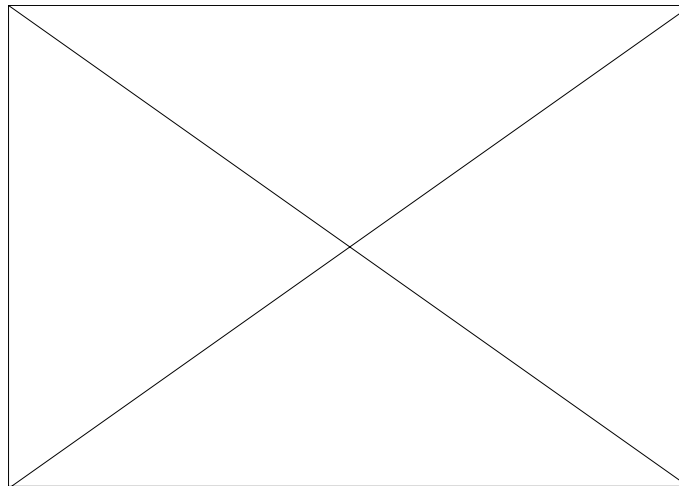




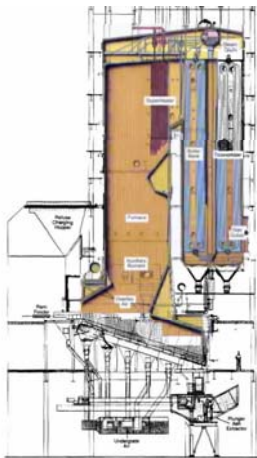
Pulverbrännare



Rost

- + låg egenförbrukning el
- + små krav på bränslestorlek
- långsam lastrespons
- platskrävande

- stråkbildning/omblandning

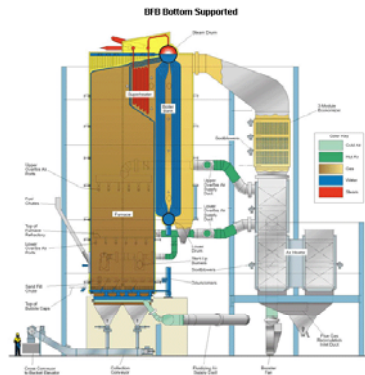


(500-750 kW/m²)

- Stor mängd ackumulerat bränsle
- Lång genomloppstid (timmar)

Fluidiserad bädd

- + snabb lastrespons
- begränsad bränslestorlek
- hög egenförbrukning el
- relativt platskrävande



(1250-1500 kW/m²)

- Torkning och pyrolys sker snabbt i den varma sandbädden
- Den ackumulerade bränslemängden är relativt liten,

Pulverbrännare:

- + snabb lastrespons
- + bra reglerområde
- + möjlig intermittent drift
- finfördelat bränsle
- hög egenförbrukning el
- hög andel flygaska

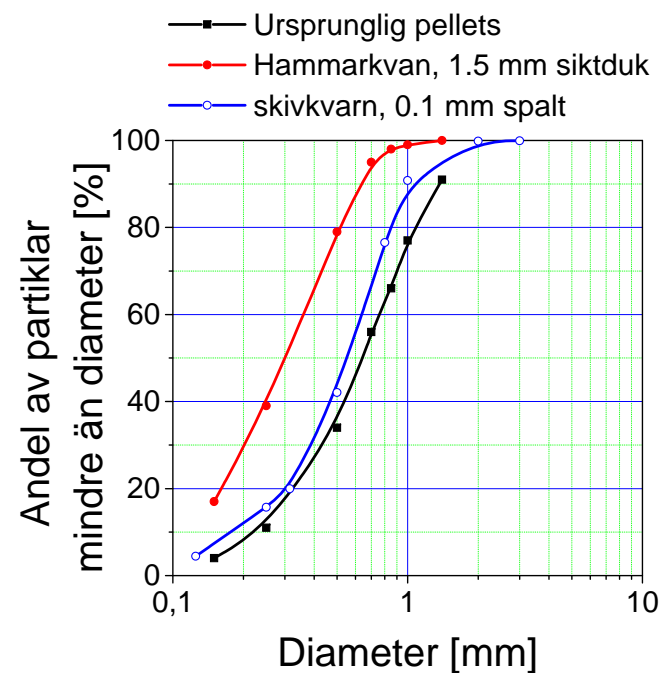


(2500-4000 kW/m²)

- All omvandling i suspension:
- omvandlingstid
 - flamhållning

Träpulver

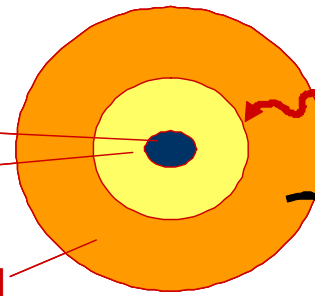
Pellet / Briketter / slipdamm etc		
Fukt	[% lev]	5-10 %
H _{eff}	[kWh/kg]	~4,75
C	[% TS]	48-49
H	[% TS]	~6
N	[% TS]	0,1 – 0,3
O	[% TS]	~ 43
Aska	[% TS]	0,3 - 2



