

Förbättrad överhettartemperaturreglering med framkoppling från fysikaliska processmodeller

Martin Råberg

SWECO



Projektet är ett samarbete mellan Sweco, Modelon och E.ON

Projektets huvudsyfte var att utvärdera modellinvertering av termohydrauliska processmodeller för användning i framkopplingar.

Återkoppling

Framkoppling

Tar hand om mätbara störningar innan de resulterat i en regleravvikelse

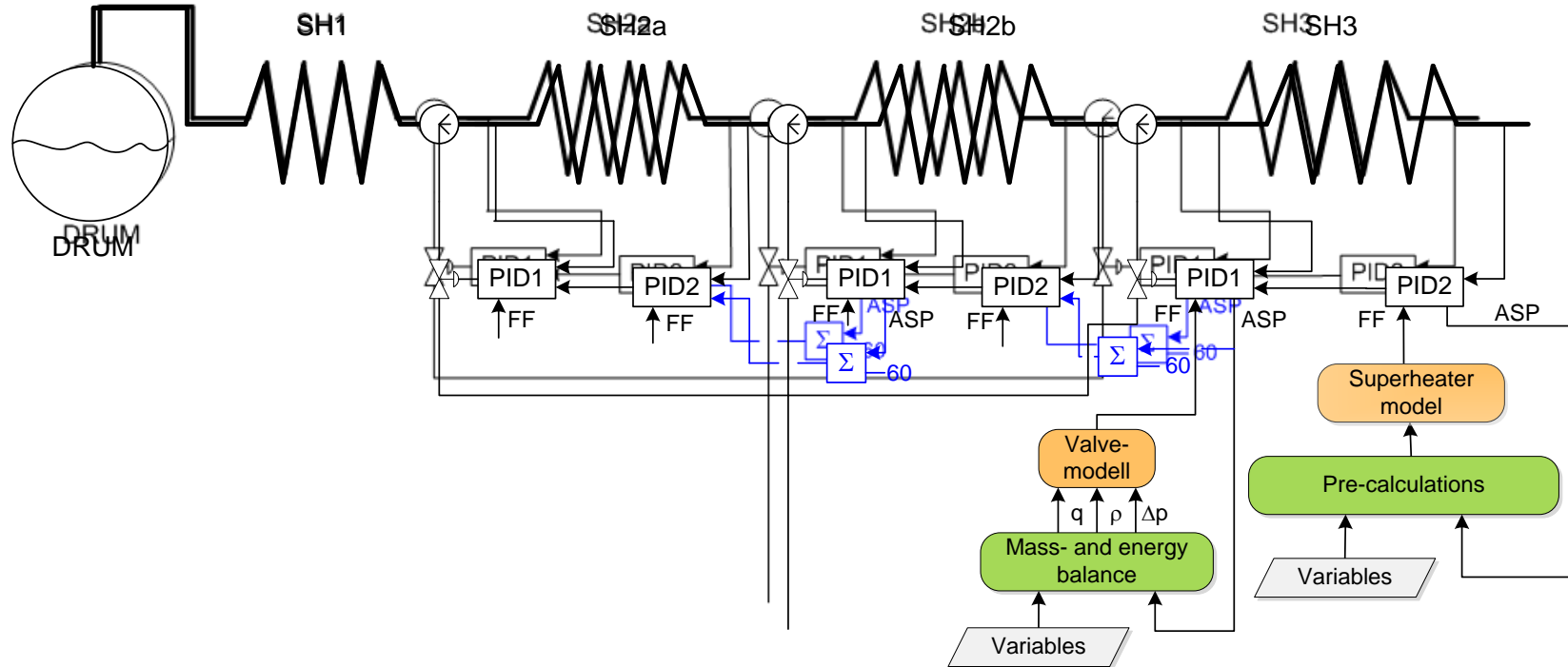
- Linjär empirisk
- Olinjär empirisk
- Olinjär fysikalisk med empirisk dynamik
- Inverterad dynamisk fysikalisk.

