
Hvilke programmer fins – brukbarhet og brukerterskel

Natasa Nord, førsteamanuensis
Institutt for Energi- og Prosess Teknikk

Hvorfor simuleringstøytøyt for ZEB?

- Simuleringsverktøyt for ZEB løstninger er nødtvendige for:
 - Konseptutvikling
 - Vurdering av energibruk og CO₂ utslipp
 - Styring og optimalisering
 - Pålitelighet-, usikkerhet- og følsomhetsanalyse
- Nøyaktighet av verktøyt justeres gjennom kalibrering
- Det finnes ikke “det beste verktøyet” for ZEB, mens ulike programmer dekker ulike problemstillinger!

Oversikt over relevante verktøy

Program navn	Energi behov	System/ Komponenter	Energi forsyning	CO ₂ , Total energibehov	LCA	Integrasjon
USELOAD	X					X
eTransport					X	X
EnergyPlus	X	X	X	X		X
TRNSYS	X	X	X	Mulig å utvikle		X
Simulink/MATLAB	Equation-based				Mulig å utvikle	Mulig å utvikle
ESP-r	X	X	X			x
SIMIEN	X	X		X		
Modelica	Object-oriented, Equation-based					
ECOTECH	X				X	
GaBi 4					X	
COMSOL Multiphysics	X					X
VIP+	X	X		X		
PHPP	X					
IDA ICE	X	X		X		X
SIMBAD	X	X	X	X	Mulig å utvikle	Mulig å utvikle
Bsim	X	X				
Apache	X	X	X			

Brukbarhet og brukerterskel

Program navn	Tidligere kunnskap	Enkelt å lære seg	Gratis	Lisens	I Norge
EnergyPlus	X		X		X
Simulink/MATLAB	X			X	X
PHPP		X		X	X
ESP-r	X		X		X
SIMIEN		X		X	X
Modelica	X				X
ECOTECT		X	X	X	X
GaBi 4		X		X	X
COMSOL Multiphysics	X			X	X
VIP+		X		X	X
SIMBAD	X			X	
Apache				X	
IDA ICE		X		X	X
Bsim		X		X	

Kommentarer om simuleringsverktøy

- TRNSYS
 - Mulighet for simulering av **fornybar energikilder**
 - Mulighet for å simulere **regulering og kontroll**
- Simulink/MATLAB, Modelica
 - Brukes mye i **forskning** og **utvikling** (bil- og prosessindustri, kontroll)
 - Simulink gir grafisk programmeringsgrensesnitt
 - Mulighet for **optimalisering** og **co-simulering** mellom ulike programmer

Hjelp med utvalg av simuleringsverktøy

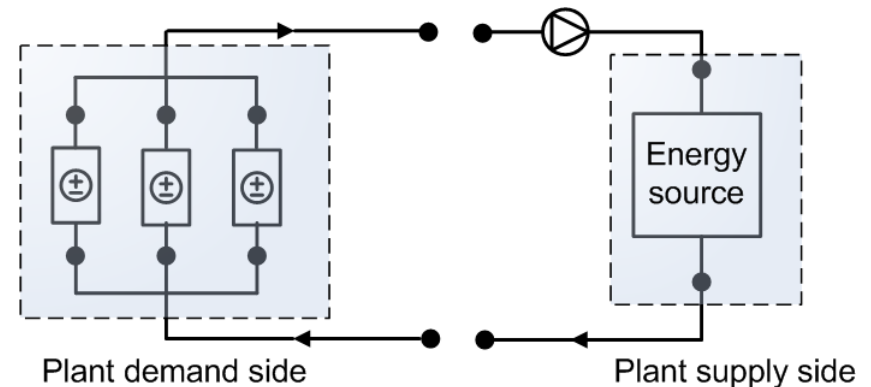
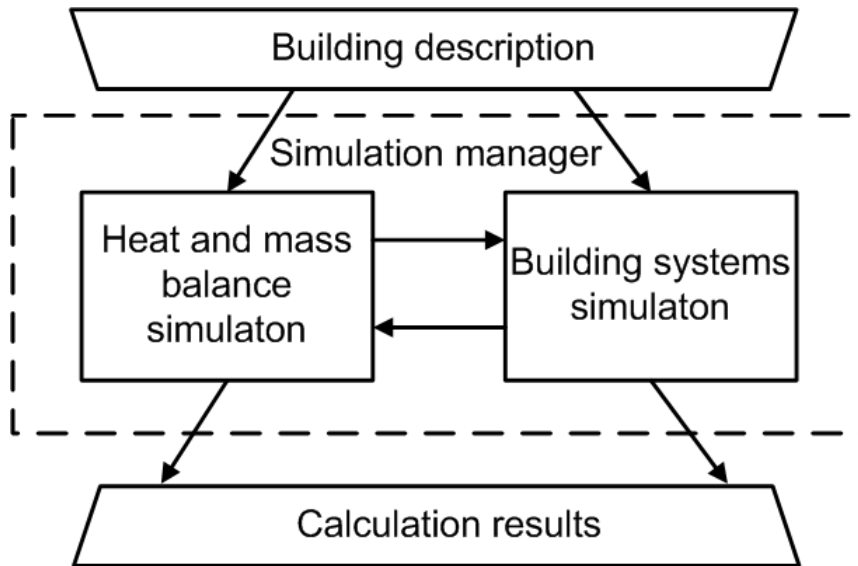
- 792 vitenskapelige artikler på Science Direct med **EnergyPlus**
- 2293 vitenskapelige artikler på Science Direct med **TRNSYS**
- 900 vitenskapelige artikler på Science Direct anvendelse av **Simulink** for *bygningssimulering*
- IBPSA journal og ASHRAE journal
- Hvis du lurer på hvilket verktøy å bruke, les mer på US Department of Energy, Building Energy Software Tool Directory

