

## Zohlednění obsahu chloru při návrhu kotle

Korozi můžeme definovat jako chemickou reakci materiálu teplosměnných ploch s okolím, v tomto případě se spalinami

Lze říci, že působení a rychlost koroze obecně závisí na třech základních faktorech:

- na prostředí (chemickém zatížení), které je definováno chemickým složením paliva a podmínkami, za nichž probíhá spalování,
- na provozní teplotě teplosměnných ploch, která je jednak předurčena požadovanými parametry páry, ale je i silně závislá na provozních podmínkách, např. se výrazně uplatňuje vliv nánosů nebo zašpinění ploch, atd.
- na vlastnostech materiálu teplosměnných ploch (např. chemické složení, mechanické a tepelné vlastnosti apod.)

Vliv obsahu chloru na vyložení a návrh kotle lze zohlednit na základě těch opatření, která

- korozi eliminují
- alespoň snižují vliv koroze na provoz kotle.

## Zohlednění obsahu chloru při návrhu kotle

Základní předpoklad pro správné dimenzování (vyložení) tlakových částí teplosměnných ploch kotle je

- znalost mechanismu koroze
- schopnost stanovit úbytek materiálu při korozním napadení

Dnes nelze jednoznačně definovat opatření pro vyloučení chlorové koroze nebo pro naprostou eliminaci jejího působení na provoz kotle.

Na základě dosavadních znalostí o mechanismu chlorové koroze a provozních zkušenostech lze ale formulovat určité zásady pro řízení provozu.

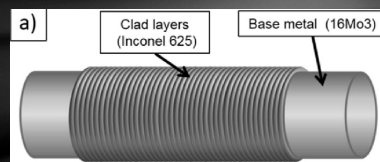
Jsou to zásady v rámci tzv. **primárních opatření**, která

- ovlivňují podmínky pro nastartování mechanismu chlorové koroze
- ovlivňují její rychlost
- definují požadavky na konstrukční provedení některých částí kotle

## Doporučovaná opatření pro oblast ohniště

### Ochrana stěn výparníku

- V některých případech je vhodné stěny spalovací komory izolovat od spalin vhodnou žáruvzdornou vyzdívkou nebo zárobetonem - při velkém obsahu chloru v palivu
- U spalovenských kotlů se provádí povrchový návar (cladding) materiálem Inconel 625 na bázi 58 % Ni a 23 % Cr



### Použití vhodné oceli - dimenzování varnice

- Běžně se používají oceli třídy 12 a 15 - nevyznačují vysokou odolností proti chlorové korozi
- Základním opatřením pro zajištění potřebné životnosti výparníku je respektovat očekávanou rychlost koroze (úbytek tloušťky stěny) při pevnostním vyložení varnic – vhodně upravit velikost tzv. přídávku na korozi .
- Byly provedeny rozsáhlé pokusy s hodnocením odolnosti materiálů vůči chlorové korozi. Všeobecně lze říci, že vysoce legované oceli vykazují vyšší odolnost než uhlíkaté oceli.

## Doporučovaná opatření pro oblast přehříváků

Především lze uvést tyto termické, chemické a mechanické příčiny zvýšené rychlosti koroze, resp. opatření:

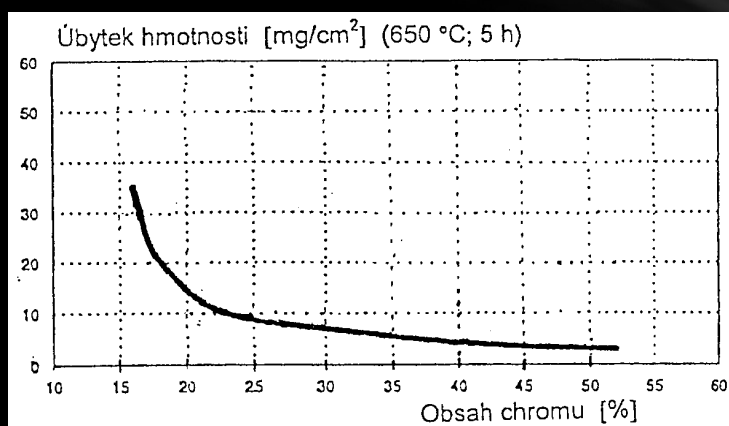
### Dodržet teplotu stěny přehřívákové trubky

