostaci nakon žetve: 18,44 – 57,93 PJ/g,
 - Bioplin i biometan: 5,83 – 11,5 PJ/god,
 - Otpad: 13,54 – 17,27 PJ/god.

Vrsta izvora Type of renewable energy source	Proizvodnja električne energije Electricity generation
Sunce / Solar	83,1
Vjetar / Wind	1 467,3
Biomasa / Biomass	477,1
Bioplin / Biogas	401,0
Male hidro / Small hydro	115,0
Geotermalna / Geothermal	91,9
Ukupno / Total	2 635,4

**Proizvodnja električne energije iz
OIE u Hrvatskoj za 2019. izražena u
MW**

**Source: Energija u Hrvatskoj, 2019.
EIHP**

Vrsta izvora Type of renewable energy source	Proizvodnja toplinske energije Heat production (TJ)
Sunce • Solar	646,8
Biomasa • Biomass	48 499
Geotermalna* • Geothermal*	300,8 377,2

**Proizvodnja toplinske energije iz OIE u Hrvatskoj za 2019.
izražena u MW**

Source: Energija u Hrvatskoj, 2019. EIHP

Vrsta krutog biogoriva • Solid biofuels	Proizvodnja • Production
Drveni peleti • Wood pellets	341 038 t/yr
Drveni briketi • Wood briquettes*	61 342 t/yr
Drveni ugljen • Charcoal	14 098 t/yr
Drvena sječka • Wood chops	362 087 t/yr
Ogrjevno drvo • Firewood	4 936 300 t/yr

Proizvodnja krutih biogoriva u Republici Hrvatskoj za 2019

Source: Energija u Hrvatskoj, 2019. EIHP

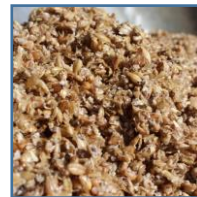
Uredba o ekološkom dizajnu

Uredba daje sljedeće definicije:

-"drvena biomasa" znači biomasa koja potječe od drveća i grmlja, uključujući drvo cjepanica, usitnjeno drvo, komprimirano drvo u obliku peleta, komprimirano drvo u obliku briketa i piljevinu



-"nedrvena biomasa" znači biomasa osim drvene biomase, uključujući slamu, miskantus, trsku, jezgre, žitarice, koštice masline, kolače od maslina i ljuske orašastih plodova



Kao takav, Ekodizajn isključuje iz svog opsega mnoge oblike agrobiomase; međutim uključuje poljoprivredne rezidbe i biomasu za uklanjanje nasada, budući da se može klasificirati kao "drvenasta"



Ekodizajn Uredba o sezonskoj učinkovitosti i granicama emisija za kotlove na krutu biomasu

Način hranjenja	Nazivna toplinska snaga	Sezonska energetska učinkovitost grijanja prostora	Granice emisije sezonskog grijanja prostora (mg/m3 pri 10 % koncentracije kisika)			
			Ugljični monoksid, CO	Organski plinoviti spojevi, OGC	Čvrste čestice, PM	Dušikovih oksida, NOx
Ručno	≤ 20 kW	≥ 75 %	700	30	60	200
	> 20 kW	≥ 77 %				
Automatski	≤ 20 kW	≥ 75 %	500	20	40	
	> 20 kW	≥ 77 %				
Benchmarks for Best Available Techniques (BATs)		90 % condensing 84 % non-condensing	6	1	2	97
Note: At the time of entry into force of the Regulation, no single solid fuel boiler was identified meeting all the benchmark values. Several solid fuel boilers met one or more of these values.						

Direktiva o postrojenjima za srednje izgaranje

Direktiva o postrojenjima za srednje izgaranje (MCP) regulira emisije iz postrojenja za izgaranje s toplinskim ulazom između 1 i 50 MW

MCP Direktiva uključuje agrobiomasu u svoj opseg i zapravo uvodi neke specifične granice emisije za slamu

Neki objekti isključeni su iz njegovog djelokruga, kao što su "postrojenja za izgaranje na farmi s ukupnim nazivnim toplinskim ulazom manjim ili jednakim 5 MW, koja isključivo koriste neprerađeni peradski gnoj kao gorivo"

Glavne granice emisija za postrojenja za izgaranje koja koriste čvrstu biomasu su navedena u Prilogu II. Direktive; treba napomenuti da se mogu primijeniti neke iznimke za posebne instalacije

Tip srednjeg postrojenja za izgaranje (osim motora i plinskih turbina)	Terminalni ulaz (MW)	Granice emisije (mg/m ³ na 6 % koncentracije kisika) za čvrstu biomasu		
		Sumporov dioksid, SO ₂	Dušikovih oksida, NO _x	Prašina
Postojeći	1 - 5	200 * / 300 (slama)	650	50
Postojeći	> 5	200 * / 300 (slama)	650	30
Novo	1 - 5	200 *	500	50
Novo	5 – 20	200 *	300	30
Novo	20 – 50	200 *	300	20
* Not applicable for plants firing exclusively woody biomass				

Table 1. Categorization of installations

Size of installation	Solid biofuels and fuel from biomass
Small	≥ 0.1 - 1 MW
Medium	≥ 1 - 50 MW
Big	≥ 50 MW

Table 2. Limit Values of Emissions – small installations

Small installations	Gas emissions limit (mg/m ³)
Chimney blackening (Bacharach scale)	1
CO	1000

* Volume fraction: Oxygen 11%.

Table 3. Limit Values of Emissions – for new installations on biomass

Pollutant	Gas emissions limit (mg/m ³)
SO ₂	200
NO _x	300
PM	20

Table 4. Limit Values of Emissions – for existing installations on biomass

Medium installations	Gas emissions limit (mg/m ³)
PM	150
Sulfur oxides expressed as SO ₂	2000
CO	500
NO _x expressed as NO ₂	500
	Vortex deposition: 300 mg/m ³

* Volume fraction: Oxygen 11%.

- Ne postoji lokalni proizvođači kotlova i peći na agrobiomasu
 - Rješenje?
- Sastav goriva
 - Rješenje?
- Gasifikacija
 - Rješenje?
- Plinifikacija
 - Rješenje?

- Nerazvijeno tržište agropeleta
 - Rješenje? (podpitanje – kako se zove jedini hrvatski proizvođač agropeleta od uljane repice i soje?)
- Državna politika grijanja na agrobiomasu
 - Rješenje?
- Realizacija projekata
 - Rješenje?
- Desaturacija tla nutrijentima
 - Rješenje?
- Otvoreno spaljivanje
 - Rješenje?

- *Creation of the biofuel electronic trade system (biomass exchange)*
- *Introduction of state support for growing energy crops*
- *Introduction of state support for agro-biomass producers*
- *Development of State strategy for using agro-biomass for energy*
- *Development of Heat Supply Strategy*
- *Creation of the competitive heat market with fair access of biomass heat producers to heat networks*
- *Improvement of the system for biomass heat tariff setting*
- *Improvement of control on open burning of stubble remains on fields*
- *Improvement of Carbon Tax imposition and administration*
- *Intensification of information dissemination activity*

