



Grote besparingen door goede aansturing hybride warmtepomp

HP-Launch Project

Het HP-Launch project wordt ondersteund door de TKI Urban Energy en is gericht op het wegnemen van de bezwaren voor grootscheepse inzet van warmtepompen. In dit project werken de volgende partijen samen: Hogeschool van Arnhem en Nijmegen (HAN), Re/genT, Haagsche Hogeschool (HHS), MMID Full Service Design Team, Transferworks en Business Development Holland.

Grootschalige toepassing van warmtepompen in bestaande woningen is lastig

Op het moment wordt in Nederland hard gewerkt aan het uitfaseren van het aardgas.

Warmtepompen zijn daarbij een goede mogelijkheid om de HR-ketel te vervangen. Voor bestaande woningen hebben warmtepompen echter een aantal nadelen:

- De benodigde temperaturen van het afgiftesysteem zijn onder extreme omstandigheden te hoog om deze efficiënt met een warmtepomp te kunnen leveren.
- Door de beperkte isolatie en hoge afgiftesystemen is het elektriciteitsgebruik in extreme omstandigheden erg hoog en dat beperkt de grootschalige inzet van warmtepompen in de bestaande bouw.
- Nederlandse woningen hebben beperkte ruimte voor installaties. Onderbrengen van een warmtepomp is daarom lastig, mede door:
 - Beperkte mogelijkheden voor bodembronnen in de bestaande bouw.
 - Strenge eisen met betrekking tot de geluidsproductie van luchtwarmtepompen.

Dit betekent dat voor de efficiënte inzet van warmtepompen in de bestaande bouw verregaande aanpassingen nodig zijn van de woning en de infrastructuur.

Goed aangestuurde hybride warmtepomp aantrekkelijk voor de bestaande bouw.

Een hybride warmtepomp, waarbij een luchtwarmtepomp en een HR-ketel samenwerken is een aantrekkelijk optie voor de bestaande bouw. De redenen hiervoor zijn onder andere:

- Met een hybride warmtepomp kan het gasverbruik sterk worden teruggebracht.
- Zonder extreem hoge piekbelastingen van het elektriciteitsnet kan op jaarbasis een grote bijdrage van elektriciteit aan de warmtevoorziening worden gerealiseerd.
- Het kleine vermogen zorgt ervoor dat de warmtepomp kleiner uitgevoerd kan worden en daardoor makkelijker onder te brengen is bij een Nederlandse woning.

Om de theoretische voordelen van de warmtepomp ook in de praktijk te behalen is het belangrijk dat de warmtepomp en de ketel goed worden aangestuurd en efficiënt samenwerken. In het HP-Launch project is uitvoerig aandacht besteed aan deze aansturing.



Onderzoek aansturing gericht op vergroten bijdrage warmtepomp

Om er achter te komen hoe de combinatie van een warmtepomp en een boiler het meest efficiënt aangestuurd kan worden is de aansturing van belang. Met betrekking tot de aansturing is specifiek gekeken naar:

- Het regelbereik van de warmtepomp en de HR-ketel. Kleine warmtepompsystemen hebben vaak alleen een aan/uit regeling. Wat is het resultaat als je de warmtepomp van 20-100% kunt regelen? Is het voordeliger om een groter regelbereik te hebben? Hetzelfde geldt voor de HR-ketel. Vaak is de ondergrens van het vermogen 4 kW. Hoe kan dit slimmer?
- Het af- en inschakelen van de warmte-opwekkers. Is het voordelig om de warmtepomp uit te schakelen bij lage temperaturen en alleen de HR-ketel te gebruiken? Bij lagere temperaturen zakt de efficiëntie van een warmtepomp. Dan kan het voordeliger zijn om de HR-ketel in te schakelen.
- De invloed van berijping van de verdamper. Het kost extra energie om de verdamper te ontdooien in koude dagen, mogelijk dat het verstandiger is om niet te ontdooien en de HR-ketel de warmtebehoefte voor zijn rekening te laten nemen.
- Het type huis en de invloed daarvan op de dekingsgraad van de warmtepomp. Wat is de invloed op de efficiëntie van de warmtepomp?

Referentiewoning voor de modellering is een na-geïsoleerde rijwoning

De gekozen referentiewoningen zijn representatief voor de meest voorkomende woningtypen in Nederland.

