



Advies

Stedenwaard aardgasvrij

Haalbaarheidsonderzoek

Stedenwaard - Haalbaarheidsonderzoek - rapport

Kenmerken

Projectnummer	20348	Datum	29 augustus 2022
Auteur	Ing. Rianne Raat Joost Gerrits (MSc)	Co-lezer	Esmee de Lorijn
Onderwerp	Stedenwaard - Haalbaarheidsonderzoek - rapport		
Kenmerk	20348-235421	Status	
Opdrachtgever	Gemeente Harderwijk T.a.v. de heer T. Meuwissen Postbus 149 3840 AC HARDERWIJK	Uitgevoerd door	DWA B.V. Harderwijkweg 7 2803 PW GOUDA 088 - 163 53 00



Inhoudsopgave

1	Stedenwaard aardgasvrij	4
1.1	Doel van dit rapport	4
1.2	Leeswijzer rapport	5
1.3	Disclaimer	5
2	Advies	6
2.1	Welk warmteconcept is het beste voor Stedenwaard?	6
2.2	Transitiepaden: hoe nu verder?	8
2.2.1	Draagvlak organiseren/ keuze maken voor warmteconcept	8
2.2.2	Isoleren	8
2.2.3	Realisatie van gekozen warmteconcept	9
3	Bevindingen	10
3.1	Collectiviteit	11
3.2	CO ₂ -reductie	12
3.3	Kosten	14
3.4	Comfort	19
3.5	Inpasbaarheid (in woning en openbare ruimte)	20
3.6	Leveringszekerheid/ keuzevrijheid/ invloed op prijs	22
3.7	Transitiepaden	23
3.7.1	Isoleren	23
3.7.2	Realisatie van gekozen warmteconcept	25
	Bijlage 1 - Omschrijving warmteconcepten	26
	Bijlage 2 - Factsheets	31
	Bijlage 3 - Kaarten	32

1 Stedenwaard aardgasvrij

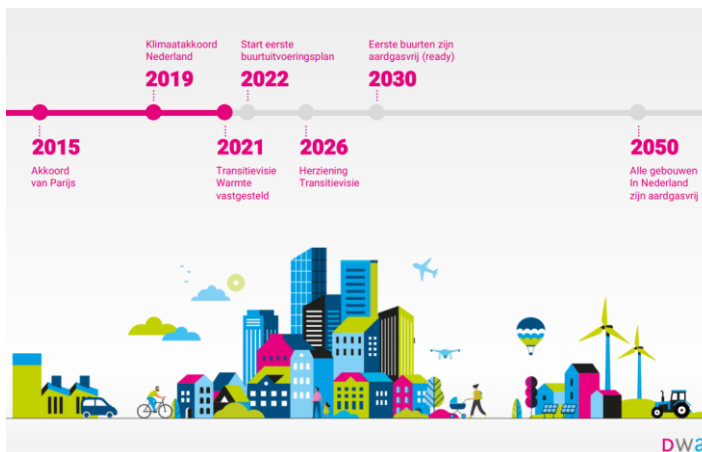


In het voorjaar van 2019 is door bewoners Marcel van de Berg en Ab de Haas het initiatief gestart voor het latergenoemde Duurzaam Klein Stedenwaard (DKS) project. In samenwerking met de gemeente heeft dat geleid tot het huidige DKS met 50 leden. Zij zetten zich in om de 500 woningen in Stedenwaard duurzaam en aardgasvrij te maken. DKS bevindt zich nog in de oriëntatiefase en vindt dit een mooi moment voor een *haalbaarheidsonderzoek* naar een duurzaam warmteconcept voor de buurt.

Op weg naar aardgasvrij in 2050

De klimaatsverandering en opwarming van de aarde vraagt om actie. We moeten het gebruik van fossiele energie afbouwen om de aarde leefbaar te houden. De intrinsieke motivatie om aan de slag te gaan in hun buurt is terug te vinden bij de bewoners van Stedenwaard. Naast deze intrinsieke motivatie is het Klimaatakkoord opgesteld door overheid, bedrijven en maatschappelijke organisaties met twee duidelijke doelen: 49% minder CO₂-uitstoot in 2030 en 95% minder in 2050, beiden ten opzichte van 1990. Om dit te halen moet Nederland op verschillende terreinen aan de slag. De warmtetransitie is een van deze terreinen.

Concreet betekent dit het overgaan van circa 7 miljoen woningen en 1 miljoen gebouwen van fossiele energie op duurzame warmte en elektriciteit. De komende jaren gaan veel woningen, gefaseerd, van het aardgas af. 2050 klinkt nog ver weg, maar die tijd is hard nodig om samen onze woningen klaar te maken voor een aardgasvrije, duurzame toekomst.



1.1 Doel van dit rapport

Het doel van dit rapport is om een advies te geven aan DKS voor een eerste, dan wel tweede voorkeursalternatief voor duurzame warmte Stedenwaard. We analyseerden de volgende concepten:

- Een warmtenet met een laag temperatuur (LT) gevoed door aquathermie uit het Wolderwijd (concept 1)
- Een klein collectief energiesysteem met energieopslag (concept 2)
- Een warmtenet met een midden temperatuur (MT) gevoed door aquathermie uit het Wolderwijd (concept 3)
- Een warmtenet met een midden temperatuur (MT) gevoed door restwarmte van een datacenter (concept 4).
Ter indicatie is dit concept meegenomen, ondanks dat gedurende het onderzoek is gebleken dat het datacenter in Zeewolde er niet gaat komen, omdat de initiatiefnemer zich teruggetrokken heeft.
- Individuele warmtepomp per woning:
 - Warmtepomp op basis van buitenlucht (all-electric, concept 5)
 - Hybride warmtepomp op basis van buitenlucht (concept 6)
 - Warmtepomp met een bodemlus (all-electric, concept 7)

Vervolgens geeft dit rapport advies over mogelijke vervolgstappen die DKS en de gemeente Harderwijk kunnen zetten naar een aardgasvrije buurt. DKS is vooral benieuwd naar de mogelijkheden voor collectieve varianten, de warmtepomp concepten zetten we daarom als een geheel naast de warmtenetconcepten.

1.2 Leeswijzer rapport

Eerst treft u, in hoofdstuk 2, het advies aan voor het warmteconcept. Ook geeft hoofdstuk 2 mogelijke vervolgstappen en transitiepaden. In hoofdstuk 3 geven we de argumenten waarmee we tot het advies komen. Alle verdere achtergrondinformatie, zoals de beschrijving van de concepten, is te vinden in de bijlage.

1.3 Disclaimer

Dit rapport is een eerste haalbaarheidsonderzoek, omdat DKS zich nog in de oriëntatiefase bevindt. Het rapport geeft een vergelijking op hoofdlijnen van mogelijke warmteconcepten voor Stedenwaard. De concepten worden onderling vergeleken aan de hand van een gestandaardiseerde (basis-)woning in de wijk. Hierdoor is het mogelijk om een vergelijking te maken voor de buurt en wordt het mogelijk om een keuze te maken voor het warmteconcept. Er is niet gerekend aan een business case, dat viel buiten de scope van dit onderzoek.

Het rapport geeft geen individueel maatwerkadvies per huis, al willen we wel nadrukkelijk met de transitiepaden de bewoners van Stedenwaard richting geven voor de volgende stappen. Het is dus mogelijk dat de individuele situatie kan afwijken.

Het vergelijking maken we op basis van het prijspeil van het voorjaar 2022. De materiaal- en grondstofprijzen zijn momenteel echter veranderlijk. We verwachten niet dat veranderende prijzen de uitkomsten van dit rapport wijzigt, wel kan het zijn dat de berekende investeringen en jaarlijkse lasten anders kunnen uitpakken in de toekomst.

Gedurende de loop van het onderzoek is bekend geworden dat de initiatiefnemer voor het datacenter in Zeewolde de plannen intrekt. Voor de vergelijking laten we dit concept in het rapport staan, ondanks dat het datacenter niet gerealiseerd zal worden.





2 Advies

2.1 Welk warmteconcept is het beste voor Stedenwaard?

In deze paragraaf geven we ons advies voor het te kiezen warmteconcept om Stedenwaard in de toekomst van het aardgas te halen. Uit onze analyse komen twee warmteconcepten als beste uit de bus: aquathermie met WKO (concept 3) en een warmtepomp (concept 5+6). Hieronder zetten we de conclusies voor de concepten op een rij, waarbij we de concepten scoren ten opzichte van elkaar. Een uitgebreide beschrijving van de concepten is te vinden in de bijlage. Een verdere onderbouwing van deze adviezen geven we in hoofdstuk 3.

Tabel 2.1

Concept	Conclusies
(1) Aquathermie met wko (warmtepomp per woning-LT)	- Dit concept is een collectief concept. - Dit concept heeft een hoge CO₂-reductie, ten opzichte van de andere concepten. - Dit concept heeft de hoge maatschappelijke kosten en hoge bewonerslasten. Dit concept <u>adviseren we daarom niet</u>. - Dit concept vraagt om grote aanpassingen in de woning. - Dit concept heeft een gemiddelde keuzevrijheid.
(2) Collectieve warmtepomp met warmteopslag (MT)	- Dit concept is een collectief concept. - Dit concept heeft een gemiddelde CO₂-reductie. - Dit concept heeft van de collectieve systemen de laagste maatschappelijke kosten. De bewonerslasten zijn hoog. - Dit concept vraagt om weinig aanpassing in de woning. Het concept is echter niet inpasbaar in de openbare ruimte en <u>daarom adviseren we dit concept niet</u>. - Dit concept heeft een beperkte keuzevrijheid.
(3) Aquathermie met wko (collectieve warmtepomp-MT)	<u>Wij adviseren dit concept, wanneer het de wens is om tot een collectief systeem te komen.</u> Dit concept biedt de meeste voordelen en heeft de minste nadelen van de collectieve systemen. - Dit concept is een collectief concept. - Dit concept heeft een gemiddelde CO₂-reductie. - Dit concept heeft van de collectieve warmteconcepten gemiddelde maatschappelijke kosten (een individuele warmtepomp heeft hogere maatschappelijke kosten) en hoge bewonerslasten. - Dit concept vraagt om weinig aanpassing in de woning en heeft een gemiddelde impact in de openbare ruimte. - Dit concept biedt een beperkte keuzevrijheid.
(4) Warmtenet (MT) met restwarmte datacenter	- Dit concept is een collectief concept. - Dit concept heeft een gemiddelde CO₂-reductie. - Dit concept heeft bijna de laagste maatschappelijke kosten en is daarom een goede optie. De bewonerslasten zijn hoog. - Dit concept vraagt om weinig aanpassing in de woning en heeft een gemiddelde impact in de openbare ruimte. - Met dit concept is er veel afhankelijkheid van de warmteleverancier en heeft een zeer beperkte keuzevrijheid. Nu duidelijk is dat het datacenter er niet komt, <u>is dit concept geen optie meer</u>.

- (5+6+7) Individuele warmtepomp
- Wij adviseren dit een individuele luchtwarmtepomp, omdat dit concept de laagste bewonerslasten heeft en op CO₂-reductie goed scoort.
 - Dit concept is echter geen collectief concept. DKS heeft de wens om tot een collectief systeem te komen. Een all-electric luchtwarmtepomp (concept 5) is dan een goed alternatief, wanneer bewoners niet over willen gaan op een collectief systeem.
 - Dit concept vraagt om grote aanpassingen in de woning.
 - Dit concept biedt het voordeel van veel keuzevrijheid.
 - Een warmtepomp met bodemlus vraagt een te grote investering in de installatie en wordt niet geadviseerd. Een hybride warmtepomp kan als tussenstap worden ingezet (zie par. 2.2.3.)

In de onderstaande tabel 2.2 zetten we nogmaals de concepten op een rij, overzichtelijk gescoord met drie kleuren: groen, geel en rood. Groen geeft daarbij het concept aan dat het beste scoort ten opzichte van de andere concepten. Rood geeft aan dat het concept dat het minste scoort. Bij geel scoort het concept gemiddeld ten opzichte van elkaar, of is er een aandachtspunt dat maakt dat het concept geen groen scoort. Een verdere uitleg van de argumenten voor het scoren met de betreffende kleur staat in hoofdstuk 3.

Tabel 2.2.

