



Marktstudie

Warmtepompen in de bestaande bouw

In opdracht van

Functie van de marktstudie

Breed toepasbaar basisdocument voor communicatie over de mogelijkheden van het huidige aanbod van lucht/waterwarmtepompen voor toepassing in de bestaande woningbouw in Nederland.

Status oktober 2008.

Opdrachtgever:

SenterNovem
Catharijnesingel 59
Postbus 8242
3505 RE Utrecht

Contactpersonen:

Mevr. Ir.M.C.F. Wagenaar
Opdrachtmanager
Dhr.Ir. O. Kleefkens
Senior Adviseur Duurzame Energie
E-mail: o.kleefkens@senternovem.nl
Website: www.senternovem.nl

Auteurs:

Business Development Holland b.v.
Boerhaavelaan 98
Postbus 1189
3840 BD Harderwijk
E-mail: wagener@bdho.nl
Website: www.bdho.nl

Contactpersonen:

Peter Wagener
Managing Consultant BDH
Peter Oostendorp
Consultant HR Advies Beekbergen



Copyright:

Uit deze uitgave mag zonder worden geciteerd en materiaal als grafieken en afbeeldingen worden gebruikt, zolang dit onder bronvermelding en onder verantwoordelijkheid van de auteur die het materiaal gebruikt, gaat. Gebruik van informatie of materiaal uit dit rapport, in welke vorm of hoedanigheid dan ook, zonder bronvermelding is een schending van het auteursrecht.

1 Samenvatting

1.1 Algemeen

Warmtepompen hebben in de bestaande bouw tot nu toe een bijrol vervuld. Om vele redenen is het van belang deze technologie qua toepassing in de breedte te laten groeien. SenterNovem heeft Business Development Holland daarom verzocht om samen met HR Advies een statusdocument op te stellen waarin wordt aangegeven hoe warmtepompen kunnen bijdragen aan een duurzame energievoorziening, wat de relatie is met andere technische opties en welke inspanning nodig is voor een gezonde ontwikkeling van het potentieel. Deze inventarisatie is in samenwerking met een groep fabrikanten van warmtepompen tot stand gekomen.

Definities

1 Warmtepompen

Wanneer in dit rapport wordt gesproken over warmtepompen, dan worden daar (indien niet expliciet anders aangegeven) lucht/waterwarmtepompen mee bedoeld, die de buitenlucht en/of ventilatielucht als bron gebruiken en de opgewekte energie afgeven aan een watervoerend afgiftesysteem.

2 Add-on oplossingen

Met add-on oplossingen worden die uitvoeringen van een lucht/waterwarmtepomp bedoeld, die bijgeschakeld worden op een bestaande, gasgestookte installatie. Dit heeft primair als doel (een deel van) de basislast in te vullen om energie te besparen.

1.2 Doelstelling marktstudie

De doelstelling van de marktstudie 'Warmtepompen in de bestaande bouw' is het in kaart brengen van zowel de technologieën die op dit moment of zeer binnenkort beschikbaar zijn als concrete producten voor toepassing van duurzame energie in de bestaande bouw. Hiertoe maken wij in samenwerking met een groep fabrikanten van lucht/waterwarmtepompen een inventarisatie van de huidige marktomstandigheden en marktkenmerken, en geven daarbij concrete toepassingsmogelijkheden van de technologie die nu voorhanden is.

In dit rapport zijn gedetailleerde berekeningen van mogelijke energiebesparingen en reductie van CO₂-emissie niet meegenomen. Deze informatie komt aan de orde in de potentieelstudie 'HR-ketel/warmtepomp combinatie: Energiebesparingpotentieel en CO₂-reductie potentieel in de bestaande woningbouw', zoals die najaar 2008 door Ecofys, TNO Bouw & Ondergrond, ECN en BDH zal worden uitgevoerd in opdracht van SenterNovem en een groep fabrikanten.

Opmerking:

Uit de potentieelstudie 'Technisch energie- en CO₂-besparingspotentieel van micro-wkk in Nederland (2010-2030)' is informatie gebruikt voor dit rapport betreffende energiegebruik, CO₂-emissie, centraal opwekkingsrendementen etc.

1.3 Status marktontwikkeling

In de afgelopen jaren zijn er op zeer beperkte schaal warmtepompen toegepast in de bestaande bouw. De autonome vraag naar warmtepompen is in dit deel van de markt momenteel zeer beperkt, onder andere door de geringe veranderingsbereidheid van de verwarmingsinstallateur. Door maatschappelijke ontwikkelingen, milieuregelgeving en de stijgende energieprijzen zien de fabrikanten van lucht/waterwarmtepompen in toenemende mate mogelijkheden in de markt – wellicht niet in de laatste plaats omdat een aantal fabrikanten behalve in Nederland ook actief is in andere Europese landen, waar warmtepompen, vooral de lucht/water uitvoering, al een vlucht hebben genomen.

Nederland loopt in Europees verband niet voorop voor wat betreft de toepassing van warmtepompen. Dit is wellicht te verklaren door het feit dat Nederland een uitgesproken 'gasland' is, dat een volwassen industrie heeft voor gaswandketels van een hoog kwaliteitsniveau.

De eerste stap naar een groeiende markt waarin men werkt met gestandaardiseerde en geïntegreerde oplossingen begint zich af te tekenen. Hierin is een belangrijke rol weggelegd voor de fabrikanten en leveranciers, in samenwerking met installatiebedrijven.

In de bestaande woningbouw is het moment van vervanging van de cv-ketel (ca. 400.000 stuks per jaar) geschikt om over te schakelen op een duurzame oplossing voor verwarming en warm tapwater. Ontwikkeling van marktvolume voor alle duurzame producten, en specifiek voor de lucht/waterwarmtepomp in de bestaande bouw, heeft een duw in de rug en heeft op termijn voor alle betrokkenen een positief effect. Als leveranciers van duurzame producten gezamenlijk streven naar de ontwikkeling van marktvolume, leidt dit tot standaardisatie en schaalvergroting aan de aanbodzijde en daarmee tot kostenreductie. Daarnaast genereren 10.000 stuks geïnstalleerde warmtepompen cumulatief per jaar een extra besparing van 0,15-0,2 PJ.

1.4 Techniek

Eén voor één doen de concepten voor lucht/waterwarmtepompen in de bestaande bouw hun intrede. Zie hiervoor ook de matrix van product/marktcombinaties, zoals deze is bijgesloten. In deze matrix is getracht een compact overzicht te bieden van de diverse combinaties per leverancier/merk en de economische toepasbaarheid in de praktijk. De economische toepasbaarheid van een warmtepomp in combinatie met een oppervlaktesysteem (vloer- en wandverwarming) in de nieuwbouw krijgt een hogere mate van economische toepasbaarheid toegedicht dan diezelfde combinatie in de gestapelde bouw.

De genoemde combinaties zijn allemaal op dit moment leverbaar of zullen op zeer korte termijn leverbaar zijn. In één oogopslag is te zien dat er al van een aantal leveranciers concreet toepasbare oplossingen zijn, die tevens economisch haalbaar zijn. Het is van belang dat men daarbij niet uitsluitend kijkt naar het bedrag van de netto investering, maar ook rekening houdt met de energiekosten en bijkomende kosten in de vijf komende jaren. Energie besparen vergt over het algemeen een hogere investering vooraf, vergeleken met de kosten van vervanging door dezelfde apparatuur.

1.5 Kosten/opbrengsten

De keuze voor apparatuur wordt in de collectieve sector veelal niet door de uiteindelijke gebruiker gemaakt, terwijl het juist die gebruiker is die de energiekosten van deze keuze draagt. Dit zogenaamde 'split incentive'-effect vormt een obstakel in de verbreiding van duurzame energie, aangezien het duurzame voordeel van een hogere investering groter is voor de gebruiker dan voor de investeerder. Hiervoor moeten betrouwbare en inventieve financiële oplossingen worden gevonden, die alle betrokkenen laten delen in de voordelen van duurzame energie in de bestaande bouw.

Voor de individuele oplossingen zal men vooral een grote groep kleine en middelgrote installateurs vertrouwd moeten maken met de diverse concepten. Daartoe behoeven de meeste concepten nog een verdere uitwerking tot redelijk eenvoudig uitgevoerde installatieoplossingen. Samen met de installateurs, en met behulp van eenduidige communicatie, zullen fabrikanten de eindgebruiker duidelijk moeten maken waarom deze over moet stappen op een warmtepomp als opvolger van de bekende cv-ketel. Het instellen van een kwaliteitskeur en het geven van betrouwbare garanties betreffende minimumprestaties werkt hierin bevorderend. In deze eenduidige communicatie moet duidelijk worden dat men de mogelijkheid krijgt om tegen een hogere investering vooraf de toekomstige energiekosten in de hand te houden en tevens een emissiereductie te realiseren.

1.6 Kritische succesfactoren¹

Om concurrentietechnische redenen zijn de partijen terughoudend in het verstrekken van informatie over kritische succesfactoren voor een gezonde ontwikkeling in deze markt. Volgens de fabrikanten kennen warmtepompen de nodige voordelen, zoals een hoge energiekostenbesparing, een verbeterd energielabel en gemiddeld genomen een verbeterd comfort. Tevens maken warmtepompen koeling mogelijk. De concepten zijn bovendien flexibel toepasbaar en inpasbaar en relatief eenvoudig te installeren. Naast deze voordelen van de warmtepomptechnologie staat echter wel een niet onaanzienlijk aantal kritische succesfactoren.

Belangrijke kritische succesfactoren zijn:

1 Informatievoorziening

Een goede en eenduidige informatievoorziening is een cruciale factor om warmtepompen in de bestaande bouw tot een succes te maken. Adequate informatie in alle fases voorkomt chronische problemen met installaties. De veranderingsbereidheid van de installatiebranche is zeer beperkt. Dit is een algemeen bekend gegeven. Het juist informeren van alle betrokken partijen in de markt is wellicht de meest bepalende factor of deze producten uiteindelijk echt een succes worden of niet.

2 Vertrouwd zijn met de techniek door praktijkervaring

Onbekend maakt onbemind - dat gaat ook in deze context op. Naast een goede informatievoorziening kan het aanzetten tot praktische toepassing van warmtepompen de eventuele scepsis bij installateurs wegnemen. Voorbeeldtoepassingen en voorbeeldprojecten spelen hierin een belangrijke rol.

3 Consistentie in het overheidsbeleid

De financiële omvang in euro's en de impact in de markt van de subsidieregeling voor onder andere warmtepompen vormen wellicht minder een kritische succesfactor dan het zogenaamde prekwalificatie-effect van deze overheidssubsidies. Dit effect vergroot het vertrouwen van de consument (het Postbus 51-effect).

¹ Kritieke succesfactoren zijn die factoren die van beslissend belang zijn voor het al dan niet behalen van succes.

4 Deskundigheid van het installatiebedrijf bij advisering en installatie van het systeem

Dit is uiteraard in het belang van de eindgebruiker. Bovenal is het van groot belang dat vooral in de beginperiode van de introductie van deze technologie positieve ervaringen in de openbaarheid kunnen worden gebracht. Het ontbreken van duidelijke en door de branche geaccepteerde rekenregels en installatierichtlijnen is hierin een belangrijk manco waar aan gewerkt moet worden.

5 Geluid

Vooraf voor warmtepompen met een buitenunit (een nieuw verschijnsel in Nederland) zal het geluidsaspect een belangrijke rol gaan spelen. Voor de omwonenden, maar soms ook voor de gebruiker zelf.

6 STEK

Er is geen duidelijk beeld over de vraag of koudetechnische handelingen waarvoor STEK-erkenning is vereist, een belemmering kunnen zijn voor een succes van warmtepompen in de verwarmingsbranche. Sommige types warmtepompen, waaronder types van Daikin en Techneco, vereisen bij installatie technische handelingen waarvoor in Nederland een STEK-certificaat vereist is. Slechts een klein deel van de installateurs in de verwarmingsbranche beschikt hier momenteel over. Door de langzaam maar gestaag groeiende vraag naar koeling in de particuliere markt verwerven wel steeds meer verwarmingsbedrijven de STEK-erkenning. Producten die deze STEK-erkenning niet vereisen zouden in de verwarmingsbranche in het voordeel kunnen zijn.

7 Montagevriendelijkheid

Hoe meer de fabrikant/leverancier vanaf het moment van ontwerp de montagevriendelijkheid van zijn producten scherp in de gaten heeft gehouden, des te minder zal men geconfronteerd worden met problemen bij installatie en ondersteuning hoeven te bieden in het veld. Ter illustratie, de huidige generaties cv-toestellen zijn voor de installateur niet voor niets op dit moment de absolute standaard voor verwarming. Deze toestellen zijn bijzonder eenvoudig te installeren en zijn door de ingebouwde regelingen relatief ongevoelig voor de karakteristiek van het afgiftesysteem van de totale installatie.

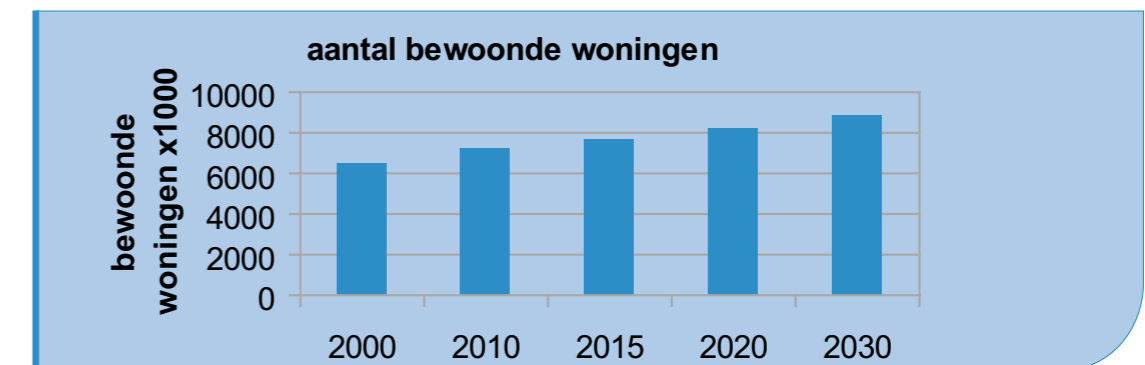
2 Inhoudsopgave

1 Samenvatting	5	5 Technische paragraaf	27
1.1 Algemeen	5	5.1 Algemeen	27
1.2 Doelstelling marktstudie	5	5.2 Warmtebron en functionaliteit	27
1.3 Status marktontwikkeling	6	5.3 Inpassing in bestaande systeem	29
1.4 Techniek	6	5.3.1 Daalderop - CombinAir	31
1.5 Kosten/opbrengsten	7	5.3.2 Daikin - Altherma	34
1.6 Kritische succesfactoren	7	5.3.3 Doorgeest – Door081EH5 en 8	36
		5.3.4 Inventum – Ecolution Combi 50	38
		5.3.5 NIBE - Fighter 2005	40
		5.3.6 Stiebel Eltron – WPL-serie	41
		5.3.7 Techneco - Elga	43
		5.4 Prestaties van de verschillende systemen	45
		5.4.1 Daalderop	46
		5.4.2 Daikin	47
		5.4.3 Doorgeest	48
		5.4.4 Inventum	48
		5.4.5 NIBE	49
		5.4.6 Stiebel Eltron	49
		5.4.7 Techneco	50
		5.5 Globale vergelijking prestaties	51
		5.6 Geluidniveau	53
		5.7 Kostenindicaties	54
2 Inhoudsopgave	9	6 Conclusies	55
3 Inleiding	11	7 Bronnen	57
3.1 Warmtepompen	11	Bijlagen	60
3.2 Bestaande bouw	11		
3.3 Warmtepompen in de bestaande bouw	12		
3.4 Energiebesparing	15		
3.5 Van visie naar beleid naar actie	15		
3.5.1 Collectieve systemen	15		
3.5.2 Individuele systemen	16		
3.6 Werkwijze auteurs	16		
3.7 Deelnemende fabrikanten	16		
4 Markt	17		
4.1 Matrix product-marktcombinaties	17		
4.2 Toepassingsgebieden	17		
4.3 Type bouw	18		
4.4 Afgiftesystemen	20		
4.5 Verkrijgbaarheid	21		
4.6 Ondersteuning door fabrikant/leverancier	21		
4.7 Kritische Succes Factoren (KSF)	22		
4.8 Praktijkervaringen	23		
4.9 Monitoring	25		
4.10 Randvoorwaarden	25		
4.10.1 Eisen aan installatiebedrijven	25		
4.10.2 Complexiteit van de montage	26		
4.10.3 Installatie- en bedieningsgemak	26		
4.10.4 Verwachte technische levensduur	26		
4.10.5 Documentatie	26		

3 Inleiding

Momenteel wordt bijna 80% van het energiegebruik in de woningbouw ingezet voor verwarming. Daarnaast groeit het energiegebruik voor koeling. Huishoudens in Nederland nemen momenteel ca. 17% van het primair energiegebruik voor hun rekening. Om de doelstelling van 20% duurzame energie in het jaar 2020 te realiseren, zal er een traject moeten worden ingezet om het energiegebruik voor (vooral) verwarmingsdoeleinden duurzamer te maken. Dat betekent dat er ten opzichte van de afgelopen jaren een versnelling/trendbreuk dient te komen in de ontwikkelingen. Enerzijds begint de aanbodzijde in te spelen op veranderende omstandigheden. Anderzijds hebben deze partijen veelal beperkte slagkracht in termen van marketing power, strategische visie en uithoudingsvermogen om de gewenste versnelling zelfstandig te kunnen realiseren.

Het grootste deel van de woningbouw bestaat uit de bestaande bouw, te weten ca. 7,0 miljoen woningen. Dit aantal groeit nog aanzienlijk. Indien men geen aanvullende maatregelen neemt, zal de totale vraag naar energie blijven groeien. Het gebruik per huishouden neemt af, maar door het groeiende aantal huishoudens neemt het totale gebruik toe.



In de bestaande bouw ligt dus het grootste deel van het energiegebruik van de totale woningbouw¹. Vanuit de nieuwbouw worden er jaarlijks ca. 70.000 – 80.000 woningen aan de woningvoorraad toegevoegd. Er worden er jaarlijks ca. 24.000 woningen gesloopt. De focus voor toepassing van duurzame energie heeft zich in de afgelopen 10 - 15 jaar voornamelijk gericht op de nieuwbouw. Het is nu echter de hoogste tijd om het energiegebruik van de bestaande bouw te reduceren en duurzaam te maken, zodat de gestelde doelen bereikt kunnen worden.

3.1 Warmtepompen

Warmtepompen, zowel elektrische als gasgedreven, kunnen met de nu beschikbare technologie een krachtige verduurzaming bewerkstelligen in zowel de nieuwbouw als de bestaande bouw.

In de bestaande bouw worden jaarlijks ca. 400.000 cv-toestellen geplaatst in de particuliere markt (individuele plaatsing) en in grootschalige collectieve vervanging- en renovatieprojecten. Het segment van de gaswandketels is verreweg het grootste marktsegment in de verwarmingsmarkt.

¹ Niet alleen door het effect van de aantallen maar ook doordat de warmtevraag van bestaande woningen gemiddeld genomen groter is dan van nieuwbouwwoningen.

Deze nieuwe HR-gaswandketels voldoen anno 2008 allemaal aan de HR 107 norm en vervangen veelal de oude HR-, VR- (Verbeterd Rendement) en conventionele toestellen. Momenteel staat er nog in ca. 1,4 miljoen woningen een VR- of conventioneel toestel.

Praktisch gezien kunnen VR-toestellen of conventionele cv-ketels worden beschouwd als sterk verouderde technologie, die als eerste dient te worden vervangen door een meer energiezuinige technologie.

