



Modellering av värmeöverföring i kylpasset av en sopeldad panna

Examensarbete i mastersprogrammet Sustainable Energy Systems
Chalmers Tekniska Högskola

Louise Axelsson

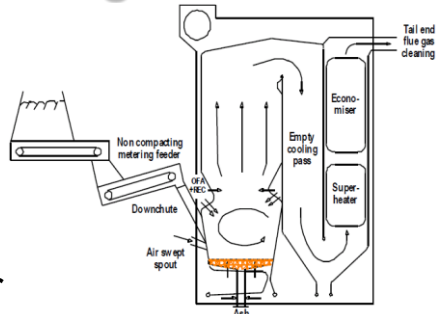
Handledare: David Pallarès, Christian Johansson, Christoffer Källerman
Kontaktperson på Metso Power: Jan Olofsson



Innehåll

- Introduktion
- Beskrivning av kylpasset
- Metod
- ID-modellering
- Resultat (och diskussion)
- Slutsatser

Introduktion - bakgrund



- Sopeldade pannor
 - Askan i rökgaserna orsakar korrosion på de värmeöverförande ytorna
 - Korrosionen ökar med temperaturen
 - Idag: kylpass med panelväggar och vattenkylda väggar

Introduktion - bakgrund

- Hur kan man öka verkningsgraden?
 - Överhettarskärmar istället för panelväggar
 - En överhettare uppdelad i ett antal skärmar som delar in kylpasset i rökgaskanaler
 - Täckt med en keram som skyddar dess tuber från fouling
 - Ånga leds tillbaka, in i kylpasset, efter den andra överhettaren

Introduktion - syfte

- Skapa en ID-modell som kan användas vid ombyggnation av EfW-pannor
 - Indata matas in i modellen
 - Ingående rökgastemperatur
 - Ingående ångtemperatur
 - Geometrisk data
 - Modellen beräknar
 - Utgående rökgastemperatur
 - Utgående ångtemperatur
 - Tryckfallet i kylpasset och i överhettarskärmar

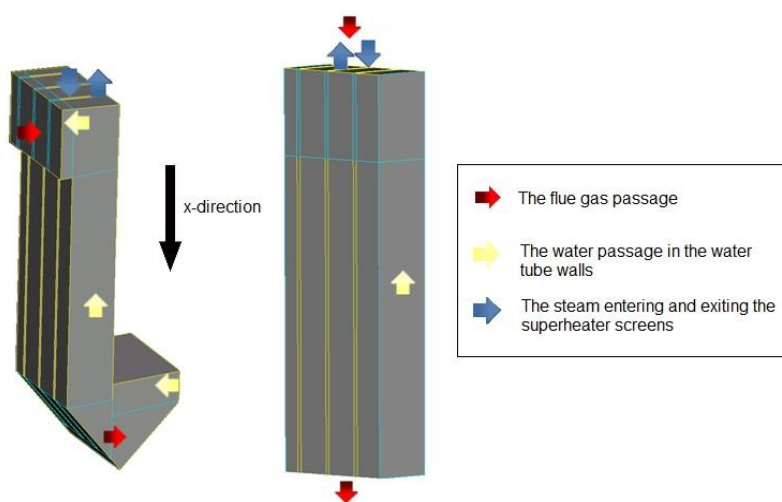
Introduktion - syfte

- Frågor att besvara:
 - Kunde några delar av geometrin förenklas i modellerandet?
 - Hur beräkningsmässigt krävande var CFD-simuleringarna?
 - Hur väl stämde ID-modellen överens med CFD-simuleringen som använde en strålningsmodell?

