

Ohniště pro spalování tuhých paliv

Ohniště je

■ roštové, rošt je

- pevný
 - rovinný
 - stupňový
- mechanický
 - pásový
 - s násypkou
 - s pohazováním
 - přesuvný
 - vratisuvný
 - podsuvný
 - válcový
 - vibrační

■ práškové se spalováním v letu

- granulární
 - s čelními hořáky
 - s rohovými hořáky
- výtavné
- cyklonové } u nás se již nepoužívají
- fluidní
 - se stacionární vrstvou
 - s cirkulující vrstvou

1

Kritéria pro volbu typu ohniště

■ vlastnosti paliva

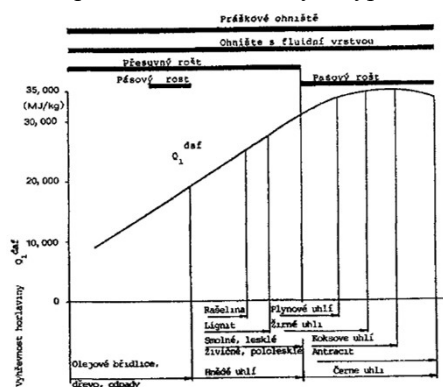
- složení
- fyzikální a chemické vlastnosti
- velikost částic a rozměrová nehomogenita
- vlastnosti popelovin

■ výkon kotle

- mechanické roštové ohniště: od 0,25 MWt po cca 150 MWt
- práškové ohniště: od cca 40 MWt až po nejvyšší výkony
- fluidní ohniště:
 - stacionární (bublinková) vrstva: obvykle do 40 MWt, ale i např. 200 MWt,
 - cirkulující fluidní vrstva: od cca 60 MWt až po dnešních cca 1800 MWt.

2

Rozsah použitelnosti uvedených typů ohnišť



3

Roštové ohniště

slouží pro spalování kusových tuhých paliv v klidné vrstvě filtračním způsobem

Dělení do dvou základních skupin:

- s pevným roštem
- s mechanickým roštem

4

Části roštového ohniště

Základní části :

- spalovací prostor vymezený stěnami
- rošt s palivovou násypkou, hradítkem, škvárovým jízdem a výsypkou
- zařízení pro přívod spalovacího vzduchu

Základní části roštu :

- nosná konstrukce
- roštnice
- hnací ústrojí (u mechanických roštů)

5

Funkce roštu

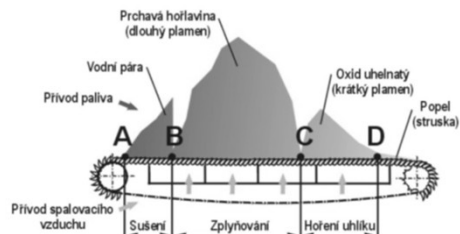
- vytvářet a udržovat vrstvu paliva požadované tloušťky a prodyšnosti při co nejmenším propadu a úletu zrn paliva
- zajišťovat přívod spalovacího vzduchu do jednotlivých míst plochy roštu tak, aby spalování probíhalo s optimálním součinitelem přebytku vzduchu
- umožňovat postupné vysoušení, zahřátí na zápalnou teplotu, hoření a dokonalé vyhoření všech zrn paliva
- shromažďovat, popř. zajišťovat odvod tuhých zbytků po spalování
- regulovat tepelný výkon podle požadovaného výkonu kotle.

6

Průběh spalování na roštu

probíhá ve dvou fázích

- ve vrstvě na roštu (fixní hořlavina - tuhý uhlík)
- v prostoru nad vrstvou paliva
 - na začátku roštu uhlovodíky
 - v další části roštu CO

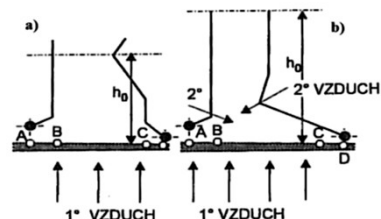


7

Tvary roštového ohniště

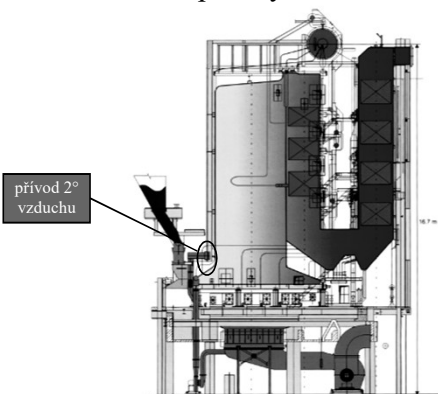
pro spalování paliv:

