

Datum: 2 april 2020
Auteur: Paul Friedel

Contents

1	Inleiding	1
2	Woningvoorraad en warmtevraag in Nederland	2
2.1	Overzicht	2
2.2	Energieprestatie en warmtevraag in woningen	3
3	Type warmtepomp en dimensionering	5
3.1	Type warmtepomp	5
3.2	Tapwater	5
3.3	Dimensionering	5
4	Wensen en eisen van stakeholders	10
4.1	Achtergrond en ervaringen met warmtepompen	10
4.2	Overwegingen om een warmtepomp aan te schaffen	11
4.3	Risico's en nadelen van warmtepompen	12
4.4	Eisen aan een warmtepomp	13
5	Uitvoeropties	14
6	Referenties	16
7	Inventarisatie risico's	17

1 Inleiding

Om te komen tot een warmtepomp die goed past bij de markt, is het van groot belang om de randvoorwaarden te bepalen en een specifieke focus aan te brengen in de ontwikkeling. Deze rapportage beschrijft de stappen die zijn genomen om deze randvoorwaarden in kaart te brengen en te vertalen naar een set aan ontwikkel-eisen voor het WP systeem.

De volgende punten zijn hierbij in het bijzonder meegenomen:

- Type warmtepomp
- Dimensionering van de warmtepomp i.r.t. de verwarmingsbehoefte in Nederlandse woningen
- Afgiftetemperatuur
- Afmetingen
- Plaatsingsopties
- Installatiegemak en optimale inpassing
- Kosten
- Hoeveelheid koudemiddel
- Risico's

Aanpak

Een groot deel van de inhoud van dit rapport is gebaseerd op openbare bronnen en eigen kennis binnen BDH en de andere deelnemende organisaties in HP Launch.

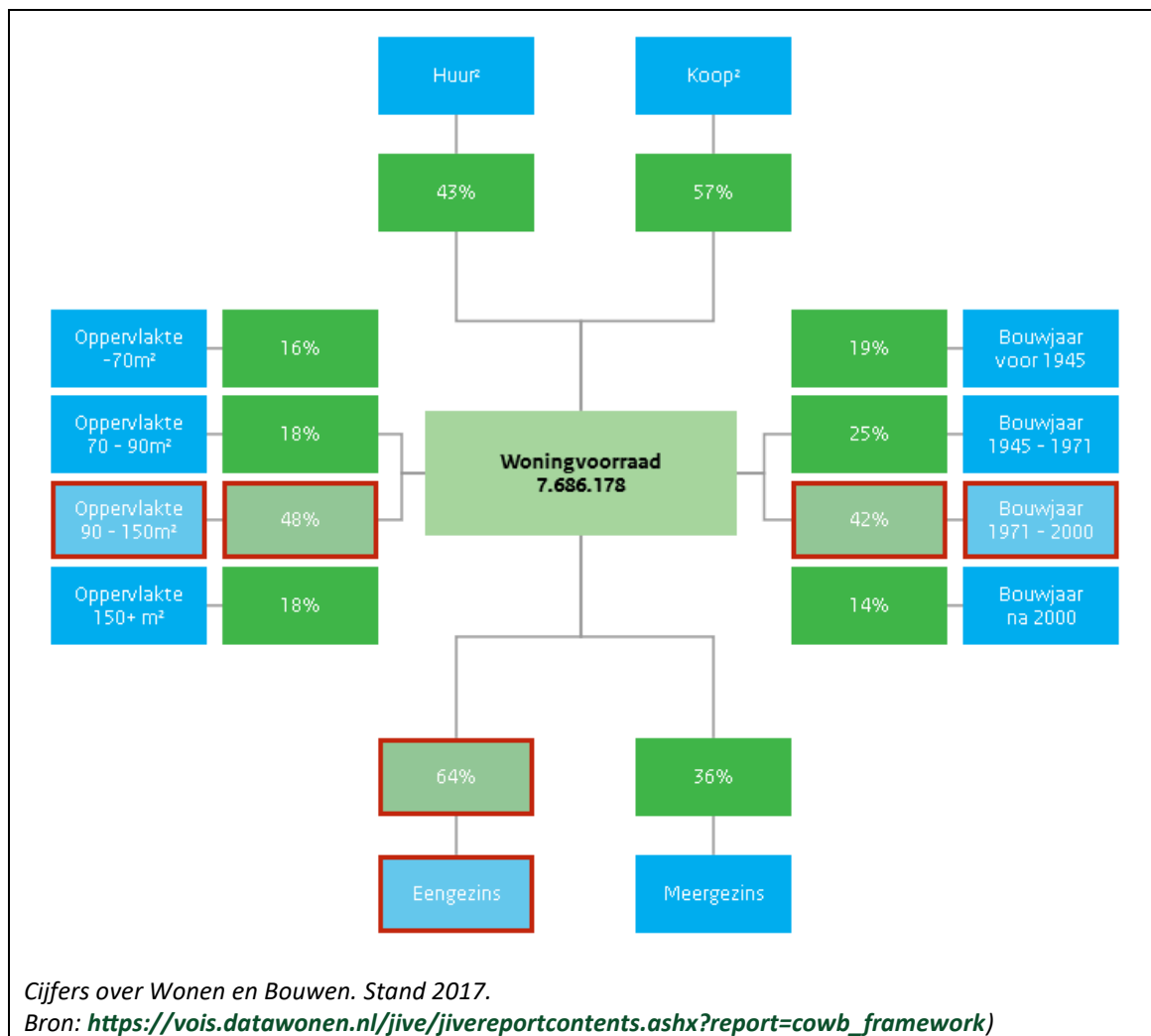
Een belangrijke toevoeging aan deze *knowledge base* is een enquête die gehouden is onder een diverse groep stakeholders. Uit deze bevraging is een duidelijk beeld naar voren gekomen van de eisen die *de markt* stelt aan warmtepompen. Deze eisen geven richting aan het ontwikkeltraject.

2 Woningvoorraad en warmtevraag in Nederland

2.1 Overzicht

De Nederlandse woningvoorraad lijkt wellicht divers, maar kent toch een aantal constanten die een forse markt voor (hybride) warmtepompen definiëren.

