

# JERNKONTORETS FORSKNING

## PROJEKTBSKRIVNING

### Ugnsstyrning och överordad processanalys

Vid värmning och bearbetning värms stålet enligt vissa bestämda värmningskurvor för att få önskade materialegenskaper. En förutsättning för detta är att det finns tillgång på sofistikerade styrsystem och värmningsmodeller som stämmer väl överrens med verkligheten. Inom ett av projekten i Stålintustrins Energiforskningsprogram utförs arbete med att förbättra befintliga styrsystem och utveckla nya i syfte att undvika övervärmning och onödigt långa värmningstider. Parallellt studeras möjligheten att tidigt detektera processavvikelser som kan leda till försämrad produktkvalité. En implementering de nya systemen kan ge en årlig energibesparing på 110 GWh/år.

#### Problemställning

För att kunna uppnå lönsamhet och konkurrenskraft i stålindustrin krävs en ständig förbättring av produktkvalitet och materialutbyte samt minskning av driftskostnaderna. Därtill krävs att nya avancerade stålsorter utvecklas och kan tillverkas med hög precision. För att klara dessa höga krav måste styrsystemen för anläggningarna få en ökad funktionalitet och ge ökad träffsäkerhet i samtliga processteg. Särskilt viktigt är att kunna värma stålmaterial med hög temperaturprecision, även vid omställningar och störningar i produktionen.

Inom svensk stålindustri används i stor utsträckning temperatur- och värmefflödesberäkningsprogrammet STEELTEMP<sup>®</sup> och ugnsstyrsystemet FOCS<sup>1</sup>, båda utvecklade av Swerea MEFOS. STEELTEMP<sup>®</sup> och FOCS fungerar bra men det finns ett konstant behov av att utveckla systemen i takt med att datorkapaciteten ökar och det därmed finns utrymme för allt mer sofistikerade beräkningsmodeller on-line. Styrsystem finns heller ännu inte utvecklat för alla inom svensk stålindustri förekommande ämnes- och ugnstyper. Idag kan till exempel systemet inte användas för gropugnar vilket gör att värmningstiden i dessa är onödigt lång. Dessutom finns det ett behov av att öka användarvänligheten i gränssnittet av beräkningsprogrammet.

STEELTEMP<sup>®</sup> är baserat på fysikaliska modeller av bl.a. värmningsprocessen. I vissa fall kan sådana modeller visa sig svåränvända beroende på att det kan vara svårt att med god precision bedöma värdet på de konstanter, till exempel emissivitet, som behövs i modellerna. Detta är fallet vid t.ex. glödning. I dessa fall kan statistiska modeller eller kombinationer av statistiska och fysikaliska modeller vara ett alternativ.

Ett ytterligare övervakningsproblem i dagens produktion är att det är svårt att veta hur processparametrar längs hela kedjan värmning – valsning – glödning - slutprodukt samverkar påverkar den slutliga produktkvalitén.

Om det var möjligt att identifiera potentiellt kvalitetssänkande processavvikelser skulle processerna kunna styras på ett sådant sätt att produktfelen inte uppkommer vilket naturligtvis skulle leda till ett högre utbyte.

#### Projektidé

Projektet består av fem delprojekt:

Delprojekt 1 arbetar med att ta fram ett nytt verktyg för framtagning av framkopplingsvärden och tillhörande ideala värmningskurvor till STEELTEMP<sup>®</sup> 2D, som kan användas för optimering av materialegenskaper och/eller energiförbrukningen i valsverkens omvärmningsugnar, samt med att förbättra användarvänligheten och felhanteringen i STEELTEMP<sup>®</sup> 2D.

Delprojekt 2 arbetar med att ta fram och infoga nya och mer sofistikerade värmningsmodeller, baserade på STEELTEMP<sup>®</sup> 2D, till styrsystemet FOCS-RF. Meningen är att den nya värmningsmodellen ska vara densamma i alla

#### Projektfakta

Syftet med projektet är att förbättra regleringen av värmnings- och glödningugnar för att öka precisionen i värmningen och förbättra produktkvalitén. Projektet beräknas medföra en energibesparing på 110 GWh/år.

**Tid:** 2006-10-01 till 2011-06-30

**Forskare:** Swerea MEFOS – Bo Leden, Prevas – Per-Olof Norberg, Magnus Everstedt.

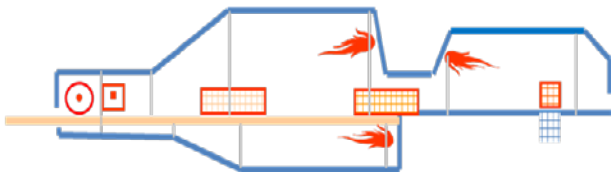
**Medverkande:** Outokumpu Stainless, SSAB Strip Products, Ovako Steel.

**Ingår i:** Energiforskningsprogrammet, Jernkontorets teknikområde 51.

**Finansieras av:** Energimyndigheten och medverkande företag.

<sup>1</sup> Furnace Optimising Control System

FOCS-RF system och att samma modell ska användas on-line som i kalibratorn<sup>2</sup>.



