



Aardgasvrij Wilhelminapark- Oudwijk

Achtergrondrapportage



Committed to the Environment

Aardgasvrij Wilhelminapark- Oudwijk

Achtergrondrapportage

Dit rapport is geschreven door:

Jasper Schilling, Jasmijn Brouwer, Frederique de Groen, Simone Tanis en Marianne Teng

Delft, CE Delft, oktober 2024

Publicatienummer: 24.240188.140b

Opdrachtgever: Gemeente Utrecht

Alle openbare publicaties van CE Delft zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Jasper Schilling (CE Delft)

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft

Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al sinds 1978 werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.



Inhoud

1	Inleiding	3
	1.1 Wat is een afwegingskader?	3
2	Kosten van warmtetechnieken	5
	2.1 Kosten voor de maatschappij	5
	2.2 Kosten voor de eindgebruiker	7
3	Ruimtebeslag	9
	3.1 Ruimtebeslag in de woning	9
	3.2 Ruimtebeslag in de openbare ruimte: ondergronds	11
	3.3 Ruimtebeslag in de openbare ruimte: bovengronds	13
4	Technische aspecten	15
	4.1 Geluidsniveau	15
	4.2 Duurzaamheid	15
	4.3 Mogelijkheid om te koelen	18
	4.4 Flexibiliteit	20
	4.5 Klimaatimpact materiaal	21
5	Uitvoerbaarheid	23
	5.1 Proces	23
	5.2 Benodigde uitvoeringscapaciteit	24
	5.3 Impact op het lokale elektriciteitsnet	26
	Literatuur	28



1 Inleiding

Deze achtergrondrapportage geeft een onderbouwing van de voor- en nadelen van verschillende warmtetechnieken die zijn onderzocht in de buurtanalyse voor de buurten Oudwijk en Wilhelminapark.

In dit rapport wordt een afwegingskader gebruikt om de voor- en nadelen van drie verschillende warmtetechnieken op een systematische manier te evalueren. De drie technieken zijn samen met de gemeente Utrecht en de meedenkgroep geselecteerd. De nationale kosten waren hier een belangrijk aspect in. De drie gekozen technieken zijn:

1. Een elektrische lucht-waterwarmtepomp.
2. Een middentemperatuur (MT)-warmtenet (55-70°C) met als warmtebron geothermie.
3. Een lagetemperatuur (LT)-warmtenet (30-55°C) met als bron thermische energie uit oppervlaktewater (TEO).

Het afwegingskader maakt inzichtelijk hoe de verschillende opties presteren ten opzichte van een aantal criteria die zijn vastgesteld in de meedenkgroep. Deze criteria zijn gebaseerd op zowel technische, economische als maatschappelijke overwegingen. In de hoofd-rapportage is gekozen om deze criteria aan te duiden met het woord 'aspecten'.

Temperatuur van geleverde warmte

We maken onderscheid tussen een middentemperatuur (MT)- en een lagetemperatuur (LT)-warmtenet. Een MT-warmtenet levert warmte aan de woning tussen 55 en 70°C, een LT-warmtenet levert warmte van 30-55°C. De daadwerkelijke leveringstemperatuur is afhankelijk van het warmtenetontwerp. In lijn met (WarmingUp, 2020) hanteren we een temperatuurrange. De ranges voor midden temperatuur warmte is voldoende om zonder additionele voorzieningen warmtapwater te bereiden. Bij lagere temperaturen zijn additionele voorzieningen nodig.

1.1 Wat is een afwegingskader?

Een afwegingskader is een instrument dat wordt gebruikt om verschillende opties te evalueren op basis van vastgestelde criteria. Het stelt beslissers in staat om keuzes te maken door een objectieve vergelijking te maken van de voor- en nadelen van elk alternatief. In essentie biedt een afwegingskader een structuur waarin verschillende factoren worden afgewogen tegen vooraf bepaalde doelstellingen en uitgangspunten. Dit helpt om tot een weloverwogen en transparante beslissing te komen die consistent en rechtvaardig is.

Een afwegingskader wordt vaak gebruikt in complexe besluitvormingsprocessen waar meerdere factoren een rol spelen en waarbij er geen voor de hand liggende of simpele keuze is. Het biedt inzicht in de manier waarop verschillende opties presteren ten opzichte van elkaar, door ze op een consistente manier te beoordelen op basis van dezelfde criteria.

Doel van een afwegingskader

Het primaire doel van een afwegingskader is het creëren van een heldere en gestructureerde methodologie om beslissingen te ondersteunen. Dit is vooral belangrijk in situaties waar meerdere belangen op het spel staan en waar de keuze voor een bepaalde optie grote gevolgen kan hebben. Het gebruik van een afwegingskader:

- vergroot de transparantie van het besluitvormingsproces, doordat de afwegingen die zijn gemaakt duidelijk worden gedocumenteerd;
- zorgt voor consistentie, omdat alle alternatieven aan dezelfde criteria worden getoetst;
- vergemakkelijkt de communicatie tussen betrokken partijen, doordat het beoordelingsproces op een gestandaardiseerde manier kan worden uitgelegd.

Het uiteindelijke doel is om op basis van dit afwegingskader een transparante en onderbouwde toelichting te geven over de voor- en nadelen van warmtetechnieken voor de verschillende clusters in Wilhelminapark en Oudwijk. In dit stadium zijn de criteria nog niet geprioriteerd. Sommige criteria zijn mogelijk belangrijker dan andere. Die krijgen dan een zwaardere ‘weging’, dat houdt in dat ze meer meetellen in het eindoordeel. Om tot een juiste afweging te komen tussen de technieken, is het nodig aan elk criterium een weging te koppelen. De weging kan verschillen per gebied of inwoner. Voor sommige bewoners zijn de kosten heel belangrijk, voor andere bewoners telt de duurzaamheid zwaarder mee. In een gebied met veel grote woningen, is het minder van belang hoeveel ruimte de techniek in de woning inneemt dan in een gebied met veel kleine woningen.

In de volgende hoofdstukken van dit rapport worden de criteria beschreven, en ook de manier waarop ze zijn toegepast bij het evalueren van de verschillende warmtetechnieken in de hoofdrapportage.

2 Kosten van warmtetechnieken

2.1 Kosten voor de maatschappij

Voor elke techniek berekenen we de kosten voor de maatschappij, zie Figuur 1. Dit zijn alle kosten die gemaakt moeten worden om over te stappen naar een bepaalde duurzame warmtetechniek, onafhankelijk van wie ze betaalt. In de kosten voor de maatschappij worden bijvoorbeeld ook kosten voor het aanleggen van een warmtenet of voor het verzwaren van het elektriciteitsnet meegenomen. Deze kosten noemen we ook wel de *Nationale kosten*.

Figuur 1 - Kosten voor de maatschappij

Kosten voor de maatschappij

- Alle kosten die gemaakt worden nemen we mee, onafhankelijk van wie deze kosten betaalt.
- Alle kosten die worden gemaakt worden meegenomen, óók kosten die in huidige situatie 'gesocialiseerd' zijn, zoals netkosten elektriciteit en gas.
- **Kosten voor de maatschappij zijn niet hetzelfde als kosten voor de bewoner!**
- De resultaten zijn een *eerste verkenning* van geschikte eindoplossingen
- Wat is het **niet**?
 - Een blauwdruk van hoe de warmtevoorziening eruit **moet** zien
 - Een voorspelling van de toekomst



Maatstaf

We vergelijken de warmtetechnieken op nationale kosten. De techniek met de laagste kosten krijgt de hoogste score. Daarnaast beoordelen we de technieken op de kostenafstand tot de techniek met de laagste kosten. Dit leidt tot de volgende maatstaf:

- **Hoog:** techniek met de laagste kosten, of de kosten zijn minder dan 15% hoger dan de techniek met de laagste kosten;
- **Midden:** de kosten zijn 15 tot 30% hoger dan de techniek met de laagste kosten;
- **Laag:** de kosten zijn meer dan 30% hoger dan de techniek met de laagste kosten.

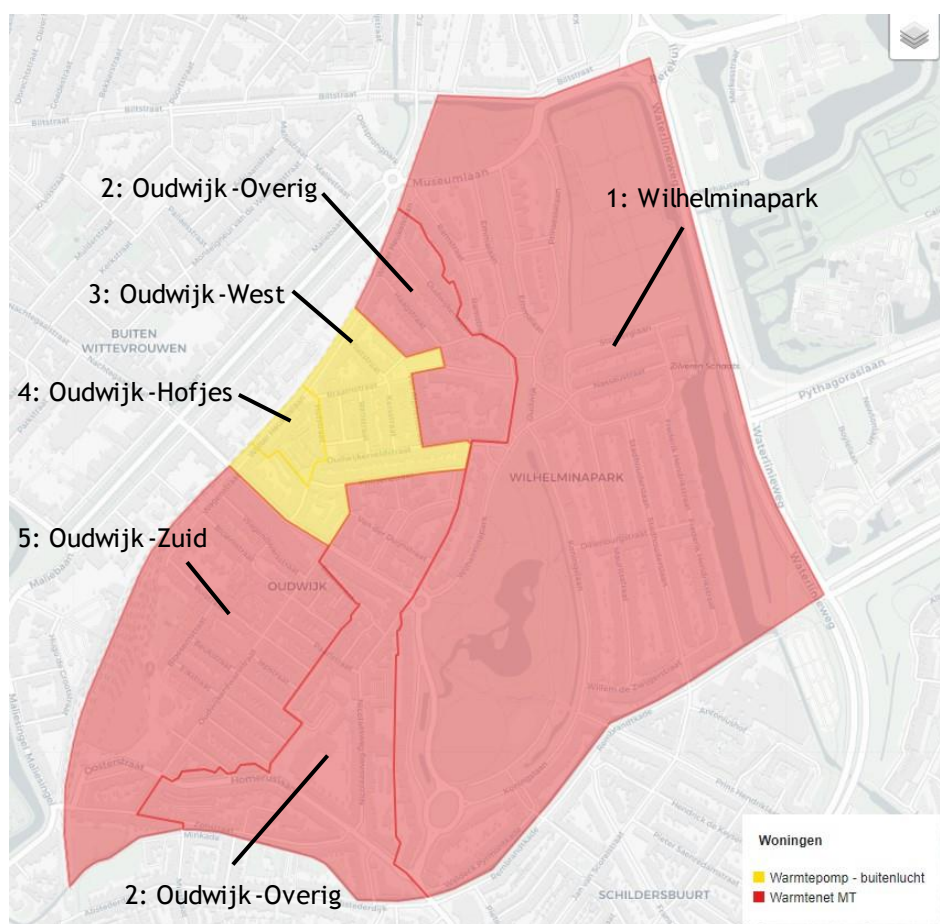
Methode en resultaat

De nationale kosten per warmtetechniek hebben we berekend met het CEGOIA-model (CE Delft, 2021a) en verschillen per cluster. Er zijn meerdere scenario's doorgerekend, voor de beoordeling hebben we de kosten van het basisscenario aangehouden.