- pro vyšší obsah Cl se jako bezpečná uvádí teplota páry 400 °C
- musí se ale zajistit takové provozní podmínky, aby se teplota stěny - byť i lokálně - nezvyšovala, např.:
  - dostatečné chlazení přehřívákové trubky
  - vyloučení nánosů na vnitřní stěně trubky (čistota páry)
  - zvýšení teploty spalin
  - omezit lokální vysoké tepelné zatížení

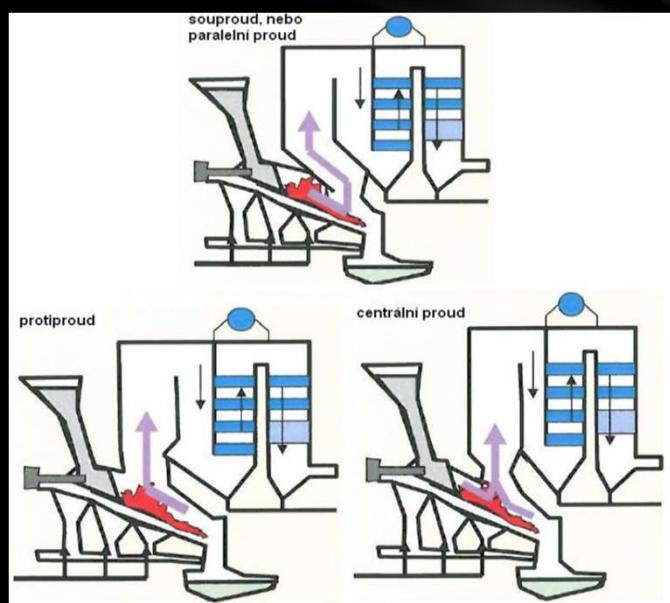
### Použití vhodné oceli - dimenzování přehřívákové trubky

- I v tomto případě je základním kritériem pro volbu materiálu trubek dlouhodobá mez pevnosti při dané teplotě stěny.
- Vliv vhodných vlastností materiálu teplosměnných ploch na rychlost koroze se musí posuzovat společně s teplotou stěny trubky.

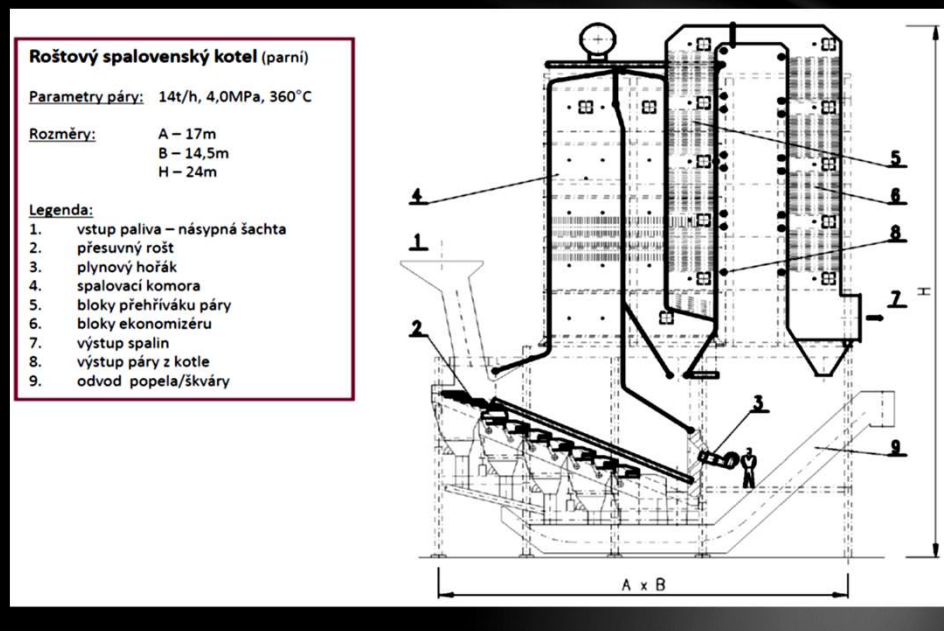
## Vliv obsahu chrómu na rychlost koroze