Fördelarna med att förbättra värmningsmodellen i styr-systemet FOCS-RF är många. Bland annat kommer hela temperaturprofilen kunna beräknas även för billets och blooms, vilket inte varit möjligt tidigare.

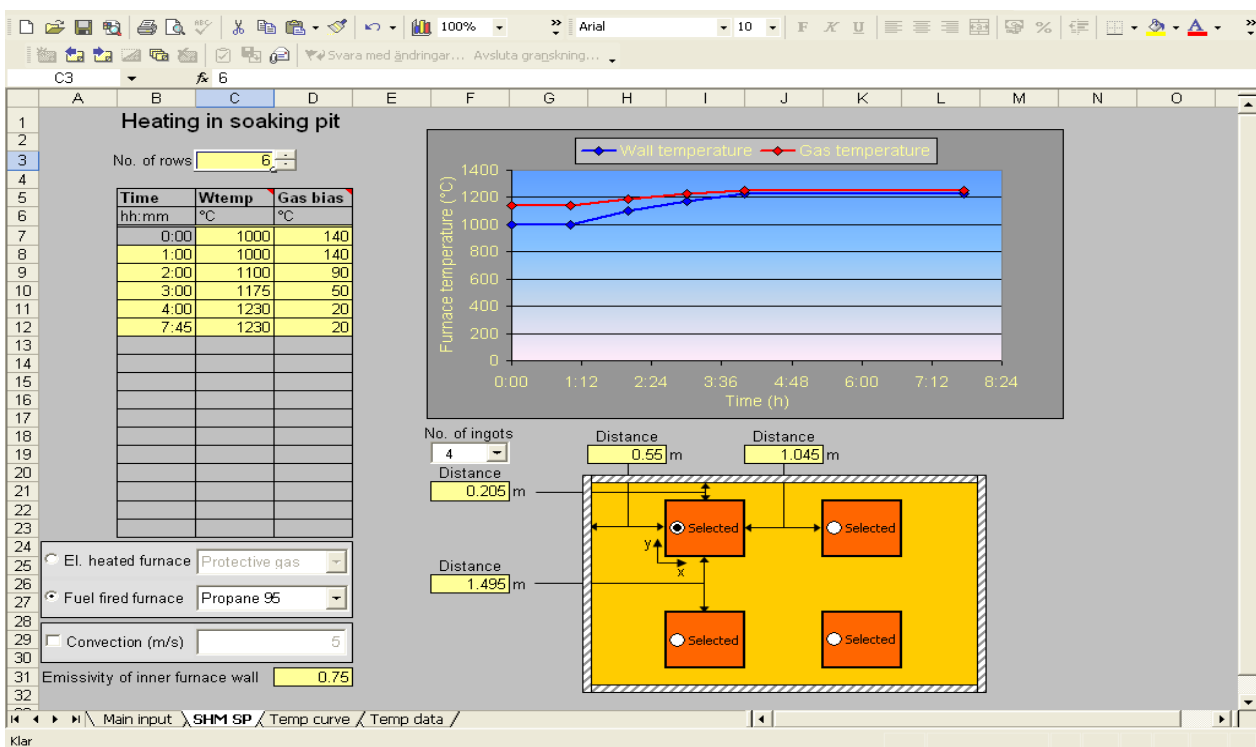
Delprojekt 3 syftar till att ta fram ett FOCS-system för en helt ny tillämpning, nämligen gropugnar. När detta implementeras erhålls kontroll på ämnets ytemperaturer och gradienter och det blir möjligt att använda högre ugnstemperaturer i värmningens början och därigenom korta ned värmningstiden.

Delprojekt 4 arbetar med att ta fram ett multivariat regleringssystem för glödgningsugnar. Systemet baseras på att en kombination av fysikaliska och statistiska<sup>3</sup> modeller. Genom detta kommer temperaturträffsäkerheten vid glödning att förbättras och på så sätt minskas antalet omglödningar.

Delprojekt 5 arbetar med att ta fram ett system baserat på multivariat processmodellering som identifierar processavvikelser längs hela kedjan värmning-valsning-glödning-färdig produkt. Genom övervakning via ett sådant system kommer processavvikelser som kan ge produktfel identifieras och åtgärdas redan innan de får genomslag i produkten.

## Mål

Målet med projektet är att vid projektslut vid målverken ha implementerat helt nya reglersystem eller förbättrade versioner av befintliga sådana för kontinuerliga värmningsugnar, gropugnar och glödgningsugnar. Dessutom ska ett helt nytt övervakningssystem som identifierar processavvikelser längs produktionskedjan vilka potentiellt sänker produktkvaliteten ha utvecklats och testats i praktiken.