Förbränning av pulver

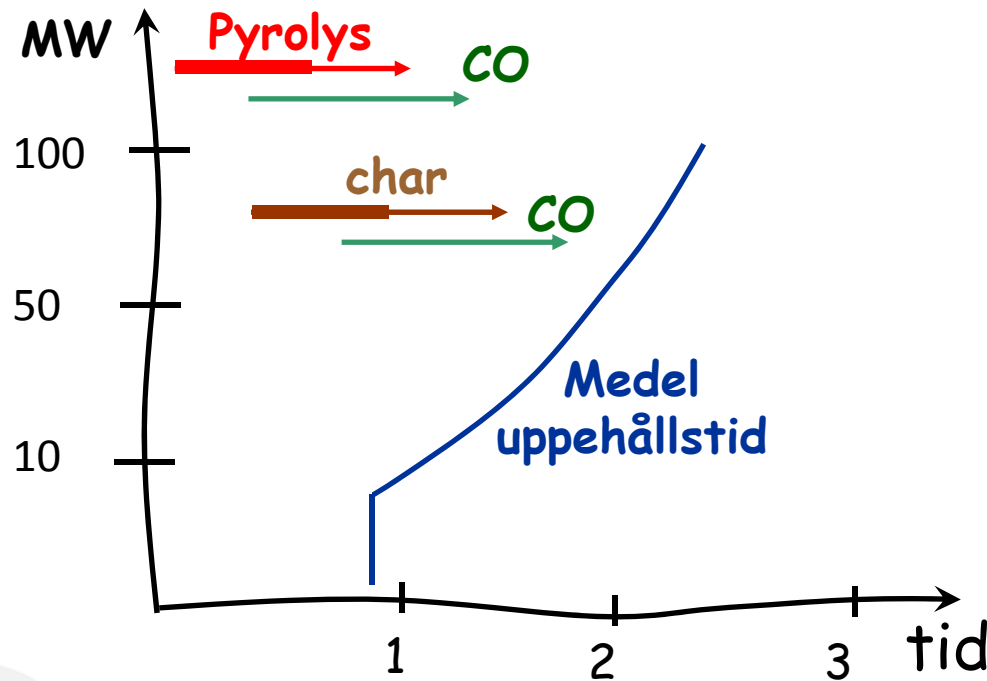
Olika fronter

- torkning
- pyrolysis
- Utbränning av kol-återstod



Värme transporteras in i bränslepartikeln

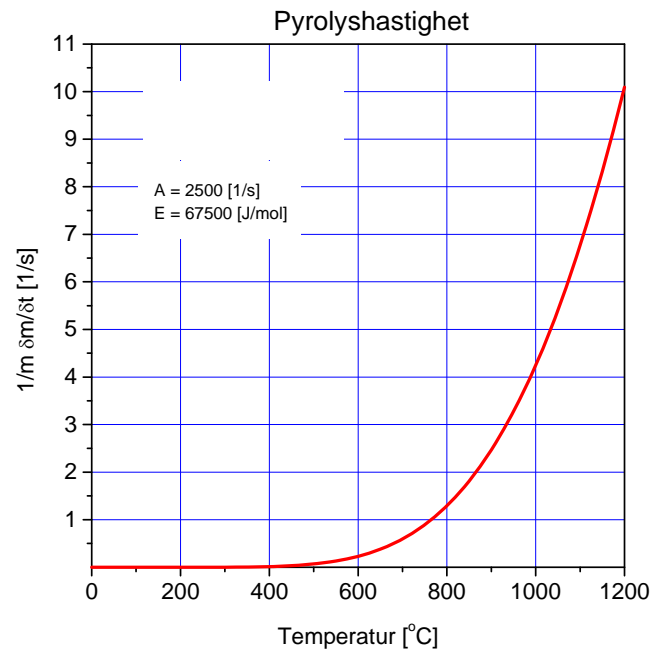
Vatten kolväten och koloxid transporteras bort från bränslepartikeln



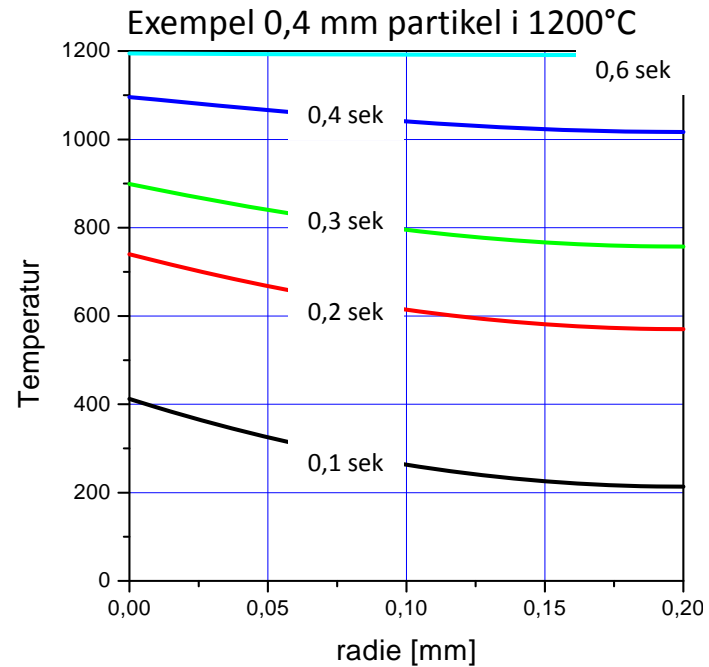
$$-r \propto P_{O_2} e^{-\frac{E}{RT}}$$

Pyrolyys

Ca 80 % av massa avgår som brännbar gas

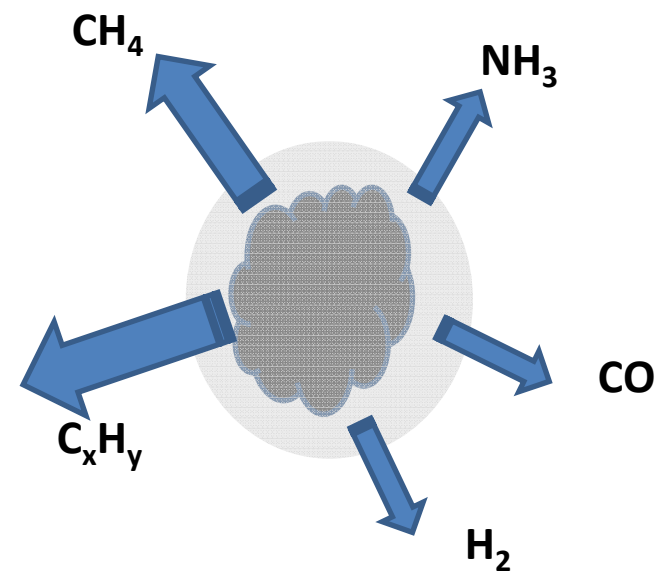
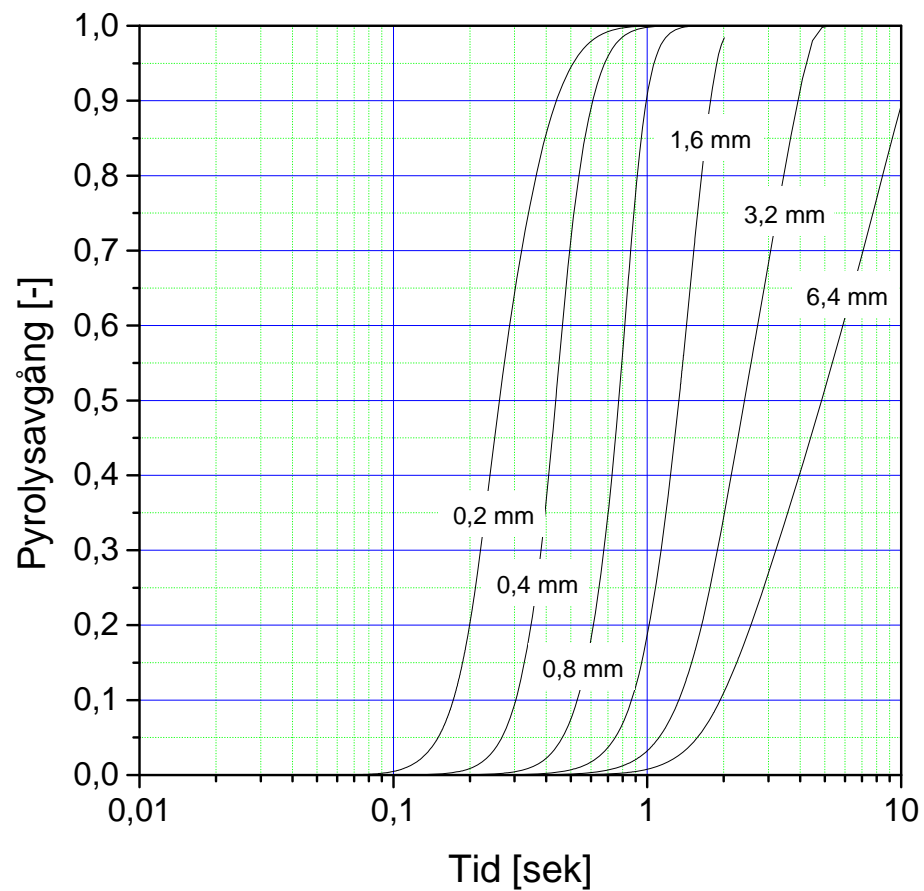


