

Zeer Lage Temperatuur (ZLT) warmte- koudenetten in de praktijk

ervaringen en inzichten uit bestaande projecten

De potentie van ZLT-netten

Zeer lage temperatuur warmte/koude-netten (ZLT-netten) bieden een veelbelovende oplossing om de CO₂-uitstoot in de gebouwde omgeving te verminderen. Voordelen zijn minder warmteverlies, slim gebruik van duurzame lage temperatuur warmtebronnen en de inherente mogelijkheid om duurzame koeling te leveren. Om het potentieel van ZLT-netten volledig te benutten, is het essentieel om bestuurders en beleidsmakers beter inzicht te geven in de effectiviteit, efficiëntie en haalbaarheid van deze systemen.

Analyse geeft inzicht in geleerde lessen

Dit rapport analyseert negen ZLT-projecten in Nederland en daarbuiten die - minimaal - enkele jaren operationeel zijn. De focus ligt op ZLT-netten in (bestaande) woningbouw en deels in utiliteitsgebouwen. Naast praktische en technische inzichten biedt het rapport antwoorden op vragen zoals: Wat maakt deze projecten succesvol? Welke uitdagingen kwamen ze tegen? Hoe zijn deze uitdagingen opgelost? En welke lessen kunnen we uit deze projecten trekken?

Wat zijn ZLT-netten?

ZLT-netten, ook bekend als 5e generatie warmte-/koude-netten, distribueren warmte en koude op temperaturen onder 30 graden Celsius. Ze transporteren energie uit duurzame bronnen via een 'lage temperatuur' leidingnetwerk naar gebouwen en woningen. Door de lage temperatuur in ZLT-netten is het warmteverlies in het leidingnet beperkt. Op locatie wordt de temperatuur met warmtepompen naar het gewenste niveau gebracht. ZLT-netten zijn daarom in potentie zeer efficiënt.

Een ZLT-net sluit goed aan bij lage temperatuur warmtebronnen, zoals aquathermie. Ook sluit het goed aan op de in Nederland veel gebruikte WKO-systemen. Verder kunnen ZLT-netten in de zomer duurzame koude leveren. Dit maakt ZLT-systemen toekomstbestendig.

“Vertrouwenwekkend overzicht van ZLT projecten met interessante tarieven voor verwarmen én koelen!”

--- Robert Jan van Egmond
Programmamanager Duurzame Warmte en Koude
TKI Urban Energy



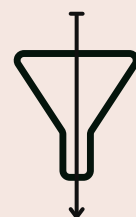
Rijksdienst voor Ondernemend Nederland



tki urban energy
topsector energie

Longlist met
ZLT-projecten:

- **30 projecten**
verdeeld over 8 landen



Shortlist met details
bij ZLT-projecten:

- **9 projecten**

Plaatsnamen van
projecten shortlist:

- Heerlen
- Goirle
- Terborg
- Harderwijk
- Den Bosch
- Heerhugowaard
- Gilze en Rijen
- Lund (Zweden)
- Dorsten-Wulfen (Duitsland)



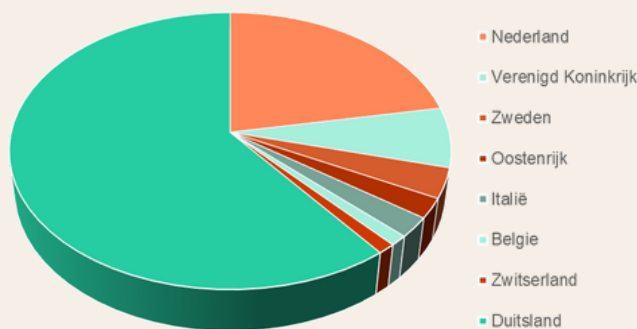
Longlist: 30 ZLT-netten in Europa

Om inzicht te krijgen in het aanbod van ZLT-netten in Europa is een longlist van 30 bestaande systemen samengesteld. Deze lijst toont aan dat ZLT-netten al met succes worden toegepast in diverse regio's en landen. Daarbij worden uiteenlopende warmtebronnen benut, waaronder industriële restwarmte, aardwarmte en warmte uit oppervlakte water (aquathermie/ TEO).

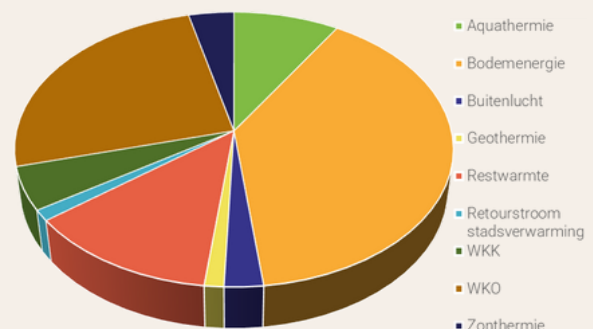
Qua schaal variëren de projecten sterk. Sommige ZLT-netten voorzien slechts een enkele woningen of gebouwen. Andere systemen bedienen hele wijken of stedelijke gebieden. Deze diversiteit toont het potentieel van ZLT-netten om lokaal en/of regionaal bij te dragen aan de energietransitie.

NB. Er is geen inventarisatie gedaan van alle WKO-systemen in Nederland.

Verdeling van landen in longlist



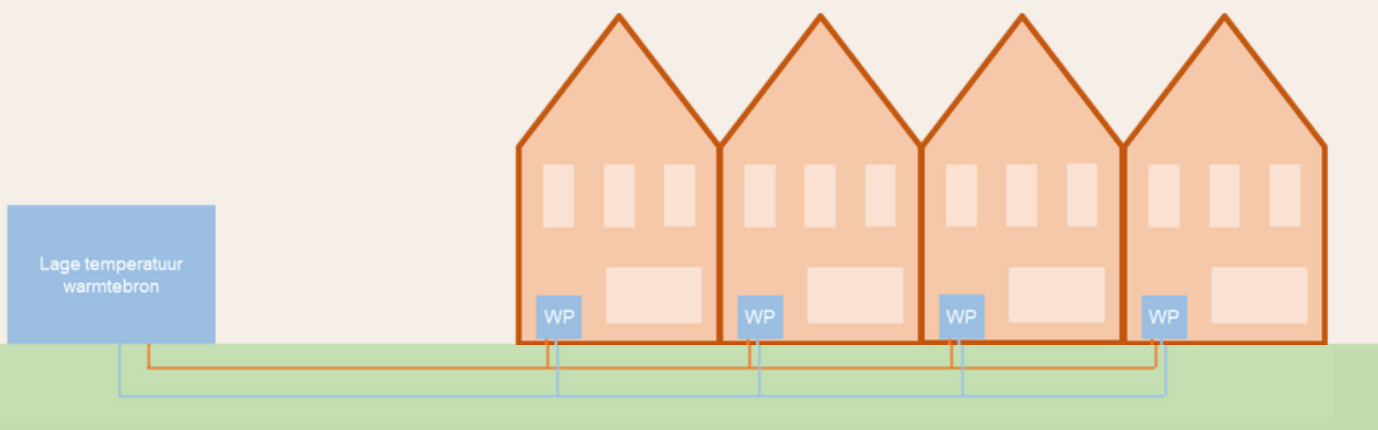
Bronverdeling



Shortlist: 9 ZLT-netten uitgelicht

Uit de longlist zijn 9 systemen geselecteerd om in verder detail uit te werken, dit is de shortlist. De geselecteerde ZLT-netten bevinden zich in Nederland, Duitsland en Zweden. De schaal varieert van kleinschalige projecten, zoals een buurtinitiatief in Terborg, tot grootschalige netwerken zoals in Heerhugowaard en Heerlen. Ook de gebruikte warmtebronnen zijn divers: van grond- en oppervlaktewater tot restwarmte uit industrie en rioolwater. Daarnaast verschilt de aanpak van warmte- en koudelevering per project. Sommige maken gebruik van individuele warmtepompen, terwijl andere inzetten op centrale systemen. De eigendomsstructuur van de warmtepompen varieert eveneens, met eigenaarschap bij bewoners, woningcorporaties of warmtebedrijven.

Op de volgende pagina vindt u de belangrijkste bevindingen uit de verschillende projecten.



Principe schema ZLT-net

Verantwoording

Greenvis/ De WarmteTransitieMakers heeft in opdracht van RVO en TKI Urban Energy deze analyse uitgevoerd. Door in gesprek te gaan met projectuitvoerders en eindgebruikers zijn de inzichten verzameld die in deze analyse zijn uitgewerkt.

Algemene bevindingen, uitdagingen en geleerde lessen

Hieronder beschrijven we de algemene bevindingen, uitdagingen en geleerde lessen die we opmaken uit de projecten die zijn uitgewerkt. Voor meer details verwijzen we naar de losse projectomschrijvingen.

Algemene bevindingen



- **Duurzaamheid:** ZLT-netten leveren een aanzienlijke bijdrage aan de verduurzaming van de gebouwde omgeving door gebruik te maken van duurzame bronnen zoals restwarmte, aquathermie, en bodemenergie. Projecten leveren een CO2-reductie in de orde van 25-35% ten opzichte van conventionele systemen, afhankelijk van de bronnenmix.
- **Efficiëntie:** Door het gebruik van lage temperaturen in het distributienet worden warmteverliezen in het systeem geminimaliseerd. Met ZLT-warmte kunnen decentrale warmtepompen een relatief goede COP realiseren, dat beperkt eventuele netcongestie.
- **Restwarmte:** Er wordt slim gebruik gemaakt van restwarmte uit verschillende bronnen, zoals rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI), industrie en/of datacenters.
- **Energie-uitwisseling:** De mogelijkheid tot uitwisseling van energie tussen gebruikers is een voordeel. Het E.ON ectogrid™ in Lund laat bijvoorbeeld zien hoe gebouwen onderling overtollige warmte en koude kunnen delen, wat het energiegebruik drastisch vermindert.
- **Schaalbaarheid:** Veel systemen zijn kleinschalig gestart en kunnen in de toekomst worden uitgebreid.
- **Stabiele kosten:** De systemen zijn ontworpen voor stabiele kosten op lange termijn door duurzame bronnen en een collectieve aanpak.
- **Innovatie:** Er kan gebruik worden gemaakt van innovatieve technieken, zoals de inzet van oude mijnschachten (Mijnwater) of een intelligent softwareplatform.
- **Gebruikerservaring:** Er zijn veelal positieve gebruikerservaringen, zoals minder geluidsoverlast ten opzichte van andere warmteoplossingen.

Uitdagingen en geleerde lessen



- **Communicatie:** Heldere communicatie met gemeentes, leveranciers en bewoners is cruciaal. In Gilze en Rijen en Terborg was er weerstand van de gemeente bij het boren van bodemlussen, terwijl bewoners in Den Bosch en Terborg er aan moesten wennen dat lage temperatuur verwarming 'minder snel' reageert dan de traditionele cv-ketel. Goede afspraken met leveranciers over garantie en levensduur zijn eveneens belangrijk.
- **Technische aspecten:** Geschikte materialen en correcte dimensionering zijn essentieel. In Barkenberg (DE) waren grondwaterbestendige warmtewisselaars cruciaal, terwijl installateurs in Terborg extra training nodig hadden. De levensduur van componenten blijft een aandachtspunt. In Lund (SE) is geavanceerde software nodig voor energie-uitwisseling tussen gebouwen.
- **Ruimte in de woning:** De door een ZLT-net geleverde warmte moet door een warmtepomp nog worden opgewaardeerd tot een gewenste temperatuur. Dit vraagt om een decentrale warmtepomp, waarvoor wel ruimte voor moet worden gevonden in de woning.
- **Systeembalans:** Onbalans in het systeem en effectieve regeneratie zijn belangrijk. In Heerhugowaard veroorzaakte een gebrek aan strategisch beheer hoge regeneratiekosten voor het WKO-systeem.
- **Kosten en exploitatie:** Aansluit- en exploitatiekosten verschillen per project, er is geen standaard. Het ontbreken van een aansluitplicht kan nadelig zijn voor de exploitatie, dit is onder andere geconstateerd in Gilze en Rijen.
- **Locatiespecifieke uitdagingen:** Elke project heeft eigen uitdagingen. Door bodemvervuiling moest in Harderwijk een alternatieve warmtebron (RWZI) worden ontwikkeld. In Goirle zorgden rivierkreeften voor verstoppingen in het aquathermiesysteem. In Heerlen zijn de lange vergunningsprocedures voor diepe boringen belangrijke obstakels gebleken.