## Standardní řešení roštového spalovenského kotle



## Standardní řešení roštového spalovenského kotle

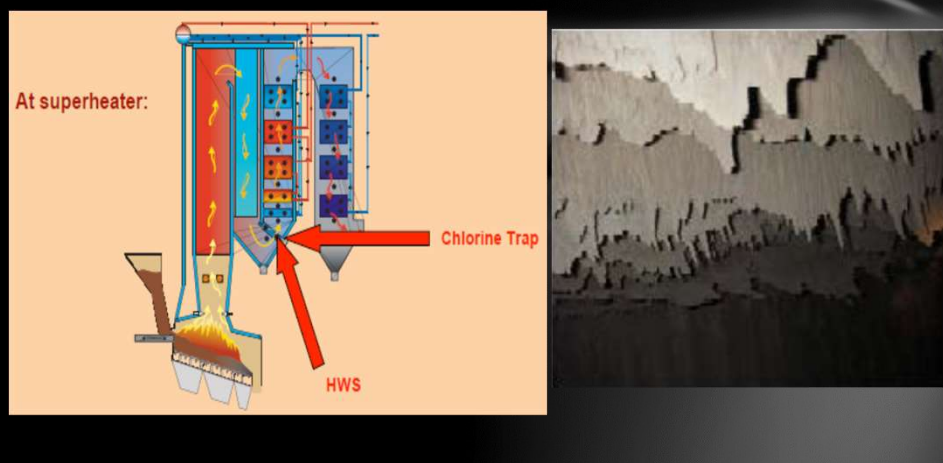


## Standardní řešení roštového spalovenského kotle

- Prostor nad roštem je zúžený pro zlepšení distribuce sekundárního vzduchu
- Spalovací komora je do 1/3 až 1/2 opatřeny zadržkou
  - chrání stěny před chlorovou korozi
  - brzdí ochlazení spalin pro termický rozklad dioxinů
- Za spalovací komoru se řadí 1-2 volné tahy, v nichž se spaliny ochladí na teplotu 700 až 650 °C
  - dojde ke kondenzaci vytěkaných alkalických chloridů a navázání na úlet
  - sníží se působení chlorové koroze v navazujících přehřívácích
- Na vstup do dalšího tahu se umístí výparníková mříž – na ní dojde ke zachycení podstatné části vytěkaných chloridů
- Přehříváky se umísťují do předposledního tahu
- V posledním tahu je umístěn ekonomizer
- Kotel nemá spalinový ohřívák vzduchu – trpěl by intenzivním zanášením

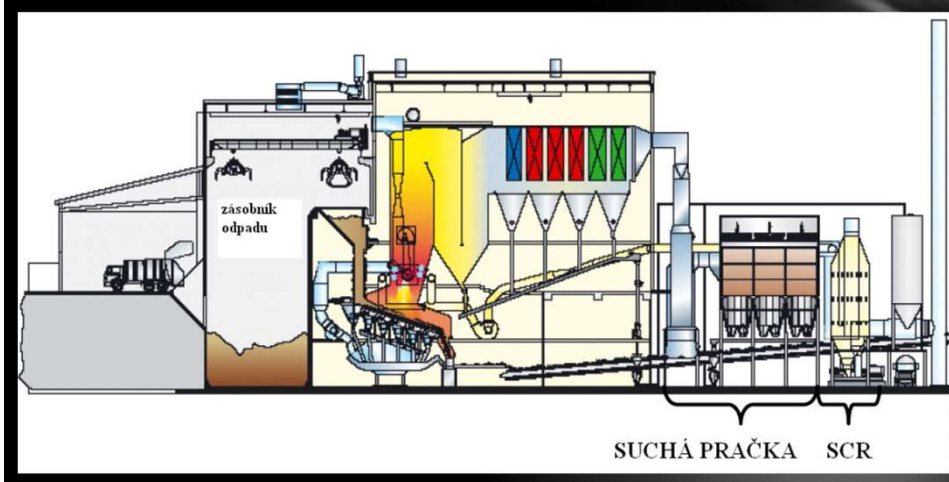
## Trubková mříž před konvekční tah

- plynné chloridy na chladném povrchu trubkové mříže kondenzují a tvoří masivní usazeniny
- nános blokuje difuzi plynů obsahujících chlor, a tím se snižuje rychlost koroze trubek v mříž