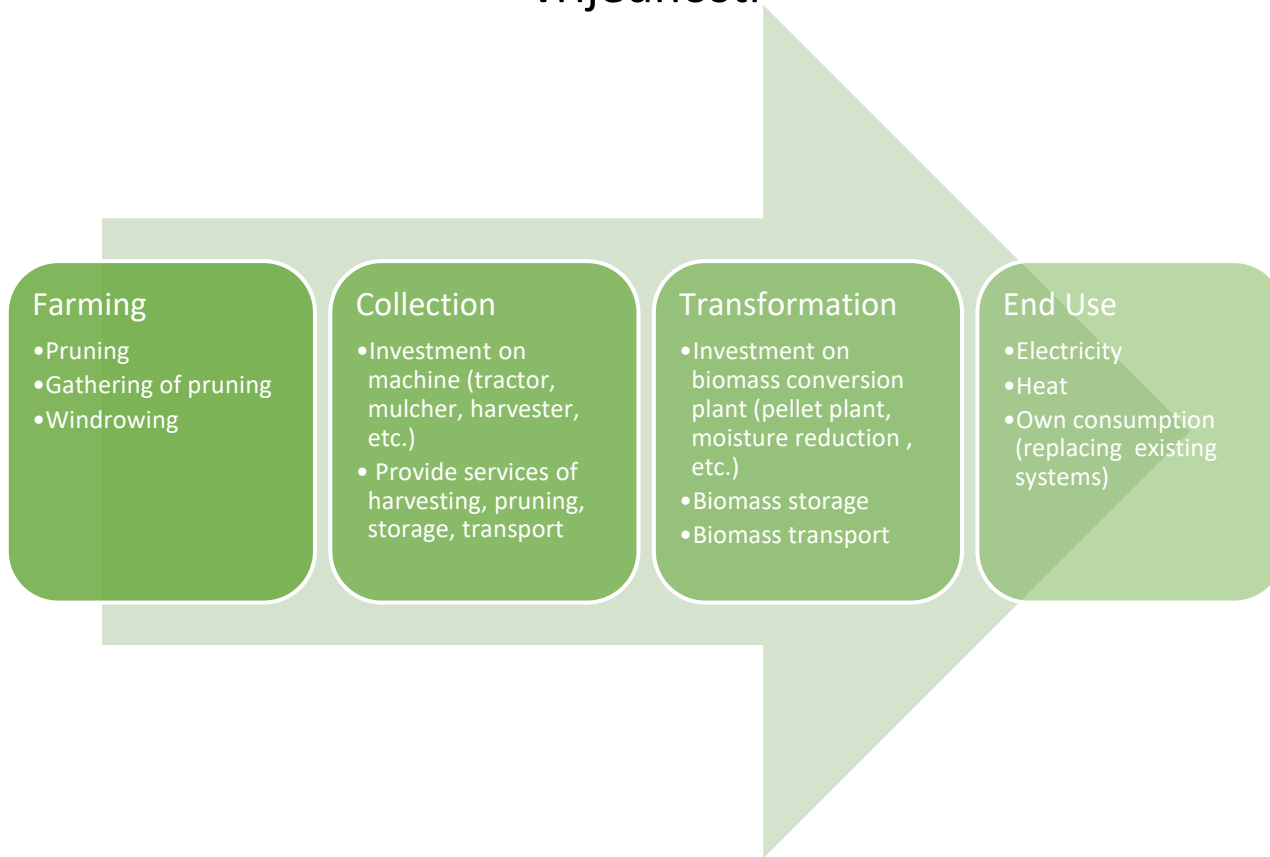
7. Vrste i izvori sirovine i logistika prikupljanja

7.1 Logistika prikupljanja

7.2 Troškovi prikupljanja i potrebni strojevi

7.1. Logistika prikupljanja

Skupina operacija koje se odvijaju u lancu vrijednosti



- Aktivnosti potrebne za opskrbu agrobiomasom od mjesta proizvodnje do toplane su sljedeće:
 - Berba/sakupljanje
 - Rukovanje i transport na terenu
 - Skladištenje
 - Utovar i istovar cestovnih transportnih vozila
 - Prerada biomase
 - Prijevoz



- Lanac opskrbe biomasom ima nekoliko karakteristika koje ga razlikuju od tipičnog opskrbnog lanca
 - Sezonska dostupnost
 - Materijali niske gustoće
 - Oprema za sakupljanje i rukovanje po mjeri



- Sezonske potrebe za resursima
- Povećana potreba za opremom za transport/rukovanje i skladišnim prostorom
- Komplicirana struktura opskrbnog lanca



Povećava troškove lanca opskrbe i zahtijeva posebno projektiranje

- Tri skupine ključnih aktera koji sudjeluju u lancu vrijednosti biomase: vrste aktera, međusobni odnosi i glavne uloge



PRODUCERS OF THE BIOMASS

Agreement and collaboration to transfer the residue



BIOMASS SUPPLY & PROCESSING

Agreement on APPR biomass format, quality and price



CONSUMERS (Energy conversion)

Key role:

Find the best form to produce savings in the management of biomass
Establish dialogue and collaboration with actors downstream

Farmers

Cooperatives

Fruit/olive/grape producing companies

Key role:

- Establish dialogue and agreement with producer of the biomass residue
- Organise the logistics and processing to preserve quality whilst keeping expenses low

Agro-service companies

Forest service comp.

Biomass suppliers

Residues retailers

ESCOs

Biomass conversion plants

Biomass platforms

Public services

Key role:

Provide suppliers with quality parameters to be satisfied
Ensure this biomass can be utilized in its facilities prior any actor performs an investment

Household

Agro-industries

Industrial heat

Tertiary sector

District heating networks

Power and CHP plants



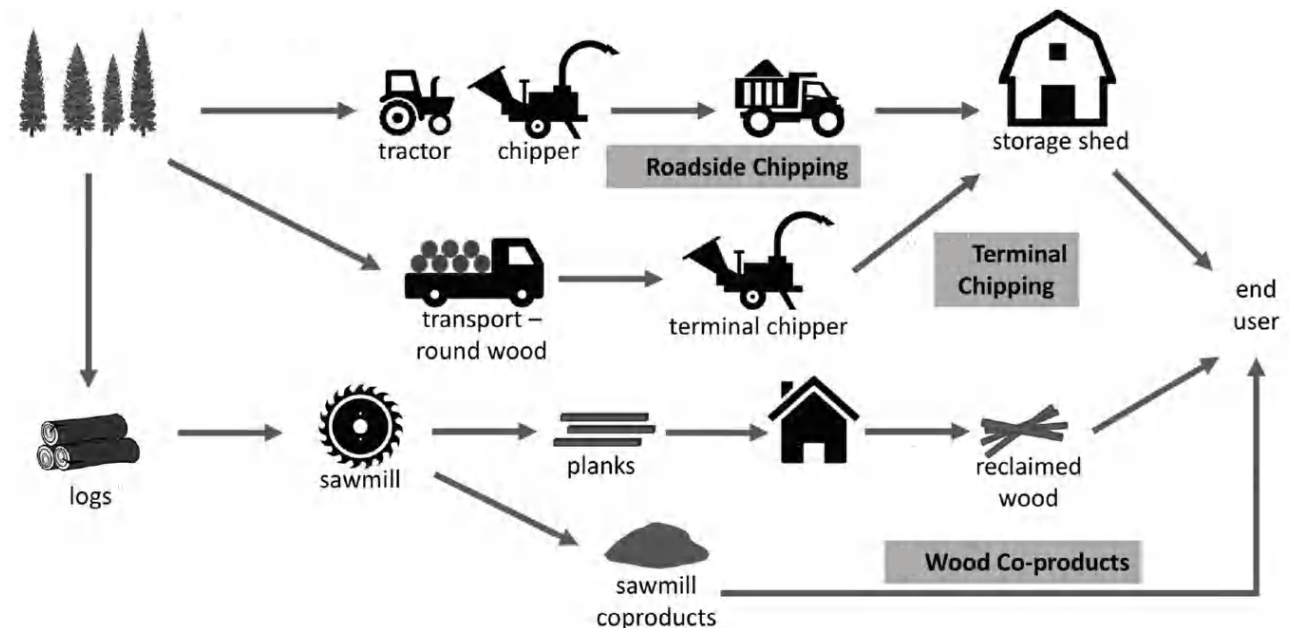
SELF-CONSUMPTION

Farm heating

Greenhouse heating

Energy demand for food/feed processing

- Bitno je da toplane dobivaju nesmetanu, dosljednu opskrbu gorivom od biomase koje zadovoljava navedene kriterije kvalitete. Stoga sustav opskrbe biomasom mora moći djelovati na učinkovit i pouzdan način
- Tipični lanac opskrbe biomasom sastoji se od nekoliko procesa: žetva, rukovanje, skladištenje, prijevoz u polju/šumi, cestovni prijevoz i korištenje goriva u toplani.



