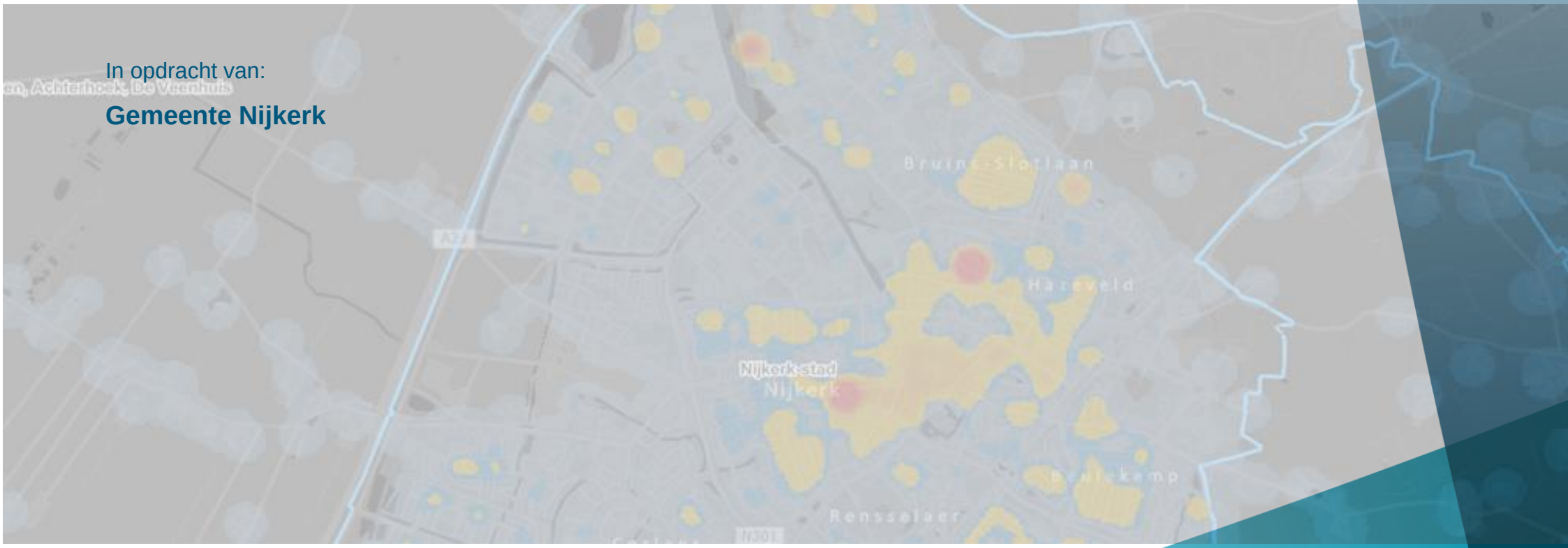
RAPPORT | 10-02-2022

Quickscan

Thermische energie uit afvalwater in de Campenbuurt in de gemeente Nijkerk



In opdracht van:

Gemeente Nijkerk

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Laan 1914 no.35
3818 EX AMERSFOORT
Industry & Buildings
Trade register number: 56515154

T +31 88 348 20 00
F +31 33 463 36 52
info@rhdhv.com
royalhaskoningdhv.com

Titel document:	**Quickscan thermische energie uit afvalwater in de gemeente Nijkerk**
Referentie	
Status:	Definitief
Datum:	| 10-02-20222
Projectnaam:	Thermische energie uit afvalwater in de gemeente Nijkerk
Projectnummer:	BI3154
Auteur(s):	Sander Fransen en Karen Friele
Gecontroleerd door:	Sander Fransen, Joost Poldervaart
Datum:	09-02-2022

***Disclaimer**: Aan deze rapportage kunnen geen rechten worden ontleend. Royal HaskoningDHV aanvaard geen aansprakelijkheid als gevolg van beslissingen of schade als gevolg van eventuele onjuistheden of verkeerde interpretatie van dit rapport. Dit rapport geeft een eerste indruk en is louter bedoeld om de discussie aan te scherpen. De gebruikte berekeningen zijn een vereenvoudigde weergave van de werkelijkheid. Dit kan resulteren in foutieve interpretatie van de resultaten. In bijlage 1 staan voorstellen om de nauwkeurigheid van de Quickscan verder te detailleren richting een 'bankable businessmodel'*

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

Let op: dit document bevat persoonsgegevens van medewerkers van HaskoningDHV Nederland B.V. en dient voor publicatie of anderszins openbaar maken te worden geanonimiseerd.

Inhoudsopgave

1 Samenvatting 1

2 Achtergrond: eenheden 2

3 Introductie 3

3.1 Achtergrond 3

3.2 Doelstelling 3

3.3 Leeswijzer 3

4 Onderzoeksgebied 4

4.1 Afbakening van het gebied 4

4.2 Kenmerken van het gebied 5

4.3 Warmtevraag 10

4.4 Energiebesparingspotentieel 10

4.5 Elektriciteitsnetwerk 11

5 Warmtesysteem als alternatief voor aardgas 14

5.1 Aquathermie (TEA) 14

5.2 All-electric oplossing (individuele warmtepompen) 17

5.3 Hybride oplossing 17

6 Wat kost de warmtetransitie in ruimte, tijd en geld? 18

6.1 Collectieve warmteoplossing TEA 18

6.2 All-electric toepassing per woning 22

6.3 Hybride toepassing per woning 22

6.4 Elektriciteitsnetwerk 22

7 Financiële analyse Nijkerk 26

7.1 CAPEX 27

7.2 OPEX 27

7.3 Revenu 27

7.4 Cashflow-analyse 29

7.5 Levelised Cost of Heat (LCoH) 29

7.6 Gebruikerskosten 30

7.7 Subsidie 31

7.8 Organisatie 32

7.9 Duurzaamheid 33

8 Overzicht: vergelijking van de scenario's 34

9 Conclusies en aanbevelingen 36

9.1 Conclusies 36

9.2 Perspectief rendabel project 36

9.3 Perspectief eindgebruiker of inwoner 37

9.4 Perspectief Maatschappij 37

9.5 Algemene opmerkingen en aandachtspunten 37

9.6 Mogelijke vervolgstappen 38

1 Samenvatting

De gemeente Nijkerk heeft opdracht gegeven om de mogelijkheden voor thermische energie uit afvalwater uit de Rioolwater Zuiveringsinstallatie (RWZI) als alternatief voor levering van aardgas aan de gebouwde omgeving in de Campenbuurt in de gemeente Nijkerk te onderzoeken. Daarnaast heeft de gemeente Nijkerk gevraagd om een all-electric oplossing en een hybride oplossing te onderzoeken voor de wijken Campenbuurt, Rensselaer en Beulenkamp. Hiervoor is een Quickscan uitgevoerd, waarin de eerste **technische** en **economische haalbaarheid** van dit alternatief voor aardgas zijn onderzocht.

Uit deze Quickscan komen de volgende **conclusies** naar voren.

- Op basis van het warmteaanbod in de RWZI is er genoeg potentie voor onttrekking van warmte uit het afvalwater.
- De temperatuur van het afvalwater lijkt hoog genoeg om zonder warmte- en koudeopslagsysteem (WKO) een collectief warmtesysteem te kunnen ontwikkelen.
- Door de grote variatie in het gebouwenbestand binnen de gemeente Nijkerk is een hoge(re) aanvoertemperatuur voor het warmtenet noodzakelijk.

  Een sluitende businesscase zonder bijdrage aansluitkosten (BAK) van de pandeigenaren is niet haalbaar. Een BAK in de range van circa € 7.500, à € 10.000, - is benodigd voor een sluitende businesscase, dit is wettelijk niet toegestaan. Met de maximale bijdrage aansluitkosten is er nog een tekort. De business case kan sluitend (NCW = 0) worden door bijvoorbeeld:

  - Een lager rendement op kapitaal te accepteren, door genoegen te nemen met een WACC van <4 % (nu 4,5%)
  - € 26 ex btw / GJ warmtetarief te hanteren (dit is net boven het wettelijk vastgestelde ACM-tarief van ca. € 21 en dus juridisch niet mogelijk). Door de hoge gasprijzen stijgt het ACM-tarief naar verwachting in 2022. .
  - Aanvullende subsidies: Om tot een rendabel en realistisch project te komen is voor de exploitatie gedurende 30 jaar naar schatting € 3 tot 9 miljoen aan aanvullende middelen nodig. Boven op deze bedragen komen nog de kosten voor inwoners voor het isoleren van woningen.
  - Een combinatie van bovenstaande maatregelen

- Het koppelen van de wijken Rensselaer en Beulenkamp zou de business case onaantrekkelijker maken, door de grote afstand die moet worden afgelegd vanaf de RWZI en de hoge kosten die TEA met zich meebrengen. Het technisch potentieel zoals nu bekend past daarnaast qua warmteaanbod goed bij de warmtevraag van de Campenbuurt. Een groter afzetgebied is mogelijk als het warmteaanbod groter blijkt dan in deze studie aangenomen, of als een groter aandeel warmtelevering door de pieklastketel (in deze studie aardgas) geaccepteerd wordt.

Op basis van een totale maatschappelijke kosten benadering scoort het warmtenet beter dan de all-electric warmtepomp. Mits een hybride systeem, waarvoor nog aardgas nodig is, geen optie is pleit dit voor het warmtenet hoewel de financiering zoals hiervoor beschreven wel een aandachtspunt is.

Belangrijkste aandachtspunten:
Deze studie geeft inzicht in de technische en economische haalbaarheid voor een collectief warmtesysteem dat thermische energie uit afvalwater (TEA) uit de RWZI als voornaamste bron heeft.

- Het energieconcept maakt gebruik van warmte uit de RWZI. Door de warmte te gebruiken van het effluent wordt het risico van een negatief effect op het waterzuiveringsproces geminimaliseerd.
- Mogelijk is er voor dit collectieve warmtesysteem op basis van TEA een zekere mate van netverzwaring nodig. Dat is het geval wanneer het huidige elektriciteitsnet de verhoogde vraag die gepaard gaat met de installatie van warmtepompen, niet aankan. Dit moet verder onderzocht worden. De kosten voor deze mogelijke netverzwaring zijn slechts globaal in kaart gebracht.
- Voor de all-electric en hybride oplossingen zijn in alle wijken netverzwaringen nodig.
- De kosten voor kapitaal zijn van grote invloed. In deze studie is gerekend met 3% rente voor collectieve scenario's en debt/equity 60%. Mogelijk kan de gemeente en/of een investeringsfonds de benodigde leningen tegen lagere kosten verstrekken.

2 Achtergrond: eenheden

In deze Quickscan wordt meerdere keren verwezen naar energie-eenheden. Hier leest u hoe u deze abstracte getallen kunt interpreteren.

Joule (J), Terajoule (TJ) en Petajoule (PJ)

Joule is een internationale eenheid van energie. 1 Terajoule is gelijk aan 1.000.000.000 joule (1 miljard) en bevat evenveel energie als 31.600 m3 aardgas of 278 MWh elektriciteit. 1 Petajoule is gelijk 1.000 TJ. De PJ is een maat die gebruikt wordt op nationale schaal, in de gemeente wordt de TJ als de maat gebruikt.

Kilowattuur (kWh), Megawattuur (MWh) en Terawattuur (TWh)

Elektrische energie wordt meestal aangegeven in kilowattuur (kWh). Een zuinige wasmachine verbruikt per wasbeurt zo'n 0,35 kWh. 1 kWh komt overeen met 3.600.000 joule (3,6 MJ). 1 MWh is 1,000,000 kWh en 1 TWh is 1,000,000,000 kWh (1 miljard). Het jaarlijkverbruik in Nederland is 120 TWh aan elektriciteit.

Watt (W) en Megawatt (MW)

Met Watt (W) wordt het vermogen van een apparaat, machine of centrale aangegeven. Met vermogen wordt bedoeld hoeveel energie (joule) een apparaat, machine of centrale verbruikt of produceert per seconde. Een windturbine van 4 MW produceert, terwijl hij draait, 4.000.000 joules per seconde aan energie.

Business case analyse

In de business case analyse zijn een aantal type termen benoemd. Deze termen zijn hier nogmaals toegelicht.

CAPEX

De CAPEX of wel Capital Expenditure bestaat uit alle investeringen die gedaan moeten worden om het project te realiseren. Deze investeringen kunnen over de gehele looptijd van een project voorkomen maar meestal vindt het grootste deel plaats aan het begin van het project. De CAPEX-investering dient door de Revenue van de afnemers terugverdiend te worden over de looptijd van gemiddeld 30 jaar.

DEVEX

De Development Expenditure of wel DEVEX bestaat uit de ontwikkelkosten om het project te kunnen realiseren, deze kosten bevatten alle advies, ontwerp en procesbegeleidingskosten gedurende de gehele looptijd van het project.

OPEX

De Operational Expenditure of wel OPEX bestaat uit alle operationele kosten gedurende de looptijd van het project naast de CAPEX. Hierin vallen energiekosten voor het collectieve systeem, beheer en onderhoudskosten. Deze kosten dienen ook door de Revenu terugverdiend te worden.

REVENUE

Opbrengsten uit verkoop van warmte, vastrecht voor aansluiting en eigen bijdrages vanuit bewoners voor aansluiten op collectieve systeem

Net Present Value

De Net Present Value (NPV) is de 'waarde' van het project verdisconteerd a.d.h.v. een rentepercentage. De NPV moet binnen de looptijd van het project positief worden om alle kosten te kunnen betalen. Het resterende bedrag is de winst van het project over de gehele looptijd.

3 Introductie

Samen met bewoners, bedrijven, buurgemeenten en andere overheden staat de gemeente Nijkerk voor de taak om de gebouwde omgeving te verduurzamen en aardgasvrij te maken. Hiervoor zijn duurzame warmtebronnen, technologieën en (financieel aantrekkelijke) initiatieven nodig. Deze Quickscan geeft inzicht in de inpassing van een alternatieve (collectieve) warmteoplossing en een doorkijk naar de te nemen vervolgstappen in Nijkerk.

