

KOMORA MAŠINSKIH INŽENJERA

OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE



BIOMASA

*Prof. dr Vladan
Ivanović*

Podgorica, 26.10.2023. godine

ZAŠTO ?

- Energetska potražnja je u stalnom porastu, zbog brzog rasta broja stanovnika i razvoja industrijalizacije. Razvoj energetske izvora ne drži korak sa rastom potrošnje.
- Glavni zahtevi za energijom su se do sada nadoknađivali iz konvencionalnih izvora energije kao što su ugljik, nafta, prirodni gas, itd.
- Dva glavna problema, sa kojima se svaka zemlja suočava prilikom korišćenja konvencionalnih goriva, su:
 - Ovih izvora energije je sve manje.
 - Energetska eksploatacija konvencionalnih goriva izaziva zagađenje životne sredine.
- Globalno, povećanje stope emisije gasova staklene bašte, prvenstveno CO₂, predstavlja pretnju svetskoj klimi. Ako se ovaj trend nastavi, očekuje se ekstremne prirodne nepogode, kao što su preterane kiše i poplave, ili suše posledično uz izražene lokalne neravnoteže kojima smo svedoci, i koje iz godinu u godinu postaju sve ekstremnije.

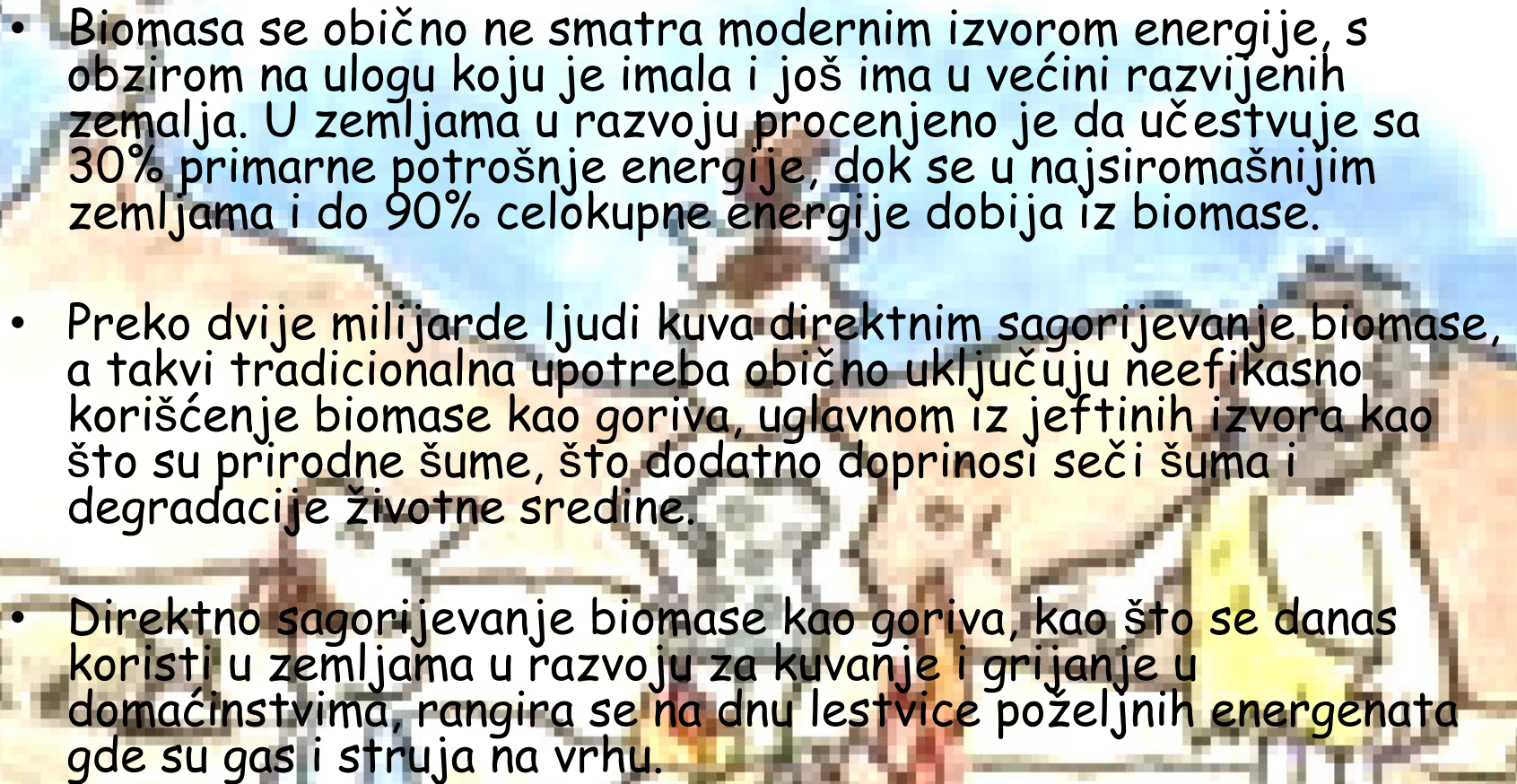
POJAM I ENERGIJA BIOMASE

- Biomasa je najstariji izvor energije koji je čovek koristio i predstavlja zajednički pojam za brojne, najrazličitije proizvode biljnog i životinjskog porijekla. Konkretno postoje različite definicije biomase, ali kao osnovna može da se navede direktiva EU.
- **Biomasa** je definisana kao biorazgradivi dio poljoprivrednih proizvoda, otpada ili ostataka iz poljoprivrede (uključujući biljne i životinjske supstance), šumski otpad i otpad srodnih industrija kao i biorazgradivi dijelovi industrijskog i komunalnog otpada.
- **Energija biomase** je konverzija biomase u korisne oblike energije, kao što su toplotna energija, električna energije i hemijski vezana energija tečnih goriva.

Biogorivo

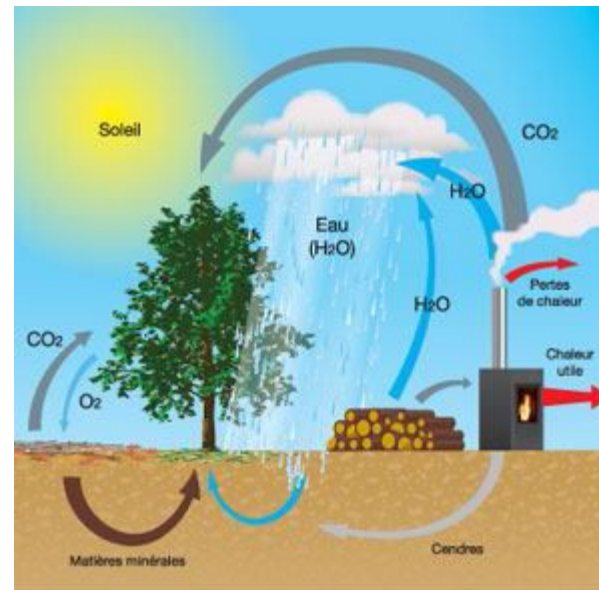
- Nisu sve biomase direktno pogodne za proizvodnju energije već se mogu konvertovati u energente koje se nazivaju biogoriva. Ovo uključuje drveni ugalj, brikete i pelete (čvrsto gorivo veće gustine energije), etanol (tečna goriva) ili bio-gas (produkt gasifikacije biomase).



- 
- Biomasa se obično ne smatra modernim izvorom energije, s obzirom na ulogu koju je imala i još ima u većini razvijenih zemalja. U zemljama u razvoju procenjeno je da učestvuje sa 30% primarne potrošnje energije, dok se u najsiromašnijim zemljama i do 90% celokupne energije dobija iz biomase.
 - Preko dvije milijarde ljudi kuva direktnim sagorijevanje biomase, a takvi tradicionalna upotreba obično uključuju neefikasno korišćenje biomase kao goriva, uglavnom iz jeftinih izvora kao što su prirodne šume, što dodatno doprinosi seči šuma i degradacije životne sredine.
 - Direktno sagorijevanje biomase kao goriva, kao što se danas koristi u zemljama u razvoju za kuvanje i grijanje u domaćinstvima, rangira se na dnu lestvice poželjnih energenata gde su gas i struja na vrhu.

