



# KeepWarm

## Biomasa – Tehnologije za sagorevanje biomase

BIOMASA I NJENO KORIŠĆENJE U SISTEMIMA DALJINSKOG GREJANJA –  
OPŠTI PRINCIPI“

Aleksandar Erić

31. Januar 2019, Vinča, Beograd



This project received funding from the EU's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement N°784966. The sole responsibility for the content of this document lies with the authors. It does not necessarily reflect the opinion of the EU.

This project receives co-funding from the German Federal Ministry of Economic Cooperation and Development.

# Podela sagorevanja prema tipu ložišta



# Sagorevanje u fiksnom sloju

- Koriste se ložišta sa rešetkom;
- Karakteristične su sve četiri zone (faze) sagorevanja: sušenje, piroliza, gasifikacija, sagorevanje koksнog ostatka;
- Obavezno je postojanje i primarnog i sekundarnog vazduha;
- Primarni vazduh se uvodi kroz sloj goriva gde se formira gas sa dosta nesagorelih komponenata;
- Sekundarni vazduh se uvodi u komoru za dogorevanje koja je odvojena od rešetke.

# Sagorevanje u fluidizovanom sloju

- Gorivo sagoreva u inertnom sloju (pesak, hematit,...);
- Ne postoje jasno definisane zone (faze sagorevanja), već se sve odvija u jednoj fazi;
- Nije obavezno postojanje sekundarnog vazduha;
- Zavisno od brzine vazduha razlikuju se dva tipa:
  - Mehurasti i
  - Cirkulacioni.

# Sagorevanje u letu

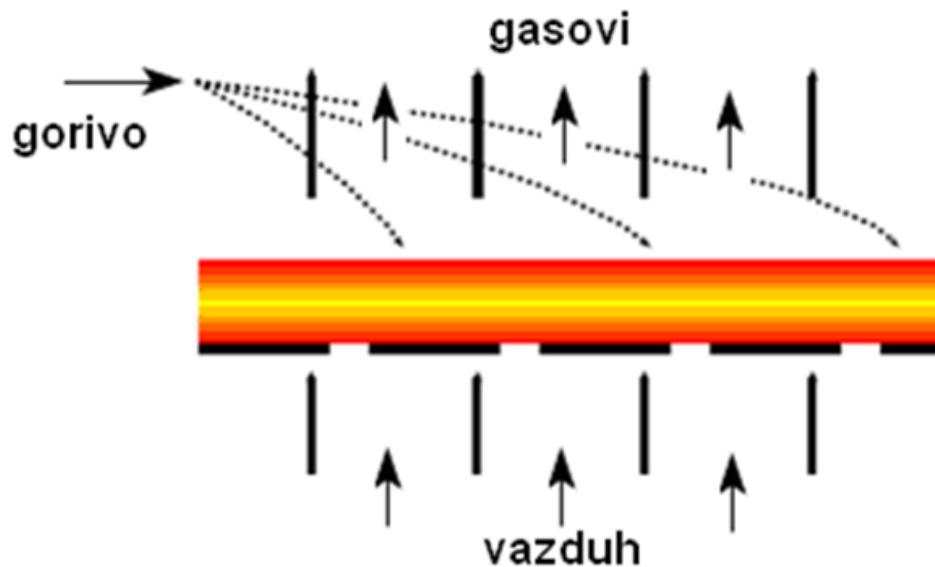
- Koristi se za gorivo malih dimenzija (na nivou milimetra);
- Gorivo se u ložište uvodi (uduvava) zajedno sa primarnim vazduhom;
- Sekundarni vazduh se uvodi naknadno u komoru za dogorevanje;
- Pogodno je za sagorevanje:
  - Piljevine
  - Ljuske suncokreta, pirinča,
  - itd.

# Ložišta sa rešetkom

- Nepokretna rešetka;
- Putujuća rešetka;
- Pokretna kosa rešetka;
- Pokretna horizontalna rešetka;
- Vibraciona rešetka;
- Rotirajuća rešetka;
- Rotirajuća konusna rešetka;

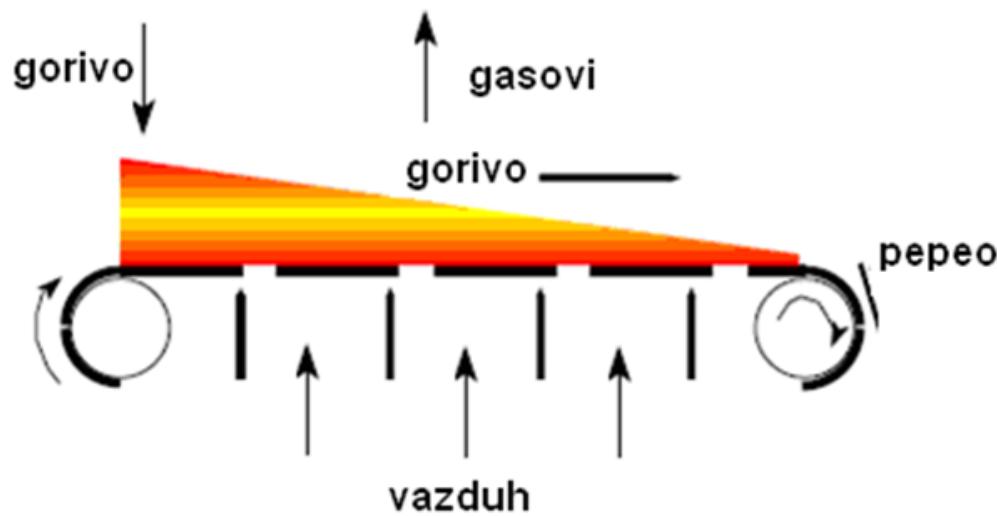
Ovu konstrukciju ložišta karakteriše niska cena izgradnje.