Dynamische warmte- en koude-uitwisseling tussen afnemers

met opslag en productie in oude mijnschachten

In de regio Heerlen is een innovatief warmtenet ontwikkeld, waarmee de stad zich positioneert als koploper in duurzame energie. Dit vijfde-generatie warmte- en koudenet, bekend als het Mijnwater-project, maakt op slimme wijze gebruik van de ondergrondse erfenis van oude mijnschachten.

Op initiatief van de gemeente Heerlen is onderzocht of de ondergelopen mijnstelsels onder de stad benut konden worden. De diepere mijngangen worden ingezet voor de productie van warmte, terwijl de hoger gelegen gangen dienen als opslag voor koude. Deze mijngangen fungeren als een buffer en spelen daarnaast een cruciale rol in de productie en levering van warmte en koude. Inmiddels zijn er ongeveer 1.000 kleinverbruikers en 23 grootverbruikers aangesloten.

Dit systeem is een vijfde-generatie warmtenet waarin klanten ook leveranciers zijn. Via het uitwisselingsnetwerk van Mijnwater wordt de benodigde warmte of koude onderling uitgewisseld.

Warmtebron	Uitwisseling van verschillende lage temperatuur restwarmte bronnen, zoals een supermarkt en een datacenter, waarbij de mijngangen dienen als productiebron en buffer. Met warmte uit de bodem is het mogelijk om de opslag in de mijngangen zichzelf regenereren.
Aantal en type woningen	Verschillende woningtypes met een focus op collectief bezit, waaronder woningcorporaties, VvE's en projectontwikkelaars. In 2024 zijn er ongeveer 1.000 kleinverbruik aansluitingen en 23 grootverbruik aansluitingen.
Gemiddelde levertemperatuur	De temperatuur in het ZLT-netwerk bedraagt ongeveer 30 graden. De levertemperatuur is 45 graden voor lage temperatuur (LT) en 65 graden voor middentemperatuur (MT).
Eigendom energiecentrales	Het volledige systeem tot en met de (LT of MT) afleverset bij de afnemers is in eigendom van Mijnwater. De aangesloten pandeigenaren zijn verantwoordelijk voor de systemen ná de afleverset.

“Het principe 5e generatie warmtenet is nu nog vrij onbekend, gebruik wat er is!”

--- Ria Doedel
Algemeen directeur
Mijnwater



Onderneming:
Mijnwater

Systeemleverancier:
Mijnwater

Locatie:
Heerlen

Start levering:
2008

Investingering

Een aanzienlijk voordeel voor Mijnwater is dat er gebruik kan worden gemaakt van de oude mijngangen. Deze staan vol met water. Realisatie van deze buffer was qua investering dus beperkt.

De investeringen van Mijnwater zitten vooral in de leidinginfrastructuur, de verschillende energiecentrales in het systeem en het boren van bronnen in de oude mijngangen.

Eindgebruikerskosten

Door middel van het vastrecht dekt Mijnwater de kosten voor het onderhoud, vervangingen en systeeminvesteringen (bron, backbone, transportnet en clusterinstallaties). De project-specifieke investeringen, zoals de energiecentrales en een eventueel distributienet, worden gefinancierd door middel van de BAK (bijdrage aansluitkosten).

De berekening hiernaast gaat uit van een gigajoule (GJ) tarief van €38,59 en een jaarverbruik van 12 GJ. Dit past bij een klein appartement.

Rekening eindgebruiker 2024

Vastrecht €475

Huur afleverset €120

Meettarief €26

Warmterekening €463

Totaal per jaar €1084

Gemiddeld per maand (incl. btw) €109

Technisch

De backbone, bestaande uit water afkomstig uit de mijnen, wordt gescheiden door middel van een clusterinstallatie. Deze installatie zorgt voor een hydraulische scheiding tussen het mijnwater en het geconditioneerde water in het transportnet. Energiecentrales aangesloten op het transportnet kunnen het water opwerken tot lage temperatuur (LT) of midden temperatuur (MT), afhankelijk van de warmtevraag van de woningen.

Vanaf de energiecentrales voorziet een distributienetwerk kleinverbruikers en eventuele grootverbruikers van warmte. Deze energiecentrales kunnen op straatniveau staan, maar bij appartementencomplexen kan de centrale ook in het gebouw zelf geïntegreerd zijn en van daaruit de warmte leveren. Grootverbruikers kunnen daarnaast rechtstreeks op het transportnet worden aangesloten.

Gebruikers die zijn aangesloten op een distributienet hebben alleen een afleverset nodig voor de levering van ruimteverwarming en warm tapwater. Hierdoor is relatief weinig ruimte nodig om dit systeem te integreren. Bij een lage temperatuuroplossing is echter een aanvullende tapwatervoorziening, zoals een boosterwarmtepomp, vereist.

Uitdagingen & geleerde lessen

Pandeigenaren

De bewoners kunnen nog beter geïnformeerd worden door hun huurbaas wanneer ze de woning gaan gebruiken. Veel mensen gebruiken het systeem op dezelfde manier als een CV-ketel en zetten 's avonds de thermostaat knop omlaag. Terwijl het systeem het meest optimaal werkt wanneer deze een constante temperatuur kan leveren.

Onbekende techniek

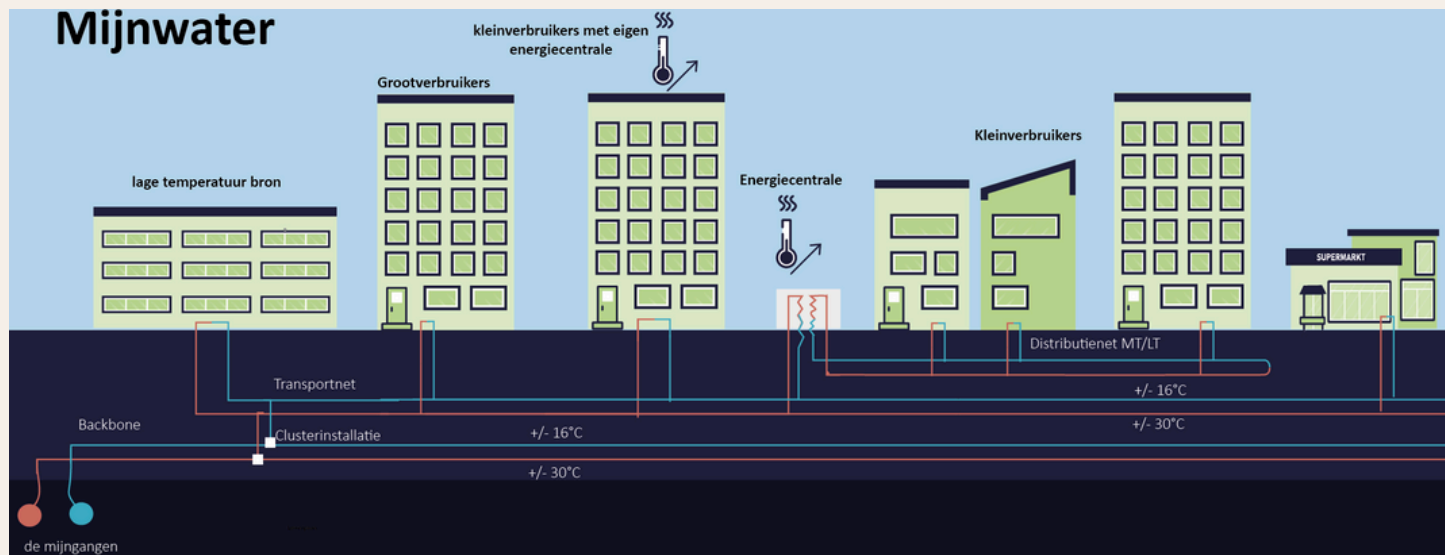
Het principe van een 5e generatie warmtenet is nog vrij onbekend in de markt. Door meer bekendheid te genereren voor deze techniek kunnen gemeentes hier gebruik van maken.

Vergunningaanvraag

Er is een zeer lange doorlooptijd bij het ministerie van KGG (Klimaat en Groene Groei) voor vergunningsaanvragen die benodigd zijn voor diepe boringen. Er dient dus ruim van te voren ingespeeld te worden op eventuele diepe boringen.

Succesvolle toepassing van een 5e generatie warmtenet

- **Succesvolle bronnenmix:** Een succesvolle bronnenmix: Dankzij de aansluiting van meerdere warmtebronnen op het ZLT-net kan leveringszekerheid worden gegarandeerd. Bij een storing kan een andere bron worden opgeschaald om de levering voort te zetten. Allereerst wordt gekeken of restwarmte intern bij de klant kan worden benut. De resterende warmte wordt vervolgens beschikbaar gesteld aan het cluster waarop de klant is aangesloten. De warmtebron in de mijnen fungeert hierbij als aanvullende bron en wordt met name ingezet wanneer andere bronnen niet voldoende capaciteit bieden.
- **Energiecentrale:** Op korte afstand van de gebouwen bevinden zich energiecentrales die de zeer lage temperatuur in het leidingwerk opwaarderen tot de benodigde temperatuur voor de woning.
- **Geschikt voor alle type bouw:** Deze oplossing is geschikt voor bestaande bouw en nieuwbouw. afhankelijk van de isolatiegraad wordt de temperatuur opgewaardeerd door de energiecentrale.
- **Afhankelijkheid van de pandeigenaar:** Energiecentrales kunnen zowel buiten als binnen gebouwen worden geïnstalleerd. Voor een succesvolle toepassing is het essentieel dat de pandeigenaar zorgt voor een binnen installatie die aan de technische eisen voldoet. Daarnaast is het belangrijk dat de pandeigenaar instructies geeft over het gebruik van de verwarming. Met een paar aanpassingen in het gebruikerspatroon kan deze techniek een goedkoper en duurzamer systeem worden voor de gebruiker.
- **Schaalbaarheid:** Het systeem is kleinschalig te starten en kan later worden uitgebreid. Door meer lage temperatuur restwarmtebronnen toe te voegen zit het systeem nog lang niet aan zijn limiet.



.....➔ "In het masterplan van Mijnwater hebben we te maken met een overschot aan warmte"

Aquathermie in Goirle

met de nabijgelegen Oostplas als bron

In de wijk Boschkens-Oost levert Eteck warmte van zeer lage temperatuur aan 380 huishoudens en enkele utiliteitsafnemers. De gemiddelde temperatuur ligt tussen 12 en 18 graden Celsius. De warmtebron is het oppervlaktewater van de Oostplas, waarbij ondergrondse opslag (WKO) zorgt voor seizoensbuffering.

Eteck heeft het project in 2018 overgenomen van Eneco, dat het ZLT-net parallel ontwikkelde met de duurzame nieuwbouwwijk Boschkens.

De woningen zijn uitgerust met vloerverwarming en daardoor geschikt voor lage temperatuurverwarming. Deze warmte wordt geleverd vanuit de technische ruimte, waar een warmtepomp staat die is gekoppeld aan het ZLT-net.

Exploitant:
Eteck

Locatie
Goirle, NL

Gemeente
Goirle

Start levering
2005 - 2009

Warmtebron	Er worden 11 bronnen gebruikt in combinatie met regeneratie via het oppervlaktewater van de Oostplas.
Aantal en type woningen	Er wordt geleverd aan 380 huishoudens (rijwoningen en enkele gestapelde bouw en 2 onder 1 kap) en enkele utiliteiten. Deze woningen zijn voorzien van een A label
Gemiddelde levertemperatuur	De temperatuur van het water dat aan de warmtepompen geleverd wordt is gemiddeld 16 graden Celsius.
Eigendom warmtepomp	Eteck is de eigenaar van de warmtepomp en verhuurt deze aan de afnemer. Na 15 jaar vervalt deze overeenkomst, waarna Eteck een nieuwe aanbieding doet voor een volgende termijn van 15 jaar.

