



POLJOPRIVREDNI FAKULTET

Departman za poljoprivrednu tehniku

Novi Sad

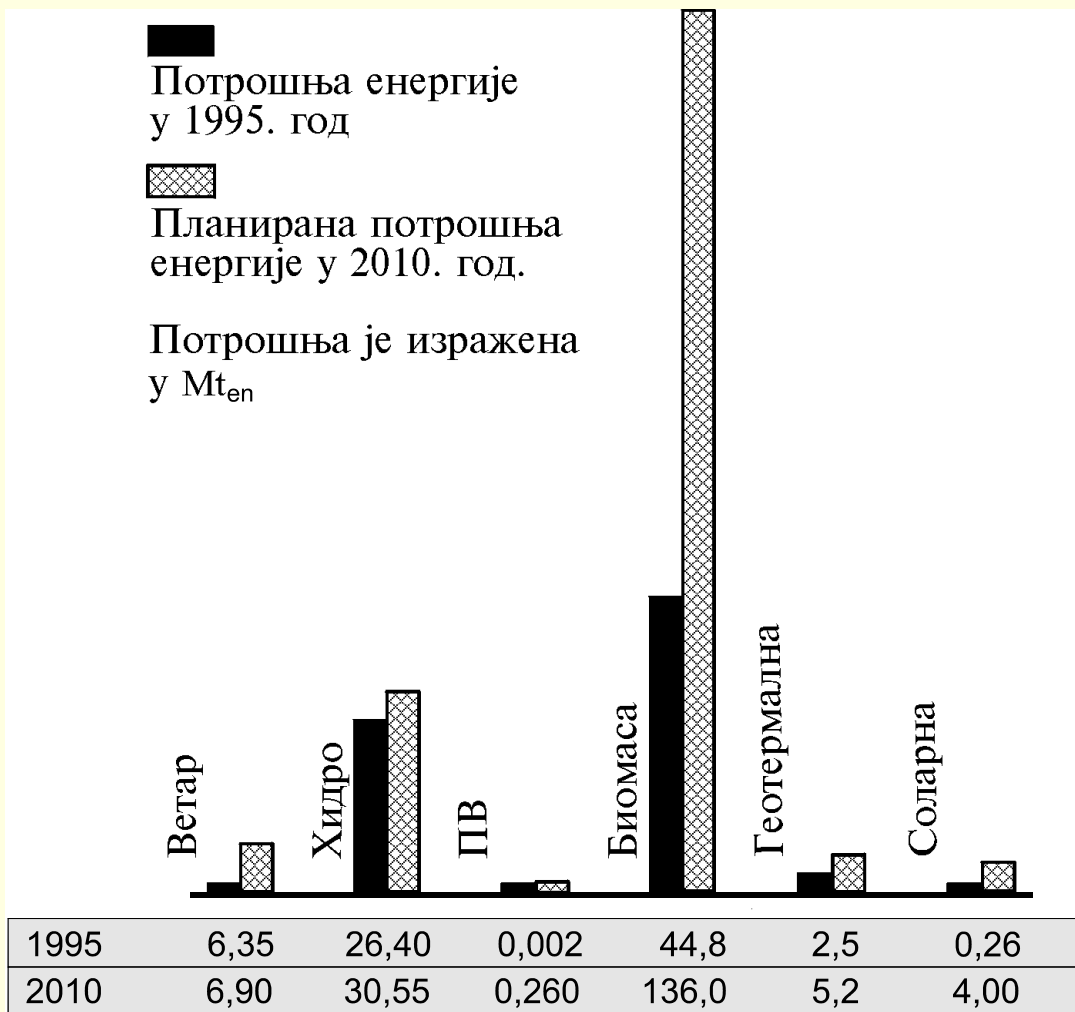
BIOMASA KAO BIOGORIVO

POTENCIJALI BIOMASE NASTALE U PROCESIMA POLJOPRIVREDNE PROIZVODNJE KAO GORIVA

ZNAČAJ POSMATRANE PROBLEMATIKE

- Korišćenja konvencionalnih izvora energije mora se značajno smanjiti
- U našoj zemlji, biomasa je jedan od najrealnijih energetske izvora za supstituciju konvencionalnih energenata
- U agrokompleksu Srbije svake godine je na raspolaganju preko 11,5 miliona tona biomase
- Boljim i znatno većim korišćenjem biomase može se zadovoljiti od 8-10% energetske potreba Srbije (danas se koristi manje od 1%)
- Preduslov navedenih stremljenja podrazumeva da se dobijanje energije iz biomase realizuje na termoenergetskim postrojenjima visoke energetske, ekološke i ekonomske efikasnosti.

PREDVIĐENI ENERGENTI ZA KORIŠĆENJE U EVROPSKOJ UNIJI



VRSTE BIOGORIVA

U **čvrsto biogorivo** spada: slama od žitarica i uljarica, kukuruzovina, oklasak (kočanka), stabljike sirka, ljuske od semena suncokreta, glave i stabljike suncokreta, stabljike ricinusa, ostaci od stabljike konoplje (pozder), lana, hmelja i duvana, stabljike semenske šećerne repe, stabljike pasulja, otpaci od zrna žitarica i uljarica nastali u postupku čišćenja zrna, koštice i ljuske voća, grane od orezanih stabala voća i vinove loze, i dr.

U **tečno biogorivo** se ubraja: sirovo deguminizirano ulje od uljane repice (soje ili eventualno suncokreta), metil-estar ulja od uljane repice (biodizel gorivo), mešavina benzina i alkohola (metil ili etil alkohol) i specijalna vrsta biogoriva dobijena iz alkohola (metanol ili etanol).

U **gasovita biogoriva** spadaju: biogas dobijen nepotpunim sagorevanjem biomase (čvrstog biogoriva) i biogas dobijen anaerobnom fermentacijom biomase (otpadne organske materije).

VRSTE BIOGORIVA



POTENCIJALNE KOLIČINE BIOMASE U SRBIJI

Red. broj	Vrsta biljnih ostataka	Zasejana površina	Prinos	Odnos mase**	Ukupno biomase
		(10 ³ ha)	(t/ha)	-	(10 ³ t)
1.	Pšenična slama	790,6	3,39	1:1	2682
2.	Ječmana slama	129,4	2,45	1:1	317
3.	Ovsana slama	75,8	1,77	1:1	134
4.	Ražena slama	9,4	1,70	1:2	16
5.	Kukuruzovina	1390,6	4,06	1:1	5646
6.	Kukuruzovina semenskog kukuruza	22,9	2,10	1:1,50	72
7.	Oklasak*	-	-	1:0,20	1144
8.	Stabljike suncokreta	180,2	1,77	1:2	638
9.	Ljuske suncokreta	-	-	1:0;30	96
10.	Sojina slama	63,4	2,06	1:2	261
11.	Slama uljane repica	30,0	1,66	1:2	100
12.	Stabljike duvana	49,0	1,27	1:0,35	22
13.	Granje iz voćnjaka	266,8	1,05	-	280
14.	Loza iz vinograda	86,2	0,95	-	82
Ukupno:		3094,3			11490

TERMOENERGETSKI POTENCIJALI BIOMASE U SRBIJI

Red. br	Vrsta biljnih ostataka	Biomasa za sagorevanje 25% od ukupne	Donja toplotna moć	Ekvivalentno EL ulja za loženje**
		(10 ³ t)	(MJ/kg)	(10 ³ t)
1.	Pšenična slama	671	14,00	248,5
2.	Ječmana slama	79	14,20	30,0
3.	Ovsana slama	34	14,50	13,0
4.	Ražena slama	4	14,00	1,5
5.	Kukuruzovina	1412	13,50	504,3
6.	Kukuruzovina semenskog kukuruza	18	13,85	6,6
7.	Oklasak*	1144	14,70	444,9
8.	Stabljike suncokreta	160	14,50	61,4
9.	Ljuske suncokreta	96	17,55	44,6
10.	Sojina slama	65	15,70	27,0
11.	Slama uljane repica	25	17,40	11,5
12.	Stabljike duvana	12	13,85	4,4
13.	Granje iz voćnjaka	280	14,15	104,8
14.	Loza iz vinograda	82	14,00	30,4
Ukupno:		4082		1533,9

POTENCIJALNE KOLIČINE BIOMASE U KIKINDI

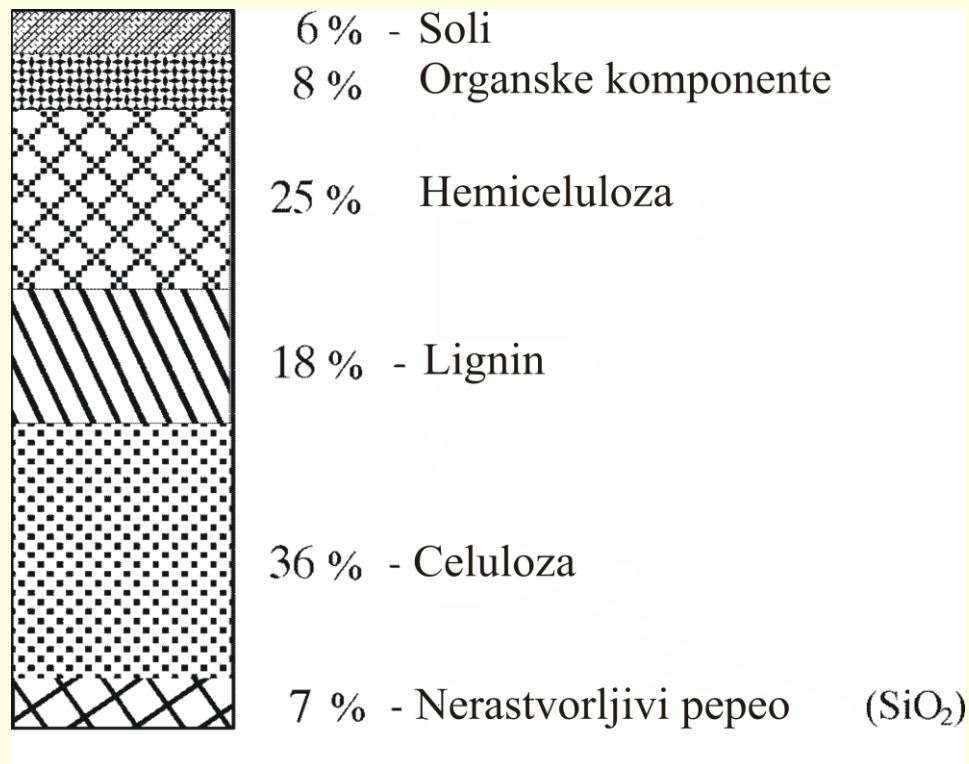
Kultura	Zasejana površina (ha)	Prosečan prinos (t/ha)	Odnos zrno/biomasa	Ukupna biomasa (t)
Kukuruz	18.279,6	6,00	(z:b) 1 / 1	109.677,87
Pšenica	10.986,4	3,35	(z:b) 1 / 1	36.804,36
Ječam	2.053,7	3,53	(z:b) 1 / 1	7.243,17
Raz	18,1	2,90	(z:b) 1 / 2	104,79
Ovas	408,0	2,53	(z:b) 1 / 1	1.031,21
Tritikale	230,0	4,60	(z:b) 1 / 1	1.058,97
Soja	2.038,3	2,47	(z:b) 1 / 2	10.064,06
Suncokret	11.569,7	2,58	(z:b) 1 / 2	59.699,80
Uljana Repica	41,9	2,27	(z:b) 1 / 2	190,54
Šećerna repa	1.216,2	44,30	(z:b) 1 / 0,4	53.876,29
Ukupno:	46.841,9			279.751,05



OSOBINE BIOMASE KAO GORIVA

HEMIJSKI SASTAV BIOMASE

Hemijski sastav biomase je definisan obrascem $\text{CH}_{1,4}\text{O}_{0,6}\text{N}_{0,1}$



Sastav žitne slame i mogućnost upotrebe pojedinih komponenti

$$c + h + o + n + s + a + w = 1$$

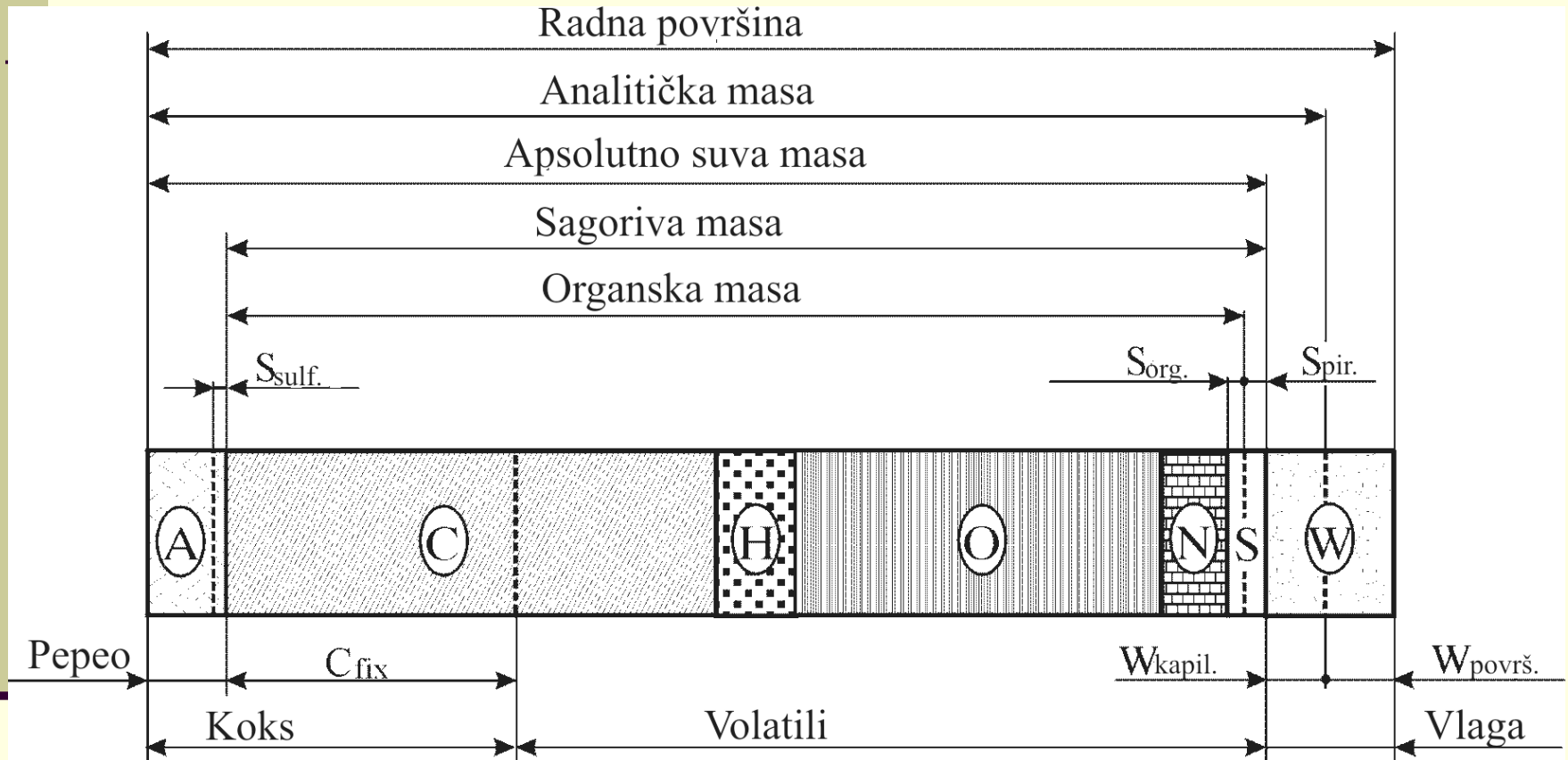
Elementarni hemijski sastav biomase

Red. br.	Hemijski element	Slama (%)	Oklasak (%)	Ljuske sunc. (%)	Drvo (%)	Kora od drveta (%)
1.	Ugljenik (C)	44,84	48,31	50,57	50,30	50,60
2.	Vodonik (H)	5,68	5,74	5,68	6,20	5,90
3.	Kiseonik + azot (O + N)	41,48	43,1 + 0,66	40,9 + 0,6	43,10	40,70
4.	Pepeo (A)	8,00	2,16	2,27	0,40	2,80