Tabel 1 - De score per warmtetechniek op het aspect maatschappelijke kosten

Cluster	1. Wilhelminapark	2. Oudwijk-Overig	3. Oudwijk-West	4. Oudwijk-Hofjes	5. Oudwijk-Zuid
Lucht-waterwarmtepomp	Hoog	Hoog	Hoog	Hoog	Hoog
MT-warmtenet	Hoog	Hoog	Hoog	Laag	Hoog
LT-warmtenet	Laag	Laag	Laag	Laag	Laag

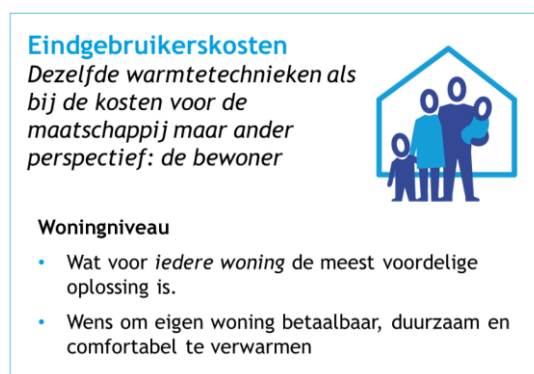
Figuur 2 - De clusters in Wilhelminapark en Oudwijk. De kleur geeft aan welke techniek de laagste nationale kosten heeft. In drie clusters is dat het MT-warmtenet (rood). In twee clusters is dat de warmtepomp (geel). (Screenshot CEGOIA)



2.2 Kosten voor de eindgebruiker

De kosten voor de eindgebruiker zijn een combinatie van investeringen, energie- en onderhoudskosten die de eigenaar-bewoner van een woning moeten maken, zie Figuur 3. Bij een huurder/verhuurder zijn deze kosten verdeeld tussen beide partijen, en hangen de kosten voor de huurder in grote mate af hoe de verhuurder kosten voor investeringen doorrekent in de huurprijs of de servicekosten. Dit verschilt per verhuurder, en is in deze studie niet onderzocht.

Figuur 3 - Eindgebruikerskosten



Maatstaf

We vergelijken de warmtetechnieken op kosten voor de eindgebruiker. De techniek met de laagste kosten krijgt de hoogste score. Daarnaast beoordelen we de technieken op de kostenafstand tot de techniek met de laagste kosten. Dit leidt tot de volgende maatstaf:

- **Hoog:** techniek met de laagste kosten, of de kosten zijn minder dan 15% hoger dan de techniek met de laagste kosten;
- **Midden:** de kosten zijn 15 tot 30% hoger dan de techniek met de laagste kosten;
- **Laag:** de kosten zijn meer dan 30% hoger dan de techniek met de laagste kosten.

Methode en resultaat

De kosten voor de eindgebruiker hebben we berekend met het CEKER-model (CE Delft, 2021b). De kosten zijn berekend op woningniveau. Voor de vergelijking per cluster is naar de gemiddelde kosten van alle woningen in het cluster gekeken. Voor specifieke woningen kan een andere techniek de techniek met de laagste kosten voor de eindgebruiker zijn. Er zijn meerdere scenario's doorgerekend, voor de beoordeling hebben we de kosten van het basisscenario aangehouden.

Tabel 2 - De score per warmtetechniek op het aspect eindgebruikerskosten

Cluster	1. Wilhelminapark	2. Oudwijk-Overig	3. Oudwijk-West	4. Oudwijk-Hofjes	5. Oudwijk-Zuid
Lucht-waterwarmtepomp	Laag	Midden	Midden	Midden	Midden
MT-warmtenet	Hoog	Hoog	Hoog	Hoog	Hoog
LT-warmtenet	Laag	Laag	Laag	Laag	Laag

Figuur 4 - Warmtetechniek met de laagste kosten voor de eindgebruiker in het basisscenario¹ (Screenshot CEGOIA)



¹ Deze afbeelding geeft de laagste kosten weer, ook wanneer deze kosten zeer dicht bij een andere warmtetechniek liggen.

3 Ruimtebeslag

3.1 Ruimtebeslag in de woning

Net als een gasketel, nemen duurzame warmtetechnieken ruimte in beslag in de woning. De hoeveelheid ruimte die nodig is per warmtetechniek verschilt. Naarmate een woning kleiner is, wordt dit criterium steeds belangrijker. Ook de indeling van de woning kan de relevantie van dit criterium beïnvloeden.

Maatstaf

De techniek die de minste ruimte in beslag neemt krijgt de hoogste score, de techniek die de meeste ruimte in beslag neemt krijgt de laagste score.

Methode en resultaat

Hoeveel ruimte een warmtetechniek nodig heeft, vinden we in de factsheets van de warmtetechnieken (CE Delft, 2017). Elke warmtetechniek heeft verschillende componenten die ruimte in de woning innemen. Tabel 3 geeft een overzicht van de benodigde apparatuur, inclusief de ruimte die deze apparatuur inneemt en eventuele aanvullende eisen zoals leidingen en isolatie.

Tabel 3 - Overzicht van de benodigde componenten en de benodigde ruimte per warmtetechniek

Warmtetechniek	Component	Afmetingen (l x b x h)	Benodigde Ruimte (m ²)	Locatie	Opmerkingen
Lucht-water-warmtepomp	Binnenunit (zonder boiler)	1,0 m x 0,6 m x 0,4 m	0,24 m ²	Zolder, schuur of garage	Alleen voor ruimteverwarming; boiler nodig voor warm water
	Buitenunit	0,8 m x 0,8 m x 0,4 m	0,64 m ²	Dak, schuur of buitenmuur	Leidingen nodig tussen binnen- en buitenunit
	Boiler voor warm tapwater	1,0 m x 1,0 m x 2,0 m	1,0 m ²	Binnen, meestal in de schuur of garage	Verplicht voor warm tapwater
	Buffervat (optioneel)	1,0 m x 1,0 m x 2,0 m	1,0 m ²	Binnen	Voor opslag van warm water voor ruimteverwarming
	Totaal	-	2,64 m² binnen 0,64 m² buiten		Inclusief binnen- en buitenunit, exclusief leidingen en radiatoren; Goede isolatie vereist.
MT-warmtenet	Afleverzet	0,6 m x 0,2 m x 0,4 m	0,12 m ²	Meterkast	Leidingen van meterkast naar cv-ketel (meestal op zolder)
	Totaal	-	0,12 m²	Binnen	Exclusief ruimte voor de extra leidingen.

Warmtetechniek	Component	Afmetingen (l x b x h)	Benodigde Ruimte (m ²)	Locatie	Opmerkingen
LT-warmtenet	Afleverzet	0,6 m x 0,2 m x 0,4 m	0,12 m ²	Meterkast	Leidingen van meterkast naar cv-ketel (meestal op zolder)
	Boiler voor warm tapwater	1,0 m x 1,0 m x 2,0 m	1,0 m ²	Binnen	Verplicht voor warm tapwater
	Totaal	-	1,12 m²		Goede isolatie vereist; exclusief leidingen en radiatoren

Hiernaast zullen woningen moeten worden geïsoleerd. Of dit ruimte kost hangt af hoe er geïsoleerd kan worden. Met name isolatie aan de binnenzijde van de woning (dak of muur) leidt tot ruimteverlies. Met name in woningen zonder spouw, en waar isolatie aan de buitenzijde van de woning niet mogelijk is, zal de isolatie aan de binnenzijde moeten gebeuren.

Voor het toepassen van een warmtepomp of een LT-warmtenet zal de woning goed moeten worden geïsoleerd. Om problemen met vocht en schimmel te voorkomen is er ook een goed ventilatiesysteem nodig. Dit vraagt ruimte voor de ventilatie-unit en de ventilatiekanalen. Bij kleine woningen is het goed om te onderzoeken of kleinere vraaggestuurde kanaalventilatoren geplaatst kunnen worden die minder ruimtebeslag vragen. Dit kan echter niet in alle woningen.

Tabel 4 - De score per warmtetechniek op het aspect ruimtebeslag in de woning

Warmtetechniek	Score
Lucht-waterwarmtepomp	Laag
MT-warmtenet	Hoog
LT-warmtenet	Midden

Aandachtspunten voor de woningen in Oudwijk en Wilhelminapark

Eerdergenoemde afmetingen gelden voor alle woningen, maar zeggen nog niet of er binnen bestaande woningen ook ruimte is om deze technieken te plaatsen. Parallel aan dit onderzoek zijn er door het Energiepaleis een aantal woningscans in meerdere buurten van Utrecht gehouden. Uit deze analyse komen er een aantal belangrijke inzichten naar voren voor de toepassing van deze technieken.

