

Dynamisch vs. statisch modelleren van het eindenergiegebruik voor verwarming

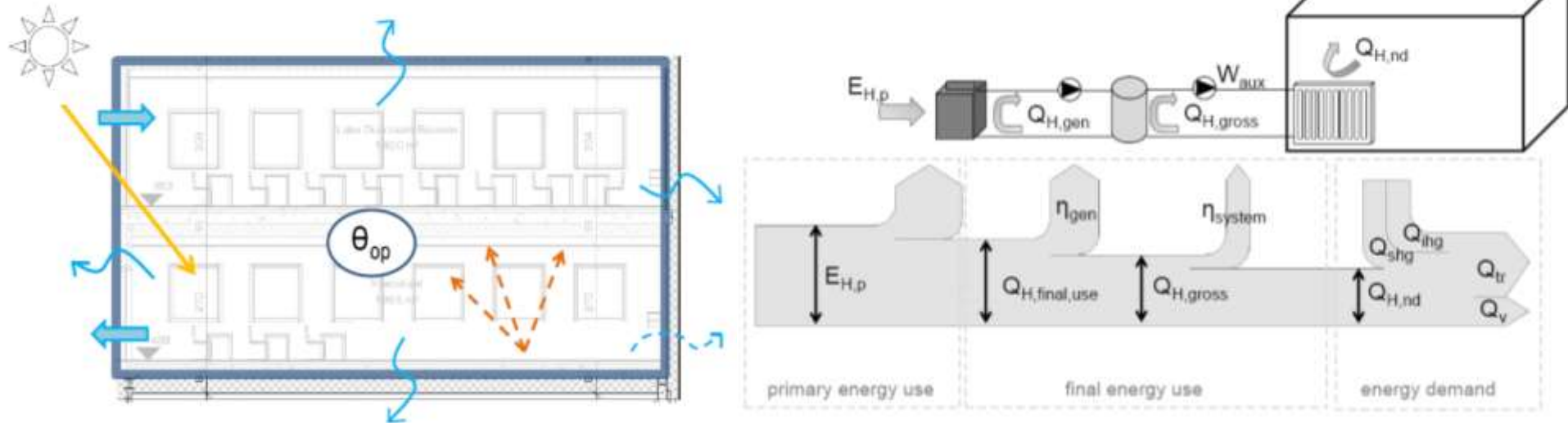
➤ Hilde Breesch

20 oktober 2016
Antwerpen

- **Probleemstelling: EPB rekenmethode voor eindenergiegebruik voor verwarming**
 - interactie gebouw >< systeem?
 - interactie systeemcomponenten?
 - constante, jaargemiddelde systeemrendementen?
- **Doelstelling: nauwkeurigheid methode evalueren**
 - dynamisch vs. statisch modelleren
- **Focus: schoolgebouwen**

Overzicht

› Statisch



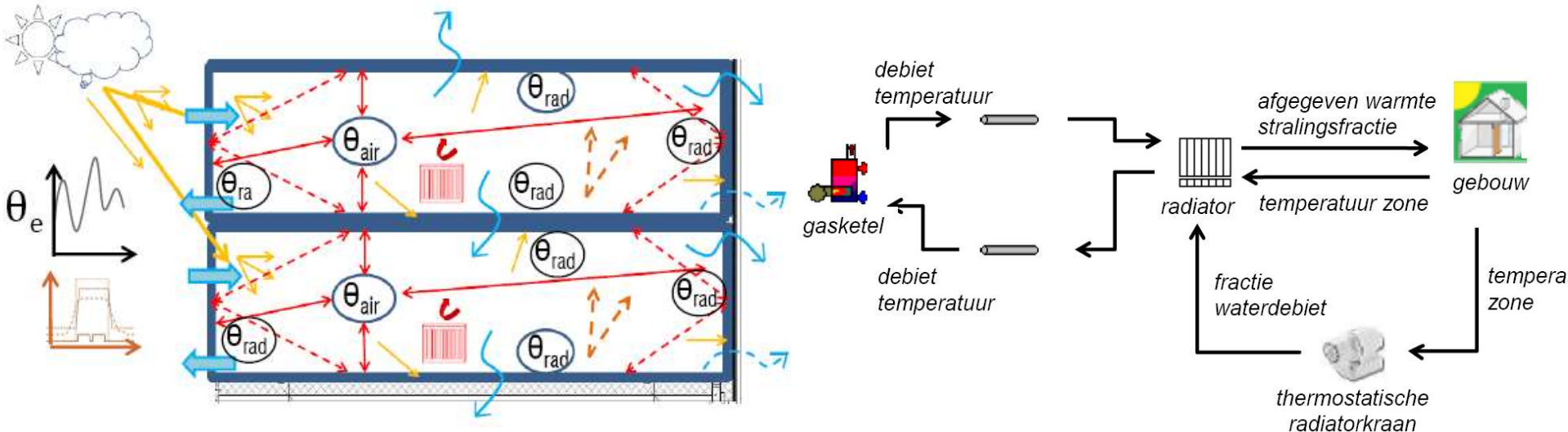
› energievraag

- één-zone model
- maandbasis
- dynamische effecten via correctiefactoren

› energiegebruik

- jaargemiddelde, vereenvoudigde rendementen
- geen interactie gebouw en systeem
- geen interactie verschillende subsystemen