ELEMENTARNA ANALIZA BIOMASE

- manji sadržaj ugljenika i vodonika u odnosu na fosilna goriva,
- veliki sadržaj kiseonika čime se smanjuje toplotna moć biomase,
- mali udeo azota i sumpora (kojeg ima samo u tragovima), što biomasu kao biogorivo u velikoj meri čini ekološkim,
- relativno mali udeo mineralnih materija, koje i pored toga posebno usložnjavaju proces sagorevanja biomase (zbog niske temperature topljenja),
- promenljivi udeo vlage, što se u ložištu može manifestovati kao da sagorevaju dva potpuno različita goriva.

TEHNIČKA ANALIZA BIOGORIVA



($s_{sulf.}$ - udeo sulfatnog sumpora, $s_{org.}$ - udeo organskog sumpora, $s_{pir.}$ - udeo piritnog sumpora, $C_{fix.}$ - udeo fiksnog ugljenika, $w_{kapil.}$ - udeo kapilarne vlage i $w_{površ.}$ - udeo površinske vlage)

TEHNIČKA ANALIZA BIOMASE

- biomasa u svom sastavu ima manje ugljenika i vodonika;
- biomasa sagoreva sa velikom količinom isparljivih materija (od 57,2 do preko 80%);
- u svom sastavu skoro da i nema sumpora i azota;
- sagoreva sa oko 7-12% pepela;
- pepeo biomase stvara probleme kada temperatura u ložištu bude viša od oko 800°C.
- temperatura samozapaljenja je oko 220°C;
- donja toplotna moć biomase se kreće, npr.:
 - za soju oko 15,5 MJ/kg, pri vlažnosti slame od 14%;
 - za pšenicu oko 13,5 MJ/kg, pri vlažnosti slame od 14%;
- ◆ sadržaj vlage u biomasi je promenljiv, u uslovima adekvatnog skladištenja se kreće oko 10-15%.

Sumarni prikaz tehničke analize različitih uzoraka biomase

Red. br.	Vrsta materijala	Vlaga W_h (%)	Pepeo A (%)	Koks K (%)	Volatili V_g (%)	Toplotna moć h_g (kJ/kg)	
1.	Pšenična slama	7,21	5,45	22,50	70,29	16.902	
2.	Kukuruzovina	7,43	4,49	18,57	74,00	13.886	
3.	Oklasak od kukuruza	9,19	2,18	17,75	73,06	14.179	
4.	Ljuske suncokreta	7,20	2,93	15,50	77,30	18.124	
5.	Silosna prašina	8,89	3,69	14,01	77,10	15.850	
6.	Strugotina	hrast	13,01	0,37	14,30	72,65	17.122
		čamovina	7,8	0,33	14,76	77,35	18.167
		bagrem	5,55	2,0	20,06	74,60	18.423

Toplotne moći različiti vrsta goriva (pri nižim vlažnostima)

Red. br.	Vrsta goriva	Donja toplotna moć (kJ/kg)
1.	Slama pšenice	13.700
2.	Slama soje	15.200
3.	Kukuruzovina	13.600
4.	Oklasak	14.300
5	Ljuske suncokreta	17.500
6.	Drvo	18.100
7.	Drveni ugalj	30.100
8.	Mrki ugalj	22.500
	Kameni ugalj	32.500
	Koks	28.800
	Ulje za loženje	
	- lako	42.080
	- teško	41.780
	Benzin	42.040

Temperature topljenja pepela iz biomase, prema DIN 51730

Red. br.	Parametri	Slama (°C)	Oklasak (°C)
1.	Početak sinterovanja	740	760
2.	Početak omekšavanja	940	970
3.	Omekšavanje pepela	1080	1100
4.	Topljenje pepela	1240	1325



PRIPREMA BIOMASE ZA SAGOREVANJE

FORME PRIPREME BIOMASE NASTALE KAO PRODUKT POLJOPRIVREDNE PROIZVODNJE

Forma slame	Poprečni presek	Dužina	Masa	Gustina	Nasipna gustina
	cm	cm	kg	kg/m ³	kg/m ³
Rinfuza	-	-	-	-	20-40
Dugačko seckana slama	-	-	-	-	40-60
Brašno od slame	-	-	-	-	180-350
Bala niskog pritiska	-	-	8-10	35-55	40-60
Bala visokog pritiska	40x50	50-120	10-25	80-120	70-110 slagane 55-90 neslagane
Bala najvišeg pritiska	40x50	50-120	do 50	do 200	115-160 slagane 85-120 neslagane
Briketi	φ 6	8-12	0,04-0,1	700-800	300-400



Velike četvrtaste bale visokog pritiska



Rol bale



Savremeni način kamarisanja telehenderom



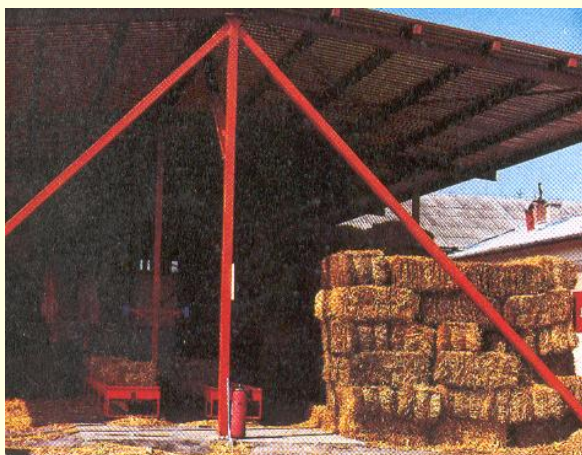
Efikasnost manipulacije sa slamom maksimalno se postiže samohodnim utovarivačima