Prednosti upotreba biomase kao izvora energije (1)

- Biomasa je obnovljiv, **potencijalno** održiv i **relativno** ekološki prihvatljiv izvor energije.



Zatvoreni ciklus CO₂ u prirodi

količina drvene mase koja se troši kao gorivo, mora biti kontinuirano nadomještana istom količinom rastuće biomase

Prednosti upotreba biomase kao izvora energije (2)

- Ogroman broj različitih materijala dostupni su iz biomase što daje korisniku mnoge nove moguće načine upotrebe.
- Goriva iz biomasa imaju zanemarljiv sadržaj sumpora i, stoga, ne doprinose emisije sumpor dioksida koje uzrokuju kisele kiše.

Prednosti upotreba biomase kao izvora energije (3)


- Sagorijevanje biomase proizvodi manje pepela nego sagorijevanja uglja i pepeo nastao sagorijevanjem biomase može da se koristi kao aditiv zemljišta na farmama, itd.
- Sagorijevanje poljoprivrednih i šumskih ostataka kao i komunalnog čvrstog otpada za proizvodnju energije je efikasan način koji smanjuje značajan problem odlaganja otpada, posebno u gradskim područjima.

Prednosti upotreba biomase kao izvora energije (4)

- Biomasa je domaći resurs koji ne podleže promenama cijena na svetskim berzama ili neizvesnosti u snabdevanju kao kod uvoznih goriva.
- Biomasa obezbeđuje čist, obnovljiv izvor energije koji bi mogao poboljšati našu životnu sredine, ekonomiju (naročito u ruralnim sredinama) i energetske sigurnost.
- Upotreba biomase može biti način da se spreči veća proizvodnja ugljen-dioksida u atmosferi jer generalno ne povećava atmosferski nivo ugljen-dioksida.

Podjele

biomase

- 
- A close-up photograph of a person's hand holding a small, vibrant green seedling with several leaves. The seedling is planted in a mound of dark, rich soil. The background is a soft-focus green field, suggesting an outdoor setting. The overall image conveys a sense of growth, care, and environmental stewardship.
- Prema sirovini koja se koriste za dobijanje određenje biomase data je sledeća podjela:
 - biomasa iz drvne industrije (šumska biomasa);
 - poljoprivredna biomasa;
 - energetske zasadi;
 - biomasa sa farmi životinja;
 - morska biomasa;
 - komunalni otpad.

Biomasa iz drvne industrije



- Šumska biomasa, koja se koristi ili se može koristiti u energetske svrhe sastoji se od ogrevnog drveta, ostataka šumarstva (iz proreda i seča), materijala čišćenja šuma da ih zaštiti od šumskih požara, kao i nusprodukata iz drvne industrije.
- Biomasa iz drvne industrije čine ostaci i otpad pri rezanju, brušenju, blanjanju kao i pri drugim vrstama obrade drveta. Biomasa iz drvne industrije koristimo kao gorivo u kotlovima i kao sirovinu za proizvodnju briketa.

Drvo je najčistije gorivo

- Drvo se na današnjem stepenu razvoja tehnologije različitim postupcima i sredstvima preraduje u različite oblike podesne za krajnju upotrebu koji imaju i različitu energetska vrednost.
- U tom smislu potrošačima se danas najčešće nude sledeći oblici goriva na bazi mehaničke prerade drveta:
 - cjepano drvo
 - drvena sječka
 - drvni briketi i
 - drvni peleti.





Element	Simbol	Težinski udio sveden na suhu masu bez pepela
Ugljenik	C	44 – 51
Vodonik	H	5,5 – 6,7
Kiseonik	O	41 – 50
Azot	N	0,12 – 0,6
Sumpor	S	0,0 – 0,2

Vlažnost (%)	Gornja toplotna moć (MJ/kg)	Stepen iskorišćenja ložišta (%)	Korisna toplota (MJ/kg)
0	19,8	80	15,8
10	17,8	78	13,9
40	14,5	74	12,1

Toplotna moć raznih vrsta drveta

Vrsta drveta	Gustoća	Toplotna moć pri W = 0 %,	Toplotna moć pri W = 15%		
	kg/m ³	MJ/kg	MJ/kg	GJ/m ³	GJ/m ¹
grab	830	17,01	13,31	11,047	7,773
bukva	720	18,82	14,84	10,685	7,479
hrast	690	18,38	14,44	9,964	6,975
jasen	690	17,81	13,98	9,646	6,752
brest	680	-	14,70	9,996	6,997
javor	630	17,51	13,73	8,650	6,055
bagrem	770	18,95	14,97	11,527	8,069
breza	650	19,49	15,43	10,029	7,020
kesten	570	-	13,29	7,575	5,302
vrba bijela	560	17,85	13,65	7,644	5,351
vrba siva	560	17,54	13,73	7,689	5,382
joha crna	550	18,07	14,21	7,815	5,470
joha bijela	550	17,26	13,52	7,436	5,205
topola crna	450	17,26	13,15	6,084	4,259
smreka	470	19,66	15,60	7,332	5,132
jela	450	19,49	15,45	6,952	4,866
bor obični	520	21,21	16,96	8,819	6,173
ariš	590	16,98	14,86	8,767	6,137

Napomena: Za preračunavanje kubnih u dužne metre uzet je faktor 0,7

Poljoprivredna biomasa

- Poljoprivredna biomasa koja se može koristiti za proizvodnju energije definiše se kao ostataka biomase iz ratarskih poljoprivrednih kultura (stabljike, grane, lišće, slama, kukuruzovina, oklasak, otpaci od orezivanja, itd) i biomase iz nusprodukata preradu poljoprivrednih proizvoda (ljuske, koštice, ostatak od prerade maslina, voća, itd).



Na toplotnu moć **nedrvne biomase** podjednako utiču udeo vlage i pepela. Udeo pepela u nedrvenim biljnim ostacima može iznositi i do 20% pa značajno utiče na toplotnu moć. Generalno, supstance koje čine pepeo nemaju nikakvu energetska vrednost.

Gornja toplotna moć i hemijski sastav nedrvne biomase

Vrsta nedrvne biomase	Hg	Elementarni sastav [%]								
	MJ/kg	A	C	H	N	S	O	P	K	Mg
bambus	15,85	3,98	-	-	-	-	-	-	-	-
ječam, cijela biljka	17,6	3,7	46,1	6,63	1,24	0,11	42	7,6	15,4	2,5
silirani kukuruz	17,1	5,5	47,3	7,54	1,85	0,43	39	-	-	-
kukuruzovina	16,8	5,3	45,6	5,4	0,3	0,04	43	2,2	21,8	4,3
slama uljane repice	17	6,5	48,3	6,3	0,7	0,2	38	-	-	-
pšenica, cijela biljka	16,99	3,6	46,5	6,84	1,71	0,13	41	5,8	14,5	2
slama pšenice	17,1	5,3	46,7	6,3	0,4	0,01	41	3,1	17	1,5