- s nízkým podílem prchavé hořlaviny (ČU) – jedno ohnisko hoření
- s vyšším podílem prchavé hořlaviny (HU, biomasa, odpady) – dvě ohniska hoření



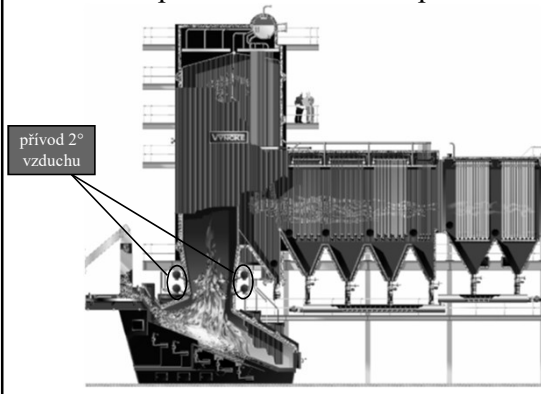
8

Kotel 35 t/h s pásovým roštem na černé uhlí



9

Kotel na spalování dřevního odpadu 15 MW



10

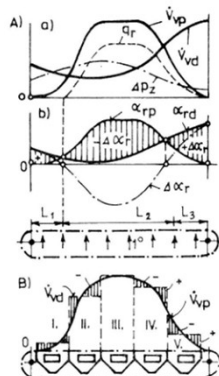
Vzduchové poměry na roštu

A. bez pásmování vzduchu

- potřeba vzduchu V_{vp} a dodávka vzduchu V_{vd}
- odpovídající souč. přebytku vzduchu

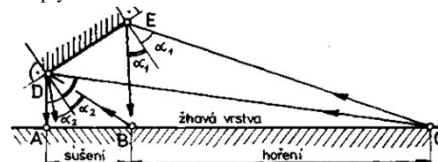
B. s pásmováním vzduchu

pásmování vzduchu je důležité pro udržení kvality spalování při nízkém přebytku vzduchu



Dělení roštových ohnišť podle způsobu přívodu tepla k vysušení a vznícení paliva

- se spodním zápalom
 - nové palivo přichází na žhavou hořící vrstvu
 - dmycháním vysoce ohřátého spalovacího vzduchu či spalin pod rošt
- s horním zápalom – dosahuje se sáláním obezdívky zejména přední (tzv. vzněcovací) klenby, která funguje jako zrcadlo, a sáláním plynného obsahu ohniště



- s oboustranným zápalom.

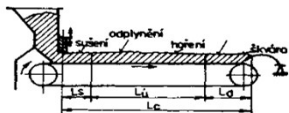
12

Účinná plocha roštu

- slouží k uvolňování tepla z paliva (tj. k vlastnímu hoření)

Zbývající část plochy je jen pomocná a slouží

- k přípravě paliva pro zapálení
- k dohořívání.



L_c celková délka roštu
 L_u účinná délka roštu
 L_s sušící délka roštu
 L_d dohořívací délka roštu

Poměr účinné plochy k celkové ploše roštu bude klesat s

- rostoucím obsahem vody v palivu
- nižší teplotou spalovacího vzduchu.

S tím souvisí střední měrný tepelný výkon roštu q_r [kW/m²].

Čím bude mít spalované palivo vyšší obsah vody, tím je nutno při navrhování roštu volit nižší q_r .

13

Měrný tepelný výkon roštů

Druh roštu	Vzduch	Palivo	q_r [kW/m ²]
pevný rovinný	přisávan	černé uhlí tříděné	700 až 1000
	dmýchán	hnědé uhlí tříděné	600 až 900
pevný stupňový	přisávan	černé uhlí tříděné	800 až 1200
	dmýchán	hnědé uhlí tříděné	700 až 1100
pásový	přisávan	dřevo (W = 40 %)	500 až 900
	přisávan	rašelina	500 až 900
	přisávan	hnědé uhlí, lignit	500 až 900
	přisávan	černé uhlí tříděné	600 až 900
	dmýchán	černé uhlí tříděné, mírně spékavé	800 až 1300
	dmýchán (pásmování)	černé uhlí tříděné, mírně spékavé	600 až 700
pásový s pohazováním	dmýchán	černé uhlí propíšťky	700 až 800
	dmýchán	hnědé uhlí tříděné	800 až 1100
přesuvný	dmýchán	hnědé uhlí hrubý prach	600 až 700
	dmýchán	rašelina	500 až 700
vratisuvný (prohrabovací)	dmýchán	černé uhlí netříděné (pásmování)	1000 až 1600
	dmýchán	hnědé uhlí netříděné (pásmování)	900 až 1300
podsvuvný	dmýchán	černé uhlí tříděné	900 až 1200
	dmýchán	hnědé uhlí tříděné	600 až 900
lokomotivní (sklopné roštnice)	dmýchán	černé uhlí tříděné	700 až 1000
	přisávan	černé uhlí tříděné	800 až 1300
lokomotivní (sklopné roštnice)	dmýchán	černé uhlí tříděné	800 až 1200
	přisávan	černé uhlí tříděné	600 až 800
lokomotivní (sklopné roštnice)	dmýchán	černé uhlí tříděné	600 až 1200
	přisávan	černé uhlí tříděné	1000 až 3000