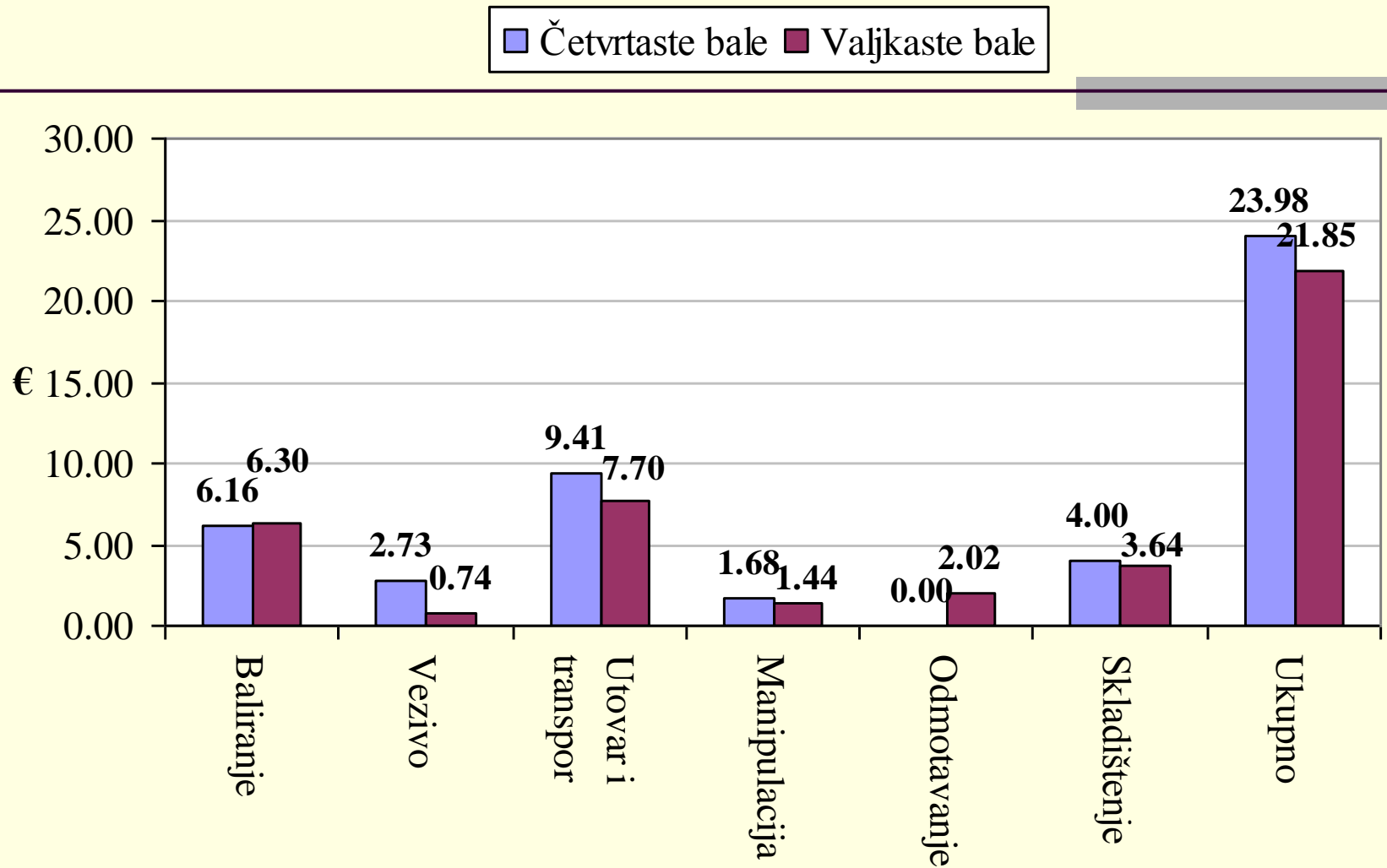
Transport pšenične slame



Transportni agregat

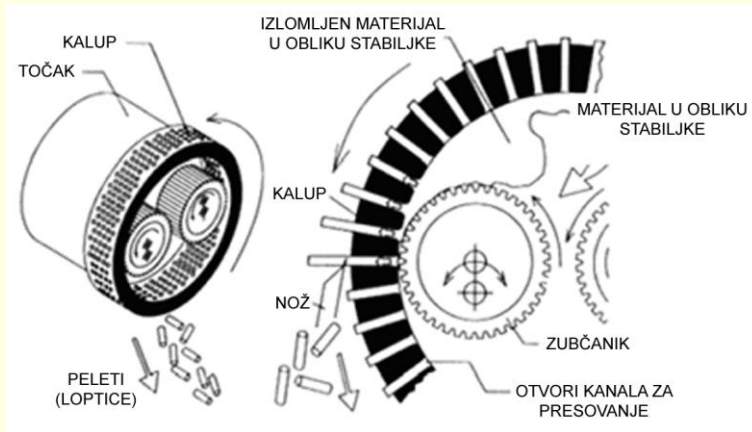


Skladištenje slame u formi bala na polju i ispod natkrivenoj nastrešnici

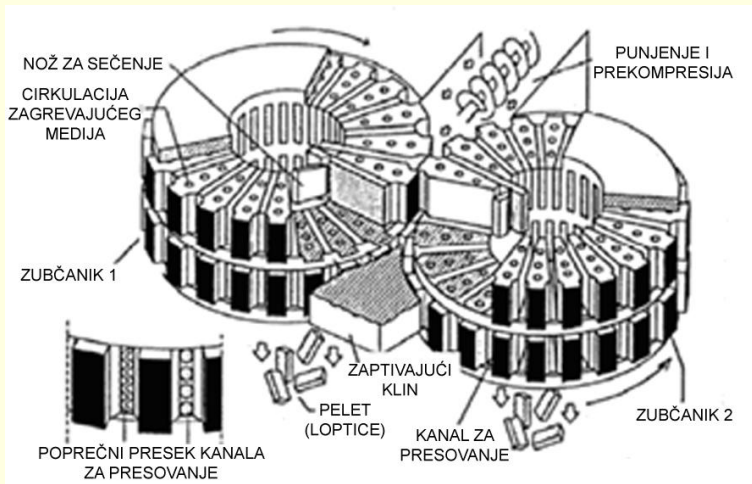


Ukupni troškovi spremanja, transporta i manipulacije balirane slame

PROIZVODNJA PELETA

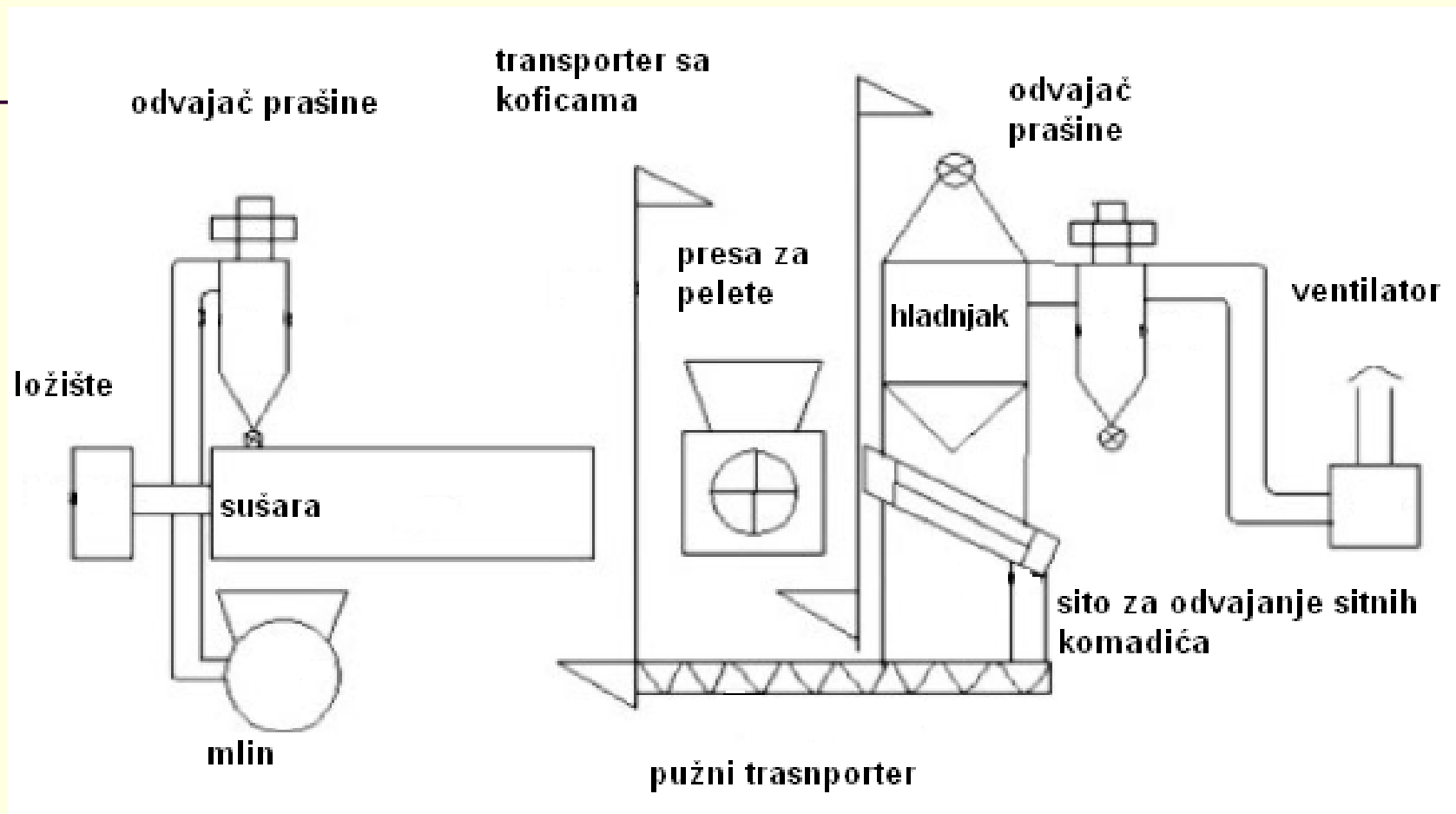


Presna na principu zupčanika



Valjak – presa sa kružnim kalupom





Postrojenje za proizvodnju peleta

TEHNIČKE KARAKTERISTIKE U RADU PRESA ZA PELETIRANJE BIOMASE

Tip mašine (prese)	Standardni protočni kapacitet (t/h)	Potrošnja energije (kWh/t)	Gustina mase (kg/m ³)
Klipna presa	0,1 – 1,8	50 – 70	300 – 600
Valjak – presa sa kružnim kalupom	3 – 8	20 – 60	400 – 700
Presa na principu zupčanika	3 – 7	20 – 60	400 – 600
Visokopritisna klipna presa	0,04 – 0,2	508 – 646	650 – 750

PROIZVODNJA BRIKETA

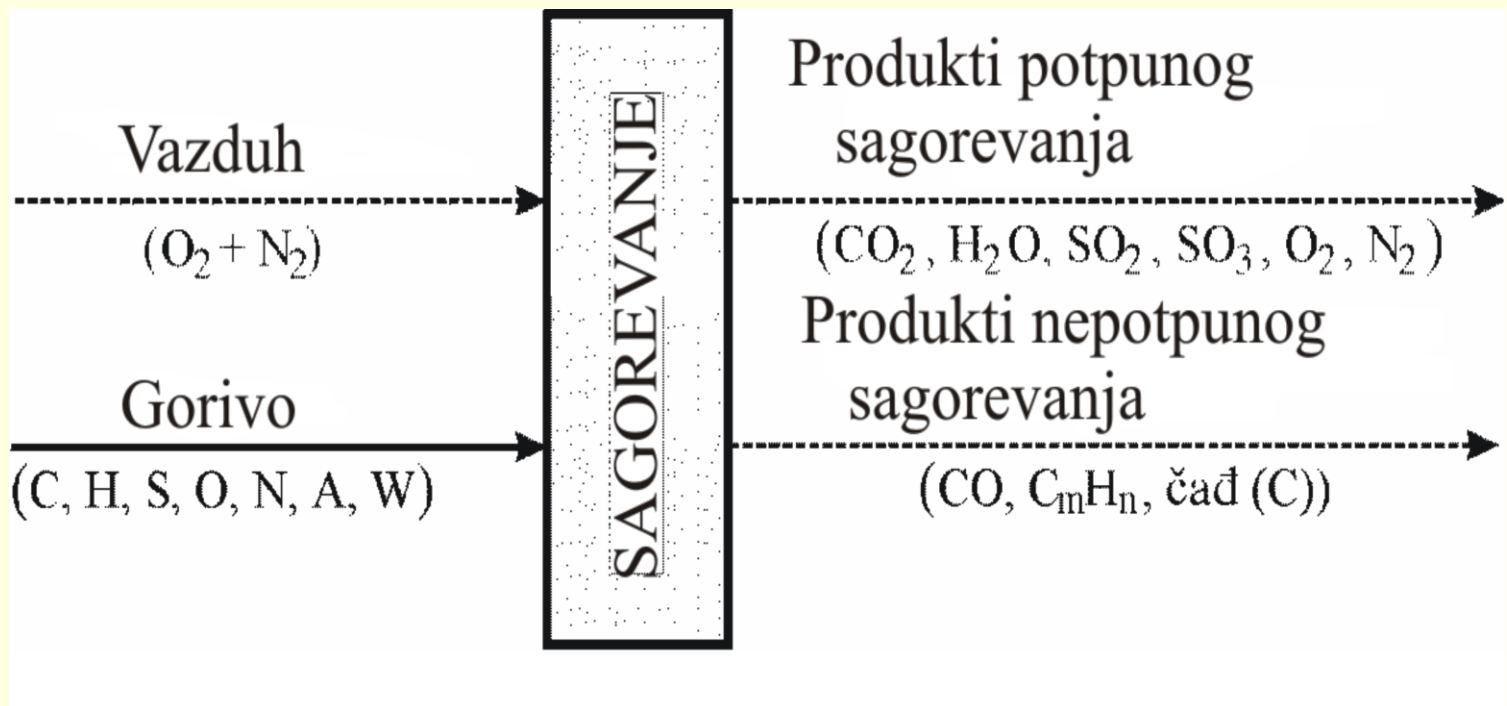


ODNOS ULOŽENE I DOBIJENE ENERGIJE PRI BRIKETIRANJU

R. br.	Materijal briketa	Uložena energija	Dobijena energija	Odnos
	-	GJ	GJ	-
Tehnologija briketiranja sa stabilnom mehanizacijom				
1.	Slama	7.961	71.000	1:8,9
2.	Kukuruzovina	1.9742	62.500	1:3,2
3.	Ljuska suncokreta	7.114	60.000	1:8,4
Tehnologija briketiranja sa mobilnom mehanizacijom				
4.	Slama	5.526	35.500	1:6,4
5.	Kukuruzovina	10.076	31.250	1:3,1
6.	Ljuska suncokreta	5.526	25.000	1:4,5

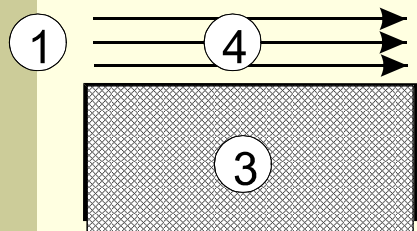


SAGOREVANJE BIOMASE

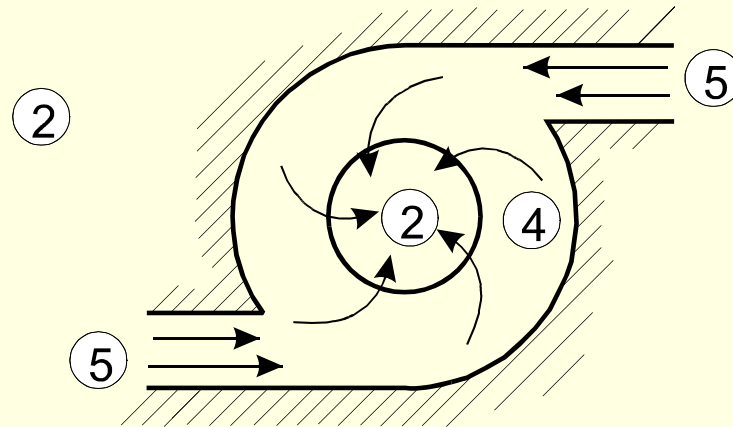


Šema procesa potpunog i nepotpunog sagorevanja

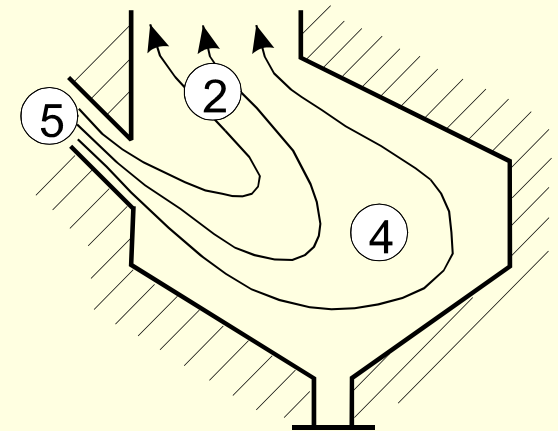
NAČINI SAGOREVANJA BIOMASE



A - Sagorevawe
u sloju

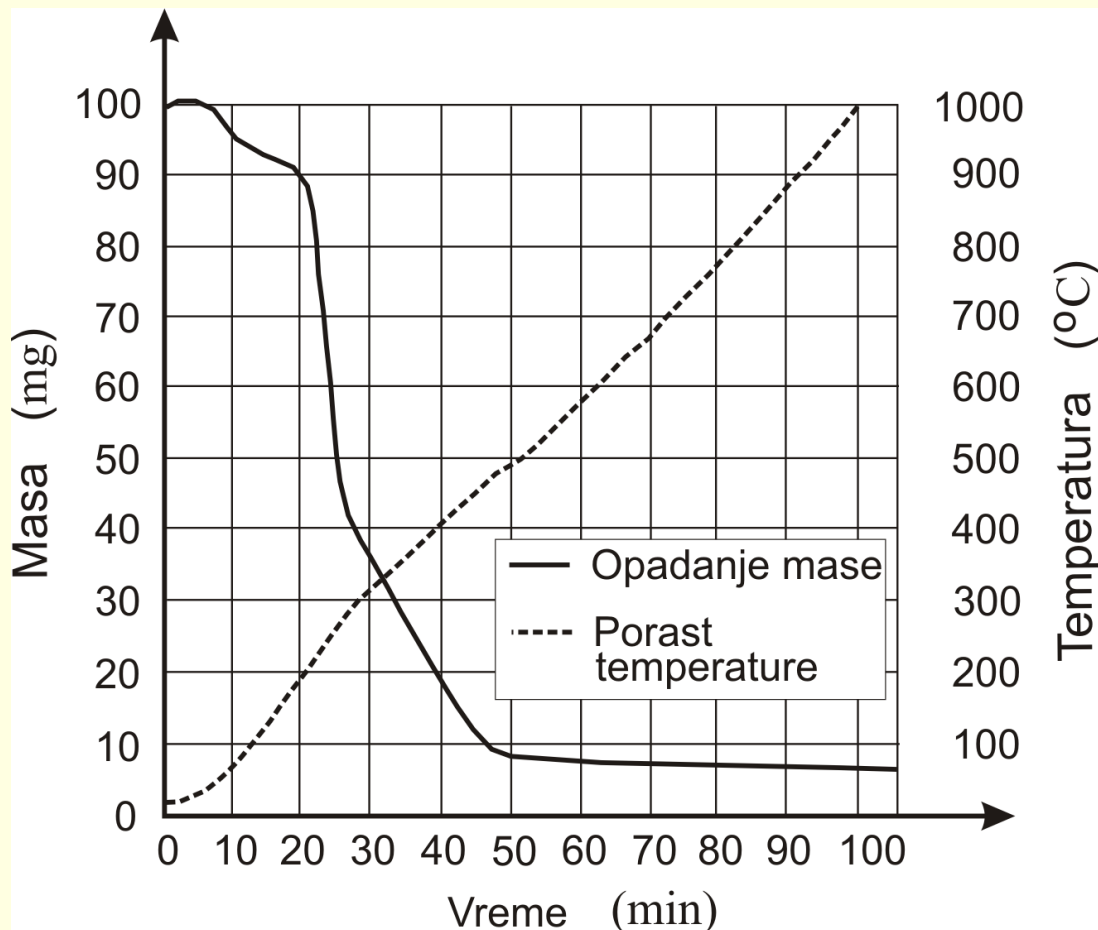


B - Sagorevawe
u vrtlogu (ciklonu)



