

# Ohniště pro spalování tuhých paliv

Ohniště je

- **roštové**, rošt je

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

- **práškové** se spalováním v letu

- granulační
    - 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

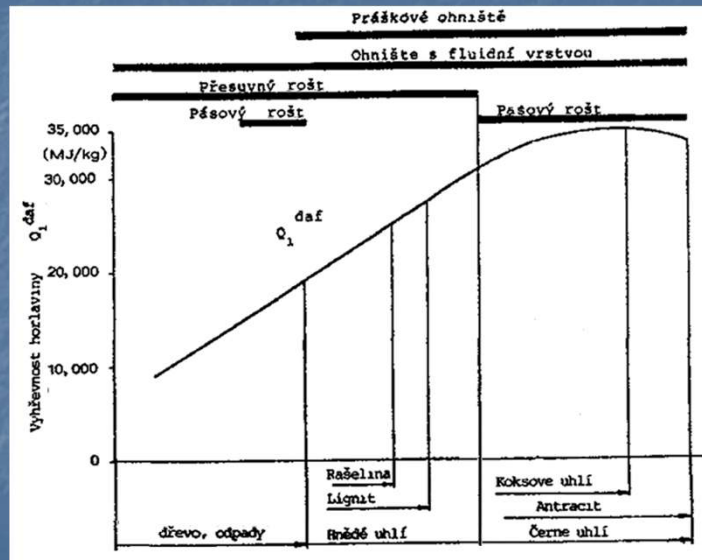
- složení
- fyzikální a chemické vlastnosti
- velikost částic a rozměrová nehomogenita
- vlastnosti popelovin

- 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 (bublínková) 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 jízkem a výsypkou
- zařízení pro přívod spalovacího vzduchu

### Základní části roštu :

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

5

## Funkce roštu

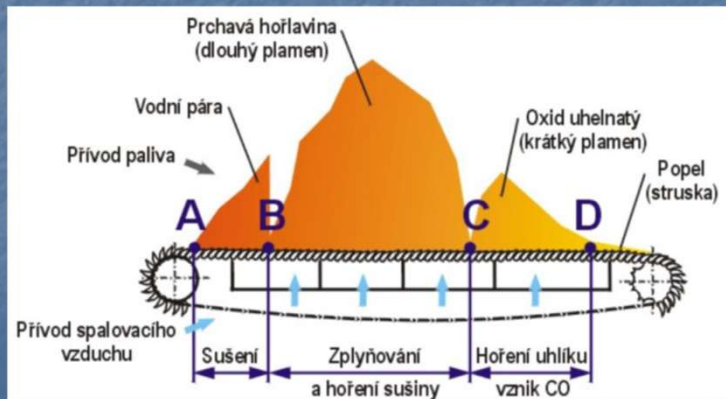
- vytvářet a udržovat vrstvu paliva požadované tloušťky a prodyšnosti při co nejmenším propadu a úletu zrn paliva
- zajišťovat přívod spalovacího vzduchu do jednotlivých míst plochy roštu tak, aby spalování probíhalo s optimálním součinitelem přebytku vzduchu
- umožňovat postupné vysoušení, zahřátí na 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

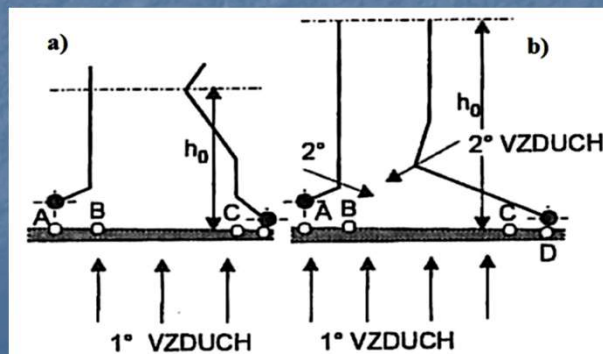


7

## Tvary roštového ohniště

pro spalování paliv:

