

Analyse en optimalisatie van een hybride warmtepompsysteem

Dries Nackaerts

Academiejaar:

2014-2015

Situering

Om de opwarming van de aarde tegen te gaan moet de CO₂-uitstoot drastisch naar beneden. Investeren in duurzame technologieën is dus een must, gebruik maken van warmtepompen i.p.v. conventionele gasverwarming is hier een voorbeeld van. Het gebruik van een hybride warmtepompsysteem heeft ook zo zijn voordelen [1]. Aangezien dat de COP van een (luchtgedreven) warmtepomp afhankelijk is van de buitentemperatuur beschikt dit type warmtepomp over een slechte COP in de wintermaanden. De combinatie met een gascondensatieketel kan de totale efficiëntie van het systeem vergroten. Door het thermisch systeem van een eengezinswoning met hybride warmtepompsysteem te identificeren kunnen de mogelijkheden van dergelijk verwarmingssysteem worden onderzocht.

Systeemidentificatie van eengezinswoning

Systeemidentificatie houdt in dat men a.d.h.v. metingen het gedrag van een systeem kan identificeren. Om het thermisch gedrag van een woning te identificeren moet men eerst een gepast model kiezen. In dit geval wordt gekozen voor een lineair model, dit kan men voorstellen als een equivalent RC netwerk. De verschillende thermische onderdelen worden voorgesteld als een thermisch weerstand R en een warmtecapaciteit C (zie Fig. 1) [2]. Door de wet van Kirchoff toe te passen op de knooppunten kunnen zo differentiaalvergelijkingen worden opgesteld. Deze vergelijkingen worden numeriek opgelost in Matlab en met het Nelder-Mead algoritme worden de modelparameters (R's, C's, COP-modelling, ...) geoptimaliseerd. De systeemidentificatie laat het model zo goed mogelijk overeenkomen met de metingen (Fig. 2). Om het model te valideren wordt er gebruik gemaakt van de cross validatie methode (Het model testen met een andere onafhankelijke dataset), dit zie je in Fig. 3.

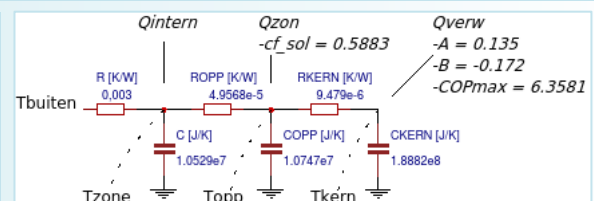


Fig. 1. Model van een zone met vloerverwarming (opsplitsing in oppervlakte en kern)

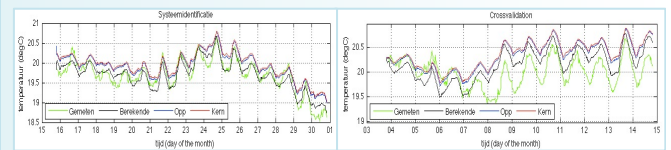


Fig. 2. Systeemidentificatie van het model

Fig. 3. Cross validatie van het model

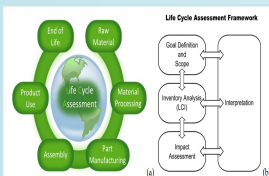


Fig. 4. (a) Life Cycle Assessment schema (b) ISO 14044 overzicht [3]

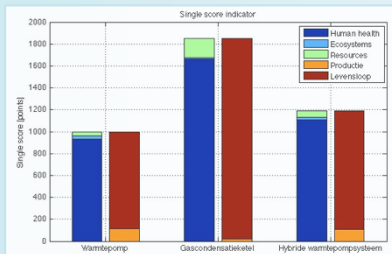


Fig. 5. Resultaten van de LCA, uitgedrukt in single score points

Life Cycle Analysis

Om een duidelijker beeld te scheppen over de duurzaamheid van een warmtepomp is een Life Cycle Analysis (LCA) aan de orde (Fig. 4.a). Dit is een methode om de totale milieupact van een product te onderzoeken, beschreven in de ISO 14044 norm (zie Fig. 4.b). Voor de analyse is de eco-indicator 99 methode gebruikt, deze geeft als resultaat een single score indicator opgedeeld in drie categorieën (Human Health, Ecosystems and Resources). In Fig. 5 zijn de resultaten te zien van respectievelijk de warmtepomp, gascondensatieketel en hybride warmtepompsysteem.

Simulatie via Matlab

Voor de simulaties is er eerst een regeling nodig die de warmtevraag bepaald en die ook bepaald of de warmtepomp werkt of de gascondensatieketel, dit wordt bepaald a.d.h.v. de COP (te lage COP → gascondensatieketel) welke afhankelijk is van de buitentemperatuur. Voor de warmtevraagberekening wordt de gewenste temperatuur vergeleken met de werkelijk temperatuur. Afhankelijk van het verschil wordt er een gepast warmtevermogen berekend, dit noemt men de stooklijn. Via de warmtevraag kan ook het verbruik (gas en elektriciteit) bepaald worden. Met het thermisch model, warmtevraag, buitentemperatuur en zonne-instraling kan dan de zonetemperatuur berekend worden, welke als feedback gebruikt wordt bij de warmtevraagberekening. In Fig. 6 is een plot te zien van een simulatie met warmtevraagberekening van een hybride warmtepompsysteem.

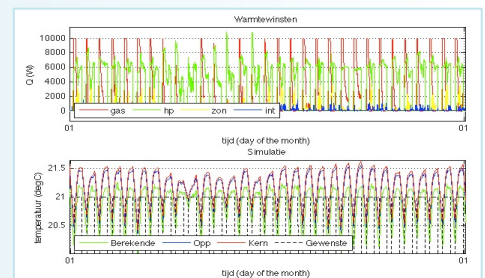


Fig. 6. Simulatie met warmtevraag berekening

[1] K. Klein, K. Huchtemann, and D. Müller, "Numerical study on hybrid heat pump systems in existing buildings," *Energy Build.*, vol. 69, pp. 193–201, Feb. 2014.
 [2] J. H. Kämpf and D. Robinson, "A simplified thermal model to support analysis of urban resource flows," *Energy Build.*, vol. 39, no. 4, pp. 445–453, Apr. 2007.
 [3] "Your Building - Library - Performance setting and measurement for sustainable commercial buildings." [Online]. Available: <http://www.yourbuilding.org/Article/NewsDetail.aspx?p=83&id=1583>. [Accessed: 02-May-2015].

Promotoren / Copromotoren: ir. Brecht Baeten
ir. Frederik Rogiers