

## Notitie

**Contactpersoon** Anastasia Koezjakov  
**Datum** 7 april 2020  
**Kenmerk** N001-1321635AKJ-V01

## Bronnenstudie Leiden Merenwijk

In deze notitie worden de warmtebronnen die mogelijk kunnen worden ingezet als warmtevoorziening voor Leiden Merenwijk, toegelicht. Dit zijn de bronnen die in de directe omgeving aanwezig zijn en een alternatief bieden voor warmte uit aardgas. Deze bronnen kunnen in de online potentiekaart van de gemeente Leiden bekeken worden via deze [link](#).

De warmtebronnen zijn:

- Warmte uit de bodem, warmte en koude opslagsysteem
- Warmte uit afvalwater
- Warmte uit oppervlaktewater
- Warmte uit de weg
- Warmte van daken (thermische zonne-energie)
- Restwarmte (condenswarmte)
- Hoge temperatuur warmte

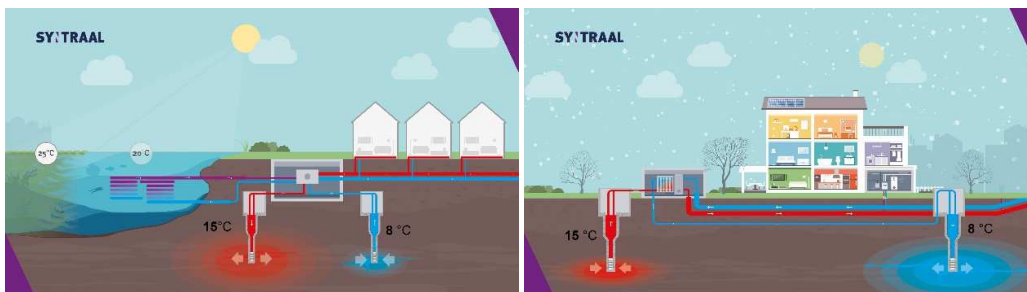
Ook worden mogelijke systemen (warmtenetten) en temperatuurregimes toegelicht.

## 1 Welke bronnen zijn beschikbaar?

### 1.1 Warmte uit de bodem

Het kan voorkomen dat het minimaal vermogen uit een omgevingswarmtebron (in de winter) niet voldoende is om de woningen het hele jaar door gasloos te verwarmen, terwijl de hoeveelheid energie jaarrond wel voldoende is. In dit geval kan een warmte-koude opslag (WKO) oplossing bieden. Hierbij kan een omgevingswarmtebron zoals afval- of oppervlaktewater gebruikt worden om de WKO bron(nen) te laden. Hiermee wordt ook voorkomen dat de WKO uit balans raakt gedurende de jaren.

Bij WKO wordt warmte en koude opgeslagen in een water voerende zandlaag (aquifer) in de bodem (zie Figuur 1.1). In deze aquifer wordt een 'doublet' met minimaal één koude en één warme bron aangelegd. Wanneer er vraag naar koude is, wordt uit de koude bron (6 – 10 °C) grondwater opgepompt. De koude uit dit grondwater wordt met een warmtewisselaar afgestaan aan een warmtepomp in koelbedrijf. Door het onttrekken van koude, warmt het opgepompte grondwater op, waarna het wordt geïnfiltreerd in de warme bron. Is er vraag naar warmte, dan wordt grondwater opgepompt uit de warme bron (13 – 17 °C). Nu wordt warmte aan het grondwater onttrokken en, met een warmtewisselaar, aan de warmtepomp afgegeven.



Figuur 1.1: Principe seizoensbuffering warmte via WKO: warmte wordt in de zomer gewonnen en opgeslagen in het grondwater in een watervoerend pakket (links). In de winter wordt het relatief warme water onttrokken waarbij de warmte aan de woningen wordt afgegeven (rechts).

Een warmte-koudeopslag is een open systeem, niet te verwarren met een gesloten systeem (zogenaamde bodemlussen). Een gesloten systeem maakt gebruik van de geleidbaarheid van de bodem, terwijl een open systeem werkt door het oppompen van grondwater.

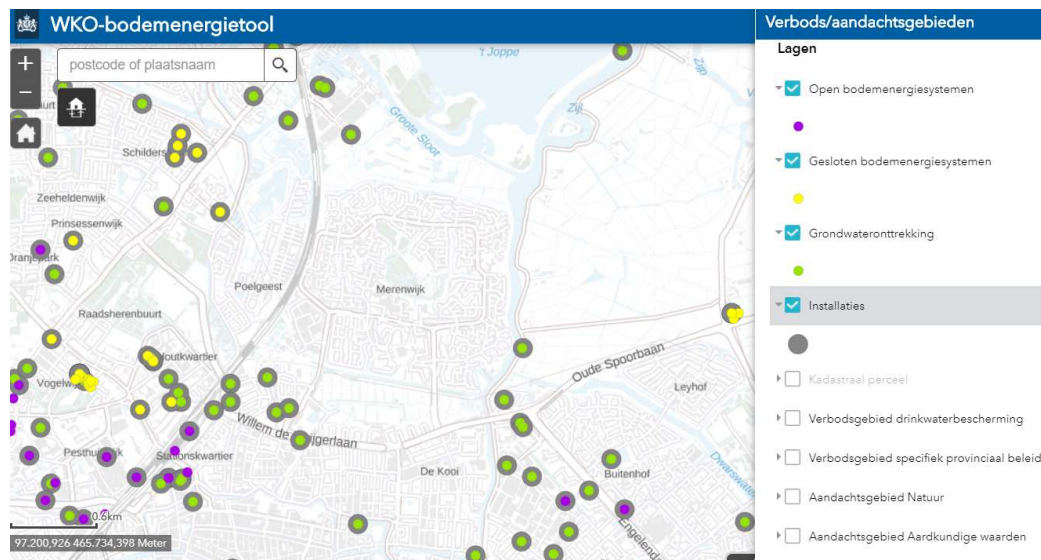
De mogelijkheden voor het plaatsen van WKO systemen hangen af van verschillende factoren. Indien er geen directe belemmeringen zijn (specifiek beleid, natura 2000 gebieden etc.) is de locatie afhankelijk van de beschikbaarheid van openbare gronden, de doorlaatbaarheid van de bodem, de thermische straal van de bronnen en de grondwaterstroming. De opbouw van de bodem en de energievraag van de afnemer is van grote invloed op de economische haalbaarheid

van een WKO systeem. Het systeem moet aangelegd worden in een zandlaag, een zogenaamd watervoerend pakket. De economische haalbaarheid van een WKO systeem neemt af naarmate deze zandlaag zich dieper in de ondergrond bevindt. Naast de economische haalbaarheid zijn er ook technische eisen voor een goed werkend WKO systeem:

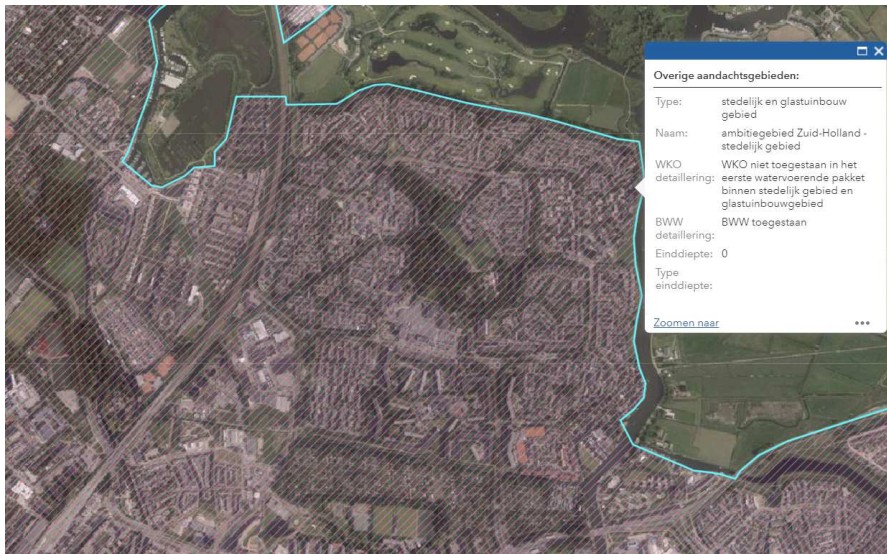
- Er is een watervoerend pakket (zandlaag) nodig met een hoge hydraulische doorlaatbaarheid
- Boven en onder het gekozen watervoerend pakket moet er een isolerende/afsluitende laag aanwezig zijn (vaak een kleilaag)
- De grondwaterstroming moet laag zijn (maximaal 60 meter per jaar)
- De chemische eigenschappen van het water moeten geschikt zijn
- De warme en koude bron moeten ver genoeg uit elkaar liggen (minimaal 3 keer de thermische straal) om kortsluiting te voorkomen

### 1.1.1 WKO mogelijkheden Leiden Merenwijk

Binnen de grenzen van Leiden Merenwijk zijn nog geen open of gesloten bodemenergiesystemen aanwezig (WKOtool, 2020). Wel zijn er systemen gerealiseerd binnen de gemeente Leiden (zie Figuur 1.2). Daarnaast valt Leiden Merenwijk onder 'ambitiegebied Zuid-Holland' wat concreet inhoudt dat er geen WKO systemen aangelegd mogen worden in de eerste watervoerende laag binnen het stedelijk en glastuinbouwgebied, op een aantal uitzonderingen na (zie Figuur 1.3).



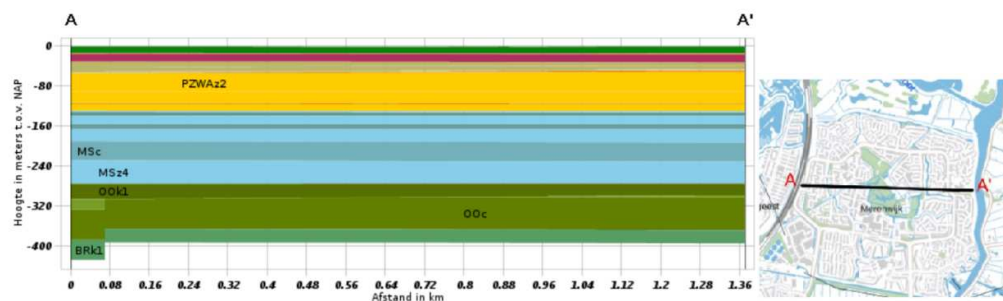
Figuur 1.2: Ligging bodemenergiesystemen omgeving Leiden Merenwijk (wkotool, 2020)



Figuur 1.3: Afbakening ambitiegebied Zuid-Holland stedelijk gebied (wkotool, 2020)

De ondergrond van Leiden Merenwijk bestaat voornamelijk uit zand- en kleilagen met wat grind en sporen van veen en bruinkool. Uit een eerste scan is gebleken dat er watervoerende lagen aanwezig zijn op een diepte van -15 tot ongeveer -130 meter NAP, afgewisseld met kleilagen (Dinoloket, 2020). Het beleid in acht nemend dat er geen systemen aangelegd mogen worden in de eerste watervoerende laag, is er op -50 tot -115 m NAP een eventueel geschikte (tweede) watervoerende laag aanwezig om WKO systemen te plaatsen. In Figuur 1.4 is dit de laag PZWAz2. De geschiktheid van deze laag dient nader onderzocht te worden in een bodem- en hydrologische effecten studie.

Verticale Doorsnede BRO REGIS II v2.2



Figuur 1.4 Bodemopbouw Leiden Merenwijk (Dinoloket, 2020)

## 1.2 Warmte uit afvalwater

Het afvalwater in beheer van het waterschap wordt voor het thermische energiepotentieel opgedeeld in thermische energie uit het influent en het effluent. Voor het waterschap verdient warmtewinning uit het effluent de voorkeur. Hierbij wordt namelijk geen warmte meer onttrokken

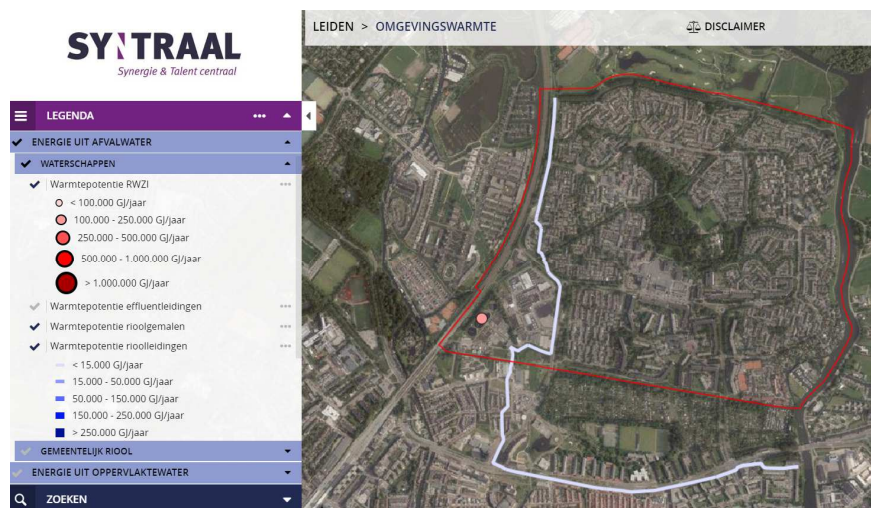
voor het zuiveringsproces. Bij het influent wordt warmte gewonnen door middel van een warmtewisselaar in de rioolbuis en wordt ook wel riothermie genoemd.

De hoeveelheid energie dat uit afvalwater gewonnen kan worden is afhankelijk van het volume (debiet) en het aantal graden (delta T) dat het afvalwater kan worden afgekoeld. Voor het potentieel uit afvalwater wordt het winbare energiepotentieel dus bepaald aan het DWA (droogweerafvoer) debiet en een afgesproken veilige temperatuurdaling van het influent en het effluent.

Voor het effluent gelden andere eisen aan de minimale temperatuur dan voor het influent. Daling van de effluenttemperatuur kan effect hebben op het oppervlaktewatertemperatuur en daarmee ecologische (positieve) gevolgen hebben voor het oppervlaktewater. Een daling van de temperatuur van het influent kan effect hebben op de temperatuur van de waterzuivering en daarmee mogelijk op het zuiveringsproces. Voor beide stromen zijn daarom verschillende uitgangspunten gehanteerd. In de winter wordt een temperatuurdaling van 5 °C voor het effluent gehanteerd, en 1- 2 °C voor het influent. Bij gebruik van een WKO kan de potentie van afvalwater tot een verdubbeling leiden.