De onderstaande figuur geeft een overzicht van de Nederlandse woningvoorraad.



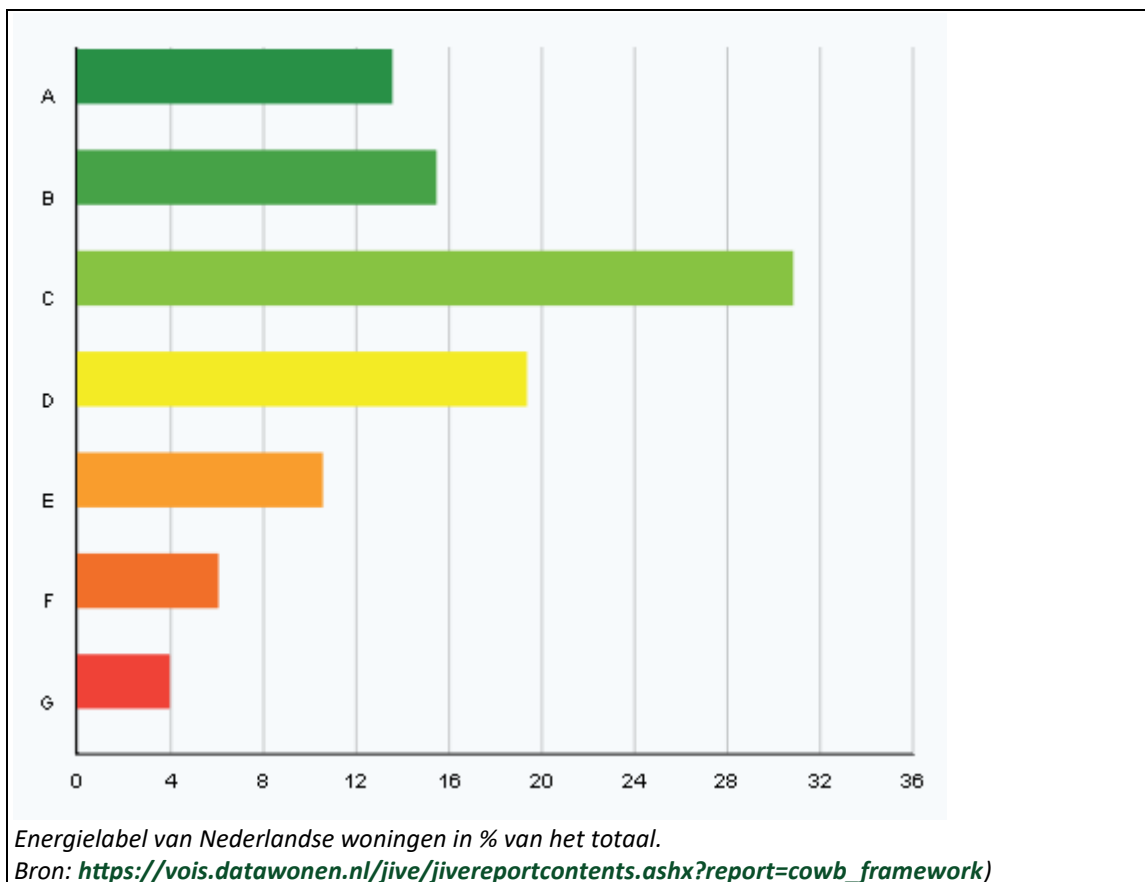
Ongeveer tweederde van alle woningen is een eengezinswoning. Binnen de eengezinswoningen is de categorie rijwoningen (inclusief hoekwoningen) met de grootste groep (45% van alle woningen). Nagenoeg de helft van de woningen valt in de oppervlakte-categorie 90 tot 150 m². Uitschieters ver daarboven komen zeer beperkt voor (1/5 van de woningen). Uitschieters naar onder komen vaker voor, maar vallen vooral in de categorie appartementen. Qua bouwjaar zit de bulk van de woningen in de jaren 70 en 80.

De installaties in Nederlandse woningen zijn vrij constant, zowel voor grote als voor kleine woningen. Er hangt in nagenoeg alle woningen die geen stadswarmte hebben een HR-ketel, of in enkele gevallen nog een VR-ketel of geiser. Deze laatste groep neemt snel af.

De ketel hangt bijna altijd op de zolder.¹ Die zolder heeft in Nederland meestal een schuin dak, parallel aan de straat. De ketel hangt zodoende in de buurt van het trapgat, aan de scheidingsmuur richting de burens. Op de zolder zelf kunnen eventueel nog slaapkamers in gebruik zijn, maar in veel gevallen wordt de zolder ook gebruikt als werk-, studeer-, of hobbykamer.

2.2 Energieprestatie en warmtevraag in woningen

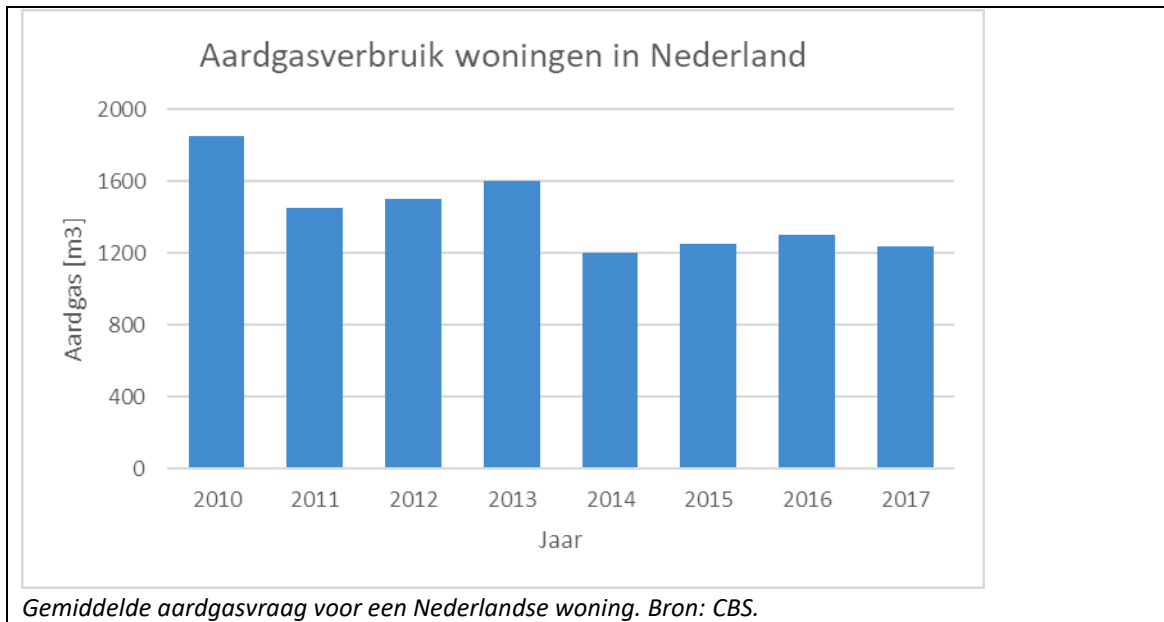
De energieprestatie van woningen wordt gedomineerd door energielabels C en D. Samen maken deze energielabels ruim 50% van de complete woningvoorraad uit. Woningen met energielabel E of slechter worden steeds zeldzamer. Op zichzelf is de snelheid waarmee energiebesparende maatregelen genomen worden niet zeer hoog, maar woningen met een slecht label hebben vaak ook te maken met comfortklachten of achterstallig onderhoud. Om die reden vinden in die groep woningen relatief veel renovaties plaats, waarbij energiebesparende maatregelen op een natuurlijk moment meegenomen kunnen worden.