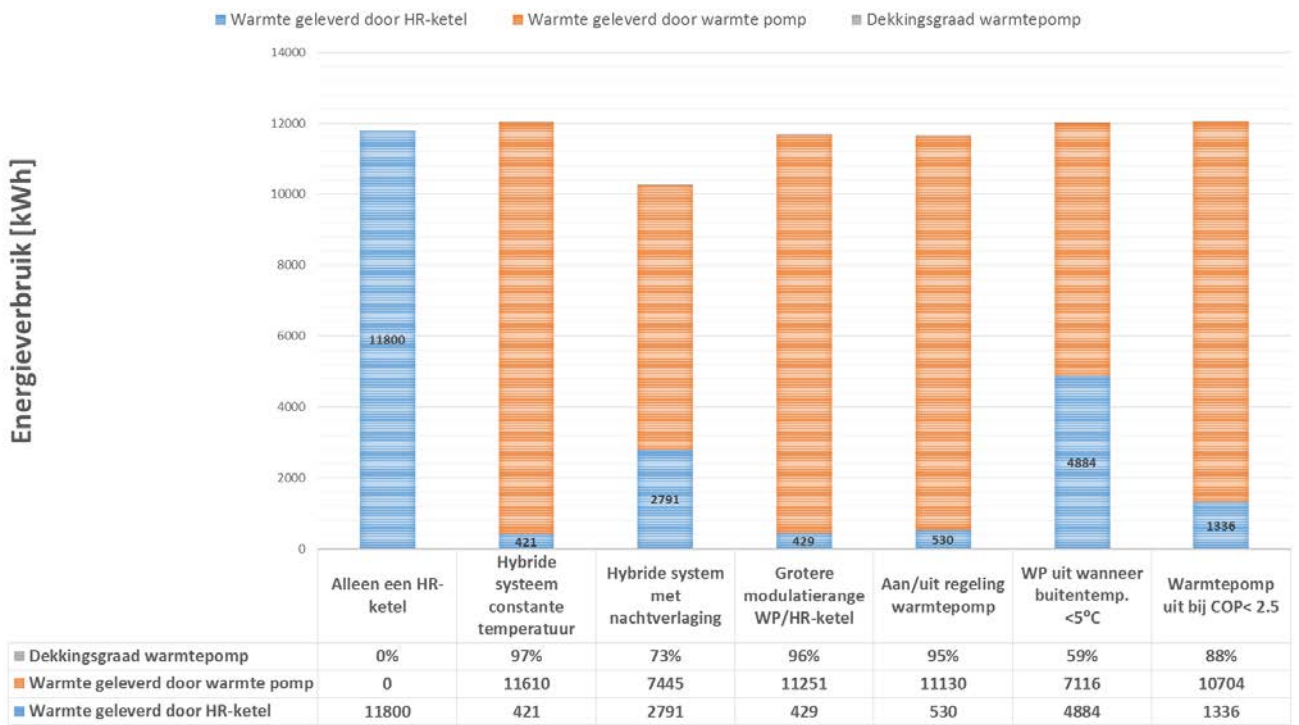
- Als referentie woning is gekozen voor een rijwoning met een oppervlakte van 100-120 m² met energielabel D. Deze woning is voorzien van 16 m² dubbelglas en 3 m² enkelglas, de warmtebehoefte van de woning is 11 MWh, hetgeen overeenkomt met ongeveer 1200 m³ gas.
- Daarnaast is ook gekeken naar een hoekwoning uit de periode 1964-1975. Deze heeft ook een D-label. De warmtebehoefte van deze woning is 16,5 MWh, hetgeen overeenkomt met 1700 m³ gas.

Beide woningen zijn voorzien van hoge temperatuur-verwarming en de maximale afgiftetemperatuur, om de woning op temperatuur te houden bij een omgevingstemperatuur van -10°C, bedraagt 60 °C.

Berekeningen laten een hoge bijdrage- en efficiëntie van de warmtepomp zien

Allereerst is gekeken naar het energiegebruik van zowel de warmtepomp als de HR-ketel. Er zijn 7 situaties gesimuleerd. De resultaten zijn te zien in Figuur 1.