› Dynamische, geïntegreerde HVAC en gebouwssimulaties



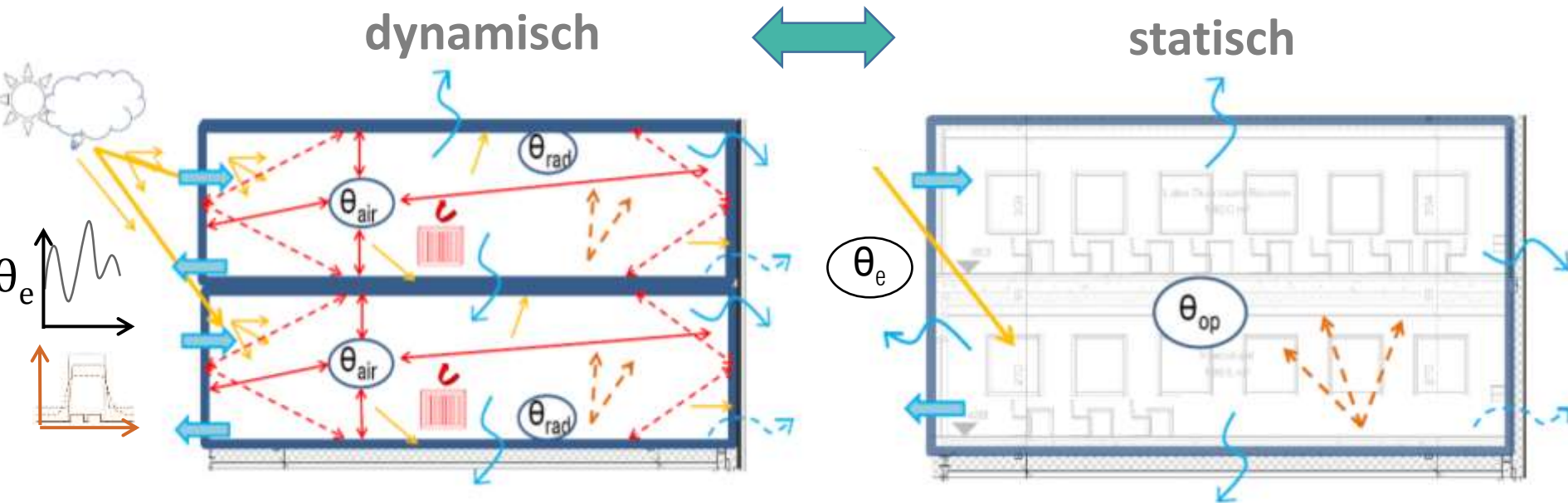
› energievraag

- multi-zone model
- tijdstap = 3 minuten
- niet stationaire, fysische fenomenen

› energiegebruik

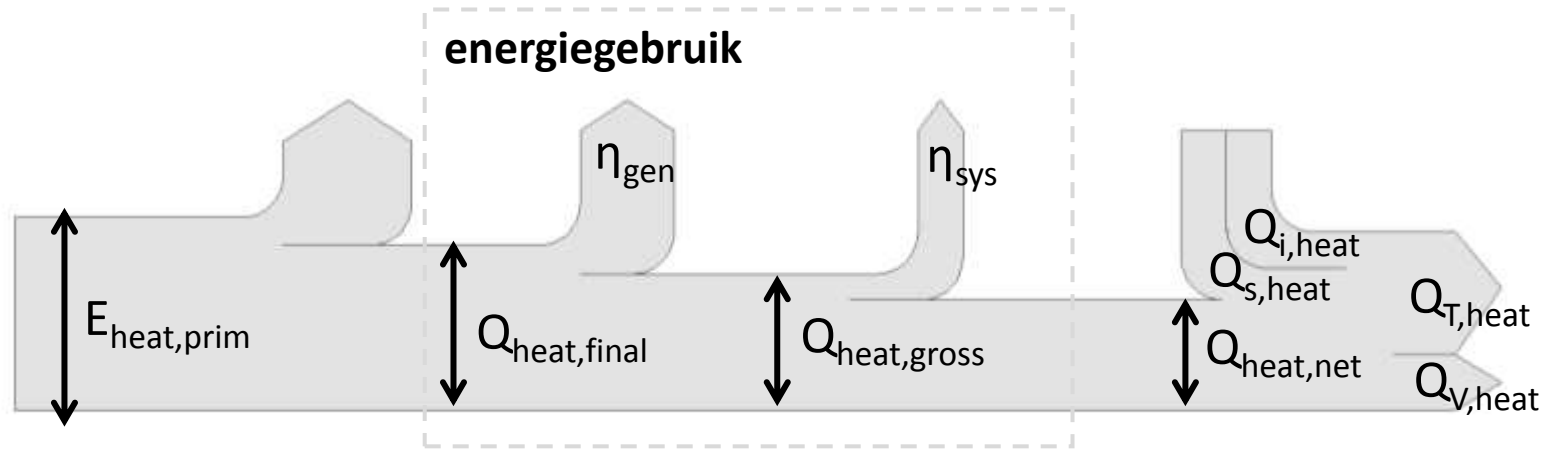
- thermische traagheid systeemcomponenten
- impact deellastwerking systeem
- impact regeling en systeemconfiguratie
- wisselwerking gebouw >< systeem

› Dynamisch vs. statisch modelleren



Nauwkeurigheid van de statische berekeningsmethode?

