

RAPPORT

Bijlage 3: Beschrijving warmtetechnieken en alternatieven

Klant: Gemeente Haarlem

Referentie: BK8237-MI-RP-250907-1359

Status: Definitief/1

Datum: 22 september 2025

HASKONING NEDERLAND B.V.

Contactweg 47
1014 AN Amsterdam
Netherlands
Mobility & Infrastructure
Trade register number: 56515154

Telefoon: +31 88 348 95 00
E-mail: info@rhdhv.com
Website: haskoning.com

Titel document:	Bijlage 3: Beschrijving warmtetechnieken en alternatieven
Ondertitel:	
Referentie:	BK8237-MI-RP-250907-1359
Uw kenmerk	Click or tap here to enter text.
Status:	Definitief/1
Datum:	22 september 2025
Projectnaam:	Warmteprogramma Haarlem
Projectnummer:	BK8237
Auteur(s):	Medior adviseur planstudies en medior adviseur warmtetransitie
Classificatie:	Projectgerelateerd

Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden verveelvoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. Haskoning Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever.

Let op: dit document bevat mogelijk persoonsgegevens van medewerkers van Haskoning Nederland B.V. Voordat publicatie plaatsvindt (of anderszins openbaarmaking), dient dit document te worden geanonimiseerd of dient toestemming te worden verkregen om dit document met persoonsgegevens te publiceren. Dit hoeft niet als wet- of regelgeving anonimiseren niet toestaat.

Inhoud

1.1	Alternatief 1 - Grootschalig midden-temperatuur-warmtenet	1
1.2	Alternatief 2 - Decentrale midden-temperatuur-warmtenetten	11
1.3	Alternatief 3 - (zeer-)lage temperatuur-warmtenetten	16
1.4	Alternatief 4 - Individuele luchtwarmtepompen	19
1.5	Alternatief 5 –Individuele bodemwarmtepompen	21

Bijlage 3: Beschrijving alternatieven

In dit document zijn de verschillende alternatieven die kansrijk zijn in de gemeente Haarlem toegelicht. Het document is opgesteld door de gemeente Haarlem en aangevuld door Haskoning. Voor de totstandkoming van deze bijlage is het planMER van Utrecht als basis genomen. Deze bijlage vormt input voor het planMER en voor het gemeentelijke warmteprogramma. De daadwerkelijke haalbaarheid van alternatieven wordt richting uitvoering verder onderzocht. Dit document is daarom ‘slechts’ bedoeld om inzicht en inschattingen te geven, maar de inhoud kan in de verdere uitwerking van de warmtetransitie nog wijzigen.

1.1 Alternatief 1 - Grootschalig midden-temperatuur-warmtenet

Voor een middentemperatuur (MT)-warmtenet is een nieuwe infrastructuur nodig. Een grootschalig warmtenet brengt warm water van een of meerdere centrale warmtebronnen naar gebouwen via een netwerk van leidingen. Een MT-warmtenet levert warmte met een temperatuur van 55-75°C en wordt meestal gevoed met middentemperatuurbronnen, of met lagetemperatuur (LT)-bronnen, waarna de temperatuur wordt opgewerkt naar een middentemperatuur met een collectieve warmtepomp.

De warmte wordt geleverd via een afleverset in het gebouw. De warmte is direct inzetbaar voor ruimteverwarming en warm tapwater. De woningen moeten voor deze techniek een redelijke isolatieschil hebben (maximale warmtebehoefte van 70 kWh/m²/jaar). Het warmteafgiftesysteem in de woning hoeft niet te worden aangepast. Voor het koken zal moeten worden overgeschakeld op elektrisch koken. Een MT-warmtenet kan geen koeling leveren.

Warmtebronnen

De warmte voor een MT-warmtenet is afkomstig uit een mix van grootschalige duurzame MT/LT-warmtebronnen. Er kan onderscheid worden gemaakt tussen warmtebronnen die gedurende het hele jaar warmte leveren aan het warmtenet (basislast), warmtebronnen die op specifieke momenten in het jaar (zoals tijdens een koude periode) bijspringen (pieklast) en back-up warmtebronnen om voor de warmtevoorziening te zorgen bij storingen. In de Bronnenstrategie bij de vigerende TVW zijn de potentie en verdeling van deze bronnen ten behoeve van de piek- of basislast voor het potentiële warmtenetgebied uitgewerkt.

Voor het grootschalige MT-warmtenet wordt uitgegaan van het gebruik van de volgende basislastbronnen als de hele stad (dat is ongeveer 3.611 TJ/jaar na isolatie voor een 70°C warmtenet voor 120.367 WEQs) deze strategie zou volgen: datathermie en geothermie. Datathermie is al direct beschikbaar en afhankelijk van toekomstige datacentra-ontwikkelingen in de regio komt nog meer datathermie beschikbaar. Geothermie is nu in de verkenningsfase en kan op termijn de datacenters ondersteunen of vervangen.

Geothermie (ook wel aardwarmte genoemd)

Warmte van 0,5 tot 4 km diepte kan direct worden ingezet voor verwarming van gebouwen. Uit het rapport 'Potentieonderzoek geothermie Noord-Holland en Flevoland' (IF Technology) blijkt de Formatie van Slochteren een geschikt zandpakket. In deze formatie zijn op andere locaties al operationele doubletten. De gemeente onderzoekt de potentie voor geothermie nog steeds. Het betreft diepe geothermie (tussen 1.500 en 4.000 meter diep) met een aanvoertemperatuur van 70°C.

Per systeem worden twee boringen (een doublet) in een geschikte aardlaag met warm water geplaatst: een productie- en een injectieput. Uit de productieput wordt warm water opgepompt en door een warmtewisselaar geleid waarmee water wordt opgewarmd en het warmtenet gevoed wordt. Het opgepompte en afgekoelde water wordt via de injectieput weer terug de grond in gepompt waar het weer opwarmt. Wanneer het water weer opgewarmd is, kan het opnieuw opgepompt en gebruikt worden.

Bij het ruimtegebruik van een geothermiebron moet worden gekeken naar het ondergronds ruimtegebruik van het doublet en de bijbehorende geothermiecentrale bovengronds. Na de boring wordt de bron onder het maaiveld afgewerkt en bovengronds is enkel een putdeksel zichtbaar.

Het bovengronds ruimtebeslag van de geothermiecentrale met elektrische pompen, warmtewisselaars en een back-up ketel voor de piekvraag kan variëren afhankelijk van de schaal en het type installatie. Diepe geothermie zal een groot perceel nodig hebben voor de boring, maar ook later voor toekomstig onderhoud, van 5.000 tot 10.000 m², en ongeveer de helft hiervan voor permanente installaties.

Kansrijke locaties geothermie in de gemeente Haarlem

Rekening houdend met een minimale afstand van 70 meter van kwetsbare bebouwing zijn op dit moment meerdere locaties (mogelijk) kansrijk voor ontwikkeling van geothermie, waaronder:

- Afvalwaterzuiveringsinstallatie Schalkwijk. Deze is nu nog operationeel, maar gaat binnen enkele jaren weg. Deze ligt op de rand van het 'geschikte gebied' (waar minder breuken aanwezig lijken te zijn) en deze locatie heeft al een passende bestemming in het Omgevingsplan.
- Bedrijventerrein Waarderpolder (daar is nu nog geen locatie beschikbaar, maar dat kan veranderen als (grote) bedrijven weg gaan in de komende jaren).
- Polanenpark.
- Spaarnepark. In het ontwerp van het Spaarnepark wordt rekening gehouden met de optie dat er een geothermiebron ingepast moet worden. Het is een gunstige locatie om Haarlem zuidwest van warmte te voorzien.
- Delftplein, ook wel 'de noordelijke entree tot de stad'. Op dit moment is het gebied vooral een wirwar van infrastructuur met een aantal verdwaalde gebouwen en openbare restgebieden. Het is een gunstige locatie om het noorden van Haarlem van warmte te voorzien.

Restwarmtebronnen en datathermie (datacenter)

Naast veel kleine restwarmtebronnen (twee ziekenhuizen, lichte industrie of lokale middenstand (bakkers, supermarkten)), is er warmte uit datacenters (datathermie). Bij het uitkoppelen van datacenter restwarmte (DC) wordt warmte van ongeveer 30°C uitgekoppeld vanuit het datacenter.