De woningen waar de grootste winst te behalen valt op installatiegebied vallen in de labels C en D. Bij woningen die zuiniger zijn is weinig winst te behalen, en de groep woningen die minder zuinig is neemt jaarlijks af.

De warmtevraag van woningen neemt al jaren gestaag af. Milde winters spelen hierbij een rol, maar er is ook een duidelijk effect van de toepassing van energiebesparende maatregelen. De volgende grafiek geeft een overzicht van de aardgasvraag voor een gemiddelde woning in Nederland.

¹ Bij verschillende installateurs is geverifieerd dat opstellingen buiten de zolderverdieping zeldzaam zijn.



Inmiddels is de typische aardgasvraag gedaald tot ca. 1200 m³ per jaar. Voor appartementen ligt deze aardgasvraag ongeveer 1/3 lager. Voor rijwoningen in eigendom (de grootste homogene groep) ligt het verbruik juist ca. 20% hoger dan gemiddeld.

Als rekening gehouden wordt met het verbruik voor tapwater (ca. 300 m³), komt een eigendoms-rijwoning dan op een aardgasverbruik voor verwarming van 1100 – 1200 m³ per jaar. Bij een ketelrendement van 85% á 90% komt dit overeen met een warmtebehoefte van 10.000 kWh per jaar.

Ter vergelijking: de tapwaterbehoefte is ca. 2000 kWh per jaar en het elektriciteitsverbruik is ruim 3000 kWh per jaar voor deze woningen.

3 Type warmtepomp en dimensionering

3.1 Type warmtepomp

Gelet op de analyse in het vorige hoofdstuk, is het zaak om keuzes te maken die goed aansluiten bij de volgende typering:

- Plaatsbaar op zolder
- Geschikt voor bedrijf in bestaande woningen
 - Hybride variant, dus qua controls optimaal afstemmen op ketel
 - Afgiftetemperatuur tot ca. 50 of 55 graden moet haalbaar zijn
 - Met propaan kan dit niveau sowieso gehaald worden
 - Tapwater is geen prioriteit in een hybride systeem, maar kan met een propaan-WP op zich wel redelijk eenvoudig worden gerealiseerd
- Kleine afmetingen binnen de woningen, naar mogelijkheid ook buiten de woning

Idealiter is het systeem zowel geschikt voor bedrijf in hybride vorm, als bedrijf in all-electric vorm. In bestaande woningen kan de WP initieel als hybride worden gebruikt, maar na eventuele renovatie alsnog in all-electric vorm worden ingezet.

Als bron komt in bestaande woningen enkel buitenlucht in aanmerking. Een ventilatie-WP kan weliswaar goede besparingen leveren in bestaande woningen, maar qua capaciteit sluit een ventilatie-WP niet voldoende aan bij de warmtebehoefte in een woning.

3.2 Tapwater

De bereiding van warm tapwater met de warmtepomp is niet expliciet meegenomen in dit project.

Deze keuze is gemaakt uit de volgende overwegingen:

- Door het beperkte (financiële) rendement van een warmtepomp voor tapwaterbereiding zal het in veel gevallen aantrekkelijk zijn, tapwater op een alternatieve manier op te lossen, bijvoorbeeld met een zonneboiler of de ketel in een hybride opstelling. De rol van de warmtepomp bij de tapwaterbereiding is dan beperkt. Tapwater bedraagt in de beschouwde situatie in totaal ca. 20% van het gasgebruik.
- Tapwater vraagt om een groot vat, met ruimtebeslag, kosten en een complexere installatie als nadelen. In de hybride opstelling kan het vat vervallen als er gebruik wordt gemaakt van de aanwezige HR-ketel.

In de simulaties (WP4) van het project is meegenomen dat de ketel tapwater zal maken. Deze overweging is gedeeld met de fabrikanten tijdens kennisdelingsbijeenkomsten en werd door hen onderschreven.

Overigens moet nadrukkelijk benoemd worden dat tapwaterbereiding met een propaanwarmtepomp zondermeer mogelijk is. In een vervolgonwikkeling zou dus wel degelijk een case voor een all-electric toepassing inclusief tapwater gemaakt kunnen worden.

3.3 Dimensionering

De dimensionering van de warmtepomp wordt door drie factoren bepaald:

- Aansluiting bij warmtevraag typisch Nederlandse woning in hybride bedrijf
- Aansluiting bij warmtevraag nieuwbouw in all-electric bedrijf
- Mogelijkheid tot koppelen twee of meer WP voor acceptabele oplossing in grotere woningen

Als we uitgaan van de eerder bepaalde warmtevraag van 10.000 kWh per jaar, komt de bijbehorende vermogensvraag bij -10 graden uit op ca. 5.5 kW. De vermogensbehoefte in Nederlandse woningen is daarmee zeer beperkt. De huidige HR-ketels zijn dan ook niet op de levering van CV-warmte gedimensioneerd, maar op de *instantane* levering van tapwater als *combi-toestel*.

