



Warmtenet aquathermie Vreewijk en Haagweg- Noord, Leiden

12 augustus 2026

Verantwoording

Titel	Warmtenet aquathermie Vreewijk en Haagweg-Noord, Leiden
Opdrachtgever	Coöperatie RijnWarmte
Projectleider	Geert van Rens
Auteur(s)	Mark van Harlingen, Jelle Wijngaards
Tweede lezer	Geert van Rens
Uitvoering meet- en inspectiewerk	
Projectnummer	1323444
Aantal pagina's	46 (exclusief bijlagen)
Datum	12 augustus 2026
Handtekening	Ontbreekt in verband met digitale verwerking. Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven'

Colofon

Syntraal
Kamperstraat 13021
Postbus 479
7400 AL Deventer
T +31 88 02 44 300
E info@syntraal.nl

Inhoud

Begrippen en afkortingen	5
Subsidies.....	9
1 Inleiding	11
1.1 Functioneren van het ZLT-net.....	11
2 Beschrijving projectgebied	13
2.1 Bouwjaar	13
2.2 Woningtypering en utiliteit	15
2.3 Woonoppervlakte	17
2.4 Woningeigendom	19
2.5 Geregistreerde energielabels	21
3 Functionele warmte- en vermogensvraag.....	23
3.1 Energiegegevens	23
4 Aanpassingen in de woning	27
4.1 Bouwkundige aanpassingen	27
4.2 Installaties in de woning	28
4.3 Gedragsverandering en impact op bewoners.....	30
5 Energieaanbod: Potentie warmtebronnen en OBES.....	31
5.1 Juridisch.....	31
5.2 Omliggende belangen	31
5.3 Geohydrologische situatie	32
5.4 Grondwatercondities	32
5.5 Pakketkeuze en capaciteit.....	33
5.5.1 Capaciteit per WKO	33
5.5.2 Ruimtebeslag van de WKO in de bodem.....	33
6 Energieaanbod: aquathermie systeem	35
6.1 Juridisch kader	35
6.2 Technische randvoorwaarden	35
6.3 Systeemopzet en afmetingen.....	36
7 Resultatenvergelijking varianten	38
7.1 Varianten.....	38

7.2	Ontworpen warmtenet varianten	38
7.3	Samenvatting investeringsraming	39
7.4	Elektraverbruik en vermogen elektriciteit	39
7.5	Conclusie variantenvergelijking.....	40
7.6	Elektra verbruik in de wijk.....	40
8	Exploitatieraming	41
8.1	Operationele kosten	41
8.2	Inkomstenraming.....	41
8.3	Samenvattende beoordeling	42
9	Total Cost Of Ownership	44
10	Technische, financiële en organisatorische haalbaarheid.....	45
10.1	Organisatorische uitgangspunten	45
10.2	Voorkeursmodel voor verdere uitwerking	46

Begrippen en afkortingen

ACM

Autoriteit Consument en Markt; onafhankelijke toezichthouder die toezicht houdt op goed werkende markten voor mensen en bedrijven. De ACM stelt jaarlijks de maximumtarieven vast voor de levering en het transport van warmte.

Aquathermie

Verzamelaan voor het winnen, opslaan en benutten van warmte en/of koude uit water. In dit rapport gaat het specifiek om thermische energie uit oppervlaktewater (TEO), waarbij warmte via een warmtewisselaar wordt gewonnen en in combinatie met opslag in de bodem wordt benut.

BAG

Basisregistratie Adressen en Gebouwen.

BAK

Bijdrage Aansluitkosten. Een eenmalige bijdrage in de kosten voor een nieuwe aansluiting op een warmtenet of bronnet.

Bronnet of ZLT-net

Collectief systeem waarbij water met een brontemperatuur van circa 12 graden Celsius naar woningen of gebouwen wordt getransporteerd. Dit water wordt gebruikt als bron voor een warmtepompsysteem.

Centrale opwek

Systeemvariant waarbij de hoofdininstallaties, zoals warmtepompen, warmtewisselaars en regeltechniek, centraal worden opgesteld. Vanuit deze centrale installatie wordt warmte aan het net geleverd.

COP

Coefficient of Performance. De COP drukt de efficiëntie van een warmtepomp uit en geeft de verhouding aan tussen de geleverde hoeveelheid warmte en de daarvoor verbruikte elektrische energie. De COP is dimensieloos.

Decentrale substations

Systeemvariant waarbij lokale technische ruimten of substations in de wijk worden toegepast. Deze substations koppelen het bronnet lokaal aan warmtepompen of andere installaties voor de levering van warmte en eventueel koude aan woningen of gebouwen.

Delta T / dT

Temperatuurverschil tussen het aanvoer- en retourwater. Dit temperatuurverschil is bepalend voor de hoeveelheid energie die met een bepaalde waterstroom kan worden getransporteerd.

DINOloket

Online database met gegevens en modellen van de Nederlandse ondergrond.

Energiecentrale

Technische installatie waarin warmte wordt opgewekt, uitgewisseld, opgeslagen of opgewaardeerd. In dit rapport gaat het onder meer om installaties voor TEO, WKO en warmtepompen.

GJ

Gigajoule. Officiële SI-eenheid voor energie. Eén GJ is gelijk aan 277,8 kWh en komt wat betreft energie-inhoud ongeveer overeen met 30 m³ aardgas.

ISDE

Investeringssubsidie duurzame energie en energiebesparing. Overheidssubsidie voor onder meer warmtepompen, isolatiemaatregelen en aansluiting op een warmtenet.

KRW

Kaderrichtlijn Water. Europese richtlijn die eisen stelt aan de chemische en ecologische kwaliteit van oppervlaktewater en grondwater, met als doel waterlichamen te beschermen en waar nodig te verbeteren.

kW

Kilowatt. Eenheid voor vermogen en daarmee voor de hoeveelheid energie die per tijdseenheid kan worden geleverd of gebruikt. Eén kW is gelijk aan één kilojoule per seconde.

kWh

Kilowattuur. Veel gebruikte eenheid voor energie. Eén kWh is de hoeveelheid energie die wordt gebruikt of geleverd bij een vermogen van 1 kW gedurende één uur.

LT

Lagetemperatuur. In dit rapport wordt hiermee een warmtesysteem bedoeld met een lagere aanvoertemperatuur dan een traditioneel warmtenet, maar met een hogere temperatuur dan een bronnet.

m-mv

Meter minus maaiveld. Notatie die aangeeft hoeveel meter iets zich onder het maaiveld bevindt.

MWh

Megawattuur. Eenheid voor energie. Eén MWh is gelijk aan 1.000 kWh.

NAP

Normaal Amsterdams Peil. Het referentieniveau waaraan hoogtes in Nederland worden gerelateerd.

NCW

Netto contante waarde. Financiële maatstaf waarmee toekomstige kosten en opbrengsten worden teruggerekend naar hun waarde op dit moment. Hiermee kunnen investeringen en jaarlijkse kosten onderling worden vergeleken.

OBES

Open bodemenergiesysteem. Bodemenergiesysteem waarbij grondwater via bronnen uit een watervoerend pakket wordt opgepompt en weer geïnfiltreerd. Het systeem kan worden gebruikt voor de opslag en levering van warmte en koude. Dit in tegenstelling tot een gesloten bodemenergiesysteem, waarbij geen grondwater wordt opgepompt.

ODH

Omgevingsdienst Haaglanden. Organisatie die verantwoordelijk is voor het uitvoeren van wettelijke milieu- en vergunningstaken in de regio Haaglanden.

Onrendabele top

Het deel van een investering dat niet kan worden terugverdiend uit inkomsten of besparingen. Subsidies zoals de WIS zijn bedoeld om deze onrendabele top gedeeltelijk te verkleinen.

REGIS-II

Geohydrologisch ondergrondmodel waarin de opbouw en doorlatendheid van grondlagen in Nederland worden weergegeven.

SAH

Stimuleringsregeling aardgasvrije huurwoningen. Subsidieregeling voor verhuurders en gemengde VvE's voor het aardgasvrij maken van bestaande huurwoningen, onder meer door aansluiting op een warmtenet.

SDE++

Stimulering Duurzame Energieproductie en Klimaattransitie. Exploitatiesubsidie voor grootschalige duurzame energieproductie en CO₂-reductie. De regeling kan relevant zijn voor bepaalde duurzame warmtebronnen, maar is voor een ZLT-bronnet niet altijd de primaire subsidieregeling.

STOWA

Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer. Kenniscentrum van de Nederlandse waterschappen dat onderzoek uitvoert en kennis ontwikkelt over onder meer waterkwaliteit, waterveiligheid, klimaatadaptatie en aquathermie.

Tapwater

Water dat in woningen en gebouwen wordt gebruikt voor onder meer drinken, koken, wassen en douchen. Warm tapwater is het verwarmde water dat uit de kraan of douche komt.

TCO

Total Cost of Ownership. De totale kosten van het bezit en gebruik van een product, installatie of dienst gedurende een bepaalde periode. Naast de aanschafprijs worden onder meer financiering, afschrijving, energie, beheer en onderhoud meegenomen.

TEO

Thermische energie uit oppervlaktewater. Vorm van aquathermie waarbij via een warmtewisselaar warmte of koude wordt onttrokken aan oppervlaktewater, zoals meren, rivieren en kanalen. De gewonnen energie kan direct worden benut of via een bodemenergiesysteem worden opgeslagen.

Vesta MAIS

Rekenmodel dat wordt gebruikt voor analyses van de gebouwde omgeving en de warmtetransitie. In dit rapport is het model gebruikt als een van de bronnen voor het bepalen van de warmtevraag.

Vollasturen

Het aantal uren dat een installatie op vol vermogen zou moeten draaien om dezelfde hoeveelheid energie te leveren als in werkelijkheid gedurende een jaar wordt geleverd.

Warmtepomp

Apparaat dat warmte uit een bron, zoals bodemenergie, een bronnet of lucht, opwaardeert naar een hogere temperatuur voor ruimteverwarming en warm tapwater. Wanneer er in dit rapport wordt gesproken over een warmtepomp wordt een warmtepomp bedoeld die elektriciteit gebruikt om deze warmte op te waarden (elektrische compressiewarmtepomp).

Warmtepompcentrale

Collectieve of semicollectieve installatie waarin één of meerdere warmtepompen warmte leveren aan meerdere woningen, appartementen of gebouwen.

WIS

Warmtenetten Investeringsubsidie. Subsidie voor investeringen in energie-efficiënte warmtenetten voor bestaande bouw. De regeling richt zich op warmtebedrijven, warmtecoöperaties en andere partijen die voor eigen rekening en risico investeren in warmte-infrastructuur.

WKO

Warmte- en koudeopslag. Vorm van bodemenergie waarbij warmte en koude tijdelijk in de bodem worden opgeslagen en later weer worden benut.

WVP

Watervoerend pakket. Een goed doorlatende grondlaag in de ondergrond waarin grondwater kan stromen en waaruit grondwater kan worden onttrokken en geïnfiltreerd.

Subsidies

Voor de ontwikkeling van een warmtenet op basis van aquathermie, WKO en een ZLT-bronnet zijn verschillende subsidieregelingen relevant. Deze regelingen grijpen aan op verschillende onderdelen van de businesscase. Voor dit project is vooral het onderscheid relevant tussen subsidies voor eindgebruikers, subsidies voor warmte-infrastructuur en subsidies voor duurzame warmteproductie.

De belangrijkste subsidieregeling op eindgebruikersniveau is de Investeringssubsidie duurzame energie en energiebesparing (ISDE). Deze regeling kan relevant zijn voor particuliere woningeigenaren en VvE's. De ISDE kan onder meer worden ingezet voor woningisolatie, warmtepompen en aansluiting op een warmtenet. Daarmee kan de regeling bijdragen aan het verlagen van de investeringskosten voor bewoners.

Voor dit project is de ISDE met name relevant omdat woningen geschikt moeten worden gemaakt voor lagetemperatuurverwarming en omdat bij een ZLT-net doorgaans een warmtepomp in de woning, het gebouw of een lokale technische ruimte nodig is. Ook kunnen aanvullende isolatiemaatregelen nodig zijn om de warmtevraag te verlagen en voldoende comfort te kunnen garanderen bij lagere aanvoertemperaturen. Afhankelijk van de bestaande woningkwaliteit kan daarbij worden gedacht aan dak-, gevel-, vloer- of glasisolatie. De exacte subsidiemogelijkheden zijn afhankelijk van het woningtype, de gekozen maatregelen en de op het moment van aanvraag geldende voorwaarden.

Voor de warmte-infrastructuur is de Warmtenetten Investeringssubsidie (WIS) de meest relevante regeling. De WIS is bedoeld voor partijen die voor eigen kosten en risico investeren in een energie-efficiënt warmtenet voor de bestaande bouw. Dit kunnen bijvoorbeeld warmtebedrijven, warmtecoöperaties of andere ondernemingen zijn die de warmte-infrastructuur realiseren en exploiteren. De regeling is gericht op het verkleinen van de onrendabele top van de investering. Voor dit rapport is vooral van belang dat de WIS betrekking heeft op de infrastructuur van het warmtenet. Bij een ZLT-net dient in een vervolgfase expliciet te worden uitgewerkt welke onderdelen subsidiabel zijn. Daarbij gaat het onder meer om de afbakening tussen bronnet, distributienet, aansluitingen, afleveringssets, in pandige voorzieningen, warmtepompen en eventuele collectieve of decentrale substations. Deze afbakening is belangrijk omdat zij direct invloed heeft op de investeringsraming, de businesscase en de verdeling van kosten tussen warmtebedrijf, coöperatie, gebouweigenaar en bewoner.

De hoogte van de WIS-subsidie is afhankelijk van de subsidiabele investeringskosten, de onrendabele top en de omvang van de aanvragende organisatie. Voor grote ondernemingen kan een lager maximumpercentage gelden dan voor middelgrote en kleine ondernemingen. Daardoor kan de gekozen eigendoms- en organisatiestructuur, bijvoorbeeld een warmtecoöperatie, warmtebedrijf of andere projectvennootschap, invloed hebben op de haalbare subsidie. Dit is voor RijnWarmte een belangrijk aandachtspunt bij de verdere uitwerking van het voorkeursmodel.

Naast de WIS kan de Stimulering Duurzame Energieproductie en Klimaattransitie (SDE++) relevant zijn. De SDE++ is een exploitatiesubsidie voor duurzame energieproductie en CO₂-reductie. De

regeling ondersteunt niet primair de aanleg van infrastructuur, maar de exploitatie van duurzame technieken. Voor een ZLT-bronnet met TEO, WKO en warmtepompen moet in een latere fase worden beoordeeld of en voor welke onderdelen de SDE++ toepasbaar is. In deze haalbaarheidsfase ligt de nadruk daarom vooral op de WIS en ISDE.