Introduktion - avgränsningar

- Studien var begränsad till värmeöverföringsberäkningar i kylpasset på en specifik panna med givna mått
- Eldstaden innan och konvektionszonen efter kylpasset inkluderades inte
- Randvillkoren vid inloppet tillhandahålls av Metso Power

Beskrivning av kylpasset



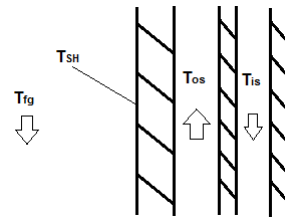
Metod

- Hitta korrelationer för den konvektiva och konduktiva värmeöverföringen, samt tryckfallet i skärmarna, i **litteraturen**
- **Skapa en modell** för värmeöverföringen via strålning
- **CFD-simuleringar** för att hitta en korrelation för rökgasens massflödesfördelning och tryckfall
- Validera I-D modellen med en **CFD-simulering** som använder en strålningsmodell

Metod

- Litteraturstudie
 - Tidigare forskning
 - Korrelationer för I-D-modellen
 - Siktfactorer, emissivitetsmodell, rökgasens egenskaper...
- I-D-modell
 - MATLAB => Scilab
 - Scilab kopplat till Excel
- CFD-simuleringar
 - Massflödesfördelning och tryckfall
 - Validering

1D-modellering



$$\dot{m}_{fg} C_{p,fg} \frac{dT_{fg}}{dx} = -U_{SH} A_{SH} (T_{fg} - T_{SH}) - U_w A_w (T_{fg} - T_w) + q_{rad, net, fg}$$

$$\dot{m}_s C_{p,is} \frac{dT_{is}}{dx} = U_{sp} A_{sp} (T_{os} - T_{is})$$

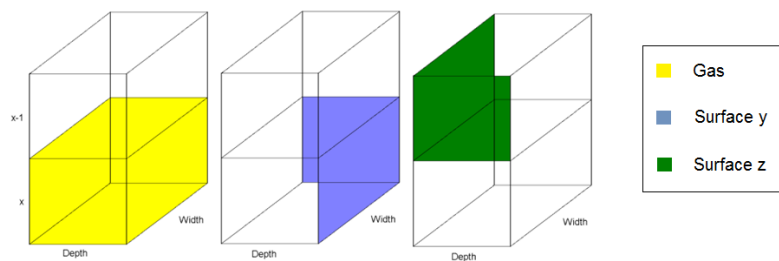
$$-\dot{m}_s C_{p,os} \frac{dT_{os}}{dx} = U_{SH} A_{SH} (T_{fg} - T_{SH}) - U_{sp} A_{sp} (T_{os} - T_{is}) + q_{rad, net, SH}$$

1D-modellering Konvektion

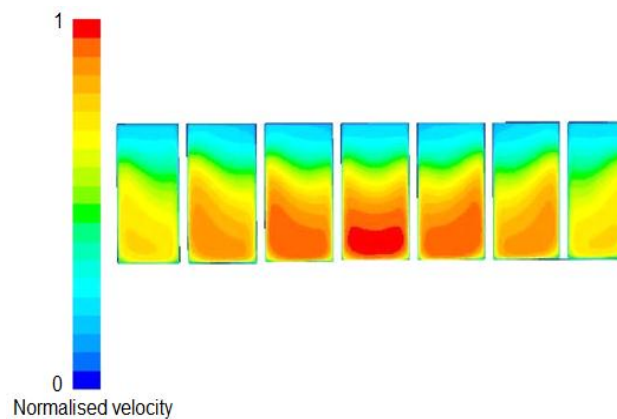
- Tre olika totala värmeöverföringskoefficienter:
 - Väggarna
 - Inre rören med ånga
 - Överhettarskärmar
- Kända korrelationer

ID-modellering Strålning

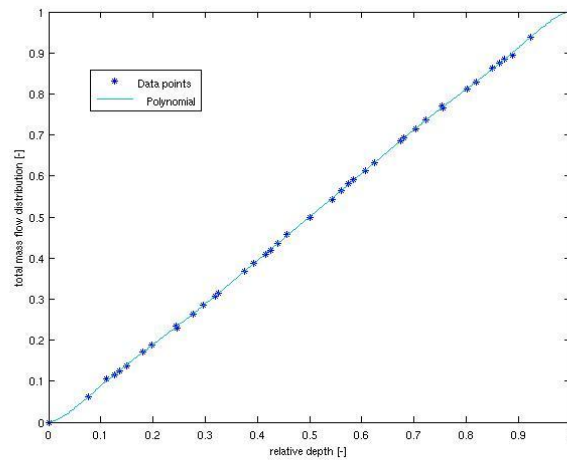
- Ingen befintlig modell => fick skapa en egen modell
- Gas approximerad som "låda"