## 1.2.1 Warmte uit afvalwater Leiden Merenwijk

In Figuur 1.5 wordt het technisch potentieel van afvalwater weergegeven. De RWZI Leiden Noord (roze stip) kan warmte leveren voor ongeveer 600 – 1200 huishoudens, en de twee persleidingen van Rijnland (paarse leidingen) kunnen samen warmte leveren voor ongeveer 30 – 140 huishoudens. Zie Tabel 1.1 voor een detailbeschrijving van het technisch potentieel.



Figuur 1.5: Technisch potentieel warmte uit afvalwater Leiden Merenwijk

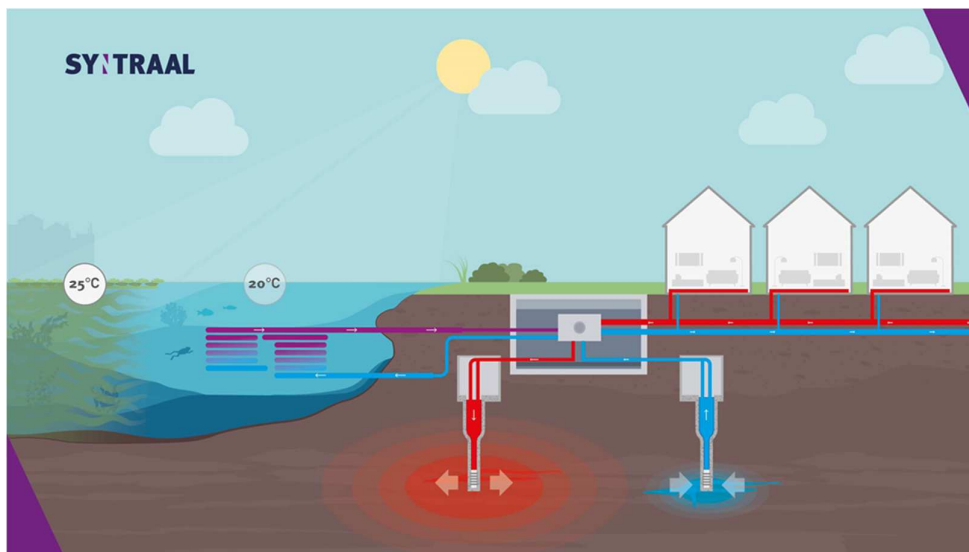


Tabel 1.1: Bron aanbod en bron vermogen geleverd door afvalwater

| Naam bron                | Aanbod directe levering (GJ/jaar) | Aanbod met WKO (GJ/jaar) | Bronvermogen directe levering (kW) | Bronvermogen met WKO (kW) | Aanbod in aantal huishoudens |
|--------------------------|-----------------------------------|--------------------------|------------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| RWZI Leiden-Noord        | 144.521                           | 187.257                  | 5938                               | 11.876                    | 600 - 1200                   |
| 2 persleidingen Rijnland | 6.786                             | 14.774                   | 278                                | 1390                      | 30 - 140                     |

### 1.3 Warmte uit oppervlaktewater

Waterlopen en plassen zijn een bron voor warmte en/of koude winning voor de verwarming en/of koeling van gebouwen en woningen. Hierbij wordt water uit een oppervlaktewaterlichaam langs een warmtewisselaar gepompt. De gewonnen warmte kan gebruikt worden voor de directe verwarming van een gebouw of worden opgeslagen in een warmte-koudeopslag (WKO). Door de warmtewinning te combineren met WKO kan slim gebruikt gemaakt worden van gunstige temperaturen in zomer en winter. De warmte direct uit het oppervlaktewater of WKO wordt dan middels een warmtepomp naar een bruikbaar niveau gebracht, net als bij een riothermiesysteem.



Figuur 1.6: Thermische energie uit oppervlaktewater, waarbij de zomerwarmte uit oppervlaktewater wordt opgeslagen in een WKO. In de winter wordt de opgeslagen warmte gebruikt om bijvoorbeeld een warmtenet te voeden.

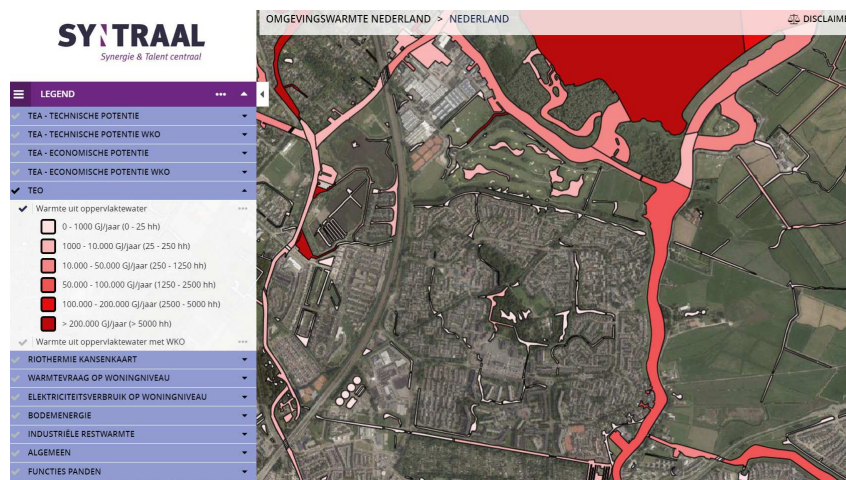
Warmtewinning uit oppervlaktewater kan toegepast worden in verschillende waterlichamen. Afhankelijk van het type waterlichaam en factoren zoals diepte en stroomsnelheid kan bepaald worden hoeveel energie onttrokken kan en (vergunningtechnisch gezien) mag worden. Daarnaast is de ecologische impact (vooral in ondiepe wateren zoals vijvers) van belang. In de

zomermaanden kan in dit kader zelfs een positief effect bereikt worden. Door de warmtewinning koelt het water enkele graden af en de wordt de waterbeweging verhoogd, wat onder andere leidt tot een verhoging van de opname van zuurstof. Vooral in het stedelijk gebied kan dit toegevoegde waarde bieden en de groei van bijvoorbeeld blauwalgen en vissterfte (door zeer lage zuurstof concentraties) voorkomen.

### 1.3.1 Warmte uit oppervlaktewater Leiden Merenwijk

**Error! Reference source not found.** geeft het oppervlaktewater weer in de nabije omgeving van Leiden Merenwijk met thermisch potentieel. Voornamelijk De Zijl (670 huishoudens aan warmte) en 't Joppe (10.700 huishoudens aan warmte) zijn interessant voor de wijk.

't Joppe is opgedeeld in twee delen: 't Joppe Warmond en 't Joppe Merenwijk, welke allebei in beheer van de gemeente Teijlingen liggen (Tauw, 2008). Maar aangezien het onderhoud op de oever van 't Joppe Merenwijk wordt uitgevoerd door de gemeente Leiden (en de gemeente dus gebruiksrecht heeft) mag de gemeente Leiden naar verwachting ook aanspraak doen op de warmte aanwezig in 't Joppe. Dit dient wel nader geverifieerd en onderzocht te worden. Uit het rapport van Tauw (2008) komt naar voren dat op de Zwemlocaties in 't Joppe vaak sprake is van blauwalgen; de kans op jaarlijkse toxische groei is erg groot. Het winnen van warmte uit oppervlaktewater kan dit risico (aanzienlijk) verkleinen.