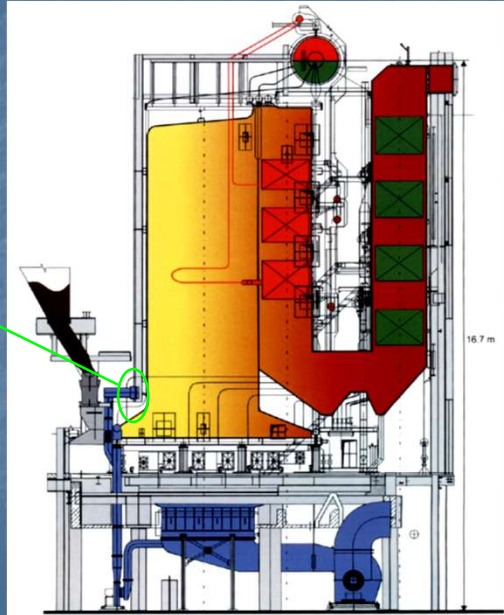
- s nízkým podílem prchavé hořlaviny (ČU) – jedno ohnisko hoření
- s vyšším podílem prchavé hořlaviny (HU, biomasa, odpady) – dvě ohniska hoření



8

## Kotel 35 t/h s pásovým roštem na černé uhlí

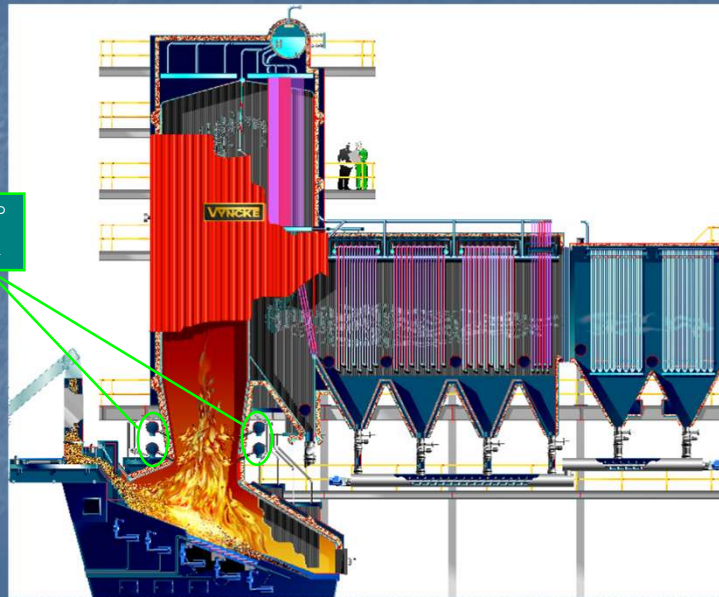
přívod 2°  
vzduchu



9

## Kotel na spalování dřevního odpadu 15 MW

přívod 2°  
vzduchu



10

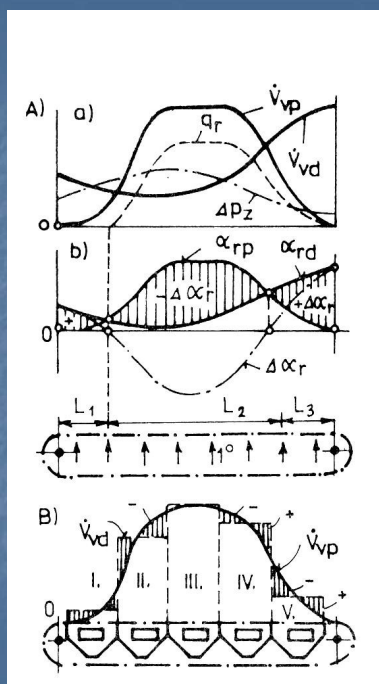
## Vzduchové poměry na roštu

### A. bez pásmování vzduchu

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

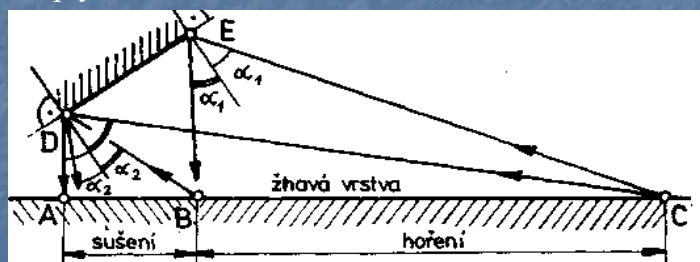
### B. s pásmováním vzduchu

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



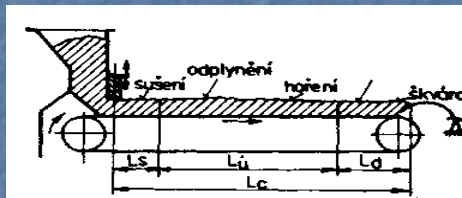
- s **oboustranným** zápalen.