Warmtepomp

Een belangrijk aandachtspunt voor de warmtepomp is de benodigde ruimte voor de buitenunit. De buitenunit moet slim worden gekozen en geplaatst om geluidsoverlast te voorkomen. Dit is eenvoudiger in Wilhelminapark, waar de tuinen groter zijn, dan in Oudwijk waar de achtertuinen klein zijn en de achterburen dichtbij.

MT-warmtenet

Een aandachtspunt bij het middentemperatuur warmtenet is dat bij grote woningen, zoals veel woningen in Wilhelminapark, het risico bestaat dat het water vanaf de voordeur naar de badkamer een te lange weg moet afleggen en daardoor te veel afkoelt. Hierdoor kan de wachttijd totdat er warm water uit de kraan komt te lang zijn. Dit kan vragen om een extra

ruimte op de oude plek van de cv-ketel, bijvoorbeeld voor een extra warmwater afleverset of een extra boiler (afmeting ca. 1,0 m x 1,0 m x 2,0 m).

Isolatie

Veel woningen in Oudwijk en Wilhelminapark hebben geen spouwmuur. Delen van Oudwijk, en Wilhelminapark vallen onder beschermd stadsgezicht, waardoor isolatie aan de buitenzijde van een woning niet mogelijk is. Dit betekent dat isolatie aan de binnenzijde van een woning zal moeten plaatsvinden. Dit kost ruimte, die zeker in de kleinere woningen in Oudwijk niet altijd te vinden is.

3.2 Ruimtebeslag in de openbare ruimte: ondergronds

De voorzieningen voor een warmtetechniek kunnen ruimte vragen in de ondergrond. Het gaat dan bijvoorbeeld over de aanleg van leidingen voor een warmtenet. De aanleg van deze leidingen kan bemoeilijkt worden als er weinig ruimte beschikbaar is in de ondergrond.

Maatstaf

- **Hoog:** geen extra ruimte in de ondergrond nodig;
 - **Midden:** ruimte in de ondergrond nodig, en deze is waarschijnlijk beschikbaar;
 - **Laag:** ruimte in de ondergrond nodig en het is onzeker of de ruimte beschikbaar is.
- In de situatie dat er met zekerheid geen ruimte is voor een warmtenet in de ondergrond, is dit een knock-outcriterium. Dit betekent dat deze warmtetechniek gewoonweg niet mogelijk is in dat gebied.

Methode en resultaat

Voor een warmtepomp is niet direct extra ruimte nodig in de ondergrond. Een toename van warmtepompen kan er wel voor zorgen dat het elektriciteitsnet verzwakt moet worden. Hiervoor moet de straat open, maar is (bijna) geen extra ruimte in de ondergrond nodig.

Voor een warmtenet is vaak wel extra ruimte in de ondergrond nodig (CE Delft, 2019). Of dit een probleem is bepalen we met behulp van de uitkomst van de quickscan ondergrond die de gemeente Utrecht heeft uitgevoerd (Meijer et al., 2024), zie Tabel 5 en

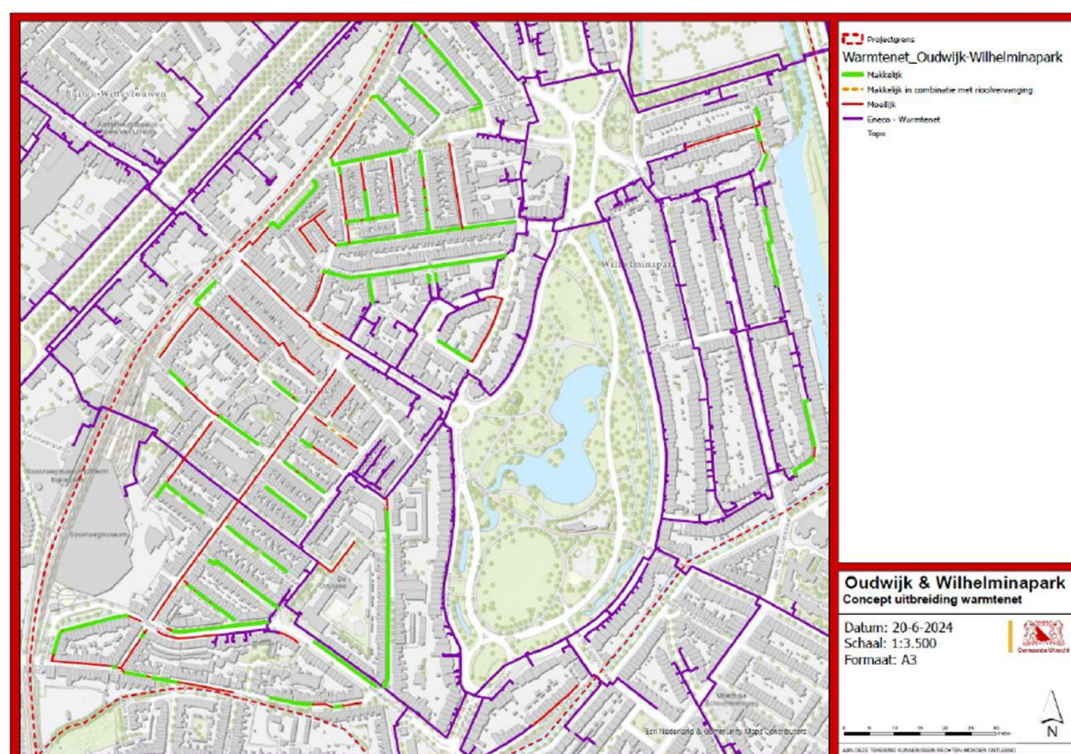
Figuur 5. In twee clusters liggen al warmtenetleidingen door de straat², hier is dus geen extra ruimte nodig voor een warmtenet. Het warmtenet krijgt in deze clusters een hoge score. In de andere drie clusters is wel extra ruimte nodig voor een warmtenet. In Oudwijk-West is er in de meeste straten ruimte beschikbaar. Het warmtenet krijgt in dit cluster een middenscore. In de andere twee clusters (Oudwijk-Zuid en Oudwijk-hofjes) is het onzeker of er ruimte in de ondergrond is. Het warmtenet krijgt in deze clusters een lagere score. De quickscan ondergrond geeft geen aanleiding om een warmtenet in één van de clusters volledig uit te sluiten. De scores per warmtetechniek en cluster staan in Tabel 6.

² Niet alle woningen zijn hierop aangesloten.

Tabel 5 - Resultaten van de quickscan ondergrond

Cluster	Resultaat quickscan warmtenet
1. Wilhelminapark	Er ligt al een warmtenet
2. Oudwijk-Overig	Er ligt al een warmtenet
3. Oudwijk-West	Grootste deel makkelijk inpasbaar
4. Oudwijk-Hofjes	Helpt makkelijk, helpt moeilijk inpasbaar
5. Oudwijk-Zuid	Helpt makkelijk, helpt moeilijk inpasbaar

Figuur 5 - Resultaten van de quickscan ondergrond



Bron: Gemeente Utrecht

Tabel 6 - De score per warmtetechniek op het aspect ruimtebeslag in de openbare ruimte - ondergronds

Cluster	1. Wilhelminapark	2. Oudwijk-Overig	3. Oudwijk-West	4. Oudwijk-Hofjes	5. Oudwijk-Zuid
Lucht-waterwarmtepomp	Hoog	Hoog	Hoog	Hoog	Hoog
MT-warmtenet	Hoog	Hoog	Midden	Laag	Laag
LT-warmtenet	Hoog	Hoog	Midden	Laag	Laag

3.3 Ruimtebeslag in de openbare ruimte: bovengronds

De voorzieningen voor de verschillende warmtetechnieken nemen openbare ruimte in. Het gaat dan bijvoorbeeld om een warmteoverdrachtstation (Mulatu et al.) voor een warmtenet of een middenspanningsruimte (MSR) die gebouwd moet worden om aan de elektriciteitsvraag van de warmtepomp te voldoen.

Maatstaf

- **Hoog:** voor de warmtetechniek is geen extra ruimte nodig boven de grond;
 - **Midden:** voor de warmtetechniek is extra ruimte nodig boven de grond;
 - **Laag:** voor de warmtetechniek is veel extra ruimte nodig boven de grond.
- Wanneer de extra benodigde ruimte veel is, is lastig te bepalen. We delen de verschillende warmtetechnieken daarom ten opzichte van elkaar in. De warmtetechniek die de meeste extra ruimte nodig heeft, krijgt de laagste score. Heeft een andere warmtetechniek een vergelijkbare hoeveelheid ruimte nodig, dan krijgt deze ook een lage score. Is de hoeveelheid benodigde ruimte significant minder, dan krijgt deze de middenscore. Wanneer er geen extra ruimte nodig is boven de grond, krijgt die warmtetechniek de hoogste score.

Methode en resultaat

Een toename van warmtepompen kan ervoor zorgen dat een verzwaring van het elektriciteitsnet nodig is. Dat gaat gepaard met het plaatsen van nieuwe middenspanningsruimtes (CE Delft, 2023b). Of en hoeveel nieuwe MSR's nodig zijn, is afhankelijk van het aantal warmtepompen, de huidige beschikbare capaciteit op het elektriciteitsnet en andere ontwikkelingen die invloed hebben op het elektriciteitsnet, zoals toename van zonnepanelen en elektrische auto's. De netbeheerder, Stedin, heeft de informatie die nodig is om te bepalen of er extra MSR's geplaatst moeten worden.

Nieuwe MSR's hebben een ruimtelijke impact van 3x3m voor het station zelf, plus ruimte eromheen voor veiligheid en om het huisje te kunnen betreden bij onderhoudswerkzaamheden. De totaal benodigde ruimte is circa 25-30 m² per MSR (Liander, 2024).