# Nepokretna rešetka



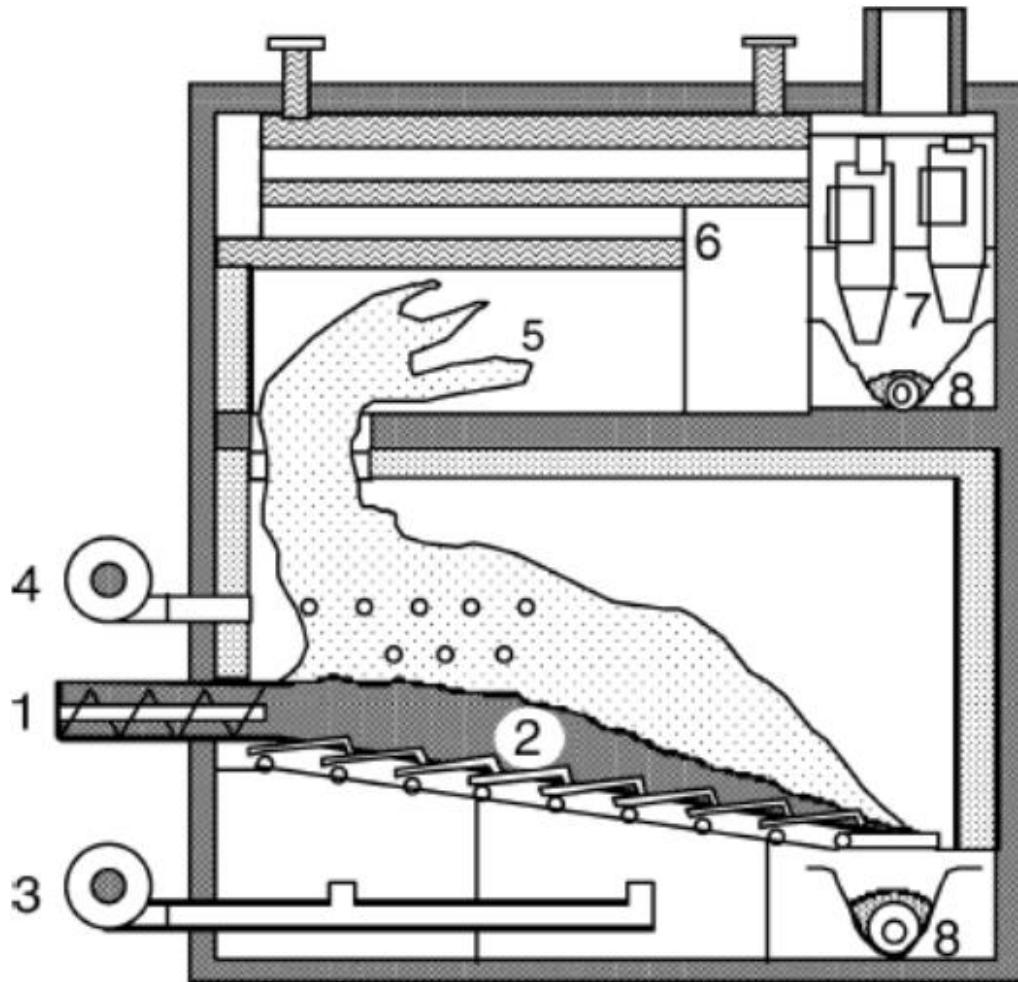
- Metalna rešetka sa prerezima za vazduh;
- Vazduh se uvodi kroz proze odozdo;
- Može biti hlađena vodom;
- Gorivo se dozira odozgo pomoću dozatora;
- Izražene zone sagorevanja;
- Slaba mogućnost regulacije procesa sagorevanja;
- Nema veću primenu.

# Putujuća rešetka



- Segmenti čine neprekidnu traku;
- Gorivo se dozira odozgo pomoću dozatora;
- Gorivo zajedno sa rešetkom putuje kroz ložiste;
- Vazduh se uvodi kroz proreze odozdo
- Na drugom kraju ložista ispada pepeo i nesagorelo;
- Brzina rešetke se podešava zavisno od stepena sagorelosti;
- *McNeil-elektrana na drvo u SAD od 50MWe nadrvnu biomasu.*

# Pokretna kosa rešetka

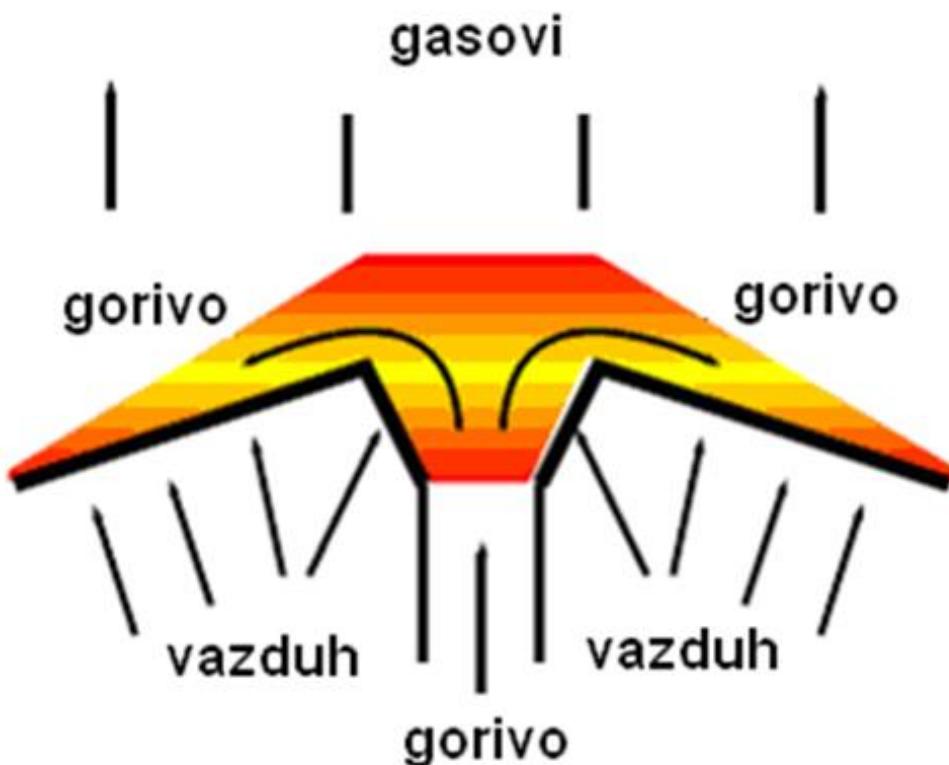


- Sastavljena je od kaskadno postavljenih segmenata;
- Naizmenično horizontalno kretanje segmenata izaziva pomeranje goriva na dole;
- Vazduh se uvodi kroz proreze odozdo;
- Na drugom kraju ložišta ispada pepeo i nesagorelo;
- Podešavanje brzine kretanja goriva je mnogo komplikovanije nego kod putujuće rešetke.