## 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**  $q_r$  [ $\text{kW/m}^2$ ].

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  | $q_r$ [ $\text{kW.m}^{-2}$ ]   |
|--------------------------------|------------------------|---|--|
| pevný rovinný                  | přísávání              | černé uhlí tříděné<br>hnědé uhlí tříděné  | 700 až 1000<br>600 až 900  |
|                                | dmýchán                | černé uhlí tříděné<br>hnědé uhlí tříděné  | 800 až 1200<br>700 až 1100   |
| pevný stupňový                 | přísávání              | dřevo ( $W = 40\%$ )<br>rašelina<br>hnědé uhlí, lignit  | 500 až 900<br>500 až 900<br>600 až 900   |
| pásový                         | přísávání              | černé uhlí tříděné<br>hnědé uhlí netříděné  | 800 až 1200<br>600 až 800  |
|                                | dmýchán<br>(pásmování) | černé uhlí tříděné, mírně<br>spékové<br>černé uhlí prach<br>černé uhlí proplástky<br>hnědé uhlí tříděné<br>hnědé uhlí hrubo prach<br>rašelina | 800 až 1300<br>600 až 700<br>700 až 800<br>800 až 1100<br>600 až 700<br>500 až 700 |
| pásový s pohazováním           | dmýchán<br>(pásmování) | černé uhlí netříděné<br>hnědé uhlí netříděné  | 1000 až 1600<br>900 až 1300  |
| přesuvný                       | dmýchán<br>(pásmování) | hnědé uhlí tříděné<br>hnědé uhlí prach<br>černé uhlí prach  | 900 až 1200<br>600 až 900<br>700 až 1000   |
| vrativý (prohrabovací)         | dmýchán<br>(pásmování) | černé uhlí spékové<br>hnědé uhlí tříděné<br>hnědé uhlí netříděné  | 800 až 1300<br>800 až 1200<br>600 až 800   |
| podsvný                        | dmýchán                |   | 600 až 1200  |
| lokomotivní (sklopné roštnice) | přísávání              | 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                        |
| $q_{rj}$ [W/m <sup>2</sup> ] | 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

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

|                           |                                  |
|---------------------------|----------------------------------|
| $M_{pvj}$ [kg/s]          | spalované množství paliva        |
| $V_v$ [m <sup>3</sup> /s] | spotřeba spalovacího vzduchu     |
| $w_v$ [m/s]               | rychlost vzduchu mezi roštnicemi |

| Druh paliva             | $h$ [mm]    | $\Delta p$ [Pa] | $\chi$       |
|-------------------------|-------------|-----------------|--------------|
| 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 mmj) | 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 (škvára a popel) se odstraňují ručně.