Modellinvertering

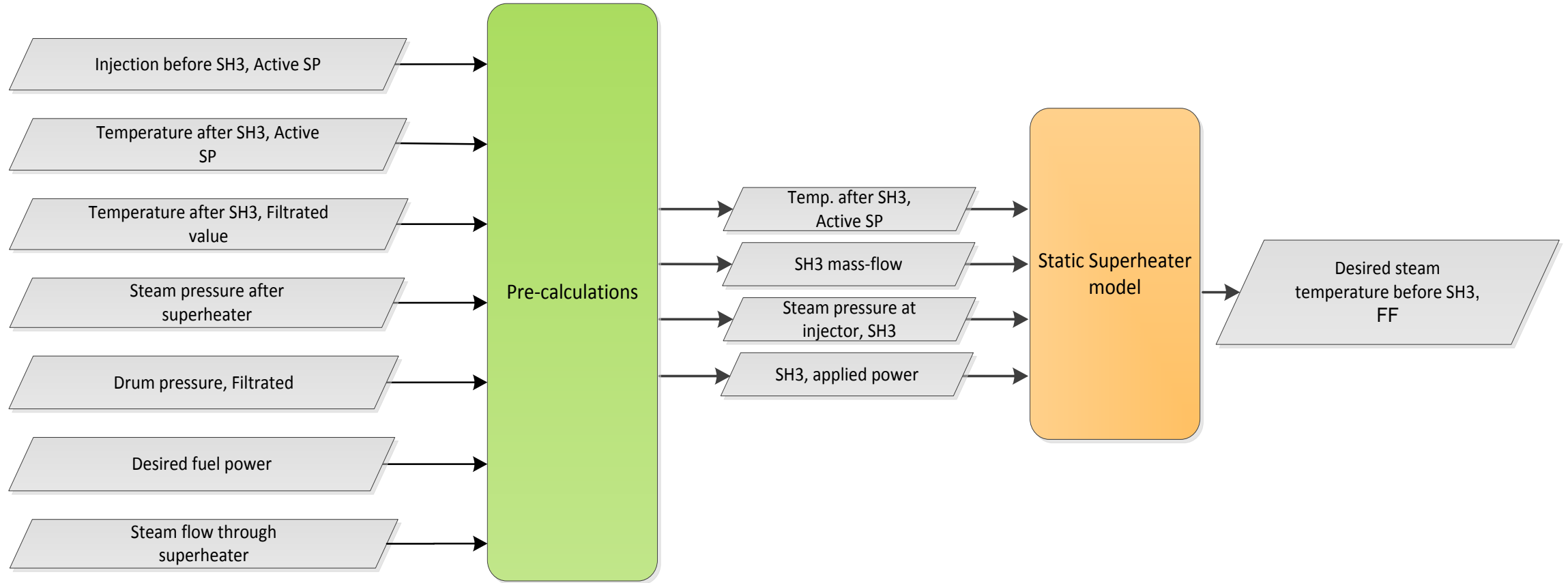
- Vad är modellinvertering?
- Ej inverterbara fenomen
- Val av modellerad dynamik
- Den inverterade modellens stabilitet
- Analys av den inverterade modellen för att förbereda den för implementering