ENERGIEVERBRUIK BIJ VERSCHILLENDE TYPE AANSTURING

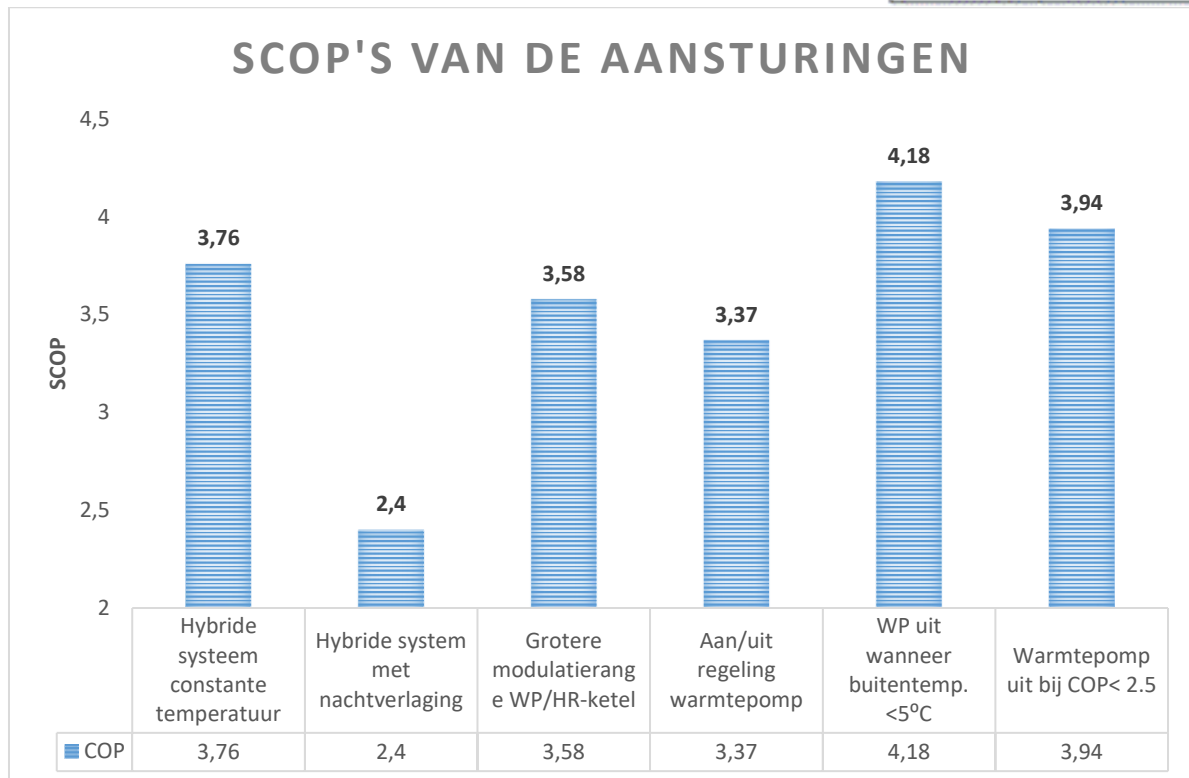


In dit diagram valt op dat de warmtepomp vrijwel de volledige warmtevraag kan beantwoorden van een rijtjeshuis (kolom 2). In de simulaties komt naar voren dat 97% van de warmtevraag geleverd zou kunnen worden door de warmtepomp!

Voordat er verder wordt ingegaan op de resultaten is het belangrijk om in te gaan op de *Coëfficiënt Of Performance (COP)*. Dit is een maat voor de efficiëntie van de warmtepomp.

$$COP = \frac{\text{Geleverde warmte in een jaar}}{\text{Daarvoor benodigde elektriciteit}}$$

Als er 1 kW vermogen in een warmtepomp wordt gestopt met een SCOP van 4, dan wordt er 4 kW aan warmte geleverd. Deze COP is variabel: hoe dichter de buitentemperatuur en de radiatortemperatuur bij elkaar liggen, hoe hoger deze COP is. Als de COP van een warmtepomp over een heel jaar bepaald wordt, heet dat de *Seasonal Coëfficiënt Of Performance (SCOP)*.



Als het doel is om zoveel mogelijk gas te besparen, dan is het verstandig om de kamertemperatuur constant te houden. Als 's nachts de temperatuur wordt verlaagd met een aantal graden, dan moet in de ochtend extra gestookt worden. Omdat de warmtepomp maar een klein vermogen heeft, betekent dit dat de HR-ketel vaak moet bijspringen en daarom wordt er meer gas verbruikt. Daarnaast gebeurt er nog iets bij toepassen van nachtverlaging: de warmtepomp wordt minder efficiënt, omdat er 's morgens, als de temperatuur lager is dan aan het begin van de nacht, veel warmte moet worden geleverd. Zoals te zien is in Figuur 2 zakt de SCOP van 3,76 naar 2,4.