C - Sagorevawe
u prostoru

TERMIČKA DESTRUKCIJA PŠENIČNE SLAME



od 80-90°C sušenje
goriva

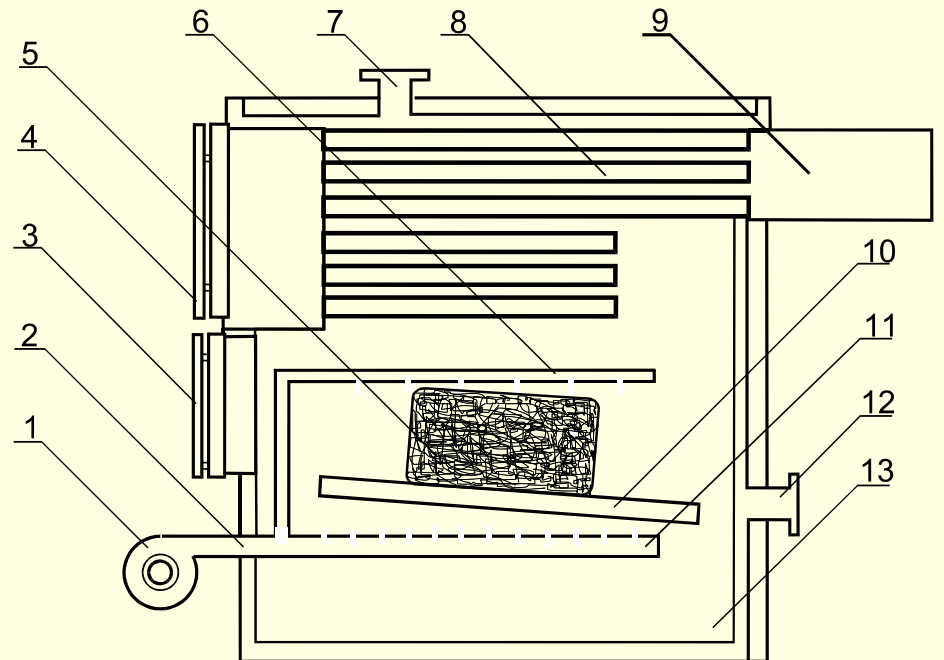
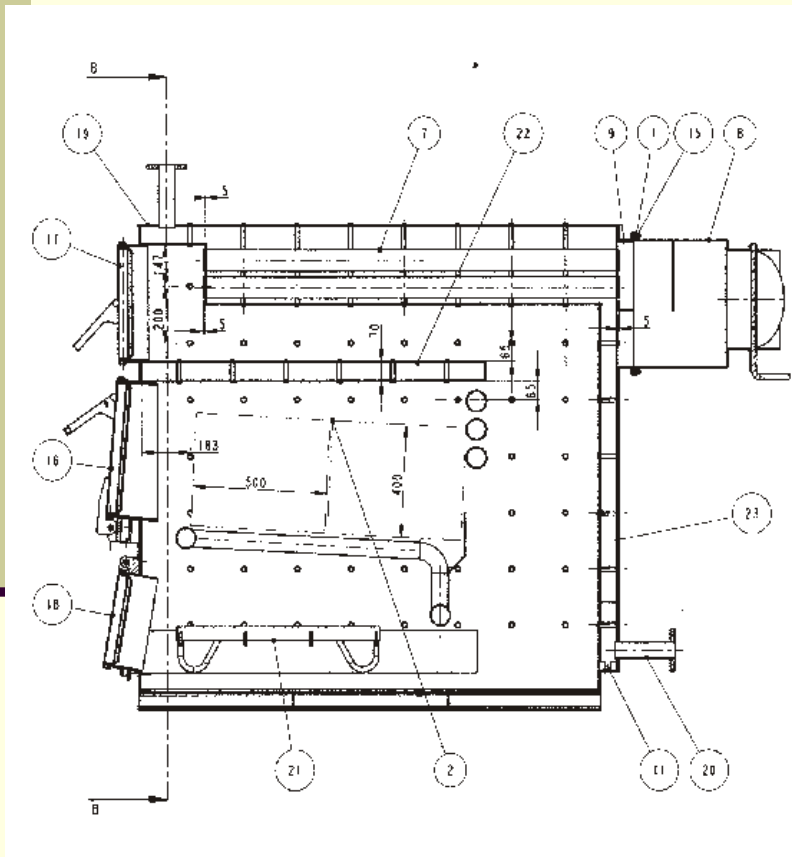
od 90-200°C
skriveno razlaganje

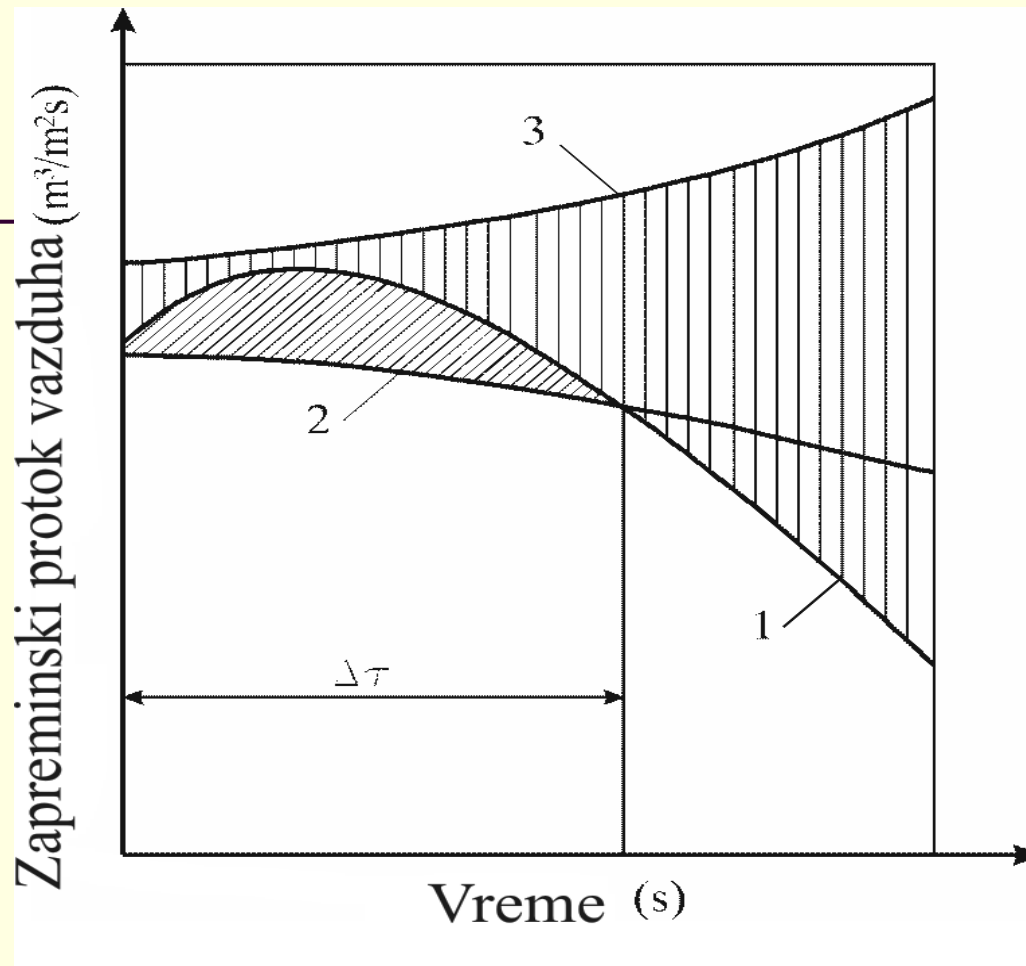
od 270-370°C
intenzivna
devolatalizacija

od 370-550°C
smanjenje brzine
sagorevanja

preko 550°C
značajno smanjenje
brzine sagorevanja

NAČINI SAGOREVANJA BIOMASE





Količina vazduha u procesu sagorevanja biogoriva

(1-potrebe vazduha u slučaju idealizovanog procesa sagorevanja, 2-iskorišćeni vazduh tokom procesa sagorevanja, 3-stvarni protok vazduha)



POSTROJENJA SAGOREVANJE BIOMASE

OPREDELJENJE KA FORMI PRIPREMLJENE BIOMASE

Forme biomase koja se sagoreva:

- Rinfuzna biomasa
- Konvencionalna, tkz. mala bala
- Velika rol bala
- Briketi i
- Peleti

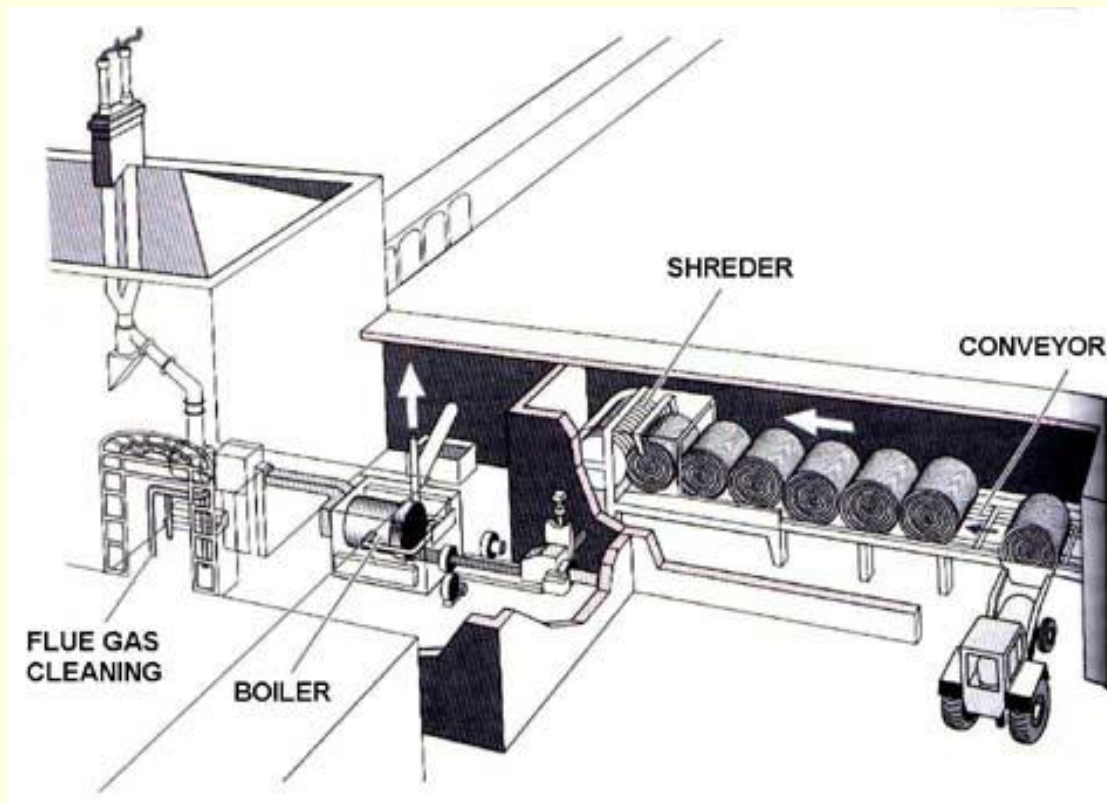


ZA ŠTA SE OPREDELITI?

Mora se posmatrati ceo lanac sagorevanja:

Prikupljanje, manipulacija, skladištenje, načini pripreme biomase, hranjenje ložišta, pogodnost za sagorevanje, gubici u sagorevanju

NAČIN “HRANJENJA” LOŽIŠTA BIOMASOM U RINFUZI



OPREMA ZA SAGOREVANJE BIOMASE

Peći i kotlovi se uglavnom sastoje iz sjičnih elemenata i to:

- oprema za dopremanje goriva,
- oprema za sagorevanje goriva (ložište),
- opreme za ubacivanje goriva,
- opreme za uvacivanje vazduha za sagorevanje,
- oprema za izuzimanje čvrstih produkata sagorevanja,
- oprema za prečišćavanje i odvođenje letećih produkata sagorevanja,
- oprema za dopremanje fluida kojim se vrši razmena toplote,
- oprema za razmenu toplote (kotlovi),
- merno-regulaciona oprema,
- sigurnosna oprema.

TEHNOLOGIJE I OPREMA ZA SAGOREVANJE BIOMASE

U Srbiji se biomasa najčešće sagoreva direktno na nepokretnim rešetkama tako što se u ložište ubacuje ručno, mada su u svetu takve tehnologije sagorevanja biomase prevaziđene.

U odnosu na korišćenu opremu i način ubacivanja biomase u ložište imamo sledeće konstrukcije izvedbe ložišta za direktno sagorevanje biomase:

- ložišta za sagorevanje biomase koja se ubacuje iznad rešetke na:
 - nepokretnim rešetkama i
 - pokretnim rešetkama, koje mogu biti
 - kose,
 - ravne,
 - lančaste i
 - vibracione.
- ložišta za sagorevanje biomase po sistemu cigarete,
- ložišta za sagorevanje biomase u ciklonskim ložištima i
- ložišta za sagorevanje biomase u fluidizovanom lebdećem i cirkulišućem sloju.