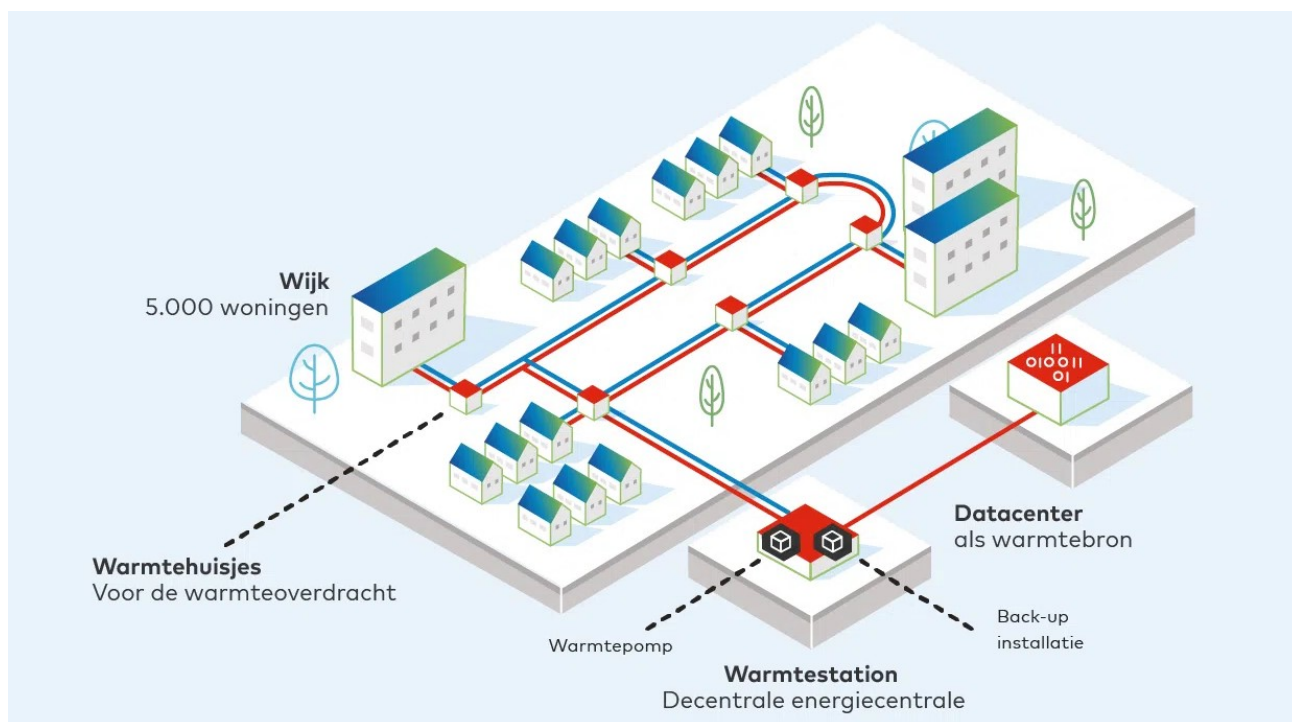
Deze restwarmte wordt vervolgens met warmtepompen opgewaardeerd naar het juiste niveau nodig voor het warmtenet.

De daadwerkelijke uitkoppeling bij datathermie bestaat uit een warmtewisselaar. De koelwaterleiding (de chiller) van het datacenter wordt aangesloten op de warmtewisselaar. Aan de andere kant zit het water van het warmtenet. De grootte van de warmtewisselaar is afhankelijk van de grootte van het datacenter. Datacenters die heel erg gecompartmenteerd zijn, hebben meerder koelleidingen waarop meerdere warmtewisselaars aangesloten kunnen worden. Als er maar één centraal koelsysteem is, dan kan er volstaan worden met een grote warmtewisselaar. In principe zal dit binnen de omgevingsvergunning van het datacenter geregeld moeten zijn. De warmtewisselaar zit bij voorkeur direct aan/op het datacenter.

Kansrijke locaties voor datathermie in gemeente Haarlem

Haarlem heeft twee potentiële locaties, namelijk op Polanenpark en in de Waarderpolder (Bronnenstrategie, 2021).

- **Datacenter Polanenpark:** Polanenpark is een bedrijventerrein in de Haarlemmermeer, net buiten de gemeente Haarlem, en beschikt over een bestaand datacenter CyrusOne (60 MW) en ruimte voor een tweede datacenter. Verwacht wordt dat uit de bestaande datahal CyrusOne tenminste 25 MW kan worden uitgekoppeld. Industriële warmtepompen voegen daar nog energie aan toe. De warmtepompen brengen de temperatuur op MT-niveau voor het transport- en distributienetwerk.
- **Datacenter Iron Mountain:** Datacenter Iron Mountain ligt op het bedrijven- en industriepark de Waarderpolder. Uit eerdere analyses blijkt dat dit datacenter in staat is om ongeveer 13,5 MW aan warmte te leveren op een warmtenet dat de stad in gaat. Warmte uit het Datacenter Iron Mountain is op korte termijn beschikbaar.
- **Penta Infra Waarderpolder**



Voorbeeld van een grootschalig warmtenet (bron: Firan)

Aquathermie uit oppervlaktewater (TEO) of afvalwater (TEA)

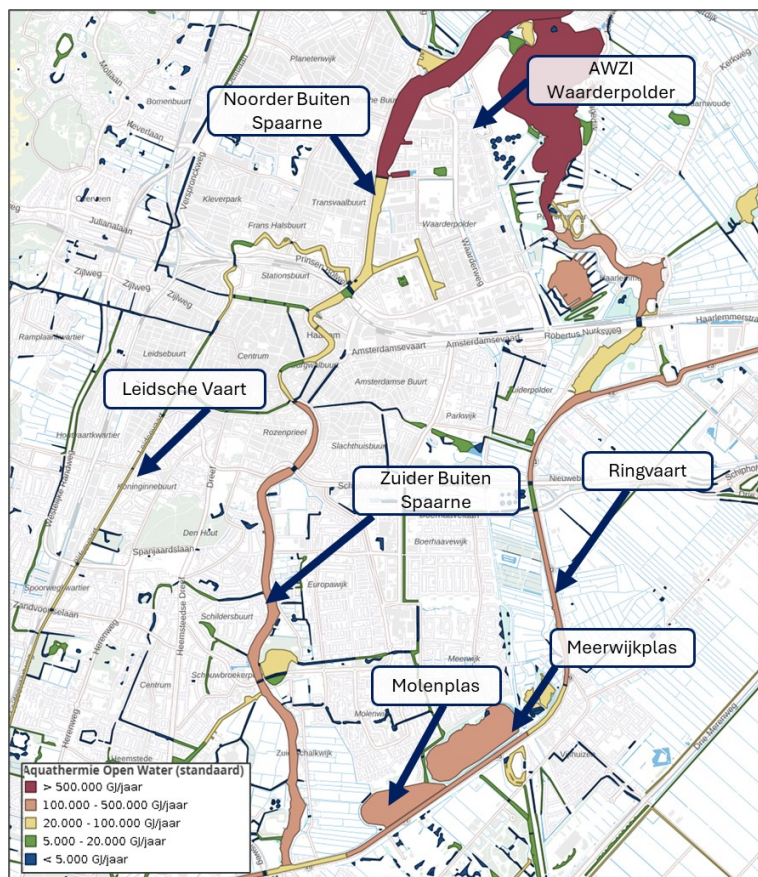
Met energie of warmte uit water (oppervlakte- of afvalwater) in combinatie met Warmte-Koude opslag (WKO) en (collectieve of individuele) warmtepompen kunnen woningen duurzaam verwarmd worden. Er is zicht op een goede potentie voor thermische energie uit oppervlaktewater (TEO) en afvalwater (TEA). Gemeente Haarlem is omringd en wordt doorkruist door verschillende rivieren en plassen.

Een aantal locaties lijken zeer geschikt voor de ontwikkeling van aquathermie, namelijk: Meerwijkplas, Molenplas, Ringvaart Haarlemmermeer, Zuider & Noorder Buiten Spaarne en Leidse Vaart. Ook kan warmte uit de afvalwaterzuiveringsinstallatie (AWZI) in de Waarderpolder gewonnen worden.

Oppervlakte is in de zomer het warmst (ca. 20°C), daarom wordt in die periode de warmte opgeslagen in een ondergrondse warmte-koude opslag (WKO). In de winter wordt deze warmte weer uit de bodem gehaald om te gebruiken. Effluent van de afvalwaterzuiveringsinstallatie is het hele jaar door warm en kan gedurende het hele jaar worden gebruikt.

Warmteopwekking naar hogere temperatuur gebeurt middels een warmtepomp in combinatie met een gasgestookte installatie voor piekmomenten en back-up. De warmtepompen gebruiken het oppervlakte- of afvalwater in combinatie met WKO als bron van warmte, waarna deze via bodemopslag en een ammoniak-warmtepomp op de geschikte temperatuur naar de woningen wordt vervoerd. De afgiftetemperatuur is 70°C in de woning. In dit alternatief wordt rekening gehouden met één TEA installatie bij de AWZI in de Waarderpolder en in totaal 6 (gemiddeld 5 á 6 MW/stuk) TEO-installaties. De aquathermie systemen kunnen in theorie ontwikkeld worden waar ontsluiting, fysieke ruimte en warmtevraag aanwezig is.