## Použití horizontálního konvekčního tahu

- Je výhodné zejména z důvodu čištění výhřevných ploch, které se provádí mechanickým oklepáváním
- Pod každým svazkem je výsypka pro záchyt a odvod uvolněných nánosů
- Prvním svazkem ještě bývá výparník – potenciální problém s cirkulací

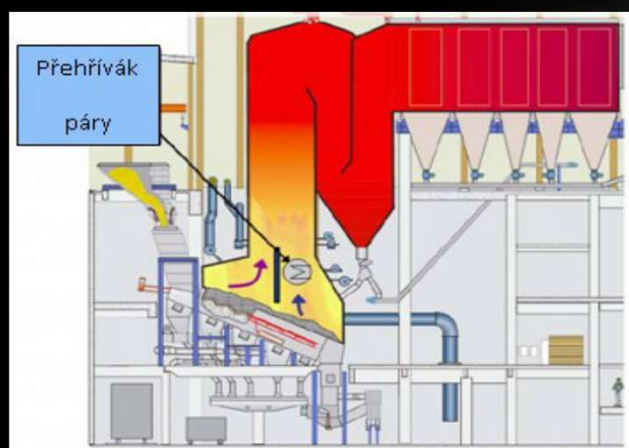


## Parametry páry spalovenských kotlů

- Z hlediska chlorové koroze přehříváků i výparníku jsou za bezpečné parametry páry považovány
  - teplota 360 až 400 °C
  - tlak 4 až 5 MPa
- S těmito parametry lze dosáhnout účinnosti kondenzační výroby elektřiny 25 až 28 %
- Zlepšení účinnosti výroby elektřiny nad 30 % vede přes zvýšení parametrů páry na úroveň 500 °C a tlak 9 MPa
- Dosažení těchto parametrů je možné pouze za předpokladu použití
  - korozně vysoce odolných materiálů na přehříváky – Inconel
  - specifického řešení přehříváků – umístění do prostoru, kde chlorová koroze nehrozí

## Princip roštu v provedení SteamBoost™

- Chloridy se při spalování komunálního odpadu uvolňují již v první části roštu
- Přehřívák je možné umístit do druhé poloviny nad roštem



## Fluidní kotle na spalování TAP

Firma Foster Wheeler nabízí kotle na spalování odpadů s vysokými parametry páry

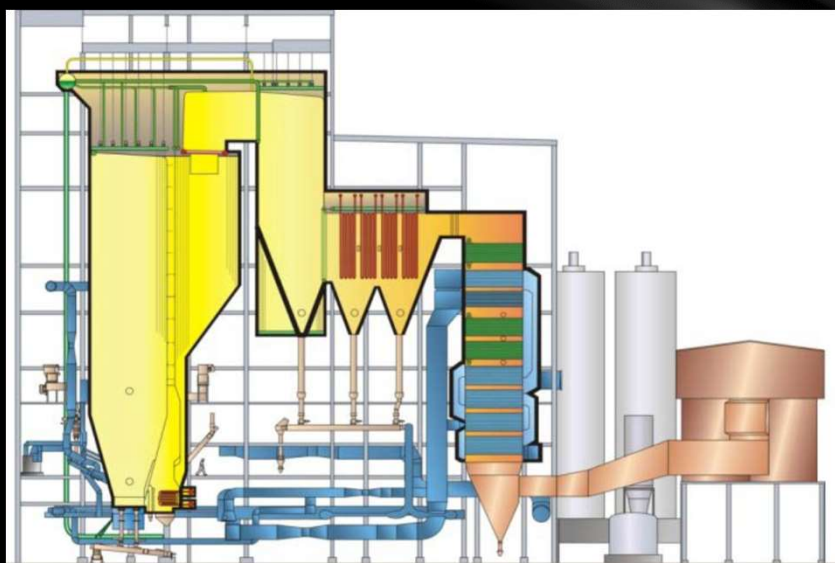
Podmínkou pro jejich uplatnění je rozměrově upravený odpad → TAP

Konstrukčně byla uplatněna tato opatření:

- koncový přehřívač umístěný v recirkulovaném fluidizačním materiálu
- prázdný tah pro prodloužení doby zdržení spalin, aby se ochladily a vyčistily před vstupem do konvektivních přehřívačů
- vodní ostříkovače na bocích prázdného tahu pro čištění jeho stěn
- pružinová kladiva pro oklepávání usazenin z konvektivních přehřívačů
- dávkování sírových granulí pro zvýšení teploty tavení popílku
- závěsné austenitické přehřívačky, které lze snadno vyměnit střechou horizontálního tahu

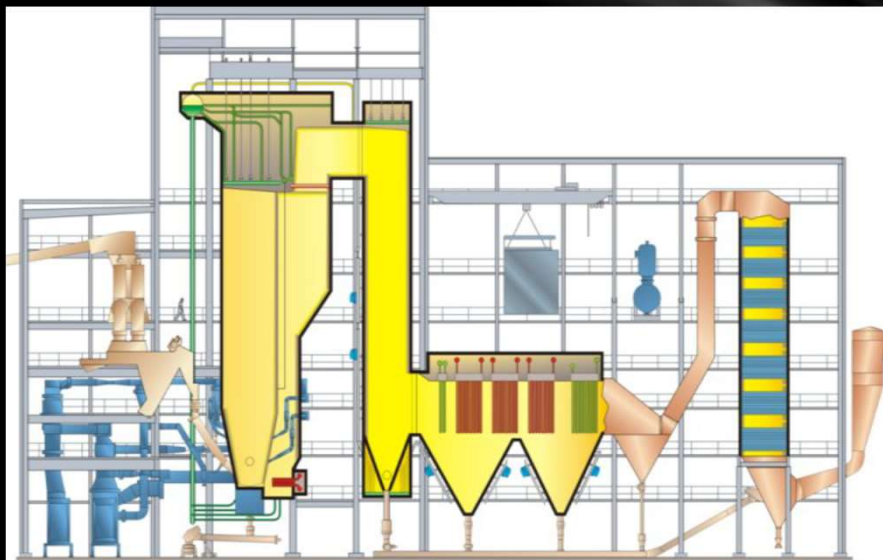
## Fluidní kotle na spalování TAP

Igelsta, Švédsko, (92 kg/s, 90 bar, 540 °C)



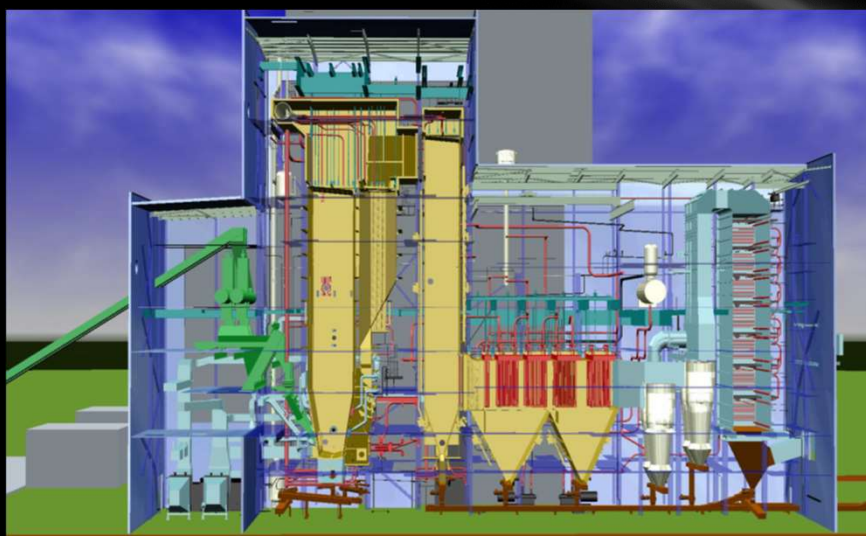
## Fluidní kotle na spalování TAP

E.ON Värme Sverige AB, Norrköping, Sweden, (31 kg/s, 66 bar, 450 °C) pro  $Cl^d = 0,9 \%$



## Fluidní kotle na spalování TAP

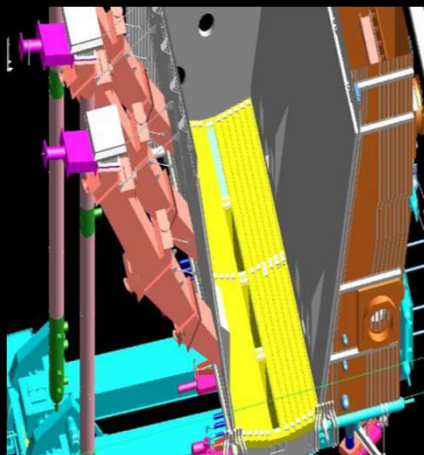
Lomellina II, Parona, Italy (31 kg/s, 63 bar, 443 °C) pro  $Cl^d = 0,9 \%$  (max 1,2 %)