IZGLED KOTLOVA FIRME “ EKO PRODUKT” IZ NOVOG SADA

RUČNO LOŽENJE



kotao snage 120 kW



kotao snage 250 kW

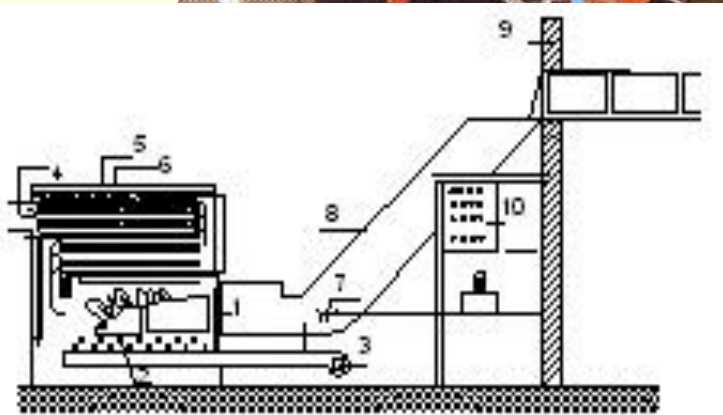
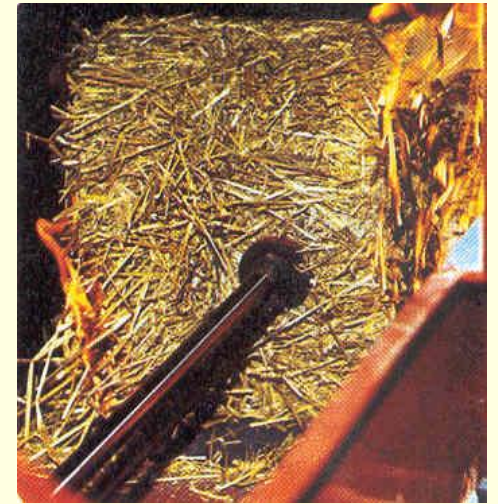
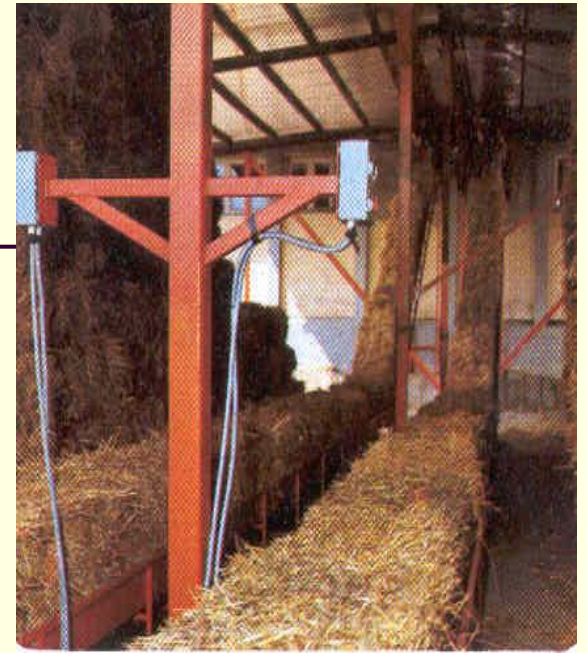
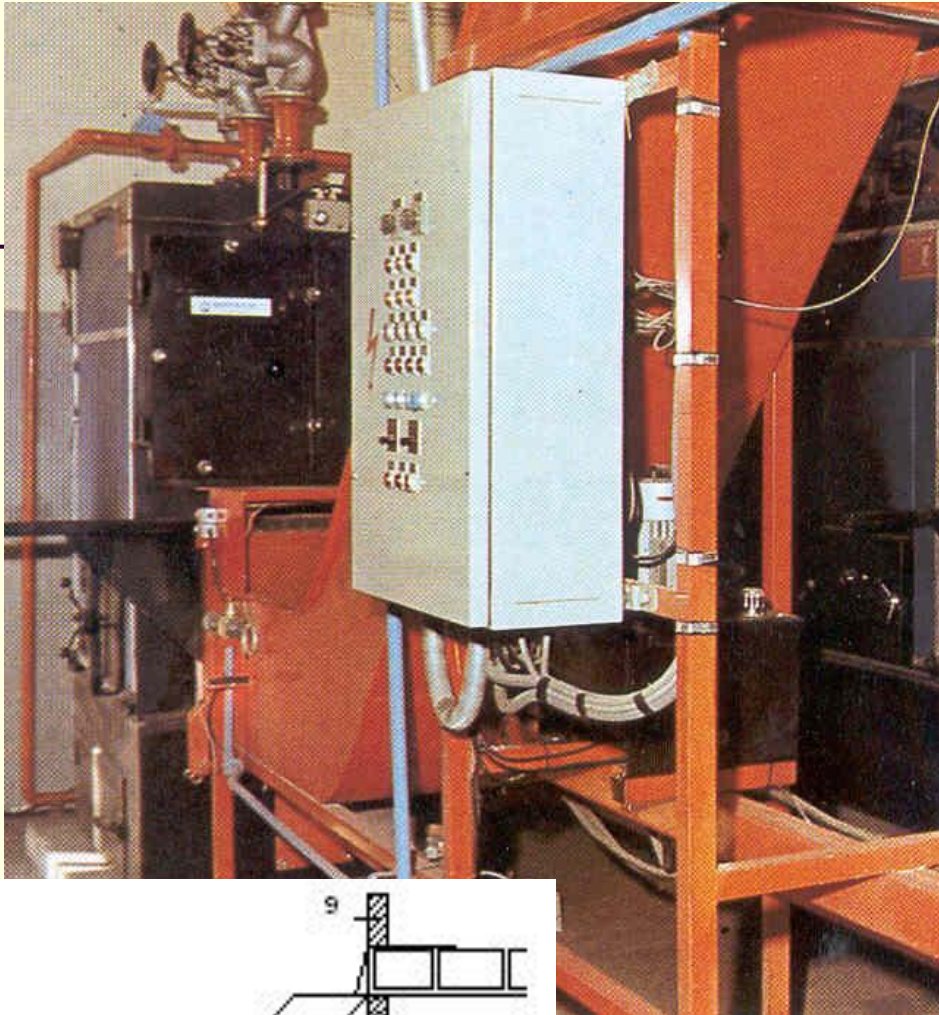


kotao snage 270 kW

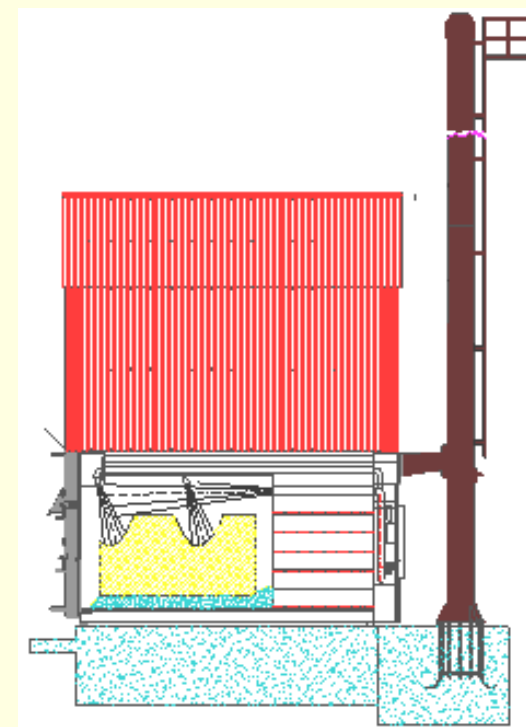
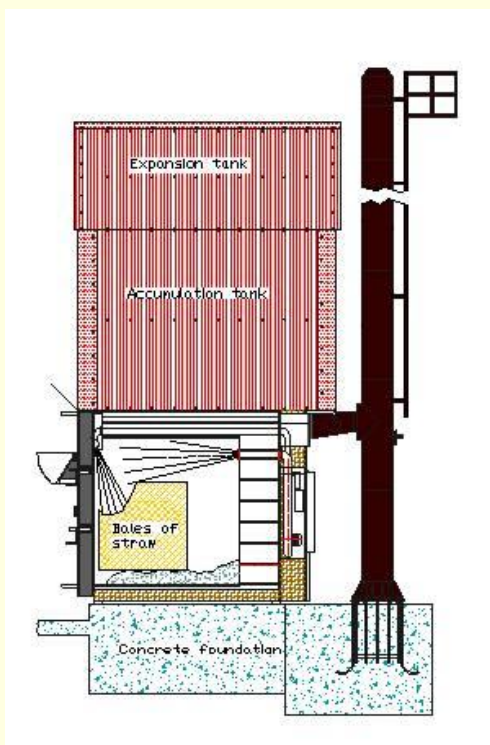
POGODNOSTI ILI TEŠKOĆE U LOŽENJU

- 100 kW kotao troši oko 30 kg slame na sat (svakih 20 min bala)
- 300 kW kotao troši oko 90 kg slame na sat (svakih 7 min bala)
- 600 kW kotao troši oko 180 kg slame na sat (svakih 4 min bala)

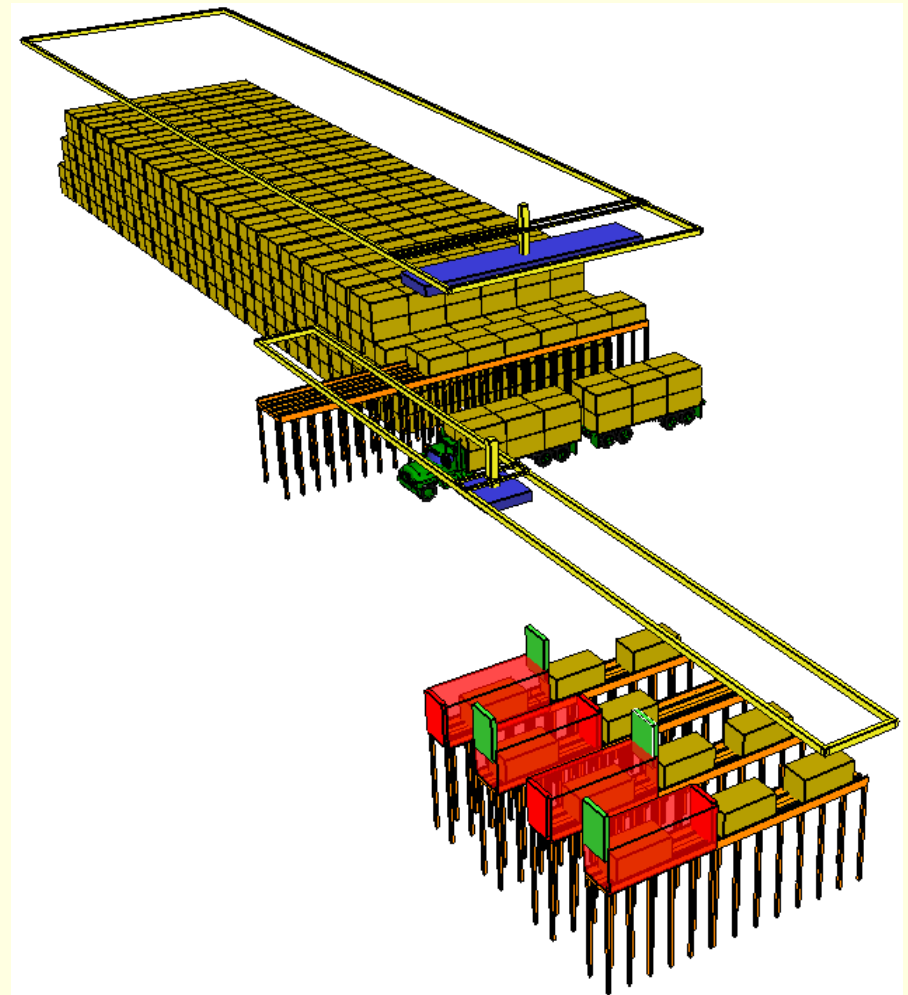
- 600 kW kotao bi zahtevao da se svakih 15-tak minuta ubace 4 bale odjednom u ložište - PROBLEMI



MEHANIZOVANO POJEDINAČNO “HRANJENJE” KOTLOVSKIH POSTROJENJA



FORME BALA I NAČINI “HRANJENJA” LOŽIŠTA



PREDNOSTI I NEDOSTACI SAGOREVANJA BALA BIOMASE

I pored svih negativnosti velike bale biomase imaju svoju perspektivu kod zagrevanja većih prostora, pošto im se kao prednost može istaći:

- veći učinak mašina za prikupljanje i manipulaciju bala
- lakše je kamarenje bala
- manji su gubici (prokišnjavanje, razvezivanje i dr.)
- ređe hranjenje termičkih postrojenja
- pri dobroj podešenosti ostalih parametara kod sagorevanja ređe je otvaranje vrata kotla i narušavanje procesa sagorevanja
- jeftinija je oprema koja prati mehanizovano loženje biomase

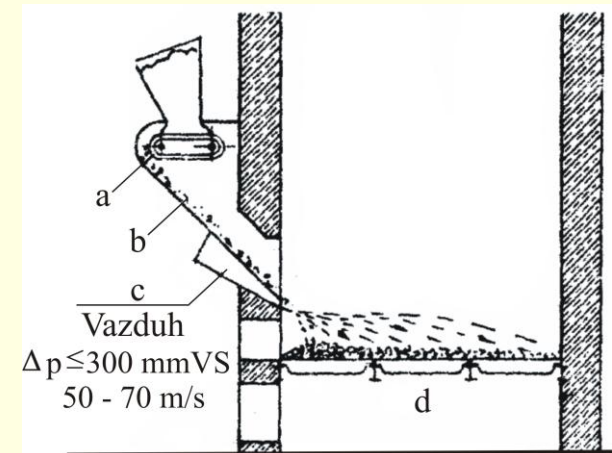
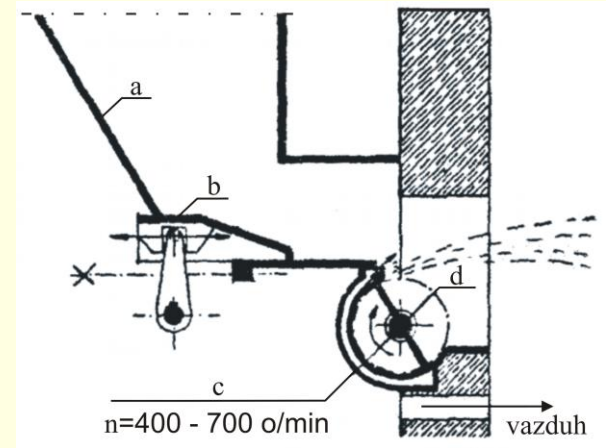
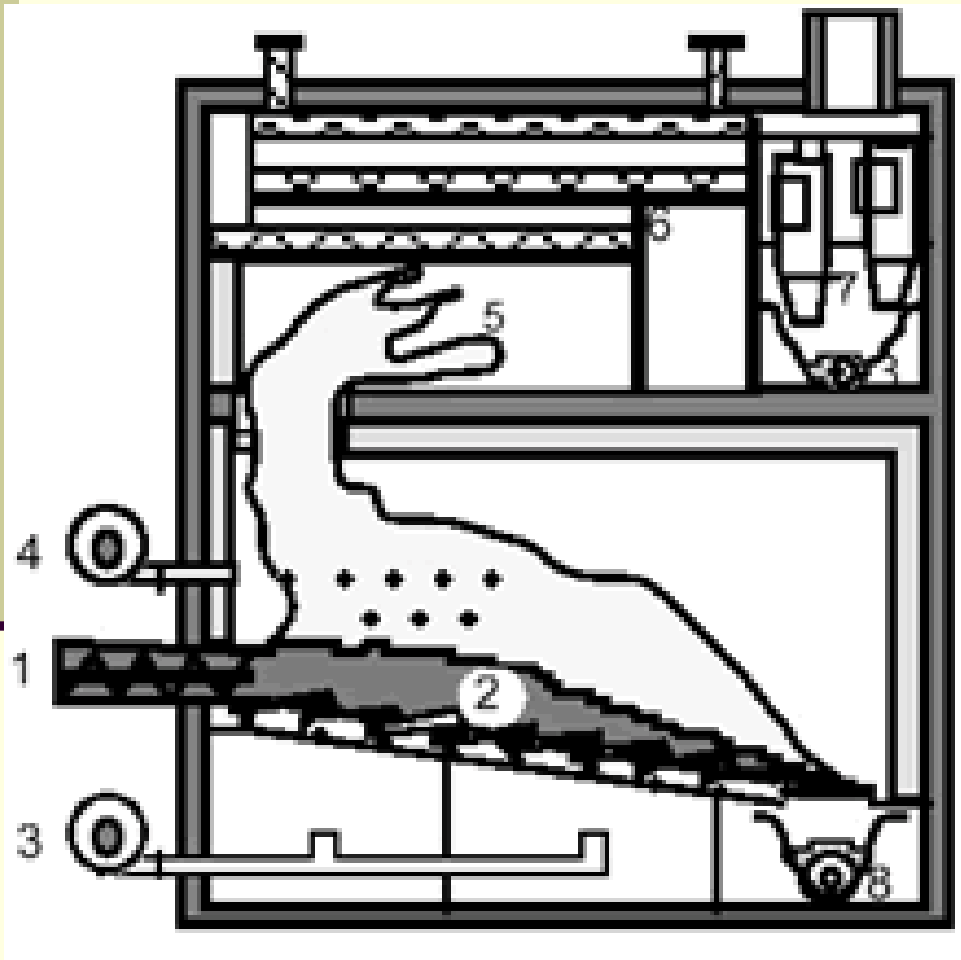