http://apps1.eere.energy.gov/buildings/tools_directory/software.cfm/ID=370/pagename_menu=united_states/contacts_landing.cfm

Bruk av *EnergyPlus* og *Simulink*

EnergyPlus – intro

- EnergyPlus er et **helhetlig** simuleringsprogram for simulering av oppvarming, kjøling, ventilasjon, lys, energiforsyning og **alle energiflytene i bygninger**
- Nye bygninger
- Analyse av forbedringspotensialer i eksisterende bygg



Modellering av bygningsgeometri

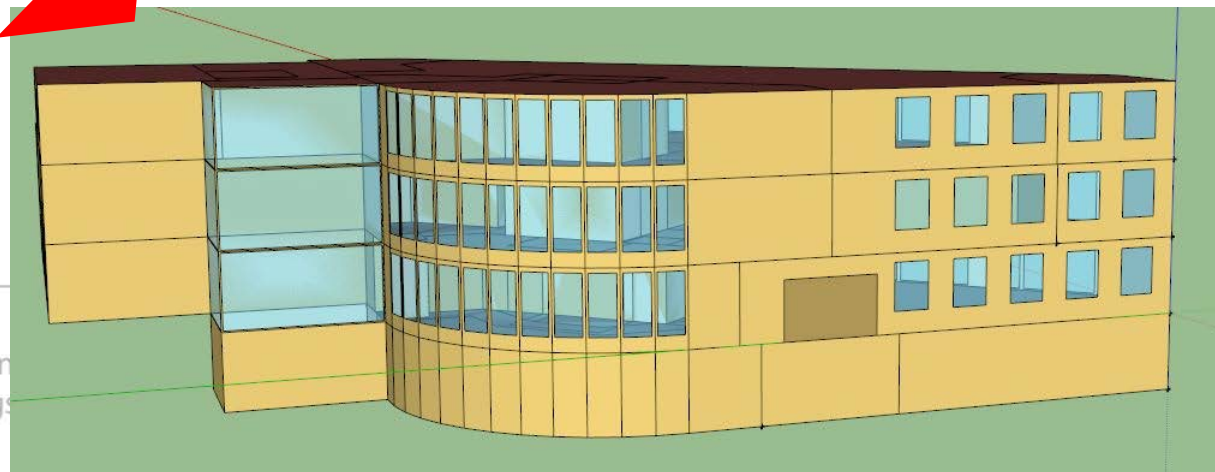
Arkitektonisk underlag



EnergyPlus kan importere geometri modell fra **Google SketchUp**

Modell av bygningsgeometri utviklet ved hjelp av Google SketchUp

www.havutsikt.no
Kontorbygg i Mandal



Modellering av systemer i *EnergyPlus*

Input data

- Bygningsfysikk
- Lys kontroll
- Interne laster
- Oppvarming, kjøling, ventilasjon
- Tidsskjema for interne laster
- Energiforsyning
- ...