	(1) Aquathermie met wko (warmtepomp per woning-LT)	(2) Collectieve warmtepomp met warmteopslag (MT)	(3) Aquathermie met wko (collectieve warmtepomp-MT)	(4) Warmtenet (MT) met restwarmte datacenter	(5+6+7) Individuele warmtepomp
Collectiviteit					
Collectief systeem	Green	Green	Green	Green	Red
CO ₂ -reductie					
Mate van CO ₂ -reductie	Green	Yellow	Red	Green	M.u.v. hybride
Kosten (o.b.v. huidige prijspeil 2022)					
Maatschappelijke kosten	Yellow	Green	Yellow	Green	Red
Bewonerslasten	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
Comfort					
Comfort in de woning	Green	Green	Green	Green	Green
Inpasbaarheid					
In woning	Red	Green	Green	Green	Red
In openbare ruimte	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow
Leveringszekerheid/ keuzevrijheid/ invloed op prijs					
Leveringszekerheid	Yellow	Green	Green	Red	Yellow
Keuzevrijheid	Red	Red	Red	Red	Green

N.b.:

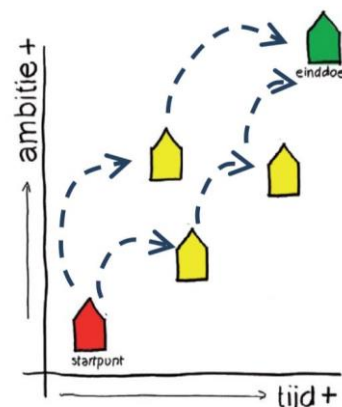
- LT= laag temperatuur in het warmtenet (circa 15°C)
- MT= midden temperatuur in het warmtenet (circa 50-70°C)

De verschillen tussen de individuele warmtepompconcepten zijn niet groot. Vandaar dat we voor de leesbaarheid van het rapport we de lucht (concept 5), hybride (concept 6) en de warmtepomp met bodemlus (concept 7) in tabel en grafieken als één concept nemen. Waar het wel relevant is, splitsen we deze concepten op.

2.2 Transitiepaden: hoe nu verder?

In deze paragraaf geven we advies over de vervolgstappen richting een aardgasvrije wijk. We begrijpen dat het voor bewoners lastig is te overzien wat de (eerste) stappen zijn. Met dit advies geven we richting voor het vervolg, afhankelijk van het gekozen warmteconcept.

Het is belangrijk te beseffen dat niet alles in één keer georganiseerd en veranderd hoeft te worden in de buurt. Zie het traject ook echt als een transitie van meerdere jaren, waarin de bewoners met hun woning groeien naar een aardgasvrije wijk.



2.2.1 Draagvlak organiseren/ keuze maken voor warmteconcept

- Verken het draagvlak onder de bewoners voor de twee warmteconcepten die we adviseren (concept 3: aquathermie met een collectieve warmtepomp of concept 5 + 6: individuele (hybride) luchtwarmtepomp)
- Het is belangrijk om een breed draagvlak te hebben onder de bewoners van Stedenwaard. Zeker in het geval het de wens is om het collectief concept 3: aquathermie verder te ontwikkelen. Bij een collectief concept is het noodzakelijk dat er uiteindelijk voldoende bewoners zijn in de gehele buurt die over willen gaan op dit concept (circa 70%, het precieze percentage volgt uit een later op te stellen businesscase). Om te weten of het zinvol is om een meerjarenproject in te gaan voor het realiseren van een warmtenet is het noodzakelijk om hier het draagvlak voor te verkennen.

2.2.2 Isoleren

- Voor concept 3 (aquathermie met wko en collectieve warmtepomp op middentemperatuur) zijn de huizen voldoende geïsoleerd als de maatregelen uit pakket A worden (of al zijn) uitgevoerd.
- Voor de concepten met een volledige elektrische warmtepomp (concept 5+7) is het noodzakelijk om de maatregelen uit pakket B door te voeren in de woning. In de volgende paragraaf 2.2.3. geven we een stapsgewijs transitiepad om via een hybride warmtepomp (concept 6) over de jaren toe te groeien naar een volledig elektrische warmtepomp.
- Isoleren is altijd goed, al moet het passen bij de financiële en bouwkundige situatie van de bewoner en hun huis. Dit rapport geeft een generiek advies. Bij twijfel of wanneer er behoefte is aan maatwerk, voer dan altijd eerst een energiescan per woning uit.
- Voor de verdere uitleg van de isolatiepakketten A en B: zie de paragraaf 3.7.2.

Tabel 2.2

Maatregelen die sowieso genomen kunnen worden (no-regret)

De volgende maatregelen zijn sowieso goed om te nemen, als deze nog niet genomen zijn. Ze hebben een goed financieel rendement of ze vergroten snel het comfort in de woningen.

- Plaatsen van zonnepanelen
- Kierdichting
- Glas vervangen naar HR++ glas

2.2.3 Realisatie van gekozen warmteconcept

Het vraagt veel werk om een wijk aardgasvrij te maken. In deze paragraaf gaan we in hoofdlijnen in op wat er allemaal komt kijken bij het realiseren van een warmteconcept.

Collectief energiesysteem

Het vraagt veel organisatie om tot een collectief energiesysteem te komen, zoals concept 3. In paragraaf 3.7.3 gaan we in meer detail in op de zeven stappen die nodig zijn om een warmtenet te realiseren. De belangrijkste vraagstukken die de komende jaren uitgewerkt moeten worden zijn:

- Wat is de business case voor een collectief systeem in Stedenwaard? In een business case wordt het gekozen warmteconcept verder in detail uitgewerkt. Het is dan ook mogelijk om te bepalen wat bijvoorbeeld de aansluitkosten (BAK) zijn. Andere zaken die met een business case worden uitgewerkt:
 - o Wat wordt het ontwerp van het warmtenet?
 - o Wat wordt de gevraagd investering en jaarlijkse lasten?
- Zijn er voldoende woningeigenaren die, aan de hand van de business case, die willen overgaan naar het collectieve systeem? Als vuistregel kan gesteld worden dat ongeveer 70% van een wijk/ buurt moet meedoen aan een warmtenet om een warmtenet financieel rond te krijgen.
- Wat is de rol die de gemeente wil/ kan oppakken bij de realisatie van een collectief systeem? Wil de gemeente mede-eigenaar worden?¹
- Wie wordt eigenaar van het warmtenet en hoe wie doet het beheer en de exploitatie?

Individuele warmtepomp

Mocht de keuze vallen op een individuele warmtepomp, dan adviseren we de volgende stappen:

- 1 Start met uitvoeren van isolatiepakket A.
- 2 Stel de temperatuur van het cv-water van de huidige CV-ketel in op 50°C. Dit verandert niets aan de temperatuur van het warme water uit de kraan. Dit bespaart wel al aardgas en tegelijk kan worden ervaren of het huis nog comfortabel warm wordt bij deze temperatuur. Als het huis comfortabel warm wordt, betekent dit dat de woning wat betreft isolatie en afgiftesysteem klaar is voor een warmtepomp.
- 3 Installeer een hybride luchtwarmtepomp. Dit bespaart al voor een aanzienlijk deel het gasverbruik. Dit is een goede tussenstap op weg naar volledig aardgasvrij.
- 4 Is de woning dit nog niet comfortabel te krijgen met de ketel op 50°C, dan adviseren we deze verder na te isoleren met isolatiepakket B (dak, gevel, vloer, spouwmuur en bijvoorbeeld vloerverwarming). Hiermee daalt de gewenste aanvoertemperatuur om de woning op temperatuur te houden naar circa 50°C. Daarmee daalt ook de benodigde warmtevraag. Deze stap is ook noodzakelijk voordat een volledig elektrische warmtepomp wordt geïnstalleerd.
- 5 Of het installeren van een volledig elektrische (lucht) warmtepomp.

Met deze vijf stappen is er voor bewoners de ruimte om in eigen tijd en ruimte in te groeien naar een aardgasvrije concept. Naast het hierboven beschreven spoor, zijn er ook nog twee alternatieven sporen:

- 1 Als stelregel geldt dat als in stap 1 blijkt dat het huis, ook in de winter, met een cv-ketel op 50°C comfortabel warm wordt, dan is het huis naar alle waarschijnlijkheid geschikt voor een all-electric warmtepomp. Het is dan niet meer nodig om aanvullende isolatiemaatregelen te nemen. Dit is een algemeen uitgangspunt. Het is altijd aan te raden om isolatieadvies in te winnen specifiek voor de woning.
- 2 Wanneer de bewoners de (financiële) mogelijkheden hebben, kunnen zij er ook voor kiezen om direct stap 2 en 4 te combineren, zodat stap 3 overgeslagen kan worden. Het is dan ook mogelijk om direct naar een luchtwarmtepomp (all-electric) te gaan, zonder verlies van comfort. Bij de huidige energieprijzen (prijspeil 2022) zijn al deze maatregelen rendabel en verdienen ze zich terug over de jaren.

¹ Er zijn wetswijzigingen aanstaande die mogelijk van invloed zijn op de rol van de gemeente bij warmtenetten. Het is wachten tot er meer bekend wordt over deze zogenaamde warmtewet. Dat zal in het najaar van 2022 zijn.

3 Bevindingen



In dit hoofdstuk onderbouwen we hoe we tot het advies in hoofdstuk 2 komen. Om een zo passend mogelijk advies te geven aan u als bewoner van de wijk Stedenwaard hebben wevoorafgaand aan onze berekeningen in twee woningen gekeken. Hierdoor hebben we een goed beeld van de huidige situatie in de woningen

Standaard woning

Na dit wijkbezoek is een standaardwoning samengesteld. Deze woning is representatie voor alle woningen in de wijk. Het betreft een jaren 70 woning, met een woonoppervlak van 124 m². Het gasgebruik van de woning is 1.540 m³ per jaar, het elektriciteitsgebruik ligt rond de 3.000 kWh per jaar, waarbij er nog op gas gekookt wordt. We gaan in de berekeningen uit van een ongeïsoleerde woning, waarvan bijvoorbeeld de ramen nog niet zijn vervangen voor hr++glas. In de wijk zien we dat iedereen wel iets aan de woning heeft verbeterd, maar hier is niet iets eenduidigs over te zeggen. Hiermee laten we een 'worst-case' scenario zien, waarbij de kans groot is dat de investering voor u als bewoner meevalt omdat u bepaalde maatregelen al hebt doorgevoerd.

Eenheden

In de volgende paragrafen gaan we verschillende eigenschappen van de concepten vergelijken en beoordelen. We maken onder andere de vergelijking tussen warmte uit een warmtenet, en warmte uit een warmtepomp. De warmte uit een all electric warmtepomp rekent u af in kWh elektriciteit, omdat een warmtepomp elektriciteit nodig heeft om warmte te maken. Warmte uit een warmtenet wordt echter afgerekend in GJ (gigajoule), wat een eenheid warmte is. Ter vergelijking, een GJ warmte staat gelijk aan 32 m³ aardgas. De woningen hebben een warmtevraag van 1.540 m³ aardgas of van 48,1 GJ warmte. Zakt het gasverbruik, dan zakt ook het warmtegebruik in GJ.



Figuur 3-1 Bron: googlemaps

Wijze van vergelijken

We vergelijken verschillende warmtenet concepten met individuele warmtepomp concepten. Voor de kosten van bewoners vergelijken we de warmtenet concepten (1 t/m 4) met de individuele warmtepomp concepten, waarbij we de bodemwarmtepomp, luchtwarmtepomp, en hybride warmtepomp als één concept zien. Waar de bodemwarmtepomp een hogere voorinvestering vraagt, heeft de luchtwarmtepomp een hoger energiegebruik. DKS is vooral benieuwd naar de mogelijkheden voor collectieve varianten, de warmtepomp concepten zetten we daarom als een geheel naast de warmtenetconcepten.

We beoordelen de concepten ten opzichte van elkaar op de onderwerpen, collectiviteit, CO₂-reductie, kosten, comfort, inpasbaarheid en leveringszekerheid/ keuzevrijheid. Om dit overzichtelijk te maken gebruiken we de kleuren rood, geel en groen. Groen geeft daarbij het concept aan dat het beste scoort ten opzich te van de andere concepten. Rood is dat het concept dat het minste scoort. Bij geel scoort het concept gemiddeld ten opzichte van elkaar, of is er een aandachtspunt dat maakt dat het concept geen groen scoort.

In de bijlage vindt u een uitgebreide beschrijving van de warmteconcepten.

3.1 Collectiviteit

In deze paragraaf lichten we toe of een concept collectief is of niet. Ook laten we op hoofdlijnen zien waar rekening mee gehouden moet worden bij de organisatie van de concepten.