3.2 Bestaande bouw

De doelstellingen van de overheid zijn als volgt: 30% emissiereductie t.o.v. 1990, 2% energiebesparing per jaar en 20% duurzame energie in het jaar 2020. Om dit te realiseren moet er in de bestaande bouw nog veel gebeuren. Van de bestaande bouw mag 48% worden beschouwd als relatief energie-inefficiënt. Verbetering van de schil van een woning door isolerende maatregelen, in combinatie met een goed functionerend ventilatiesysteem, geeft vaak al een prima resultaat. Dit is een pakket van maatregelen dat goede perspectieven biedt ten aanzien van reductie van het energiegebruik. In de omliggende landen is in de praktijk al aangetoond dat men met dergelijke maatregelen, in combinatie met een warmtepomp, respectabele reducties in energiegebruik kan realiseren, tot op het niveau van passiefhuis (DENA-programma: 'Besser wie Neubau').

Meer dan de helft van de bestaande woningbouw is in particulier bezit; de rest is in handen van woningcorporaties, Verenigingen van Eigenaren (VVE) en beleggers. Grootchalige renovatie wordt uitsluitend uitgevoerd bij woningen in collectief bezit. De gradaties van renovatie c.q. upgradering van woningbouw kunnen worden omschreven als:

1. Vervanging van de bestaande ketel of upgradering van de energie-efficiëntie van alleen het opwekkingsdeel.
2. Vervanging van het verwarmingssysteem (richting LTV) met eventueel aanpassingen aan de schil van de woningen (isolatie).
3. Vervanging van de schil inclusief de gevel met behoud van het skelet, en renovatie van het bouwkundige interieur van de woning.
4. Volledige sloop en complete nieuwbouw.

Bij woningen in particulier eigendom vinden tot op heden veelal alleen energiebesparende maatregelen plaats, in de vorm van het plaatsen van isolerende (HR++) beglazing en/of het vervangen van de oude cv-toestellen of oude geisers. De mogelijkheden en daarmee de uitdagingen liggen vooral in dit segment. In dit deel van de verwarmingsmarkt is een aanzienlijk potentieel aanwezig voor de warmtepomp als opvolger van de verwarmingsketel.

3.3 Warmtepompen in de bestaande bouw

Warmtepompen hebben het hoogste rendement als zij warmte leveren van een lage temperatuur. Ze zijn daarvoor met name geschikt voor vloer- en wandverwarming (LTV, Lage Temperatuur Verwarming). Er zijn verschillende typen warmtepompen en ook de warmtebron kan variëren. De meest toegepaste warmtepomp in de Nederlandse woningbouw is gebaseerd op elektrische compressie met de bodem als bron. Dit type is momenteel in de nieuwbouw de standaard oplossing voor verduurzaming van verwarmingsinstallaties¹. In de

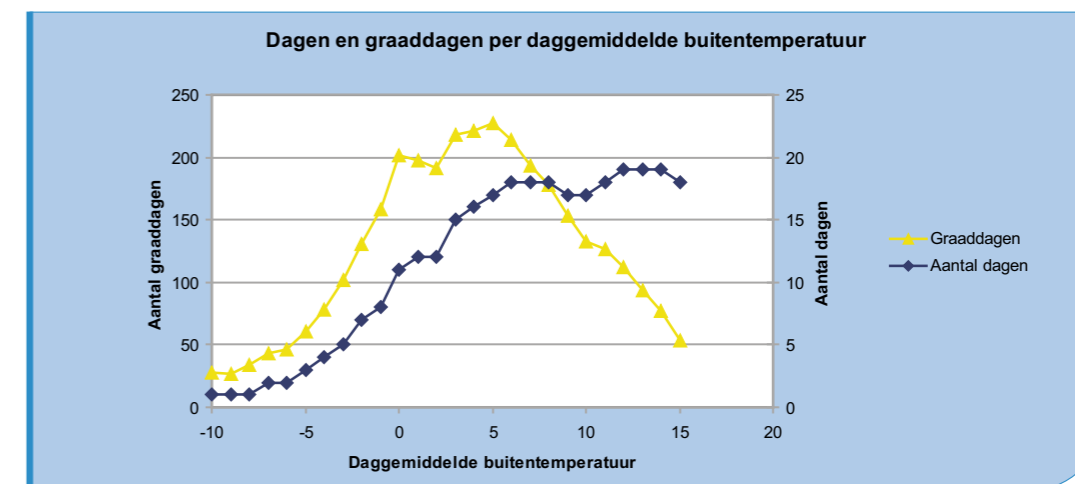
bestaande bouw is deze oplossing vanwege een aantal technische en financiële belemmeringen minder voor de hand liggend. Vooral de investeringen in de aanleg van de bron in combinatie met de vereiste aanpassingen van het veelal aanwezige hoge temperatuurverwarmingssysteem vormt een hoge drempel voor een brede toepassing van deze techniek. Warmtepompen leken tot voor kort ongeschikt voor grootschalige toepassing in de bestaande bouw. Warmtepompen met een bodembron zijn voor de bestaande bouw uitsluitend een optie bij renovatie of vernieuwbouw van collectieve centrale ketelhuizen, in combinatie met isolerende maatregelen en aanpassingen aan het afgiftesysteem.

De warmtepomp waarbij de buitenlucht of ventilatielucht als bron wordt gebruikt (de zogenaamde lucht/waterwarmtepomp) biedt tegen aanzienlijk lagere investeringen een prima alternatief voor een grondgebonden warmtepomp. Bij warmtepompen bieden de water/water- en bodem/waterversies de beste energetische rendementen. De lucht/waterwarmtepomp komt op iets lagere waarden uit. De lucht/lucht warmtepomp, die veelal verkocht wordt als airconditioninginstallatie met een warmtepompfunctie, hebben van deze drie generieke types de laagste efficiency.

De lucht/waterwarmtepomp heeft in een land als Nederland, met relatief milde winters, een goede uitgangspositie. Door de milde winters is de warmtepomp gedurende een relatief groot deel van het verwarmingsseizoen goed inzetbaar.

Omdat een warmtepomp bij teruglopende buitentemperaturen een teruglopend rendement geeft, is het gebruik van een lucht/waterwarmtepomp bij buitentemperaturen onder een bepaalde waarde (afhankelijk van merk en concept) af te raden.

In de onderstaande figuur vindt men een overzicht van de graaddagen in Nederland.



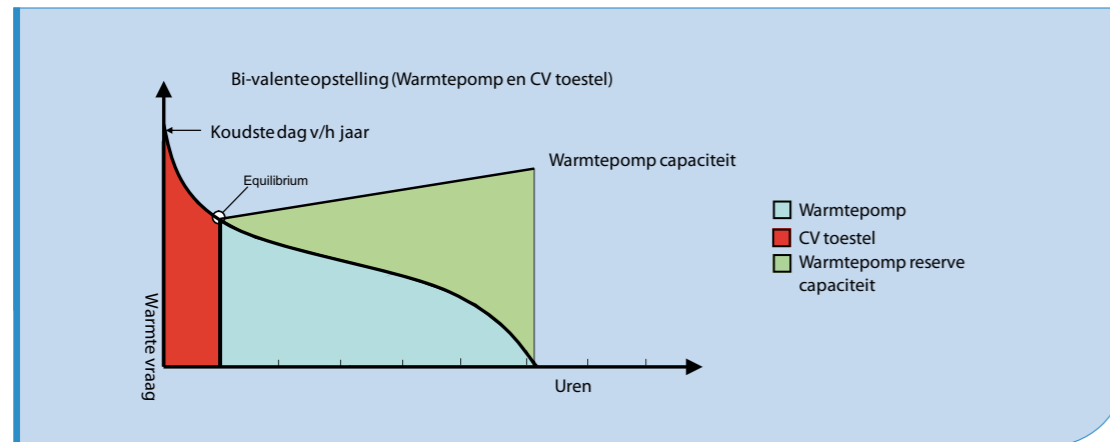
¹ In de kantorensector komt juist de oplossing met lucht als bron vaker voor.

Voor het bepalen van de jaarprestaties van de warmtepomp en de mate van bijstoken door een cv-ketel, kan het aandeel van beide opwekkers in de warmtevraag voor verwarming en/of tapwater worden bepaald.

Hiertoe wordt de graaddagenmethode toegepast.

In deze graaddagenmethode zijn de graaddagen verdeeld naar daggemiddelde buitentemperatuur. Aan deze daggemiddelde temperatuur kan men aflezen dat de warmtepomp het overgrote deel van het jaar kan worden ingezet, namelijk op momenten dat het daggemiddelde globaal op of boven de 2°C tot 4°C ligt, afhankelijk van de luchtvochtigheid.

Doorgaans schreef men de warmtepomp alleen goede resultaten toe als deze werd toegepast in combinatie met goede isolatiemaatregelen en het lucht- en tocht dicht afwerken van een woning. In de praktijk blijkt echter dat de warmtepomp met als bron buitenlucht of ventilatielucht ook zonder deze maatregelen prima kan functioneren. Voorwaarde hiervoor is wel dat de warmtepomp in de bestaande bouw met een tweede verwarmingapparaat (bij voorkeur een HR107 cv-toestel) wordt gecombineerd tot een bi-valente opstelling, waarin het tweede toestel vooral de piekvraag en meestal de warmwatervoorziening invult. Een betrouwbare passieve of actieve regeling van beide systemen is benodigd om tot een optimale inzet van beide systemen te komen. Dergelijke 'hybride' systemen bieden grote mogelijkheden tot energiebesparing in de bestaande bouw.



Het al dan niet aanwezig zijn van een lage-temperatuursysteem is niet langer een beslissend criterium voor de toepassing van een warmtepomp in de bestaande bouw. Door de combinatie van een lucht/waterwarmtepomp met een cv-toestel is er niet direct de noodzaak om zo'n lage-temperatuursysteem aan te brengen. Dit heeft evenwel wel de voorkeur, aangezien daarmee de prestaties van de warmtepomp sterk verbeteren en de energiebesparing wordt vergroot.

Om concepten voor duurzame energie, ofwel warmtepompen, optimaal tot hun recht te laten komen, is het echter wel van groot belang dat men ten aanzien van de schil van de woning maatregelen treft die het energiegebruik structureel verminderen. Hiermee wordt de energievraag in de basis al verminderd, de aanvoertemperatuur verlaagd en het aandeel van de warmtepomp in de verwarmingscapaciteit aanzienlijk vergroot. Kortom, voor elke vorm van vervanging of renovatie is wel een concept op basis van de warmtepomp toepasbaar.

3.4 Energiebesparing

Het gewenste temperatuurniveau in de woning en de mate van isolatie bepalen de warmtevraag in een woning. De toepasbaarheid van een warmtepomp hangt samen met deze twee parameters. Afhankelijk van deze twee parameters kan een warmtepomp 65% tot 85% van de warmtevraag invullen. Een gemiddeld huishouden in Nederland gebruikt 1.650 m³ aardgas per jaar, waarvan ca. 1.450 m³ voor ruimteverwarming en ca. 200 m³ voor bereiding van warm tapwater en koken. Daarnaast gebruikt een gemiddeld huishouden 3.400 kWh per jaar, tendens stijgend.

Voor verwarming wordt in Nederland in 95% van de huishoudens voorzien door middel van gasgestookte apparatuur.

Een goed gedimensioneerde warmtepomp kan in een dergelijke situatie besparingen van 400 m³ tot 500 m³ per jaar op basis van primaire energie te zien geven. Indien men in Nederland in staat is de lucht/waterwarmtepomp in grote aantallen in de bestaande bouw in te zetten, liggen er grote mogelijkheden voor energiebesparing. Dit is een besparing die meer dan welkom is voor het gemiddelde huishouden, gezien het feit dat de energiekosten over de periode 2000 tot en met 2007 zijn opgelopen van ca. € 1.050,- naar ca. € 1.850,-, tendens verder stijgend.

Er dient te worden opgemerkt dat de besparing op gas wordt gerealiseerd door apparatuur die elektrisch wordt gevoed. Ondanks deze wisseling van energiedrager blijft er een aanzienlijk besparingspotentieel over en daarmee een mogelijke reductie van CO₂-emissie. Hoe meer er is voorzien in goede isolatie en een goed ventilatiesysteem, des te beter zal een warmtepomp kunnen functioneren. Dit betekent nadrukkelijk dat als men overweegt een warmtepomp toe te passen, het van belang is ook aandacht te besteden aan isolatie en ventilatie.

Bij duurzaam bouwen gaat het om efficiënt gebruik van energie voor verwarming en/of koeling, warm tapwater bereiding, verlichting en ventilatie. Efficiënt gebruik van energie voorkomt uitputting van olie- en gasvoorraden, vervuiling door emissies en aantasting van het landschap door de winning.

3.5 Van visie naar beleid naar actie

Energiebesparing is een kwestie van concreet dingen doen of uitvoeren - niet wachten op de veelbelovende technologieën van morgen, maar aan de slag met de concreet voorhanden producten van nu.

De huidige stand der techniek biedt meer dan voldoende mogelijkheden om reeds nu besparingen van tientallen procenten te realiseren. Hierbij geldt wel het zogenaamde 'No regret' principe; toepassing van nu gangbare technieken mag geen blokkade ('No regret') opwerpen voor de eventuele toepassing in de toekomst van nieuwe technieken.

In de bestaande bouw worden jaarlijks ca. 400.000 cv-toestellen vervangen, zowel individueel (particulier) als in grootschalige vervanging/renovatieprojecten. Dit vervangingsmoment is bij uitstek geschikt om over te schakelen op een meer duurzame energievoorziening door middel van een lucht/waterwarmtepomp.

3.5.1 Collectieve systemen

Voor collectieve systemen in gestapelde bouw kan men gasgedreven warmtepompen of elektrische warmtepompen in combinatie met een gasketel voor de piekbelasting en de warmwaterproductie toepassen.

Dergelijke concepten vinden hun toepassing in centrale ketelhuizen (blokverwarming).

3.5.2 Individuele systemen

Voor individuele systemen waren economisch aantrekkelijke technologische oplossingen tot voor kort niet of nauwelijks beschikbaar. Het sterk groeiende aanbod vanuit de fabrikanten van lucht/warmtepompen in de bestaande bouw, in combinatie met de stijgende energieprijzen, zal dit op afzienbare termijn definitief wijzigen.

De aanbodzijde zal een belangrijke rol spelen in de verbreiding van de warmtepompen, aangezien de cv-ketel voor de gemiddelde installateur nog steeds de standaardoplossing is voor verwarming in de bestaande bouw. Vraag vanuit de markt is er tot nu toe nauwelijks. Vanuit diverse gremia wordt ingezet op renovatieprojecten met bijvoorbeeld woningcorporaties, om al gaandeweg ervaring op te doen en marktvolume te creëren. Hiermee kan deze markt daadwerkelijk in beweging worden gebracht.

3.6 Werkwijze auteurs

In overleg met de opdrachtgever is er bepaald dat in de rapportage van de marktstudie uitsluitend data worden opgenomen van fabrikanten die ook daadwerkelijk producten kunnen leveren of binnen zeer korte termijn daarmee beginnen. Informatie van fabrikanten die wel belangstelling hebben voor de ontwikkelingen maar geen concreet toepasbare en leverbare producten voorhanden hebben, is buiten beschouwing gelaten. De fabrikanten is gevraagd een matrix in te vullen met product/marktcombinaties, in combinatie met twee vragenlijsten, waarvan één gericht is op de marketingaspecten van de producten en één gericht is op de technische informatie. De informatie uit de vragenlijsten en de matrix, in combinatie met de binnen BDH voorhanden algemene marktdata, vormen de basis voor deze marktstudie.

3.7 Deelnemende fabrikanten

Voor de uitvoering van deze marktstudie zijn een aantal fabrikanten/importeurs van lucht/waterwarmtepompen benaderd, te weten:

Daalderop	Tiel
Daikin	Rotterdam
Doorgeest / Wadus	Heino
Inventum	Bilthoven
NIBE	Willemstad
Stiebel Eltron	Den Bosch
Techneco	Delft

In paragraaf techniek zal dieper worden ingegaan in de nu voorhanden techniek en concrete producten.

De auteurs danken de producenten en leveranciers voor hun medewerking bij de totstandkoming van dit rapport.

4 Markt

4.1 Matrix product/marktcombinaties

Om de lezer van de marktstudie een compact en helder overzicht te bieden van de momenteel beschikbare product/ marktcombinaties (PMC's) is een matrix opgezet; zie bijlagen.

De betrokken fabrikanten hebben allen naar eigen inzicht de kwalificatie van hun producten in de matrix aangegeven. De matrix met PMC's biedt de lezer een overzicht van de diverse types lucht/waterwarmtepompen en hun toepassing.

De classificering van de verschillende systemen in de diverse types bouw is gedaan op basis van economische toepasbaarheid. Dit richt zich op de vraag in hoeverre een systeem met een bepaald type warmtepomp met een type afgiftesysteem haalbaar is in bijvoorbeeld gestapelde bouw of een rijtjeswoning. Technisch gezien is alles optimaal uitvoerbaar, en warmtepompen hebben door de stijgende energieprijzen het tij mee. Toch zal er in de praktijk economisch gezien per product/marktcombinatie een zorgvuldige economische afweging moeten worden gemaakt. Immers, de haalbaarheid van warmtepompen is in de bestaande bouw nog bepaald geen vanzelfsprekendheid. Indien de energieprijzen blijven zoals ze nu zijn, zijn ze niet haalbaar. De verwachting is dat ze over langere termijn haalbaar kunnen worden door het gecombineerde effect van energieprijsstijgingen en stimulerende maatregelen van de overheid.¹

NB: Voor alle duidelijkheid, nieuwbouwt toepassingen zijn in deze matrix en de marktstudie NIET in ogenschouwing genomen.

4.2 Toepassingsgebieden

Alle fabrikanten geven aan dat hun warmtepompen te combineren zijn met de bestaande afgiftesystemen. Enkele toepassingen, zoals de Elga van Techneco, zijn specifiek ontworpen voor toepassing in combinatie met een bestaand afgiftesysteem en een gasgestookt cv-toestel. In principe vult de Elga warmtepomp zonder enige aanpassing van het afgiftesysteem een basislast van het systeem in. Vrijwel alle leveranciers beklemtonen echter dat voor een optimale werking en daarmee een maximaal rendement van de warmtepomp de aanwezigheid van een lage temperatuursysteem (LTV) een voorwaarde is.

Het afgiftesysteem is dus in het algemeen geen beslissend criterium, maar wel een factor die het rendement van de warmtepomp en het energiegebruik van de totale installatie beïnvloedt. Aanpassing van het afgiftesysteem is momenteel technisch en economisch veel eenvoudiger te realiseren dan tien jaar geleden. Hiervoor bestaat een breed en relatief betaalbaar aanbod. Daarnaast zijn er radiatoren op de markt die van

¹ zo laten berekeningen voor bv. een lucht/waterwarmtepomp bij Nederlandse energieprijzen een terugverdientijd zien van 10 – 15 jaar en bij Duitse energieprijzen van 3 – 6 jaar.

een bestaand hoge temperatuursysteem met fluisterstille ventilatoren en een geavanceerde regeling een lage temperatuursysteem maken.

De bestaande bouw in Nederland is voor een zeer groot deel voorzien van gasgestookte apparatuur voor verwarming en bereiding van warm tapwater. Alle fabrikanten van de concepten, zoals geïnventariseerd, bieden oplossingen die met de bestaande gasgestookte apparaten goed te combineren zijn tot een zogenaamde bi-valente toepassing. Vooral de toepassing waarbij de warmtepomp zoveel mogelijk de gevraagde verwarmingscapaciteit levert in combinatie met het bijstoken door een cv-toestel voor de piek in de warmtevraag en de warmwaterbereiding is in de breedte inmiddels verkrijgbaar. Hiermee wordt optimaal gebruik gemaakt van de sterke kanten van beide installatiedelen. Het gasgestookte cv-toestel vult de piekbelasting bij aanwarmen en de warmtevraag van koudste winterdagen in en levert warm tapwater. Daarnaast vult de warmtepomp de basislast van de verwarmingscapaciteit op een zo efficiënt mogelijke manier in.