Figuur 1.7: Weergave technisch potentieel oppervlaktewater omgeving Leiden Merenwijk

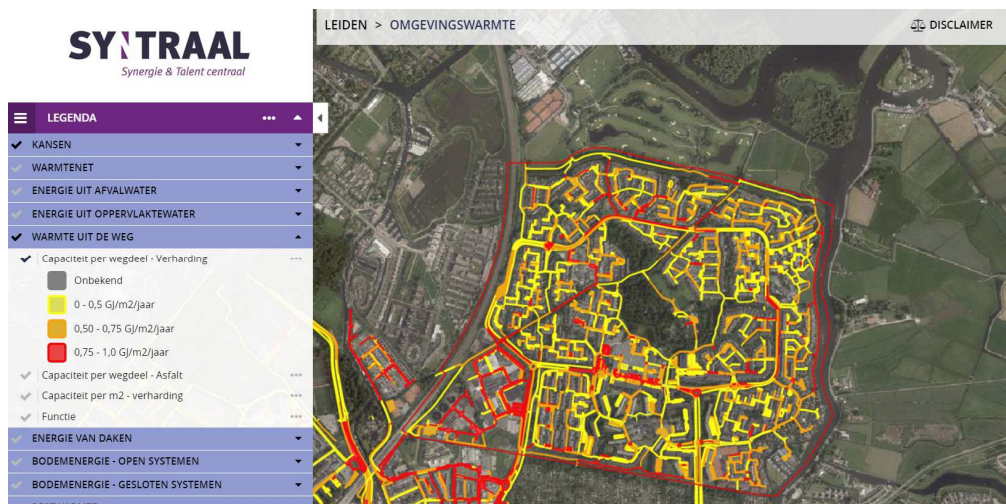
Tabel 1.2: Bron aanbod en bron vermogen geleverd door oppervlaktewater

| Naam bron | Aanbod met WKO (GJ/jaar) | Bronvermogen met WKO (kW) | Aanbod in aantal huishoudens |
|-----------|--------------------------|---------------------------|------------------------------|
| De Zijl   | 60.480                   | 6.720                     | 670                          |
| 't Joppe  | 962.096                  | 106.900                   | 10.700                       |

## 1.4 Warmte uit de weg

Middels asfaltcollectoren kan warmte uit het asfalt gewonnen worden. De collectoren worden in een tussenlaag van het wegdek opgenomen. De bovenliggende asfalt toplaag kan voor onderhoud vervangen worden zonder dat dit schade aan de collectoren veroorzaakt. Door de donkere kleur van het asfalt kan het systeem 's zomers relatief hoge temperaturen opwekken. Per jaar wordt maximaal 1 GJ/m<sup>2</sup> uit het asfalt gewonnen. Deze warmte dient opgeslagen te worden voor benutting in de winter. De meer investering voor asfaltcollectoren ten opzichte van 'normaal' asfalt bedraagt ongeveer EUR 100/m<sup>2</sup>.

In Figuur 1.8 wordt de warmtepotentie van de verharding in Leiden Merenwijk weergegeven. Om te bepalen welke wegen het meest interessant zijn voor warmtewinning dient er nader onderzoek plaats te vinden. De economische haalbaarheid van warmte uit asfalt is sterk afhankelijk van de vervangingsplanning van wegen.

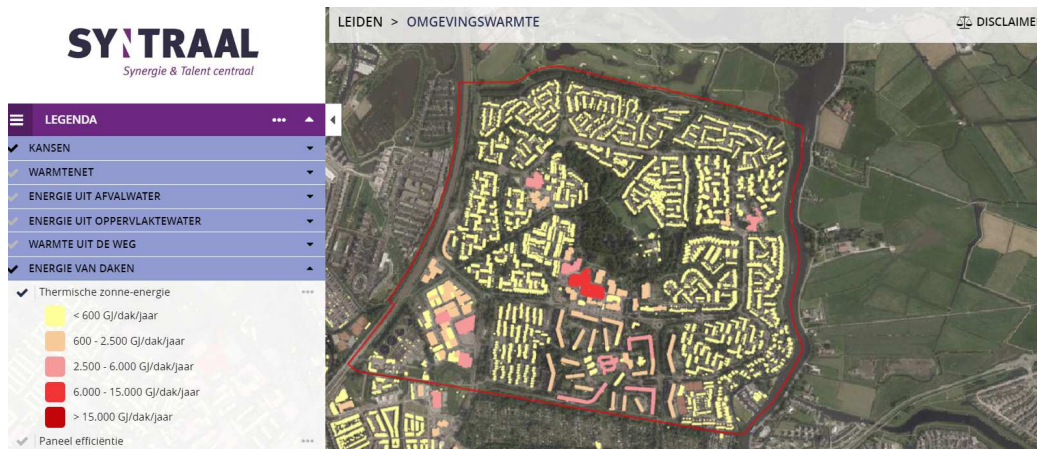


Figuur 1.8: Potentieel van warmte uit asfalt in de omgeving van Leiden Merenwijk

## 1.5 Warmte van daken

In Figuur 1.9 wordt de warmtepotentie voor zonnecollectoren op daken weergegeven. Deze kaart is gebaseerd op de zonnekaart van MapGear, die rekening houdt met de dakoriëntatie. Hierbij is inzichtelijk gemaakt welke daken geschikt zijn voor zonnecollectoren. Voor de warmtepotentie is aangenomen dat er vacuümbuizen op de daken geïnstalleerd kunnen worden. De hoeveelheid energie is berekend in GJ/m<sup>2</sup>/jaar. Een dak van een gemiddelde bestaande woning wekt vaak meer dan zijn eigen warmteverraag op per jaar. De daadwerkelijke opwek is afhankelijk van veel factoren en kan per dak variëren van 20 tot 100 GJ/jaar. Hierbij moet wel opgemerkt worden dat de warmte geleverd kan worden op het moment dat deze wordt opgewekt, tenzij de warmte opgeslagen wordt in een WKO.

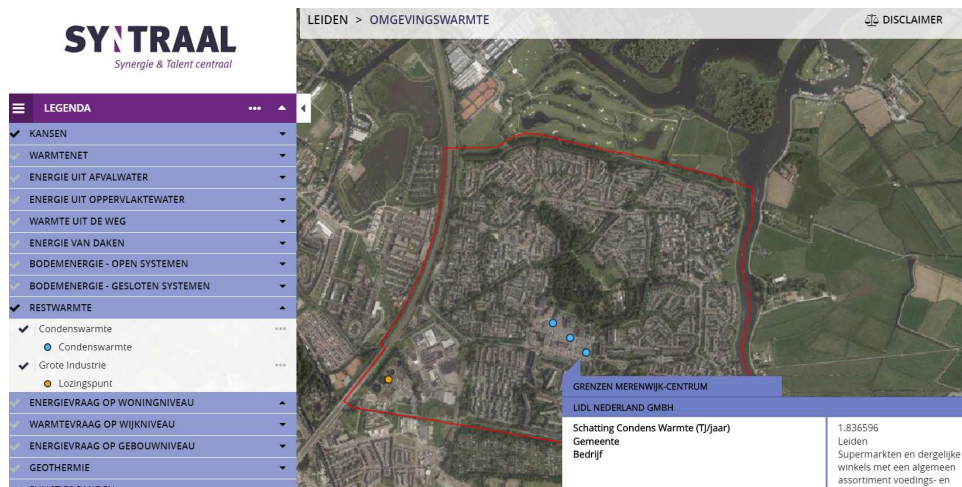




Figuur 1.9: Warmtepotentie zonnecollectoren op daken Leiden Merenwijk

## 1.6 Restwarmte

In en nabij Leiden Merenwijk zijn er restwarmtebronnen aanwezig in de vorm van condenswarmte (Albert Heijn, Jumbo en Lidl) en een lozing door industrie (RWZI Leiden-Noord).