Processen

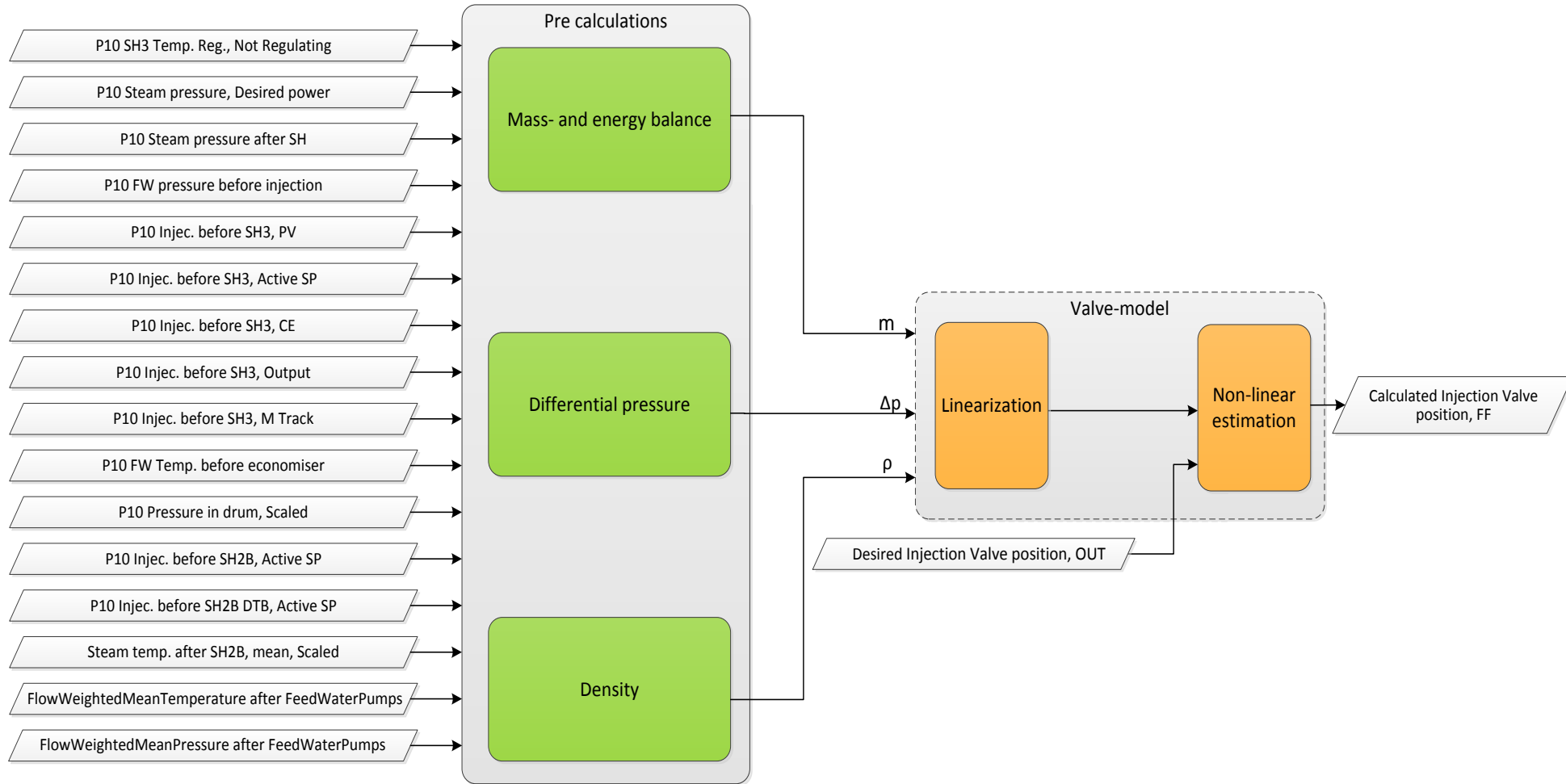
Projektet valde överhettarregleringen eftersom det vore rimligt att denna process skulle kunna bära investeringen som arbetet innebar.