De warmtepomp die ventilatielucht als bron gebruikt, is door de beperkingen aan de maximale luchtstroom uit een woning begrensd in zijn capaciteit. Daarom is deze warmtepomp altijd aangewezen op bijvoorbeeld een (HR) cv-toestel voor het bijstoken in de vermogenspiek in de warmtevraag.

Lucht/waterwarmtepompen die zowel ventilatielucht als buitenlucht als bron kunnen gebruiken, kunnen een hoger vermogen bieden. Toch hebben deze pompen eveneens ondersteuning nodig in de piekvraag en eventueel de warmwaterbereiding.

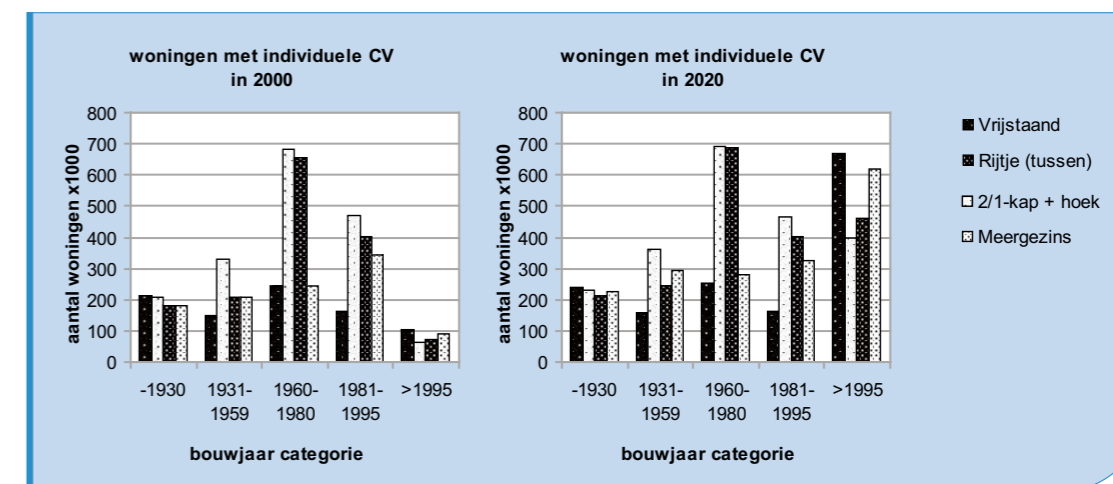
Een aantal aanbieders, waaronder Daikin, Stiebel Eltron en NIBE, bieden volledig elektrisch gevoede oplossingen, die met name in het geval van grondige renovatie uitstekend toepasbaar zijn. De voornaamste reden hiervoor is dat het afgiftesysteem volledig kan worden afgestemd met de technische eigenschappen van de warmtepomp. Deze geïntegreerde oplossingen bieden de volledige verwarmingscapaciteit en voorzien in productie van warm tapwater. Alle drie genoemde merken bieden ook de mogelijkheid van een bi-valente opstelling met een bestaande cv-ketel.

4.3 Type bouw

De bestaande bouw in Nederland is ruwweg op te delen in vijf typen woningen; gestapelde bouw, tussenwoning, 2/1 kap, hoekhuis en vrijstaand. Varianten op deze types zijn niet nader uitgewerkt. Onderstaand vindt men een verdeling op basis van bovengenoemde vijf types naar particulier en collectief eigendom.

Type Bouw	Totale aantal in Nederland	Percentage particulier	Aantallen particulier	Percentage collectief	Aantallen collectief
Vrijstaande woning	960.000	100%	960.000	0%	0
2/1 kapwoning	840.000	95%	798.000	5%	42.000
Hoekwoning	820.000	75%	615.000	25%	205.000
Tussenwoning	1.860.000	50%	930.000	50%	930.000
Gestapelde bouw	2.520.000	20%	504.000	80%	2.016.000
Totalen	7.000.000	54%	3.807.000	46%	3.193.000

Daarnaast is er ook een beeld voorhanden van de ontwikkeling van het aantal woningen met individuele centrale verwarming tussen 2000 en 2020.



De zogenaamde add-on oplossingen zoals die van Techneco en Doorgeest, die bijgeplaatst worden op een bestaande installatie om een rendementsverbetering en daarmee energiebesparing te realiseren, passen vrijwel in ieder type woning, mits er de ruimte is om de condensorunit zonder bouwkundige belemmeringen buitenshuis te plaatsen. In de gestapelde bouw zouden de add-on oplossingen door ruimtegebrek en de bouwkundige situatie in bepaalde gevallen minder snel kunnen worden toegepast.

De ventilatiewarmtepomp van bijvoorbeeld Inventum en Daalderop¹ zijn toepasbaar in nagenoeg ieder type woning, zolang er maar een mechanisch ventilatiesysteem aanwezig is. In Nederland zijn er volgens diverse bronnen meer dan twee miljoen woningen (particulier eigendom en collectief bezit) die voorzien zijn van een dergelijk ventilatiesysteem (geen balansventilatie). De benodigde ruimte en eventueel de bouwkundige situatie zijn voor dit type warmtepompen gemiddeld genomen minder belemmerend. Voor de ventilatie lucht-warmtepomp zullen met name de tussenwoning en de gestapelde bouw de belangrijkste segmenten zijn waarin ze kunnen worden toegepast.

De geïntegreerde totaaloplossingen van de diverse fabrikanten, onder andere Daikin en Daalderop, zijn met name in de grotere woningen van de particuliere markt toepasbaar. In geval van renovatie/verbouwing is daar vaker de budgettaire ruimte voor de aanpassing van het afgiftesysteem. De comfortverbetering inclusief de optie van koeling speelt in dit segment een grotere rol in de keuze van systemen.

De verwachting is gerechtvaardigd dat als men in het geval van een renovatie kan kiezen voor de optie van koeling, men dit veelal zal doen. Opmerkelijk is dat uit de aangeleverde informatie blijkt dat een aantal van de systemen het met name vooral goed doet of goed zal doen in de minder goed geïsoleerde woning. Dit is deels te verklaren door het feit dat de grootste besparingen nu eenmaal daar te realiseren zijn waar momenteel sprake is van een aanzienlijk gasgebruik.

¹ Daalderop kan tevens buitenlucht als bron gebruiken.

4.4 Afgiftesystemen

Warmtepompen kunnen doorgaans zonder uitzondering worden gecombineerd met een bestaand afgiftesysteem dat niet is aangepast. Van de miljoenen installaties in Nederland is er nog een duidelijke minderheid uitgevoerd als lage temperatuurverwarming (LTV). Bij vele systemen die oorspronkelijk niet als lage temperatuurverwarming zijn aangebracht, is bij benadering wel degelijk sprake van een dergelijke situatie. Die is ontstaan door maatregelen aan de woning, zoals dubbele beglazing (HR++), dak, gevel- en vloerisolatie, etc. Doordat het bestaande systeem bij na-isoleren 'overgedimensioneerd' raakt, is toepassing van een warmtepomp in de praktijk veelal goed mogelijk.

Alle fabrikanten geven aan dat de installateur hier een belangrijke rol heeft, onder andere om het bestaande afgiftesysteem en de huidige transmissie door te rekenen. Alle warmtepompen die in deze marktstudie zijn bekeken, zijn in meerdere of mindere mate geschikt voor toepassing met een bestaand, ongewijzigd, afgiftesysteem. Hierbij dient nogmaals te worden opgemerkt dat alleen met een op de warmtepomp afgestemd afgiftesysteem de beste energetische resultaten kunnen worden behaald.

Naar zeggen van de fabrikanten liggen de besparingen van de lucht/waterwarmtepomp in combinatie met een NIET aangepast afgiftesysteem in de orde van grootte van 20-25% t.o.v. een HR 107 cv- toestel. Indien men in staat is het afgiftesysteem af te stemmen op het gebruik van een warmtepomp, of er een lage temperatuurverwarmingssysteem van kan maken, zijn volgens opgave besparingen tot 40% ten opzichte van een HR 107 cv-toestel realiseerbaar. Genoemde besparingen zijn indicatief en onder voorbehoud.

Aanpassingen aan het afgiftesysteem zijn voor de begane grond veelal voor te stellen in de vorm van wand- en vloerverwarming (oppervlaktesystemen). Voor verdiepingvloeren komen eerder vergrote radiatoren of convectorradiatoren in aanmerking.

Per jaar worden er ca. 450.000 cv-toestellen verkocht in Nederland, waarvan er ca. 50.000 – 60.000 worden toegepast in de nieuwbouw. Van de resterende 380.000 – 400.000 cv-toestellen wordt ca. 50% toegepast in de particuliere markt en het restant in de woningen in collectief eigendom. Naast deze HR 107 toestellen worden er ca. 6.000 – 8.000 warmtepompen en een klein aantal stadsverwarmingsinstallaties toegepast.

Als men, in het verlengde van de doelstellingen van de overheid (Warmtepompen in transitie naar een duurzame warmtevoorziening, Koppen 2007), bijvoorbeeld in 2012 zo'n 30% van de genoemde gasgestookte toestellen door een duurzame oplossing vervangen wil zien, komt men op ca. 130.000 stuks. Daarnaast is er een nog grotere uitdaging en tevens marktpotentieel in de toepassing van warmtepompen in een bi-valente opstelling naast een bestaande cv-ketel, die op dat moment niet wordt uitgewisseld. Voor de warmtepomp-toepassingen in de vorm van min of meer geïntegreerde systemen, zoals Daikin, worden er door de fabrikanten totale aantallen in de markt verwacht van enkele honderden in 2009 tot en met ca. 5.000 -10.000 stuks in 2014.

Aan de ventilatieluchtwarmtepomp wordt door Inventum een veel groter potentieel toegeschreven, namelijk enkele duizenden in 2009 tot aan 40.000 stuks in 2014. Hoewel een ventilatieluchtwarmtepomp in zijn thermisch vermogen wordt beperkt door de maximale hoeveelheid lucht die men uit een woning kan halen,

heeft de pomp het voordeel dat de montage als aanvulling op een bestaande verwarmingsinstallatie erg eenvoudig is. Een niet te onderschatten factor voor een succesvolle toepassing.

De aantallen in de markt zijn gebaseerd op de opgaven van de fabrikanten, op basis van hun ervaring en inzichten in de markt. De informatie vanuit de fabrikanten is een duidelijke indicatie dat er nog een enorme inspanning zal moeten worden verricht om maar in de buurt te geraken van de gewenste 115.000 apparaten, ongeacht type en toepassing.

Momenteel kan men niet meer doen dan een serieuze inschatting maken van de marktsituatie. De markt is aan de nodige verandering onderhevig, mede door de toetreding van nieuwe aanbieders van warmtepompen in de markt. Met name van fabrikanten als Mitsubishi Electric, Hitachi, Sanyo en op termijn ook enkele Chinese merken mag een entree in deze markt worden verwacht.

4.5 Verkrijgbaarheid

Als criterium voor deelname aan deze marktstudie is in samenspraak met SenterNovem gesteld dat de fabrikant daadwerkelijk lucht/waterwarmtepompen moet kunnen leveren op het moment van uitvoering van deze marktstudie (zomer/najaar 2008) of dit op afzienbare termijn moet kunnen realiseren. Van de in de inleiding genoemde merken kunnen de meeste nu al voldoen aan dit criterium en eind 2008 kunnen ze dat allemaal. De verkrijgbaarheid van de verschillende uitvoeringen en types warmtepompen verschilt wel van merk tot merk. De meer geïntegreerde oplossingen, waaronder Daikin en Daalderop, zijn reeds volop leverbaar. Van de add-on oplossingen en de ventilatieluchtwarmtepompen komen er najaar 2008 nog enkele op de markt. Medio 2009/2010 zullen naar verwachting nog een aantal nieuwe aanbieders van warmtepompen de markt betreden. Dit geeft de installateur en eindgebruiker de nodige keus om de juiste duurzame oplossing te kiezen. Hoe breder het aanbod, des te sneller zal deze technologie over de volle breedte van de branche toegepast gaan worden. Fysieke levering vindt voor de meeste producten plaats via de technische groothandel. Daarnaast werken een aantal merken met een rechtstreekse marktwerking en/of een duale distributie.

4.6 Ondersteuning door fabrikant/leverancier

Om warmtepompen bij de installateur en de eindgebruiker als een volwaardige opvolger/vervanger/aanvulling op een gaswandtoestel geaccepteerd te krijgen, moet er qua informatievoorziening nog veel gebeuren. De overgang van staande ketels naar condenserende, wandhangende hoogrendementtoestellen heeft van de gevestigde namen onder de aanbieders van cv-toestellen, zoals Nefit, Remeha en Atag, een jarenlange 'informatieslag' gevraagd. Van Warmtepompen in de bestaande bouw 17 aanbieders van warmtepompen zal, individueel en als groep, vanuit een nog op te richten branchevereniging van lucht/waterwarmtepompen ook een dergelijke inspanning worden verlangd. Alle aanbieders in de studie zijn in staat om in het totale traject, van productvoorlichting tot en met after sales, adequate ondersteuning te bieden.

Deze ondersteuning is bij de add-on concepten en de ventilatieluchtwarmtepompen op individueel niveau gezien van een andere orde dan bij de meer complexe grotere systemen. Voor een brede acceptatie in de markt is naast thematische publiciteit door de fabrikanten gezamenlijk een consistente en kwalitatief hoogwaardige ondersteuning essentieel. Dit is een kritische succesfactor voor deze productgroep van formaat.

4.7 Kritische Succes Factoren (KSF)¹

Volgens de fabrikanten kennen warmtepompen de nodige voordelen, zoals een hoge energiekostenbesparing, een verbeterd energielabel en gemiddeld genomen een verbeterd comfort. Tevens maken warmtepompen koeling mogelijk. De concepten zijn bovendien flexibel toepasbaar en inpasbaar en relatief eenvoudig te installeren.

Naast deze voordelen van de warmtepomptechnologie staat echter wel een niet onaanzienlijk aantal kritische succesfactoren.

Belangrijke kritische succesfactoren zijn:

1. Informatievoorziening

Een goede en eenduidige informatievoorziening is een cruciale factor om warmtepompen in de bestaande bouw tot een succes te maken. Adequate informatie in alle fases voorkomt chronische problemen met installaties. De veranderingsbereidheid van de installatiebranche is zeer beperkt. Dit is een algemeen bekend gegeven. Het juist informeren van alle betrokken partijen in de markt is wellicht de meest bepalende factor of deze producten uiteindelijk echt een succes worden of niet.

2. Vertrouwd zijn met de techniek door praktijkervaring

Onbekend maakt onbemind - dat gaat ook in deze context op. Naast een goede informatievoorziening kan het aanzetten tot praktische toepassing van warmtepompen de eventuele scepsis bij installateurs wegnemen. Voorbeeldtoepassingen en voorbeeldprojecten spelen hierin een belangrijke rol.

3. Consistentie in het overheidsbeleid

De financiële omvang in euro's en de impact in de markt van de subsidieregeling voor onder andere warmtepompen vormen wellicht minder een kritische succesfactor dan het zogenaamde prekwalificatie-effect van deze overheidssubsidies. Dit effect vergroot het vertrouwen van de consument (het Postbus 51-effect).

4. Deskundigheid van het installatiebedrijf bij advisering en installatie van het systeem

Dit is uiteraard in het belang van de eindgebruiker. Bovenal is het van groot belang dat vooral in de beginperiode van de introductie van deze technologie positieve ervaringen in de openbaarheid kunnen worden gebracht. Het ontbreken van duidelijke en door de branche geaccepteerde rekenregels en installatierichtlijnen is hierin een belangrijk manco waar aan gewerkt moet worden.

5. Geluid

Vooraf voor warmtepompen met een buitenunit (een nieuw verschijnsel in Nederland) zal het geluidsaspect een belangrijke rol gaan spelen. Voor de omwonenden, maar soms ook voor de gebruiker zelf.

6. STEK

Er is geen duidelijk beeld over de vraag of koudetechnische handelingen waarvoor STEK-erkenning is vereist, een belemmering kunnen zijn voor een succes van warmtepompen in de verwarmingsbranche. Sommige types warmtepompen, waaronder types van Daikin en Techneco, vereisen bij installatie technische handelingen waarvoor in Nederland een STEK-certificaat vereist is. Slechts een klein deel van de installateurs in de verwarmingsbranche beschikt hier momenteel over. Door de langzaam maar gestaag groeiende vraag naar koeling in de particuliere markt verwerven wel steeds meer verwarmingsbedrijven de STEK-erkenning. Producten die deze STEK-erkenning niet vereisen zouden in de verwarmingsbranche in het voordeel kunnen zijn.

¹ Kritieke succesfactoren zijn die factoren die van beslissend belang zijn voor het al dan niet behalen van succes.

7. Montagevriendelijkheid

Hoe meer de fabrikant/leverancier vanaf het moment van ontwerp de montagevriendelijkheid van zijn producten scherp in de gaten heeft gehouden, des te minder zal men geconfronteerd worden met problemen bij installatie en ondersteuning hoeven te bieden in het veld. Ter illustratie, de huidige generaties cv-toestellen zijn voor de installateur niet voor niets op dit moment de absolute standaard voor verwarming. Deze toestellen zijn bijzonder eenvoudig te installeren en zijn door de ingebouwde regelingen relatief ongevoelig voor de karakteristiek van het afgiftesysteem van de totale installatie.

4.8 Praktijkervaringen

Warmtepompen staan nog aan het begin van het ontstaan van een afzetmarkt. Tot nu toe is er nauwelijks tot geen autonome vraag uit de markt. Bij de eindgebruiker in de bestaande bouw is de warmtepomp een vrijwel volledig onbekende productgroep. Gerelateerd aan de huidige situatie in de markt hebben diverse leveranciers echter al bemoedigende resultaten geboekt.

Concreet zijn de volgende resultaten publiekelijk bekend.

Daalderop

Van deze Nederlandse fabrikant van onder andere standaard cv-toestellen zijn enige honderden Binair lucht/waterwarmtepompen geïnstalleerd en in gebruik. De eerste indicaties ten aanzien van energiebesparing ten opzichte van HR 107 cv-toestellen zijn positief.

Daikin

Deze wereldwijd opererende fabrikant in klimaatsystemen heeft van het geïntegreerde Altherma systeem enkele duizenden installaties buiten Nederland opgeleverd. Omdat dit systeem vooralsnog vaak in complete renovatie projecten wordt toegepast, is een besparingsindicatie lastig te bepalen.

Besparingen van een oude situatie naar een nieuwe situatie, waarin het Altherma systeem zowel voor verwarming als warmwaterbereiding zorgt (en optioneel koeling), zullen naar verwachting minimaal zo'n 30% bedragen.¹

Doorgeest/Wadus

Doorgeest, van oorsprong een koeltechnisch installatiebedrijf, heeft het EPC concept met daarin de lucht/waterwarmtepomp zowel voor nieuwbouw als bestaande bouw beschikbaar. Medio september 2008 zijn er ca. 50 installaties opgeleverd, waarvan een minderheid in de bestaande bouw, maar wel met positieve indicaties ten aanzien van energiegebruik. Monitoring op afstand is standaard beschikbaar voor dit concept en blijkt in de praktijk goed te werken.

Inventum

Een van de oudste Nederlandse fabrikanten van apparatuur voor verwarming en warm water zal eind 2008 de ventilatieluchtwarmtepomp commercieel beschikbaar hebben. Concrete besparingscijfers komen eind 2008 beschikbaar in de potentieelstudie over lucht/waterwarmtepompen.

¹ Exclusief energiegebruik voor de koelingfunctie.