Voor huurwoningen kan daarnaast de Stimuleringsregeling aardgasvrije huurwoningen (SAH) relevant zijn. Deze regeling richt zich op verhuurders en gemengde VvE's en kan bijdragen aan de kosten voor het aardgasvrij maken van bestaande huurwoningen, waaronder aansluiting op een warmtenet en in pandige aanpassingen. Binnen het projectgebied is sprake van zowel particulier bezit als corporatiebezit. Daarom kan de SAH, afhankelijk van de eigendomssituatie en de planning van woningcorporaties, aanvullend relevant zijn.

In de financiële analyse is het belangrijk om de regelingen niet zonder nadere toetsing bij elkaar op te tellen. De regelingen werken op verschillende niveaus: de WIS op infrastructuur en de onrendabele top, de ISDE op maatregelen bij eindgebruikers, de SAH op huurwoningen en in pandige kosten, en de SDE++ op de exploitatie van duurzame productie. Daarnaast kunnen voorwaarden, combinatiemogelijkheden en subsidiepercentages wijzigen. Voor de verdere uitwerking van de businesscase wordt daarom aanbevolen om per kostenpost vast te leggen welke partij investeert, welke subsidie mogelijk is, welke voorwaarden gelden en of stapeling met andere regelingen is toegestaan.

De genoemde subsidieregelingen hebben bovendien een tijdelijk en beleidsafhankelijk karakter. Voorwaarden, subsidiepercentages, openstellingsperioden en beschikbare budgetten kunnen per jaar wijzigen. Ook kan het beschikbare budget binnen een aanvraagronde worden uitgeput of kan een regeling op het moment van aanvraag niet meer zijn opengesteld. De genoemde subsidies mogen daarom in deze fase niet als gegarandeerde inkomsten in de businesscase worden opgenomen. Bij de verdere uitwerking moet worden getoetst welke regelingen op dat moment beschikbaar zijn, welk budget resteert en of de projectplanning aansluit op de aanvraag- en realisatietermijnen.

Voor deze haalbaarheidsstudie wordt de WIS beschouwd als de belangrijkste regeling voor de infrastructuur van het warmtenet. De ISDE en mogelijk de SAH zijn vooral relevant voor de betaalbaarheid aan de kant van bewoners, VvE's, verhuurders en woningcorporaties. De SDE++ wordt in deze fase alleen als aandachtspunt benoemd, omdat de toepasbaarheid afhankelijk is van de definitieve technische configuratie, de bronopzet en de exploitatievorm.

1 Inleiding

RijnWarmte onderzoekt de mogelijkheden voor de realisatie van een duurzaam warmtenet op basis van aquathermie in Vreewijk en Haagweg-Noord in Leiden. Het projectgebied bestaat uit een gemengd stedelijk gebied met voornamelijk bestaande woningen, enkele utiliteitsfuncties en een variatie in bouwjaren, woningtypen en energetische kwaliteit. Met name de oudere bebouwing en de aanwezige verschillen in energielabels maken dat de technische inpassing van een duurzaam warmtesysteem zorgvuldig moet worden beoordeeld.

In deze rapportage wordt de haalbaarheid van een vijfde generatie warmtenet onderzocht. Dit type warmtenet werkt met lage temperaturen en maakt gebruik van lokale warmtebronnen, warmteopslag in de bodem en individuele of decentrale warmtepompen om woningen en gebouwen van warmte te voorzien. De beoogde warmtebron is thermische energie uit oppervlaktewater, in combinatie met een open bodemenergiesysteem voor seizoensopslag. Hierdoor kan warmte die in de zomer uit het oppervlaktewater wordt gewonnen, worden opgeslagen en in de winter worden benut voor ruimteverwarming en warm tapwater.

In deze haalbaarheidsstudie zijn de technische, ruimtelijke en financiële uitgangspunten voor de ontwikkeling van het warmtenet onderzocht en op hoofdlijnen uitgewerkt. Daarbij is gekeken naar de kenmerken van het projectgebied, de huidige en toekomstige warmtevraag, de benodigde aanpassingen in woningen, de potentie van bodemenergie en aquathermie, het netontwerp en de investerings- en exploitatiekosten. Ook zijn twee systeemvarianten beschouwd: een variant met centrale opwekking en een variant met decentrale substations in de wijk.

De resultaten in deze rapportage vormen een eerste onderbouwing voor de verdere planvorming. De ramingen en ontwerputgangspunten zijn indicatief en bedoeld om inzicht te geven in de orde van grootte van het benodigde systeem, de ruimtelijke inpassing en de kosten. In een vervolgfase dienen de uitgangspunten nader te worden uitgewerkt, onder meer op basis van aanvullend ontwerp, afstemming met bevoegd gezag, detailengineering en overleg met gebouweigenaren en bewoners. Daar waar subsidieregelingen in de financiële berekeningen zijn meegenomen, is uitgegaan van de in 2026 geldende regelingen, voorwaarden en subsidietarieven. Omdat subsidieregelingen en beschikbare budgetten in de tijd kunnen wijzigen, moeten deze uitgangspunten bij de verdere planuitwerking en voorafgaand aan een definitief investeringsbesluit opnieuw worden getoetst.

1.1 Functioneren van het ZLT-net

Het beoogde warmtenet is een vijfde generatie warmtenet en functioneert als een laagtemperatuur bronnet (in vaktaal ook wel ZLT-net of ZLT-warmtenet genoemd). Hierbij wordt water met een relatief lage temperatuur (circa 12°C) door de wijk getransporteerd. Deze temperatuur is niet hoog genoeg om woningen rechtstreeks te verwarmen, maar vormt wel een efficiënte bron voor warmtepompen in woningen, gebouwen of lokale technische ruimten. De warmtepomp verhoogt de temperatuur vervolgens naar het niveau dat nodig is voor ruimteverwarming en warm tapwater.

Doordat het distributienet op lage temperatuur functioneert, blijven warmteverliezen in het net beperkt en kunnen lokale duurzame bronnen, zoals aquathermie en bodemenergie, efficiënt worden benut. In dit systeem wordt warmte uit oppervlaktewater gewonnen en, in combinatie met bodemenergie, beschikbaar gemaakt voor verwarming van woningen en gebouwen. De bodem kan daarbij worden ingezet voor tijdelijke opslag van warmte, zodat warmte die in de zomer beschikbaar is later in het stookseizoen kan worden benut.

Een aanvullend voordeel van een vijfde generatie warmtenet is dat het systeem naast verwarming ook mogelijkheden biedt voor koeling. In de zomer kan warmte uit woningen of gebouwen worden onttrokken en worden afgegeven aan het bronnet. Met de installatie kan via het net **ook gekoeld worden in de woning**. Deze koelvraag kan bovendien bijdragen aan de thermische balans van het bodemenergiesysteem, doordat de uit de woning onttrokken warmte opnieuw beschikbaar komt voor opslag.

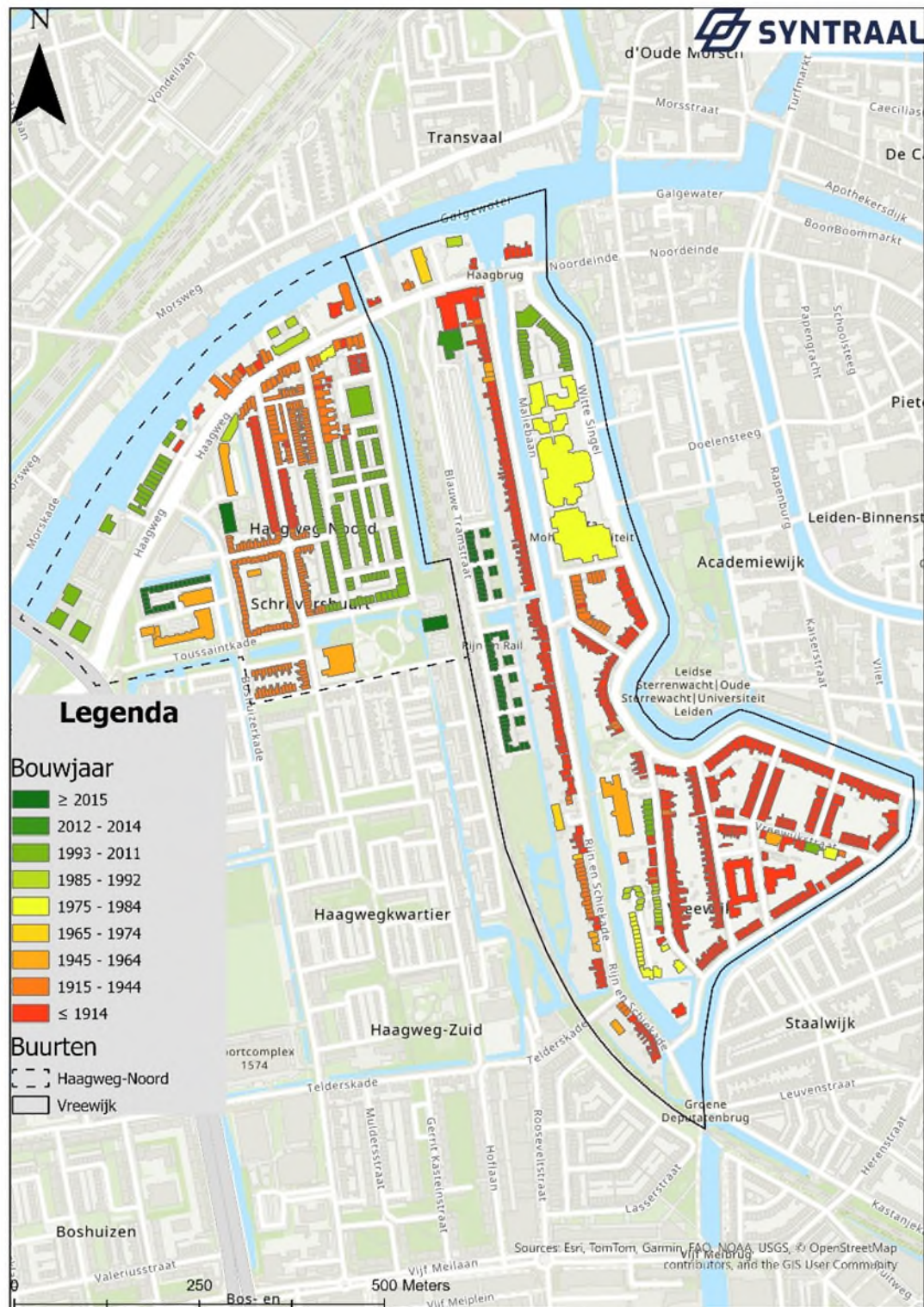
De wijze waarop gebouwen op het bronnet worden aangesloten kan per gebouwtype verschillen. Bij grondgebonden woningen ligt een individuele warmtepomp per woning voor de hand. Bij gestapelde bouw kan ook worden gekozen voor een collectieve of semicollectieve oplossing, waarbij meerdere woningen worden aangesloten op een lokale warmtepompcentrale of een in pandige technische ruimte. In dat geval wordt het bronnet gekoppeld aan een centrale warmtepompinstallatie die warmte en eventueel koeling levert aan meerdere appartementen of bouwdelen. Deze opzet kan voordelen bieden voor ruimtebeslag in de woningen, onderhoud, geluid, elektrische aansluitcapaciteit en beheer. De uiteindelijke keuze is afhankelijk van de gebouwopzet, eigendomssituatie, beschikbare technische ruimte, bestaande installaties en de gewenste exploitatievorm.

2 Beschrijving projectgebied

In dit hoofdstuk wordt aan de hand van (openbare) data inzichtelijk gemaakt hoe de verschillende buurten zijn opgebouwd. Dit biedt een eerste inzicht in welk type warmtenet haalbaar is.

2.1 Bouwjaar

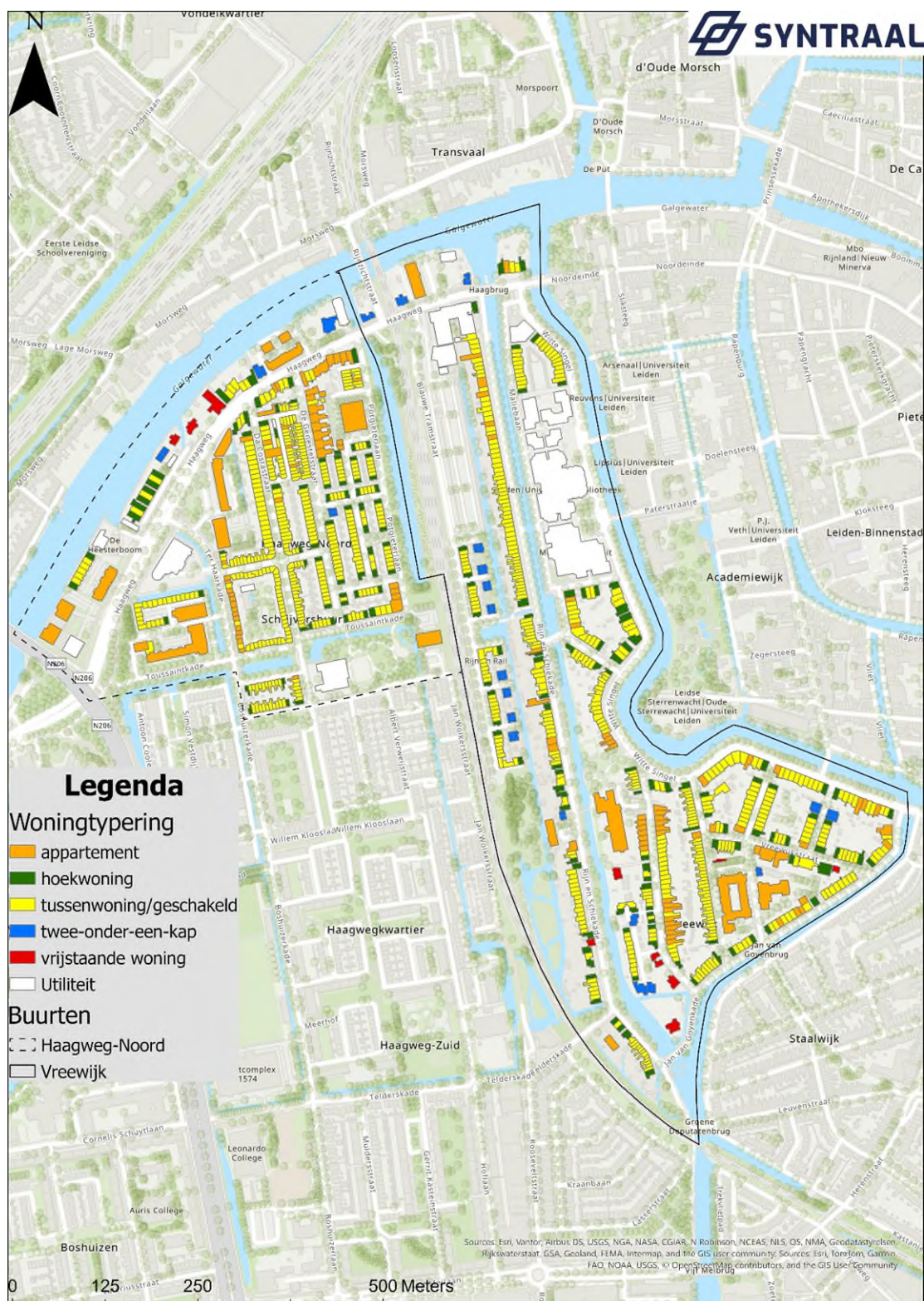
In Figuur 2.1 staat de oppervlakte van de panden in het projectgebied weergegeven. De buurten Haagweg-Noord en Vreewijk staan hier ook apart in gemarkeerd. Uit de kaart is op te maken dat met name de buurt Vreewijk bestaat uit oudere bebouwing. Het gemiddelde bouwjaar in de buurt Vreewijk is 1917. Het gemiddelde bouwjaar in de buurt Haagweg-Noord is 1960.