$$\frac{1}{M} \frac{\partial m}{\partial t} = A e^{\frac{-E}{RT}} \quad [1/s]$$



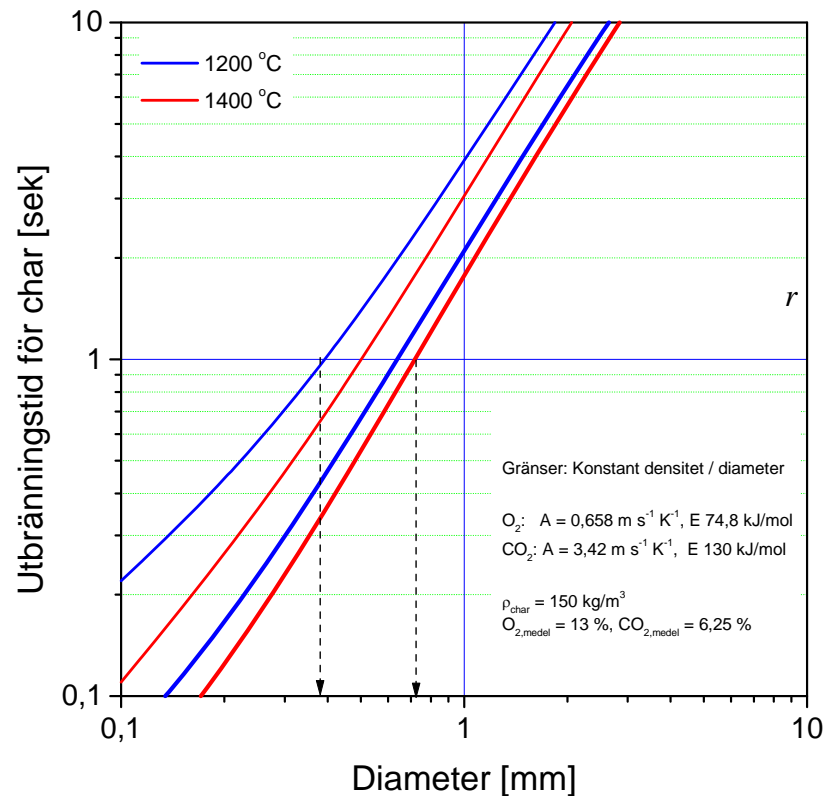
Pyrolysis forts.

1200 °C

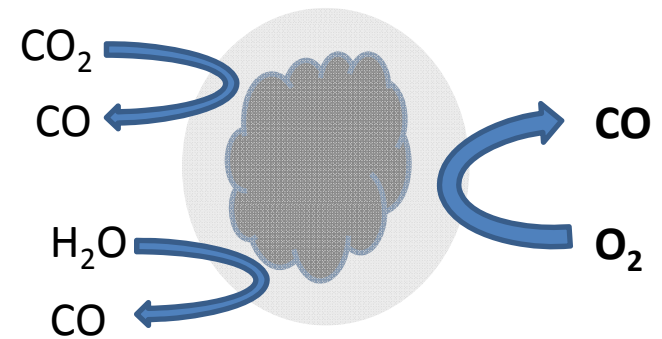


Steg 2: Utbränning av char

Ca 20 % återstår som träkol (char) och brinner långsamt



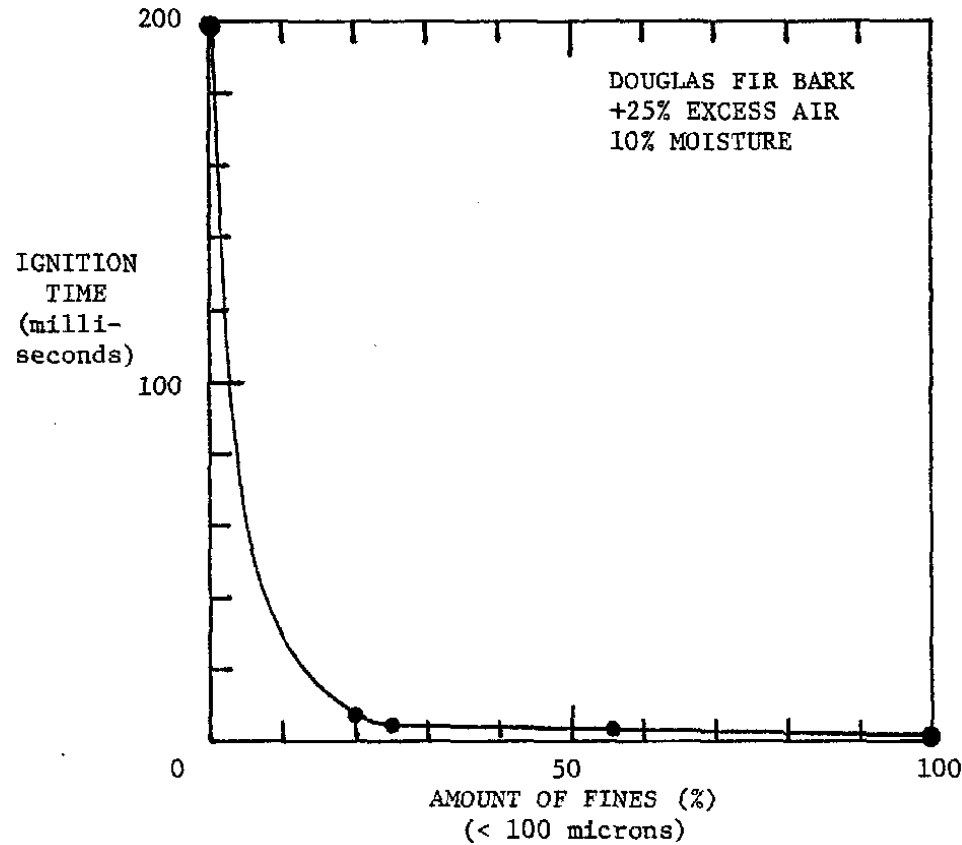
Stora partiklar: diffusions kontrollerade



$$r_{c,x} = (AT)e^{\frac{-E}{RT}} C_x \text{ [mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}]$$