Figuur 1.10: Restwarmte locaties Leiden Merenwijk

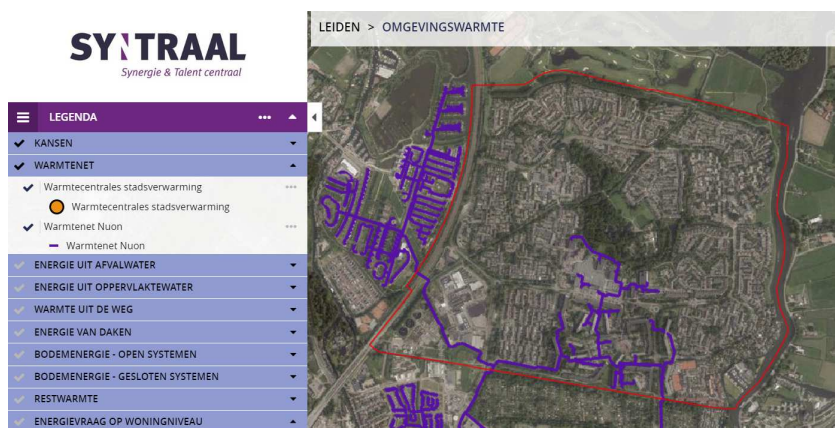
Condenswarmte is een typische midden temperatuurbron (brontemperatuur 30-40 °C). De schatting van beschikbare condenswarmte varieert van ongeveer 1800 tot 7900 GJ/jaar/supermarkt. Overigens is deze warmte lastig beschikbaar te maken, omdat het veelal levensmiddelenkoeling betreft.

De bedrijven die water lozen op het riool of oppervlaktewater vormen ook een bron aan warmte. Deze bedrijven lozen water met een warmtepotentie van maximaal 30 °C. Dit is meestal de formele grens binnen een lozingsvergunning. De warmtepotentie van de RWZI Leiden-Noord lozingen zijn onbekend. Om de (economische) potentie te achterhalen dient er een gesprek te worden aangegaan met waterschap Rijnland.

## 1.6.1 Warmtenet Vattenfall Leiden Merenwijk

In Figuur 1.11 is de locatie weergegeven van het huidige warmtenet in beheer van Vattenfall (voorheen Nuon). Het warmtenet wordt gevoed door de restwarmte van een STEG (een stoom en gascentrale). De STEG is gebouwd in 1986, en voorzien van nieuwe gasturbines in 2006 (Vattenfall, 2020). Volgens een onderzoek van Tennet wordt deze STEG in 2024 uit bedrijf genomen in verband met de toename van groene elektriciteitsopwek zoals windparken (Tennet, 2017). Het is nog onduidelijk waarmee het warmtenet gevoed kan worden vanaf 2024; dit kan afvalverbrandingswarmte zijn, restwarmte van de industrie of aardwarmte (geothermie). Vooralsnog is uitgegaan van een hoge temperatuur bron als voeding voor dit warmtenet in verband met de concessie van Vattenfall op de levering van de stadswarmte.

Ook wordt er een uitbreiding van het warmtenet verwacht; wat deze uitbreiding precies inhoudt is vooralsnog onduidelijk, en is dus niet meegenomen in deze studie.



Figuur 1.11: Locatie warmtenet Vattenfall Leiden Merenwijk

Naar verwachting zal het warmtenet (de fysieke leidingen) zijn einde levensduur bereiken in 2024. Als Vattenfall concessie heeft op stadswarmte levering na 2024, dan zal dit hoogstwaarschijnlijk hoge temperatuur warmte worden op 90/80 °C. Als dit niet het geval is dan is het interessant om de woningen geschikt te maken voor een verlaging van het temperatuurregime (naar bijvoorbeeld 70 °C). Op het feit na dat hoge temperatuur bronnen vaak niet oneindig zijn (geothermie, biomassa en afval raken uiteindelijk op), zijn er nog andere voordelen voor verlaging van de temperatuur:

- Minder warmteverlies over het net,
- Hogere efficiëntie over het gehele systeem,
- Lagere CO<sup>2</sup> uitstoot,
- Positieve gevolgen voor de levensduur van het warmtenet.

## 2 Warmte- en koudevraag

Leiden Merenwijk bestaat uit 6087 woningen, zie Figuur 2.1 voor de locatie van de woningen per bouwjaarcategorie.



Figuur 2.1: Locatie woningen per bouwjaarcategorie, Leiden Merenwijk

### 2.1 Warmtevraag

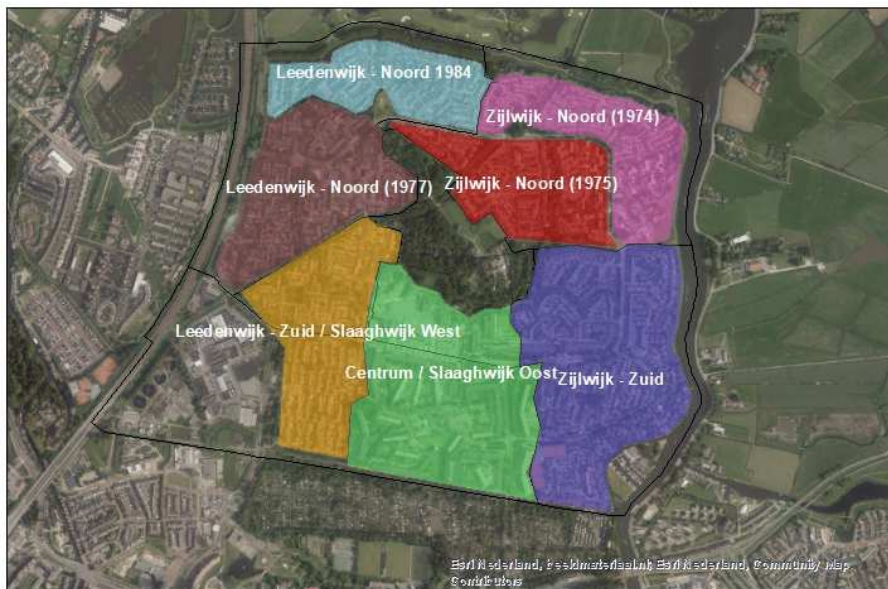
Uit eerder onderzoek van Duurzame Energie Merenwijk is gebleken dat het gemiddelde gasverbruik van een grondgebonden woning 1330 m<sup>3</sup> aardgas per jaar is (gegevens van 2018). Voor een gemiddelde meergezinswoning is aan de hand van CBS data (2018)<sup>1</sup> een aanname gedaan van 850 m<sup>3</sup> aardgas per jaar. Deze 'benchmark' data wordt ook gebruikt in het Vesta MAIS-model; een ruimtelijk energiemodel voor de gebouwde omgeving, opgezet in opdracht van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).