Tabel 3.1

Concept	Toelichting
(1) Aquathermie met wko (warmtepomp per woning-LT)	- Dit is een collectief concept. - De bewoners moet tegelijkertijd overstappen naar dit concept om het financieel haalbaar te maken. Later aansluiten heeft gevolgen voor de financiële haalbaarheid van het warmtenet. - Dit concept vraagt veel organisatie vooraf.
(2) Collectieve warmtepomp met warmteopslag (MT)	- Dit is een collectief concept. - De bewoners moet tegelijkertijd overstappen naar dit concept om het financieel haalbaar te maken. Later aansluiten heeft gevolgen voor de financiële haalbaarheid van het warmtenet. - Dit concept vraagt veel organisatie vooraf.
(3) Aquathermie met wko (collectieve warmtepomp-MT)	- Dit is een collectief concept. - Een groot deel van de bewoners moet tegelijkertijd overstappen naar dit concept om het financieel haalbaar te maken. Later aansluiten creëert een financieel risico voor de bewoner en de warmteleverancier. - Dit concept vraagt veel organisatie vooraf.
(4) Warmtenet (MT) met restwarmte datacenter	- Dit is een collectief concept. - Een groot deel van de bewoners moet tegelijkertijd overstappen naar dit concept om het financieel haalbaar te maken. Later aansluiten creëert een financieel risico voor de bewoner en de warmteleverancier. - De organisatie van dit concept loopt buiten de bewoners om. Een externe warmteleverancier zal dit concept organiseren.
(5+6+7) Individuele warmtepomp	- Dit zijn individuele concepten per woning, waardoor er geen sprake is van collectiviteit. - De bewoners bepalen zelf wanneer ze overgaan naar nieuwe energievoorziening. - Voor isolatie en installatie van de warmtepomp zou een gezamenlijke aanpak en inkoop georganiseerd kunnen worden.

Gevoeligheidsanalyse

- Voor alle collectieve concepten (1t/m4) geldt, als vuistregel, dat circa 70% van de bewoners moet overstappen om het collectieve concept financieel haalbaar te maken. Met het uitwerken van de business case in een volgende stap, wordt precies duidelijk hoeveel bewoners dat zouden moeten zijn.
- Wat als er meer of minder deelnemers zijn voor het warmtenet? Wanneer er minder animo is voor een warmtenet, betekent dit doorgaans dat het financieel niet haalbaar is om een warmtenet te exploiteren. Het aansluiten van meer deelnemers daarentegen kan juist wel interessant zijn. Het gaat dan vooral om deelnemers die dicht bij elkaar, en bij het warmtenet wonen. Dit om te voorkomen dat er weinig benutte leidingen in de grond gelegd worden. Het aansluiten van meer woningen is doorgaans interessanter dan een paar woningen, maar in alle gevallen geldt dat dit moet worden doorgerekend in een businesscase om een definitief antwoord te geven.
- Het is daarbij ook goed mogelijk om meerdere lokale warmtenetten naar elkaar toe te laten groeien in de toekomst, al vraagt dat wel om afstemming.
- Ook voor alle collectieve concepten geldt dat er nog veel keuze te maken zijn. Voor deze concepten geldt dat er diverse inrichtingsmogelijkheden zijn, van volledig privaat, tot volledig in publieke eigendom en alle smaken daartussen. Zoals al aangegeven zijn er wetswijzigingen aanstaande die mogelijk van invloed zijn op de rol van de gemeente bij warmtenetten. Het zou kunnen dat de gemeente verplicht worden gesteld om eigenaar te worden van de infrastructuur van het warmtenet. Het is wachten tot er meer bekend wordt over deze zogenaamde warmtewet. Dat zal dit najaar zijn. De gemeente Harderwijk is momenteel al mede-eigenaar van een warmtenet en heeft hier ervaring mee.

3.2 CO₂-reductie

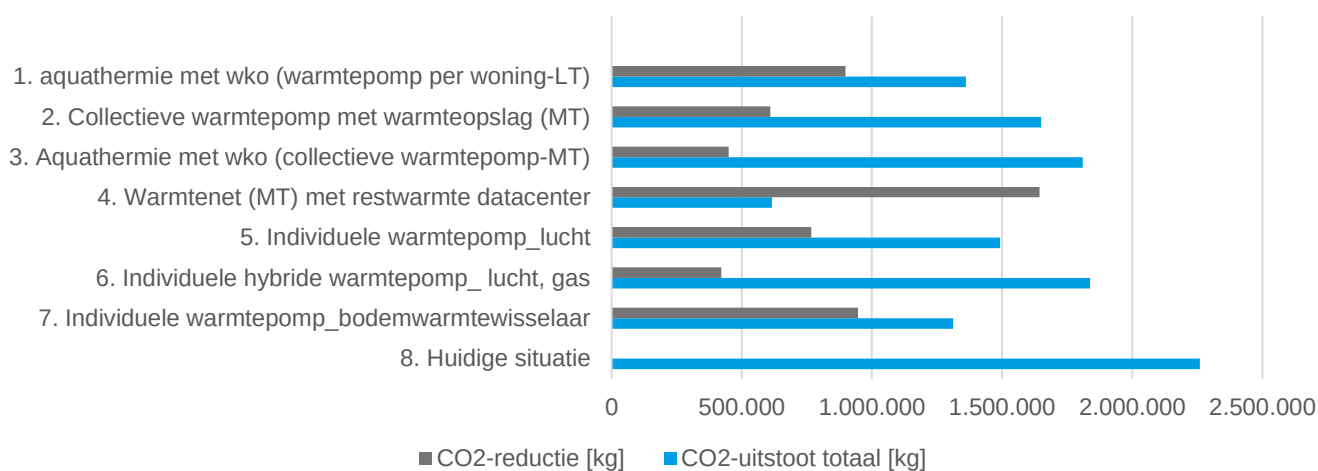
In deze paragraaf zetten we op een rij hoeveel CO₂-reductie een concept levert. Alle concepten maken in meer of mindere mate gebruik van elektriciteit. De elektriciteitsvoorziening in Nederland is (nog) niet volledige groen, en wordt voor een deel gemaakt uit aardgas. Dat maakt dat de CO₂-reductie nergens op nul uitkomt. Wanneer alle gebruikte elektriciteit duurzaam wordt opgewekt, bijvoorbeeld met zonnepanelen, zou de CO₂-uitstoot van de concepten 0 ton zijn. Dit verklaart waarom geen van de concepten nu al een 100% reductie van de CO₂-uitstoot behaalt.

Tabel 3.2

Concept	Toelichting
(1) Aquathermie met wko (warmtepomp per woning-LT)	• 40% CO₂-besparing • 1.360 ton CO₂-uitstoot vergeleken met 2.259 ton uitstoot met een cv-ketel • Besparing wordt behaald door uitsluitend elektriciteitsgebruik van de warmtepompen. Daarnaast is door beter geïsoleerde woningen er minder warmte nodig. WKO zorgt voor hoger rendement, en dus lager energiegebruik van de warmtepomp.
(2) Collectieve warmtepomp met warmteopslag (MT)	• 27% CO₂-besparing • 1.650 ton CO₂-uitstoot vergeleken met 2.259 ton uitstoot met een cv-ketel • Besparing wordt behaald door uitsluitend elektriciteitsgebruik van de warmtepompen. Door ongeïsoleerde woningen is de warmtevraag gelijk met huidige (gas)situatie. Door warmteopslag hoger rendement van de warmtepomp. Door collectiviteit minder vermogen nodig bij de warmtepomp. Hierdoor lager energiegebruik van de warmtepomp.
(3) Aquathermie met wko (collectieve warmtepomp-MT)	• 20% CO₂-besparing • 1.809 ton CO₂-uitstoot vergeleken met 2.259 ton uitstoot met een cv-ketel • Besparing wordt behaald door uitsluitend elektriciteitsgebruik van de warmtepompen. Door ongeïsoleerde woningen gelijke warmtevraag met huidige situatie. Door collectiviteit minder vermogen nodig bij de warmtepomp. Hierdoor is er een lager energiegebruik van de warmtepomp.
(4) Warmtenet (MT) met restwarmte datacenter	• 73% CO₂-besparing • 615 ton CO₂-uitstoot vergeleken met 2.259 ton uitstoot met een cv-ketel • Door externe warmte-exploitant is er uitsluitend CO₂-uitstoot uit warmtenet (het is nodig om de door het datacenter geleverde warmte op te waarden naar 70°C. Dit opwaarderen zal, buiten Stedenwaard, centraal in Harderwijk gebeuren.
(5+6+7) Individuele warmtepomp	• 19% tot 42% CO₂-besparing (een hybride warmtepomp stoot uiteraard meer CO₂ uit). • 1.312 tot 1.838 ton CO₂-uitstoot vergeleken met 2.259 ton uitstoot met een cv-ketel • Besparing wordt behaald, doordat warmtepomp uitsluitend elektriciteit gebruikt, hogere besparing afhankelijk van rendement (elektriciteitsgebruik) van de warmtepomp

Zoals te zien is in de staafgrafiek op de volgende pagina zorgt het warmtenet gevoed met restwarmte van het datacenter voor de laagste CO₂-uitstoot. Dit is te verklaren door de beperkte benodigde elektriciteit om de restwarmte op te waarden naar bruikbare warmte. Verder scoren de individuele warmtepompen goed in de mate van CO₂-besparing. Dit zijn concepten waarin de warmtevraag van de woningen verlaagd is door het nemen van isolerende maatregelen. Er hoeft daardoor minder warmte opgewekt te worden.

CO2-uitstoot en reductie



3.3 Kosten

In deze paragraaf vergelijken we de kosten en investeringen voor de warmteconcepten. De verschillende concepten vragen verschillende investeringen die bij verschillende partijen terecht kunnen komen. Kiest iedereen een individuele warmtepomp, dan liggen de meeste kosten voor het concept bij bewoner. Wordt er echter gekozen voor een warmtenet, dan heeft de bewoner andere kosten dan de exploitant van het warmtenet.



Om deze concepten toch te kunnen vergelijken kijken we naar de totale maatschappelijke kosten voor 30 jaar en de jaarlijkse bewonerslasten. Maatschappelijke kosten zijn de kosten die alle betrokken partijen en de bewoners in totaal (investering en exploitatie) moet betalen over de looptijd van 30 jaar om het concept te realiseren. De jaarlijkse bewonerslasten zijn de kosten die de bewoner jaarlijks betaalt aan o.a. onderhoud en energiekosten.

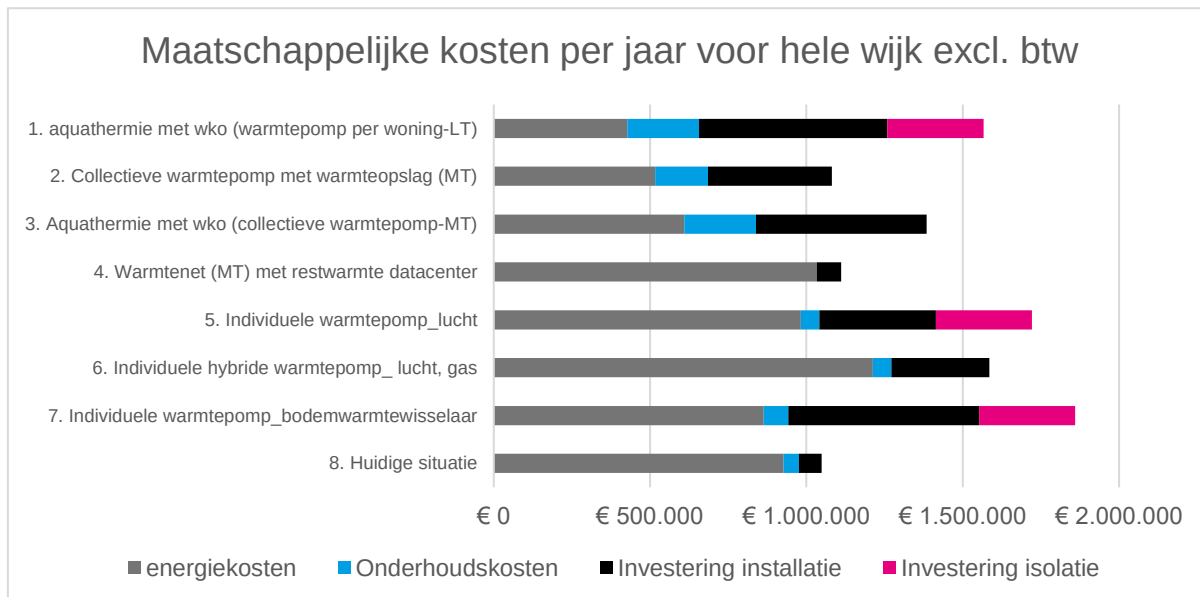
Tabel 3.3

Concept	Maatschappelijke kosten	Bewonerslasten	Toelichting
(1) Aquathermie met wko (warmtepomp per woning-LT)			- Totale maatschappelijke kosten zijn € 1.566.400 excl. Btw. - Jaarlijkse kosten voor bewoner zijn € 4.200 incl. btw en incl. subsidie
(2) Collectieve warmtepomp met warmteopslag (MT)			- Totale maatschappelijke kosten zijn € 1.081.900 excl. Btw - Jaarlijkse kosten voor bewoner zijn € 4.300 incl. btw en incl. subsidie
(3) Aquathermie met wko (collectieve warmtepomp-MT)			- Totale maatschappelijke kosten zijn € 1.384.500 excl. Btw - Jaarlijkse kosten voor bewoner zijn € 4.300 incl. btw en incl. subsidie
(4) Warmtenet (MT) met restwarmte datacenter			- Totale maatschappelijke kosten zijn € 1.111.300 excl. Btw - Jaarlijkse kosten voor bewoner zijn € 4.300 incl. btw en incl. subsidie
(5+6+7) Individuele warmtepomp			- Totale maatschappelijke kosten zijn € 1.584.900 tot € 1.859.800 excl. Btw. Dit zijn de hoogste maatschappelijke kosten van alle concepten. - Kosten voor bewoner zijn € 3.800 tot € 4.400 incl. btw en incl. subsidie. Dit zijn de laagste bewonerslasten van alle concepten. - Een warmtepomp met bodemlus vraagt een erg grote investering in de installatie en wordt daarom afgeraden.