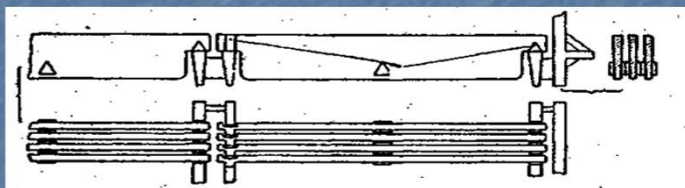


to předurčuje tyto kotle pro nejmenší výkony

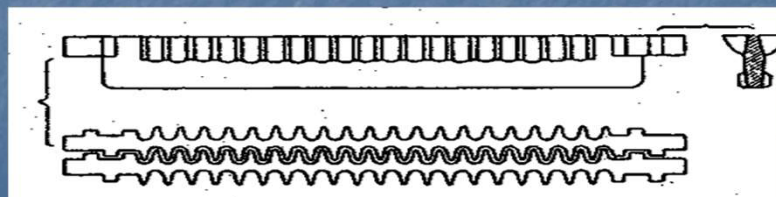
17

## Rovinný rošt

- z rovinných desek ve tvaru nosníků s nálitky



- z litinových roštnic podélně na stranách zvlněných



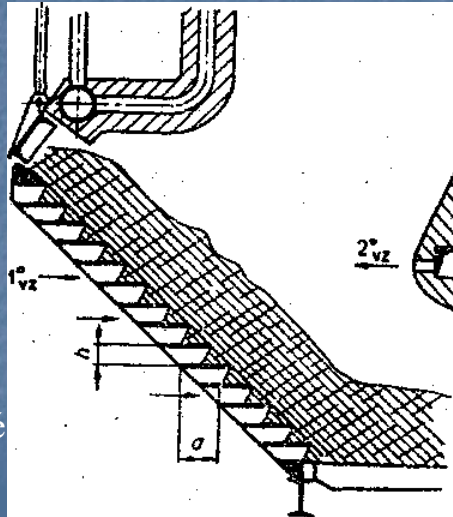
18

## 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

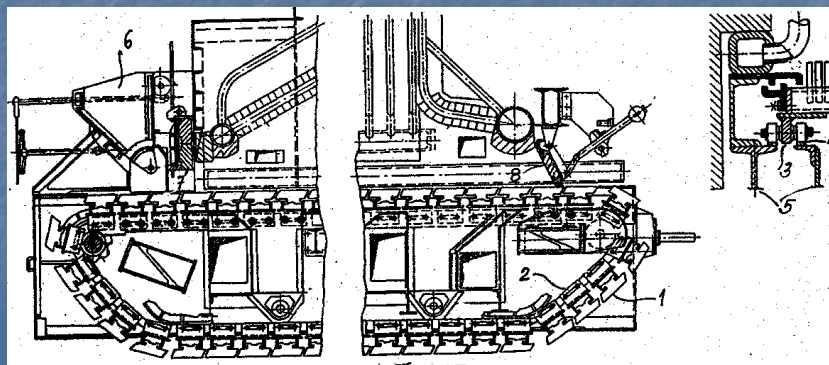
- je jeden z nejrozšířenějších typů mechanických roštů
- vznikl jako modifikace roštu řetězového, jenž byl vlastně prvním typem mechanického roštu