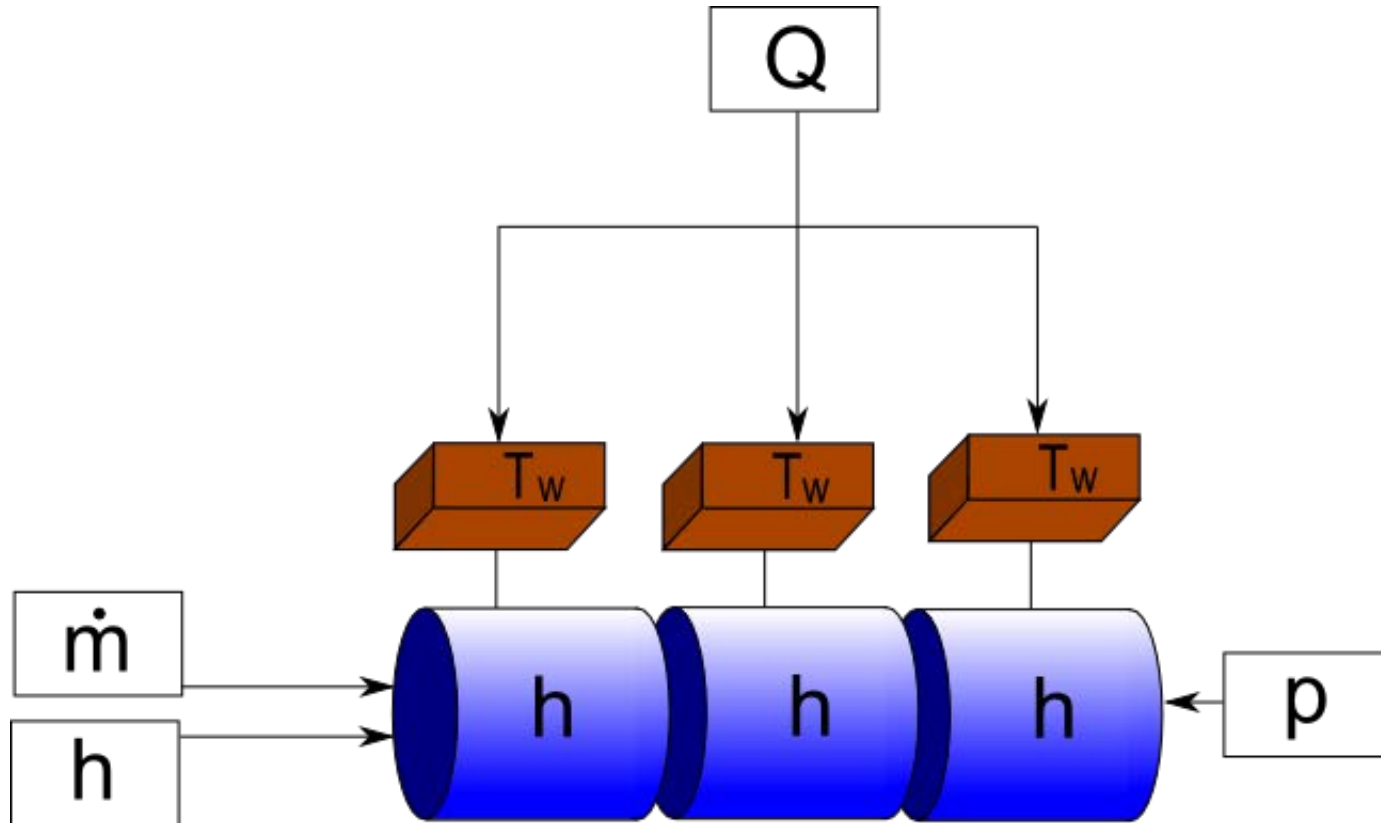
Implementation



Implementation



Modell



$$\dot{u}(t_n) = \frac{u(t_n) - u(t_{n-1})}{t_s}$$