► Dynamisch vs. statisch modelleren



traagheid systeemcomponenten
deellastwerking systeem
regeling en systeemconfiguratie
interactie gebouw >< systeem



$$\eta_{sys} = \frac{1}{1 + a_{heat} + \frac{f_{annih}}{f_{heat,net}}}$$

$$\eta_{gen} = f_{H_i/H_s} (\eta_{30\%} + 0.003 (\theta_{30\%} - \theta_{boiler,mean}))$$

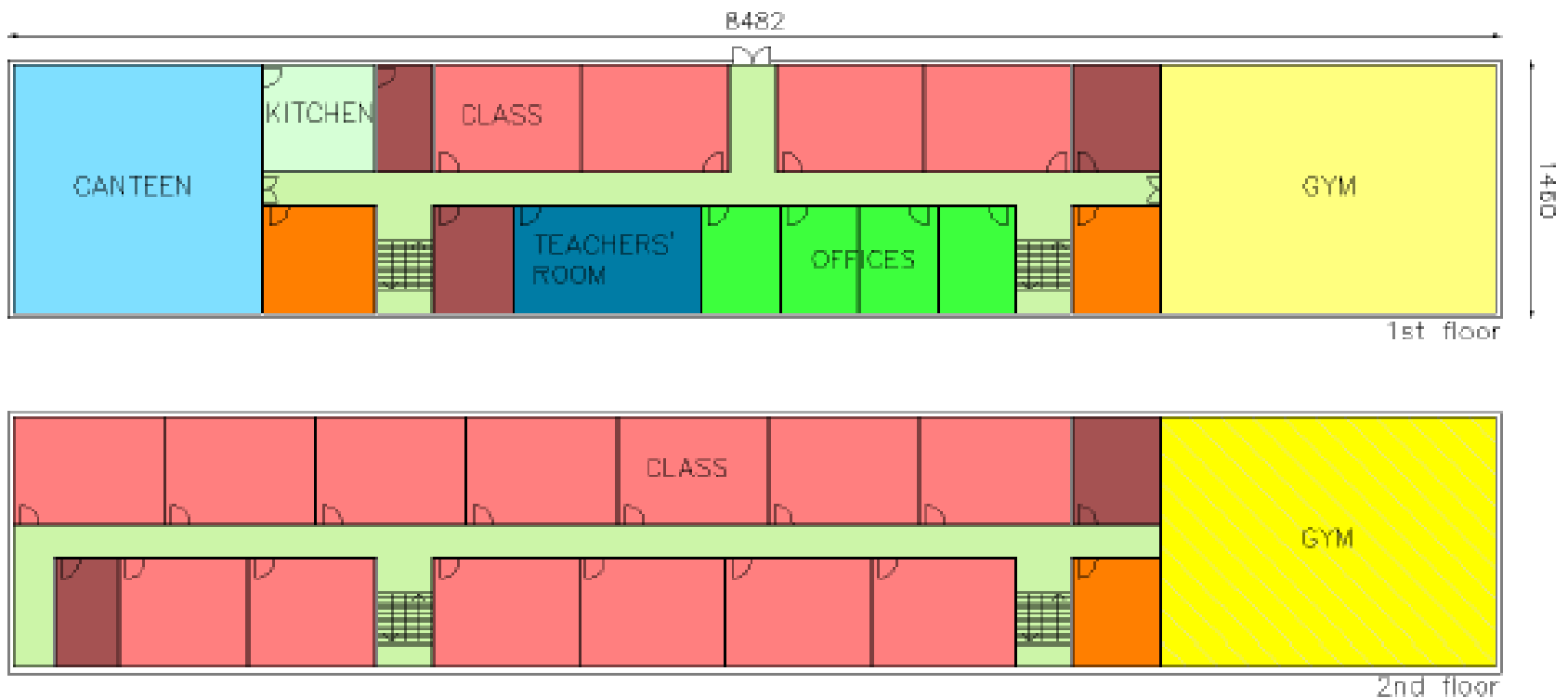
$$Q_{heat,final} = \frac{Q_{heat,net}}{\eta_{overall}}$$

- Probleemstelling: EPB rekenmethode voor eindenergiegebruik voor verwarming
- Doelstelling: nauwkeurigheid methode evalueren
- **Focus: schoolgebouwen**

Overzicht

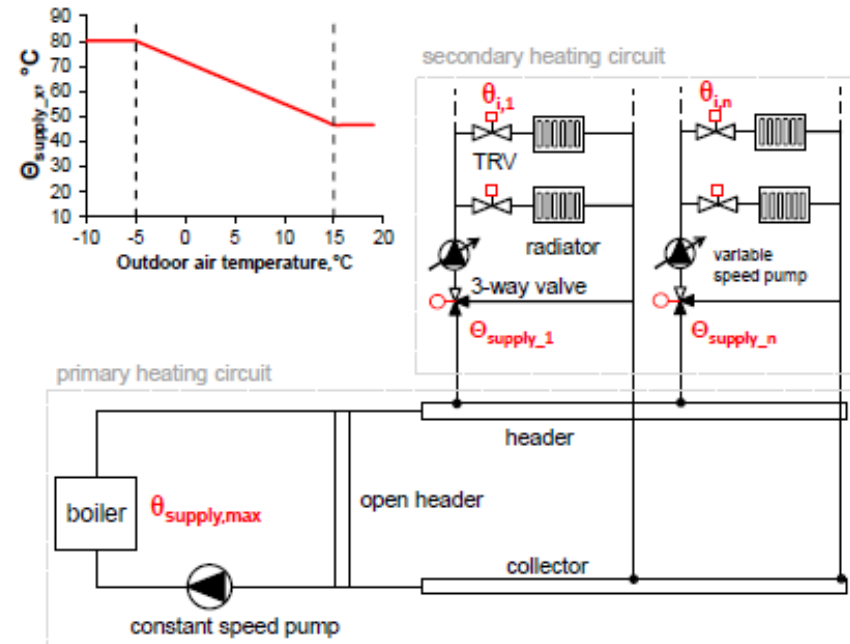
› typisch schoolgebouw

- › Lagere school
- › 2 verdiepingen incl. klassen, refter + keukentje, leraarskamer, kantoor, turnzaal
- › $A_{\text{vloer,net}} = 2057 \text{ m}^2$, $V = 8147 \text{ m}^3$, compactheid = 2.2 m