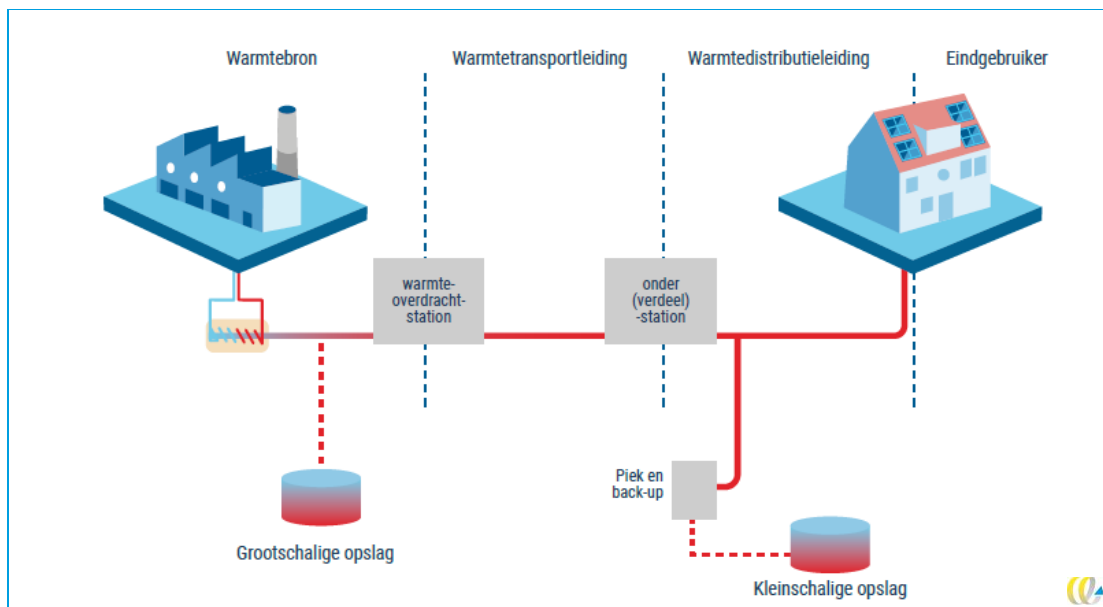
Een warmtenet heeft een warmteoverdrachtstation (Mulatu et al.) en verdeelstations nodig, zie Figuur 6. Een WOS is een gebouw in de wijk met een installatie die grootschalige warmte overdraagt aan het distributienet (het net dat door de buurt loopt) (WarmingUp, 2020). Voor een WOS is ongeveer 25x35m nodig per 10.000 woningen of woningequivalenten (weq³) utiliteit. In Utrecht zijn voor de huidige warmtenetten al dit type stations aanwezig. Wanneer een nieuw net wordt aangelegd, zijn er nieuwe WOSsen nodig. Wordt gekozen voor uitbreiding van het bestaande net, dan is dit mogelijk niet het geval. Voor een verdeelstation is ongeveer 5x5m nodig per 250 woningen of weq. Afhankelijk van het type warmtenet is ook ruimte nodig voor de piekinstallatie, een collectieve warmtepomp of een warmtebuffer. Voor de piekinstallatie is 25 m² nodig per 10.000 woningen of weq (Eneco, 2021).

³ Een weq is een standardeenheid die staat voor een woning of 130 m² utiliteit. Door te spreken over woningequivalenten is het eenvoudig mogelijk om de warmtevraag van woningen en utiliteitsbouw op te tellen.



Bij een warmtenet op lage temperatuur, of een MT-warmtenet die gebruikt maakt van een laagtemperatuurwarmtebron, zijn ook een buurtwarmtepomp en eventueel een warmtebuffer nodig. Voor een buurtwarmtepomp is 30x40m nodig voor 15.000 tot 25.000 woningen. Voor een warmtebuffer is 200x200m per 20.000 woningen nodig (Eneco, 2021).

Figuur 6 - Opbouw warmtenet



Bron: (CE Delft, 2023a)

In dit onderzoek hebben we niet gekeken naar de hoeveelheid nieuwe MSR's die nodig zijn voor warmtepompen. Ook hebben we niet in detail de verschillende warmteconfiguraties uitgezocht. Wanneer wordt aangesloten op het bestaande net, kan mogelijk ook van bestaande warmteoverdrachtstations gebruik gemaakt worden. We kunnen daarom geen uitspraken doen over welke warmtetechniek de meeste ruimte bovengronds nodig heeft in Oudwijk en Wilhelminapark⁴. Het is wel duidelijk dat alle warmtetechnieken een ruimtelijke impact hebben. De drie warmtetechnieken krijgen daarom allemaal de middenscore.

Tabel 7 - De score per warmtetechniek op het aspect ruimtebeslag in de openbare ruimte - bovengronds

Warmtetechniek	Score
Lucht-waterwarmtepomp	Midden
MT-warmtenet	Midden
LT-warmtenet	Midden

⁴ Uit een specifieke casus in Den Haag blijkt dat de ruimtelijke impact bovengronds van warmtepompen groot is. De ruimtelijke impact bovengronds van een HT-/MT-warmtenet is sterk afhankelijk van of de onderstations wel of niet in gebouwen ingepast worden. Bron: (Berenschot, 2024)

4 Technische aspecten

4.1 Geluidsniveau

Veel apparaten in huis maken geluid, zo kan ook de warmtetechniek geluid maken. Wanneer dit voor geluidshinder zorgt, kan dit iets zijn om mee te wegen in de keuze voor een warmtetechniek.

Maatstaf

- **Hoog:** warmtetechniek leidt niet tot significante toename geluid;
- **Midden:** warmtetechniek heeft een kleine toename van geluid;
- **Laag:** warmtetechniek leidt tot een grote toename van geluid.

Methode en resultaat

Een lucht-waterwarmtepomp heeft een buitenunit. De ventilator en compressor in de buitenunit maken geluid wanneer de warmtepomp draait. Dit kan leiden tot geluidshinder. Uit een onderzoek van Milieu Centraal blijkt dat bijna driekwart van de eigenaren (72%) nooit geluidsoverlast ervaart. Er is echter ook een klein deel dat wel overlast ervaart. Eén op de zes (16%) eigenaren ervaart 's nachts geluidsoverlast en één op de acht (12%) overdag. Bij 7% van de van de eigenaren ervaren de burens overlast. Maar er zijn manieren om geluidsoverlast te voorkomen: door bijvoorbeeld een geluidskast en dempende pootjes gebruiken, en een warmtepomp kiezen die minder geluid maakt. Ook is het belangrijk om een slimme plek voor de buitenunit uit te kiezen om overlast te voorkomen. Een goede installateur kan hierover adviseren (Milieu Centraal, lopend-b).

Een warmtenet veroorzaakt, na de realisatie, geen significant geluid. De installaties in de woning maken grofweg evenveel geluid als de huidige cv-ketel. Dit geldt voor alle configuraties van een warmtenet.

Tabel 8 - De score per warmtetechniek op het aspect geluidsniveau

Warmtetechniek	Score
Lucht-waterwarmtepomp	Midden
MT-warmtenet	Hoog
LT-warmtenet	Hoog

4.2 Duurzaamheid

In 2050 moeten zowel de elektriciteitslevering als warmtelevering volledig klimaatneutraal zijn. Dan zijn alle drie de warmtetechnieken die we bekijken dus even duurzaam. Op weg naar 2050 zijn de warmtetechnieken nog niet volledig klimaatneutraal. We vergelijken de duurzaamheid van de verschillende warmtetechnieken daarom voor het jaar 2030.

Maatstaf

De meest duurzame warmtetechniek krijgt de hoogste score. Hoe duurzaam de techniek is bepalen we aan de hand van de hoeveelheid CO₂ die uitgestoten wordt bij het verwarmen en koelen van gebouwen.

- **Hoog:** de warmtetechniek met de laagste CO₂-uitstoot of de CO₂-uitstoot van deze techniek is minder dan 1,5 keer de uitstoot van de warmtetechniek met de laagste CO₂-uitstoot;
- **Midden:** de CO₂-uitstoot van deze techniek is 1,5-2 keer de uitstoot van de warmtetechniek met de laagste CO₂-uitstoot;
- **Laag:** de CO₂-uitstoot van deze techniek is meer dan 2 keer de uitstoot van de warmtetechniek met de laagste CO₂-uitstoot.

Methode en resultaat

Voor verwarmen en koelen met een warmtepomp is alleen elektriciteit nodig. Uit de berekeningen voor de nationale kosten volgt per cluster wat het elektriciteitsgebruik is voor verwarmen, koelen en ventileren. Dit elektriciteitsgebruik vermenigvuldigen we met de emissiefactor van elektriciteit om te totale emissies per cluster te bepalen.

De duurzaamheid van het MT-warmtenet is afhankelijk van de warmtebron die gebruikt wordt. Uit de berekeningen van de nationale kosten, komt de variant met geothermie naar voren als optie met de laagste nationale kosten. We hebben daarom gerekend met een warmtenet dat gevoed wordt door geothermie. Niet alle warmte kan door de geothermie-bron geleverd worden, er is ook een piekinstallatie nodig. Een piekinstallatie is een installatie (bijvoorbeeld een gasketel) die de piekvraag van warmte kan leveren. De piekvraag is het verbruik op het tijdstip wanneer de meeste warmte wordt verbruikt. In onze berekening van de duurzaamheid nemen we aan dat de piekinstallatie op gas draait, maar het is ook mogelijk dat de piekvraag op een andere manier wordt ingevuld bijvoorbeeld elektrisch. Daarnaast is elektriciteit nodig om het water uit de geothermieput te pompen en in het warmtenet rond te pompen. Tabel 9 geeft de rekenwaarden die we hebben gebruikt om de emissies voor een MT-warmtenet te berekenen. Dit leidt tot een emissiefactor van 17 kg/GJ voor het warmtenet (zie Tabel 10).