“Door het gebruik van 11 WKO-systemen met regeneratie van de Oostplas ligt er een stabiel systeem dat nog tientallen jaren dienst kan doen”

— Gerardo Santander Naulin
Asset Manager
Eteck



Investering

Eteck heeft dit ZLT-systeem in 2018 overgenomen van Eneco. De exacte investeringskosten zijn daarom onbekend. Om de dienstverlening voort te zetten, heeft Eteck een herinvestering gedaan waarmee bewoners de mogelijkheid kregen om een warmtepomp te huren voor een tweede termijn van 15 jaar. Het project volgt een meerjarig onderhoudsplan met per jaar kosten die nodig zijn om het systeem op de gewenste conditie te houden.

Eindgebruikerskosten

De bewoners betalen vaste kosten, namelijk de vastrecht en een mogelijke huur van de warmtepomp. Aangenomen wordt dat de elektriciteitsvraag van een water-waterwarmtepomp 2000 kWh is bij een elektriciteitsprijs van €0,30 per kWh. Op die manier wordt voorkomen dat er een dubbele elektriciteitsmeters nodig is in de meterkast.

Kosten aansluiting 2025

Vastrecht warmte €322

Vastrecht koeling €292

Totaal vastrecht €614

Elektriciteit & huur
€600 + huur WP
warmtepomp

Totaal per maand (incl. btw) €121

Totaal per jaar €1214
+ huur WP

Technisch

Het systeem levert warmte en koude via een ZLT-distributiering, gevoed door 11 WKO-systemen (150 meter diep) met regeneratie vanuit het oppervlaktewater van de Oostplas. Iedere woning of appartement heeft een individuele warmtepomp met boilervat voor warm tapwater, geschikt voor piekvraag zoals een langere douchebeurt. Nieuwe warmtepompen zullen worden gemonitord; centrale aansturing ontbreekt omdat het huurproducten betreft en geen warmtelevering. Het koelsysteem varieert per afnemer, met opties zoals vloerverwarming of luchtkoeling.

Uitdagingen & geleerde lessen

Ecologische activiteit in de het aquathermie systeem

De filters in het TEO aquathermie systeem bleken poreus voor de rivierkreeft eitjes. Na uitkomst konden de kreeftjes het filter niet meer uit. De water inlaat voorzorg voor een continu aanvoer van voedsel. Ook hielden de filters de natuurlijke vijanden van de kreeften tegen. Als gevolg raakte het aquathermie systeem verstopt met rivierkreeftjes. Door het plaatsen van een filterkorf is dit probleem verholpen.

Concessie-overeenkomst

De concessieovereenkomst was/is niet in lijn met de geldende wet- en regelgeving. Dit geldt onder andere voor de gekozen tariefstructuur in de concessie, die is gebaseerd op vierkante meters en het NMDA-principe met een referentie naar de gaswoning. Dit staat (nu nog) in contrast met de door de Warmtewet voorgeschreven ACM-tarieven.

Nieuwe warmtepomp

Nieuwe warmtepompen zijn niet altijd geschikt voor combinatie met ZLT-netten, door middel van aansluitvoorwaarden weten bewoners en installateurs welke warmtepompen geschikt zijn.

Demarcatie & Leveringsverplichting

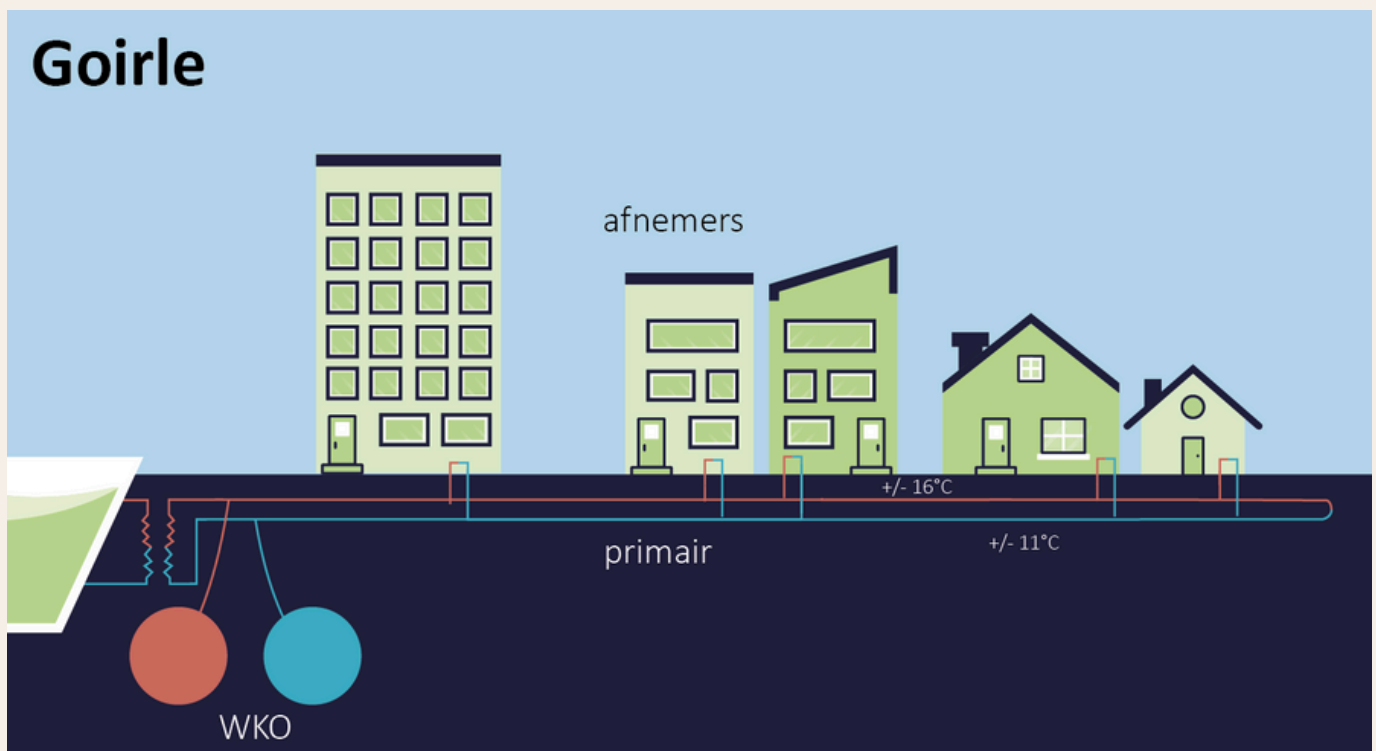
De centrale warmtepompen zijn veelal gekoppeld met buffervaten voor warm tapwater. Als deze in eigendom zijn van het warmtebedrijf, dan zijn er duidelijke afspraken nodig om te voorkomen dat het warmtebedrijf een boete krijgt als de gebruiker het decentrale buffervat leegtrekt. Die situatie kan bijvoorbeeld ontstaan door langdurig douchen.

Dubbele rol van Eteck

Eteck is bij dit ZLT-net dubbele leverancier: van de warmte (bron) en als verhuurder van warmtepompen. De warmtepomp viel de eerste 15 jaar onder de concessie, maar is daarna eigendom geworden van de bewoners. Eteck deed toen een nieuwe, concessievrije aanbieding. De bron blijft nog 15 jaar ongewijzigd. Veel bewoners zijn zich niet bewust van deze constructie en de eventuele voordelen die dit biedt.

Een ZLT-net welke reeds 15 jaar operationeel is

- **Realisatie en eigendom:** Het ZLT-net in de nieuwbouwwijk Boschkens-Oost is gerealiseerd over een periode van 4 jaar, namelijk 2005-2009. Aanvankelijk is dit warmtenet gerealiseerd onder de vlag van Eneco, in 2018 is eigendom van het ZLT-net overgegaan naar Eteck.
- **Eigendom van de warmtepomp:** Eteck biedt afnemers de mogelijkheid om een warmtepomp te huren, maar dat is niet verplicht. Het staat afnemers dus vrij om een zelf een warmtepomp aan te schaffen en installeren. Deze warmtepomp dient aan de aansluitvoorwaarden van Eteck te voldoen. Door deze aansluitvoorwaarden te delen met de installateur wordt er voor gezorgd dat de juiste warmtepomp gekocht wordt. Door het verhuren van warmtepompen heeft Eteck wel een dubbelrol, namelijk 1) als exploitant van het ZLT-net en 2) als verhuurder van de warmtepomp.
- **Verbruik per aansluiting:** Omdat totaal van het ZLT-net afgenomen GJ niet in rekening wordt gebracht, wordt dit ook niet gemeten. Er is daarom geen direct overzicht van het aantal GJ wat via het systeem wordt geleverd.
- **Individuele aansluiting voor de gestapelde bouw:** Het voorziet ook in de levering aan een beperkt aantal appartementen. Deze zijn voorzien van een individuele aansluiting, in plaats van een centrale technische ruimte.
- **Blik op de toekomst en CO2-reductie:** Het systeem is stabiel en operationeel, waardoor nieuwe bronnen of WKO-systemen niet nodig zijn. Binnenkort krijgen bewoners een nieuwe warmtepompaanbieding vanwege de einde levensduur van de huidige warmtepompen. Het aandeel duurzame energie is 30%, met een CO2-reductiedoel van 40%



Tijdens het Nationaal Warmtecongres 2019 is dit warmtenet uitgeroepen tot het duurzaamste warmtenet van Nederland in de categorie 'Innovatieve kleine netten'

Bodemwarmte in Terborg

met verticale gesloten bodemlussen

Het project in Terborg is een initiatief van woningcorporatie Wonion om 26 jaren '60-woningen van het gas af te halen. In plaats van traditionele warmtenetten met een centrale warmtebron, maakt dit systeem gebruik van een bronnet, waarbij een deel van de woningen per twee zijn aangesloten op één diepe bodembron. Het andere deel van de woningen maakt gebruik van individuele bodemlussen. Elke woning heeft een individuele water-water-warmtepomp die de warmte duurzaam opwaardeert.

Warmtebron	Zes verticale bodemlussen voor twaalf woningen. De overige veertien woningen hebben individuele bodemlussen.
Aantal aansluitingen en type woningen	In totaal 26 rijwoningen en hoekwoningen uit de jaren '60. Alle woningen zijn eigendom van woningcorporatie Wonion
Gemiddelde levertemperatuur	8-12 graden Celsius
Eigendom warmtepomp	Wonion is eigenaar van de warmtepomp, de huurder betaalt voor het eigen elektrisch verbruik

“Door twee woningen op één bodembron aan te sluiten, ontstond een micro-warmtenet: Een financieel aantrekkelijke oplossing”

--- Niek de Jong
Director Business Development
Itho Daalderop

Opdrachtgever
Wonion

Onderneming:
Wassink Installatie

Systeemleverancier:
Itho Daalderop

Locatie
Terborg, NL

Gemeente
Oude IJsselstreek

Start levering
2020



Investing

Het totale bedrag voor de renovatie van de tussenwoning is rond de €100.000, waarvan €17.000 voor de installatie van de warmtepomp.

De operationele kosten zijn laag, namelijk €30 per jaar voor monitoring en gemiddeld één servicebezoek elke vier jaar.

Eindgebruikerskosten

In plaats van de bewoners te laten betalen voor gigajoules warmte via een traditioneel warmtenet, betalen ze in Terborg enkel voor de elektriciteit die de warmtepomp verbruikt. Dit geeft de bewoners meer controle over de eigen energiekosten.

Als compensatie voor de investeringen die door Wonion zijn gedaan, betaalt de huurder een energiestatatievergoeding (EPV) van €41 per maand



Rekening eindgebruiker	
Energieprestatie-vergoeding (EPV)	€41
Gemeten kWh verbruik warmte en tapwater	€37
Totaal per maand (Incl. btw)	€94
Totaal per jaar	€936

Technisch

De warmtepomp in de woning levert warmte voor ruimteverwarming en het warm tapwater. Per woning is daarom ook een opslagvat voor warm water aanwezig. Voor de warmtepomp en het opslagvat is ruimte in de woning vrijgemaakt.