Figuur 2.1 Bouwjaar panden

2.2 Woningtypering en utiliteit

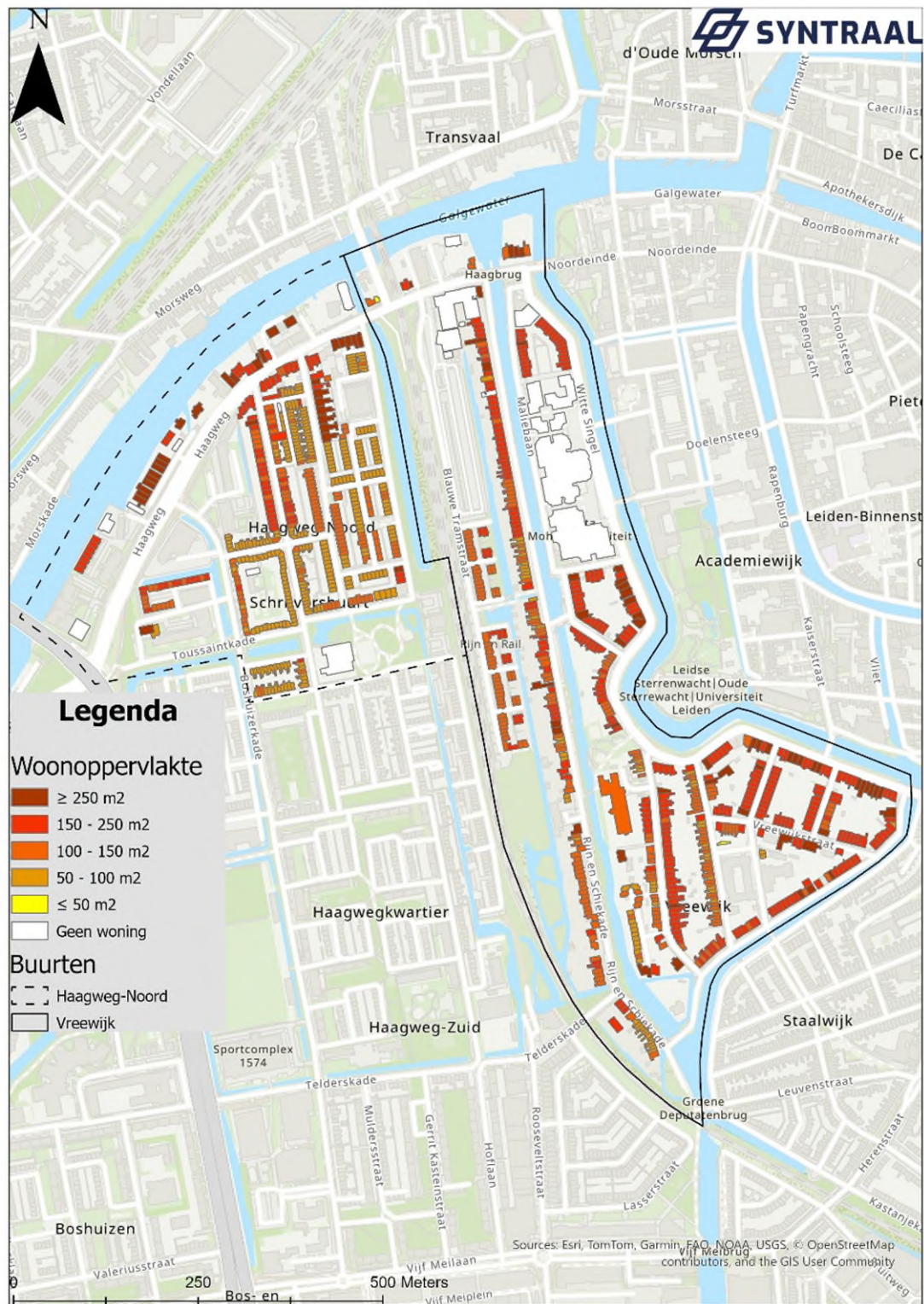
In Figuur 2.2 staat de woningtypering weergegeven van alle woningen in het projectgebied. De witte panden zijn utiliteitsgebouwen. Uit de kaart is op te maken dat het projectgebied voornamelijk geschakelde woningen kent. Er zijn nauwelijks twee-onder-een-kappers of vrijstaande woningen. Wel zijn er een groot aantal appartementen aanwezig. Qua utiliteit vallen de gebouwen van de universiteit van Leiden op in Vreewijk. In Haagweg-Noord is de onderwijsinstelling OPDC, de Delta duidelijk zichtbaar in de kaart. Deze gebouwen worden niet meegenomen in de haalbaarheidsstudie. Er zijn verder enkele winkels en horecafuncties aanwezig. Tot slot is er een moskee aan het Ter Haarplein.



Figuur 2.2 Woningtypering en utiliteit

2.3 Woonoppervlakte

In Figuur 2.3 staat de woonoppervlakte per pand weergegeven. De gemiddelde woonoppervlakte per pand in het projectgebied is 188 m² woonoppervlakte. In een pand kunnen meerdere woonfuncties zitten. De gemiddelde woonoppervlakte per pand in de buurt Haagweg-Noord is 125 m². De gemiddelde woonoppervlakte per pand in de buurt Vreewijk is 237 m².

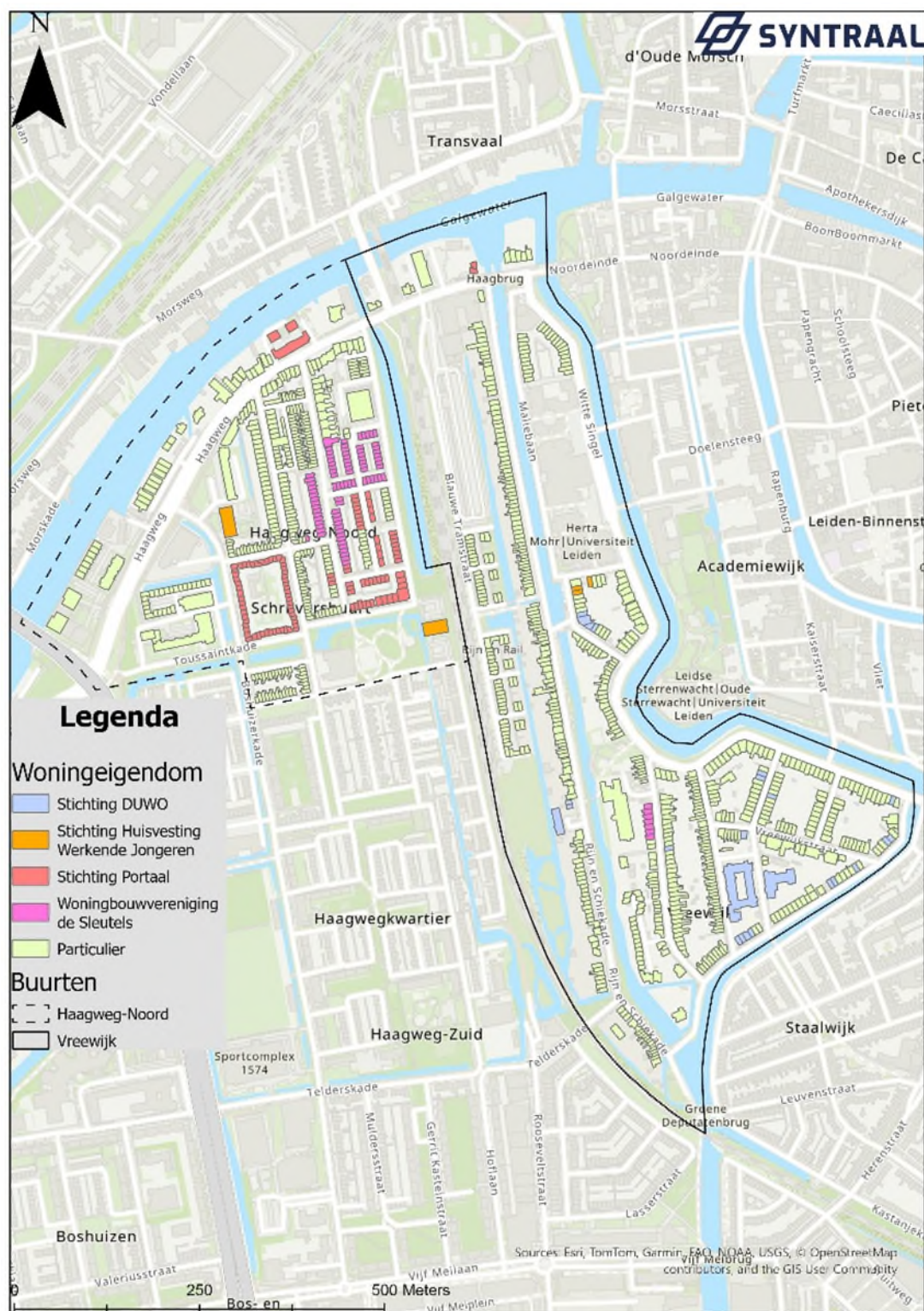


Figuur 2.3 Woonoppervlakte per pand

2.4 Woningeigendom

In Figuur 2.4 is een kaart opgenomen met hierin inzichtelijk of de woning in particulier bezit is of in het bezit van een woningbouworganisatie. De bron van deze dataset is een dataset van de Provincie Zuid-Holland (2024), waarin de perceelsgrenzen zijn ingetekend van het woningcorporatiebezit. Met een GIS-analyse is dit vertaald op pandniveau. Dit is zo nauwkeurig mogelijk gedaan, maar er kunnen een aantal panden zijn aangeduid als woningcorporatiebezit (of juist privaat), terwijl dit in werkelijkheid niet zo is.

Uit deze kaart is op te maken dat de meeste woningen in particulier bezit zijn. In de buurt Haagweg-Noord is wel duidelijk te zien dat er een groot blok (aaneengesloten) woningen in het bezit zijn van woningbouworganisaties. Dit geldt ook voor een klein blok woningen en appartementen in Vreewijk.



Figuur 2.4 Woningeigendom

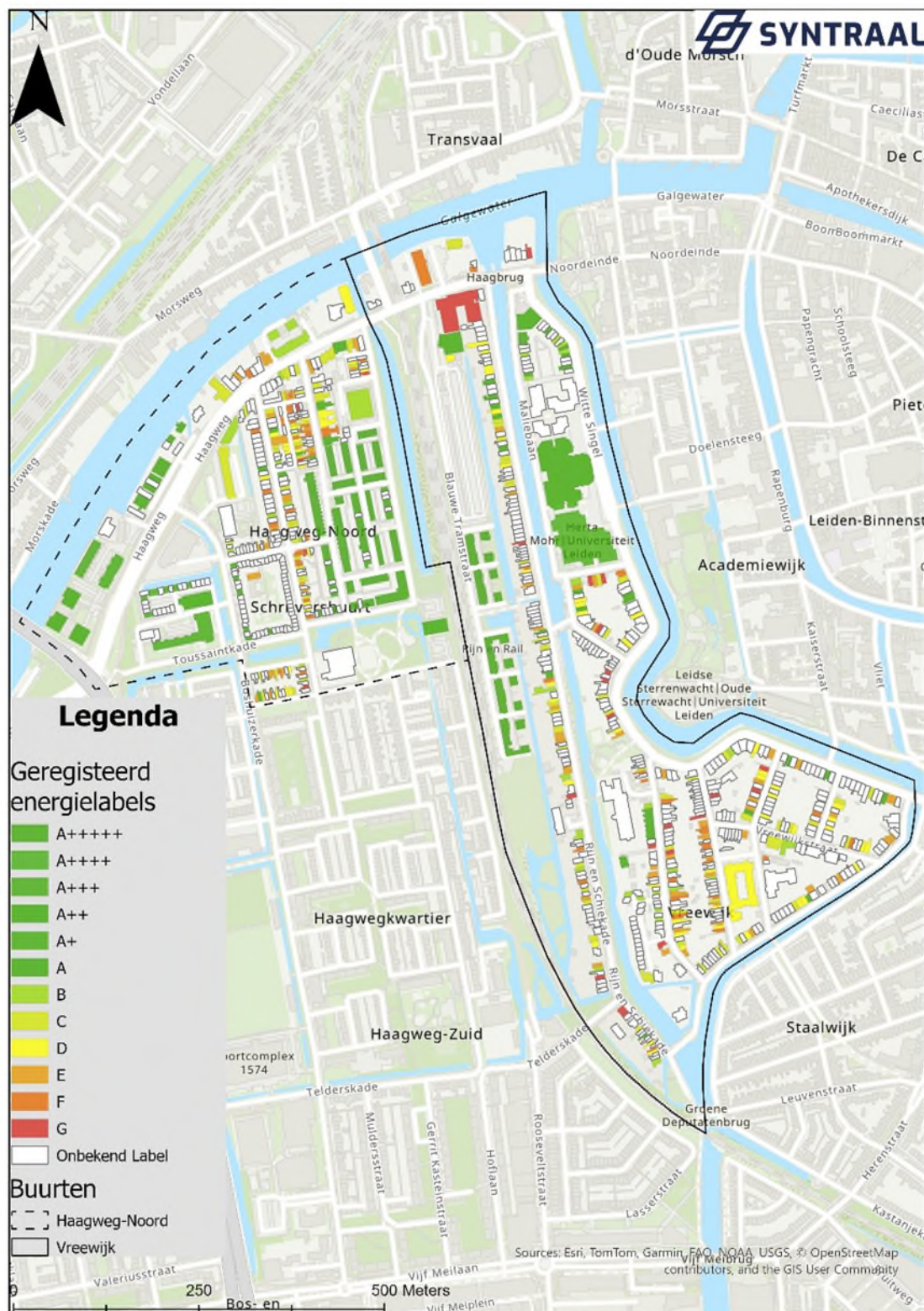
2.5 Geregistreeerde energielabels

In Figuur 2.5 staan de geregistreeerde energielabels op pandniveau (peildatum 1 februari 2026) weergegeven. De data zijn afkomstig van het RVO (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland) en geeft een beeld van de energielabels verdeling binnen het projectgebied. 627 panden hebben een geregistreeerd energielabel en 560 hebben dit nog niet. Het meest voorkomende energielabel is A. De hele verdeling staat weergegeven in Tabel 2.1 en Figuur 2.5. Het meest voorkomende geregistreeerde energielabel is A. 413 panden hebben een geregistreeerd energielabel van C of hoger. 214 panden hebben een geregistreeerd energielabel van D of lager.