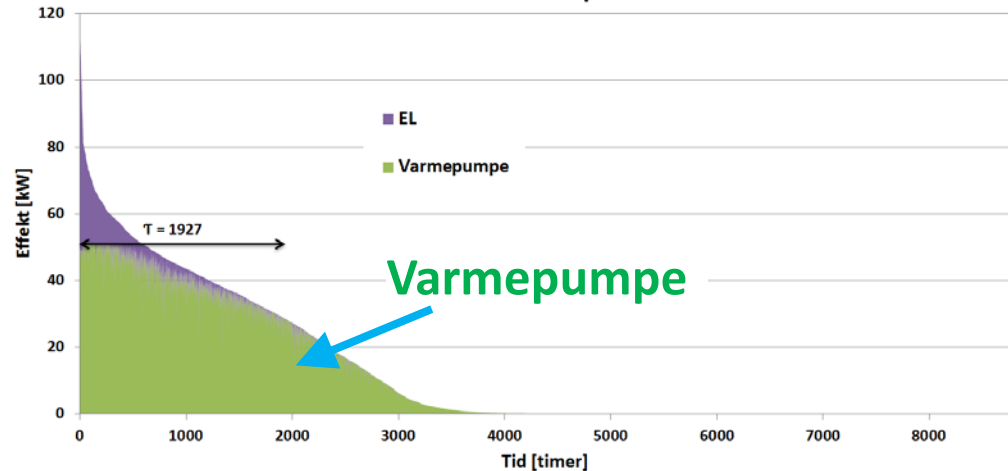
Output data

- CVS, tekst og tegninger
- 14 ulike mapper
- Bygningsytelser med ulike tidstrinn
- Ordbok med oversikt over tilgjengelige output

EnergyPlus - beslutningsverktøy

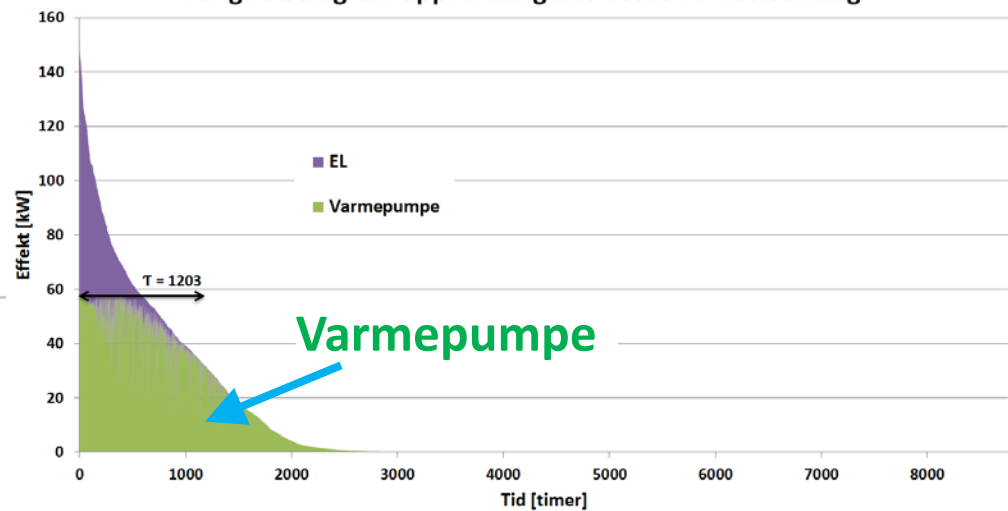
- Bygningen er simulert med VAV og takvarme
- Klimadata for Mandal
- Vann – væske varmepumpe
- Luft – væske varmepumpe
- Med og uten nattsenking

