

## MODELICA – ET VÆRKTØJ TIL DYNAMISK ANALYSE OG DESIGN

Modelica er vores foretrukne værktøj til dynamiske analyser og til design af styring og regulering. Alle processer i den virkelige verden er dynamiske. Det vil sige, at de har en indbygget modvilje mod at ændre sig momentant – som f.eks. når man træder på speederen i sin bil og den accelererer.

### Dynamisk analyse

Med Modelica kan vi lave dynamiske analyser af processer i stort set alle domæner: termohydraulisk, elektrisk, mekanisk, kemisk osv.

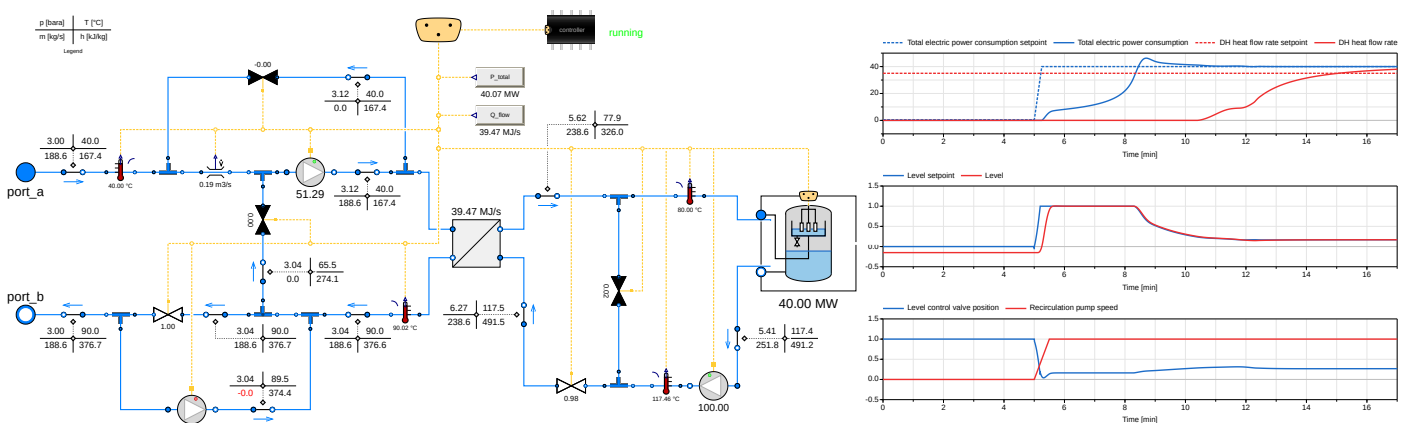
Nogle af de ting, vi har analyseret, er:

- Hvor lang tid der går, før en flisedels forskellige hedeblader er kølet ned til under 150 °C efter et strømudfald.
- Hvilke komponenter og processer i en elkedel, der er begrænsende, for at den kan ændre last på under 30 sekunder (se Figur 1).

- Hvor hurtigt rumtemperaturen falder til -20 °C i en varmepumpebygning i tilfælde af en CO<sub>2</sub>-lækage.
- Årsager til damptryksvingninger mellem en kedel og en damp turbine.

Siden 2013 har vi opbygget og udviklet vores egne biblioteker med genanvendelige komponenter, som også er kompatible med andre Modelica-biblioteker.

Desuden benytter vi flere tredjeparts-biblioteker og kan dermed trække på andres erfaringer og modeller. Det betyder, at vi ret hurtigt kan opstille modeller af nye anlæg og processer og kan øge detaljeringsgraden efter behov.



**Figur 1:** Model af en elkedel med tilhørende komponenter og regulering. Grafen viser detaljer fra en koldstart.

## Kontrol design

Når vi designer kontrolsystemer – det vil sige styring, regulering, sekvenser osv. – bruger vi altid dynamiske procesmodeller til at afprøve og validere kontrolsystemet på; som en form for facitliste. Vi udsætter derfor modellen af den regulerede proces for alle mulige tænkelige scenarier, f.eks.

