



VERDUURZAMINGSKAART

Verwarmen met een warmtepomp en gasketel

Versie 1 / Maart 2021

Bij een bivalent (hybride) warmtepompsysteem wordt een warmtepomp naast een (bestaande) gasketel geïnstalleerd. De warmtepomp levert dan de basislast voor ruimteverwarming en soms warm tapwater, terwijl de gasketel bijspringt als de warmtevraag groot is of de warmtepomp onder ongunstige condities moet opereren. Het is een relatief eenvoudige en mogelijk financieel interessante maatregel om het gasverbruik in bestaande bouw vergaand te verlagen.

Deze verduurzamingskaart richt zich op bivalente warmtepompsystemen in bestaande gebouwen in de Care en voor kantoorlocaties of buitenpoliklinieken van Cure-instellingen. Klimaatsystemen in ziekenhuizen zijn doorgaans complex, zodat implementatie van een warmtepomp meestal samenvalt met andere aanpassingen in het systeem.

Gebruikers

De combinatie gasketel en warmtepomp is onder andere toegepast door GGZ-NHN en GGZ Breburg (als vervanging van oude cv-combiketels) en Magentazorg (in combinatie met WKO aangelegd).

Hybride warmtepomp of bivalent systeem?

De term hybride warmtepomp wordt vaak specifiek gebruikt voor een warmtepomp die aan een *bestaand* gasgestookt verwarmingssysteem wordt *toegevoegd*. Zo'n hybride warmtepomp heeft een laag thermisch vermogen ten opzichte van de ketel en gebruikt lucht als warmtebron. Installatie van zo'n warmtepomp is eenvoudig en vereist een minimum aan aanpassingen.

In deze verduurzamingskaart wordt algemener gekeken naar combinaties van gasketels en warmtepompen. Hier wordt dus ook aandacht besteed aan aspecten die doorgaans niet worden bedoeld met een hybride warmtepomp, zoals het gebruik van andere bronnen en hogere vermogens.

Mate van validatie

De bivalente (hybride) warmtepomp is een volwassen techniek die in de woningbouw en care-sector regelmatig voor komt. De te behalen energie- en kostenbesparing is globaal bekend.

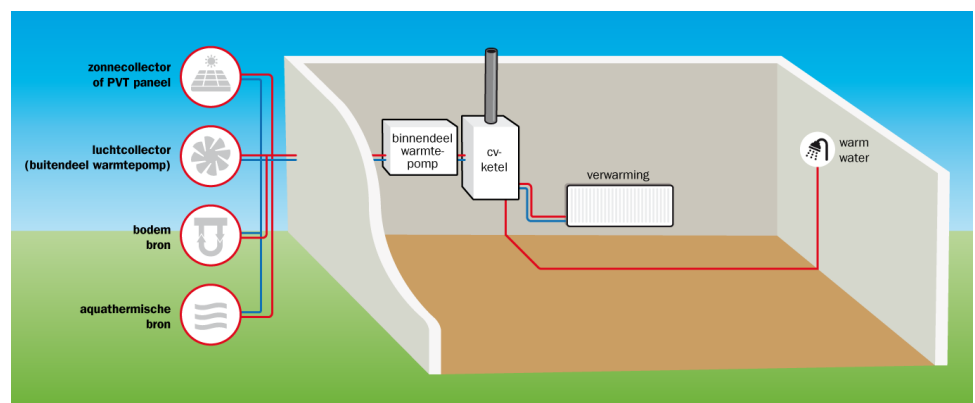
Beschrijving

Met een warmtepomp kan een gebouw energetisch efficiënt worden verwarmd en soms gekoeld. Hierbij wordt warmte van een bron (bijvoorbeeld de buitenlucht of een bodembron) verplaatst naar het cv-systeem van een gebouw. Bij koelbedrijf is deze verplaatsing andersom.

Het verplaatsen van deze warmte kost (elektrische) energie, maar dit is veel minder dan de hoeveelheid warmte die wordt afgegeven. De verhouding tussen afgegeven warmte en de benodigde elektrisch energie wordt de *coefficient of performance (COP)* genoemd. Een seizoensgemiddelde COP (SCOP) van circa 3 tot 4 is vaak haalbaar. Dit betekent dat voor elke 1 kWh aan elektrische energie, 3 tot 4 kWh aan warmte wordt gegenereerd².