Er is ook gekeken naar situaties met betrekking tot het minimum vermogen dat de warmte-opwekkers kunnen leveren:

- In de uitgangspositie is het minimum vermogen van de warmtepomp en de ketel 40% van het maximum vermogen.
- Als dit minimum wordt verruimd naar 20% voor de warmtepomp en 0% van de HR-ketel, resulteert dat in een vermindering van 3% op het totale energieverbruik ten opzichte van de baseline opstelling. De dekkingsgraad van de warmtepomp blijft vrijwel gelijk.
- Als de warmtepomp alleen aan- of uitgeschakeld kan worden, dan lijkt er in eerste instantie weinig verschil te zijn met een modulerende warmtepomp. De energie die geleverd wordt door de HR-ketel en de warmtepomp is vrijwel hetzelfde als bij een modulerende warmtepomp. Echter is de SCOP bij een aan/uit regeling een stuk lager. Dit betekent dat er meer elektriciteit verbruikt wordt, en dus meer kosten gemaakt worden.

De COP van de warmtepomp is relatief laag bij lage buitentemperaturen. Het kan voorkomen dat, als de buitentemperatuur ver daalt, het voordeliger is om op gas te stoken. Deze grens ligt op het moment van schrijven bij een COP van ongeveer 2,5. Er kan daarom voor gekozen worden om bij een lagere COP over te schakelen op de gasketel. Als naar kolom 7 wordt gekeken, dan is te zien dat bij

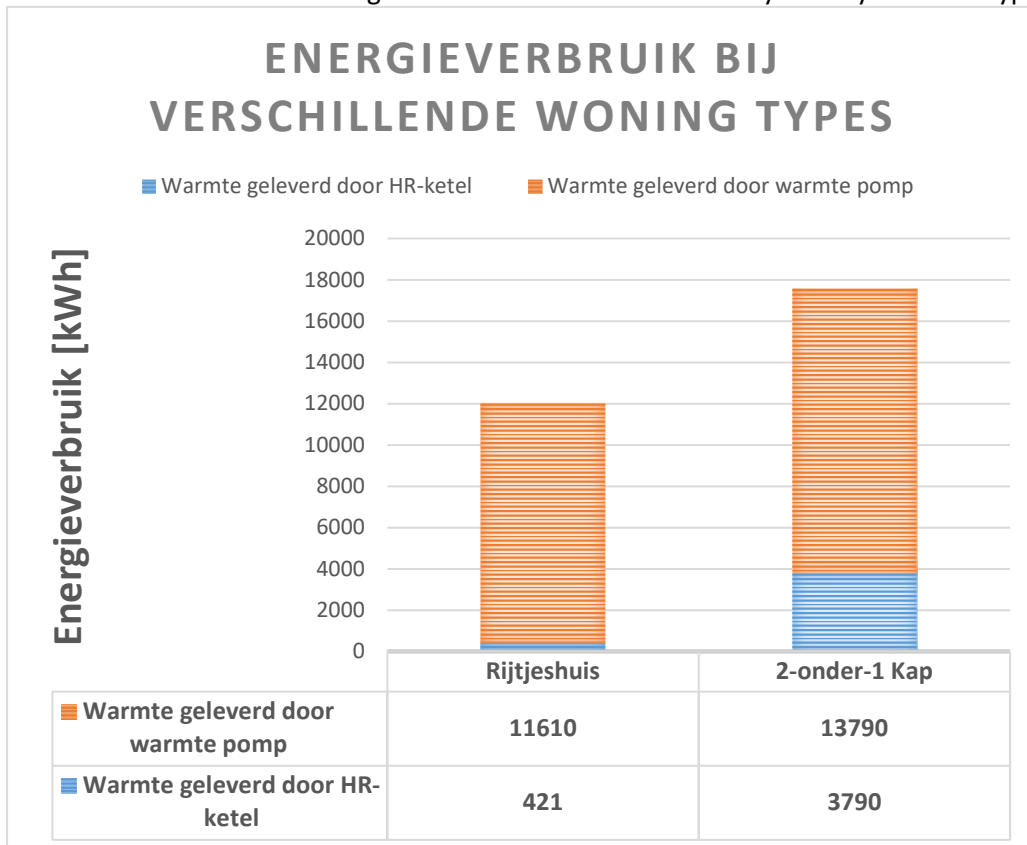


afschakelen onder deze grenswaarde nog steeds 88% van de warmtevraag door de warmtepomp geleverd kan worden. De SCOP stijgt echter van 3.7 naar 3.9. In de toekomst zal deze grens verschuiven. Het gas wordt namelijk duurder, en elektriciteit goedkoper. Door slim in te spelen en de prijzen goed in de gaten te houden, is het mogelijk om zo een regeling te maken op basis van de energieprijzen.