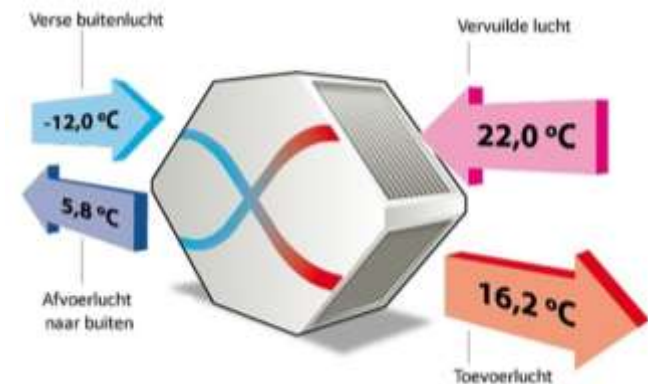
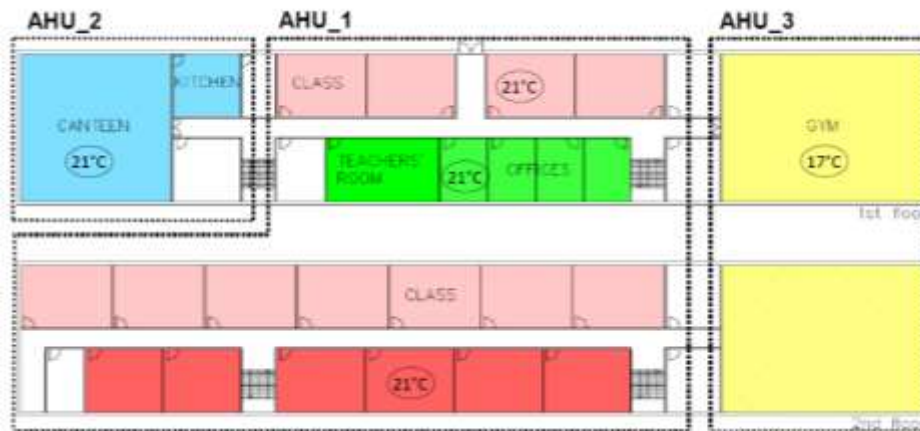
› verwarming

- › traditioneel hydronisch systeem
- › modulerende gascondensatieketel
- › LT radiatoren
- › thermostatische radiatorcranken
- › primair + secundair verdeelcircuit
- › θ_{supply} ifv θ_e
- › aan/uit regeling ketel
- › insteltemperatuur verwarming = 21 °C, 17 °C (gym)



› ventilatie

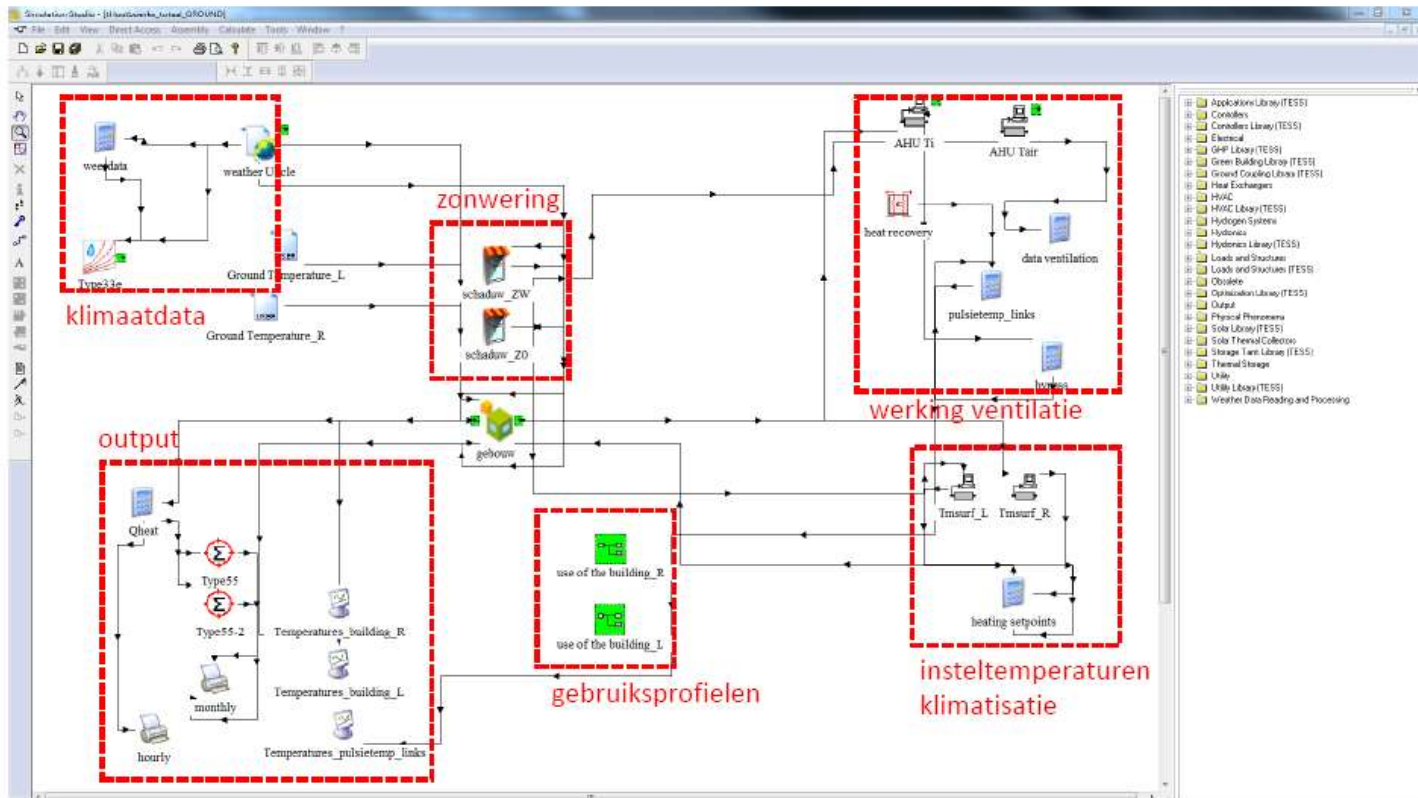
- › mechanische (balans)ventilatie
- › 3 luchtgroepen
- › nachtventilatie