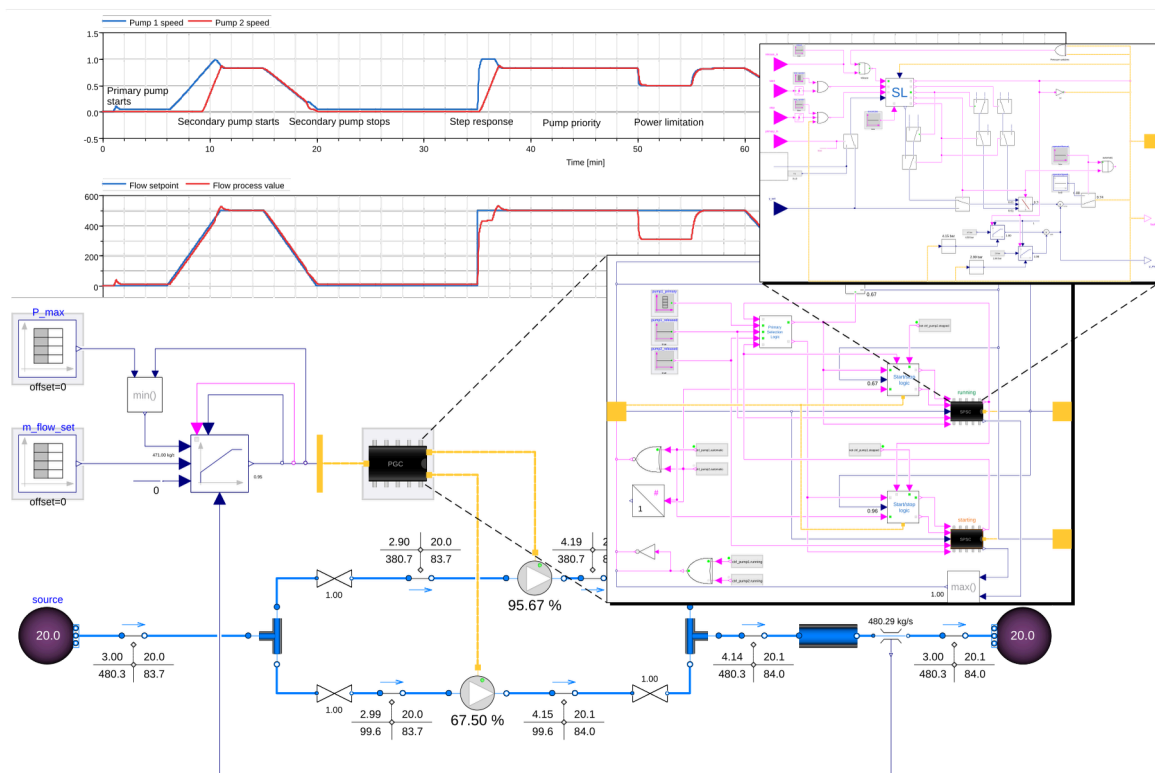
- Opstart/nedlukning
- Lastvariationer
- Operatørindgreb
- Fejlsituationer

Ved at lave en grundig afprøvning af vores design på skrivebordet minimerer vi risikoen for at bære designfejl med over i den virkelige proces, når den skal idriftsættes.

Vores modeller er oftest hierarkiske, så vi kan skjule detaljer i under-komponenter for bevare overblikket. Når en model skal analyseres kan vi dykke ned igennem lagene og se, hvad der sker i "maven" på modellen.

Blandt de kontrolsystemer, vi designer i Modelica, er

- Pumpegruppetstyringer – to pumper kan styres, så de fremstår som én pumpe (se Figur 2).
- Porteføljeblokkeder og balance-regulator til systemydelse på tværs af anlæg.
- Styring af vandbehandlingsanlæg – koordinering af vandstrømme gennem filtre, tanke, ionbyttere m.m.
- Styringsstrategi til disponering af flere fjernvarmeakkumulatorer – lagring af fjernvarmeenergi med forskellige temperaturer.



**Figur 2:** Simulering af en pumpegruppetstyring. Grafen viser ind- og udkobling af to parallelle pumper. Diagrammerne viser med stiplede zoom-linjer, hvordan man kan dykke ned i modellens detaljer.