Dus waarom zouden we deze vorm van aansturing niet altijd gebruiken? Een belangrijke eigenschap van de warmtepomp die nog niet vermeld is, is het ontdooien van de verdamper. Om de energie uit de buitenlucht te halen, moet de verdamper van de warmtepomp kouder zijn dan de buitenlucht. In ons geval is dit een verschil van ongeveer 5°C. Dus bij buitentemperaturen van 5 graden en kouder kan de verdamper dichtvriezen waardoor deze minder goed gaat werken. Om dit tegen te gaan kan de warmtepomp in een omgekeerde modus draaien, zodat de verdamper verwarmd wordt en het ijs er af valt. De energie die hiervoor nodig is wordt echter uit het huis gehaald en het huis zal iets afkoelen. Als dit snel gebeurt zal de kamertemperatuur niet al te veel dalen en zullen de bewoners er weinig tot geen last van hebben, hier zou eventueel ook de HR-Ketel nog kunnen bijspringen. Maar om de verdamper te ontdooien is in ieder geval extra energie nodig.

Daarom is ook gekeken naar een optie om de warmtepomp uit te zetten als de buitentemperatuur onder de 5°C komt. Dan hoeft de warmtepomp nooit in ontdooimodus en zal de HR-ketel de verwarming overnemen in koudere perioden. Dit heeft als gevolg dat de dekkinggraad van de warmtepomp daalt naar ongeveer 60%. Omdat de warmtepomp alleen bij hogere buitentemperaturen operationeel is, stijgt de SCOP van 3.76 naar 4.18. De dekkinggraad van de warmtepomp kan verhoogd worden door ontdooien met omgevingslucht als de buitentemperatuur van de 0°C komt. Door de ventilator aan te zetten en de compressor uit, kan het systeem economisch ontdooid worden.

De voorgaande resultaten hebben allemaal betrekking op een rijtjeshuis, maar de warmtepomp kan ook ingezet worden in een 2-onder-1 kap woning. Als we naar de standaard opstelling kijken van het hybride systeem en we vergelijken de 2 typen woningen met elkaar, dan is duidelijk dat de 2-onder-1 kapwoning een stuk meer energieverbruik heeft dan het rijtjeshuis. Er wordt bijna anderhalve keer zoveel energie verbruikt. 17500 kWh tegenover de 12000 kWh van het rijtjeshuis. De dekkingsgraad van de warmtepomp zakt van 97% naar 78%. De warmtepomp schiet vaker bij een 2-onder-1 net tekort voor de totale warmtevoorziening. De simulatie laat zien dat het hybride systeem dit type huis



ook prima aankan, en dat er ook bij deze type woningen een hoop bespaard kan worden. Maar voor echt grotere huizen zal een enkel HP-Launch systeem niet geschikt zijn. Daarvoor is de optie om meerdere warmtepompen naast elkaar te plaatsen om zo het vermogen te vergroten.

Conclusie

Het toevoegen van een kleine warmtepomp heeft een grote impact op het gasverbruik bij kleinere woningen. Er kan tot 97% bespaard worden op het gasverbruik bij rijtjeshuizen. Om dit te bereiken moet worden afgezien van nachtverlaging. Een aan/uit regeling voor de warmtepomp lijkt weinig effect te hebben op de totale warmtelevering, maar heeft tot gevolg dat de SCOP zakt. Een warmtepomp die terug geregeld kan worden, levert dus een lager elektriciteitsgebruik

De prijzen van het gas en elektriciteit zullen in de toekomst veranderen. Het ziet er naar uit dat gas duurder wordt en elektriciteit goedkoper. Het is mogelijk om op een economische en schone manier het huis te verwarmen door op een slimme manier om te schakelen tussen de warmtepomp en de HR-ketel. Dit levert lage kosten en een minimaal gasgebruik.

De warmtepomp kan vereenvoudigd worden door af te zien van ontdooien. Op het moment dat de warmtepomp invriest, moet dan overgeschakeld worden op de gasketel. Zo kan de warmtepomp



goedkoper aangeboden worden, en de consument heeft de warmtepomp eerder terugverdiend.

Al met al is de aansturing van een warmtepomp van groot belang op het totale gas- en elektriciteitsverbruik in de hybride opstelling. Gezien de resultaten van het HP-Launch project, kan er in Nederland een aanzienlijke hoeveelheid gas bespaard worden door slimme inzet van hybride systemen.

*Auteur: Maarten van den Berg, onderzoeker Lectoraat Meet- en Regeltechniek,
MJ.vandenberg@han.nl, telefoon: 06-11587030.*