

► Flexibel drift av kraftvärmeanläggningar - förstudie

Jan Storesund Inspecta Technology SEBRA konferens 15/6 2016



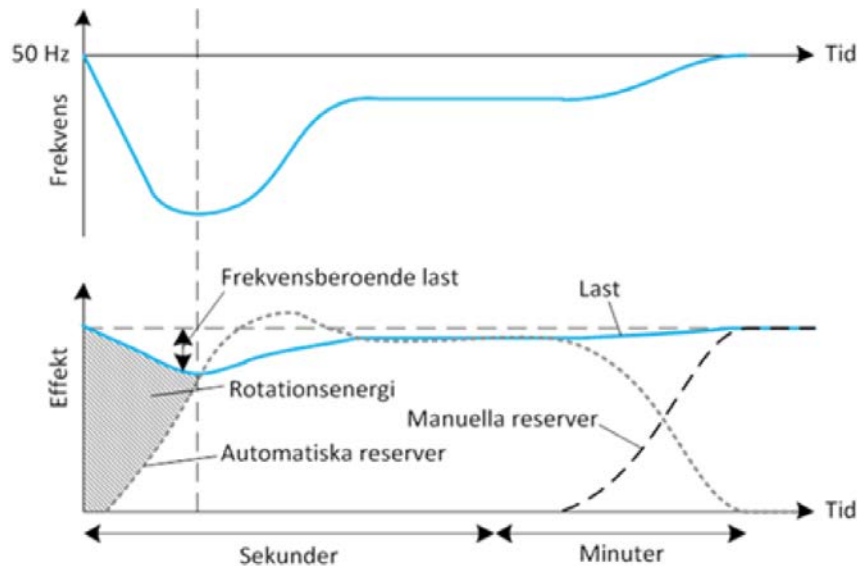
▶ Utgångspunkt och syfte med förstudien

- Ökat framtida behov av reglerkraft – bidrag från kraftvärmeverk
- Kraftvärme – tekniska möjligheter och begränsningar med flexibel drift av kraftvärmeverk.

- Syfte
 - belysa behov, möjligheter och utmaningar för flexibel drift av termiska kraftvärmeverk
 - identifiera kritiska komponenter och skademekanismer i kraftvärmeverk (pannor) som körs cykliskt
 - indikera frågeställningar att arbeta vidare med.

► Flexibel drift - vad kan regleras?

- Primärreglering – snabb reglering av frekvens. 50 Hz \pm 0,1 Hz (Frekvensstyrd Normaldriftsreserv FCR-N)
- Sekundärreglering – återställa balansen (inom några till max 30 minuter)
- Dygnsreglering – produktionsförändringar över timmar och dygn



(SvK)

► Flexibel drift – kraftvärmens kan bidra

- Primärreglering – snabb reglering av frekvens. 50 Hz \pm 0,1 Hz (FCR-N)
 - Roterande massa
 - Kräver balans mellan pannas pålastningshastighet och möjlighet att tillfälligt minska ångförbrukning i andra delar av anläggningen
 - Mindre laständring i pannan
 - Små konsekvenser för panna/turbin
- Sekundärreglering – återställa balansen på längre sikt (max 30 minuter)
 - Mindre laständring i pannan
 - Små konsekvenser för panna/turbin
- Dygnsreglering – produktionsförändringar över (timmar och) dygn
 - Större laständring i pannan, varm-/kallstarter, större cykler
 - Konsekvenser för panna, förslitningar, reducerad livslängd...

Genomförande

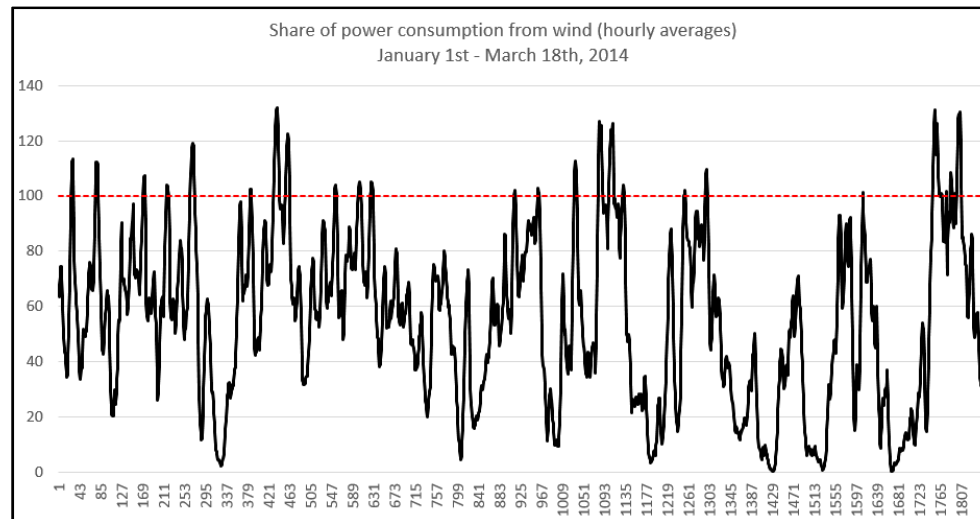
- Fokus biobränsleeldade CFB-pannor
- Utgångspunkt verkliga driftscykler från tre anläggningar. Föreslagna typcykler lite mer utmanande
 - Göteborg Energi Rya gaskombi
 - Eon Händelöverket P13
 - Mälarenergi Aros P5
- Litteraturstudie
- Erfarenheter av flexibel drift i Danmark
- Koppla behoven av reglerbarhet till vilka skademekanismer som kan aktiveras och kvalitativt i vilken utsträckning livslängden reduceras