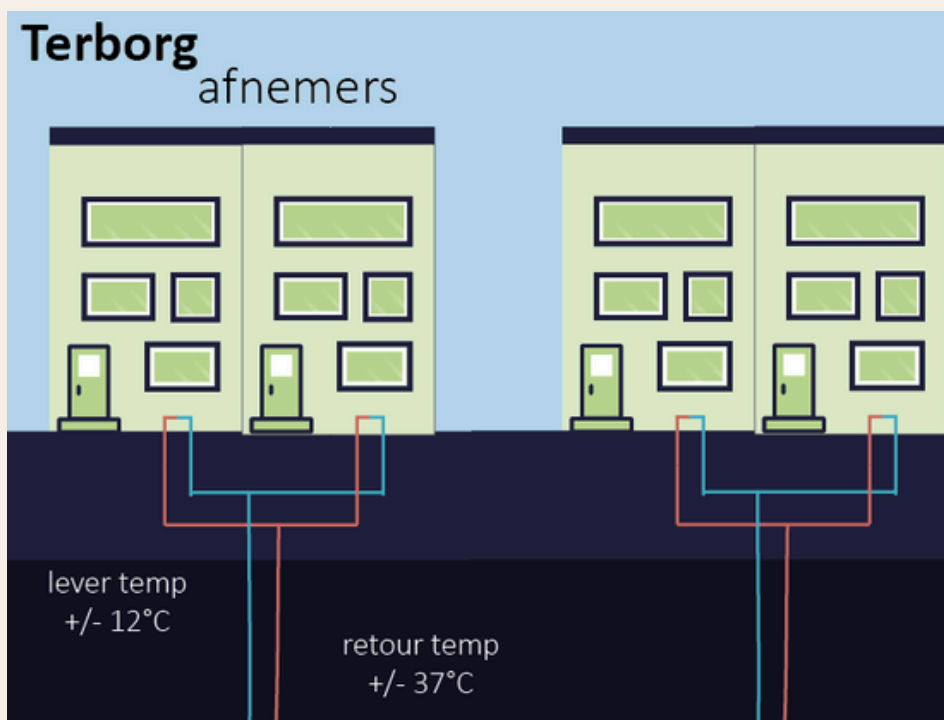
De woningen hebben een inductiekookplaat gekregen om te koken.

Uitdagingen & geleerde lessen

Aantal woningen per bodembron	In de praktijk blijkt dat drie woningen op één bron aangesloten kunnen worden. Dit inzicht kan in de toekomst bijdragen aan een efficiëntere inzet van bronnen en lagere kosten.
Het managen van de verwachtingen van de bewoners	Sommige bewoners waren in het begin niet tevreden, omdat ze moesten wennen aan verwarmen op lage temperatuur. Dit benadrukte het belang van goede communicatie over de werking van systeem.
Communicatie met de gemeente	De communicatie over het boren in gemeentegrond kende uitdagingen. In de beginfase was de gemeente terughoudend, wat uiteindelijk zorgde voor vertraging en aanvullende kosten.
Installatie warmtepompen vraagt om expertise	Installatie warmtepompen vraagt om expertise. Installateurs van de warmtepompen moesten aanvullend worden getraind om het systeem correct te installeren en om fouten te voorkomen.

Lage eindgebruikerskosten en (geen) geluid doorslaggevend

- **Bestaande bouw:** Het project laat zien hoe bodemenergie kan worden toegepast in bestaande bouw om woningen van het gas af te halen. De gekozen oplossing heeft aanzienlijke kosten om te realiseren, maar op langere termijn zijn de eindgebruikerskosten juist lager dan alternatieve oplossingen.
- **Duurzame en robuuste oplossing:** Deze vorm van bodemenergie is een duurzame energiebron met een hoog rendement. De verwachting is dat deze bron 50 jaar of langer meegaat. De warmtepompen hebben een levensduur van 15 jaar en alleen de warmtepomp module hoeft na die tijd vervangen te worden.
- **Levering van koude:** Hoewel de huidige installatie niet is ontworpen op het leveren van koude, is deze optie in de toekomst wel een mogelijkheid.
- **Minder geluidsoverlast:** Wonion was in een ander project niet tevreden met de geluidsoverlast van individuele lucht-water warmtepompen. Dit was een extra reden om een andere oplossing te kiezen voor Terborg.
- **Gemeenschappelijk bezit:** Het gezamenlijke eigendom van de woningen door de corporatie maakte de aanleg en aansluiting relatief eenvoudig.
- **Meer controle en onafhankelijkheid:** Wonion is volledig eigenaar van het systeem, inclusief de bronnen en de warmtepompen. Dit geeft hen meer controle over de energievoorziening van hun woningen en de kosten die daarmee gepaard gaan. Ze zijn niet afhankelijk van fluctuerende gasprijzen of de tarieven van een energieleverancier.
- **Schaalbaarheid:** Het systeem is kleinschalig te starten en kan later worden uitgebreid. In Terborg zijn er na de eerste 12 woningen nog eens 14 woningen aangesloten op hetzelfde systeem.



In de toekomst worden meer woningen op het systeem aangesloten. Woningen die nog niet zijn aangesloten, kunnen later worden toegevoegd door extra bodemplussen toe te voegen.

Restwarmte in Harderwijk

hergebruik van warmte uit de rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI)

Het project in Waterfront Harderwijk is een initiatief van de gemeente Harderwijk, de provincie Gelderland en Firan, in samenwerking met diverse partners. In een vooronderzoek heeft de gemeente verschillende warmteoplossingen verkend voor het nieuwbouwproject in Waterfront. Uit dit onderzoek kwam een warmtenet met thermische energie uit afvalwater en oppervlaktewater als de meest haalbare, betrouwbare en betaalbare oplossing naar voren. Dit zeer laagtemperatuur-warmtenet (ZLT-net) maakt daarom gebruik van restwarmte uit de nabijgelegen rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) om duurzaam te verwarmen. Iedere woning beschikt over een individuele water/water-warmtepomp die wordt gevoed via het ZLT-net. Het huidige netwerk bedient 196 woningen en zal in de toekomst worden uitgebreid met ondergrondse warmte-/koudeopslag (WKO). De plannen omvatten de aansluiting van 1.100 nieuwbouwwoningen en het Stadhuis. Daarnaast wordt onderzocht of het netwerk in de toekomst kan worden uitgebreid naar bestaande woningen in de wijk Zeebuurt.

Exploitant:
**Warmtenetwerk-
bedrijf Harderwijk
(WNH)**

Locatie
Harderwijk, NL

Gemeente
Harderwijk

Start levering
2023

Warmtebron	Restwarmte afkomstig van de nabijgelegen RWZI.
Aantal aansluitingen en type woningen	Er zijn 196 woningen aangesloten, met een 50/50 verdeling tussen grondgebonden woningen en appartementen.
Gemiddelde levertemperatuur	De gemiddelde temperatuur waarop warmte wordt geleverd ligt tussen de 10 en 16 graden Celsius.
Eigendom warmtepomp	De warmtepomp staat in de woning en is eigendom van de bewoner. Er is een optie om de warmtepomp te leasen.

“Ondernemerschap en daadkracht zijn cruciaal voor succesvolle samenwerking tussen Gemeente Harderwijk en Firan”

— Patrick van Duren
Operationeel Manager
WNH



Investering

De investeringskosten voor het leidingwerk en de bron van het project waren ongeveer €10 miljoen. Dit is exclusief de kosten van de warmtepompen.

De jaarlijkse operationele kosten, inclusief rente, bedragen 2-4% van de investeringskosten, wat neerkomt op €200.000 tot €400.000 per jaar voor de exploitant.

Eindgebruikerskosten

Gebruikers betalen alleen het vastrecht (ACM 2025) voor warmte en koeling en worden niet belast op basis van het aantal GJ dat zij van het ZLT-net afnemen.

De elektriciteitsvraag van een water-waterwarmtepomp wordt geschat op 2.000 kWh per jaar bij een elektriciteitsprijs van €0,30 per kWh. Het jaarlijkse onderhoud van de warmtepomp bedraagt €150. Deze kosten kunnen variëren per gebruiker.

Kosten aansluiting 2025

Vastrecht warmte	€321
Vastrecht koeling	€291
Totaal vastrecht	€613,52
Elektriciteitsverbruik warmtepomp	€600,-
Onderhoud warmtepomp	€150,-
Totaal per maand (Incl. btw)	€136
Totaal per jaar	€1363

Technisch

Warmte vanuit de RWZI wordt via het ZLT-net direct geleverd aan de aangesloten gebouwen. Iedere woning of appartement heeft een individuele warmtepomp met een eigen boilervat voor warm tapwater. Deze kunnen korte piekvraag opvangen, bijvoorbeeld voor een langere douchebeurt. Bij het uitbreiden van het ZLT-net zal er bij de RWZI een WKO geplaatst gaan worden.

Uitdagingen & geleerde lessen

Vervuiling in ondergrond

De vervuiling in de ondergrond vormde een uitdaging, waardoor bodemlussen geen haalbare optie waren. Daarom was er een alternatieve oplossing nodig.

Samenwerking met de gemeente

De samenwerking met de gemeente was een cruciaal onderdeel van het succes van dit project. Daarnaast was het essentieel om het lef te hebben om gewoon te beginnen; al doende leert men en kan men bijsturen.

Risicoanalyse en communicatie

Open communicatie en het goed in kaart brengen van risico's zijn belangrijk, ook al is het onmogelijk om van tevoren alle risico's en ontwikkelingen volledig in te schatten.

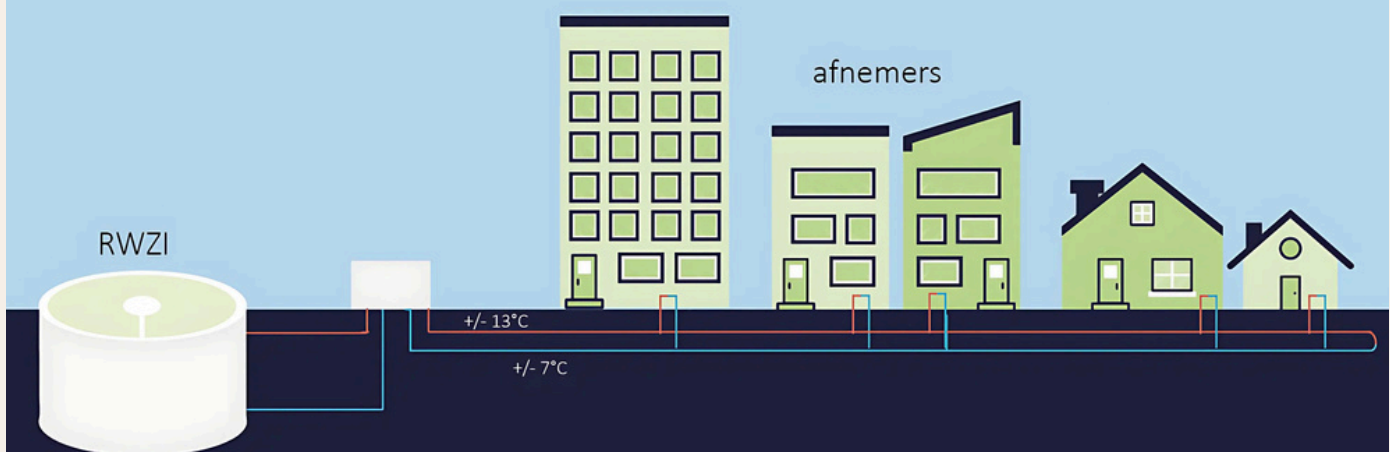
Ontwerp met oog op toekomst

Het is essentieel om rekening te houden met toekomstige uitbreidingen en ontwikkelingen bij het ontwerpen van het systeem. Bestaande leidingen kunnen op een later moment niet makkelijk worden vervangen.