Hrubá plocha roštu

$$S_r = \frac{M_{pvj} \cdot Q_i}{\bar{q}_{rj}} = a \cdot L \quad [m^2]$$

M_{pvj} [kg/s] spalované množství paliva
 Q_i [kJ/kg] výhřevnost paliva
 $\bar{q}_{rj}$ [W/m²] stř. jmenovitý měrný tepelný výkon roštu
 a [m] šířka roštu
 L [m] délka roštu

Požadavek tuhosti roštu

$$a, L \leq 8 \text{ až } 12 \text{ m}$$

z toho plyne výkonové omezení roštového ohniště

15

Světlá plocha roštu – pro průtok vzduchu

$$S_{rs} = \frac{M_{pvj} \cdot V_v}{w_v} = \chi \cdot S_r \quad [m^2]$$

M_{pvj} [kg/s] spalované množství paliva
 V_v [m³/s] spotřeba spalovacího vzduchu
 w_v [m/s] rychlost vzduchu mezi roštnicemi

Druh paliva	h [mm]	Δp [Pa]	χ
drobné hnědé uhlí	40	600 až 1200	0,15 až 0,35
hrubé hnědé uhlí	70	300 až 700	0,15 až 0,35
černé uhlí (2 až 5 mm)	60 až 80	200 až 600	0,25 až 0,5
černé uhlí (2 až 30 mm)	100 až 120	150 až 800	0,25 až 0,5
kusový antracit	až 200	80 až 700	0,25 až 0,5
brikety hnědouhelné	200 až 300	80 až 600	0,15 až 0,35
kusová rašelina	450	180 až 800	0,1 až 0,25
dříví	600 až 1500	100 až 1500	0,15 až 0,25

16

Kotle s pevným roštem

- palivo vyhořívá v původní nasypané vrstvě
- zbytky po spalování (škvara a popel) se odstraňují ručně.

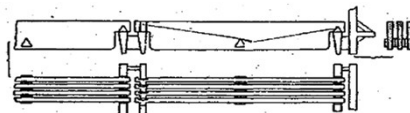


to předurčuje tyto kotle pro nejmenší výkony

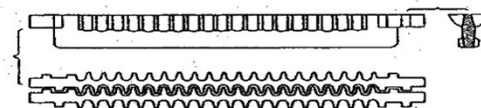
17

Rovinný rošt

- z rovinných desek ve tvaru nosníků s nálitky



- z litinových roštnic podélně na stranách zvlněných



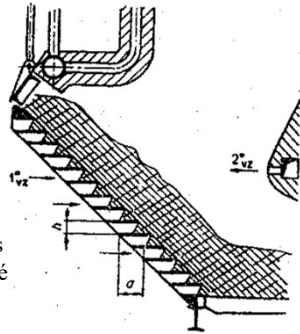
18

Stupňový rošt

sestává ze dvou částí

- šikmé, kde vyhořívá prchavá hořlavina
- vodorovné, kde dohořívá tuhý zbytek

rošt je vhodný pro paliva s větším obsahem prchavé hořlaviny



19

Kotle s mechanickým roštem

- Vyvinuté pro spalování uhlí
- Palivo se v ohništi posouvá, případně se prohrabuje, postupně vyhořívá a zbytky po spalování jsou vynášeny mechanicky.