Zoals te zien in onderstaande staafgrafiek is het voor de bewoner het voordeligst om over te stappen op een individuele warmtepomp (concepten 5, 6 en 7). Het voordeel van overstappen op een MT-warmtenet is dat er in de loop van de tijd geen herinvesteringen gemaakt hoeven worden. Ter vergelijking is de huidige situatie (gas) ook opgenomen in deze grafiek.

Maatschappelijke kosten

Om de totale kosten te vergelijken kijken we naar de maatschappelijke kosten. Dit zijn de kosten die de maatschappij, dus alle betrokken partijen en de bewoners, in totaal moet betalen over de looptijd van 30 jaar om het concept te realiseren. We willen DKS laten zien wat de totale maatschappelijke kosten van de verschillende concepten zijn.



Uit de voorgaande grafiek komt naar voren dat een collectieve warmtepomp met warmteopslag (concept 2) het warmteconcept is met de laagste maatschappelijke kosten. Het concept met restwarmte van een datacenter (concept 4) heeft ook relatief lage maatschappelijke kosten. De warmteconcepten met aquathermie met wko op lage temperatuur (concept 1) en met een warmtepomp met bodemlus per woning (concept 7) hebben de grootste maatschappelijke kosten.

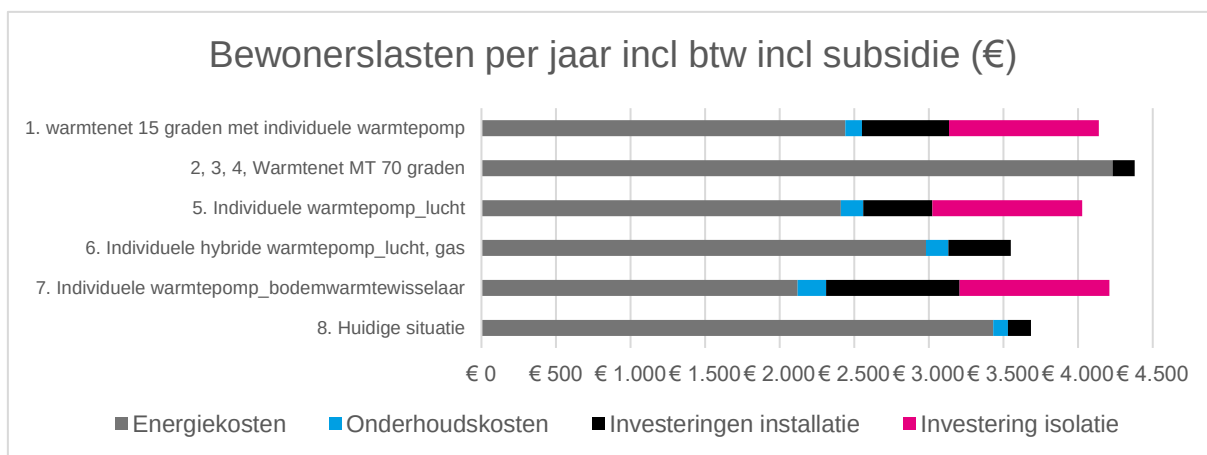
Bewonerslasten

We splitsen in deze paragraaf uit wat de specifieke kosten voor bewoners zijn.

- Er zit voor een bewoner geen financieel verschil tussen de jaarlijkse lasten van een MT-net met een wko en aquathermie, of een MT-net met warmteopslag. Voor de bewoner is alleen de watertemperatuur die de woning binnen komt belangrijk, omdat dit de prijs voor de warmte bepaalt en het bepaalt welke investeringen gedaan moeten worden aan de woning (isolatie en warmteafgiftesysteem).
- Ook betaalt een bewoner, wanneer aangesloten op een MT-warmtenet, geen onderhoudskosten aan de installatie. Deze kosten zitten verwerkt in het warmte(GJ)-tarief.
- Heeft een bewoner een individuele warmtepomp, dan betaalt de bewoner naast de elektriciteitskosten van de warmtepomp, ook voor een periodiek onderhoud, en zal er na een aantal jaar een herinvestering gedaan moeten worden wanneer de warmtepomp aan het einde van zijn levensduur is.

Inschatting warmtetarief voor bewoners op basis van ACM-maximum

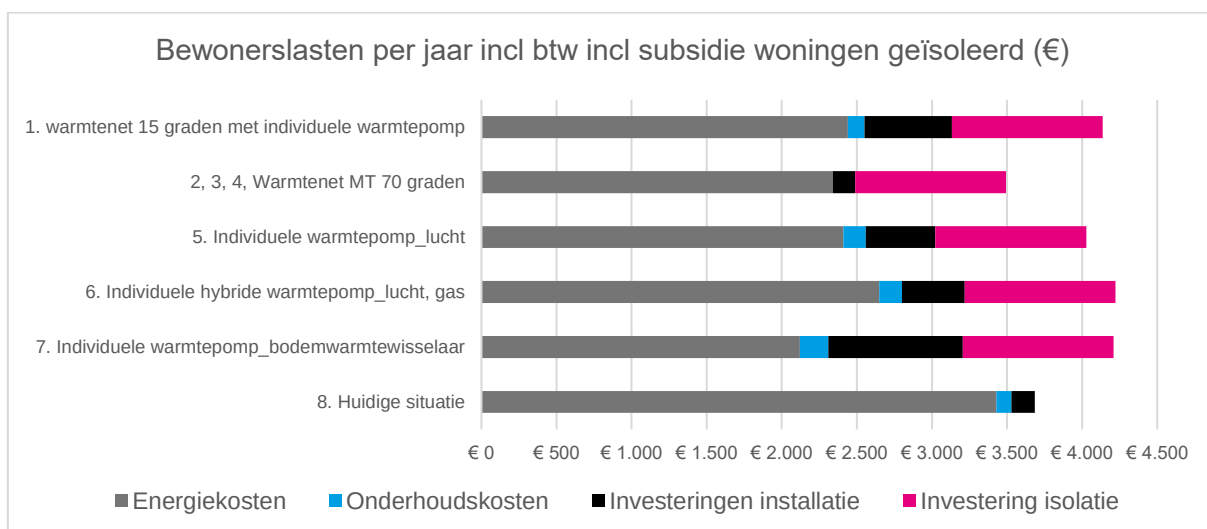
We rekenen met het maximale tarief voor warmte dat de Autoriteit Consument & Markt stelt voor de tarieven van warmtenetten. Veel warmteleveranciers rekenen niet met dit maximale tarief en zitten lager. Het is mogelijk dat deze warmtetarieven voor de bewoner, na verdere detailuitwerking in de business case, lager uitvallen.



Concept 2 heeft lagere maatschappelijke kosten omdat het rendement van de collectieve warmtepomp hoog is. Toch is dit concept op dit moment niet het voordeligst voor bewoners. Voor bewoners maakt het in eerste instantie financieel niet uit wat de bron van een warmtenet is. Bewoners betalen alleen voor het type warmteaansluiting dat ze krijgen. Afhankelijk van de businesscase kunnen deze tarieven lager uitvallen, wanneer blijkt dat de hoge ACM-max tarieven niet noodzakelijk zijn om een sluitende businesscase te krijgen. Hiermee kan concept 2 voor bewoners voordeliger worden.

Effect van isoleren op bewonerslasten

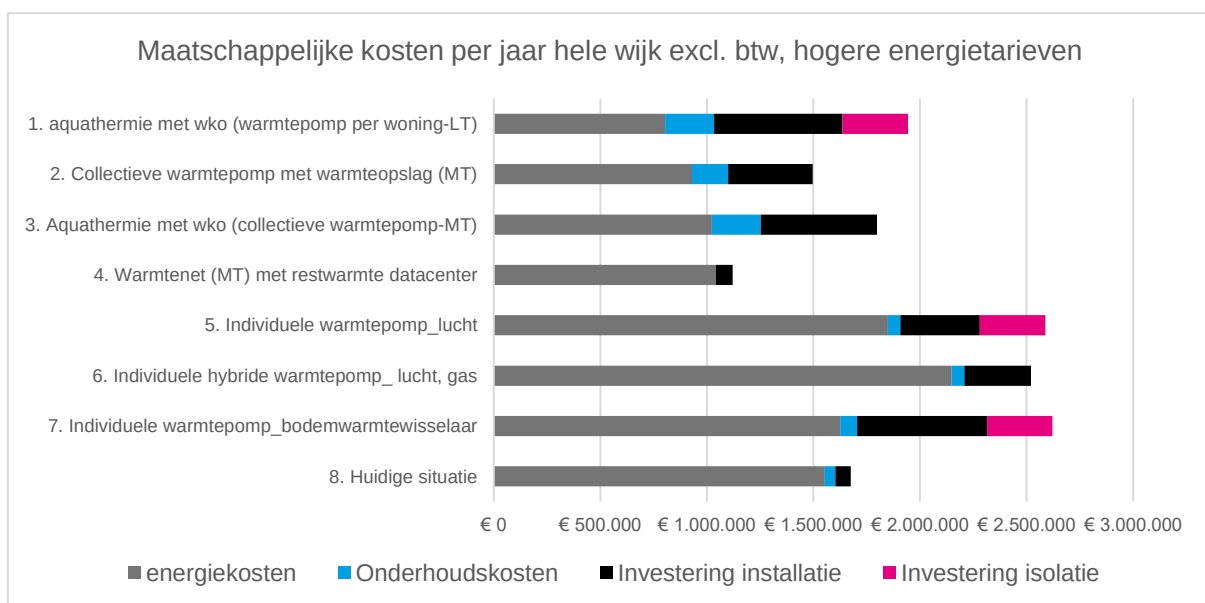
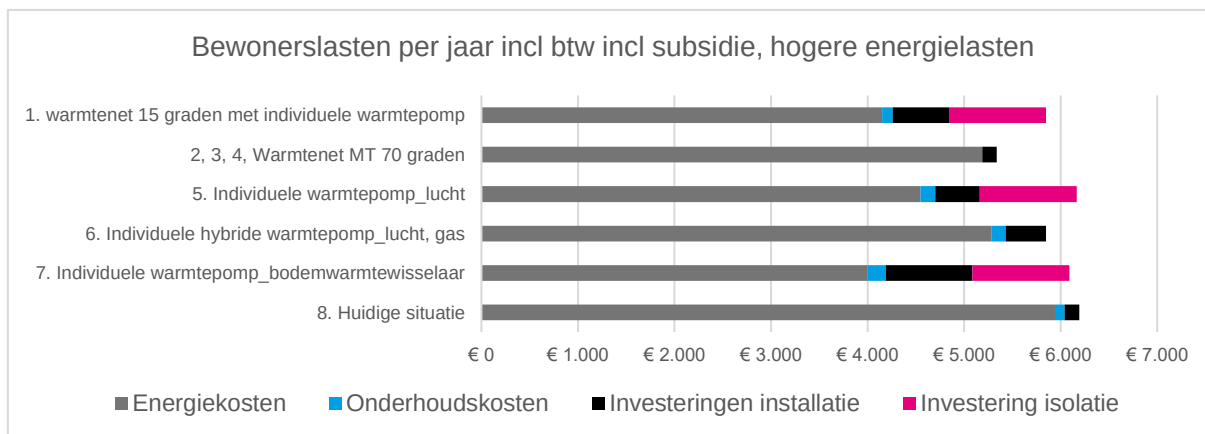
Voor woningen aangesloten op het warmtenet heeft de mate van isolatie minder effect op de prijs. Dit komt omdat het grootste deel van hun kosten uit vaste kosten bestaat. Dit komt doordat de energierekening van een woning die is aangesloten op een warmtenet is, anders is opgebouwd dan een woning die verwarmd wordt met elektriciteit of aardgas. Ter vergelijking, 20% van de warmteafrekening van een woning die is aangesloten op een warmtenet bestaat uit vaste kosten (vastrecht). Bij een woning die verwarmd met aardgas is dit slechts 11%. Wordt de woning geïsoleerd dan loopt dit op tot 25% van de energierekening.