Een TEO-installatie gecombineerd met warmtepompen, WKO en piek- en back-upketel wordt geplaatst in een Warmtestation dicht bij de TEO-bron. In dat geval is geen apart pomphuisje nodig voor de TEO langs de waterkant.



Zoekgebieden aquathermie

Thermische energie uit lucht (TEL)

Een collectieve, grootschalige luchtwarmtepomp kan duurzame warmte opwekken voor een warmtenet door thermische energie uit de lucht te onttrekken. Dit zijn vooralsnog maatwerkoplossingen waarbij een grote warmtepomp gecombineerd wordt met tafelkoelers. Dit maakt het mogelijk om warmte uit omgevingslucht te winnen en op te waarderen. Deze grote warmtepompen worden meestal gecombineerd met een buffersilo om warmte in op te slaan en met andere grootschalige bronnen om de temperatuur op te waarderen.

Bij een grootschalig warmtenet gebeurt dat op enkele warmteproductielocaties aan de randen van de stad. Idealiter nabij de geothermiebron en/of datacentra. Deze grootschalige warmtepompen hebben warmtewisselaars om de warmte uit de buitenlucht te onttrekken en binnenunits in een gebouw. Deze grote warmtepompen hebben een relatief grote elektra-aansluiting nodig.



Voorbeeld van een opstelling van TEL in combinatie met een bovengrondse warmtebuffer (HTO-silo)

Grootschalige elektroboilers

In een grootschalige elektrische boiler (E-boilers) wordt water met behulp van hernieuwbare elektriciteit (uit bijv. zon of wind) naar een hogere temperatuur gebracht. E-boilers kunnen een waardevolle rol spelen in de warmtemix zowel in de basis-, midden- als pieklust van het systeem. Door netcongestie is het wel belangrijk deze flexibel te ontwikkelen. De combinatie met een warmtebuffer maakt dit mogelijk. Ten tijde van overschot aan duurzame energie en ruimte op het transportnet, kunnen de elektrische boilers warmte produceren en dit opslaan in warmtebuffers.

Warmtebuffers en HTO

Warmte geproduceerd met basislastbronnen of elektroboilers kan in warmtebuffers worden opgeslagen om zo pieken in warmtevraag die gedurende de dag ontstaan ('s ochtends en 's avonds) op te vangen. Warmtebuffers zijn geïsoleerde vaten (silo's) met warm water erin, en worden

meestal bovengronds geplaatst. Bovengrondse warmtebuffers hebben in Haarlem hoogtebeperking vanwege de ligging in de buurt van Schiphol.

Daarnaast wordt in deze beoordeling rekening gehouden met de aanleg van een hoge temperatuuropslag (HTO) (bijvoorbeeld in de nabijheid van het geothermiedoublet). Een HTO is nodig voor seizoensopslag van warmte uit de geothermiebron. HTO's kunnen bovengronds en ondergronds zijn. Een ondergrondse HTO vindt plaats in het 2e watervoerende pakket of dieper. Het opgeslagen water heeft een temperatuur van 40-90°C. Het is nog niet zeker of een ondergrondse HTO gerealiseerd kan en zal worden, maar voor de volledigheid wordt deze vorm van warmteopslag al wel in het MER meegenomen.

Piek- en back-upketel

In een warmteproductiegebouw zal ook een piek- en back-upinstallatie moeten komen. De komende jaren nog op aardgas, maar op termijn op groen gas, waterstof of bijvoorbeeld stro of ander organisch materiaal. Daarmee kan de piekvraag of back-up van een warmtenet worden ingevuld.

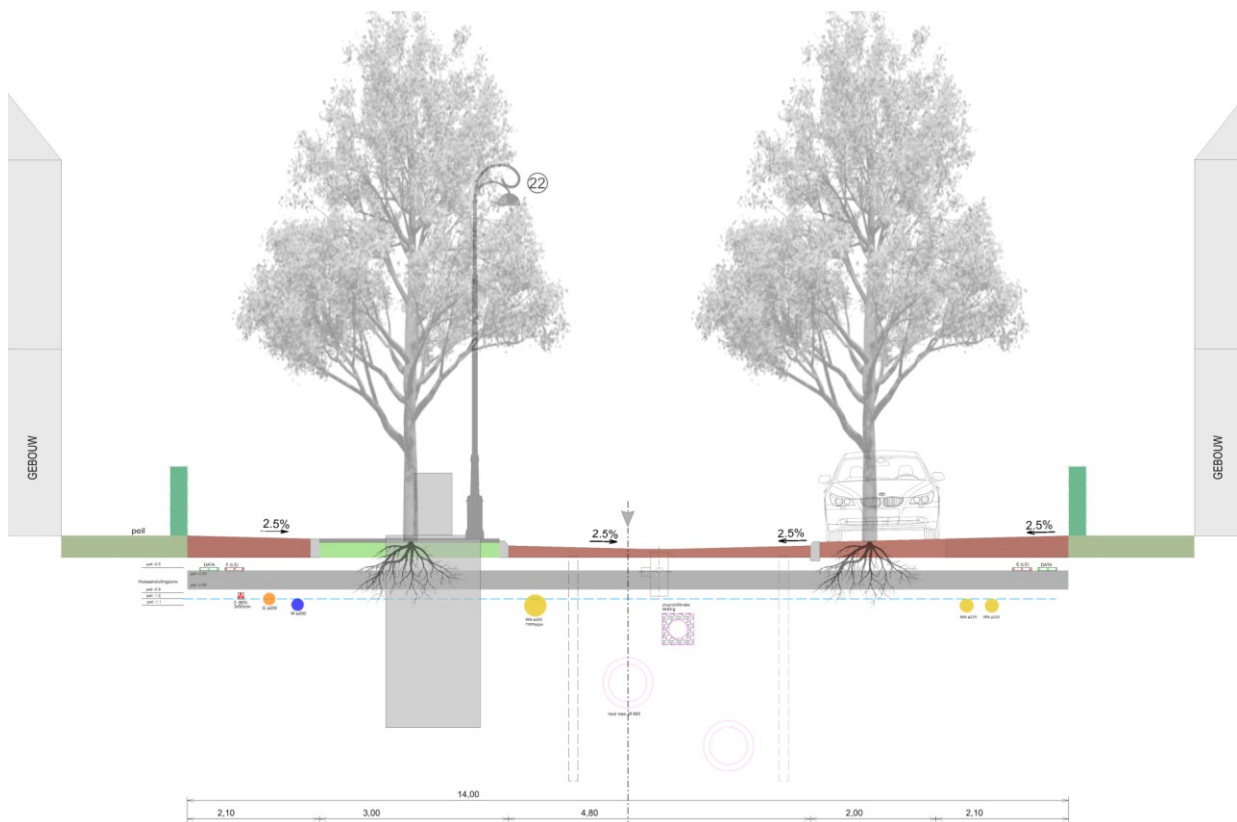
Benodigde infrastructuur en aanleg

De warmte-infrastructuur voor het grootschalige warmtenet bestaat uit verschillende onderdelen:

- (Minimaal) 2-pijps warmtenet, met:
 - Transportleidingen
 - Distributieleidingen
 - Huisaansluitingen
- Warmteoverdrachtstations
- Hulpwarmteketels
- Warmteonderstations
- (Eventueel) warmtebuffers
- Warmteproductielocaties.

Warmtenet

Het warmtenet bestaat uit een transport- en distributienet met aan- en afvoerleidingen die naast elkaar worden gelegd in het straatprofiel. Uitgangspunt in dit alternatief is een tweepijps warmtenet. De leidingen variëren in formaat van diameter, transportleidingen zijn de grootste met een diameter tot maximaal één meter. Voor distributieleidingen en huisaansluitingen worden leidingen met een kleinere diameter gebruikt. Vanwege de hoge temperatuurniveaus zijn de leidingen voor een MT-net goed geïsoleerd om warmteverlies te beperken.



Voorbeeldprofiel van warmtebuizen (de gele buizen) in de straat (Bron: HIOR van de gemeente Haarlem)

De aanleg van een warmtenet gebeurt in de regel met een opensleuf aanlegmethode. De ruimte die een sleuf inneemt is afhankelijk van de aanlegdiepte, diameter van de leiding, niveau van het grondwater en de beschikbare ruimte in de grond. De leidingensleuf en werkstraat eromheen zijn gemiddeld ca. 10 meter breed, mits dit mogelijk is in de beschikbare ruimte. Als het niet mogelijk is om via een sleuf het warmtenet aan te leggen vanwege ruimtebeperkingen, is een sleufloze aanlegmethode mogelijk.

Een sleufloze methode beperkt het bovengrondse grondgebruik in de aanlegfase en er zijn minder transportbewegingen voor aan- en afvoer van grond. [Warming UP & Deltares, 2023] Als de ruimte in de ondergrond schaars is (bijvoorbeeld in straten smaller dan 6 meter) worden de warmteleidingen onder elkaar of in 'twin pipes' aangelegd.