Tři základní typy těchto roštů jsou

- pásový
- přesuvný
- vratisuvný

20

Pásový rošt

- je jeden z nejrozšířenějších typů mechanických roštů
- vznikl jako modifikace roštu řetězového, jenž byl vlastně prvním typem mechanického roštu

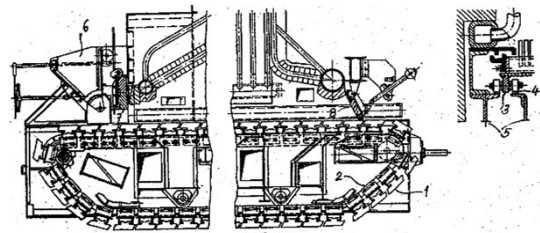
Základní nevýhodou řetězového roštu, jehož roštnice tvořily články širokého Gallova řetězu, bylo to, že při výměně spálené nebo poškozené roštnice se musel rozebrat celý řetěz.

21

Pásový rošt bez pohazování paliva

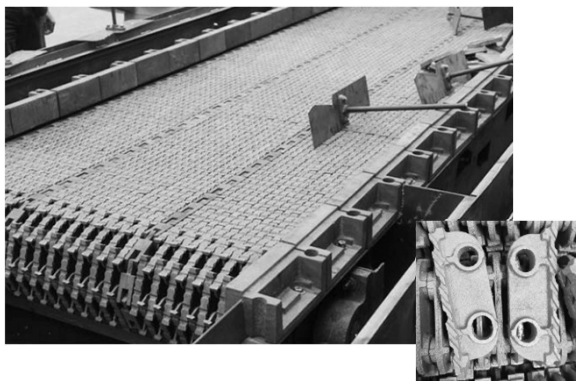
vrstva paliva na roštu se tvoří nastavitelným hradítkem

- | | |
|-----------------|--------------------------------|
| 1 roštnice | 5 nosný rám po stranách roštu. |
| 2 příčný trámec | 6 násypka paliva |
| 3 články řetězu | 7 hradítko |
| 4 kladka | 8 výkyvný škrabák |



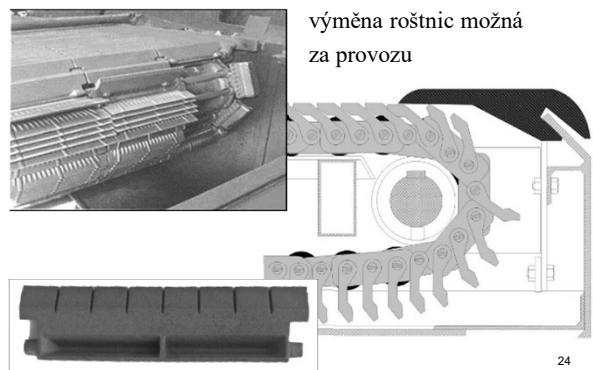
22

Pásový rošt bez pohazování paliva



Moderní typ pásového roštu

výměna roštnic možná za provozu



24

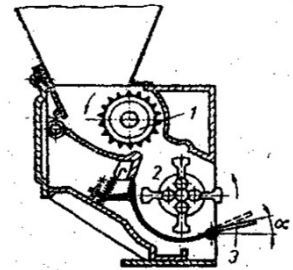
Pásový rošt s pohazováním paliva

- pohazování je vhodné pro spalování paliva s větším obsahem prachu
- pohazovací zařízení je umístěno pod násypkou
- pohazování se provádí
 - mechanicky
 - pneumaticky
 - parou

25

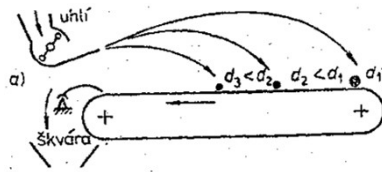
Mechanický pohazovač

- 1 podavač
- 2 pohazovač
- 3 usměrňovací deska



26

Smysl pohybu roštu

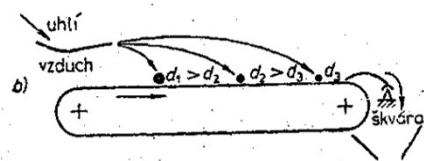


Při **mechanickém pohazování** největší částice uhlí dopadají na konec roštu a menší částice blíže k pohazovači.

Proto se horní část roštu s palivem pohybuje směrem k pohazovacímu zařízení, pod nímž je rovněž umístěna škvárová výsypka.

27

Smysl pohybu roštu



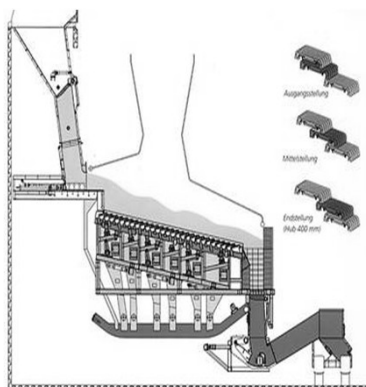
Při **pneumatickém pohazování** největší částice uhlí dopadají na rošt poblíž pohazovače a jemnější částice dále ke konci roštu.