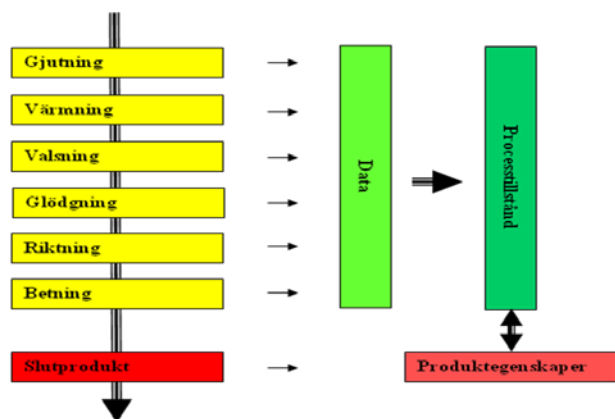
I ett av delprojeten tas ett FOCS-system fram för en helt ny tillämpning; gropugnar.

<sup>2</sup> Systemet fungerar så att värmningsmodellen kalibreras off-line med hjälp av så kallade lådförsök varpå den kalibrerade modellen används för att beräkna ämnestemperaturen on-line.

<sup>3</sup> Dvs. reglering baserad på on-lineidentifiering av ett linjärt flervariabelt system, en s.k. "svart låda".

## Energibesparingspotential

Genom förbättrad reglering av kontinuerliga värmningsugnar beräknar projektet att dagens energiförbrukning kan minska med 1%. Reglering av värmningen i gropungar kan minska energiförbrukningen i dessa med hela 10% genom att onödigt långa värmningstider undviks. Den nya typen av reglersystem som tas fram för glödningssugnar förväntas kunna sänka energiförbrukningen med 5%. Med hjälp av överordnad processanalys finns det potential att minska produktfelen motsvarande en utbytesökning på 0,2%. Applicerat på hela den svenska stålindustrin uppgår den sammantagna potentiella energibesparingen till 110 GWh per år.



*I ett av delprojekten studeras möjligheten att tidigt detektera processavvikelser för att säkra produktkvalitén.*

## Industrinytta

Projektet tar fram och implementerar system som direkt kommer till nytta för deltagande industrier. Redan inom ramen för projektet kan deltagande verk erhålla minskad energiförbrukning, ökat materialutbyte och förbättrad produktkvalité.

## Arbete och resultat hittills i projektet

Inom delprojekt 1 har nya variabler införts i FOCS-RF så att stationära produktionstillstånd kan identifieras i ett produktionsuppföljningssystem TrendDMX. Detta har gjorts för att man i ett senare skede ska kunna använda data från detta system för analys av framkopplingsbörvärdena i FOCS-RF och den specifika energiförbrukningen vid införande av nya ideala kurvor i FOCS-RF i ugn 301 vid SSAB Strip Products.

Inom delprojekt 2 har den nya värmningsmodellen, baserad på STEELTEMP<sup>®</sup> 2D, tagits fram och implementerats i FOCS-RF systemet för värmningsugnen vid trådverket i Ovako, Dalsbruk. En kalibrering av systemet har bekräftat en god överensstämmelse mellan beräkningarna och utförda mätningar.

Inom delprojekt 3 har synfäktfaktorer för värmning i gropugn tagits fram och införts i värmningsmodellen, baserad på STEELTEMP<sup>®</sup> 2D, för FOCS styrsystemet. Den nya värmningsmodellen har testats i en simuleringsmiljö och ett realtidssystem har utvecklats.

Delprojekt 4 har ännu inte startat.

Inom delprojekt 5 har insamling av processdata från målverket (Outokumpu Stainless i Degerfors) påbörjats. Modellering av processkedjan värmning-valsning har genomförts liksom även en preliminär modellering av hela processkedjan.

## Återstående arbete innan projektslut

Inom delprojekt 1 återstår att ta fram verktyg för framtagning av framkopplingsbörvärden och motsvarande ideala värmningskurvor samt förbättra systemens användarvänlighet. Parallellt kommer utprovning av tekniken att ske i industrin.

Inom delprojekt 2 kommer fler industriförsök med den nya värmningsmodellen implementerad i FOCS-RF styrsystemet vid Ovako Dalsbruk att genomföras och systemet kommer att trimmas in och energibesparingen fastställas.

Inom delprojekt 3 kommer det nya FOCS-systemet för gropugn installerat, mätas, trimmas och slutligen utvärderas för en gropugn vid Outokumpu Stainless i Degerfors.

Delprojekt 4 kommer att startas genom att ett multivariat system implementeras på Outokumpu Stainless i Avesta.

Inom delprojekt 5 fortsätter insamlingen av data. Den överordnade processanalysen ska sedan användas för att identifiera möjliga orsaker till kvalitetsfel och utföra lämpliga åtgärder i delprocesserna för att minimera kvalitetsfelen. Sist men inte minst ska ett övervakningssystem för temperaturgivarna i stegbalksugnen implementeras.

2009-10-03

# JERNKONTORET

Box 1721, 111 87 Stockholm · Kungsträdgårdsgatan 10  
Telefon 08-679 17 00 · Fax 08-611 20 89  
E-post office@jernkontoret.se · www.jernkontoret.se