Warmteoverdrachtstation (WOS)

In een warmteoverdrachtstation (WOS) komen transportleidingen met warm water binnen en wordt dit water op de juiste temperatuur gebracht om vervolgens naar aangesloten woningen en gebouwen te leiden. Ze dragen de warmte over van transportleidingen naar de hoofdleidingen op stads- of buurniveau.

Voor een Haarlem-dekkend warmtenet worden dit er 3 of 4 (één per grootschalige warmteproductielocatie). Een WOS heeft een ruimtebeslag van ongeveer 4.000 m². Om een warmteoverdrachtstation aan te leggen is er ruimte nodig voor het warmteoverdrachtstation en leidingen ter aansluiting.

Warmteonderstations

Warmteonderstations dragen warmte over naar woningen of gebouwen. Voor een stadsdekkend warmtenet zullen er ca. 150 onderstations nodig zijn (dit aantal is gebaseerd op eerdere onderzoeken in andere gemeenten, maar van verschillende factoren afhankelijk). Het ruimtebeslag van een warmteonderstation is ongeveer 20 m². Warmteonderstations kunnen zowel buiten als in pandig geïnstalleerd worden.

Hulpwarmteketels

Hulpwarmteketels zijn gasgestookte ketels waar het water in het warmtenet wordt bijgestookt om de juiste temperatuur te houden. Dit gebeurt nu met aardgas en in de toekomst met waterstof of groengas.

Warmtebuffers

Warmtebuffers worden gebruikt voor het opvangen van piekvraag en heeft meestal de vorm van een boven- of ondergronds opslagvat waarin warm water tijdelijk wordt opgeslagen.

Warmteproductielocaties

Voor de verschillende combinaties van warmtebronnen, buffers, E-boilers, gasketels en andere infrastructuur zijn aan de randen van de stad warmteproductielocaties nodig. Diepe geothermie zal een groot perceel nodig hebben voor de boring, maar ook later voor toekomstig onderhoud, van 5.000 tot 10.000 m², en ongeveer de helft hiervan voor permanente installaties. Voor de andere technieken is het afhankelijk van de schaal typisch tussen de 400 en 1.200 m². Exacte ruimtebeslag zal per situatie onderzocht moeten worden afhankelijk van de gewenste techniek en grootte. De definitieve locaties zijn afhankelijk van bijvoorbeeld de potentie van geothermie en moeten daarom nog bepaald worden. Er wordt rekening gehouden met de volgende zoeklocaties:

- AWZI Boerhavenlaan als hub. Deze afvalwaterzuiveringsinstallatie verwerkt voornamelijk hemelwater. De afgelopen periode zijn er diverse aanpassingen doorgevoerd om hemelwaterstroom te verminderen en om te leiden naar de AWZI in Waarderpolder. De activiteiten aan de Boerhavenlaan zullen stoppen zodra deze maatregelen deze site overbodig maken. Naar verwachting zal dit rond 2026-2027 zover zijn. Deze locatie kan dan overgenomen worden door de gemeente en leent zich dan als hub om verschillende warmtestromen bij elkaar te brengen en op elkaar af te stemmen. De locatie kan ook een rol vervullen in de piek- en back-upinstallaties dankzij de nutsbestemming uit het verleden. Ook zullen er bestaande utiliteiten zijn die eventueel hergebruikt kunnen worden, denk aan E- of G- aansluiting. De omvang van deze locatie maakt het ook geschikt als boorlocatie voor toekomstig geothermieproject of grootschalige warmtebuffer.
- Bedrijventerrein Waarderpolder. In eerste instantie bij datacentrum Iron Mountain voor Warmtenet Waarderpolder. Mogelijk is op langere termijn een productielocatie voor het grootschalige warmtenet nodig in de Waarderpolder.
- Nabij hoogspanningsstation Vijfhuizen en/of in Bedrijventerrein Polanenpark
- Spaarnepark. In het ontwerp van het Spaarnepark zou een productielocatie ingepast moeten worden. Het is een gunstige locatie om Haarlem zuidwest van warmte te voorzien.

- Delftplein, ook wel ‘de noordelijke entree tot de stad’, is een gunstige locatie om het noorden van Haarlem van warmte te voorzien.

De totale bovengrondse ruimtevraag en benodigde installaties die noodzakelijk zijn voor het grootschalig warmtenet voor heel Haarlem zijn weergegeven in de volgende tabel. Daarbij wordt opgemerkt dat de installaties voor de opwek van de basis- en pieklast aan de rand van de stad zullen staan, niet in de wijken. De installatieonderdelen voor het warmtenet staan wel in de wijken.

De in de tabel weergegeven aantallen zijn van toepassing wanneer het grootschalige warmtenet over heel Haarlem wordt uitgerold. Deze getallen worden in de beoordelingen gebruikt om het aantal installaties bij de verschillende onderdelen relatief ten opzichte van elkaar te kunnen wegen.

Tabel Fout! Geen tekst met de opgegeven stijl in het document.-1: Installaties met benodigde aantallen en ruimtegebruik per stuk

Alternatief 1: Grootschalig middentemperatuur warmtenet		
Installatie	Aantal en locatie	Ruimtegebruik per stuk
Geothermie	Twee doubletten	5.000 tot 10.000 m ²
Datathermie	Twee uitkoppelingen	Onbekend
Thermische energie uit lucht (TEL)	Eén grootschalig TEL voor	8.300 m ²
TEO en TEA	Zes TEO Eén TEA	1.800 m ²
Elektroboiler	Vier	15 m ²
Warmtebuffers en HTO	Vier	400 m ²
Warmteonderstations	280	20 m ²
Warmteoverdrachtstation	Vier (per Haarlems kwadrant 1 station)	4.000 m ²
Piek- en back-upboilers (in gebouw met andere bronnen en installaties)	Acht, verdeeld over de stad	1.000 m ²

Aansluiting woningen en gebouwen

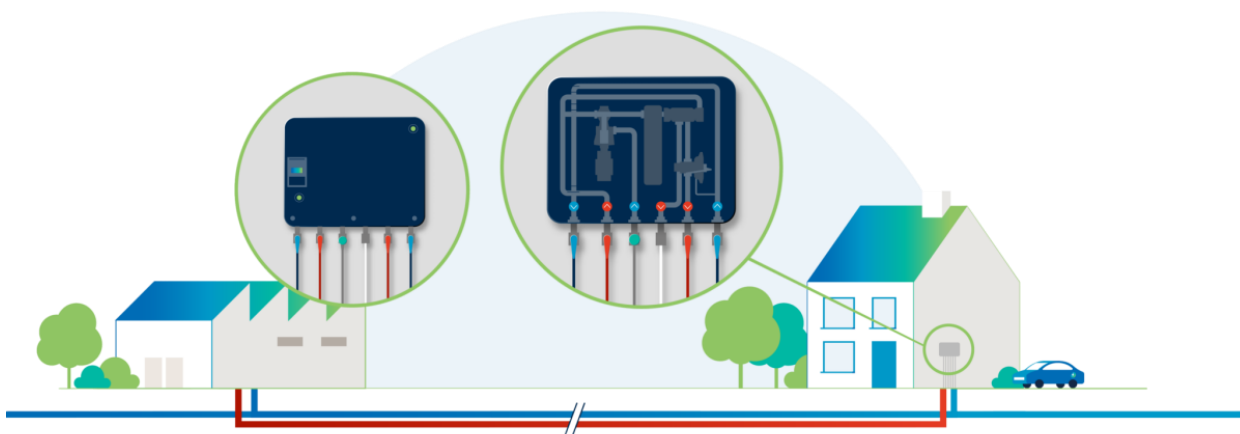
Aanpassingen aan de woningen en gebouwen hangt voornamelijk af van de afgiftetemperatuur van de opwekker; in dit alternatief een MT-warmtenet van minimaal 70°C. Voor een MT-warmtenet is isolatie van woningen en gebouwen tot schillabel C/D (of beter) nodig. Dit betekent dat er meestal 1 of 2 isolatiemaatregelen nodig zijn in een nog niet-geïsoleerde woning. Per woningtype kan de prioritering van deze maatregelen verschillen. De isolatiemaatregelen met prioritering zijn beschreven bij alternatief 4.

Er zijn geen aanpassingen aan het warmteafgiftesysteem nodig; verwarmen kan via de bestaande radiatoren of vloerverwarming.

Voor een aansluiting op het warmtenet is het uitgangspunt dat een afleverset (warmtewisselaar) dicht achter de voordeur geplaatst wordt (vaak in de meterkast). Dit is de standaard voor warmtebedrijven die bestaande woningen aansluiten op een warmtenet. Om de afleverset aan te sluiten aan het warmtenet zijn er aansluitleidingen nodig. Onder het voetpad wordt in de grond de leiding van de huisaansluiting aangelegd en via de kruipruimte wordt de aansluitleiding vervolgens aan de afleverset gekoppeld.