Litteraturstudie

- Stora variationer av vindkraft inom någon eller några timmar befaras
- Sett till hela produktionen är detta är dock inte visat
- Framtida behov av reglerkraft beror på:
 - Geografisk spridning av vindkraftsutbyggnad
 - Hur överföringskapacitet i elnätet anpassas
 - Teknisk utveckling av överföringskapaciteten
- Kraftvärmeproduktionen kan minskas ner till 25 procent av ursprungsnivån (när detta är möjligt ur systemsynpunkt (masströghet))

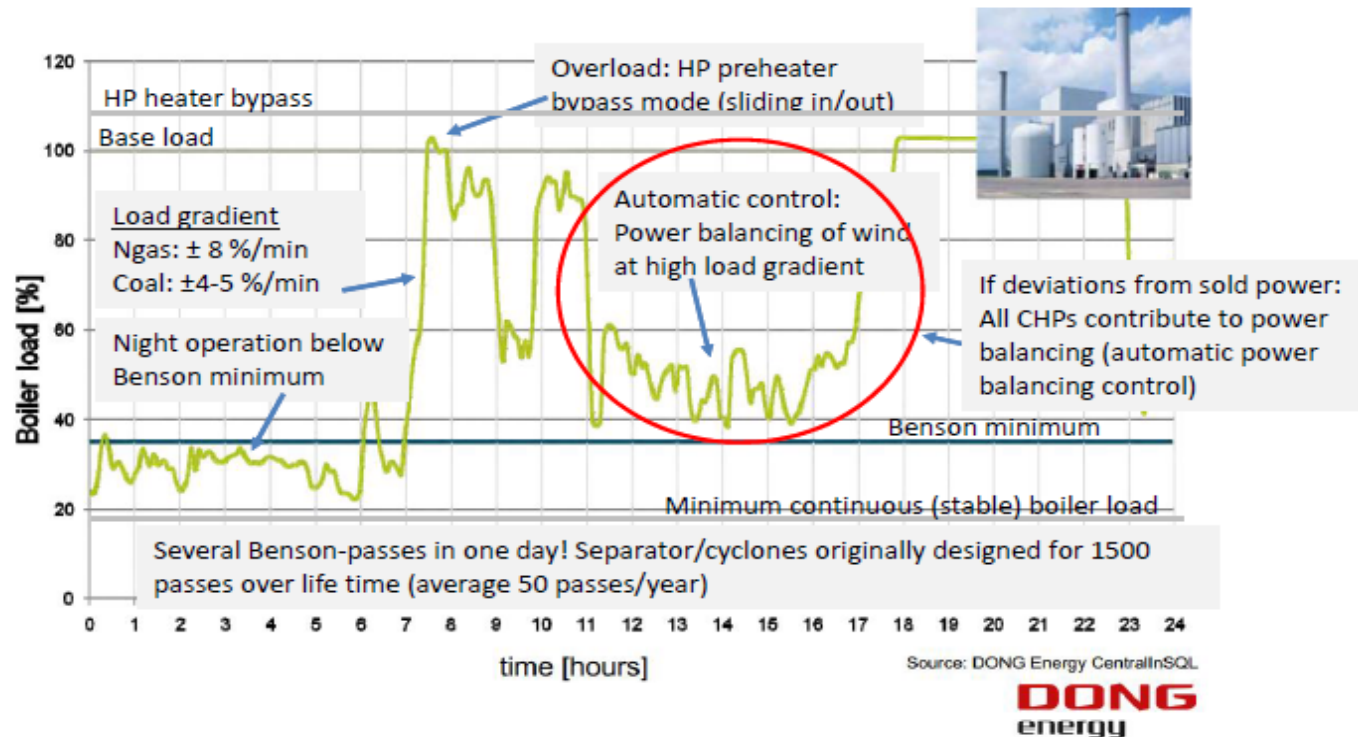
► Reglering av variationer hos vindkraftsproduktionen i Danmark