Varighetsdiagram oppvarming vann-veske VP
konstant innetemperatur



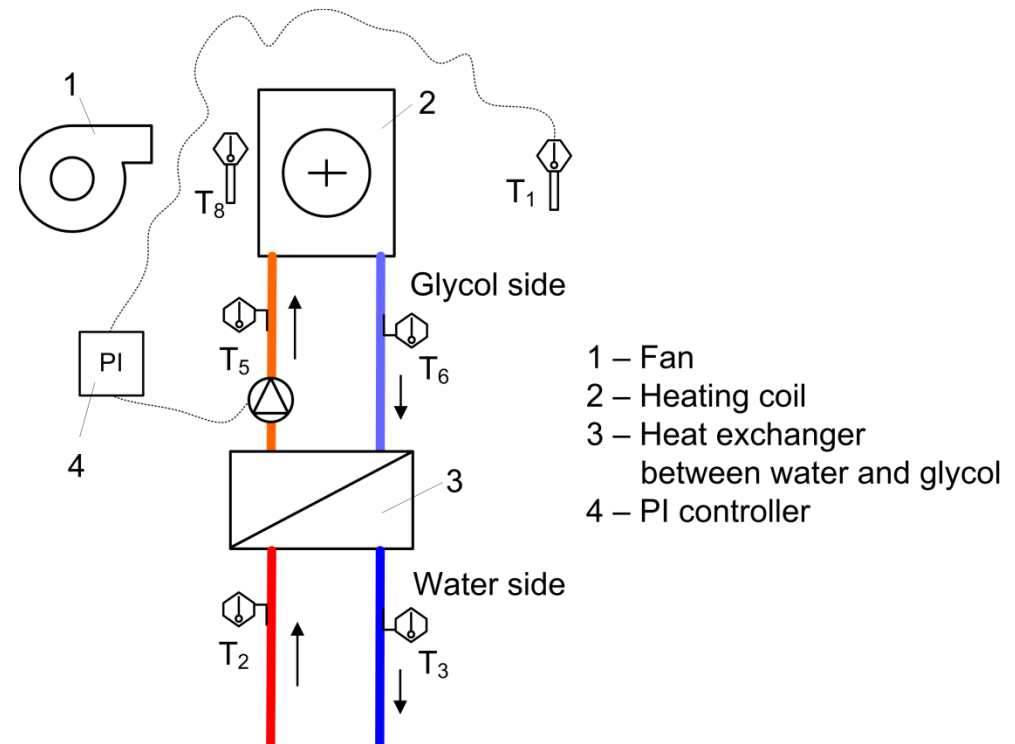
Nå kan vi ta beslut, hvilken **varmepumpe** å velge og hvilken **strategi** å implementere