Tabel 2.1 Geregistreeerde energielabels op pandniveau

Geregistreeerd energielabel	Aantal
A+ (of hoger)	42
A	255
B	35
C	81
D	67
E	71
F	50
G	26
Onbekend label	559

Een deel van de woningen met energielabel A is mogelijk al aardgasvrij. Indien deze woningen al zijn voorzien van een alternatieve warmtevoorziening, worden zij niet meegenomen in het potentiële aantal aansluitingen op het warmtenet. Deze woningen zijn bovendien niet meegenomen bij de bepaling van de totale energievraag.



Figuur 2.5 Geregisteerde energielabels op pandniveau

3 Functionele warmte- en vermogensvraag

Voor het bepalen van de energievraag en vermogensvraag zijn verschillende methodieken toegepast. In eerste instantie is gebruikgemaakt van het Vesta MAIS-model, waarmee een eerste inzicht is verkregen in de energievraag per buurt. Dit model biedt een consistente en breed toegepaste basis voor het analyseren van energiegebruik.

Om actuele ontwikkelingen beter te reflecteren, is aanvullend gebruikgemaakt van recentere data van netbeheerder Liander. Op basis van deze gegevens is een actueler beeld opgesteld van het totale gasverbruik binnen de buurten.

3.1 Energiegegevens

Tabel 3.1 toont de omrekening van het huidige gasverbruik naar het toekomstige gasverbruik dat als uitgangspunt dient voor het ontwerp van de energiecentrale. Er is aangenomen dat 70% van de buurt mee doet.

Op basis van de Liander-data en de toegepaste correcties bedraagt het toekomstige gasverbruik voor ruimteverwarming 942.123 m³/jaar. Dit verbruik vormt het uitgangspunt voor het bepalen van de energievraag en de benodigde vermogenscapaciteit van de energiecentrale.

Het toekomstige gasverbruik voor warm tapwater bedraagt 254.800 m³/jaar. Dit is bepaald als 70% van het geraamde aandeel warm tapwater/koken van 364.000 m³/jaar, aansluitend bij het gehanteerde deelnemerspercentage.

Tabel 3.1 Gasverbruik en toekomstig gasverbruik

Omschrijving	Berekening/ Toelichting	Volume m ³
Totale gasverbruik 2025	Gegevens Liander	1.820.000
Correctie warm jaar (+7%)	Aangepast vanwege 2025 was een relatief warm jaar.	+127.400
Aandeel warm tapwater/ koken (-20%)	Niet voor ruimteverwarming	-364.000
Niet-aangesloten woningen (-30% aanname)	Deel wordt niet aangesloten	-475.020
Energieverbetering (-15%)	Efficiëntieverbeteringen (isolatie)	-166.257
Totaal gasverbruik ruimteverwarming	Na correcties	942.123
Totaal gasverbruik warm tapwater	Warm tapwater	254.800

Tabel 3.2 toont de omrekening naar vermogen voor ruimteverwarming. Het jaarverbruik is omgerekend naar een koude winterdag met een factor 5. Vervolgens is met een calorische waarde van 8,8 kWh/m³ aardgas, de verwarmingsvraag bepaald. Door aan te nemen dat de installatie gemiddeld 16 uur per dag in bedrijf zijn, resulteert dit in een benodigd piekvermogen voor ruimteverwarming van 7,1 MW.

Tabel 3.2 Omrekening naar vermogen voor ruimteverwarming

Omschrijving	Aannames/ Berekening	Uitkomst
Jaarverbruik → daggemiddelde	942.123/ 365	2.581 m³/dag
Koude dag factor	× 5	12.906 m³/dag
Omrekening naar energie	× 8,8 kWh/m³	113.571 kWh/dag (409 GJ)
Vermogen (16 uur)	/ 16 uur	7,1 MW

Voor het vaststellen van het additionele vermogen voor warm tapwater is uitgegaan van aannames in Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Aansluitingen en tapwater vermogen

Omschrijving	Aannames/ Berekening	Uitkomst
Aantal warmtepompen	1778 verblijfsruimten x 70% aansluitingen	1.245 warmtepompen
Aanvullend vermogen tapwater	2 kW per warmtepomp	2.490 kW

In Tabel 3.4 zijn de energetische kengetallen voor de volledige buurten weergegeven. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen ruimteverwarming en warm tapwater. Per onderdeel zijn het benodigde piekvermogen in kW en de jaarlijkse energievraag in GJ opgenomen.

Tabel 3.4 Warmte vermogen en energievraag zonder gelijktijdigheid

Omschrijving	Vermogen [kW]	Energie [GJ/jaar]
Ruimteverwarming	7.100	29.844
Warm Tapwater	2.490	8.071
Totaal	9.590	37.915

De hoeveelheid energie en vermogen die door een ZLT-warmtenet moet lopen is lager dan de hoeveelheid warmte die in de woningen nodig is. Dat komt omdat in iedere woning een warmtepomp aanwezig is. Deze gebruikt de warmte uit het ZLT-warmtenet en voegt daar elektrische energie aan toe om dat benodigde warmte te maken. De verhouding tussen het benodigde warmtevermogen en het elektrische vermogen wordt COP genoemd. Een COP van bijvoorbeeld 4 wil zeggen dat er 4x meer warmte wordt gemaakt dan elektrisch vermogen nodig is. Het verschil tussen het benodigde warmtevermogen en het elektrisch vermogen moet uit het ZLT-warmtenet komen. De energie en vermogen uit het ZLT-warmtenet zijn daarmee lager dan de energie en vermogen die nodig zijn voor verwarming van het huis. Daarnaast is het vermogen dat door het net getransporteerd moet worden, nog lager, omdat niet iedere woning tegelijkertijd de verwarming gebruikt. De hoeveelheid vermogen en energie die door het ZLT-warmtenet moet stromen is weergegeven in Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Dimensionering ZLT-warmtenet

Omschrijving	Vermogen ZLT [kW]	Gelijktijdigheid	Gelijktijdig ZLT vermogen [kW]	Energie [GJ/jaar]
Ruimteverwarming	5.325	62 %	3.302	23.875
Warm Tapwater	1.711	62 %	1.061	5.382
Totaal	7.036		4.363	29.257

Voor de dimensionering van het ZLT-warmtenet is in de berekeningen uitgegaan van warmtepompen van Itho Daalderop. Deze warmtepompen zijn geschikt voor toepassing in een 5e generatie warmtenet en sturen op retourtemperatuur. Voor het bepalen van de benodigde broncapaciteit, de elektrische energie en de bronbelasting zijn de COP-waarden (Coëfficiënt of Performance) van deze warmtepompen als uitgangspunt genomen.

Bij ruimteverwarming wordt gewerkt met een stooklijn. Dit betekent dat de benodigde aanvoertemperatuur afhankelijk is van de buitentemperatuur. Op zeer koude dagen is een hogere aanvoertemperatuur nodig om voldoende warmte te kunnen leveren. Door deze hogere aanvoertemperatuur werkt de warmtepomp minder efficiënt. Voor de bepaling van het benodigde piekvermogen voor ruimteverwarming is daarom een conservatieve COP van 4 aangehouden.

Voor het jaarlijkse energieverbruik van ruimteverwarming is niet de peksituatie op zeer koude dagen bepalend, maar de gemiddelde bedrijfssituatie over het hele jaar. Gedurende een groot deel van het jaar is de buitentemperatuur hoger en is een lagere aanvoertemperatuur voldoende. De warmtepomp werkt dan efficiënter. Daarom is voor het jaarlijkse energieverbruik van ruimteverwarming een gemiddelde COP van 5 aangehouden.

De temperatuur van warm tapwater is hoger dan die van water voor ruimteverwarming. Hierdoor is de COP van een warmtepomp voor de productie van tapwater lager dan die voor ruimteverwarming. Voor de bepaling van het benodigde piekvermogen voor warm tapwater is daarom uitgegaan van een COP van 3,2. Voor het jaarlijkse energieverbruik van warm tapwater is een gemiddelde COP van 3,6 aangehouden. Op basis van deze COP-waarden worden de benodigde elektrische energie en de bronbelasting bepaald voor zowel ruimteverwarming als warm tapwater.

Aan de hand van deze gegevens worden de volgende afmetingen ingeschat voor het WKO-systeem en het TEO-systeem. In Tabel 3.6 staan de berekende afmetingen.

Tabel 3.6 Uitgangspunten warmtenet

Omschrijving	Uitgangspunten	Berekening
WKO-vermogen	Uitgangspunt is dT van 7 kelvin.	540 m³/h
WKO-Waterhoeveelheid	Uitgangspunt is dT van 7 kelvin.	1.200.000 m³/seizoen
TEO-systeem	Uitgangspunt is de dT van 6 kelvin. Minimale retourtemperatuur 10°C.	340 m³/h
Maximaal debiet warmtenet	Uitgaan van dT van 5 kelvin.	750 m³/h

4 Aanpassingen in de woning

4.1 Bouwkundige aanpassingen

Om woningen geschikt te maken voor lage temperatuurverwarming dient te worden gecontroleerd of deze kunnen functioneren met een aanvoertemperatuur voor verwarming vanuit de huidige cv van maximaal 55°C. Indien uit deze controle blijkt dat woningen hiervoor niet geschikt zijn, kunnen aanvullende maatregelen noodzakelijk zijn. Hierbij kan worden gedacht aan het verbeteren van de isolatie of het uitbreiden dan wel aanpassen van het warmteafgiftesysteem, bijvoorbeeld door het bijplaatsen van extra afgiftesystemen, bijvoorbeeld radiatoren.

Gevolgen van aansluiten zonder aanpassingen

Wanneer woningen zonder aanvullende maatregelen worden aangesloten, kan dit leiden tot een hoger benodigd vermogen van de warmtepomp, een zwaardere elektriciteitsaansluiting en een lagere efficiëntie. Niet alle warmtepompen zijn bovendien geschikt om hogere temperaturen te leveren waardoor de kosten van de installatie oplopen. Dit vermindert de technische en economische haalbaarheid van het ZLT-net.

Effect van isolatie

Door het verbeteren van de isolatie wordt het warmteverlies beperkt. Hierdoor daalt de warmtevraag, wordt lage temperatuurverwarming beter mogelijk en is minder warmtepompvermogen nodig. Dit draagt bij aan een hogere efficiëntie van het ZLT-net.

Mogelijke maatregelen

Relevante maatregelen zijn onder andere dakisolatie, gevelisolatie, HR++ of triple glas en het verbeteren van kierdichting. Vloerisolatie kan in sommige woningen een optie zijn, maar is afhankelijk van de bouwkundige situatie en de aanwezigheid van een kruipruimte. Ook kan het nodig zijn om het warmteafgiftesysteem aan te passen of uit te breiden.

Praktische aandachtspunten

Glasvervanging is een relatief eenvoudig uitvoerbare methode en heeft een grote impact op het beperken van het warmteverlies. Volledige isolatie is niet altijd noodzakelijk, maar voldoende verlaging van de warmtevraag is cruciaal.

Bouwkundige beperkingen

Bij oudere woningen, met name met steensmuren, is gevelisolatie vaak beperkt of niet mogelijk vanwege constructieve beperkingen, vochtproblematiek of monumentale status. In dergelijke gevallen dienen andere maatregelen (dak-, vloer- en glisolatie) maximaal te worden benut om alsnog voldoende energiereductie te realiseren.

4.2 Installaties in de woning

Voor aansluiting op een ZLT-net wordt de bestaande cv-installatie vervangen door een warmtepompinstallatie, bestaande uit een warmtepomp, buffervat, boiler (tapwater), regelinstallatie. Indien nodig dient de elektrische aansluiting te worden verzwaaard, zie Tabel 4.1. Daarnaast wordt de installatie gekoppeld aan een geschikt afgiftesysteem, zoals vloerverwarming of lage temperatuur geschikte radiatoren.

De dimensionering van de installatie is afhankelijk van de warmtevraag en tapwatervraag van de woning. Deze worden onder andere bepaald door het bouwjaar, de grootte van de woning, de isolatiegraad, het gebruiksprofiel en de geschiktheid voor lage temperatuurverwarming. De boiler wordt afgestemd op de tapwatervraag van het huishouden.

De installatie wordt in de meeste gevallen geplaatst op de locatie van de bestaande cv-ketel, aangezien het huidige leidingwerk hierop is ontworpen. Verplaatsing is technisch mogelijk, maar vereist aanpassing van het leidingwerk en hebben daarvoor ook een ander kostenprofiel.



Figuur 4.1 Situatieschets Itho Daalderop



Ten opzichte van een traditionele cv-ketel vraagt een warmtepompinstallatie meer ruimte. Voor het totale systeem, bestaande uit de warmtepomp, boiler en eventueel een buffervat, moet rekening worden gehouden met een benodigd vloeroppervlak van circa 1 tot 1,5 m². Veelvoorkomende opstellingslocaties zijn de zolder, bijkeuken of garage.

Of een buffervat noodzakelijk is, hangt af van de installatie en het afgiftesysteem in de woning. Bij bestaande woningen die uitsluitend zijn voorzien van radiatoren, is een buffervat doorgaans noodzakelijk om voldoende systeeminhoud en een stabiele werking van de warmtepomp te waarborgen.