# Vibraciona rešetka

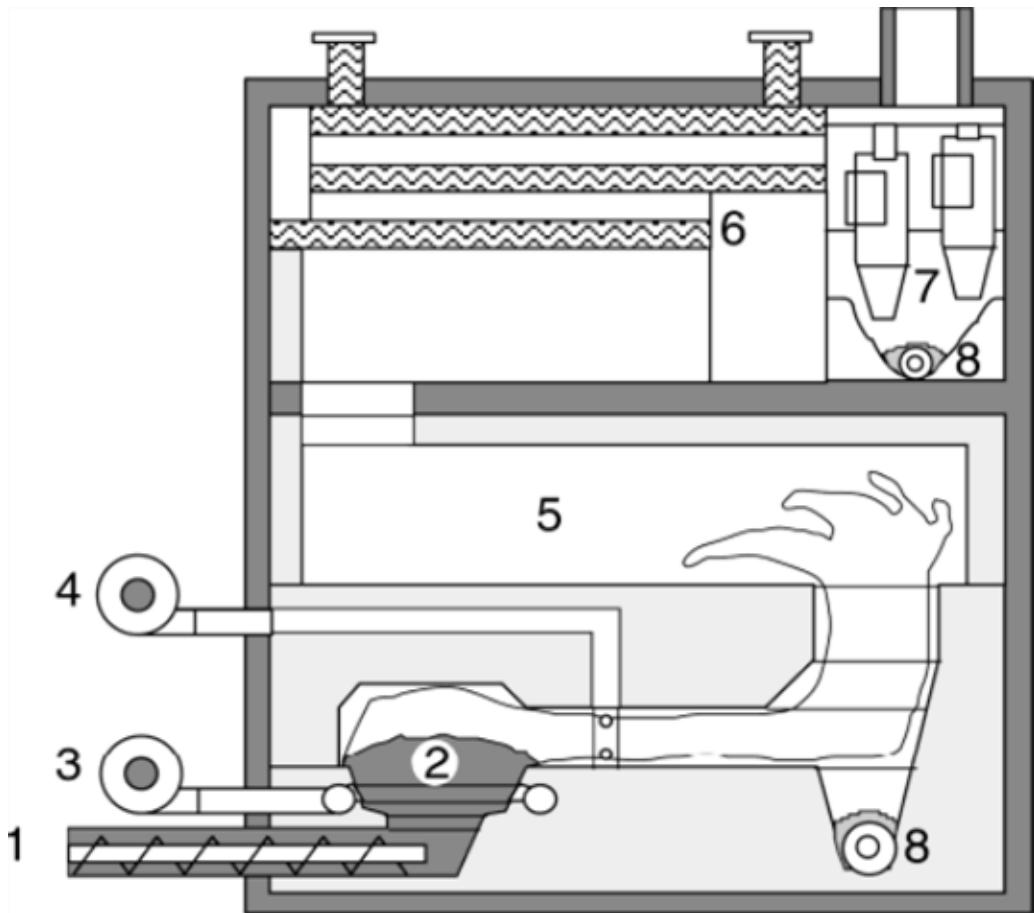
- Sastavljena je od nagnutih orebrenih cevi;
- Naizmenično kretanje cevi (napred-nazad) duž ose izaziva pomeranje goriva;
- Gorivo se dozira na rešetku odozgo;
- Vazduh se uvodi kroz proreze odozdo;
- Izborom frekvencije vibracija sprečava se pojava zašljakivanja;
- Nedostaci:
  - povećana emisija čestica usled vibracije rešetke i
  - Povećana emisija ugljenmonoksida u dimnim gasovima usled nekontrolisanog pomeranja goriva;

# Rotirajuća rešetka



- Najviše razvijano u Finskoj;
- Sastavljana od konusnih rotirajućih delova;
- Gorivo se uvodi odozdo;
- Ovaj sistem omogućava dobro mešanje vazduha i goriva;
- Mogućnost sagorevanja goriva sa visokim sadržajem vlage, do 65%;
- Obavezna komora za dogorevanje;
- *Kartstuli 10MWt*
- *Kounevesi 1,25MWt*

# Ložišta sa loženjem odozdo

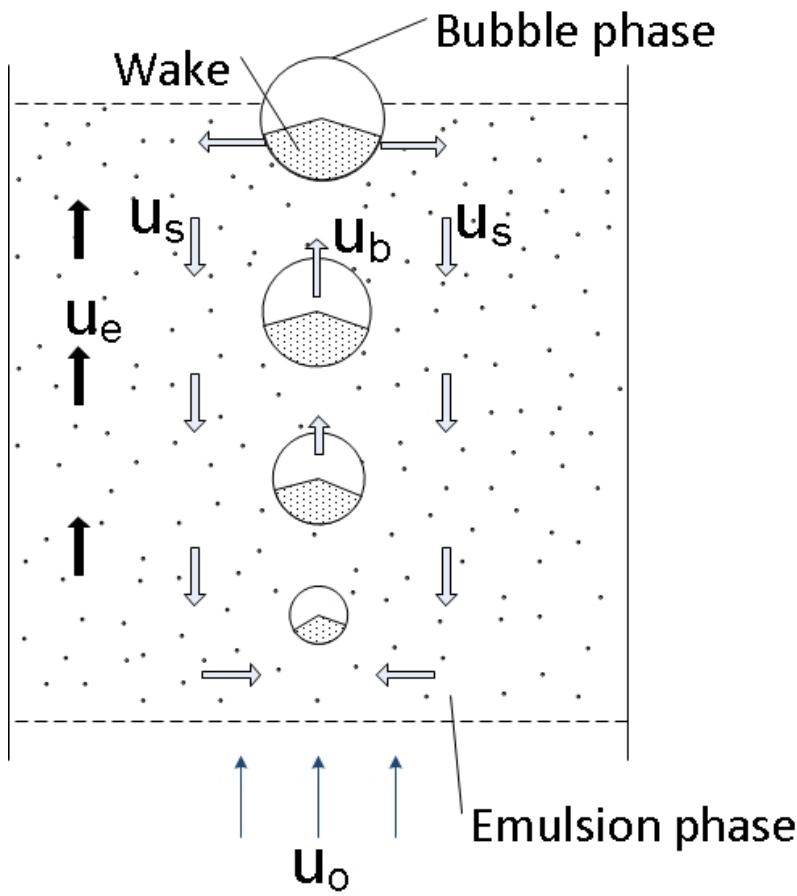


- Jeftina i jednostavna tehnologija;
- Namenjena je za ložišta male snage;
- Gorivo se uvodi odozdo pužnim dozatorom;
- Namenjena za sagorevanje biomase sa niskim sadržajem pepela i male granulacije zbog pužnog načina doziranja.

# Ložišta sa fluidizovanim slojem

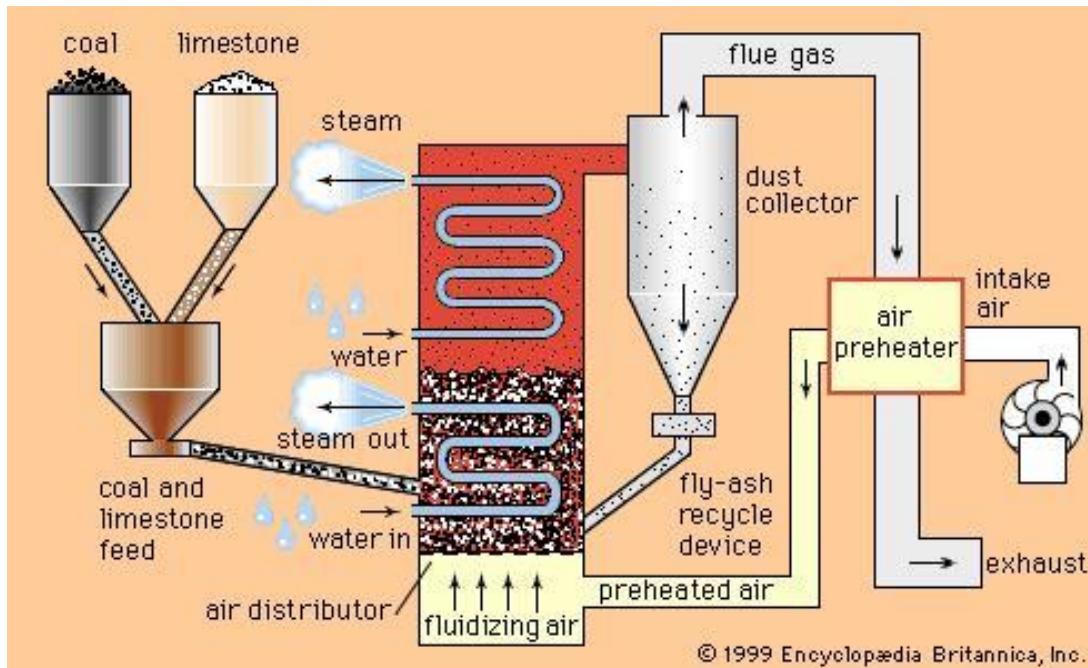
- Fluidizovani sloj – stanje lebdenja čestica čvrstog materijala u struji gasovitog fluida;
- Osobine mešavine čestica i fluida – veoma slične osobinama tečnosti;
- U zavisnosti od brzine fluida razlikuju se:
  - Stacionarni (mehurasti režim);
  - Turbulentni režim;
  - Režim brze fluidizacije i
  - Pneumatski transport.