Aan de hand van verschillende factoren zijn woningen geclusterd, waarvan het resultaat is weergegeven in Figuur 2.2. De 7 clusters zijn gebaseerd op de volgende factoren:

- Bouwjaar
- Energielabel voor zover bekend
- Type woningen (grondgebonden of meergezins)
- Concentratie van woningen
- Ruimtelijke restricties zoals wegen
- Wel of niet aangesloten aan warmtenet Vattenfall
- Minimaal 450 woningen voor een economisch aantrekkelijk cluster

<sup>1</sup> [Excelbestand gemiddelde aardgas- en elektriciteitslevering CBS 2018](#)





Figuur 2.2: Clusters woningen Leiden Merenwijk

Aan de hand van bovengenoemde gemiddelde warmtevraag is de totale warmtevraag per cluster bepaald en uitgedrukt in aardgasverbruik in m<sup>3</sup>/jaar en warmtevraag in GJ/jaar (zie Tabel 2.1). Daarnaast is het gevraagd vermogen van elk cluster bepaald. Voor een typische woning gebouwd tussen 1970 en 1985 kan 90 W/m<sup>2</sup> als vuistregel voor de vermogensvraag voor ruimteverwarming gebruikt worden. Voor het tapwater is uitgegaan van een gemiddelde boilerinhoud van 100 L met een acceptabele opwarmtijd van 3 uur. Voor een gemiddelde woning is de vermogensvraag dan 10 (ruimteverwarming) + 2 (tapwater) = 12 kW.

Tabel 2.1: Warmte- en vermogensvraag per cluster

| Cluster                             | % van totale woningbouw | % grondgebonden; meergezins | Aardgasverbruik m <sup>3</sup> /jaar | Warmtevraag GJ/jaar | Vermogen huidige situatie (kW) |
|-------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------------------|
| Leedenwijk - Noord 1984             | 7,5                     | 100; 0                      | 609.000                              | 21.400              | 4.620                          |
| Zijlwijk - Noord 1974               | 8,0                     | 100; 0                      | 654.000                              | 23.000              | 4.960                          |
| Zijlwijk - Noord 1975               | 9,5                     | 88; 12                      | 734.000                              | 25.800              | 5.820                          |
| Leedenwijk - Noord 1977             | 11,0                    | 84; 16                      | 848.000                              | 29.800              | 6.830                          |
| Leedenwijk - Zuid / Slaaghwijk West | 11,5                    | 100; 0                      | 926.000                              | 32.600              | 7.030                          |
| Centrum / Slaaghwijk Oost           | 36,5                    | 1; 99                       | 1.898.000                            | 66.800              | 22.370                         |
| Zijlwijk - Zuid                     | 16,0                    | 100; 0                      | 1.292.000                            | 45.400              | 9.810                          |
| <b>Totaal</b>                       | <b>100,0</b>            | <b>80; 20</b>               | <b>6.961.000</b>                     | <b>244.800</b>      | <b>61.440</b>                  |

De waarden in Tabel 2.1 zijn gecorrigeerd met een gelijktijdigheidsfactor van 0,85. Een dergelijke factor wordt gehanteerd wanneer verwacht wordt dat het vermogen voor ruimteverwarming en tapwater niet op hetzelfde moment gevraagd zal worden. De totale vermogensvraag van de wijk is ongeveer 61,4 MW.

## 2.2 Energiebesparingspotentieel

Gemiddeld gezien hebben de woningen energielabel C of D. De meeste woningen zijn gebouwd in de jaren 70 en 80 en hebben een traditioneel verwarmingssysteem (gasketel en radiatoren) op aardgas, vaak is de aanvoertemperatuur dan ongeveer 80 °C. Een dergelijke woning is direct geschikt voor een hoge temperatuur warmtenet op 90-80 °C. Om een woning geschikt te maken voor een midden-temperatuur warmtenet op 70 °C is het vaak al voldoende om radiatoren neer te zetten met een groot oppervlak. Label C/D is dan vaak al voldoende zonder extra isolatiemaatregelen. Voor een lage-temperatuur warmtenet op 55-45 °C dient er meer te gebeuren. Allereerst is isoleren naar label B vaak een vereiste; dit houdt in goede dak-, vloer-, en spouwmuurisolatie en HR(+++) glas. Ten tweede moet het afgiftesysteem worden vervangen / aangevuld worden met convectoren / ventilatoren, of er dient vloerverwarming aangelegd te worden. Het voordeel van vloerverwarming is dat de aanvoertemperatuur nog verder verlaagd zou kunnen worden richting 40-35 °C, en dat er vloerkoeling kan plaatsvinden. Het nadeel is dat vloerverwarming relatief duur en ingrijpend is. Daarom wordt in deze studie de aanleg van vloerverwarming buiten beschouwing gelaten.

Na onderzoek van Duurzame Energie Merenwijk is een inschatting gemaakt dat een gemiddelde energiebesparing van 30% over de jaarlijkse warmtevraag te behalen valt na isolatiemaatregelen, wanneer een woning geschikt gemaakt zal worden voor lage temperatuur (55-45 °C). Als we uit gaan van een gemiddelde labelsprong van D naar B dan komt dit overeen met de berekeningen van het RVO (Agentschap NL, 2011). Voor midden temperatuur zijn er waarschijnlijk weinig tot geen isolatiemaatregelen benodigd, maar Duurzame Energie Merenwijk heeft wel de ambitie om te isoleren. Uitgaande van gemiddeld één energielabel sprong (D naar C of E naar D) zal de energiebesparing ongeveer 20-25% bedragen. Omdat niet alle woningen geïsoleerd dienen te worden (bijvoorbeeld woningen die al label B of hoger hebben) is een besparing van 20% aangenomen in deze studie.

De besparing op het (piek)vermogen zal behaald worden op de ruimteverwarming; voor lage temperatuur is dit ongeveer 25% zijn en voor midden temperatuur ongeveer 17%.



## 2.3 Koudevraag

Voor de woningen is er op dit moment geen koudevraag bekend. Waarschijnlijk zijn er wat woningen die een airco hebben, maar een koudevraag die geleverd kan worden door vloerverwarming is nu nog niet aanwezig.

Het bepalen van de koudevraag is voornamelijk belangrijk als een WKO onderdeel is van het toekomstig systeem. Een WKO kan namelijk goed aangevuld worden met de koudevraag, wat als gevolg heeft dat er minder warmte nodig is om de WKO te voeden. Daarom dient in vervolgonderzoek de vraag naar koude onderzocht te worden in zowel de woningen als de utiliteitsgebouwen. Let wel, voor koeling middels WKO dient er vloerverwarming aangelegd te worden.

### 3 Systeem en energiematch

Aan de hand van bovengenoemde bronnen en hun beschikbaar vermogen is een eerste energiematch gemaakt tussen de warmte- vraag en het aanbod, weergegeven in Tabel 3.1. Uit deze tabel komt naar voren dat vooral oppervlaktewater ('t Joppe en De Zijl) en afvalwater (RWZI Leiden-Noord) interessant zijn. De redenen hiervoor zijn dat (1) deze bronnen een relatief hoog beschikbaar bronvermogen hebben, en (2) deze bronnen zijn op collectieve schaal het meest makkelijk te realiseren.