Bij de inpassing in bestaande woningen zijn de volgende aandachtspunten van belang:

- Inpassen in de beschikbare ruimte
- Mogelijke constructieve aanpassingen
- Inpassing van leidingtracés via bestaande schachten, kruipruimte of gevel

Propana dat in de warmtepomp als koudemiddel wordt gebruikt is een brandbaar component. Bij een eventueel lek kan dit risico's geven, omdat propaan zwaarder is dan lucht en zich op lage punten kan ophopen. Daarom moet worden voorkomen dat propaan zich kan verzamelen in een niet-geventileerde ruimte. Ventilatie is hierbij een belangrijk ontwerp- en toetsingspunt, maar hoeft niet automatisch een showstopper te zijn.

Mogelijke oplossingen zijn ventilatie naar buiten, aansluiting op een kruislings geventileerde kruipruimte of toepassing van geforceerde ventilatie. De exacte oplossing hangt af van de opstelling, de hoeveelheid koudemiddel, de aanwezigheid van mogelijke ontstekingsbronnen en de voorschriften van de fabrikant. Sommige fabrikanten hebben dit integraal in hun veiligheidsfilosofie opgenomen. Bij andere fabrikanten kunnen aanvullende maatregelen nodig zijn.

Een zorgvuldige afstemming tussen dimensionering, beschikbare ruimte en bestaande situatie is bepalend voor een technisch en economisch haalbare implementatie. De totale hoeveelheid propaan in een individuele warmtepomp is daarbij relatief beperkt en kan qua energie-inhoud indicatief worden vergeleken met circa 2 tot 3 m³ aardgas.

Relatie met energielabel

De benodigde aanpassingen zijn sterk afhankelijk van het energielabel van de woning. Het energielabel geeft hierbij een eerste indicatie van de energetische kwaliteit van de woning, maar is niet uitsluitend bepalend voor de geschiktheid voor lagetemperatuurverwarming. Ook het bestaande afgiftesysteem en de benodigde aanvoertemperatuur moeten worden beoordeeld.

- Label A–B: vaak al geschikt of beperkt aan te passen
- Label C–D: controleren of lage temperatuurverwarming mogelijk is; indien nodig zijn aanvullende maatregelen vereist.
- Label E–G: meestal zijn zowel isolatiemaatregelen als aanpassingen aan het afgiftesysteem noodzakelijk. De woningen waarvan het energielabel niet gemeten/bekend is, krijgen standaard een laag energielabel toebedeeld. Een dergelijk label hoeft dus niet automatisch de werkelijke isolatiegraad te weerspiegelen.

In bestaande woningen zijn radiatoren niet altijd geschikt voor lage temperatuurverwarming. Of aanpassing of vervanging noodzakelijk is, hangt af van onder andere het type en de afmetingen van de radiatoren, het bouwjaar van de woning, de isolatiegraad en de benodigde aanvoertemperatuur.

Bij gestapelde bouw kan, afhankelijk van de beschikbare technische ruimte en eigendomssituatie, worden gekozen voor een collectieve of semicollectieve opzet met een lokale warmtepompcentrale. Hierdoor hoeft niet iedere woning afzonderlijk te worden voorzien van een volledige warmtepompinstallatie en kan ruimtebeslag, aanschaf, onderhoud en beheer centraal worden georganiseerd.

4.3 Gedragsverandering en impact op bewoners

De overgang naar een ZLT-net heeft merkbare gevolgen voor bewoners.

Verandering in verwarmingsgedrag

Het systeem werkt op basis van continue, gelijkmatige warmteafgifte in plaats van piekverwarming. Bewoners dienen de woning constanter op temperatuur te houden.

Overstap naar elektriciteit

Het gebruik van aardgas vervalt volledig. Dit betekent:

- Overstap naar elektrisch koken (bijv. inductie),
- Mogelijke aanpassing van de meterkast of elektriciteitsaansluiting.

Comfort en ruimte

- Gelijkmatigere warmteverdeling, maar minder “directe” warmtebeleving,
- Toename van installaties en ruimtebeslag in de woning.

Tabel 4.1 Voorbeeld: Eigenschappen warmtepomp Itho Daalderop 6G

Type WPU COE-6G	18	25	35	45	55	65	75
Afmetingen (HxBxD) [mm] (exclusief boiler vat)	600 x 600 x 710						
Nominaal opgenomen vermogen W10/W35 [kW]	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,3	1,6
Nominaal thermisch vermogen W10/W35 [kW]	2,1	2,5	3,6	4,3	5,3	6,4	7,2
Voedingsspanning	1~ + N + PE~230V – 50Hz				3~ + N + PE~400V – 50Hz		
Voedingsaansluiting	Randaarde 3-polig 1-fase				CEE-form 5-polig 3-fase		

5 Energieaanbod: Potentie warmtebronnen en OBES

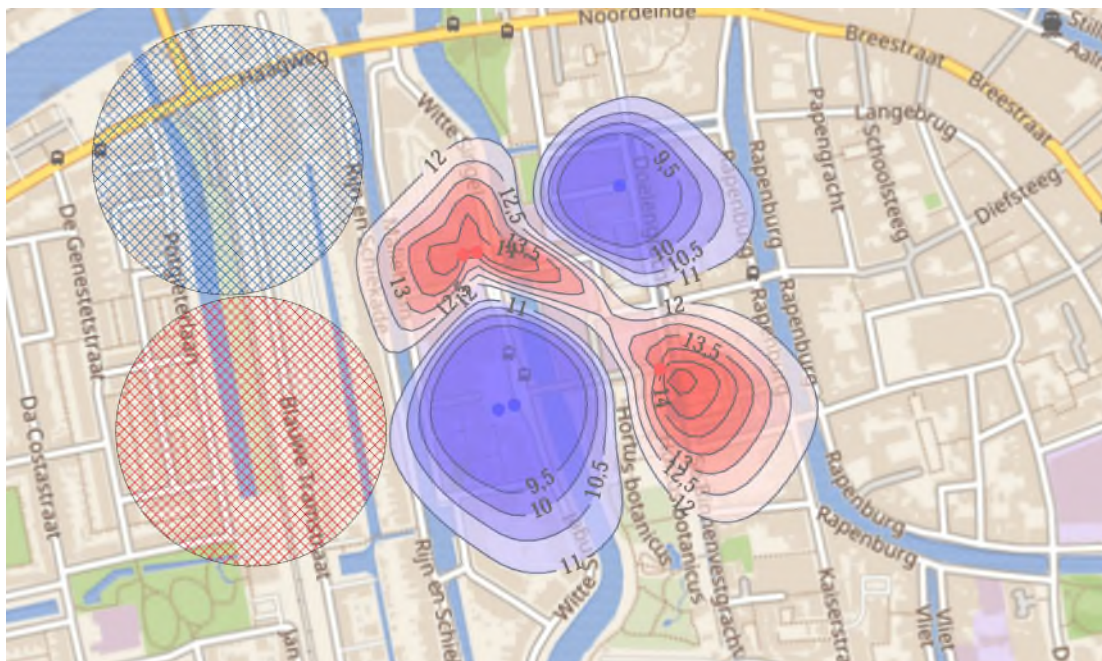
Om een eerste inschatting te maken van de technische haalbaarheid en de potentieel onttrekbare en infiltreerbare waterdebieten is een geohydrologische verkenning uitgevoerd. Dit hoofdstuk beschrijft de bodemopbouw, watervoerende pakketten, grondwatercondities en het debiet per doublet. Dit vormt een eerste technische scan waarbij ook nagegaan wordt wat het effect is van de omliggende bodemenergiesystemen.

5.1 Juridisch

Juridisch gezien mogen het tweede en derde watervoerende pakket (WVP2 en WVP3) voor open WKO-systemen worden ingezet. Het bevoegde gezag (ODH) geeft aan dat in Leiden het tweede watervoerende pakket pas onder 66 tot 70 m-mv begint. Vanaf deze diepte mag, bronfilter worden geplaatst.

5.2 Omliggende belangen

In het gebied zijn een aantal bodemenergiesystemen gelegen. Het open bodemenergiesysteem bij de Witte Singel 27, Humanities Campus heeft effect op de positionering van de bronnen op het parkeerterrein van Haagweg 8. In Figuur 5.1 zijn de thermische bellen uit de effectenstudie van Humanities Campus weergegeven. Daarnaast zijn ook de thermische bellen van het beoogde systeem ingetekend.



Figuur 5.1 Thermische bellen effectenstudie van Humanities Campus

5.3 Geohydrologische situatie

De geologische en geohydrologische opbouw is vastgesteld op basis van:

- Het REGIS-II model,
- DINO loket boorbeschrijvingen rond projectlocatie
- WKO-boringen bij het station
- Beschikbare effectenstudies rondom projectlocatie.

Op basis hiervan is de ondergrond vertaald naar watervoerende en scheidende lagen. In Tabel 5.1 is een overzicht opgenomen van de lithologie en doorlatendheid van de verschillende lagen.

Tabel 5.1 Geohydrologisch overzicht

Diepte (m-mv)		Lithologie	Geohydrologische eenheid	k m/d	kD m ² /d	c (d)
0	15	Klei en fijn tot matig grof zand	Deklaag	-	100	900
15	60	Matig grof tot uiterst grof zand	1 ^e watervoerende pakket	10 - 50	1350	-
60	70	Fijn tot grof zand, lokaal siltig en mogelijk klei aanwezig	1 ^e Scheidende laag	-	-	200
70	120	Matig fijn tot zeer grof zand	2 ^e watervoerende pakket	28	1.400	-
120	140	Klei en fijn zand	2 ^e scheidende laag			1.000
140	275	Fijn tot matig grof zand en kleilagen	3 ^e watervoerende pakket	7	1000	
275	>	Fijn zand sterk zandig	Geohydrologische basis	-	-	-

Het tweede watervoerende pakket biedt op basis van de beschikbare gegevens de meest gunstige combinatie van dikte en doorlatendheid. Het derde watervoerende pakket is eveneens bruikbaar, maar heeft naar verwachting een lagere doorlatendheid en vraagt daardoor mogelijk om langere bronfilters of een groter aantal bronnen.

5.4 Grondwatercondities

De grondwaterstanden en redoxcondities zijn samengevat in Tabel 5.2. De maaiveldhoogte in het gebied ligt rond + 0,5 m NAP, wat betekent dat de boorinstallatie waarschijnlijk niet verhoogd hoeft te worden opgesteld tijdens de aanleg.

Tabel 5.2 Uitgangspunten grondwater

Kenmerk	Waarde
Grondwaterstroming 2 ^e watervoerende pakket	<10 m/jaar zuidoostelijk
Stijghoogte WVP1	-1,3 m NAP
Stijghoogte WVP2	-1,0 m NAP
Stijghoogte WVP3	-1,0 m NAP
Grondwatertemperatuur	11,5 °C
Zoet/brakgrens	Deklaag
Brak/zoutgrens	35 m -NAP

Redoxgrens oxisch/ anoxisch	2 m -mv
Redoxgrens sulfaatarm/ sulfaatrijk	35 m -NAP

Op basis van het uitgevoerde grondwateronderzoek worden zowel het tweede als het derde watervoerende pakket geschikt geacht voor de aanleg van een WKO-systeem. De grondwaterstroming in deze pakketten is naar verwachting beperkt en vormt geen wezenlijke belemmering voor de toepassing van WKO.

5.5 Pakketkeuze en capaciteit

Voor de plaatsing van het bronfilter wordt Watervoerend pakket 2 als meest geschikt beoordeeld. Deze laag beschikt over een voldoende dik en een goed doorlatend zandpakket. Daarnaast bevindt deze laag zich op voldoende afstand van de zoet/zout-grens.

Voor de exacte positie van het filter is afstemming met het bevoegd gezag noodzakelijk. Op basis van regionale ondergrondgegevens ligt het echter in de lijn der verwachting dat het bronfilter vanaf 66 à 70 m -mv mag worden geplaatst.

5.5.1 Capaciteit per WKO

Uit de bodemanalyse blijkt dat er gemiddeld een debiet van ongeveer 150 tot 200 m³/h kan worden onttrokken. Wanneer het systeem zo optimaal mogelijk wordt ontworpen, kan mogelijk een hogere temperatuurspreiding (ΔT) worden gerealiseerd. Vooralsnog wordt echter uitgegaan van een ΔT van 7K. Het brondebiet wordt hierbij ingeschat op 540 m³/h.

In totaal zullen er 3 doubletten (3 warme en 3 koude bronnen) moeten worden aangelegd voor het leveren van het beoogde vermogen. De waterhoeveelheid per seizoen wordt ingeschat op 1.200.000 m³/seizoen. Hiervoor is een benodigde tussenafstand nodig van ongeveer 260 meter.

5.5.2 Ruimtebeslag van de WKO in de bodem

De waterhoeveelheid per seizoen wordt geschat op circa 1.200.000 m³. Hiervoor is een onderlinge afstand van ongeveer 260 meter vereist tussen de bronnen van de WKO. Met een thermische straal van 116 meter reiken de thermische bellen van de bronnen aan de zuidzijde van het parkeerterrein tot tegen de invloed gebieden van de bronnen van de universiteit aan.

Wanneer de koude bronnen worden gerealiseerd in nabijheid van de bestaande koude bronnen van de universiteit, leidt het gecombineerde pompregime van de WKO-installaties naar verwachting tot een te grote verlaging van de grondwaterstand/stijghoogte. Deze grondwaterstandsverlaging, evenals mogelijke verhogingen elders, kan invloed hebben op het chloridegrensvlak en daarmee op de omgevingsbelangen. Gezien deze effecten ligt het niet in de lijn der verwachting dat hiervoor een vergunning zal worden verleend.

Om de bronnen op verantwoorde wijze te kunnen realiseren, wordt aangesloten op het dambordpatroon van de universiteit. Door deze configuratie worden de maximale grondwaterstandsverlagingen gedempt door de onderlinge interactie van de bronnen, waardoor ongewenste effecten worden beperkt en de inpassing binnen de bestaande systemen wordt geborgd.

Bij de decentrale variant worden de WKO-bronnen verspreid over verschillende delen van de wijk aangelegd. Hierdoor wijkt de onderlinge afstand tussen de bronnen af van de centrale variant en moet het benodigde ruimtebeslag per broncluster afzonderlijk worden bepaald. De positionering van de bronnen is daarbij afhankelijk van de ligging van de substations, de beschikbare openbare ruimte, de onderlinge thermische beïnvloeding en de afstand tot bestaande WKO-systemen. In een vervolgfase wordt per deelgebied beoordeeld welke bronconfiguratie en onderlinge afstanden technisch en ruimtelijk haalbaar zijn.