De typische omvang van hybride systemen die momenteel op de Nederlandse markt beschikbaar zijn is 5 kW. Dit is voor een hybride opstelling voor de meeste woningen te groot. Het systeem zal immers bij een

HP Launch – Workpackage 1

Randvoorwaarden voor systeemontwikkeling



gegeven buitentemperatuur overschakelen op ketel-bedrijf. Dit bivalentiepunt ligt typisch rond de 0 graden of iets daarboven. Op dit punt heeft de warmtepomp zijn maximale vermogen nog lang niet kunnen leveren. Het gevolg is dat hybride systemen in gemiddelde Nederlandse woningen altijd in deellast draaien. Dit geeft slechtere prestaties en is qua investering in de WP niet optimaal.

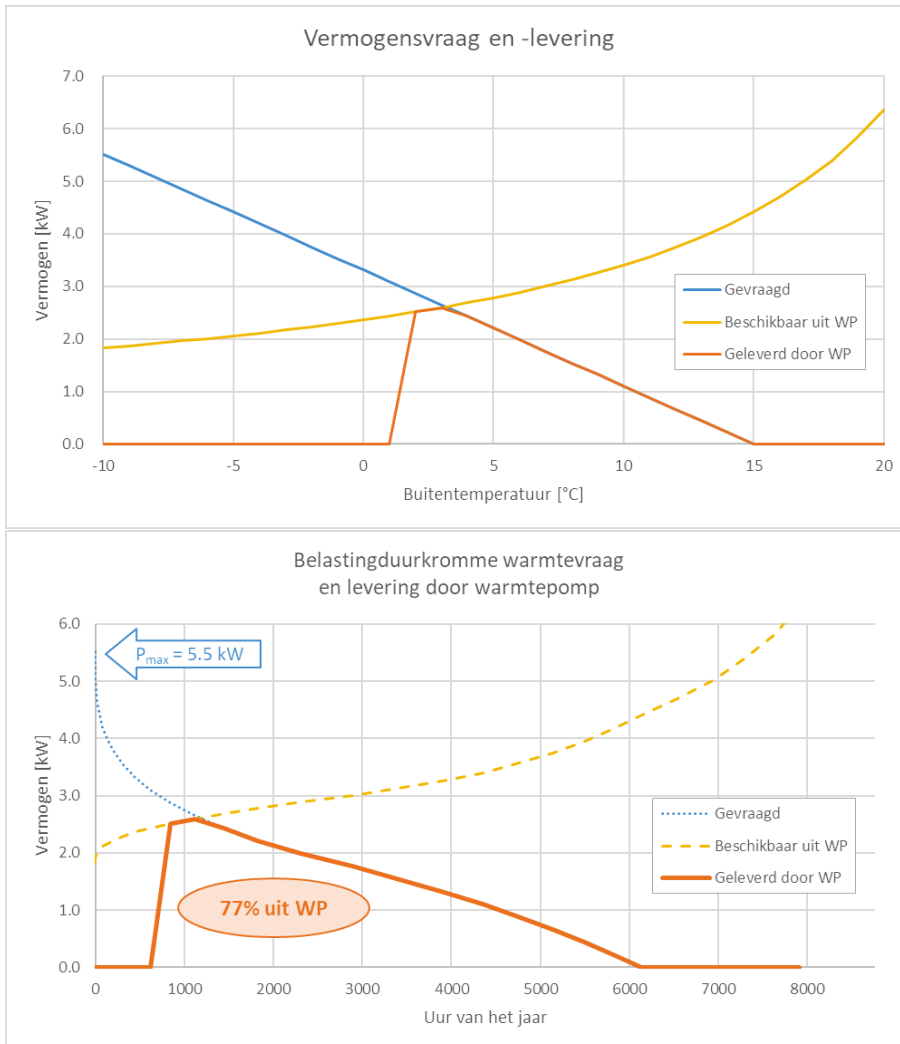
Een passend vermogen voor de warmtepomp zal in de buurt van 3 kW liggen. De onderstaande berekening en figuren maken dit inzichtelijk.

Uitgangspunten	
<u>WONING</u>	
Aardgas woning	1 500 m3
Waarvan tapwater	300 m3
Eff. HR-ketel	85% voor CV
Qcv	9 965 kWh
Tverwarming	15 Buitentemperatuur
Vollastuur	1 806
Pmax	5.5 kW
Tafgifte @ -10	55
Tafgifte @ 20	30
<u>WARMTEPOMP</u>	
Pref	3.0 kW @ a7w35
dT	5 over warmtewisselaar
carnot-factor	50% t.o.v. carnot max prestatie
Qel,in max	0.82 kW
<u>DEKKINGSGRAAD</u>	
Cutoff COP	3.0
Levering WP	7 691 kWh
Dekking WP	77% uit WP

Uitgangspunten berekening warmtelevering door warmtepomp. Rode waardes zijn berekende resultaten.

Referentiejaar 2016 is gekozen als basis voor de berekening. Het temperatuurverloop in 2016 komt nagenoeg overeen met het gemiddelde jaar in de periode 2008 – 2017.

Als de warmtepomp geschikt moet zijn voor bestaande woningen, moet rekening gehouden worden met een afgiftetemperatuur van maximaal 55 graden bij -10. Bij een *cut-off* waarde van de COP van 3.0, zal de warmtepomp dan tot een buitentemperatuur van 1 graden nog effectief warmte kunnen leveren. In dit specifieke rekenvoorbeeld levert de warmtepomp bij deze buitentemperatuur een vermogen van 2.5 kW. Ook hier is nog niet eens sprake van bedrijf in vollast!



Weergave van de bijdrage van de WP in een hybride setup.

In deze berekening dekt de warmtepomp uiteindelijk driekwart van de warmtevraag. Dit getal wordt niet bepaald door de vermogensbeperking van de warmtepompen, maar puur door het bivalentiepunt (1 graden in dit geval) op basis van de COP van de warmtepomp.