Proto se horní část roštu spolu s palivem pohybuje směrem od pohazovacího zařízení a škvárová výsypka je umístěna na konci roštu ve směru pohybu.

28

PŘESUVNÝ ROŠT

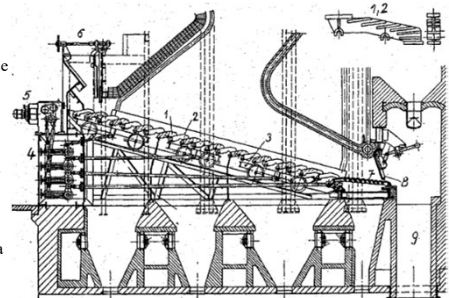
- vznikl z pevného stupňového roštu - pevné roštové stupně byly nahrazené pohyblivými
- horizontální pohyb roštnic je zajištěn klikovým mechanismem nebo hydraulicky
- rychlost posuvu paliva se reguluje změnou výkyvu jednotlivých stupňů
- pod roštem je pásmován spalovacího vzduchu
- výhodou je univerzální použití



Přesuvný rošt s mechanickým pohonem

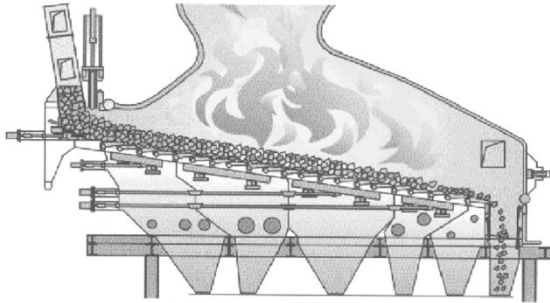
- výhodou je univerzální použití – uhlí, biomasa, odpady

- 1 pevné roštnice
- 2 pohyblivé roštnice
- 3 pohyblivé vozíky
- 4 klikový mechanismus
- 5 elektromotor
- 6 palivová výsypka
- 7 vodorovný dohořivací rošt
- 8 výkyvný škrabák
- 9 škvárová výsypka



30

Přesuvný rošt s hydraulickým pohonem



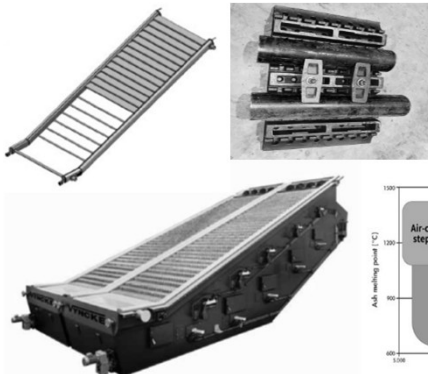
Přesuvný rošt - roštnice

- odlita z litiny
- důležitý vyšší obsah Cr
 - zvyšuje ořezuvzdornost

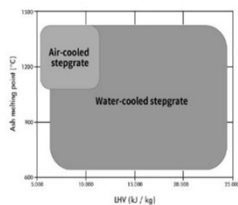


32

Přesuvný rošt vodou chlazený



- umožňuje zvýšit tepelné zatížení roštu
- vhodný pro paliva s nízkou teplotou tavení popela



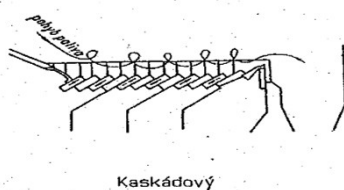
Vratisuvný rošt

- roštnice se pohybují proti směru toku paliva
- dosahuje daleko pronikavějšího prolamování vrstvy a promíchávání paliva ve vrstvě
- dva základní typy
 - kaskádový
 - Martin

34

Kaskádový vratisuvný rošt

- má vodorovný povrch
- doba setrvání paliva na roštu je kratší
- roštnice se pohybují jakoby napříč toku paliva se sklonem k výstupu roštu
- palivo se promíchává především v příčném směru.

