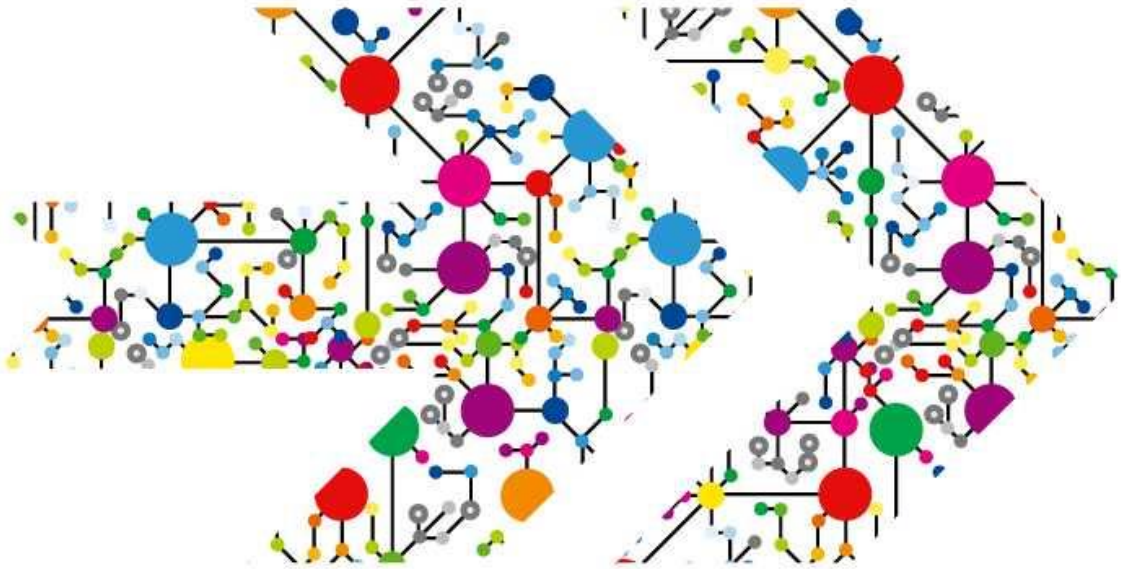
De duurzame transitie van Holendrecht-Oost

Op weg naar een groene toekomst



ENERGIE LAB ZUIDOOST

Door : Maas Gijzen (500881504) (HvA)

Opleiding : HBO Technische bedrijfskunde, Jaar 3

Datum : 29-06-2025

Begeleider : Maxime Salet, Gina Gommer & Cor van Haagen

Organisatie : Hogeschool van Amsterdam, Energie Lab Zuidoost & EC-HO

Versie : 1.4

Managementsamenvatting

Een initiatiefgroep in Holendrecht-Oost is begin 2024 begonnen aan een project om hun wijk aardgasvrij te maken. De wijk met ruim 1.000 eengezinswoningen bestaat uit een mix van koop- en huurwoningen, wat de energietransitie voor specifiek deze wijk een complexer probleem maakt. Na veel onderzoek is de initiatiefgroep tot drie mogelijke oplossingen gekomen voor de duurzame transitie van de wijk. De drie opgestelde mogelijke oplossingen voor de duurzame transitie van Holendrecht-Oost zijn: Individueel, Kleinschalig en Collectief. Uit deze situatie is de volgende hoofdvraag voor het onderzoek opgesteld:

Welke combinatie van de drie voorgestelde aardgasvrije varianten is het meest haalbaar en passend voor de wijk Holendrecht-Oost, rekening houdend met de technische, financiële en sociale aspecten?

In dit onderzoek wordt eerste de wijk in kwestie duidelijk in kaart gebracht, hierin worden de soorten woningen toegelicht, de huidige energielabels van deze woningen onderzocht en de eigendomsverdeling van de wijk in kaart gebracht. Vervolgens wordt er onderzocht of er projecten zijn die vergelijkbaar zijn aan deze en welke technieken er in deze situaties zijn toegepast. Vervolgens worden de technieken verder gedefinieerd en uitgewerkt. Voor de individuele oplossing worden 2 systemen uitgewerkt: De lucht/water warmtepomp en het PVT-systeem. Voor de kleinschalige variant met bodemlussen, worden de lichte en zware variant verder onderzocht en voor de collectieve variant wordt een ZLT-net met WKO en uitwisseling met de Gaasperplas onderzocht. Na duidelijke definitie en uitwerking van deze technieken worden de financiële aspecten zoals investeringskosten, maandelijkse kosten en terugverdientijden behandeld. Als laatst worden eventuele subsidies onderzocht die de bewoners in hun duurzame transitie kunnen ondersteunen.

Na dit onderzoek blijkt dat Holendrecht-Oost op dit moment nog niet in staat is om deze duurzame transitie te kunnen maken, reden hiervoor zijn de lage energie-/schillabels in de wijk.

Er is uiteindelijk niet één variant die als beste naar voren komt, de individuele varianten hebben bijvoorbeeld lagere maandelijkse- of investeringskosten, maar de collectieve oplossingen worden vanuit de overheid meer gestimuleerd met subsidies. Ook hebben sommige woningen in de wijk, voornamelijk de appartementen, soms helemaal niet de ruimte om een individuele installatie te laten installeren. In deze situatie kan het kleinschalig zware systeem weer een voordelige oplossing zijn. Kort samengevat komen er verschillende situaties uit, die ieder hun voor- en nadelen hebben, daarom is het belangrijk dat de bewoners ook meer participeren bij het onderzoek en dat er verder vervolgonderzoek wordt gedaan naar deze varianten en varianten die nog niet zijn behandeld.

Inhoudsopgave

Managementsamenvatting 2
Inhoudsopgave 3
1 Inleiding....4
2 Energie Lab Zuidoost 5
2.1 Huidige situatie 5
2.2 Gewenste situatie 6
3 Het theoretisch kader....7
4 De onderzoeksvragen en Methode van onderzoek....9
5 De Resultaten....10
5.1 Wat zijn de demografische en fysieke kenmerken van Holendrecht-Oost?....10
5.2 Welke lessen kunnen worden getrokken uit vergelijkbare projecten in andere wijken of gemeenten? 19
5.3 Welke technische eisen en randvoorwaarden worden gesteld aan de implementatie van elke variant? 23
5.3.1 Individueel:....23
5.3.2 Kleinschalig....26
5.3.3 Collectief 29
5.3.4 Benodigde energielabels/schillabels....31
5.3.5 Installatie....32
5.3.6 Flowcharts: 35
5.3.7 SWOT-analyse: 37
5.3.8 Impact op stroomvraag: 40
5.4 Wat zijn de initiële investeringskosten en terugverdientijden per variant?....44
5.5 Welke financiële regelingen, subsidies en leningen zijn beschikbaar voor bewoners en investeerders? 51
6 De conclusies en aanbevelingen/ het advies....53
6.1 Conclusies 53
6.2 Aanbevelingen/ het advies 55
Literatuurlijst....56
7 Bijlagen 63
8 Gebruikte waarden Tomahawk 76

1 Inleiding

De EU heeft de eisen gesteld om in 2050 in zijn geheel CO2-neutraal te zijn (Rijksoverheid, 2025). Hierdoor moeten vele landen, waaronder Nederland drastische maatregelen nemen om hieraan te voldoen. Amsterdam Zuidoost wil op dit gebied een voorloper zijn en wil tegen 2040 al CO2- en energieneutraal zijn (Gemeente Amsterdam, 2024).

Om deze reden is het Energie lab Zuidoost opgericht, met als doel de uitwisseling van kennis tussen verschillende organisaties, projecten en disciplines. Dit onderzoek is gericht op de ondersteuning van de wijk Holendrecht-Oost en hun initiatief om een energiecoöperatie op te richten en hun wijk te verduurzamen. Aan de hand van dit rapport kan de initiatiefgroep ook wel EC-HO genoemd, een beeld schetsen van de verschillende scenario's die mogelijk zijn voor de wijk, afgestemd op de situatie waar de bewoner zich momenteel in bevind.

Kort samengevat ondersteunt het rapport het volgende:

Visie en richting: De verkenning/haalbaarheidsstudie documenteert de verschillende obstakels die mogelijk op het pad van EC-HO kunnen komen. Zo kan hier van tevoren rekening mee worden gehouden, om tijd- en geldverlies te voorkomen.

Vergroten kans op externe financiering: Subsidieverstrekkers, gemeenten of investeerders vereisen regelmatig een gestructureerde onderbouwing van plannen. Deze verkenning/haalbaarheidsstudie toont dat EC-HO, goed voorbereid, realistisch en vooral serieus te werk gaat.

Versterken interne samenwerking: Gedurende het traject van de verkenning/haalbaarheidsstudie worden alle stakeholders genoodzaakt om gezamenlijk prioriteiten op te stellen en keuzes te maken. Dit resulteert in een toename in het vertrouwen en de samenhang binnen het collectief.

Creëren van een basis voor besluitvorming: Op basis van de resultaten zijn de bewoners en andere stakeholders instaat een afweging te maken hoe zij verder willen met het initiatief. Zo worden misverstanden of teleurstellingen voorkomen.

Verhogen geloofwaardigheid richting gemeente en andere partners: Aan de hand van een onderbouwd plan op basis van feiten en cijfers, is het eenvoudiger steun te ontvangen van beleidsmakers en ambtelijke partners.

In hoofdstuk 2 van dit onderzoek worden de huidige en gewenste situatie verder toegelicht, er wordt beschreven wat er momenteel wordt ervaren door de bewoners en waarom ze dit onderzoek laten uitvoeren. Hoofdstuk 3 behandelt het theoretisch kader van dit onderzoek, hier worden gebruikte begrippen en theorieën toegelicht. De onderzoeksvragen en methode van onderzoek worden in hoofdstuk 4 beschreven. De resultaten van het onderzoek over ieder van de deelvragen worden in hoofdstuk 5 uitgewerkt. Hoofdstuk 6 bevat de conclusies dit na het onderzoek worden getrokken en de aanbevelingen voor welke varianten het beste passen in de verschillende situaties van de wijk. Het laatste hoofdstuk 6, bevat de bijlagen die vaker in het onderzoek zullen worden benoemd.

2 Energie Lab Zuidoost

Energie Lab Zuidoost (ELZO) is een organisatie die ‘zorgt voor uitwisseling van kennis tussen verschillende projecten, organisaties en disciplines’ (Energie Lab Zuidoost, z.d.). Het is een samenwerkingsplatform tussen: Gemeente Amsterdam, TU Delft, AMS, UvA en de HvA. Het is in 2020 opgericht door deze verschillende organisaties om zich te richten op de duurzame energietransitie (Energie Lab Zuidoost, z.d.). Omdat Amsterdam Zuidoost in 2040 energieneutraal wil zijn, is het onderzoek dat hier plaatsvindt cruciaal. Ook kan de bevonden kennis uiteindelijk worden toegepast op andere plekken, om ook daar te helpen met de duurzame energietransitie.

2.1 Huidige situatie

De gemeente Amsterdam heeft het initiatief om tegen 2040 aardgasvrij te zijn. Aangezien in maart 2024 nog maar 21% van alle woningequivalenten in Amsterdam aardgasvrij is, moet nog een hoop gebeuren om deze doelen te bereiken (Oomen, 2024).

Buurtcollectieven/buurtplatformen, spelen in Amsterdam een belangrijke rol in het verbeteren van de leefbaarheid en het versterken van de bewonersparticipatie. Om ideeën te ontwikkelen en initiatieven die de buurt ten goede komen te laten bloeien, komen de bewoners, ondernemers en organisaties in deze collectieven samen. De Gemeente Amsterdam biedt ondersteuning aan deze initiatieven, via onder andere buurtbudgetten en buurtrechten, waardoor bewoners meer invloed op hun leefomgeving krijgen. In de Wet Collectieve Warmte is een belangrijke uitzondering opgenomen voor kleine collectieve warmtevoorzieningen. Deze houdt een vrijstelling in bij minder dan 1.500 aansluitingen, hierdoor vallen deze buurtinitiatieven niet onder de verplichting tot publieke regie en aanwijzing van een warmtebedrijf. Dit betekent dat het initiatief niet hoeft te voldoen aan complexe procedurele verplichtingen zoals het aanwijzen van een publieke operator of aantonen van een publiek meerderheidsbelang. De overheid streeft naar een ingangsdatum van 1 januari 2026.

Een initiatiefgroep in Holendrecht-Oost is begin 2024 gestart aan een project om hun wijk aardgasvrij te maken. De wijk met ruim 1.000 eengezinswoningen bestaat uit een mix van koop- en huurwoningen, wat de energietransitie voor specifiek deze wijk een complexer probleem maakt. Na veel onderzoek is de initiatiefgroep tot drie mogelijke oplossingen gekomen voor de duurzame transitie van de wijk. De drie opgestelde mogelijke oplossingen voor de duurzame transitie van Holendrecht-Oost zijn.

Individueel: Hierin realiseert iedere zijn/haar eigen oplossing ondersteund door leningen en subsidies.

Kleinschalig: Een zeerlagetemperatuur warmte- en koudenet met bodemlussen en individuele warmtepompen, rendabel vanaf 15-25 woningen.

Collectief: Een collectief zeerlagetemperatuur warmtenet met PVT-panelen of zonneboilers, gekoppeld aan een WKO-systeem.

Ondanks dat de bewoners zich wel hebben verdiept in het onderwerp, missen zij de technische en financiële expertise om een onderbouwde keuze te maken voor de beste oplossing en willen deze varianten dan ook laten onderzoeken door een organisatie dat hier meer verstand van heeft. Aangezien een breed draagvlak binnen de wijk nodig is voor financiering, subsidies en ondersteuning van de woningcorporaties en gemeente Amsterdam, is een goed onderbouwd rapport vereist.

2.2 Gewenste situatie

Het doel van dit onderzoek is het geven van een helder inzicht in de financiële en technische gevolgen van de verschillende aardgasvrije varianten voor de wijk. Wanneer deze informatie zorgvuldig is gedocumenteerd, kan de initiatiefgroep hierover in gesprek met de bewoners en woningcorporaties. Aan de hand van deze gesprekken, onderbouwd door de resultaten uit het onderzoeksrapport, kan de initiatiefgroep gericht werken aan het vergroten van het draagvlak voor het project. Een breed gedragen visie, ondersteund door feiten en cijfers, vormt de basis voor het opstellen van een concreet buurtenergieplan.

Met dit plan kan de initiatiefgroep niet alleen richting geven aan de gewenste duurzame ontwikkelingen in de wijk, maar ook samenwerking zoeken met partijen zoals EDO Buurtwarmte en ELZO. Zij kunnen het initiatief vervolgens inhoudelijk en organisatorisch versterken.

De variant(en) die als meest kansrijk worden beoordeeld, kunnen vervolgens in detail worden uitgewerkt. Dit resulteert uiteindelijk in een definitief rapport over de verduurzamingsmogelijkheden van de wijk. Met dit eindrapport kan EC-HO subsidie en ondersteuning aanvragen bij de gemeente Amsterdam en andere overheidsinstanties, als onderdeel van de bredere duurzame transitie van de buurt.

3 Het theoretisch kader

In dit hoofdstuk wordt het theoretisch kader toegelicht waar dit onderzoek naar de verschillende aardgasvrije mogelijkheden verder op is uitgewerkt. In dit kader worden de energietransitie, warmtenetten en financiële en technische aspecten uitgewerkt.

Energietransitie

Met de energietransitie wordt de overgang van fossiele energie naar hernieuwbare energie bedoelt. Bij de opwekking van fossiele energie ontstaat een enorme hoeveelheid uitstoot aan broeikasgassen door het verbranden van aardgas, aardolie en kool. Doordat deze grondstoffen in enorme hoeveelheden worden gebruikt, raken deze langzaam uitgeput. Zoals de naam al zegt, kan hernieuwbare energie daarentegen wel worden aangevuld. Bronnen van hernieuwbare energie zijn wind, zon, aarde en water. Het gebruik van deze energiebronnen leidt tot een reductie in de uitstoot van broeikasgassen bij het opwekken van energie (CBS, z.d.).

Om te voldoen aan het klimaatakkoord en een stap te zetten in de energietransitie, heeft de gemeente Amsterdam het doel gesteld om in 2040 al volledig van het aardgas af te zijn en energieneutraal te zijn. Om deze transitie geleidelijk te laten verlopen wil de gemeente dit per gebied laten verlopen (Gemeente Amsterdam, 2024).

Warmtenetten

Warmtenetten zijn een oplossing om gebouwen en woningen duurzaam te kunnen verwarmen. Er zijn momenteel 4 verschillende temperaturen voor het warmtenet, hogetemperatuur (HT), middentemperatuur (MT), lagetemperatuur (LT) en zeerlagetemperatuur (ZLT). Zoals de naam al zegt ligt het verschil tussen deze technieken in de temperatuur van het water dat aan de woning wordt geleverd. Zo valt water met een temperatuurniveau van boven de 75°C onder HT, water met een temperatuur tussen de 55 en 75°C valt onder MT, 30 tot 55°C valt onder LT en 30 tot 10°C is ZLT (NPLW, z.d.). Het voordeel van de hogere temperaturen, is dat ook woningen die slecht zijn geïsoleerd hiermee kunnen worden verwarmd. Voor de verwarming met lagere temperaturen heeft de woning een hogere isolatiewaarde een warmtepomp nodig. Maar doordat de temperatuur van het water lager is, kost dit minder energie en is er ook minder warmteverlies en isolatie nodig in het distributienetwerk. Er zijn overal bronnen voor het warmtenet. Zo kan het uit de bodem of oppervlaktewater worden gehaald, maar ook uit koelwater van datacenters of waterzuiveringsinstallaties.

Financiële en technische aspecten

Omdat warmtenetten hele projecten zijn waar veel tijd in zit, worden de verschillende methodes ook op verschillende criteria tegen op gewogen. Technische criteria voor een warmtenet zijn:

Ruimtelijke impact: Wat moet er in de wijk en/of woning gebeuren voordat de woning via een warmtenet kan worden verwarmd.

Energielabels: Welk energielabel heeft de woning minimaal nodig om met het warmtenet verwarmd te kunnen worden.

Realisatietijd: Hoelang duurt het voordat het warmtenet er daadwerkelijk is om gebruik van te maken.

Stroomvraag: Hoeveel nieuwe stroomvraag ontstaat er in de wijk en heeft dit impact op de netcongestie.

Voor de financiële kant van dit onderzoek zijn er ook verschillende criteria die relevant zijn:

Investeringskosten: Hoeveel moet je als bijvoorbeeld de woningeigenaar betalen om de woning gereed te maken en aan te sluiten op het warmtenet.

Maandelijkse kosten: Wat is de maandelijkse energierekening die je ontvangt wanneer je bent aangesloten op het warmtenet.

Terugverdientijd: Na hoeveel tijd heb ik mijn investering terugverdient, doordat mijn maandelijkse kosten lager zijn.

4 De onderzoeksvragen en Methode van onderzoek

Dit onderzoek is uitgevoerd om aan het einde een onderbouwd antwoord te kunnen geven op de volgende vraag:

Welke combinatie van de drie voorgestelde aardgasvrije varianten is het meest haalbaar en passend voor de wijk Holendrecht-Oost, rekening houdend met de technische, financiële en sociale aspecten?

Om een uiteindelijk antwoord te kunnen geven op de hoofdvraag, is het onderzoek uit 5 aparte deelvragen opgebouwd. Wanneer iedere van deze vragen is uitgewerkt, kan een goed onderbouwd antwoord worden gegeven op de onderzoeksvraag. De opgestelde deelvragen zijn:

H5.1 Wat zijn de demografische en fysieke kenmerken van Holendrecht-Oost

H5.2 Welke lessen kunnen worden getrokken uit vergelijkbare projecten in andere wijken of gemeenten?

H5.3 Welke technische eisen en randvoorwaarden worden gesteld aan de implementatie van elke variant?

H5.4 Wat zijn de initiële investeringskosten en terugverdientijden per variant?

H5.5 Welke financiële regelingen, subsidies en leningen zijn beschikbaar voor bewoners en investeerders?

De deelvragen worden beantwoord aan de hand van verschillende methoden. De informatie die nodig is tijdens dit onderzoek is verzameld door heel veel deskresearch, ook is er deelgenomen aan kennisdagen/sessies en is er gesproken met verschillende experts over verschillende onderwerpen binnen dit vakgebied. Vanuit EC-HO en de APEC (Amsterdamse Producerende Energie Coöperaties) is een licentie op de software van Tomahawk Energy verkregen, met deze software zijn vooral de vele berekeningen gemaakt voor het beantwoorden van de technische en financiële aspecten. Resultaten van het onderzoek worden weergeven in verschillende figuren, tabellen en grafieken.

5 De Resultaten

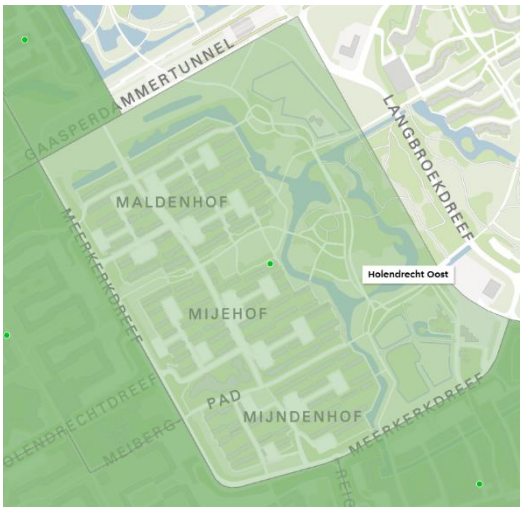
5.1 Wat zijn de demografische en fysieke kenmerken van Holendrecht-Oost?

Infra bovengronds

Holendrecht-Oost bevindt zich in Amsterdam Zuidoost, de laagbouwwijk voornamelijk gebouwd tussen 1981 en 1984, bestaat uit 1.068 woningen. Het grootste deel van de woningen in HO (Holendrecht-Oost) zijn koopwoningen met een percentage van 55% van het totaal. De overige 45% is in het bezit van verschillende woningcorporaties en verhuurders, deze worden op pagina 15 verder toegelicht.

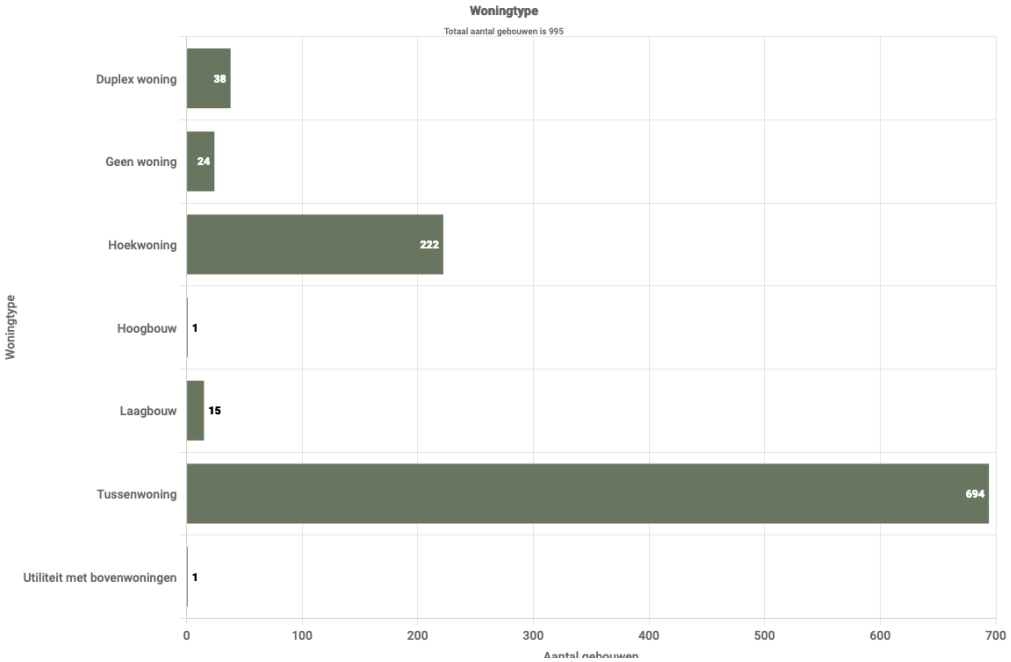
Holendrecht-Oost kan worden onderverdeeld in 6 gebieden, dit zijn (Haagen, Huurders, 2025):

- Maldenhof even en oneven nummers
- Mijehof even en oneven nummers
- Mijndenhof even en oneven nummers



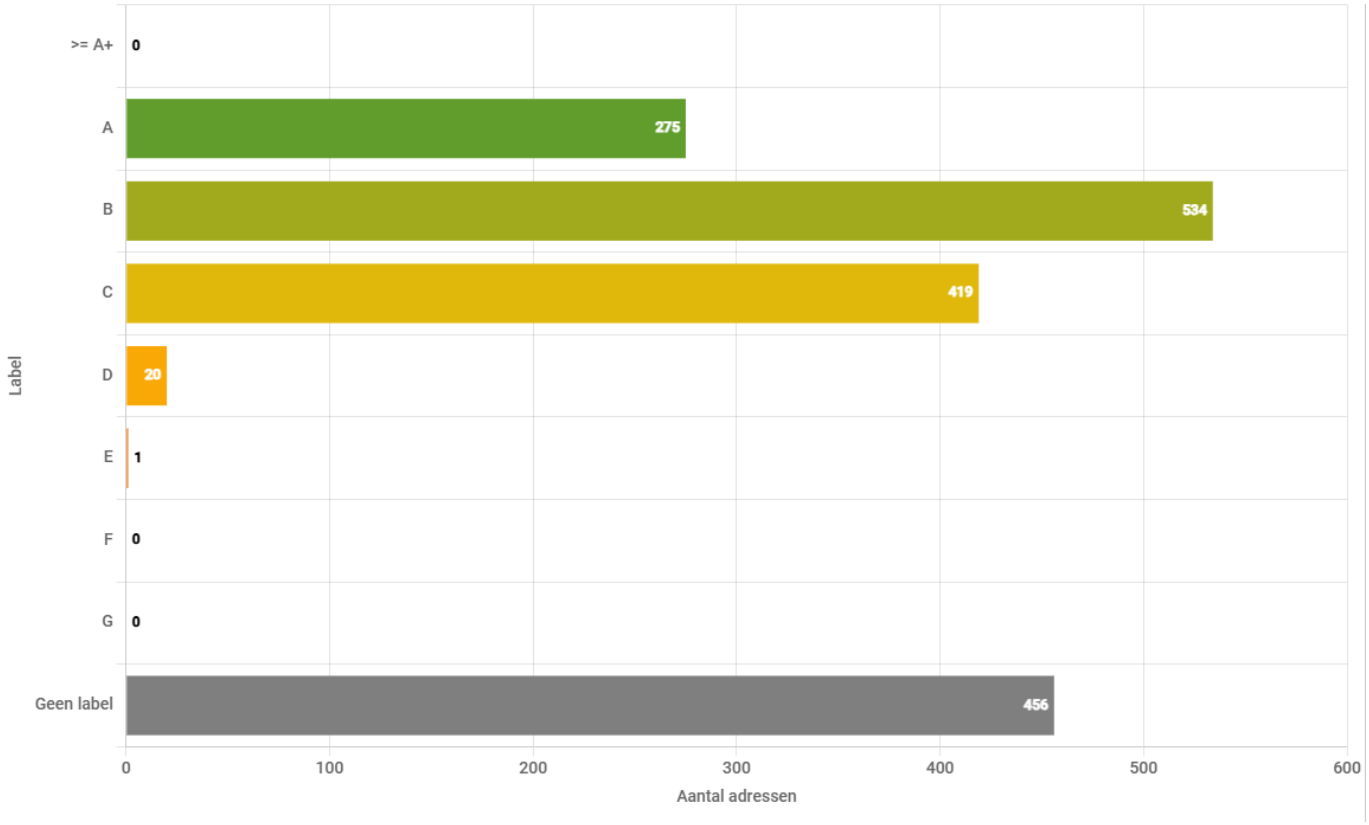
Figuur 1: Kaart van Holendrecht-Oost

Zoals eerder genoemd bestaat Holendrecht-Oost uit 1.068 woningen, dit aantal is opgebouwd uit een aantal verschillende woningtypes. Van deze types is de tussenwoning het meest voorkomend met een aantal van 694, de tweede meest voorkomende woningsoort is de hoekwoning met een aantal van 222 en de derde meest voorkomende is de duplexwoning met een aantal van 38. Zie voor een gedetailleerde weergave van de woningen figuur 2.