# Ložišta sa mehurastim FS



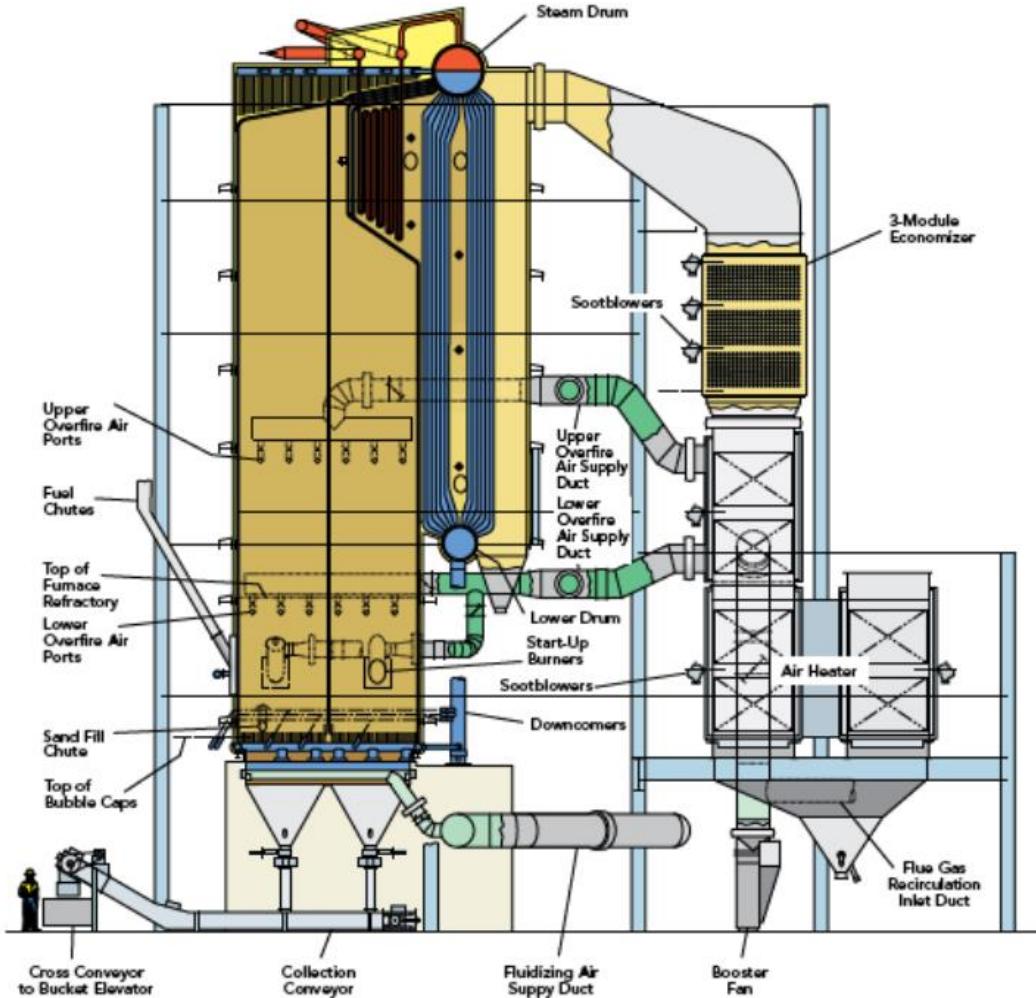
- Režim nastaje pri nešto većim brzinama od minimalne brzine fluidizacije;
- Vazduh se uvodi kroz komoru;
- Mehurovi nastaju odmah po izlasku vazduha iz distribucione komore, kreću se kroz sloj pri čemu se spajaju u veće ili raspadaju na manje;
- Podizanjem mehurova gore, inertni materijal se spušta dole i dolazi do neprekidnog mešanja sloja;
- Veliki toplotni kapacitet fluidizovanog sloja omogućava korišćenje goriva različitih sastava i visokog sadržaja vlage.

# Ložišta sa mehurastim FS



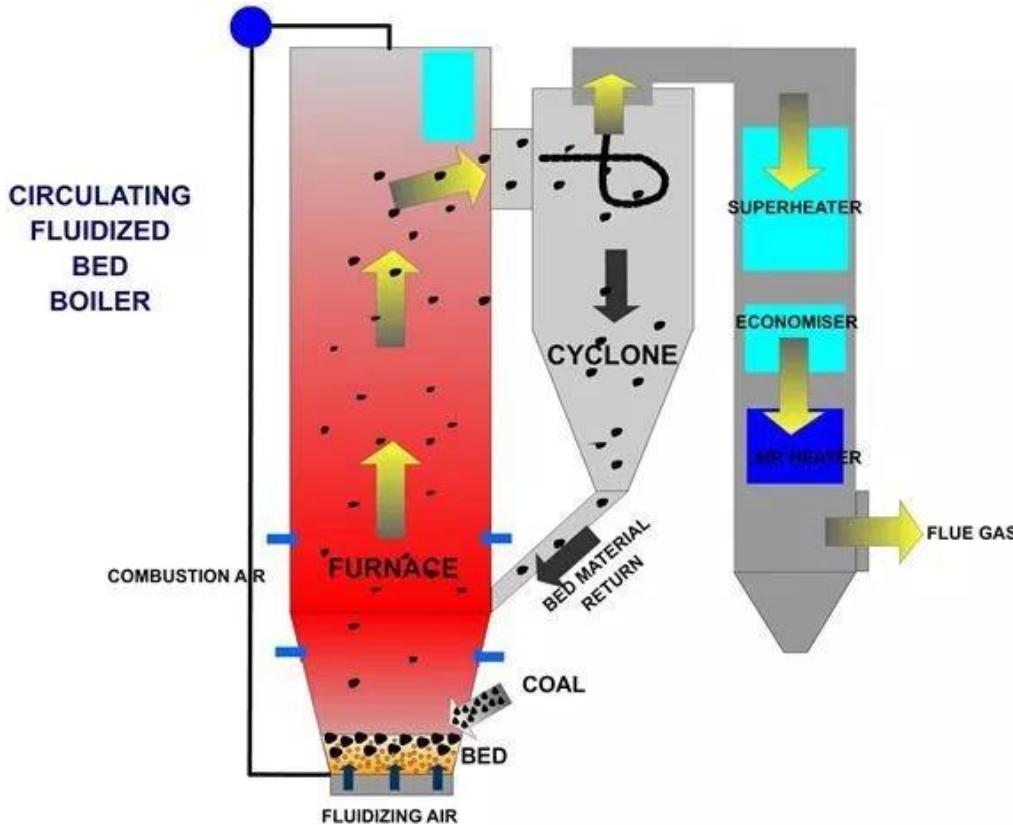
- Vazduh se uvodi u distributivnu komoru;
- Nastaje fluidizacija inertnog materijala;
- Gorivo sagoreva u sloju i iznad sloja;
- Nastali dimni gasovi predaju toplotu razmenjivačkim površinama;
- Izneti inertni materijal se preko cilkona ponovo vraća u ložište;