Tabel 9 - Rekenwaarden voor berekening emissies MT-warmtenet in 2030

Rekenwaarde	Waarde	Bron
Emissiefactor geothermie	6,4 kg/GJp	(Harmelink, 2023) ⁵
Verliezen in net	20%	Aanname gebaseerd op (CE Delft, 2023c)
Aandeel piekvoorziening in warmte-volume	15%	Aanname voor een gemiddeld toekomstig gebaseerd op (CE Delft, 2023c)
Benodigde pompenergie	0,05 GJe/GJw ⁶	

Ook voor het LT-warmtenet is de duurzaamheid afhankelijk van de warmtebron. Uit de berekeningen van de nationale kosten, komt de variant met warmte uit oppervlaktewater

⁵ Aanname dat de helft van de bijvangst wordt toegewezen aan geothermie. Uitgegaan van gemiddelde van geothermie met en zonder warmtepomp.

⁶ Voor elke GJ warmte die geleverd wordt, is 0,05 GJ elektriciteit nodig.

naar voren als LT-optie met de laagste nationale kosten. Er is elektriciteit nodig om water uit het oppervlaktewater op te pompen en naar het LT-niveau op te waarderen. De emissiefactor van dit type LT-net is weergegeven in Tabel 10. Daarnaast is er elektriciteit nodig om de woning te koelen en ventileren. Dit elektriciteitsgebruik vermenigvuldigen we met de emissiefactor van elektriciteit en tellen we op bij de emissies van het warmtenet om te totale emissies per cluster te bepalen.

Tabel 10 - Emissiefactoren in 2030 en 2050

Energiedrager	2030	2050 (aanname)	Bron
Aardgas	56,6 kg CO ₂ /GJ	56,6 kg CO ₂ /GJ	(PBL, 2022)
Aandeel groengas (Actienetwerk 15% GasTerug)	4,1%	4,9%	Bewerking op (PBL, 2022)
Emissiefactor gasmix	54,2 kg CO ₂ /GJ	54,8 kg CO ₂ /GJ	(PBL, 2022)
Elektriciteit	0,07 kg CO ₂ /kWh	0 kg CO ₂ /kWh	(PBL, 2022)
MT-warmtenet (geothermie)	17 kg CO ₂ /GJ	0 kg CO ₂ /GJ	Berekend met behulp van (CE Delft, 2023c)
LT-warmtenet (TEO)	6,4 kg CO ₂ /GJ	0 kg CO ₂ /GJ	(CE Delft, 2023c)

De gemiddelde emissies per woningequivalent zijn voor de drie warmtetechnieken weergegeven in Tabel 11. De emissies van de warmtepomp en het LT-warmtenet liggen erg dicht bij elkaar. De emissies van het MT-warmtenet zijn meer dan twee keer zo hoog als de emissies van de warmtepomp. Dit resulteert in een score per warmtetechniek zoals weergegeven in

Tabel 12.

Tabel 11 - Gemiddelde emissies in 2030

Warmtetechniek	Warmtepomp	MT-warmtenet	LT-warmtenet
Gemiddelde CO ₂ -emissies per weq ⁷ in Wilhelminapark-Oudwijk	319 kg/weq	715 kg/weq	393 kg/weq

Tabel 12 - De score per warmtetechniek op het aspect duurzaamheid

Warmtetechniek	Score
Lucht-waterwarmtepomp	Hoog
MT-warmtenet	Laag
LT-warmtenet	Hoog

Emissies richting 2050 niet langer onderscheidend

Richting 2050 is de verwachting dat de piekinstallatie van een MT-warmtenet zal worden gevoed met een duurzaam gas. Ook is tegen die tijd de elektriciteitsvoorziening volledig verduurzaamd. Op dat moment is er geen verschil meer tussen de CO₂-uitstoot van de verschillende warmtenetten.

⁷ Een weq is een standardeenheid die staat voor een woning of 130 m² utiliteit.

4.3 Mogelijkheid om te koelen

De aarde warmt op, de zomers worden steeds warmer en huizen steeds beter geïsoleerd. Al deze dingen zorgen ervoor dat de vraag naar koeling steeds verder toeneemt. Hitte in de woning kan worden voorkomen door zoninstraling tegen te gaan (plaatsen van zonwering) en door in de nacht de woning door te luchten. Soms is het ook nog gewenst om de woning actief te koelen. Hiervoor kan een airco geplaatst worden, maar sommige warmtetechnieken kunnen ook al ingezet worden om te koelen.

Maatstaf

Een techniek die de optie heeft om te koelen krijgt een hoge score, omdat er dan geen extra koelsysteem (bijvoorbeeld een airco) aangeschaft hoeft te worden.

- **Hoog:** warmtetechniek kan ook koelen;
- **Midden:** warmtetechniek kan koelen, maar daar zijn een uitbreiding van het systeem en extra investeringen voor nodig;
- **Laag:** warmtetechniek kan niet koelen.

Methode en resultaat

In onderstaande tabel is een overzicht gegeven van de mogelijkheden van de warmtetechnieken om te koelen.

Tabel 13 - Overzichtstabel koelmogelijkheden warmtetechnieken

Warmtetechniek	Techniek	Koelmogelijkheid techniek	Aandachtspunten
Warmtepomp	Lucht-waterwarmtepomp	Vaak: Actieve koeling afhankelijk van model warmtepomp.	Hitteloos: wordt de straat of tuin in geblazen. Afgifte: convectoren of vloerverwarming zijn nodig.
	Bodemwarmtepomp	Altijd: Passieve koeling, soms is koeling zelfs vereist om warmteopslag op te laden voor de winter.	Afgifte: convectoren of vloerverwarming zijn nodig.
Warmtenet	Warmtenet met bron op hoge- of middentemperatuur)	Nooit: aparte koelvoorziening nodig, typisch een airco.	
	Warmtenet met bron op lage temperatuur	Soms: hiervoor is het nodig een extra koudeleiding aan te leggen.	Ruimte: aanleg koelleiding kost extra ruimte, tijd en geld. Afgifte: convectoren of vloerverwarming zijn nodig.
	Warmte- en koudenet (bronnnet, ZLT-net)	Altijd: Passieve koeling, soms is koeling zelfs vereist om warmteopslag	Afgifte: convectoren of vloerverwarming zijn nodig.

		op te laden voor de winter.	
--	--	-----------------------------	--

Een warmtepomp is ook in staat om de woning te koelen. Met een lucht-waterwarmtepomp kan je hooguit de woning een paar graden koelen en dit kost veel energie. Koelen gaat het beste met vloerverwarming en eventueel convectoren, vanwege de grotere oppervlakte. Radiatoren zijn niet geschikt. Hiervoor is dus mogelijk een extra aanpassing in de woning nodig (Milieu Centraal, lopend-a).

Het is niet mogelijk om de woning te koelen met een warmtenet dat gebruik maakt van een middentemperatuur- of lagetemperatuurwarmtebron. Een MT-warmtenet met een geothermiebron kan dus niet gebruikt worden om te koelen.

Het is wel mogelijk een woning te koelen met een warmtenet dat gebruik maakt van een zeerlagetemperatuurbron (<30 °C) Dit is bijvoorbeeld het geval wanneer het warmtenet gebruik maakt van warmte uit oppervlaktewater met een warmte-koude opslag (wko) om warmte en koude op te slaan, of een andere bron voor koude heeft. Er moeten dan wel extra leidingen aangelegd worden om naast warmte ook koude te transporteren (TKI Urban Energy, lopend). Dit vraagt om extra ruimte in de straat en de partij die het warmtenet gaat aanleggen zal extra investeringen moeten doen om koeling mogelijk te maken.

Bij een LT-warmtenet met TEO als warmtebron kan dus ook een koudenet aangelegd worden dat gebruikt kan worden om te koelen, echter kost dit extra ruimte, tijd en geld. Deze extra kosten en benodigde ruimte zijn in deze studie niet meegenomen.