Figuur 2: Woningtypes in Holendrecht-Oost

Met data uit de Tomahawk Energy tool zijn de volgende gegevens geanalyseerd voor energielabels in Holendrecht-Oost, deze gegevens zijn voor het laatst geüpdatet in juli 2024. Echter is het zo dat deze energielabels van voor januari 2021 vaak hoger worden ingeschat dan ze daadwerkelijk zijn, iets dat hier invloed op heeft, is bijvoorbeeld de aanwezigheid van zonnepanelen. Sinds januari 2021 wordt daarom gebruik gemaakt van de NTA 8800, dit is een veel strengere 'methode voor de bepaling van de energieprestatie van gebouwen' (EPG, z.d.).



Figuur 3: Energielabels in Holendrecht-Oost

In Holendrecht-Oost komen 3 soorten energielabels het meest voor, deze zijn in afnemende volgorde B met 534 woningen, C met 419 woningen en A met 275 woningen. Verder zijn er nog enkele woningen met energielabel D en E. Bij bijlage A zijn de woningen en energielabels overzichtelijk weergeven op een kaart van de wijk.

Zoals eerder genoemd wordt er dus rekening gehouden dat de energielabels 2 hele labels slechter zijn dan wordt aangegeven. De woningen met label B worden een label D en de woningen met label C worden een label E. De woningen met label A zijn al gerenoveerd en hebben daarom niet met dit probleem te maken.

Zoals al eerder benoemd kan HO worden onderverdeeld in verschillende gebieden, om het iets overzichtelijker te houden behandelen we nu de gebieden Maldenhof, Mijehof en Mijndenhof in het geheel.

Maldenhof

Van de 3 genoemde gebieden in Maldenhof het grootst met een totaal aantal van 424 adressen. De gemiddelde woningoppervlakte bedraagt hier 92 m². De grootste woning in de straat is een geschakelde of tussenwoning en heeft een oppervlakte van 138 m², de kleinste is een appartement met een oppervlakte van 57 m² (KadastraleKaart, z.d.) (Allecijfers, z.d.). De even en oneven gebieden van Maldenhof zijn zichtbaar bij Bijlage B, hier zijn de even nummers zichtbaar in het rode vak en de oneven nummers in het gele vak.

Mijehof

Mijehof bestaat uit een totaal van 399 adressen. Hiervan zijn een groot deel woningen, maar in Mijehof zijn ook verschillende publieke gebouwen of maatschappelijke voorzieningen aanwezig. De gemiddelde woningoppervlakte van de woningen ligt rond de 95 m². Het grootste gebouw in de wijk is heeft een onderwijsfunctie en is 3.256 m², de kleinste woning is een appartement en heeft een oppervlakte van 36 m² (KadastraleKaart, z.d.) (Allecijfers, z.d.). De verschillende gebieden van Mijehof zijn zichtbaar in bijlage C, hier zijn ook de even nummers weergeven in het rode vak en de oneven nummers in het gele vak.

Mijndenhof

Mijndenhof heeft van de 3 genoemde gebieden het kleinst totaal aantal adressen met een aantal van 272. De gemiddelde woningoppervlakte is hier 77 m², de grootste woning is een tussen of geschakelde woning en heeft een oppervlakte van 162 m², de kleinste woning is een appartement en heeft een oppervlakte van 36 m² (KadastraleKaart, z.d.) (Allecijfers, z.d.). De even en oneven woningen van deze wijk zijn zichtbaar in bijlage D, hier zijn de even woningen in het rode gebied weergeven en de oneven woningen in het gele gebied.

Als het aantal adressen van de 3 verschillende wijken bij elkaar worden opgeteld, komt het aantal op 1.095 uit, wat uiteraard hoger is dan de 1.068 woningen in de wijk. Dit komt doordat er nog verschillende parkeerplaatsen en wat lijken op garageboxen, geregistreerd staan in Maldenhof en Mijndenhof.

Verduurzaming

Er is al verschillende verduurzaming aanwezig op de woningen in Holendrecht-Oost, op de kaart in bijlage E is te zien waar er zonnepanelen aanwezig zijn in de wijk. Als bijlage E wordt vergeleken met bijlage F wat hetzelfde laat zien maar dan 1 jaar eerder, dan is te zien dat er in een jaar aanzienlijk meer zonnepanelen bij zijn geplaatst in vooral Mijndenhof bij de woningen in bezit van Vesteda (Gemeente Amsterdam, z.d.).

Na gesprek met een van de leden van de initiatiefgroep van EC-HO, is geschat dat ongeveer 1% van de woningen momenteel in bezit is van een lucht-water warmtepomp. Deze woningen zijn verder (nog) niet in bezit van PVT-panelen voor bij de warmtepomp.

De kaart in bijlage G laat zien waar zich momenteel al WKO's en open bodemenergiesystemen bevinden (Rijksoverheid, z.d.). Hieruit is af te lezen dat in HO zich momenteel nog geen enkele WKO of ander systeem bevindt, daarentegen zijn er in de gebieden omheen wel al verschillende bodemenergiesystemen geplaatst. Aan de rechterkant van het figuur is een waterlichaam aanwezig is genaamd de Gaasperplas, als er in de toekomst een mogelijk warmtenet in HO wordt geplaats dan zou mogelijke uitwisseling met de Gaasperplas gecreëerd kunnen worden.

Infra ondergronds

Gasleidingen

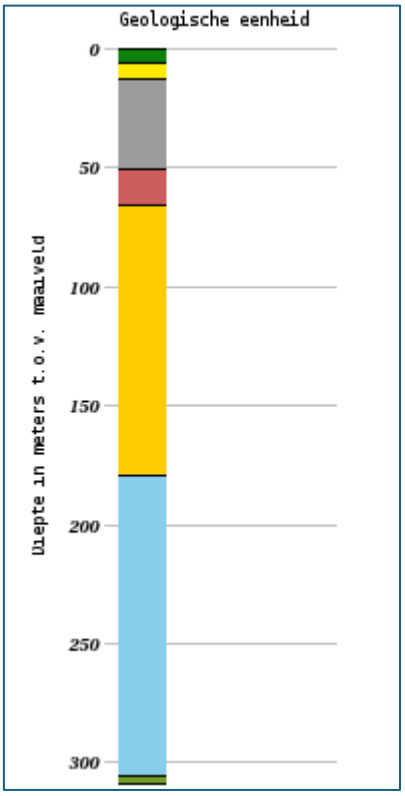
In bijlage H is te zien hoe het huidige gasnet door Holendrecht-Oost loopt, hier is te zien hoe de hoofleiding onder het Bijlmerpleinpad doorloop en aftakt bij de verschillende straten en woningen (Gemeente Amsterdam, z.d.). Hoewel een ZLT-net een heel andere technologie is, kan dit net op dezelfde manier door de wijken heen lopen zoals het huidige aardgasnet nu al doet.

Stroomnet

Bij bijlage I is het huidige stroomnet van de wijk op de kaart weergeven. Het valt op dat er 2 clusters van kabels zichtbaar zijn op deze kaart, dit zijn de 2 transformatorhuisjes die momenteel in de wijk staan. Hier wordt de middenspanning omgezet in laagspanning voor gebruik in de wijk. In de toekomst zal er drie tot vier keer zoveel elektriciteit nodig zijn in de wijk, dit heeft als resultaat dat er minstens 5 keer zoveel van deze transformatorhuisjes nodig zijn (Liander, 2024). Er moeten de komende jaren dus nog minimaal 8 van deze huisje in de wijk bij worden gebouwd, de reden hiervoor is de stijgende elektriciteitsvraag en het probleem van netcongestie dat momenteel in vrijwel heel Amsterdam speelt.

Scan ondergrond van Holendrecht-Oost

Op het figuur hiernaast is het ondergrondmodel van Holendrecht-Oost te zien. Het gele gebied dat van 65 tot 180 meter spant, is een aardlaag vooral bestaand uit zand en klei (DINOloket, z.d.). Aangezien een WKO vaker in een diepte die tot deze laag resulteert wordt begraven, moet deze laag hier uiteraard geschikt voor zijn. Voor open WKO-systemen zijn zandpakketten van belang en voor gesloten systemen wordt er juist gekeken of er kleilagen aanwezig zijn (Grondwatertools, z.d.). Aangezien de wijk hieraan voldoet en er in de wijken rondom al meerdere bodemsystemen zijn geïnstalleerd, kan dit betekenen dat een WKO hier praktisch mogelijk is.

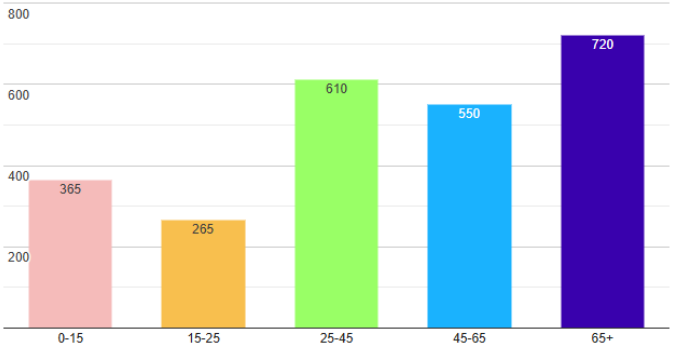


Figuur 4: Ondergrond van Holendrecht-Oost

Bewoners

Bij de meest recente meting in 2024, telde Holendrecht-Oost 2.505 inwoners. Hiervan komen de inwoners weer uit de drie verschillende gebieden in HO. De meeste inwoners wonen in Maldenhof (1.070), kort gevolgd door Mijehof (875) en als laatst Mijndenhof (570).

Er is een groot verschil in leeftijd tussen de verschillende bewoners. De meest voorkomende leeftijdsgroep in Holendrecht-Oost zijn de 65-plussers, kort gevolgd door de 25-45 jaar oude inwoners.



Figuur 5: Inwoners naar leeftijd, overgenomen van (Allecijfers, z.d.)

In de buurt Holendrecht-Oost zijn 1.175 verschillende huishoudens, deze bestaan uit gemiddeld 2,1 personen (Allecijfers, z.d.).

Eigendom

Er is in Holendrecht-Oost zeer sprake van gespikkeld bezit. Van de 1.068 woningen in Holendrecht-Oost zijn 54% koopwoningen, de andere 46% is in bezit van 3 verschillende woningcorporaties: Rochdale, Ymere en Stadgenoot en 2 commerciële verhuurders: PMT en Vesteda. De eigendomsverdeling is in de volgende tabel weergegeven.

	Koop	Vesteda	Rochdale	Ymere	PMT	Stadgenoot	Totaal
Maldenhof even	109		59				168
Maldenhof oneven	157			98			255
Mijehof even	115		29				144
Mijehof oneven	82		89		54	24	249
Mijndenhof even	77	19					96
Mijndenhof oneven	49	90	11		6		156
Totaal	589	109	188	98	60	24	1068
	55%	10%	18%	9%	6%	2%	

Tabel 1: Eigendomsverhouding in Holendrecht-Oost

Zie voor een gedetailleerde weergave van de specifieke woningen in bezit van de woningcorporaties Bijlage J (Gemeente Amsterdam, z.d.).

Zie voor een gedetailleerde weergave van het bezit van alle verhuurders en corporaties bijlage K, hier zijn de woningen in bezit van Vesteda paars en PMT oranje.

VvE's

Naast de verschillende verhuurders zijn er ook nog 4 verschillende VvEs te vinden in HO.

In Mijehof en Mijndenhof zijn staan geen VvEs ingeschreven, integendeel tot Maldenhof waar wel 4 verschillende VvEs ingeschreven staan. Deze zijn:

1. Maldenhof 298 tot 338
2. Maldenhof 240 tot 296 (even nummers)
3. Maldenhof 122 tot 132 en 160 tot 170 (even nummers)
4. Maldenhof 93 tot 97, 203 tot 207, 261 tot 265, 357 tot 361 en 451 tot 455 (oneven nummers)

Gas en elektriciteitsverbruik

In bijlage L staat het gemiddelde gas en elektriciteitsverbruik van de verschillende soort woningen in Holendrecht-Oost weergeven.

Het gemiddelde elektriciteits- en gasverbruik van een appartement in HO is: 1.650 kWh en 780 m^3.

Voor een tussenwoning is dit: 2.340 kWh en 920 m^3.

En voor een hoekwoning is het gemiddelde verbruik: 2.410 kWh en 1.070 m^3.

Het valt bij zowel het elektriciteitsverbruik als het gasverbruik op dat de appartementen veel minder verbruiken dan de tussenwoningen en hoekwoningen. Dit kan komen doordat een appartement een stuk kleiner is dan een tussen- of hoekwoning. Hierdoor is de verwarming en belichting van veel minder ruimte nodig. Het verschil in verbruik tussen hoek- en tussenwoningen is te verklaren, doordat tussenwoningen alleen aan de voorkant en achterkant in directe aanraking is met de buitenlucht, dit terwijl de hoekwoningen ook nog aan een van de zijkanten vrij is. Hierdoor verliest een hoekwoning meer warmte dan een tussenwoning, wat dit verschil in verbruik verklaart.

Het valt verder in bijlage L ook op dat de huurwoningen gemiddeld minder verbruik hebben dan de koopwoningen in HO. Namelijk 2.050 kWh aan elektriciteit en 910 m^3 aan gas, het verbruik van een eigen woning is 2.420 kWh en 940 m^3 aan gas.

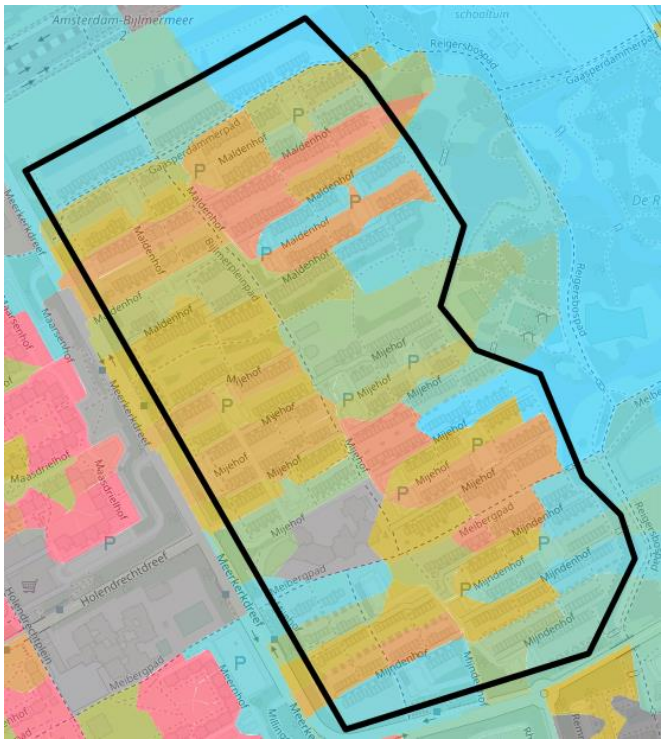
Warmtevraag:

De figuren hiernaast geven de warmtevraag van Holendrecht-Oost weer. Hoe hoger de warmtevraag hoe roder het gebied wordt weergeven.

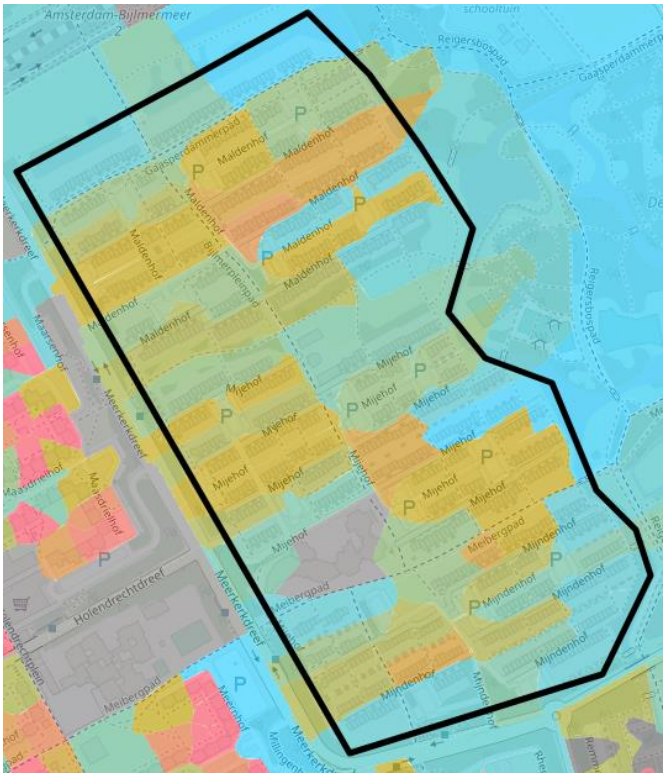
Als dit figuur wordt vergeleken met de warmtevraag in 2040, is te zien dat de gebieden iets meer naar de blauwe kleuren toe komen. Dit betekent dat er is berekend en wordt verwacht dat de warmtevraag in 2040 lager zal zijn.

Dit kan komen door het beter laten isoleren van de woningen en de stijgende buitentemperaturen in Nederland zelf.

In de geactualiseerde energievisie voor Amsterdam Zuidoost, wordt bij de energiebalans aangegeven een besparing van 30% te willen bereiken tussen 2018 en 2040 op de energie- en warmtevraag (BVR, 2024). Voor het bereiken van deze doelen zal de warmtevraag in de komende jaren gereduceerd moeten worden. Met de kaart voor de warmtevraagdichtheid in 2040, zal dus een verbeterde situatie t.o.v. de huidige situatie worden bereikt. Hoe groot de verandering in percentage is, is helaas (nog) niet te berekenen met Tomahawk.



Figuur 6: Warmtevraagdichtheid nu



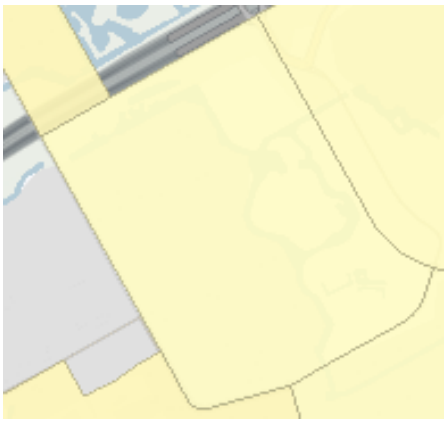
Figuur 7: Warmtevraagdichtheid 2040

Energiearmoede

De twee figuren hieronder laten een indicator van energiearmoede in de wijk Holendrecht-Oost zien, de toegepaste indicator laat huishoudens met lage inkomens en relatief hoge energiekosten zien. Het linker figuur laat de huishoudens zien die eigenaar zijn van hun woningen en het rechter figuur laat huurders bij een woningcorporatie zien. Hoe roder het gebied, hoe hoger het percentage van energiearmoede. Het valt op dat de huurders veel meer last hebben van deze vorm van energiearmoede, dit kan een aanduiding zijn waarom de huurwoningen minder gas en elektriciteitsverbruik hebben, doordat de bewoners zuiniger met hun energie omgaan (commondatafactory, z.d.).

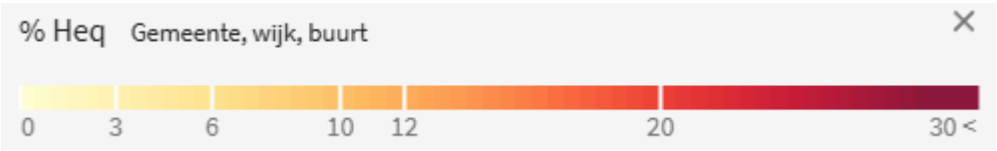
In Bijlage M is verder te zien hoe het gas en elektriciteitsverbruik zich door de jaren heen heeft ontwikkeld in Holendrecht-Oost. Het valt op dat het verbruik in 2023 een stuk lager was dan de jaren ervoor, een verklaring hiervoor kan de aanleg van zonnepanelen in 2023 zijn.

Bijlage N (CBS, z.d.) laat de energieprijzen door de jaren heen zien, als deze grafiek wordt vergeleken met de grafiek in bijlage M valt op dat het gasverbruik flink afneemt wanneer tegelijkertijd de gasprijzen flink zijn gestegen. Dit in combinatie met minder strenge winters kunnen een verklaring zijn van de afname van aardgasgebruik in de wijk Holendrecht-Oost.



Figuur 8: Energiearmoede bij woningeigenaren

Figuur 9: Energiearmoede bij huurders



5.2 Welke lessen kunnen worden getrokken uit vergelijkbare projecten in andere wijken of gemeenten?

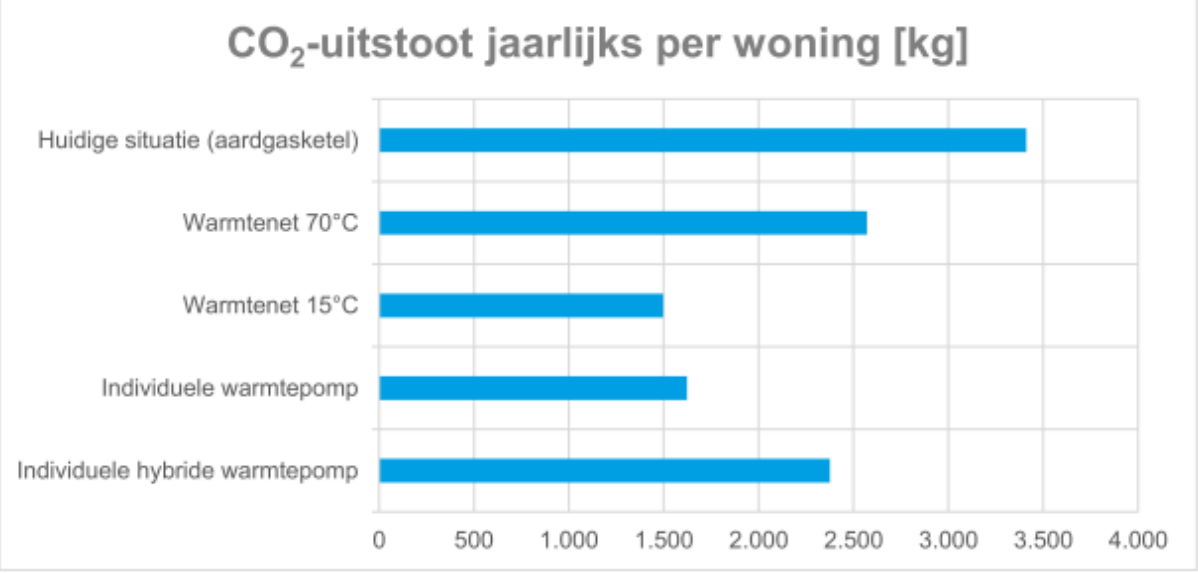
Duurzaam Slotervaart:

Duurzaam Slotervaart is een energiecoöperatie dat momenteel ook strijdt om hun buurt te verbeteren. In 2023 hebben zij een verkennend onderzoek laten doen naar verduurzaming en aardgasvrij, voor hun woningen gebouwd tussen 1956 en 1960. In dit rapport worden de volgende varianten verder uitgewerkt:

1. Warmtenet op 70 °C met warmte uit de Sloterplas
2. Warmtenet op 15 °C met warmte uit de Sloterplas (ZLT)
3. Individuele hybride warmtepomp als tussenoplossing naar volledig aardgasvrij
4. Individuele warmtepomp

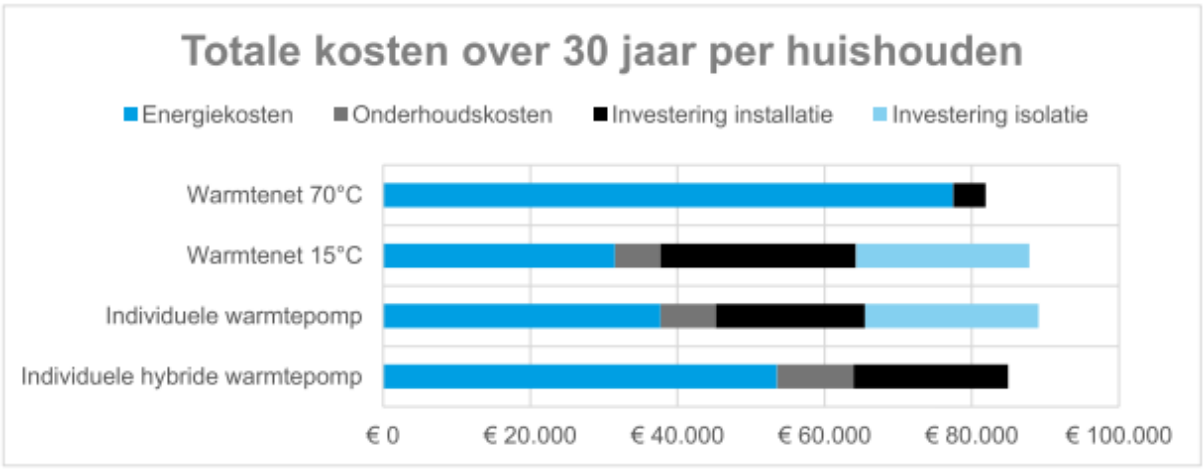
Uit dit onderzoek kunnen de resultaten van variant 2 en 4 mogelijk relevant zijn voor het huidige onderzoek. De wijk heeft kenmerken die op sommige punten vergelijkbaar kunnen zijn met die van Holendrecht-Oost.