Example of different paths from forest feedstock to energy conversion

<https://www.bioenergyconsult.com/biomass-collection/>
<http://www.worldbioenergy.org/uploads/Factsheet%20-%20Biomass%20Supply%20Chains.pdf>

- Prikupljanje biomase uključuje skupljanje, pakiranje i transport biomase na obližnje mjesto za privremeno skladištenje.



Baliranje



Utovar

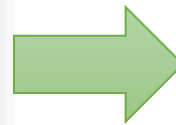


Sjeckanje



Žetva cijelog usjeva

Prethodna obrada: Zanimljivo je izvesti što je manje moguće predobrade, jer to povećava cijenu goriva u cijelom lancu vrijednosti, ali bi moglo biti potrebno ili korisno za smanjenje kontaminacije ili cijene transporta (veća gustoća, manji trošak transporta po volumenu jedinica)



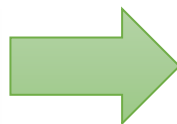
Usitnjavanje: Prijevoz cijelog stabla nije učinkovit, a usitnjavanje na polju je dobra alternativa (lakše ga je transportirati nakon usitnjavanja na manje dijelove nego transportirati cijelo stablo). Sjekači su prikladni samo za nadzemni dio stabla, ako je uključeno korijenje i panjevi, treba koristiti drobilicu, kako bi se izbjeglo zagađenje zemlje i kamenja biomase.

Uzastopno mljevenje u dvije faze

Pneumatsko odvajanje

Frakcijsko mljevenje

- Sušenje
- Zgušnjavanje (eng. densification): Sušenje i zgušnjavanje povećava gustoću energije goriva čineći ga izvedivijim za izgaranje i na ekološki prihvatljiviji način.



ČIMBENICI KOJI UTJEČAJU NA TRANSPORTNU UDALJENOST

- Područje sliva za resurs biomase, a time i transportna udaljenost preko koje će se biomasa morati premještati između skladišta i toplana ovisit će o nizu ključnih čimbenika. To uključuje:
 - Veličina toplane i korištena tehnologija pretvorbe
 - Prinos usjeva koji je postignut
 - Udio zemljišta oko toplane zasađenog energetske usjevima na biomasu, ili usjevima koji imaju biomasu kao nusproizvod (tj. slama) ili gustoća šumarstva u slučaju šumskog goriva
 - Dostupnost materijala za resurs biomase (npr. slama ima konkurentne namjene i stoga će samo dio ukupne proizvedene biti dostupan za korištenje u shemama biomase).
- Osim što je značajan u bilo kojem razmatranju sustava goriva na biomasu zbog uloge koju ima u osiguravanju nesmetanog protoka goriva između mjesta proizvodnje i potrošnje, transport je također važan kao rezultat troškova povezanih s njim.

- Prometna infrastruktura je obično takva da će cestovni prijevoz biti jedini potencijalni način prikupljanja goriva.

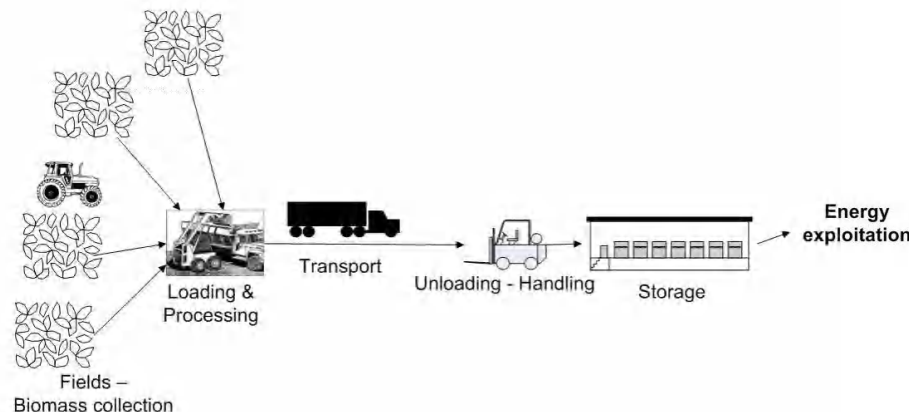
UTJECAJ KARAKTERISTIKA BIOMASE NA TROŠKOVE TRANSPORTA:

- Kada se razmatraju logistički troškovi povezani s određenim opterećenjem kao što je gorivo od biomase, postoji niz ključnih čimbenika o karakteristikama proizvoda koje treba uzeti u obzir:

- Omjer volumena i težine
- Omjer vrijednosti i težine
- Posebne karakteristike



- Različite opcije za pohranu: U većini slučajeva usvaja se rješenje s najnižim mogućim troškovima, bez ispitivanja učinka koje ovo rješenje može imati na ukupne troškove sustava
 - Izravno skladištenje na terenu
 - Međuskladištenje (između polja i elektrane) – potrebno je platiti dva puta za troškove transporta
 - Skladištenje uz elektranu (Korištenje skladišta povezanih s elektranom jedini je izvediv slučaj ubrzavanja procesa sušenja biomase, jer se izbačena toplina može koristiti bez potrebe za dodatnom potrošnjom energije)



Rentizelas, A. Tolis, A. Tatsiopoulos, I.P. (2009), 'Logistics issues of biomass: the storage problem and the multi-supplier biomass chain', *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, Vol. 13 (4), pp. 887-894 [\[Introducción interesante\]](#)

https://www.researchgate.net/publication/223824022_Logistics_issues_of_biomass_The_storage_problem_and_the_multi-biomass_supply_chain



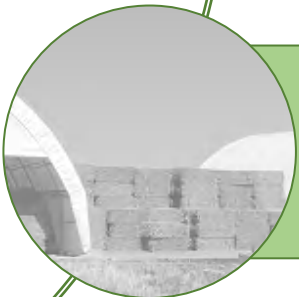
Žetva

- Baliranje
- Loafing
- Sjeckanje
- Žetve cijelog usjevat



Prijevoz

- Udaljenost
- Svojstva biomase
- Vrijeme terminala



Skladištenje

- Skladištenje na terenu
- Međuskladištenje
- Skladištenje na mjestu

7.2. Troškovi prikupljanja i potrebni strojevi

Table 3 – Overview of the (distribution of) capital expenses and labour input.					
	Capital expenditure			Total, € ha ⁻¹ y ⁻¹	Labour, h ha ⁻¹ y ⁻¹
	Establishment and planting	Harvesting, field transport and storage	Miscellaneous		
Lignocellulosic crops					
Poplar ^a	94%	5%	0%	143	5.1
Willow ^a	76%	23%	1%	156	5.1
Eucalyptus ⁱ	Not specified			172	5.1
Herbaceous lignocellulosic crops					
Miscanthus ⁱ	36%	64%	0%	576	6.6
Switchgrass ^a	19%	84%	9%	512	6.7
Reed canary grass ⁱ	36%	58%	6%	294	10.6
Oil crops					
Rapeseed ^a	29%	68%	7%	260	7.3
Sunflower ^b	35%	65%	0%	290	8.6
Sugar crops					
Sugar beet ⁱ	38%	59%	3%	859	8.8
Starch cropsⁱ					
Wheat	47%	42%	11%	336	4.4
Rye	47%	42%	11%	354	4.4
Triticale		42%	11%	356	4.4
Corn	47%	42%	11%	336	4.4

Napomena: prikazane su indikativne vrijednosti

Source: <https://edepot.wur.nl/352633> Biomass Resources Potential and Related costs, REFUEL

	Pellet	Olive stone	Wood chips
15 kg bag			
€/tn	290,67	194,7	-
c€/kWh	6,1	4,09	-
Bag Pallet			
€/tn	282,12	192,94	-
c€/kWh	5,92	4,05	-
Bulk in tipper			
€/tn	235,89	149,09	-
c€/kWh	4,95	3,13	-
Bulk in tanker			
€/tn	259,83	161,6	111,54
c€/kWh	5,45	3,39	2,53



Evolution of the average olive stone price (€/tn) in Spain.
Source: AVEBIOM, Price index of OIL KERNS for domestic use in Spain

Source: AVEBIOM; Annual prices of biomass for domestic use in Spain.