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              |

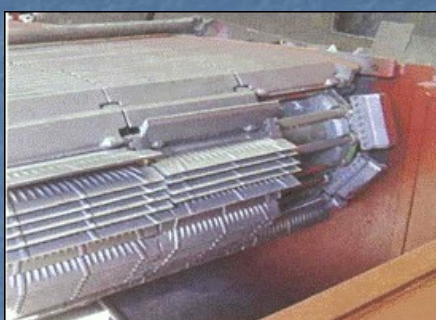


22

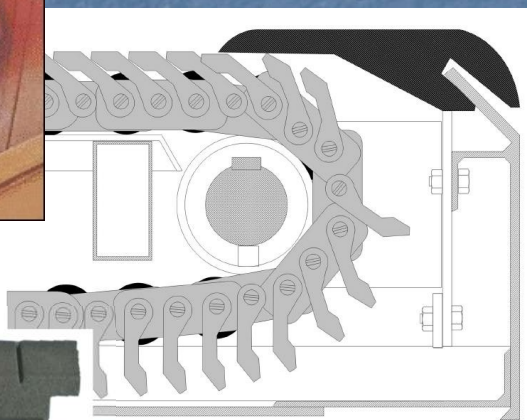
## Pásový rošt bez pohazování paliva



## Moderní typ pásového roštu



výměna roštnic možná  
za provozu



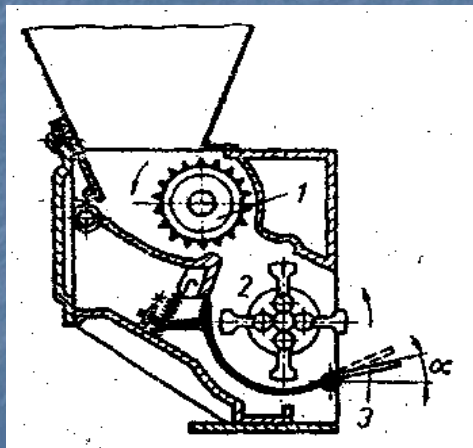
## Pásový rošt s pohazováním paliva

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

25

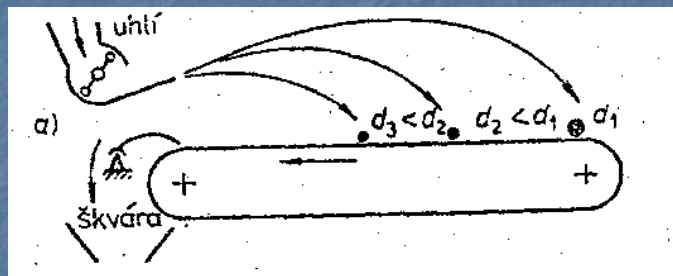
## Mechanický pohazovač

- 1 podavač
- 2 pohazovač
- 3 usměrňovací deska



26

## Smysl pohybu roštu

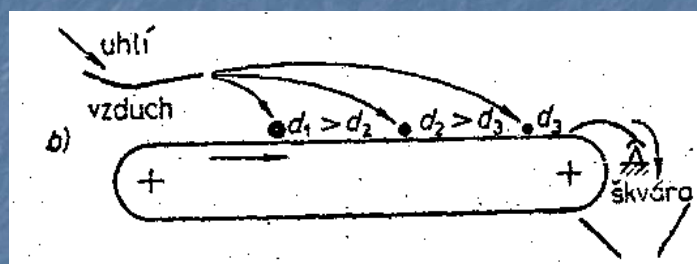


Při **mechanickém pohazování** největší částice uhlí dopadají na konec roštu a menší částice blíže k pohazovači.

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

27

## Smysl pohybu roštu



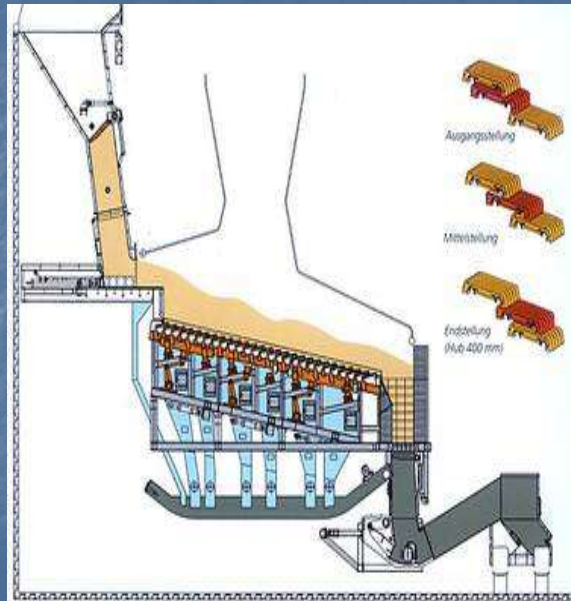
Při **pneumatickém pohazování** největší částice uhlí dopadají na rošt poblíž pohazovače a jemnější částice dále ke konci roštu.

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

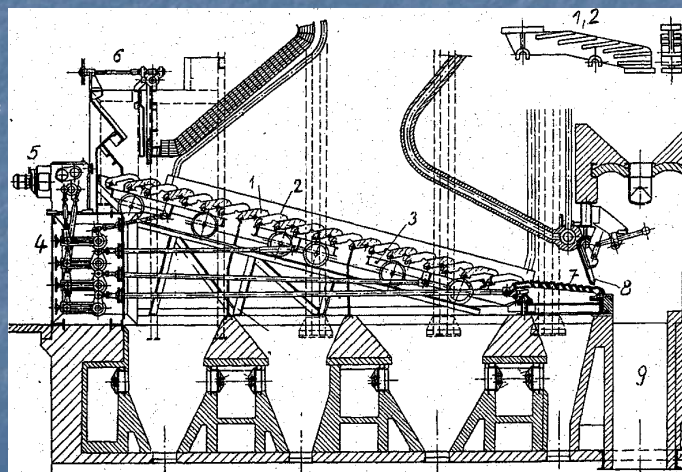
- vznikl z pevného stupňového roštu - pevné roštové stupně byly nahrazené pohyblivými
- horizontální pohyb roštnic je zajištěn klikovým mechanismem nebo hydraulicky
- rychlost posuvu paliva se reguluje změnou výkyvu jednotlivých stupňů
- pod roštem je pásmován spalovacího vzduchu
- výhodou je univerzální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