Comfort en bodemvervuiling bepalend voor keuze warmtebron ZLT-net in Harderwijk

- **Duurzaamheid:** Het netwerk is volledig aardgasvrij en maakt gebruik van restwarmte van de nabijgelegen RWZI. Afhankelijk van de aangenomen elektriciteitsmix resulteert dit in een CO₂-reductie van 25-35% ten opzichte van aardgas.
- **Innovatie:** Het gebruik van de RWZI als primaire bron van warmte toont een innovatieve toepassing van lokale energiebronnen. De gemiddelde levertemperatuur van RWZI is 10°C-16°C en dus geschikt voor efficiënte verwarming via individuele warmtepompen.
- **Inzet RWZI als oplossing:** Er is bij de nieuwbouwlocatie sprake van bodemvervuiling, hierdoor bleek de inzet van bodemlussen niet haalbaar. Ook was het een wens om lucht/water warmtepompen te vermijden. Deze issues zijn effectief aangepakt door gebruik te maken van de RWZI als primaire bron van warmte.
- **Grootschalige dekking:** Het systeem dekt momenteel 196 woningen en kan in de toekomst meer woningen bedienen door uitbreidingen. Dat wijst op een succesvolle schaalbaarheid van dit project. Zo wordt het systeem in 2025 onder meer uitgebreid met 2 WKO-doubletten bij de RWZI, waarna in totaal tot 1.100 woningen kunnen worden aangesloten. Een extra uitbreiding met benutting van warmte uit oppervlaktewater (TEO) kan ook voor aanvullende flexibiliteit zorgen.
- **Stabiele kosten op lange termijn:** De kostenvoordelen liggen in de standaardisatie van tarieven en relatief lage variabele kosten voor bewoners. Het systeem is ontworpen voor stabiele kosten op de lange termijn door het gebruik van duurzame bronnen en een grootschalige aanpak. De aansluitkosten per woning kunnen in de toekomst lager worden wanneer de uitbreiding uitgevoerd wordt.

Waterfront Harderwijk



Deze innovatieve keuze biedt een stille, milieuvriendelijke oplossing en zorgt voor breed draagvlak onder bewoners

Bodemwarmte in Den Bosch

met regeneratie van het oppervlakte water

Het project Paleiskwartier in Den Bosch is een initiatief van de gemeente Den Bosch en Aveco de Bondt. Het omvat een warmte-koudeopslagsysteem met een netwerk dat warmte en koude levert aan woningen in het gebied rondom de Flipseweg, Onderwijsboulevard, Magistratenlaan, Hofvijver en Lege Waterlaan.

Het ZLT-net levert aan warmtepompen in de technische ruimte van de aangesloten complexen. Vanaf daar wordt voorzien in de levering van koeling, ruimteverwarming en warm tapwater.

Opdrachtgever
**Gemeente
Den Bosch**

Onderneming:
Ennatuurlijk

Systeemleverancier:
Duurzaam opgewekt

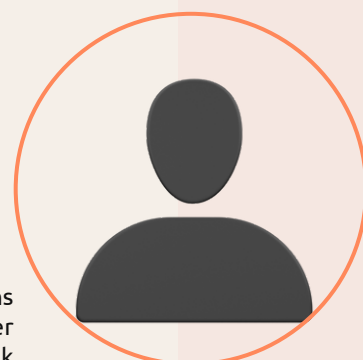
Locatie
Den Bosch, NL

Start levering
2001

Warmtebron	Bodemenergie door middel van 1 WKO systeem dat bestaat uit drie doubletten met een warmte- en koudebron. Regeneratie van deze WKO's gebeurt met behulp van aquathermie.
Aantal en type woningen	1.200 appartementen, het systeem is aangesloten tijdens de bouw van de appartementen. Er zijn ook enkele klein-zakelijke afnemers.
Gemiddelde levertemperatuur	De levertemperatuur varieert gedurende het jaar waarbij er een temperatuurverschil +/- 8 Kelvin is. De gemiddelde levertemperatuur is 14 graden
Eigendom warmtepomp	De warmtepomp staat in de technische ruimte van het complex en is eigendom van het warmtebedrijf.

“Een goede zonwering is van groot belang voor klanten op het zuiden voor optimaal comfort”

--- Bert Timmermans
Asset Manager
Ennatuurlijk



Investing

De geschatte investeringskosten voor het Paleiskwartier zijn:

- €450.000 voor de bronnen,
- €1.200.000 voor zes ketelhuisjes
- €600.000 - €700.000 voor de warmteleidingen in de grond.

De totale investeringskosten liggen dus tussen

€2.250.000,- en €2.350.000,-

De jaarlijkse onderhoudskosten worden geschat op €120.000,-

Rekening eindgebruiker 2025

Vaste kosten €761

Warmterekening €876

Totaal per jaar €1.637

Totaal per maand €164
(incl. BTW)

Eindgebruikerskosten

Leidingen in het gebouw kunnen worden aangelegd door de bouwer onder specificaties van Ennatuurlijk. De afleverset is +/- 1000,- per stuk

De tariefstructuur wordt bepaald door de ACM, en is gekoppeld aan de warmtetarieven van Ennatuurlijk. De berekening hiernaast gaat uit van een GJ tarief van €43,79. Een jaarverbruik van 20 GJ warmte komt daarmee uit op 876 euro

Technisch

Vanaf de WKO's loopt er een ringleiding die warmte en koude transporteert. Deze leidingen komen per complex binnen in een centrale technische ruimte met onder meer twee buffers. Eén buffer is voor ruimteverwarming, de ander is voor tapwater. De afleverset voor tapwater en ruimteverwarming bestaat uit één ringleidingsysteem met twee buizen. Daarnaast is er een aparte koude levering via een koelleidingsysteem, dat eveneens uit één ringleidingsysteem met twee buizen bestaat. Een centrale warmtepomp verwarmt het water tot de juiste temperatuur voor de afnemers in het complex.

Iedere woning is voorzien van een afleverset, zodat het mogelijk is om het individuele verbruik in rekening te brengen. De warmte en koude worden door middel van vloerverwarming overgedragen aan het appartement.

Merk op dat het systeem niet volledig aardgasvrij is, aangezien er gasketels worden gebruikt voor het warm tapwater. Er wordt gesproken over de mogelijkheid om dit te veranderen door middel van hoge temperatuur warmtepompen.

Uitdagingen & geleerde lessen

Afspraken maken met leveranciers en bewoners

Het is belangrijk om goede afspraken te maken met leveranciers over garantie en levensduur van materialen. Ook is er goede communicatie nodig met bewoners over afspraken met betrekking tot de retourtemperatuur.

Het managen van de verwachtingen van de bewoners

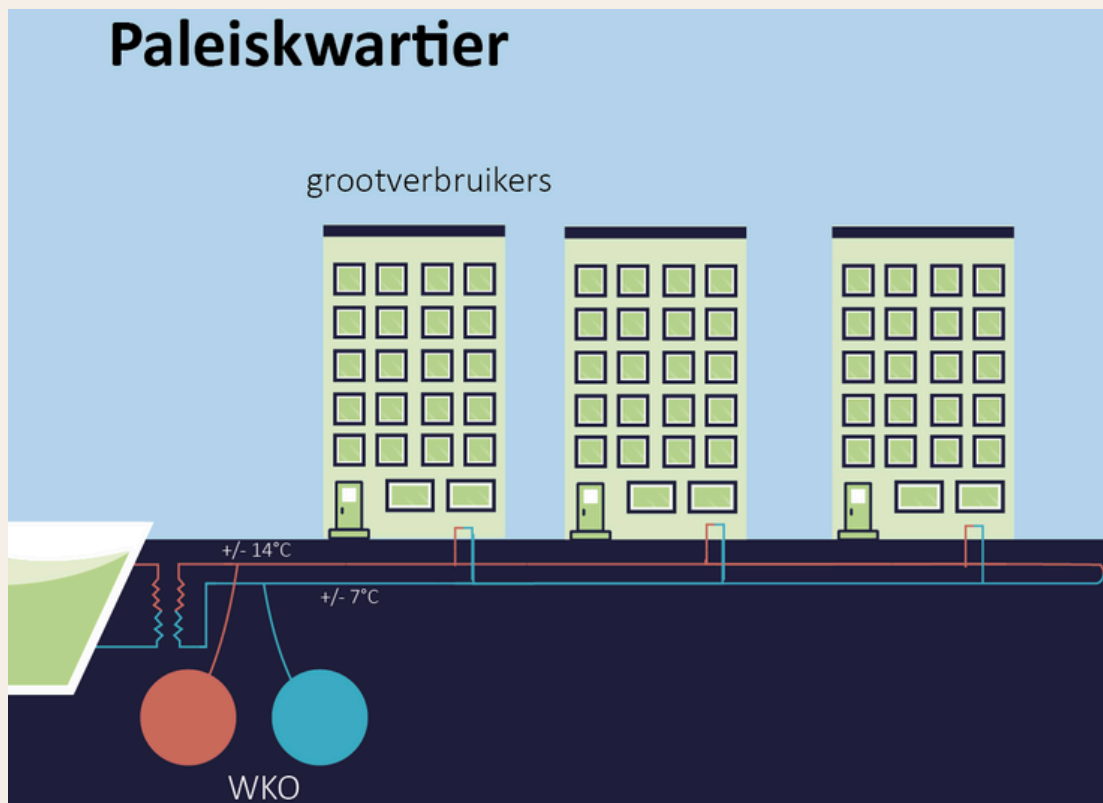
Sommige bewoners waren in het begin niet tevreden, omdat ze moesten wennen aan verwarmen en koelen met lage temperatuur. Dit benadrukt het belang van goede communicatie over de werking van systeem.

Zorg voor balans en effectief regenereren

Het is van belang om zorgvuldig rekening te houden met eventuele onbalans in het systeem en tegelijkertijd een doeltreffend regeneratieproces te implementeren. Door middel van "boetes" is er een middel om te voorkomen dat de bewoner meer koude afneemt dan dat men warmte verbruikt en daarmee dus het onbalans te voorkomen.

Koppeling van aquathermie en WKO, gerealiseerd tijdens de nieuwbouwfase van de gebouwen

- **Realisatie voorafgaand aan het bouwen van de toekomstige afnemers:** Het systeem werd gerealiseerd voordat de gebouwen van de toekomstige afnemers werd gebouwd. Op deze manier was de inpassing efficiënt en passend, zonder dat het op een later moment voor overlast zorgde of in de weg zat.
- **Nog niet aardgasvrij:** Het systeem is nu niet volledig aardgasvrij. Het warm tapwater wordt nu nog geleverd door gasketels in de technische ruimten. In de toekomst kunnen deze nog worden vervangen door hoge temperatuur warmtepompen. De CO₂-reductie die op dit moment is gerealiseerd is ongeveer 25% t.o.v. volledig aardgas.
- **Demarcatie tot aan de afleversets:** De exploitant van het warmtenet is eigenaar van het gehele systeem t/m de afleverset. Dat is dus inclusief de componenten in de technische ruimten en verdeel- en stijgleidingen in de panden. Dit ontzorgt de afnemers.
- **Een nogal traag systeem:** De ervaring leert dat het systeem nogal traag reageert op verwarmen en koelen. Gebruikers moeten hier goed over worden geïnformeerd, zodat er voldoende comfort wordt ervaren.
- **Hou rekening met levensduur van componenten:** De ervaring leert dat er goede afspraken nodig zijn met leveranciers over garantie en levensduur van materialen die benodigd zijn in de warmtepompen. Door de doorontwikkeling zijn systemen snel verouderd maar dient er alsnog onderhoud gepleegd te worden op de bestaande systemen.



Het project zal niet verder uitgebreid gaan worden omdat er geen ruimte meer is om bij te bouwen. Voor wat betreft de capaciteit van de bronnen was dit nog wel mogelijk geweest

Rest- en bodemwarmte in Heerhugowaard

met het Waerdse Energie Circuit (WEC)

Het WEC in Heerhugowaard is een innovatief project waarbij circa 1.250 woningen (voornamelijk nieuwbouw) en enkele bedrijven en instellingen zijn aangesloten op een ZLT-net. Het WEC begon met het idee, uit de koker van de oprichters van Kodi, om bij de renovatie van de N243 warmte uit asfalt te winnen. Dit initiatief, gesteund door de gemeente Heerhugowaard, leidde uiteindelijk tot de samenwerking met Burg Azijn, dat aangaf een warmteoverschot te hebben. Op basis van deze samenwerking ontstond het huidige energienetwerk, waarin restwarmte van Burg Azijn en bodemenergie efficiënt worden uitgewisseld. Door het gebruik van een ondergrondse opslag wordt energie op een duurzame manier opgeslagen en hergebruikt. Dit circulaire energiesysteem draagt bij aan de energieneutrale ambitie van Heerhugowaard en biedt zowel comfort als een gezondere leefomgeving voor bewoners en afnemers.