Varighetsdiagram oppvarming luft-veske VP nattsenking



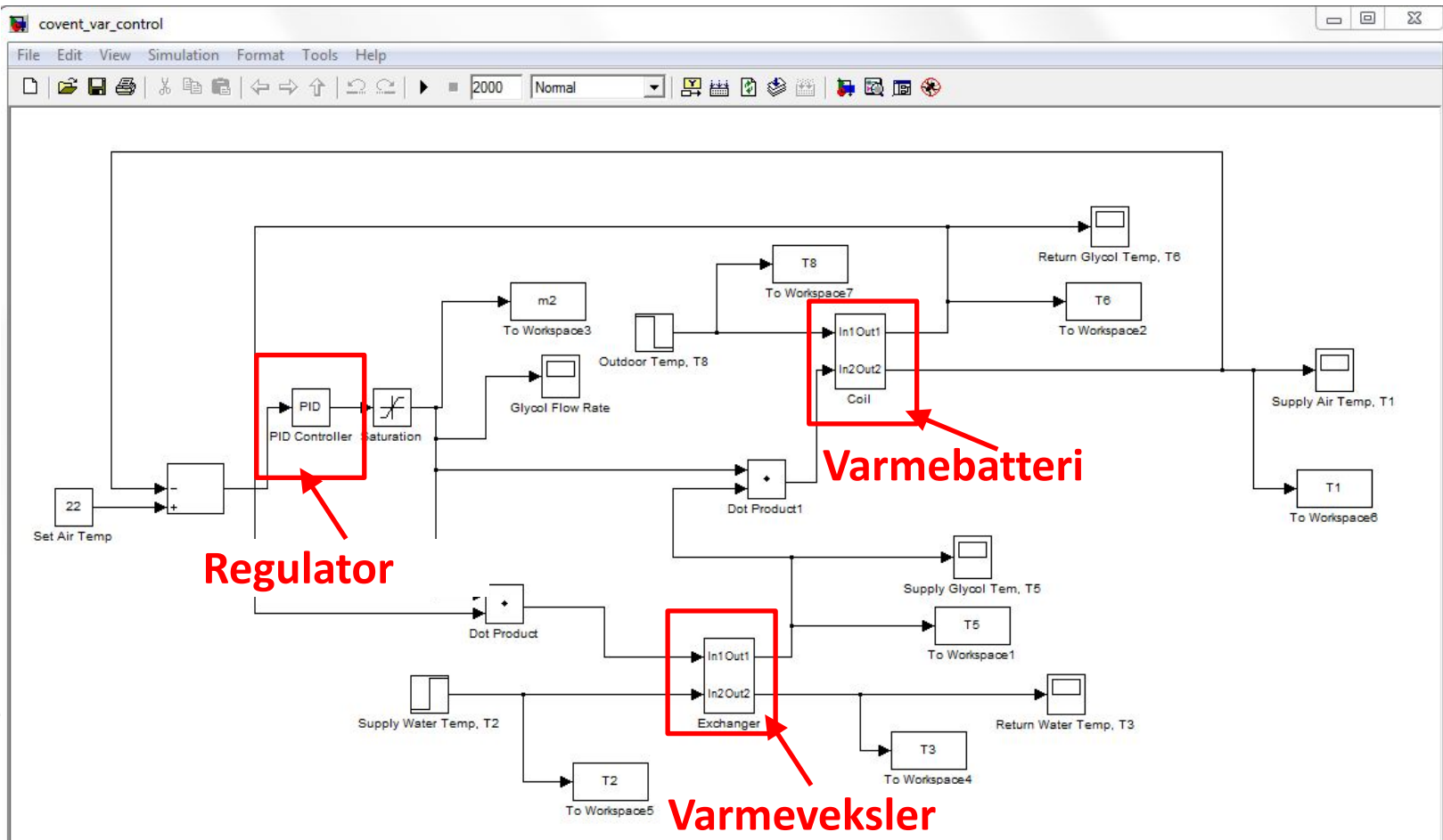
Hvorfor og når Simulink?

- Hvordan å teste **et nytt konsept**?
- Hvordan å dimensjonere en **PID regulator**?
- Skal anlegget fryse ved lavt tilluft temperatur?