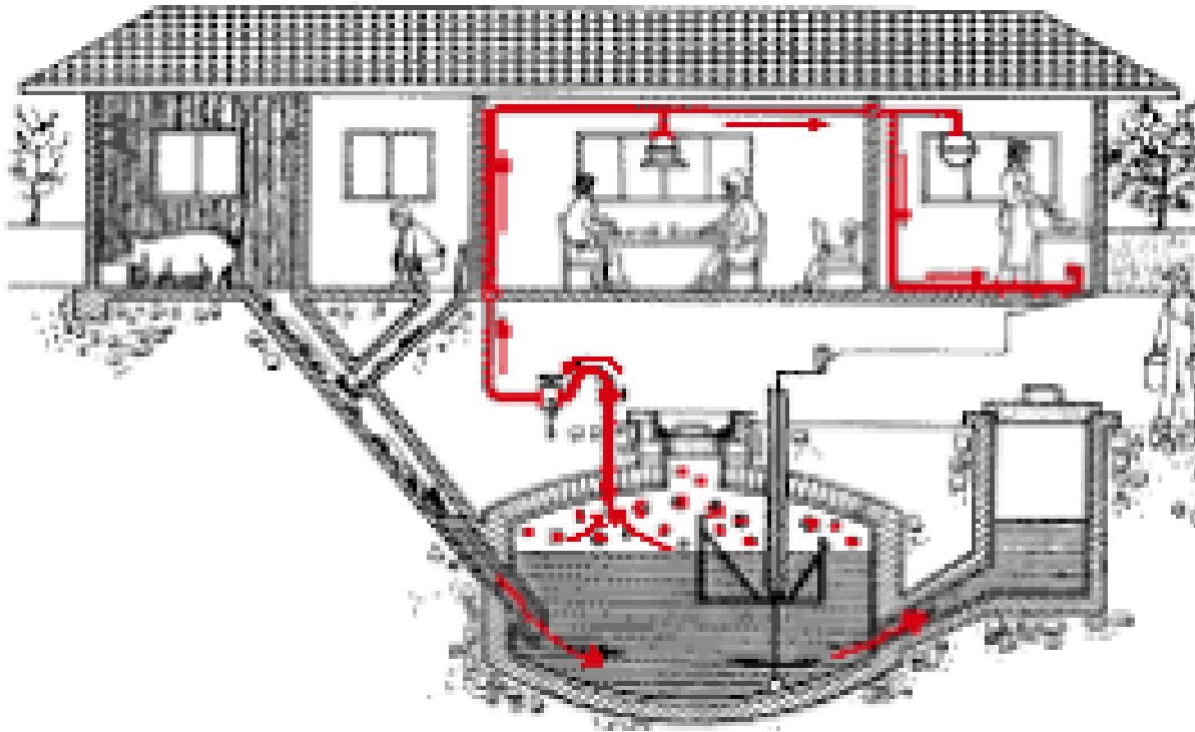
Energetski zasadi

- Energetska plantaža znači uzgoj izabranih vrsta zasada, drveća i žbunja, koje se seku u relativno kraćem vremenu i specijalno su namenjene za gorivo.
- Energetske plantaže zavise od dostupnosti zemljišta i vode i pažljivog upravljanja biljkama. Ogrevno drvo može da se koristi direktno u pećima i kotlovima ili da se prerađuje u metanol, etanol i bio-gas.
- Kod nas bi se najviši prinosi postizali sa raznim vrstama bagrema, vrbe, eukalptusa, mimoze, topolama i jablanima. Svojstva ovakvih energetskih zasada su: kratka oplodnja, veliki prinosi.

A year-old clonal stand
of *Eucalyptus* hybrid,
Pointe-Noire, Congo

Acacia mangium, Riau province,
Sumatra, Indonesia

Biomasa sa farmi životinja



- Potencijal biomase sa farmi životinja obuhvata prvenstveno otpad iz procesa intenzivnog gajenja stoke, sa farme živine, farme svinja, farmi goveda kao i klanica. Životinjski otpad je bogat izvor goriva. Kolači balege pripremljeni sa životinjskim otpadom mogu da se koristi za ispunjavanje energetske zahteve za kuvanjem u seoskim i prigradskim područjima.

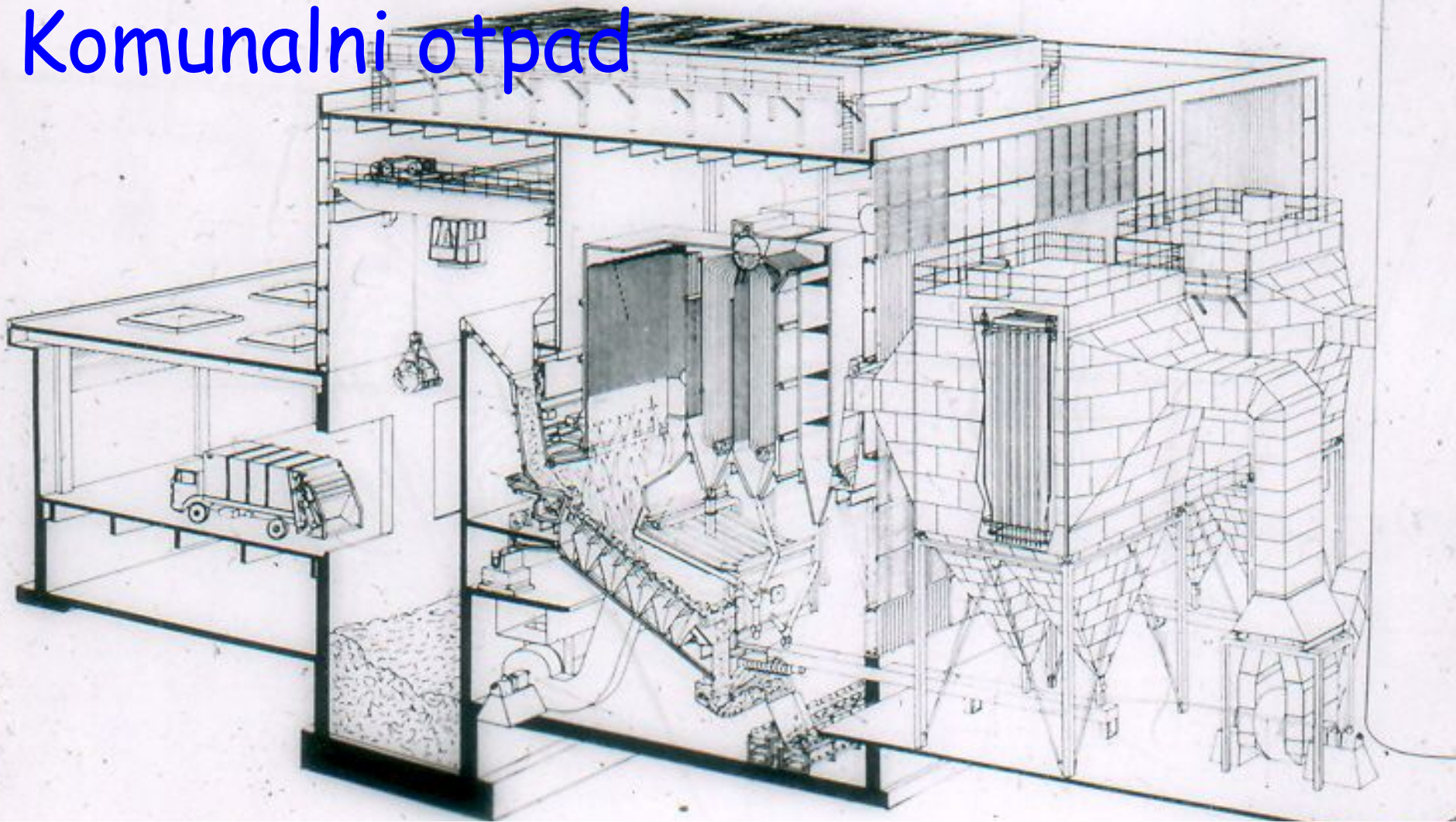
	<ul style="list-style-type: none"> - 1 UG = 0,6 - 1,2 krava muzara - približno 1,3 m³ biogasa dnevno po UG - toplotna vrednost: 6 kWh/Nm³
	<ul style="list-style-type: none"> - 1 UG = 2 - 6 svinja - približno 1,5 m³ biogasa dnevno po UG - toplotna vrednost: 6 kWh/Nm³
	<ul style="list-style-type: none"> - 1 UG = 250 - 320 koka nosilja - približno 2 m³ biogasa dnevno po UG - toplotna vrednost: 6,5 kWh/Nm³
	<ul style="list-style-type: none"> - Silaža kukuruza, trave, lisne mase... - 600 - 640 m³ biogasa po toni OSM - toplotna vrednost: 5,5 - 6 kWh/Nm³
	<ul style="list-style-type: none"> - Industrijske organski zagadene odpadne vode - 0,20 - 0,40 m³ CH₄/kg HPK - 60 - 80% CH₄ u biogasu

Energetski potencial biomase na farmama se određuje prema broju tzv. uslovnih grla stoke. Uslovno grlo (UG) predstavlja životinju (ili više njih), težine 500 kg žive vage.