› dynamische simulaties

› Reeks 1

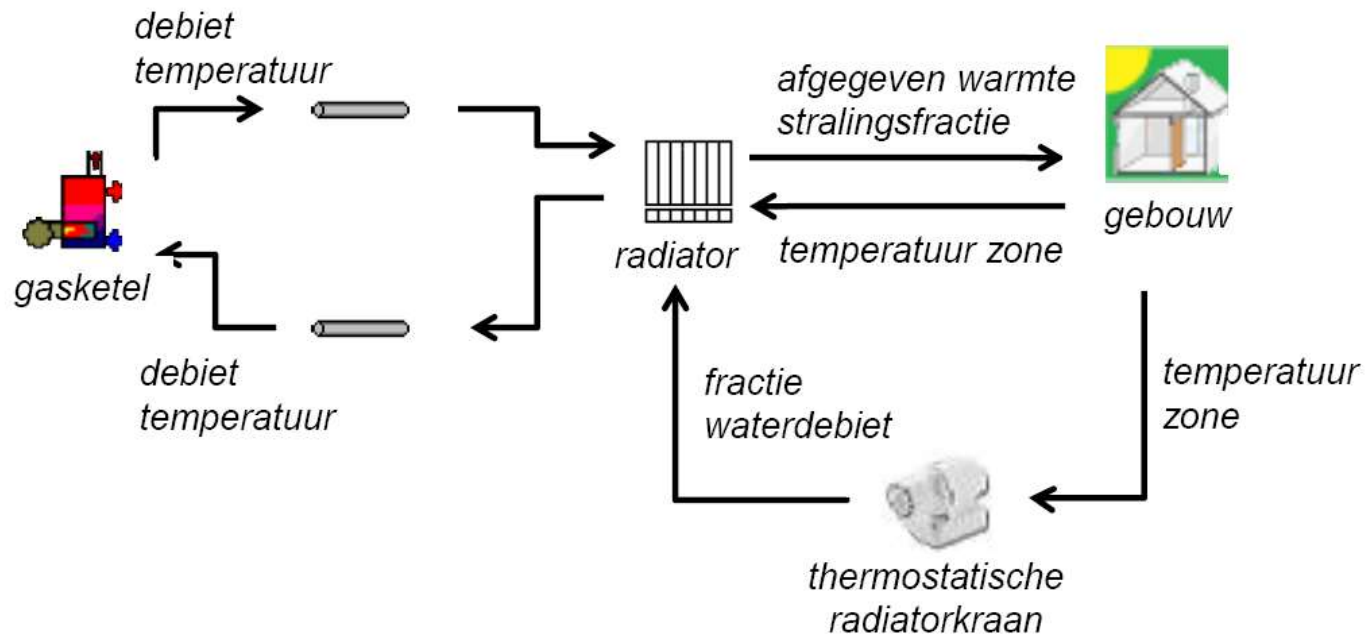
- › gebouw, ideale werking HVAC
- › netto warmtebehoefte $Q_{\text{heat,net}}$



› dynamische simulaties

› Reeks 2

- › gedetailleerde gebouw- en systeemsimulaties
- › energiegebruik voor verwarming $Q_{\text{heat,final}}$



› dynamische simulaties

› Reeks 1

- › gebouw, ideale werking HVAC
- › netto warmtebehoefte $Q_{heat,net}$

› Reeks 2

- › gedetailleerde gebouw- en systeemsimulaties
- › energieverbruik voor verwarming $Q_{heat,final}$

› (maandgemiddelde) rendementen ifv systeemwerking $\beta = \frac{Q_{heat,net}}{\Phi_{boiler} \cdot t_{op}}$