Een warmtepomp is wel duurder in aanschaf dan een gasketel van hetzelfde thermische vermogen. Bovendien neemt de efficiëntie (COP) af als met een hogere temperatuur verwarmd moet worden en als de brontemperatuur laag is. Dit laatste is voornamelijk een bezwaar bij warmtepompen die omgevingslucht als bron gebruiken. Bij oudere gebouwen, met matige isolatie en hoge-temperatuur afgiftesystemen, is het met dit type warmtepompsysteem inefficiënt om bij (zeer) koude dagen met een warmtepomp te verwarmen.

Bij een bivalent warmtepompsysteem wordt een warmtepomp gecombineerd met een (bestaande) gasketel. De warmtepomp kan dan efficiënt verwarmen bij warmere dagen, terwijl de cv-ketel op koude dagen de verwarmingsvraag aanvult of overneemt. Er zijn verschillende configuraties mogelijk, zowel wat betreft de warmtebron voor de warmtepomp (lucht, bodemlus, grondbron, PVT-paneel) als wat betreft de inzet voor verwarming en/of warm tapwater.



Bij een bivalente warmtepomp verzorgen de warmtepomp en de cv-ketel samen de verwarming. Warm water wordt meestal door de cv-ketel geproduceerd. De warmtepomp kan de warmte uit verschillende bronnen onttrekken.

Bij care-instellingen verzorgt de warmtepomp doorgaans de ruimteverwarming bij buitentemperaturen boven een bepaalde grens (circa 5 °C indien buitenlucht als bron wordt gebruikt). Bij een lagere temperatuur neemt de gasketel de ruimteverwarming over. Het warme tapwater wordt vaak voor 100% door de gasketel geleverd. Op deze manier kan energie bespaard worden, wat zich uit in een substantieel verlaagd gasverbruik en een toename van het elektriciteitsverbruik.

Een warmtepomp kan geplaatst worden bij bestaande gasketels, maar plaatsing wordt ook vaak gecombineerd met vervanging van de ketels: het is dan makkelijker om het leidingwerk en de regeling aan te passen.

²Omgerekend naar primaire energie, kan worden gesteld dat voor iedere kWh aan primaire energie 1,5 tot 2 kWh aan warmte wordt geproduceerd. Een warmtepomp is dan ook circa 1,5-2 keer zo efficiënt als een cv-ketel op aardgas.

Bij een bivalente warmtepomp blijft een gasaansluiting noodzakelijk; het is geen oplossing om volledig van het aardgas af te komen. Het is met name interessant voor panden waar gasloos verwarmen nu niet haalbaar is en die over 10-20 jaar gesloopt of gerenoveerd worden.

Financiële aspecten

Verwarmen met een hybride warmtepomp kan voor care-instellingen goedkoper zijn dan verwarmen met een gasketel. De business case is echter sterk afhankelijk van de geldende energietarieven, welke per verbruikersklasse verschillen. In onderstaande tabel wordt het omslagpunt bepaald met tarieven uit twee verschillende bronnen.

Bron tarieven	CO ₂ -reductietool Care ³	Sectorale routekaart Care ⁴
Gasprijs	0,75 €/m ³	0,35 €/m ³
Elektriciteitsprijs	0,12 €/kWh	0,09 €/kWh
Omslagpunt COP ⁵	1,5	2,4

Met een warmtepomp verwarmen is goedkoper dan verwarmen met gas als de COP van de warmtepomp hoger is dan het genoemde omslagpunt. De uitkomst hangt dus sterk samen met uw energietarieven, met name van de prijs die u voor 'een extra kWh' betaalt.

Daar staat natuurlijk tegenover dat de aanschaf- en installatiekosten voor een hybride installatie substantieel hoger zijn dan voor een gasketel. In een case van GGZ Noord-Holland-Noord zijn de bestaande gasketels vervangen door een nieuwe hybride installatie. De GGZ NHN verwacht de meerkosten binnen 4,5 jaar terug te verdienen. Deze case wordt verder toegelicht onder het kopje *Praktijkervaringen*.

Zorginstellingen kunnen via de ISDE-regeling subsidie krijgen op een warmtepomp, maar deze geldt alleen voor warmtepompen met een verwarmingsvermogen lager dan 70 kW. Vaak is een groter vermogen nodig. Als dit wordt ingevuld met een cascadeopstelling op basis van kleinere warmtepompen is subsidie wel mogelijk.

Milieuaspecten

Minder gas, meer elektra

Een warmtepomp gebruikt elektriciteit om efficiënt warmte te maken. Als de COP van de warmtepomp groter is dan >2,3⁶, is de hoeveelheid CO₂ die vrijkomt bij de elektriciteitsproductie lager dan de hoeveelheid CO₂ die een gasketel zou uitstoten. Een moderne warmtepomp haalt zo'n COP het grootste deel van het jaar, maar als de bron koud is en de warmtevraag groot, kan de COP lager zijn.