## Přesuvný rošt s mechanickým pohonem

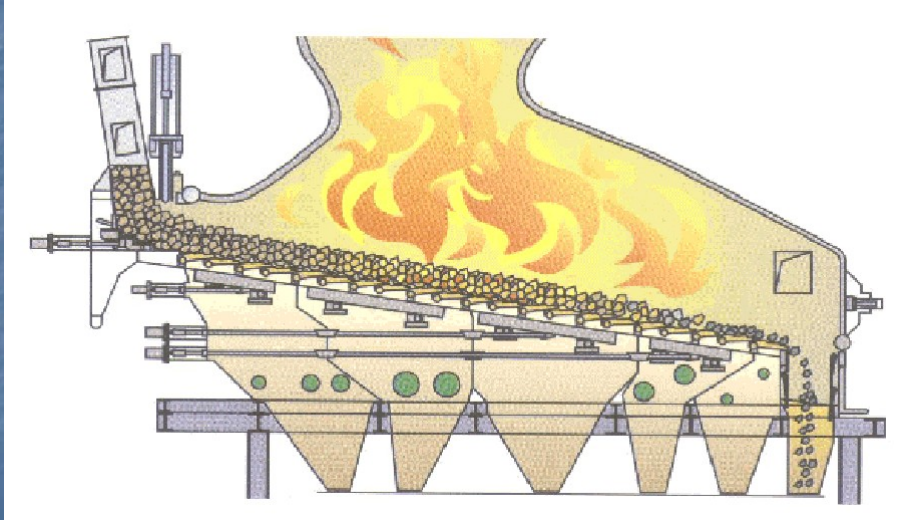
- výhodou je univerzální použití – uhlí, biomasa, odpady