# Ložišta sa mehurastim FS



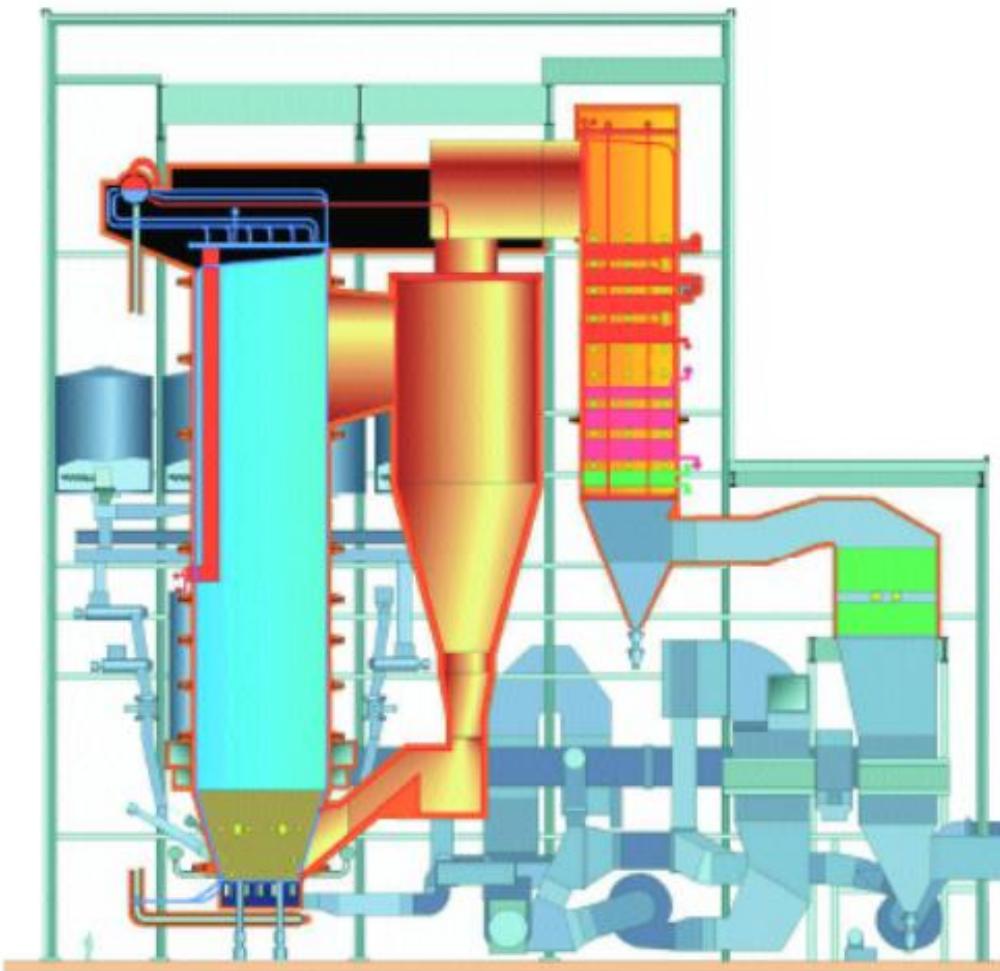
- Babcock & Wilcox kotao;
- 538 °C,
- 179 bar,
- 28,4 kg/s produkcije pare;
- Koristi razne ostatke iz drvne industrije;
- Poljoprivrednu biomasu;

# Ložišta sa cirkulacionim FS



- Rade u režimu brze fluidizacije, pri čemu dolazi do odnošenja inertnog materijala i goriva iz sloja;
- Inertni materijal i gorivo se ponovo vraćaju u sloj čime se postiže veći stepen sagorelosti;
- Namenjena su za kotlove veće snage preko 30MW;

# Ložišta sa cirkulacionim FS

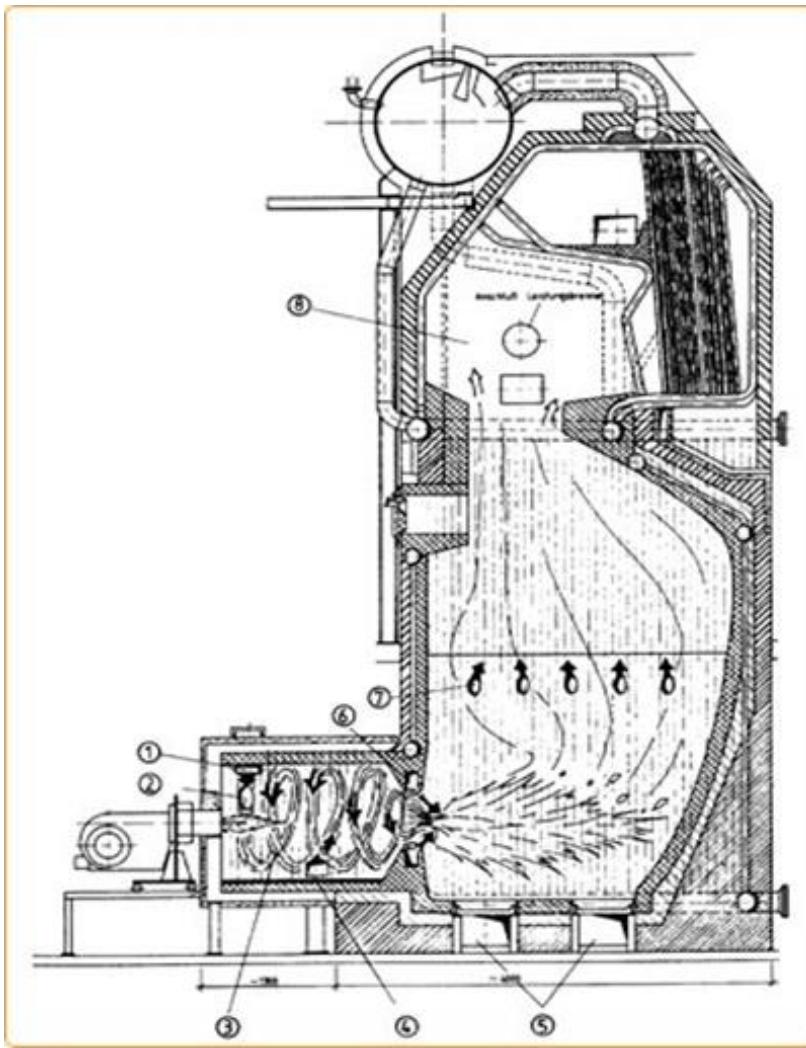


- *Alholmens Kraft* kotaо u Finskoj;
- 545°C,
- 165bar,
- 194 kg/s produkcije pare;
- Poprečni presek:  
8,5x24x10m
- Koristi razne ostatke iz drvne industrije.