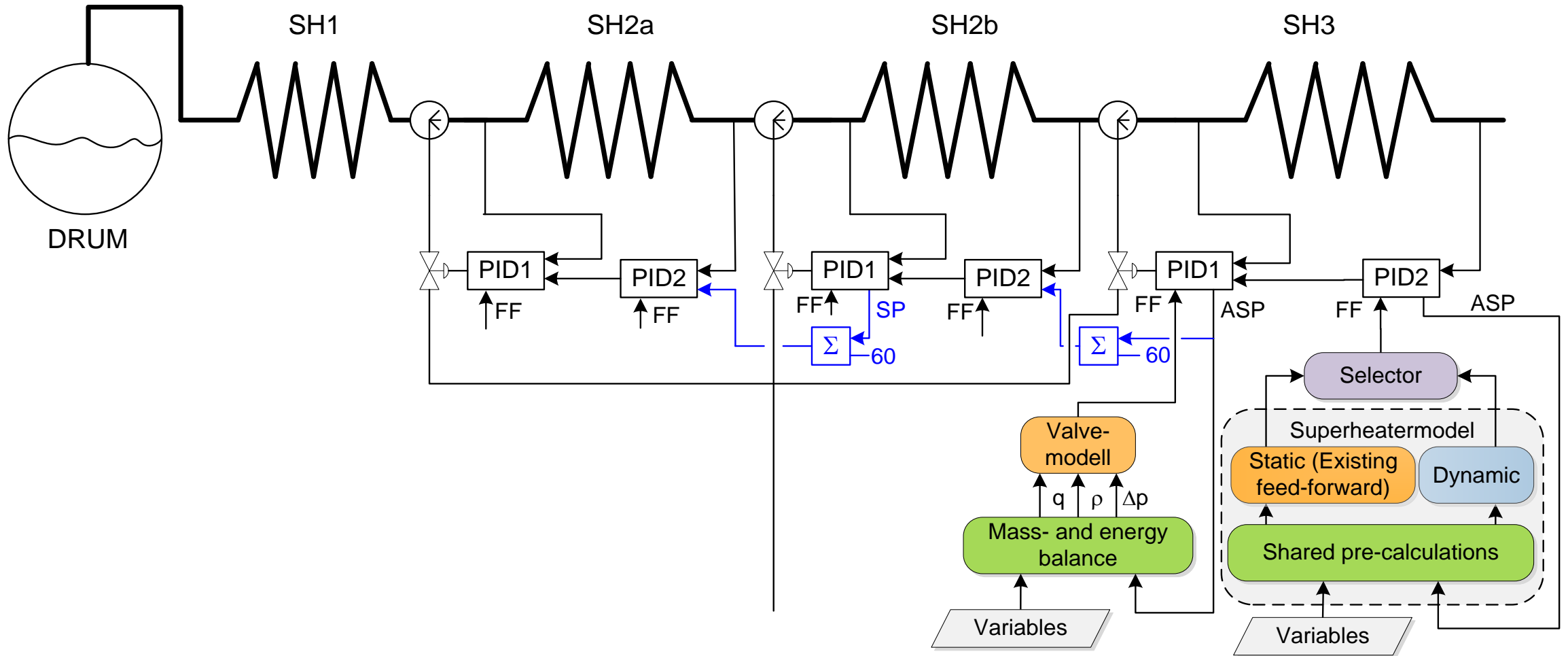
$$h_{in} = h(p, T_{out}) - \frac{Q_{w,s}}{\dot{m}} + d(p, T_{out})\dot{u}$$