Warmtebron	Restwarmte (Burg Azijn), open bodemenergiesystemen (OBES) en asfaltcollectoren (voor regeneratie).
Aantal en type woningen	Op dit moment circa 1.250 (voornamelijk nieuwbouw) hoogbouw woningen en enkele bedrijven en instellingen.
Gemiddelde levertemperatuur	De gemiddeld geleverde temperatuur is 25 graden Celsius, voor koude is dit 12 graden Celsius.
Eigendom warmtepomp	Bij utiliteitsgebouwen is de pandeigenaar ook eigenaar van de opwekkingsinstallatie achter de TSA. Bij woningbouwprojecten is DRH ook eigenaar van de opwekkingsinstallatie en ligt de demarcatie op de afleverset in de woningen

“Behandel Zeer Lage Temperatuur-netten niet hetzelfde als Hoge Temperatuur-netten”

--- Marvin Boom
Operationeel Directeur
Kodi BV



Opdrachtgever
**Duurzame Ring
Heerhugowaard
(DRH)**

Onderneming:
Kodi BV

Exploitant:
**Duurzame Ring
Heerhugowaard
(DRH)**

Locatie
Heerhugowaard, NL

Gemeente
Dijk en Waard

Start levering
2018

Investing

De totale investeringskosten van het project lagen tussen de 7 en 8 miljoen euro, exclusief de kosten voor gebouwinstallaties. Deze investering omvat de centrale installatiegedeelten.

De operationele kosten bestaan uit de uitgaven voor elektriciteitsinkoop, netbeheer, onderhoud en beheer. Deze kosten bedragen jaarlijks tussen de 200.000 en 300.000 euro.

Eindgebruikerskosten

De tariefstructuur voor warmte en koude verschilt tussen utiliteiten en woningen. Voor utiliteiten wordt een vast tarief gehanteerd op basis van het afgenomen vermogen, terwijl het variabele deel afhankelijk is van de hoeveelheid verbruikte energie (GJ).

Rekening kleinverbruiker 2025

Vastrecht warmte €322

Vastrecht koeling €292

Warmterekening €350

Kouderekening €219

Jaarrekening €1.183

Maandrekening €118
(incl. btw)

Voor woningen geldt de maximale prijs zoals vastgesteld door de ACM, wat zorgt voor duidelijkheid en bescherming van de consument.

De berekening hierboven gaat uit van een GJ-tarief van €43,79 en een jaarverbruik van 8 GJ voor warmte en 5 GJ voor koude.

Technisch

Een van de belangrijkste technische voordelen van het Waerdse Energie Circuit (WEC) is de mogelijkheid tot actieve energie-uitwisseling tussen afnemers.

Restwarmte en restkoude kunnen onafhankelijk van andere afnemers aan het systeem worden onttrokken en toegevoegd. Met warmtepompen bij de afnemers wordt de geleverde temperatuur, waar nodig, verhoogd naar de gewenste temperatuur.

Uitdagingen & geleerde lessen

Vergunning en energiecircuit

De Waterwetvergunning vraagt om een zekere mate van balans in het energiecircuit. Door het gebrek aan strategisch beheer leidt extra regeneratie vooral tot hogere kosten. Dit belemmert duurzame groei van ZLT-net.

Energielabels en woningwaardering

Energielabels beïnvloeden huur- en koopprijzen. Bij gebruik van ZLT-warmtenetten moet een (conservatieve) forfaitaire waarde worden gebruikt, ondanks dat er een EMG-verklaring beschikbaar is. Gebruik van conservatieve waarden geeft slechtere energielabels.

PR en communicatie

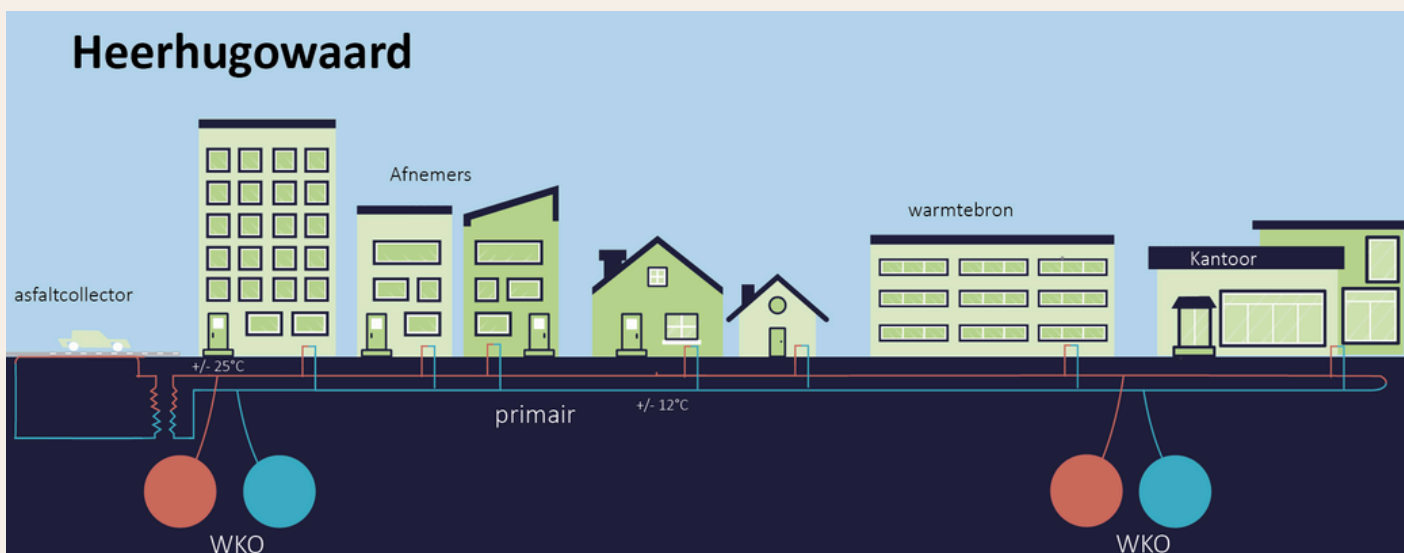
Bij DRH en Kodi ligt de focus op techniek, maar PR is een uitdaging. Zonder een duidelijke ambassadeur blijft de zichtbaarheid van de gerealiseerde oplossing beperkt. Hierdoor worden kansen om een maatschappelijke impact te maken gemist.

Lokale overheid en samenwerking

Betere samenwerking met lokale overheden is nodig. Als privaat bedrijf blijft betrokkenheid achter, terwijl het geleverde concept maatschappelijk aantrekkelijk is als duurzame energievoorziening.

Succesvol rest- en bodemwarmte circuit voor woningen en utiliteiten

- **Lage thermische verliezen:** Het ZLT-net heeft lage thermische distributieverliezen door een passend temperatuurregime, wat efficiëntie verhoogt.
- **Koppeling met een grote afnemer:** Het ZLT-systeem combineert goed met de behoefte van de grootste afnemer én leverancier van restwarmte, namelijk Burg Azijn. Het systeem kan, wanneer nodig, ook onafhankelijk van Burg blijven opereren. Dit geeft het systeem een solide basis gedurende de exploitatie.
- **Restwarmtegebruik en duurzaamheid:** Het gebruik maken van restwarmte en bodemenergie, draagt bij aan duurzaamheid. Het project is volledig aardgasvrij, wat een belangrijke stap is richting een energieneutraal Heerhugowaard tegen 2030.
- **Flexibiliteit en energie-uitwisseling:** Gebruikers kunnen zowel warmte als koude terugleveren aan het net. Deze flexibiliteit maakt directe uitwisseling van energie tussen afnemers mogelijk. Op het moment van schrijven wordt een uitbreiding met energie opslag in de bodem (OBES) gerealiseerd, de verwachting is dat dit het systeem robuuster zal maken.
- **Ontwikkeling en potentie van het WEC:** Het WEC kan theoretisch oneindig uitbreiden door koppeling van open bronsystemen, al beperken leidinggroottes dit praktisch (Ø315 mm richting noorden, 5,5 MW thermisch en Ø280 mm richting zuiden, 3,5 MW thermisch). Contracten met Woodstone en Parelhof (500 WEQ) zijn rond, en uitbreidingen zoals Stadshart en transformatielocatie De Frans bieden kansen. Ook bedrijventerrein Beveland en ontwikkelingen richting de Oostrand (600 woningen) zijn kansrijke leads voor verdere groei.



.....➔ De integratie van biorestwarmte en regeneratieve asfaltcollectoren zorgt niet alleen voor een betrouwbare warmtebron, maar draagt ook bij aan een lagere ecologische voetafdruk

Uitwisseling van warmte en koude op bedrijventerrein Midden Brabant Poort

met ondersteuning van WKO-systemen

Het ZLT-netwerk op het bedrijventerrein Midden Brabant Poort in Gilze en Rijen levert warmte en koude aan 13 bedrijven. Het systeem wisselt energie uit tussen bedrijven. Doordat ze verschillende warmte- en koudebehoeften hebben, vullen ze elkaar aan. Het overschot aan warmte of koude van het ene bedrijf wordt door het andere bedrijf gebruikt.

Het net is aangelegd bij de ontwikkeling van het industrieterrein, waarbij het de gestelde ambitie was om het meest duurzame industrieterrein van Nederland te realiseren. Warmte en koudelevering via een ZLT-net sloot goed aan bij deze ambitie.

Warmtebron	Een warmte koude opslag, daarnaast wisselen de aangesloten bedrijven ook onderling energie uit.
Aantal en type woningen	13 verschillende bedrijven
Gemiddelde levertemperatuur	10 - 16 graden Celsius
Eigendom warmtepomp	De warmtepomp staat bij de afnemer en is eigendom van de eigenaar van het pand

“Het is een uniek systeem vanwege de onderlinge uitwisseling van energie tussen bedrijven met verschillende warmte- en koudebehoefte”

--- Martan van Meurs
NRGTEQ

Opdrachtgever
Roozen van Hoppe

Onderneming:
**NRGTEQ
CVH Projects B.V.**

Locatie
**Bedrijvenpark
Midden Brabant
Poort**

Gemeente
Gilze en Rijen

Start levering
2010-11



Investering

De totale investering bedraagt circa €1.500.000.

De operationele kosten omvatten uitgaven voor elektriciteitsinkoop, netbeheer, onderhoud en beheer, en bedragen jaarlijks ongeveer €50.000.

Eindgebruikerskosten

De bedrijven betalen per GJ warmte en koude die ze via het ZLT-net ontvangen. Door de invoering van de Warmtewet en de latere wijzigingen daarin kan de verrekening na afloop van de initiële contractperiode mogelijk veranderen.

De pandeigenaar is verantwoordelijk voor aanschaf, onderhoud en het elektrisch verbruik van de warmtepomp. Verder dienen de bedrijven een eigen voorziening voor warm tapwater te realiseren.

Rekening eindgebruiker

Warmte	€13,- per GJ
Koude	€5,95 per GJ

Meterhuur

Warmtepomp

Elektra-verbruik	€ 0,30 per kWh
------------------	----------------

Technisch

Een bijzonder aspect van dit project op het bedrijventerrein is de mogelijkheid om onderling energie uit te wisselen. Het netwerk bevat geen circulatiepompen; de stroming wordt volledig verzorgd door de pompen in de afleversets. Wanneer er geen of weinig afname is dan staat het water (vrijwel) stil en is er geen stroming.

De warmtepomp in elk pand voorziet in warmte en koude voor ruimteverwarming. Warm tapwater valt buiten de scope van dit project, waardoor pandeigenaren zelf een oplossing moeten kiezen. Gangbare opties zijn een elektrische boiler of een warmtepomp met een geïntegreerd boilervat.

Uitdagingen & geleerde lessen

Geen aansluitplicht

Er is gekozen om te realiseren zonder aansluitplicht voor bedrijven, achteraf blijkt dit een gemiste kans. Ongeveer 30% van de bedrijven is aangesloten op het ZLT-net. Bij meer deelname zou exploitatie interessanter zijn.

Geen warm tapwater

Het ZLT-net voorziet in koude/warmte om kantoren mee te koelen of verwarmen. Dit zijn in bedrijfspanden grotere energievragers dan warm tapwater. Het is dan ook aan de pandeigenaren om zelf een oplossing te kiezen voor de warm tapwater voorziening.