De volgende oplossing is onderzocht:

Collectieve warmtevoorziening op basis van thermische energie uit afvalwater (TEA), waarvan de bronwarmte uit de Rioolwater Zuiveringsinstallatie wordt opgewerkt door een collectieve warmtepomp. Met een warmtenet wordt de warmte gedistribueerd naar de gebouwen in de gemeente Nijkerk.

3.1 Achtergrond

Als onderdeel van het Klimaatakkoord is besloten dat in 2050 alle woningen in Nederland van het aardgas afgekoppeld zijn. In plaats van aardgas dient er een duurzame warmtevoorziening in de plaats te komen. Deze warmtetransitie vraagt een grote investering. Hiervoor zijn verschillende alternatieven zijn mogelijk. Het meest aantrekkelijke alternatief borgt zoveel mogelijk de leveringszekerheid tegen een zo laag mogelijke prijs.

3.2 Doelstelling

Het doel van deze Quickscan is aantonen of de scope van deze studie kansrijk is voor nader onderzoek of dat nader onderzoek niet zinvol blijkt. Het doel van deze Quickscan wordt sluitend samengevat in onderstaande hoofdvraag:

"Is het realiseren van een collectief warmtesysteem voor de Campenbuurt, Rensselaer en Beulenkamp kansrijk en heeft verder onderzoek nut, of heeft individuele woning aanpak de voorkeur?"

Dit systeem zal worden vergeleken met een systeem op basis van restwarmte zoals doorgerekend in de studie' Quickscan restwarmte Nijkerk'. De scenario's die onderzocht zijn:

Tabel 1 Scenario's onderzocht in Quickscan

Scenario 1: Thermische energie uit afvalwater (RWZI)	Scenario 2: Thermische energie uit afvalwater (RWZI)	Scenario 3: Individuele warmtepompen (all-electric)	Scenario 4: Hybride oplossing
Schillabel C/D (MT-ready)	Zonder isolatie	Schillabel B (LT-ready)	Schilisolatie label B (LT-ready)
Centrale warmtepomp	Centrale warmtepomp	Op basis van netstroom	Gasprijzen ijkpunt januari 2020 ACM
Campenbuurt (doorkijkje grotere scope)	Campenbuurt (doorkijkje grotere scope)	Campenbuurt, Rensselaer en Beulenkamp	Campenbuurt, Rensselaer en Beulenkamp
Piek & back up d.m.**v.** aardgasketel	Piek & back-up d.m.v. aardgasketel		

Om een antwoord op deze hoofdvraag te formuleren, beantwoorden we de volgende deelvragen:

1. Wat is de warmtevraag van het beoogde gebied (hoofdstuk 4)?
2. Kan het beoogde systeem in de warmtebehoefte voorzien (hoofdstuk 5)?
3. Is dit systeem duurzaam (hoofdstuk 6)?
4. Hoe zien de financiën van het systeem eruit (hoofdstuk 6)?
5. Is het systeem rendabel (terugverdientijd <30 jaar?)

3.3 Leeswijzer

In deze Quickscan is de haalbaarheid getoetst voor een alternatieve energievoorziening in de Gemeente Nijkerk. Deze Quickscan is als volgt opgebouwd;

- Hoofdstuk 4: Scope & analyse van het onderzoeksgebied
- Hoofdstuk 5: Warmtesysteem als alternatief voor aardgas
- Hoofdstuk 6: Warmtetransitie in ruimte, tijd en geld
- Hoofdstuk 7: Financiële analyse
- Hoofdstuk 8: Conclusies & aanbevelingen

4 Onderzoeksgebied

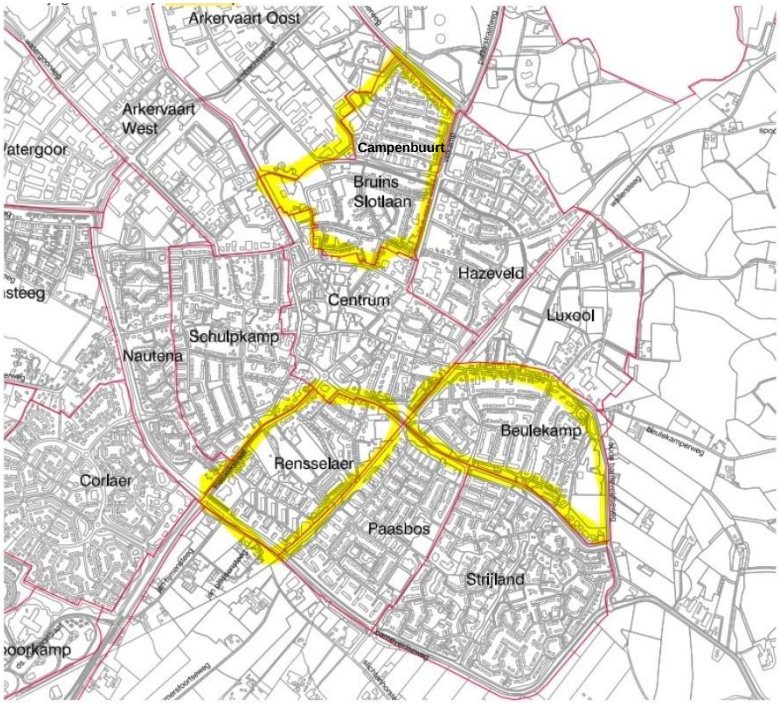
In dit hoofdstuk is de scope en analyse van het onderzoeksgebied beschreven. Het onderzoeksgebied bestaat uit de geografische afbakening met daarin de gebouwen die zijn meegenomen in de Quickscan. Voor deze gebouwen is een analyse gedaan van de gebouwkenmerken, warmtevraag en het mogelijke energiebesparingspotentieel. De warmtevraag en gebouwkenmerken vormen het startpunt voor verdere analyse en vormen als zodanig het antwoord op deelvraag 1 zoals genoemd in paragraaf 3.2.

4.1 Afbakening van het gebied

De gemeente Nijkerk heeft de wens uitgesproken om de quickscan uit te voeren voor drie verschillende buurten. Deze buurten zijn niet gedefinieerd in de CBS-buurtcodes. Om deze reden heeft de gemeente het gebied afgebakend op de kaart (figuur 1). Het betreft de volgende buurten:

- Campenbuurt
- Rensselaer
- Beulenkamp

Deze definitieve gebiedskeuze is gemaakt n.a.v. de kick-off van het project. Hierbij is gesproken over de meest voor de hand liggende scope voor een aquathermieproject. De gemeente heeft aangegeven dat de Campenbuurt, Rensselaar en Beulekamp op de planning staan voor herinrichting. De vraagt ligt voor of en hoe er in deze wijken bij de herinrichting rekening gehouden moet worden met het toekomstige warmtesysteem. Als warmtebron voor een collectief systeem is de RWZI aangewezen. Vanwege de locatie van de RWZI is gekozen om voor de Campenbuurt een aquathermienet door te rekenen. De andere wijken liggen hemelsbreed verder van de warmtebron af. De warmte moet voor de andere wijken over grotere afstanden getransporteerd worden. Dit resulteerd in een langer leidingnet met bijhorende hogere investering en hogere energieverliezen. Indien het collectieve systeem in de Campenbuurt kansrijk is dan kan worden gekeken of andere wijken, die verderweg liggen, alsnog kunnen worden voorzien van warmte uit het collectieve systeem. In Figuur 1 is het globale onderzoeksgebied geel omlijnd weergeven. In paragraaf 4.2 wordt de verdere analyse en afbakening van het onderzoeksgebied beschreven.



Figuur 1 Globaal onderzoeksgebied (aangewezen buurten door gemeente geel omlijnd

4.2 Kenmerken van het gebied

Voor uitvoering van deze Quickscan is gebruik gemaakt van het Smart Energy Transition Platform (SETuP). Deze door Royal HaskoningDHV ontwikkelde tool maakt slim gebruik van databronnen om de energievraag en gebouwkenmerken van de een gedefinieerd onderzoeksgebied te bepalen.

De Quickscan richt zich op het aardgasvrij maken van de bestaande bouw in de gemeente Nijkerk. Om een beeld te schetsen van de bestaande bebouwing is een analyse gedaan van de bouwtypologie, bouwjaar en energie labels van de woningen in het onderzoeksgebied.

De bouwtypologie, bouwjaar en energie labels vormen de belangrijkste parameters voor de Quickscan. Het bouwjaar en het energielabel geven een goede inschatting van de isolatiekwaliteit van een woning. Daarnaast is de benodigde aflevertemperatuur hier direct uit op te maken: woningen met een recent bouwjaar hebben een lagere aanvoertemperatuur nodig dan oudere woningen. In het algemeen geldt dat een duurzaam verwarmingssysteem bij voorkeur een zo laag mogelijke aanvoertemperatuur heeft. Daarnaast is de gebouwtypologie een graadmeter voor de indeling van een gebied. Vrijstaande woningen vragen een hogere investering in warmte-infrastructuur dan tussenwoningen of appartementen. In Hoofdstuk 6 is een analyse gedaan naar de benodigde warmte-infrastructuur.

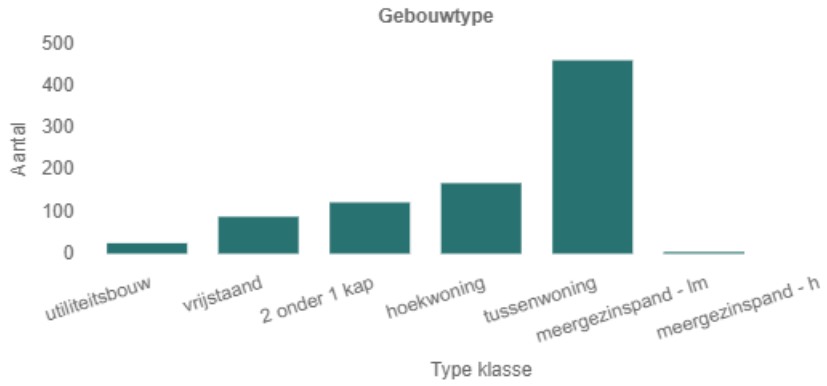
Campenbuurt

Figuur 2 Warmtevraag Campenbuurt

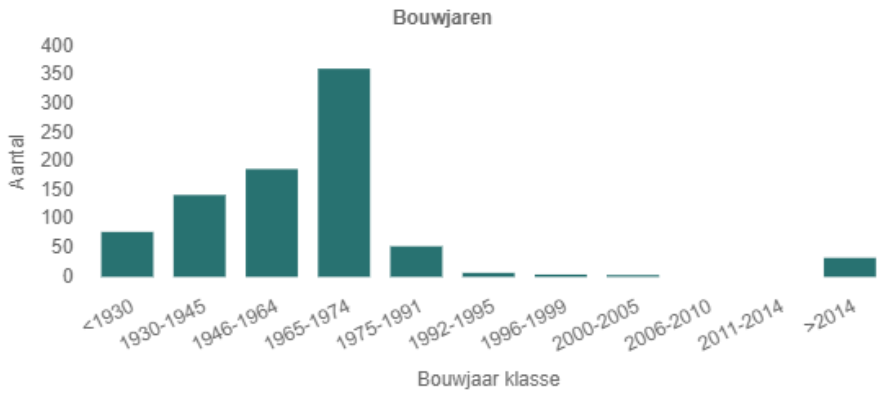
In Figuur 3 is de verdeling in gebouwtypologieën weergegeven van de Campenbuurt. In totaal zijn er 868 gebouwen en 880 woningen in de Campenbuurt. Het relatief grote aandeel tussenwoningen is gunstig voor de haalbaarheid van een collectief warmtesysteem. Het aandeel appartementengebouwen (meergezinspanden) is zeer gering. De rest van de bebouwing is overwegend vrijstaand en twee-onder-een-kap. Dit brengt een grotere onderlinge afstand met zich meebrengt, wat de haalbaarheid van een collectief warmtesysteem negatief beïnvloed.

In Figuur 4 is de verdeling in bouwjaren weergegeven voor het onderzoeksgebied. Een groot aandeel van de bebouwing is gerealiseerd in de periode 1930 – 1975. Deze bouwperiode heeft gemiddeld een lage isolatiegraad en maakt overwegend gebruik van traditionele hoge temperatuur-verwarmingssystemen. In een klein deel van deze woningen zal later een lage temperatuur-verwarmingssysteem zijn aangebracht.

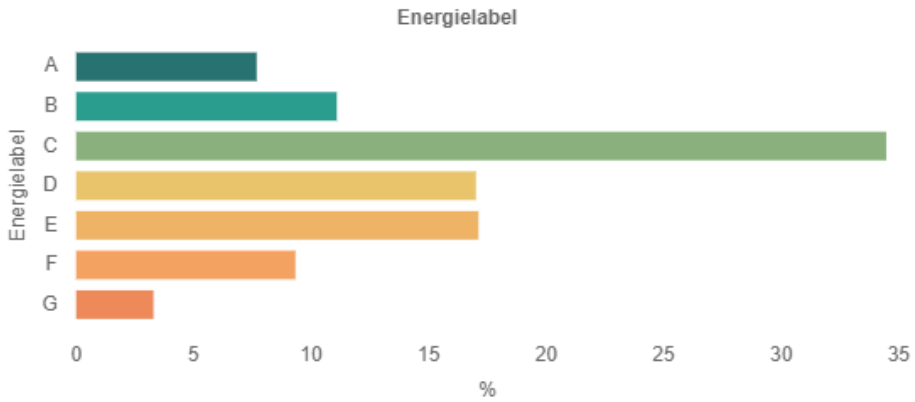
In Figuur 5 is de verdeling in energie labels weergegeven. Een groot deel van de huizen heeft energielabel C. De andere huizen zijn erg gevarieerd in energielabel. Door de grote variatie in energie labels is naar verwachting midden- tot hoge temperatuurwarmte nodig om alle gebouwen in het gebied te kunnen verwarmen.