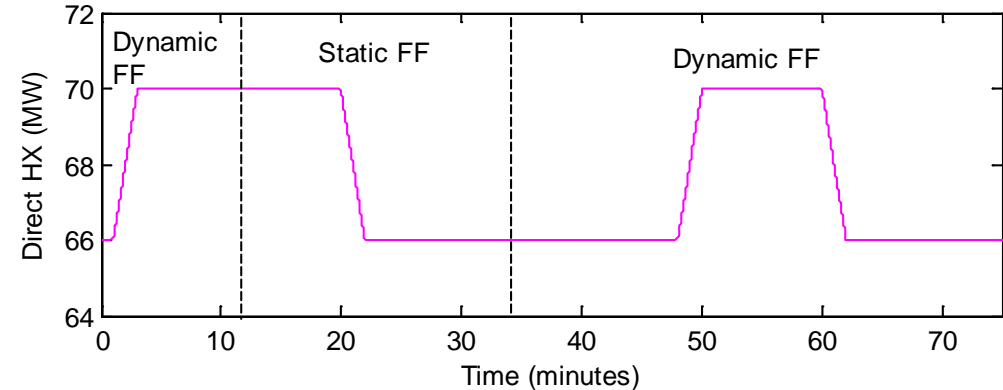
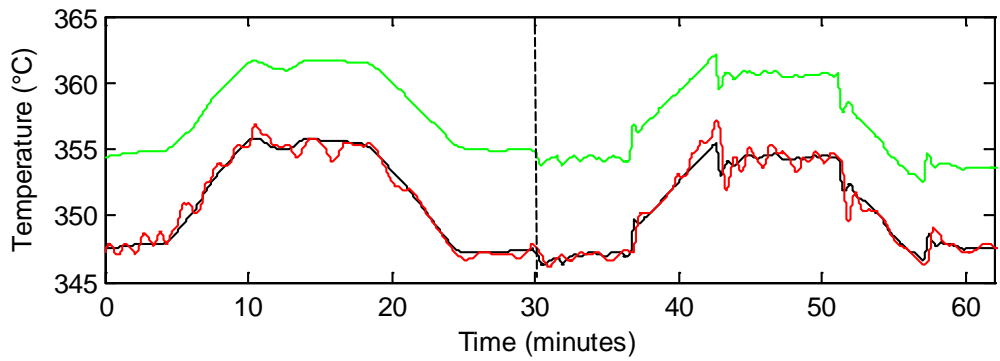
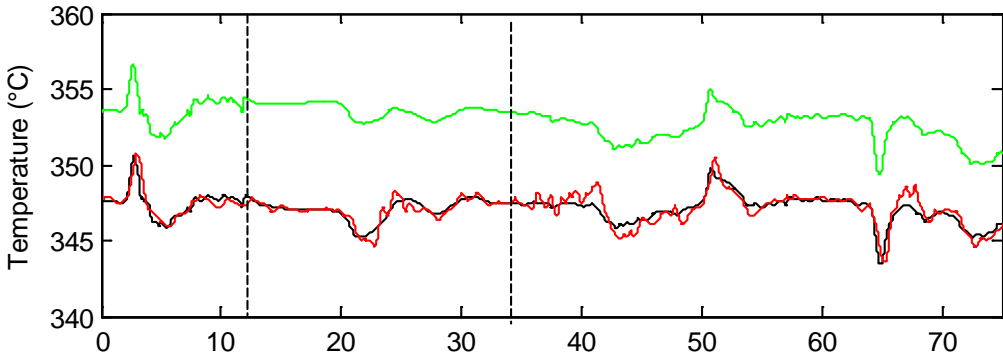
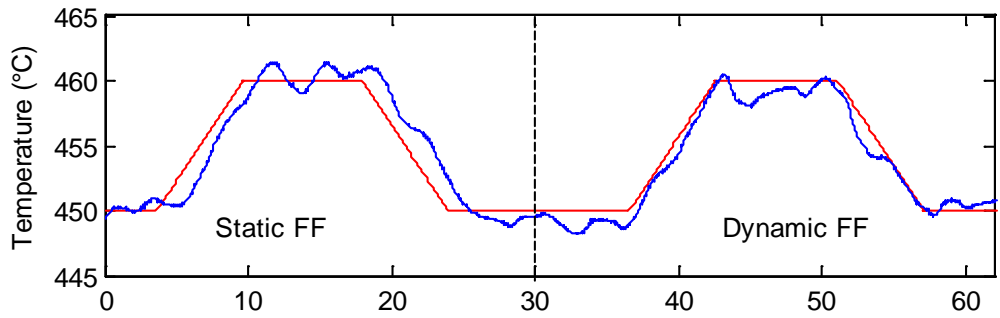