Communicatie met de gemeente

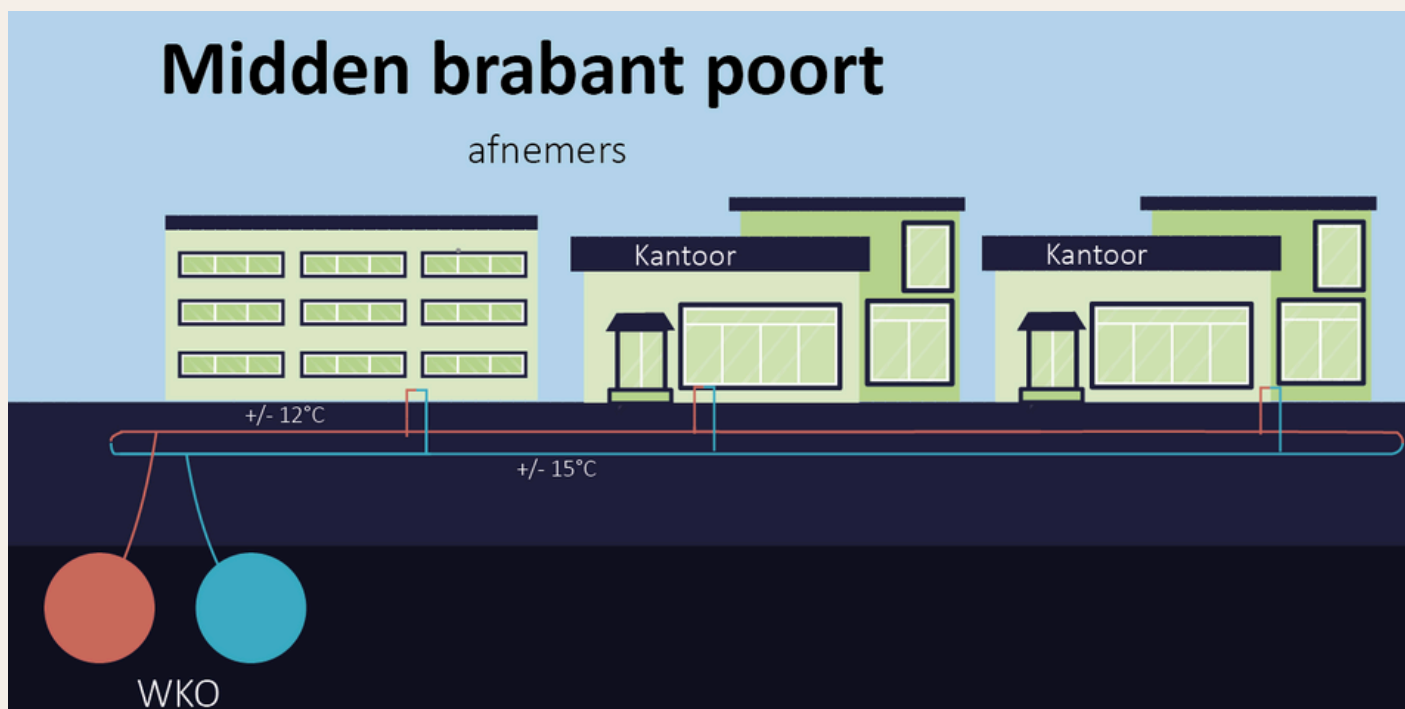
De communicatie over de aanleg van het warmtenet in gemeentegrond kende uitdagingen. Om alle betrokken partijen bij elkaar te brengen, duurde langer dan verwacht en heeft tot aanvullende kosten geleid. Het is belangrijk om de gemeente goed en op tijd mee te nemen in de communicatie en daarvoor 1 aanspreekpunt aan te wijzen

Installatie warmtepompen vraagt om de juiste expertise

Installatie warmtepompen vraagt om specifieke expertise, het is een voorwaarde voor een goed werkend systeem. Tijdens de realisatiefase van dit ZLT-net was de juiste kennis nog niet breed aanwezig. Installateurs van de warmtepompen moesten aanvullend worden getraind.

Bedrijven wisselen onderling warmte en koude uit, gekoppeld via een ZLT-net en WKO-systemen

- **Een flinke CO2-besparing:** Het ZLT-net op bedrijventerrein Midden Brabant Poort is jaarlijks goed voor ongeveer 160 ton CO2-besparing. Die besparing is hetzelfde als het aardgasvrij maken van ongeveer 90 gemiddelde huishoudens.
- **Subsidie op pandniveau:** Bij de aanleg van het systeem zijn geen specifieke subsidies ontvangen, maar de pandeigenaren die aansloten konden wel een subsidie krijgen op de warmtepompen. Die zijn namelijk in eigen beheer aangelegd.
- **Efficiënte installatie op pandniveau:** De warmtepompen halen hogere COP's door gebruik te maken van luchtverwarming of vloerverwarming. Deze lage temperatuur systemen voorzien ook in de koelingbehoefte.
- **Meerdere WKO-systemen:** Op het bedrijventerrein Midden Brabant Poort zijn in totaal 3 WKO-systemen via het ZLT-net gekoppeld. Deze maken gebruik van een 'watervoerend pakket' in de ondergrond als buffer voor warmte en koude. Op deze manier kunnen de verschillende afnemers voor een langere periode warmte of koude afnemen van het ZLT-net.
- **Eigen verantwoordelijkheid:** De aangesloten panden zijn zelf verantwoordelijk voor alle systemen ná de afleverset. Voorbeelden daarvan zijn de warmtepomp, maar ook circulatiepompen en afgiftesystemen. Omdat pandeigenaren zelf in beheer zijn van deze systemen, er zijn geen (grote) klachten bekend over het functioneren van het ZLT-net.



Het warmtenet op Midden Brabant Poort is één van de weinige ZLT-netten waar een prijs per GJ in rekening wordt gebracht. Met het beperkte aantal bedrijfspanden als afnemers was het haalbaar om tot deze afspraak te komen

Het E.ON Ectogrid in Lund

geeft de mogelijkheid om energie tussen gebouwen te laten circuleren, hergebruiken en verdelen

Het Medicon Village E.ON ectogrid™ verbindt vijftien commerciële panden en woongebouwen met verschillende verwarmings- en koelingsbehoeften, en heeft daardoor het energieverbruik van het onderzoekspark drastisch veranderd.

Voordat E.ON ectogrid™ werd geïnstalleerd, werd ongeveer 10 GWh stadsverwarming en 4 GWh stadskoeling geleverd. Het langetermijndoel is om 11 GWh in evenwicht te brengen en ervoor te zorgen dat het systeem slechts 3 GWh geleverde energie nodig heeft.

Warmtebron	De bronnen in dit project zijn de lucht/water-warmtepompen en de koeltorens. Het systeem is in belangrijke mate afhankelijk van energie-uitwisseling tussen afnemers.
Aantal aangesloten panden	15 panden met commerciële functie, voornamelijk medische gebouwen, waaronder ziekenhuizen en onderzoeksfaciliteiten.
Gemiddelde levertemperatuur	De levertemperatuur van warmte varieert tussen 7 en 17°C in de winter en in de zomer 17 tot 25°C.
Eigendom warmtepomp	EON is eigenaar van alle apparatuur, klanten betalen alleen voor de geleverde warmte en koeling.

“De sleutel tot dit project ligt in de intelligente software; het zorgt voor een optimale balans tussen warmte en koude en controleert de energie-uitwisseling tussen de gebouwen”

--- Christina Hedegaard-Friis
Head of Solution Design
EON

Opdrachtgever
Medicon Village

Onderneming:
E.ON

Systeemleverancier:
E.ON

Locatie
Lund, Zweden

Start ontwikkeling -
2015
Start bouw -
2017
Start levering -
2018
Einde bouw -
2024



Investering

De E.ON ectogrid™ in Lund begon als een demonstratieproject dat zich nu heeft ontwikkeld tot een commerciële locatie met bewezen technologie. Er zijn enkele extra financiële risico's en de ontwikkeling van technische kenmerken die zijn ondersteund door het Zweedse Energieagentschap. De exacte investeringskosten voor dit project zijn daarom door E.ON niet gedeeld.

Eindgebruikerskosten

De klanten betalen een prijs per megawattuur voor verwarming en koeling. E.ON betaalt voor de elektriciteit naar de decentrale warmtepompen en apparatuur. Het is dus in het belang van E.ON om het systeem zo efficiënt mogelijk te laten werken.

Exacte prijzen voor eindgebruikers zijn door E.ON niet gedeeld. Maar aangegeven werd dat de klant in Medicon Village zijn energieprijzen zal zien dalen met ca. 20%.

Technisch

Via gedecentraliseerde warmtepompen in elk gebouw, verbonden op een gemeenschappelijk lagetemperatuurnetwerk, wordt overtollige energie teruggewonnen en verdeeld tussen gebouwen. Hiervoor wordt een 2-pijpsysteem met kunststof leidingen gebruikt. Op dit systeem bevinden zich een centrale accumulator tank (passieve balans) om kortstondige onbalans in het net te compenseren, en een centrale actieve balans (verwarming en koeling introduceren wanneer nodig), bestaande uit een centrale koude- en warmtepomp en koeltorens in het geval van Medicon.

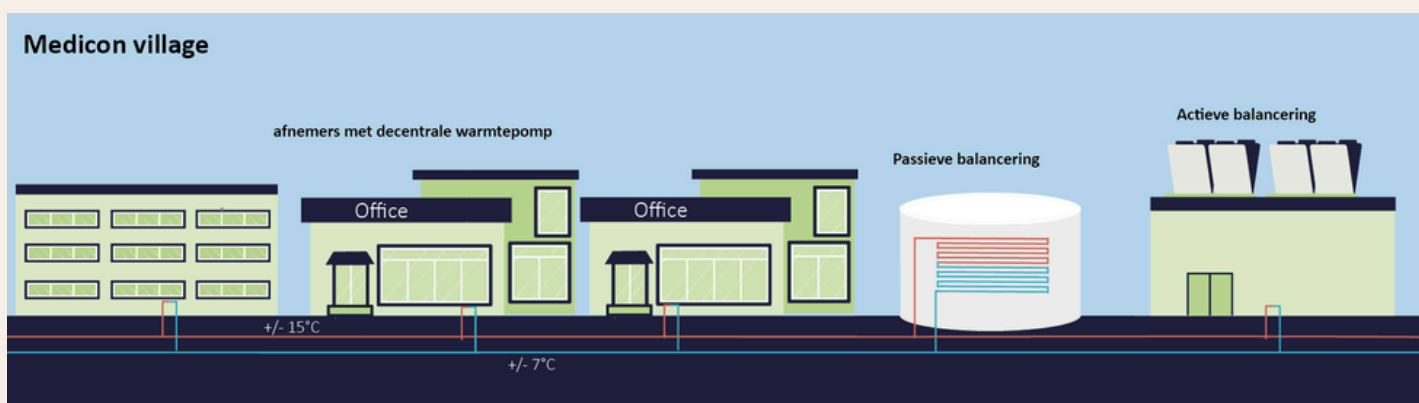
Het systeem minimaliseert verspilling en maximaliseert efficiëntie. De werking van het systeem is grotendeels gebaseerd op data. In gedecentraliseerde energiesystemen, waar de beschikbaarheid van energie fluctueert en kostenpatronen variabel zijn, zijn slimme dataplatforms cruciaal om het energiesysteem efficiënt en effectief te laten functioneren.

Uitdagingen & geleerde lessen

Werking warmtepompen	Warmtepompen op de markt zijn niet geoptimaliseerd voor lage temperatuur netwerken, samenwerking met fabrikanten is noodzakelijk om passende systemen te verkrijgen.
Slim softwareplatform nodig	De complexiteit van het systeem van Medicon vereist een intelligent software platform met algoritmen. Deze systemen optimaliseren de uitwisseling van warmte en koude tussen afnemers. De software voorspelt de energiebehoefte voor de komende 24-48 uur.
Versnellen installatieproces	Installatieproces van nieuwe gebouwen moet versneld worden, in de toekomst worden daarom prefab modules overwogen. De doorlooptijd van klantgesprekken over aansluitingen is ook tijdintensief, dit kan een uitdaging worden voor optimale energiebesparing en efficiëntiewinst.
Flexibele businessmodellen	Verschillende businessmodellen zijn mogelijk, afhankelijk van het eigendom en beheer van de subcentrales. Meestal bouwt, bezit en exploiteert E.ON het volledige systeem. In het "rastermodel" is de klant eigenaar en beheerder van de subcentrales in de gebouwen. Wanneer E.ON eigenaar is, betaalt het bedrijf de elektriciteitskosten voor de warmtepompen en koelmachines. Wanneer de klant eigenaar is, komen deze kosten voor rekening van de klant.