Figuur 3 Gebouwtypologie Campenbuurt



Figuur 4 Bouwjaren Campenbuurt



Figuur 5 Energie labels Campenbuurt

Rensselaer

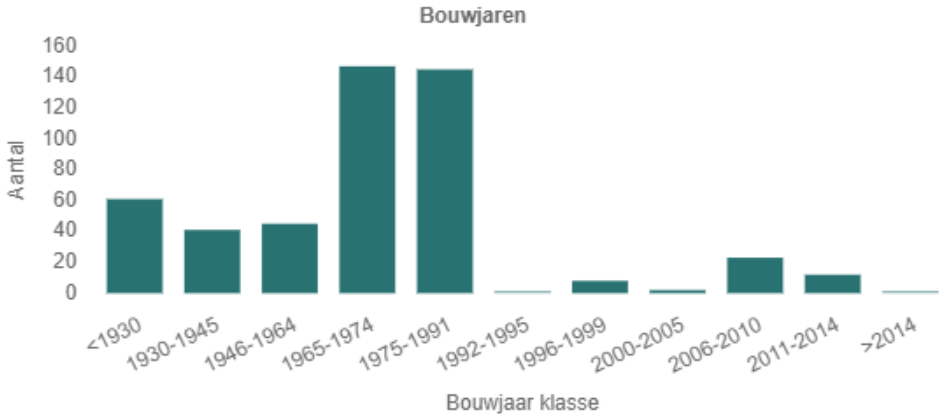
Figuur 6 Warmtevraag Rensselaer

In Figuur 7 is de verdeling in gebouwtypologieën weergegeven van de buurt Rensselaer. In totaal zijn er 486 gebouwen in Rensselaer. Er zijn 757 verblijfsobjecten met woonfunctie. Ten opzichte van de Campenbuurt bestaat in Rensselaer vaker een gebouw uit meerdere verblijfsobjecten met woonfunctie. Dat komt door de meergezinspanden (appartementengebouwen) die aanwezig zijn in de wijk. Ook het relatief grote aandeel tussenwoningen is gunstig voor de haalbaarheid van een collectief warmtesysteem. De rest van de bebouwing is overwegend vrijstaand en twee-onder-een-kap. Dit brengt een grotere onderlinge afstand met zich mee, wat de haalbaarheid van een collectief warmtesysteem weer negatief beïnvloed.

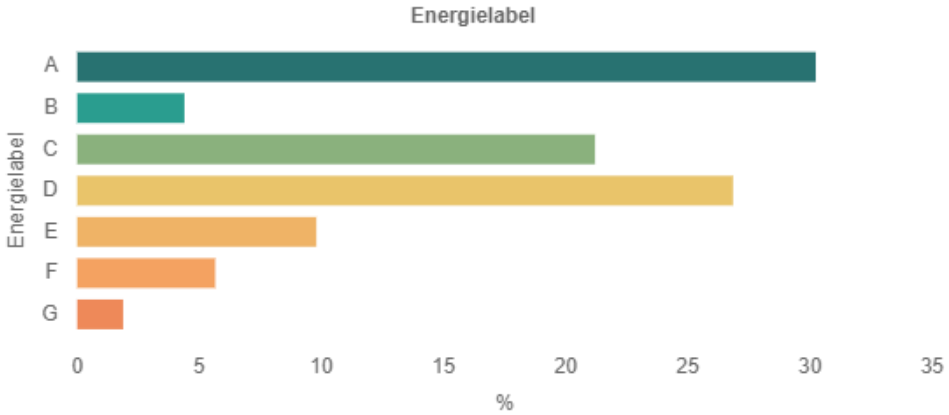
In Figuur 7Figuur 8 is de verdeling in bouwjaren weergegeven voor Rensselaer. Een groot aandeel van de bebouwing is gerealiseerd in de periode < 1930 – 1991. Deze bouwperiode heeft gemiddeld een lage isolatiegraad en maakt overwegend gebruik van traditionele hoge temperatuur-verwarmingssystemen. In een klein deel van deze woningen zal later een lage temperatuur-verwarmingssysteem zijn aangebracht. Ook is er een klein deel gebouwd tussen 2006-2014. Deze woningen zullen beter geïsoleerd zijn.

In Figuur 9 is de verdeling in energie labels weergegeven. Er is een grote variantie in de energie labels. Een groot deel van de gebouwen heeft energielabel A. Dat is aantrekkelijk voor een all-electric of hybride oplossing.

Figuur 7 Gebouwtype Rensselaer



Figuur 8 Bouwjaren Rensselaer



Figuur 9 Energielabel Rensselaer

Beulenkamp

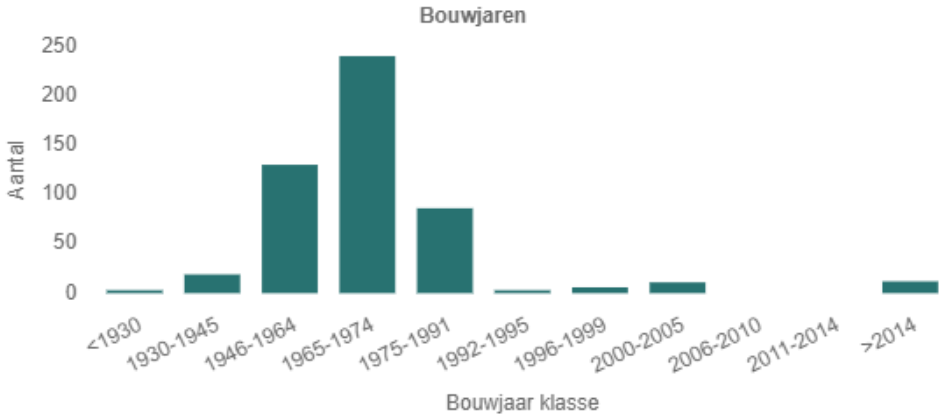
Figuur 10 Warmtevraag Beulenkamp

In Figuur 11 is de verdeling in gebouwtypologieën weergegeven van de buurt Beulenkamp. In totaal zijn er 510 gebouwen in Beulenkamp. Er zijn 648 verblijfsobjecten met woonfunctie. Het relatief grote aandeel tussenwoningen en de 15 appartementengebouwen zijn gunstig voor de haalbaarheid van een collectief warmtesysteem. De rest van de bebouwing is overwegend vrijstaand en twee-onder-een-kap. Dit brengt een grotere onderlinge afstand met zich meebrengt, wat de haalbaarheid van een collectief warmtesysteem negatief beïnvloed.

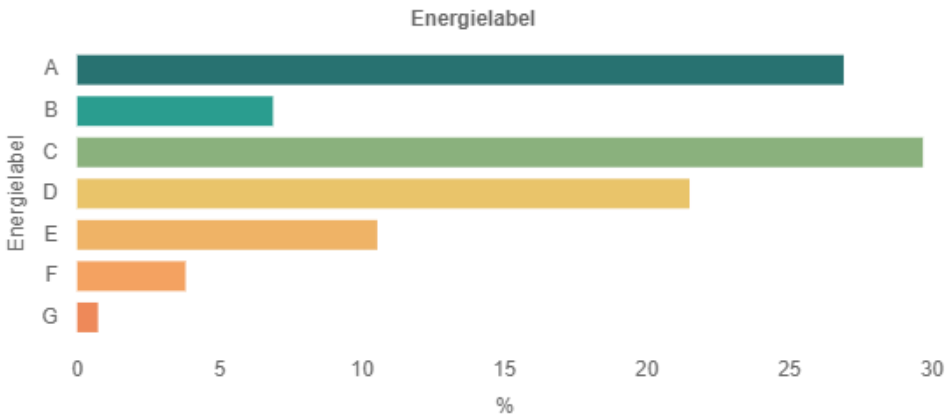
In Figuur 12 is de verdeling in bouwjaren weergegeven voor Beulenkamp. Een groot aandeel van de bebouwing is gerealiseerd in de periode 1946 – 1991. Deze bouwperiode heeft gemiddeld een lage isolatiegraad en maakt overwegend gebruik van traditionele hoge temperatuur-verwarmingssystemen. Ook zijn er een aantal gebouwen na 2014 gebouwd. Deze gebouwen zullen goed geïsoleerd zijn en er zal een lage temperatuur-verwarmingssysteem zijn aangebracht.

In Figuur 13 is de verdeling in energie labels weergegeven. Er is een grote variantie in de energie labels. Een groot deel van de gebouwen heeft energielabel A. Dat is aantrekkelijk voor een all-electric of hybride oplossing.

Figuur 11 Gebouwtype Beulenkamp



Figuur 12 Bouwjaren Beulenkamp



Figuur 13 Energie labels Beulenkamp

4.3 Warmtevraag

De technische haalbaarheid van het warmtesysteem is onder andere afhankelijk van de vraag en aanbod van warmte in het onderzoeksgebied. De warmtevraag voor de bestaande bebouwing is berekend met het Smart Energy Transition Platform (SETuP), het dataportaal van Royal HaskoningDHV.

In Tabel 2 is de warmtevraag weergegeven.

Tabel 2 Warmtevraag gemeente Nijkerk (Campenbuurt, Rensselaer, Beulenkamp)

Totale warmtevraag (GJ/jaar)		
Campenbuurt	Rensselaer	Beulenkamp
49.000	34.000	26.000

De huidige warmtevraag voor bestaande bouw kan in de toekomst verlaagd worden door het doorvoeren van energiebesparende maatregelen. In volgende paragraaf (4.4) is een analyse beschreven van het mogelijke energiebesparingspotentieel.

4.4 Energiebesparingspotentieel

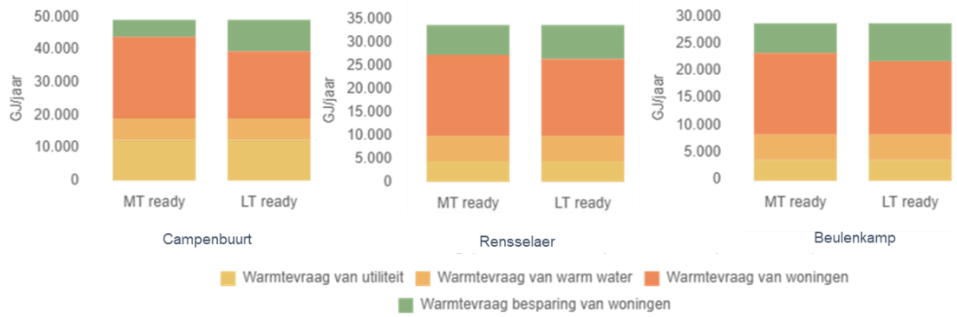
Een groot aandeel van de bestaande bouw heeft een groot energiebesparingspotentieel. De inzet van energiebesparende maatregelen, zoals verbetering van isolatie, plaatsing van dubbel of tripel glas en het toepassen van kierdichting kan de warmtevraag verlagen. De percentuele verlaging van de warmtevraag is per gebouw erg verschillend door de verschillende uitgangsposities en reeds toegepaste maatregelen. In SETuP is doorgerekend hoe groot het geschatte besparingspotentieel is voor de Campenbuurt, Rensselaer en de Beulenkamp (Figuur 14). De scenario's die in de grafieken zichtbaar zijn, zijn de volgende:

- **MT-ready (Midden-Temperatuur ready, vergelijkbaar met schillabel C/D)**

  Dit pakket is gericht op woningen die nu alleen door hoge-temperatuur (90°C) verwarmd kunnen worden. Dit isolatiepakket verlaagd de warmtevraag tot een niveau waarop meer energiezuinige midden-temperatuur verwarming (70°C) mogelijk is zonder op comfort in te leveren. Maatregelen die in dit scenario worden meegenomen zijn spouwmuurisolatie, HR++ Glas, deur isolatie, kierdichting.

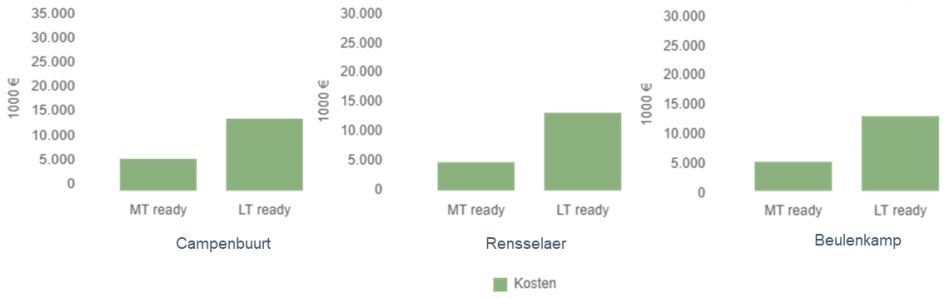
- **LT-Ready (Lage-temperatuur Ready, vergelijkbaar met schillabel B)**

  De meest energiezuinige verwarmingssystemen verwarmen op lage-temperatuur. Woningen van dit isolatieniveau kunnen verwarmd worden met LT-verwarmingssystemen (<50°C). Maatregelen die in dit scenario worden genomen zijn spouwmuurisolatie, buitengevel isolatie, kruipruimte vloerisolatie, vloer boven isolatie, dak binnen en buiten isolatie, glas HR++, deur isolatie en kierdichting. Let wel, vaak moet om daadwerkelijk op lage temperatuur te verarmen ook het afgifte systeem nog worden aangepast. Dit is niet meegenomen in de isolatiemaatregelen.



Figuur 14 Energiebesparingspotentieel

Het toepassen van energiebesparende maatregelen vergt investeringen van de gebouweigenaar (Figuur 15). Voor eventueel vervolgonderzoek is een meer nauwkeurige analyse van het besparingspotentieel gewenst, omdat het onderzoeksgebied uit een grote diversiteit aan gebouwen bestaat. In deze Quickscan is bij scenario 1 uitgegaan van MT-ready en in scenario 3 uitgegaan van LT-ready. Indien aanvullende isolatiemaatregelen toegepast worden zal de warmtevraag dalen en hiermee ook de omzet in de businesscase.



Figuur 15 Kosten energiebesparing

In onderstaande tabel (Tabel 3 Energiebespaarpotentieel en bijbehorende kosten per wijkTabel 3) is de samenvatting weergegeven van de getallen uit de grafieken.