Stiebel Eltron

Stiebel Eltron heeft een complete serie warmtepompen voor zowel brine als binnen- en buitenlucht of combinaties van binnen- en buitenlucht. Ze zijn er ook in grote vermogens, waardoor er zowel mono- als bivalent en mono- en bi-energetisch gewerkt kan worden tot 30 kW. Stiebel Eltron heeft een installed base van ventilatie-luchtwarmtepompen van 8000 stuks in Nederland en een installed base van ca. een miljoen luchtwarmtepompen wereldwijd, van 1 tot 100 kW. Stiebel Eltron levert ook een compacte luchtwarmtepomp die 70 graden tapwater kan maken zonder elektrisch element en die zonder STEK-certificaat kan worden aangesloten.

NIBE

NIBE is een van de oudste Europese fabrikanten van warmtepompen. De lucht/waterwarmtepomp wordt in de Scandinavische landen veel toegepast. Ook in Zuid-Europa is het een veelgebruikt product. Medio 2009 zal het assortiment voor de Nederlandse markt worden uitgebreid.

Techneco

Eén van de eerste Nederlandse fabrikanten van warmtepompen voor verwarming en warmwater zal eind 2008 de lucht/waterwarmtepomp commercieel beschikbaar hebben. Concrete besparingscijfers komen eind 2008 in de potentieelstudie over lucht/waterwarmtepompen beschikbaar.

4.9 Monitoring

De Europese Unie houdt zich in het kader van de EPBD ook actief bezig met het classificeren van klimaat-systemen. Voor lucht/waterwarmtepompen is de mogelijkheid tot monitoring (volgen en registreren) van de prestaties van de warmtepomp vereist.

Daalderop

Medio eind 2008 kan men hier de warmtepomp inclusief monitoring op afstand leveren. Momenteel bevindt deze opzet zich nog in het ontwikkel- en teststadium.

Daikin

Het Altherma-systeem biedt de mogelijkheid tot allerlei bedieningsfunctionaliteiten op afstand, inclusief bedrijfsstatus en in- en uitschakeling. Prestaties kunnen met de huidige uitvoering niet worden gemonitord. Wel zijn er uitgebreide data ten aanzien van prestaties van diverse meetopstellingen bij opdrachtgevers voorhanden. Daarnaast zijn er data van genormeerde meetopstellingen binnen Daikin voorhanden.

Doorgeest/Wadus

Het op afstand monitoren (uitlezen en registreren) van prestaties en het besturen van de warmtepomp behoren standaard tot de mogelijkheden van deze productlijn van warmtepompen. Een aantal van de reeds geïnstalleerde warmtepompen is ook voorzien van deze mogelijkheid tot volgen op afstand.

Inventum

Zoals gesteld komt de ventilatieluchtwarmtepomp van Inventum eind 2008 commercieel beschikbaar, inclusief de mogelijkheid tot communicatie op afstand. Hiermee is nog geen praktijkervaring opgedaan.

Stiebel Eltron

Bijna alle Stiebel Eltron warmtepompen zijn geschikt voor het uitlezen van gegevens op afstand via een modem. In 2009 zal Stiebel Eltron met een systeem komen waarbij de belangrijkste settings via internet uitgelezen kunnen worden.

NIBE

Momenteel bieden de NIBE producten geen mogelijkheid tot beheer en/of monitoring op afstand. Daar komt medio 2009 verandering in.

4.10 Randvoorwaarden

4.10.1 Eisen aan installatiebedrijven

Voor een vlotte introductie van warmtepompen in de installatiebranche is het van belang dat men relatief gezien niet al te veel zeer specifieke kennis betreffende het installeren van warmtepompen hoeft te verwerven. Meer dan het normale niveau van vakkundigheid in installatietechniek moet hier niet vereist worden.

Zoals al eerder vermeld is, zal het installatiebedrijf wel vakkundig rekenwerk moeten doen ten aanzien van de transmissiewaarde van de schil van een woning en het (bestaande) afgiftesysteem, zodat de juiste oplossing voor de betreffende woning kan worden geselecteerd. Ervaring met ontwerp en aanleg van LTV-systemen wordt hierbij door de fabrikanten wel als een voorwaarde gezien. Medio 2008 mag evenwel van een zich zelf respecterend installatiebedrijf worden verwacht dat men de basiskennis van LTV-systemen in huis heeft. Daarnaast bieden alle fabrikanten de mogelijkheid tot ondersteuning in alle fasen van het traject, van ontwerp tot en met onderhoud en reparatie.

Het onderhoud aan een lucht/waterwarmtepomp bevindt zich qua moeilijkheidsgraad op het niveau van een moderne cv-ketel. Ingeval de pomp niet werkt zoals het bedoeld is, dient men veel te meten en te analyseren en minder te sleutelen.

4.10.2 Complexiteit van de montage

Tegenwoordig is een HR 107 cv-toestel eenvoudig te installeren en zijn de producten redelijk 'fool-proof' in de montage. Voor een succesvolle verbreiding van de warmtepompen via dezelfde bedrijven die nu veelal uitsluitend HR 107 cv-toestellen plaatsen, is simpele montage een vereiste. Daarom moet het aanleveren van vele losse componenten die ter plaatse tot een werkende combinatie moeten worden samengebouwd zoveel mogelijk worden vermeden. Het op de werkvloer aanleveren van losse componenten in plaats van in montage-kits samengebrachte installatiedelen is een garantie voor technische problemen, met de nodige klachten van de installateur en eindgebruiker tot gevolg. De systemen van bijvoorbeeld Daikin en Techneco vereisen dat de installateur een STEK-erkenning heeft, of de STEK-handelingen door een gespecialiseerd bedrijf laat uitvoeren. Deze handelingen betreffen de aanleg en installatie van koudetechnisch leidingwerk tussen binnen- en buitendeel van de warmtepomp. Door de wijze waarop de technische uitvoering van de warmtepompen is ontworpen vereisen de producten van Doorgeest, Daalderop, Inventum, Stiebel Eltron en NIBE geen STEK-erkenning voor de installatiewerkzaamheden.

Sommige systemen zijn voorzien van een slim ontworpen regeling die na installatie bij het opstarten waarschuwt voor eventueel onnodig energiegebruik. Indien gevraagd bieden de leveranciers hiervan - vanuit het perspectief van training on the job - de ondersteuning om een en ander na installatie in te regelen.

4.10.3 Installatie- en bedieningsgemak

De installatiebranche kent de nodige voorbeelden van technisch gezien fantastische producten, met name regelapparatuur. De technische mogelijkheden staan nogal eens haaks op het gebruik- en bedieningsgemak voor de installateur, maar vooral voor dat van de eindgebruiker. Voor de meeste basislastsystemen zoals van Techneco en Inventum geldt dat de gebruiker weinig merkt van het functioneren van de warmtepomp. Voorwaarde is dat de installatie goed is ingeregeld, waardoor de warmtepomp zoveel mogelijk binnen zijn optimale werkgebied draaiuren kan maken om daarmee de gewenste besparing te realiseren. Inventum en Doorgeest maken gebruik van een simpele driestandenschakelaar. Voor de meer geïntegreerde systemen met meer functionaliteiten geldt de regel dat hoe meer mogelijkheden het systeem heeft, hoe ingewikkelder de regeling is voor de installateur en eindgebruiker. De moeilijkheidsvraag van de regeling van deze systemen is over het algemeen niet hoger dan het niveau van de menustructuur van een mobiele telefoon (NIBE, Daikin, Stiebel Eltron).

4.10.4 Verwachte technische levensduur

Volgens opgave van de fabrikanten geldt voor alle onderzochte warmtepompen dat deze zonder uitzondering zijn ontworpen voor een minimale gebruikperiode van vijftien jaar.

4.10.5 Documentatie

Installatie- en onderhoudsvoorschriften

Conform de CE voorwaarden zijn van alle apparaten Nederlandstalige installatie- en onderhoudsvoorschriften beschikbaar.

Ter informatie:

Alle warmtepompen worden geleverd door bedrijven die een eigen serviceafdeling hebben, voor after sales service en trouble shooting bij technische problemen.

Commerciële documentatie

Van alle beschikbare, leverbare producten zijn brochures beschikbaar, of zijn dat zeer binnenkort.

5 Technische paragraaf

5.1 Algemeen

Elektrische warmtepompen hebben in de nieuwbouw een positie verworven. Het meest voorkomende systeem is de bodem/waterwarmtepomp, waarbij de in de winter benodigde warmte via een gesloten bodemwarmtewisselaar wordt onttrokken aan de bodem. De regeneratie van de bodem is nodig om een steeds verder dalende bodemtemperatuur te voorkomen. Dit wordt meestal gerealiseerd door topkoeling in de zomer. Daarbij wordt de woning van koelte voorzien via dezelfde bodemwarmtewisselaar, zonder tussenkomst van de warmtepompcompressor.

Nu de warmtepomp in de nieuwbouw stap voor stap gemeengoed aan het worden is, rijst uiteraard de vraag hoe duurzaamheid in de bestaande bouw gerealiseerd kan worden. Dit segment is veel groter in omvang. Er zijn ca. 7,0 miljoen bestaande woningen (tegenover ca. 75.000 nieuwe woningen per jaar). Het concept van de hierboven genoemde bodem/waterwaterpomp blijkt tot nu toe niet geschikt te zijn voor de bestaande bouw. Met name het aanbrengen van de bodemwarmtewisselaar is problematisch en daardoor duur.

Bij het zoeken naar alternatieven kwamen de leveranciers met de lucht/waterwarmtepomp. Dit was één van de eerste waaraan in de jaren '70 van de vorige eeuw werd gedacht, toen de warmtepomp na de eerste energiecrisis in beeld kwam. In die tijd werd er dermate zwaar getild aan het feit dat de brontemperatuur niet met de warmtevraag in de pas liep en aan het berijpingsprobleem, dat naar alternatieven werd gezocht. Daaruit ontstond uiteindelijk het bovenstaande bodem/waterconcept.

Deze studie kijkt met de ogen van 2008 naar de lucht/waterwarmtepomp zoals die anno 2008 wordt aangeboden op de markt. Bovenstaande overwegingen zijn nog steeds valide, maar de markt is veranderd, waarbij in dit kader de nadruk ligt op bestaande bouw. Daarnaast is de techniek beter geworden en is de context van de systemen veranderd, bijvoorbeeld door de gangbaar geworden warmteterugwinning uit ventilatielucht en door de sterk gestegen energieprijzen.

Opmerkingen over de gehanteerde terminologie

Wanneer warmtepompen omkeerbaar zijn uitgevoerd, zodat zij ook kunnen koelen, verwisselen de verdampers en de condensoren van functie. Om dan de component eenduidig zonder veel omhaal van woorden te kunnen aanduiden volgen wij in dit rapport de volgende aanpak:

- Wanneer de component slechts één functie heeft wordt hij zo genoemd. Bijvoorbeeld: *De verdampers en condensoren bevinden zich in één kast.*
- Wanneer de component van functie kan wisselen noemen we beide functies, gescheiden door een "/", waarbij de functie in verwarmingsbedrijf het eerst wordt genoemd. Voorbeeld: *In de buitenunit bevinden zich de verdampers/condensoren en de compressor.*

In dit hoofdstuk worden de technische aspecten beschreven van een aantal lucht/waterwarmtepompen dat thans (zomer 2008) beschikbaar is op de Nederlandse markt. In tabel T.1 staat in alfabetische volgorde weergegeven van welke fabrikanten en leveranciers producten zijn betrokken bij het onderzoek.

Tabel T.1. Onderzochte warmtepompen en hun leveranciers

Leverancier/Producent	Contactpersonen
Daalderop	Pim Korevaar
CombinAir 2,5/24/33	
Daikin	Ruud Verbraak
Altherma	
Doorgeest	Youri Metekohi
DOOR081EH5/8	
Inventum	Fredo van Noordenburg
Ecolution Combi 50	
NIBE	Martin van den Berg
Fighter 2005	
Stiebel Eltron	Jaap Aukema / Max van der Meer
WPL 5 N	
WPL 10	
WPL 13 Cool	
WPL 18 Cool	
WPL 23 Cool	
LWA 203G	
Techneco	Pieter van Alphen
Elga	

Er is gepoogd om de informatie zoveel mogelijk op vergelijkbare wijze te presenteren. Dat is uiteraard slechts mogelijk voor zover de beantwoording van de vragen door de leveranciers en de bijgeleverde documentatie onderling vergelijkbare informatie bevatten.

5.2 Warmtebron en functionaliteit

Deze studie is gericht op lucht/waterwarmtepompen. Traditioneel wordt hiermee bedoeld dat de warmtepompen de buitenlucht als warmtebron gebruiken. Deze buitenlucht als bron heeft zowel voordelen als nadelen.

Voordelen:

- De buitenlucht is overal beschikbaar; lucht/waterwarmtepompen zijn relatief goedkoop
- Er is een besparing ten opzichte van een HR-ketel

Nadelen

- De temperatuur van de buitenlucht is laag, juist als de warmtevraag groot is
- Vanaf temperaturen rond het vriespunt en lager treedt er berijping op van de verdamper

Eén van de oplossingen om de nadelen te beperken is het bijmengen van ventilatielucht uit de woning.

Men kan de zaak ook omdraaien: er wordt ventilatielucht gebruikt, en indien nodig wordt op basis van de gevraagde capaciteit buitenlucht bijgemengd.

Een andere benadering is om de warmtepomp uit te schakelen zodra de condities tot een berijpende verdamper leiden. Er is dan wel een hulpstook nodig.

In de nieuwbouw is gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning een state of the art methode om het aandeel van de ventilatieverliezen in de warmtevraag van de woning grotendeels te elimineren. Die benadering is principieel sterk omdat vraagvermindering altijd vooraf dient te gaan aan rendementsverhoging van de opwekker (cf. Trias Energetica)¹. In de bestaande bouw is het achteraf aanbrengen van gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning meestal niet aantrekkelijk. Benutting van de warmte uit de ventilatielucht met een warmtepomp is dan een goede alternatieve optie. Men moet natuurlijk bedenken dat de hoeveelheid warmte in de ventilatielucht te klein is om de totale warmtevraag van de woning te dekken. Immers, zelfs indien men de ventilatielucht zou afkoelen tot de temperatuur van de buitenlucht, dan nog heeft men slechts het ventilatieverlies van de woning eruit teruggewonnen (en is het temperatuurvoordeel van deze luchtstroom ten opzichte van de buitenlucht verdwenen). Bij de onderzochte systemen treffen we dan ook vaak het gemengde gebruik aan van buitenlucht en ventilatielucht.

Qua functionaliteit treffen we, zoals te verwachten is, de volgende functies aan:

- Verwarmen
- Warm tapwaterbereiding
- Koelen

¹ We gaan ervan uit dat de recente ophef over slecht functionerende WTW-systemen niet principieel van aard en tijdelijk is: de problemen zijn, zoals het zich laat aanzien, vooral het gevolg van niet adequate installatie van op zich genomen volwassen technologie.

In onderstaande tabel T.2 is een en ander voor de onderzochte warmtepompen samengevat.

Tabel T.2. Warmtebron en functionaliteit

Leverancier/Producent	Contactpersonen
Daalderop	Pim Korevaar
CombinAir 2,5/24/33	
Daikin	Ruud Verbraak
Altherma	
Doorgeest	Youri Metekohi
DOOR081EH5/8	
Inventum	Fredo van Noordenburg
Ecolution Combi 50	
NIBE	Martin van den Berg
Fighter 2005	
Stiebel Eltron	Jaap Aukema / Max van der Meer
WPL 5 N	
WPL 10	
WPL 13 Cool	
WPL 18 Cool	
WPL 23 Cool	
LWA 203G	
Techneco	Pieter van Alphen
Elga	

5.3 Inpassing in bestaande systeem

Op dit vlak vertonen de onderzochte systemen behoorlijk grote verschillen. Sommige zijn echt ontwikkeld om gemakkelijk in een bestaande situatie naast een bestaande HR-ketel geplaatst te worden, andere zijn complete warmtepompsystemen die ook in de bestaande bouw zijn toe te passen.

In onderstaande tabel T.3 is een en ander samengevat en met toelichting gegeven.

Tabel T.3. Inpassing in bestaande systeem

Leverancier/Producent	Warmtebron		Functionaliteit		
	Buiten-lucht	Ventilatie-lucht	Ruimte-verwarming	Warm tapwater	Koelen
Daalderop					
CombinAir 2,5/24/33	JA	JA ¹⁾	JA	JA ³⁾	NEE
Daikin					
Altherma	JA	NEE ²⁾	JA	JA	JA
Doorgeest					
DOOR081EH5/8	JA	NEE ²⁾	JA	NEE ⁵⁾	JA
Inventum					
Ecolution Combi 50	NEE ⁴⁾	JA	JA	JA	NEE
NIBE					
Fighter 2005	JA	NEE	JA	JA	NEE
Stiebel Eltron					
WPL 5 N	JA	NEE	JA	JA	NEE
WPL 10	JA	NEE	JA	JA	NEE
WPL 13 Cool	JA	NEE	JA	JA	JA
WPL 18 Cool	JA	NEE	JA	JA	JA
WPL 23 Cool	JA	NEE	JA	JA	JA
LWA 203 G	NEE	JA	JA	JA	NEE
Techneco					
Elga	JA	NEE ²⁾	JA	NEE	JA

Noten:

- In de ontvangen documentatie wordt bijmengen van ventilatielucht voorgeschreven, maar niet in zijn gevolgen aangegeven
- Werkt met buitenunit
- Op ingebouwde HR combi hulpstookketel
- Het is een uitbreiding van de Ecolution WP-boiler met ventilatielucht als warmtebron
- Tapwater wordt verondersteld geleverd te worden door 2e warmteopwekker (hulpstookketel) die niet in de levering is inbegrepen

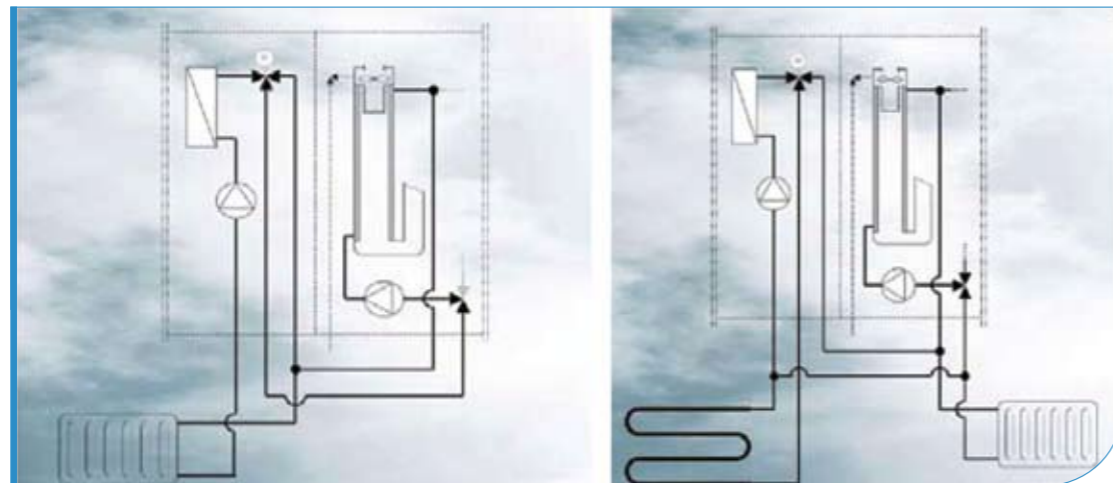
Algemene kanttekeningen:

1. Bij sommige merken wordt geëist dat de aanvoertemperatuur van het warmteafgiftesysteem een bepaalde maximum waarde niet overschrijdt. Indien daaraan niet voldaan wordt, kan men de aanvoertemperatuur verlagen door (extra) isolatie van de woning (vloer-, wand- en dakisolatie en dubbelglas) of door het plaatsen van extra verwarmd oppervlak (VO) in de vorm van extra of grotere radiatoren.
2. Warmtepompleveranciers geven uiteenlopende aanbevelingen. Een voorbeeld: Stiebel Eltron beveelt een buffer aan tussen warmtepomp en afgiftesysteem, om een minimum debiet door de warmtepomp te garanderen en een rustiger bedrijf van de warmtepomp bij lage belastingen te bereiken. [St1, p. 30]. Andere merken (bijvoorbeeld Inventum) claimen juist dat een buffervat vrijwel nooit nodig is. De verschillende merken verschillen dus in de benadering van hun concepten. Dit rapport is niet de plaats om daar heel gedetailleerd op in te gaan. In het hiernavolgende worden de systemen in detail besproken.