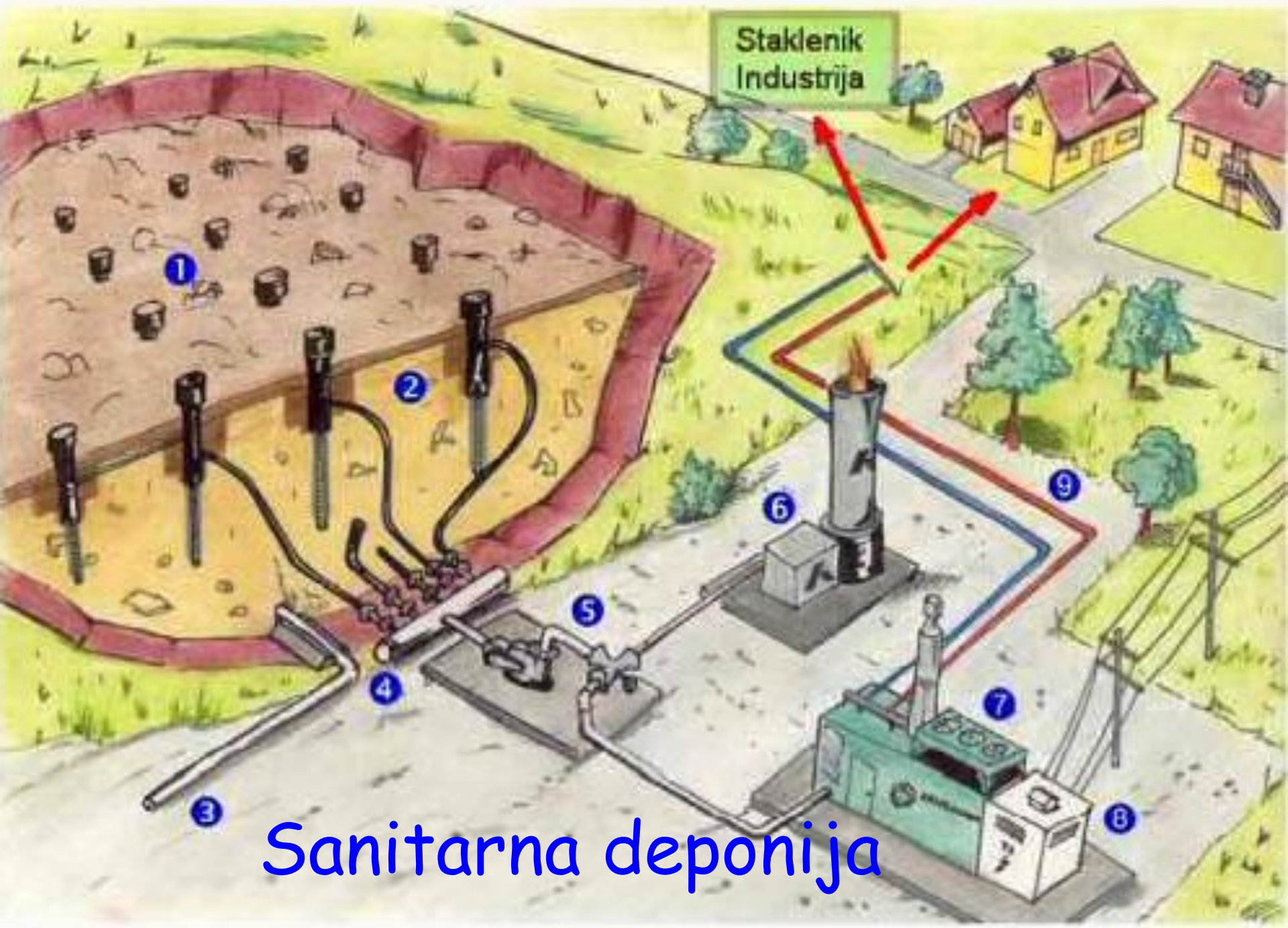
Toplotna moc biogasa zavisi od sadržaja metana i za prosečan sadržaj od 65% metana iznosi $H_u = 6,4 \text{ kWh/Nm}^3$. Koristeći odgovarajuće gasne motore, kojih ima na tržištu, moguće je u praktičnom pogonu proizvoditi iz 1 Nm³ biogasa oko 2,5 kWh električne i 3,3 kWh toplotne energije.

, OSM je organska suva materija, a HPK - hemijska potreba kiseonika.

Komunalni otpad



- *Gradski otpad zahteva velike investicione troškove, ali on predstavlja vredno gorivo koje sadrži značajnu toplotnu vrednost, pa je njegovo zbrinjavanje metodom deponovanja i nekontrolisanom biološkom razgradnjom štetno u svakom pogledu.*
- *Tehnologija sagorevanja otpada na rešetkama je trenutno najrasprostranjenija tehnologija za termičku obradu otpada, a koristi se više od stotinu godina.*