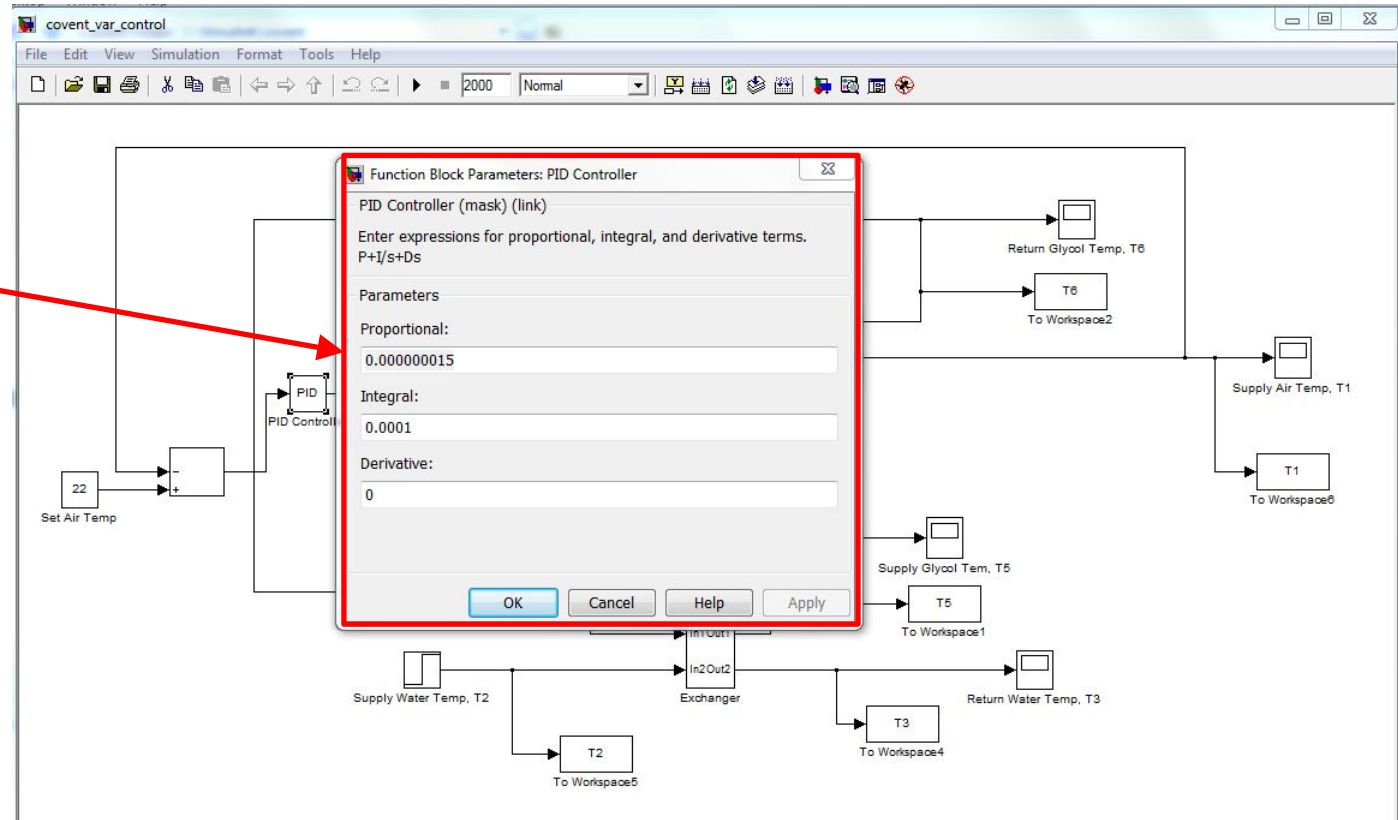
Bruk av Simulink

- Hver boks inneholder matematisk beskrivelse av elementene



Bruk av Simulink

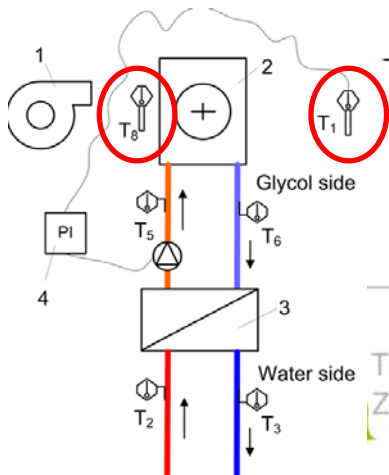
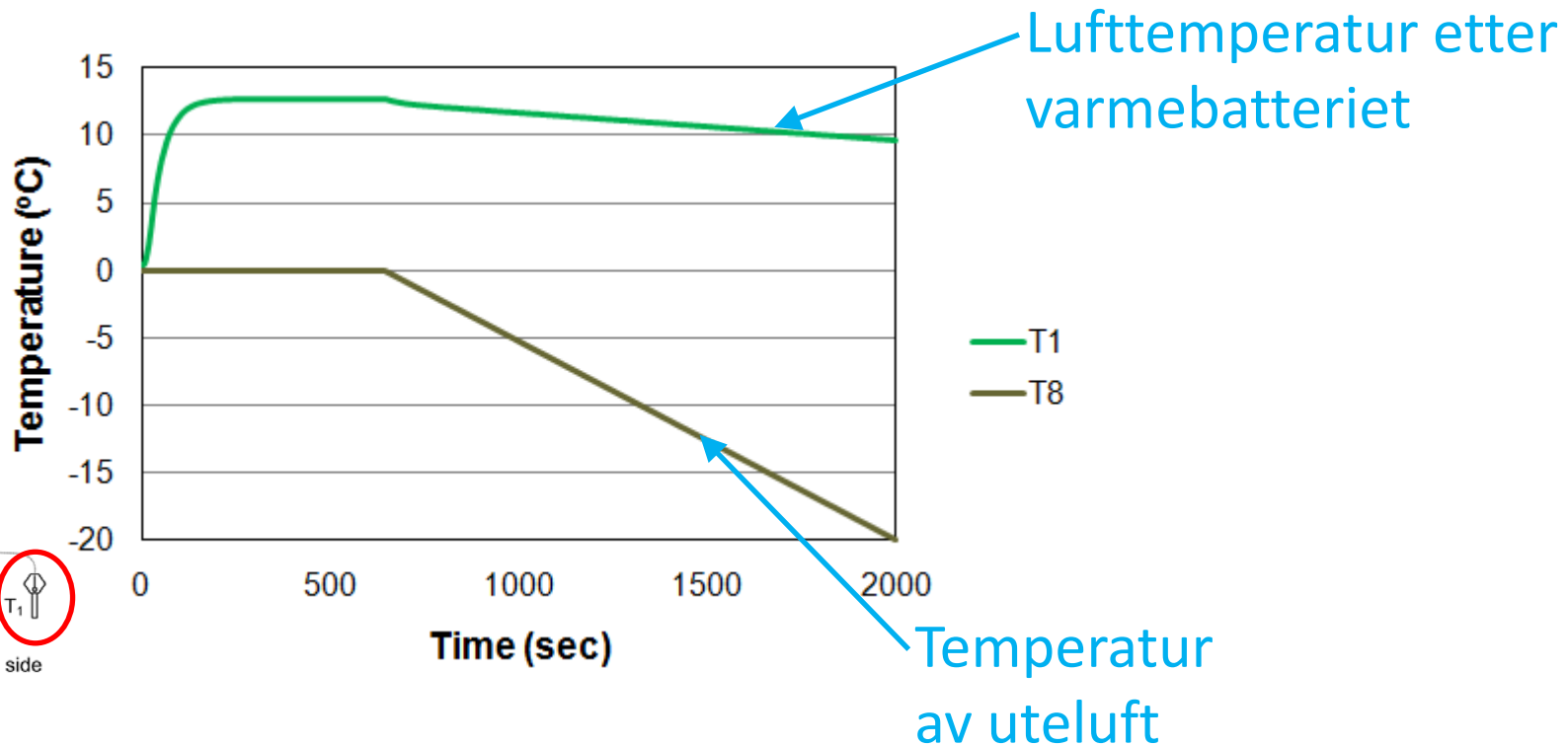
Justering av
regulators
egenskaper