- Prerađivači: Prerađivači, čija je glavna primjena rušenje i sjeckanje drvenog dijela, također mogu sjeckati velike grane i vrhove kako bi olakšali kasnije gospodarenje otpadom
- Samoutovarivači: Koriste se za istovar materijala, bilo u drvne ili energetske svrhe. Općenito, ovo sredstvo za ekstrakciju koristi se zajedno s drugom opremom
- Usitnjavanje i sjeckanje: Koristi se za smanjenje volumena različitih vrsta biomase.
 - Statički drobilice
 - Polupokretne sjeckalice
 - Mobilne sjeckalice (vučene ili samohodne)



- Poljoprivredni strojevi se mogu klasificirati s obzirom na posao koji obavljaju:
 - Oprema za obradu tla: Namjena joj je da se razgrađivanjem tla pripremi oranica ili gredica, odnosno 30 cm gdje se odvija maksimalni razvoj korijena biljaka. Od 2.000 do 40.000 €, s prosječnom cijenom od 31.000 €, ovisno o tehnologiji i kapacitetu.
 - Oprema za gnojenje: Od 500 do 70.000 € ovisno o kapacitetu i tehnologiji strojeva, uz prosječnu cijenu od 10.500 €.
 - Oprema za sjetvu, sadnju i presađivanje: od 4.500 do 43.000 €, sa prosječnom cijenom od 16.000 €.
 - Strojevi za berbu i pakiranje/usitnjavanje

- Strojevi za žetvu i preradu stočne hrane

Kosilice (eng. Mowers) (5,000-180,000€)	Alternatives	Single Blade
		Double blade
	Rotary	Horizontal axis (flails)
		Vertical axis (discs, drums, mixed)
Grablje (eng. Rakes) (3,000-150,000€)	Power take-off driven	Horizontal reel, sun chains
	Horizontal axis take-off driven	Vertical and horizontal forks, oscillating combs
Pokretači (eng. Actuators)	Rollers (10,000-60,000€)	
	Fingers	
Baleri (eng. Balers)	Square balers (20,000-100,000 €)	
	Round balers (10,000-50,000 €)	
Sjeckalice (eng. Shredders) (5,000 – 20,000€)		
Peletizatori (eng. Pelletizers)	Mobile pelletizers	
	Static pelletizers	

Price Source: Tractorhouse.es



Kosilica: 2020 Krone EC320CV
– 18,500€

Grablje: 2021 AGRO-MASZ
BT40 – 10,000€



Sjeckalica za bale: 2019
KUHN PRIMOR 3570M –
15,000€



Shredder mounted in front with discharge on agric. trailer



Shredder mounted at rear with discharge on agric. trailer



Shredder mounted at rear with discharge on a bin mounted at front lift



Automotive shredder



Više sustava i rješenja na tržištu



Shredder towed with discharge on big-bags



Shredder towed with discharge on agric. trailer



Shredder towed with built-in dump / tilting container



Shredder towed with built-in tilting container discharging on height

Source: upRunning – D4.1 Training Materials



Chipper mounted in
front



Chipper towed with
discharge on agric.
trailer

*Malo sustava i rješenja
na tržištu*



Chipper towed
with discharge on
big-bags



Chipper towed with
built-in tilting container
discharging on height

- Sjekači drva (chipper) na traktor: od 1.000-10.000 € (AgriEuro)
- Benzin sjeckalice drva/vrtne drobilice: 500 – 14.000 € (AgriEuro)
- Električne drobilice drva i vrtne drobilice: 200-1.400 € (AgriEuro)



Ceccato Tritone Mega Monster
P.T.O. profesional tractor chipper
shredder



Pruning
baler (small round
bales) with
integrated storage



Hay round baler
utilized for pruning
baling



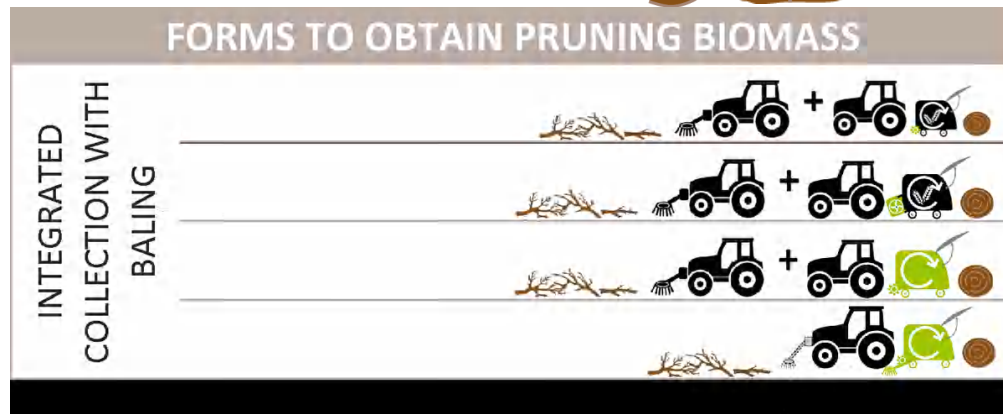
Hay square baler
utilized for pruning
baling