# Ložišta sa sagorevanjem u letu

- Koriste se za sagorevanje usitnjene i sprašene biomase;
- Sprašena biomase se uvodi u ložište zajedno sa primarnim vazduhom;
- Startovanje se izvodi pomoću gorionika na gasovito ili tečno gorivo, a zatim se postepeno uvodi primarno gorivo (biomasa);
- Radi povećanja efikasnosti često se vrši recirkulacija dimnih gasova.

# Ložišta sa sagorevanjem u letu

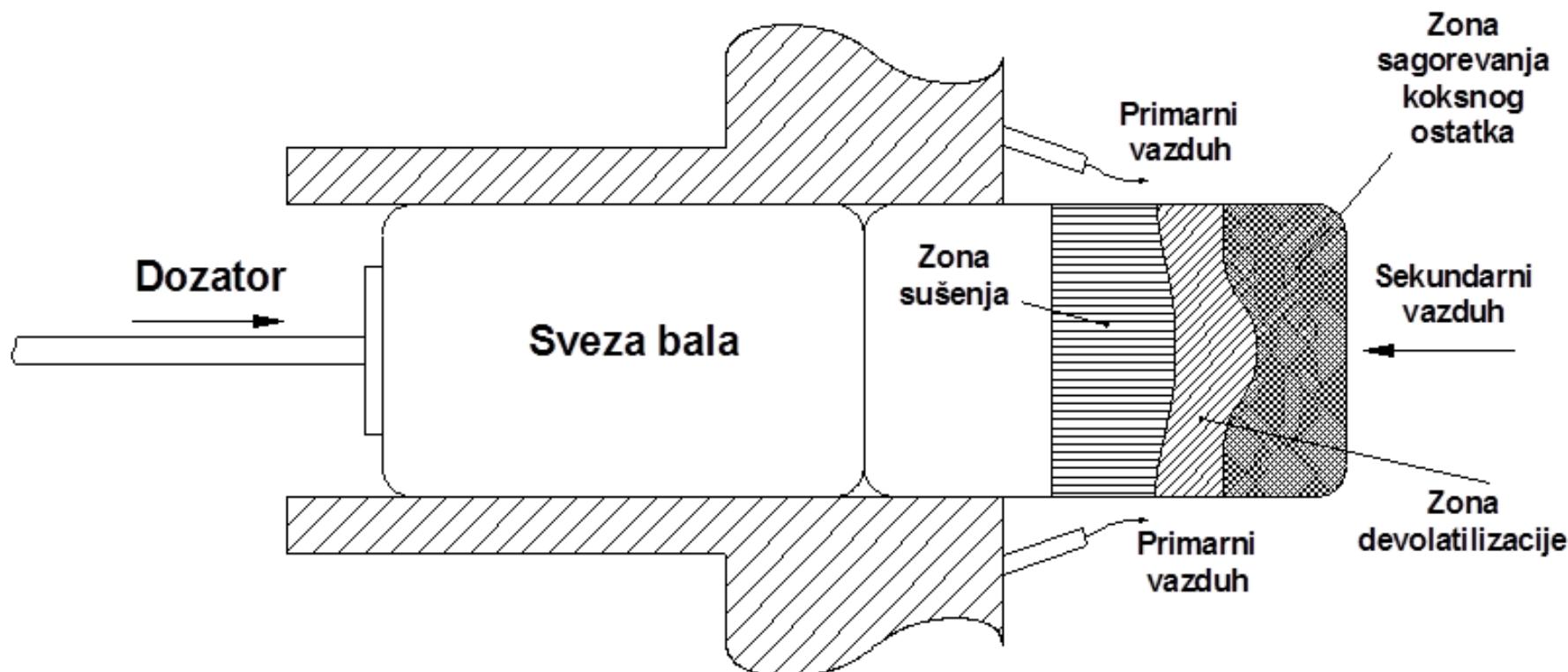


- Koriste se vrtložni gorionici;
- Mogućnost regulacije viška vazduha u opsegu od 1,3 – 1,5;
- Niska emisija azotnih oksida ostvaruje se primarnim i sekundarnim merama;
- Visoka emisija čestica zahteva uvođenje prečistača čestica.