- Vindkraftsel svarade för 37 % av det totala behovet 2014



Andel elkonsumtion från vindkraft i Danmark från januari till i mitten av mars 2014 (T Christensen 2014)

Exempel på flexibel drift i Danmark



Effektvariationer hos ett danskt kraftvärmeblock under ett dygn (T Christensen 2014)

► Flexibel drift av kraftvärmeverk i Danmark

- Genomströmningsspännor används i första hand
- Funktioner för flexibel drift som har utvecklats under senare år (H Hasselbalch 2016):
 - Helt automatisk lastkontroll för leverans av automatisk sekundärreglering i syfte att minimera obalanserna systemet
 - Optimerad styrning med parameteranpassning för låglastdrift
 - Automatisk överlastmodulering (bypass av HT förvärmare)
 - Automatisk styrning av fjärrvärmeproduktionen i syfte att förbättra styrningen av elektrisk last genom användning av ackumulatorer
 - On-line beräkningar av gränser för laster och gradienter
 - Automatisk prioritering av primärstyrning inbyggt i enhetens Master Controllers för att kunna primärreglera tillsammans med sekundärregleringen

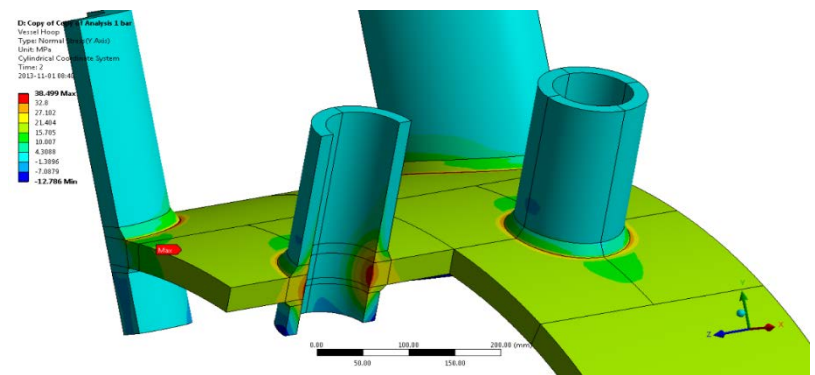
► Typcykler

Förslag på cykler för reglerkraft hos en CFB-panna med driftdata på 140 MW, 140 bar och 540°C

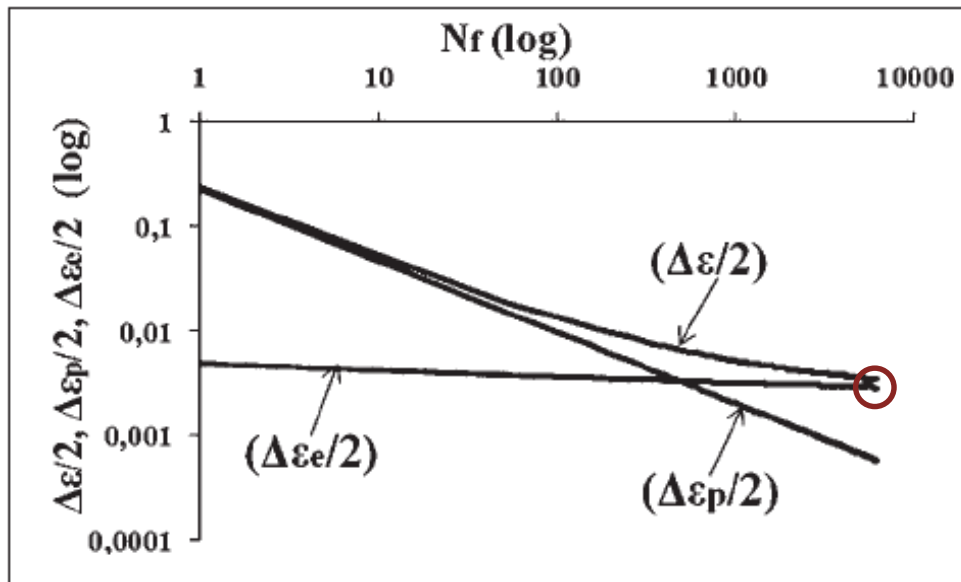
Typ av reglering	Effektvariation [MW]	Tryckvariation [bar]	Temperaturvariation [°C]	Rampning [min]
Primär	30	5	30	3
Sekundär	40	10	40	20
Dygn	110	20	100	60
Varmstart	140	140	340	120
Kallstart	140	140	520	720 (12 h)