Bij de vergelijking van de verschillende situaties werd onder andere gekeken naar de jaarlijkse CO2-uitstoot per woning, hierbij scoorde het ZLT-net het beste met een uitstoot van ongeveer 1.500 kg, kort gevolgd door de individuele warmtepomp met een uitstoot van ongeveer 1.600 kg. Bij de andere varianten kwam de uitstoot al meer in de buurt van de 2.500 kg of meer. De 2 varianten scoren zo laag doordat ze door de lage temperaturen heel efficiënt werken (M.A.W., 2023). De getallen die zijn gebruikt voor deze berekeningen zijn afkomstig uit 2022.



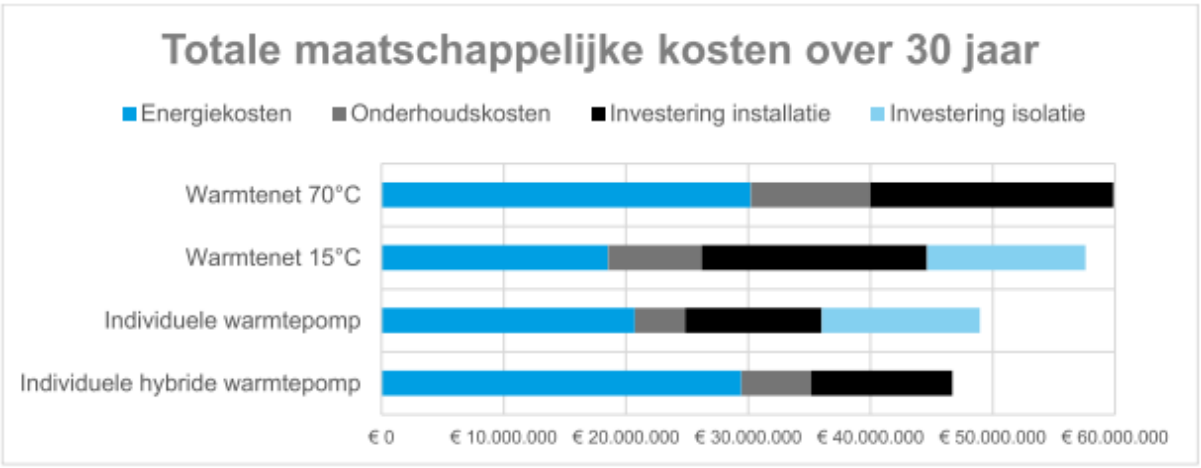
Figuur 10: CO2-uitstoot per variant, overgenomen van (M.A.W., 2023)

In het rapport zijn verder ook de kosten per variant over 30 jaar uitgerekend, hierin zijn zowel de bewonerslasten als maatschappelijke kosten berekend. Wat uit het figuur van de bewonerslasten opvalt is dat het ZLT-net en de individuele warmtepomp de 2 duurste varianten zijn. Dit komt doordat deze 2 varianten een investering in isolatie vereisen, waar de andere 2 varianten dit niet hebben. Als de woning als voldoende is geïsoleerd dan komen deze 2 varianten wel weer als goedkoopste naar voren.



Figuur 11: Bewonerslasten, overgenomen van (M.A.W., 2023)

Bij de totale maatschappelijke kosten valt wel weer op dat het 70 °C warmtenet alsnog als duurste naar voren komt, dit terwijl deze variant geen isolatie nodig heeft. Het ZLT-net en de individuele warmtepomp zijn de 2 middelste op basis van totale kosten. Wel zouden ze goedkoper zijn dan de individuele hybride warmtepomp als er al voldoende is geïsoleerd.



Figuur 12: Maatschappelijke kosten, overgenomen van (M.A.W., 2023)

Als laatst is een tabel gemaakt die de totale kosten per maand per variant laat zien. Hieruit is zoals verwacht te zien dat het ZLT-net en de individuele warmtepomp de hoogste maandlasten hebben. Uiteraard komt dit wel doordat deze varianten genoeg isolatie vereisen.

	Warmtenet 70°C	Warmtenet 15°C	Individuele warmtepomp	Individuele hybride warmtepomp
Energiekosten	€ 77.500,-	€ 31.500,-	€ 37.700,-	€ 53.500,-
Onderhoudskosten	€ 0,-	€ 6.200,-	€ 7.500,-	€ 10.400,-
Investering en herinvestering installatie	€ 4.400,-	€ 26.600,-	€ 20.300,-	€ 21.000,-
Investering isolatie	€ 0,-	€ 23.600,-	€ 23.600,-	€ 0,-
Totaal (exclusief btw)	**€ 81.900,-**	**€ 87.800,-**	**€ 89.100,-**	**€ 85.000,-**
Totaal (inclusief btw)	**€ 99.100,-**	**€ 106.300,-**	**€ 107.800,-**	**€ 102.800,-**
Totale kosten per concept per maand gemiddeld (exclusief btw)	***€ 230,-***	***€ 240,-***	***€ 250,-***	***€ 240,-***
Totale kosten per concept per maand gemiddeld (inclusief btw)	***€ 280,-***	***€ 300,-***	***€ 300,-***	***€ 290,-***

Figuur 13: Totaaloverzicht, overgenomen van (M.A.W., 2023)

In het rapport wordt de volgende conclusie op basis van kosten getrokken: “Als de technieken op bewonerslasten worden vergeleken, zijn de verschillen niet erg groot, maximaal € 12.000,- over een periode van 30 jaar of € 33,- per maand. Voor bewoners die al geïsoleerd hebben en die kosten niet meer hoeven te maken, is het voordelig om te kiezen voor een individuele luchtwarmtepomp of het warmtenet op 15 °C” (M.A.W., 2023).

Geneva, Zwitserland – Het **GeniLac-project**, een ZLT-net dat **water uit het Meer van Genève** gebruikt voor verwarming en koeling.

Het water onderaan het meer van Genève heeft een constante temperatuur van ongeveer 7 graden. Dit water wordt gebruikt om de verschillende gebouwen rondom het meer te verwarmen en te verkoelen. Op 45 meter in het water ligt een filter dat water uit het meer haalt, via leidingen onder het meer wordt het water naar het pompstation gebracht. Dit pompstation stuurt het water door naar het netwerk van gebouwen die door middel van een warmtewisselaar en een warmtepomp zo hun gebouwen kunnen verwarmen en verkoelen. Aan het einde van het net wordt het water weer terug het meer ingepompt. Naar berekening zou dit systeem de uitstoot van CO_2 en het elektriciteitsverbruik met 80% kunnen reduceren (Truchet, 2016).

Mijnwater Heerlen

In Heerlen staat het eerste ZLT-net van Nederland, deze wordt gebruikt voor de verwarming en verkoeling van woningen en bedrijfsgebouwen. Het warmtenet maakt gebruik van verschillende warmtebronnen en werkt als uitwisselingssysteem tussen vraag en aanbod van warmte en koude. Via schoon leidingwater wordt de warmte naar een energiecentrale met warmtepompen gestuurd, vanuit hier wordt gezorgd dat de gebouwen de juiste temperatuur aan water krijgen. Elke woning is hier in bezit van een 200L boilervat en een individuele warmtepomp (Warmtenetwerk, z.d.).

Uit onderzoek is gebleken dat de aanpak van Mijnwater in heel Nederland kan worden toegepast, eventueel in combinatie met aardwarmte. In totaal kunnen tussen de 2 en 3,6 miljoen woningen met de vraag gestuurde warmtenetten verwarmd kunnen worden. De bewoners die gebruik maken van het systeem zijn enthousiast, hun CO2-uitstoot ligt ongeveer 75% lager dan bij een normale cv-ketel en ze hebben ongeveer 30% minder kosten voor warmte ten opzichte van het gemiddelde (Warmtenetwerk, z.d.).

Hilversumse Meent

In deze wijk worden 17 woningen aangesloten op een ZLT-net met individuele warmtepompen. De toegepaste techniek is een collectieve WKO met individuele warmtepompen. De woningen zijn goed geïsoleerd, maar door de oudbouw in de wijk is er wel genoeg warmtevraag. Het water wordt opgewarmd met een booster unit en voor het tapwater wordt gebruik gemaakt van aan boiler.

De techniek en warmtepomp zijn eigendom van het bedrijf dat de aanleg doet: De Warmte Maatschappij. Deze ene partij regelt het ontwerp, aanleg en beheer voor het vereenvoudigen van het gehele proces. Als terugbetaling rekenen de bewoners af in gigajoules warmte, hierbij volgt het tarief de inkoopprijs.

Dit ZLT-net is modulair en uitbouwbaar, hierdoor kunnen nieuwe aansluitingen makkelijk worden toegevoegd en wordt het net hierdoor in zijn geheel sterker. Op de aangesloten woningen is de SAH toegekend en er is ook gebruik gemaakt van de rijksbijdrage proeftuinen (NPLW, 2024).

Het valt uit het eerste onderzoek op het ZLT-net en de individuele varianten de goedkopere keuzes zijn als er voldoende is geïsoleerd. Ook komt het meerdere keren voorbij dat de CO2-uitstoot van het ZLT-net zeer laag is ten opzichte van de huidige situatie, in Genève en Heerlen ligt de uitstoot tussen de 75-80% lager dan de situatie ervoor en bij Slotervaart is het ook bijna 60% minder. Verder blijkt dat een ZLT-net in heel veel woningen kunnen worden toegepast en dat deze netten tegenwoordig ook uitbouwbaar zijn, zodat er steeds meer woningen op kunnen worden aangesloten. Uit verschillende onderzoeken en situaties blijkt dat een ZLT-net een zeer geschikte techniek is voor de reductie van aardgasgebruik voor de verwarming van een woning.

5.3 Welke technische eisen en randvoorwaarden worden gesteld aan de implementatie van elke variant?

Om de onderzochte varianten goed te kunnen vergelijken, is er voor elke variant een standaard opgesteld. Deze standaard houdt in dat de componenten en samenstelling van ieder van de varianten constant zal zijn tijdens het gehele onderzoek.

5.3.1 Individueel:

Voor de individuele variant zijn 2 verschillende varianten worden onderzocht, deze zijn de lucht/water warmtepomp en een PVT-systeem.

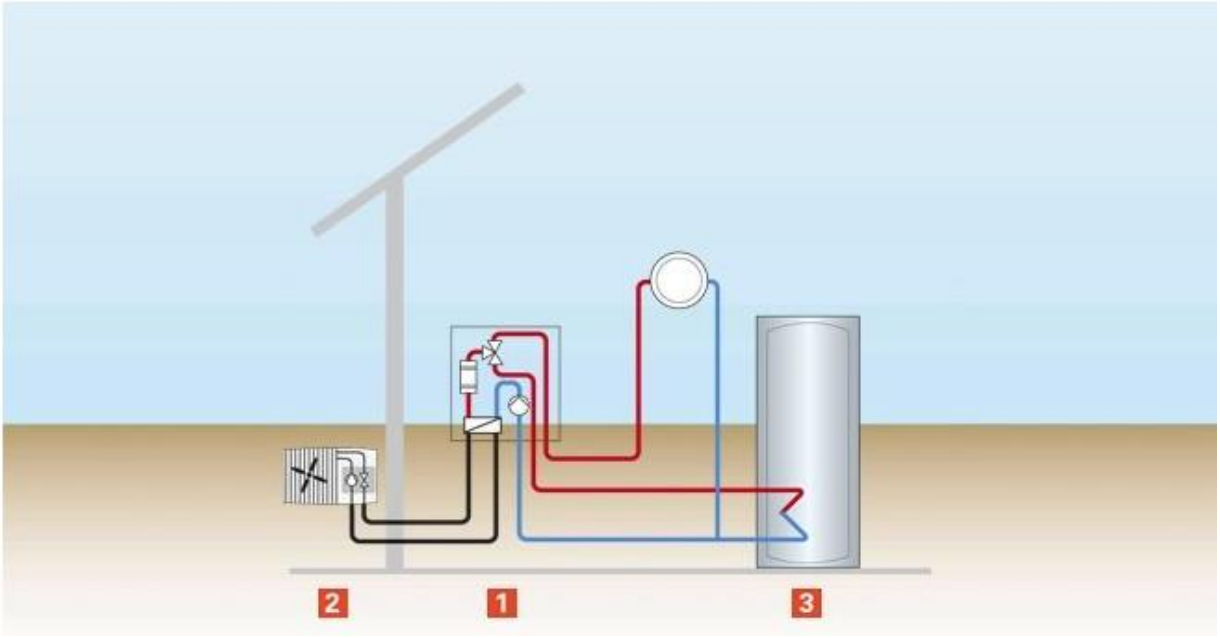
5.3.1.1 Lucht/water warmtepomp (all-electric)

Dit systeem bestaat in hoofdlijnen uit 3 verschillende onderdelen:

De buitenunit: Deze onttrekt warmte uit de buitenlucht en geeft dit af aan een koelmiddel dat hierdoor een hoge temperatuur bereikt (Maarten, 2021).

De binnenunit: Deze geeft de warmte van het koelmiddel af aan het water in de woning en pomp dit rond voor verwarming en tapwater.

Combi-boiler: Hier wordt verwarmd water tijdelijk opgeslagen, zodat er altijd direct warm water kan worden geleverd wanneer er vraag naar is.



Figuur 14: Tekening van systeem, 1: binnenunit, 2: buitenunit en 3: combi-boiler, overgenomen van (Maarten, 2021)

Bij dit systeem staat de buitenunit naast het huis, deze onttrekt warmte of koude aan de buitenlucht. De andere 2 onderdelen worden in de woning geplaatst. Tegenwoordig kunnen deze systemen ook worden gebruikt om de woning te koelen, dan werkt het systeem exact andersom. De levensduur van een warmtepomp wordt berekend op ongeveer 15 jaar, het komt in de praktijk vaak voor dat warmtepompen ook langer dan 20 jaar meegaan. Het hangt allemaal af van hoe goed dat warmtepomp wordt onderhouden, de compressor is het onderdeel dat de levensduur van de warmtepomp bepaald (Energiewacht, z.d.) (Ambrava, z.d.) (Vaatstra B.V., z.d.).

In tabel 2 hieronder worden de functies van de onderdelen en componenten van de lucht/water warmtepomp nog verder uitgeschreven.

Lucht/water warmtepomp (all-electric)		
Onderdeel	**Component**	**Werking**
Buitenunit		Haalt warmte uit de omgevingslucht
	Ventilator	Aanzuigen lucht uit omgeving
	Verdamper	Warmte onttrekken uit de lucht en verdampen koelmiddel
	Compressor	Verhogen van druk koelmiddel(gasvorm)voor stijging temperatuur
Binnenunit		Gebruikt warmte om water voor verwarming en kraanwater tot juiste temperatuur te brengen
	Condensor	Afgeven warmte aan water
	Expansieventiel	Druk verlagen
	Circulatiepomp	Water rondpompen
	Regelunit	Regeling en bediening
Combi-boiler		Boiler en buffervat in één, slaat water op voor verwarming en tapwater

Tabel 2: Componentenlijst lucht/water WP, (Ambrava, z.d.) (Verwarming-plaatsen, z.d.)

Figuur 15: Lucht/water warmtepomp in de woning, overgenomen van (Woonwijzerwinkel, z.d.)

5.3.1.2 PVT-systeem

Het PVT-systeem bestaat net als het eerdere systeem uit 3 hoofdonderdelen:

PVT-panelen: Deze zetten het zonlicht om in elektriciteit en onttrekken energie(warmte) uit buitenlucht, zonlicht en daglicht.

PVT-warmtepomp: Deze gebruikt de warmte van de PVT-panelen voor de verwarming van de woning en tapwater.

Combi-boiler: Hier wordt het verwarmde water tijdelijk opgeslagen voor gebruik.

Een gemiddelde woning met goede isolatie gebruikt een installatie van 8 PVT-panelen met een water/water warmtepomp van 6 kW. Hiermee behaal je voldoende warm water voor 4 personen. Dit PVT-systeem heeft een levensduur van minimaal 25 jaar (Triple Solar, z.d.).

Figuur 16: PVT-warmtepomp in de woning, overgenomen van (Triple Solar, z.d.)

Figuur 17: Tekening van systeem met PVT-panelen en binnenunit, overgenomen van (Triple Solar, z.d.)

Tabel 3 hieronder geeft de functies van de verschillende componenten in het PVT-systeem weer.

PVT-systeem		
Onderdeel	**Component**	**Werking**
PVT-panelen		Winnen van energie uit buitenlucht, zonlicht en daglicht
	Zonnecellen (PV)	Omzetten zonlicht in elektriciteit
	Thermische wisselaar	Onttrekken energie(warmte) uit omgeving
PVT-warmtepomp		Gebruikt warmte om water voor verwarming en kraanwater tot juiste temperatuur te brengen
	Verdamper	Onttrekken warmte uit PVT-panelen
	Elektrische compressor	Verhoogt druk en temperatuur
	Condensor	Geeft warmte af aan watercircuit
	Regeling/besturing	Aansturen pomp, compressor expansieventiel en temp beheersing
	Expansieventiel	Verlagen druk voor volgende cyclus
Combi-boiler		Boiler en buffervat in één, slaat water op voor verwarming en tapwater

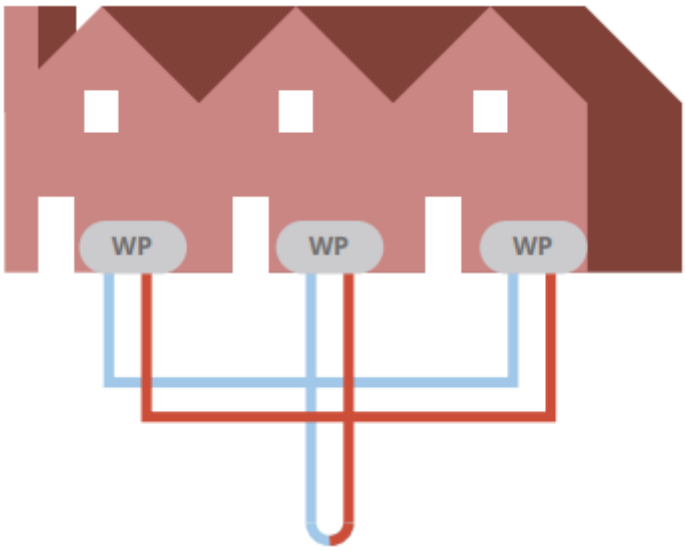
Tabel 3: Componentenlijst PVT-systeem, (Triple Solar, z.d.) (Verwarming-plaatsen, z.d.)

5.3.2 Kleinschalig

De kleinschalige variant wordt ook wel een mini-warmtenet genoemd. Hiervan heb je 2 verschillende varianten, een lichte en een zware. Met beide systemen is de bewoner in staat de woning te koelen of te verwarmen.

5.3.2.1 Lichte variant

Het verschil tussen de 2 varianten is dat hoewel de lichte variant een gedeelde warmtebron heeft, ieder van de woningen een individuele warmtepomp en combi-boiler heeft. De werking van dit systeem is relatief eenvoudig, via bodemlussen wordt warmte, ongeveer 10 °C tot 15 °C, uit de aarde gehaald en overgebracht naar koelmiddel. Dit koelmiddel geeft bij de woning de warmte over op de individuele installatie, hier verhoogt de warmtepomp de temperatuur van de bodemwarmte voor gebruik in de woning. Doordat het systeem geen grondwater onttrekt en dus geen vloeistoffen uitwisselt, maar gebruik maakt van koelmiddel in leidingen wordt dit een gesloten systeem genoemd. De levensduur van dit gesloten systeem is met 50 jaar een stuk langer dan een open systeem, dit komt doordat er geen filters zijn die verstopt kunnen raken (NPLW, 2024) (Bodemenergie, 2024) (KWA, 2023).



Figuur 18: Lichte variant mini-warmtenet, overgenomen van (NPLW, 2024)

Tabel 4 hieronder geeft aan welke onderdelen er horen bij de installatie van de licht variant. Ook wordt hier weergeven wat er binnen en buiten de woning moet worden geïnstalleerd.

Het volgende figuur geeft een water/water warmtepomp installatie weer. Dit is hoe de installatie er in de woning uitziet voor zowel de kleinschalig lichte oplossing als het collectieve ZLT-net.

Kleinschalig (licht)		
Onderdeel	**Binnen of Buiten de woning**	**Werking**
Bodemlussen (gesloten systeem)	Buiten	Halen warmte uit de bodem. De lussen werken als warmtewisselaars die de grondwarmte naar de warmtepomp transporteren
Bodemwarmtewisselaar	Buiten	Wisselaars in de bodem die de warmte uit de grond overbrengen naar het vloeistof
Aansluitpunt gesloten lus	Buiten/Binnen	Verbindt de gesloten bodemlus met de infra in de woning en zorgt voor de overdracht van warmte naar de individuele installatie
Warmtepomp	Binnen	Verhoogt temperatuur bodemwarmte voor gebruik
Combi-boiler	Binnen	Boiler en buffervat in één, slaat water op voor verwarming en tapwater
Regel- en besturingssysteem	Binnen	Monitort en stuurt de werking van de individuele warmtepomp en de interne distibutie

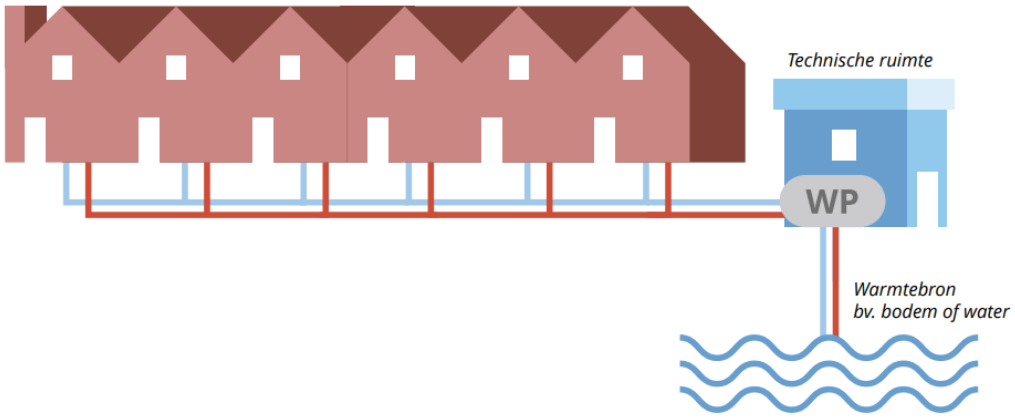
Tabel 4: Componentenlijst lichte variant, (NPLW, 2024) (Bodemenergie, 2024) (Verwarming-plaatsen, z.d.)

Figuur 19: Warmtepomp bij de lichte en collectieve variant, overgenomen van (Albreco, z.d.)

5.3.2.2 Zware variant

Bij de zware variant worden in plaats van gedeelde, individuele componenten toegevoegd, zoals een gedeelde centrale warmtepomp en een combi-boiler. Door deze combi-boiler wordt het mogelijk om warmte op te slaan en in te zetten wanneer hier vraag naar is, wat voor een hogere efficiëntie van het systeem zorgt. Deze variant is een stuk complexer qua technische inrichting en organisatie, maar biedt voordelen in situaties met beperkte ruimte in de woning voor individuele warmtepompen (NPLW, 2024).

Dit systeem werkt verder hetzelfde als de lichte variant, er wordt vanuit een bron in de grond warmte verzameld. Deze temperatuur wordt verhoogd en opgeslagen in de technische ruimte. Wanneer er vanuit een woning vraag naar warmte ontstaat, stuurt de warmtepomp in de technische ruimte warmte naar de woning in kwestie op. De levensduur van dit systeem is vergelijkbaar met die van de lichte variant.



Figuur 20: Zware variant mini-warmtenet, overgenomen van (NPLW, 2024)

Tabel 5 hieronder geeft de onderdelen en hun werking in het systeem aan. Verder wordt ook weer getoond of het in de woning, buiten of in de centrale installatie wordt geplaatst.

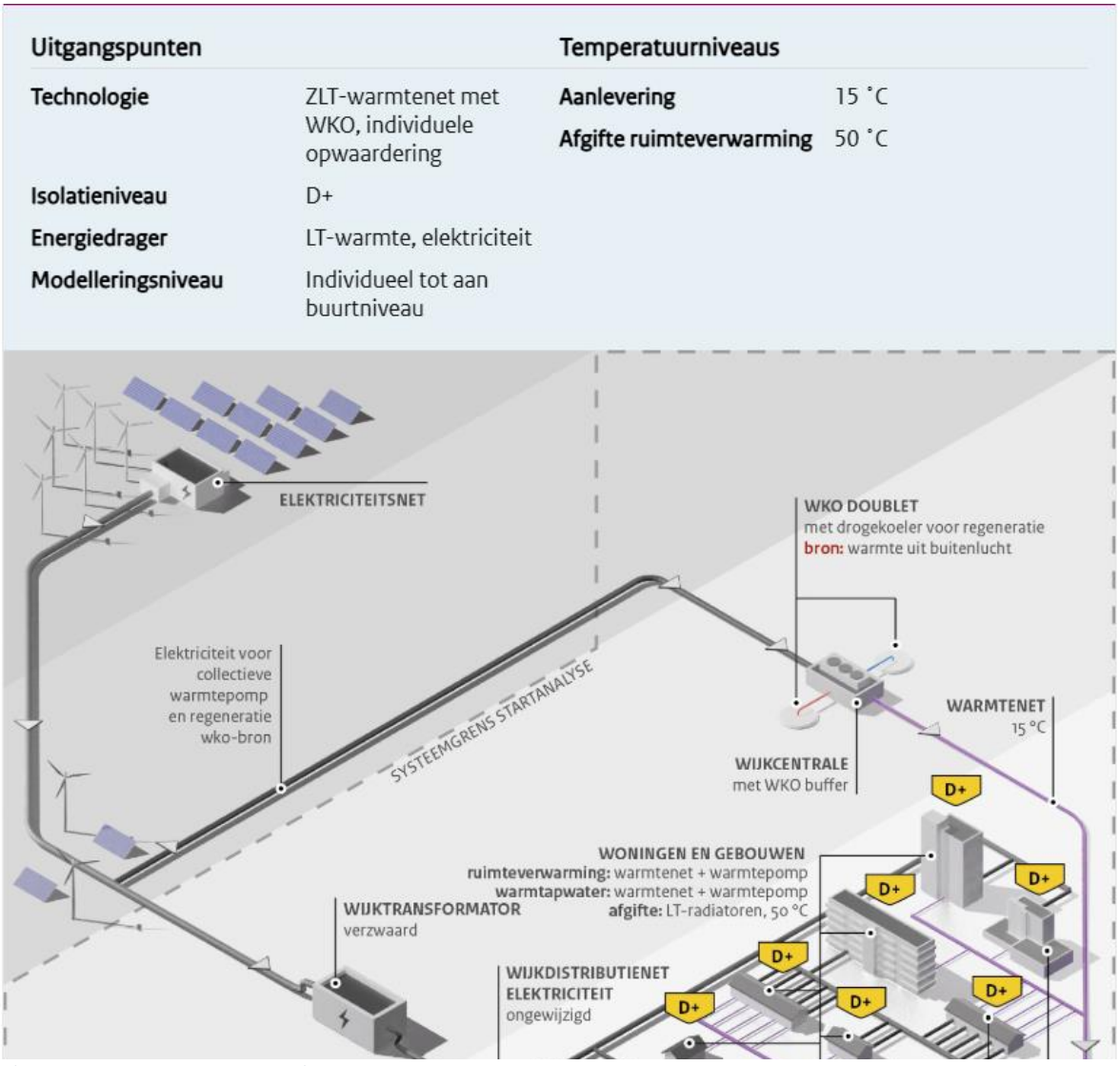
Kleinschalig (Zwaar)		
Onderdeel	**Binnen of Buiten de woning**	**Werking**
Gesloten bodemlus	Buiten	Zorgt voor de circulatie van warmteopname uit de bodem
Bodemwarmtewisselaar	Buiten	Zorgt voor warmteuitwisseling tussen de bodem en het circulerende systeem
Aansluitpunt gesloten lus	Buiten	Verbindt de gesloten bodemlus met de centrale installatie van het net
Centrale warmtepomp	Centrale installatie	Verhoogt de temperatuur van het koelmiddel voor gebruik
Collectieve combi-boiler	Centrale installatie	Boiler en buffervat in één, slaat water op voor verwarming en tapwater
Centraal regel- en besturingssysteem	Centrale installatie	Regelt en stuurt de werking van de centrale warmtepomp, buffer tank en distibutienetwerk
Warmtedistributienetwerk	Buitenshuis	Transporteert de warme vloeistof van de centrale installatie naar de verschillende woningen
Individuele warmtewisselaar	Binnen	Zorgt voor de veilige overdracht van warmte van het centrale systeem naar eigen woning
Lokale regel- en besturingssyteem	Binnen	Optimaliseert en reguleert de warmtevraag en afgifte per op woningniveau

Tabel 5: Componentenlijst zware variant, (NPLW, 2024) (Verwarming-plaatsen, z.d.)