Pruning
round baler



Pruning
square baler



Od 10.000 do 150.000 € cca.
za nove modele, sa
prosječnom cijenom od oko
50.000€

Source: upRunning – D4.1 Training Materials

Source: Tractorhouse.es

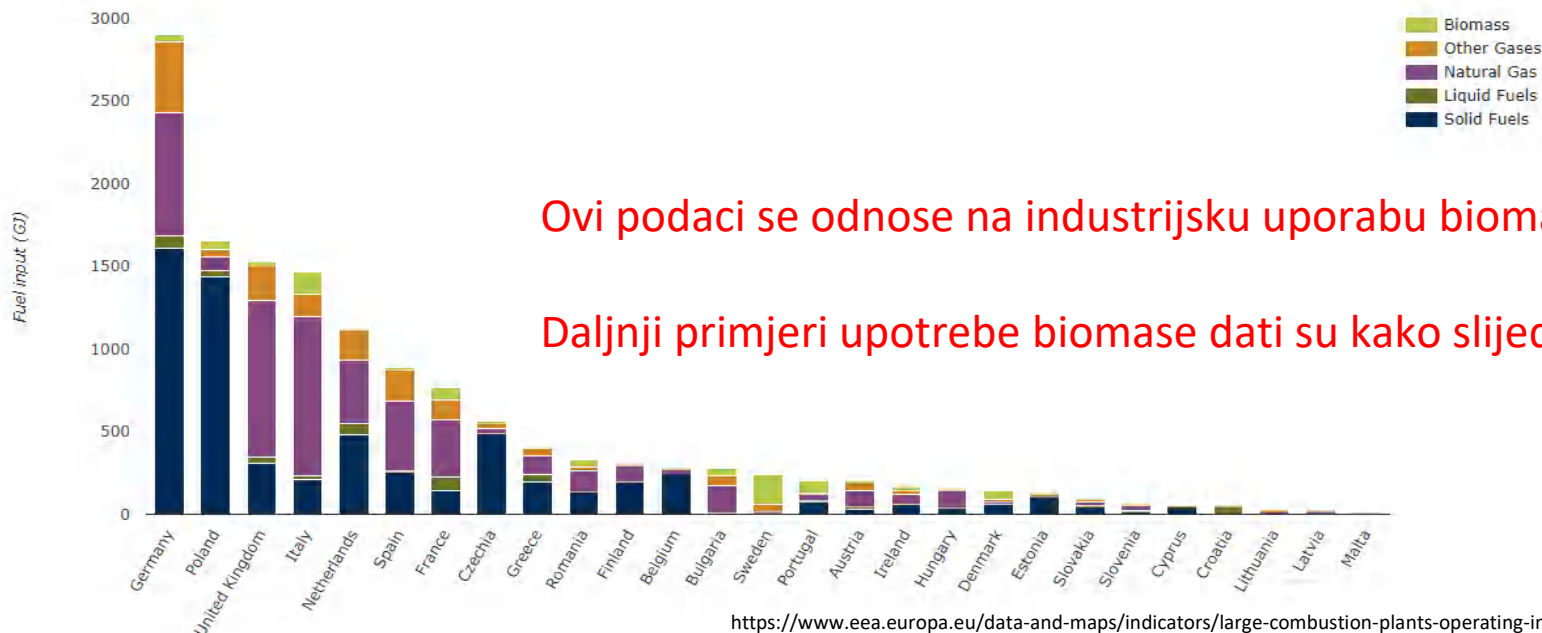
- Izvedivost odabranog lanca vrijednosti
- Na temelju identificiranih aktera, deklariranih troškova i rezultata izvedbe dobivenih tijekom demonstracija, ocjenjuje se ekonomska izvedivost:
- Ovaj grafikon je primjer cijena u studiji slučaja Cooperativa San Juan Bautista (Španjolska).

Opis	CAPEX (€)	OPEX (€/godišnje)	Ušteda (€/godišnje)	Komentari
Obrezivanje i izvlačenje	-	-	-	Isto kao i obično, izbjegavajući potrebno vrijeme gorenja poboljšanjem izvlačenja s grabljama
Sakupljanje i transport	-	2,426 €	-	Podizvođač
Usitnjavanje	-	4,662 €	-	Podizvođač
Krajnji korisnik	110,000 € (to be confirmed by ESCOs)	13,500 €	26,000 €	CAPEX: Investicija u novi kotao na biomasu, sustav za napajanje, skladišni prostor i utovarivač za punjenje spremnika OPEX: Osobno, loživo ulje za utovarivač, troškovi održavanja itd. Uštede: zamjena fosilnih goriva

Napomena: prikazane su indikativne vrijednosti

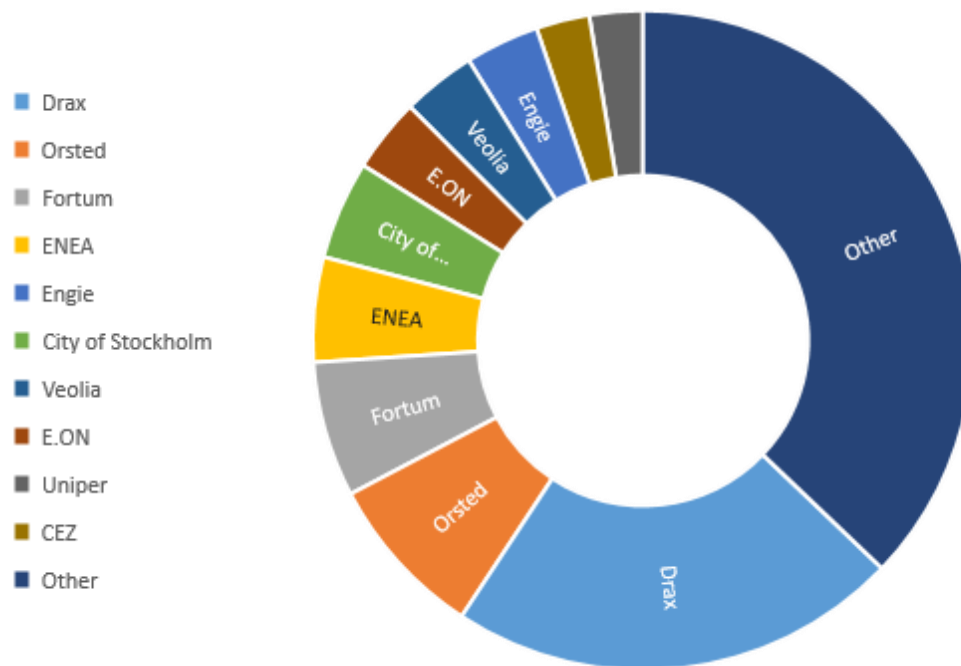
8. Primjena agrobiomase za grijanje u praksi

- U EU-28 postoje 3 664 velika postrojenja za izgaranje. Instalirani kapacitet povećan je za 4 % ukupno između 2004. i 2017. Trend je dosegao maksimum u 2012. godini.
- Korištenje biomase utrostručilo se od 2004. do 2017., iako se i dalje koristilo u relativno malim količinama (**6 % ukupnog u 2017., 830 GJ**).
- Kruta goriva (ugljen, lignit, treset i druga čvrsta fosilna goriva) i prirodni plin i dalje su glavni izvori goriva, ali se upotrijebljena količina smanjila za oko 25 % u tom razdoblju. To bi moglo odražavati pomak u europskom energetske sustavu s nafte, ugljena i plina na obnovljive izvore.



<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/large-combustion-plants-operating-in-europe-3/assessment>

- 76 postrojenja trenutno sagorijeva ukupno šest milijuna tona biomase svake godine.
- Nekoliko postrojenja na biomasu odgovorno je za sagorijevanje većine ukupne biomase. Na primjer, Drax u Velikoj Britaniji – najveća elektrana na biomasu – sagorijeva 22 posto ukupne količine. Zajedno 10 najvećih elektrana na biomasu spaljuju polovicu ukupnog broja.

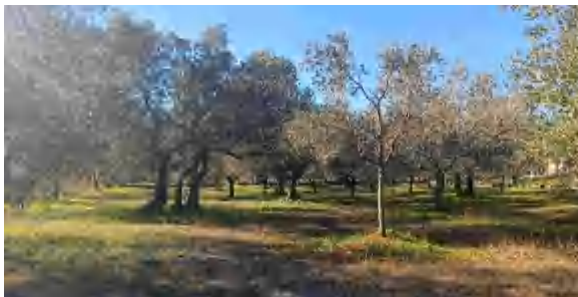


- Komunalno poduzeće Križevci
 - Grijanje dvije javne zgrade i kompost
 - Korištenje rezidbe iz voćnjaka građana: 200 t/godišnje
 - Kotao od 150 kW iz WVTerm + 20 kW PV sustava



Link: <https://www.youtube.com/watch?v=m1qX1dLUglg&t=81s>

- J.T.Energy d.o.o.
 - Proizvodnja agropeleta od komine masline i rezidbenih ostataka



- OPG Ravenščak
 - Glavno gorivo koje se koristi je piljevina u 850 kW
 - Tvrtka je uspješno koristila miskantus i ima sadnice za početak uzgoja usjeva od 2021. godine.