› Systeemrendement

$$\eta_{sys} = \frac{Q_{heat,net}}{Q_{heat,gross}}$$

› Opwekkingsrendement

$$\eta_{gen} = \frac{Q_{heat,gross}}{Q_{heat,final}}$$

› verschillende gebouwvarianten

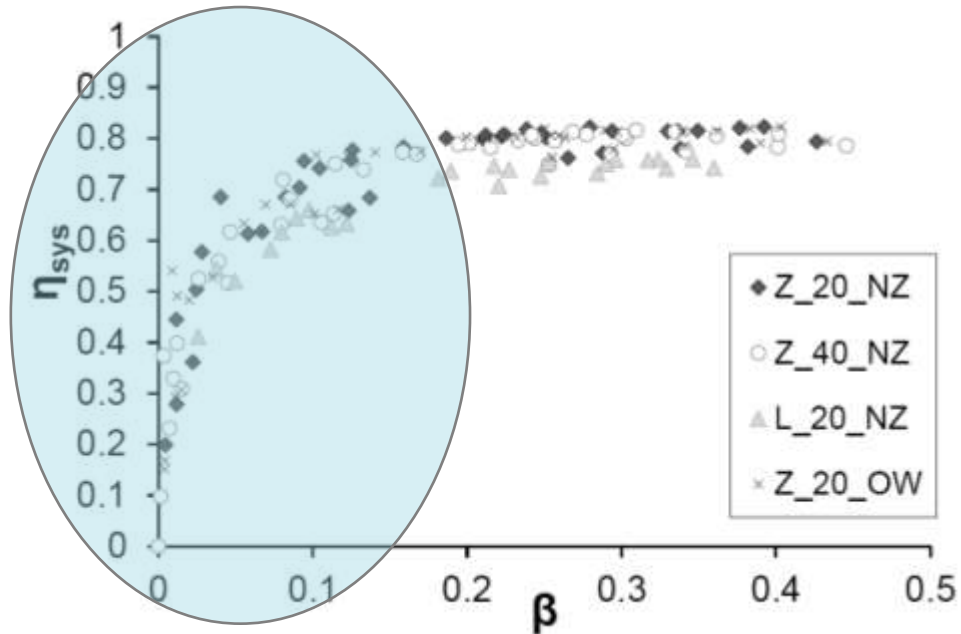
- › oriëntatie = NZ en OW
- › thermische capaciteit = zwaar (Z) en licht (L)
- › WWR = 20 en 40%
- › 5 varianten energieprestatie gebouwschil
 - › $U_{\text{wand, dak, vloer}} = 0.11 - 0.37 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
 - › $g = 0.47 - 0.57$
 - › $n_{50} = 0.4 - 3 \text{ h}^{-1}$
 - › zonwering

	U_{wand} W/(m ² K)	U_{dak} W/(m ² K)	U_{vloer} W/(m ² K)	U_{glas} W/(m ² K)	g (-)	n ₅₀ (ACH)	zonwering
1.	0.37	0.37	0.29	1.1	0.57	3	vast (Z)
2.	0.3	0.24	0.24	1.1	0.57	2.4	vast (Z)
3.	0.22	0.19	0.19	1.1	0.57	1	vast (Z), mobiel (O&W)
4.	0.15	0.15	0.15	0.78	0.55	0.6	vast (Z), mobiel (O&W)
5.	0.11	0.15	0.13	0.6	0.47	0.4	mobiel (O&W)

- Probleemstelling: EPB rekenmethode voor eindenergiegebruik voor verwarming
- Doelstelling: nauwkeurigheid methode evalueren
- Focus: schoolgebouwen
- **Resultaten**

Overzicht

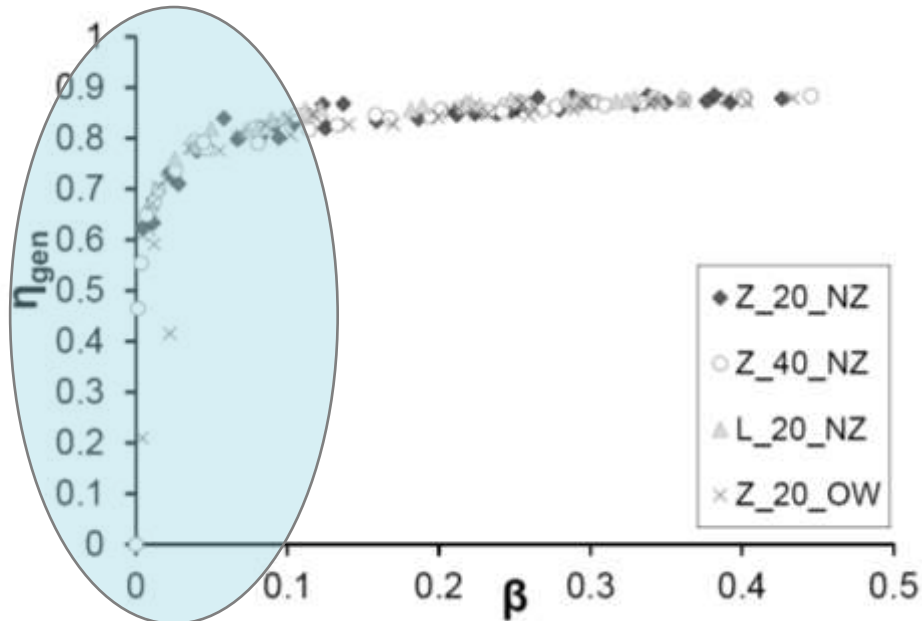
➤ Systemrendement



$$\beta = \frac{Q_{heat,net}}{\Phi_{boiler} \cdot t_{op}}$$

- impact **WWR, thermische capaciteit, oriëntatie** beperkt
 - verwaarloosbaar voor distributierendement
 - beperkt voor afgifterendement
- significante daling bij **lage deellastwerking**