Tabel 14 - De score per warmtetechniek op het aspect koeling

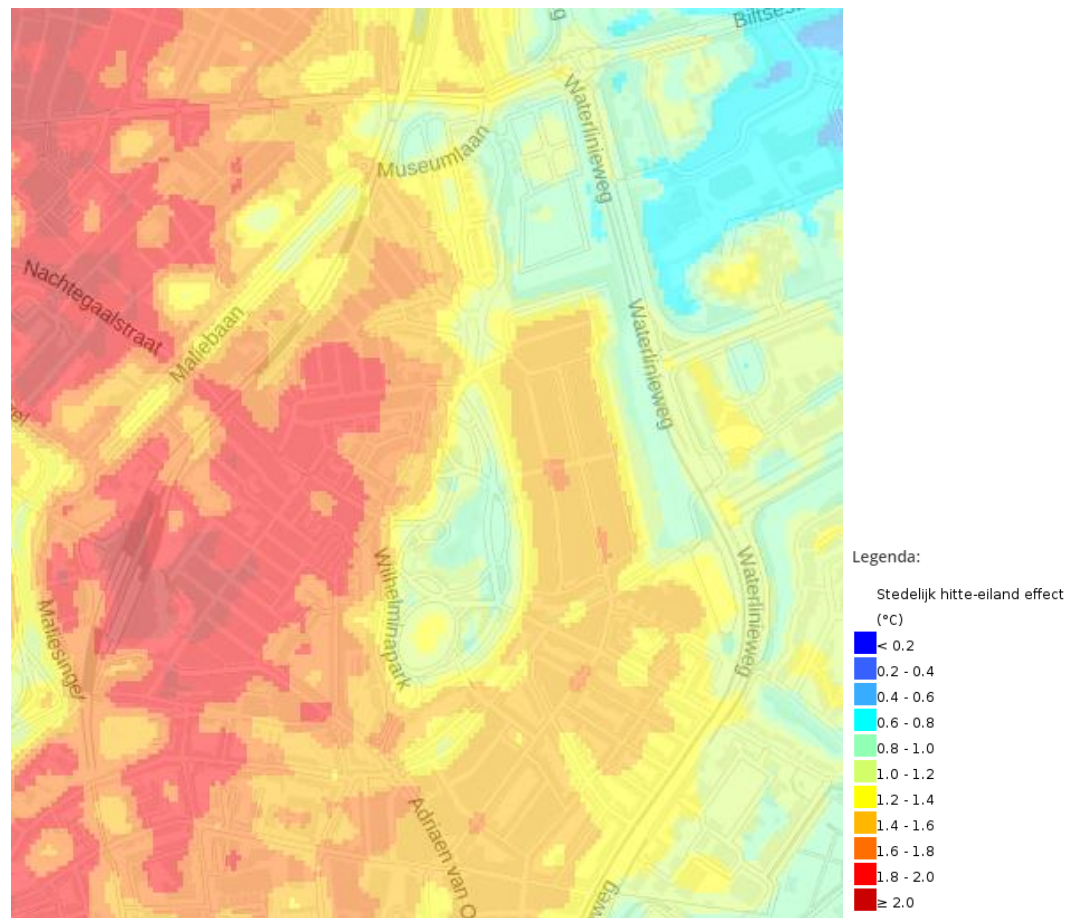
Warmtetechniek	Score
Lucht-waterwarmtepomp	Hoog
MT-warmtenet	Laag
LT-warmtenet	Midden

Belang van koelen in Oudwijk en Wilhelminapark

Veel mensen hebben het weleens meegemaakt: wanneer je de stad uitfietst en tussen de weilanden bent, dan is het daar een stuk koeler. Dit fenomeen, waarbij de temperatuur in stedelijk gebied gemiddeld hoger is dan in het omliggende landelijke gebied, wordt het hitte-eilandeffect genoemd. Figuur 7 laat het stedelijk hitte-eiland effect zien, uitgedrukt in het gemiddelde temperatuurverschil tussen de stad en het omringend gebied. Hoe hoger het hitte-eiland effect, hoe warmer het gebied en dus hoe groter de vraag naar koeling.

Een belangrijke kanttekening is dat een lucht-waterwarmtepomp het hitte-eilandeffect kan versterken. Wanneer de warmtepomp wordt ingezet om te koelen, geeft deze namelijk warmte af aan de buitenlucht. Hierdoor warmt de lucht rondom de woning op en stijgt de temperatuur in de stad. Een bodemwarmtepomp versterkt het hitte-eilandeffect niet.

Figuur 7 - Stedelijk hitte-eiland effect in Wilhelminapark en Oudwijk



Bron: (RIVM, 2020)

4.4 Flexibiliteit

Warmtetechnieken verschillen in de flexibiliteit voor de bewoner. Voor sommige warmtetechnieken is er bijvoorbeeld maar één aanbieder van warmte, en is het dus niet mogelijk om te wisselen van aanbieder. Ook verschillen warmtetechnieken in hoe makkelijk het is voor een bewoner om te wisselen naar een andere warmtetechnieken. Voor sommige technieken is dit met een kleine aanpassing mogelijk, maar voor andere warmtetechnieken is het niet mogelijk om over te stappen naar een andere warmtetechniek. Voor flexibiliteit kijken dus we naar de mogelijkheden bij de warmtetechnieken om te wisselen van aanbieder en van warmtetechniek.

Maatstaf

De meest flexibele warmtetechniek krijgt de hoogste score.

- **Hoog:** de warmtetechniek is flexibel;
- **Midden:** de warmtetechniek is redelijk flexibel;
- **Laag:** de warmtetechniek is niet/het minst flexibel.

Methode en resultaat

In onderstaande tabel is het resultaat te zien van de score van verschillende warmtetechnieken op het aspect *flexibiliteit*. We bespreken eerst hoe we tot deze resultaten zijn gekomen.

Wisselen van aanbieder

Met betrekking tot flexibiliteit in aanbieder van warmte verschilt dit tussen een warmtenet en een warmtepomp. Bij een warmtenet heb je één vaste aanbieder van warmte. Het is niet mogelijk om te wisselen van warmteaanbieder of beheerder van het warmtenet. Dit geldt dus zowel voor een middentemperatuur warmtenet en een laagtemperatuur warmtenet. Bij een warmtepomp wordt er gebruik gemaakt van elektriciteit voor de warmte. Het is voor elektriciteit altijd mogelijk om te wisselen van aanbieder. Het is alleen niet mogelijk om te wisselen van netbeheerder.

Wisselen naar andere warmtetechniek

Bij een middentemperatuur warmtenet is het lastig om te wisselen naar een andere warmtetechniek. Dit is alleen mogelijk als de woning verder geïsoleerd wordt, en bestaande radiatoren moeten soms door vloerverwarming vervangen worden. Daarnaast moet de bewoner waarschijnlijk een afsluitvergoeding betalen aan het warmtebedrijf. Bij een laagtemperatuur warmtenet is het technisch wel mogelijk om te wisselen naar een warmtepomp. De bewoner moet dan waarschijnlijk wel een afsluitvergoeding aan het warmtebedrijf betalen. Bij een warmtepomp is het ook mogelijk om te wisselen naar een laagtemperatuur warmtenet. Een randvoorwaarde is dan natuurlijk wel dat er een warmtenet aanwezig is waar de woning op aangesloten kan worden. Een bewoner betaalt dan een bijdrage voor de aansluitkosten om de woning aan te sluiten op het warmtenet.

Tabel 15 - De score per warmtetechniek op het aspect flexibiliteit

Warmtetechniek	Score
Lucht-waterwarmtepomp	Hoog
MT-warmtenet	Laag
LT-warmtenet	Midden

4.5 Klimaatimpact materiaal

Vanuit de meedenkgroep was er de vraag om te kijken naar de impact van het materiaalgebruik van de verschillende warmtetechnieken. Om deze reden gaan we in deze achtergrondrapportage kort in op deze impact. Deze impact maakt geen onderdeel uit van de hoofdrapportage.

De impact van de bouwfase en afvalfase verschilt tussen verschillende fabrikanten/varianten. Voor de warmtepomp wordt uitgegaan van een EPD (Environmental Product Declaration) van de Vaillant Therm Split (Vaillant GmbH, 2021). Voor het vervangen van een hr-ketel wordt uitgegaan van de Remeha Avanta Ace (Remeha, 2022). Voor de hybride optie, gaan we uit van een combinatie van de twee. Dit komt niet helemaal overeen met de praktijk, want vaak wordt er een warmtepomp met een kleiner vermogen geïnstalleerd in een hybride opstelling.

Voor de inschatting van het warmtenet wordt gebruik gemaakt van een artikel van Verhagen et al. (2022). Hierin wordt de klimaatimpact van de materialen voor opwekking, distributie

en afgifte (warmtewisselaar) meegenomen. In dit artikel wordt alleen gekeken naar de materiaalimpact, niet naar de bijdrage van installatie. In werkelijkheid zullen de emissies dus iets hoger liggen. We gaan uit van een warmtenet waarbij geen aanpassingen aan het warmteafgiftesysteem hoeven te worden gedaan. Het artikel van Verhagen gaat hierbij uit van een warmtenet op basis van geothermie.

Voor de warmtepomp op buitenlucht is door de lagere afgiftetemperatuur van het verwarmingswater ook een aanpassing nodig aan het afgiftesysteem. Op basis van een milieuverklaring van Franse producenten van vloerverwarming, wordt de klimaatimpact inclusief installatie op 19.7 kg CO₂-eq. per m² geschat (Cochebat, 2021). Dit is iets hoger dan de inschatting van Verhagen et al. (2022) namelijk 18 kg CO₂-eq. In Verhagen et al. (2022) wordt echter alleen gekeken naar materiaalimpacts, waardoor bewerkingsstappen zoals de installatie van het systeem, dit verschil goed kunnen verklaren.

De klimaateffecten van de eventuele netverzwaring die nodig is als veel mensen overstappen naar een warmtepomp zijn niet meegenomen, de analyse moet dus worden gezien als een indicatie van de effecten van een individuele keuze. Wel zijn er aanwijzingen dat dit effect niet groot zal zijn (CE Delft, 2022).

Tabel 16 - kg CO₂-eq. per huishouden in vrijstaande woning

	Materiaalimpact installatie	Lekkage koelstof	Materiaalimpact warmteafgifte	Materiaalimpact infra	Bron
Hybride	1.606	1.640			EPD Vaillant+Remeha
Lucht-waterwarmtepomp	1.211	1.640	1.798		EPD Vaillant EPD PCRBT
Warmtenet	234			1.413	(Verhagen et al., 2022)

Isolatiemateriaal

De klimaatimpact van isolatiemateriaal is afhankelijk van het type materiaal en de hoeveelheid materiaal dat nodig is. De hoeveelheid isolatiemateriaal hangt weer af van de isolatiemaatregelen die worden uitgevoerd, de isolatiewaarde van het materiaal, en de oppervlaktes van de te isoleren gebouwdelen. In alle gevallen is isoleren een duurzamere keuze dan niet isoleren. Omdat de klimaatimpact van het isolatiemateriaal erg klein is vergeleken met de klimaatimpact van het energieverbruik van een woning, is er relatief weinig verschil tussen verschillende materialen die je gebruikt bij het isoleren.

5 Uitvoerbaarheid

5.1 Proces

Voor het realiseren van een warmtenet en van warmtepompen zijn er verschillende stappen nodig. Deze worden hierna beschreven.