► Inverkan av flexibel drift på mekaniska komponenter - skademekanismer

- Driftcykler över dygn, kall- och varmstarter
 - Ger höga spänningar där spänningskoncentrationer kan uppstå i pannan
- Skademekanismer
 - Tryckutmattning
 - Termisk utmattning
 - Töjningsinducerad korrosionssprickning (vattensidig skademekanism)
- Tjockväggiga komponenter med stutsar och dimensionsövergångar
 - Ångdom
 - Fördelnings- och samlingslådor
 - Ventiler



Tryckutmattning

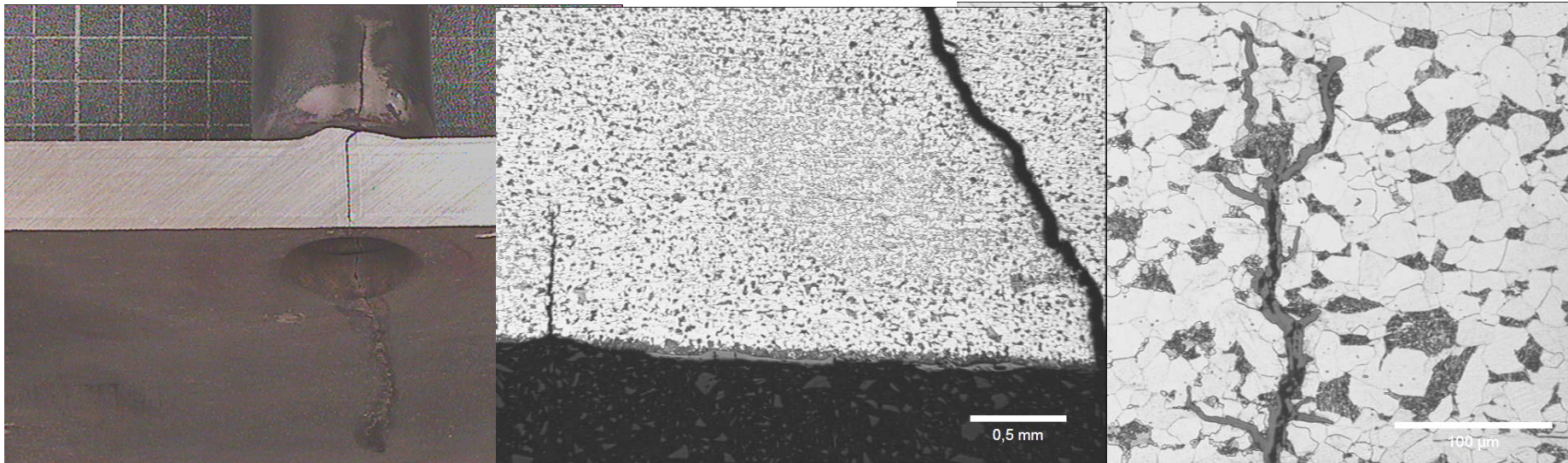


Antal cykler till brott som funktion av total, plastisk (p) och elastisk (e) töjningsamplitud ($\Delta\epsilon/2$) hos en svets av höghållfast stål