6 Energieaanbod: aquathermie systeem

6.1 Juridisch kader

Aquathermie valt in Nederland onder verschillende wetten en regels. De belangrijkste zijn de Omgevingswet, de Kaderrichtlijn Water (KRW) en regels van de waterschappen. Deze regelgeving is bedoeld om de kwaliteit van het oppervlaktewater te beschermen en te voorkomen dat deze verslechtert (STOWA, 2023). Volgens de Kaderrichtlijn Water moeten wateren uiterlijk in 2027 een goede ecologische toestand hebben. Daarom geldt bij TEO-systemen het principe van “geen achteruitgang”: een installatie mag de waterkwaliteit niet verslechteren. Bij de beoordeling van een TEO-project wordt onder andere gekeken naar wateronttrekking, lozing van afgekoeld water en de plaatsing van installaties in of bij water.

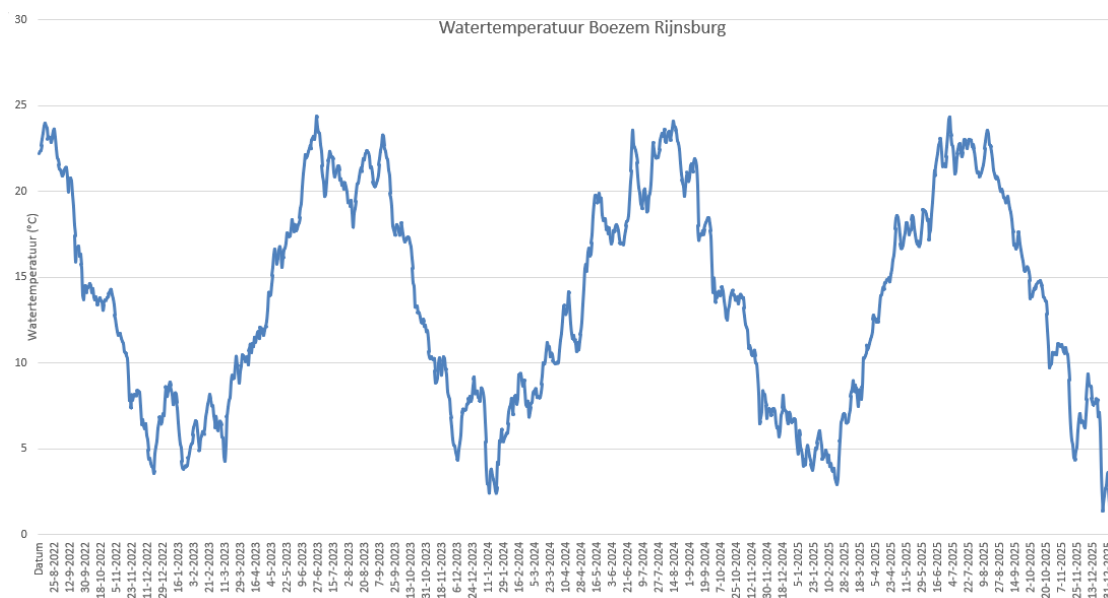
Naast de regels wordt ook gekeken naar de ecologische effecten van een TEO-systeem. Belangrijke aandachtspunten zijn veranderingen in watertemperatuur, de verspreiding van kouder water, mogelijke hindernissen voor vismigratie en effecten op waterplanten en andere waterorganismen. Omdat nog niet alles bekend is over de langetermijneffecten, wordt vaak het voorzorgsprincipe toegepast. Dit betekent dat men voorzichtig omgaat met de toegestane grenzen. Daarnaast wordt bij veel installaties monitoring verplicht gesteld. Daarbij worden bijvoorbeeld de temperatuur van het water, het debiet van de installatie en de draaiuren gemeten om te controleren of het systeem geen negatieve effecten op het watersysteem veroorzaakt (STOWA, 2023).

6.2 Technische randvoorwaarden

Een belangrijke parameter bij aquathermie is het temperatuurverschil (ΔT) tussen het water dat uit het oppervlaktewater wordt onttrokken en het water dat weer wordt geloosd. Wanneer na warmtewinning kouder water wordt teruggebracht, kan rond het lozingspunt een gebied ontstaan waar het water duidelijk kouder is dan de omgeving. Dit wordt een koudepluim genoemd. Volgens het STOWA-beoordelingskader wordt gesproken van een koudepluim wanneer het water meer dan 4 °C kouder is dan de achtergrondtemperatuur. Een te groot temperatuurverschil kan invloed hebben op het ecosysteem, bijvoorbeeld doordat vissen minder goed kunnen paaien of waterplanten langzamer groeien.

Uit overleg met het Hoogheemraadschap blijkt dat voor dit project een temperatuurverschil van ongeveer 6 kelvin tussen inname en lozing mogelijk is en dat dit, met name in de zomer, niet als problematisch wordt gezien voor de waterkwaliteit. Een hogere ΔT is bovendien gunstig voor het ontwerp van het systeem, omdat hiermee meer warmte uit dezelfde hoeveelheid water kan worden gewonnen. Hierdoor kan met een lager debiet dezelfde hoeveelheid warmte worden geleverd, wat het systeemtechnisch eenvoudiger en kostenefficiënter maakt. Om deze reden heeft het de voorkeur om in verdere afstemming met het Hoogheemraadschap te onderzoeken of een hogere ΔT mogelijk is, zodat het systeem efficiënter kan worden ontworpen zonder negatieve effecten op de waterkwaliteit en het ecosysteem.

Na lozing mengt het koudere water zich met het oppervlaktewater in een mengzone, waarbij de verspreiding afhankelijk is van factoren zoals debiet, stroming en waterdiepte. Daarom wordt bij het ontwerp en de vergunningverlening altijd gekeken naar de totale impact op het watersysteem.



Figuur 6.1 Watertemperatuur Boezem Rijnsburg gedurende 4 jaren (2022 – 2025)

6.3 Systeemopzet en afmetingen

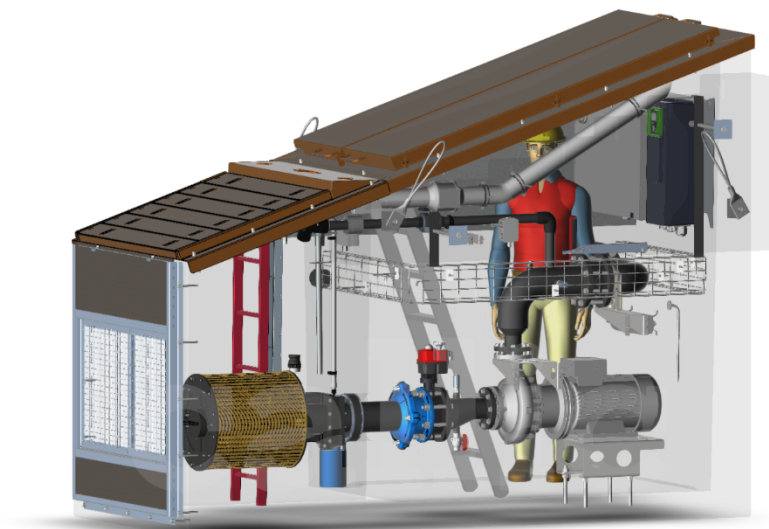
Het TEO-systeem dient zodanig te worden gedimensioneerd dat het voldoende capaciteit heeft om de WKO-bronnen, die het warmtenet voeden, effectief te regenereren. In totaal moet met het TEO-systeem circa 30.000 GJ aan warmte worden gewonnen. Dit betreft de volledige warmtevraag aan de verdamperzijde van het systeem. Vooralsnog wordt er geen rekening gehouden met het inzetten van woningkoeling als middel om het open bodemenergiesysteem verder in balans te brengen.

Uitgaande van een maximale temperatuurverlaging (ΔT) van 6 K is een debiet van circa 340 m³/uur benodigd voor het TEO-systeem gedurende de zomer. Ter vergelijking: de gemiddelde afvoer van de Oude Rijn bedraagt ongeveer 5.400 m³/uur, met een variërend debiet tussen 0 en 10.800 m³/uur.

Om thermische kortsluiting te voorkomen, dient het lozingspunt op voldoende afstand van het innamepunt te worden gesitueerd. Dit is met name van belang bij minimale afvoercondities in de Oude Rijn. Gezien de waterdiepte zal een aanzienlijk deel van het afgekoelde en geloosde water naar de bodem van het kanaal zakken. Voor de huidige ontwerpfase wordt uitgegaan van een positionering van het lozingspunt op 100 meter benedenstrooms van het innamepunt.

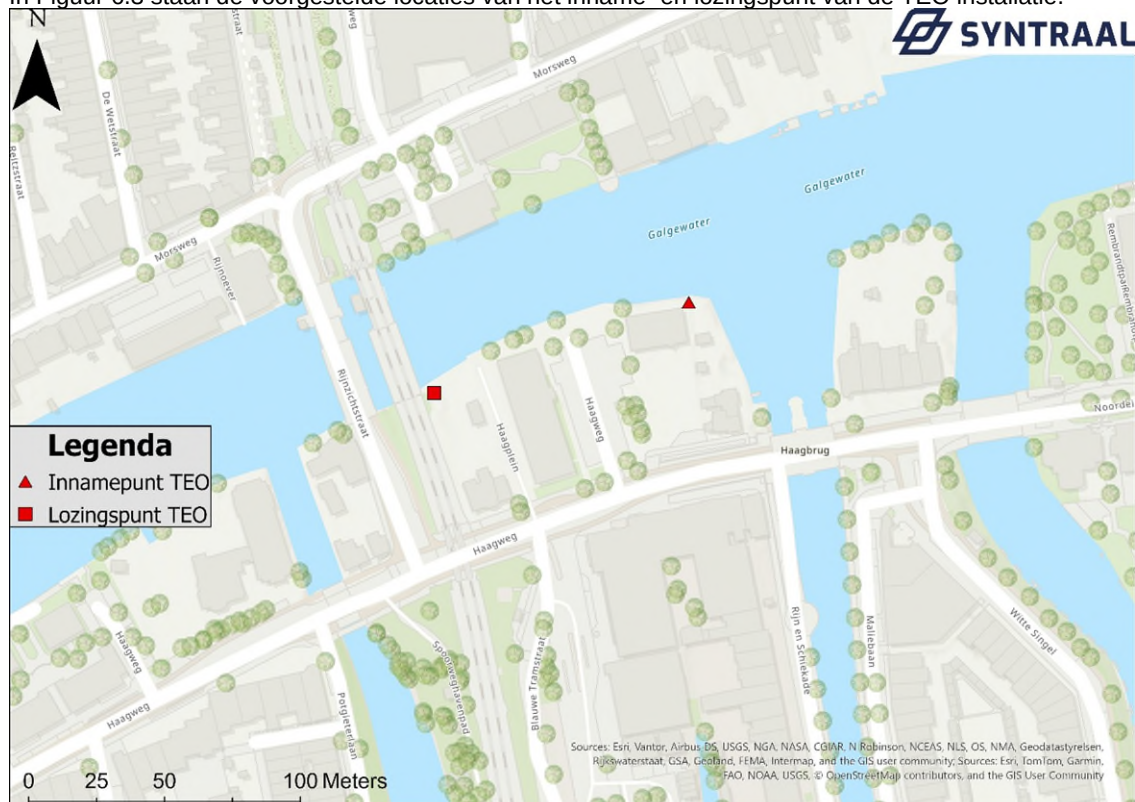
Vanwege de omvang van het systeem dienen zowel de waterinname als de lozing direct aan de Oude Rijn plaats te vinden. Lozing van water binnen de wijk kan namelijk leiden tot klachten door afkoeling. Bovendien kan koude lozing in de zijtakken van de Oude Rijn de migratie van vissen belemmeren, doordat temperatuurverschillen een barrière vormen voor aquatisch leven. Daarnaast kan het

onttrekken van grote hoeveelheden water uit deze zijtakken een negatieve invloed hebben op de waterkwaliteit van het ingenomen water en bijdragen aan vervuiling en verstopping van het systeem.



Figuur 6.2 TEO inlaat Taludbak, exacte inlaatconstructie nog niet bekend (Callic)

In Figuur 6.3 staan de voorgestelde locaties van het inname- en lozingspunt van de TEO installatie.



Figuur 6.3 Voorstelde locaties inname en lozingspunt voor de TEO-installatie

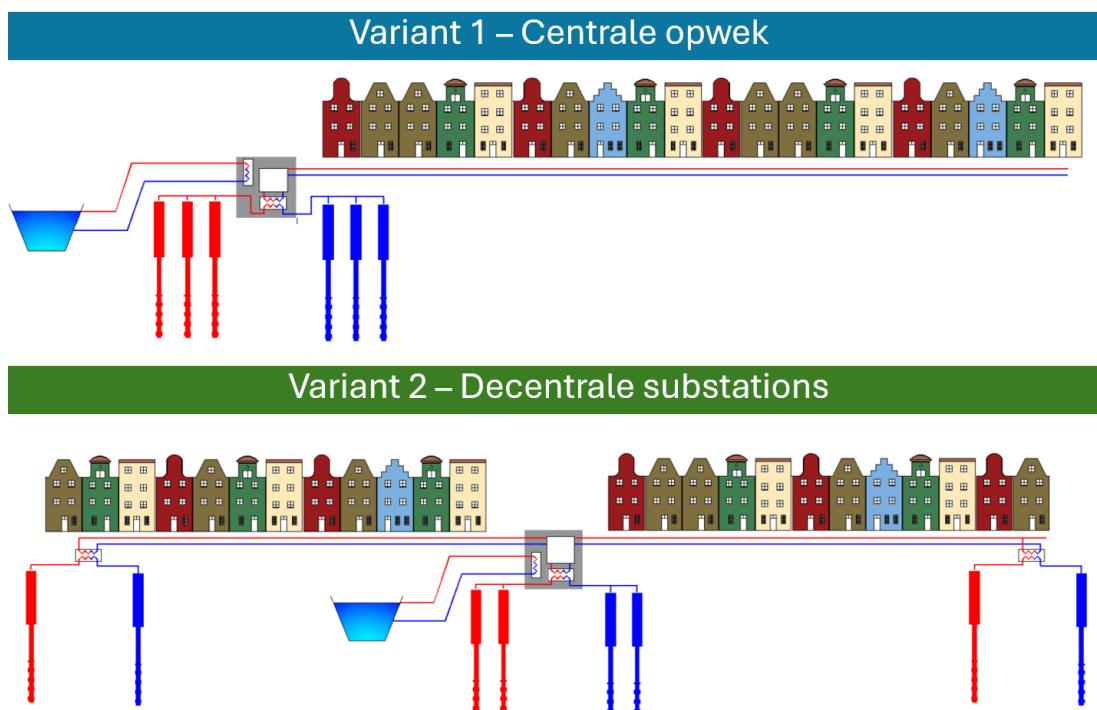
7 Resultatenvergelijking varianten

In dit hoofdstuk zijn twee varianten voor het warmtenet vergeleken op elektraverbruik, opgesteld elektrisch vermogen en investeringskosten. Bij het elektraverbruik is uitsluitend gekeken naar het collectieve deel van het systeem: het warmtenet, de WKO, de TEO-installatie en de benodigde pompen en regeltechniek.