5.3.3 Collectief

De overheid heeft begin 2025 de startanalyse gepubliceerd, deze analyse “geeft een datagestuurd overzicht van mogelijke alternatieven voor aardgas in de gebouwde omgeving” (Ministerie van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening, 2025). Uit de 2025 startanalyse komt voor Holendrecht-Oost de s3g strategie als meest geschikt naar voren. Deze variant staat voor een ZLT-warmtenet met WKO, bij deze strategie worden de gebouwen/woningen aangesloten op een zeerlagetemperatuurbron. De temperatuur van de bron wordt verhoogd door een individuele warmtepomp zodat de juiste temperatuur voor tapwater en verwarming kan worden bereikt.

De gebouwen worden tot schillabel D geïsoleerd en de warmte bij de woningen wordt geleverd op een temperatuur van minimaal 15 °C, deze warmte wordt door een warmtepomp tot de juiste temperatuur voor gebruikt gebracht. De normale radiatoren worden vervangen door de laagtemperatuur variant. Als er al vloerverwarming in de woning aanwezig is kan dit ook worden gebruikt. Het elektriciteitsnet moet voor deze variant wel worden verzwaard, als laatst worden de gasaansluitingen en het gasnet verwijderd (PBL, 2025).



Figuur 21: Voorgestelde strategie startanalyse, overgenomen van (PBL, 2025)

De collectieve variant die tijdens dit onderzoek wordt onderzocht is echter een beetje anders dan de variant die aan het begin is omschreven. Zo is er geen WKO-doublet onderzocht, maar een ondergrondse WKO met warmte-uitwisseling vanuit de Gaasperplas. Ook wordt nog een berekening gemaakt wat de impact van 2 PVT-panelen op de woning heeft voor het totale en individuele verbruik, aangezien bewoners hier interesse in hebben getoond.

De werking van het systeem voor Holendrecht-Oost is als volgt: In de zomer wordt warmte uit de Gaasperplas gehaald en opgeslagen in de WKO in de bodem onder HO. Wanneer er warmte- of koudevraag ontstaat bij de woningen onttrekt het systeem deze warmte of koude uit de WKO. Bij de woning wordt de warmte of koude overgedragen aan de infrastructuur van de woning zelf, de individuele warmtepomp van de woning kan de temperatuur verhogen voor gebruik in de woning. Er wordt een aanname gedaan dat ongeveer 20% van de woningen 2 PVT-panelen laten installeren, hierdoor wordt het verbruik van de woning efficiënter en hebben deze woningen minder impact op het totale warmtenet. Via de PVT-panelen kan de warmte uit de lucht worden gehaald en op worden geslagen in de combi-boiler. De levensduur van een ZLT-net is 50 jaar of langer (warmtetransitiemakers, 2025).

Tabel 6 hieronder geeft de componenten en hun werking weer, ook wordt hier nogmaals getoond of de onderdelen in of buiten de woning worden geïnstalleerd.

Collectief		
Onderdeel	**Binnen of Buiten de woning**	**Werking**
Ondergronds WKO met uitwisseling Gaasperplas	Buiten/Centrale installatie	Onttrekt zomers warmte uit de Gaasperplas en slaat deze via een ondergronds circulatiesysteem op, zodat deze warmte kan worden hergebruikt
Warmtenet distibutiesysteem	Buiten	Transporteert de warmte vanuit het WKO-systeem over het netwerk naar de verschillende woningaansluitingen
Centrale regel- en besturingseenheid	Centrale installatie	Coördineert het warmtenet in het geheel, stuurt de werking van de WKO en het distibutienet. Waarborgt stabiele warmtelevering
Aansluitpunt warmtenet	Buiten/Binnen	Fungeert als overgangspunt tussen het collectieve net en de individuele installaties
Individuele warmtepomp	Binnen	Neemt de lagere temperatuur van het collectieve net op en verhoogt deze tot een temperatuur die kan worden gebruik voor verwarming en tapwater in de woning
Combi-boiler	Binnen	Boiler en buffervat in één, slaat water op voor verwarming en tapwater
Secundaire warmtewisselaar	Binnen	Regelt de overdracht van de collectieve warmte naar het individuele systeem, zonder directe vloeistof contact
Lokale regel- en bestuuringseenheid	Binnen	Optimaliseert de werking van het individuele syteem, stuurt de warmtepomp en regelt de samenwerking met aanvullende bronnen zoals PVT
PVT-panelen	Op het dak	Deze panelen zorgen voor extra warmteopwekking bij de woning, hierdoor zullen deze woningen een efficienter verbruik hebben

Tabel 6: Componentenlijst ZLT-net met WKO en PVT, (Ministerie van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening, 2025) (warmtetransitiemakers, 2025) (Verwarming-plaatsen, z.d.)

5.3.4 Benodigde energielabels/schillabels

Om gebruik te maken van één van de getoonde aardgasvrije verwarmingssystemen in de woning, moet er voldoende isolatie aanwezig zijn. Voorbeelden van benodigde isolatie zijn: dak, spouw, gevel, vloer en glas. Er wordt tegenwoordig aangegeven dat de woning een minimaal energielabel van B moet hebben om over te kunnen op all-electric (Eigenhuis, z.d.). Om gebruik te maken van het PVT-systeem zal de woning tot minimaal energielabel A worden geïsoleerd (VvE, 2024).

Het ZLT-net werkt het meest efficiënt als de woning met een lage temperatuur kan worden verwarmd. Hiervoor zal ook minimaal een energielabel van B nodig zijn, hierdoor kan de woning met maximaal 50 °C goed worden verwarmd (NPLW, z.d.). Dit geldt zowel voor de kleinschalig als de collectieve variant van het ZLT-net. Wat opvalt is dat bij de startanalyse wordt aangegeven dat de woningen maar tot schillabel D moeten worden geïsoleerd, wat enorm kan schelen in de kosten voor de benodigde isolatie.

Aangezien deze energielabels een vertekend beeld kunnen geven, doordat ze niet alleen kijken naar de isolatie van de woning, maar ook naar of er bijvoorbeeld zonnepanelen aanwezig zijn. Is het aanhouden van schillabels van de woningen een betere indicator, aangezien deze labels zich puur op de isolatie van de schelp van de woning richten. Deze labels kijken naar maatregelen zoals vloer-, dak- of muurisolatie, zonder rekening te houden met technische voorzieningen (Gemeente Uithoorn, 2021). Tabel x geeft weer wat de huidige energielabels zijn als gebruik wordt gemaakt van de NTA8800 methode.

Voor de verwarming van woningen op lage temperatuur wordt een schillabel van minimaal B aangeraden (NPLW, 2025), omdat de hier onderzochte systemen op zeerlagetemperatuur de woningen verwarmen kan de aanname worden gedaan dat de woningen voor deze varianten ook een schillabel van minimaal B of beter nodig hebben.

Voor het bereiken van het nodige schillabel zal de woning op 3 plekken voldoende isolatie nodig hebben, dit zijn de ramen met HR++ glas, de vloer van de woning en het dak. Met deze maatregelen zal de schelp van de woning voldoen aan de voorwaarden om op lage temperatuur te kunnen verwarmen. Om er achter te komen welk schillabel de woning nu heeft, zal een afspraak met een expert nodig zijn.

Energielabels	Aantal woningen
Label A	275
Label D	534
Label E	420
Label F	20
Geen label	456

Tabel 7: Energielabels in Holendrecht-Oost bijgewerkt

5.3.5 Installatie

5.3.5.1 Lucht/water warmtepomp (all-electric)

Om het verwarmingssysteem van een cv-ketel te veranderen naar een lucht/water warmtepomp, zullen verschillende aanpassingen aan de woning van toepassing zijn. Hoe veel of weinig er moet wordt aangepast ligt aan de samenstelling van de woning zelf, dit kan door een erkende installateur worden onderzocht. Over het algemeen gaat het installatieproces als volgt, de bestaande cv-ketel wordt weggehaald en vervangen door de binnenunit van de warmtepomp inclusief de combi-boiler. Als de woning al gebruik maakt van radiatoren of vloerverwarming, dan kunnen deze leidingen vaak worden hergebruikt, zijn de leidingen te dun, oud of niet geschikt dan zullen er nieuwe leidingen moeten worden gelegd in de woning. Om de radiatoren op de begane grond het snelst warm te krijgen worden hier extra lussen voor aangelegd. Er zal ook een buitenunit moeten worden geplaatst voor de aanvoer van warmte, deze kan op verschillende plekken worden geplaatst zoals de gevel, achtertuin of op het dak van de woning. De plaatsing van de buitenunit heeft uiteraard ook gevolgen tot de benodigde infrastructuur, want tussen de binnen- en buitenunit zullen leidingen moeten worden geplaatst voor de toe- en afvoer van het koelmiddel. Eisen die verder aan de plaatsing van de buitenunit worden gesteld zijn dat hij minimaal op 0,5 meter van de erfgrens moet worden geplaatst, dit is om geluidsoverlast te voorkomen. Als laatst zal in sommige gevallen de elektrische installatie moeten worden aangepast, dit heeft als gevolg dat de meter kast moet worden uitgebreid. De installatie van dit systeem duurt 1 tot 2 dagen (Eigenhuis, z.d.) (Solvari, z.d.) (Installatie, 2022).

5.3.5.2 PVT-systeem

Het PVT-systeem heeft een soortgelijke installatie als die van de lucht/water warmtepomp. Het grootste verschil tussen de 2 systemen is dat het PVT-systeem gebruik maakt van PVT-panelen in plaats van een buitenunit. De PVT-panelen worden op het dak geplaatst en de thermische wisselaars worden aangesloten op de warmtepomp en de combi-boiler. Ook voor deze installatie zijn wand- en/of vloerverwarming en lage temperatuur radiatoren nodig voor de verwarming en koeling van de woning. Het is niet duidelijk te vinden hoelang de installatie van het systeem duurt, maar aangezien het proces vergelijkbaar is met het systeem hiervoor wordt de aanname gedaan dat het ook ongeveer 1 tot 2 dagen zal duren (Triple Solar, z.d.) (HR energy, z.d.).

5.3.5.3 Kleinschalig (lichte variant)

Bij deze variant heeft iedere woning een individuele warmtepomp nodig, het benodigde verwarmingssysteem is gelijk aan die van de eerdergenoemde systemen. Het schillabel van de woning moet bij deze variant ook weer voldoende zijn, omdat er nog steeds wordt gewerkt met lage temperaturen.

Er moet voor deze variant zowel binnen als buiten de woning genoeg gebeuren voor het systeem operationeel is. Via boringen in de grond wordt het gesloten bodemenergiesysteem geïnstalleerd, de diepte van de bodemlus is afhankelijk van de situatie, maar bevindt zich vaak op een diepte van 50 tot 200 meter (Feenstra, 2024). In HO is de grondlaag die tussen de 65 en 180m diep ligt hier perfect voor, het systeem zal hiertussen worden aangelegd. Door deze lussen loopt de vloeistof die warmte uit de bodem opneemt en doorgeeft aan de woningen. Bij iedere woning wordt een aansluitpunt geïnstalleerd, hier wordt de bodemlus gekoppeld aan de individuele warmtepomp.

In de woning wordt de warmtepomp geïnstalleerd, dit gebeurt vaak in de technische ruimte of meterkast. Vanuit hier wordt de warmte uit de bodemlussen gehaald en de temperatuur verhoogt. Verder wordt in de woning een combi-boiler geplaatst, hier wordt warmte tijdelijk opgeslagen om eventuele schommelingen in de warmtevraag op te vangen en te gebruiken voor tapwater. Via radiatoren of vloerverwarming wordt de warmte verspreid door de woning, als deze nog niet aanwezig zijn worden die eerst nog geïnstalleerd. Als laatst wordt het regelsysteem aan de woning toegevoegd, hiermee wordt de werking van de warmtepomp geoptimaliseerd. Het aanleggen van een bodemenergiesysteem zelf duurt niet enorm lang, ongeveer 2 tot 3 dagen. Maar vanaf offerte tot realisatie kan het vaak zo'n 8 tot 10 weken duren (NPLW, z.d.) (Energietransitieutrecht, z.d.) (NPLW, 2024) (Uiteigenboden, z.d.) (LTA, z.d.).

5.3.5.4 Kleinschalig (zware variant)

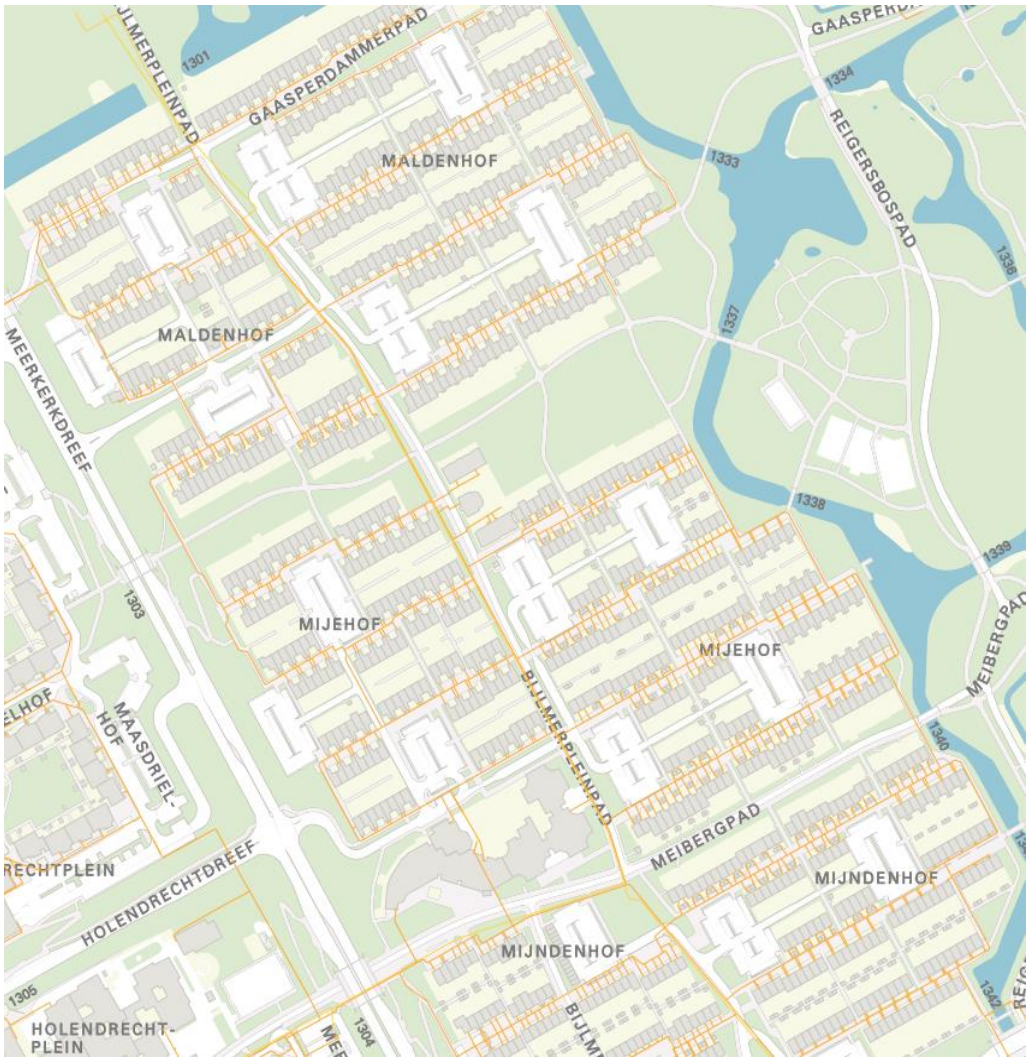
Buiten de woning wordt de collectieve warmtebron gecreëerd. Boven deze bron wordt een centrale installatie neergezet, hierin staat de collectieve warmtepomp die de temperatuur van de vloeistof in de leidingen verhoogt en door het warmtenet stuurt, ook zit hierin de centrale regelunit die zorgt voor de efficiënte werking van het warmtenet. Tussen de woningen en de centrale installatie worden leidingen aangelegd voor het transport van de warmte. Ook bij deze variant wordt een aansluitpunt tussen de woning en het net geïnstalleerd, hier wordt de warmte van het net overgedragen aan de woning via een secundaire warmtewisselaar.

Binnen de woning wordt deze secundaire warmtewisselaar geïnstalleerd, deze zorgt voor de opname van warmte van het externe systeem. Ook bij deze variant wordt een combi-boiler geïnstalleerd met hetzelfde doel als bij de licht variant. Transport van warmte door de woning gebeurt op dezelfde manier als bij de lichte variant. Als laatst wordt een regelunit in de woning zelf geplaatst, deze is aanwezig om de verplaatsing van warmte te optimaliseren (NPLW, z.d.) (Energietransitieutrecht, z.d.) (NPLW, 2024).

Voor beide kleinschalige varianten is een organisatiestructuur nodig met de woningen die op het warmtenet worden aangesloten, dit kan in de vorm van een VvE of een energiecoöperatie (NPLW, 2024) (Hengelaar, 2023). Verder staan de woningen in Holendrecht-Oost op erfpacht van de gemeente, er zijn dus vergunningen nodig om boringen in de grond te maken en de leidingen voor het systeem aan te leggen. Ook voor de centrale installatie bij de zware variant zal een vergunning nodig zijn (Hengelaar, 2023).

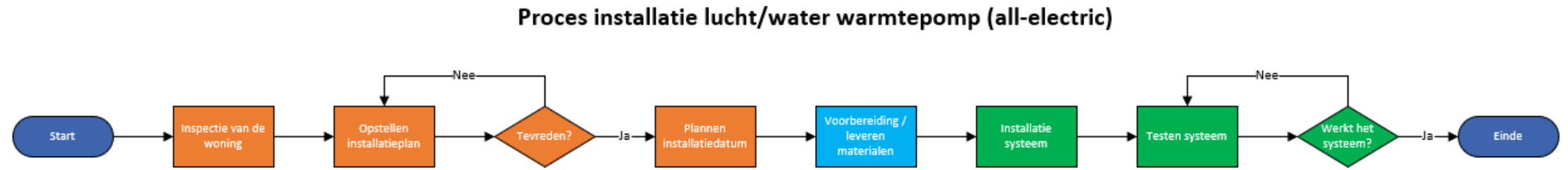
5.3.5.5 Collectief (ZLT-net met WKO)

Buiten de woningen wordt een ondergrondse WKO geïnstalleerd, vanuit deze WKO lopen leidingen naar de Gaasperplas in de buurt. Deze leidingen hebben warmtewisselaars aan het einde in het water liggen, die in de zomer de warmte overbrengen naar de WKO en koelte doorleveren aan de woningen. Tussen de WKO en de woningen wordt een ondergronds netwerk van geïsoleerde leidingen aangelegd voor het transport van de warmte. Figuur 22 hieronder geeft het huidige gasnetwerk van Holendrecht-Oost weer, dit kan als een schets beschouwd worden van het netwerk van de ZLT-leidingen. Ook hier krijgen de woningen weer een aansluitpunt en een secundaire warmtewisselaar voor de overdracht van warmte tussen de woning en het net. Een centrale en lokale regelunit zullen worden geplaatst bij de woningen en het net. De woningen worden voorzien van een individuele of centraal collectieve warmtepomp voor de opwaardering van de geleverde warmte. Voor de verwarming van de woningen worden dezelfde eisen gesteld als bij de kleinschalige varianten. Bij sommige woningen bijvoorbeeld 1 op de 5, kunnen nog 2 PVT-panelen worden geïnstalleerd, deze kunnen voor de woningen zowel elektriciteit als warmte opwekken om de warmtevraag te ondersteunen en de afhankelijkheid te reduceren. Vanwege het plannen, onderzoeken, ontwerpen en de rest dat komt kijken bij het aanleggen van het warmtenet, kost het aanleggen van een warmtenet in Nederland gemiddeld tussen de vijf en zeven jaar (Nieuwe Warmte Nu, z.d.).



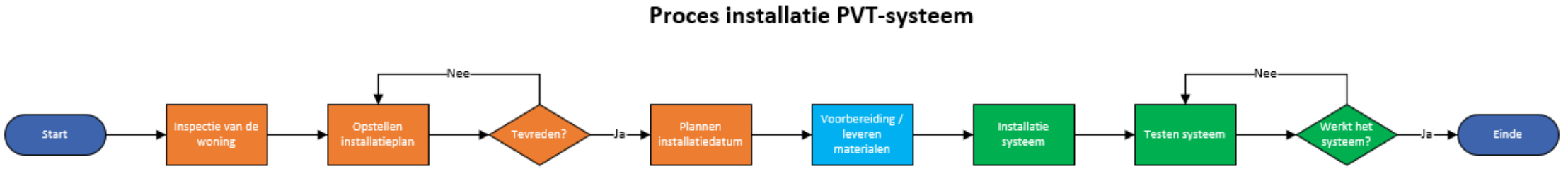
Figuur 22: Gasnetwerk van Holendrecht-Oost

5.3.6 Flowcharts:



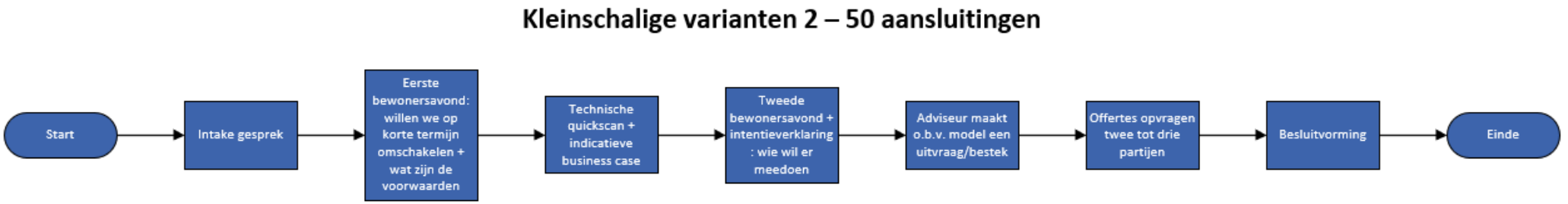
Figuur 23: Totale proces all-electric

Het eerste deel van het hele proces gebeurt bij de oranje blokken. Hierbij wordt de woning geïnspecteerd en wordt het installatieplan opgesteld, als deze is goedgekeurd door de bewoners wordt gelijk een datum gepland voor de installatie van het systeem. Dit deel van het proces kan in een ochtend gebeuren. De volgende stap is het lichtblauwe blok, hier wordt alvast voorbereidend werk gedaan om de installatie zo snel mogelijk te laten verlopen. Voorbeelden hiervan zijn een stroompunt binnenhuis beschikbaar maken en alvast materialen leveren voor de installatie. De laatste stap zijn de groene blokken, hier wordt het systeem geïnstalleerd en getest, dit duurt tussen de 1 en 2 dagen, afhankelijk van hoe soepel het installatieproces verloopt (DeWarmte, 2024).



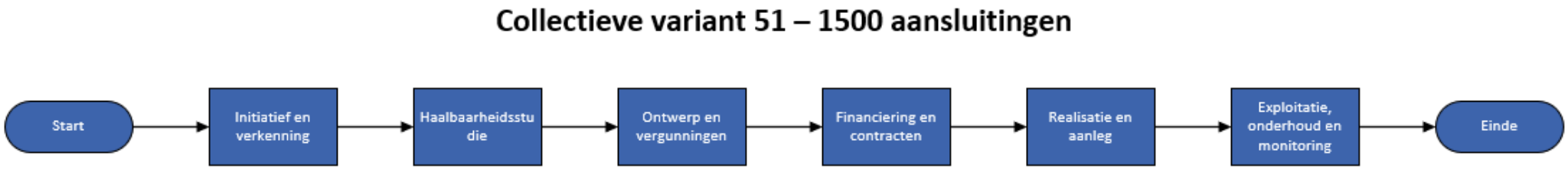
Figuur 24: Totale proces PVT-systeem

De installatie van het PVT-systeem verloopt vrijwel hetzelfde als het proces van het all-electric systeem. Het verschil is dat bij het PVT-systeem het dak uiteraard ook moet worden gecontroleerd en dat er andere componenten worden geplaatst voor de opwekking van warmte (HR energy, z.d.).