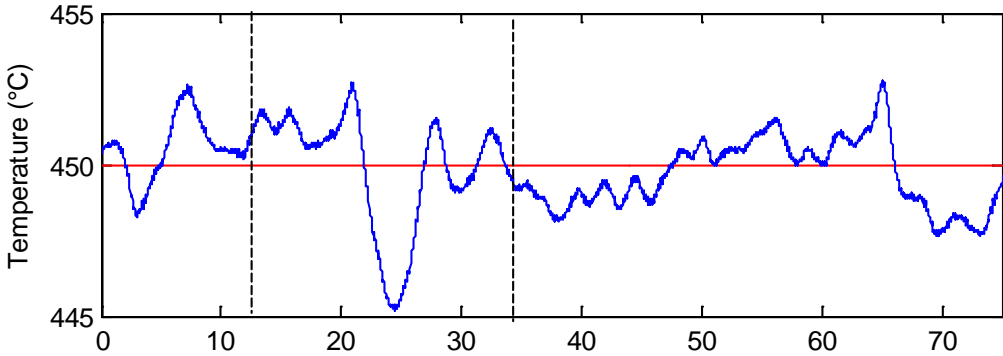
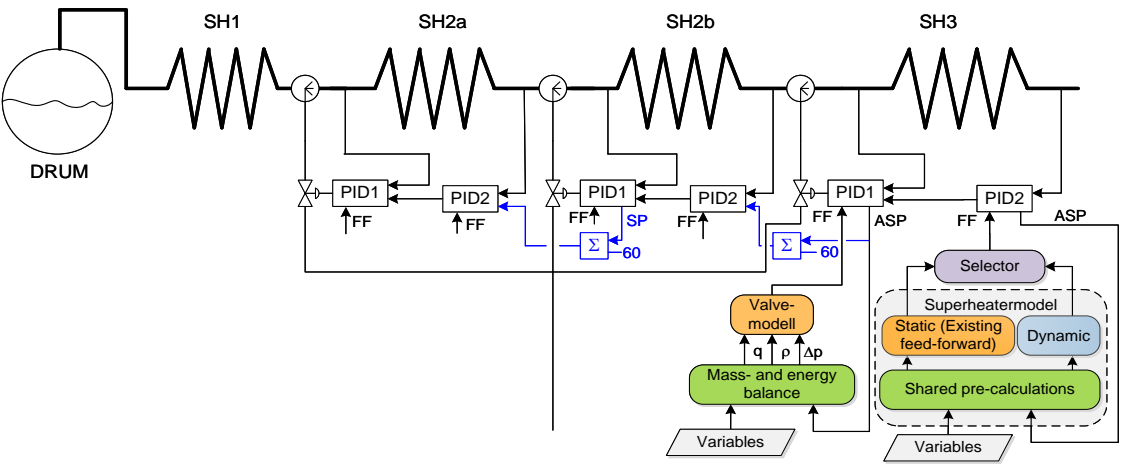
$$h_{in} = h(p, T_{out}) - \frac{Q_{w,s}}{\dot{m}}$$