- EURO-tim d.o.o.
 - Proizvodnja agropeleta od uljane repice i soje



Source: AgroBioHeat D3.1- Agrobiomass Heating Facilities

- Vilafranca del Penedés:
 - Rezidba vinograda – energetska iskorištavanje
 - 500 kW kotao Heizomat
 - District heating

Link:

<https://www.youtube.com/watch?v=EfjApzdnqFQ&t=26s>



Source: AgroBioHeat D3.1- Agrobiomass Heating Facilities

- Ulbjerg Kraftvarme:
 - Opskrbljuje toplinsku mrežu male općine Ulbjerg.
 - Uglavnom radi na bale od slame žitarica. Kotao može sagorijevati ostale poljoprivredne ostatke ili drvenu sječku s udjelom vlage do 30 %.
 - Kotao od 1.000 kW
 - Ukupna investicija: Raspon od 1M€
 - Godišnja ušteda: 128.000 € goriva



Source: AgroBioHeat D3.1- Agrobiomass Heating Facilities

- Vennerslund, Frederiksdal kisebaervin, Holmegaard ili Orupgard
 - Grijanje prostora
 - Sezonsko sušenje zrna
 - Proizvodnja vina od trešnje
 - Grijanje farme peradi
 - Kotlovi na slamu: 400 – 950 kW



Source: AgroBioHeat D3.1- Agrobiomass Heating Facilities

• Oniropetra Boutique Hotel

- što ilustrira prednosti koje nudi grijanje na agrobiomasu u uslužnom sektoru pod ispravnim uvjetima.
- Karpenisi, planinsko područje s hladnom klimom.
- Kotao na biomasu od 200 kW (PelleTech / Camino Design) instaliran je 2014. godine i trenutno radi na peletima suncokretove ljuske. 75 tona biomase/god. CAPEX: 23.000 €, povrat 1,5 godina



Source: AgroBioHeat D3.1- Agrobiomass Heating Facilities

- Projektni partner AgroBioHeat Agronergy uključuje na svoju listu toplane na biomasu kao što je postrojenje u malom gradu Chevresis:
 - Miskantus se koristi za grijanje općinskog doma za umirovljenike - pristupačna toplina za stanovnike.
 - Udruga koja uključuje lokalne poljoprivrednike i mjesno vijeće od 2018.



Source: AgroBioHeat D3.1- Agrobiomass Heating Facilities; Photo: Agronergy

- Abbaye Notre Dame d'Ourscamp.
 - grijanje na miskantus od 2014.
 - Uočene su godišnje uštede goriva od 60.000 €. Vrijeme povrata manje od 5 godina (ukupna investicija od 267.000 € (92.000 € za kotao i 175.000 € za mrežu i instalaciju)).
 - Izračunato je i smanjenje emisije CO2 za 210 tona godišnje.
 - Miskantus opskrbljuje manji broj farmera u blizini samostana.

- CALYS pelete koje proizvodi RAGT Energie.
 - Identificira prikladne tokove biomase za miješanje i primjenu aditiva, pomažući dobavljačima agropeleta da proizvedu visokokvalitetan, isplativ proizvod koji se može koristiti čak i u malim instalacijama.



Source: AgroBioHeat D3.1- Agrobiomass Heating Facilities

- DALIA Staklenik
 - Grijanje 1 ha plastenika
 - Opskrba gorivom (energetski čips od vrbe) i biomasa za čišćenje pašnjaka -> 2.000 tona godišnje
 - moderni kotlovi na biomasu koje je razvio rumunjski proizvođač BioSistem, opremljeni ciklonima za kontrolu emisije čestica
 - godišnja ušteda goriva u rasponu od 20 % u odnosu na prirodni plin
 - Instalirani kapacitet: 4 x 750 KW i 2 x 500 kW



S

- Quesos del Cerrato (tvornica sira):
 - Agropeleti koji se koriste u parnom kotlu (4t/h,9 bara)
 - Koristi se za proces proizvodnje sira.
 - Kotao – SUGIMAT
 - Cijena: 500.000€, ušteda: 30-40%



Source: AgroBioHeat D3.1- Agrobiomass Heating Facilities

- Hotel Los Mallos:
 - Kotao na bale od slame
 - 250 kW – ACR Ecocalderas + cyclone for particle emissions
 - 280 tona/godišnje bala od slame.



Source: AgroBioHeat D3.1- Agrobiomass Heating Facilities

- UMAN grad: 83,000 stanovnika.
 - Opskrba gorivom (peleti slame) i tehnologija izgaranja (kotlovi na pelete od slame)
 - Instaliran u školama i vrtićima
 - 50% godišnje uštede goriva u odnosu na prirodni plin.
- Kućni kompleks “Dneprovskiy”:
 - 2x5 MW kotlovi na biomasu – TTS
 - Bale slame kao gorivo
 - Filteri od tkanine – emisija čestica



Source: AgroBioHeat D3.1- Agrobiomass Heating Facilities



- ITC Shabo:
 - Obrezivanje vinograda kao izvor grijanja
 - Parni kotao 1,6 MWth – 1.500 tona/godina rezidbe vinograda
- Shopping cantar ACADEM-CITY:
 - Peleti suncokretove ljuske.
 - Nalazi se u Kijevu
 - Ciklone koje se koriste za smanjenje emisije čestica (urbano okruženje)



Source: AgroBioHeat D3.1- Agrobiomass Heating Facilities



- Avicol Prod Consult doo U selu Cornatelu, okrug Dambovita
- Grijanje farme pilića
- Glavno gorivo su ljske suncokreta iz Dambovita regije
- Kotlovi na biomasu postavljeni godinama: 1x60 kW, 1x100 kW, 1x150 kW
- sustav napajanja automatiziran ugradnjom 3 silosa od 20 m3, spojenih direktno na kotlove



Source: AgroBioHeat D3.1- Agrobiomass Heating Facilities

- Midtlangeland Fjernvarme
 - Toplovodni boiler snage 7.700 kW isporučuje Justsen.
 - SNCR (selektivna nekatalitička redukcija) deNOx sustav na bazi uree.
 - Ukupni trošak projekta (zamjena starijeg boiler) bio je u rasponu od 25 milijuna DKK (oko 3,3 milijuna €)

- Boulstrup-Hou Kraftvarmeværk, Hjallerup Fjernvarme, Rødbyhavn Fjernvarme, Fors A/S / St. Merloese Varmeværk, Lolland Varme A/S i Ørnhøj-Grønbjerg Kraftvarmeværk
 - Kotlovi na slamu isporučuje Linka Energy
 - Toplinske snage u rasponu od 2.000 do 6.500 kW.
 - Postigli su vrijednosti emisije prašine daleko ispod granice MCP direktive (40 mg/Nm³), kao i vrijednosti emisije CO također ispod granice (625 mg/Nm³).

Source: AgroBioHeat D3.1- Agrobiomass Heating Facilities

- **AGRIS S.A. uspješno korištenje agrobiomase.**
 - staklenički rasadnik površine više od tri hektara.
 - osam kotlova na biomasu (ukupni kapacitet 9,28 MW).
 - U početku radi s iscrpljenim peletima od maslinovog kolača ☐ suncokretove ljuske (vrhunsko gorivo bez problema s mirisom).
 - godišnji račun za grijanje smanjen je za 20-30 %, pri čemu sustav grijanja na biomasu opskrbljuje do 97 % ukupne potražnje za toplinskom energijom.

- **BIOKARPOS S.A.**
 - Peloponnese je još jedan zanimljiv slučaj zagrijavanja agrobiomase.
 - Tri moderna kotla na biomasu s pokretnim rešetkama (PelleTech / Camino Design), svaki kapaciteta 350 kW.
 - Trenutačno pogonjena peletom od suncokretove ljuske, tvrtka planira instalirati dodatne kapacitete grijanja, kao i početi koristiti vlastite ostatke (staklenički zeleni otpad) i usitnjene poljoprivredne rezidbe.

Source: AgroBioHeat D3.1- Agrobiomass Heating Facilities

9. Izvori lokacije sirovine (korisni alati i mapiranje)

Virtual Site-visit to
26. travanj 2022. agrobioheat facilities

Virtualna posjeta
postrojenju za grijanje
na agrobiomasu u
Rumunjskoj, 29.4.2022.