De afgiftetemperatuur die maximaal nodig is bij -10 bepaalt ook de stooklijn in de rest van het jaar. Als deze temperatuur lager ligt, bijvoorbeeld bij gerenoveerde woningen, zal de WP tot dieper in het stookseizoen in bedrijf blijven en de dekkingsgraad zal navenant stijgen.

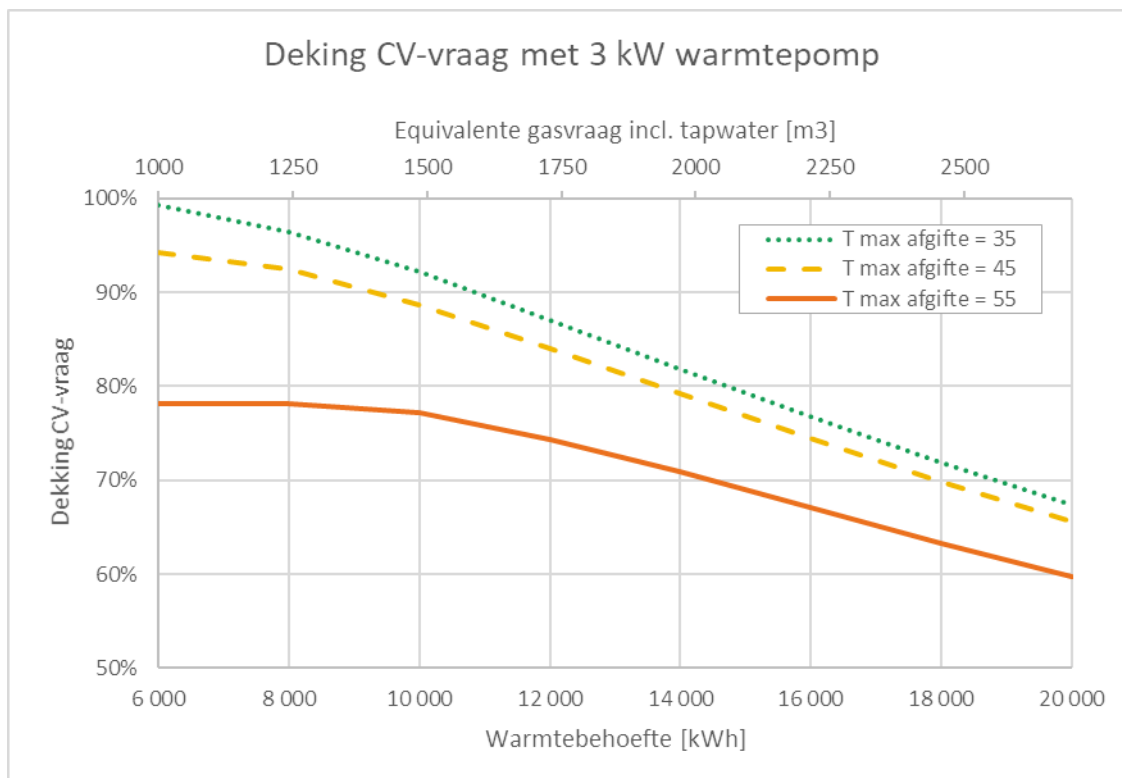
HP Launch – Workpackage 1

Randvoorwaarden voor systeemontwikkeling



De onderstaande figuur geeft voor verschillende afgiftetemperaturen weer welke CV-dekkingsgraad gehaald wordt met een 3 kW warmtepomp. Voor woningen die nog afhankelijk zijn van een relatief hoge afgiftetemperatuur, blijft de maximale dekking steken rond 80%. Zodra er een beperkte renovatie geweest is, en de afgiftetemperatuur daalt, kan direct fors meer dekking geleverd worden.

Een kleine tot gemiddelde woning kan met beperkte isolatie en eventueel het plaatsen van enkele strategische convectoren in de woonkamer gemakkelijk tot een afgifte temperatuur van 45 graden worden verbeterd. CV-dekking boven de 90% wordt dan mogelijk. Indien zelfs 35 graden afgifte gehaald kan worden, is het voor een woning die ca. 1000 m³ aardgas verbruikt mogelijk om met 3 kW direct over te stappen op een all-electric warmtepomp.



Deking CV-vraag met warmtepomp voor verschillende afgiftetemperaturen en warmtebehoeftes. Aanname hierbij is een cut-off COP van 3.0.