Små partiklar: kinetiskt kontrollerade

Antändning av fri flamma

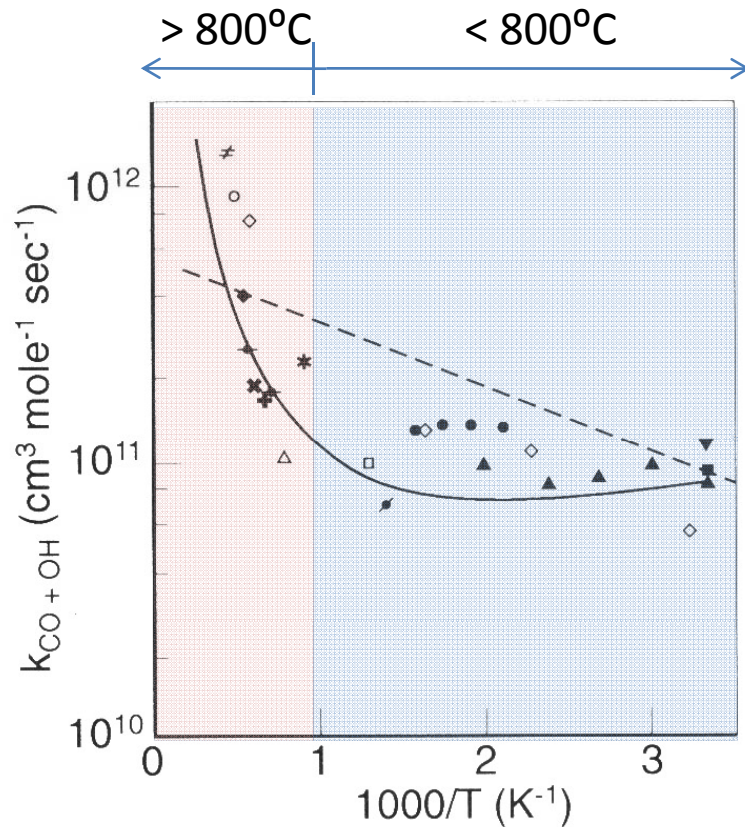


Pulverhastighet ut ur
brännare är ca 20-25 m/s

Krav: Mer än ca 10 % finandel

Slutförbränningszon

Eldstadsbelastning P_V ($\text{kW}_{\text{bränsle}}/\text{m}^3$)



Snabb reaktion:

Kolväten \rightarrow Koloxid
 $(\text{C}_x\text{H}_y + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO} + \text{H}_2\text{O})$

Långsam reaktion

Koloxid \rightarrow koldioxid
 $(\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2)$

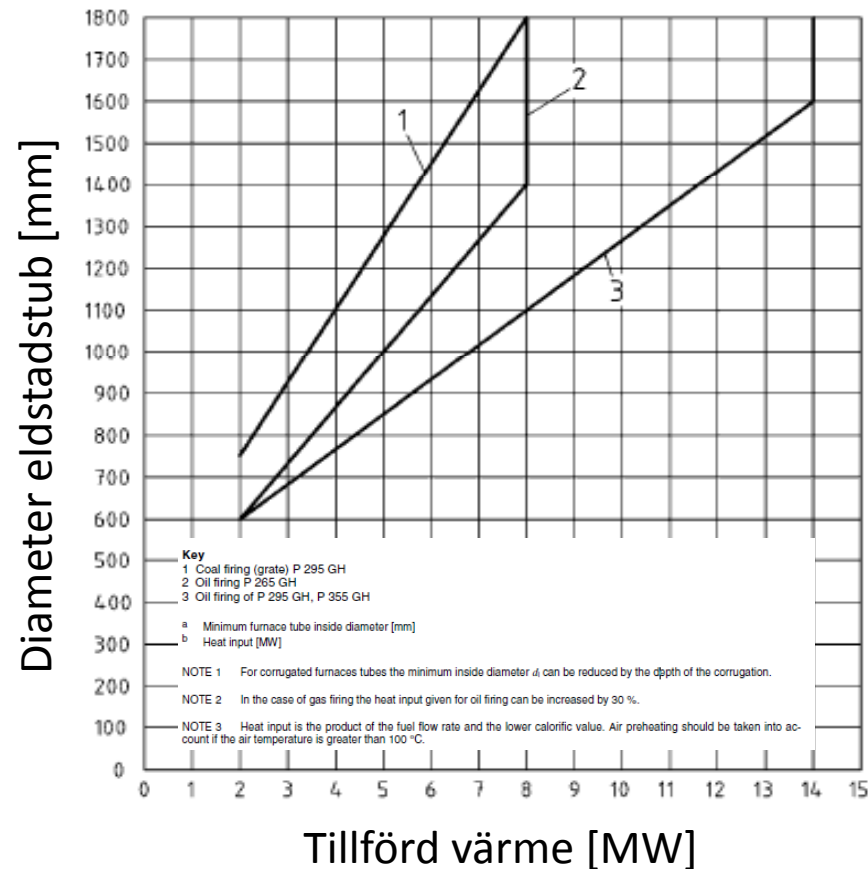
Tidskala utbränning av CO

1 sekund

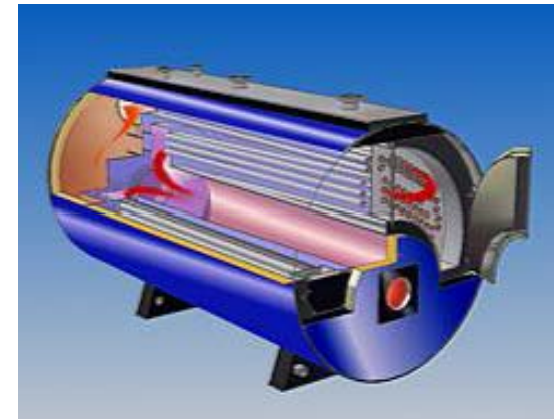
Uppehållstid	1 sek	2 sek
P_V ($\text{kW}_{\text{bränsle}}/\text{m}^3$)	450-500	225-250

Eldrörspanna

Normenlig (EN-12953) relation
för eldrörspannor



- Eldrörspannor bara normenligt möjliga upp till ca 14 MW (Olja).
- I praktiken ca 8-9 MW för träpulver (pga. uppehållstid) med kommersiell 3-stråks panna



- För högre effekter kan pannor med två eldrör brukas

Kombination av vattenrör eldstad och rökrör avgaspanna

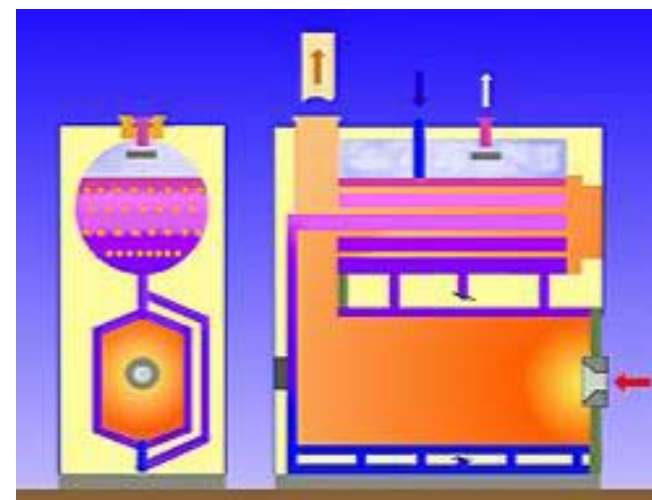
Umeå 25 MW träpulver



Möjlig toppeldad träpulver



Danstoker typ Compo (3-50 MW)