$$\dot{T}_w = \frac{Q_{w,s} + Q}{m_w c_w}$$

$$T_w = T_{w,old} + t_s \dot{T}_w$$

Implementation





GENDIATUR, QUE REIUNT EXPLABO. UT ASINCTIIS
DE VOLLACCAB ISUNT ET EOS QUATIANDANDI
DELLECU LLUPTIIST

Erfarenheter

Fördelar;

- Fångar processdynamiken "korrekt".
- Resulterar i transparanta framkopplingar med fysikaliskt "korrekta" parametrar och variabler.
- Möjlighet till adaptation av fysikaliskt svårdefinierade "parametrar" t.ex. värmeöverföring.
- Fångar processens olinjäritet och olinjära dynamiska beteende "korrekt" på ett enkelt och lättförståeligt sätt.
- Mycket bra reglerprestanda.

Nackdelar;

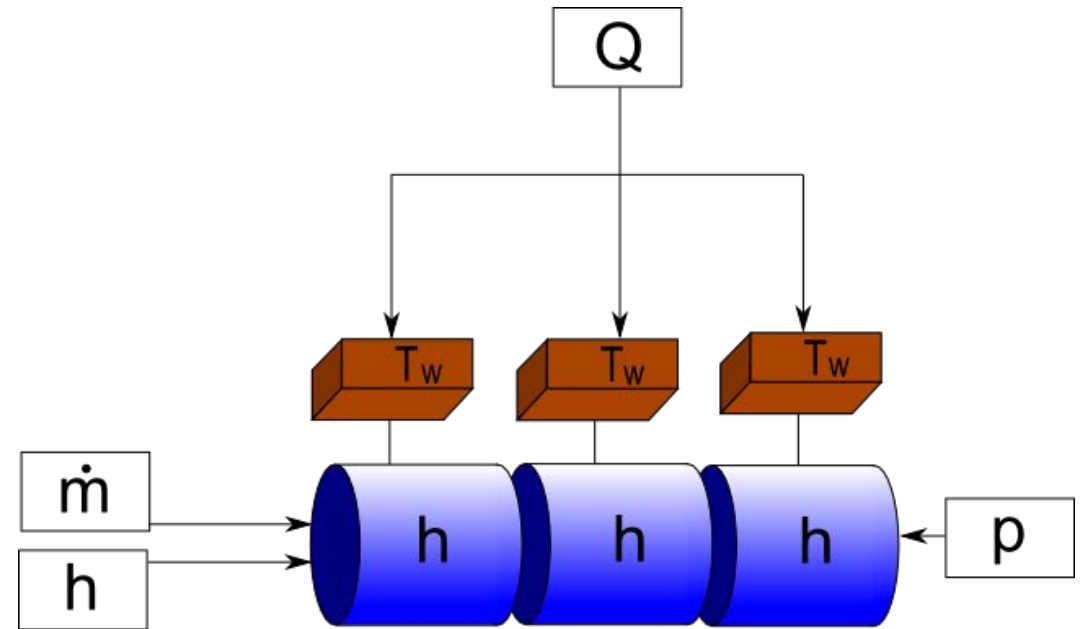
- Kräver djupare processförståelse.
- Kräver förståelse för processkomponenternas dynamik och processens reglering.
- Kräver mycket jobb före modelleringsarbetet så att den använda modellen fångar den väsentliga processdynamiken, men är enkel. Avgränsningar i processavsnittet som studeras snarare än approximationer.
- Kräver troligen ett antal iterationer i modelleringsarbetet innan önskad prestanda nås.

Resultat

- Baserat på testdata är den största regleravvikelsen 3°C. Eftersom testet inte var med turbinerna valdes en marginal på 10°C dvs 520°C. P.g.a. att turbinerna var i revision beräknades den potentiella vinsten m.h.a. ett statistiskt program, EES.
- Genom att vid 80 MW el @ 510°C och 100 bar öka temperaturen till 520°C vid oförändrad värmelast kunde 601 kW extra el genereras. Detta till en kostnad av endast 635 kW ökad pannlast. Vid en pannverkningsgrad på 90% motsvarar det 706 kW bränsle.
- För den aktuella anläggningen beräknades ett årligt värde på ca 120 kkr.
- Beroende på förhållandet mellan elpris, värmepris och bränslepris kan olika förhållande mellan el och värmeproduktion vara intressant. Minde förändringar i ångtemperatur kan justera denna balans i önskad riktning.

Resonemang

- Gaspanna VS Fastbränsle/Bio
- Fortsatt arbete



SWECO