Een reductie van 75% ten opzichte van de oude energiebehoefte, door slimme uitwisseling van warmte & koude.

- **Vervangend systeem:** Het Ectogrid ZLT-net is aangelegd als vervanging voor een ouder warmtenet dat op deze locatie lag.
- **Levering van warmte & koude:** Het systeem voorziet in de levering van warmte & koude. In het geval van koeling wordt een overschot warmte uit een gebouw teruggeleverd aan het ZLT-net. Die warmte kan vervolgens door een andere afnemer worden ingezet om te voorzien in een warmtebehoefte. Op deze manier ontstaat er 'uitwisseling tussen afnemers', wat mogelijk wordt gemaakt via het Ectogrid.
- **Balans:** Het functioneren van het Ectogrid is afhankelijk van een redelijke balans tussen de warmte- en koude behoefte van de afnemers. Als deze balans ontbreekt - bijvoorbeeld als alle afnemers alleen een warmtebehoefte hebben - dan zal het systeem afhankelijker worden van externe energiebronnen.
- **Inzet buffer (accumulator, 150 m3):** Thermische opslag zorgt voor hydraulisch evenwicht en biedt thermische flexibiliteit doordat de vraag naar verwarming en koeling dynamisch varieert in de tijd. In de winter wordt de temperatuur van het E.ON ectogrid™ laag gehouden, bijvoorbeeld 7/17 °C zoals bij Medicon, om te voldoen aan de hoge verwarmingsvraag. In de zomer wordt de temperatuur juist verhoogd, bijvoorbeeld 17/25 °C, om efficiënte koeling via bronnen zoals koeltorens mogelijk te maken. Wanneer er een energiebalans is tussen verwarming en koeling, levert de accumulator, samen met de traagheid van het systeem, de benodigde energie om temperatuurveranderingen te compenseren. Tijdens deze balansfase wordt geen externe energie toegevoegd, en blijft de temperatuur in de accumulator binnen de genoemde grenzen.
- **Een volledig duurzaam systeem:** Bovenop de gereduceerde energiebehoefte, streeft het systeem naar een volledige verduurzaming van het elektriciteitsverbruik. Op deze manier ontstaat een emissievrij energiesysteem.
- **Continue verbetering:** De ontwikkeling van technologie staat niet stil, in de loop der tijd zullen machines zoals waterpompen, warmtepompen en koeltorens worden vervangen door efficiënter modellen. Als externe duurzame warmtebron wordt aansluiting op de restwarmte van een datacenter overwogen.



Ectogrid brengt de energiebehoeften op duurzame wijze in evenwicht wat gepaard gaat met lage investeringskosten. Er is gekozen voor Ectogrid om kosten te besparen op het gebied van verwarmen en koelen

Bodemwarmte in Barkenberg

door inzet van warmte uit grondwater

In de Duitse wijk Dorsten-Wulfen, gelegen in de deelstaat Noordrijn-Westfalen, werd in 1977 een lokaal warmtenet aangelegd. Hierop zijn oorspronkelijk 73 warmtepompen aangesloten, die sindsdien zorgen voor een milieuvriendelijke warmtevoorziening. In de "Nieuwe Stad Wulfen" werd het lokale verwarmingsnetwerk aangesloten op 117 appartementen in 71 gebouwen met in totaal 12.240 m2 woonoppervlak in de woonwijken Heidbruch en Hetkerbruch.

Op een later moment is het gemeenschapscentrum Wulfen (inclusief zwembad) ook aangesloten op het ZLT-net. In de loop der tijd hebben enkele oorspronkelijke afnemers gekozen voor een individuele oplossing. Op dit moment voorziet het ZLT-net in warmtelevering aan 40 warmtepompen en 53 wooneenheden. Het systeem voorziet niet in de levering van koude.

Naam project:
Barkenberg

Project eigenaar
OET Kälte & Wärme GmbH

Locatie
**Dorsten-Wulfen,
Duitsland**

Start levering
1977

Warmtebron	Grondwater wordt in dit ZLT-net ingezet als warmtebron
Aantal aansluitingen	53 wooneenheden, waarbij in sommige gevallen een warmtepomp wordt gedeeld door 2 woningen
Gemiddelde levertemperatuur	6-12 graden Celsius
Eigendom warmtepomp	De gebouweigenaar is zelf eigenaar van de warmtepomp

"48 jaar geleden was dit een van de eerste grootschalige toepassingen van grondwater voor warmtepompen, wat waardevolle inzichten opleverde voor de verdere ontwikkeling van warmtepompsystemen"

--- Alfons Feldevert-Höveler
OET Kälte & Wärme GmbH



Investing

Het systeem is aangelegd tijdens de nieuwbouw van de wijk in de jaren 70, daarmee is het dus ruim 45 jaar oud.

De aansluitkosten voor een nieuwe aansluiting zijn €1.000.

Eindgebruikerskosten

Afnemers van dit ZLT-net in Duitsland betalen jaarlijks €30,- administratiekosten en €0,16 per kubieke meter water van het systeem.

Gemiddeld wordt er per aangesloten eenheid 2.227 m³ water afgeleverd. Inclusief btw zijn de jaarlijkse kosten daarvan circa €424.

De kosten voor het onderhoud en het elektriciteitsverbruik van de warmtepomp komen daar nog bij. Het elektriciteitsverbruik wordt geschat op 2.000 kWh per jaar, bij een tarief van €0,30 per kWh. De jaarlijkse onderhoudskosten worden geraamd op €150.

Rekening eindgebruiker

Administratiekosten	€30
Afname water	€424
Onderhoud	€150
elektrisch verbruik warmtepomp	€600

Totaal per jaar	€1204
Totaal per maand (incl. btw)	€119

Aansluitkosten (eenmalig)	€1.000
---------------------------	--------

Technisch

Het netwerk is een tweepijpsysteem met een aanvoerleiding die het water naar de warmtepompen brengt en een retourleiding die het water terugvoert naar drie "schluckbrunnen" (infiltratieputten). Deze putten zijn 30-40 meter diep. De doorstroompompen zitten op 18 meter diepte.

De leidingen in het netwerk zijn ongeïsoleerd en gemaakt van PE. Een deel van de primaire 'hoofdleiding' is gemaakt van PVC. De isolatie van de aangesloten woningen is in veel gevallen 45 jaar oud, waarbij de (meeste) gebouwen wel dubbelglas en vloerverwarming hebben.

Uitdagingen & geleerde lessen

Het systeem is overgedimensioneerd

Het systeem is zwaar overgedimensioneerd ("total überdimensioniert"), de bron is ontworpen op levering van 100% van de warmtevraag. In principe is er dus ruimte om meer woningen op het systeem aan te sluiten. Dit maakt ook dat externe invloeden zoals het weer geen invloed hebben op het systeem.

Geen gebruik van warmteopslag

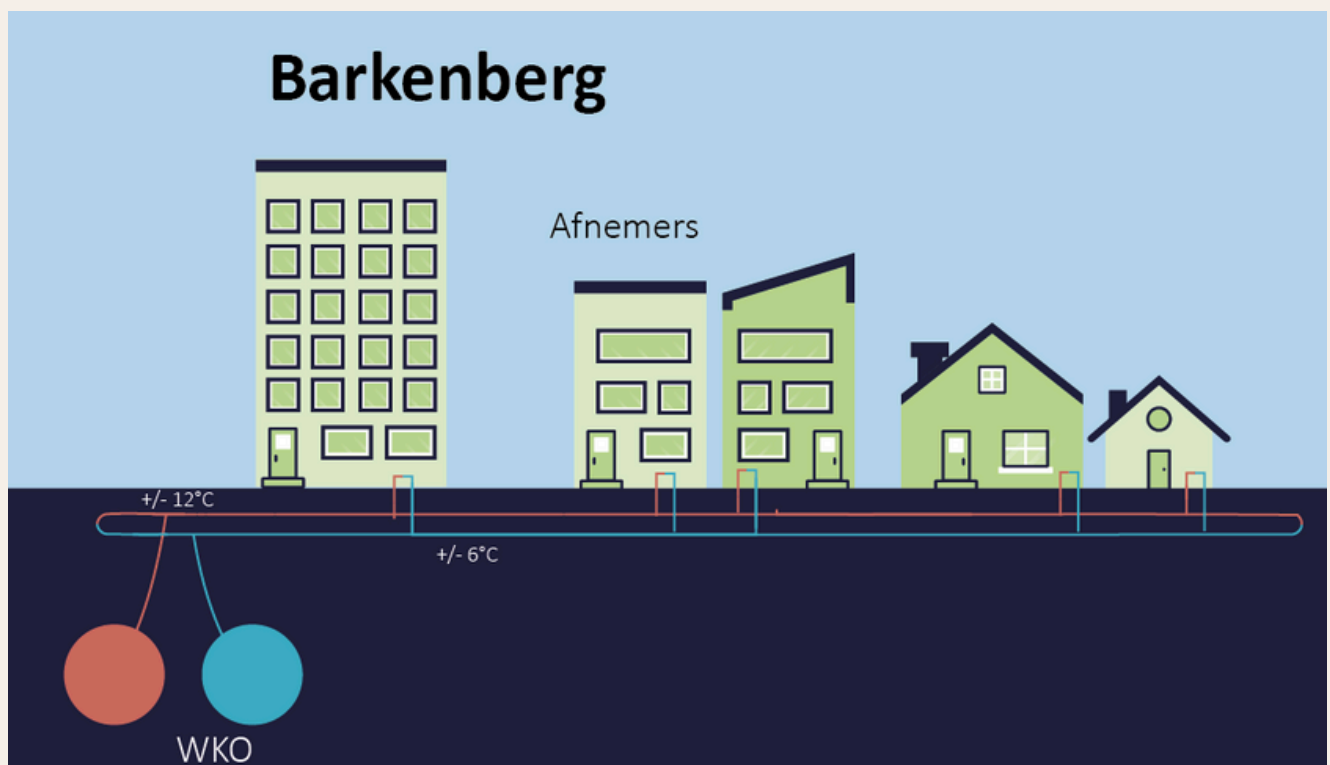
Het systeem maakt geen gebruik van warmteopslag en er wordt geen vermelding gemaakt van eisen m.b.t. regeneratie van de bodembron. De warmtebron voor dit systeem levert al 48 jaar warmte, onafgebroken.

Keuze warmtewisselaars en warmtepompen

De belangrijkste les was de keuze voor grondwaterbestendige warmtewisselaars in de warmtepompen. De installatie van kleinere warmtepompen heeft de efficiëntie en kosten verbeterd. Het is belangrijk om de warmtepompen niet te overdimensioneren, in deellast worden deze minder efficiënt.

Succes door het simpel te houden

- **Realisatie tijdens de bouw van de wijk:** Het project is gebouwd tijdens de realisatie van het woningen. Op deze manier konden leidingen worden aangelegd zonder dat daarbij overlast voor omwonenden ontstond.
- **Warm tapwater oplossing:** De warmtepompen in de woningen leveren warmte voor ruimteverwarming. De woningen maken voor warm tapwater gebruik van doorstroomverwarmers.
- **Lokaal geproduceerde warmtepompen:** De warmtepompen die in het systeem worden gebruikt worden lokaal geproduceerd door OET. Uniek aan het ontwerp is dat deze warmtepompen gebruik maken van drie vermogensstanden. Dit is mogelijk door de inzet van twee zuigercompressoren (1x klein, 1x groot) die afzonderlijk en samen kunnen draaien. In vergelijking met modulerende warmtepompen kan dit ontwerp warmtepomp een hogere efficiëntie behalen.
- **Wisselingen van eigenaar:** Het systeem is een aantal keren van eigenaar gewisseld. Op gegeven moment is voorgesteld om de leveringsovereenkomst te beëindigen. Hierop is een deel van de afnemers overgestapt op alternatieve voorzieningen, waaronder in sommige gevallen ook fossiele cv-ketels. De levering door het systeem is niet beëindigd, maar het systeem heeft sindsdien wel minder afnemers.



.....➔ Er wordt overwogen het systeem uit te breiden met nieuwe aansluitingen, aangezien het oorspronkelijk overgedimensioneerd is