Bruk av Simulink

Basert på resultater kan vi konkludere:

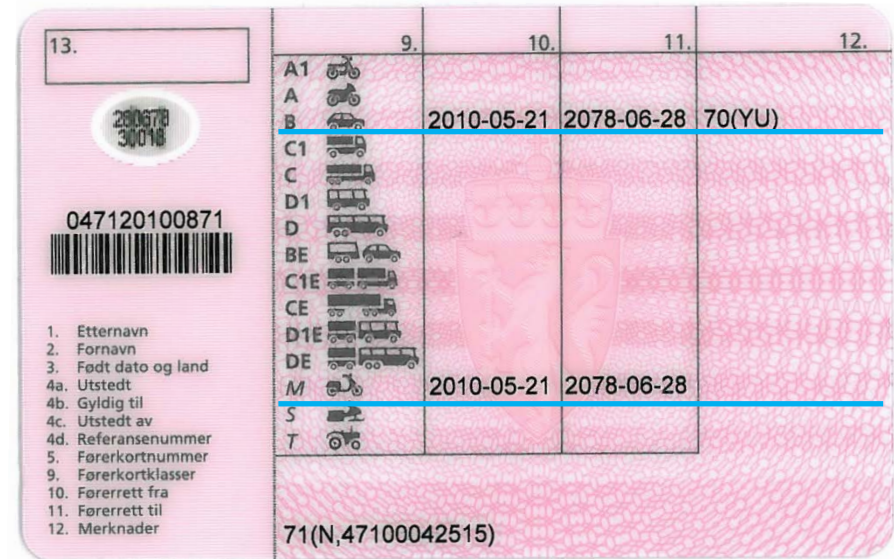
- hvordan anlegget fungerer
- hvordan anlegget kan styres



Riktig verktøy for riktig problemstilling!

- Det fins mange ulike programmer for bygningsenergi simulering
- Ulike verktøy dekker ulike problemstilling
- Det er svært kritisk å bruke **riktig verktøy** på **riktig måte**
- For å finne riktige verktøy:
 - les Tool Directory (link i Slide 6)
 - ta kontakt med forskningsmiljø eller kolleger

Riktig førerkort for riktig kjøretøy!



Takk for oppmerksomheten!

natasa.nord@ntnu.no