Tabel 3 Energiebespaarpotentieel en bijbehorende kosten per wijk

	Campenbuurt	Rensselaer	Beulenkamp
Warmtevraagbesparing woningen MT-ready	5.200 GJ/jaar	6.400 GJ/jaar	5.400 GJ/jaar
Warmtevraagbesparing woningen LT-ready	9600 GJ/jaar	7.300GJ/jaar	6.900 GJ/jaar
Kosten MT-ready	6.427.000 EUR (€7.303/woning)	€4.800.000 (€6.341/woning)	€4.919.000 (€7.591/woning)
Kosten LT-ready	€14.597.000 (€16.590/woning)	€13.201.000 (€17.439/woning)	€12.694.000 (€19.589/woning)

4.5 Elektriciteitsnetwerk

Op een groeiend aantal plekken is de capaciteit van het elektriciteitsnet in Nederland beperkt of heeft het net de grenzen van zijn capaciteit bereikt. Een toename in de opwekking van duurzame energie bijvoorbeeld doormiddel van zonnepanelen, maar ook een toename in de vraag van elektriciteit door elektrische auto's, elektrisch koken en elektrisch verwarmen vraagt meer van het elektriciteitsnet. In deze gevallen dreigt het risico van een tekort aan transportcapaciteit. Dit noemen we netcongestie. Om te onderzoeken wat de status is van het elektriciteitsnet in het onderzoeksgebied heeft netbeheerder Liander voor de Campenbuurt, Rensselaer en de Beulenkamp buurtanalyses uitgevoerd. Deze buurtanalyses bieden inzichten in de staat van het gas- en elektriciteitsnetwerk. Verdergaande toelichting of informatie zal moeten worden besproken met de Netbeheerder.

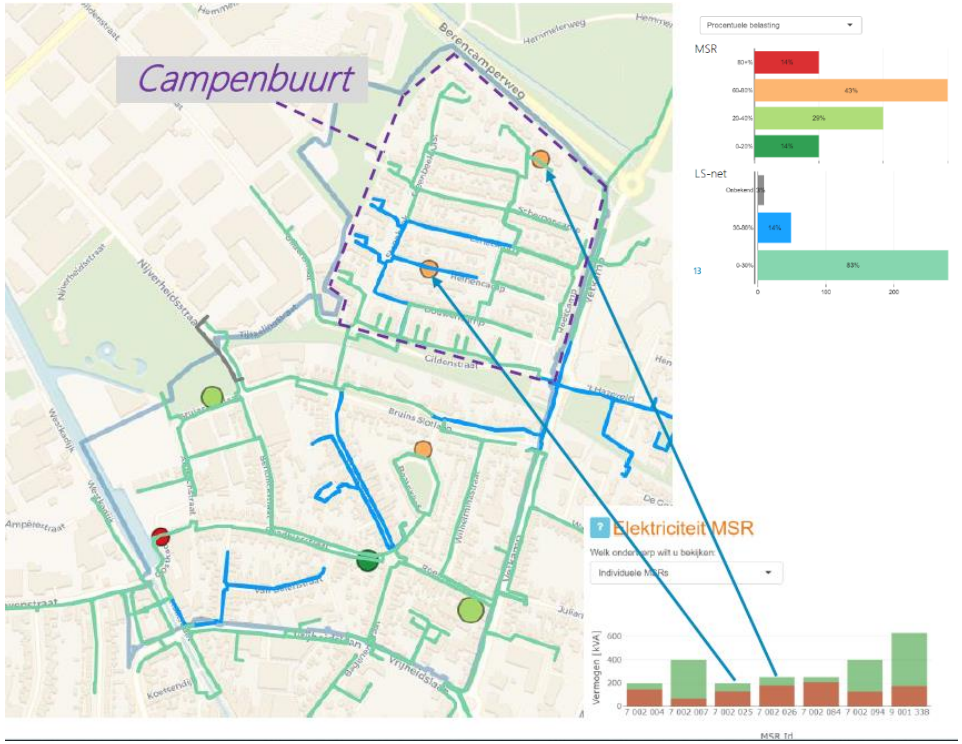
Campenbuurt

Gasnetwerk

De meeste gasleidingen in de Campenbuurt zijn voor 1975 aangelegd. Dit betekent dat de leidingen grotendeels (financieel) zijn afgeschreven. De leidingen in het zuidelijke deel van de Campenbuurt zijn iets later aangelegd, maar ook grotendeels (financieel) afgeschreven. Er is geen sprake van grondroeringsgevoelige leidingen. Dit betekent dat er in principe werkzaamheden in de ondergrond naast de leidingen kunnen worden uitgevoerd. Vroeger werd voor het aanleggen van gasleidingen in de bodem vaak gebruikt gemaakt van leidingen van grijs gietijzer of asbestcement. Dit zijn grondroeringsgevoelige leidingen. In uitzonderlijke gevallen kunnen er op lange termijn lekken in deze leidingen ontstaan, bijvoorbeeld in gebieden waar de grond verzakt of als de leiding een straat kruist met veel zwaar verkeer. De netbeheerder heeft tot 2032 om deze leidingen te vervangen.

Elektriciteitsnetwerk

In de Campenbuurt is de huidige procentuele belasting van het elektriciteitsnet laag tot gemiddeld. Er zijn in totaal zeven middenspanningsruimtes (MSR) in de Campenbuurt. De belasting van de middenspanningsruimtes is redelijk hoog (zie Figuur 16). De rood gemarkeerde MSR's zitten aan de max van hun capaciteit. Bij de groene MSR's is nog beschikbare capaciteit.



Figuur 16 Buurtanalyse Liander elektriciteitsnetwerk Campenbuurt

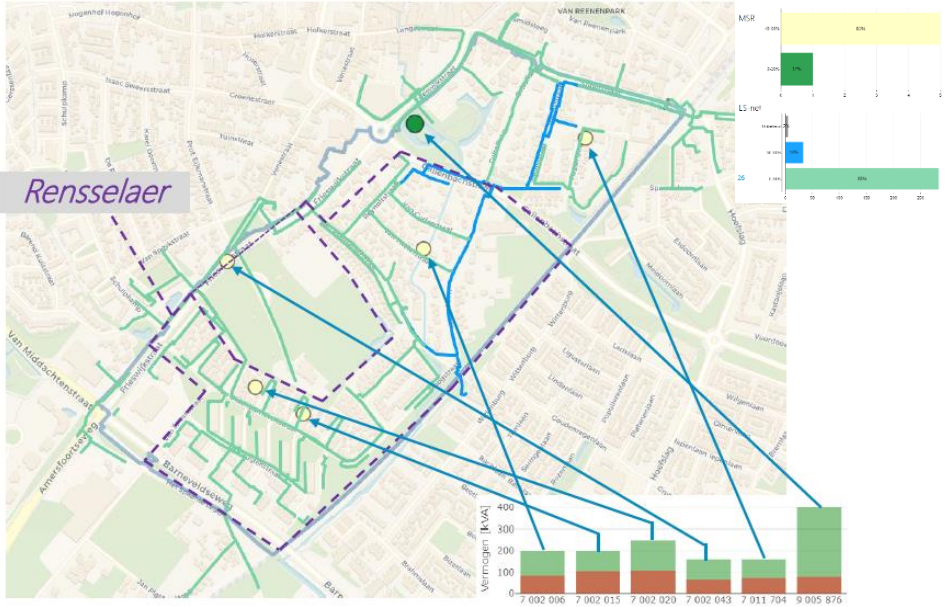
Rensselaer

Gasnetwerk

De meeste gasleidingen in de wijk Rensselaer zijn aangelegd voor 1975. Dit betekent dat de leidingen grotendeels (financieel) zijn afgeschreven. In het Rensselaer is sprake van grondroeringsgevoelige leidingen. Dit betekent dat deze leidingen bij werkzaamheden in de ondergrond vervangen moeten worden.

Elektriciteitsnetwerk

In Rensselaer is de procentuele belasting van het elektriciteitsnet doorgaans laag. De belasting van de middenspanningsruimtes is veelal gemiddeld. In totaal zijn er zes MSR's in Rensselaer (Figuur 17).



Figuur 17 Buurtanalyse Liander elektriciteitsnetwerk Rensselaer

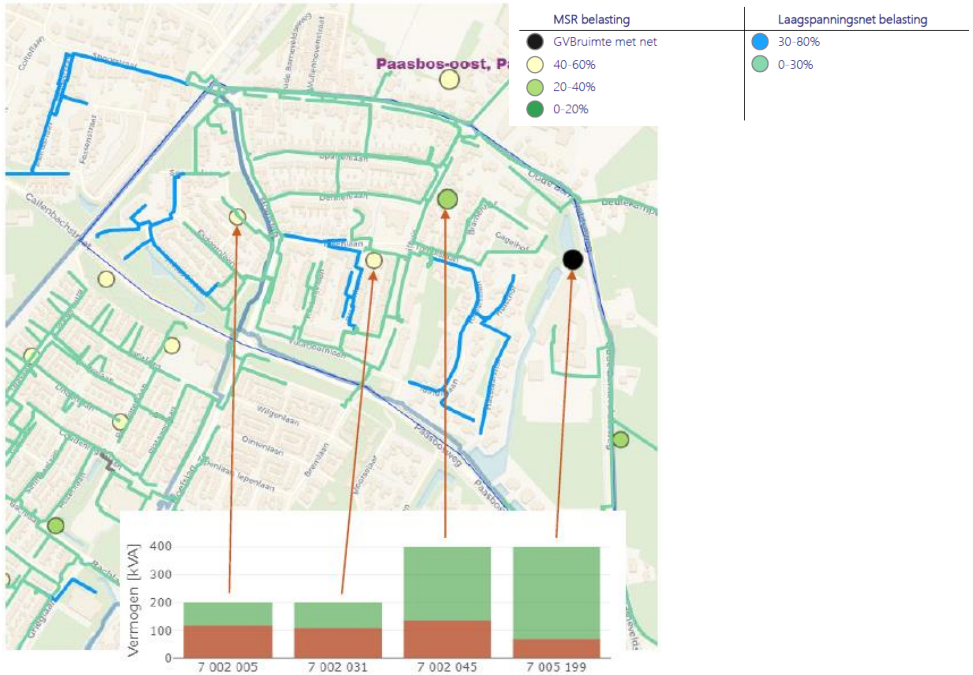
Beulenkamp

Gasnet

Een groot deel van de gasleidingen zijn zeer oud of oud. Deze leidingen zijn grotendeels financieel afgeschreven. Ook zijn er een aantal nieuwe leidingen aan met name de westzijde van de wijk. Deze zijn aangelegd na 2005 en dus nog lang niet financieel afgeschreven. Liander heeft de inschatting gemaakt dat het gasnet in Beulenkamp voor 82 % financieel is afgeschreven. Dat brengt dus nog grote vervangings- of verwijderingskosten met zich mee. Ook zijn er grondroeringsgevoelige leidingen in het gebied.

Elektriciteitsnetwerk

In Beulenkamp zijn in totaal vier MSR's. Vier andere MSR's gelegen buiten de wijk voeden ook klanten in de Beulenkamp (Figuur 18). De procentuele belasting van het elektriciteitsnetwerk minder dan 30%. Dat is laag. Ook de belasting van de middenspanningsruimtes is laag tot gemiddeld.



Figuur 18 Buurtanalyse Liander elektriciteitsnetwerk Beulenkamp

5 Warmtesysteem als alternatief voor aardgas

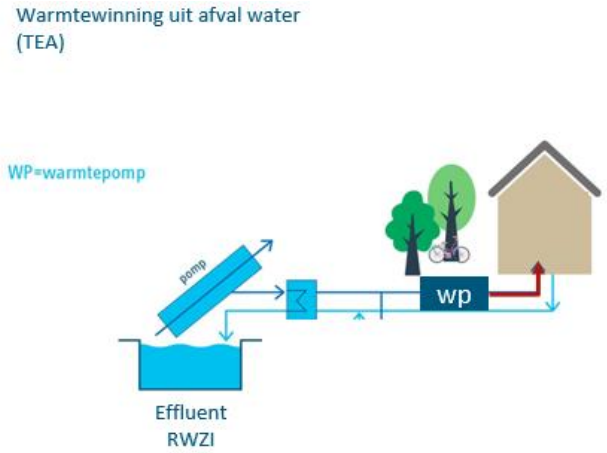
In dit hoofdstuk wordt het beoogde warmtesysteem als alternatief voor aardgas voor het onderzoeksgebied beschreven. In deze Quickscan gaat het om een warmtesysteem op basis van thermische energie uit afvalwater (TEA). Eerst wordt in een algemene introductie op de technologie voorzien. Vervolgens volgt een specifieke analyse van de potentie en inpassingsmogelijkheden in de Campenbuurt. Daarna wordt een inzicht gegeven in de warmtebalans voor vraag en aanbod in het onderzoeksgebied. Als laatste wordt een inzicht gegeven van het warmtesysteem concept welke is benodigd voor het opwerking en distributie van de bronenergie naar levering aan de woningen in de gemeente Nijkerk. Het gaat in de deze studie om de volgende warmtesytemen:

- Aquathermie, thermische energie uit afvalwater (voor Campenbuurt)
- All-electric warmtepomp
- Hybride warmtepomp

5.1 Aquathermie (TEA)

Aquathermie in het kort

Aquathermie is een techniek voor het verwarmen en koelen van gebouwen waarbij gebruik wordt gemaakt van warmte en koude uit oppervlaktewater (TEO), afvalwater (TEA) of drinkwater (TED). In deze studie onderzoeken we de haalbaarheid van warmte en koude uit afvalwater (TEA). Thermische energie uit afvalwater kan warmte zijn van de gemeentelijke rioolstelsels of van de rioolwaterzuiveringsinstallatie, gemalen, in- en effluentleidingen (eigendom van waterschappen). In deze studie is er gekeken naar de warmte van de rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI). De warmte zal uit het effluent van de RWZI worden gehaald om het waterzuiveringsproces niet te verstoren. De individuele technieken van aquathermie zoals een warmtewisselaar, warmtenetwerk, warmtepomp(en) en back-up gasketel(s) zijn technologisch al ver doorontwikkeld. Van grootschalige technologische innovatie is in dit geval dus geen sprake. De koppeling van deze technieken in één systeem is daarentegen wel vernieuwend. Zie Figuur 19 voor een systeemschets.