Staklenik
Industrija

Sanitarna deponija

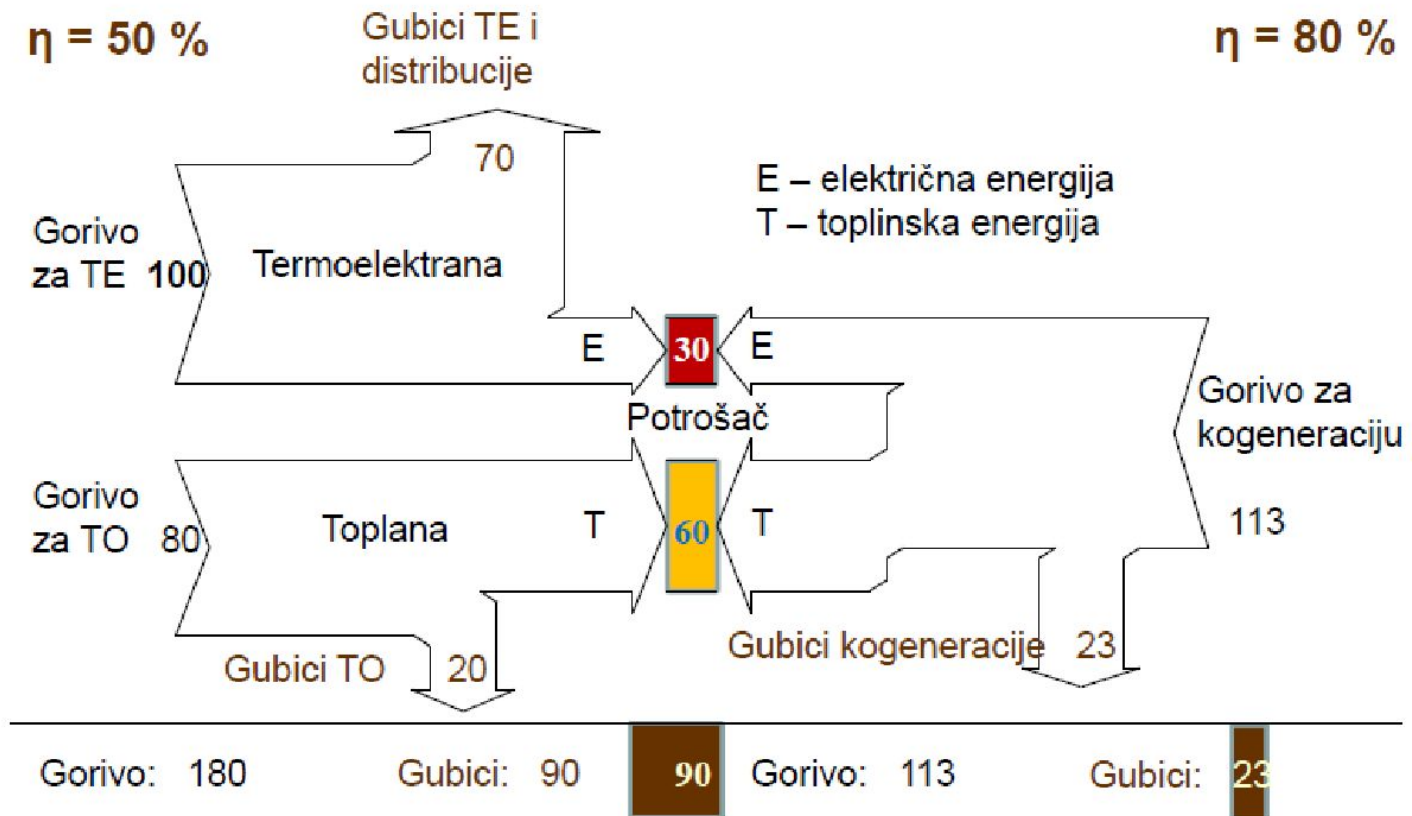
Kogeneracija

**Odvojena proizvodnja:
kondenzacijska TE + toplana (TO)**

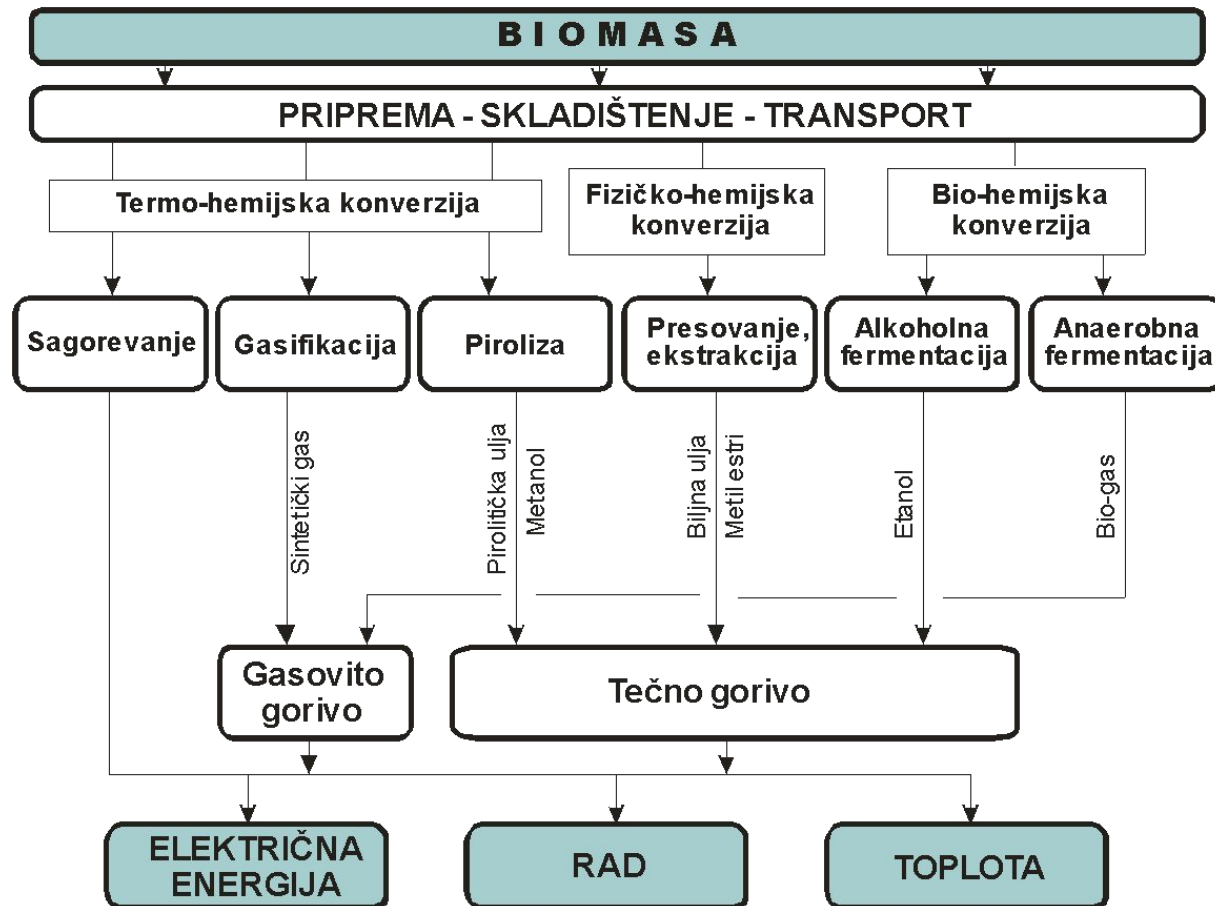
**Kogeneracija:
termoelektrana – toplana (TE-TO)**

$\eta = 50 \%$

$\eta = 80 \%$



Tehnologije obrade biomase



- Osnovni problem u preradi biomase je velika vlaga, a nedostatak je mala energetska vrednost po jedinici mase. Prerada biomase se vrši sa ciljem dobijanja pogodnijeg oblika za transport, skladištenje i upotrebu.

Da li je sve idealno?

- Međutim, i pored mnogih prednosti koje poseduje biomasa kao izvor energije u eksploataciji biomase postoje i određene nepogodnosti za primjenu. Neka od njih su:
 - manipulacioni i ekonomski problemi sa sakupljanjem, pakovanjem i skladištenjem biomase
 - periodičnost nastanka biomase
 - mala zapreminska masa i toplotna moć biomase svedena na jedinicu zapremine
 - razuđenost u prostoru
 - nepovoljan oblik i visoka vlažnost biomase
 - visoke investicije za postrojenja za preradu, pripremu, sagorijevanje biomase, itd.

Za razmišljanje ?



- Istraživanja u Švajcarskoj, Austriji i Nemačkoj su pokazala da mnoga od projektovanih postrojenja na biomasu (uglavnom drvo) koja su napravljena za potrebe daljinskog grijanja imaju mnogo više troškove proizvodnje nego što je očekivano.
- U zavisnosti od veličine postrojenja predviđeno 5-10 €/ct/kWh a stvarni troškovi proizvodnje su od 13-25 €/ct/kWh.
- Glavni razlog je **neprofesionalno rukovodjenje projektom** i slabo planiranje.



- Glavni tehnički nedostaci su:
 - Zahtevi potrošača za topotom su preuveličani
 - Rezerve u kapacitetu i strujnim krugovima u toplani koje nikada nisu potrebne
 - Veličine silosa su mnogo veće nego što je potrebno
 - Mali stepen korisnosti kotla, zbog niskog kapaciteta
 - Kvalitet goriva ne odgovara zahtevanim karakteristikama goriva postrojenja
 - Zastoji u hidrauličkom i kontrolnom sistemu dovode do velikih operativnih troškova.
- Investicioni troškovi su realno proračunati.

Sistem grijanje na biomasu

Implementacija rešenja za grejanje na biomasu za određenu lokaciju ili klijenta je potencijalno složena procedura.

Kod sistema grejanja na biomasu postoji izbor kotlova i goriva, i iako se oni često mogu integrisati sa postojećim distributivnim sistemom, potrebne su brojne dodatne komponente da bi sistem radio optimalno. Nemože se samo jednostavno zameniti kotao.

To će uključivati skladištenje i rukovanje gorivom, dodatne kotlove, opcije za akumulatore toplote i postrojenje za odvođenje pepela.

Iz tog razloga retko govorimo o kotlu na biomasu kao pojedinačnom uređaju i radije ga nazivamo sistem na biomasu.

Sistem grijanje na biomasu - sistem sistema



- Projektovanje kompletnog sistema grijanja na biomasu zahteva dubinsko poznavanje svake od komponenti sistema. Uspesne instalacije na biomasu zavise od pažljivog proračunavanja toplotnog opterećenja i moraju da vode računa o mnoštvu karakteristika same lokacije, tako da je svaki sistem biomase različit.

Životni ciklus projekta sistema na biomasu

- Korisno je razmotriti faze realizacije projekta biomase i istaći aktivnosti koje treba da se odvijaju tokom svake faze ciklusa. Ovo se može rezimirati kao:
 - Analiza koncepta projekta - pitanje predizvodljivost
 - Faza definisanje projekta – pitanje izvodljivosti
 - Implementacija – izgradnja postrojenja
 - Predaja postrojenja korisniku
 - Rad postrojenja

Pitanja pred-izvodljivosti

Da li je toplotno opterećenje i način potrošnje na lokaciji pogodan sistemu biomase?

Kotlovi na biomasu rade najefikasnije kada duže rade oko svog nominalnog kapaciteta. Lokacije sa niskom potrebom za toplotom ili na kojima su opterećenja veoma promenljiva treba pažljivije razmatrati.

Da li u tom području postoji odgovarajući dobavljač goriva?