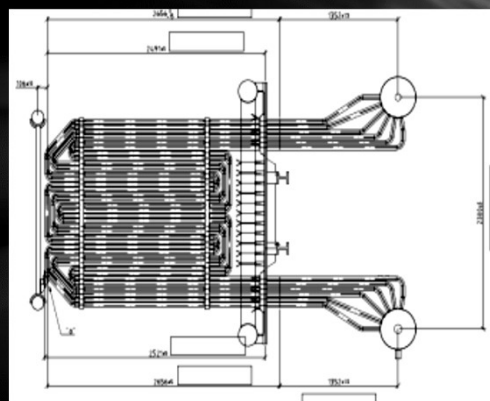
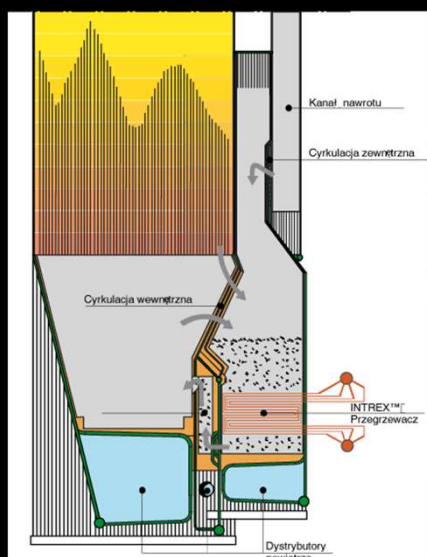
## Fluidní kotle na spalování TAP

- Stupňový fluidní rošt
  - výtok z trysek ve vodorovném směru
  - přiměřeně velká velikost mezery pro spodní odvod popela



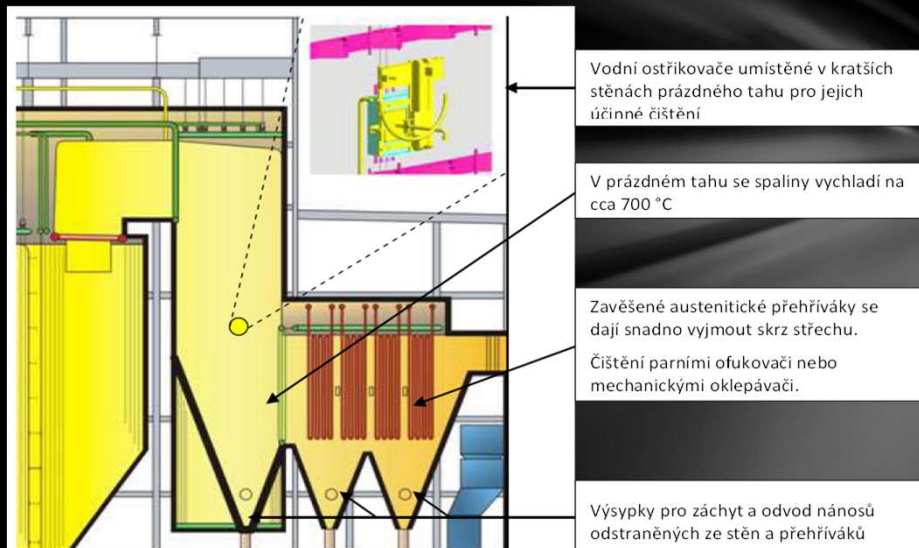
## Fluidní kotle na spalování TAP

- Poslední stupeň přehříváče INTREX v recirkulovaném materiálu ze separátoru – zabraňuje chlorové korozi



## Fluidní kotle na spalování TAP

- Prázdný 2. tah s ochlazením spalin až na 700 °C



## Fluidní kotle na spalování TAP

- Vhodně zvolená čistící zařízení výhřevných ploch
  - vodní ostřikovače a parní ofukovače
  - mechanické oklepávače