5.3.1 Daalderop - CombinAir

5.3.1.1 Hydraulische inpassing

De CombinAir van Daalderop bestaat uit een systeem waarin een elektrische warmtepomp en een HR-ketel zijn geïntegreerd. Er kan worden gekozen voor een 1-zone-systeem en een 2-zone-systeem. In beide figuren hieronder is links de warmtepomp (alleen condensor en circulatiepomp) en rechts de HR-ketel aangegeven. Tapwater wordt bereid met de HR-ketel via een niet in de tekening aangegeven platenwarmtewisselaar.



Figuur DId1. "1-zone"-systeem

Figuur DId2. "2-zone"-systeem

Bij het 1-zone-systeem (figuur DId1) is er één aanvoertemperatuur voor de gehele woning van maximaal 50 °C. Het warmtepompdeel levert zo'n 3 kW thermisch vermogen en het HR-deel zal, indien nodig, bijmengen (extreme koude dagen).

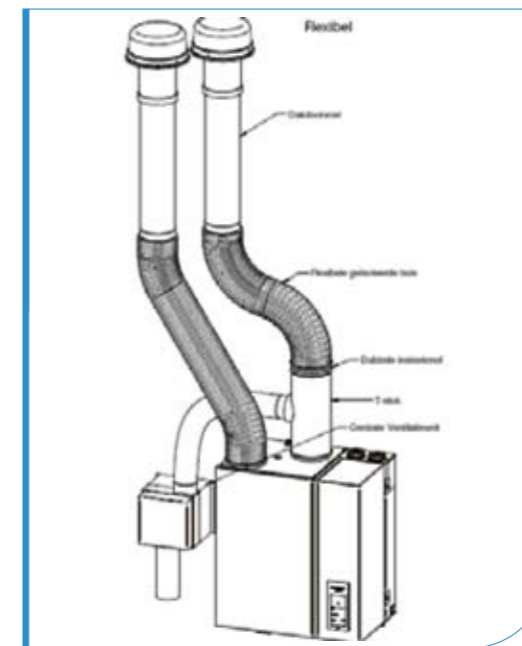
Bij het 2-zone-systeem (figuur DId2) zijn er 2 verschillende aanvoertemperaturen. De begane grond kan bijvoorbeeld uitgerust worden met een lage temperatuursysteem (vloerverwarming). Deze zal hoofdzakelijk door de warmtepomp gevoed worden. Indien nodig zal het HR-deel bijmengen. De verdieping (en eventueel de zolder) kan uitgerust worden met een hoge temperatuursysteem (radiatoren) en gevoed worden door het HR-deel.

Omdat systemen in de bestaande bouw met één aanvoertemperatuur werken, is in het kader van deze studie alleen het 1-zone-systeem relevant.

5.3.1.2 Eisen aan bestaande systeem

Het afgiftesysteem moet berekend zijn op een maximale aanvoertemperatuur van 50 °C. Er dient een MV(Mechanische Ventilatie)-systeem aanwezig te zijn, zodat de ventilatielucht kan worden bijgemengd bij de buitenlucht als warmtebron [DId1]. Zie figuur DId3.

In Figuur DId3 is het geïntegreerde apparaat te zien. Links de elektrische warmtepomp met de luchtzijdige aansluitingen, rechts de HR-ketel, waarvan de luchtinlaat en rookgasuitlaat wel zijn te zien, maar niet zijn aangesloten op buizen. Kennelijk wordt het niet zinvol geacht om ook de rookgassen van de HR-ketel bij te mengen in de luchtaanvoer naar de verdamper.



Figuur DId3. Luchtzijdige aansluitingen CombinAir

5.3.1.3 Opstellingswijze, afmetingen, ruimtebeslag, eventueel benodigde extra voorzieningen

De CombinAir is een gesloten toestel, bedoeld voor binnenopstelling [Dld1]. Het is een wandtoestel.

De afmetingen van het toestel zijn 821*552*956 (b*d*h) in mm. In de installatiehandleiding wordt als extra ruimte rondom het toestel gevraagd:

Boven:	250 mm
Onder:	250 mm
Links:	100 mm
Rechts:	600 mm
Voor:	1000 mm

5.3.1.4 Regeling

Het toestel heeft een weersafhankelijke regeling [Dld1]. Omdat het een geïntegreerd systeem is, is de egeltechnische communicatie met andere opwekkers in het systeem niet aan de orde.

5.3.2 Daikin - Altherma

5.3.2.1 Hydraulische inpassing

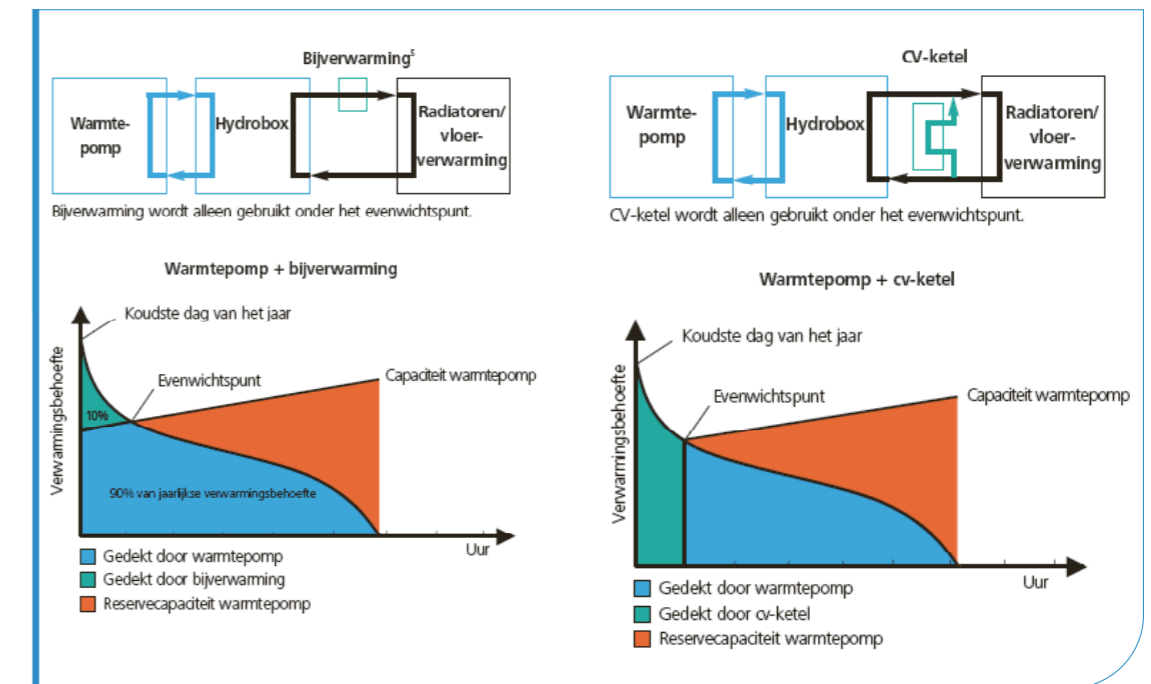
De Altherma warmtepomp bestaat uit een buitendeel (verdampers/condensator en compressor) voor de warmteuitwisseling met de buitenlucht en een binneneenheid, hydrobox genaamd, voor de warmteoverdracht naar en van de woning (verwarmen, koelen en warmtapwaterbereiding) en voor de regeling daarvan. Voor de hogere tapklassen staat er binnen tevens een boilervat.

De verschillende capaciteiten worden verkregen door bovengenoemde componenten elk uit een reeks van capaciteiten te selecteren.

Tussen de buitenunit en de in pandig te plaatsen hydrobox worden twee dunne koeltechnische leidingen aangelegd, waarvoor slechts een kleine sparing in de te passerende constructiedelen nodig is. Dit maakt plaatsing in de bestaande bouw eenvoudig. De afstand tussen deze twee units mag voor de kleinste types 30 meter bedragen met een maximaal hoogteverschil van 20 meter. Bij de grote types mag dit zelfs een afstand van 75 meter zijn met een hoogteverschil van maximaal 30 meter.

Altherma is optioneel uit te breiden met een Solarkit, waarmee iedere watervoerende zonnecollector aangesloten kan worden op het tapwatersysteem. Bestaande zonnecollectoren kunnen bij ketelvervanging door Altherma gehandhaafd blijven.

De hulpstook is in beginsel elektrisch, maar het is ook mogelijk een (bestaande) cv-ketel daarvoor in te zetten. Zie onderstaande figuren. Uiteraard is er ook een uitvoering zonder hulpstook (monovalent systeem) mogelijk.



Figuur Dai1. Altherma met elektrische Hulpstook

Figuur Dai2. Altherma met bestaande cv-ketel als hulpstook

5.3.2.2 Eisen aan bestaande systeem

De Altherma is, zoals bij een warmtepomp gebruikelijk is, het meest energiezuinig als er een lage watertemperatuur aangeleverd kan worden voor verwarming (LTV). Hiertoe moet het afgiftesysteem geschikt zijn of geschikt gemaakt worden.

Altherma werkt met (relatief) kleine temperatuurverschillen tussen aanvoer- en retourwater. Dit houdt in dat voor de gewenste capaciteit een groter debiet nodig is dan bij standaard cv-installaties gebruikelijk is.

Hiertoe moet het leidingnet geschikt zijn of geschikt gemaakt worden.

Met Altherma kan ook gekoeld worden (optioneel). Hiertoe moet het afgiftesysteem geschikt zijn of geschikt gemaakt worden. De uittrede watertemperatuur kan begrensd worden boven de condensatietemperatuur, indien tijdens koeling geen condensvorming in of op het afgiftesysteem mag optreden (HTK).

De warmtepomp is een stroomgebruikend apparaat, meer dan met een cv-ketel gebruikt wordt.

Hiertoe moet de woninginstallatie geschikt zijn of geschikt gemaakt worden.

5.3.2.3 Opstellingswijze, afmetingen, ruimtebeslag, eventueel benodigde extra voorzieningen

Het ruimtebeslag in de woning voor de hydrobox (sturing van verwarmen, koelen en warmtapwaterbereiding) is vergelijkbaar met die van een cv-ketel.

Voor de hoge tapklasse moet extra ruimte worden gehouden voor opstelling van het boilervat.

Voor opstelling van de buitenunit zal een geschikte plaats moeten worden gevonden, waarbij in Nederland erg veel nadruk gelegd wordt op een esthetische oplossing. Deze buitenunit kan vrij opgesteld worden in de tuin, op een plat dak (eventueel dakkapel) of op een beugel aan de gevel. Door het zeer lage geluidsniveau hoeven hiervoor bij Altherma geen extra maatregelen tegen geluidsoverlast getroffen te worden.

5.3.2.4 Regeling

De Altherma wordt ingeschakeld voor warmtapwaterbereiding vanuit de eigen regeling en opnemers. Hiervoor is geen extra voorziening of aanpassing nodig.

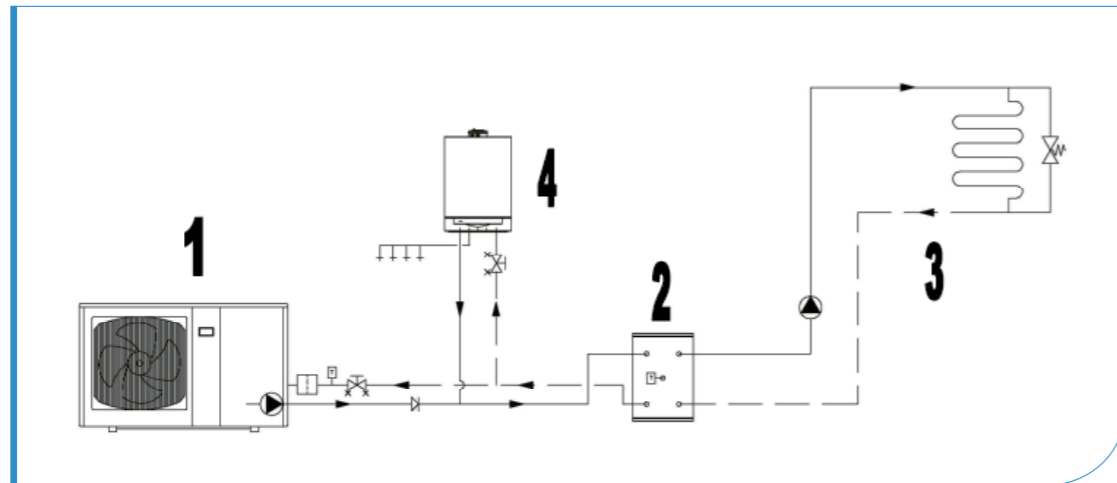
Voor verwarmen en koelen is een inschakelcommando (maak-verbreekcontact) vanuit bijvoorbeeld een thermostaat nodig. De schakelcontacten dienen geschikt te zijn voor 230V.

Hiermee moet de bestaande regeling geschikt zijn of geschikt gemaakt worden.

5.3.3 Doorgeest – Door081EH5 en 8

5.3.3.1 Hydraulische inpassing

In onderstaande figuur is de werking en de schakeling van het systeem aangegeven.



Figuur Drg1. Werking van het systeem [Drg1]

Alle warmte/koude wordt via het buffervat (2) aan het afgiftesysteem (3) geleverd. Indien warm tapwater nodig is, moet de (niet bijgeleverde) hulpstook (4) daarvoor geschikt zijn.

5.3.3.2 Eisen aan bestaande systeem

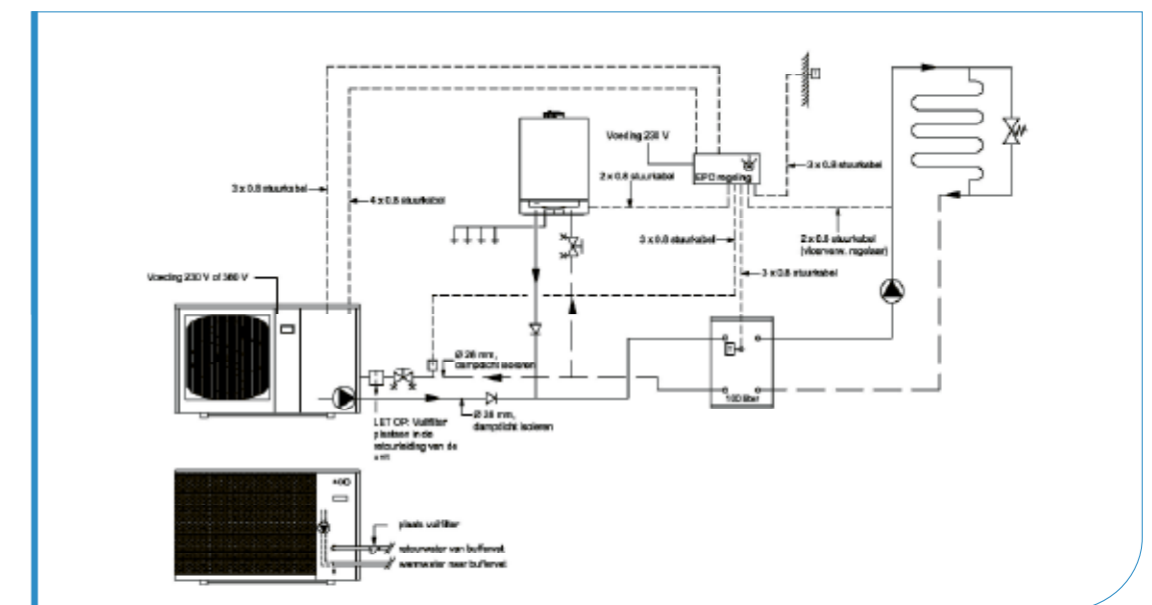
Als enige eis aan het bestaande systeem wordt gesteld dat het een LTV-systeem moet zijn.

5.3.3.3 Opstellingswijze, afmetingen, ruimtebeslag, eventueel benodigde extra voorzieningen

De warmtepomp (component 1 in figuur Drg1) staat buiten, de rest van de installatie staat binnen.

De buitenunit heeft afmetingen van bdh = 1190x340x735 mm³.

5.3.3.4 Regeling



Figuur Drg2. Systeem met structuur van de regeling [Drg2, p.24]

De regeling is in het systeem geïntegreerd (Figuur Drg2). Te zien is dat de hulpstook ook vanuit deze regeling wordt aangestuurd.

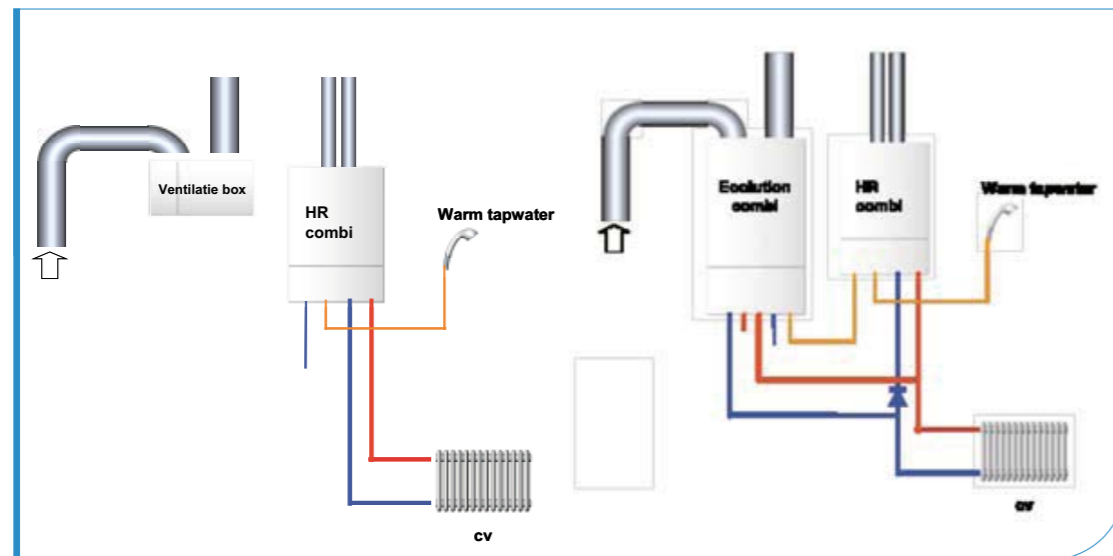
5.3.4 Inventum – Ecolution Combi 50

5.3.4.1 Hydraulische inpassing

De Ecolution is een systeem dat warmte terugwint uit de afgevoerde ventilatielucht van de woning. De warmtepomp maakt deze warmte weer geschikt voor gebruik waar dat nodig is; in het cv- verwarmings-systeem, voor het warme sanitairwater of beiden. De Ecolution kan zowel in bestaande bouw als in nieuwbouw geplaatst worden en is zo ontwikkeld dat deze eenvoudig door de installateur kan worden aangelegd. Er is geen specifieke kennis van warmtepompen vereist.

De capaciteit bedraagt 1,2 kW voor verwarming en 1,0-1,4 kW voor tapwater.

In figuur In1 is aangegeven hoe de Ecolution in de bestaande situatie (a) wordt ingepast (b). De Ecolution levert dus een basislast voor zowel de ruimteverwarming als voor de warm tapwatervoorziening.