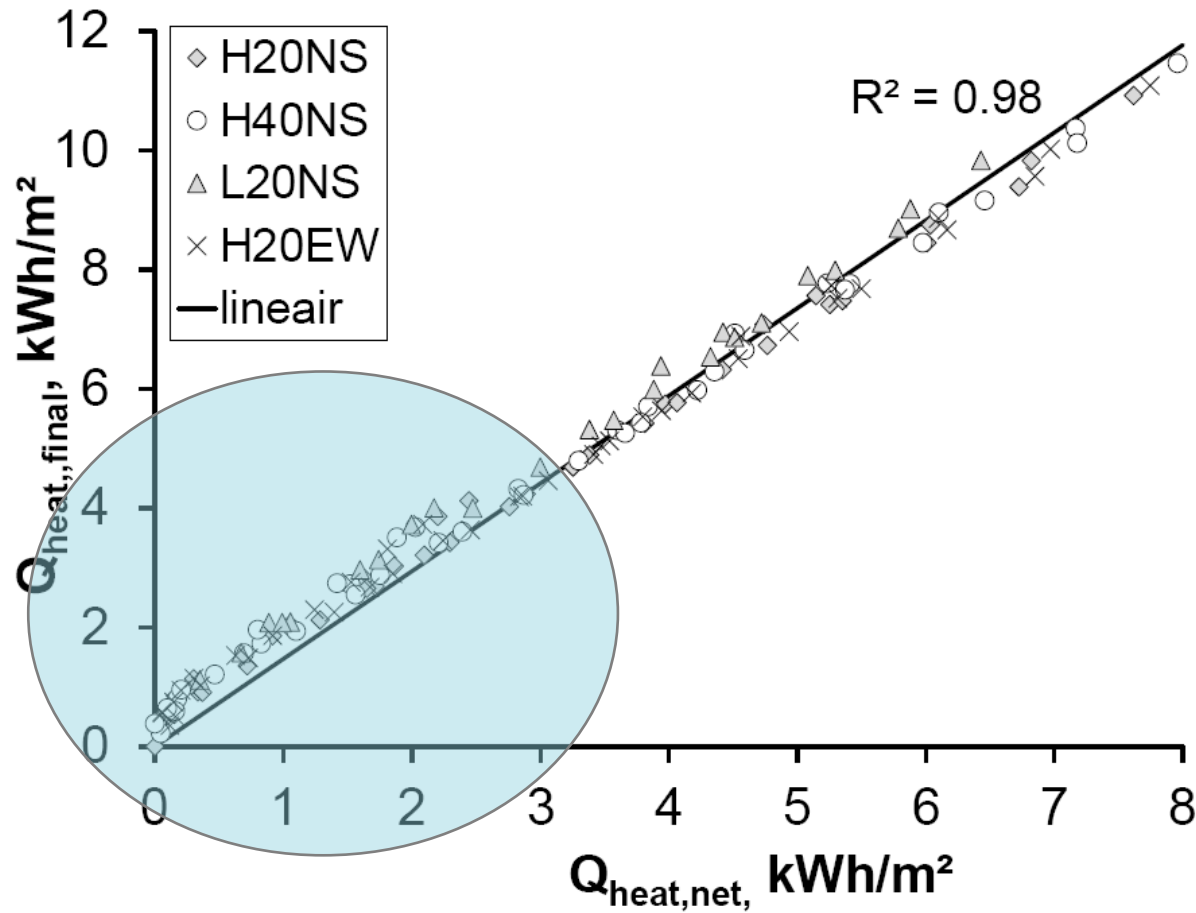
➤ Opwekkingsrendement



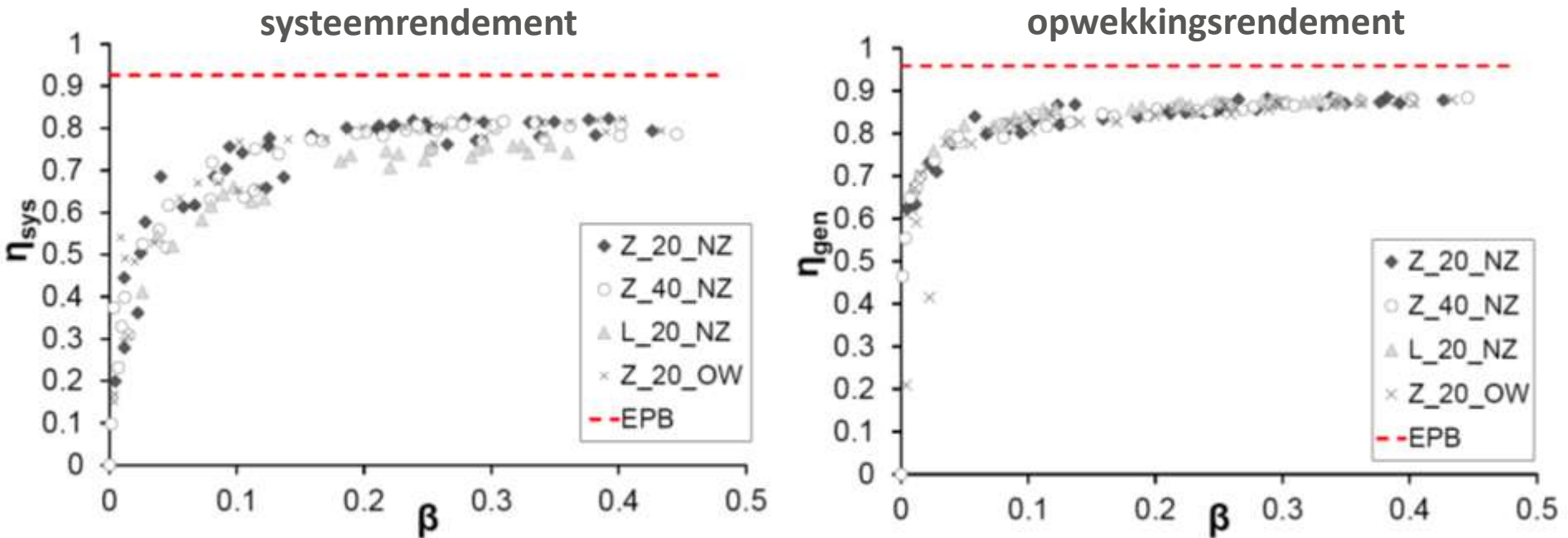
$$\beta = \frac{Q_{heat,net}}{\Phi_{boiler} \cdot t_{op}}$$