7.1 Varianten

Er zijn twee varianten met elkaar vergeleken. Deze varianten zijn schematisch weergegeven in Figuur 7.1. Variant 1 gaat uit van centrale opwekking met WKO en TEO op het parkeerterrein bij Haagweg 8. Vanaf deze centrale locatie wordt warmte naar de omliggende wijken gedistribueerd.

Variant 2 gaat uit van decentrale substations in de wijk. De TEO wordt ingekoppeld bij Haagweg 8 met een WKO, aangevuld met WKO-systemen in Vreewijk en Haagweg. Hierdoor kan een deel van het benodigde vermogen dicht bij de afnemers worden geleverd en kan het distributie- en transportnet kleiner worden ontworpen.



Figuur 7.1 Schematische varianten ZLT-warmtenet

7.2 Ontworpen warmtenet varianten

Met de software van Comsof Heat is een eerst technisch ontwerp van de twee varianten gemaakt. Met de software van Comsof Heat worden de kosten en de technische haalbaarheid van warmtenetten doorgerekend. Dit aan de hand van de vermogensvraag op pandniveau en een laag met het lokale

wegennet die dient als basis van de ligging van het warmtenet. Het ontwerp van Variant 1 – Centrale opwek staat afgebeeld in Bijlage 1. Het ontwerp van Variant 2 – Decentrale Substations staat afgebeeld in Bijlage 2.

7.3 Samenvatting investeringsraming

Bij deze ramingen is rekening gehouden met 15% onvoorziene kosten, winst & risico (15%), algemene kosten (8%) en engineering (8%).

De totale investering is geraamd op circa EUR 20,2 miljoen voor de centrale variant en circa EUR 19,9 miljoen voor de decentrale variant. De decentrale variant is circa EUR 381.000 lager geraamd. Dit verschil wordt vooral veroorzaakt door lagere kosten voor het distributienet en het transportnet. Daar staat tegenover dat de WKO-kosten in de decentrale variant hoger zijn.

De investeringsraming is opgesteld ten behoeve van de go/no-go-afweging voor het warmtenet. De raming is gebaseerd op kengetallen en schetsmatige uitgangspunten en heeft een indicatieve nauwkeurigheid van circa +/- 25%. De bedragen zijn daarmee geschikt om de varianten onderling te vergelijken en een besluit te nemen over de verdere uitwerking, maar zijn nog niet bedoeld als definitieve investeringsbegroting.

Niet alle woningen worden individueel aangesloten op het net. Voor een aantal appartementengebouwen geldt dat er blokverwarming is en dat deze gevoed dienen te worden vanuit een eigen warmtepompcentrale.

Tabel 7.1 Investeringskosten per variant (+/-25%)

Omschrijving	Variant 1: centrale opwek	Variant 2: decentrale opwek
Totale investering	EUR 20.243.000	EUR 19.862.000

De kostenspecificatie staat in de bijlage.

7.4 Elektraverbruik en vermogen elektriciteit

Het elektraverbruik van de collectieve installatie is bepaald op basis van debieten, drukval, pompniveaus en vollasturen. In de raming is een opslag van 5% toegevoegd voor filters, ontgassing, regelkasten en andere componenten. In Tabel 7.2 is het elektraverbruik per onderdeel weergegeven.

Tabel 7.2 Indicatieve inschatting elektraverbruik varianten

Onderdeel	Centrale opwek energie	Centrale opwek vermogen	Decentrale opwek energie	Decentrale opwek vermogen
Warmtenet	172 MWh/jaar	90 kW	155 MWh/jaar	81 kW
WKO	327 MWh/jaar	88 kW	327 MWh/jaar	88 kW
TEO	180 MWh/jaar	58 kW	180 MWh/jaar	58 kW

Onderdeel	Centrale opwek energie	Centrale opwek vermogen	Decentrale opwek energie	Decentrale opwek vermogen
Omkeerpomp WKO/ regeneratie via net	79 MWh/jaar	21 kW	51 MWh/jaar	40 kW
TEO-pomp	42 MWh/jaar	13 kW	-	-
Totaal exclusief opslag	800 MWh/jaar	270 kW	713 MWh/jaar	267 kW
Totaal inclusief 5% opslag	840 MWh/jaar	284 kW	749 MWh/jaar	280 kW

Het lagere elektraverbruik van de decentrale variant ontstaat met name doordat het warmtenet en de regeneratie via het net minder energie vragen. De WKO- en TEO-onderdelen zijn in beide varianten nagenoeg gelijk geraamd, omdat dezelfde warmte- en bronvraag als uitgangspunt is gehanteerd.

Op basis van de indicatieve vermogensinschatting bedraagt het maximaal benodigde elektrische aansluitvermogen circa **284 kW** voor de centrale variant en circa **280 kW** voor de decentrale variant, inclusief 5% opslag. Voor de verdere uitwerking wordt daarom uitgegaan van een benodigde netaansluiting van **3×630 A**.

7.5 Conclusie variantenvergelijking

Op basis van het geraamde collectieve elektraverbruik en de investeringskosten komt de decentrale variant financieel gunstiger naar voren. Het geraamde elektraverbruik is circa 10,9% lager en de investering is ongeveer EUR 0,89 miljoen lager dan bij centrale opwek. Ook lijkt de decentrale variant voordelen te bieden voor gefaseerde realisatie en opschaling, onder meer door kleinere leidingdiameters en de mogelijkheid om te starten met decentrale substations.

De centrale variant kan echter op andere criteria voordelen hebben. Denk aan eenvoudiger beheer en onderhoud, centrale monitoring en besturing en meer overzicht bij storingen. Daar staat tegenover dat centrale systemen bij ingebruikname vaker extra aandacht vragen, omdat meerdere onderdelen van het systeem direct goed op elkaar moeten functioneren, terwijl de vermogensvraag in de opstartfase nog beperkt kan zijn.

7.6 Elektra verbruik in de wijk.

Warmtepompleveranciers hebben, mede in het kader van onderzoek naar ZLT-warmtenetten, onderzoek uitgevoerd naar het opgenomen elektrische vermogen van geïnstalleerde warmtepompen. Uit jaardata blijkt dat warmtepompen met een opgesteld thermisch vermogen van 4,5 kW tijdens verwarmingsbedrijf een gemiddeld piekvermogen van circa 500 W per woning vragen op buurniveau. Dit laat zien dat de aanvullende elektriciteitsvraag van de warmtepompen op buurniveau relatief beperkt is. De impact hiervan is naar verwachting kleiner dan de impact van andere ontwikkelingen, zoals elektrisch laden. Of netverzwaring noodzakelijk is, moet nader worden afgestemd met de netbeheerder.

8 Exploitatieraming

In dit hoofdstuk is een raming opgenomen van de inkomsten en uitgaven in de gebruiksfase. De kosten zijn bepaald tot aan de erfgrens van de woningen. Individuele warmtepompen, in pandige installatieaanpassingen en overige werkzaamheden op particulier terrein vallen buiten de exploitatieraming.

De raming is opgesteld voor twee varianten: centrale opwekking en decentrale opwekking. Alle bedragen zijn exclusief btw en gebaseerd op marktprijzen.

8.1 Operationele kosten

Voor de elektriciteitskosten is gerekend met een tarief van EUR 0,21/kWh. Voor onderhoud is, conform de aangeleverde kostenraming, gerekend met 0,5% van de investeringen. Voor facturatie en administratie is gerekend met EUR 30 per aansluiting per jaar. Daarbij is uitgegaan van circa 1.245 aansluitingen, bestaande uit 1.125 reguliere aansluitingen en twee geclusterde aansluitingen van elk 60 woningequivalenten.

Tabel 8.1 Indicatieve operationele kosten per jaar

Post	Uitgangspunt	Centrale opwek	Decentrale opwek	Verschil
Collectief elektraverbruik	incl. 5% opslag	840 MWh/jaar	749 MWh/jaar	-91 MWh/jaar
Opgesteld elektrisch vermogen	incl. 5% opslag	284 kW	280 kW	-4 kW
Elektriciteitskosten	EUR 0,16/kWh	EUR 134.400	EUR 119.840	EUR -14.560
Onderhoud	0,5% van investering	EUR 76.575	EUR 72.120	EUR -4.455
Facturatie en administratie	EUR 30 x 1.245 aansluitingen	EUR 37.338	EUR 37.338	EUR 0
Totaal operationele kosten	per jaar, excl. btw	EUR 248.313	EUR 229.298	EUR -19.015
Kosten per aansluiting	per jaar, excl. btw	EUR 199	EUR 184	EUR -15

8.2 Inkomstenraming

Naast de operationele kosten is een indicatieve raming opgesteld van de inkomsten die kunnen worden ingezet voor de bekostiging van het collectieve warmtenet. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen jaarlijkse exploitatie-inkomsten en eenmalige bijdragen ter dekking van de investering. Deze getallen staan samengevat in Tabel 8.2.

De jaarlijkse exploitatie-inkomsten bestaan uit vaste tarieven voor warmte en koude. Deze inkomsten worden maandelijks ontvangen gedurende de gebruiksfase en kunnen worden ingezet voor het dekken van de operationele kosten, beheer, onderhoud en kapitaallasten. De eenmalige aansluitbijdragen worden beschouwd als investeringsbijdrage en worden daarom niet meegenomen als jaarlijkse exploitatie-inkomsten.

Voor de inkomstenraming is uitgegaan van circa 1.245 reguliere aansluitingen. Daarmee sluit de inkomstenraming aan op het totaal van circa 1.245 aansluitingen zoals gehanteerd in de operationele kostenraming. Alle bedragen zijn exclusief btw.

De totale jaarlijkse inkomsten bedragen op basis van deze uitgangspunten EUR 607.263 per jaar, exclusief btw.

Wanneer deze jaarlijkse inkomsten worden afgezet tegen de operationele kosten uit tabel 8.1 ontstaat een positief exploitatiesaldo vóór kapitaallasten, financieringslasten, reserveringen en eventuele risico-opslagen.

Tabel 8.2 Indicatieve jaarlijkse inkomsten

Post	Uitgangspunt	Incl. btw	Excl. btw
Vastrecht warmte lage temperatuur	1.245 aansluitingen x EUR 330,71	€411.734	€340.272
Aansluiting warmte >3kW	7036 kW – (3x1245) = 3301 kW	€276.200	€228.264
Vastrecht koude	1.245 aansluitingen x EUR 300,01	€373.509	€308.685
Totaal jaarlijkse inkomsten	per jaar	€1.061.443	€877.221

De indicatieve eenmalige investeringsbijdragen staan in Tabel 8.3. De totale eenmalige aansluitbijdragen bedragen indicatief circa **EUR 5,45 miljoen**. Deze bijdragen kunnen worden ingezet om een deel van de benodigde investering te financieren.

Daarnaast kan mogelijk gebruik worden gemaakt van de **WIS-subsidie**. In deze raming is indicatief uitgegaan van een subsidiepercentage van **30 tot 50% over de investeringskosten van de WKO en het warmtenet**.

Tabel 8.3 Indicatieve eenmalige investeringsbijdragen

Post	Uitgangspunt	Eenmalige bijdrage
Aansluitbijdragen reguliere aansluitingen	1.245 aansluitingen x EUR 4377,11	EUR 5.449.502

8.3 Samenvattende beoordeling

De jaarlijkse inkomsten uit vastrecht voor warmte en koude bedragen circa EUR 877.000 per jaar, exclusief btw. Na aftrek van de operationele kosten resteert een indicatief exploitatiesaldo van circa EUR 359.000 per jaar bij centrale opwekking en circa EUR 378.000 per jaar bij decentrale opwekking. Dit saldo is vóór afschrijving, rente, financieringslasten, vervangingsreserveringen, risico-opslagen en overige exploitatiekosten die niet afzonderlijk in de operationele kostenraming zijn opgenomen. Het saldo geeft daarmee vooral inzicht in de ruimte die beschikbaar is voor het dragen van de kapitaallasten van het systeem.

De eenmalige aansluitbijdragen bedragen indicatief circa EUR 5,45 miljoen, exclusief btw. Deze bijdrage kan worden ingezet om een deel van de initiële investering te dekken. Daarnaast kan mogelijk gebruik worden gemaakt van de WIS-subsidie. In deze raming is indicatief uitgegaan van een subsidiepercentage van 30 tot 50% over de subsidiabele investeringskosten. De daadwerkelijke subsidie is afhankelijk van de definitieve projectstructuur, de aanvragende organisatie, de subsidiabele kosten en de voorwaarden van de regeling.

De uiteindelijke haalbaarheid is afhankelijk van de definitieve investeringsraming, de afschrijvingstermijnen, de rentelasten, de financieringsstructuur, de subsidiabele kosten, de looptijd van de exploitatie en de te hanteren rendementseis.

9 Total Cost Of Ownership

De Total Cost of Ownership (TCO) geeft een indicatieve vergelijking van de totale kosten die een eigenaar van een woning kan verwachten van de verschillende warmteconcepten over een periode van 30 jaar. In samenwerking met RijnWarmte heeft Syntraal volgens de TCO-rekensheet de kosten per omvang gasverbruik inzichtelijk gemaakt.

10 Technische, financiële en organisatorische haalbaarheid

Op basis van de uitgevoerde analyse is de technische haalbaarheid van een zeer lage temperatuur warmtenet voor Haagweg-Noord en Vreewijk in hoofdlijnen aangetoond. De combinatie van aquathermie, warmte-koudeopslag en een bronnet biedt technisch gezien een passende oplossing voor het gebied.

Naast de technische en financiële aspecten is ook de organisatorische haalbaarheid bepalend. Bij een ZLT-net vindt de opwaardering van warmte grotendeels in de woning plaats. Daarmee ontstaat een keuzevraagstuk over eigendom, beheer en onderhoud van de individuele warmtepompinstallaties. Deze installaties kunnen volledig in eigendom van bewoners komen, maar ook collectief worden ingekocht en via een service-, huur- of leaseconstructie worden aangeboden.