Kotao snaga do 40 kW

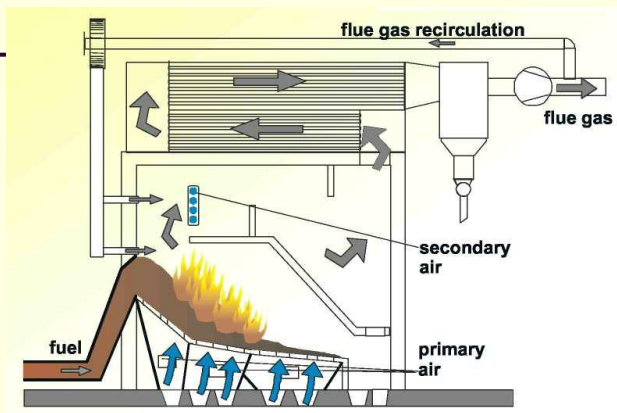
Kotao snaga do 80 kW

TERMOENERGETSKA POSTROJENJA ZA SAGOREVANJE PELETA BIOMASE

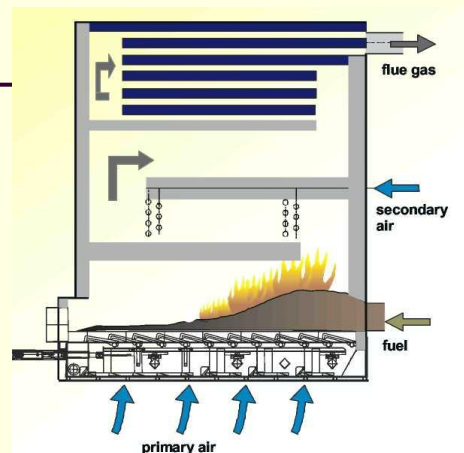
TERMOENERGETSKA POSTROJENJA ZA SAGOREVANJE SITNIJE BIOMASE U RINFUZU



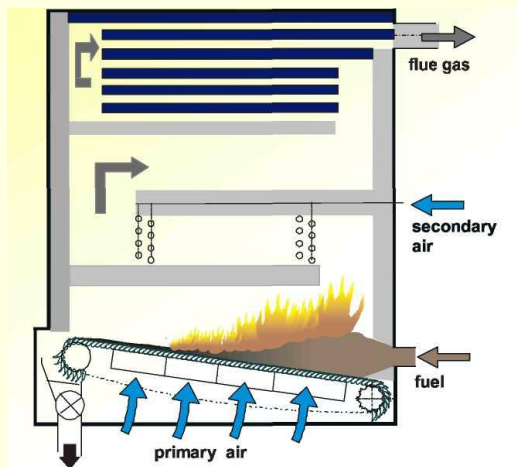
LOŠIŠTA ZA SAGOREVANJE BIOMASE



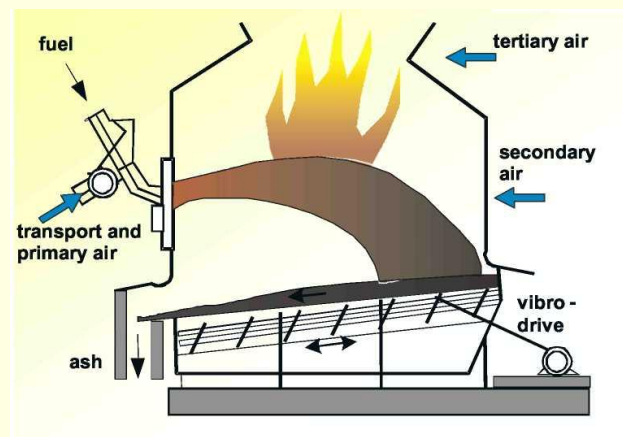
Kosa pomična rešetka



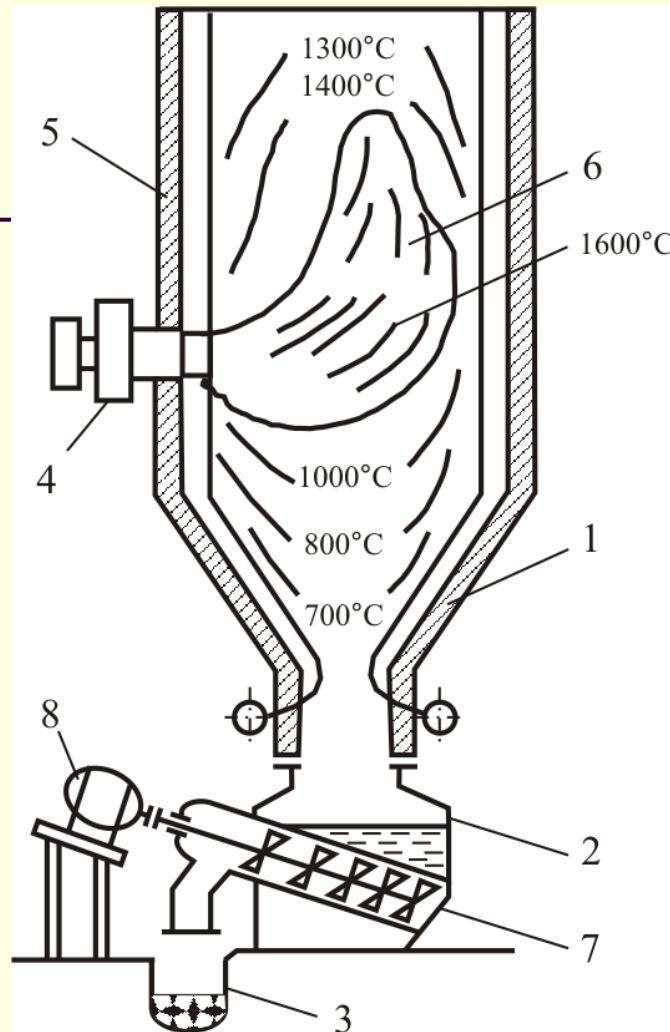
Horizontalna pomična rešetka



Horizontalna pomična lančasta rešetka



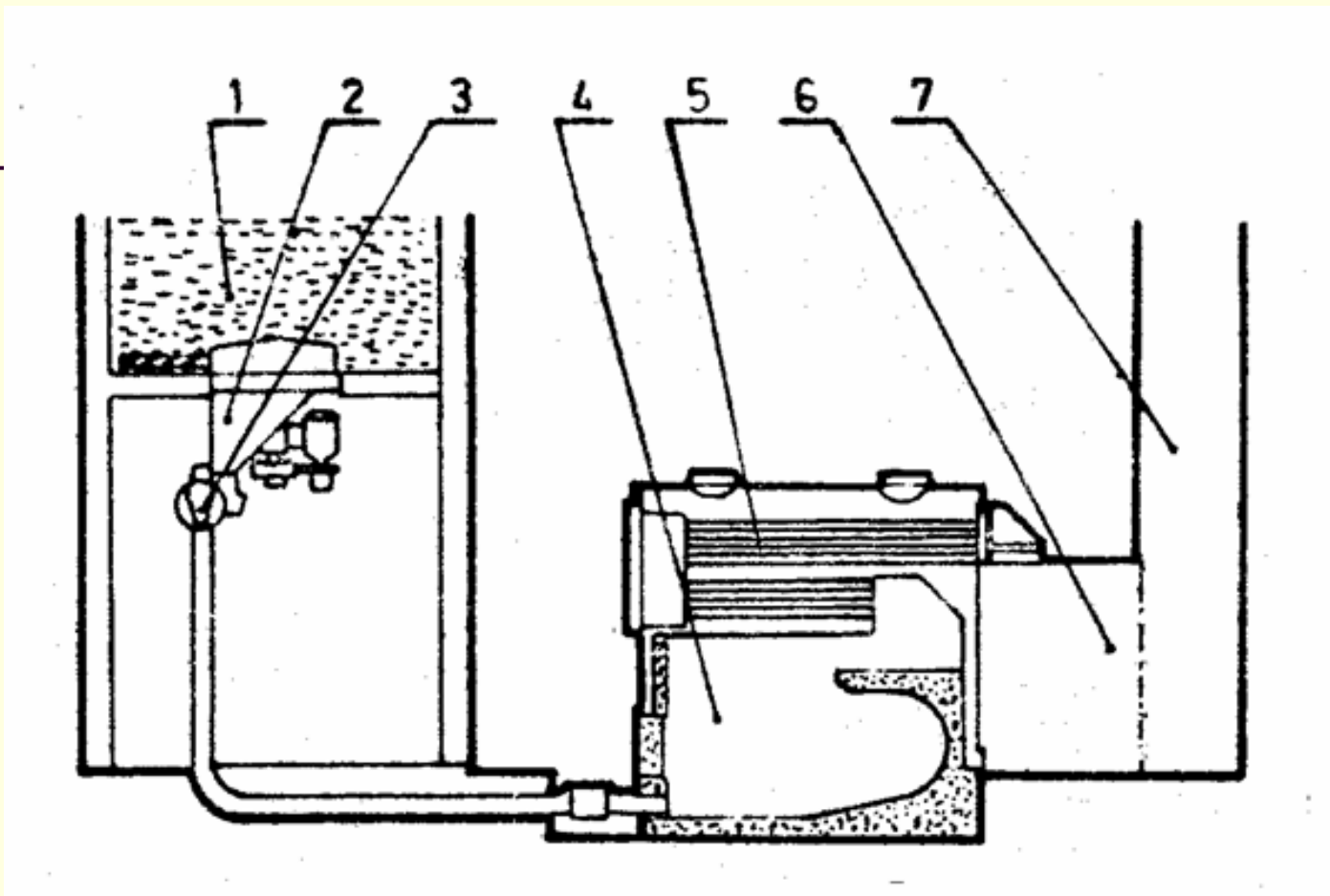
Vibrirajuća rešetka



Ložište za sagorevanje goriva u prostoru
 (1-izolacija, 2- šaht za šljaku, 3-kanal za odvod šljake, 4-gorionik, 5-ekrani (cevi), 6-plamen, 7-spirala za odvod šljake, 8-elektromotor)

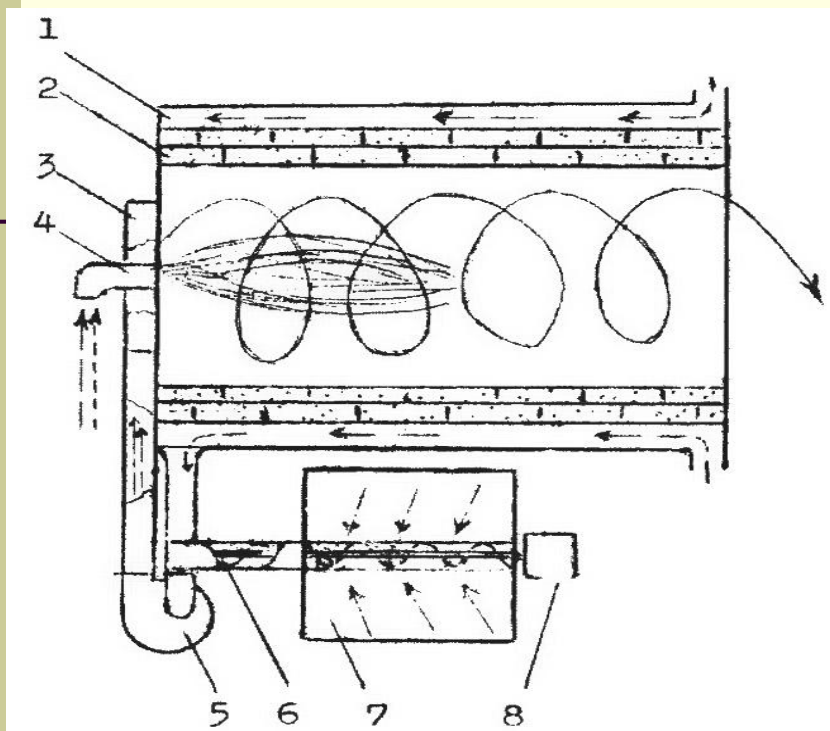
CENTRALIZOVANO GREJNO POSTROJENJE VODOM - KOTLOVI





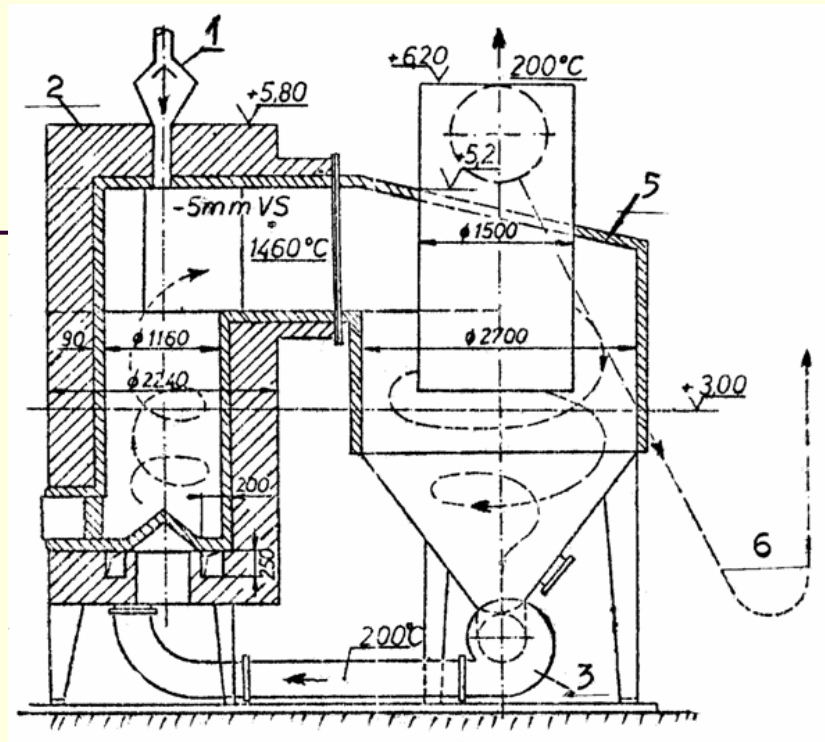
Ložište za sagorevanje goriva u letu-prostoru (kovitlac ložište), „Kolbach“