Figuur 25: Totale proces Kleinschalig

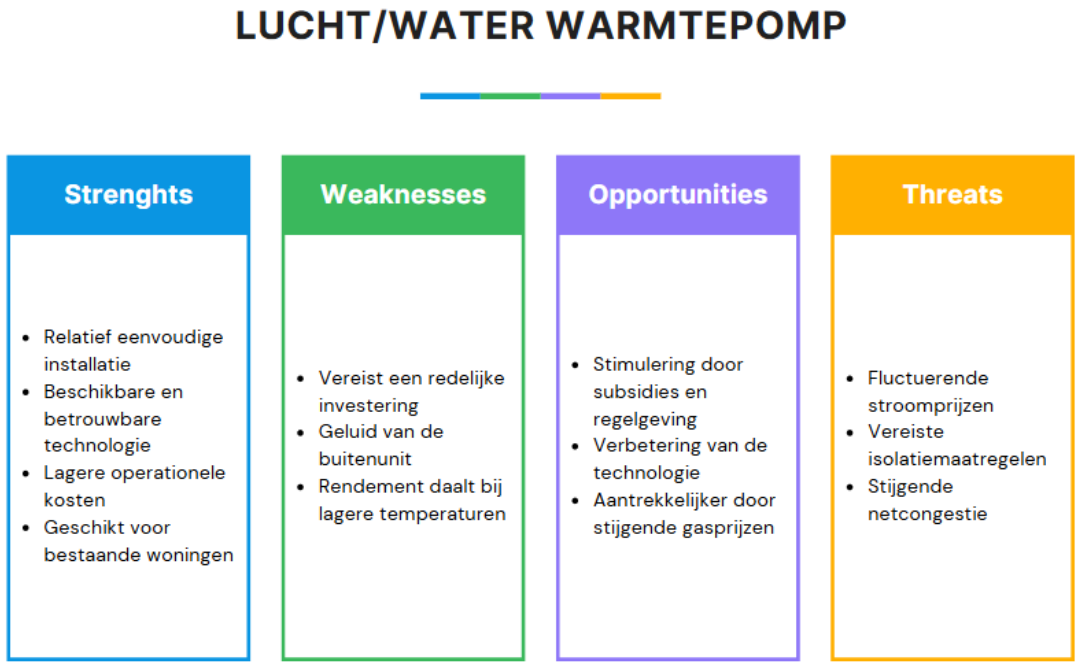
Het hele proces tot daadwerkelijke installatie duurt bij deze variant een stuk langer dan bij de individuele varianten. Doordat bewoners samen op een net gaan is de participatie bij dit proces een heel belangrijk punt. Wanneer duidelijk is welke woningen zich aan willen sluiten op het net kan een ontwerp worden gemaakt. Dit ontwerp kan na goedkeuring worden uitgestuurd naar verschillende installatie partijen, waarnaar een van de partijen wordt gekozen om het daadwerkelijke installatieproces uit te voeren (NPLW, 2024).

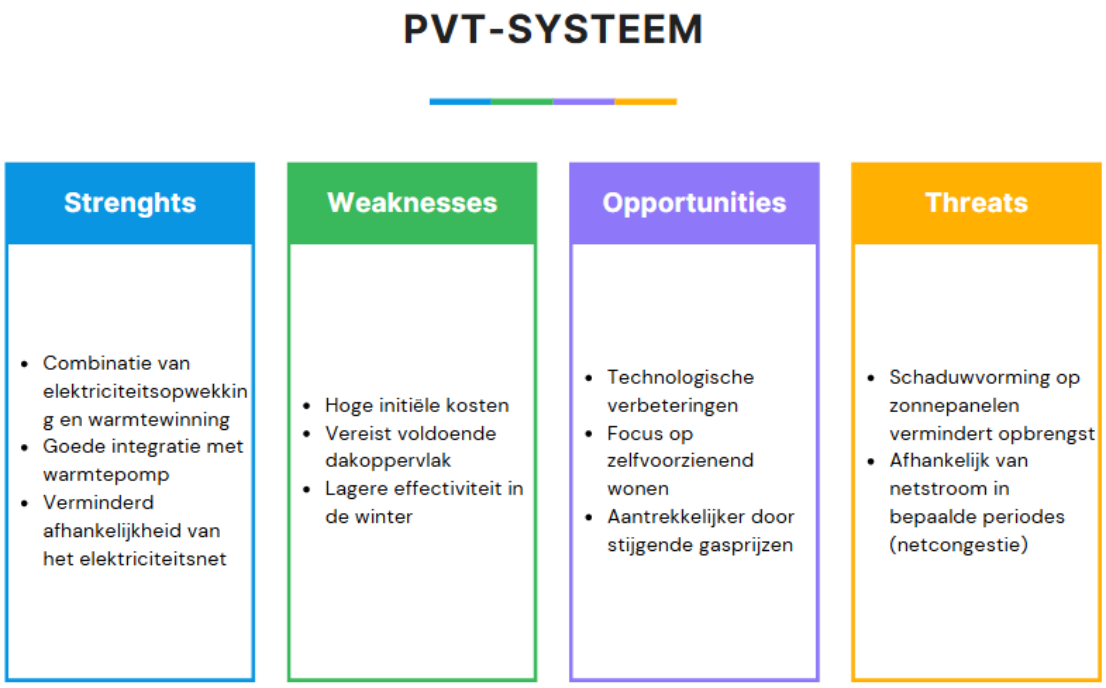


Figuur 26: Totale proces Grootschalig

Bij de collectieve variant wordt eerst nog een haalbaarheidsstudie uitgevoerd om te onderzoeken of het mogelijk is om de wijk in kwestie aan te sluiten op een warmtenet. Vervolgens wordt het ontwerp voor het warmtenet gemaakt en worden de nodig vergunningen aangevraagd. Met het ontwerp en voorstel worden verschillende installatie partijen gecontacteerd en wordt één gekozen. Vervolgens wordt het net daadwerkelijk geïnstalleerd (NPLW, 2024).

5.3.7 SWOT-analyse:





LICHTE VARIANT

Strenghts	Weaknesses	Opportunities	Threats
• Lagere investeringskosten per woning dan sommige individuele oplossingen • Gemeenschappelijke onderhoudskosten • Flexibel inzetbaar in kleinere clusters	• Afhankelijk van participatie bewoners • Afhankelijk van samenstelling woningtypes	• Gemeentelijke stimuleringsmaatregelen • Initiatieven kunnen draagvlak creëren	• Weerstand vanuit voorkeur naar individuele systemen • Technische uitdaging bij schaalvergroting

ZWARE VARIANT

Strenghts	Weaknesses	Opportunities	Threats
• Hogere efficiëntie en betrouwbaarheid door collectieve aanpak • Lagere operationele kosten per woning • Optimaal gebruik van duurzame bronnen	• Complexe infrastructuur vereist grotere investering • Geschiktheid afhankelijk van bodem en bebouwing • Vereist een nauwe samenwerking	• Samenwerking tussen bewoners, gemeente en netbeheerder • Schaalvoordelen	• Lange realisatietijd • Mogelijke technische en vergunningsuitdagingen

ZLT-NET MET WKO

Het valt uit deze SWOT-analyses op, dat hoewel je minder afhankelijk bent als je gebruik maakt van een individuele techniek, je geen gebruik kan maken van de voordelen die opdoen wanneer je op een kleinschalige of collectieve oplossing richt. Ook is het zo dat wanneer er problemen ontstaan met een individuele oplossing, jij als woningeigenaar het volledige bedrag van bijvoorbeeld onderhoud moet betalen. Dit kan bij een kleinschalige of collectieve oplossing over de vele gebruikers worden verdeeld. Je bent dan wel minder afhankelijk, maar je hebt ook minder schaalvoordelen en loopt een groter risico.

Verder kan er een bedreiging van een overbelasting van het stroomnet ontstaan, als er te veel woningen op een individuele oplossing overstappen. Hier heeft een kleinschalige of collectieve oplossing minder impact op het stroomnet.

5.3.8 Impact op stroomvraag:

Bij het volgende onderdeel wordt het elektriciteitsverbruik in totaal en per woning berekend met de tomahawk tool. Bij ieder van de scenario's wordt de energiemix van 2030 gebruikt die is opgesteld door het PBL. Ook wordt bij ieder scenario gerekend met een woning die naar de standaard is geïsoleerd, deze standaard houdt een schillabel van B in.

Wat belangrijk is om mee te nemen is dat een warmtepomp een woning vele malen efficiënter kan verwarmen, waar een cv-ketel een rendement van 90% heeft, kan een warmtepomp met een COP van 4 een rendement van wel 400% bereiken (Energiewacht, z.d.).

Voor een eerlijke vergelijking is als eerst het scenario van een CV-ketel met airco berekend. Hierbij wordt nog kort vergeleken wat de impact van wel of geen renovatie en dus betere isolatie is:

CV-ketel (aardgas) + airco	m3 en kWh
Aardgas per woning	1.279
Elektriciteit per woning	3.011

Tabel 8: Elektriciteits- en gasvraag CV-ketel + airco

CV-ketel (aardgas) + airco en renovatie naar de standaard	m3 en kWh
Aardgas per woning	1.257
Elektriciteit per woning	3.011

Tabel 9: Elektriciteits- en gasvraag CV met renovatie

Hierin valt op dat het gemiddelde aardgasverbruik een stuk is afgenomen doordat de renovatie is toegevoegd aan de berekening. Reden hiervoor is uiteraard de reductie van warmteverlies uit de woning.

5.3.8.1 Lucht/water warmtepomp (all-electric):

De volgende berekening laat de elektriciteitsvraag in totaal en per woning zien wanneer deze gebruik maken van een lucht/water warmtepomp.

Lucht/water warmtepomp + radiatoren	kWh
Elektriciteit	7.027.918
Elektriciteit per woning	6.580

Tabel 10: Elektriciteitsvraag lucht/water warmtepomp

5.3.8.2 PVT-systeem:

Het eerder omschreven PVT-systeem heeft 8 PVT-panelen nodig voor voldoende warm water voor 4 personen, deze PVT-panelen hebben ieder een wattpiek van 430. Verder wordt hier ook weer een onderscheid gemaakt tussen verwarming door middel van radiatoren en vloerverwarming. Uit de berekening met tomahawk zijn de volgende resultaten gekomen.

PVT warmtepomp + radiatoren 8 x 430 Wp panelen	kWh
Elektriciteit	3.307.732
Elektriciteit per woning	3.097

Tabel 11: Elektriciteitsvraag PVT systeem

Het valt op dat dit systeem een stuk minder elektriciteitsvraag heeft dan de andere individuele variant. Verklaring hiervoor is dat PVT-panelen zelf ook stroom op wekken, waardoor de woning veel efficiënter is en dus minder stroom van het net hoeft te vragen.

5.3.8.3 Kleinschalig ZLT-net lichte en zware variant:

Er is op tomahawk geen direct scenario voor ene kleinschalig warmtenet, wel zijn er scenario's die een individuele bodemwarmtepomp kunnen analyseren. Daarom wordt de aanname gemaakt dat, doordat de woningen gebruik maken van individuele warmtepompen en een gedeeld net, het verbruik vergelijkbaar zal zijn met de individuele scenario's die gebruik maken van een bodemwarmtepomp. Daaruit zijn de volgende berekeningen gekomen.

Kleinschalig lichte en zware variant + radiatoren	kWh
Elektriciteit	6.542.414
Elektriciteit per woning	6.126

Tabel 12: Elektriciteitsvraag kleinschalig licht en zwaar

5.3.8.4 Collectief ZLT-net met uitwisseling Gaasperplas en WKO:

Bij deze variant kan de elektriciteitsvraag alleen met vloerverwarming worden berekend. Er zijn toch weer 2 verschillende scenario's berekend, hierbij is het verschil dat er bij het tweede scenario is gerekend met 2 PVT-panelen van 430 Wp per stuk op de daken van de woningen. Hiermee kan een extra beeld worden geschetst wat de impact van PVT-panelen is.

Collectief ZLT-net met uitwisseling Gaasperplas en WKO	kWh
Elektriciteit	3.284.175
Elektriciteit per woning	3.075

Tabel 13: Elektriciteitsvraag collectief

Collectief ZLT-net met uitwisseling Gaasperplas en WKO + PVT	kWh
Elektriciteit	2.453.695
Elekticiteit per woning	2.297

Tabel 14: Elektriciteitsvraag collectief + PVT

Wat hier direct uit opvalt, is dat de elektriciteitsvraag het laagst is van alle berekende varianten. De PVT-panelen kunnen zelfs nog voor een reductie van ongeveer 25% van de elektriciteitsvraag zorgen.

Op de collectieve variant na, zijn al deze stroomvraag berekeningen gemaakt met het gebruik van radiatoren in de woning. Na berekening met de Tomahawk tool is het volgende opgevallen over het verschil tussen radiatoren en vloerverwarming. Vloerverwarming in de woning zorgt voor een reductie van ongeveer 6% in stroomvraag en dus ook kosten, ten opzichte van radiatoren. Hieronder volgt een voorbeeld van het verschil tussen radiatoren en vloerverwarming voor een lucht/water warmtepomp.

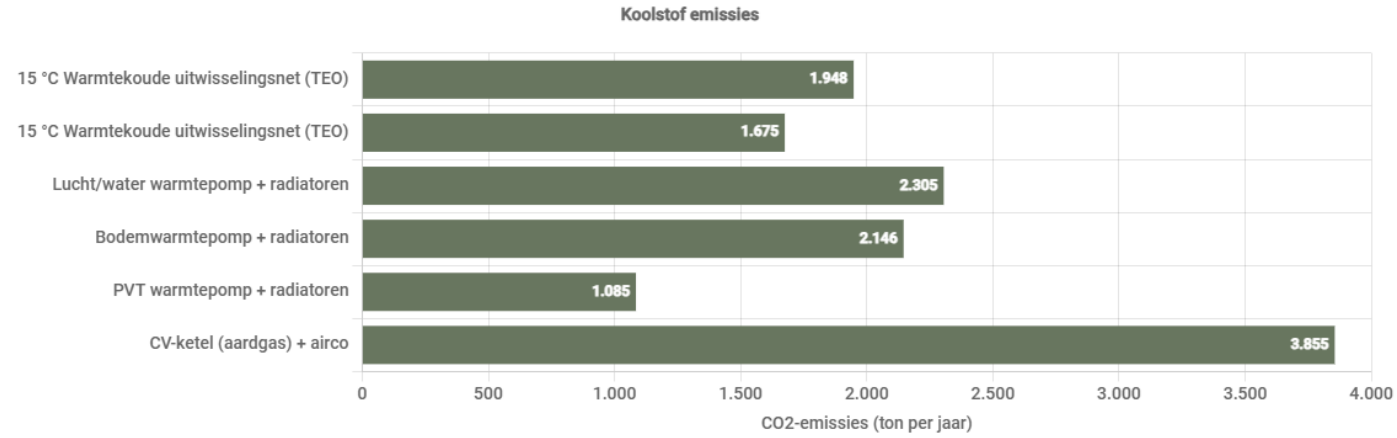
Lucht/water warmtepomp + radiatoren	kWh
Elektriciteit	7.027.918
Elektriciteit per woning	6.580

Tabel 15: Elektriciteitsvraag met radiatoren

Lucht/water warmtepomp + vloerverwarming	kWh
Elektriciteit	6.590.375
Elektriciteit per woning	6.171

Tabel 16: Elektriciteitsvraag met vloerverwarming

Hoewel de varianten dan warmte voor de woning kunnen leveren zonder direct gebruikt te maken van aardgas. Hebben ze nog steeds indirecte CO_2-uitstoot, doordat de elektriciteit nog deels door fossiele brandstoffen wordt opgewerkt. Het volgende figuur geeft de uitstoot van de verschillende varianten weer.



Figuur 27: CO2-emissies in ton per jaar

Wat hierin uiteraard opvalt, is dat de standaard CV-ketel voor ruim de meeste uitstoot zorgt, ook is te zien dat het PVT-systeem voor de minste uitstoot verantwoordelijk is. De verklaring hiervoor is dat het PVT-systeem werkt op stroom dat het zelf ook opwekt.

Omdat er bij deze berekeningen alleen is berekend wat de impact van de aardgasvrije variant is op het elektriciteitsverbruik van de woning, zijn zonnepanelen niet in deze berekeningen meegenomen. Aangezien er toch een goed aantal woningen in Holendrecht-Oost zijn, waarbij zonnepanelen aanwezig zijn op het dak. Is de volgende berekening gemaakt, om aan te tonen welke impact zonnepanelen hebben op de elektriciteitsvraag. Er is hier gerekend met 8 zonnepanelen met ieder een vermogen van 430 Wp.

Variant	Elektriciteit zonder panelen	Elektriciteit met panelen	Verschil
Lucht/water warmtepomp + zonnepanelen	6.580	3.470	3.110
Kleinschalig licht en zwaar + zonnepanelen	6.126	3.015	3.111
Collectief ZLT-net + zonnepanelen	3.075	-35	3.110

Tabel 17: Impact van zonnepanelen

Zoals is af te lezen uit de tabel, reduceren de zonnepanelen de elektriciteitsvraag van de woning met ongeveer 3110 kWh. Bij de bovenste 2 varianten wordt de elektriciteitsvraag bijna gehalveerd en bij de collectieve oplossing is er zelfs helemaal geen elektriciteitsvraag meer vanuit de woning, als er gebruik wordt gemaakt van deze 8 zonnepanelen.

5.4 Wat zijn de initiële investeringskosten en terugverdientijden per variant?

Voor de verduurzaming van Holendrecht-Oost aan de hand van de eerdergenoemde varianten, worden drie tot vier verschillende partijen betrokken die ieder een investering moeten doen. Deze partijen zijn:

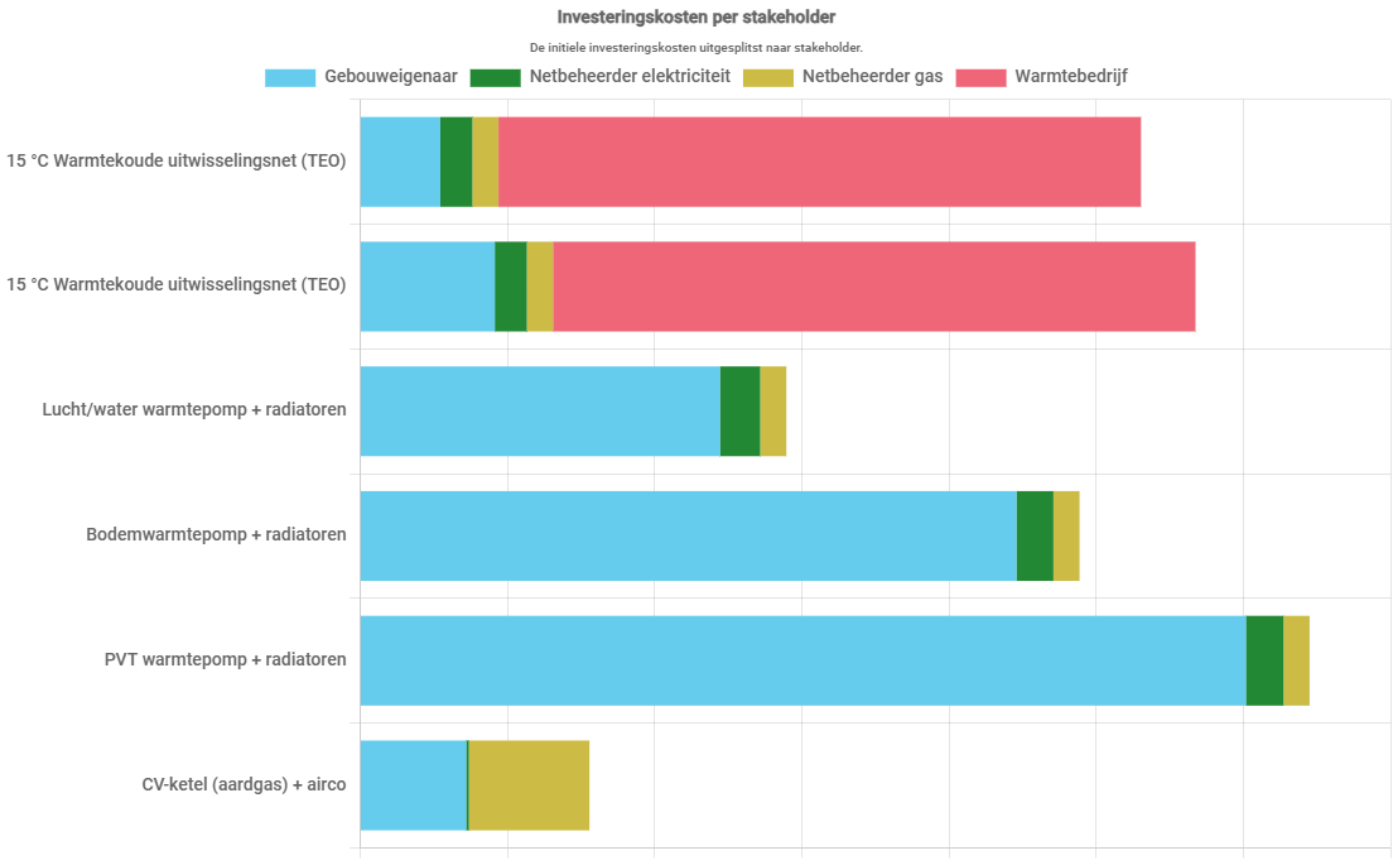
Gebouweigenaar: Is voor ieder behalve de collectieve variant verantwoordelijk voor het investeren in de woningen en de aardgasvrije variant. Bij de collectieve variant betaalt de gebouweigenaar de bijdrage aansluitkosten aan het warmtebedrijf.

Netbeheerder gas: Verantwoordelijk voor het verwijderen van het gasnetwerk.

Netbeheerder elektriciteit: Verantwoordelijk voor het verzwaren van het elektriciteitsnet.

Warmtebedrijf: Betaalt voor de collectieve variant de gehele investering met ondersteuning van de BAK van de gebouweigenaren. In ruil rekent het warmtebedrijf geld voor de warmte die aan de woningen wordt geleverd. Hierbij is het warmtebedrijf eigenaar van de gehele infrastructuur.

De grafiek hieronder geeft in een overzicht weer bij welke varianten van wie een investering wordt vereist.



Figuur 28: Investeringskosten per adres

In de volgende tabellen wordt getoond waar investering voor nodig is en of dit de verantwoordelijkheid van de gebouweigenaar of het warmtebedrijf is. Aangezien er vele manieren zijn om de woning te isoleren en de kosten van ieder weer compleet anders zijn, is de investering in isolatie niet meegenomen in de berekening. De volgende berekeningen zijn allemaal gemaakt aan de hand van de Tomahawk Energy rekentool.

Lucht/water warmtepomp:

Aangezien dit een individuele oplossing is, is de gebouweigenaar geheel verantwoordelijk voor de investering in het warmtesysteem. Bij deze variant zal uiteraard waar nodig, worden geïsoleerd in de woning om tot het schillabel B te komen. Ook zal de meterkast worden uitgebreid, aangezien een elektrisch verwarmingssysteem een redelijke toename van stroomvraag in de woning creëert. Uiteraard zal een betaling voor de aardgasvrije installatie worden gedaan en als laatst wordt er rekening gehouden met het omzetten van een gasfornuis naar inductieplaat.

Lucht/water warmtepomp + radiatoren	Investering per woning
Gebouweigenaar	
Isoleren naar standaard	Variabel
Meterkast 3 x 25A	€ 527
Lucht/water warmtepomp met tapwaterbuffer	€ 10.989
Inductieplaat	€ 702
Totaal	€ 12.218

Tabel 18: Investeringskosten lucht/water warmtepomp systeem

PVT-systeem:

Bij deze variant is ook de gebouweigenaar verantwoordelijk voor de investering van het systeem. Het enige verschil is dat er nu wordt geïnvesteerd in een PVT-systeem en PVT-panelen.

PVT warmtepomp + radiatoren 8 x 430 Wp panelen	Investering per woning
Gebouweigenaar	
Isoleren naar standaard	Variabel
Meterkast 3 x 25A	€ 527
PVT warmtepomp en tapwaterbuffer	€ 21.453
Inductieplaat	€ 702
PVT panelen	€ 7.400
Totaal	€ 30.082

Tabel 19: Investeringskosten PVT-systeem

Kleinschalig licht en zwaar:

Aangezien de Tomahawk software geen specifieke berekeningen kan maken voor kleinschalige warmtenetten (lichte en zware variant), is ervoor gekozen om de individuele bodemwarmtepomp als benadering te gebruiken. Aangezien het over het algemeen goedkoper is om gebruik te maken van gedeelde bodemlussen, doordat er bijvoorbeeld minder boringen nodig zijn (Roest, 2023), kan deze berekening worden gezien als een hogere kosten inschatting.

Zoals eerder aangegeven, is de aanname gedaan dat het verschil tussen de lichte en zware variant alleen in de infrastructuur binnen en buiten de woning zit. Het financiële deel wordt verder als gelijk beschouwd.

Op basis van deze aannames is de volgende berekening gemaakt.

Kleinschalig lichte/zware variant + radiatoren	Investering per woning
Gebouweigenaar	
Isoleren naar standaard	Variabel
Meterkast 3 x 25A	€ 527
Water/water warmtepomp met tapwaterbuffer	€ 21.060
Inductieplaat	€ 702
Totaal	€ 22.289

Tabel 20: Investeringskosten Kleinschalig

Het valt bij deze berekening op dat de kosten voor de warmtepomp aan de hoge kant zijn.

Collectief zonder en met PVT:

Aangezien het ZLT-net wordt aangelegd door een warmtebedrijf, zal een groot deel van de investeringskosten door het warmtebedrijf op zich worden genomen. Wat het gevolg hiervan is, is dat de bewoners niet alleen meer de variabele kosten van de elektriciteit moeten betalen, maar ook voor warmte- en koudelevering. Dit heeft als gevolg dat de investeringskosten voor de gebouweigenaren lager zal zijn dan andere varianten, maar ook dat er vastrecht aan de maandelijkse rekening wordt toegevoegd. Bij deze variant wordt gerekend met een woning met vloerverwarming, de enkele tabel onderaan laat nog zien wat er aan extra investeringskosten bij komen als de woningeigenaar 2 PVT-panelen laat installeren.