Vanaf de afleverset moet er een aansluiting op het cv-systeem en tapwater circuit gemaakt worden. Voor het cv-systeem is minimaal een 22mm leiding nodig om op aan te takken. Als de kruipruimte goed begaanbaar is, dan kunnen de leidingen via de kruipruimte worden aangelegd, anders moeten de leidingen weggewerkt worden achter een nieuw te maken koof. De huidige cv-ketel gaat weg. Bij appartementen met een collectieve warmtevoorziening wordt op een vergelijkbare manier deze voorziening vervangen door een collectieve warmtewisselaar. Als ieder appartement momenteel een eigen cv-ketel heeft, is de aansluiting op het warmtenet een stuk complexer en moet er veel intern leidingwerk worden aangelegd.

Om volledig aardgasvrij te worden moet er ook worden overgestapt op elektrisch koken. Hiervoor moet vanuit de meterkast een extra elekdragroep worden aangelegd naar de keuken. Hiervoor is vrije ruimte in de groepenkast nodig, als dat er niet is moet de groepenkast worden aangepast. In de keuken wordt een Perilex stopcontact aangelegd. Hier wordt een nieuwe elektrische (inductie) kookplaat op aangesloten.



Afleverset voor warmtelevering (bron: [Firan](#))

1.2 Alternatief 2 - Decentrale midden-temperatuur-warmtenetten

Decentrale MT-warmtenetten zijn qua temperatuur en infrastructuur vergelijkbaar met een grootschalig warmtenet, maar i.p.v. grote bronnen worden kleinschalige bronnen in de buurten ingezet. Ook voor decentrale MT-warmtenetten is een nieuwe infrastructuur nodig. Decentrale warmtenetten bestaan uit warmtedistributiesystemen (ongeveer ter grootte van een buurt) en lage temperatuur (LT) warmtebronnen in de buurten. De opwaardering naar 55 tot 75 °C zal zo dicht mogelijk bij de bron plaatsvinden.

De warmte wordt geleverd via een afleverset in het gebouw. De warmte is direct inzetbaar voor ruimteverwarming en warm tapwater. De woningen moeten voor deze techniek een redelijke isolatieschil hebben (maximale warmtebehoefte van 70 kWh/m²/jaar). Voor het koken zal moeten worden overgeschakeld op elektrisch koken. Een decentraal MT-warmtenet kan geen koeling leveren.

Warmtebronnen

In Haarlem wordt rekening gehouden met verschillende bronnen in en langs wijken om decentrale MT-warmtenetten van warmte te voorzien. Elk warmtenetwerk heeft een eigen warmtestation voor de opwekking van warmte.



Impressie van een warmtestation in de wijk Meerwijk in Haarlem (Bron: Gemeente Haarlem)

Bodemenergie

Bij bodemenergie wordt de thermische capaciteit van de ondiepe ondergrond/ de bodem gebruikt voor het bufferen van warmte: in de zomer wordt de warmte uit de woning opgeslagen in de ondergrond, waarna deze warmte in de winter gebruikt kan worden voor de verwarming van de woning. En als er ook gekoeld wordt in de woning/ in het gebouw werkt dit ook visa versa. We onderscheiden ‘open bodemenergiesystemen’ (OBES) en ‘gesloten bodemenergiesystemen’ (GBES), waarbij er in het eerste geval gebruik gemaakt wordt van de natuurlijk aanwezige waterdoorlatendheid van de bodem en in het tweede geval het water circuleert via een buizensysteem in de ondergrond.

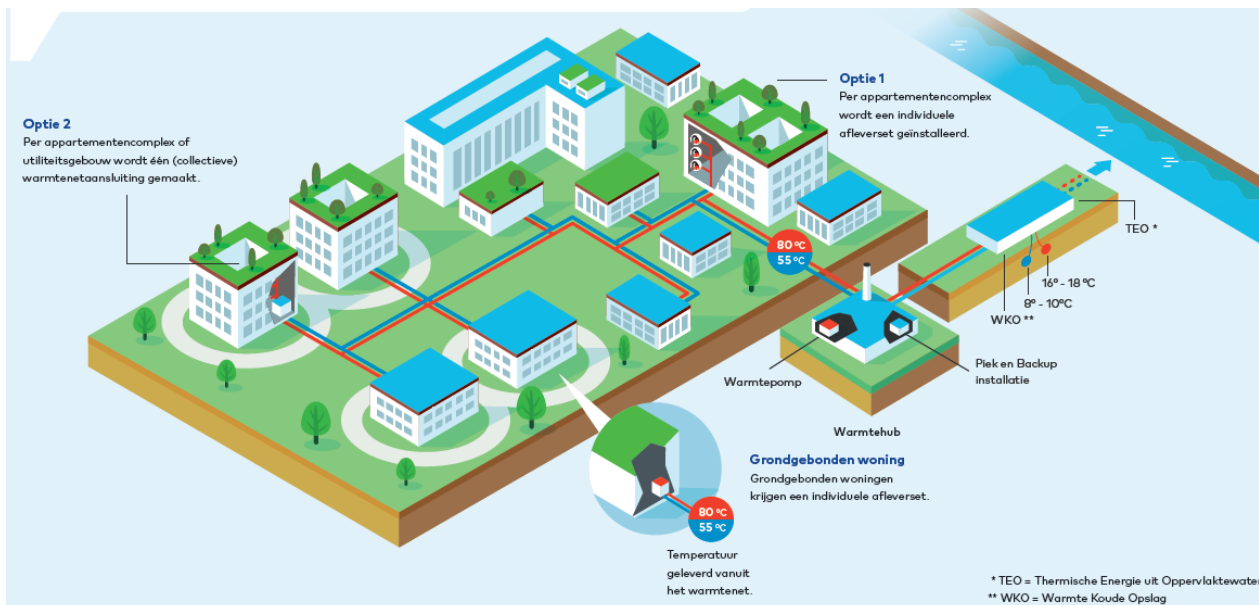
Een OBES is feitelijk een warmte-koude opslag (WKO) in de bodem. Een WKO-systeem werkt altijd met een warmte- en een koudebron (‘doublet’). Bij een WKO wordt het grondwater uit een watervoerende laag (ook aquifer genoemd) opgepompt. Een OBES bestaat uit een twee boringen (doublet) (in Schalkwijk tot wel 190 meter diep). De warmte wordt met behulp van een tussenwarmtewisselaar afgegeven aan een warmtepomp. Zo blijft het grondwater gescheiden van de gebouwinstallatie. Het afgekoelde water wordt geïnjecteerd in de koudebron. De energie wordt door middel van warmte uit oppervlaktewater of droge koelers in balans gehouden door te koelen en/of actief warmte in de bron te brengen.

De ondiepe ondergrond onder Haarlem biedt voldoende ruimte voor de seizoenbuffering door gebruik te maken van WKO’s. De warmte uit de OBES-installatie heeft een lage temperatuur (maximaal 25 °C) en wordt in een warmtestation met een collectieve warmtepomp op het MT-niveau gebracht. Het ruimtebeslag van een OBES is hoofdzakelijk ondergronds. Bovengronds wordt een OBES vaak afgewerkt met een putdeksel die nodig is voor onderhoud. Voor alternatief 2 wordt rekening gehouden met gemiddeld twee OBES-doubletten per decentraal warmtenet.

Om de temperatuur van de bodem in balans te houden en afkoeling te voorkomen, is regeneratie van de warmtebronnen nodig. Hiervoor is de combinatie met aquathermie, droge koelers of restwarmte noodzakelijk. Deze worden hierna beschreven. Voor verschillende delen van de stad zijn bodemenergieplannen opgesteld, waaronder Schalkwijk, de Waarderpolder en de ontwikkelzones Haarlem zuidwest en de Europawegzone.

Aquathermie uit oppervlaktewater (TEO) of afvalwater (TEA)

Deze bron is al beschreven bij alternatief 1. In dit alternatief wordt rekening gehouden met één TEA installatie bij de AWZI in de Waarderpolder en waar mogelijk één kleinschalige (gemiddeld 6MW/stuk) TEO-installatie per buurtnet. Waar een buurt niet aan een geschikte TEO-bron ligt, zijn droge koelers een alternatief.



Impressie van een decentraal MT-warmtenet met TEO en WKO (Bron: Firan)

Droge koelers

Dit concept is gelijk aan TEO, alleen wordt aquathermie vervangen door luchtwarmte. Door middel van droge koelers op daken, oftewel grote ventilatoren in de buitenlucht, wordt warmte in de zomermaanden onttrokken aan de buitenlucht.