Gevoeligheidsanalyse

Wanneer we de gas- en elektriciteitsstarieven verhogen zien we de volgende grafieken ontstaan. Voor de bewoner worden alle warmteconcepten voordeliger dan de huidige (gas)situatie. Belangrijke aanname is dat de ACM-warmtetarieven niet meestijgen met de gasprijs, omdat het warmtenet volledig aardgasvrij zal zijn. Wat betreft maatschappelijke kosten worden de collectieve varianten zeer voordelig ten opzichte van de individuele warmtepompconcepten.

We verwachten, met de huidige ontwikkelingen in de wereld, dat de gasprijs niet zal dalen.



Inschatting onrendabele top bij collectieve energievoorzieningen

Om te kunnen bepalen of de geadviseerde warmteconcepten haalbaar zijn, is het ook wenselijk om te weten of er een onrendabele top zit op de warmteconcepten. Hiermee wordt het namelijk moeilijk, of zelf onmogelijk, om een financieel haalbare businesscase rond te krijgen.

Het is echter op dit moment lastig om op basis van een snelle scan al te bepalen wat de onrendabele top gaat zijn. Door onzekerheden in de rentestand, het gewenste financiële rendement, inflatie en veranderende energie- en materiaalprijzen is het bepalen van een onrendabele top, zonder het uitwerken van een businesscase, met veel onzekerheden omgeven.

Wel hebben we al voorzichtig een aantal zaken op een rij gezet. Onze inschatting op dit moment (prijsspeil 2022) is dat concept 1 (aquathermie met wk - LT) een grote onrendabele top heeft en daarmee staan er grote vraagtekens bij de financiële haalbaarheid van dit concept. Concept 2 (een klein collectief systeem met energieopslag) en concept 4 (restwarmte uit een datacenter) hebben, naar alle verwachting, geen onrendabele top.

Het geadviseerde concept 3 (aquathermie met wko - MT) zit dicht bij het omslag punt naar een onrendabele top. Het is concept is wel kansrijk, omdat er genoeg basis is om verder te verkennen of dit warmteconcept financieel rond te krijgen is in een businesscase.

3.4 Comfort

In deze paragraaf vergelijken we hoe comfortabel alle concepten zijn. Kan er koude temperatuur geleverd worden?



Alle concepten zijn technisch haalbaar en zijn bewezen technieken.

Tabel 3.4

Concept	Toelichting
(1) Aquathermie met wko (warmtepomp per woning-LT)	- Met dit concept wordt het huis comfortabel warm. - Voor dit concept moeten de woningen aanvullende maatregelen nemen (isolatie en afgiftesysteem). - Het is met dit concept mogelijk om koude te leveren. Hier zitten grote kosten aan verbonden, omdat er extra leidingen in de wijk gelegd moeten worden. - Dit concept verwarmt 'trager' dan een cv-ketel. Met dit concept is het niet wenselijk om de thermostaat in de nacht lager te zetten. Het comfort is groter als er maximaal 2°C verschil is tussen dag en nacht.
(2) Collectieve warmtepomp met warmteopslag (MT)	- Met dit concept wordt het huis comfortabel warm. - Het is niet nodig om het afgiftesysteem aan te passen voor dit concept. Ook is het niet strikt noodzakelijk om de woning aanvullend te isoleren (al mag dat wel). - Het is met dit concept mogelijk om koude te leveren. Hier zitten hoge kosten aan verbonden, omdat er extra leidingen in de wijk gelegd moeten worden en het afgiftesysteem in de woning moet worden aangepast. - Dit concept heeft een vergelijkbare werking als de huidige cv-ketel. De thermostaat 's nachts lager zetten is geen probleem.
(3) Aquathermie met wko (collectieve warmtepomp-MT)	- Met dit concept wordt het huis comfortabel warm. - Het is niet nodig om het afgiftesysteem aan te passen voor dit concept. Ook is het niet strikt noodzakelijk om de woning aanvullend te isoleren (al mag dat wel). - Het is met dit concept mogelijk om koude te leveren. Hier zitten hoge kosten aan verbonden, omdat er extra leidingen in de wijk gelegd moeten worden en het afgiftesysteem in de woning moet worden aangepast. - Dit concept heeft een vergelijkbare werking als de huidige cv-ketel. De thermostaat 's nachts lager zetten is geen probleem.
(4) Warmtenet (MT) met restwarmte datacenter	- Met dit concept wordt het huis comfortabel warm. - Het is niet nodig om het afgiftesysteem aan te passen voor dit concept. Ook is het niet strikt noodzakelijk om de woning aanvullend te isoleren (al mag dat wel). - Het is met dit concept niet mogelijk om koude te leveren. - Dit concept heeft een vergelijkbare werking als de huidige cv-ketel. De thermostaat 's nachts lager zetten is geen probleem.
(5+6+7) Individuele warmtepomp	- Met dit concept wordt het huis comfortabel warm. - Voor de volledig elektrische warmtepompen moeten de woningen aanvullende maatregelen nemen (isolatie en afgiftesysteem/ radiatoren). - Wanneer de woning is voorzien van een nieuwe afgiftesysteem kan de woning ook worden gekoeld. - Dit concept verwarmt 'trager' dan een cv-ketel. Met dit concept is het niet wenselijk om de thermostaat in de nacht lager te zetten. Het comfort is groter als er maximaal 2°C verschil is tussen dag en nacht.

3.5 Inpasbaarheid (in woning en openbare ruimte)

In deze paragraaf gaan we in op de inpasbaarheid van de warmteconcepten. Welke ruimte wordt in de woning of in de openbare ruimte gevraagd? Is er overlast tijdens de realisatie?

Tabel 3.5

Concept	In woning	In openbare ruimte	Toelichting
(1) Aquathermie met wko (warmtepomp per woning-LT)			- In de woning dient een warmtepomp en tapwatervoorziening (boilervat) geplaatst te worden. Zeker het boilervat vraagt veel ruimte in de woning. - De woningen moeten aanvullend geïsoleerd worden om het huis comfortabel warm te maken. - In de openbare ruimte komt een kleine installatieruimte voor de warmtewinning uit het Wolderwijd. De wko vraagt vooral ruimte in de ondergrond. Bovengronds zullen slechts enkele putten zichtbaar zijn. Uiteraard vraagt dit systeem dat er warmte- en koudeleidingen naar de woningen worden gelegd. Daarvoor moet de straat open tijdens de realisatie. - Het elektriciteitsnet moet versterkt worden om de elektriciteitsvraag aan te kunnen.
(2) Collectieve warmtepomp met warmteopslag (MT)			- In de woning hoeven geen grote (isolatie-)aanpassingen gedaan worden. Waar het warmtenet de woning binnen komt, zal een (kleine) afleverset geplaatst worden. De temperatuur van het net is hoog genoeg om direct de woning te verwarmen en voor warm tapwater te zorgen. - De collectieve warmtepomp vraagt een technische ruimte, van 18m x 18m x 9m in de openbare ruimte - De benodigde openbare ruimte voor de warmteopslag is groot. Het opslagvat van Ecovat heeft een diameter van 48m en een diepte van 54m. Dit vat komt ondergronds. In de wijk is nauwelijks ruimte voor de plaatsing van het vat (zie ook de afbeelding hieronder). - Voor dit systeem moeten er warmte- en eventueel koudeleidingen naar de woningen worden gelegd. Daarvoor moet de straat open tijdens de realisatie. - Het elektriciteitsnet hoeft niet versterkt te worden om de elektriciteitsvraag aan te kunnen.
(3) Aquathermie met wko (collectieve warmtepomp-MT)			- In de woning hoeven geen grote (isolatie-)aanpassingen gedaan worden. Waar het warmtenet de woning binnen komt, zal een (kleine) afleverset geplaatst worden. De temperatuur van het net is hoog genoeg om direct de woning te verwarmen en voor warm tapwater te zorgen. - De collectieve warmtepomp vraagt een technische ruimte, van 18m x 18m x 9m in de openbare ruimte. - Voor dit systeem moeten er warmte- en koudeleidingen naar de woningen worden gelegd. Daarvoor moet de straat open tijdens de realisatie. - Het elektriciteitsnet hoeft niet versterkt te worden om de elektriciteitsvraag aan te kunnen.
(4) Warmtenet (MT) met restwarmte datacenter			- In de woning hoeven geen grote (isolatie-)aanpassingen gedaan worden. Waar het warmtenet de woning binnen komt, zal een (kleine) afleverset geplaatst worden. De temperatuur van het net is hoog genoeg om direct de woning te verwarmen en voor warm tapwater te zorgen. - Voor dit systeem moeten er alleen warmteleidingen naar de woningen worden gelegd. Daarvoor moet de straat open tijdens de realisatie. - Het elektriciteitsnet hoeft niet versterkt te worden om de elektriciteitsvraag aan te kunnen.
(5+6+7) Individuele warmtepomp			- In de woning dient een warmtepomp en tapwatervoorziening (boilervat) geplaatst te worden. Zeker het boilervat vraagt veel ruimte in de woning. - De woningen moeten aanvullend geïsoleerd worden om het huis comfortabel warm te maken. - Er komen geen installaties in de openbare ruimte. - Het elektriciteitsnet moet versterkt worden om de elektriciteitsvraag aan te kunnen. - De luchtwarmtepomp heeft een buitenunit die geluid maakt, vergelijkbaar met een grote ventilator. Dat kan overlast veroorzaken.

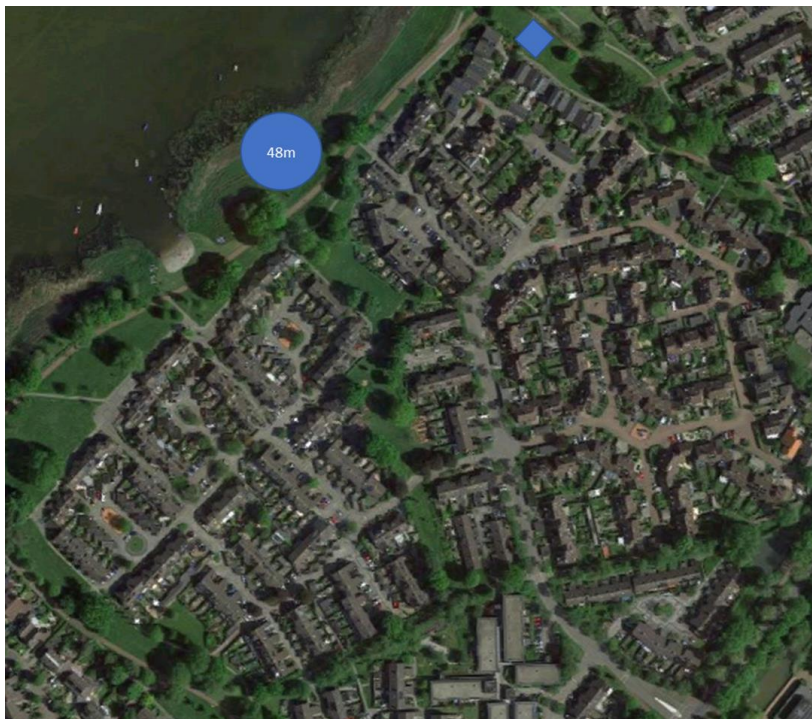
Gevoeligheidsanalyse

- Netcongesties is het 'verstoppert' van het elektriciteitsnet. Alle concepten die veel elektriciteit vragen, vergroten het probleem van netcongestie. Wanneer we allemaal kiezen voor een all-electric warmtepomp, zal de capaciteit van het elektriciteitsnet vergroot moeten worden (verzwaren van het net). In delen van Nederland kunnen nu al grotere projecten niet uitgevoerd worden omdat er sprake is van netcongestie.
 - Met name de warmteconcepten 5+6+7 vragen veel van het elektriciteitsnet, dat daarom in die gevallen verzwaaard zal moeten worden.
 - De collectieve concepten vragen veel minder van het elektriciteitsnet en veroorzaken naar verwachting geen netcongestie.