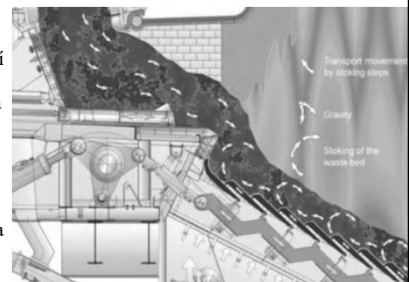


Kaskádový

35

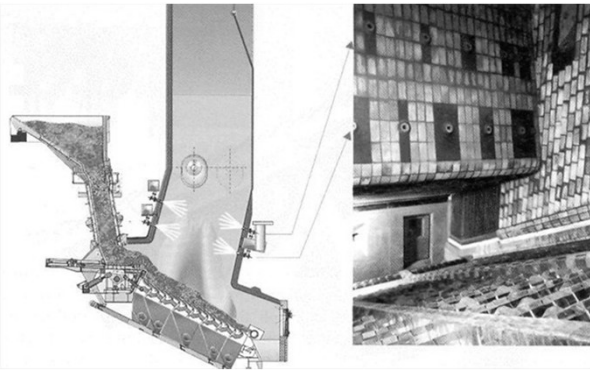
Vratisuvný rošt Martin

- je silně skloněný ve směru od vstupu paliva k výsypce
- roštnice se pohybují proti toku paliva
- spodní žhavá vrstva postupuje vzhůru
- přes žhavou vrstvu přepadá čerstvé palivo
- dosáhne se dlouhá doba setrvání paliva na roštu, dobré promísení a prohoření celé vrstvy.

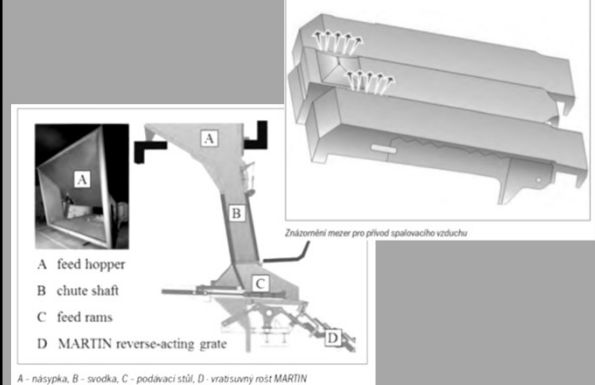


36

VRATISUVNÝ ROŠT, SAKO Brno

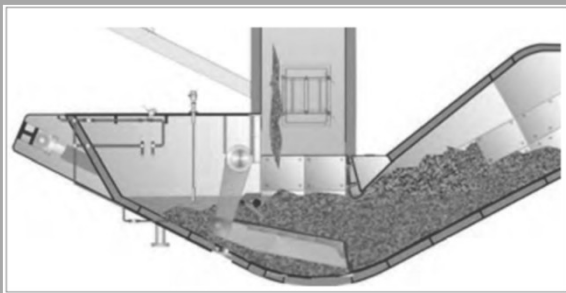


VRATISUVNÝ ROŠT, SAKO Brno

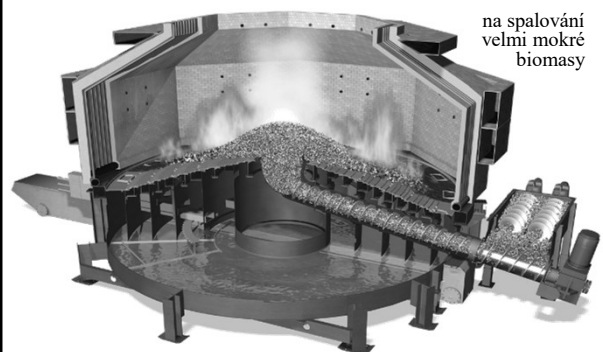


VRATISUVNÝ ROŠT, SAKO Brno

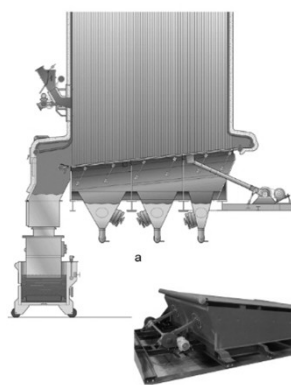
vyhrnovač škváry z popelové výsypky s vodním uzávěrem



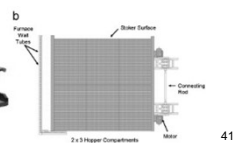
Spalovací zařízení Biopower s podsuvným roštem 5,5 MW_e



Vibrační rošt



vhodný pro spalování paliv
s nízkým podílem popela
jako je biomasa - typicky
sláma



41

Válcový rošt

hlavní uplatnění v
kotlích na spalování
komunálního odpadu