10.00 AM CET

Organized by

ČITAJ VIŠE



More info:
www.greenccluster.ro



GREEN ENERGY
Romanian Innovative Biomass
CLUSTER



The project received financing from the Horizon 2020 EU Framework Programme for Research and Innovation under Grant Agreement No. 818469

Agrobioheat
in rural areas



Agro-
industry
facilities



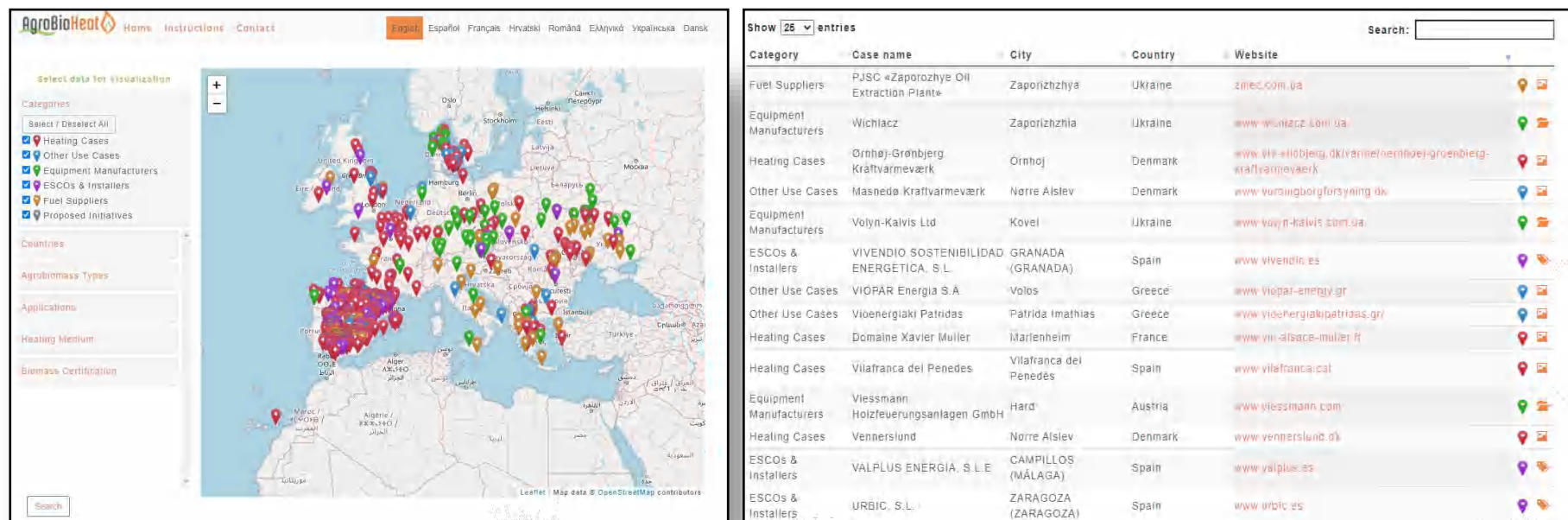
> Register



Promoviranje rješenja za grijanje na agrobiomasu u ruralnim područjima Europe

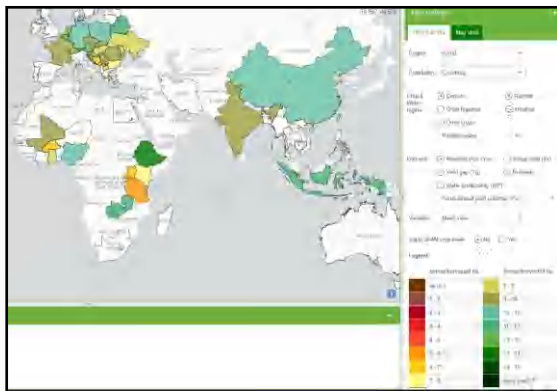
<https://agrobioheat.eu/hr/naslovna/>

- **Opervatorij AgroBioHeat projekta:** Omogućuje vizualizaciju podataka za Europu, u vezi s vrstama biomase, različitim dionicima, certifikatima za biomasu i sl.



<https://www.agrobiomass-observatory.eu/?handler=Search>

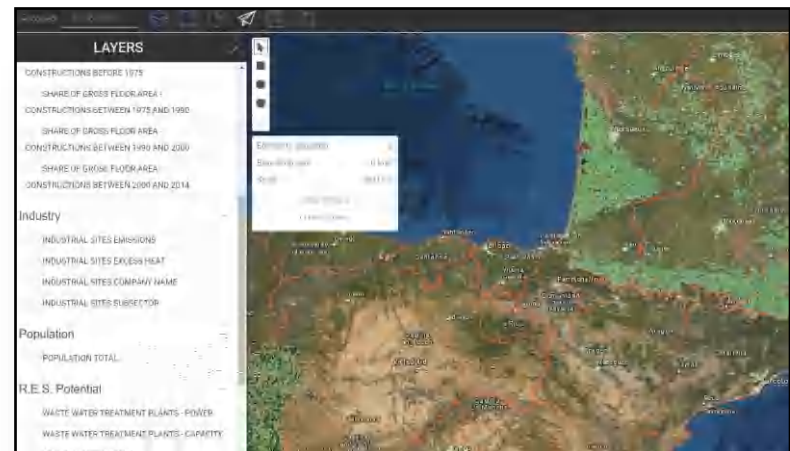
- **Yieldgap:** Atlas gdje možete filtrirati i pronaći različite prinose usjeva u cijelom svijetu.



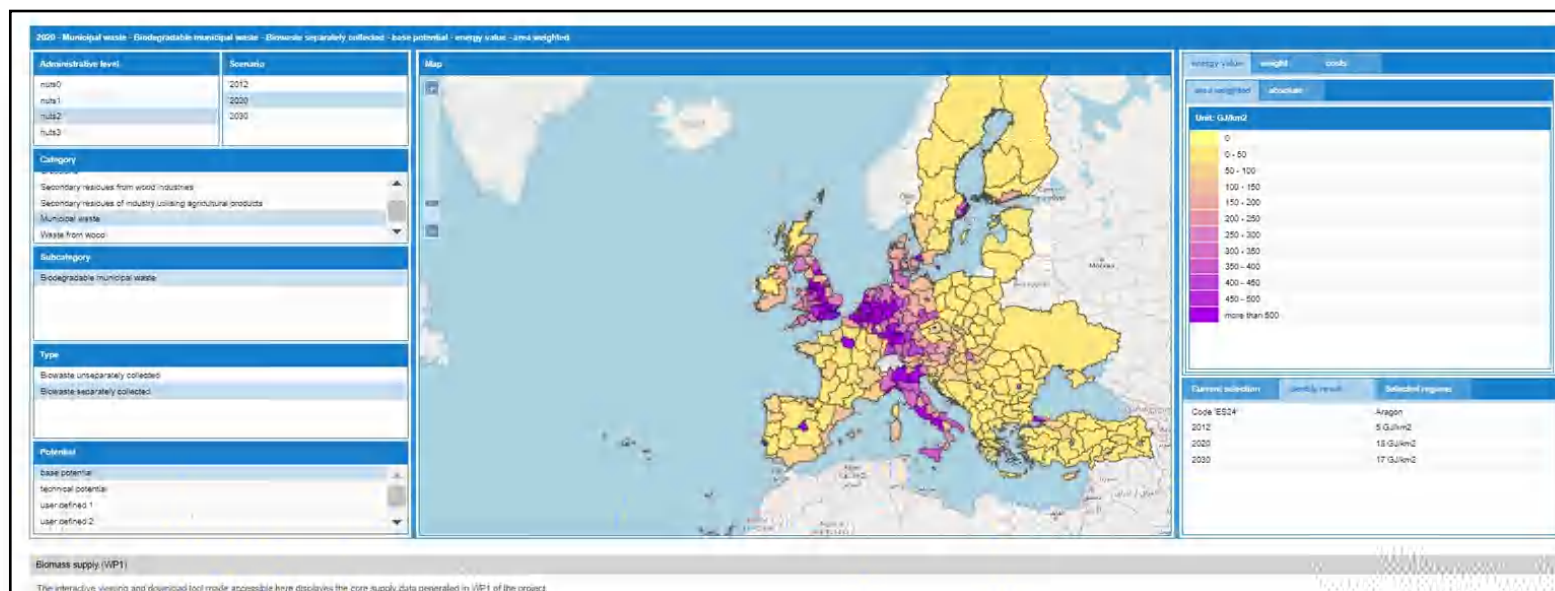
<https://www.yieldgap.org/gygaviewer/index.html>

- **Hotmaps:** Hotmaps je internetski softver temeljen na GIS-u koji podržava nadležne organe i energetske planere da postave strateški plan grijanja i hlađenja za svoju regiju.