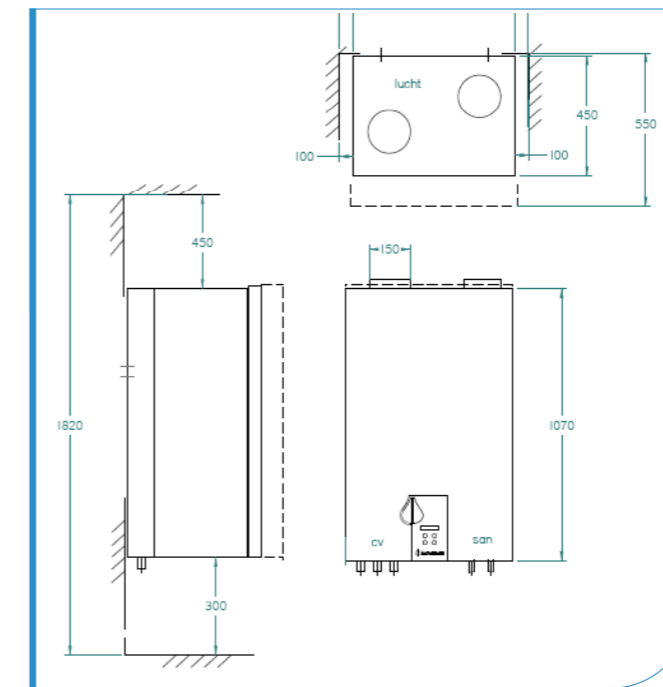
Figuur In1. Bestaand systeem (a) systeem met toegevoegde Ecolution Combi (b)

5.3.4.2 Eisen aan bestaande systeem

De woning dient voorzien te zijn van een ventilatiesysteem C (natuurlijke toevoer, mechanische afvoer van ventilatielucht), en een cv-systeem met een waterafgiftesysteem (radiatoren en/of vloerverwarming).

5.3.4.3 Opstellingswijze, afmetingen, ruimtebeslag, eventueel benodigde extra voorzieningen

Het toestel wordt naast de bestaande (HR) cv-ketel, hangend aan de muur, geplaatst, zie ook figuur In1. De afmetingen zijn bxdxh = 595 x 450 x 1070 mm³. In figuur In2 is dit aangegeven, alsmede de benodigde ruimte voor montage en onderhoud rondom.



Figuur In2. Afmetingen Ecolution Combi en benodigde ruimte rondom.

5.3.4.4 Regeling

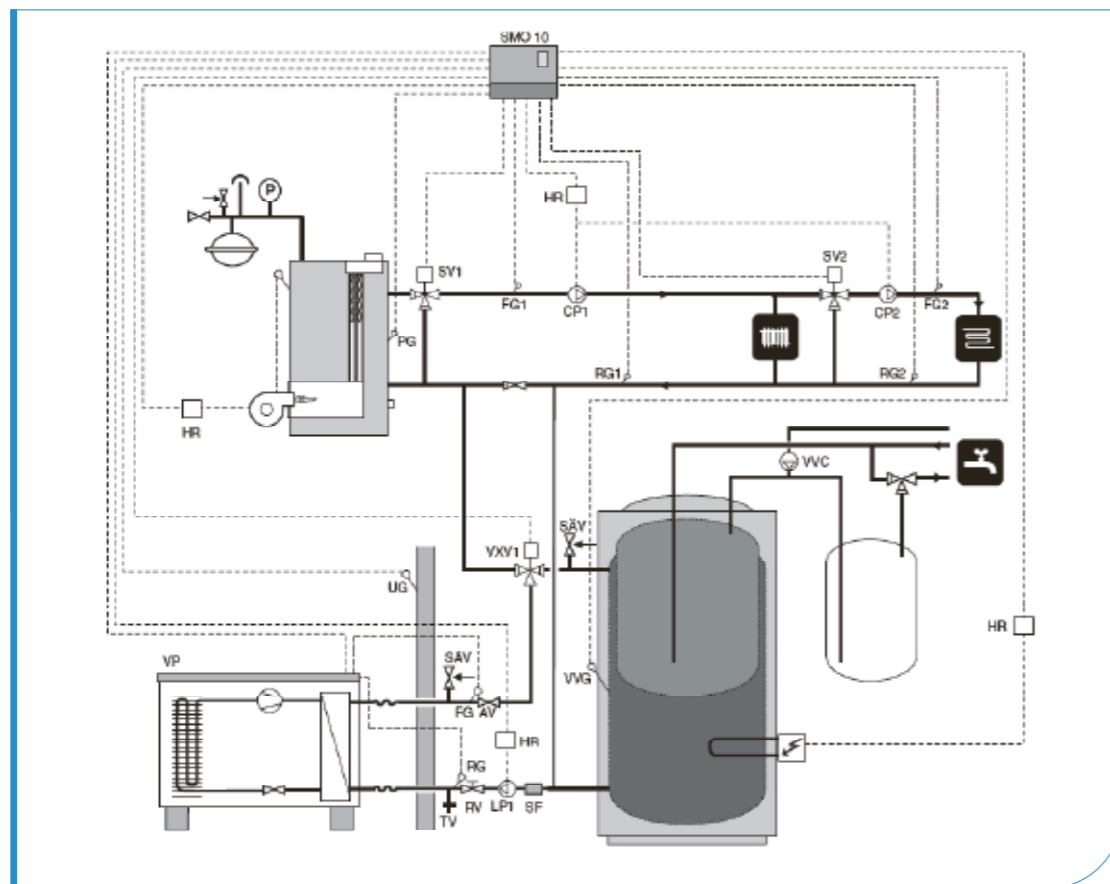
De Ecolution werkt standaard volledig autonoom (vergelijkbaar met een HR-WTW-unit). De gebruiker kan de ventilatie met de bekende driestandenschakelaar regelen (dit is ook vergelijkbaar met een HR-WTW-unit of ventilatieafzuigbox).

5.3.5 NIBE - Fighter 2005

5.3.5.1 Hydraulische inpassing

De Fighter 2005 van NIBE is een lucht/waterwarmtepomp die in zijn geheel buiten wordt opgesteld. Hij is ontwikkeld voor noordelijke klimaten en het systeem kan dan ook een hulpstookinrichting aansturen. Over een koelfunctie wordt gezwegen. In onderstaande figuur Ni1 is een geïntegreerd systeem weergegeven. De Fighter 2005 is links onderin de figuur weergegeven.

FIGHTER 2005 docked to the oil-fired/pellet boiler together with SMO 10 and water heater (floating condensing)



Figuur Ni1. Fighter 2005 in totaal systeem voor verwarming en warm tapwater.

5.3.5.2 Eisen aan bestaande systeem

Er zijn geen bijzondere eisen gespecificeerd. Natuurlijk is een LTV-systeem aan te bevelen.

5.3.5.3 Opstellingswijze, afmetingen, ruimtebeslag, eventueel benodigde extra voorzieningen

De warmtepomp staat buiten met afmetingen bxdxh = 1200 x 500 x 1045 mm³, en is met een aanvoer en retourleiding hydraulisch aan het systeem gekoppeld.

5.3.5.4 Regeling

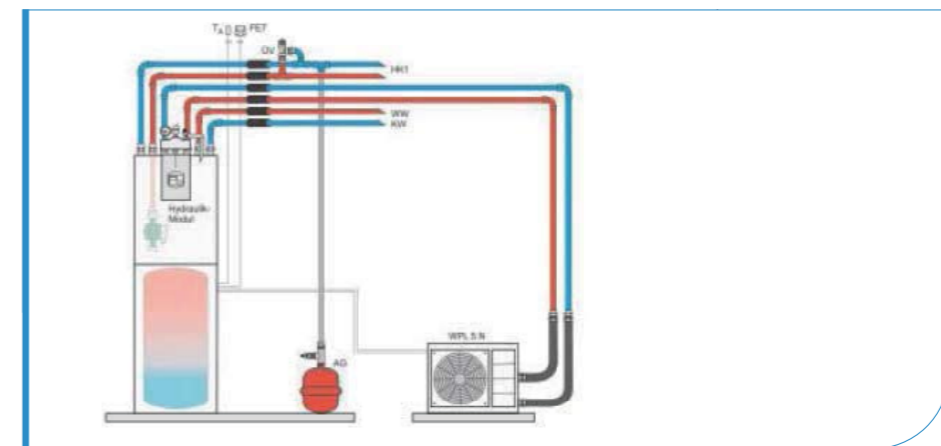
In [Ni1] wordt geclaimd dat de Fighter 2005 gecombineerd met de regeleenheid SMO10 voldoende is om een bestaand systeem voor warmwater en ruimteverwarming te converteren naar een economisch comfortstelsysteem.

5.3.6 Stiebel Eltron – WPL-serie

5.3.6.1 Hydraulische inpassing

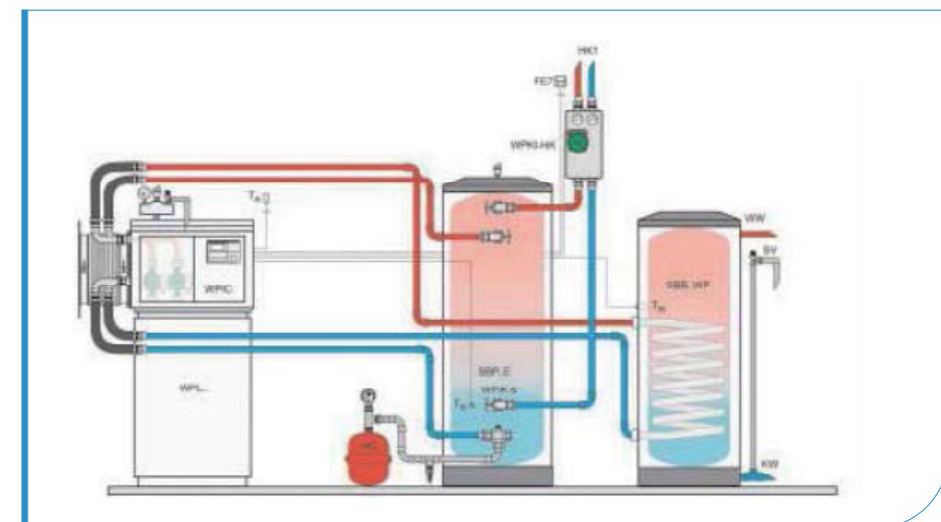
In het algemeen kunnen de lucht/waterwarmtepompen van Stiebel Eltron in de retourleiding van het bestaande verwarmingssysteem worden aangesloten [St1, p.51]. Er wordt altijd een buffer aanbevolen [St1, p.32]. Deze is bij lucht/waterwarmtepompen ook nodig om de warmte voor het ontdooien van de verdamper te leveren. Bij de WPL-serie vindt tapwaterbereiding altijd plaats via een boiler die indirect, via het verwarmingswater, wordt verwarmd. De LWA 203 G is een wp-boiler die ook warmte levert voor ruimteverwarming.

WPL 5N mit Hydraulik-Modul



Figuur St1. Hydraulische inpassing WPL 5 N

WPL/WPIC mit Pufferspeicher SBP 700 und Warmwasser-Erwärmung



Figuur St2. Hydraulische inpassing WPL 13/18/23 bij binnenopstelling

5.3.6.2 Eisen aan bestaande systeem

De enige eis die aan het bestaande systeem wordt gesteld is een aanvoertemperatuur van maximaal 60°C. Voor de WPL 5N, die CO2 als koudemiddel gebruikt, geldt 70° C . De systemen gebruiken 3-fasen elektriciteit. Er is een doorvoer naar buiten nodig, hetzij hydraulisch (bij buitenopstelling), hetzij voor luchtaansluitingen (bij binnenopstelling).

5.3.6.3 Opstellingswijze, afmetingen, ruimtebeslag, eventueel benodigde extra voorzieningen

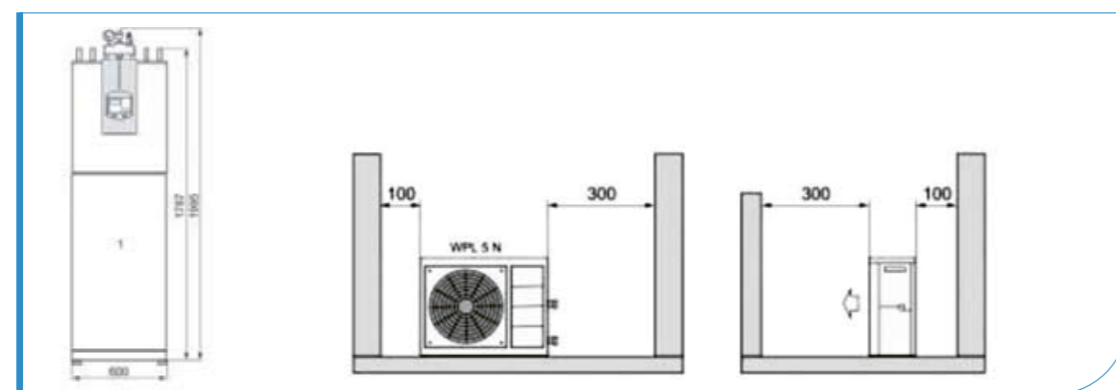
Eerst noemen wij enkele van de algemene vereisten voor de Stiebel Eltron systemen:

1. De heersende windrichting mag niet op de ventilator van het (eventuele) buitendeel gericht zijn.
2. De binnenruimte dient vorstvrij te zijn.
3. Het buitendeel mag niet door sneeuw bedekt worden.

Onderstaande tabellen en figuren geven informatie voor de verschillende de warmtepompen van Stiebel Eltron en spreken voor zich.

Type	Opstelling	Wanddoorvoer
WPL 5N	Wp buiten, "Hydraulikmodul" en buffer binnen	Hydraulisch/elektrisch
WPL 10	Naar keuze binnen of buiten	Luchtslangen of hydraulisch/elektrisch
WPL 13/18/23	Naar keuze binnen of buiten	Luchtslangen of hydraulisch/elektrisch
LWA 203 G	Binnen	geen

Type	Afmetingen BxDxH m³m
WPL 10 buitenopstelling	976 x 1245 x 1122
binnenopstelling	758 x 1010 x 856
compact	778 x 1668 x 925
WPL 13/18/23 basistoestel	1128 x 784 x 1116
buitenopstelling	1240 x 1280 x 1434
binnenopstelling	1240 x 800 x 1182
LWA 203 G	702 x 780 x 1990



Figuur St2. Afmetingen van warmtepomp (links) en "Hydraulikmodul" rechts van WPL 5 N

5.3.6.4 Regeling

Het betreft complete systemen, met een geïntegreerde regeling. Omdat geclaimd wordt dat de warmtepompen in de retourleiding van het bestaande systeem kunnen worden opgenomen, mag ervan worden uitgegaan dat het warmtepompsysteem een aanwezige ketel kan aansturen als hulpstook.

5.3.7 Techneco - Elga

5.3.7.1 Hydraulische inpassing

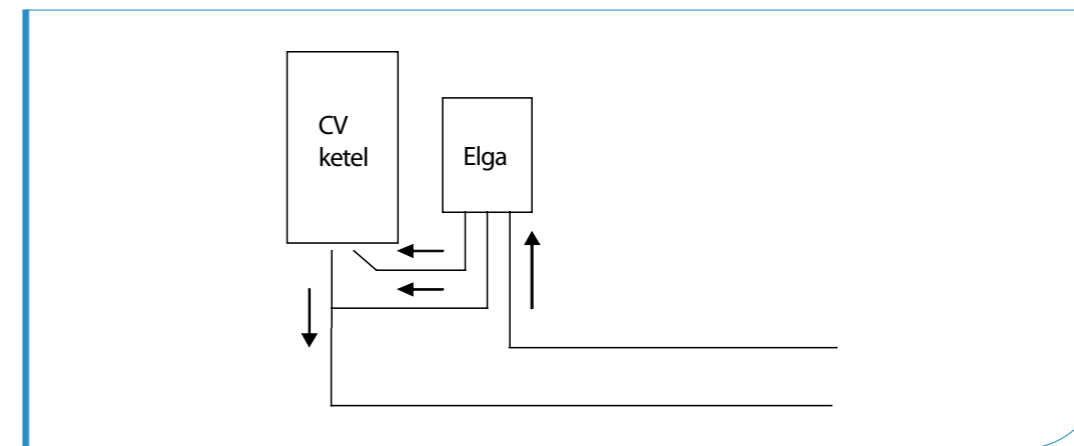
De Elga is specifiek ontworpen om als elektrische lucht/waterwarmtepomp te kunnen worden toegevoegd aan een bestaand cv-systeem (toepassing in nieuwbouw is ook mogelijk, maar valt buiten het bestek van dit onderzoek).

Het is een split-systeem. In de binneneenheid is de condensor/verdamper, leidingwerk met kleppen en circulatiepomp en de regeling opgenomen. In de buitenenunit is verdamper/condensor, compressor en overige benodigde systeemapparatuur opgenomen.

De Elga levert de basisvraag voor verwarming van de woning (0,8-4 kW bij L7/W35). Bij een warmtevraag die niet gedekt kan worden door de Elga wordt de cv-ketel aangestuurd.

In de zomermaanden kan de Elga ingezet worden voor topkoeling van de woning (0,9-5,7 kW).

De Elga is inzetbaar met verschillende soorten verwarmingssystemen, zoals radiatoren, vloerverwarming en luchtverwarming. De mogelijkheid van topkoeling hangt af van de aard van het aanwezige afgiftesysteem (vloerverwarming en met name luchtverwarming zijn beter geschikt voor topkoeling dan radiatoren).



Figuur Tch1. Hydraulische schakeling van de ELGA

De binneneenheid van de Elga is hydraulisch met 3 leidingen gekoppeld aan het cv-systeem (figuur Tch1).

Hierdoor is het mogelijk dat:

1. de Elga alleen of met bijstook (cv-ketel in serieschakeling) warmte levert,
2. de Elga koeling levert,
3. De cv-ketel warm tapwater levert, onafhankelijk van wat de Elga op dat moment levert.

De buitenenunit is ingekocht bij Carrier. Het is de Outdoor unit met typenummer 38NYV035H.

5.3.7.2 Eisen aan bestaande systeem

Er zijn geen specifieke eisen die aan het bestaande cv-systeem worden gesteld.

De buitenunit kan zonder aanpassingen geplaatst worden tot op een afstand van 10 meter van de binnenunit.

De unit kan op steunen op een platdak of aan de wand bevestigd worden

5.3.7.3 Opstellingswijze, afmetingen, ruimtebeslag, eventueel benodigde extra voorzieningen

De Elga binnenunit is uitgevoerd als wandmodel en wordt bij voorkeur naast de cv-ketel gehangen.

De afmetingen van de kast zijn : 60*30*30 cm³ (L*B*H). Aan de bovenzijde van de kast is de aansluiting voor de twee koudemiddelleidingen naar de buitenunit. Aan de onderzijde van de kast zijn 3 leidingen die worden aangesloten op het bestaande cv-systeem. De afmetingen van de buitenunit zijn 78*29*55 cm³ (B*D*H).

Er zijn geen extra voorzieningen nodig. De voedingsspanning voor de Elga is 230V en wordt via de binnenunit aan de buitenunit doorgegeven. Elektrische aansluitingen buiten de woning zijn dus niet nodig. Het maximaal elektrisch opgenomen vermogen van de Elga is 1100 Watt, waardoor er geen speciale groepen nodig zijn.

De Elga heeft een anticondensregeling, waardoor er geen afvoer nodig is.

5.3.7.4 Regeling

De bestaande ruimtethermostaat wordt los genomen van de cv-ketel en op de Elga aangesloten. De bestaande cvketel wordt door een twee-aderig kabeltje aangestuurd door de Elga.

De ruimtethermostaat kan zijn van het type ON/OFF en Open Therm. De cv-ketelsturing kan zijn van het type On/OFF en Open Therm.