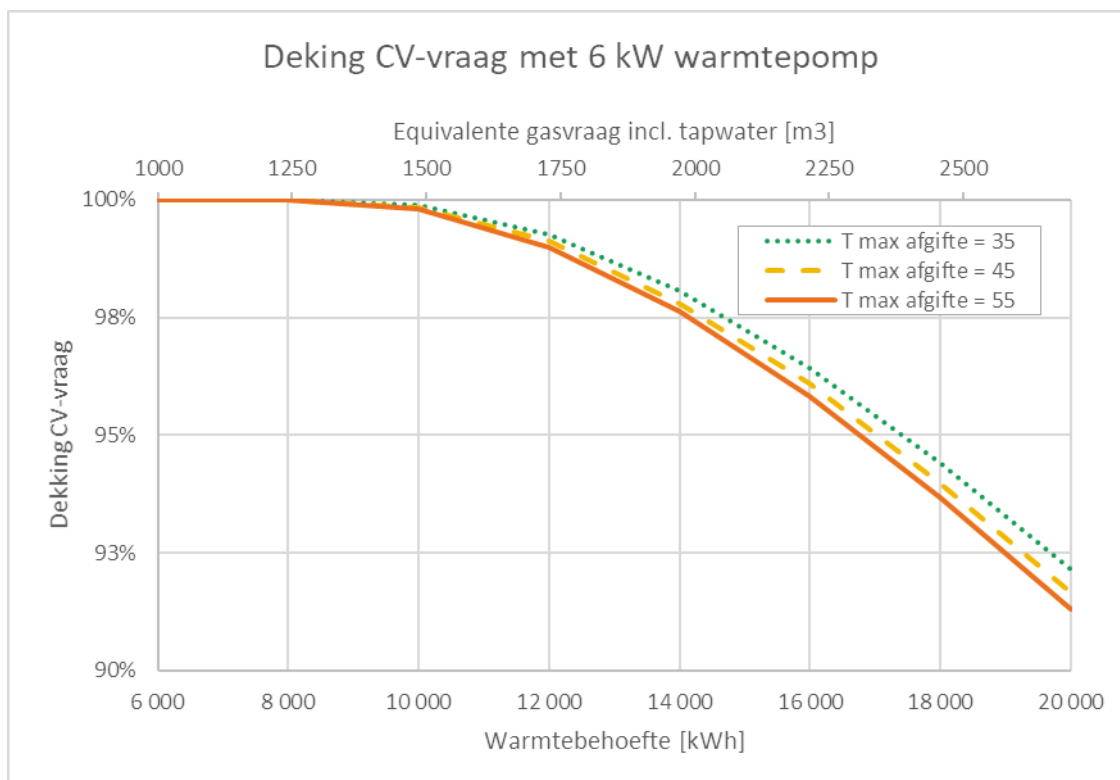
HP Launch – Workpackage 1

Randvoorwaarden voor systeemontwikkeling



Als twee warmtepompen parallel gebruikt worden, stijgt de mogelijke dekking uiteraard. Wanneer (bij zeer lage buitentemperatuur) ook een COP van 2.0 acceptabel is, ontstaat de onderstaande figuur.

Ook voor grotere woningen is met twee warmtepompen nagenoeg volledige dekking mogelijk. Tot 2000 m³ equivalent gasverbruik kan in principe naar all-electric gegaan worden op basis van 6 kW aan warmtepompvermogen (vermogen bij a7w35).



Deking CV-vraag met warmtepomp voor verschillende afgiftetemperaturen en warmtebehoeftes. Aannme hierbij is een cut-off COP van 2.0.

Concluderend kan gesteld worden dat een warmtepomp met een klein vermogen (ca. 3 kW) geschikt is.

- Voor de meeste Nederlandse woningen kan in hybride bedrijf direct driekwart of meer van de CV-vraag met de warmtepomp worden ingevuld.
- Bij all-electric inzet levert een 3 kW systeem voldoende vermogen voor woningen die minder dan ca. 1000 m³ verbruiken.
- Bij toepassing van 6 kW (twee warmtepompen), is all-electric al mogelijk voor woningen tot ca. 2000 m³ gasverbruik, zelfs bij een hoge maximale afgiftetemperaatuur.

4 Wensen en eisen van stakeholders

Er is gesproken met verschillende stakeholder op gebied van warmtepompen om inzichtelijk te maken welke voorwaarden vanuit de markt van belang zijn bij het ontwikkelen van de warmtepomp. De onderstaande tabellen geven een weergave van de resultaten. Alle deelnemers hebben hun expertise gedeeld in informele interviews. Daarna zijn de ervaringen en meningen van alle deelnemers door ons geclusterd.

4.1 Achtergrond en ervaringen met warmtepompen

De deelnemers hebben aangegeven wat hun verwachtingen zijn van warmtepompen in de nabije toekomst.

Alle deelnemers geven aan dat hybride warmtepompen van belang zullen zijn, in elk geval als tussenoplossing op weg naar 100% duurzame verwarming.

Daarnaast wordt regelmatig aangegeven dat er investeringen in infrastructuur nodig zijn en in warmtepompen waarschijnlijk in belang en aantal zullen toenemen op de markt.

Vertaald naar ontwerp-eisen voor de warmtepomp:

- Hybride bedrijf moet mogelijk zijn, overgang naar all-electric met zelfde warmtepomp optioneel aantrekkelijk.
- Een beperkt vermogen van de warmtepomp helpt om de netwerkbelasting te beperken.

	Ver. Eigen Huis	Rapport Berenschot / BDH	Sustainable Electric Energy Centre of Expertise	Saxion hogeschool	Uneto-VNI	Eindegebruiker	Installateur	Stroomversnelling / NOM
Achtergrond - Rol van WP in NL								
Voorspelling is lastig, WP zal een optie worden	1	1						
Waterstof zal grote rol spelen	2	1			1			
Hybride interessant als overgangoplossing	8	1	1	1	1	1	1	1
Warmtepompen zullen in belang gaan toenemen	5		1	1	1		1	1
Vergt forse aanpassingen in woningen en infrastructuur	4		1	1	1		1	
Beleid is sleutel, techniek niet sturend	3	1			1			1

HP Launch – Workpackage 1

Randvoorwaarden voor systeemontwikkeling



4.2 Overwegingen om een warmtepomp aan te schaffen

Een goede businesscase en hoog comfort worden het vaakst genoemd. Waarbij moet worden aangetekend dat de businesscase niet enkel van de prijs van de warmtepomp afhankelijk is, maar voor een belangrijk deel van energieprijzen, energiebelastingen, subsidies en verplichtingen vanuit de overheid.

Vertaald naar ontwerp-eisen voor de warmtepomp:

- Comfort moet gegarandeerd zijn, dus het helpt als de warmtepomp een hoge temperatuur kan leveren. (Dit is bij een propaan-WP een gegeven.)
- Een kleine warmtepomp is qua investering gunstiger. De dekking is ook bij een 3 kW systeem al voldoende (zie Hst. 3) Tevens naar mogelijkheid gebruik maken van standaard onderdelen om de productiekosten te verlagen.

		Ver. Eigen Huis	Rapport Berenschot / BDH	Sustainable Electric Energy Centre of Expertise	Saxion hogeschool	Uneto-VNI	Eindgebruiker	Installateur	Stroomversnelling / NOM
Overwegingen gebruikers									
Geld / businesscase	8	1	1	1	1	1	1	1	1
Duurzaamheid	4	1	1	1					1
Onafhankelijkheid van leveranciers	1	1							
Comfort	6	1	1		1		1	1	1
Geluid	3			1	1		1		
Verwachting voor de toekomst (bv. beleid, energieprijzen)	1					1			

HP Launch – Workpackage 1

Randvoorwaarden voor systeemontwikkeling



4.3 Risico's en nadelen van warmtepompen

De risico's die het meeste genoemd worden zijn:

- Businesscase / investeringskosten
- Kennisniveau van consumenten
- Bouwkundige aanpassingen

Vertaald naar ontwerp-eisen voor de warmtepomp:

- Businesscase optimaliseren door geschikt vermogen te kiezen. Tevens naar mogelijkheid gebruik maken van standaard onderdelen om de productiekosten te verlagen.
- Eenvoudig product, dan snel te installeren valt. Regeling zo veel mogelijk zelf-sturend/zelf-lerend maken i.c.m. *optimal control strategy*. Zodoende zijn er minder instellingen noodzakelijk en kan de prestatie beter worden gegarandeerd.
- Bouwkundige aanpassingen minimaal houden --> plaatsing bij voorkeur op de plaats van de ketel of daar zeer dichtbij.