Collectieve warmtepomp

Een collectieve water-waterwarmtepomp kan duurzame warmte opwekken voor een warmtenet door thermische energie uit water te onttrekken. Deze grote warmtepompen kunnen de enige bronnen zijn, maar ze kunnen ook gecombineerd worden met WKO, aquathermie en droge koelers om de temperatuur op te waarden naar minimaal 70°C. Deze grote warmtepompen worden in warmtestations geplaatst en hebben een relatief grote elektra-aansluiting nodig.



Collectieve water-waterwarmtepomp (bron: gemeente Haarlem)

Restwarmte (LT)

Als lage temperatuur (LT) restwarmte aanwezig is in een buurt, dan is dat een potentieel geschikte bron voor decentrale warmtenetten. De restwarmte kan geleverd worden door bedrijven met koelwarmte (supermarkten, ziekenhuizen) of uit warmtewisselaars onder wegen of sportvelden.

Deze bronnen hebben weinig ruimtebeslag. Door bedrijven of ziekenhuizen te koppelen aan een warmtenet, kunnen zij zowel restwarmte (het warmtenet levert koeling en dat resulteert in restwarmte) leveren en warmte afnemen in koude periodes. De warmte zal moeten worden opgewaardeerd met collectieve warmtepompen tot middentemperatuur.

Benodigde infrastructuur en aanleg

De warmte-infrastructuur voor decentrale MT-warmtenetten zijn vergelijkbaar met een grootschalige MT-warmtenetten. Verschillen zijn:

1. Warmteoverdrachtstations (WOS) zijn niet nodig
2. Transportleidingen vanaf grote bronnen naar buurten zijn niet nodig
3. In de buurten zijn wel warmtestations nodig met daarin onderdelen zoals warmtepompen, een gasgestookte installatie voor piek- en back-upinstallaties t.b.v. de warmtepompen en een transformatorruimte.

De benodigde infrastructuur voor alternatief 2 bestaat uit

1. (Minimaal) 2-pijps warmtenet, met:
2. Transportleidingen,
3. Distributieleidingen,
4. Huisaansluitingen,
5. Warmtestations,
6. Hulpwarmteketels,
7. Warmteonderstations,
8. (Eventueel) warmtebuffers.

Zie voor aanvullende informatie over (aanleg van een) warmtenet, warmteonderstations, hulpwarmteketels en warmtebuffers alternatief 1.

Warmtestation

Een warmtestation voor een decentraal MT-warmtenet bestaat uit een bouwwerk waarin de warmte-installatie wordt gehuisvest. De warmte-installatie bestaat vaak uit een warmtepompruimte, met daarin warmtepompen; een stookruimte, met daarin gasgestookte installatie voor piek- en back-upinstallaties t.b.v. de warmtepompen en een transformatorruimte. De oppervlakte van een warmtestation bedraagt 300-500 m² en is vaak 4 tot 5 meter hoog. De warmtepompen gebruiken een LT-bron en/of WKO (OBES). Een warmtestation heeft een aansluiting op het middenspanningsnet nodig. Voor de ondergrondse infrastructuur onder/rond het warmtestation moet de bodem worden ontgraven, waarna de benodigde leidingen moeten worden aangesloten worden op het warmtestation.

Transformatorstations en elektriciteitskabels

Warmtepompen en eventuele andere elektrische installaties in een warmtestation zijn afhankelijk van elektriciteit en het kan daarom noodzakelijk zijn om het middenspanningsnet voor alle warmtestations te verzwaren. Dit verzwaren van het middenspannings-elektriciteitsnet komt boven

op de verzwaring die nodig is voor de transitie naar elektrisch vervoer, de levering van zon-PV en windenergie en het elektrificeren van processen. TenneT realiseert de komende jaren extra hoogspanningscapaciteit bij Vijfhuizen (voor Haarlem, Schiphol en een deel van Amsterdam).

De totale ruimtevraag en benodigde installaties die noodzakelijk zijn wanneer decentrale MT-warmtenetten over heel Haarlem worden uitgerold, zijn weergegeven in de onderstaande tabel. Voor de verzwaring van de elektriciteitsinfrastructuur gaat het alleen om de extra verzwaring voor de benodigde netcapaciteit voor de warmtetransitie. Deze getallen worden in de beoordelingen gebruikt om het aantal installaties bij de verschillende onderdelen relatief ten opzichte van elkaar te kunnen wegen. Voor het aantal benodigde doubletten, de warmtebuffers en de warmteonderstations is een inschatting gemaakt op basis van het aantal beoogde benodigde installaties voor de stad Utrecht, o.b.v. Beleidsnota Warmte 2025-2035.

Installaties met benodigde aantallen en ruimtegebruik per stuk

Alternatief 2: Decentrale middentemperatuur warmtenetten		
Installatie	Aantal	Ruimtegebruik per stuk
Aquathermie (TEO)	Eén per buurt (waar geen TEO beschikbaar is, zijn droge koelers een alternatief)	360 m ² (als geen combinatie in Warmtestation mogelijk is)
Aquathermie (TEA) installatie, inclusief warmtepomp bij AWZI	Eén TEA	360 m ²
WKO's (OBES), put bovengronds	Ongeveer 1.000 doubletten	2 m ²
Uitkoppeling diverse restwarmtebronnen	Nader te bepalen	Maatwerk/inpandig
Warmtebuffers (kleinschalig)	Acht	200 m ²
Warmteonderstations	Onbekend. Naar inschatting 200, afhankelijk van de grootte van een decentraal net	20 m ²
Warmtestations met daarin piek- en back-upketels, warmtepompen en een elektroboiler en TEO	Gemiddeld één per buurt	300-500 m ²
Middenspanningsstation (25-66 kV naar 3 - 23 kV)	Geen extra. Er worden al drie gerealiseerd	2.000 m ²
Hoogspanningsstation (110-150 kV naar 25-66 kV)	Geen extra. Er wordt er al één gerealiseerd	-
Hoogspanningsstation (220/380 kV naar 110-150 kV)	Geen extra. Er wordt er al één gerealiseerd	-

Aansluitingen aan woningen en gebouwen

De aanpassingen aan de woningen en gebouwen zijn hetzelfde als voor het alternatief 'grootschalig MT-warmtenet'.

1.3 Alternatief 3 - (zeer-)lage temperatuur-warmtenetten

Voor een (zeer-)lage temperatuur ((Z)LT-)warmtenet is een nieuwe infrastructuur nodig van buisleidingen in de straat. Bij een LT-warmtenet worden de gebouwen verwarmd met een temperatuur van 30-55°C. Bij een ZLT-warmtenet met een temperatuur van ca. 20°C. De warmte wordt aan het gebouw geleverd met een afgifteset, die meestal in de meterkast geplaatst wordt. Bij een ZLT-warmtenet en bij sommige LT-warmtenetten zal de warmte in het gebouw nog moeten worden opgewaardeerd om gebruikt te kunnen worden.

Afhankelijk van het gebruik en de geleverde temperatuur is er ook een aparte voorziening nodig voor warm tapwater. Dit kan bijvoorbeeld worden opgelost met een kleine warmtepomp of een elektrische boiler. In veel gevallen zal het warmteafgiftesysteem in de woning moeten worden aangepast naar een efficiënt verwarmingssysteem zoals vloerverwarming. Hiervoor moet het isolatieniveau van de woning zeer goed zijn, naar een warmtebehoefte van maximaal 50 kWh/m²/jaar. Om volledig aardgasvrij te worden moet er ook worden overgestapt op elektrisch koken. Een ZLT-warmtenetten bieden de mogelijkheid om te koelen. Hier moet wel het warmteafgiftesysteem in de woning geschikt gemaakt worden.

Warmtebronnen

Potentiële bronnen voor (Z)LT-warmtenetten zijn vergelijkbaar als bij alternatief 2. Meestal is een OBES in combinatie met een bron voor de regeneratie van de OBES nodig. Hiervoor kunnen aquathermie, lokale restwarmte, lucht (droge koelers) of zonthermie worden ingezet. Twee verschillen met alternatief 2 zijn:

- Warmte wordt niet op centrale punten opgewaardeerd, maar in of bij de gebouwen (voor warm tapwater);
- ZLT-warmtenetten kunnen ook koeling leveren (door woningen te koelen wordt tevens de OBES geregenereerd); LT-warmtenetten leveren geen koeling.

Zie voor een beschrijving van de warmtebronnen bodemenergie en aquathermie de beschrijving bij Alternatief 2. De TEO-bron voor een (Z)LT-warmtenet wordt met twee verschillende warmteconcepten gecombineerd, namelijk:

- TEO/TEA LT, warmtenet centraal opgewaardeerd naar een afgiftetemperatuur van 50°C in de woning met naverwarmer per woning voor warm tapwater.
- TEO/TEA ZLT, bronnet in de woningen opgewaardeerd met een water-waterwarmtepomp naar 50°C inclusief een boilervat voor warm tapwater.