Collectief ZLT-net met uitwisseling Gaasperplas en WKO	Investering per woning	
Gebouweigenaar		
Isoleren naar standaard	Variabel	
Vloerverwarming	€	1.856
Inductieplaat	€	702
Bijdrage aansluitkosten (BAK)	€	165
Totaal	€	2.723
Warmtebedrijf		
Aquathermie uit oppervlaktewater (15 °C) (2.379 kW)	€	318
Generieke bronleiding	€	409
Bodemenergiesysteem (WKO) (5721 kW)	€	2.549
9.124m distributienet (Staal 2-pijps (15 °C))	€	5.613
7.297m gebouwaansluitingen (Staal 2-pijps (15 °C))	€	3.395
Afleverset warmte/tapwater/koude	€	1.600
Warmtepomp voor 15 °C warmtenet (voor vloerverwarming)	€	8.104
Bijdrage aansluitkosten (BAK)	€	-165
Totaal	€	21.823

Tabel 21: Investeringskosten collectief

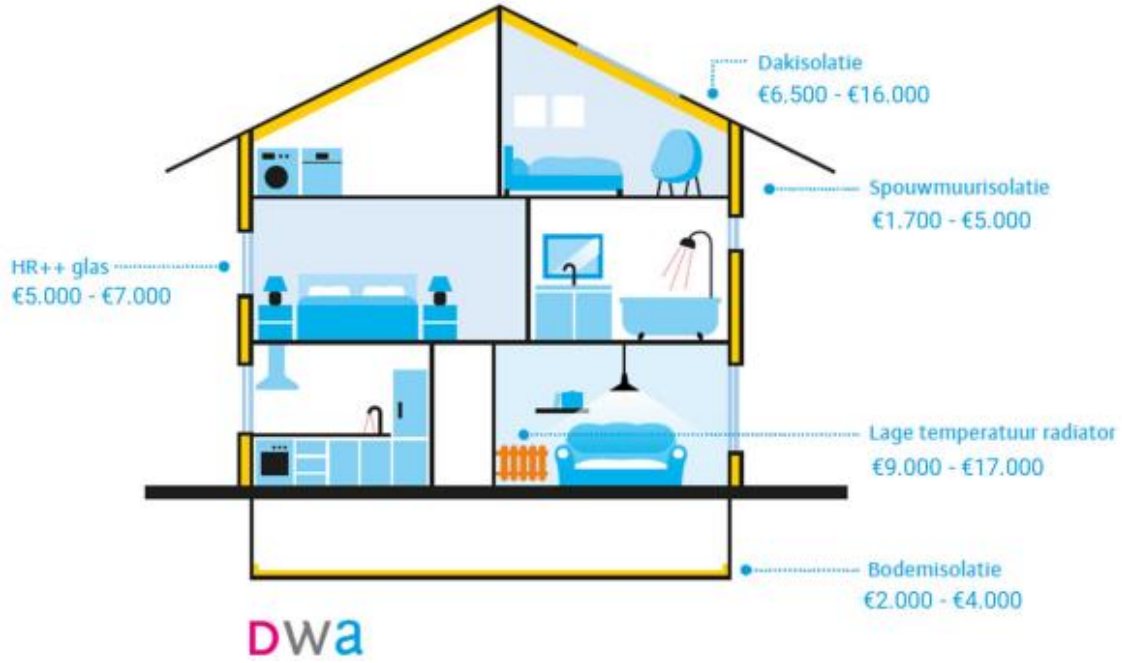
PVT panelen	€	1.850

Tabel 22: Investeringskosten PVT-panelen

Isolatie kosten:

Veel van de woningen in HO hebben betere isolatie nodig om te kunnen werken met (zeer) laagtemperatuur warmtesysteem. Zoals eerder aangegeven kan de woningen op verschillende manieren beter worden geïsoleerd. Figuur 29 hieronder geeft een voorbeeld van de verschillende isolatie mogelijkheden en de kosten, uiteraard variëren de kosten enorm tussen verschillende woningen en zal een grotere woning hogere isolatie kosten hebben dan een kleinere woning. Ook zal de ene woning al beter zijn geïsoleerd dan de andere en daarom ook andere behoefte hebben.

In plaats van het laten installeren van een lage temperatuur radiator is het echter ook mogelijk om radiatoren te laten installeren die eerst doorstroming hebben aan het paneel aan de voorzijde. Deze paneelradiatoren voorkomen temperatuurverlies aan de achterzijde en is daarom ook zeer geschikt voor lage temperatuur verwarming (Warmteservice, z.d.). Het voordeel van deze radiatoren is dat deze een stuk goedkoper zijn dan de lage temperatuur radiatoren die in het figuur hieronder worden getoond.



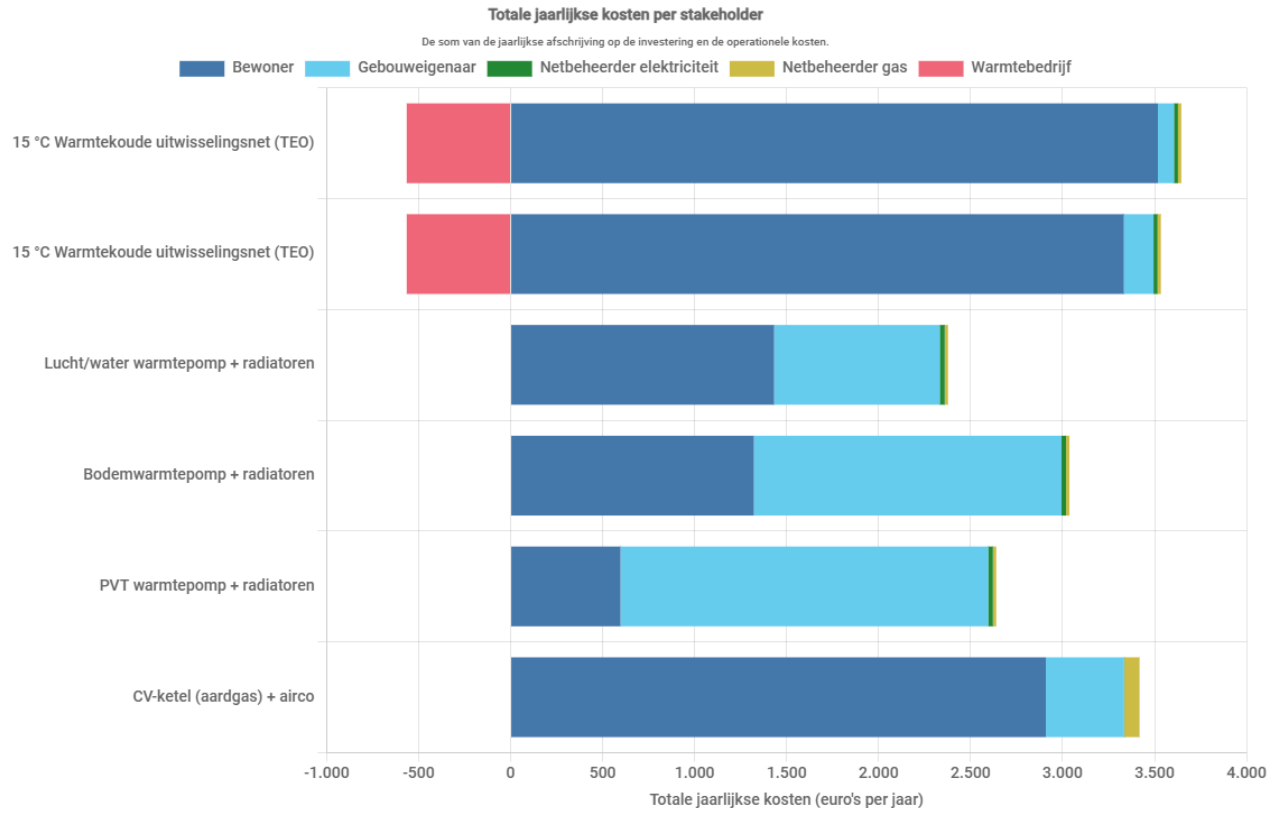
Figuur 29: Isolatie mogelijkheden en kosten, overgenomen van (M.A.W., 2023)

Constante en variabele kosten:

Voor gebruik van een warmtenet betalen de gebouweigenaar en gebruiker zowel vaste als variabele kosten. De variabele kosten hangen af van het verbruik van onder andere stroom, warmte en warm water. Vaste kosten bestaan uit het gebruik, onderhoud en de aansluiting van het warmtenet (Wilma Berends, 2023). In de volgende tabel wordt voor ieder van de variant de maandelijkse en jaarlijkse kosten berekend, aan de hand van deze kosten en de vereiste investering is de eventuele terugverdientijd van de investering berekend t.o.v. geen verandering, de kosten van isolatie zijn bij deze berekening niet meegenomen, aangezien dit te verschillend is per woning.

CV-ketel (aardgas) + airco	Totale vebruik	Jaarlijkse kosten per adres	Maandelijkse kosten per adres
Elektriciteit (kWh)	3.216.164	€ 570	€ 48
Aardgas (m3)	1.342.928	€ 2.339	€ 195
Lucht/water warmtepomp + radiatoren			
Elektriciteit (kWh)	7.027.918	€ 1.432	€ 119
PVT warmtepomp + radiatoren 8 x 430 Wp panelen			
Elektriciteit (kWh)	3.307.732	€ 597	€ 50
Kleinschalig lichte/zware variant + radiatoren			
Elektriciteit (kWh)	6.542.414	€ 1.322	€ 110
Collectief ZLT-net met uitwisseling Gaasperplas en WKO			
Elektriciteit (kWh)	3.284.175	€ 585	€ 49
Warmte (GJ)	39.884	€ 2.667	€ 222
Koude (GJ)	3.126	€ 265	€ 22
Collectief ZLT-net met uitwisseling Gaasperplas en WKO + PVT			
Elektriciteit (kWh)	2.453.695	€ 400	€ 33
Warmte (GJ)	39.884	€ 2.667	€ 222
Koude (GJ)	3.126	€ 265	€ 22

Tabel 23: Maandelijkse kosten per variant



Figuur 30: Totale jaarlijkse kosten per stakeholder

Variant	Investering	Maandelijkse kosten zonder verandering	Nieuwe maandelijkse kosten	Terugverdientijd in maanden
Lucht/water warmtepomp + radiatoren	€ 12.218	€ 242,42	€ 119,33	100
PVT warmtepomp + radiatoren 8 x 430 Wp panelen	€ 30.082	€ 242,42	€ 49,75	157
Kleinschalig lichte/zware variant + radiatoren	€ 22.289	€ 242,42	€ 110,17	169
Grootschalig ZLT-net met uitwisseling Gaasperplas en WKO	€ 2.723	€ 242,42	€ 293,08	Nieuwe kosten zijn hoger
Grootschalig ZLT-net met uitwisseling Gaasperplas en WKO + PVT	€ 4.573	€ 242,42	€ 277,67	Nieuwe kosten zijn hoger

Tabel 24: Terugverdientijden

Het valt in deze tabel en in de eerdere figuren op dat de jaarlijkse kosten van het collectieve ZLT-net hoger uitkomen dan als de woning gebruikt maken van gas en een CV-ketel. Het PVT-systeem heeft veruit de laagste maandelijkse kosten van de verschillende varianten, maar doordat het een hogere initiële investering vereist, duurt het nog bijna 5 jaar langer om de investering in het systeem terug te verdienen ten opzichte van het goedkopere all-electric lucht/water warmtepomp systeem. Echter is het wel zo dat de levensduur zoals eerder aangegeven van het PVT-systeem en de kleinschalige oplossingen langer zijn dan die van de lucht/water warmtepomp.

5.5 Welke financiële regelingen, subsidies en leningen zijn beschikbaar voor bewoners en investeerders?

Warmtenetten Investeringssubsidie (WIS):

Deze subsidie kan worden aangevraagd als er op eigen kosten en risico in een warmtenet wordt geïnvesteerd. Er zijn verschillende voorwaarden waaraan moet worden voldaan om in aanmerking te komen voor de subsidie, enkele hiervan zijn (RVO, 2024):

- Het project kan snel van start gaan
- Het verminderd gasgebruik en verduurzaamt warmtevoorziening
- Het levert warmte aan minimaal 250 kleinverbruikersaansluitingen
- Het kan voldoen aan de toekomstige vraag van alle woningen en gebouwen in het projectgebied

De subsidie wordt uitgekeerd om te ondersteunen met de kosten voor de bouw en installatie van het warmtenet, de subsidie mag niet worden gebruikt voor de aankoop van materialen of andere onderdelen van het warmtenet (RVO, 2024).

Investeringssubsidie duurzame energie en energiebesparing (ISDE):

De ISDE-subsidie is er 'voor energiebesparende en duurzame maatregelen in uw woning of bedrijfspand' (RVO, 2019). Woningeigenaren kunnen subsidie verkrijgen voor:

- Isolatiemaatregelen
- Warmtepompen
- Zonneboilers
- Aansluiting warmtenet
- Elektrische kookvoorziening

Hoeveel subsidie er wordt ontvangen hangt sterk af van verschillende factoren, met de gegeven rekentool kan een eerste schatting van de subsidie worden berekend (RVO, 2017).

Subsidieregeling Verduurzaming en Onderhoud Huurwoningen (SVOH):

Bij deze subsidie krijgen verhuurders ondersteuning voor de verduurzaming van huurwoningen, dit zijn 'energiebesparende maatregelen, duurzame warmteopties, onderhoudsmaatregelen en maatwerk advies' (RVO, 2021). Er kan tot maximaal € 10.000 per woning aan subsidie worden verkregen, echter als er een warmtepomp of zonneboiler wordt geïnstalleerd, dan is € 15.000 de maximum (RVO, 2021).

Subsidieregeling verduurzaming voor verenigingen van eigenaars (SVVE):

Met deze subsidie kunnen VvE's verduurzamingsonderzoeken, -adviezen, en maatregelen laten uitvoeren. Voor het onderzoek en advies kan een maximale subsidie van € 20.000 bij 1 tot 10 woningen, € 30.000 voor 11 tot 30 woningen en € 40.000 voor meer dan 30 woningen worden verkregen. Voor de maatregelen kan subsidie worden ontvangen voor isolatiemaatregelen en duurzame warmteopties (RVO, 2022).

Welke eventuele leningen zijn mogelijk voor de bewoners:

De Energiebespaarlening:

Deze lening is een initiatief van de Rijksoverheid, aangeboden door het Nationaal Warmtefonds en is zeer toegankelijk. In principe kan iedere huiseigenaar een lening aanvragen, ook als deze een laag inkomen heeft (Nationaal Warmtefonds, z.d.). Zelfs huizenbezitters die ouder zijn dan 75 jaar of onvoldoende leenruimte hebben, komen in aanmerking voor de lening. Er wordt aangegeven dat de rente op de lening laag is en als het jaarinkomen lager is dan € 60.000, dan hoeft er helemaal geen rente te worden betaald (Nationaal Warmtefonds, z.d.).

Lening Duurzaamheidsfonds:

Deze lening kan als energiecoöperatie of bewonersgroep worden aangevraagd om een duurzaam project te financieren, de rente van de lening ligt tussen de 2,1 tot 2,6 procent rente (Gemeente Amsterdam, z.d.). Er zijn verschillende voorwaarden verbonden aan de lening, enkele zijn:

- Het moet gaan om een duurzaamheidsproject in Amsterdam
- Minimaal € 10.000 en maximaal € 200.000 lenen
- Er moet een gedegen project met een sluitende begroting zijn

De lening heeft een maximale looptijd van 20 jaar en het laagste rentepercentage kan worden bereikt als een project voor 33% of meer met eigen geld wordt gefinancierd (Gemeente Amsterdam, z.d.).

6 De conclusies en aanbevelingen/ het advies

6.1 Conclusies

Aan de hand van de resultaten van dit onderzoek kunnen verschillende conclusies worden getrokken. Op dit moment zijn de meeste woningen in Holendrecht-Oost nog helemaal niet geschikt om direct over te gaan op lagetemperatuurverwarming. Hiervoor zal eerst geïsoleerd moeten worden tot energielabel B. Dit houdt in minimaal HR++ glas, dak- en vloerisolatie. Een MT net (temp) zou wel kunnen maar dit was geen opdracht tot dit onderzoek. Je kan denken aan lokale opwek van de LT naar een MT. Dat kan per wijk, per straat of een kleine E-booster in de woning of voor de voordeur.

De volgende tabel is opgesteld voor een overzicht van de verschillende varianten van dit onderzoek aan de hand van verschillende criteria.

Varianten en criteria	Lucht/water warmtepomp	PVT-systeem	Kleinschalig licht	Kleinschalig zwaar	Collectief ZLT-net	Collectief ZLT-net + PVT
Maandelijkse kosten	€ 119,33	€ 49,75	€ 110,17	€ 110,17	€ 293,08	€ 277,67
Investeringskosten	€ 12.218	€ 30.082	€ 22.289	€ 22.289	€ 2.723	€ 4.573
Terugverdientijd t.o.v. aardgas	100 maanden	157 maanden	169 maanden	169 maanden	Verdient niet terug	Verdient niet terug
Impact op de woning en wijk	Binnenunit, Buitenunit en combi-boiler	PVT-panelen, PVT-warmtepomp en combi-boiler	Buiten: Bodemsysteem. Binnen: Warmtepomp, combi-boiler en besturingssysteem	Buiten: Bodemsysteem, centrale warmtepomp, besturingssysteem en collectieve combi-boiler. Binnen: Warmtewisselaar en besturingssysteem	Buiten: ondergrondse WKO, distributiesysteem en regel- en besturingseenheid. Binnen: Warmtepomp, combi boiler, warmtewisselaar en besturingssysteem	PVT-panelen toegevoegd
Participatie	Individueel	Individueel	2-5 woningen gedeelde bodemlus, 5-50 woningen op een ringnet	2-5 woningen gedeelde bodemlus, 5-50 woningen op een ringnet	51-1500 woningen	51-1500 woningen
Realisatietijd	1 tot 2 dagen	1 tot 2 dagen	8 tot 10 weken	8 tot 10 weken	5 tot 7 jaar	5 tot 7 jaar

Tabel 25: Varianten uitgewerkt

Kosten:

Het PVT-systeem heeft de laagste maandelijkse kosten van de onderzochte varianten van ongeveer € 50, dit komt doordat het systeem zelf stroom opwekt voor gebruik in de woning, uiteraard kan dit bij de andere varianten ook door het gebruik van zonnepanelen. De kosten van de lucht/water warmtepomp en de kleinschalige varianten liggen tussen de € 110 en € 120 per maand. Doordat er vastrecht moet worden betaald voor het collectieve ZLT-net zijn de berekende maandelijkse kosten bij deze variant het hoogst met ongeveer € 290 per maand, deze kosten zijn te reduceren door PVT-panelen te installeren naar ongeveer € 275.

Hoewel het PVT-systeem de laagste maandelijkse kosten heeft, vraagt het wel ruim de hoogste investering van de woningeigenaar met ongeveer € 30.000. Doordat er boringen nodig zijn voor de installatie van bodemlussen bij de kleinschalige varianten, zijn de investeringskosten ook bij deze variant vrij hoog met ongeveer € 22.000. De lucht/water warmtepomp vereist een investering van ongeveer € 12.000 en het collectieve ZLT-net vereist de laagste investering van ongeveer € 6.500, doordat de investering hier grotendeels door het warmtebedrijf op wordt genomen. Vergeet alstublieft niet dat kosten voor isolatie en subsidies niet mee zijn genomen in deze berekeningen.

Terugverdientijd:

Van de onderzochte varianten komt alleen het collectief ZLT-net tot geen terugverdientijd, doordat er bij gebruik van de warmteoplossing hogere maandelijkse kosten ontstaan dan bij gebruik van de huidige CV-ketel met airco. De lucht/water warmtepomp verdient zich het snelst terug met een tijd van 100 maanden. Het PVT-systeem en de kleinschalige varianten verdienen zich tussen ongeveer 13 en 14 jaar terug.

Impact:

Veel van de varianten hebben een vergelijkbare impact op de ruimte in de woning, over het algemeen wordt er een warmtepomp, combi-boiler en besturingssysteem geplaatst. Voor de woningen waar hier geen ruimte voor is, bijvoorbeeld de appartementen, kan de kleinschalig zware variant een handige oplossing zijn, aangezien er bij deze variant alleen een warmtewisselaar en besturingssysteem in de woning hoeft te worden geplaatst.

Participatie en realisatie:

De kleinschalige en collectieve varianten vereisen nauwe participatie van verschillende bewoners in Holendrecht-Oost. Doordat er genoeg draagvlak moet zijn voor deze varianten en er een ontwerp moet worden gemaakt voor het systeem, duurt de realisatie van deze varianten een stuk langer dan de individuele oplossingen. Hoewel de individuele oplossingen in een snelle tijd makkelijk geplaatst kunnen worden, moet er niet vergeten worden dat dit het idee van een collectief net alleen maar tegenwerkt. Nog een probleem dat kan ontstaan als veel bewoners voor een individuele oplossing kiezen, is de toename van netcongestie in de wijk, wat uiteraard al een probleem is.

6.2 Aanbevelingen/ het advies

Isolatiemaatregelen:

Zoals eerder genoemd zal voor lagetemperatuurverwarming een minimaal schillabel B nodig zijn in de woningen. Om dit label te bereiken, is voldoende isolatie nodig aan de schelp van de woning: HR++ glas, dak- en vloerisolatie. Aangezien grotendeels van de woningen in Holendrecht-Oost nog niet voldoen aan deze eisen zal dit een van de eerste stappen zijn naar een lagetemperatuurverwarming.

Kleine woningen:

Voor rijen met gestapelde woningen kan de kleinschalig zware variant een zeer geschikte oplossing zijn, aangezien er minder ruimte in de woning is en deze variant ook minder ruimte in de woning opeist. Deze collectieve warmtepomp kan ook bij een collectief ZLT-net goed van pas komen voor deze woningen.

Collectief niet direct afschrijven:

Hoewel er op dit moment uit de berekening komt dat collectief niet financieel rendabel is, betekent dit niet dat het direct geen interessante oplossing meer is. Er komen vanuit de overheid voldoende stimuleringsmaatregelen voor collectieve warmteoplossingen, omdat de overheid ook naar de laagste maatschappelijke kosten dient te kijken. Ook is het zo, dat hoe meer woningen participeren aan een collectief warmtenet, hoe lager de maandelijkse kosten worden. Met voldoende draagvlak en een duidelijke businesscase kan deze variant een stuk gunstiger uitkomen.

Onderzoek waar de bereidheid van de bewoners ligt:

Er zijn verschillende varianten onderzocht en iedere variant heeft zo voor- en nadelen, maar om uiteindelijk tot een collectieve oplossing te komen, zal voldoende draagvlak in de wijk nodig zijn. Zonder te weten wat de bewoners op dit moment willen, zal het lastig zijn om voldoende draagvlak te creëren. Een onderzoek naar of de bewoners bereid zijn samen voor een collectieve oplossing te kiezen is daarom van hoog belang.

Laat verder onderzoek uitvoeren:

Dit rapport is nog een verkenning van enkele genoemde varianten, om nog duidelijkere getallen en inschattingen te krijgen zal een meer verdiepend onderzoek nodig zijn. Aangezien dit rapport heeft gekeken naar verwarming op lage temperaturen, zijn er nog voldoende aardgasvrije alternatieven onbehandeld gebleven, dus ook een verkennend onderzoek naar andere varianten is nodig om deze mogelijk uit te kunnen sluiten en daardoor een definitieve keuze te kunnen maken.

Literatuurlijst

Albreco. (z.d.). *Voordelen bodemwarmtepomp*. Opgehaald van www.albreco.nl: https://www.albreco.nl/bodemwarmtepomp/

Allecijfers. (z.d.). *Maldenhof in Amsterdam*. Opgehaald van Allecijfers.nl: https://allecijfers.nl/weg/maldenhof-amsterdam/

Allecijfers. (z.d.). *Mijehof in Amsterdam*. Opgehaald van Allecijfers.nl: https://allecijfers.nl/weg/mijehof-amsterdam/

Allecijfers. (z.d.). *Mijndenhof in Amsterdam*. Opgehaald van Allecijfers.nl: https://allecijfers.nl/weg/mijndenhof-amsterdam/

Allecijfers. (z.d.). *Statistieken buurt Holendrecht-Oost*. Opgehaald van allecijfers.nl: https://allecijfers.nl/buurt/holendrecht-oost-amsterdam/

Ambrava. (z.d.). *Hoe werkt een warmtepomp?* Opgehaald van Ambrava.nl: https://ambrava.nl/faq/hoe-werkt-een-warmtepomp/

Bodemenergie. (2024, mei 15). *Mini-warmtenetten als duurzame revolutie*. Opgehaald van Bodemenergie.nl: https://bodemenergie.nl/mini-warmtenetten-als-duurzame-revolutie/

BVR. (2024, januari 11). *Visie Amsterdam Zuidoost Energieneutraal 2040 - editie 2024*. Opgehaald van openresearch.amsterdam: https://openresearch.amsterdam/nl/page/104347/visie-amsterdam-zuidoost-energieneutraal-2040---editie-2024

CBS. (z.d.). *Eindverbruikersprijzen aardgas en elektriciteit*. Opgehaald van opendata.cbs.nl: https://opendata.cbs.nl/statline/?dl=97843#/CBS/nl/dataset/85666NED/table

CBS. (z.d.). *Energietransitie*. Opgehaald van www.cbs.nl: https://www.cbs.nl/nl-nl/economie/industrie-en-energie/energietransitie

commondatafactory. (z.d.). *Datavoorziening Energietransitie Gebouwde Omgeving*. Opgehaald van tvw.commondatafactory.nl: https://tvw.commondatafactory.nl/?label=topo&tab=armoede&layer=layer302&sublayer=layer302_3#12.7/52.30212/4.96313

DeWarmte. (2024, juni 24). *Warmtepomp installatie: hoe bereid je je voor en wat te verwachten*. Opgehaald van www.dewarmte.nl: https://www.dewarmte.nl/kennisbank/warmtepomp-installatie/

DINOloket. (z.d.). *Ondergrondmodellen*. Opgehaald van dinoloket.nl: https://www.dinoloket.nl/ondergrondmodellen/kaart

Eigenhuis. (z.d.). *All-electric warmtepomp*. Opgehaald van www.eigenhuis.nl: https://www.eigenhuis.nl/verduurzamen/verwarmen/warmtepomp/all-electric-warmtepomp

Energie Lab Zuidoost. (z.d.). *Energie Lab Zuidoost*. Opgehaald van energielabzuidoost.nl: https://www.energielabzuidoost.nl

Energietransitieutrecht. (z.d.). *Mini-warmtenet voor een straat of hofje*. Opgehaald van www.energietransitieutrecht.nl: https://www.energietransitieutrecht.nl/onderwerpen/verduurzaming-woningen/mini-warmtenetten/mini-warmtenet-voor-een-straat-hofje

Energiewacht. (2025, Mei 7). *SCOP en COP warmtepompen*. Opgehaald van www.energiewacht.nl: https://www.energiewacht.nl/kennisbank/warmtepompen/cop-scop-warmtepomp#:~:text=Elke%20warmtepomp%20heeft%20een%20eigen,tussen%20de%204%20en%206.

Energiewacht. (z.d.). *Koelen met warmtepomp*. Opgehaald van www.energiewacht.nl: https://www.energiewacht.nl/kennisbank/warmtepompen/koelen-met-warmtepomp

Energiewacht. (z.d.). *Verbruik warmtepomp*. Opgehaald van www.energiewacht.nl: https://www.energiewacht.nl/kennisbank/warmtepompen/verbruik-warmtepomp#:~:text=Een%20volledig%20elektrische%20warmtepomp%2C%20ook,en%205.000%20kWh%20per%20jaar.