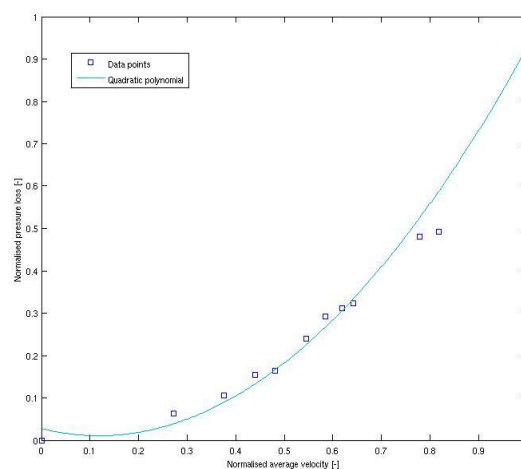
Resultat – Massflödesfördelningen



Resultat – Massflödesfördelningen



Resultat – Tryckfallet



Resultat - Känslighetsanalys

- Väggemissiviteten

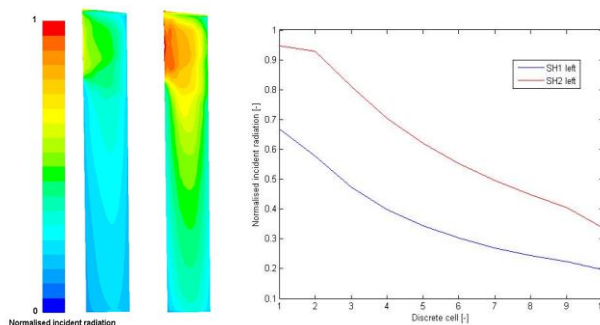
Wall emissivity [-]	Normalised flue gas outlet temperature [-]
1	0.995
0.95	1
0.9	1.006
0.65	1.044

- Rökgasens konvektiva värmeöverföringskoefficient

Convective heat transfer coefficient of the flue gas	Normalised flue gas outlet temperature [-]
$0.5h_{fg}$	1.016
h_{fg}	1
$2h_{fg}$	0.972

Resultat - Validering

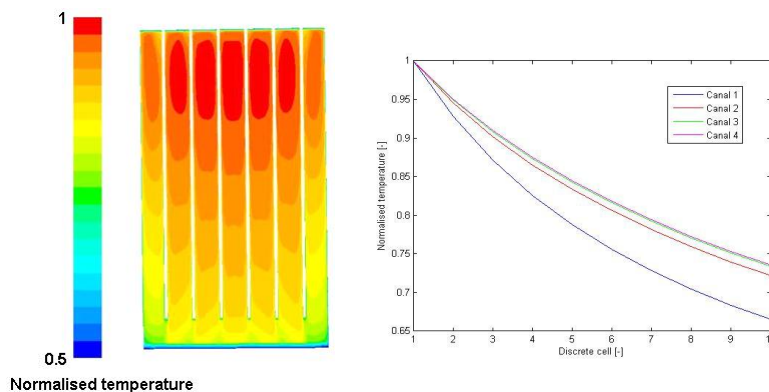
- Infallande strålning



	Screen 1 (1D)	Screen 1 (CFD)	Screen 2 (1D)	Screen 2 (CFD)
Top	0.6684	0.4875	0.9479	0.8125
Middle	0.3227	0.3125	0.5858	0.5250
Bottom	0.1974	0.2000	0.3370	0.3250

Resultat - Validering

- Utgående rökgastemperatur
 - 4,5% lägre i I-D-modellen



Slutsatser

- Massflödesfördelningen kan beräknas som en funktion av en kanals relativa bredd och tryckfallet i kylpasset kan beräknas som en funktion av rökgasens medelhastighet i kylpasset.
- Geometrin kunde i I-D modellen modelleras som rektangulära kanaler. Takets lutning försumrades och inloppet och utloppet behandlades som vattenväggar.
- I-D modellen stämde ganska väl överens med DO-simuleringen, speciellt i den nedre delen av kylpasset. Rökgasens uttemperatur var 4,5% lägre i I-D modellen än i CFD-simuleringen.



Tack för att ni lyssnade!

- Frågor?