(1-bunker, 2-izuzimač-dozator, 3-transportni ventilator, 4-ložište, 5-razmenjivač toplote, 6-taložna komora, 7-dimnjak,)



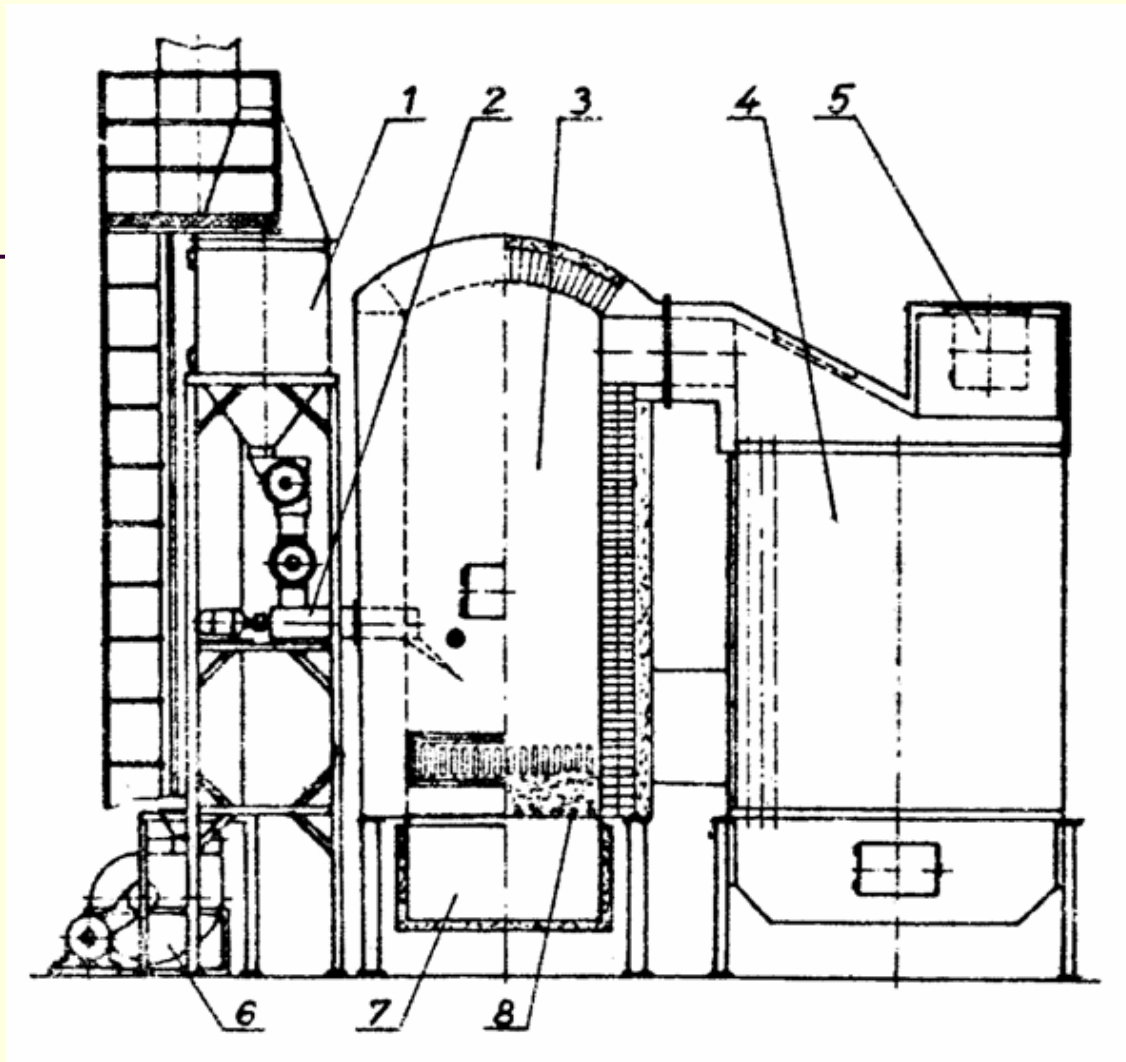
Uzdužni presek ciklonskog ložišta
za sagorevanje biomase

(1-plašt komore, 2-šamotni ozid, 3-gorionik biomase (statorsko kolo sa zaokretnim lopaticama), 4-gasni gorionik, 5-ventilator, 6-puž dozator, 7-bunker biomase, 8-pogon puža dozatora)

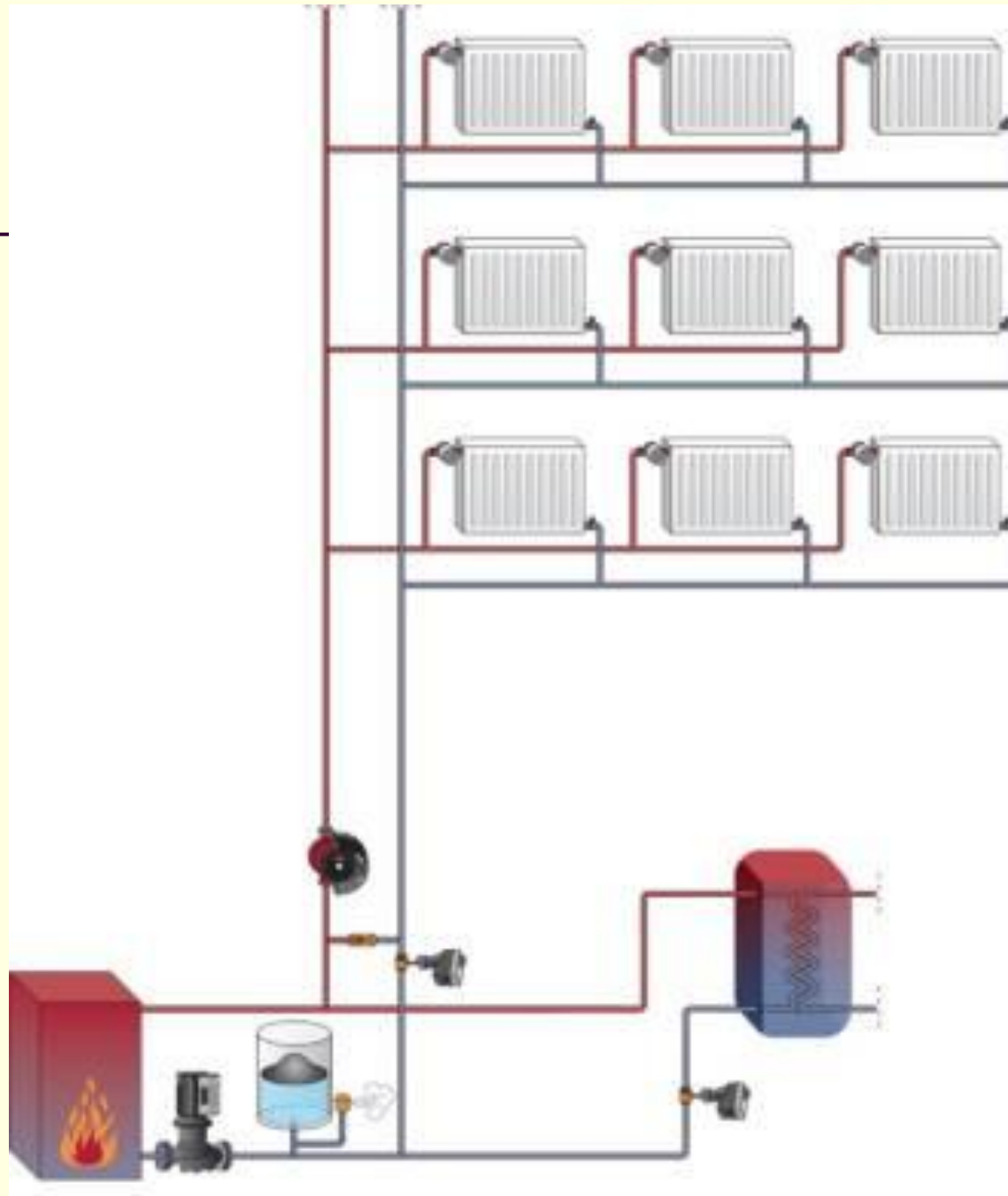


Vertikalno ciklonsko ložište za
sagorevanje oklasaka

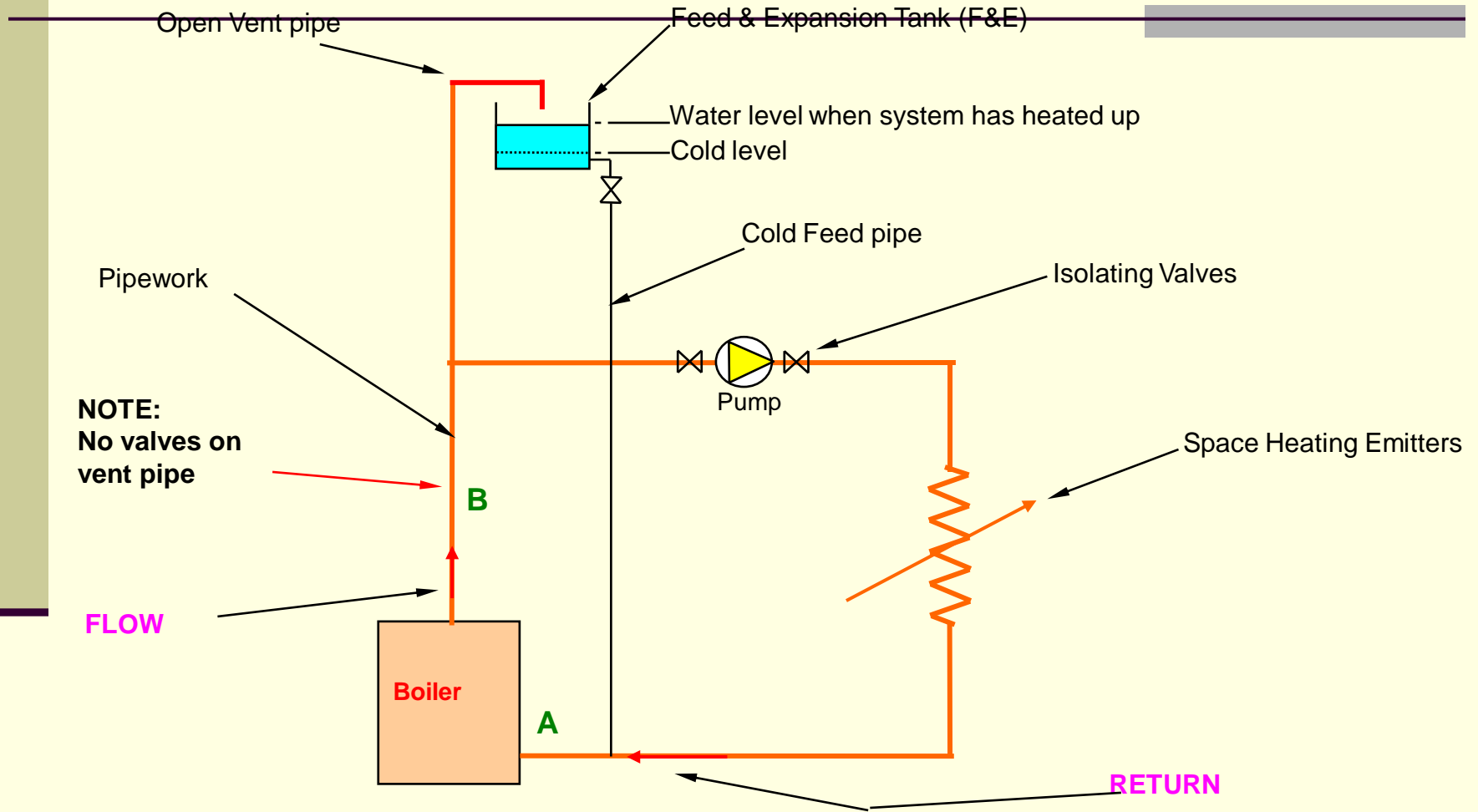
(1- koš za samleveni oklasak, 2-ciklonsko ložište, 3-ventilator, 4-žaluzina, 5-ciklon za razdvajanje nesagorelih čestica, 6- prema ekshaustoru)