Pristup visokokvalitetnom gorivu, po mogućnosti od više dobavljača, je od vitalnog značaja. Postoje sveobuhvatni standardi goriva kako bi se osiguralo pravilno napajanje kotlova. Loš kvalitet ili pogrešno određeno gorivo je čest uzrok grešaka u sistemima biomase.

Da li postoji prostor za smeštaj kotla, akumulatora toplote i skladišta goriva?

Kotlovi na biomasu znatno su veći od sličnih kotlova na fosilna goriva, a akumulatori i pomoćna oprema takođe zahtevaju prostor. Drvna goriva su manje energetske gustine pa takođe traže dovoljno prostora za skladištenje.

Da li postoji dobar pristup mestu za dostavna vozila i prostor za njihovo okretanje i manevrisanje?

Veličina i vrsta vozila zavisice od goriva koje će biti određeno, dok će broj isporuka zavisiti od energetske gustine goriva i veličine skladišta.

Pitanja izvodljivosti

Koliki će biti kapacitet kotla?

Veličina kotla je kritična u odlučivanju i ima posledice na svaki drugi element u sistemu. Predimenzionisani kotlovi rade manje efikasno i imaju veće nivoe emisija i znatno će doprineti troškovima projekta.

Koliko prostora je potrebno za smeštaj kotla?

Upotreba postojećih zgrada može pomoći da se smanje troškovi projekta, ali treba voditi računa o akumulatorima toplote, dodatnim cevovodima i, u nekim slučajevima, dodatnom kotlu za pokrivanje vršnih opterećenja. Oprema kotla za biomasu se takođe mora redovno održavati, tako da se mora ostaviti dovoljno prostora za rutinske zadatke, kao što su rukovanje pepelom i čišćenje.

Koliko prostora je potrebno za skladištenje goriva?

To će zavisiti od veličine kotla, vrste goriva, kapaciteta dostavnih vozila kao i potrebe za toplotom postrojenja koje se zagreva. Niže zalihe goriva sa otežanim pristupom mogu ograničiti mogućnosti snabdevanja gorivom i povećaće učestalost isporuka na lokaciju.

Dimnjak?

Propisi u skladu sa lokacijom definišu veličinu i visinu dimnjaka. Treba da osiguraju slobodno rasprostiranje dimnih gasova i osiguraju da nema opasnosti od požara.

Sistemi za sagorevanje biomase

- Sagorevanje biomase je glavni tehnološki način korišćenja i odgovoran je za preko 90% globalnog doprinosa bioenergiji.
- Izbor i projektovanje sistema za sagorevanje biomase je određen nizom faktora, od kojih su najvažniji:
 - Karakteristike goriva koje se koristi;
 - Kapacitet postrojenja i obrazac potrošnje;
 - Troškovi i performanse opreme

Izbor pravog goriva



- Najvažnije fizičke karakteristike goriva:
 - Toplotna moć;
 - Sadržaj vlage;
 - Nasipna gustina;
 - Energetska gustina;
 - Veličina čestica/komada;
 - Sadržaj pepela;

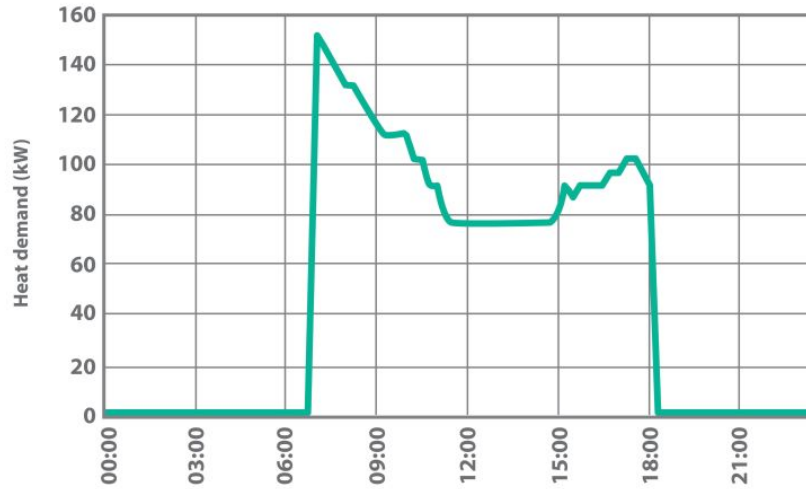
- Uopšteno, goriva niskog kvaliteta pokazuju nehomogene karakteristike, uključujući visok sadržaj vlage, promenljivu veličinu čestica i loše topljenje pepela.
- Takva goriva se obično koriste u sistemima velikog kapaciteta, dok su za manje sisteme potrebna goriva višeg kvaliteta. To je prvenstveno zbog složenosti i robusnosti sistema za dovodjenje goriva, tehnologije sagorevanja i upravljanja emisijama.
- Drvna sječka (iver, čips) niskog kvaliteta može imati sadržaj vlage od 50% ili više i imaće relativno nisku energetska gustinu (630-860 kWh/m³ zavisno od vrste), dok će se očekivati da sječka visokog kvaliteta budu sa oko 30% vlage (690- 930 kWh/m³). Očekuje se da će drvene pelete visokog kvaliteta imati manje od 10% vlage i da će imati energetska gustinu od oko 3100 kWh/m³.

Odredjivanje kapaciteta kotla

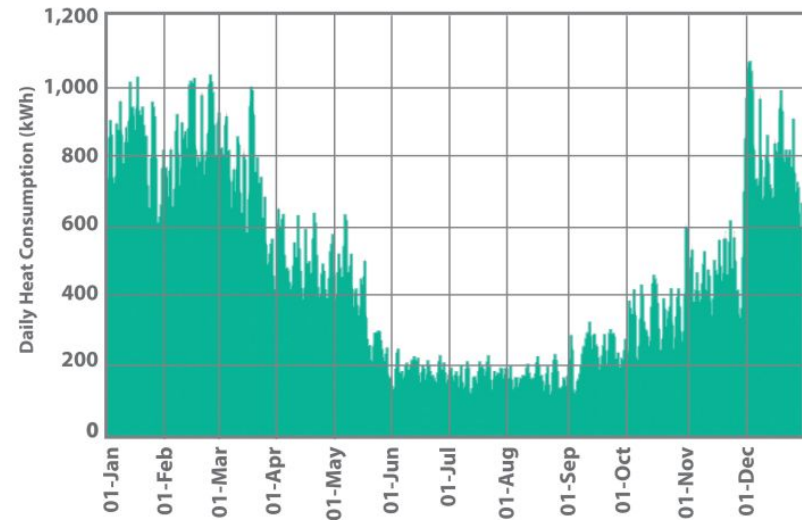
- Pri projektovanju postrojenja na biomasu potrebno je blisko saradivati sa proizvođačem ili dobavljačem opreme za biomasu kako bi se koordiniralo projektovanje sa zahtjevima opreme.
- Kotlovi na biomasu su manje elastični u pogonu i ako se predimenzionišu često se uključuju ili isključuju u procesu koji se naziva ciklični pali-gasi režim.
- Ovo je loše iz više razloga i može dovesti do:
 - Lošijeg sagorevanja;
 - Niže efikasnosti;
 - Veće emisije;
 - Dodatnog habanja komponenti;
 - Povećana verovatnoća kvarova i zastoja.