Toelichting van de inpasbaarheid van de diverse concepten

Naast inpasbaarheid in de woning kijken we ook naar inpasbaarheid in de wijk. Het kleinste EcoVat (concept 2 met warmteopslag), dat voldoet aan de warmtevraag van de wijk, heeft een diameter van 48 meter. Op de satellietfoto is te zien hoe groot dat is. Inpassing in de wijk van een EcoVat gaat, op zijn minst, een uitdaging worden.

Voor de collectieve MT-warmteconcepten (concepten 2+3+4) geldt dat er een warmtepompcentrale in de wijk geplaatst moet worden. Deze ruimte heeft grofweg de afmetingen 18m x 18m x 9m. Deze ruimte zou passen op een groenstrook, zoals in de satellietfoto's is aangegeven.



Figuur 3-2 Voorbeeld afleverset (Stadsverwarming)

De aanleg van een warmtenet kan een aantal jaren duren en zal gefaseerd plaatsvinden. De overlast is te vergelijken met rioolvervanging in de wijk. Daarnaast wordt in de meterkast een afleverset geplaatst (zoals hiernaast is te zien), deze is wat betreft afmetingen te vergelijken met de huidige techniek van de aardgasaansluiting.

Het plaatsen van een warmtepomp in de woning is ingrijpend. Afhankelijk van het type warmtepomp komt er een buitenunit op het dak, of moeten er bodemlussen in de grond geboord worden. Dit betekent dat de voor- of achtertuin opnieuw aangelegd moet worden. Daarnaast moet er een boilervat in de woning geplaatst worden, met een volume van 150 tot 300 liter, afhankelijk van de gezinsgrootte.

3.6 Leveringszekerheid/ keuzevrijheid/ invloed op prijs

In deze paragraaf laten we zien wat de leveringszekerheid is van de concepten en hoeveel keuzevrijheid er is voor bewoners per concept.

Tabel 3.6

Concept	Leverings- zekerheid	Keuzevrijheid	Toelichting
(1) Aquathermie met wko (warmtepomp per woning-LT)	Geel	Rood	- De leveringszekerheid kan in gevaar komen als de netcongestie te groot wordt, omdat in dit concept een warmtepomp per woning noodzakelijk is. - De bewoner is gebonden aan de warmteleverancier van dit warmteconcept. - De bewoner heeft geen invloed op de prijs van de geleverde warmte (tenzij het eigendom voor het systeem ingericht wordt naar een energiecoöperatie).
(2) Collectieve warmtepomp met warmteopslag (MT)	Groen	Rood	- De leveringszekerheid is groot. Er is nauwelijks een effect op de netcongestie, omdat de collectieve warmtepomp een eigen elektriciteitsaansluiting krijgt. - De bewoner is gebonden aan de warmteleverancier van dit warmteconcept. - De bewoner heeft geen invloed op de prijs van de geleverde warmte (tenzij het eigendom voor het systeem ingericht wordt naar een energiecoöperatie).
(3) Aquathermie met wko (collectieve warmtepomp-MT)	Groen	Rood	- De leveringszekerheid is groot, doordat het systeem zelf warmte haalt uit het water. Dit is een oneindige bron. - De bewoner is gebonden aan de warmteleverancier van dit warmteconcept. - De bewoner heeft geen invloed op de prijs van de geleverde warmte (tenzij het eigendom voor het systeem ingericht wordt naar een energiecoöperatie).
(4) Warmtenet (MT) met restwarmte datacenter	Rood	Rood	- Zolang het datacenter operationeel is, kan er warmte geleverd worden. Het is inmiddels duidelijk dat het datacenter er niet gaat komen. - De bewoners is gebonden aan de warmteleverancier van dit warmteconcept. - Voor dit concept is het ook noodzakelijk dat andere wijken besluiten mee te doen in dit warmtenet. Dat maakt dat er afhankelijkheid ontstaat van andere buurten, wijken en zelfs andere gemeenten. - De bewoners heeft geen invloed op de prijs van de geleverde warmte.
(5+6+7) Individuele warmtepomp	Geel	Groen	- De leveringszekerheid kan in gevaar komen als de netcongestie te groot wordt. - De bewoner heeft de mogelijkheid om zelf de warmtepomp te kiezen. - De bewoner heeft geen invloed op de prijs voor elektra (en gas in het geval van een hybride warmtepomp), maar kan wel de leverancier van elektra uitzoeken.

Gevoeligheidsanalyse

- Momenteel is het wachten op nieuws over een nieuwe warmtewet. Deze is in voorbereiding en al sijpelt er nieuws over door, is het nog niet volledig bekend wat de effecten gaan zijn.
 - Het ligt in de verwachting dat met deze nieuwe wet de aardgasprijs losgekoppeld gaat worden van de prijsstelling van warmtenetten. Die koppeling is er op dit moment nog wel voor alle warmtenetten.
 - De nieuwe warmtewet zal ook in gaan op de rol van de gemeente en in welke mate zijn (gedeeld) eigenaar moeten worden van warmtenetten. Het is nu nog afwachten hoe dat precies zal uitpakken.

3.7 Transitiepaden

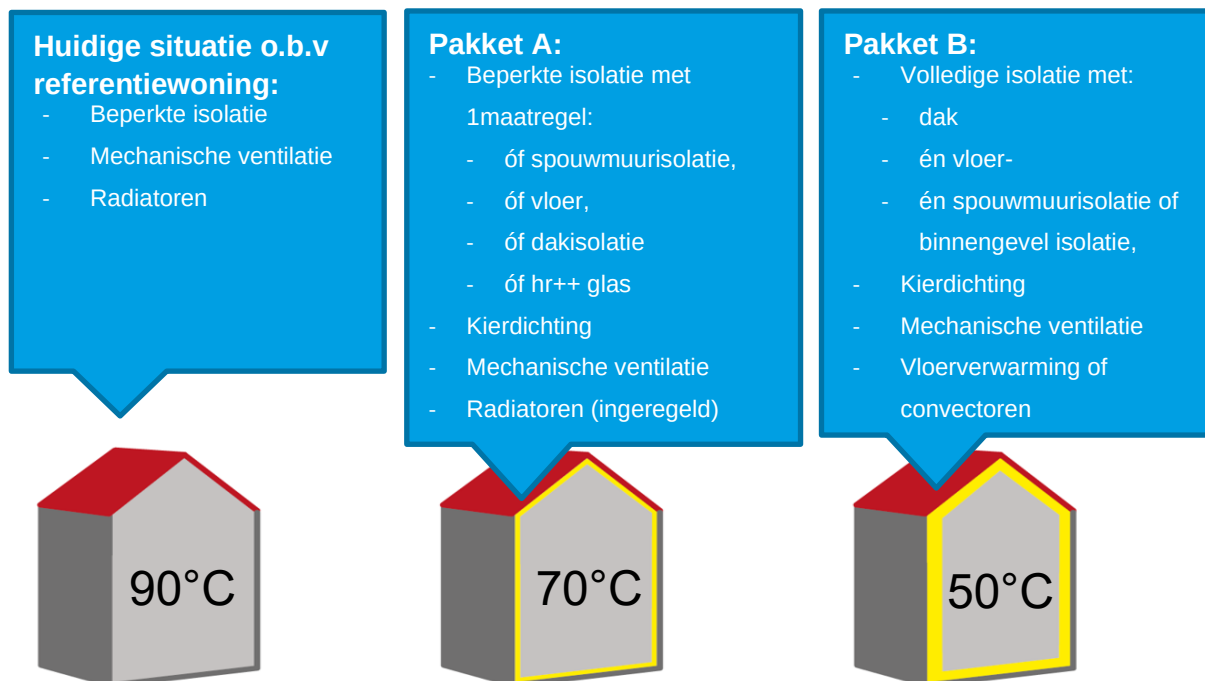
In deze paragraaf geven we een verdere uitleg van het advies voor de transitiepaden die we geven in hoofdstuk 2. Deze paragraaf zoomt in op het isoleren van woningen.

3.7.1 Isoleren

Welk warmteconcept ook gekozen wordt, het besparen van energie is altijd goed. Warmte die niet gebruikt wordt, hoeft ook niet te worden opgewekt en betaald. Het kan zijn dat het technisch gezien niet nodig is, om een huis ingrijpend te isoleren, bijvoorbeeld bij gebruik van een midden of hoog temperatuur warmteoplossing. Het voordeel/ rendement van steeds verder isoleren, neemt gaandeweg af en kan tot hoge kosten leiden. Daarom geven we in deze paragraaf verschillende adviezen voor het isoleren van de woningen in Stedenwaard, afhankelijk van het warmteconcept.

Per warmteconcept zijn verschillende isolatiepakketten nodig. In de huidige situatie worden woningen met cv-water van hoge temperatuur verwarmd met een cv-ketel. Op basis van onderzoek in de wijk is te verwachten dat de woningen verwarmd kunnen worden met water op 70°C (MT) zonder grote aanpassingen aan de isolatie en de cv-ketel. Dit is als **pakket A** uitgewerkt. Bij de lage temperatuur van 50°C (LT) zijn wel forse aanpassingen nodig zoals aangegeven in pakket B. Dit houdt in:

- Voor concept 3 (Aquathermie met wko en collectieve warmtepompen op middentemperatuur) zijn de huizen voldoende geïsoleerd als de maatregelen uit pakket A worden (of al zijn) uitgevoerd.
- Voor de concepten met een volledige elektrische warmtepomp (5+7) is het noodzakelijk om de maatregelen uit pakket B door te voeren in de woning.

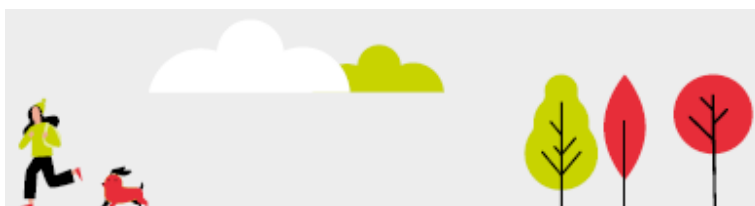
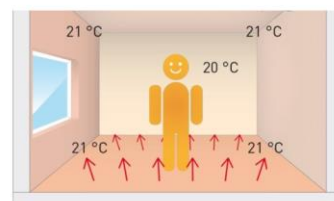
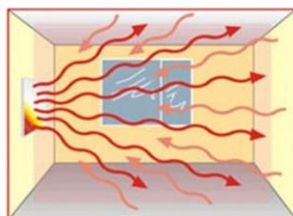
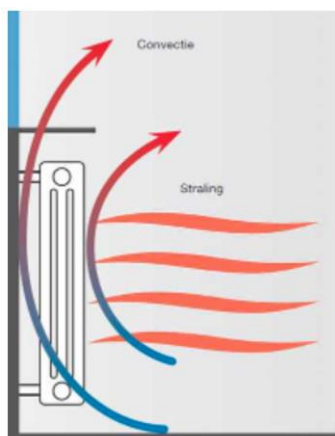


Aanpassing warmte-afgiftesysteem

Ook de vereiste aanpassing aan het warmteafgiftesysteem in de woning is afhankelijk van de temperatuur van de cv installatie. De huidige radiatoren zijn meestal ontworpen voor een watertemperatuur van 80°C tot 90°C. Dankzij kleine isolerende aanpassingen in de tijd, zoals het plaatsen van dubbel glas, kunnen de radiatoren veelal ook prima met 70°C verwarmen.

Bij een luchtwarmtepomp of bodemwarmtepomp (all-electric) zijn cv-temperaturen nodig die lager zijn dan 50°C. Om de woning gelijkmatig warm te krijgen zijn aanpassingen in de woning nodig. Er moeten dan bijvoorbeeld grote convectoren worden geplaatst of er moet vloerverwarming worden aangelegd. Convectoren zijn radiatoren met een kleine ventilator erin en deze zorgen voor een kleine luchtstroming over de verwarming. De lucht in de ruimte kan daardoor meer warmte opnemen en deze beter verdelen door de ruimte. Met hogere watertemperaturen gaat warme lucht zelf door de ruimte bewegen. Als de lucht minder warm kan worden, heeft dit een beetje hulp nodig, wat de convector doet. Vloerverwarming creëert juist een heel groot warm oppervlak in de woning waardoor de ruimte overal gelijkmatig opwarmt.