		Ver. Eigen Huis	Rapport Berenschot / BDH	Sustainable Electric Energy Centre of Expertise	Saxion hogeschool	Uneto-VNI	Eindegebruiker	Installateur	Stroomversnelling / NOM
Risico's / nadelen									
Onoverzichtelijke keuze voor consumenten (kennisniveau)	6	1	1	1		1		1	1
Interactie HR versus WP / standaardisering	2	1	1						
Garanties	3	1						1	1
Comfort	4	1					1	1	1
Aanpassing afgiftesysteem	3	1			1	1			
Bouwkundige aanpassingen (isolatie, gevel/dakdoorvoeren)	5	1			1	1		1	1
Businesscase / investeringskosten	7		1	1	1	1	1	1	1
Verplichtingen / incentives	1				1				
Kennisniveau/opleiding installateurs	2		1						1

HP Launch – Workpackage 1

Randvoorwaarden voor systeemontwikkeling



4.4 Eisen aan een warmtepomp

Als gesproken wordt over de eisen waaraan een warmtepomp moet voldoen, is de schakering aan antwoorden duidelijk breder dan bij de andere thema's.

Er zijn zeven eisen die door nagenoeg alle geïnterviewden genoemd worden:

- Beperkte afmetingen
- Betaalbaar
- Beperkt geluid
- Snelle/eenvoudige plaatsing
- Toegankelijk voor onderhoud
- Locatie bij huidige ketel
- Gewicht <50 kg, om plaatsing met 2 personen mogelijk te maken

Vertaald naar ontwerp-eisen voor de warmtepomp:

- Vermogen beperkt houden, daardoor gunstig qua afmeting en businesscase.
- Extra aandacht voor plaatsing ventilatoren en locatie buitendeel m.b.t. geluid.
- 'Systeemaanpak' voor installatieroutine. D.w.z. eenvoudige componenten en standaardprocedures.
- Locatie bij ketel, daarmee ook toegankelijk.
- Gewicht beperken, of evt. modulaire opbouw van de warmtepomp in componenten <50 of <25 kg.

		Ver. Eigen Huis	Rapport Berenschot / BDH	Sustainable Electric Energy Centre of Expertise	Saxion hogeschool	Uneto-VNI	Eindgebruiker	Installateur	Stroomversnelling / NOM
Eisen aan WP									
Beperkte afmetingen	8	1	1	1	1	1	1	1	1
Op / dichtbij plaats huidige ketel (zolder!)	5	1		1	1	1	1		
Zo min mogelijk constructieve aanpassingen	3	1					1	1	
Integratie in verwarmingssysteem	3	1	1		1				
Snelle / eenvoudige plaatsing	7	1	1	1	1	1		1	1
Esthetiek	3	1				1	1		
Onderhoud / toegankelijkheid eenvoudig	7	1	1	1	1	1		1	1
Gewicht --> 25 kg per pers. --> max 50?	5	1	1		1	1		1	
Garanties / robuustheid	3	1	1						1
Geluid	7		1	1	1	1	1	1	1
Betaalbaar	7		1	1	1	1	1	1	1
Levensduur	1					1			
Comfort (koeling extra voordeel!)	2	1					1		



5 Uitvoeropties

De eisen aan de warmtepomp die in het vorige hoofdstukken besproken zijn, leiden tot een nadere selectie binnen de beschikbare uitvoeropties.

De hoofdeisen zijn:

- Betaalbaar
- Beperkte afmeting
- Hybride setup met hoge temperatuur (55 graden) mogelijk

Aan deze eisen is automatisch voldaan door te kiezen voor een propaan-warmtepomp met klein vermogen (3 kW). Betaalbaarheid kan verder worden verbeterd door naar mogelijkheid gebruik te maken van standaardcomponenten en uit te gaan van een systeembenadering qua installatiegemak.

Daarnaast zijn er enkele specifiekere eisen geformuleerd, die in de tabel op de volgende pagina zijn weergegeven.

Afgezien van de keuze tussen een split- of monobloc-systeem, zit het voornaamste verschil tussen de opties in de plaatsing van de buitenunit.

Uiteindelijk komt een monobloc-warmtepomp die 'door het dak' gemonteerd wordt als goede kandidaat uit de inventarisatie.

- Plaatsing dichtbij de HR-ketel is mogelijk
- Installatie kan van binnen de woning gedaan worden
- De propaan-inhoud van de WP kan 'buiten de woning' gehouden worden, zodat er geen krappe normering voor de hoeveelheid koudemiddel is
- Geluid blijft zo ver mogelijk weg van straatniveau
- Door aan te sluiten bij de ervaringen van producten zoals dakramen, kan worden gepoogd om een eenvoudige en gestandaardiseerde installatieprocedure te ontwikkelen.

Duidelijk nadeel van de 'in dak' optie is dat er een potentieel forse bouwkundige ingreep nodig is. De installatieprocedure moet daarom zeer gestroomlijnd zijn om deze optie tot een succes te maken.

Doorslaggevend om uiteindelijk voor deze optie als ontwikkelrichting te kiezen is tenslotte dat er een 'gat in de markt' ligt voor juist deze toepassing. Er zijn momenteel geen warmtepompen beschikbaar die specifiek ontworpen zijn om in het dakvlak zelf geplaatst te worden.