- 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 ořezavzdornost

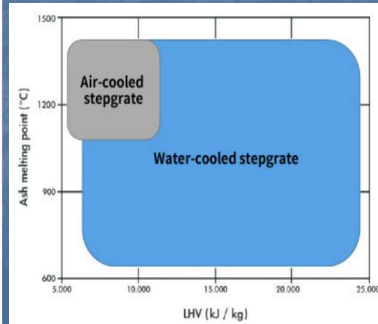


32

## Přesuvný rošt vodou chlazený



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

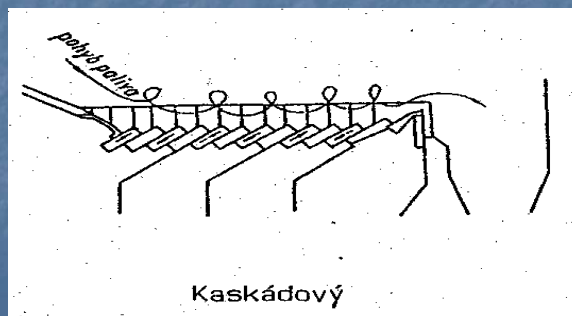


## Vratisuvný rošt

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

## 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.



35

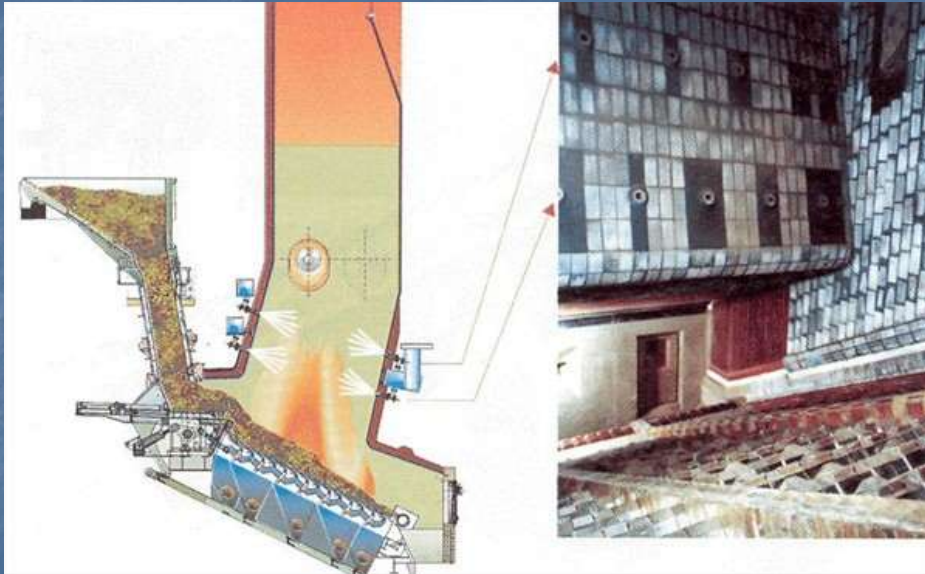
## Vratisuvný rošt Martin

- 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.