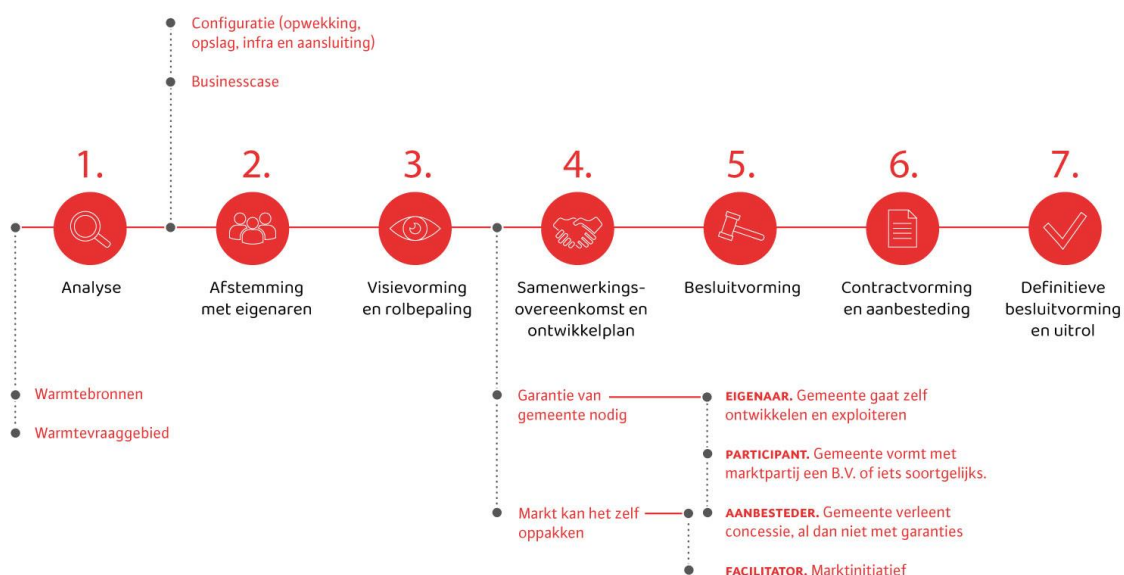
In alle gevallen moeten de radiatoren eenmalig waterzijdig ingeregeld worden, door de installateur. Als het warme water te snel door de radiatoren loopt, krijgt het water niet de tijd om de warmte aan de ruimte af te geven. Bij waterzijdig inregelen wordt in het hele cv-systeem afgestemd hoe snel het water door de individuele radiatoren loopt, zodat de warmte op een effectieve manier verdeeld wordt over het systeem en de cv-ketel met een hoger rendement werkt. Door goed in te regelen kan energie bespaart worden.



3.7.2 Realisatie van gekozen warmteconcept

Collectief energiesysteem

Het vraagt veel organisatie en tijd om een collectief energiesysteem te realiseren. Het document 'Warmtenetten georganiseerd', dat door DWA is opgesteld, geeft uitleg over het organiseren en realiseren van warmtenetten. Ook is in 'Warmtenetten georganiseerd' een globaal stappenplan opgenomen. Stap 1 is met dit rapport al grotendeels doorlopen. De warmtevraag is in beeld gebracht van de wijk en er ligt een advies voor de warmtebron en configuratie. Het is wel zaak om nu aan de slag te gaan met het opstellen van een business case. Wanneer de business case is opgesteld, kunnen de eigenaren van de woning in Stedenwaard worden benaderd om van hen te horen of ze mee willen doen in een collectief energiesysteem. Daarna komen ook de volgende stappen in beeld.



Individuele warmtepomp

Wanneer de keus door bewoners wordt gemaakt om met een individuele warmtepomp de woning te verwarmen is het zaak om de woning eerst goed te isoleren. Dit zou wellicht kunnen met een collectieve inkoop met meerdere buurtbewoners. Vervolgens moet het afgiftesysteem aangepast worden, naar een laagtemperatuur afgiftesysteem. Vervolgens kan een installateur in de arm worden genomen om de warmtepomp daadwerkelijk te installeren. Afhankelijk van het type warmtepomp moet een bodemlus in de grond worden geboord, of het buitendeel van een (hybride) warmtepomp ergens rondom het huis worden geplaatst.



Bijlage 1 - Omschrijving warmteconcepten

In deze bijlage beschrijven we de concepten die we vergelijken in dit rapport.

Aquathermie - Thermische energie uit oppervlaktewater (TEO)

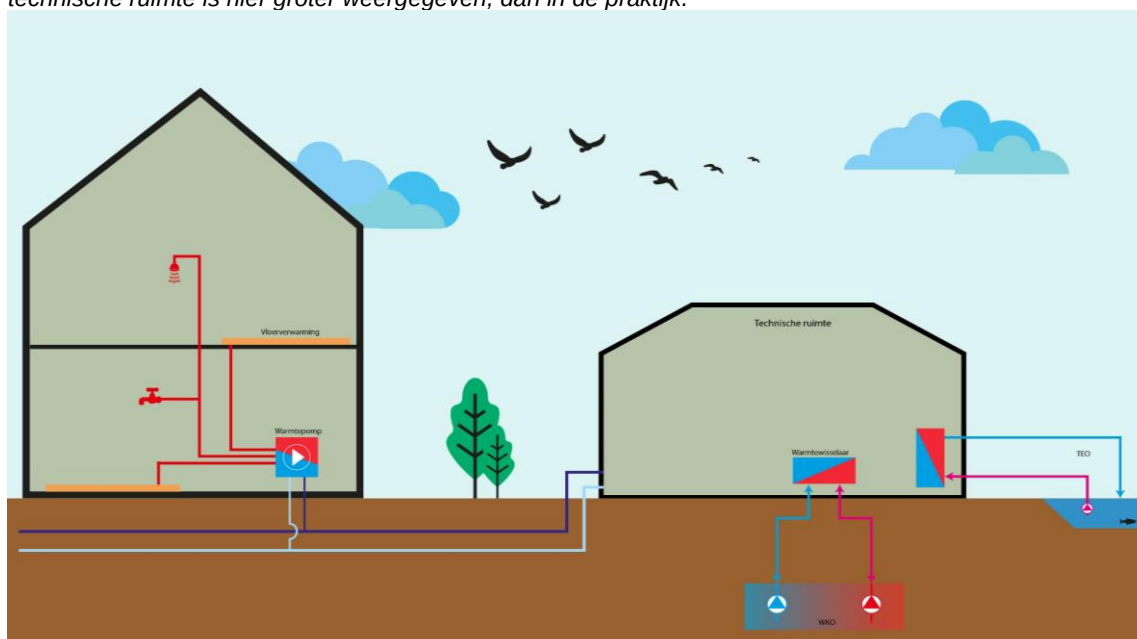
De concepten 1 en 3 in dit rapport worden gevoed door aquathermie.

Aquathermie is het benutten van warmte uit water. Op dit moment zijn er technieken beschikbaar of in ontwikkeling voor de benutting van warmte uit oppervlaktewater (TEO). Bij thermische energie uit oppervlaktewater (TEO) wordt warmte onttrokken uit een rivier, kanaal of meer. In Nederland zijn open waterlichamen alleen in de zomer voldoende warm ($>15^{\circ}$) om warmte aan te onttrekken. Er is daarom seizoensopslag nodig om de warmte in de winter te kunnen gebruiken. Dit wordt veelal gedaan in een warmte-koude-opslag (wko) systeem. Ook bij TEO wordt een warmtepomp gebruikt om de warmte op te waarderen voordat het naar de woning gaat. TEO wordt meestal toegepast met een collectieve hoogtemperatuurwarmtepomp en via een warmtenet naar de woningen/panden getransporteerd.

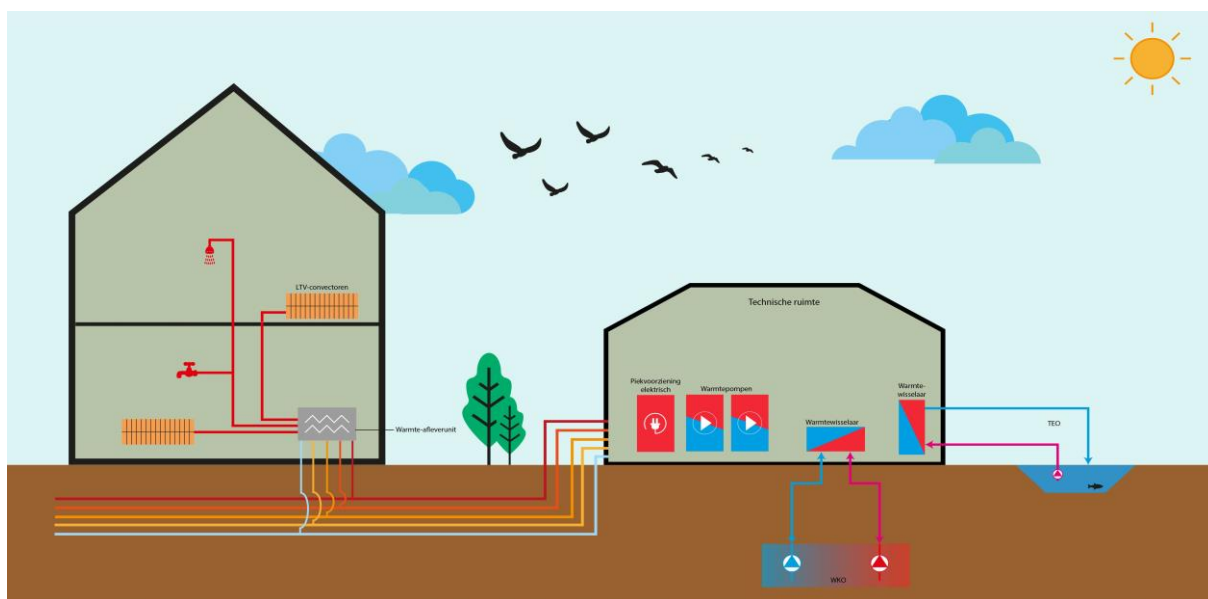
Omdat TEO dus vraagt om 1) een warmtenet vanaf de waterbron, 2) opslag, 3) een warmtepomp en 4) een warmtenet naar de woning, is het een duur warmtealternatief. Alleen voor gebieden met hoge bebouwingsdichtheid en oude bebouwing waar geen andere hoogtemperatuurbron is, kan een hoogtemperatuur TEO warmtenet een goede optie zijn. In een dergelijk gebied is er geen ruimte voor individuele systemen en de kosten van isolatie liggen vaak te hoog om met een laagtemperatuurtechniek te verwarmen. Daarnaast wordt warmte uit oppervlaktewater benut om de thermische balans in een wko te realiseren door toevoeging van warmte uit oppervlaktewater.

Bij TEO is de locatie van de warmtebron van groot belang. Deze kan niet te ver liggen van de afzet, omdat er warmteverlies optreedt in het transport. Daarnaast is een grotere afstand ongunstig voor de businesscase door een toename in de infrastructurele investeringskosten voor het warmtenet. Een afstand van 500 – 1.000 meter is algemeen aanvaard.

Schematische weergave van concept 1: Aquathermie met wko (warmtepomp per woning – LT). N.b.: de technische ruimte is hier groter weergegeven, dan in de praktijk.



Schematische weergave van concept 3: Aquathermie met wko (collectieve warmtepomp - MT). N.b.: de technische ruimte is hier groter weergegeven, dan in de praktijk.

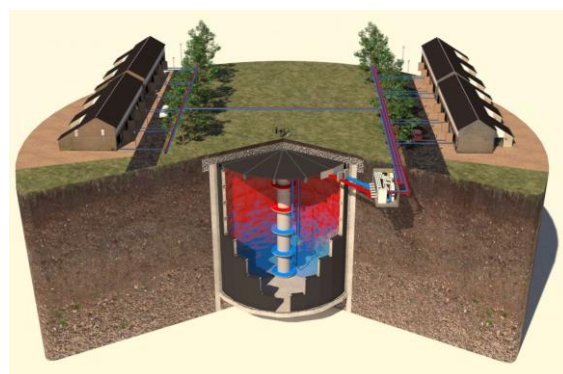


Collectieve warmtepomp met warmteopslag (MT)

Dit is concept 2.