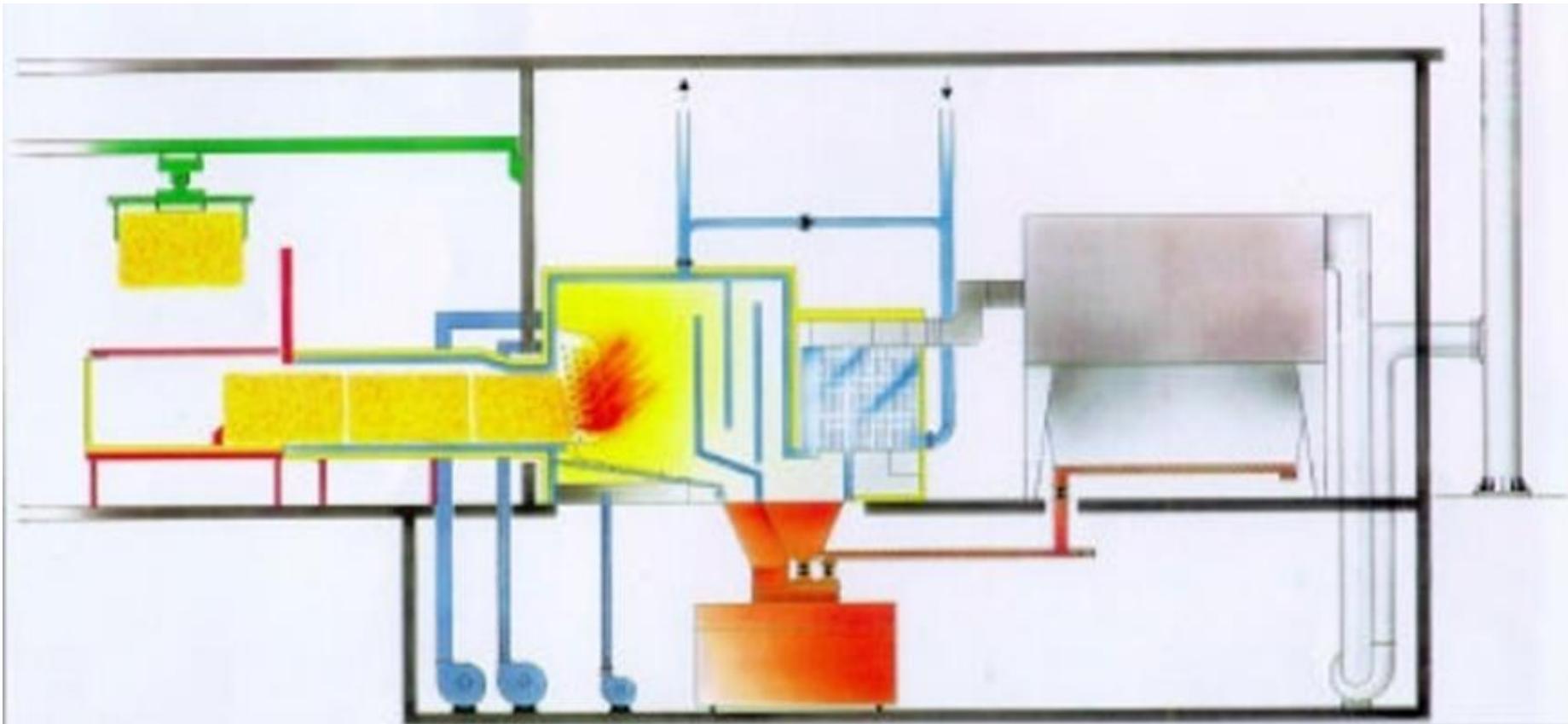
# Ostali sistemi za sagorevanje

- Do sada razvijeni sistemi sagorevanja uglavnom su namenjeni sagorevanju šumske biomase;
- Razvoj sistema za sagorevanje poljoprivredne biomase još uvek nije došao do prevelike komercijalne upotrebe;
- Ideja je smanjiti troškove pripreme poljoprivredne biomase;
- Smanjiti sopstvenu potrošnju postrojenja.

# Ložište sa „cigaretnim“ sagorevanjem



# Ložište sa „cigaretnim“ sagorevanjem



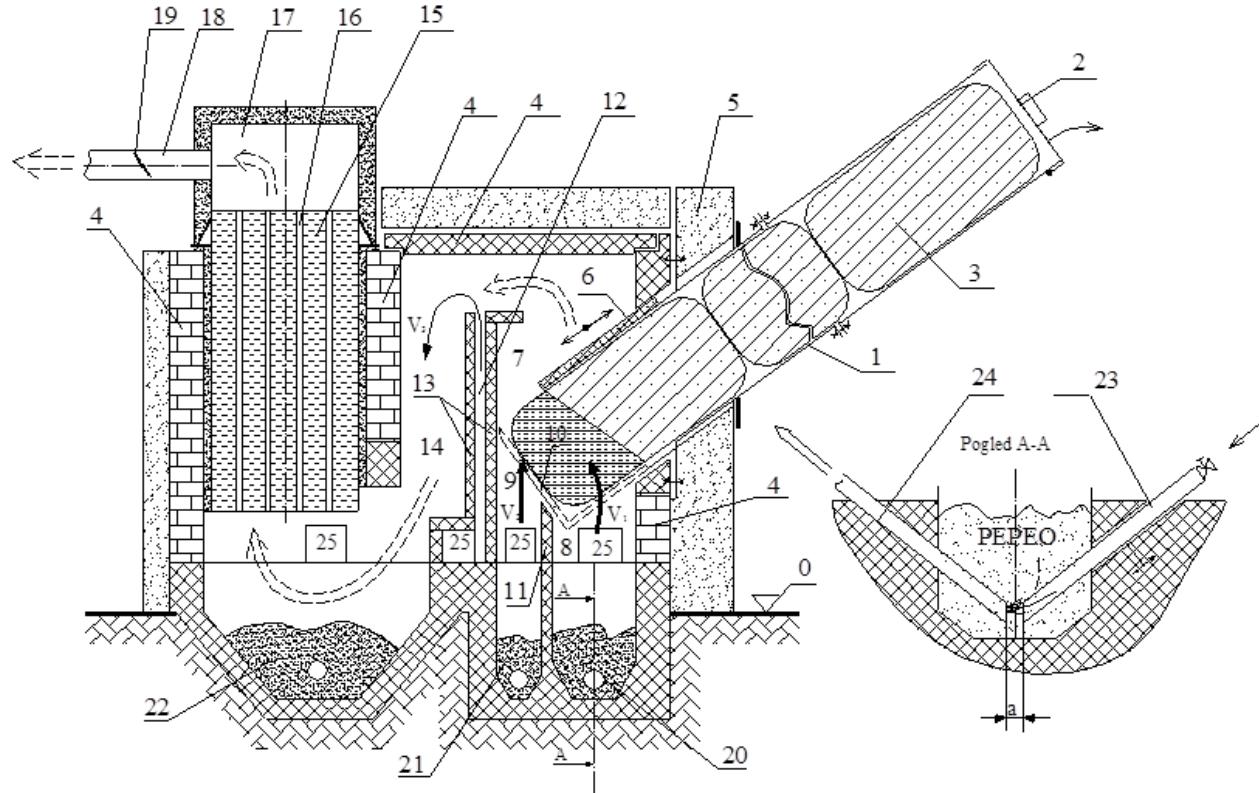
# Ložište sa „cigaretnim“ sagorevanjem

- Prednosti:
  - niska cena investicija;
  - minimalna priprema goriva;
  - kontinualno doziranje goriva;
  - relativno jednostavna konstrukcija;
  - dobra kontrola rada na nižim stepenima opterećenja.
- Nedostaci:
  - velika zavisnost od veličine bala