Vattenrörspanna

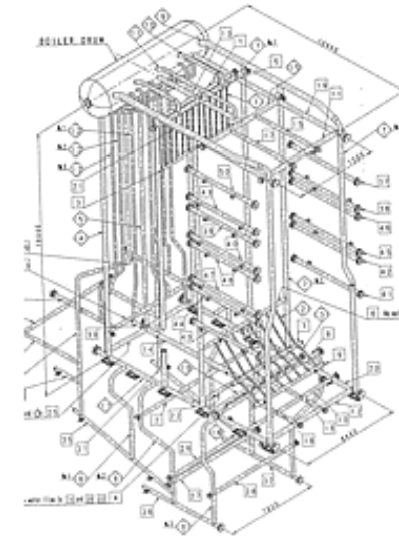
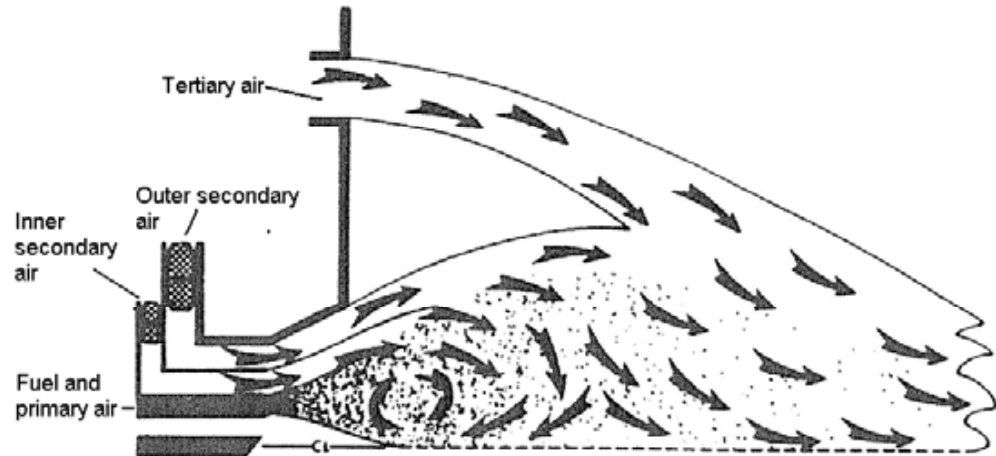
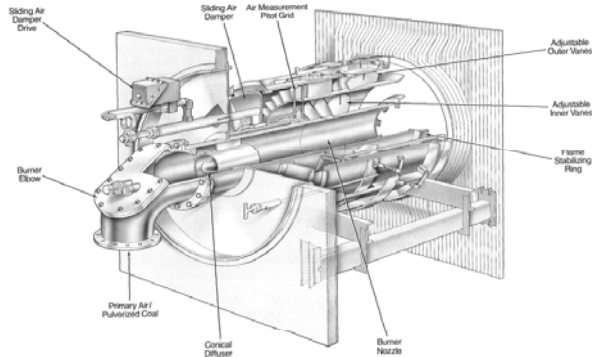
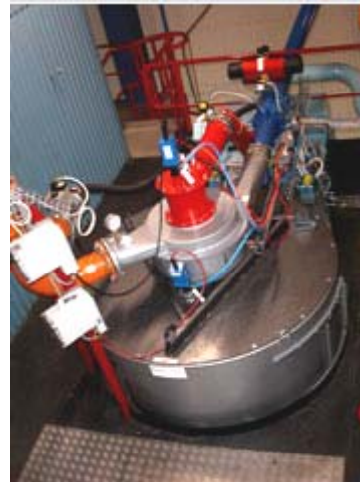


Fig. 15: ERK-Boiler

Fribrinnande Brännare



- + Fribrinnande flamma: Relativt okänslig för låg asksmältpunkt
 - + Snabb uppstarttid
 - + Låg vikt på pannkonstruktion
- () Reglerområde ca 1:4
- Kräver finmalt pulver ($< 0,7$ mm)
 - Omfattande bränsleberedning med hög egenförbrukning
 - Risk för hög CO vid låg last



25MW Petrokraft



15 MW WTS

Cyklonbrännare

- + Förugn (förgasning) och gasförbränning i eldstad: Hög effektthet i eldstad möjlig ($< 500 \text{ kW/m}^3$)
- + Kan elda grövre träpulver
- + Mindre energikrävande bränsleberedning
- + Mindre utrustning och lägre investeringskostnad
- + Lastområde $> 1:7$
- Lång uppstarttid (mycket keramik)
- Känslig för låg asksmältpunkt (bränslespec.)
- Relativt hög vikt på brännare