Zonthermie

Zonthermie is de technologie die zonne-energie gebruikt om warmte te produceren. In de warme maanden vangen de thermische- zonnepanelen (PVT-panelen) warmte op. PVT-panelen hebben een dubbele functie: ze wekken stroom op, en verwarmen water. Dat warme water wordt via een warmtenet getransporteerd naar warmte- en koude opslagplekken (WKO's),

In de winter wordt het water omhoog gehaald, met een temperatuur van zo'n 18°C, en wordt het via het warmtenet naar de woningen getransporteerd. De warmtepomp, die draait op de elektriciteit uit de PVT-panelen, verwarmt het water in de woning naar 50°C. Bij een voldoende geïsoleerde woning is die temperatuur voldoende voor de centrale verwarming en warm tapwater.

Benodigde infrastructuur en aanleg

De warmte-infrastructuur voor alternatief 3 bestaat uit (minimaal) een 2-pijps warmtenet, met de volgende onderdelen:

- Transportleidingen,
- Distributieleidingen,
- Huisaansluitingen,
- Warmteonderstations,
- Transformatorhuisjes en elektriciteitskabels.

Een (Z)LT warmtenet transporteert warmte van (zeer-)lage temperatuur en hoeft niet geïsoleerd te worden. Het ondergrondse ruimtebeslag en de wijze van aanleg is vergelijkbaar met alternatieven 1 en 2. In tegenstelling tot middentemperatuur-warmtenetten zijn de buizen voor een (Z)LT-warmtenet gemaakt van kunststof (i.p.v. staal met isolatiemateriaal eromheen).

De temperatuur wordt opgewaardeerd met warmtepompen in/ bij de woningen en daarom hoeven er geen warmtestations met collectieve installaties geplaatst worden. Vanwege de vele individuele warmtepompen bij dit alternatief zal het laagspanningsnet waarschijnlijk extra verzwakt worden. In de wijken zorgt dat, naast verzwaring van elektriciteitskabels, voor een veelvoud van het aantal MS-LS-transformatorhuisjes.

De totale ruimtevraag en benodigde installaties die noodzakelijk zijn voor het (Z)LT-warmtenet zijn weergegeven in de volgende tabel. Voor de verzwaring van de elektriciteitsinfrastructuur gaat het alleen om de extra verzwaring voor de benodigde netcapaciteit voor de warmtetransitie.

Voor het aantal benodigde doubletten, de warmtebuffers en de warmteonderstations is een inschatting gemaakt op basis van het aantal beoogde benodigde installaties voor de stad Utrecht, op basis van de Beleidsnota Warmte 2025-2035.

Installaties met benodigde aantallen en ruimtegebruik per stuk

Alternatief 3: Zeer laagtemperatuur warmtenet		
Installatie	Aantal	Ruimtegebruik per stuk
Aquathermie (TEO) installatie langs waterkant	Eén per net (waar geen TEO beschikbaar is, zijn droge koelers een alternatief)	360 m ²
Uitkoppeling diverse restwarmtebronnen	Nader te bepalen	Maatwerk/inpandig
WKO's (OBES), put bovengronds	Ongeveer 1.000 doubletten	2 m ²
Warmteonderstations	50	20 m ²
In/aan gebouwen: warmtepomp, boiler, buffervat	Iedere woning/gebouw	2 m ²
Transformatorhuisjes (MS/LS)	Ongeveer 400 extra	20 m ²
Middenspanningsstation (25-66 kV naar 3 - 23 kV)	Eén extra. Er worden al drie gerealiseerd	2.000 m ²

De in de tabel weergegeven aantallen zijn van toepassing wanneer (Z)LT-warmtenetten over de gehele stad wordt uitgerold. Deze getallen worden in de beoordelingen gebruikt om het aantal installaties bij de verschillende onderdelen relatief ten opzichte van elkaar te kunnen wegen.

Aanpassingen aan woningen en gebouwen

Hoe lager de afgiftetemperatuur, hoe beter de isolatie van de woning moet zijn en hoe hoger het benodigde afgiftevermogen in de woning. Bij een LT-warmtenet gaan we uit van een maximale afgiftetemperatuur van 50°C. Bij een ZLT-warmtenet zelfs maar 20°C. Gebouwen moeten geschikt zijn, of worden gemaakt, voor deze afgiftetemperatuur. Hiervoor is het essentieel dat de isolatie, ventilatie en het afgiftesysteem van de woning goed op elkaar aansluiten.

Om een woning efficiënt en comfortabel te verwarmen met een lage temperatuur moet de woning goed geïsoleerd worden. Voor de benodigde aanpassingen aan de gebouwschil is aangesloten op de 'Isolatiestandaard' voor naoorlogse woningen van de rijksoverheid (Bron: RVO, Standaard en streefwaarden voor woningisolatie, <link>). Door te isoleren naar deze standaard, worden woningen geschikt voor het verwarmen met een lage temperatuur. Om te voldoen aan de isolatiestandaard moeten alle gebouwonderdelen minimaal worden geïsoleerd tot deze waarden. Dit komt gemiddeld overeen met een (schil) energielabel van A/B, afhankelijk van het type woning. Ook voor vooroorlogse woningen gaan we ervan uit dat deze minimaal moeten worden geïsoleerd naar de isolatiestandaard voor naoorlogse woningen. De isolatiewaarden komen overeen met de voorwaarden die gelden voor het verkrijgen van ISDE-subsidie. Bij alternatief 4 is een prioritering in isolatiemaatregelen aangegeven.

In iedere woning of gebouw moet de lage temperatuur van het warmtenet worden opgewaardeerd tot de gewenste temperatuur met een water-waterwarmtepomp (elektrisch). In de vliering, bijkeuken of tuin komt in plaats van de cv-ketel een warmtepomp (zonder buitenunit) en een boiler vat voor tapwater. De warmtepomp wordt hier aangesloten op het bestaande cv-systeem en de warm tapwaterleidingen. De binnenunit van warmtepomp is ongeveer de grootte van een koelkast. Een gemiddeld buffervat heeft een volume van 150 liter.

Het huidige afgiftesysteem zal worden aangepast om lage temperatuur verwarmen mogelijk te maken. De huidige paneelradiatoren geven niet voldoende warmte af. Daarom is het noodzakelijk om extra vermogen te installeren, bijvoorbeeld door lage temperatuur radiatoren of vloerverwarming toe te passen. Vloerverwarming aanleggen werkt ook goed op lage temperatuur en geeft meer comfort.

1.4 Alternatief 4 - Individuele luchtwarmtepompen

Een elektrische warmtepomp gebruikt warmte uit de lucht of uit de bodem en elektriciteit om een gebouw mee te verwarmen. Met sommige warmtepompen kunnen gebouwen ook (actief) gekoeld worden. Er zijn twee typen elektrische warmtepompen:

- Een individuele luchtwarmtepomp (ook wel lucht-waterwarmtepomp genoemd) gebruikt energie uit de buitenlucht, dat met behulp van elektriciteit wordt opgewaardeerd voor het verwarmen van de woningen en tapwater.

Warmtebronnen

Met individuele luchtwarmtepomp wordt warmte uit de lucht gehaald en opgewaardeerd naar het juiste temperatuurniveau met behulp van elektriciteit. Naast warmte kan bij sommige typen ook koude worden geleverd.

De luchtwarmtepomp gebruikt de buitenlucht als warmtebron. De buitenlucht wordt door een ventilator door de warmtewisselaar gezogen. Het systeem werkt anticyclisch aangezien de grootste warmtevraag zich voordoet als de buitentemperatuur laag is. Dit geldt ook vice versa: de grootste koelvraag doet zich voor bij een hoge buitentemperatuur. Een condensor geleidt het koelgas, waar het afkoelt en tot vloeistof condenseert. Hierdoor wordt warmte uit het water onttrokken. De warmte wordt vervolgens weer naar buiten getransporteerd. Het afgekoelde water dient om de woning te koelen.

Een variant op de luchtwarmtepomp is om op daken een combinatie te maken met individuele PVT-panelen. Een PVT-warmtepomp gebruikt energie uit zon- of omgevingswarmte, die met behulp van grotendeels zelfopgewekte elektriciteit wordt opgewaardeerd voor het verwarmen van de woning en eventueel het tapwater. PVT-panelen zetten zonlicht om in zowel stroom als warmte. Een warmtepomp in de woning zet de warmte uit de panelen om in bruikbare warmte voor de woning. Een PVT-warmtepomp gebruikt duurzame energie uit de zonnecollectoren en wekt daarnaast ook zelf elektriciteit op.