De bronnen zijn gekoppeld aan de clusters die er het meest dichtbij liggen en over voldoende vermogen beschikken ten opzicht van wat het cluster nodig heeft. Voor het Centrum / Slaaghwijk Oost is vooralsnog uitgegaan van stadswarmte geleverd door Vattenfall vanwege de aanname dat er sprake is van concessie. Als dit niet het geval zal zijn in de toekomst, en er een nieuw warmtenet aangelegd zou kunnen worden, dan kan een midden- tot lage temperatuur net interessant zijn, welke gevoed kan worden door 't Joppe in combinatie met WKO. Helaas zijn er nog veel onzekerheden over de plannen van Vattenfall en in hoeverre hiervan afgeweken kan worden.

Tabel 3.1: Toekomstig bronvermogen per cluster voor een LT of MT warmtenet, en bijbehorende warmtebron.

| Cluster                             | Bronvermogen<br>LT (kW) | Bronvermogen<br>MT (kW) | Suggestie bron (allen met WKO) |
|-------------------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| Leedenvijk - Noord 1984             | 2.430                   | 2.960                   | RWZI Leiden-Noord              |
| Zijlvijk - Noord 1974               | 2.600                   | 3.170                   | t Joppe                        |
| Zijlvijk - Noord 1975               | 3.060                   | 3.710                   | t Joppe                        |
| Leedenvijk - Noord 1977             | 3.590                   | 4.360                   | RWZI Leiden-Noord              |
| Leedenvijk - Zuid / Slaaghwijk West | 3.700                   | 4.500                   | RWZI Leiden-Noord              |
| Centrum / Slaaghwijk Oost           | 11.750                  | 14.290                  | Vattenfall                     |
| Zijlvijk - Zuid                     | 5.160                   | 6.270                   | De Zijl                        |
| <b>Totaal</b>                       | <b>32.290</b>           | <b>39.260</b>           | -                              |

Voor het MT systeem is het uitgangspunt aanvoertemperatuur 70 °C, retourtemperatuur 40 °C, waarbij het warmtenet het cluster voorziet van warmte voor ruimteverwarming als tapwater. Voor het LT systeem is het uitgangspunt aanvoertemperatuur 55 °C, retourtemperatuur 35 °C, waarbij het warmtenet het cluster voorziet van warmte voor ruimteverwarming, het tapwater wordt verder op temperatuur gebracht (van 55 naar 65 °C ) middels een individuele tapwaterbooster in de woning.

Voor een LT- en MT net is hierbij uitgegaan van een COP van 4 en 3, respectievelijk. De COP (coëfficiënt of performance) is het rendement van een warmtepomp: dit is de verhouding nuttige warmte en opgenomen energie. De COP van de warmtepomp is onder andere afhankelijk van het type warmtepomp, de bron- en afzettemperatuur en het type transportmedium. Een COP van 4 houdt in dat van de 4 eenheden geleverde warmte, 1 eenheid elektrisch is en 3 eenheden uit de bron afkomstig zijn.

Voor het warmteverlies over een LT- en MT net is hierbij uitgegaan van 5 en 15%, respectievelijk. De COP is bepaald aan de hand van de directe input en output van de warmtepomp; boilerverliezen en verliezen over de warmtewisselaars zijn hierin niet meegenomen.

Er is voldoende warmte aanwezig in het afval- en oppervlaktewater om de wijk in combinatie met WKO te verwarmen. Een eventuele koudevraag kan in de optimalisatie van het toekomstig systeem verder onderzocht worden om het WKO systeem te verkleinen.

### 3.1 Locatie warmtestations

In Figuur 3.1 zijn grofweg de (hoofd)warmtestations van de 3 gekozen bronnen weergegeven aan de hand van een logische locatie om de hoofd opwek te plaatsen. De leidingen van het station naar de bron ('t Joppe, De Zijl of de RWZI, allen in combinatie met WKO) zijn ook ingetekend. Vanaf het warmtestation kan het warmtenet naar de woningen gelegd worden.



Figuur 3.1: (Hoofd)warmtestation per bron en leiding van bron (TEA of TEO met WKO) naar dit station

### 3.2 Mogelijke scenario's

De meest gangbare systemen zijn aan het begin van dit hoofdstuk beschreven; het direct aanleggen van een MT of LT net. Daarnaast zijn er nog andere scenario's mogelijk.

Een warmtenet heeft vaak een langere levensduur (rond 40 jaar) dan vaak wordt aangenomen als exploitatieperiode (30 jaar). En warmtenet met lagere temperatuur warmte gaat vaak langer mee dan een warmtenet met hogere temperatuur; hoeveel dit verschil in levensduur precies is, is momenteel nog onbekend.

### 3.2.1 MT of LT warmtenet

Een collectief MT (70/40 °C) of LT (55/35 °C, of 40/30 °C bij aanwezigheid van vloerverwarming) systeem hebben allebei zo hun voor- en nadelen. Indien er de mogelijkheid bestaat om een LT systeem aan te leggen, verdient deze altijd de voorkeur boven MT net in verband met energie-efficiëntie en duurzaamheid (lagere CO<sub>2</sub> uitstoot). Dit is het geval bij nieuwbouw, of jong bestaande bouw (gebouwd na 2000). Vaak is de bestaande woningbouw gebouwd vóór 2000. In dat geval gaat het om de afweging die je wilt maken; liever nu een grote investering doen voor LT (naast de aanleg van het warmtenet en het opwekstation ook bestaande woningbouw isoleren tot ongeveer label B) en deze terug te verdienen in de relatief lage exploitatiekosten, of vooraf een lagere investering doen voor MT, en hogere exploitatiekosten accepteren. Deze 2 opties worden in het volgende hoofdstuk financieel ook uitgewerkt, wat meer inzicht geeft in deze trade-off.

### 3.2.2 HT, MT en LT warmte trapsgewijs afbouwen

Allereerst is er de mogelijkheid om een HT ringleiding (80-90 °C) om de wijk te leggen (6087 woningen), en dan af te bouwen naar MT (70 °C) en LT (55/35 °C, of 40/30 °C) waar mogelijk.

Het voordeel van een ringleiding is dat aan beide kanten hetzelfde vermogen geleverd kan worden. Dus als er een storing optreedt kan vanuit de andere richting geleverd worden. Daarnaast kan er een relatief kleine leiding (kleine diameter) met veel vermogen worden gelegd. Nadelen zijn dat het een relatief dikke leiding is (veel materiaal) en er relatief meer warmteverlies is dan bij een 'normaal' distributienetwerk met een aanvoer en retourleiding.

Cl In het geval van Leiden Merenwijk is een distributienetwerk met losse strengen gunstiger/goedkoper. Hierbij wordt het netwerk steeds kleiner naarmate de temperatuur afneemt. Maar in deze situatie is er ook een belangrijk aandachtspunt. Het gevaar bij het gebruiken van de retourleiding van een MT net is dat de retour al 40 °C is, en dat dit erg krap is om als aanvoer voor een LT-net te gebruiken om de woning goed warm te krijgen (hier heb je hoe dan ook vloerverwarming voor nodig).

Het is waarschijnlijk robuuster en bedrijfszekerder om warmteoverdrachtstations neer te zetten die de aanvoerleiding van het HT net gebruiken in plaats van de retour, ook al is het net zelf wat duurder.