<https://www.hotmaps.eu/map>

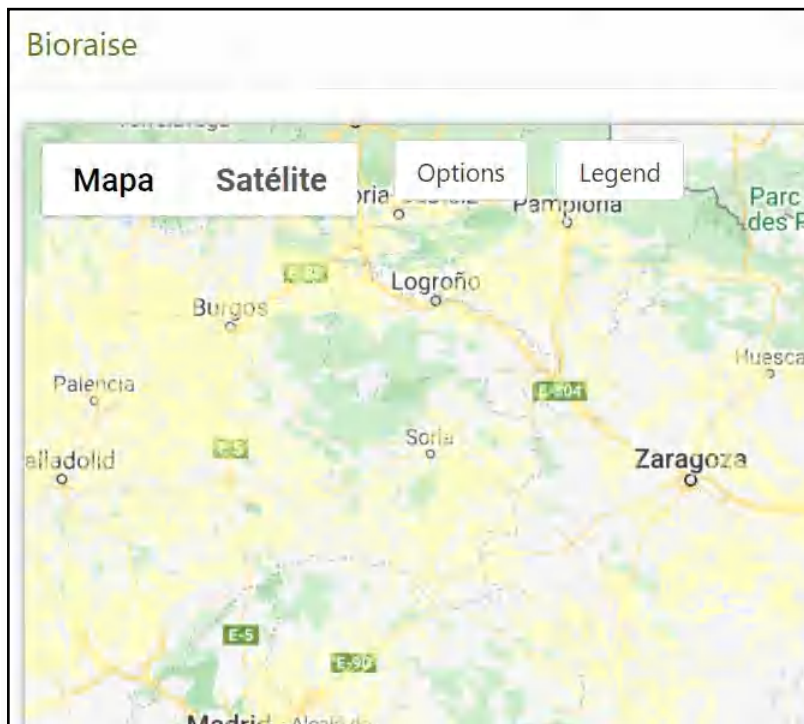


- **S2BIOM:** Glavni cilj projekta S2Biom je podržati održivu isporuku neprehrambenih sirovina biomase na lokalnoj, regionalnoj i paneuropskoj razini kroz ažurirane usklađene skupove podataka na lokalnoj, regionalnoj, nacionalnoj i paneuropskoj razini za EU28, zapadni Balkan, Moldaviju, Tursku i Ukrajinu.



<https://s2biom.wenr.wur.nl/home>

- **BioRaise:** Alat koji pruža informacije o poljoprivrednim i poljskim šumskim resursima biomase s potencijalom za korištenje energije u Hrvatskoj, Sloveniji, Španjolskoj, Francuskoj, Grčkoj, Italiji, Portugalu i Turskoj, kao i proizvođačima agroindustrijskih nusproizvoda i sudionicima na tržištu bioenergije. Platforma omogućuje izračun spomenutih resursa biomase i troškova njihove berbe i transporta.



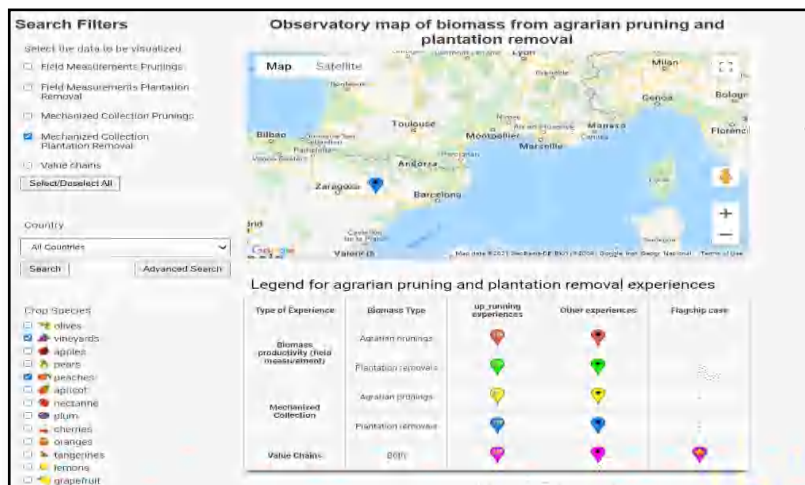
Calculation results						
Forest Biomass	Potential resources (tDM/year)	Available resources (tDM/year)	Average cost of collection (€/tDM)	Sum of potential resources (ha)	Sum of available resources (ha)	Average transport cost (€/tDM)
Conifers	39,435.51	13,330.76	57.28	71,846.47	66,557.17	14.4
Broadleaved species	47,367.88	15,914.92	48.66	36,769.06	34,518.74	15.26
Mixed	16,952.18	6,082.64	51.89	25,783.82	25,193.79	15.02
Shrub	133,166.84	31,342.93	41.27	266,164.22	155,047.75	14.51

Transportation fuel cost		1.2	€/liter	Apply
--------------------------	--	-----	---------	-------

Energy content							
Agricultural Biomass	Available resources (tDM/year)	Moisture content (% w.b.)	Available resources (tWM/year)	Ash value mean reference (% d.b.)	Energetic content (GJ/year)	Average cost of collection (€/GJ)	Average transport cost (€/GJ)
Rainfed crops	446,987.13	35	690,749.43	6.1	7,077,625.91	2.58	0.82

<http://bioraise.ciemat.es/Bioraise/home/main>

- **uP_Running:** Opservatorijska karta biomase iz agrarne rezidbe i uklanjanja nasada



<http://www.up-running-observatory.eu/en/>

- **Phyllis2:** Baza podataka za fizikalno-kemijski sastav (tretirane) lignocelulozne biomase, mikro- i makroalgi, raznih sirovina za proizvodnju bioplina i biougija.

<https://phyllis.nl/Browse/Standard/ECN-Phyllis>



- Danski priručnik „Od slame do energije – tehnologije, strategija i inovacije u Danskoj”
- Ukrajinski priručnik „Od agroindustrijskih ostataka do energije”
- Priručnik „Od kukuruznih ostatak do energije” – u izradi
- Dostupan na: hrvatski, engleski, grčki, francuski, rumunjski, španjolski i ukrajinski
- Link: https://agrobioheat.eu/wp-content/uploads/2021/02/AgroBioHeat_D7.6_Slame_do_energije_HR.pdf





Promoting the penetration of agrobiomass heating in European rural areas

Hvala na pažnji!

Glavni autor

Lucija Nađ (ZEZ), lucija.nad@zez.coop

Goran Čačić (ENEFFI), eneffi@outlook.com



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under Grant Agreement No 818369. This document reflects only the author's view. The European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency (CINEA) is not responsible for any use that may be made of the information it contains.