Een bivalent systeem realiseert op jaarbasis een lagere CO₂-emissie. De CO₂-emissie neemt nog verder af als het aandeel duurzame energie in de elektrische energiemix toeneemt en de emissiecoëfficiënt van elektriciteit daalt.

De precieze reductie van de CO₂-uitstoot door inzet van een bivalente warmtepomp is lastig te kwantificeren. Dit hangt onder meer af van het seizoen, de gebouwkwaliteit en het type warmtepomp. In de praktijk wordt een afname van 15-20% van de CO₂-emissie gezien, ten opzichte van een opzichzelfstaande aardgasgestookte cv-ketel.

³ Gemiddelde tarieven uit de CO₂-reductietool voor de Care; www.expertisecentrumverduurzamingzorg.nl

⁴ Tarieven zoals gehanteerd in de sectorale routekaart Care, versie 2020; www.expertisecentrumverduurzamingzorg.nl

⁵ Het omslagpunt is bepaald met een calorische bovenwaarde voor Groningen-gas van 9,7 kWh per m³ en een ketelefficiëntie van 97,5% (HR107).

⁶ Uitgaande van een CO₂-emissiecoëfficiënt voor elektriciteit in Nederland van 0,43 kg/kWh (Klimaat- en Energieverkenning 2020 van PBL, RIVM, CBS, RVO en TNO; voor jaartal 2018 volgens de Integrale methode) en voor laagcalorisch gas (bovenwaarde) van 0,184 kg/kWh (Physical Properties of Natural Gases, N.V. Nederlandse Gasunie, 1980).

Koudemiddelen

Een warmtepomp bevat, net zoals een koelkast of airconditioning, koudemiddel. Koudemiddelen dragen echter ook bij aan het broeikaseffect. Door eventuele lekkage kan het koudemiddel in de atmosfeer terecht komen. Daarom is het beter om een warmtepomp aan te schaffen met een koudemiddel met een lage *global warming potential (GWP)*. Vraag dit na bij de leverancier.

Voorwaarden voor toepassing

Thermische schil en afgiftesysteem

Bij een bivalent systeem zijn de eisen aan isolatie en afgiftesysteem minder streng dan bij inzet van alleen een warmtepomp, omdat de benodigde verwarmingscapaciteit altijd door de cv-ketel kan worden geleverd. Wel wordt het aandeel van de warmtepomp in de totale warmteproductie kleiner bij slechtere isolatie en slechter afgiftesysteem. Met na-isolatie kunnen de afgiftetemperaturen worden verlaagd, waardoor de warmtepomp effectiever kan worden ingezet.

Een haalbaarheidsonderzoek kan worden uitgevoerd door een installateur of installatieadviseur om te kijken of een bivalent systeem geschikt is voor het pand. Zo wordt naar de bouwkundige staat gekeken, maar ook naar de stooklijn en vermogensvraag van de ketels. Dit geeft een indruk van de benodigde afgiftetemperatuur om het pand warm te houden. Ook geeft het onderzoek een schatting van de gasbesparing.

Bron warmtepomp

Warmtepompen halen hun warmte uit de omgeving. In de praktijk is dat meestal de lucht of de bodem.

Een warmtepomp die warmte uit de lucht haalt, is het meest voorkomend in Nederland. Dat komt doordat deze relatief makkelijk, en dus goedkoop, is te installeren. De warmtepomp moet vrij lucht kunnen aanzuigen en wordt daarom vaak naast de gevel of op het dak geplaatst. Gebruik van een luchtbron ligt het meest voor de hand bij de inzet van een bivalente warmtepomp.

Een warmtepomp die gebruik maakt van een bodembron, haalt een hogere efficiëntie. In de NTA 8800 wordt gerekend met een COP die circa 1 hoger is dan die van warmtepompen die warmte uit de lucht halen. Wel is de installatie aanzienlijk duurder, omdat er grondboringen moeten worden uitgevoerd.

Koelen

Hoewel moderne warmtepompen kunnen koelen, is koelen in bestaande bouw nauwelijks mogelijk door beperkingen in het bestaande afgiftesysteem (veelal radiatoren of convectoren). De aanvoertemperatuur kan niet te laag worden in verband met condensvorming. De te behalen koelcapaciteit is daardoor zeer gering.

Geluid

Warmtepompen produceren meer geluid dan cv-ketels, waardoor extra aandacht nodig is om geluidsoverlast te voorkomen. Zeker bij warmtepompen die warmte uit lucht halen, kan dit een bezwaar zijn: niet alleen voor de bewoners maar ook voor de omgeving. Besteed daarom aandacht aan de selectie van een stille warmtepomp en de keuze van een geschikte plaats van de buitenunit.