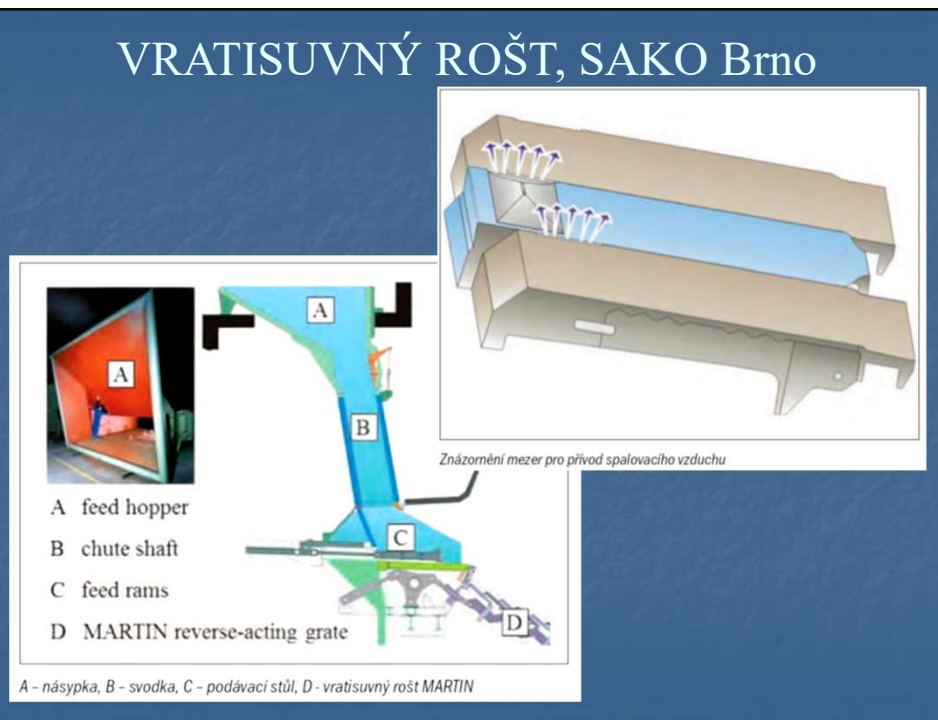


36

## VRATISUVNÝ ROŠT, SAKO Brno

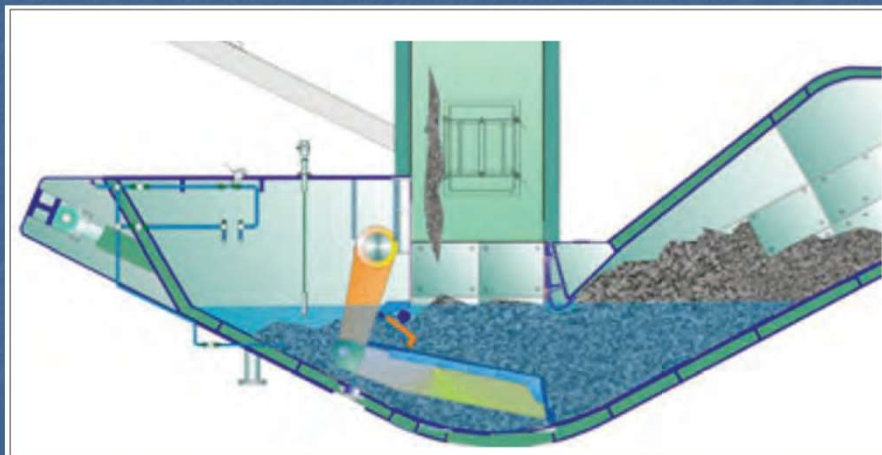


## VRATISUVNÝ ROŠT, SAKO Brno



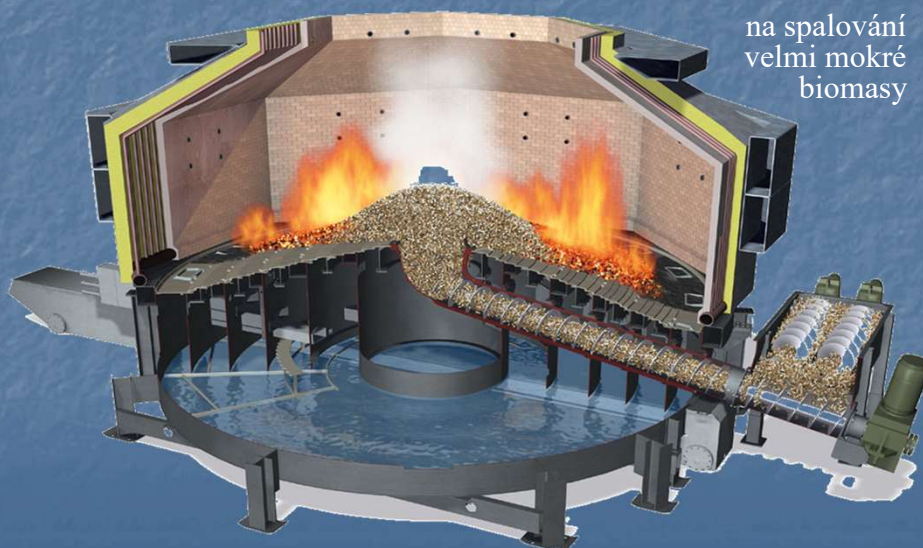
## VRATISUVNÝ ROŠT, SAKO Brno

vyhrnovač škváry z popelové výsyvky s vodním uzávěrem

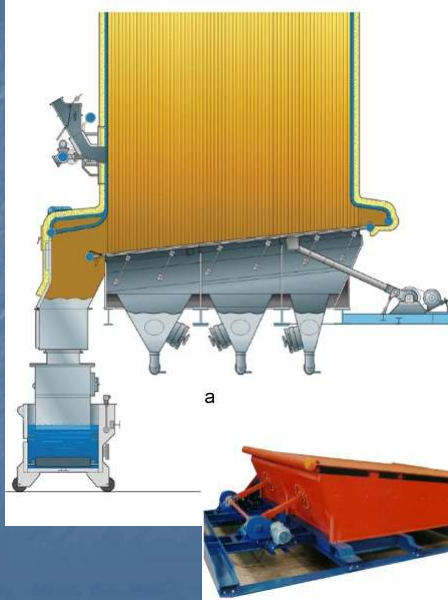


## Spalovací zařízení Biopower s podsuvným roštem 5,5 MW<sub>e</sub>

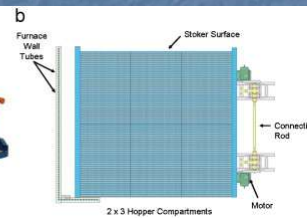
na spalování  
velmi mokré  
biomasy



## Vibrační rošť



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



41

## Válcový rošť

hlavní uplatnění v  
kotlích na spalování  
komunálního odpadu