Benodigde infrastructuur en aanleg

Wanneer alle woningen of gebouwen in Haarlem overschakelen naar een elektrische luchtwarmtepomp, moet vrijwel zeker het elektriciteitsnet worden verzwaaard, zeker als de woningen of gebouwen niet voldoende geïsoleerd zijn en dus een hogere warmtevraag hebben. Het uitgangspunt bij dit alternatief is dat het elektriciteitsnet in de meeste buurten in Haarlem (nog) verzwaaard moet worden als alle gebouwen verwarmd zouden worden met individuele luchtwarmtepompen. Niet alleen het laagspanningsnet, maar ook het middenspanningsnet.

De totale ruimtevraag en benodigde installaties die noodzakelijk zijn voor de individuele luchtwarmtepomp zijn weergegeven in de onderstaande tabel. Voor de verzwaring van de elektriciteitsinfrastructuur gaat het alleen om de extra verzwaring voor de benodigde netcapaciteit voor de warmtetransitie.

De in de tabel weergegeven aantallen zijn van toepassing wanneer individuele luchtwarmtepomp over de gehele gemeente wordt uitgerold. Deze getallen worden in de beoordelingen gebruikt om het aantal installaties bij de verschillende onderdelen relatief ten opzichte van elkaar te kunnen wegen.

Voor het aantal benodigde transformatorhuisjes is een inschatting gemaakt op basis van het aantal beoogde benodigde installaties voor de stad Utrecht, o.b.v. Beleidsnota Warmte 2025-2035.

Installaties met benodigde aantallen en ruimtegebruik per stuk

Alternatief 4: Individuele met luchtwarmtepomp		
Installatie	Aantal	Ruimtegebruik per stuk
Transformatorhuisjes (MS/LS)	550	20 m ²
In/aan gebouwen: warmtepomp, boiler, buffervat en buitenunit	Iedere woning/gebouw	2 m ²
Middenspanningsstation (25-66 kV naar 3-23 kV)	Vijf extra. Er worden al drie gerealiseerd	2.000 m ²
Hoogspanningsstation (110-150 kV naar 25-66 kV)	1 extra. Er wordt er al één gerealiseerd	5.000 m ²
Hoogspanningsstation (220/380 kV naar 110-150 kV)	1 extra. Er wordt er al één gerealiseerd	55.000 m ²

Aanpassingen aan woningen en gebouwen

Bij deze oplossingen neemt elk gebouw een eigen luchtwarmtepomp, met een buitenunit. In de woning is naast de warmtepomp ook een boilervat nodig. Een individuele warmtepomp werkt het meest efficiënt wanneer deze warmte opwekt tot maximaal 55°C. Hierdoor is een juiste combinatie van goede isolatie en een geschikt afgiftesysteem nodig.

Voor het toepassen van een elektrische warmtepomp is het essentieel dat een gebouw allereerst zeer goed wordt geïsoleerd, hierbij wordt uitgegaan van de isolatiestandaard, waarbij woningen worden geïsoleerd tot (schil) energielabel A/B. Zie voor meer toelichting alternatief 3.

Voor een warmtepomp zijn er mogelijk aanpassingen nodig aan het afgiftesysteem. Het uitgangspunt is om de belangrijkste radiatoren in de leefruimte(s) te vervangen door LT-radiatoren of vloerverwarming.

Om gebruik te maken van een warmtepomp, moeten ook een binnenunit én boiler vat in de woning geplaatst worden. De buitenunit wordt zo dicht mogelijk bij de binnenunit geplaatst. Bij een warmtepomp is een extra groep in de meterkast nodig voor de warmtepomp. Bij een aardgasvrije warmtevoorziening, moet overgestapt worden op elektrisch koken.

1.5 Alternatief 5 –Individuele bodemwarmtepompen

Bij dit alternatief neemt elk gebouw een bodemwarmtepomp met een bodemlus. Een individuele bodemwarmtepomp kan naast warmte ook koeling leveren.

Warmtebron

Met individuele bodemwarmtepompen wordt warmte uit de bodem gehaald en opgewaardeerd naar het juiste temperatuurniveau met behulp van elektriciteit. Het gaat in dit geval om een gesloten bodemenergiesysteem (GBES). Voor iedere woning of gebouw is in ieder geval één bodemlus nodig die tot wel 300 meter diep geboord kan worden. Naast warmte kan ook koude worden geleverd.

Grondwater wordt omhoog gepompt en naar de verdamper van de warmtepomp geleid. Hier geeft het grondwater zijn warmte aan het systeem af. Met behulp van elektriciteit kan de water-waterwarmtepomp warmte onttrekken aan het grondwater en deze vervolgens benutten om nog meer warmte te genereren.

Hiermee worden dan de woning en het tapwater verwarmd. Vervolgens wordt het afgekoelde water via de retourput weer naar het grondwater geleid. Door de bodemlus wordt water of water met antivries (monopropyleenglycol) gecirculeerd. Er zijn ook andere middelen beschikbaar om bevriezing tegen te gaan. Om bevriezing van de bodem te voorkomen moeten de bronnen worden geregenereerd. Dit kan met bijvoorbeeld actieve koeling van de gebouwen.

Benodigde infrastructuur en aanleg

Het ondergrondse ruimtebeslag van een bodemlus is 7,5x7,5 meter. Het aanleggen van een bodemlus duurt één tot twee dagen. Bij grootschalige inzet van GBES moet rekening gehouden worden met interferentie tussen verschillende systemen. Als de systemen te dicht bij elkaar staan, beïnvloeden ze elkaar en daalt het rendement. Haarlem heeft al verschillende Bodemenergieplannen vastgesteld om bodemenergie zo optimaal mogelijk te benutten en om interferentie te voorkomen.

Wanneer alle woningen of gebouwen in Haarlem overschakelen naar een bodemwarmtepomp, moet vrijwel zeker het elektriciteitsnet worden verzwaid, zeker als de woningen of gebouwen niet voldoende zijn geïsoleerd. Net als bij alternatief 4, is het uitgangspunt dat het elektriciteitsnet in de meeste buurten in Haarlem (nog) verzwaid moet worden als alle gebouwen verwarmd zouden worden met individuele warmtepompen. Niet alleen het laagspanningsnet, maar ook het middenspanningsnet en mogelijk ook op het hoogspanningsnet. Individuele bodemwarmtepompen hebben een relatief lage piekvraag voor elektriciteit in vergelijking met individuele luchtwarmtepompen en daarom is de noodzakelijke verzwaring van de elektriciteit-infrastructuur mogelijk minder groot dan bij alternatief 4. De verzwaring bestaat uit de aanleg van extra transformatorhuisjes en bekabeling in de grond.

De totale ruimtevraag en benodigde installaties die noodzakelijk zijn voor het individuele bodemwarmtepomp zijn weergegeven in de onderstaande tabel. Voor de verzwaring van de elektriciteitsinfrastructuur gaat het alleen om de extra verzwaring voor de benodigde netcapaciteit voor de warmtetransitie.

De in de tabel weergegeven aantallen zijn van toepassing wanneer individuele bodemwarmtepomp over de gehele gemeente wordt uitgerold. Deze getallen worden in de beoordelingen gebruikt om het aantal installaties bij de verschillende onderdelen relatief ten opzichte van elkaar te kunnen wegen.

Voor het aantal benodigde transformatorhuisjes, middenspanningsstations en hoogspanningsstations is een inschatting gemaakt op basis van het aantal beoogde benodigde installaties voor de stad Utrecht, o.b.v. Beleidsnota Warmte 2025-2035.

Installaties met benodigde aantallen en ruimtegebruik per stuk

Alternatief 5: Individuele bodemwarmtepomp		
Installatie	Aantal	Ruimtegebruik per stuk
GBES (lus bovengronds)	> 80.000	1 m ²
In/aan gebouwen: warmtepomp, boiler, buffervat	Iedere woning/gebouw	4 m ²
Transformatorhuisjes (MS/LS)	400 extra	20 m ²
Middenspanningsstation (25-66 kV naar 3 - 23 kV)	2,5 extra. Er worden al drie gerealiseerd	2.000 m ²
Hoogspanningsstation (110-150 kV naar 25-66 kV)	1 extra. Er wordt er al één gerealiseerd	5.000 m ²
Hoogspanningsstation (220/380 kV naar 110-150 kV)	1 extra. Er wordt er al één gerealiseerd	55.000 m ²

Aanpassingen aan woningen en gebouwen

De toepassing van bodemwarmtepompen heeft een aanzienlijk ondergronds ruimtebeslag bij woningen en gebouwen; per WEQ moet minimaal één ondergrondse bodemlus geplaatst moet worden. Net als een luchtwarmtepomp werkt een individuele bodemwarmtepomp het meest efficiënt wanneer deze warmte opwekt tot maximaal 55°C. Hierdoor is een juiste combinatie van goede isolatie en een geschikt afgiftesysteem nodig. Dit is vergelijkbaar met de aanpassingen die nodig zijn voor alternatief 4.