In de opstelling wordt er een master-slave combinatie gecreëerd. De Elga is de master over de cv-ketel. Indien de koppeling tussen ketel en/of ruimtethermostaat via het Open Therm protocol gaat, zal de Elga de ketel modulerend kunnen aansturen en fout-boodschappen door kunnen geven aan de thermostaat. De regeling van de ketel wordt niet overgenomen, deze wordt alleen aangestuurd.

5.4 Prestaties van de verschillende systemen

In de onderstaande tabel worden de beschikbare keuren van de systemen aangegeven.

Per systeem volgt daaronder een nadere detaillering.

Tabel. Beschikbare keuren

Leverancier/Producent	WP		Bijstook			
	Gelijkwaardigheid-verklaring	WP keur	Gaskeur HR 107	Gaskeur SV	Gaskeur CW	Gaskeur HRww
Daalderop						
CombinAir 2,5/24/33	√		√	√	√	√
Daikin						
Altherma	√ ¹⁾					
Doorgeest						
DOOR 081 EH5/8	√ ²⁾					
Inventum						
Ecolution Combi 50	³⁾					
NIBE						
Fighter 2005						
Stiebel Eltron						
WPL 5 N						
WPL 10						
WPL 13 Cool						
WPL 18 Cool						
WPL 23 Cool						
LWA 203 G	√					
Techneco						
Elga		√ ⁴⁾	nvt	nvt	nvt	nvt

Voetnoten:

1) Voor één configuratie uit een breed assortiment

2) Voor de DOOR 081 EH8

3) Met de Ecolution Combi worden eind 2008 de eerste praktijktesten uitgevoerd. Gemeten prestatiegegevens zijn nog niet beschikbaar

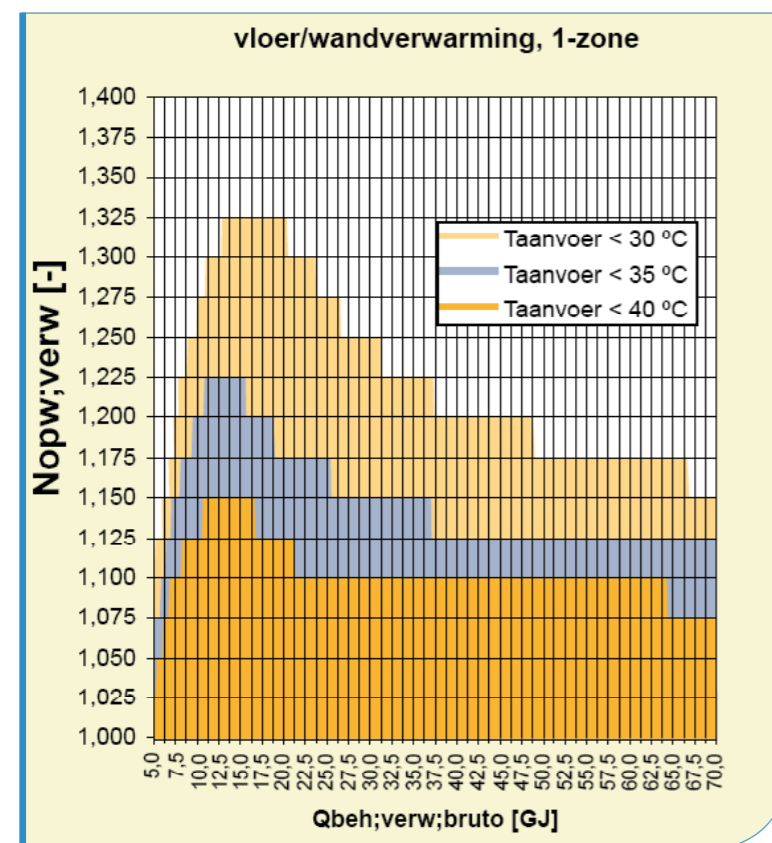
4) Test voor WP-keur vindt plaats. Verwacht in augustus 2008

5.4.1 Daalderop

Voor het warmtepompdeel is een Gelijkwaardigheidsverklaring [DId3] afgegeven, die uitgaat van bijmengen van ventilatielucht. De waarden van $\eta_{pw;verw}$ worden gegeven in afhankelijkheid van $Q_{beh;verw;bruto}$ en van de maximale waarde van de aanvoertemperatuur Taanvoer. Zie figuur DId4.

Bij de verantwoording van deze Gelijkwaardigheidsverklaring werden de volgende laboratoriummetingen gegeven [Drg3]:

	COP	Cap
Conditie	[-]	[kW]
A9,9 / W 26,5	5,48	2,368
A15,54 / W41,44	4,55	2,548
A3,09 / 26,52	4,6	1,994



Figuur DId4. Waarden van $\eta_{pw;verw}$ uit Gelijkwaardigheidsverklaring CombinAir

Voor het HR-keteldeel is een verklaring tapwater beschikbaar:

Het conform Gaskeur/CW bepaalde jaargebruiksrendement op tapwater bedraagt 81,4% (Hi).
Afhankelijk van de bruto warmtebehoefte voor tapwater volgens NEN 5128 kunnen voor de EPC-bepaling de volgende rendementswaarden worden gehanteerd:

$Q_{beh;tap;bruto; i}$ (MJ/jaar)		$\eta_{opw;tap; i}$ (Hs) afgerond conform NEN 5128
Van:	Tot:	t.b.v. EPC berekening
0	7862	0.650
7862	9516	0.675
9516	12426	0.700
12426	∞	0.725

Voor de koelfunctie zijn nog geen prestatiegegevens bekend.

5.4.2 Daikin

De Altherma is getest door SP (Zweden). Dat rapport is door Daikin niet beschikbaar gesteld omdat het ook vertrouwelijke informatie bevat. Op basis van de metingen bij SP heeft TNO een Gelijkwaardigheidsverklaring opgesteld voor één configuratie (zie figuur Dai3) uit het assortiment van Daikin.

Opwekkingsrendement $\eta_{opw;ver}$

Verwarmingsinstallatie			
Ontwerpaanvoertemperatuur			
θ_{aanv}	$\theta_{aanv} \leq 35$ [°C]	$35 < \theta_{aanv} \leq 45$ [°C]	$45 < \theta_{aanv} \leq 55^{2)}$ [°C]
Individuele of collectieve elektrische warmtepomp, niet behorend tot warmtelevering door derden, met als bron:			
Daikin Altherma (samenstel van buitenunit ERYQ006ACV3, hydrokit EKHBH007AC9W1 en warmwatertank EKSWW300Z2)			
- bodem			
- grondwater			
- buitenlucht	$4,03 \cdot \eta_{el}^{1)}$	$3,83 \cdot \eta_{el}^{1)}$	-

Figuur Dai3. Gelijkwaardigheidsverklaring voor een systeem uit de Altherma reeks

5.4.3 Doorgeest

Er is een Gelijkaardigheidsverklaring voor de DOOR 081 EH8 beschikbaar:

Opwekkingsrendement $\eta_{opw;ver}$

Verwarmingsinstallatie			
Ontwerpaanvoertemperatuur	$\theta_{aanv} \leq 35$	$35 < \theta_{aanv} \leq 45$	$45 < \theta_{aanv} \leq 55^{2)}$
θ_{aanv}	[°C]	[°C]	[°C]
Individuele of collectieve elektrische warmtepomp, niet behorend tot warmtelevering door derden, met als bron:			
Door 081 EH8-400/3N/50			
- bodem			
- grondwater			
- buitenlucht	$4,01 \cdot \eta_{el}^{1)}$	$3,64 \cdot \eta_{el}^{1)}$	-
Waarin: η_{el} : is de getalswaarde van het rendement van de elektriciteitsvoorziening, volgens 15.2. 1) : het resultaat van de vermenigvuldiging moet naar beneden worden afgerond naar een veelvoud van 0,025. 2) : deze waarden zijn alleen van toepassing voor de NEN 5128:2001 en kunnen niet worden toegepast voor de NEN 5128:2004.			

Fig. Drg3. Gelijkaardigheidsverklaring voor DOOR 081 EH8

5.4.4 Inventum

Met de Ecolution Combi worden eind 2008 de eerste praktijkproeven uitgevoerd. Inventum heeft in het eigen laboratorium een aantal metingen uitgevoerd, met de volgende resultaten:

T lucht	T water	COP
18	35	4,29
18	45	3,63
18	55	3,15

Uit [Ni1] komen de volgende prestatiegegevens, waarbij wij ons beperkt hebben tot de systemen die op één/fase stroom werken:

Technical Data FIGHTER 2005

		Single Phase	Single Phase	COP	COP	COP	COP
		2005-8	2005-11	2008-8	2005-11	2005 8	2005 11
Heat capacity/receptivity* at A 2/W35 °C**	(kW)	6,9/1,9	9,3/2,6	3,63	3,58	3,63	3,58
Heat capacity/receptivity* at A 7/W35 °C**	(kW)	7,5/1,9	10,6/2,6	3,95	4,08	3,95	4,08
Heat capacity/receptivity* at A -7/W45 °C**	(kW)	5,3/2,2	6,9/2,8	2,41	2,46	2,41	2,46
Heat capacity/receptivity* at A 0/W45 °C**	(kW)	6,3/2,2	8,5/3,0	2,86	2,83	2,86	2,83
Heat capacity/receptivity* at A 7/W45 °C**	(kW)	7,7/2,3	10,5/3,1	3,35	3,39	3,35	3,39
Heat capacity/receptivity* at A -7/W50 °C**	(kW)	5,1/2,3	6,9/3,1	2,22	2,23	2,22	2,23
Heat capacity/receptivity* at A 2/W50 °C**	(kW)	6,8/2,5	9,1/3,3	2,72	2,76	2,72	2,76
Heat capacity/receptivity* at A 7/W50 °C**	(kW)	7,5/2,4	10,4/3,4	3,13	3,06	3,13	3,06
Heat capacity/receptivity* at A15/W50 °C**	(kW)	9,4/2,5	12,6/3,5	3,76	3,60	3,76	3,60

* for compressor, ventilator and control. The relation between "heating capacity and receptivity" must be reduced by approx. 10% during defrosting
 ** Outside air temperature/flow temperature

Figuur Ni2. prestatiegegevens van de Fighter 2005

Uit de definitie van receptivity leiden we af dat de getalwaarden in de 2e en 3e kolom quotiënten zijn die de COP aanduiden. Die zijn rechts aan de figuur toegevoegd.

5.4.6 Stiebel Eltron

In Tabel St1 staan de prestatiegetallen voor de warmtepompen van Stiebel Eltron samengevat. Omdat bij de WPL-serie tapwater wordt bereid via de verwarmingsfunctie volgen daar ook de prestatiegetallen uit.

Bij de LWA 203 G, die een gelijkwaardigheidsverklaring heeft, wordt tapwaterbereiding aangeduid met A20(6)/W15-55.

Tabel St1

Type	COP/Capaciteit bij verwarmen			COP/Capaciteit bij koelen	
	[-] / [kW]			[-] / [kW]	
	A2/W35	A2/W50	A2/W60		
WPL 5N	3,0 / 5,0			n.v.t.	n.v.t.
WPL 10	3,3 / 6,7	2,5 / 6,0	2,3 / 5,2	n.v.t.	n.v.t.
	A2/W35	A-7/W35		A35/W7	A35/W20
WPL 13 Cool	3,4 / 8,1	3,0 / 6,6		2,4 / 6,7	2,9 / 9,7
WPL 18 Cool	3,7 / 11,3	3,2 / 9,6		2,4 / 9,2	3,0 / 13,5
WPL 23 Cool	3,5 / 14,8	3,1 / 13,0		2,1 / 12,5	2,5 / 15,8
	A20(6)/W35			A20(6)/W15-55	
LWA 203 G	1,5 / 4,0			1,5 / 4,1	

Fig. St1. Gelijkaardigheidsverklaringen voor LWA 203 G

Opwekkendement warmtepompinstallatie

De getalswaarden voor het opwekkendement van de warmtepomp zonder bijstook zijn in onderstaande tabel gegeven.

Verwarmingsinstallatie		Opwekkingsrendement $\eta_{opw;verw}$ bij $q_{v;wp}^1 = 69,2 \text{ dm}^3/\text{s}$	
Ontwerpaanvoertemperatuur θ_{aanv}	$\theta_{aanv} \leq 35$ [°C]	$35 < \theta_{aanv} \leq 45$ [°C]	
Stiebel Eltron LWA 203G	$4,32 \cdot \eta_{el}^{(1)}$	$4,24 \cdot \eta_{el}^{(1)}$	

Opwekkingsrendement voor warmtapwaterbereiding Stiebel Eltron LWA 203C			
Rendement gemeten volgens	$Q_{beftap;bruto}$ (MJ)	$\eta_{opw;tap}$ bij $q_{v;wp}^1 = 32,5 \text{ dm}^3/\text{s}$	$Q_{p;tm;vent}$ (MJ)
Klasse 4	≥ 14000	$3,27 \cdot \eta_{el}^{(2)(3)}$	$730 / \eta_{el}^{(4)}$

Fig. St1. Gelijkwaardigheidsverklaringen voor LWA 203 G

5.4.7 Techneco

Techneco stelt:

“De Elga heeft een beperkte verwarmingscapaciteit. Met deze capaciteit kan evenwel het grootste deel van het jaar in de totale dagelijkse verwarmingsvraag van de woning worden voorzien.

De regeling is zo ingericht dat de combinatie van Elga en cv-ketel een zo hoog mogelijk rendement behaalt en comfort biedt. Naargelang de buitentemperatuur daalt en de afgiftemperatuur stijgt, neemt het rendement van de Elga af. Er is bewust voor gekozen om de Elga te laten stoppen bij een lage buitentemperatuur (vorst), en de cv-ketel alleen te laten werken.

Afhankelijk van de grootte van de woning, de isolatiegraad en het stookgedrag van de bewoners zal de Elga circa 60% van het totale verwarmingsvermogen kunnen leveren. Extra comfort wordt verkregen door de mogelijkheid tot koelen. Voor extra hoog koelrendement wordt het cvwater in tegenstroom door de radiatoren gestuurd.

Afhankelijk van het afgiftesysteem worden instellingen gemaakt in de regeling.”

Metingen door TNO [Tch2] volgens de EN14511, geven de volgende resultaten:

Conditie	COP
L7(6)/W35	4,56
L7(6)/W45	3,43
L2(1)/W45	2,90 ¹⁾

Noten:
1) Deze conditie is voorgeschreven voor het WP-keur, maar niet relevant voor de ELGA: die stopt bij condities waarbij berijping optreedt.

In september 2008 verwacht Techneco het WP-keur te ontvangen voor de Elga.

5.5 Globale vergelijking prestaties

Om enigszins een beeld te krijgen van de kwaliteit van de onderzochte systemen zijn, voor zover meetwaarden beschikbaar zijn gesteld, de gegeven waarden van de COP vergeleken met de theoretisch haalbare maximumwaarden.

	Verwarmen					Koelen				
	TLucht [°C]	Twater [°C]	COP [-]	COPth [-]	η_{Carnot} [-]	TLucht [°C]	Twater [°C]	COP [-]	COPth [-]	η_{Carnot} [-]
Daalderop										
CombinAir	9,9	26,5	5,48	18,04	0,30					
	15,4	41,44	4,55	12,08	0,38					
	3,09	26,52	4,6	12,78	0,36					
Daikin										
Altherma	7	35	3,86	11,00	0,35					
	2	35	3,05	9,33	0,33					
	7	50	3,05	7,51	0,41					
Doorgeest										
Door081EH5/8										
Inventum										
Ecolution Combi 50	18	35	4,29	18,12	0,24					
	18	45	3,63	11,78	0,31					
	18	55	3,15	8,86	0,36					
NIBE										
Fighter 2005-8	2	35	3,63	9,33	0,39					
	7	35	3,95	11,00	0,36					
	-7	45	2,41	6,12	0,39					
	0	45	2,86	7,07	0,40					
	7	45	3,35	8,37	0,40					
	-7	50	2,22	5,67	0,39					
	2	50	2,72	6,73	0,40					
	7	50	3,13	7,51	0,42					
	15	50	3,76	9,23	0,41					
Stiebel Eltron										
WPL 5 N	2	35	3	9,33	0,32					
WPL 10	2	35	3,3	9,33	0,35					
	2	50	2,5	6,73	0,37					
	2	60	2,3	5,74	0,40					
WPL 13 Cool	2	35	3,4	9,33	0,36	35	7	2,4	10,00	0,24
	-7	35	3	7,33	0,41	35	20	2,9	19,53	0,15
WPL 18 Cool	2	35	3,7	9,33	0,40	35	7	2,4	10,00	0,24
	-7	35	3,2	7,33	0,44	35	20	3	19,53	0,15
WPL 23 Cool	2	35	3,5	9,33	0,38	35	7	2,1	10,00	0,21
	-7	35	3,1	7,33	0,42	35	20	2,5	19,53	0,13
LWA 203 G	20	35	4	20,53	0,19					
	20	55	4,1	9,37	0,44					
Techneco										
Elga	7	(6)/W	35	4,56	11,00	0,41				
	7	(6)/W	45	3,43	8,37	0,41				
	2	(1)/W	45	2,90	7,40	0,39				

Daarbij moeten een aantal voorbehouden worden gemaakt.

1. Het eenvoudig toepassen van de Carnot-formule op de testconditietemperaturen doet geen recht aan de verschillen in afkoelen/opwarmen van de media (buitenlucht, verwarmingswater, tapwater(!), gekoeld water).
2. De metingen zijn van verschillende afkomst en zijn niet alle conform dezelfde normen uitgevoerd.

Wat opvalt is dat voor verwarming de spreiding niet heel erg groot is.

Wanneer wij de 5 extreme waarden weglaten, liggen de overblijvende resultaten in de range 0,35 – 0,42.

Gegeven het feit dat de warmtepompen klein zijn, en dus relatief grote verliezen hebben ten opzichte van grotere systemen, en het feit dat het theoretische rendement is betrokken op de temperaturen van de externe media, lijkt dit resultaat redelijk.

Voor de koelfunctie zijn er slechts gegevens van één leverancier. De resultaten zijn niet hoog (0,13-0,24).

De auteurs vragen zich af of de meetcondities goed zijn geïnterpreteerd.

Bijvoorbeeld (Stiebel Eltron):

Bij verwarmingsconditie A2/W35 is de COP voor de WPL 23 Cool 3,5. Een koelconditie A35/W2 zou dan ongeveer tot een COP van 3,5-1=2,5 moeten leiden, waarschijnlijk hoger omdat er bij de laatste geen berijping optreedt. Een mildere conditie A35/W7 zou dan tot een hogere waarde dan 2,5 moeten leiden, maar hij is slechts 2,1.