# Poređenje ložišta

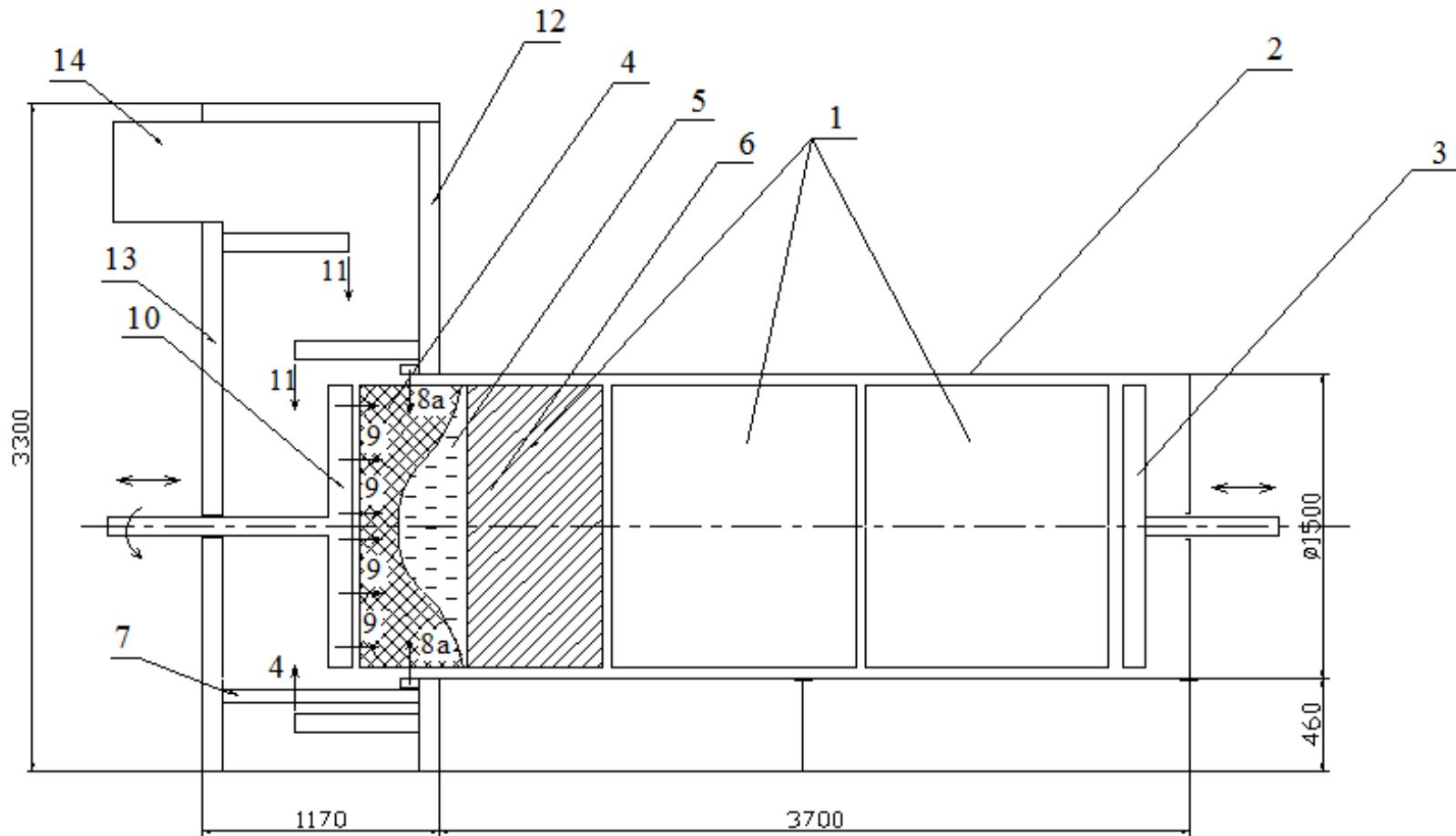
	Ogrevno drvo	Drveni čips	Piljevina	Peleti	Briketi	Slama
Otvorena ložišta	0	-	-	-	0	-
Peći za domaćinstvo	+	-	-	-	+	-
Automatska ložišta	--	+	-	++	--	+
Trajnožareće peći	0	--	--	--	-	+
Kosa nepokretna rešetka	--	+	-	+	-	-
Pokretna rešetka	--	++	-	++	-	+
Vibaciona rešetka	--	+	-	+	-	+
Ložišta sa loženjem odozdo	--	+	-	+	--	-
Vrtložni gorionik	--	--	+	--	--	-
Cigaretno ložište	--	--	-	--	--	++

# Hronologija razvoja cigaretnih ložišta u INN Vinča



	Šamotna opeka		Voda		Bazirana slama		Vazduh (V)
	Šamotni odlivci		Beton		Zemlja		Dimni gas
	Toplotna izolacija		Zona sagorevanja bala				Pepeo
							Smeša u pneumo-transportu pepeo+vazduh

# Hronologija razvoja cigaretnih ložišta u INN Vinča

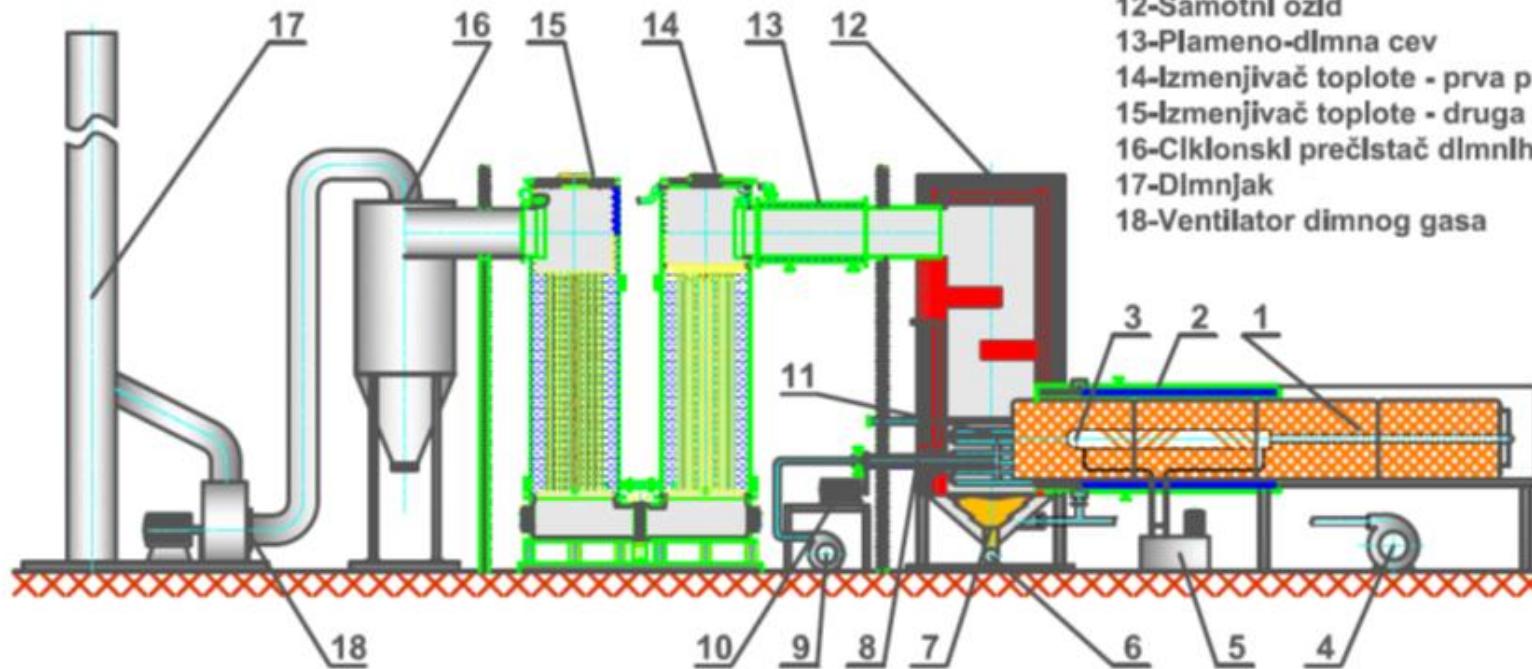


# Hronologija razvoja cigaretnih ložišta u INN Vinča

## KOTLOVSKO POSTROJENJE 1,5 MW

1-Balirana biomasa  
2-Vodom hlađenl uvodnik  
3-Klipni dozator  
4-Ventilator primarnog vazduha  
5-Hidraulični sistem

6-Pužni izvlakač pepela  
7-Pepo  
8-Uvodnik sekundarnog vazduha  
9-Ventilator sekundarnog vazduha  
10-Pokretač uvodnika sek. vazduha  
11-Vodom vhađena rešetka  
12-Šamotni ozid  
13-Plameno-dimna cev  
14-Izmenjivač toplote - prva promaja  
15-Izmenjivač toplote - druga promaja  
16-Ciklonski prečišćač dimnih gasova  
17-Dimnjak  
18-Ventilator dimnog gasa





# HVALA NA PAŽNJI!