In beide gevallen is er een aanvoertemperatuur van 90 °C nodig. Deze is te hoog om te realiseren met een acceptabel warmtepomp rendement, tenzij er een goede restwarmtebron van hoge temperatuur beschikbaar is. Wel kan een deel van de benodigde warmte (bijvoorbeeld van 35 tot 70°C) door de warmtepomp worden geleverd, maar een andere warmtebron (gas of biomassa) is noodzakelijk. Bij de variant, waarbij de aanvoer van het HT-net wordt gebruikt is het theoretisch mogelijk om als later alles MT geschikt is, het net in temperatuur te verlagen, hetgeen met een retour wordt aanvoer van een net met lagere aanvoertemperatuur in de praktijk minder gemakkelijk zal gaan.

Verder, is uit de analyse van de warmtevraag en het aanbod gebleken dat eigenlijk alle clusters op Centrum / Slaaghwijk Oost na, op hetzelfde temperatuurregime aangesloten kunnen worden.

### 3.2.3 Eerst MT dan gefaseerd naar LT

Een andere mogelijkheid is eerst een MT net aanleggen, en dan gefaseerd de woningen per cluster isoleren (naar label B) en deze geschikt te maken voor LT verwarming. Vervolgens kan na isolatie de aanvoertemperatuur van het MT net (70 °C) teruggebracht worden naar LT (55 tot 40 °C afhankelijk van het gekozen afgiftesysteem in de woning). De voordelen van dit scenario ten opzichte van direct een LT net aanleggen:

- Er is meer tijd om de woningen te isoleren
- Kosten om te isoleren kunnen over de tijd gespreid worden

Belangrijk aandachtspunt hierbij is dat een net op 70/40 °C een delta T heeft van 30 graden, terwijl het toekomstig net een delta T kan hebben van 10 graden (40/30). Dit betekent dat in dat geval het MT net driemaal zo veel capaciteit kan leveren dan het LT net bij gelijke snelheid/drukval. Het 70/40 °C net, zoals deze gedimensioneerd is kan alleen gebruikt worden voor een 40/30 °C net als de warmtevraag ook driemaal zo laag zal zijn na isolatie en (deels) ontkoppeling tapwater. Waarschijnlijk zal het 70/40 °C net op voorhand over gedimensioneerd moeten worden (grotere diameters dan nodig is voor 70/40). Als dit gebeurt hoeft de warmtevraag namelijk minder te dalen in verhouding. Daarnaast kan een lagere temperatuur net niet direct aan de tapwatervraag voldoen, dus zal op voorhand nagedacht moeten worden over een extra voorziening. Deze factoren maken het midden temperatuur net in eerste instantie duurder, dan wanneer deze 'gewoon' in gebruik wordt genomen, en zorgt initieel ook voor hoger warmteverlies (door een grotere diameter). Het is waarschijnlijk wel mogelijk om een 70/40 net op termijn af te bouwen naar een 55/35 net. Het maximaal te leveren vermogen neemt dan af met 33%, hetgeen redelijk in lijn ligt met de verwachte besparing door isolatie. Ook bij deze oplossing moet een alternatief bedacht worden voor tapwatervoorziening in verband met mogelijke kans op de legionellabacterie. Wel kan deze aanvoertemperatuur een belangrijk deel van de tapwatervraag afdekken.



## 4 Kosten

In Tabel 4.1 is een globale kostenraming weergegeven voor de drie systemen bij de aanleg van een LT systeem en in Tabel 4.2 dezelfde situatie bij de aanleg van een MT systeem. Hierbij worden ongeveer 1830 woningen bedient met de RWZI, ongeveer 1070 woningen met 't Joppe en ongeveer 970 woningen met de Zijl. In deze situatie vallen ongeveer 2210 woningen onder het warmtenet van Vattenfall.

Tabel 4.1: Globale investeringskosten drie LT systemen Leiden Merenwijk

| Onderdelen                             | RWZI met WKO        | t Joppe met WKO     | De Zijl met WKO     |
|--|---------------------|---------------------|---------------------|
| Isolatie maatregelen                   | € 5.720.000         | € 3.338.000         | € 3.036.000         |
| Platenwisselaars                       | € 1.092.000         | € 686.000           | € 636.000           |
| Filtersystemen                         | € 45.000            | € 45.000            | € 45.000            |
| Circulatiepompen                       | € -                 | € 18.000            | € 18.000            |
| WKO systemen                           | € 1.868.000         | € 1.101.000         | € 1.043.000         |
| Centrale warmtepompen                  | € 1.400.000         | € 820.000           | € 750.000           |
| Individuele<br>boosterwarmtepompen     | € 7.322.000         | € 4.273.000         | € 3.886.000         |
| Leidingen warmtenet                    | € 9.335.000         | € 5.449.000         | € 4.955.000         |
| Afleverset                             | € 2.746.000         | € 1.603.000         | € 1.457.000         |
| Aanpassing afgiftesysteem in<br>woning | € 10.983.000        | € 6.410.000         | € 5.830.000         |
| <b>Totaal</b>                          | <b>€ 40.511.000</b> | <b>€ 23.743.000</b> | <b>€ 21.656.000</b> |
| <b>Kosten per woning</b>               | <b>€ 22.100</b>     | <b>€ 22.200</b>     | <b>€ 22.300</b>     |

Tabel 4.2: Globale investeringskosten drie MT systemen Leiden Merenwijk

| Onderdelen                             | RWZI met WKO        | t Joppe met WKO     | De Zijl met WKO     |
|--|---------------------|---------------------|---------------------|
| Isolatie maatregelen                   | € -                 | € -                 | € -                 |
| Platenwisselaars                       | € 1.302.000         | € 808.000           | € 747.000           |
| Filtersystemen                         | € 45.000            | € 45.000            | € 45.000            |
| Circulatiepompen                       | € -                 | € 18.000            | € 18.000            |
| WKO systemen                           | € 2.259.000         | € 1.391.000         | € 1.171.000         |
| Centrale warmtepompen                  | € 2.718.000         | € 1.588.000         | € 1.448.000         |
| Individuele<br>boosterwarmtepompen     | € -                 | € -                 | € -                 |
| Leidingen warmtenet                    | € 9.885.000         | € 5.769.000         | € 5.247.000         |
| Afleverset                             | € 2.746.000         | € 1.603.000         | € 1.457.000         |
| Aanpassing afgiftesysteem in<br>woning | € 3.661.000         | € 2.137.000         | € 1.943.000         |
| <b>Totaal</b>                          | <b>€ 22.616.000</b> | <b>€ 13.359.000</b> | <b>€ 12.076.000</b> |
| <b>Kosten per woning</b>               | <b>€ 12.400</b>     | <b>€ 12.500</b>     | <b>€ 12.400</b>     |

## 5 Referenties

Agentschap NL. (2011). *Voorbeeldwoningen 2011 - EPA detailgegevens site - 9 dec 2010.xls*.

Tauw. (2008). *Zwemwaterprofiel Kagerplassen 't Joppe Warmond en 't Joppe Merenwijk*.

Tennet. (2017). *Kwaliteits- en Capaciteitsdocument 2017*.

Vattenfall. (2020, april 30). *Warmtenet Nederland*. Opgehaald van vattenfall.nl:  
<https://www.vattenfall.nl/producten/stadsverwarming/warmtenet/>