Figuur 19 Schematisch overzicht van het warmtesysteem, naast de warmtepomp is er ook nog een collectieve gasketel nodig

Richtlijnen voor aquathermie

De richtlijnen van het STOWA geven een eerste inzicht in de haalbaarheid van Aquathermie. Hiervoor zijn vier belangrijke factoren geanalyseerd, zoals weergegeven inTabel 4.

Tabel 4 Eerste inzicht in de haalbaarheid van aquathermie

Richtlijn	Campenbuurt	Rensselaer	Beulenkamp
De energievraag en aanbod is min 1.000 GJ (ca. 30 woningen)	✓	✓	✓
Gebied geschikt voor LT-/MT-warmtenet.	✓ Veel woningen label C of lager	✓ Veel woningen label C of lager	✓ Veel woningen label C of lager
Afnemer nabij thermische bron (binnen ca. 1 km)	✓ Let wel, rivier tussen wijk en RWZI	✗ *Grotere afstand*	✗ *Grotere afstand*

Op basis van de richtlijnen uit 2 blijkt de Campenbuurt het meest kansrijk voor de collectieve warmteoplossing op basis van aquathermie. Aandachtspunten voor de Campenbuurt zijn er wel:

- De Arkervaart zit tussen de RWZI en de Campenbuurt. Dit vergroot de afstand tussen warmteafname en warmtebron en compliceert het tracé.
- Er zijn nog relatief veel woningen in de Campenbuurt met label C of lager.

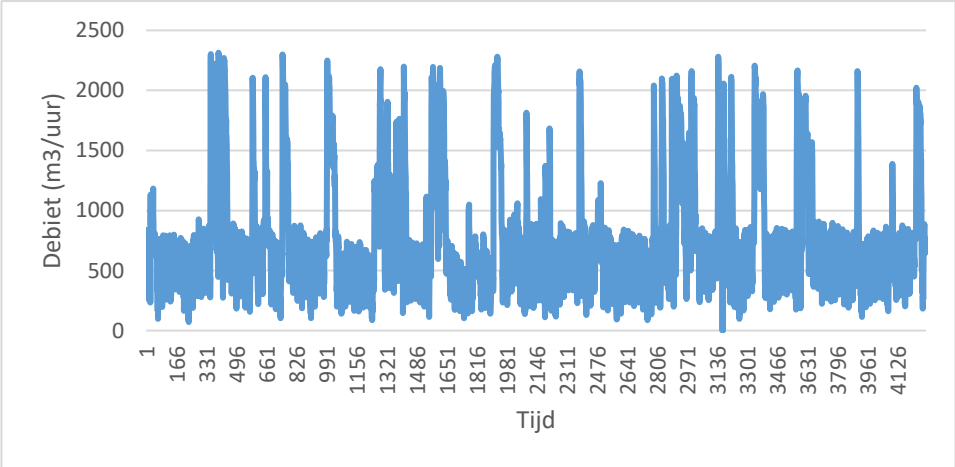
Potentie van TEA in de gemeente Nijkerk

De potentie van TEA voor de gemeente Nijkerk (Campenbuurt) is bepaald op basis van een warmtepotentie van de RWZI.

Warmtepotentie van de RWZI

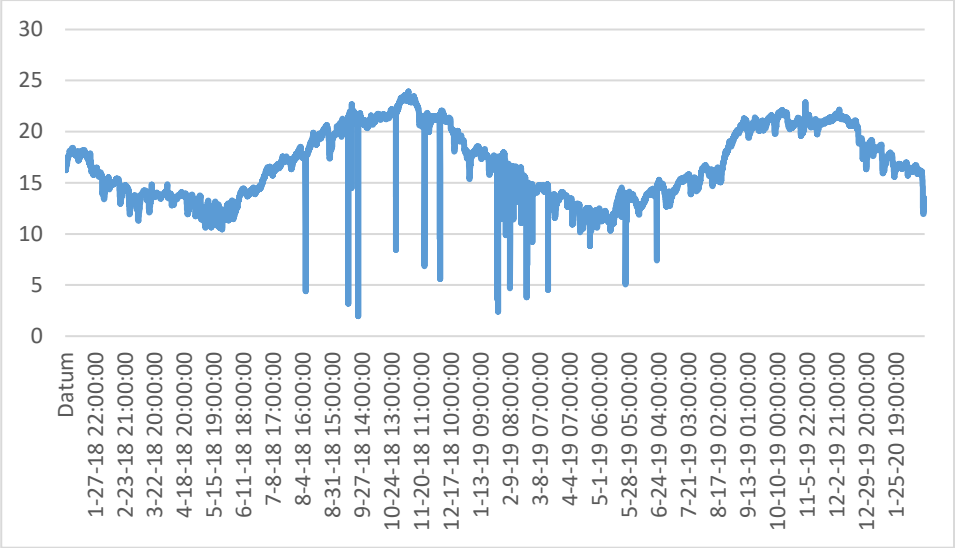
De warmtepotentie bestaat uit een hoeveelheid thermische energie die onttrokken kan worden aan RWZI in Nijkerk. In Figuur 21 is de warmtepotentie visueel weergegeven. In paragraaf 4.3 is de warmtevraag en het warmteaanbod in het gebied bij elkaar gebracht en geanalyseerd. De minimum – gemiddelde – maximale potentie heeft met gunstige/ongunstige weersomstandigheden te maken. Een regendag zorgt voor meer debiet, maar een vaak lagere temperatuur, doordat hemelwater kouder is dan geloosd afvalwater van huishoudens. Een droogweer dag heeft minder debiet, maar een iets hogere temperatuur omdat het afvalwater vooral bestaat uitgeloosd warm afvalwater van huishoudens. Bij TEA is de temperatuur hoger dan bij TEO (thermische energie uit oppervlaktewater). Dit komt doordat het riool doorgaans een hogere temperatuur heeft dan oppervlaktewater, doordat er warm water (bijv.: douchewater, afwaswater) vanuit huishoudens geloosd wordt. Ook zou het mogelijk zijn dat de industrie warm water loost op het riool in de vorm van koelwater. Daarnaast is de temperatuur van het afvalwater hoger dan van oppervlaktewater door de ligging ondergronds en de biologische activiteit. De rioolbuis neemt gedeeltelijk de temperatuur van de omgeving aan. In dit geval de bodem welke op 1m diepte een vrij constante temperatuur heeft. Het afvalwater zal wanneer dit over een lange afstand wordt getransporteerd uiteindelijk de temperatuur van de bodem aannemen. Alsnog kan koppeling met een WKO-meerwaarde hebben om meer warmte beschikbaar te stellen in de winter.

De potentie van de warmteoplossing is afhankelijk van de continuïteit van de beschikbare warmte en het temperatuurniveau. De bronpotentie van de RWZI kan worden geschat aan de hand van een aantal kenmerken. Figuur 20 laat het debiet van het effluent van de RWZI zien.



Figuur 20 Debiet RWZI Nijkerk (m3/uur)

De gemeten temperaturen van het effluent van de RWZI in Amersfoort zijn door Waterschap Vallei-Veluwe aangeleverd en weergegeven in Figuur 21. De temperatuurgegevens van de RWZI in Nijkerk zijn niet beschikbaar, maar zullen een vergelijkbaar patroon volgen. Onttrekking van warmte van het effluent heeft geen invloed op het waterzuiveringsproces van de RWZI. Om deze reden kan aan het effluent op basis van huidige inzichten het gehele jaar warmte aan worden onttrokken.



Figuur 21 Temperatuur RWZI Amersfoort

De gemiddelde temperatuur van de RWZI in Amersfoort is 17 graden Celsius. Het gemiddelde debiet van de RWZI in Nijkerk is ca. 700 kuub per uur.

Dit leidt tot onderstaande potentie voor de RWZI Nijkerk als warmtebron (zie tabel 3).

Tabel 5 Potentie voor TEA in de gemeente Nijkerk uit RWZI. Deze temperaturen zijn gebaseerd op een nabije gelegen RWZI. Deze informatie was niet beschikbaar voor de RWZI in Nijkerk.

Waterlichaam	Conditie	Energie (GJ/jaar)	Theoretisch vermogen (MW)
RWZI	Minimum	80.000	2.5
RWZI	Gemiddeld	130.000	4
RWZI	Maximum	260.000	8

De potentie van de warmteoplossing is dus afhankelijk van de beschikbaarheid van warmte ook afhankelijk van de continuïteit van de beschikbare warmte. Op basis van figuur 24 en 25 kan geconcludeerd worden dat:

- De temperatuur van het afvalwater is op sommige momenten laag. Dit kunnen fouten zijn in de metingen, maar mocht dat in praktijk ook vaker voorkomen, dan:
  - Is het misschien niet mogelijk om het water (in de koudere periodes) meer dan 5 graden af te koelen
  - Moet de warmte uit de bron worden opgewerkt middels een warmtepomp naar een temperatuur van ca. 70 ºC om de gebouwen te verwarmen. Aangezien er een relatief groot temperatuurverschil is tussen de bron en de aanvoertemperatuur die geleverd moet worden aan de gebouwen, zal het rendement van de warmtepomp relatief laag zijn. Dat betekent dat de warmtepomp veel elektriciteit nodig heeft om de benodigde warmte te leveren.
- De continuïteit is relatief goed. Zowel in de winter als in de zomer kan er warmte onttrokken worden uit het water. Hoewel soms misschien minder dan 5 graden.
- Het warmteaanbod qua hoeveelheid goed past bij de warmtevraag van de Campenbuurt. Indien er de warmtevraag hoger wordt zal ook een groter deel door de piekketels moeten worden ingevuld.

Warmtebalans

Om een warmtesysteem op basis van TEA te kunnen ontwikkelen, dient het warmte-aanbod even groot of groter te zijn dan de warmtevraag. Zowel de warmtevraag als het warmteaanbod varieert gedurende het jaar. In tabel 6 is de warmtebalans weergegeven. Uit de analyse is gebleken dat in potentie gedurende het gehele jaar voldoende warmte aanwezig is om het onderzoeksgebied in de gemeente Nijkerk van warmte te voorzien. De temperatuur van de warmte die onttrokken wordt uit de RWZI is nog niet voldoende om woningen direct mee te verwarmen. Hiervoor dient een warmtepomp toegepast te worden.

Tabel 6 Warmtebalans

Warmtebalans		Energie (GJ/jaar)
Warmteaanbod Totaal	Minimum	80.000
	Gemiddeld	130.000
	Maximum	260.000
Warmtevraag Campenbuurt Totaal		49.000

5.2 All-electric oplossing (individuele warmtepompen)

Bij een all-electric warmteoplossing wordt er alleen elektriciteit gebruikt voor het verwarmen. In de meeste gevallen wordt hiervoor een warmtepomp geplaatst. Een elektrische warmtepomp haalt warmte uit de bodem of buitenlucht en gebruikt deze warmte om het gebouw te verwarmen, de meeste warmtepompen kunnen ook koelen. Een warmtepomp levert lage temperatuur warmte. Dit is warmte tussen de 35 en 55 graden. Daarom is het belangrijk om bij een woning waar een warmtepomp wordt geplaatst, de woning zeer goed te isoleren tot minimaal schillabel B. Hoofdstuk 4.4 laat zien wat de kosten zijn per buurt om de woningen te isoleren. Voor het doorrekenen van het All-electric scenario zijn de kosten meegenomen van het LT-scenario (lage temperatuur scenario) uit.

Een uitdaging die komt kijken bij een all-electric oplossing heeft te maken met het elektriciteitsnet. Wanneer veel woningen gebruik maken van een warmtepomp, gebruiken deze woningen ook meer elektriciteit. Het huidige elektriciteitsnetwerk is hier niet altijd op berekend. Deze kosten worden in het volgende hoofdstuk geschetst. Om deze aanpassingen aan het elektriciteitsnet te kunnen maken moet rekening worden gehouden met een lange doorlooptijd.

5.3 Hybride oplossing

Bij een hybride oplossing wordt gebruik gemaakt van zowel elektriciteit (door middel van een warmtepomp) als gas (Cv-ketel) voor het verwarmen van gebouwen. Wanneer er nog aardgas door het gasnet gaat is deze oplossing dus niet volledig duurzaam. Maar zelfs dan wordt er al veel minder CO2 uitgestoten dan met een reguliere Cv-ketel. Na verloop van tijd kan het aardgas mogelijk worden vervangen door hernieuwbaar gas. Extra isoleren is verstandig bij deze oplossing, maar dit hoeft niet zo vergaand als bij de all-electric oplossing. Voor de doorrekening van dit scenario is voor een eerlijke vergelijking wel uitgegaan van isolatie: zoals bij het warmtenet scenario 2 MT ready.

6 Wat kost de warmtetransitie in ruimte, tijd en geld?

De gemeente Nijkerk is bezig met gebiedsontwikkeling in de gebieden die in deze studie worden onderzocht. Daarbij vraagt ze zich af waar bij de gebiedsontwikkeling rekening moet worden gehouden. Dit hangt af van de precieze systeemkeuze en verschilt voor de verschillende oplossingen. Als onderdeel van technische haalbaarheid is een analyse gedaan van de impact van het warmtesysteemconcept op het gebied. Het warmtesysteemconcept is hiervoor opgedeeld in de warmtebron, warmtepompstations, warmte-infrastructuur en warmtelevering. Per deelonderwerp is een analyse gedaan van de impact op het gebied. Dit geeft een eerste indicatie van de zaken waar rekening mee gehouden moet worden bij de verschillende systemen (inclusief schetsontwerp warmtenet). De daadwerkelijke inpassing vraag om vervolgstudies waarbij onder andere ook wordt gekeken naar aardkundige warden, geologische waarden, boomwortels, fysiek beschikbare ruimte bovengronds etc.