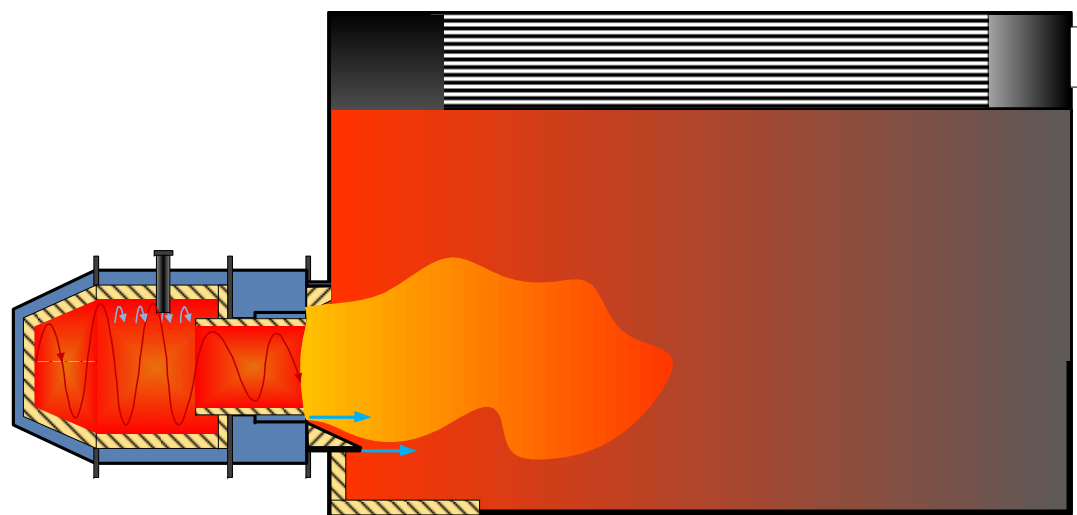


14 MW BioEld/Sweco



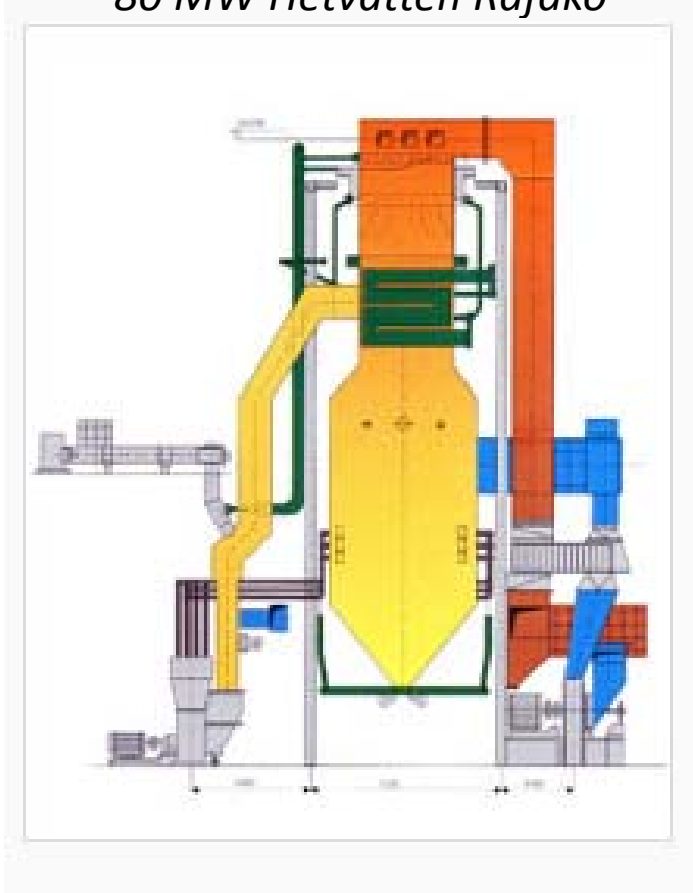
2 x 6 MW TPS

BioEld Norden AB

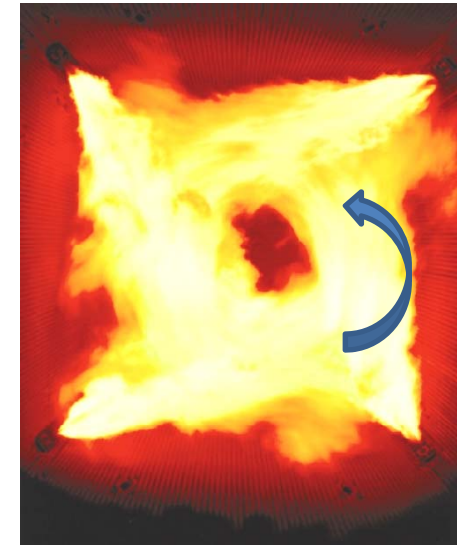


Tangentialeldad panna

80 MW Hetvatten Rafako



- + Kombinerar på sätt och vis fördelar med fribrinnande och cykloneldade brännare
- + Utjämning i eldstad ställer mindre krav på jämn fördelning mellan brännare
- Kräver utformad vattenrörspanna
- Kräver större antal hörnbrännare.
- Dyr installation i mindre pannor



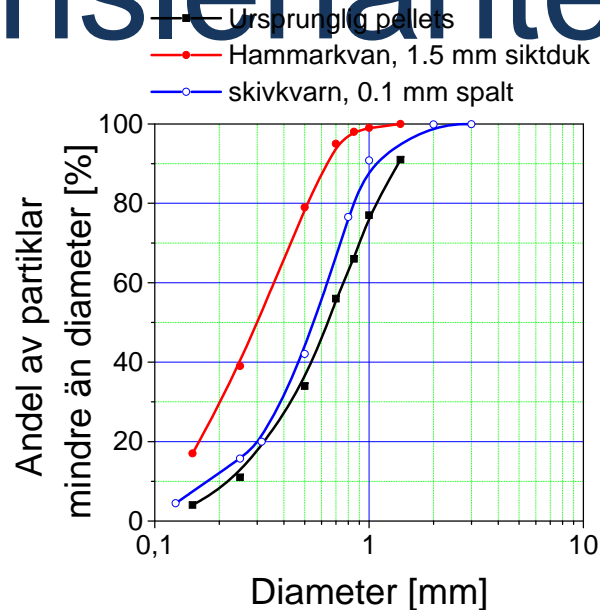
Energibehov bränslehantering



Hammarkvarn (CPM)

Kapacitet 20 kg/kWh

Max storlek: ca 7 ton/h



Skivkvarn (Skiold)