Naast warmte opslaan in de bodem, met een wko, kan warmte in de bodem ook worden opgeslagen in grote vaten. Een luchtwarmtepomp kan in de zomer heel veel warmte uit de buitenlucht halen, maar deze warmte is in de zomer niet te gebruiken. We verwarmen onze woning namelijk vooral in de winter, wanneer de warmtepomp juist weinig warmte uit de buitenlucht kan halen. Door de warmte die in de zomer uit de buitenlucht wordt gehaald op te slaan, kan deze in de winter worden benut. Het opslagvat wordt ingegraven in de grond. In de zomer wordt het warme water dat uit de warmtepomp komt opgeslagen in de bodem. Via een warmtenet komt de warmte uit de warmtepomp, en in de winter ook uit het opslagvat, in de woningen terecht. Het water in het warmtenet heeft een temperatuur van 70 °C waarmee zowel de woning kan worden verwarmd, en waarmee warm kraanwater wordt gemaakt.

Het systeem vraagt om 1) een warmtenet vanaf de warmtepomp en het opslagvat naar de woning, 2) een opslagvat, 3) een warmtepomp, en is daarom een duur warmtealternatief. Alleen voor gebieden met hoge bebouwingsdichtheid en oude bebouwing waar geen andere hoogtemperatuurbron is, kan een MT warmtenet een goede optie zijn. In een dergelijk gebied is er geen ruimte voor individuele systemen en de kosten van isolatie liggen vaak te hoog om met een laagtemperatuurtechniek te verwarmen. Met een opslagvat is er geen verplichting om de bodem in balans te houden, omdat de bodem niet beïnvloed wordt door het opslagvat.



Warmte koude opslag (wko)

Concepten 1 en 3 maken gebruik van een wko.

Bij warmte-koudeopslag wordt warmte en koude gewonnen uit een afgesloten waterpakket in de bodem op een diepte tussen de 100 - 500 meter en via een warmtenet getransporteerd naar de woningen/panden. Het temperatuurniveau is tussen de 8°C en 15°C. Het is gunstig wanneer de panden aangesloten op dit warmtenet zowel koude- als een warmtevraag hebben. Bij een wko-systeem moet namelijk evenveel warmte onttrokken

worden aan de bodem als er in wordt teruggebracht. Is dit niet het geval, dan raakt de bron uitgeput. Wanneer er een onbalans is tussen de warmte en koudevraag, kan deze worden hersteld door warmte en/of koude toe te voegen uit een externe bron, bijvoorbeeld oppervlaktewater of elektrisch. Dit noemen we regeneratie. Als de benodigde regeneratie omvangrijk is, is een wko-systeem minder rendabel. Hoe dichter de warmte- en koudevraag dus bij elkaar liggen, hoe gunstiger de businesscase. Bij goed beheer gaan wko-systemen dertig jaar mee.



Een wko-warmtenet wordt dus toegepast daar waar zowel een warmte- als koudevraag is. Dit geldt bijvoorbeeld voor kantoorpanden, verzorghuizen of hotels, maar ook sommige industrie. Ook goed geïsoleerde nieuwbouwwoningen hebben een grotere koudevraag dan bestaande woningen. Maar het aandeel aan koudevraag ten opzichte van warmte blijft klein.

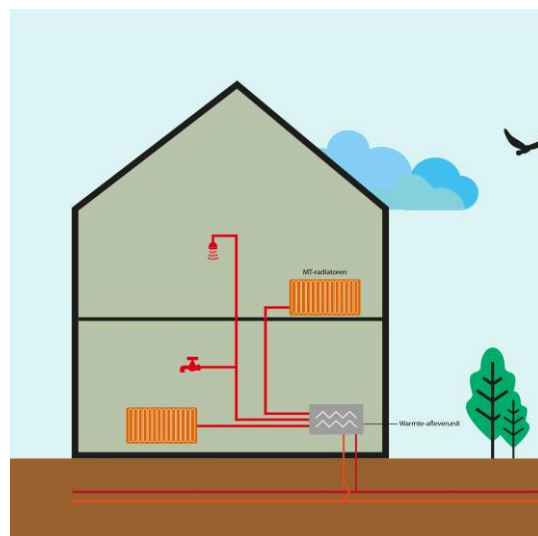
Restwarmte

Concept 4 wordt gevoed met restwarmte uit een datacenter.

Restwarmtebronnen komen in veel vormen en maten voor. Het is de warmte die 'overblijft' na bijvoorbeeld een productieproces. Deze warmte kan zich bevinden in een gas of vloeibare stroom en de temperatuur verschilt per bron. Restwarmte wordt via een warmtenet getransporteerd naar de woningen. Restwarmte van een hoge temperatuur kan direct worden toegepast in woningen zonder gebruik van een warmtepomp en vraagt weinig tot geen aanpassingen in de woning.

Dit is financieel dus een heel gunstig scenario (bij een voldoende hoge bebouwingsdichtheid). Bij een lagere temperatuur restwarmte moet deze eerst met een (individuele of centrale) warmtepomp worden opgewaardeerd. Een risico bij het gebruik van restwarmte is dat bij vertrek van het bedrijf, de bron dus ook verdwijnt. Niet alle bedrijven zijn bereid een overeenkomst aan te gaan met betrekking tot levergarantie voor een specifiek aantal jaren.

Binnen de gemeente zijn er geen grote bronnen van restwarmte aanwijsbaar op basis van de Warmteatlas. Wel zijn er meerdere relatief kleinere bronnen beschikbaar binnen de industrieterreinen in de gemeente. De warmte die hier



eventueel beschikbaar is om te gebruiken, zal veelal binnen de industrieterreinen zelf verdeeld kunnen worden.

Individuele warmtepompen

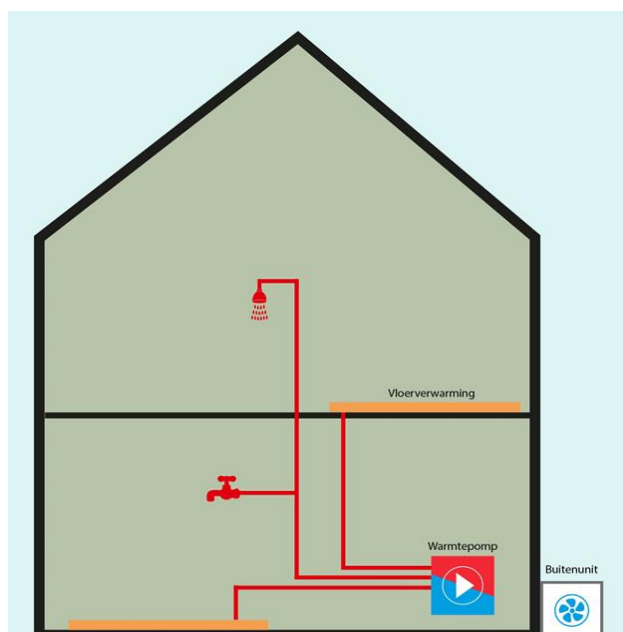
Omgevingswarmte

Concept 5 (all-electric luchtwarmtepomp) en concept 6 (hybride warmtepomp) worden gevoed door omgevingswarmte.

Met omgevingswarmte bedoelen we de warmte in de buitenlucht. Luchtwarmtepompen onttrekken warmte uit de buitenlucht en waarden deze warmte elektrisch op naar een temperatuur van minimaal 40°C. Dit doet het onder een gunstig rendement; gemiddeld levert één deel elektriciteit, drie tot vier delen warmte op. Voor de luchtwarmtepomp neemt dit rendement af bij koude winters. De warmte wordt afgegeven in de woning via lucht of water (radiatoren).

Bij een temperatuur van 40°C moet de woning goed geïsoleerd zijn om warmteverlies/-verval te beperken en ook bij koude winterdagen een comfortabel binnenklimaat te hebben. Voor alle nieuwbouwwoningen vanaf 2015 is de techniek, zonder aanvullende maatregelen, toepasbaar. Woningen die gebouwd zijn na 1992², zijn met beperkte maatregelen geschikt te maken voor toepassing van deze techniek. Dit betekent veelal het vullen van de spouwmuur wanneer aanwezig en het vergroten van de oppervlakte aan warmteafgifte door middel van vloerverwarming of grotere radiatoren of convectoren.

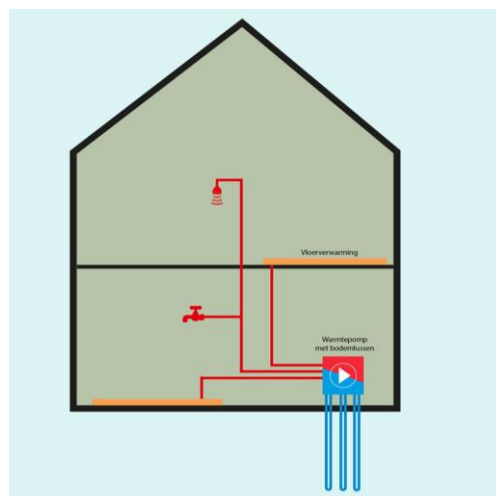
Wanneer een pand oud is en het gecompliceerd en duur is om te isoleren tot een label A, kan worden gekozen voor een hybride warmtepomp, waarbij de piekvragen met (duurzaam) gas worden ingevuld. Het pand blijft bij een hybride warmtepomp dus aangesloten op het gasnet. De energiebesparing met een hybride warmtepomp is lager, maar de techniek kan een goede tussenstap zijn in de transitie naar aardgasvrij.



Bodemlus

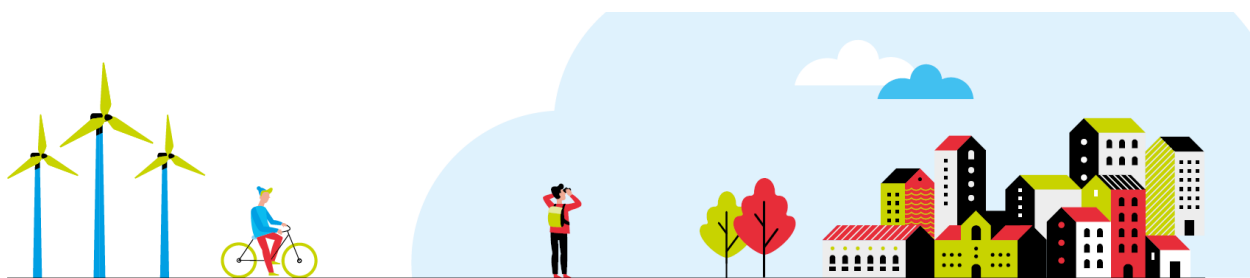
Concept 7 is een warmtepomp water-water en hiermee wordt een warmtepomp bedoeld die zijn warmte uit een bodemlus haalt.

Een bodemlus is een techniek om warmte te winnen uit de ondiepe bodem 1 - 100 meter diep. Hierbij wordt een gesloten buis de bodem in geboord, ofwel horizontaal, ofwel verticaal, en gevuld met een water en antivries mengsel. De vloeistof in de buis neemt de temperatuur over van de omgeving, de bodem. De bodemtemperatuur is gedurende het jaar betrekkelijk constant en rond de 12°C. Zo kan er met een bodemlus in de winter warmte worden gewonnen en in de zomer koude. Een warmtepomp waardeert de warmte op naar 40°C of hoger om de woning te verwarmen.



² In 1992 is in het Bouwbesluit een isolatiewaarde (Rc 2,5 voor gevel, ramen en vloer) vastgelegd voor nieuwbouw.

Een groot voordeel van een bodemlus gekoppelde warmtepomp ten opzichte van een luchtwarmtepomp is dat het rendement hoger ligt en er in de zomer (passief) gekoeld kan worden, zonder elektriciteitsverbruik. Een nadeel van de techniek is dat er voor bestaande bouw vaak twee bodemlussen per woning nodig zijn met een onderlinge afstand van 8 meter om interferentie te voorkomen. Dit vraagt om voldoende tuinoppervlak per woning. Daarnaast resulteert het boren van de buizen in het overhoop halen van de tuin, wat niet iedere bewoner wil. Bodemlussen zijn een individuele techniek; voor hoogbouw, of industriegebieden met een grote warmtevraag zijn bodemlussen minder geschikt dan een open wko-systeem, omdat de bodem dan overmatig aangeboord wordt (geperforeerd). Er zijn gebieden waar de bodem helemaal niet aangeboord mag worden en slechts tot een bepaalde diepte om vervuiling van drinkwaterbuffers te voorkomen.



Bijlage 2 - Factsheets

De in deze factsheet gebruikte namen voor de warmteconcepten komen uit het Warmteconcepten-model dat wij gebruiken. Hierdoor komen de gebruikte namen niet overeen. Het warmtenet ZLT komt overeen met concept 1. Warmtenet MT komt overeen met de concepten 2, 3 en 4. Hybride is concept 6. Individuele warmtepomp komt overeen met de concepten 5 en 7.

<

Bijlage 3 - Kaarten