Elektrisch aansluitvermogen

Warmtepompen gebruiken aanzienlijke hoeveelheden elektriciteit. Dit stelt hoge eisen aan de elektriciteitsvoorziening in het pand. Het kan zijn dat de aansluiting in het pand verzaamd moet worden. De netbeheerder moet dat voor u doen. Hier kunnen kosten aan zijn verbonden, zowel voor de eenmalige verzwaaring als voor een hoger vastrechttarief.



Een warmtepomp haalt warmte uit de omgeving: meestal de lucht of de bodem

Praktijkervaring



Locatie Geestercogge van GGZ NHN. Veel van de voor de warmtepomp benodigde elektriciteit wordt door de zonnepanelen opgewekt.

In 2018 heeft GGZ NHN op hun locatie Geestercogge in Schagen de oude cv-ketels vervangen door een bivalent systeem van cv-ketels plus warmtepomp. Freddie Ong, adviseur vastgoed en duurzaamheid, is er heel tevreden mee. Deze bivalente oplossing past bij het beleid van verduurzaming op natuurlijke vervangingsmomenten. Toen vervanging van de ketels in zicht kwam, heeft Freddie hun installateur gevraagd welke opties er zijn om het systeem te

verduurzamen. De installateur suggereerde een bivalente opstelling van twee nieuwe (kleinere) cv-ketels plus een lucht-water-warmtepomp.

De situatie en het haalbaarheidsonderzoek

Om te onderzoeken of een bivalent systeem voor deze locatie geschikt is, is een haalbaarheidsonderzoek uitgevoerd. Daarin is gekeken met welke keteltemperatuur het gebouw nog goed op temperatuur gehouden kon worden. Dit is afgeleid uit de stooklijn en de meting van de vermogensvraag van de ketels. Het gebouw uit 1995 is geïsoleerd volgens de eisen van die tijd (Rc waarde 2,5-3,0) en wordt verwarmd met radiatoren en via ventilatielucht (LBK's). De warmte wordt geleverd door twee verwarmingsketels die ook voor warmwater zorgen. De oude ketels waren overgedimensioneerd, het maximaal gevraagde vermogen was 385 kW.

Met de meetgegevens en een rekenmodel is bepaald dat een warmtepomp met 102 kW thermisch vermogen ongeveer 90% van de verwarming en 70% van de totale warmte (verwarming en warm water) zou kunnen leveren. Het restant wordt dan door de aardgasketels geleverd, waarvan 2/3 voor warm tapwater en 1/3 voor verwarming op de momenten dat de warmtepomp niet genoeg warmte kan leveren.

Gerealiseerde besparing

Het bivalente systeem bleek financieel rendabel te zijn. De warmtepomp levert inderdaad de voorspelde 70% van de totale warmte. Kijkend naar de totale investering en het energieverbruik in het eerste seizoen komt de terugverdientijd van deze oplossing (ten opzichte van alleen nieuwe ketels) op iets meer dan vier jaar.

De bivalente oplossing leverde NHN het eerste jaar een CO₂-reductie van 16% op, uitgaande van grijze stroom. Als de warmtepomp 100% van de tijd op hernieuwbare stroom draait (geen CO₂-uitstoot) levert de bivalente oplossing voor GGZ NHN zo'n 57% CO₂-reductie.

	Ketel	Ketel+Warmtepomp	CO ₂ -reductie
EENMALIGE KOSTEN			
Sloop oude ketels (2x 350 kW)	€ 9.922,=	€ 9.922,=	
Gasinstallaties	€ 2.662,=	€ 2.662,=	
nieuwe CV ketels 2 x 200 kW	€ 52.181,=	€ 52.181,=	
Warmtepomp 102 kW thermisch*		€ 53.397,=	
Inregelen hybride systeem		€ 11.000,=	
KOSTEN PER JAAR **			
Gasgebruik 2019-2020	***61.000 m ³ = €45.800	26.000 m ³ = € 19.500	
Elektraverbruik warmtepomp		85.000 kWh = € 10.200	
Warmtepomp onderhoud		€ 1.000	
KOSTENBESPARING			
Terugverdientijd		4,3 jaar	
Besparing per jaar		€ 15.100	
CO₂-UITSTOOT			
CO ₂ -uitstoot bij grijze stroom	115 ton Aardgas: 115 ton	96 ton Aardgas: 49 ton Stroom: 47 ton	16%
CO ₂ -uitstoot bij groene stroom***	115 ton	49 ton	57%