Energy. (2023, December 7). *Warmte-koudeopslag*. Opgehaald van energy.nl: https://energy.nl/definitie/warmte-koudeopslag/#:~:text=WKO%20staat%20voor%20warmtekoude%2Dopslag,koude%20in%20de%20gebouwde%20omgeving.

EPG. (z.d.). *NTA 8800*. Opgehaald van www.gebouwenergieprestatie.nl: https://www.gebouwenergieprestatie.nl/bepalingsmethode/

Feenstra. (2024, oktober 29). *Het is warm onder onze voeten*. Opgehaald van www.feenstra.com: https://www.feenstra.com/zorgelooswonen/het-is-warm-onder-onze-voeten/#:~:text=Een%20gesloten%20bodemenergiesysteem%20(gbes)%20bestaat,sommige%20gevallen%20vermengd%20met%20glycol).

fortus. (2025, Maart 3). *Kosten-Batenanalyse*. Opgehaald van fortus.nl: https://fortus.nl/kennisbank/kosten-batenanalyse/

Gemeente Amsterdam. (2024, januari 11). *Visie Amsterdam Zuidoost Energieneutraal 2040 - editie 2024*. Opgehaald van Openresearch.amsterdam.nl: https://openresearch.amsterdam/nl/page/104347/visie-amsterdam-zuidoost-energieneutraal-2040---editie-2024

Gemeente Amsterdam. (z.d.). *amsterdam.nl*. Opgehaald van Subsidie Ruimte voor duurzaam initiatief - Duurzame projecten en Programma's: https://www.amsterdam.nl/subsidies/subsidieregelingen/subsidie-ruimte-duurzaam-initiatief/#hbe184435-378e-4cea-8c95-6ee9616b808a

Gemeente Amsterdam. (z.d.). *Kaart*. Opgehaald van data.amsterdam.nl: https://data.amsterdam.nl/data/geozoek/?center=52.3012305%2C4.9710454

Gemeente Amsterdam. (z.d.). *Lening Duurzaamheidsfonds aanvragen*. Opgehaald van amsterdam.nl: https://www.amsterdam.nl/wonen-bouwen-verbouwen/duurzaam-

amsterdam/lening-duurzaamheidsfonds-aanvragen/?vkurl=wonen-leefomgeving%2Fduurzaam-amsterdam%2Fduurzaamheidsfonds

Gemeente Amsterdam. (z.d.). *Subsidie Extra isolatie subsidie Amsterdam*. Opgehaald van amsterdam.nl: https://www.amsterdam.nl/subsidies/subsidieregelingen/subsidie-extra-isolatie-subsidie/#hd5b67836-8c92-4967-8435-e89f25b01b84

Gemeente Amsterdam. (z.d.). *Subsidie Ruimte voor duurzaam initiatief - op weg naar klimaatneutrale buurten Amsterdam*. Opgehaald van amsterdam.nl: https://www.amsterdam.nl/subsidies/subsidieregelingen/subsidie-ruimte-duurzaam-initiatief-weg/#h9405f348-df4c-49c4-bc76-28d2ad65f0ec

Gemeente Amsterdam. (z.d.). *Woningcorporatiebezit 2024 Metropoolregio Amsterdam*. Opgehaald van maps.amsterdam.nl: https://maps.amsterdam.nl/afwc_2024/

Gemeente Amsterdam. (z.d.). *Zonnepanelen - toename van aantal en vermogen*. Opgehaald van maps.amsterdam.nl: https://maps.amsterdam.nl/zonnepanelen/

Gemeente Uithoorn. (2021, oktober). *Visie vastgesteld.* Opgehaald van www.uithoorn.nl: https://www.uithoorn.nl/gasvrij/Visie_vastgesteld

Green Choice. (z.d.). *Warmtepomp huren via Greenchoice bij de Saman Groep*. Opgehaald van www.greenchoice.nl: https://www.greenchoice.nl/warmtepomp/huren/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=&utm_id=22099288740&gad_source=1&gad_campaignid=22585303862&gclid=Cj0KCQjw0qTCBhCmARIsAAj8C4Y_1nkyj6HjSrUmrABMf8CP3VA2YlbFAxUKJQOk-yLgsUs7U94C7owaAoMZEALw_wcB

Grondwatertools. (z.d.). *Warmte-koudeopslag*. Opgehaald van grondwatertools.nl: https://www.grondwatertools.nl/grondwater-informatie-onze-werkvelden/warmte-koudeopslag#:~:text=Zandpakketten%20en%20kleilagen,van%20de%20zandpakketten%20van%20belang.

Haagen, C. v. (2024, oktober 23). *Verslaglegging*. Opgehaald van ec-ho.nl: https://ec-ho.nl/index.php?option=com_content&view=article&id=114:2024-10-23-verslag-initiatiefgroep&catid=37&Itemid=144

Haagen, C. v. (2025, maart 14). *Huurders*. Opgehaald van EC-HO.nl: https://ec-ho.nl/index.php?option=com_content&view=article&id=104&Itemid=231

Hengelaar, G. (2023, maart 30). *Verkenning mini-warmtenetten*. Opgehaald van www.energietransitieutrecht.nl: https://www.energietransitieutrecht.nl/sites/energiewerkplaatsutrecht/files/2023-06/eindrapport-verkenning-mini-warmtenetten.pdf

Hier. (2025, Maart 13). *Wat is een energie-initiatief of energiecoöperatie?* Opgehaald van Hier.nu: https://www.hier.nu/stroom-en-gas/wat-is-een-energie-initiatief-of-energiecooperatie

HR energy. (z.d.). *Hoe verloopt de installatie van een PVT-systeem*. Opgehaald van www.hr-energy.com: https://www.hr-energy.com/nl/veelgestelde-vragen/hoe-verloopt-de-installatie-van-een-pvt-systeem/

HR energy. (z.d.). *Veelgestelde vragen*. Opgehaald van www.hr-energy.com: https://www.hr-energy.com/nl/veelgestelde-vragen/

Installatie. (2022, oktober 1). *All-electric zonder grote ingrepen*. Opgehaald van www.installatie.nl: https://www.installatie.nl/artikelen/all-electric-zonder-grote-ingrepen/

KadastraleKaart. (z.d.). *Straat: Maldenhof*. Opgehaald van KadastraleKaart.com: https://kadastralekaart.com/woonplaatsen/amsterdam/3594/0363300000005514/adressen

KadastraleKaart. (z.d.). *Straat: Mijehof*. Opgehaald van KadastraleKaart.com: https://kadastralekaart.com/woonplaatsen/amsterdam/3594/0363300000005515/adressen

KadastraleKaart. (z.d.). *Straat: Mijndenhof*. Opgehaald van KadastraleKaart.com: https://kadastralekaart.com/woonplaatsen/amsterdam/3594/0363300000005516/adressen

KWA. (2023, oktober 26). *Help! Mijn bodemenergiesysteem zorgt voor een koudeoverschot*. Opgehaald van www.kwa.nl: https://www.kwa.nl/nieuws/help!-mijn-bodemenergiesysteem-zorgt-voor-een-koudeoverschot

Liander. (2024, december 6). *Uitbreiding elektriciteitsnet Amsterdam*. Opgehaald van www.liander.nl: https://www.liander.nl/over-ons/nieuws/2024/uitbreiding-elektriciteitsnet-amsterdam

LTA. (z.d.). *PRAKTISCHE INFORMATIE OVER BODEMENERGIE*. Opgehaald van www.ltaenergy.nl: https://www.ltaenergy.nl/faq/

M.A.W., J. i. (2023, juli 26). *Duurzaam Slotervaart: Rapportage verkennend onderzoek naar verduurzaming en aardgasvrij.* Opgehaald van Duurzaamslotervaart.nl: https://duurzaamslotervaart.nl/wp-content/uploads/2024/05/Rapport-Koplopersgroep-Duurzaam-Slotervaart-Definitief-incl-bijlage.pdf

Maarten. (2021, november 22). *Lucht/water warmtepomp*. Opgehaald van www.warmtepomp-info.nl: https://www.warmtepomp-info.nl/warmtepomp/luchtwater/#Hoe_werkt_het

Milieu centraal. (2025, Maart 19). *Warmtenet zonder aardgas*. Opgehaald van milieucentraal.nl: https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/aardgasvrij-wonen/warmtenet-zonder-aardgas/

Ministerie van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening. (2025, maart 13). *Startanalyse 2025: ondersteuning gemeenten bij keuze lokale warmtestrategie*. Opgehaald van www.volkshuisvestigingnederland.nl: https://www.volkshuisvestingnederland.nl/actueel/nieuws/2025/03/13/startanalyse-2025-ondersteuning-gemeenten-bij-keuze-lokale-warmtestrategie#:~:text=Wat%20biedt%20de%20Startanalyse%202025%3F&text=De%20nieuwe%20Startanalyse%20geeft%20een,de%20vorige%20ver

Miro. (2025, Maart 20). *Flowcharts*. Opgehaald van miro.com: https://miro.com/nl/flowchart/what-is-a-flowchart/

Nationaal Warmtefonds. (z.d.). *Energiebespaarlening*. Opgehaald van warmtefonds.nl: https://www.warmtefonds.nl/particulieren

Nationaal Warmtefonds. (z.d.). *Groen licht voor jouw verduurzaming*. Opgehaald van warmtefonds.nl: https://www.warmtefonds.nl

Nieuwe Warmte Nu. (z.d.). *Hoe werk je samen aan een warmtenet?* Opgehaald van nwn.nu: https://nwn.nu/kennis-delen/hoe-werk-je-samen-aan-een-warmtenet/#:~:text=Dat%20is%20een%20van%20de,gemiddeld%20vijf%20tot%20zeven%20jaar.

NPLW. (2024, december). *Handreiking mini- en kleinschalige warmtenetten*. Opgehaald van www.nplw.nl: https://www.nplw.nl/uploads/files/Warmtenet/NPLW-Handreiking-mini-en-kleinschalige-warmtenetten-wcag.pdf

NPLW. (2024, mei 23). *Woningcorporatie G&O en Hilversumse Meent kiezen voor opschaalbaar ZLT-net*. Opgehaald van www.nplw.nl: https://www.nplw.nl/praktijkvoorbeelden/woningcorporatie-g-o-en-hilversumse-meent-kiezen-voor-opschaalbaar-zlt-net

NPLW. (2025, Mei 19). *Lagetemperatuur warmtenet*. Opgehaald van www.nplw.nl: https://www.nplw.nl/warmtenet/warmtetechnieken/lagetemperatuur-warmtenet

NPLW. (z.d.). *Bodemenergie*. Opgehaald van www.NPLW.nl: https://www.nplw.nl/warmtenet/warmtebronnen/bodemenergie

NPLW. (z.d.). *Warmtenet*. Opgehaald van www.nplw.nl: https://www.nplw.nl/warmtenet#:~:text=Een%20warmtenet%20is%20een%20collectieve,de%20distributie%20en%20de%20aflevering.

NPLW. (z.d.). *Zeerlagetemperatuur warmtenet*. Opgehaald van NPLW.nl: https://www.nplw.nl/warmtenet/warmtetechnieken/zeerlagetemperatuur-warmtenet#:~:text=Zeerlagetemperatuur%20(ZLT)%20warmte%2D%20en,generatie%20warmte%2D%20en%20koudenetten%20genoemd.

Oomen, M. (2024, oktober 3). *Duurzaamheid en milieu in cijfers*. Opgehaald van Onderzoek Amsterdam: https://onderzoek.amsterdam.nl/artikel/duurzaamheid-en-milieu-in-cijfers-2024

PBL. (2025, maart). *Uitleg strategieën en varianten*. Opgehaald van startanalyse.pbl.nl: https://startanalyse.pbl.nl/uitleg-strategieen-en-varianten

Rijksoverheid. (2025, Februari 25). *Klimaatbeleid*. Opgehaald van Rijksoverheid.nl: https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/klimaatverandering/klimaatbeleid#:~:text=De%20EU-lidstaten%20hebben%20met,geen%20broeikasgassen%20meer%20worden%20uitgestoten.

Rijksoverheid. (z.d.). *WKO-bodemenergietool. Ontdek de mogelijkheden van bodemenergie.* Opgehaald van wkotool.nl: https://wkotool.nl

Roest, E. (2023, juli 5). *Duurzame revolutie: Ontdek de voordelen van kleine collectieve warmtesystemen*. Opgehaald van bodemenergie.nl: https://bodemenergie.nl/duurzame-revolutie-ontdek-de-voordelen-van-kleine-collectieve-warmtesystemen/

RVO. (2017, juni 30). *ISDE: Subsidie voor verduurzaming van uw woning*. Opgehaald van www.rvo.nl: https://www.rvo.nl/subsidies-financiering/isde/woningeigenaren

RVO. (2019, november 4). *Investeringssubsidie duurzame energie en energiebesparing (ISDE)*. Opgehaald van www.rvo.nl: https://www.rvo.nl/subsidies-financiering/isde

RVO. (2021, oktober 15). *Subsidieregeling Verduurzaming en Onderhoud Huurwoningen (SVOH)*. Opgehaald van www.rvo.nl: https://www.rvo.nl/subsidies-financiering/svoh

RVO. (2022, oktober 11). *Subsidieregeling verduurzaming voor verenigingen van eigenaars (SVVE)*. Opgehaald van www.rvo.nl: https://www.rvo.nl/subsidies-financiering/svve

RVO. (2024, mei 30). *Warmtenetten Investeringssubsidie (WIS)*. Opgehaald van www.rvo.nl: https://www.rvo.nl/subsidies-financiering/wis#voor-wie%3F

Ryan, L. (2023, juni 8). *Duurzame revolutie: Ontdek de voordelen van klein-collectieven met gesloten bodemenergie*. Opgehaald van VHGM: https://www.vhgm.nl/post/duurzame-revolutie-ontdek-de-voordelen-van-klein-collectieve-met-gesloten-bodemenergie#:~:text=Klein%2Dcollectieve%20gesloten%20bodemenergiesystemen&text=Dat%20betekent%20dat%20meerdere%20warmtepompen,ondergrond%20om%20minder%20te

Solvari. (z.d.). *Lucht-water warmtepomp*. Opgehaald van www.verwarminginfo.nl: https://www.verwarminginfo.nl/warmtepomp/warmtepomp-lucht-water

Triple Solar. (z.d.). *All-electric PVT-systeem*. Opgehaald van triplesolar.eu: https://triplesolar.eu/toepassing/all-electric-pvt-systeem/

Truchet, T. (2016, april 13). *Genilac: a major, sustainable energy innovation for Geneva*. Opgehaald van www.genie.ch: https://www.genie.ch/project/h/genilac-a-major-sustainable-energy-innovation-for-geneva.html

Uiteigenboden. (z.d.). *BODEMNET*. Opgehaald van uiteigenbodem.nl: https://uiteigenbodem.nl/bodemnet/

Vaatstra B.V. (z.d.). *Het belang van warmtepomponderhoud*. Opgehaald van vaatstra.nl: https://vaatstra.nl/belang-warmtepomponderhoud/#:~:text=De%20levensduur%20is%20gemiddeld%2015,inclusief%20de%20nodige%20verontreiniging%20aan.

Verwarming-plaatsen. (z.d.). *Combiboilers: compleet overzicht met specificaties en prijs*. Opgehaald van www.verwarming-plaatsen.nl: https://www.verwarming-plaatsen.nl/boilers/combiboilers.html#:~:text=Een%20combiboiler%20is%20een%20toestel,of%20doorstromer%20voor%20warm%20water.

Visual paradigm. (2025, Maart 20). *What is Component Diagram?* Opgehaald van visual-paradigm.com: https://www.visual-paradigm.com/guide/uml-unified-modeling-language/what-is-component-diagram/

VvE. (2024, oktober 19). *PVT-systemen voor VvE's het overwegen waard*. Opgehaald van www.vve.nl: https://www.vve.nl/kennisbank/vve-verduurzaming/pvt-systemen-voor-vves-het-overwegen-waard/

Warmtenetwerk. (z.d.). *Mijnwater Heerlen*. Opgehaald van warmtenetwerk.nl: https://warmtenetwerk.nl/warmteproject/mijnwater-heerlen/

Warmteservice. (z.d.). *Henrad Softline Eco4 (RECHTS) paneelradiator*. Opgehaald van https://www.warmteservice.nl/Verwarming/Radiatoren-en-convectoren/Horizontale-radiator/Horizontale-paneelradiator/Henrad-Softline-M-Eco4-(rechts)-Paneelradiator-met-sierrooster-en-zijpanelen/p/21435141?gclsrc=aw.ds&gad_source=1&gad_campaignid=21013246737&: https://www.warmteservice.nl/Verwarming/Radiatoren-en-convectoren/Horizontale-radiator/Horizontale-paneelradiator/Henrad-Softline-M-Eco4-(rechts)-Paneelradiator-met-sierrooster-en-zijpanelen/p/21435141?gclsrc=aw.ds&gad_source=1&gad_campaignid=21013246737&

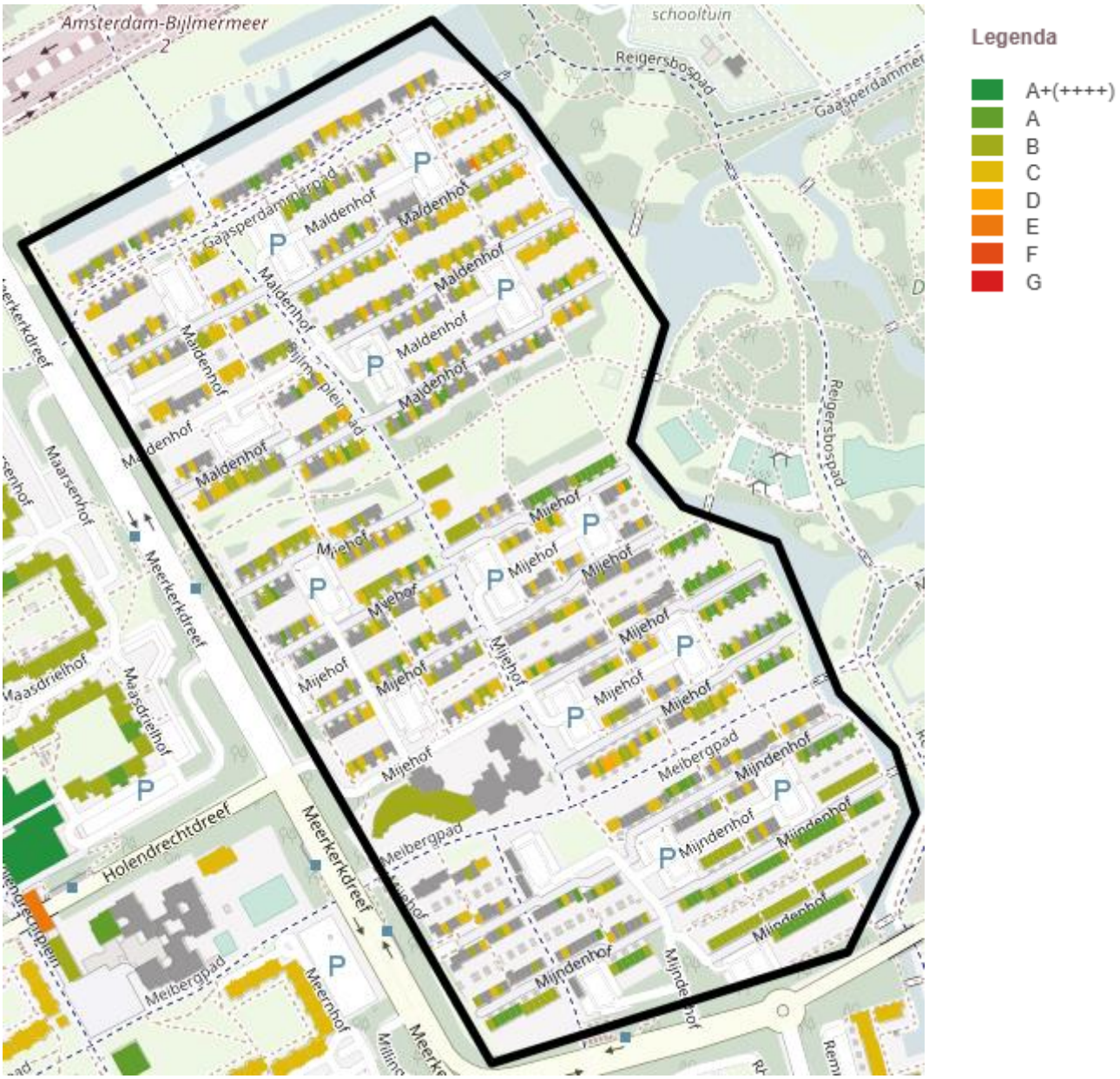
warmtetransitiemakers. (2025, maart). *Zeer Lage Temperatuur (ZLT) warmte- koudenetten in de praktijk*. Opgehaald van warmtetransitiemakers.nl: https://warmtetransitiemakers.nl/wp-content/uploads/2025/03/GV-P10316-Rapportage-Analyse-ZLT-net-projecten-def-v1.pdf

Wilma Berends. (2023, juli 7). *Kosten warmtenet*. Opgehaald van natuurenmilieu.nl: https://natuurenmilieu.nl/themas/duurzaam-wonen/warmtenet/kosten-warmtenet/

Woonwijzerwinkel. (z.d.). *De werking van een lucht water warmtepomp*. Opgehaald van www.woonwijzerwinkel.nl: https://www.woonwijzerwinkel.nl/oplossing/lucht-water-warmtepomp/

7 Bijlagen

Bijlage A:



Bijlage A: Energielabels in Holendrecht-Oost

Bijlage B:

Bijlage B: Maldenhof even en oneven in kaart

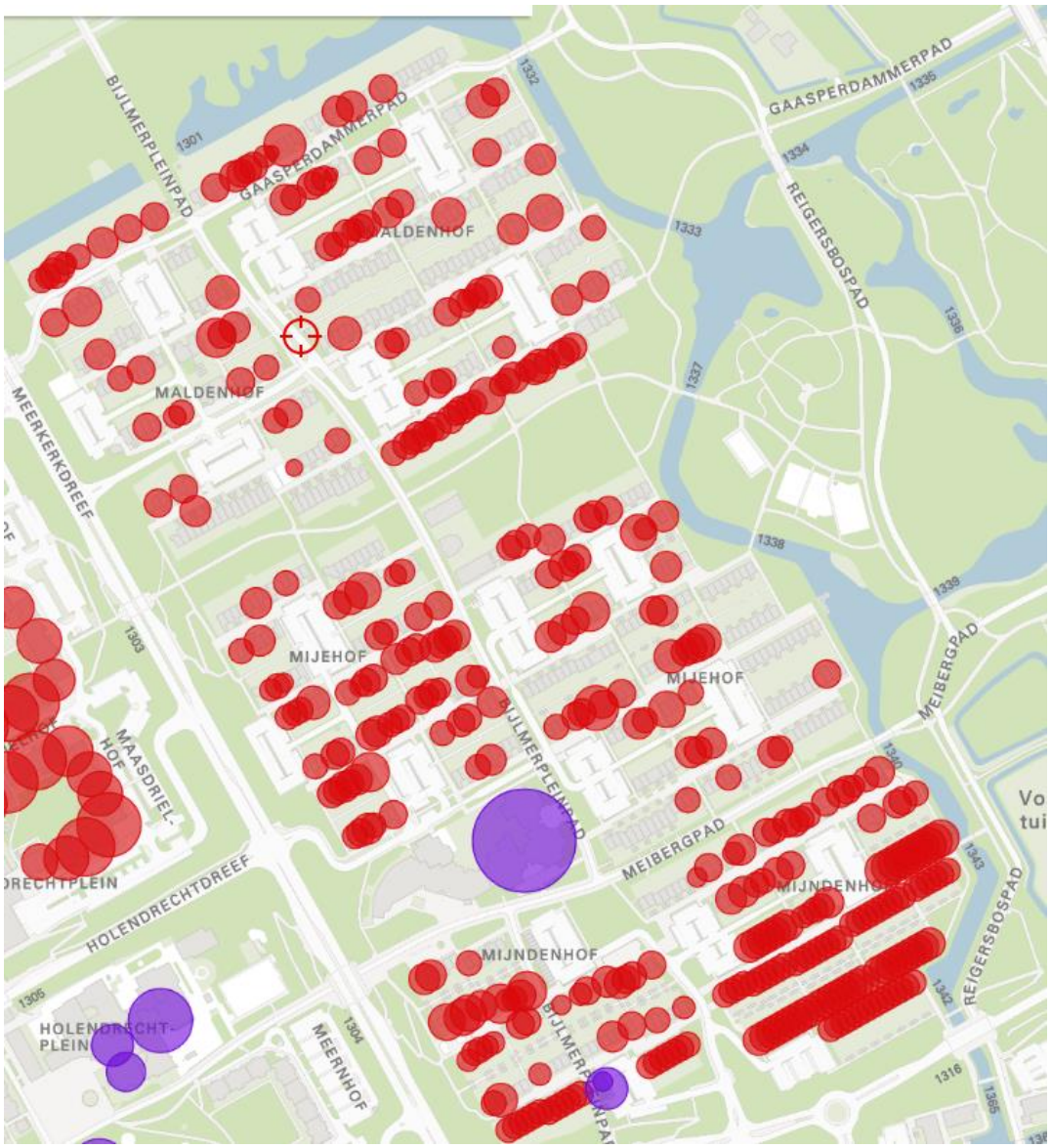
Bijlage C:

Bijlage C: Mijehof even en oneven in kaart

Bijlage D:

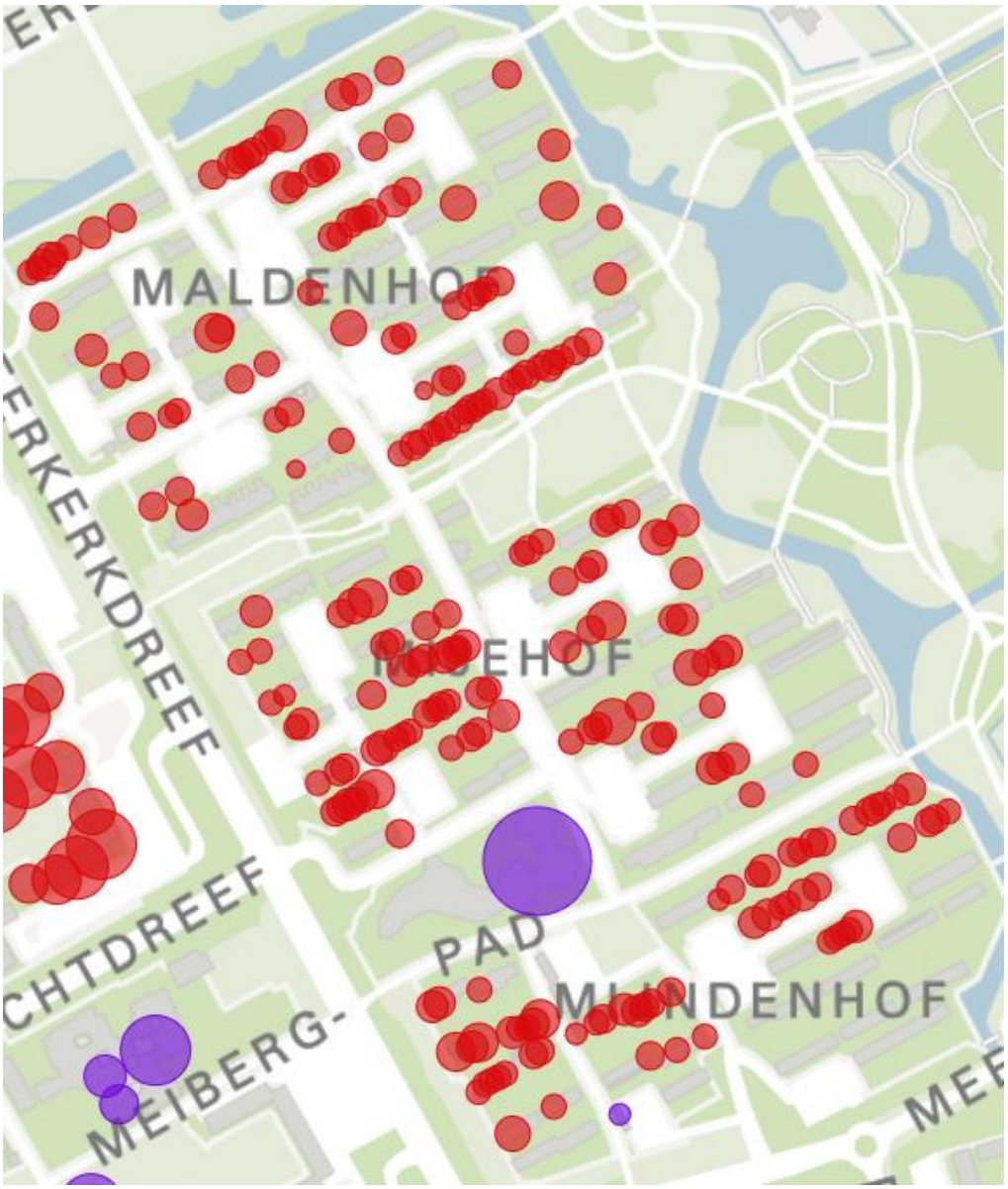
Bijlage D: Mijndenhof even en oneven in kaart

Bijlage E:



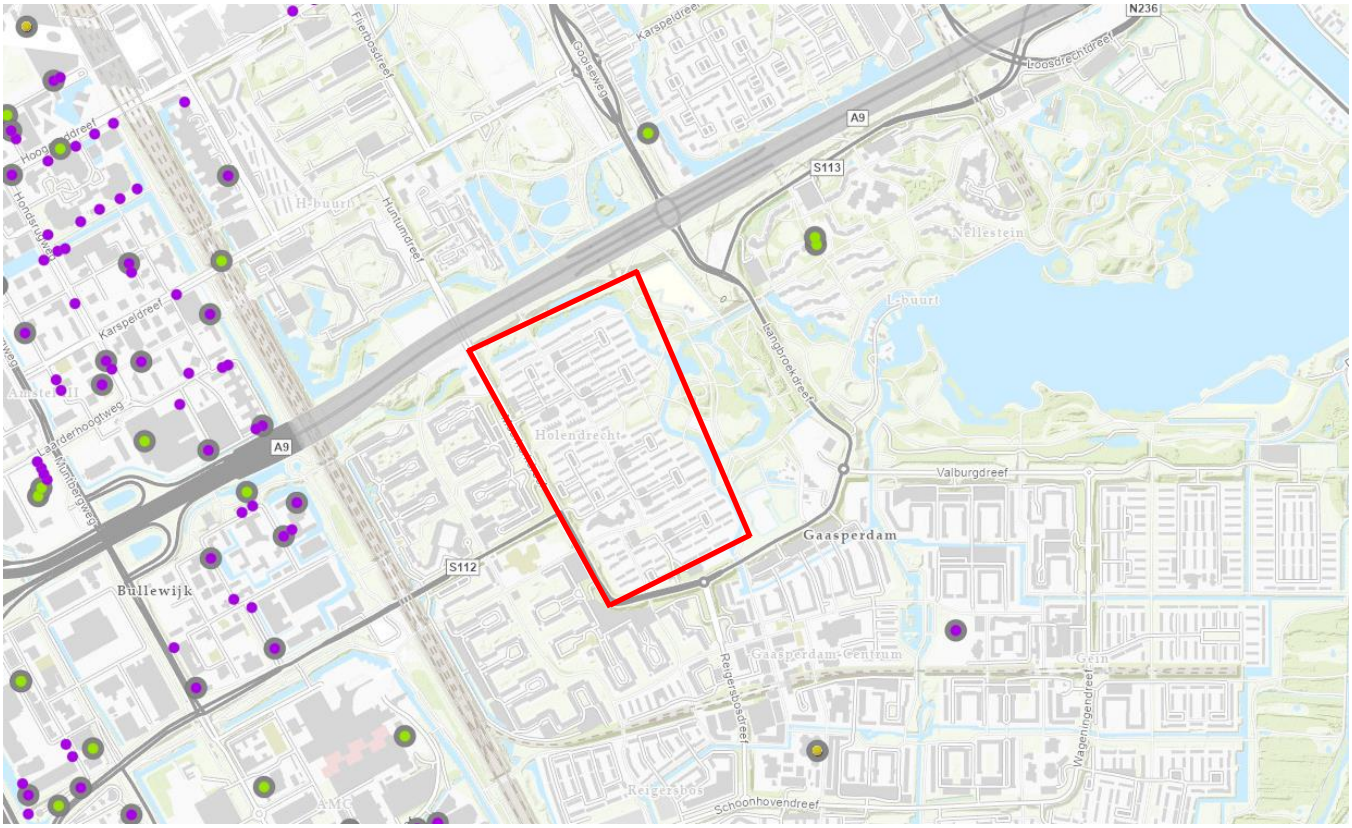
Bijlage E: Zonnepanelen in Holendrecht-Oost in 2023

Bijlage F:



Bijlage F: Zonnepanelen in Holendrecht-Oost in 2022

Bijlage G:

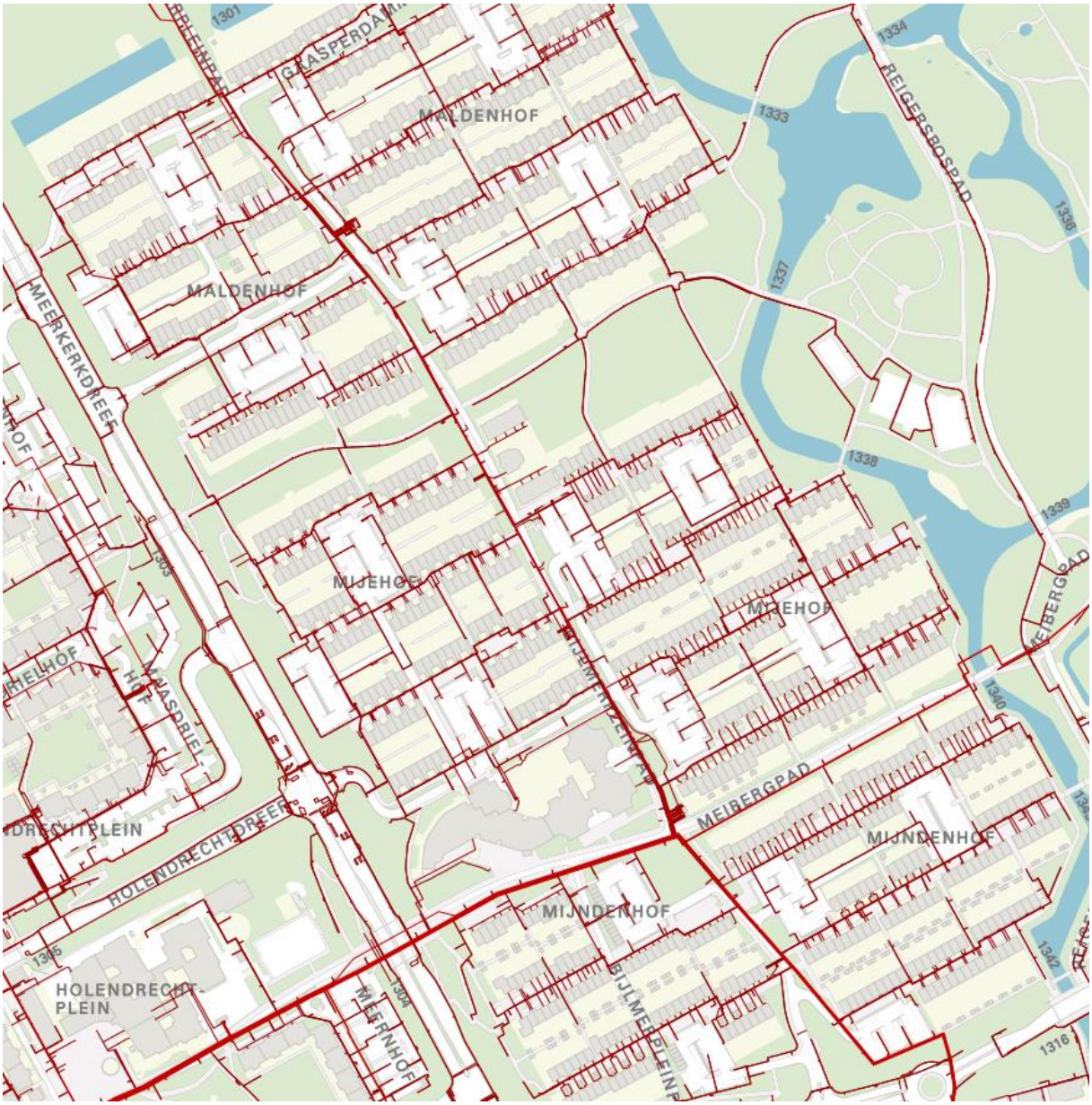


Bijlage G: Bodemenergiesystemen in Holendrecht-Oost

Bijlage H:

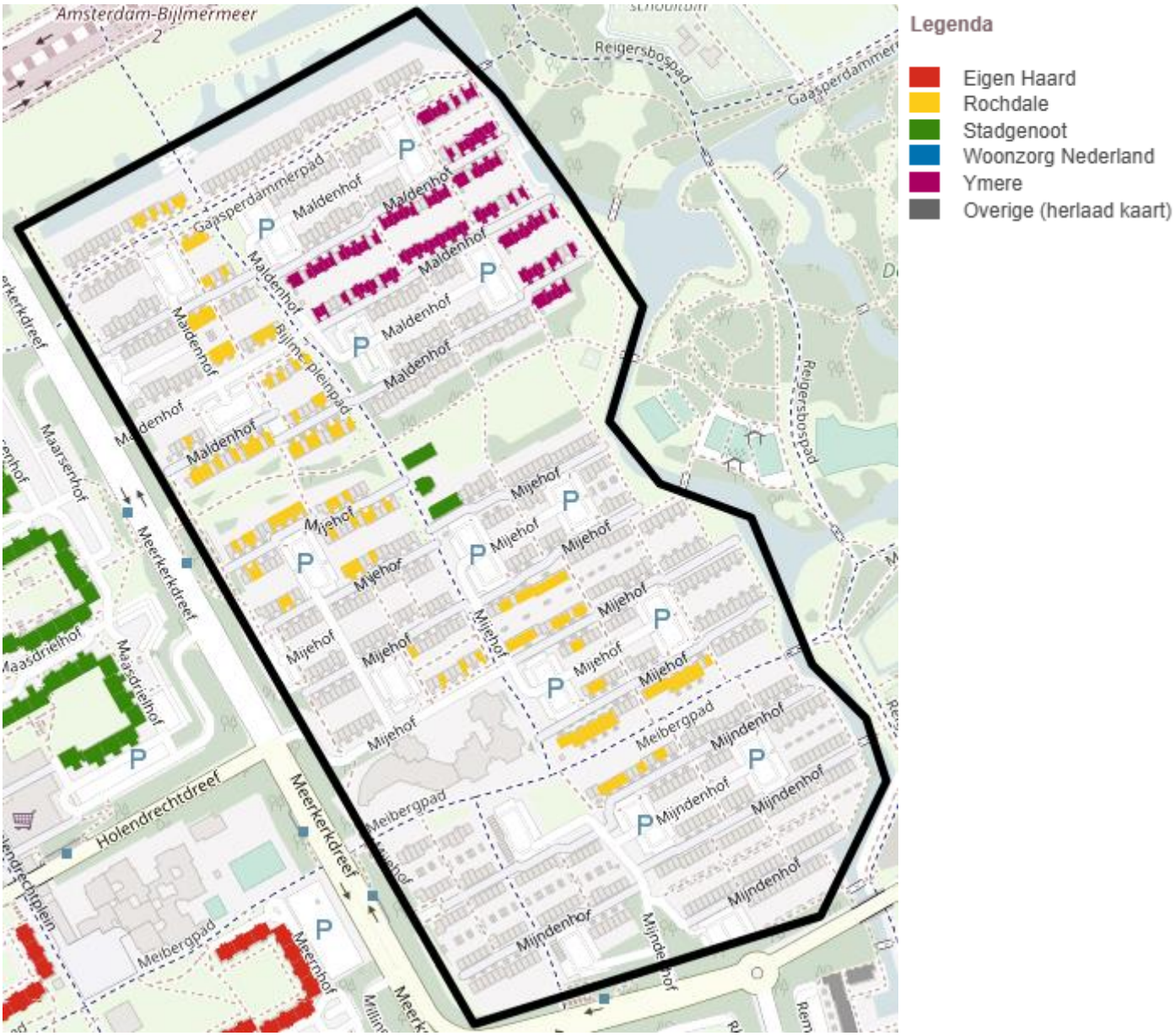
Bijlage H: Gasnet in Holendrecht-Oost

Bijlage I:



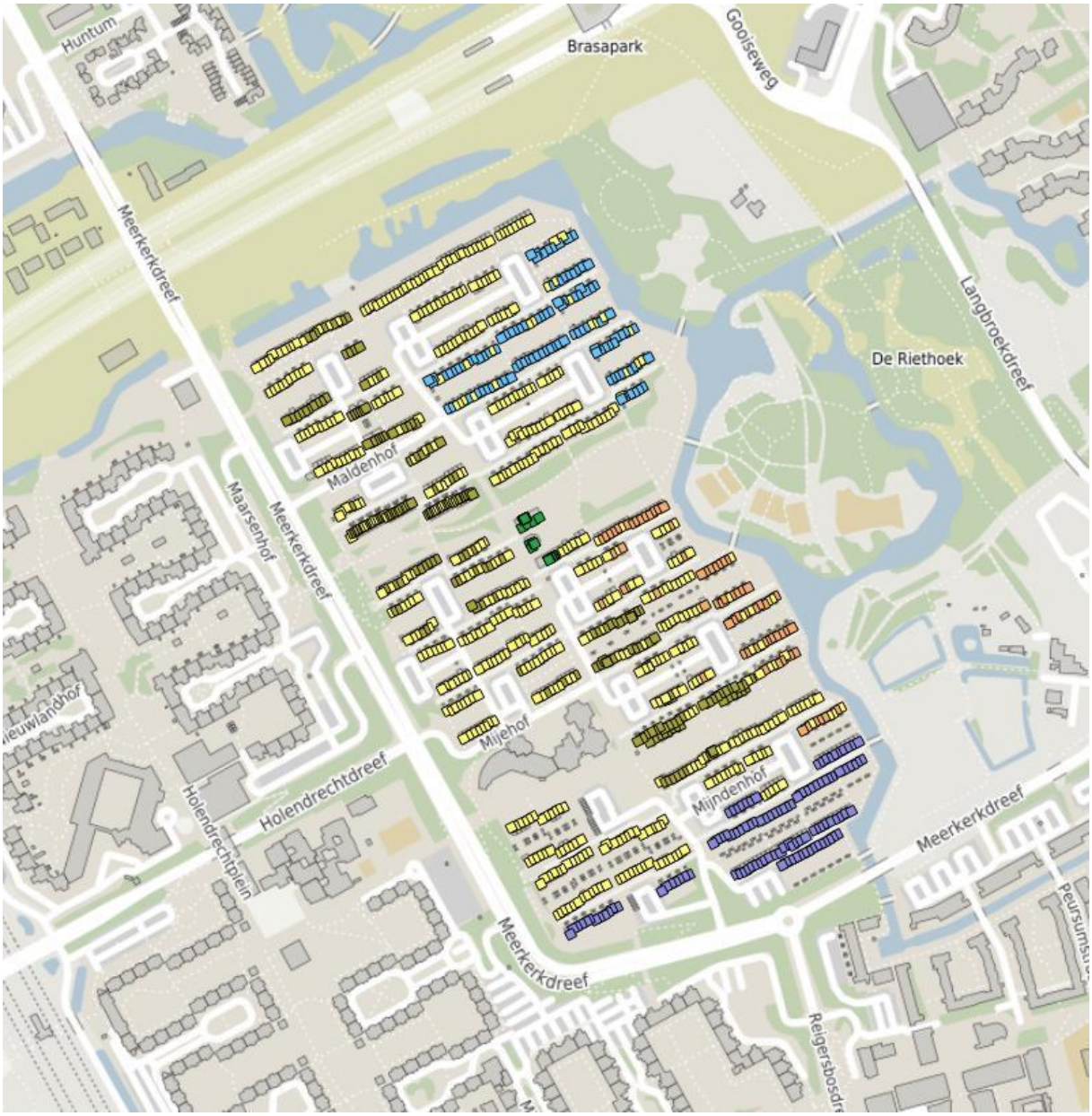
Bijlage I: Stroomnet in Holendrecht-Oost

Bijlage J:



Bijlage J: Woningcorporaties in Holendrecht-Oost

Bijlage K:



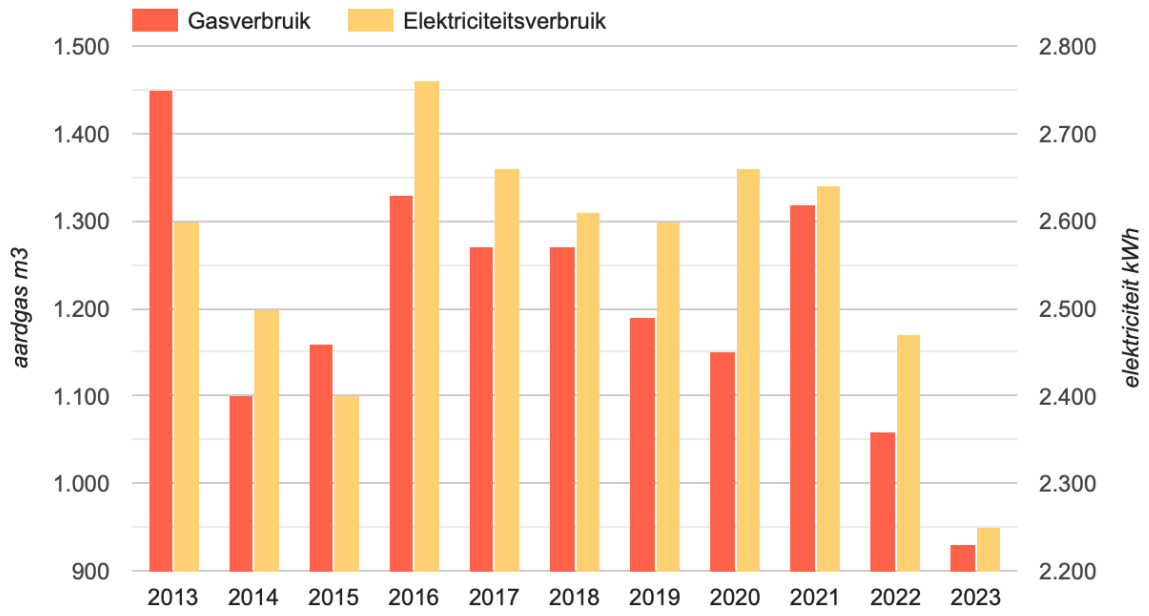
Bijlage K: Woningcorporaties inclusief commerciële verhuurders in Holendrecht-Oost.

Bijlage L:

Soort woning	Gemiddeld elektriciteitsverbruik (kWh)	Gemiddeld gasverbruik (m3)
Appartement (152)	1650	780
Tussenwoning (694)	2340	920
Hoekwoning (222)	2410	1070
Huurwoning	2050	910
Eigen woning	2420	940

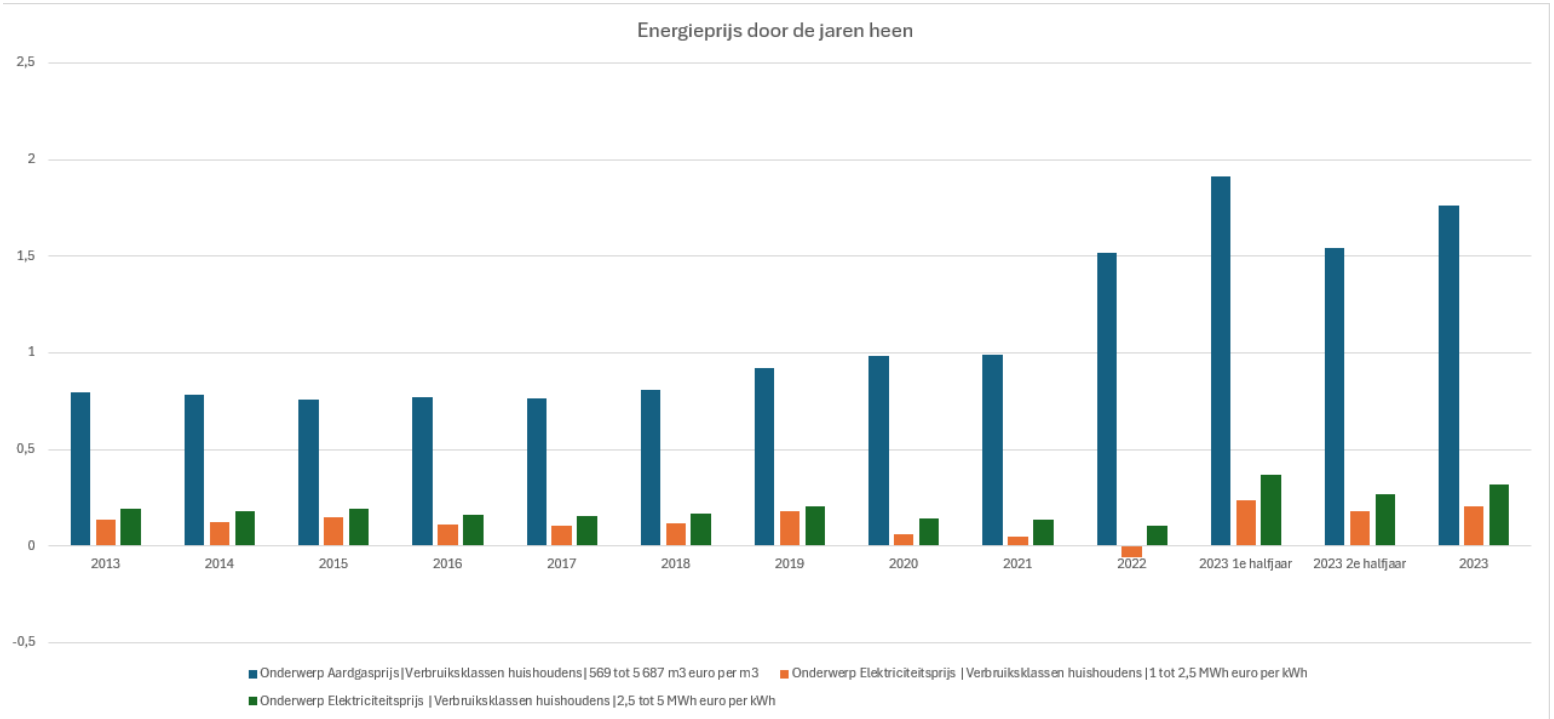
Bijlage L: Verbruik per woningtype, informatie overgenomen van (Allecijfers, z.d.).

Bijlage M:



Bijlage M: Gas- en elektriciteitsverbruik door de jaren heen in Holendrecht-Oost

Bijlage N:


Energieprijs door de jaren heen
2,5
2
1,5
1
0,5
0
-0,5
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023 1e halfjaar
2023 2e halfjaar
2023
Onderwerp Aardgasprijs|Verbruiksklassen huishoudens|569 tot 5 687 m3 euro per m3
Onderwerp Elektriciteitsprijs |Verbruiksklassen huishoudens|1 tot 2,5 MWh euro per kWh
Onderwerp Elektriciteitsprijs |Verbruiksklassen huishoudens|2,5 tot 5 MWh euro per kWh

8 Gebruikte waarden Tomahawk

Voor de onderzochte varianten zijn bij de COP en levensduur, de standaard waarden uit Tomahawk gebruikt. Voor de PVT-panelen zijn extra veranderingen toegevoegd, deze waarden zijn:

Gebruikte varianten	Gebruikte waarden
CV-ketel (aardgas) + Airco	COP = 0.951 I Levensduur = 15 jaar
Lucht/water warmtepomp + radiatoren	COP = 3.9 I Levensduur = 15 jaar
PVT warmtepomp + radiatoren	COP = 4.5 I 8 PVT-panelen van 430 Wp op Zuidoost/Zuidwest I Levensduur = 15 jaar I Tweede levensduur = 25 jaar
(Kleinschalig) Bodemwarmtepomp + radiatoren	COP = 4.6 I Levensduur = 15 jaar I Tweede levensduur = 50 jaar
(Collectief) 15 C warmtekoude uitwisselingsnet (TEO)	COP = 7.6 I COP 2e input en output = 1.1515 I Levensduur 15 jaar I Levensduur thermische bron = 50 jaar
(Collectief) 15 C warmtekoude uitwisselingsnet (TEO) + PVT	COP = 7.6 I COP 2e input en output = 1.1515 I 2 PVT-panelen van 430 Wp op Zuidoost/Zuidwest I Levensduur 15 jaar I Levensduur thermische bron = 50 jaar

Voor de algemene instellingen in Tomahawk zijn de volgende gegevens gebruikt:

Energiemix (zonder salderingsregeling)	Elektriciteit €0,20/kWh I Aardgas €1,35/m3 I Warmte/Koude €43,79/GJ
Renovatie	Renoveren naar de standaard
Inflatiepercentage	3%
Discontovoet	6%
Lengte van de businesscase	30 jaar
Proces, ontwerp en advieskosten als percentage van de investeringskosten	11%
Proces onvoorzien als percentage van de investerinskosten	10%