6.1 Collectieve warmteoplossing TEA

Warmtesysteemconcept TEA

Het warmtesysteemconcept bestaat uit alle componenten die benodigd zijn voor de levering van warmte vanaf de bron naar de afnemer. Vanaf de warmtebron gezien zijn een aantal technische componenten benodigd. Allereerst een transportleiding richting de 4,8 warmtepompstations. Doordat het bronwater een lage temperatuur heeft, treedt er nauwelijks warmteverlies op. De warmtepompstations bevatten een grote warmtepomp waarin de bronwatertemperatuur wordt opgewerkt naar de aflevertemperatuur.

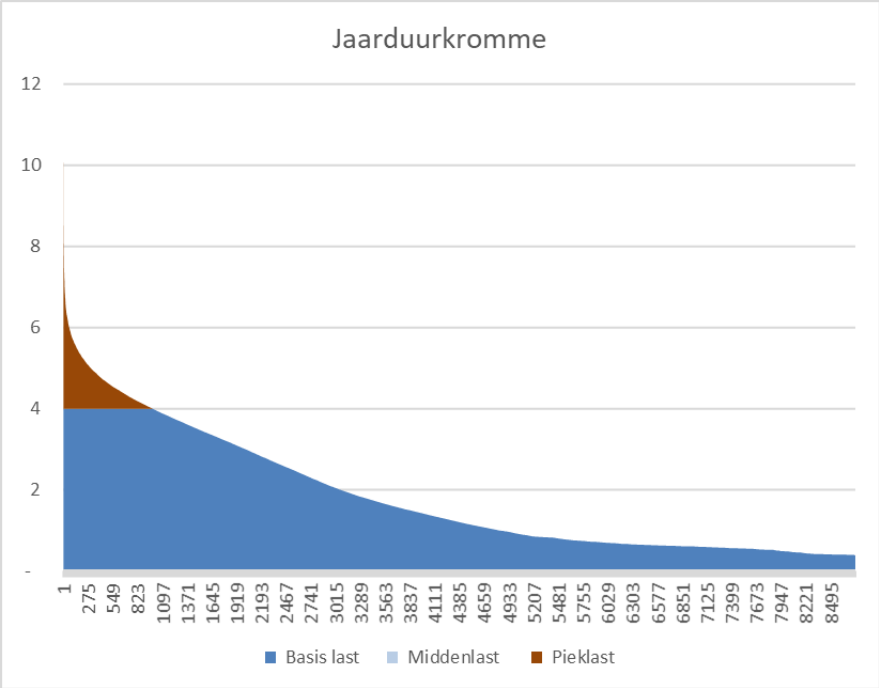
Via de warmte-infrastructuur wordt de warmte op midden-temperatuur naar de gebouwen gedistribueerd. In de gebouwen dient een warmteafleverset geplaatst te worden om de individuele verwarmingssystemen in de woningen te voeden.

Voor levering van de warmte dient een bepaalt warmtevermogen opgesteld te worden. Voor een kostenefficiënt systeemontwerp is het niet aantrekkelijk om de complete vermogensvraag met thermische energie uit afvalwater in te zetten. Inzet van ca. 40% warmtepompvermogen en 60% piekvoorziening geeft een energieaandeel van ca. 95% uit de warmtepompen en 5% uit de piekvoorziening. Dit is te verantwoorden in de jaarbelastingsduurkromme in Figuur 22.

Door de verdeling van de warmtepompstations over de stad zal het vermogen ook evenredig opgesteld moeten worden met daarbij ook het piekvoorzieningvermogen. Per warmtepompstations is een warmtepompvermogen van 3 MW benodigd met eenzelfde vermogen voor de piekvoorziening. In Figuur 23 is een technische ruimte met een voorbeeld warmtepomp van ongeveer 2.5 MW ter illustratie weergegeven.

Tabel 7 Verdeling warmtevermogen

Verdeling warmtevermogen	Aantal
Vermogen TEA	4 MW
Warmtevermogen warmtepompen	4 MW
Warmtevermogen piekvoorziening	6 MW
Aandeel warmtepomp in warmtevoorziening (energetisch)	95%
Aandeel piekvoorziening in warmtevoorziening (energetisch)	5%
Coëfficiënt of Performance (COP) van warmtepomp, MT ready (met isolatie)	~4,8
Coëfficiënt of Performance (COP) van warmtepomp, HT zonder isolatie	~3,5



Figuur 22 Jaarbelastingduurkromme

Figuur 23 Voorbeeld warmtepomp 2.5 MW

Warmtepompstations

Figuur 24 Warmtepompstation ter illustratie

De basis van het warmtesysteem zal gevormd worden door de warmtepompstations in gebouwde omgeving. Het bronwater zal via een ringleiding vanaf de RWZI naar de warmtepomp in het gebouw moeten worden gebracht. In de stations brengt een water/water warmtepomp de bronwatertemperatuur op de gewenste aflevertemperatuur. In figuur 24 is een voorbeeld weergegeven van een mogelijk warmtepompstation. Door de grootte van het systeem zijn meerdere warmtepompstations per buurt nodig. In Figuur 26 wordt een eerste schets van de warmte-infrastructuur inclusief warmtepompstations weergegeven. Een eerste berekening geeft aan dat 3 warmtepompstations benodigd zijn. Dit aantal kan n.a.v. een verdere uitwerking van het concept nog veranderen.

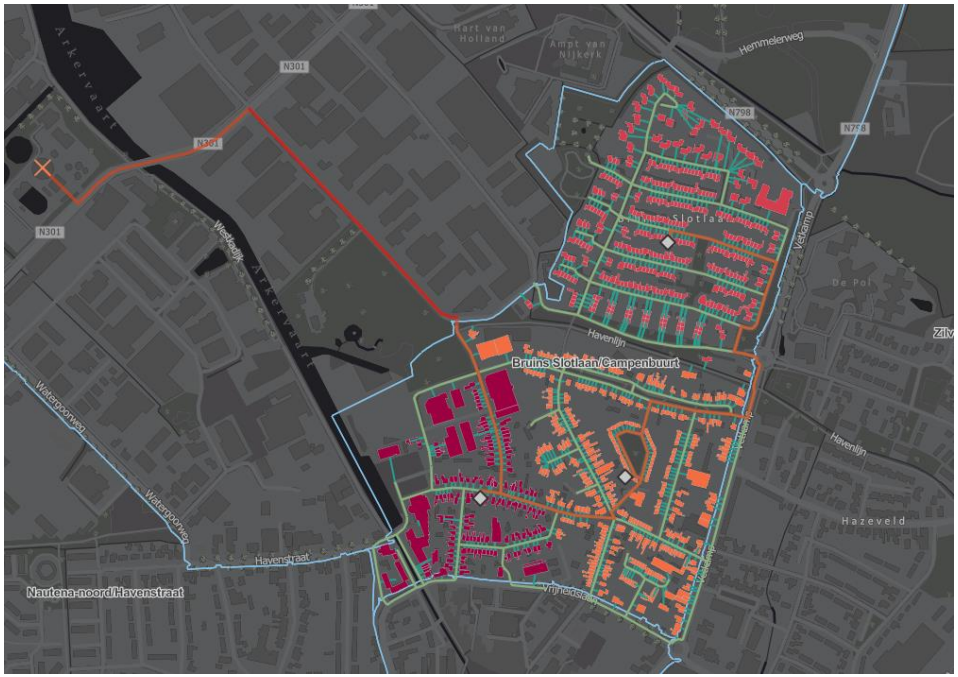
Warmte-infrastructuur

In Figuur 26 is met behulp van SETuP een eerste mogelijke configuratie van de benodigde warmte-infrastructuur geschetst. De oranje lijn met het kruis bij de RWZI vormt het bronwarmtetransportnet, dat wordt gevoed door het effluent van de RWZI. Deze transportleiding wordt naar de warmtepompstations geleid. Vanuit de warmtepompstations is een distributienet gemodelleerd met daarbij aansluitleidingen naar de gebouwen. In Tabel 8is een overzicht gegeven van de parameters voor het warmtesysteem. De lengtes van de warmte-infrastructuur zijn indicatief; in een later stadium dient een gedetailleerdere uitwerking gemaakt te worden n.a.v. specificaties van de overige aannames. Wel worden deze parameters meegenomen in de financiële analyse in Hoofdstuk 7.

Figuur 25 Warmtenet infrastructuur

Tabel 8 Warmtesysteem parameters scenario RWZI Campenbuurt

Warmte-infrastructuur	Aantal
Aantal gebouwen	868
Totaal berekende warmtevraag	49.000 GJ/jaar
Aantal warmtebronnen	1
Aantal onderstations	3
Lengte transportleidingen	500 m
Lengte distributieleidingen	7.600 m
Lengte aansluitleidingen	9.400 m



Figuur 26 Ruimtelijke inpassing warmte-infrastructuur

Warmtelevering

Vanuit het distributienet dient elke gebouw aangesloten worden op het warmtenet. Hiervoor is de woning een warmteafleverset benodigd. De warmteafleverset vormt de koppeling tussen het collectieve warmtesysteem en het (bestaande) verwarmingssysteem in de woning. Voor de bestaande woning is een aanvoertemperatuur van 70°C voorzien. Hiermee kan direct warm tapwater worden bereid. Daarnaast is mogelijk in de bestaande woningen een aanpassing nodig in het verwarmingssysteem om de warmteafleverset aan te sluiten op de leidingen waar momenteel de cv-ketel is aangesloten.

Figuur 27 Warmteafleverset ter illustratie

Aanleg collectieve warmteoplossing

Zoals voorgaande paragrafen laten zien kost de aanleg van een warmtenet veel ruimte. Naast ruimte vraagt de realisatie van een warmtenet ook enige voorbereiding. Een typische doorlooptijd van initiatie tot realisatie van een warmtenet is 4 jaar. In deze periode vindt veel afstemming met de gemeente plaats, dienen vergunningen te worden aangevraagd, wordt een participatietraject opgestart met bewoners, wordt de organisatiestructuur vormgegeven en het technische ontwerp in detail uitgetekend.

6.2 All-electric toepassing per woning

Bij een all-electric oplossing zal er geen warmtenet in de wijk worden aangelegd en krijgt iedere woning zijn eigen warmtevoorziening in de vorm van een lucht/water-warmtepomp. Om deze optie technisch haalbaar te maken, zullen de woningen geïsoleerd moeten worden tot minimaal schillabel B. Een lage temperatuur-verwarmingssysteem in de woning is nodig om de warmtepomp efficiënt in te kunnen zetten en om zo min mogelijk belasting op het elektriciteitsnet te veroorzaken. Dit betekent dat dit systeem alleen in te zetten op de woningen die redelijkerwijs naar energielabel A of B te isoleren zijn. In de praktijk zullen dat voornamelijk de woningen van na 1945 zijn. Een extra investering boven op de isolatiemaatregelen en een lage temperatuurafgiftesysteem voor een lucht/water-warmtepomp is nodig. De kosten voor een warmtepompen variëren tussen de €5.000 – €8.000.

De stappen naar all-electric

1. Isolatie tot ten minste schillabel B (zie hoofdstuk 4.4voor kosten) en eventueel lage temperatuur afgifte systeem
2. Plaatsen warmtepomp (lucht of bodem)
3. Plaatsen boilervat
4. Lage temperatuur verwarming & inductie koken
5. Mogelijk verzwaring elektriciteitsaansluiting (en verzwaring elektriciteitsnet buiten de woning zie hoofdstuk 6.4)
6. Verwijderen gasaansluiting

Figuur 28 Warmtepomp

6.3 Hybride toepassing per woning

Een hybride warmtepomp is een warmtepomp die op elektriciteit werkt in combinatie met een Hr-ketel op gas. De elektrische warmtepomp levert de basislast van de warmtevraag. Als de warmtepomp niet voldoende warmte kan leveren, bijvoorbeeld in de winter of bij warm tapwater verbruik, neemt de Hr-ketel het over. De warmtepomp zal het grootste gedeelte van de warmtevraag gedurende het jaar invullen.

Om dit systeem efficiënt te kunnen toepassen, moeten de gebouwen tot minimaal schillabel D worden geïsoleerd, maar bij voorkeur natuurlijk nog beter. Dit zorgt voor minder verbruik.

De stappen naar een hybride oplossing:

1. Isolatie schillabel D of beter is wenselijk
2. Plaatsen warmtepomp naast cv-ketel
3. Plaatsen buitenunit van hybride warmtepomp
4. Midden temperatuur verwarming & inductie koken
5. Mogelijk verzwaring elektriciteitsaansluiting (en verzwaring elektriciteitsnet buiten de woning zie hoofdstuk 6.4)

Figuur 29 Hybride warmtepomp

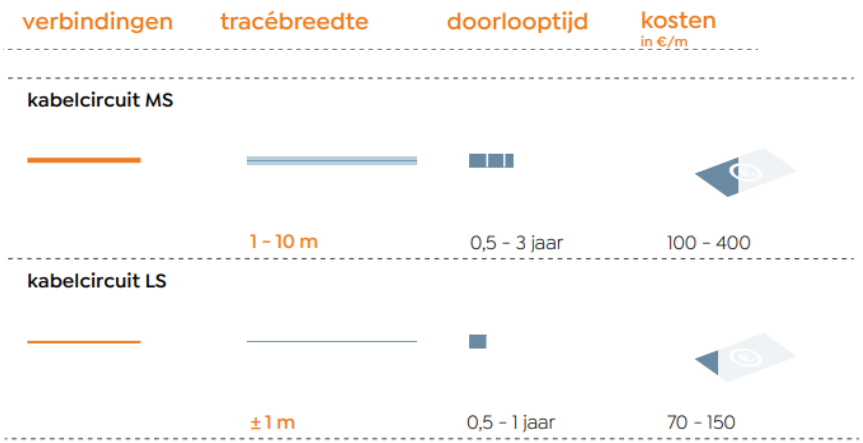
6.4 Elektriciteitsnetwerk

Onze elektriciteits- en gasnetten gaan door de energietransitie ingrijpend veranderen. Zo moet het elektriciteitsnet in hoog tempo fors uitgebreid worden om netcongestie te voorkomen (zie hoofdstuk 4.5). Het is belangrijk om deze uitbreidingen slim te ontwerpen. Deze uitbreidingen brengen hoge kosten met zich mee, maar nemen ook fysieke ruimte in, waardoor de inpassing in een dichtbevolkt gebied een uitdaging kan zijn. Onderstaande figuren zijn afkomstig van netbeheer Nederland en geven een indruk van het ruimtebeslag, de doorlooptijd van

Figuur 30 (historisch) middenspanningsstation

realisatie en de kosten voor aanpassingen in het elektriciteitsnetwerk (MS-station en kabelcircuit), indien nodig in de buurten.