Warmtenet

De betrokken partijen bij de realisatie van een warmtenet zijn de gemeente, het warmtebedrijf en de bewoners. Het proces om tot realisatie van een warmtenet over te gaan is als volgt:

- **Organisatie vanuit de gemeente:** Voordat een warmtebedrijf aan de slag kan met het aanleggen van een warmtenet zijn er eerst veel keuzes nodig die de gemeente Utrecht moet maken:
 - keuzes maken in welke delen van de gemeente warmtenetten een aantrekkelijke optie zijn;
 - keuze maken over het warmtebedrijf (Eneco of ander warmtebedrijf);
 - keuze maken waar een warmtebedrijf een warmtenet mag gaan ontwikkelen (het warmtekavel).
- **Organisatie vanuit een warmtebedrijf:**
 - *Voordat het warmtebedrijf is aangewezen:* Warmtebedrijven die geïnteresseerd zijn om een warmtenet te gaan realiseren in de gemeente Utrecht moeten een kavelplan opstellen. Hierin beschrijven zij de aanleg en exploitatie van het warmtekavel, onder andere met technische details en het plan om de leveringszekerheid te verzekeren. Ook de kosten en beoogde verbruikstarieven moeten (globaal) worden beschreven.
 - *Als het warmtebedrijf is aangewezen:* Wanneer de gemeente een keuze heeft gemaakt voor een warmtebedrijf en waar dit warmtebedrijf aan de slag mag, moet het warmtebedrijf plannen gaan maken voor het warmtenet. In deze fase wordt nagedacht waar pijpen in de straat komen te liggen, wat de kosten zijn die bewoners moeten betalen en hoe wordt omgegaan met de maatregelen die bewoners in hun woning moeten nemen. Hiervoor worden ook woningen bezocht om te kijken hoe de aflevering van het warmtenet in de woning kan worden ingepast, en welke andere maatregelen er nodig zijn.
- **De aanleg van warmtenetten:** Alle inwoners in een kavel krijgen van het warmtebedrijf een aanbod voor aansluiting op het warmtenet. Hierbij heeft de woningeigenaar nog de keuze⁸ om wel of niet aan te sluiten op het warmtenet, of te kiezen voor een ander alternatief, bijvoorbeeld een warmtepomp. Als er voldoende interesse is in het aanbod kan vervolgens het warmtenet worden aangelegd.

⁸ Uitgaande van de invoering van de Wet gemeentelijke instrumenten warmtetransitie kunnen gemeentes gebieden aanwijzen binnen hun grondgebied die binnen een bepaalde termijn aardgasvrij moeten worden en overgaan op een duurzame warmtevoorziening.

Warmtepomp

Voor het realiseren van een warmtepomp is de bewoner zelf aan zet. Voor het plaatsen van een warmtepomp moet de woningeigenaar zijn woning isoleren. Dit kan het beste gebeuren op natuurlijke momenten (bij een verbouwing, een verhuizing, etc.). Als de woning voldoende is geïsoleerd kan de woningeigenaar een installatiebedrijf inschakelen om de woning te voorzien van een warmtepomp. De gemeente kan deze stappen ondersteunen door het inschakelen van adviseurs, of het aanbieden van subsidies, maar het zijn de woningeigenaren zelf die stappen moeten zetten.

5.2 Benodigde uitvoeringscapaciteit

Om tot uitvoering over te kunnen gaan is het van belang dat er voldoende menskracht (uitvoeringscapaciteit) beschikbaar is. Per warmtetechniek is deze capaciteit in verschillende mate en op verschillende momenten nodig bij verschillende partijen. En zowel bij warmtenetten als bij warmtepompen is er nationaal een tekort aan beschikbare (Technische Universität Berlin et al.) arbeidskrachten. De benodigde uitvoeringscapaciteit voor warmtenetten en warmtepompen wordt hierna beschreven.

Warmtenet

Voor de realisatie van warmtenetten is uitvoeringscapaciteit nodig voor:

- **Organisatie vanuit de gemeente:** Voordat een warmtebedrijf aan de slag kan met het aanleggen van een warmtenet zijn er eerst veel keuzes nodig (zie Paragraaf 5.1) die de gemeente Utrecht moet maken. Hiervoor is capaciteit nodig bij de gemeente.
- **Organisatie vanuit een warmtebedrijf:** Wanneer de gemeente een keuze heeft gemaakt voor een warmtebedrijf en waar dit warmtebedrijf aan de slag mag, moet de uitvoeringscapaciteit van het warmtebedrijf voldoende zijn voor de organisatie rondom de realisatie van het warmtenet.
- **De aanleg van warmtenetten:** Voor de aanleg van warmtenetten is er uitvoeringscapaciteit nodig van (Technische Universität Berlin et al.) arbeidskrachten. Door onzekerheden over de regulering van warmtenetten zijn er de afgelopen jaren maar weinig gebouwen aangesloten op een warmtenet. Hierdoor zijn er op dit moment niet genoeg aannemers die gespecialiseerd zijn in de aanleg van warmtenetten. Als gevolg is het aanbod van praktisch geschoolde arbeidskrachten en de opleidingscapaciteit bij de aannemers beperkt. (Berenschot, 2024)

Warmtepomp

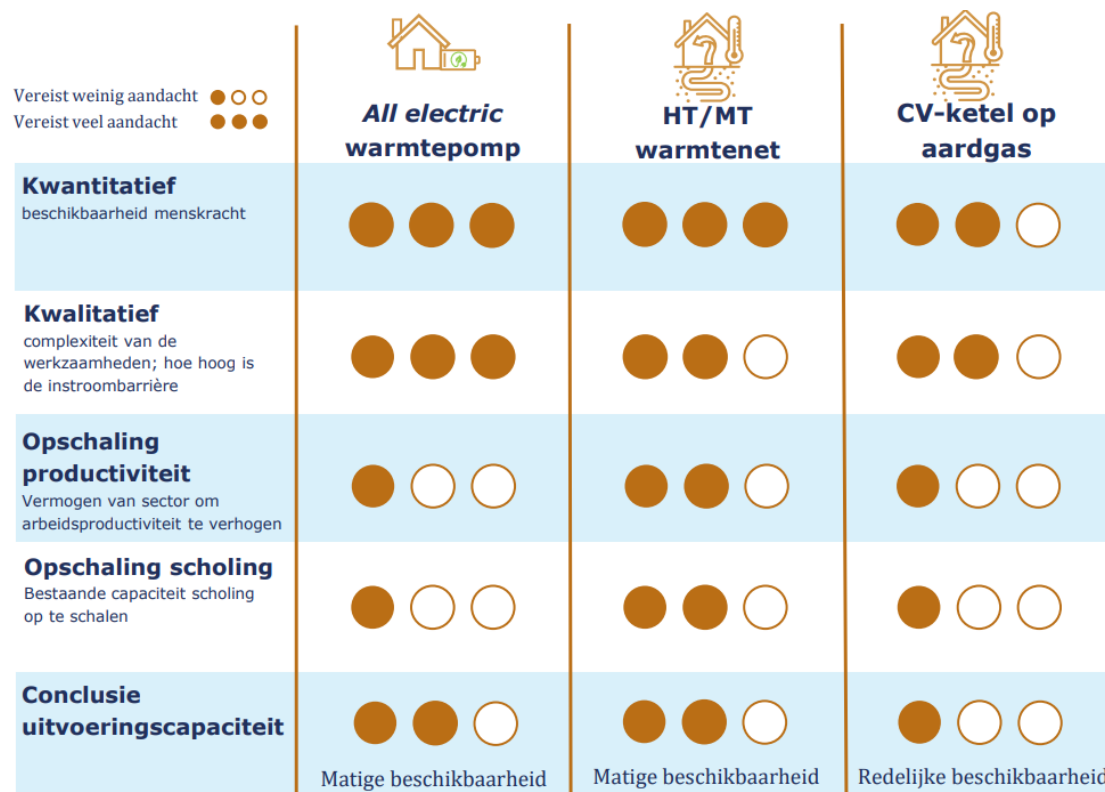
Voor de realisatie van warmtepompen is uitvoeringscapaciteit nodig voor:

- **(Vergaande) isolatie:** Voor isolatie is er capaciteit van (Technische Universität Berlin et al.) arbeidskrachten nodig. Een warmtepomp voorwaarde voor het gebruik van een warmtepomp is dat het gebouw voldoende geïsoleerd is. Bij warmtepompen is over het algemeen meer isolatie, nodig dan bij een hoog- of middentemperatuurwarmtenet.
- **Veranderingen in de woning:** Om de woning geschikt te maken voor een warmtepomp is er capaciteit van (Technische Universität Berlin et al.) arbeidskrachten nodig. Denk bijvoorbeeld aan het aanleggen van vloerverwarming en mechanische ventilatie.

- **Installatie van de warmtepomp:** Voor installatie van de warmtepomp is er capaciteit van (Technische Universiteit Berlin et al.) arbeidskrachten nodig.
- **Netverzwaring:** Voor netverzwaring is er capaciteit van de netbeheerder en uitvoerders nodig. Bij warmtenetten zal het net waarschijnlijk ook verzwakt moeten worden door bijvoorbeeld de toename van zonne-energie en elektrische auto's, maar bij het gebruik van warmtepompen is er meer netverzwaring nodig dan bij een middentemperatuur-warmtenet.

Berenschot heeft aan de hand van een plan voor een warmtenet in Den Haag de beschikbare uitvoeringscapaciteit geanalyseerd voor de all-electric warmtepomp, het HT-/MT-warmtenet en de cv-ketel op aardgas, zie Figuur 8. Alhoewel de opschaling van de productiviteit en de scholing bij een HT-/MT-warmtenet, wat meer aandacht vereist dan bij een warmtepomp, is de algemene conclusie dat er voor beide een matige beschikbaarheid van uitvoeringscapaciteit is (Berenschot, 2024).