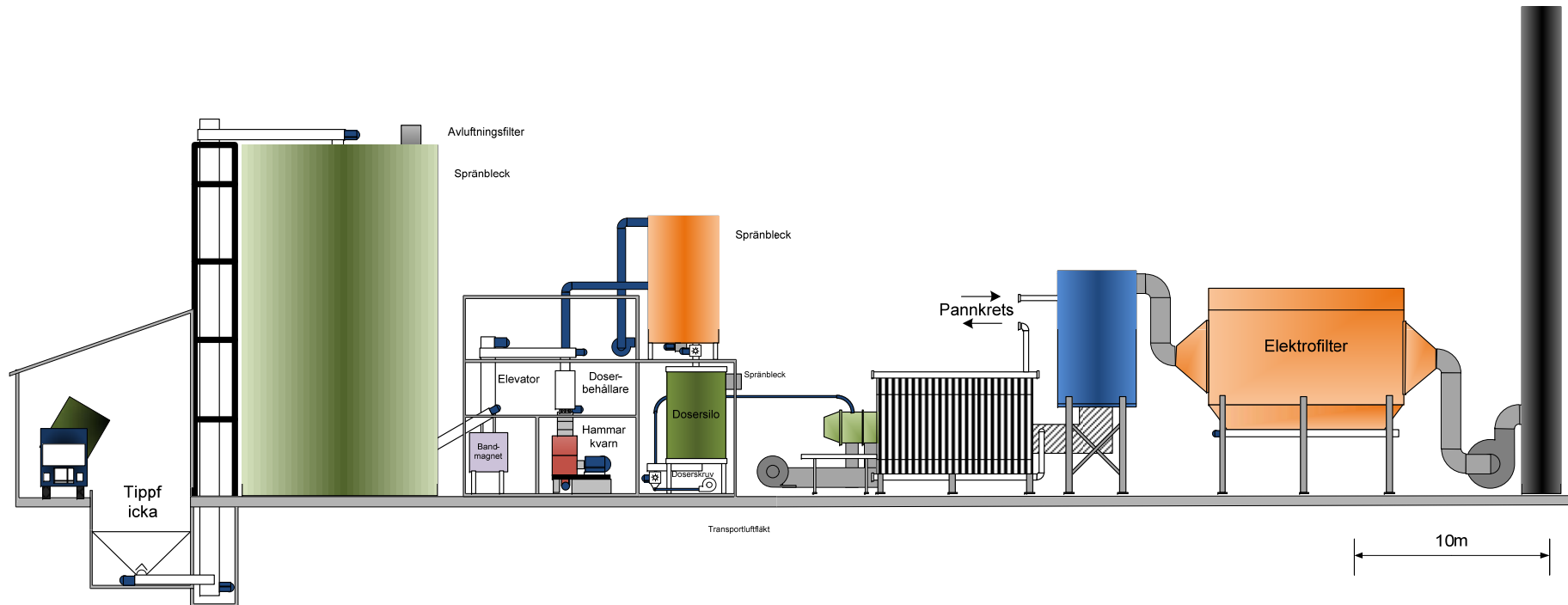
Kapacitet >120 kg/kWh

Max storlek: ca 6 ton/h

1.4 %
egenförbrukning

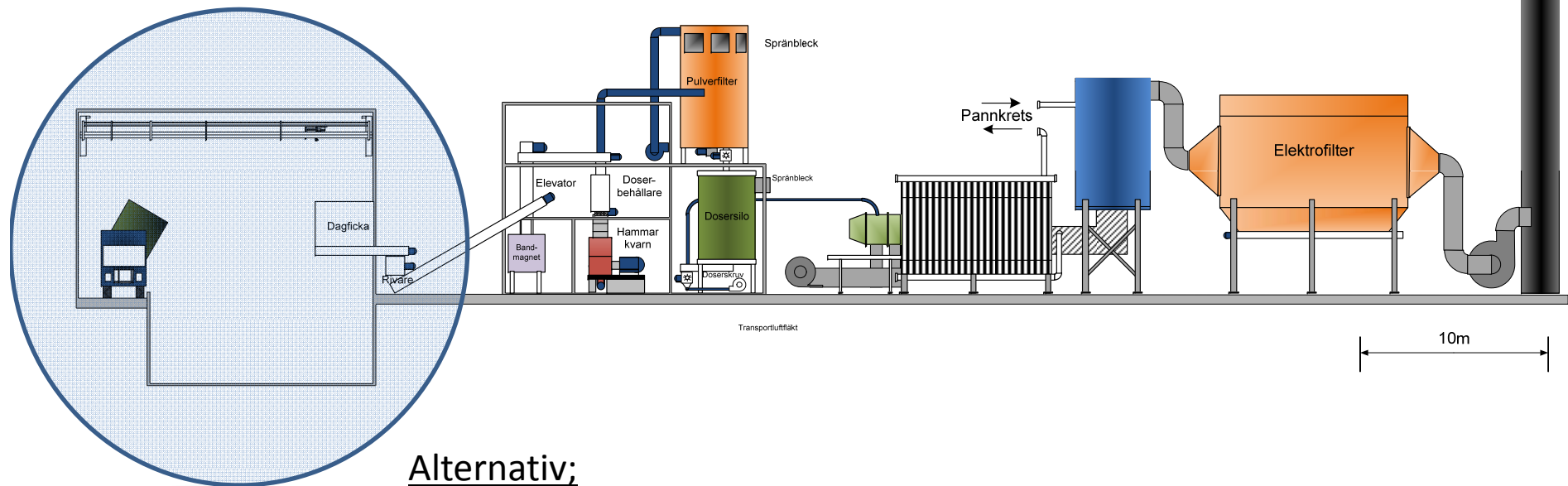
	konv. Brännare [kW/ton]	Cyklonebrännare [kW/ton]	
Kvarn	50	8	0.45 % egenförbrukning
Kvarnventilation	3	0	
Transport till brännare	11,5	11,5	
Övrigt	3	1	
Total	67,5	20,5	

Anläggning för enbart pellet (Tippficka och silo)



Anläggning för anpassad för briketter (bränslelager med kran)

- Fritt lager
- Traverskran med gripklo
- Dagficka
- Grovkross



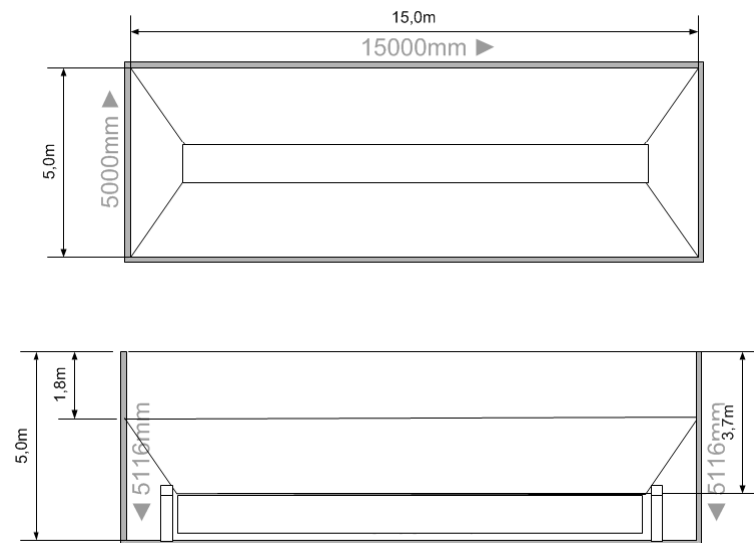
Alternativ;
Tippficka, grovkross och mellanlager