- impact **WWR, thermische capaciteit, oriëntatie** beperkt
 - verwaarloosbaar voor opwekkingsrendement
- significante daling bij **lage deellastwerking**

➤ Impact op energiegebruik?

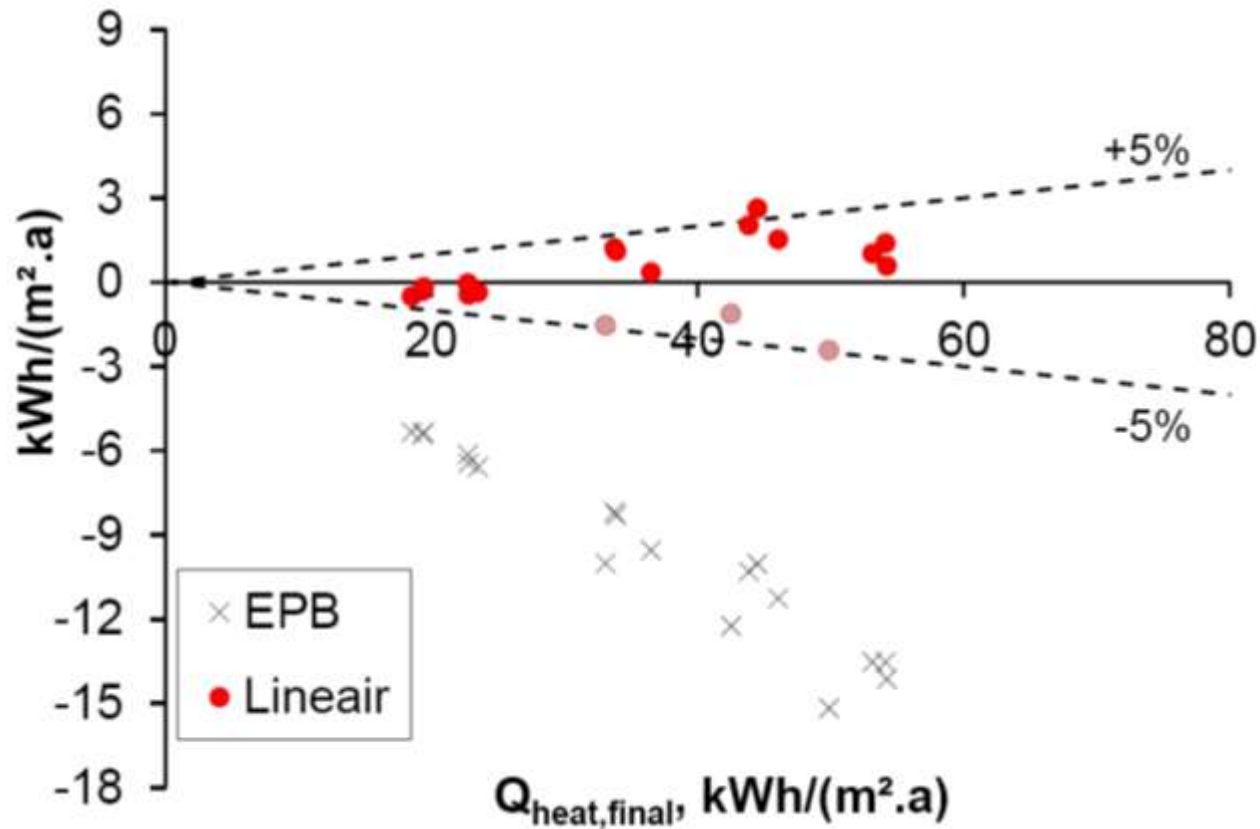


➤ Vergelijking EPB <> dynamische simulaties



➤ gesimuleerde rendementen << constante (jaar)waarden uit EPB

➤ Vergelijking EPB <=> dynamische simulaties



- Impact gebouw op systeemrendement beperkt
- Impact (deellast)werking groter, maar vooral bij lage $Q_{\text{heat,net}}$
- Verschil gesimuleerde en vereenvoudigde rendementen



gebruik vereenvoudigde berekeningsmethode OK
mits enkele verbeterpunten

Meer informatie?

B. Wauman (2015) “Evaluation of the quasi-steady-state method for the assessment of energy use in school buildings”
Phd. KU Leuven, België



32 (0)9 265 86 12



Hilde.breesch@kuleuven.be



Gebroeders de Smetstraat 1, 9000 Gent