Figuur 31 Informatie uit de infographic waarin de kosten van een MS-station worden aangegeven in ruimte, tijd en geld. Bron: www.netbeheernederland.nl



Figuur 32 Informatie uit de infographic waarin de kosten van een verbinding in ruimte, tijd en geld worden weergegeven. Bron: www.netbeheernederland.nl

In de buurtanalyse opgesteld door Liander is gekeken naar de capaciteit van het elektriciteitsnet. In deze analyse wordt geschetst wat het zou betekenen voor het huidige elektriciteitsnet als er in de toekomst elektrisch wordt gekookt en elektrisch wordt verwarmd, zoals in het all-electric en hybride oplossing scenario. Er zal ook rekening gehouden moeten worden met extra elektriciteit voor elektrische auto's en teruglevering door zonnepanelen. Doorrekening hiervan valt buiten deze analyse.

Campenbuurt

Als in alle woningen niet meer op gas maar elektrisch wordt gekookt dan geeft dit een grotere belasting op het elektriciteitsnet. De meeste leidingen bieden hiervoor voldoende capaciteit. In de Campenbuurt bieden de middenspanningsruimtes (MSR) echter niet voldoende capaciteit.

Als alle woningen ook elektrisch worden verwarmd worden de elektriciteitsnetten in de Campenbuurt zwaar belast. De capaciteit van de huidige middenspanningsruimte is dan ook onvoldoende. Er is verder rekenwerk nodig om exact te weten welke uitbreiding van MSR's nodig is en verzwaring van het net. Gebaseerd op onderstaande afbeelding lijken vier MSR's richting hun maximale capaciteit te gaan bij elektrificatie van de warmtevraag. De kosten voor een nieuw MS (midden spanning) station liggen tussen de 1.300.000 en 6.500.000 euro. De kosten voor LS-kabels (laagspanningskabels) liggen tussen de 70 en 150 euro/meter.

Figuur 34 Buurtanalyse Liander (elektrisch koken)

Figuur 35 Buurtanalyse Liander (all electric)

Rensselaer

In Rensselaer is het all-electric en hybride scenario onderzocht. Zeker de all-electric oplossing heeft grote invloed op de capaciteit van het elektriciteitsnet. Als de woningen in Rensselaer alleen zouden overgaan op elektrisch koken hebben de leidingen en middenspanningsruimten hiervoor voldoende capaciteit. Als alle woningen ook elektrisch worden verwarmd worden de elektriciteitsnetten in Rensselaer gemiddeld tot zwaar belast. De capaciteit van de huidige middenspanningsruimte is dan ook onvoldoende. Dit zou zich voordoen in het all-electric scenario.

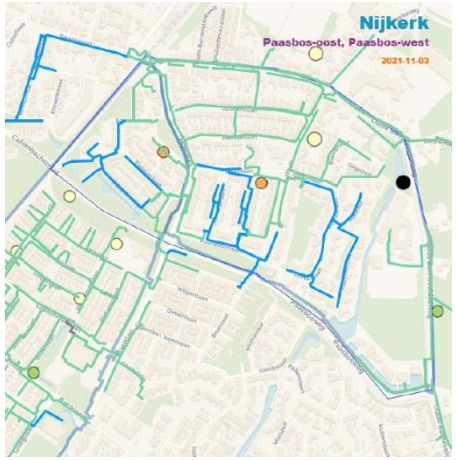
Er is verder rekenwerk nodig om exact te weten welke uitbreiding van MSR's nodig is en verzwaring van het net. Gebaseerd op onderstaande afbeelding lijken alle zes de MSR's richting hun maximale capaciteit te gaan elektrificatie van de warmtevraag. De kosten voor een nieuw MS-station liggen tussen de 1.300.000 en 6.500.000 euro. De kosten voor LS-kabels liggen tussen de 70 en 150 euro/meter.

Figuur 33 Buurtanalyse Liander (elektrisch koken)

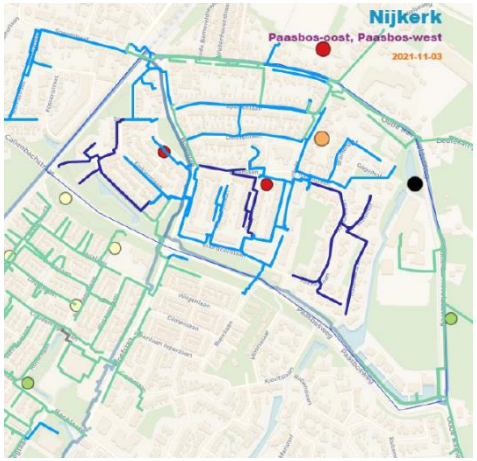
Figuur 36 Buurtanalyse Liander (all-electric)

Beulenkamp

Als in de woningen niet meer op gas, maar elektrisch wordt gekookt dan zou er een klein deel van de laagspanningskabels moeten worden vervangen in de Beulenkamp. Wel zal één van de middenspanningsruimtes overbelast raken. De kosten hiervan zullen circa 70 K€ zijn. De kosten voor vervanging van de kabels worden door Liander geschat op 11 K€. Als alle woningen elektrisch worden verwarmd worden de elektriciteitsnetten in Beulenkamp licht tot gemiddeld belast. Vijf middenspanningsruimtes zouden overbelast raken. Vervanging hiervan wordt geschat op 350 K€ door Liander. Ook zal 1/3 deel van de laagspanningskabels moeten vervangen worden door dikkere kabels. De kosten hiervan worden geschat op 377 K€.



Figuur 38 Buurtanalyse Liander (elektrisch koken)



Figuur 37 Buurtanalyse Liander (all-electric)

7 Financiële analyse Nijkerk

Naast de technische haalbaarheid is de financiële haalbaarheid in deze Quickscan onderzocht. De technische parameters uit de vorige hoofdstukken zijn verwerkt in een financiële analyse. Voor het toetsen van de financiële haalbaarheid is een business case analyse uitgevoerd, hierin is de CAPEX, OPEX en Revenu uitgezet over de tijd in een cashflowanalyse. De uitgangspunten voor de business case-analyse zijn beschreven in de bijlage. In deze studie zijn meerdere systeemconfiguraties onderzocht die toegepast kunnen worden voor verschillende dorpen. In Tabel 13 zijn de verschillende configuraties die doorgerekend zijn, weergegeven.

Een warmtenet wordt gekenmerkt door een fikse investering 'aan de voorkant', aangezien er eerst een infrastructuur moet worden aangelegd. Dit betekent een flinke kostenpost voordat er ook maar 1GJ aan warmte verkocht is, gevolgd door een langjarige betrekkelijk stabiele kasstroom. Dit maakt het systeem verliesmakend in de eerste jaren van exploitatie. Alle kosten zijn berekend voor een looptijd van 30 jaar.

Toelichting op de kosten

De kosten voor dit systeem bestaan uit:

- Kapitaalsinvestering
- Afschrijvingskosten
- Financieringskosten
- Operationele kosten

De kapitaalsinvestering bestaat met name uit de investering in civiele werken, pompen, warmtewisselaar(s) en warmtepompen. Hierin kan de tweedeling gemaakt worden voor kosten voor de bron en investeringen in het warmtenetwerk (waar mogelijk ook andere bronnen op aangesloten kunnen worden). Hierbij moet rekening worden gehouden met technische en ruimtelijke risico's. De gemeente kan een bijdrage leveren aan de investering, met een investeringssubsidie. Hierdoor heeft de eigenaar van het warmtenet lagere afschrijvingen en lagere financieringskosten. In deze studie is er geen rekening gehouden met investeringssubsidies, aangezien die op dit moment niet bekend zijn.

Als er gekeken wordt naar de aanleg van het warmtenetwerk is er geen verschil tussen de scenario's, aangezien zowel het transportnet als distributienet voor beide scenario's exact hetzelfde is.

Afschrijvingskosten van een installatie kunnen het nettoresultaat negatief beïnvloeden, zeker als het verdienpotentieel van het systeem beperkt is. Dit heeft geen invloed op de kasstroom, maar wel op het financiële resultaat (de winstgevendheid).

Financieringskosten spelen bij dit systeem ook een belangrijke rol. De financieringskosten kunnen lager uitpakken dan is aangenomen voor deze studie als de gemeente mogelijk garant staat voor verschillende onzekerheden bij het warmtesysteem, zoals het vollooprisico, en daarmee het risico minimaliseert.

De operationele kosten zijn meegenomen en bestaan met name uit beheer & onderhoudskosten (preventief en correctief onderhoud, monitoring, administratie, verzekeringen, communicatie) en de energiekosten (aardgas, restwarmte en elektriciteitskosten van het gebruik van de warmtepomp en reguliere pompen). Voor de restwarmte is er uitgegaan van een uitkoppelingsinstallatie waarvoor de kosten in de businesscase zijn meegenomen. Het is ook mogelijk dat de bron-exploitant zelf de warmtewisselaars voor de uitkoppeling realiseert en een bedrag per GJ geleverde warmte als vergoeding vraagt.

Toelichting op de opbrengsten

De opbrengsten bestaan voornamelijk uit twee soorten inkomsten:

- Afname van de warmte;
- Subsidies en fiscale stimuleringsregelingen.

De opbrengsten uit de afname van de warmte door de gebruikers is afhankelijk van het aantal aansluitingen (binnen de scope), de energieprijzen(/belastingen) en het energieverbruik per aansluiting. De mate waarin voldoende warmte wordt verkocht is een belangrijke succesfactor. Hoe hoger de warmtevraag, hoe meer inkomsten. Hier worden vooraf aannames over gedaan, die in de praktijk anders kunnen uitpakken. Zo is van tevoren niet geheel zeker hoeveel gebouweigenaren een aansluiting willen hebben (ook wel het vollooprisico genoemd) en hoeveel energie ze in de toekomst zullen afnemen (ook wel het afnamerisico genoemd). Daarnaast is de verwachting dat het vollooprisico zal

dalen met ingang van de nieuwe warmtewet. Voor deze studie zijn we uitgegaan van een vollooppercentage van 80%.

Het risico op een te lage warmtevraag en afnemingszekerheid beoordelen wij, mits de woningen binnen scope meedoen, **als gemiddeld**. Dit komt de verschillende pandeigenaren niet verplicht kunnen worden om aan te sluiten. In de doorrekening is uitgegaan van een volloop van 80%. Alhoewel hier voor deze studie geen rekening mee is gehouden, kan de gemeente hier ook een rol in spelen, met een exploitatiesubsidie. Bij een exploitatiesubsidie neemt de gemeente een deel van het exploitatierisico over. Afgesproken wordt dan dat exploitatietekorten door achterblijvende vraag gedeeltelijk worden bijgepast.

7.1 CAPEX

De investering voor realisatie van het project vormt de CAPEX. Naast de kosten voor realisatie zijn hierin ook de ontwikkelkosten - ook wel DEVEX genoemd - in meegenomen. De CAPEX is verder opgedeeld in de investering voor de warmte-infrastructuur, de warmtebron inclusief uitkoppeling van warmte op een waterlichaam en de investering voor aanpassing van de woningen. De CAPEX is in het financiële model verwerkt tot een uitgave in jaar 0.

Tabel 9 Investering CAPEX

	DEVEX	CAPEX net	CAPEX bron	CAPEX woning
S1 TEA + isolatie	3,1 miljoen	10 miljoen euro	4,8 miljoen	2,5 miljoen
S2 TEA zonder isolatie	2,4 miljoen	10 miljoen euro	4,8 miljoen euro	7,6 miljoen euro
Hybride WP	n.v.t.	n.v.t.	€ 6600 euro/ woning	€ 7300 euro/woning
All-electric	n.v.t.	n.v.t.	€ 15.500 euro/ woning	€ 20.500 euro/ woning

7.2 OPEX

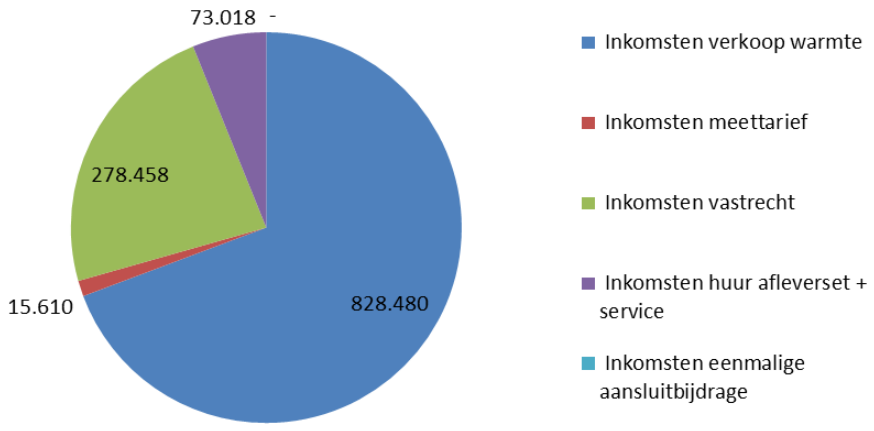
De operationele kosten ofwel OPEX bestaan uit de jaarlijkse kosten om het warmtesysteem te kunnen exploiteren, inclusief aanvullende energiekosten. Naast de bronwarmte is elektrische energie nodig om de warmtepompen en overige elektrische componenten in het systeem te voeden. Verder bestaan de OPEX uit onderhoud, beheer, verzekering en inkoop van gas voor de piekvoorziening.