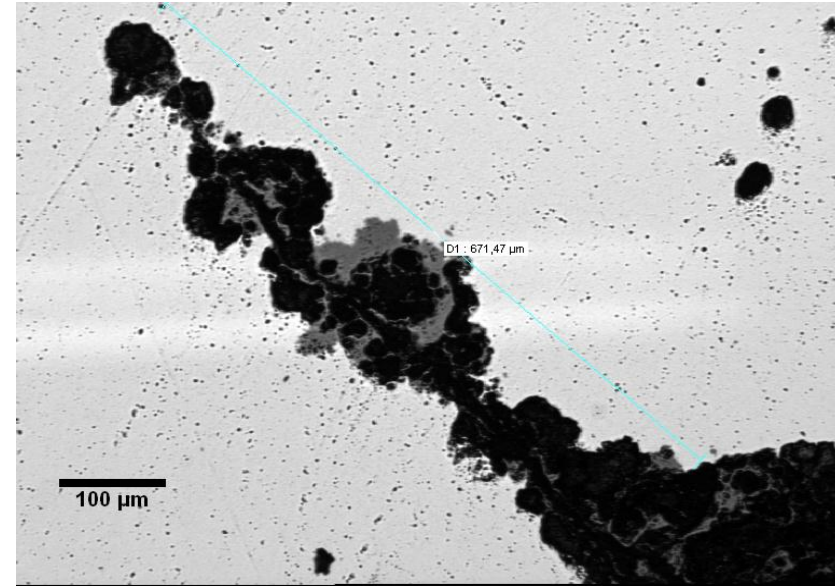
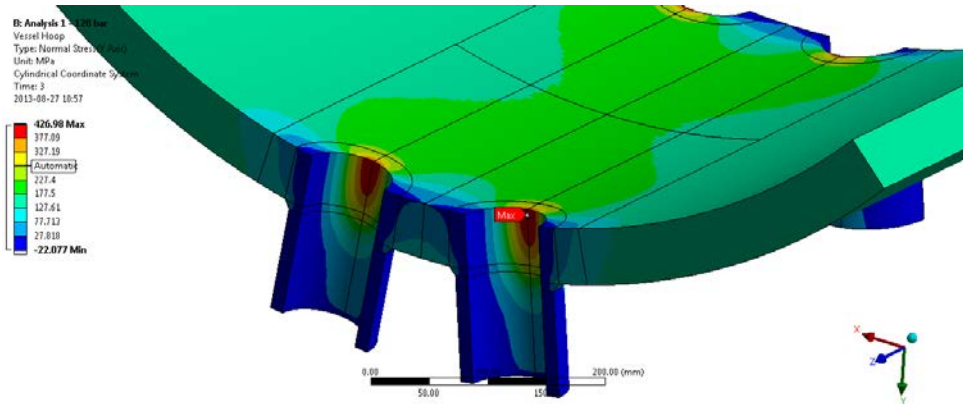
- Livslängd ca 8000 cykler i inringat område
- En full lastcykel per dygn = 10 års livslängd
- En full lastcykel i veckan = 50 års livslängd
- Utmattningsanalys: säkerhetsfaktorer; oförstörande provning vart 20 % av beräknad livslängd i antal belastningscykler

► Termisk utmattning

- Snabba temperaturramper kan medföra termiska spänningar, typiskt vid dimensionsövergångar
- Komponenter som delvis är fyllda med vatten och delvis med ånga (skillnad i värmeöverföring)



► Töjningsinducerad korrosionssprickning



- Energiforskrappport
 ”Konsekvenser av
 cyklisk drift – SICC”



► Konsekvenser av flexibel drift, normalt sett

- Kallstarter (vecko-reglering)
 - Reducerade livslängd hos ångdomar genom töjningsinducerad korrosionsprickning.
 - (Även tryckutmattning kan bli kritiskt. Idag finns det etablerade metoder för lämpliga inspektionsintervall.)
- Varmstarter, snabba startramper.
 - Samlingslådor mest utsatta.

► Flexibel drift – frågor att arbeta vidare med

- Tekniska utmaningar
 - Studera och identifiera gränser vad en anläggning tål
 - Hur snabbt kan man starta, varmt och kallt, vilka gradienter (språng?)
 - Reduktion av livslängd, metoder för minska konsekvenser, eller ha koll
- Dynamik i anläggning istället för lastvariationer
 - Variationer i fjärrvärme, fjärrvärmenät (termostress?), ackumulator
 - Kondensdrift
 - Matarvattenförvärmning och avtappningar
- Utveckla metodik för anläggningsägare som kan användas för att karakterisera anläggningar
 - Kvantifiera och identifiera fenomen och begränsningar i anläggningen.
- Utveckla metodik för värdera och resonera, ekonomisk analys, kring snabbare reglering av kraftvärme
 - Vad är mest ekonomiskt, varmhålla pannor eller starta väldigt snabbt
 - Väga risk/möjlighet till högt elpris kontra varmhållning av pannor
 - Vad kostar respektive strategi
- Korrosion – stilleståndskorrosion, lastvariationer

► Flexibel drift – frågor att arbeta vidare med (forts.)

- Fallstudie för specifik anläggning, vad innebär ändrat körsätt för stress och slitage.
- Kan anläggningar aggregeras för att ge större reglerbidrag tillsammans?
- Styrmedelsfrågor, exempelvis hur påverkar skatt för kondensdrift. Vad behöver göras för möjliggöra kondensdrift.
- Vad vill systemet ha för reglertjänster, hur kommer behovet av (frekvens)reglering se ut i framtiden och vad innebär det konkret för kraftvärmeanläggningar. Behov av startramper.
- Marknad? Ekonomi?



▶ TRUST & QUALITY www.inspecta.com