Dijagrami potrošnje

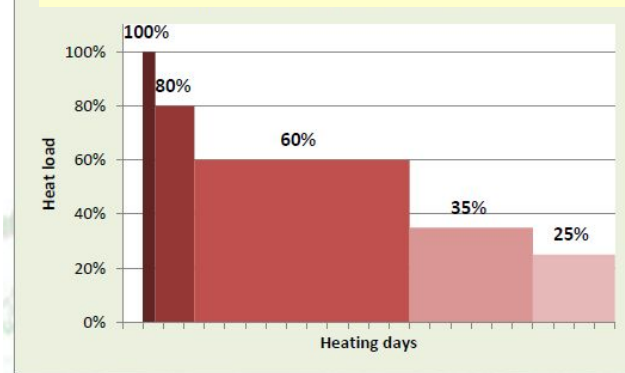
Dnevni dijagram potrošnje

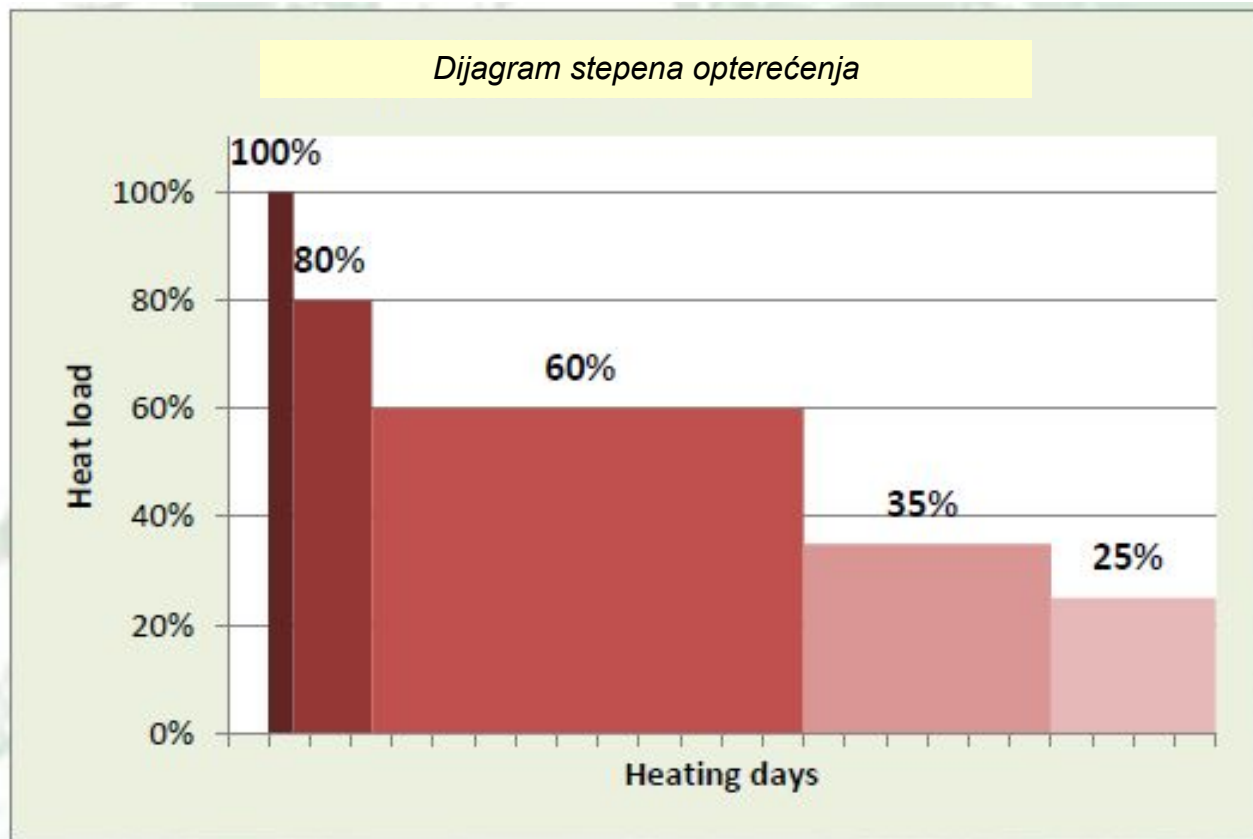


Godišnji dijagram potrošnje



Dijagram stepena opterećenja



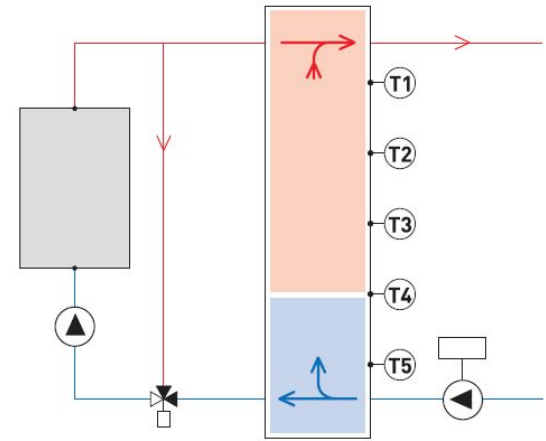


- Pri odabiranju kapaciteta kotla mora praviti razlika između baznog i vršnog opterećenja, a kotlovi su često dimenzionisani tako da zadovoljavaju samo deo vršnog opterećenja.
- U gornjem primeru, broj sati koji rade u punom kapacitetu biće maksimalizovan pomoću kotla kapaciteta 50% -60% vršnog opterećenja. Ovaj kotao bi bio mnogo jeftiniji za kupovinu i nikada ne bi bilo potrebno da radi sa manje od 50% njegovog kapaciteta.

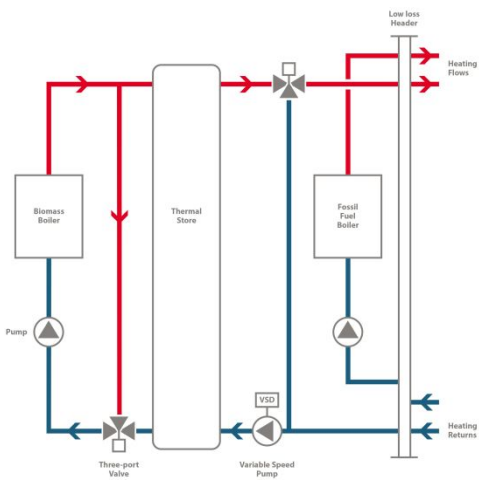
- Tamo gde je potrebna procesna toplota ili potražnja ne varira značajno tokom grejne sezone, profil će izgledati mnogo ravnomernije i kotao može biti veličine pri ili blizu vršnog opterećenja.
- Preostala potreba za toplotom može se zadovoljiti dodatnim kotlovima, često manjim kotlovima na fosilna goriva, ali i drugim kotlovima na biomasu ili akumulatorima toplote - termičkim skladištima. Nije neobično da kotao veličine oko 50% vršnog opterećenja može da ispuni 85% ukupne potrebe za toplotom u kombinaciji sa odgovarajućim akumulatorom toplote.
- Treba istaći da određivanje kapaciteta sistema zavisi od mnogih varijabli koje se odnose na namjenu i način na koji se troši toplota. To je posao stručnjaka.

Akumulatori toplote

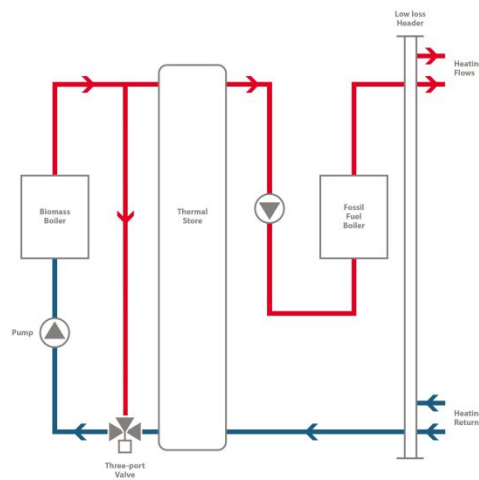
- Kotlovi na biomasu reaguju sporije od kotlova na fosilna goriva i u većini slučajeva sistemi grijanja na biomasu moraju uključiti i akumulatore toplote. (accumulator tank or buffer tank)
- Pravilno projektovani i integrisani toplotni sistem za skladištenje maksimalizovaće broj sati koje će bojler moći da radi pod punim opterećenjem i povećava udio opterećenja koje zadovoljava kotao na biomasu. To će smanjiti ukupne troškove proizvodnje toplote i poboljšati stepen ukupne emisije CO_2 .