10.1 Organisatorische uitgangspunten

Voor de verdere uitwerking worden vier hoofdmodellen onderscheiden:

Model 1 – Bewoner is eigenaar van de warmtepomp

In dit model wordt het collectieve bronnet tot aan de woning gerealiseerd en is de bewoner zelf verantwoordelijk voor aanschaf, onderhoud en vervanging van de warmtepompinstallatie. Dit model geeft bewoners veel eigenaarschap en keuzevrijheid, maar leidt ook tot meer variatie in installaties, onderhoudskwaliteit en vervangingsmomenten. Voor RijnWarmte betekent dit een beperktere verantwoordelijkheid achter de voordeur, maar mogelijk ook minder grip op de werking van het totale systeem.

Model 2 – Collectieve inkoop met individuele eigendom

In dit model organiseert RijnWarmte of een uitvoerende partij de collectieve inkoop van warmtepompen, boilers en eventuele aanvullende installaties, waarna de installatie eigendom wordt van de bewoner. Hierdoor ontstaat schaalvoordeel bij de aanschaf en meer uniformiteit in techniek. Bewoners blijven eigenaar, maar profiteren van centrale begeleiding, standaardisatie en mogelijk betere onderhoudsafspraken.

Model 3 – Service-, huur- of leaseconstructie

In dit model blijft de warmtepompinstallatie eigendom van RijnWarmte of een exploitatiepartij. De bewoner betaalt periodiek voor het gebruik, onderhoud en vervanging van de installatie. Dit verlaagt de initiële investering voor bewoners, maar verhoogt de maandelijkse vaste lasten. Dit model maakt het eenvoudiger om onderhoud, monitoring en vervanging centraal te organiseren en kan daarmee bijdragen aan een robuustere exploitatie. De bewoner betaalt de elektriciteit van de warmtepomp.

Model 4 – Warmte en koude als dienst

In dit model blijft de warmtepompinstallatie eigendom van RijnWarmte of een andere exploitatiepartij. De bewoner neemt warmte en koude af als dienst en betaalt hiervoor een periodieke vergoeding. De exploitant is verantwoordelijk voor de levering van warmte en koude, het elektriciteitsverbruik van de warmtepomp, het onderhoud, de monitoring en de vervanging van de installatie.

Een belangrijk voordeel van dit model is dat er één duidelijke verantwoordelijke partij is voor het functioneren en de continuïteit van het systeem. Daarnaast hoeft de bewoner niet of nauwelijks zelf te investeren in de warmtepompinstallatie. Een nadeel is dat de voordelen van lage temperatuurverwarming, zoals een lager elektriciteitsverbruik bij gelijkblijvend warmtegebruik, niet direct bij de bewoner terechtkomen maar bij de exploitant. Dit kan de prikkel voor bewoners om het eigen warmtegebruik te beperken verminderen.

10.2 Voorkeursmodel voor verdere uitwerking

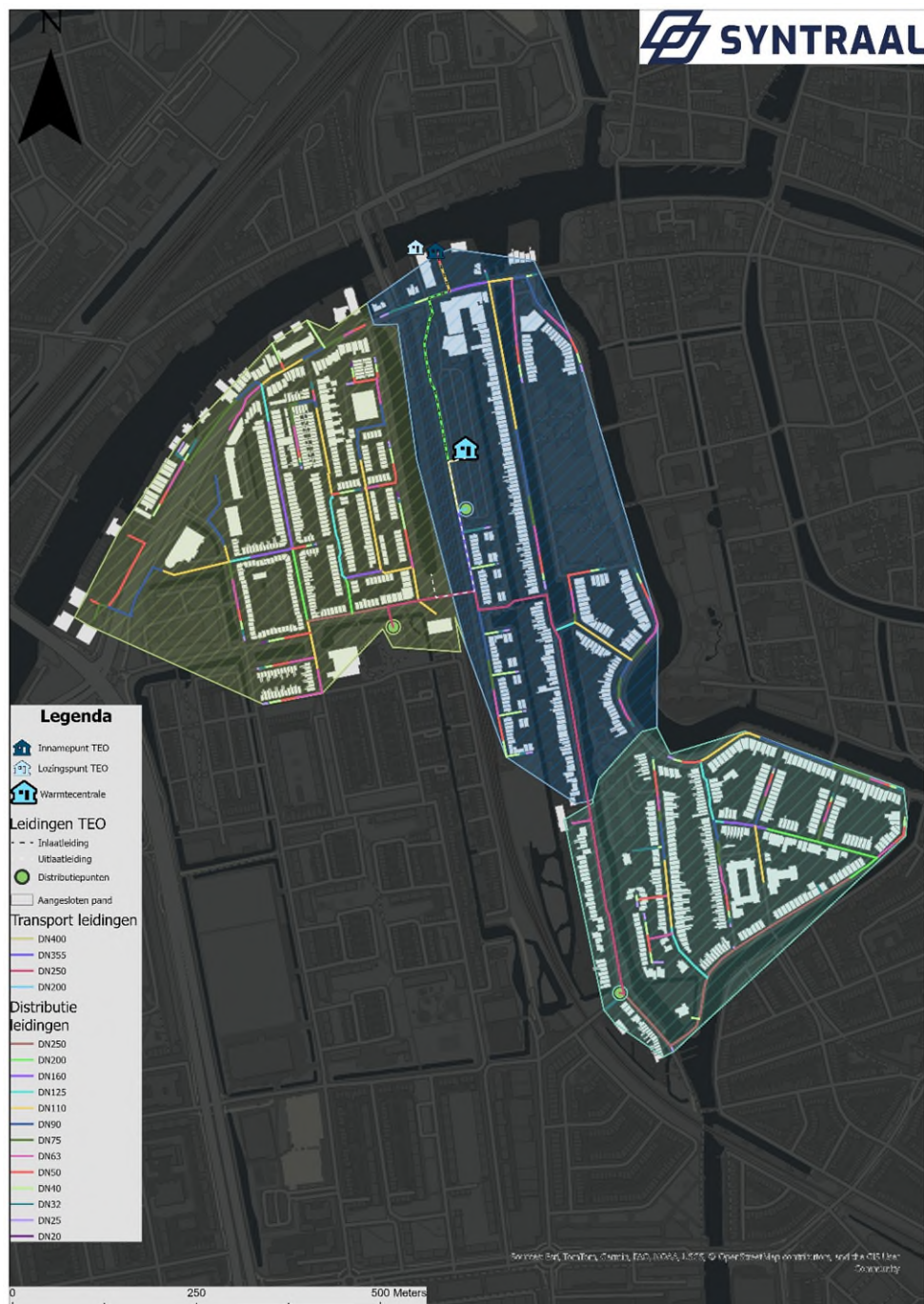
Vanuit het functioneren en beheer van het collectieve warmtenet heeft **model 3 – service-, huur- of leaseconstructie** de voorkeur. In dit model kunnen het bronnet en de individuele warmtepompen als één samenhangend systeem worden beheerd en onderhouden.

Een belangrijk voordeel is dat gewerkt kan worden met **één installateur of onderhoudspartner** voor zowel het net als de warmtepompen. Dit zorgt voor duidelijke verantwoordelijkheden, betere afstemming tussen installatie en bronnet, en meer grip op prestaties, storingen en onderhoud.

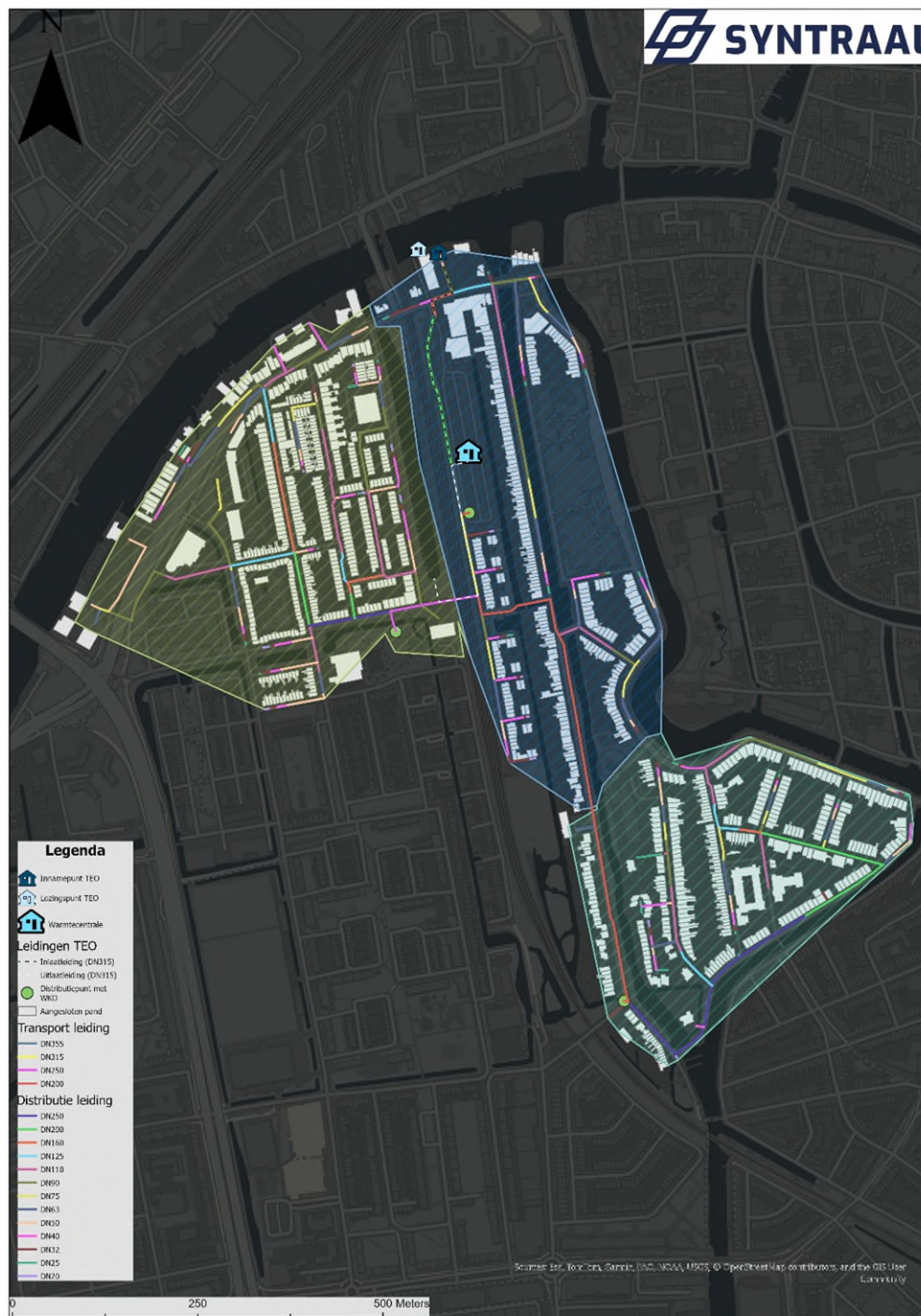
Daarnaast maakt dit model het mogelijk om warmtepompen, boilers en regeltechniek **schaalbaar en gestandaardiseerd in te kopen**. Door seriematig te werken kan de uitvoering efficiënter worden georganiseerd, kunnen faalkosten worden beperkt en ontstaat meer uniformiteit in de installaties.

Voor bewoners verlaagt dit model de initiële investering, omdat de installatie via een service-, huur- of leaseconstructie wordt aangeboden. Daar staat tegenover dat bewoners een periodieke vergoeding betalen voor gebruik, onderhoud en vervanging. Op basis van deze uitgangspunten wordt model 3 gezien als het meest robuuste organisatiemodel voor de verdere uitwerking.

Bijlage 1 Ontwerp Variant 1 – Centrale opwek



Bijlage 2 Ontwerp Variant 2 – Decentrale substations



Bijlage 3

Business Case ZLT-net

Business case / TCO RijnWarmte ZLT netwerk obv aquathermie v1, 26-6-2026

Investering	Centrale Opwek			Decentrale opwek			Afschrijvingstermijn			Afschrijving per jaar		
	Investering	Subsidie (WIS)	Investering netto	Investering bruto	Subsidie (WIS)	Investering netto	30,00	30,00	30,00	25.307	759.200	759.200
Onschrijving	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€
In- en uitlaat oude Rijn	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€
Technische ruimte Haagweg	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€
Distributienet	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€
Transportnet	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€
Huisaansluitingen tot warmtepomp	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€
WKO	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€
Bemaling / gestuurde boring / bouwplaatsinrichting	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€
Totaal	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€
Aansluitbijdrage	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€
Netto te financieren	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€
Rentekosten per jaar (3,6%)	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€
TCO	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€
Uitgaven	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€
Afschrijvingen	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€
Rentekosten	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€
Operationele kosten	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€
Totaal uitgaven	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€
Inkomsten	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€
Vastrecht Warmte	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€
Vastrecht Koude	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€
Totaal inkomsten	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€
Overschot / tekort (-) per jaar	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€

Bijlage 4 TCO Berekening

Kosten vast en variabel Water Water	Gas [m3]	800	1200	1500	2000
Warmtepomp in de woningen, excl. verbruik elektra	GJ	25,3	38,0	47,5	63,3
	GJ		GJ	GJ	GJ
Watertemperatuur CV	°C	35	35	35	35
Capaciteit warmtepomp	kW	4	5	6	8
Aanschaf WP, boiler en buffervat na subsidie*	eenmalig	€ 10.947	€ 11.623	€ 12.300	€ 12.825
Aansluiten warmtenet, na subsidie	eenmalig	€ 1.500	€ 1.500	€ 1.500	€ 1.500
Aanleg buizen warmtenet door de woning****	eenmalig	€ -	€ -	€ -	€ -
Aanschaf inductiekookplaat	eenmalig	€ 600	€ 600	€ 600	€ 600
Aanpassingen elektra, afgiftesysteem	eenmalig	€ 2.000	€ 2.000	€ 2.000	€ 2.000
Onderhoud	/jaar	€ 200	€ 200	€ 200	€ 200
Vastrecht warmte per jaar**	/jaar	€ 414	€ 498	€ 582	€ 665
Vastrecht koeling per jaar**, ***	/jaar	€ 373	€ 446	€ 519	€ 592

* 35 procent korting mogelijk bij aanschaf en installatie in grote aantallen. Kan ook als huurapparaat door de coöperatie aangeboden worden.

** Maximale ACM tarieven. De coöperatie kan ervoor kiezen om deze tarieven te verlagen (mits dit financieel verantwoord is)

*** Vastrecht koeling. De coöperatie kan ervoor kiezen om dit tarief later of geleidelijk in te voeren (mits dit financieel verantwoord is)

**** Voor rekening coöperatie - standaard oplossing