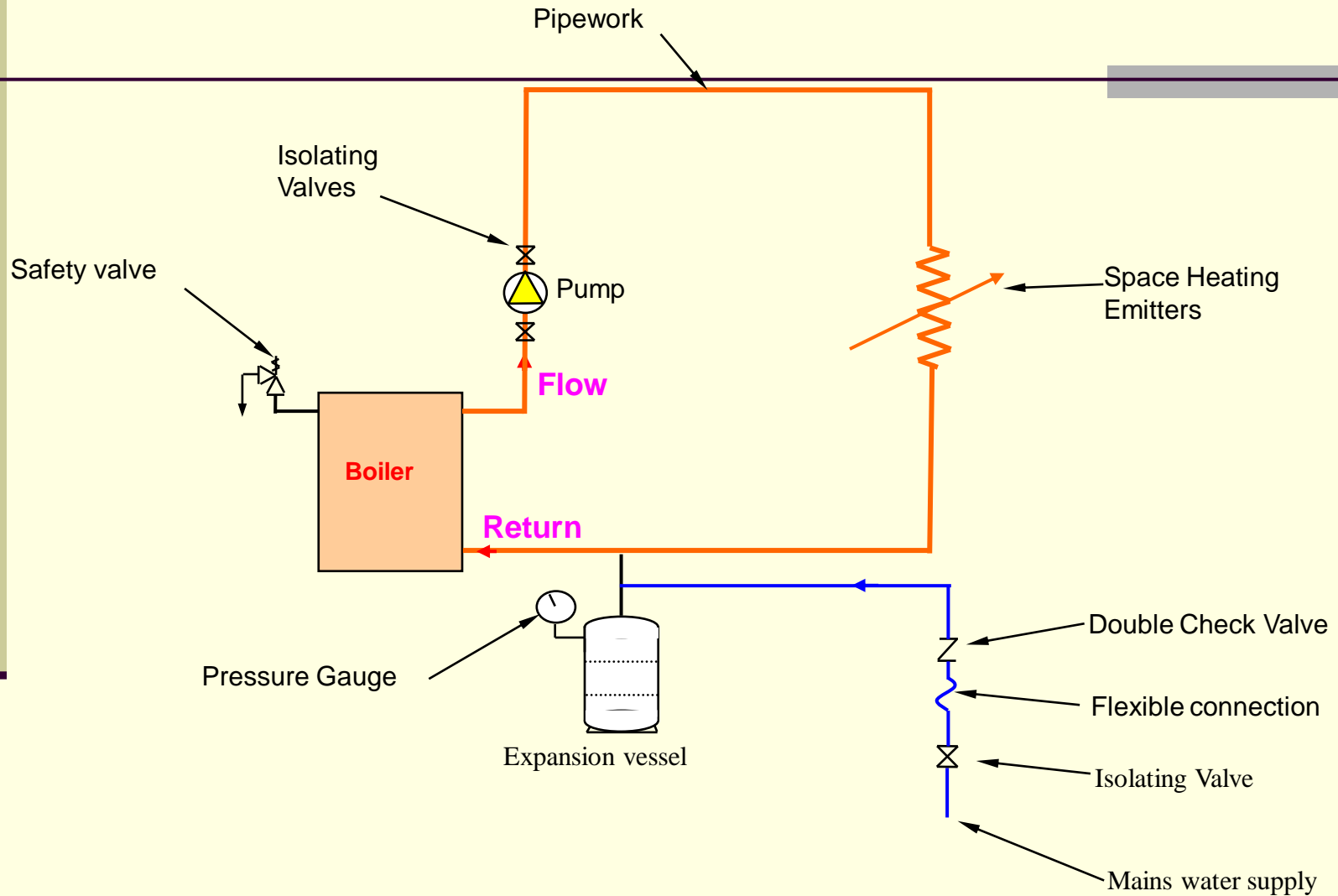
Ložište za sagorevanje goriva u fluidiziranom sloju inertnog materijala (1-međubunker, 2-pužni dozator, 3-ložište, 4-razmenjivač toplote, 5-dimovodni kanal, 6-ventilator, 7-vazдушna komora, 8-rešetka)



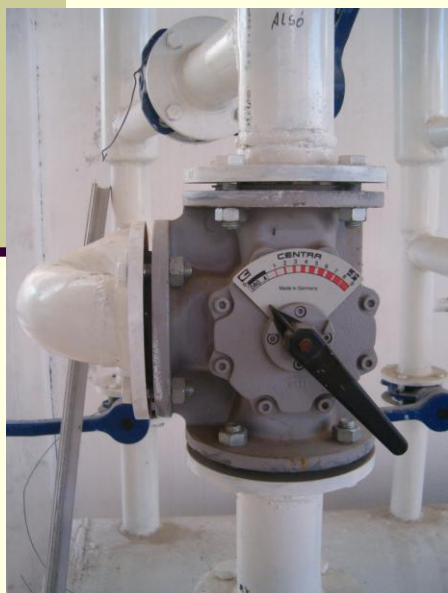
OTVORENI SISTEM



ZATVORENI SISTEM



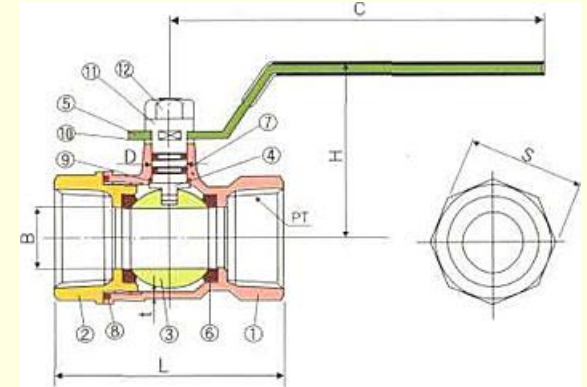
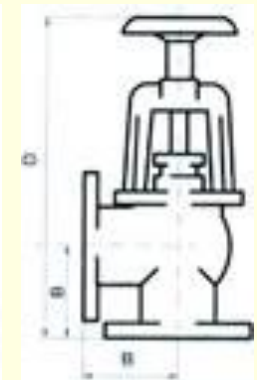
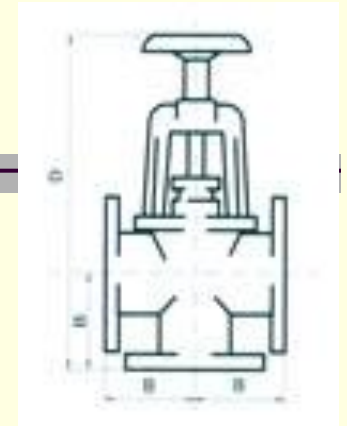
GRUPA ZA POGON I PRIPREMU VODE



KOTLARNICA CENTRALIZOVANOG SISTEMA



VENTILI I DR.



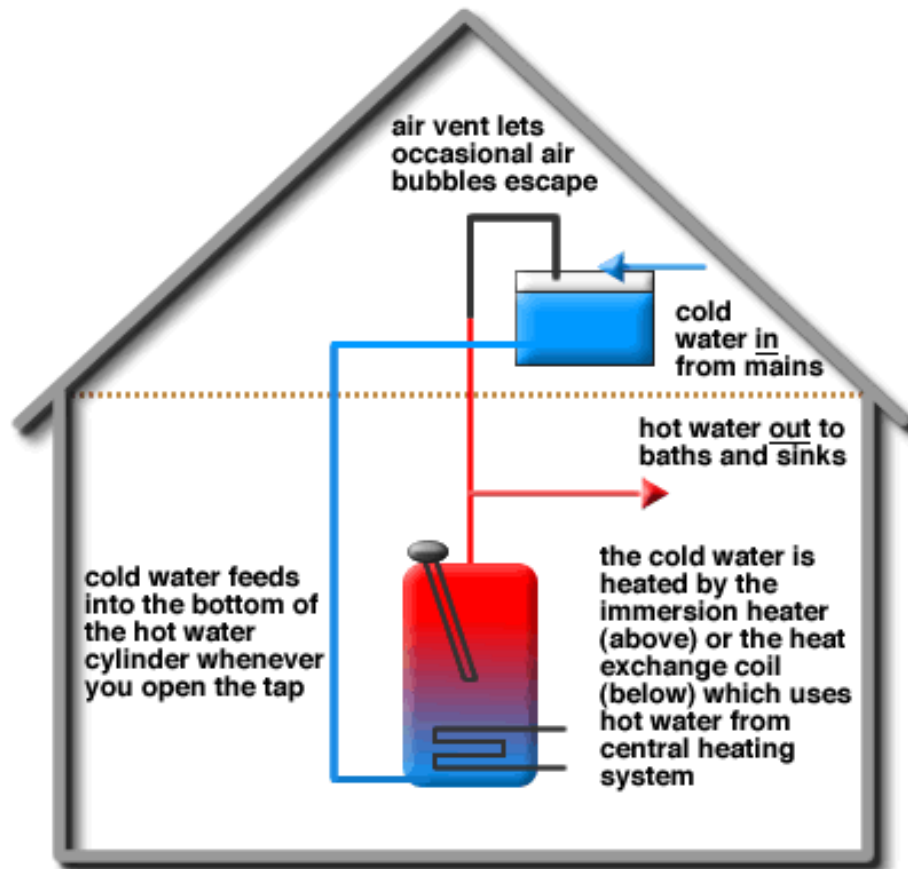
EKSPANZIONI SUDOVI



POZICIJA POSTAVLJANJA EKSPANZIONOG SUDA

Basic Plumbing

for a normal low pressure hot water system - no solar



MERNO REGULACIONA OPREMA



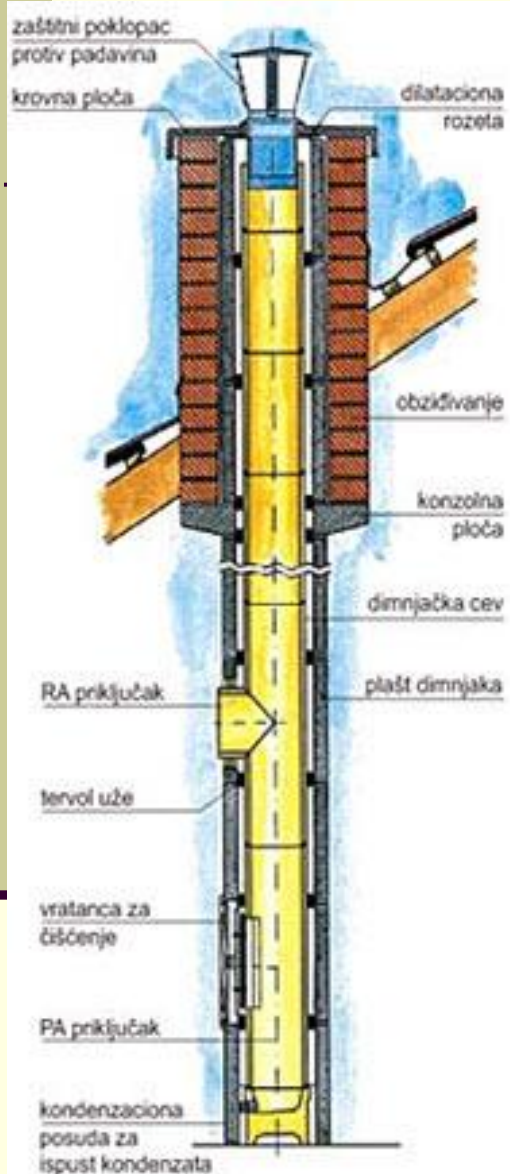
JONO PREČISTAČ VODE



DIMNJACI



DIMNJACI



Schiedel SR



Quadro

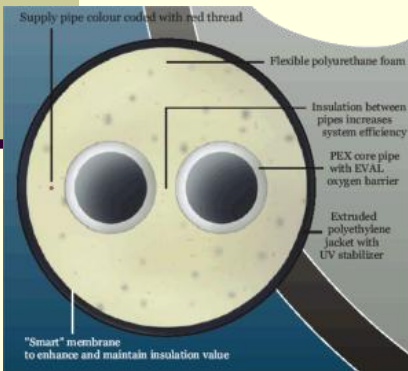


Absolut



KeraStar

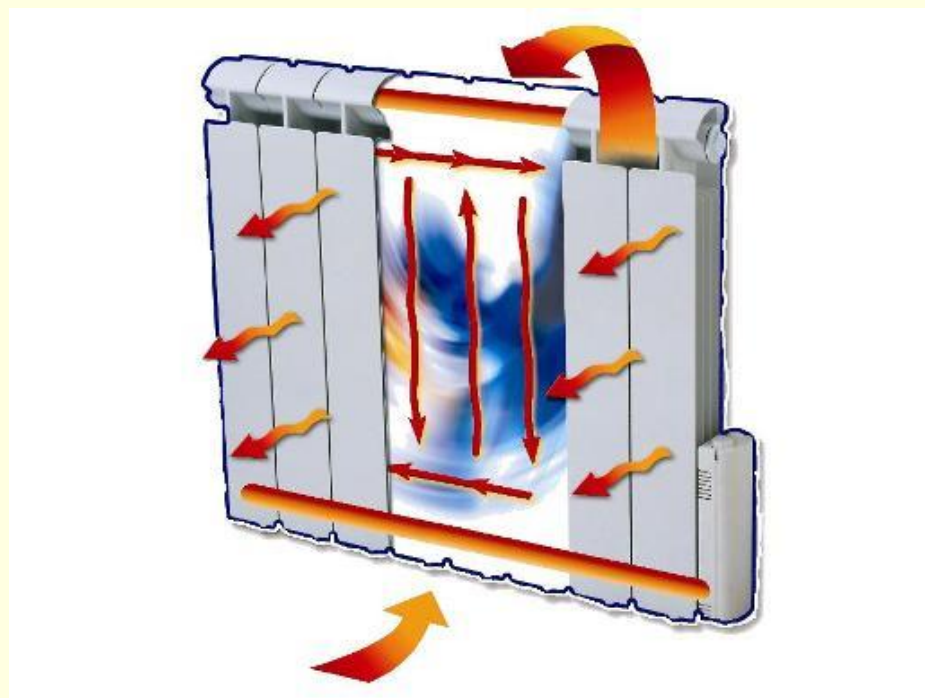
PODZEMNI CEVOVODI - PREDIZOLOVANE CEVI



NADZEMNI GREJNI CEVOVODI



GREJNA TELA



GREJNA TELA