5.6 Geluidsniveau

Leverancier/Producent	geluidsvermogen/ geluidsdruk	Ref.	Opmerkingen
Daalderop			
CombinAir 2,5/24/33	48,5 dB(A)	[Dld2]	
Daikin			
Altherma	48 dB(A)		Van buitendeel bij verwarmings-capaciteit van 6,84 kW. Loopt op tot 53 db(A) bij 16 kW verwarmingscapaciteit
Doorgeest			
DOOR081EH5/8	39 dB(A)		
Inventum			
Ecolution Combi 50	<42 / <46 dB(A)		Bij standaard bedrijf/piekniveau
NIBE			
Fighter 2005	43,9/48,5 dB(A)	[Ni2]	Geluidsdruk op 4 meter afstand van de buitenunit met ventilator laag/hog
Stiebel Eltron			
WPL 5 N	43/40 dB(A)	[St1]	Geluidsvermogen/geluidsdruk op 1 m
WPL 10	65 dB(A) 57/62 dB(A) 43 dB(A)	[St1]	Geluidsvermogen buiten/ Geluidsvermogen binnen/ Geluidsdruk op 5 m afstand
WPL 13 Cool	63 dB(A) 56/62 dB(A)	[St1]	Geluidsvermogen buitenopstelling met geluiddemping Geluidsvermogen binnenopstelling (binnen/buiten)
WPL 18 Cool	63 dB(A) 57/62 dB(A)	[St1]	Geluidsvermogen buitenopstelling met geluiddemping Geluidsvermogen binnenopstelling (binnen/buiten)
WPL 23 Cool	63 dB(A) 58/62 dB(A)	[St1]	Geluidsvermogen buitenopstelling met geluiddemping Geluidsvermogen binnenopstelling (binnen/buiten)
LWA 203 G	48 dB(A)		
Techneco			
Elga	48/50 dB(A)	[Tch1]	Van buitendeel

5.7 Kostenindicaties

Leverancier/Producent	Excl. BTW
Daalderop	
CombinAir 2,5/24/33	€ 3.357,80 ¹⁾
Daikin	
Altherma	€ 6.185,00 ²⁾
Doorgeest	
DOOR081EH5/8	€ 7.950,00 ³⁾
Inventum	
Ecolution Combi 50	€ 3.100,00 ⁴⁾
NIBE	
Fighter 2005	€ 1.942,00
Stiebel Eltron	
WPL 5 N	€ 8.866,00
WPL 10	€ 7.883,00
WPL 13 Cool	€ 8.030,00
WPL 18 Cool	€ 8.140,00
WPL 23 Cool	€ 8.850,00
LWA 203 G	€ 4.341,00
Techneco	
Elga	€ 3.000,00 ⁵⁾
Voetnoten: 1) Geleverd op pallet 1200*800*1100 mm3 (B*D*H) 2) Betrekkelijk willekeurige keuze uit breed assortiment voor een systeem voor koelen en verwarmen (6,84 kW) en boiler van 200 liter. 3) Lucht/waterwarmtepomp, set trillingsdempers, 3 temperatuursensoren, werkschakelaar, dompelbuis RVS, systeemregeling, (optioneel) buffervat 100 liter. 4) De unit Ecolution Combi 50. 5) Adviesprijs. Tot de leveringsomvang van de Elga behoort een binnen- en buitenunit. Door de installateur zal koudetechnisch en cv-zijdig de koppeling moeten worden gemaakt. De hiervoor benodigde materialen zijn situatie-specifiek en niet inbegrepen.	

NB: Deze kosten zijn slechts indicaties en niet bedoeld als deel uitmakend van een vergelijkend warenonderzoek. Zij zijn hier nauwelijks gerelateerd aan capaciteit, prestaties, leveringsomvang en kwaliteit van de systemen.

6 Conclusies

Hoeveel duurzamer zal het in 2020 worden zonder 'ingrijpen' door de overheid? De vraag uit de markt staat soms haaks op het milieueffect. Om een duurzame energiehuishouding te bereiken, zal er daarom nieuw beleid moeten worden ingezet of zal het huidige beleidsinstrumentarium daarop moeten worden aangepast/ingericht. De marktpartijen kunnen het niet alleen af. Momenteel bepaalt warmtegebruik bijna 80% van het energiegebruik in de woningbouw. Deze sector is verantwoordelijk voor circa 17% van het primaire Nederlandse energiegebruik. Om de algemene doelstelling van 20% duurzame energie in 2020 te realiseren, zal er voor warmtegebruik in de bestaande woningbouw een traject moeten worden ingezet om de warmtevraag significant te reduceren en de opwekking ervan te verduurzamen. Dit vergt een forse versnelling en trendbreuk ten opzichte van ontwikkelingen in de afgelopen jaren. Overigens wordt er in EnergieTransitie over nog hogere doelstellingen gesproken, namelijk een CO2 reductie van 50% in 2030 en een energieneutrale bouw in 2050.

Onder de goede randvoorwaarden presteert de warmtepomp nu al prima, en in de toekomst wordt dit alleen nog maar beter. Zowel de elektrische als de gasgedreven warmtepomp kan ook koeling leveren, waarmee de techniek de toekomstige energiebehoefte en het gewenste comfort in de woningbouw goed kan invullen. De warmtepomp kan daarmee een waardevolle, zo niet centrale rol vervullen in transitiepaden in de woningbouw.

De markt bevindt zich momenteel in een overgangsfase en heeft onvoldoende schaalgrootte om de gewenste veranderingen zelfstandig te realiseren. De randvoorwaarden voor een brede toepassing en introductie van de warmtepomp zijn onvoldoende aanwezig. Standaardisatie van concepten, kwaliteitsborging, verbreding van de aanbodsstructuur, thematische communicatie naar alle betrokkenen, opleidingen, adequate regelgeving etc. zijn de uitdagingen voor de komende periode.

De overheid kan door een beperkte inzet op de cruciale punten (zie kritische succesfactoren) bijdragen aan de gewenste trendbreuk en versnelling van ontwikkelingen.

Een consistent beleid met een mix van instrumenten binnen het eigen transitiepad zal nodig zijn om deze trendbreuk en versnelling in de ontwikkelingen vorm te geven.

Alleen financiële steun of aanscherping van de regelgeving is onvoldoende. Het gewenste beleid dient zich te concentreren op aantal speerpunten:

1. Het realiseren van kwalitatief goed geïsoleerde gebouwen met lage temperatuurverwarming, zowel in nieuwbouw als bij renovatie. Daarmee wordt gebouwd met een kwaliteit waardoor warmtepompen nu al en/of in de toekomst betrekkelijk eenvoudig kunnen worden ingepast.
2. Omdat er in de bestaande bouw sprake is van slechte tot beperkte isolatie en zgn. hoge temperatuur-systemen dienen hiervoor nieuwe concepten ontwikkeld te worden op basis van warmtepompen.

Een versnelde introductie van de technologie op meerdere plekken van nieuwbouw, maar met name binnen het enorme potentieel in de bestaande bouw, kan al op korte termijn tot resultaten leiden. Het is daarom

zinnig om specifiek voor warmtepompen in de woningbouw in te gaan op het wegnemen van de knelpunten die zich nu voordoen en de mogelijkheden om hiervoor oplossingen te vinden, zowel op het vlak van marktacceptatie als van techniek en kwaliteit. Continuïteit in het beleid, in de vorm van een stevig vormgegeven transitiepad, is nodig om definitief een paradigmashift in de markt te bereiken. Dit transitietraject is niet alleen gebouwd op technologie, maar staat of valt met een gedegen en consistent overheidsbeleid en een marktontwikkeling op organisatorisch en financieel vlak. Daarnaast heeft het een sterke relatie met andere transitiepaden.

7 Bronnen

Het rapport is opgesteld aan de hand van door de leveranciers gegeven antwoorden op een vragenlijst. Hieronder staan de documenten waarnaar daarbij verwezen werd. Ook zijn eigen bronnen van de onderzoekers hier gemeld.

Daalderop

[Dld1] Daalderop
CombinAir UHR - Installatievoorschrift

[Dld2] Peutz
Pagina uit meetrapport

[Dld3] Entry Technology Support
Gelijkwaardigheidsverklaring CombinAir

Daikin

[Dai1] Brochure Altherma (Internet)

Doorgeest

[Drg1] Gebruikershandleiding

[Drg2] Montage en Service Handleiding

[Drg3] Entry technology Support
Gelijkwaardigheidsverklaring en onderbouwing ervan

Inventum

[In1]

NIBE

[Ni1] Consumers brochure Fighter 2005

[Ni2] Montagehandleiding Fighter 2005

Stiebel Eltron

- [St1] Stiebel Eltron
Planung und Installation – Wärmepumpen
Stand März 2008
- [St2] Stiebel Eltron
Planung und Installation – Lüftung
Stand Oktober 2006

Techneco

- [Tch1] Techneco/Carrier
Document n.a.v. vragenformulier, met o.a. Specificatieblad van de Carrier 38NYV035H outdoor unit
- [Tch2] Meetrapport Elga lucht-waterwarmtepomp
TNO-rapport 2008-A-0901/B, september 2008

Overige literatuur:

- [1] A.de Jong, E.J. Bakker, H. van Wolferen
Technisch energie- en CO2 besparingspotentieel van micro wkk in Nederland (2010-2030) (2006)
- [2] Platform Nieuw Gas
Visie document op decentrale gastoepassingen in de gebouwde omgeving (2008)
- [3] Data archief Business Development Holland b.v.
- [4] Senter voor VROM/DGW programma Kompas, December 2006
Energiebesparingsmonitor gebouwde omgeving (2006)
- [5] K. Braber, P. Oostendorp, T. van Oostwaard, H. van Wolferen, J. de Wolff
Concurrentiekracht van warmtepompen in Nederland (2004)
- [6] EnergieNed Arnhem
Energie in Nederland (2007)
- [7] CBS Jaarboek 2007, 2008
- [8] BSRIA Research Institute UK
- [9] Euroconstruct

- [10] Thermometer koopwoningen NVB OB
- [11] IEA Parijs
Business Opportunities in sustainable housing,
- [12] Energiebesparing in de bestaande bouw.
- [13] Visiedocument: Warmtepompen in transitie naar een duurzame warmtevoorziening

Relevante websites

www.senternovem.nl
www.bdho.nl
www.stiebel-eltron.nl
www.inventum.nl
www.daalderop.nl
www.daikin.nl
www.wadus.nl
www.nibe.nl
www.techneco.nl
www.ecn.nl
www.tno.nl
www.energiened.nl

Bijlagen bij dit hoofdstuk

- a. Vragen lijst l/w warmtepompen
- b. Matrix met overzicht product/marktcombinaties

Vragenformulier lucht/water warmtepompen

Hieronder wordt met "de WP" steeds de lucht/water warmtepomp bedoeld die onderdeel is van de studie.
U wordt verzocht alleen te verwijzen naar genummerde bijlagen

1. Leverancier van de gegevens

Bedrijfsnaam:
Contactpersoon:
Telefoon:
Email:

2. Warmtepomp type aanduiding

Merk:
Type:

3. Functionaliteit

	Capaciteit kW:	Bij condities:	Zie bijlage:
Ruimteverwarming:			nr.:
Ruimtekoeling:			nr.:
Warm tapwater:			nr.:

4. Wijze van inpassing in bestaande systeem

Geef een omschrijving van de toepassingsmogelijkheden
Welke eisen worden aan het bestaande systeem gesteld?
Geef in een hydraulisch schema de positie van de WP aan
Afmetingen en opstellingswijze van verdamper/luchtkoeler
Zijn er extra voorzieningen nodig?
Hoe communiceert de regeling van de WP met de bestaande regeling?
Wat is het ruimtebeslag? (wandmodel/vloeropstelling?)

5a. Prestaties "kale" warmtepomp

	gemeten ¹⁾		geclaimed ¹⁾	
	waarde	verantwoording ²⁾	waarde	verantwoording ²⁾
Ruimteverwarming				
NEN-EN 14511-condities:		Zie bijlage:		Zie bijlage:
A7(6)/W45		nr.:		nr.:
A7(6)/W35		nr.:		nr.:
A-7(-8)/W45		nr.:		nr.:
Eventueel andere condities:				
...		nr.:		nr.:
...		nr.:		nr.:
...		nr.:		nr.:
Warm tapwater				
Volgens norm:				
		nr.:		nr.:
		nr.:		nr.:
		nr.:		nr.:
...		nr.:		nr.:
		nr.:		nr.:

1) Bij voorkeur gemeten waarden. Indien niet beschikbaar, dan de claim van de fabrikant.
2) Eventueel verwijzen naar bijlage

BESTAANDE BOUW VOOR GEBRUIK ALS WONING DOOR PARTICULIEREN (KOOP & HUUR) EN KLEIN ZAKELIJK GEBRUIK

SYSTEM NUMMER	BRON	OPWEKING	TECHNOLOGIE	AFGIFTE SYSTEEM	ENERGIEBRAGER			MATE VAN ECONOMISCHE TOEPASBAARHEID											
					A = Aardgas	B / W = Bodem/water	E = Electriciteit	WONINGBOUW				HUUR SECTOR							
					VERWARMEN			Particulier eigendom				Huur sector							
					KOELEN PASSIEF			Bestand		Renovatie		Bestand		Renovatie					
					KOELEN ACTIEF			2/1 kap		2/1 kap		2/1 kap		2/1 kap					
					WARM WATER			Vrijstaand		Vrijstaand		Vrijstaand		Vrijstaand					
								Staplbouw		Staplbouw		Staplbouw		Staplbouw					
								Rijtjeshuis		Rijtjeshuis		Rijtjeshuis		Rijtjeshuis					
								2/1 kap		2/1 kap		2/1 kap		2/1 kap					
								Vrijstaand		Vrijstaand		Vrijstaand		Vrijstaand					
1	BL / VL E/A	Lucht/water warmtepomp	DAALDEROP - TEL (WWW.DAALDEROP.NL)	Radiatoren Laag Temperatuur Verwarming (LTV)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
2	BL / VL E/A	Lucht/water warmtepomp	OPPEVLAKKE SYSTEMEN (LTV)	OPPEVLAKKE SYSTEMEN (LTV)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
3	BL / VL E/A	Lucht/water warmtepomp	CONVECTOR RADIAatoren	CONVECTOR RADIAatoren	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
4	BL / VL E/A	Lucht/water warmtepomp met koel functie	RADIATOREN STANDAARD (AFGIFTE HT 90/70 °C)	RADIATOREN STANDAARD (AFGIFTE HT 90/70 °C)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
5	BL / VL E/A	Lucht/water warmtepomp met koel functie	OPPEVLAKKE SYSTEMEN	OPPEVLAKKE SYSTEMEN	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
6	BL / VL E/A	Lucht/water warmtepomp met koel functie	CONVECTOR RADIAatoren	CONVECTOR RADIAatoren	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
7	BL E	Althembg lucht-water wp	DAMIN - NOTTERDAM (WWW.DAMIN.NL)	Radiatoren Laag Temperatuur Verwarming (LTV)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
8	BL E	Althembg lucht-water wp		CONVECTOR RADIAatoren	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
9	BL E	Althembg lucht-water wp		Vloer en wandverwarming (LTV)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
10	BL E	Althembg lucht-water wp		Vloerkoeling	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
11	BL E	Lucht/water warmtepomp	DOORREEST / MADUS - HEINO (WWW.MADUS.NL)	CONVECTOR RADIAatoren	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
12	BL E	Lucht/water warmtepomp		OPPEVLAKKE SYSTEMEN	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
13	BL E	Lucht/water warmtepomp		Combinatie conventionele radiatoren & oppevlake syst.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
14	BL E	Lucht/water warmtepomp		Radiatoren Laag Temperatuur Verwarming (LTV)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
15	VL E	Ecoulition solo	INVENTUM - BILTHOVEN (WWW.INVENTUM.NL)	Afgifte HT 90/70 °C **	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
16	VL E	Ecoulition solo		Afgifte HT 80/60 °C **	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
17	VL E	Ecoulition solo		Afgifte HT 70/50 °C **	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
18	VL E	Ecoulition solo		Afgifte LT 55/30, Afgifte LT lager dan 55°, Afgifte LT lager dan 35°C **	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
19	VL E	Ecoulition combi & Ecoulition duo 120 (+ cv)		Afgifte HT 90/70 °C **	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
20	VL E	Ecoulition combi & Ecoulition duo 120 (+ cv)		Afgifte HT 80/60 °C **	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
21	VL E	Ecoulition combi & Ecoulition duo 120 (+ cv)		Afgifte HT 80/60 °C **	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
22	VL E	Ecoulition combi & Ecoulition duo 120 (+ cv)		Afgifte LT 60/40 °C **	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
23	VL E	Ecoulition combi & Ecoulition duo 120 (+ cv)		Afgifte LT 50/30 °C, Afgifte LT lager dan 55 °C **	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
24	VL E	Ecoulition combi & Ecoulition duo 120 (+ cv)		Afgifte LT lager dan 35 °C **	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
25	VL / BL E	F 2020 / 2025 / 2005 ventilatie/luicht/buitenlucht	NIBE - WILLESTAD (WWW.NIBE.NL)	Radiatoren 60/40 °C en 50/30 °C	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
26	VL / BL E	F 2020 / 2025 / 2005 ventilatie/luicht/buitenlucht		CONVECTOR RADIAatoren	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
27	VL / BL E	F 2020 / 2025 / 2005 ventilatie/luicht/buitenlucht		OPPEVLAKKE SYSTEMEN (LTV)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
28	VL E	Warmtepomp boiler lwa203	STIEBER EITRON - DEN BOSCH (WWW.STIEBER.EITRON.NL)	Tapwater en afgifte Laag Temp. (LT) 60/40 °C, 50/30 °C, lager dan 35°C **	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
29	VL / BL E	lucht warmtepomp lwa 403		Tapwater en afgifte Laag Temp. (LT) 60/40 °C, 50/30 °C, lager dan 35°C **	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
30	BL E	Warmtepomp wpl c		Radiatoren LT, Convector radiatoren, Oppevlake systemen	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
31	B E	Combi warmtepomp / Losse warmtepomp + vat		Radiatoren LT, Convector radiatoren, Oppevlake systemen	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
32	BL / VL E	Collectieve warmtepomp / Coll. wp + wp boiler		Radiatoren LT, Convector radiatoren, Oppevlake systemen	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
33	BL / VL E	wpl cascade / wpl cascade met wpl boiler		Radiatoren LT, Convector radiatoren, Oppevlake systemen	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
34	BL E	TECHNECO - DELFT (WWW.TECHNECO.NL)		Bestand systeem, bij lagere temperatuur hoger rendement	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		

Norm en waterinhoud van het cv-afgiftesysteem hebben nagenoeg geen invloed op de prestaties, dat komt doordat er met een relatief klein vermogen langdurig cv- bedreven wordt.
* De invloed van het cv-afgiftesysteem op de prestaties van de warmtepomp worden voor een belangrijk deel bepaald door de afgiftetemperatuur.
** Voor "afgifte" mag hier gelezen worden: radiatoren, connectoren of laag temperatuur vloer- of wandverwarming.

5b. Systeemprestaties				
			Zie bijlage:	
Geef aan hoe de warmtepomp in het/de syste(e)m(en) waarvan hij deel kan				
uitmaken zal presteren. Geef een verantwoording van de benaderingswijze.			nr.:	
6. Geluidsniveau				
	waarde	verant- woording*)	waarde	verant- woording*)
		Zie bijlage:		Zie bijlage:
Standaard bedrijf		nr.:		nr.:
Piek-niveau		nr.:		nr.:
evt. anders:		nr.:		nr.:
7. Kosten				
	kosten	Zie bijlage:		
Adviesprijs exclusief BTW				
Omschrijving van de leveringsomvang			nr.:	

SenterNovem, voor innovatie en duurzaamheid

Een sterk innovatief bedrijfsleven in een leefbare, duurzame samenleving. SenterNovem stimuleert duurzame economische groei door een brug te slaan tussen markt en overheid, nationaal en internationaal. Bedrijven, (kennis)instellingen en overheden kunnen bij SenterNovem terecht voor advies, kennis en financiële ondersteuning. Wij verbinden partijen die met passie en gedrevenheid willen werken aan een duurzame en innovatieve samenleving.

SenterNovem is een agentschap van Economische Zaken en realiseert beleid in opdracht van de Rijksoverheid op een professionele, effectieve en inspirerende wijze.

Meer informatie: www.senternovem.nl, info@senternovem.nl of telefoon (030) 239 35 33.

Juliana van Stolberglaan 3
Postbus 93144
2509 AC Den Haag
Telefoon (070) 373 50 00
Telefax (070) 373 51 00

Catharijnesingel 59
Postbus 8242
3503 RE Utrecht
Telefoon (030) 239 34 93
Telefax (030) 231 64 91

Swentiboldstraat 21
Postbus 17
6130 AA Sittard
Telefoon (046) 420 22 02
Telefax (046) 452 82 60

Dokter van Deenweg 108
Postbus 10073
8000 GB Zwolle
Telefoon (038) 455 35 53
Telefax (038) 454 02 25

www.senternovem.nl
info@senternovem.nl

2DEN0901