Figuur 8 - Aandachtspunten voor uitvoeringscapaciteit bij all-electric warmtepomp, HT-/MT-warmtenet en cv-ketel op aardgas



Bron: (Berenschot, 2024)

Tabel 17 - De score per warmtetechniek op het aspect benodigde uitvoeringscapaciteit

Warmtetechniek	Score
Lucht-waterwarmtepomp	Midden
MT-warmtenet	Midden
LT-warmtenet	Midden



5.3 Impact op het lokale elektriciteitsnet

Veel verduurzaming gaat door middel van elektrificatie. Hierdoor gebruiken we met elkaar steeds meer elektriciteit en wordt ook de hoeveelheid elektriciteit die we op piekmomenten nodig hebben steeds groter. Dit heeft gevolgen voor het elektriciteitsnet. Netbeheerders moeten investeringen doen om het net te verzwaren, zodat ze aan de toenemende vraag kunnen blijven voldoen. Op dit moment neemt de vraag zo snel toe, dat het voor netbeheerder lastig bij te houden is. Dit leidt tot netcongestie.

Maatstaf

We ordenen de warmtetechnieken ten opzichte van elkaar. Hoe minder de impact een techniek op het elektriciteitsnet heeft, hoe beter. Netbeheerders hoeven dan minder investeringen te doen in het elektriciteitsnet.

- **Hoog:** de warmtetechniek met de minste impact op het elektriciteitsnet;
- **Midden:** de warmtetechniek die niet de minste, maar ook niet de meeste impact heeft op het elektriciteitsnet;
- **Laag:** de warmtetechniek met de meeste impact op het elektriciteitsnet.

Methode en resultaat

In Figuur 9 staat de impact op het net van verschillende warmtetechnieken indicatief weergegeven. In de praktijk is de impact op het net afhankelijk van lokale omstandigheden in de wijk, zoals de ligging van het bestaande net, het aantal bestaande distributiestations, de huidige capaciteit op het net, etc.

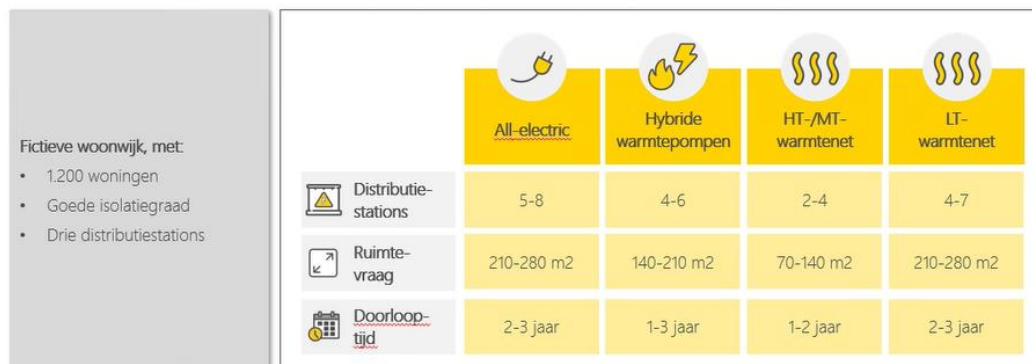
Geen aandachtspunten Stedin op de korte termijn

Tijdens dit onderzoek heeft CE Delft met Stedin overlegd wat zij zien aan knelpunten op het net voor Oudwijk en Wilhelminapark. In beide buurten heeft Stedin op korte termijn (tot en met 2027) geen plannen om het net te verzwaren. Er worden op deze korte termijn ook geen knelpunten verwacht op het elektriciteitsnet.

Wegens netcongestie op het midden- en hoogspanningsnet is het lastig om grootzakelijke aansluitingen te krijgen. Deze aansluitingen zijn nodig voor onder meer geothermieboringen, of collectieve warmtepompen voor een laagtemperatuurwarmtenet of het gebruik van een laagtemperatuurbron bij een warmtenet op middentemperatuur. Dit kan tot vertraging leiden voor de realisatie van een MT- of LT-warmtenet. Als veel huishoudens op korte termijn overgaan op een individuele warmtepomp heeft dit impact op de beschikbare ruimte op het elektriciteitsnet voor nieuwbouwprojecten in Utrecht.

Er worden op de korte termijn dus geen knelpunten verwacht voor (bestaande) kleinverbruik aansluitingen. Daarom geven we de warmtetechnieken een score op basis van de indicatieve gegevens van Stedin, zie Figuur 9. De score per warmtetechniek staat in Tabel 18.

Figuur 9 - Indicatieve weergave van de impact van warmtetechnieken op het net in een woonwijk⁹



Bron: Stedin, 2024

Tabel 18 - De score per warmtetechniek op het aspect impact op het elektriciteitsnet

Warmtetechniek	Score
Lucht-waterwarmtepomp	Laag
MT-warmtenet	Hoog
LT-warmtenet	Midden

Advies: Maak een keuze in de warmtetechniek voor 2027

Wil Stedin bij toekomstige werkzaamheden aan het elektriciteitsnet in deze buurten rekening kunnen houden met de warmtetechniek in de buurt, dan adviseert CE Delft om voor 2027 een duidelijke keuze te maken voor de warmtetechniek. Maakt de gemeente Utrecht vooralsnog geen keuze in de warmtetechniek, dan bestaat het risico dat bij toekomstige werkzaamheden het elektriciteitsnet maximaal wordt uitgebreid. Dit zorgt mogelijk voor onnodig ruimtebeslag in de wijk, en investeringen van de netbeheerder die ook in andere wijken ingezet had kunnen worden.

⁹ De getallen zijn illustratief en enkel indicatief voor de impact.

Literatuur

- Actienetwerk 15% GasTerug. (2022). Actienetwerk 15% GasTerug. In *Ik zet ook de knop om*.
- Berenschot. (2024). *De keuze voor warmtenetten of andere warmteoplossingen*.
- CE Delft. (2017). *Factsheets heat technologies for households, Dutch only*. www.warmtetechnieken.nl
- CE Delft. (2019). *Energiesstrategie Haarlem*.
- CE Delft. (2021a). *CEGOIA*. <https://ce.nl/method/cegoia/>
- CE Delft. (2021b). *CEKER Kosten voor Eindgebruikers Rekenmodel, methode*. <https://ce.nl/method/ceker/>
- CE Delft. (2022). *Ketenemissies elektriciteit: Actualisatie elektriciteitsmix 2019*.
- CE Delft. (2023a). *Factsheet Warmte. Achtergrondinformatie per warmtebron. Versie november 2023*.
- CE Delft. (2023b). *Impact van de warmtetransitie op het lokale elektriciteitsnet*.
- CE Delft. (2023c). *Verduurzaming bronnen voor warmtenetten - Opgave, onrendabele top en knelpunten richting 2030*.
- Cochebat. (2021). *FDES Plancher Chauffant Rafrâichissant Basse Température*.
- Eneco. (2021). *Brief van Eneco aan de Gemeente Utrecht d.d. 05-03 -2021 : Zienswijze Ruimtelijke Strategie Utrecht 2040 (inspraakreactie)*. <https://online.ibabs.eu/ibabsapi/publicdownload.aspx?site=Utrec&id=251bf966-a002-498c-9d90-8cd96f86ce5c>
- Harmelink, M. (2023). *Duurzaamheid van warmte- & koudelevering Voorstel voor inhoud van de rapportageverplichting onder de Warmtewet, update 2023*.
- Liander. (2024). *Hoe ziet een elektriciteitshuisje eruit?* <https://www.liander.nl/elektriciteitshuisjes/hoe-ziet-een-elektriciteitshuisje-eruit>
- Meijer, B., Ommerborn, N., & Du Piêd, L. (2024). *Quickscan Ondergrond Oudwijk en Wilhelminapark aardgasvrij*.
- Milieu Centraal. (lopend-a). *Volledige elektrische warmtepomp*. <https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/duurzaam-verwarmen-en-koelen/volledige-warmtepomp/>
- Milieu Centraal. (lopend-b). *Warmtepomp: duurzaam elektrisch verwarmen*. <https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/duurzaam-verwarmen-en-koelen/warmtepomp-duurzaam-elektrisch-verwarmen/>
- Mulatu, A., Gerlagh, R., Rigby, D., & Wossink, A. (2010). Environmental Regulation and Industry Location in Europe. *Environmental and Resource Economics*, 45(4), 459-479. <https://doi.org/10.1007/s10640-009-9323-3>
- PBL. (2022). *Klimaat- en Energieverkenning (KEV) 2022*.
- Remeha, B. T. G. (2022). *PEP Remeha Avanta Ace (Netherlands)*.
- RIVM. (2020). *Stedelijk hitte-eiland effect (UHI)*. <https://www.atlasleefomgeving.nl/stedelijk-hitte-eiland-effect-uhi>
- Technische Universität Berlin, RWTH Aachen University, The University of Sheffield, & IASS Potsdam, T. U. B., RWTH Aachen University, The University of Sheffield, IASS Potsdam. (2018). *Techno-Economic Assessment & Life Cycle Assessment Guidelines for CO2 Utilization*.
- TKI Urban Energy. (lopend). *Koudenetten (Cold Networks (Dutch only))*.
- Vaillant GmbH. (2021). *EPD Vaillant aroTHERM Split VWL /5 AS & uniTOWER VWL /5 IS*.
- Verhagen, T. J., Cetinay, H. I., van der Voet, E., & Sprecher, B. (2022). Transitioning to Low-Carbon Residential Heating: The Impacts of Material-Related Emissions. *Environmental Science & Technology*. <https://doi.org/10.1021/acs.est.1c06362>
- WarmingUp. (2020). *Definities warmtebranche*.