Exempel Mottagningsficka

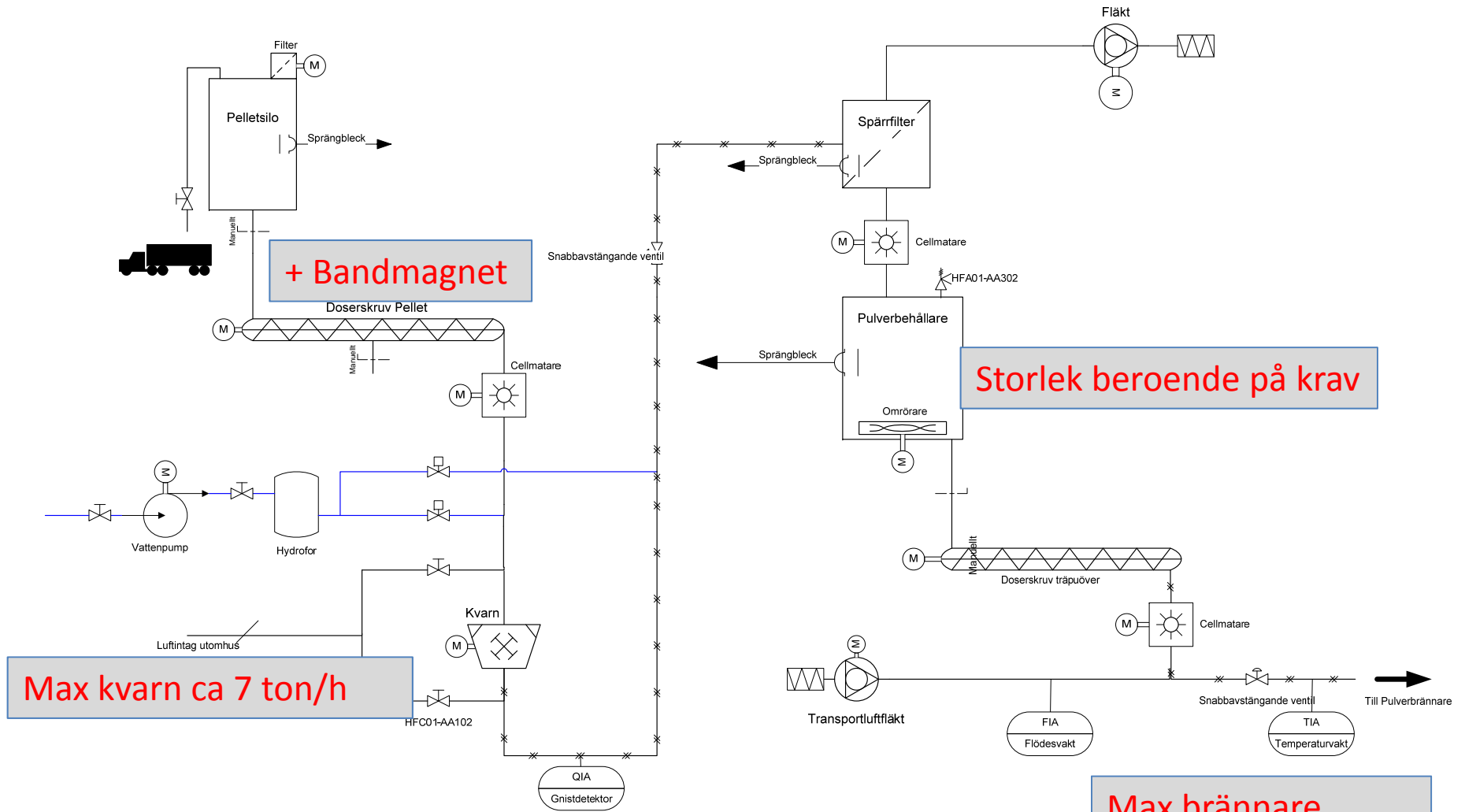


**Söderenergi Fittja 130 MW
(TPS Termiska Processer AB)**

Volym ficka = 200 m³
Uppfodring: ca 120 m³/h



Bränslehantering



Dosering av bränsle (exempel pulver)

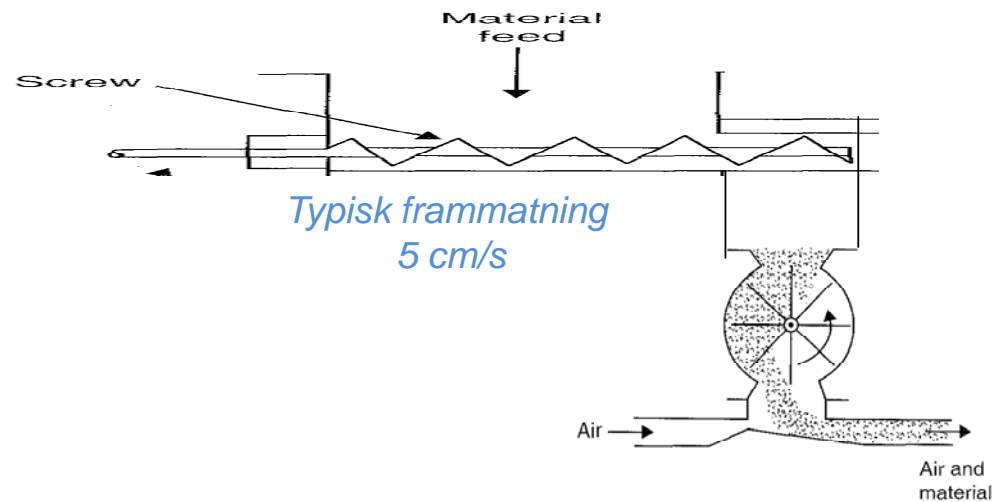
- Delvis ett skalningsproblem
- Delvis beroende på metod



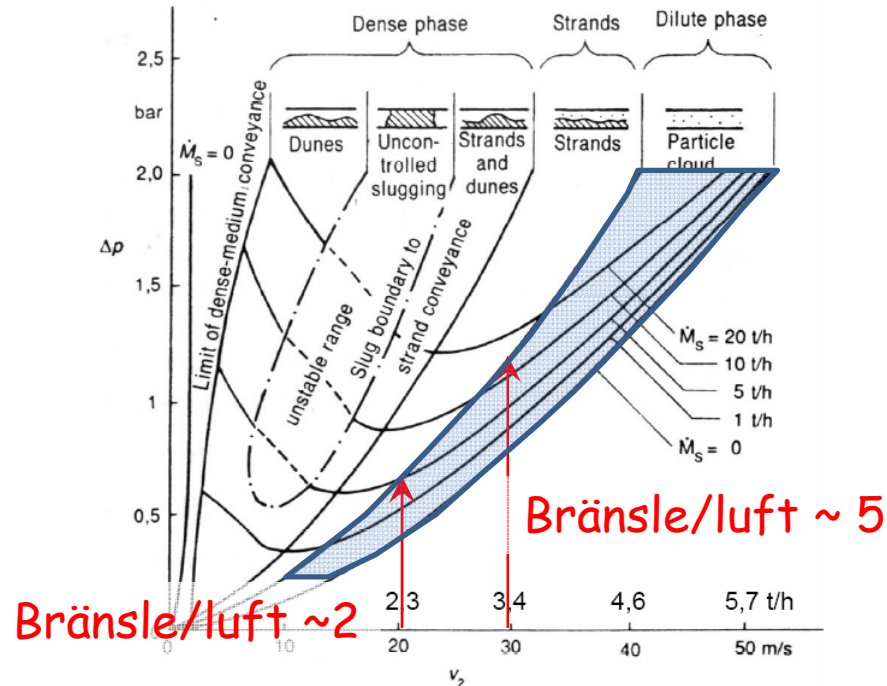
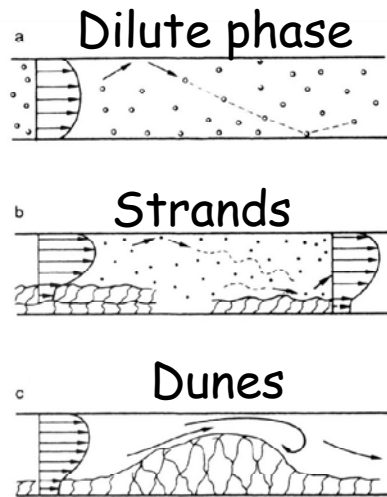
utan avskrapare



med avskrapare



Transportledning (Pulver)



- Normalt arbetar pulverbrännare med en bränsle-/luftkvot mellan 2 och 3
- Transporthastighet > ca 25 m/s förväntas säkerställa pulsationsfri transport

Exempel



Röbäck 25 MW pulvereldad (2st cyklonbrännare)
hetvattencentral i Umeå



Grycksbo pappersbruk 53 MW pulvereldad (tangentialeldad)
ångpanna