HP Launch – Workpackage 1

Randvoorwaarden voor systeemontwikkeling



		Opmerkingen	Afmeting (BINNEN)	Op / dichtbij plaats huidige ketel (zolder!)	Snelle / eenvoudige plaatsing	Onderhoud / toegankelijkheid eenvoudig	Gewicht --> 25 kg per pers. --> max 50?	Geluid	Betaalbaar
Split	Buitenunit naast woning	STEK-plichtig, afstand buiten/binnen groot	+-	-	+	+	+	-	+
	Buitenunit op dak	STEK-plichtig, installatie enkel van buiten toegankelijk	+-	+	-	--	+	+	-
	Buitenunit aan muur (hoog)	STEK-plichtig, installatie enkel van buiten toegankelijk	+-	+-	-	--	+	+	-
	Buitenunit "ver weg" bv. garage, schuur	STEK-plichtig, afstand buiten/binnen groot	+-	-	+-	+	+	+	+-
Monobloc	Buitenunit naast woning	Gevaar voor bevrozen leidingen, afstand buiten/binnen groot	++	-	+	+	-	-	+
	Buitenunit op dak	Gevaar voor bevrozen leidingen, installatie enkel van buiten toegankelijk	++	+-	-	--	-	+-	-
	Buitenunit aan muur (hoog)	Gevaar voor bevrozen leidingen, installatie enkel van buiten toegankelijk	++	+-	-	--	-	+-	-
	Buitenunit "ver weg" bv. garage, schuur	Gevaar voor bevrozen leidingen, warmteverlies door afstand	++	-	+-	+	-	+	+-
	Buitenunit "door dak" --> sta-hoogte	Installatie van binnenuit mogelijk, goede werkhoogte	+	+	+	+	?	+	+
	Buitenunit "door dak" --> knieschot	Installatie van binnenuit mogelijk, lastig toegankelijk	+	+	+	+-	?	+	+
	Buitenunit "door dak" --> nok	Installatie van binnenuit mogelijk, uitnemen WP naar binnen lastig	+	+	+-	-	?	+	+

Overzicht van voor- en nadelen verschillende uitvoeropties.

6 Referenties

Naast de keuze voor een type, dimensionering en randvoorwaarden voor de warmtepomp, is in overleg ook gekozen voor een referentiewoning en een prestatie-referentie voor de warmtepomp zelf.

Referentiewoning

We hebben gezien dat de 'modale' woning de volgende eigenschappen heeft:

- Rijwoning
- Ca. 100 – 120 m²
- Energielabel C of D
- Verbruik ca. 1400 – 1500 m³ gas (incl. tapwater). Equivalent aan ca. 10.000 kWh warmtevraag
- Ketel op zolder, hybride WP direct toepasbaar, na renovatie ook all-electric
- Afgiftetemperatuur huidig: tot 55 graden, maar na renovatie lager
- Tapwaterproductie is niet noodzakelijk met de WP, maar kan in principe door een propaan-WP wel geleverd worden

Met deze eigenschappen in het achterhoofd is gekozen om twee woningen als referentie te gebruiken.

Referentie 1: RVO Voorbeeldwoningen – nageïsoleerde tussenwoning uit 1975-1992

Referentie 2: RVO Voorbeeldwoningen – nageïsoleerde hoekwoning uit 1964-1975

Referentiesysteem

Als referentiesysteem is gekozen voor de Nefit EnviLine.

Marktomvang en productie

Het marktpotentieel voor hybride warmtepompen is enorm. Jaarlijks worden ca. 400.000 ketels verkocht. Op middellange termijn kan circa de helft tot tweederde van deze systemen een hybride WP zijn. Dit is een totale markt van enkele miljoenen warmtepompen.

In de huidige markt worden ca. 50.000 warmtepompen per jaar verkocht, waarvan naar schatting ongeveer de helft hybride systemen betreft. De groeicijfers zijn enkele 10-tallen procent per jaar.

Het is qua productie aan te bevelen om rekening te houden met enkele duizenden stuks in de eerste jaren, groeiend naar zeker tienduizenden installaties per jaar binnen 5 tot 10 jaar.



7 Inventarisatie risico's

De volgende risico's worden expliciet geadresseerd in het ontwikkeltraject:

TECHNISCHE RISICO'S

- **Brandbaarheid koudemiddel**
Expliciet afgedekt door wetgeving. Binnen de woning max. 150 gram propaan toegestaan. Als het koudemiddelhoudende deel van de WP buiten de woning ligt, is tot 4.95 kg toegestaan. Dit is ruimschoots voldoende.
Belangrijk is daarmee een goede scheiding tussen de buitenkant en binnenkant van de dak-warmtepomp.
- **Flexibiliteit systeemontwerp**
Het systeem moet toepasbaar zijn in zo veel mogelijk woningen. Dit betekent dat er bij ontwerp reeds rekening gehouden zal worden met o.a.
 - Koppelbaarheid / cascadeopstelling
 - Aansluiting aan ketel
 - Optimale aansturing i.c.m. ketel
 - Robuust t.o.v. hellingshoek dak
 - Eenvoudige installatieprocedure

MARKTRISICO'S

- Mogelijk zullen andere partijen met soortgelijke ontwerpen komen. In principe is dit enkel toe te juichen, aangezien het onderzoek binnen HP-Launch zich juist richt op het ontwikkelen en beschikbaar maken van kennis omtrent dit warmtepomp-concept.
- Produceerbaarheid is een aandachtspunt dat direct bij de ontwerpfase meegenomen zal worden.

BELEIDSRISICO'S

- **Energieprestatie, subsidie/extra kosten bij wel/niet verduurzamen, etc:**
Het overheidsbeleid is gericht op het bevorderen van duurzame warmtevoorziening. De HP-Launch ontwikkeling past naadloos in dit streven.
- Op gebied van koudemiddelen kan er mogelijk e.e.a. veranderen, maar er wordt reeds rekening gehouden met de mogelijkheid om het complete koelmiddelcircuit 'buiten de woning' te houden aan de dakzijde van de warmtepomp.
- Er wordt momenteel (april 2019) regelgeving verwacht rond geluidsproductie van warmtepompen. Hier heeft de HP-Launch dakwarmtepomp een voordeel, aangezien de geluidsproductie plaatsvindt op het dak, en daarmee automatisch een stuk verwijderd is van de perceelgrens van eventuele burens. Wel moet gezorgd worden dat de geluidsproductie niet juist in de richting van eventuele dakramen van burens zal gaan.