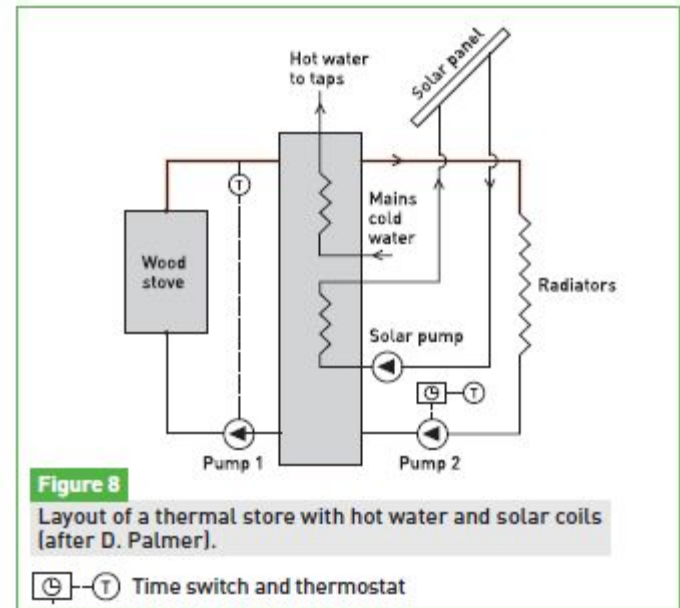
source: www.biomassenergycentre.org.uk (D.Palmer)



Paralelna veza



Serijska veza



Finansije ?

- Investicioni troškovi kotlova na biomasu uglavnom su veći od kotlova na fosilna goriva, a projektni troškovi mogu brzo da eskaliraju dodatnom opremom za upravljanje gorivom i skladištenjem goriva.
- Međutim, ovi kotlovi mogu trajati i više od 20 do 25 godina, a niže cene drvnog goriva mogu značiti da ceo životni vek sistema biomase **može** biti generalno jeftiniji.



Toplana 3,2 MW

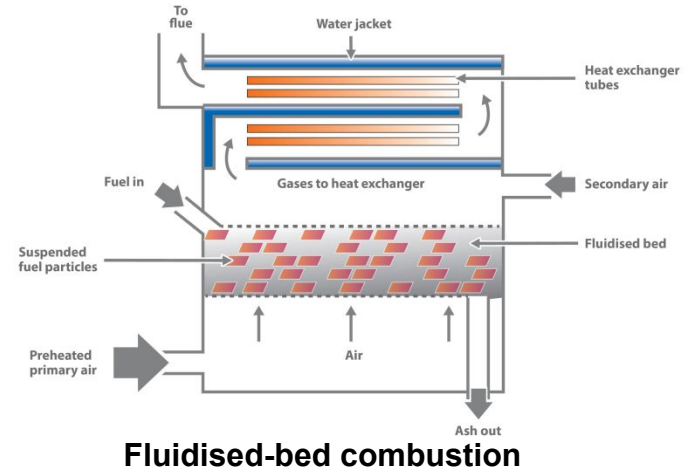
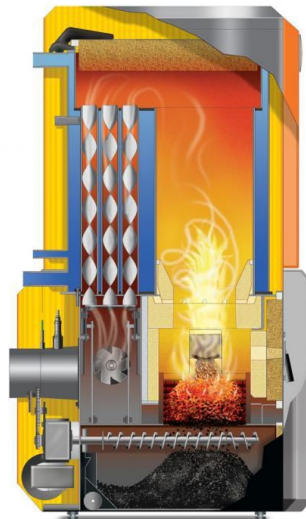
Tehnologije grijanja sa niskim udjelom ugljenika, poput biomase, mogu biti prihvatljive za čitav niz finansijskih podsticaja, kao i za životnu sredinu i društvene dobrobiti, koji takođe mogu uticati na odluku o izgradnji postrojenja. Savremeni sistemi na biomasu su čisti i efikasni. Važno je osigurati da rukovaoci prođu obuku o svim aspektima rada i osnovnog održavanja, kao što su pražnjenje pepela, čišćenje i pronalaženje jednostavnih grešaka.



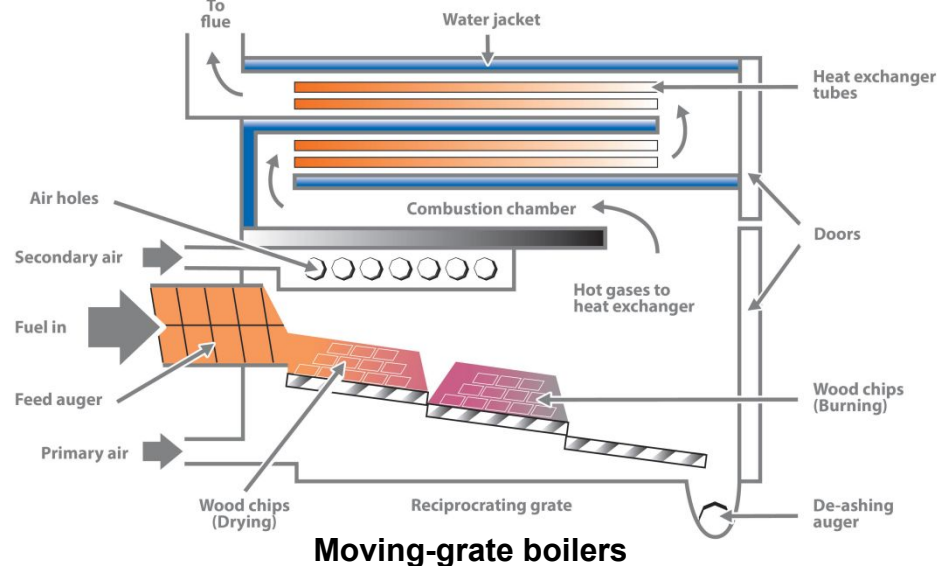
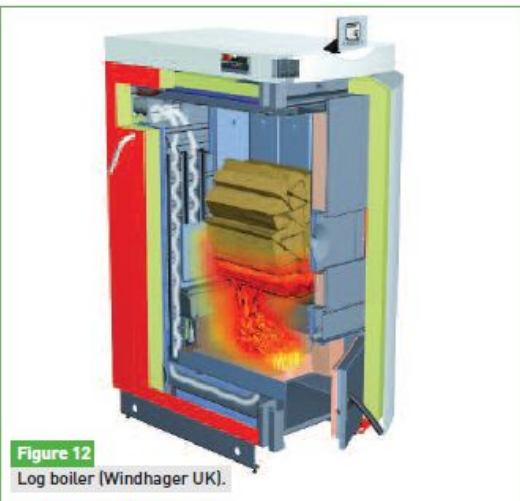
Pitanja?



O čemu nismo pričali?



underfed stoker





Belt conveyor



Walking floor



Screw conveyor



Dunster biomass heating

Agitator and auger in wood chip store



Fuel bunkers and storage

- a. Direct access with vehicle
- b. Blown delivery with horizontal auger and vertical fall to boiler
- c. Indirect access with pre drying two stage transfer
- d. Direct tipping into external underground store
- e. Indirect tipping into external bunker with auger transfer

Adapted from original by O.Ö. Energiesparverband

Figure 14, Selected fuel bunker storage options

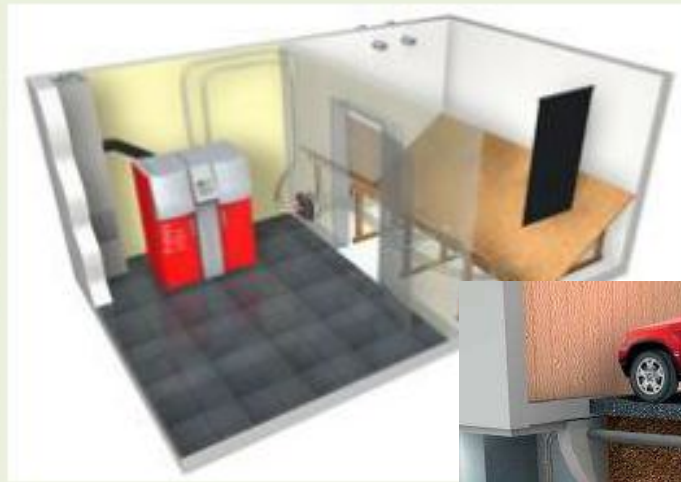


Figure 15, Selected internal and external pellet storage options



Figure 16, Automatic ash extraction auger from stepped grate boiler and external ash bin



Figure 6.1: Conveying ash to a separate container within the boiler house



Wood chip hook bins and transverse auger



Containerised biomass heating cabins