* Carrier 61-AF022-105 met een elektrisch vermogen van 28 kW

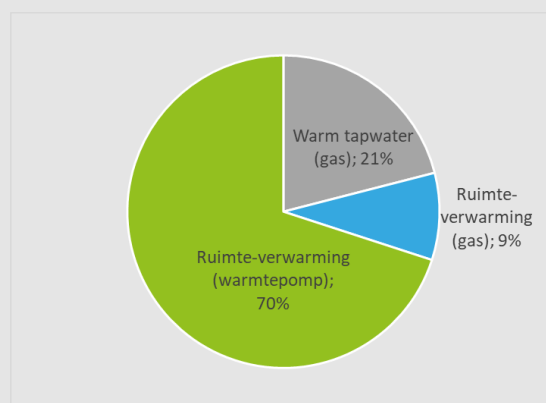
** Gerekend met gangbare prijzen in de care: € 0,75/m³ gas & € 0,12/kWh elektra. De verbruikscijfers zijn afgerond ten behoeve van de leesbaarheid.

*** Het gasverbruik 'ketel' is berekend op basis van het werkelijke gebruik van ketel en WP met de aanname dat de SPF (Seasonal Performance Factor) van de WP 4 is geweest.

**** GGZ NHN wekt op locatie zonnestroom op om de warmtepomp van stroom te voorzien.

De aanleg en de werking van de installatie in de praktijk

De warmtepomp levert warmte voor de radiatoren en de luchtbehandeling, niet voor het warm tapwater. De gasketel springt bij in koude periodes: als de cv-aanvoertemperatuur hoger moet zijn dan 50 °C of als het piekvermogen van de warmtepomp niet voldoende is. Het gebouw-beheersysteem is aangepast op de aansturing van de ketels en de warmtepomp. Nachtverlaging wordt nog steeds ingezet, maar de regeling is zo gewijzigd dat de warmtepomp zoveel mogelijk doet bij het aanwarmen zodat zo min mogelijk gas wordt gebruikt. De elektrische aansluiting hoefde bij GGZ NHN niet verzaamd te worden omdat er nog capaciteit over was van de stoombevochtigers die al eerder waren verwijderd. Wel moest de verdeelinrichting aangepast worden.



Warmtebalans in de nieuwe bivalente situatie

Het geluid van het buitendeel van de warmtepomp is een aandachtspunt. Freddi Ong zegt daarover "Je hoort hem behoorlijk, maar ik heb van niemand klachten ontvangen. Het helpt daarbij vast dat hij alleen werkt als het buiten kouder wordt en dat er geen woningen dichtbij staan."

Het systeem is voorzien van monitoring zodat de werking van de warmtepomp goed via het Energiemanagementsysteem te volgen is. Onderdeel van de installatie was de bijregeling van de warmtepomp na ingebruikname. De kosten daarvoor bedroegen circa € 11.000. Na de inregelperiode schoot de bijdrage van de warmtepomp in de warmtevoorziening omhoog. Goed inregelen blijkt belangrijk om mee te nemen in de opdracht en begroting.

Conclusie

Een bivalente warmtepomp kan de CO₂-uitstoot (directe en indirecte uitstoot) voor verwarming van een instelling zo'n 15-20% verlagen. Als de elektriciteit emissievrij wordt opgewekt, is de uitstoot nog veel lager. Een gecombineerde installatie verwarmt bovendien goedkoper dan een gasketel, maar de aanschafkosten zijn veel hoger. Toch wordt in de praktijk terugverdientijden van 5 jaar en korter gezien. Daarmee is het mogelijk een kosteneffectieve maatregel om het pand te verduurzamen.

Wel komt de installatie met een warmtepomp met een aantal extra technische randvoorwaarden. Zo moet het pand voldoende geïsoleerd zijn, er moet een voldoende zware elektriciteitsaansluiting zijn en er dient rekening te worden gehouden met het geluid dat de warmtepomp produceert. Een vakkundig installateur kan u hiermee helpen en rekent tevens de verwachte besparing voor.

Het expertisecentrum verduurzaming zorg wordt uitgevoerd door:

Stimular / MPZ

TNO

in afstemming met brancheorganisaties NFU, NVZ, ActiZ, VGN en de Nederlandse ggz

Contactpersoon: Joachim Koot; joachim.koot@tno.nl

Willemien Troelstra; w.troelstra@stimular.nl

Er is geen garantie dat de bovenstaande informatie correct, up-to-date en/of volledig is. De informatie en vermelde gegevens zijn dan ook niet uitputtend bedoeld, de inhoud is van informatieve aard en is niet leidend voor een specifieke situatie.