Tabel 10 Operationele kosten OPEX

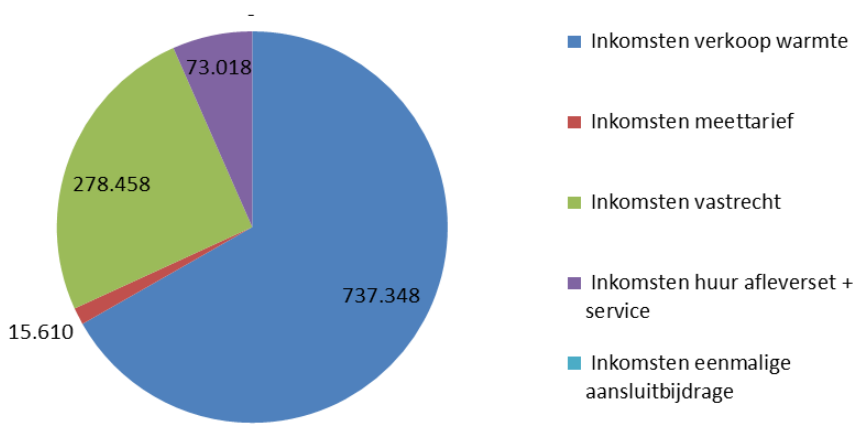
	OPEX per jaar
S1 TEA + isolatie	€ 375.000 / systeem
S2 TEA zonder isolatie	€ 515.000 / systeem
Hybride WP	€ 1075 / woning
All-electric	€ 830 / woning

7.3 Revenu

De laatste hoofdcomponent van de businesscase voor een warmtenet bestaat uit de inkomsten ofwel revenuen van het systeem gezien vanuit de netexploitant. De initiële investering en jaarlijkse kosten dienen terugverdiend te worden door de afnemers van het warmtesysteem. Per aansluiting wordt een vastrecht en variabel tarief betaald. Naast deze jaarlijkse kosten voor de gebruikers kan een bijdrage aansluitkosten meegenomen worden om de businesscase rendabel te krijgen. In de huidige analyse is geen bijdrage aansluitkosten meegenomen. Bij een individuele oplossing (warmtepomp en het hybride systeem) betaald de bewoner leveringskosten en een tarief voor het afnemen van elektriciteit. De businesscase van de energieleverancier en netbheerder voor en gas en elektriciteit zijn in deze studie niet verder gespecificeerd.



Figuur 39 Revenue financiële analyse Campenbuurt zonder isolatie



Figuur 40 Revenue financiële analyse Campenbuurt met isolatie

Uit deze analyse valt op te maken dat door de isolatie de warmteverkoop op basis van alle uitganspunten met circa 100.000 euro per jaar afneemt. Gedurende de gehanteerde looptijd van 30 jaar van het warmtenet heeft de netexploitant circa 3 miljoen minder opbrengsten uit warmteverkoop.

7.4 Cashflow-analyse

De CAPEX, OPEX en Revenu komen samen in een cashflow-analyse. In deze analyse is een jaarlijkse kasstroom gegevens waarbij een rentepercentage wordt meegenomen voor de verdiscontering van de waarde per jaar. In Figure 41 is de cashflow analyse weergegeven. Een looptijd van 30 jaar is aangenomen in de analyse. Een tekort van meer dan 3 miljoen is aanwezig aan het einde van de looptijd, wat betekent dat het systeem onder de gestelde voorwaarden niet rendeert. Aangezien er al gerekend is met bijdrage in de aansluitkosten (BAK) kan dit tekort niet veel verkleind worden door een extra bak te vragen. Wel kan worden gekeken naar de andere financiële parameters (zie ook Hoofdstuk 9).

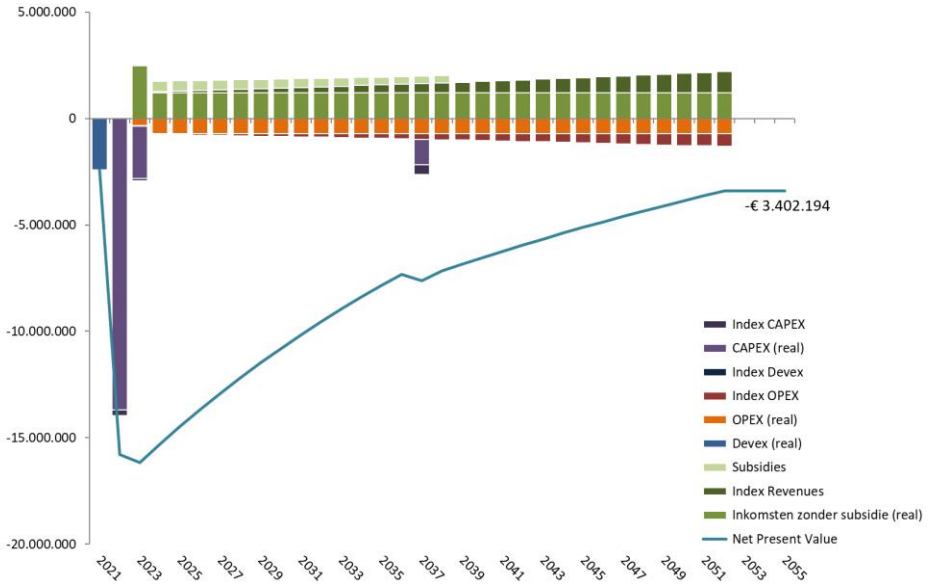
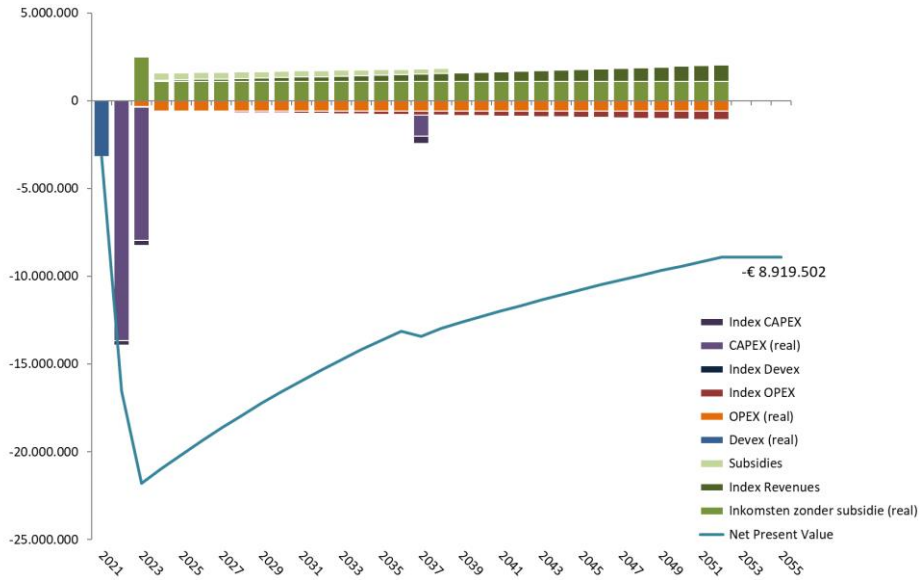


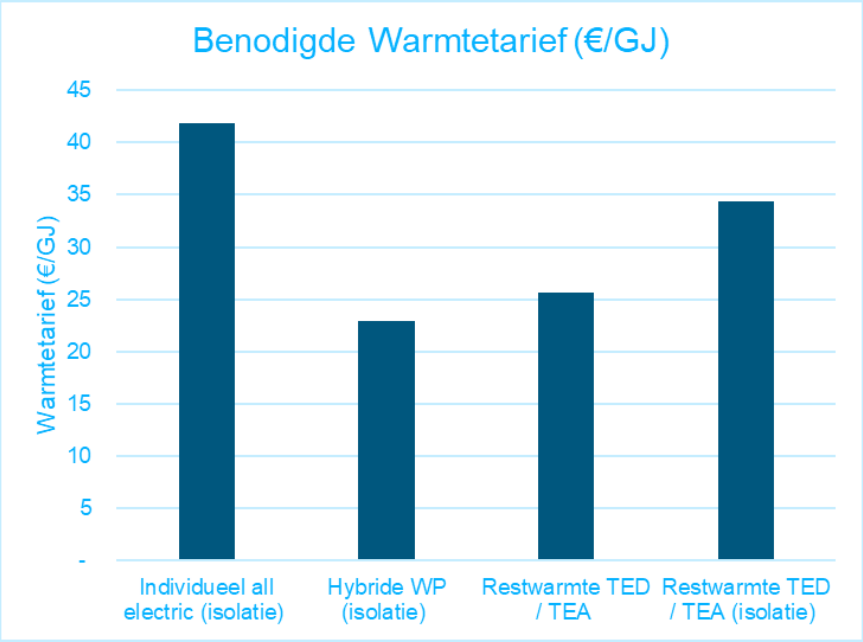
Figure 41 Cashflow analyse Scenario zonder isolatie



Figuur 42 Cashflow analyse Scenario met isolatie

7.5 Levelised Cost of Heat (LCoH)

De Levelised Cost Of Heat (LCOH) bestaat uit de totale kosten voor een energiesysteem gedeeld door de geleverde hoeveelheid energie in GJ. Deze kostprijs geeft een goed beeld van de betaalbaarheid van een energiebron. Thermische energie uit Oppervlakte heeft in Kootstertille een LCOH van €36 /GJ. In Figuur 43 is de verdeling in de levelised cost of heat gegeven in het geval van het warmtenetscenario. Het huidige maximale bedrag voor warmte uit gas bedraagt 25,51 €/GJ incl. BTW. Dit bedrag wordt jaarlijks vastgesteld door de Autoriteit Consument & Markt (ACM). Daarmee is dit systeem een duurder. Wel moet gezegd worden dat dit inclusief de investering in de woning zelf is. **De isolatie is verdisconteerd in de GJ-prijs op basis van een tijdsduur van 30 jaar.**

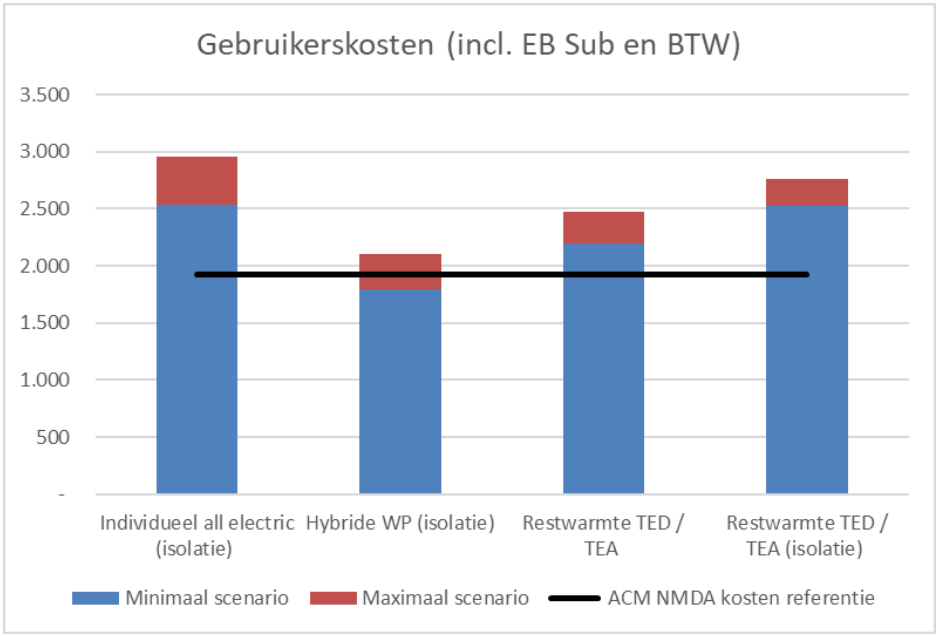


Figuur 43 LCOH per scenario

7.6 Gebruikerskosten

Bij de LCOH per GJ worden de vaste (jaarlijkse) lasten niet meegenomen. Bij de eindgebruiker worden jaarlijks ook het vastrecht, meettarief en de huur van een afleverset in rekening gebracht. Figuur 44 geeft de jaarlijkse gebruikerskosten (ex. 21% btw) weer. De gebruikerskosten zijn gebaseerd op een gemiddelde warmtevraag per huis in de Campenbuurt. Een gemiddelde aansluiting in de Campenbuurt heeft een warmtevraag van 56 GJ per jaar voor isolatie maatregelen Deze is daarom ter referentie genomen. In de praktijk zullen grootverbruikers relatief meer gebruiken en goed geïsoleerde woningen relatief minder. Op basis van de jaarlijkse gebruikerskosten, valt binnen de gevoeligheid (minimaal en maximaal) van deze studie de voorkeur op hybride warmtepompen. Dit komt omdat er minder stroom nodig is voor de warmtepomp. Hier is echter nog wel uitgegaan van een aardgasprijs van 0,70 cent.

Naast deze jaarlijkse gebruikerskosten is er voor de studie gerekend met een eenmalige aansluitbijdrage. De eenmalige aansluitbijdrage – BAK (ex. BTW) en de BTW eenmalige staan op circa 3000 euro, de maximale BAK. Om het tekort van 3 tot 9 miljoen na 30 jaar te reduceren kan er dus niet meer gevraagd worden om een bijdrage aansluitkosten. Daarnaast gaan we ervanuit dat de elke inwoners zelf de benodigde isolatie/schilaanpassingen financiert.



Figuur 44 Gebruikerskosten financiële analyse

7.7 Subsidie

Naast de reguliere opbrengsten in de businesscase kunnen subsidies de financiële haalbaarheid vergroten. Alhoewel hier voor deze studie geen rekening mee is gehouden, kan de gemeente hier ook een rol in spelen via een exploitatiesubsidie. Bij een exploitatiesubsidie neemt de gemeente een deel van het exploitatierisico over. Afgesproken wordt dan dat exploitatietekorten door achterblijvende vraag gedeeltelijk worden bijgepast.

SAH

De BAK, of een deel daarvan, zou mogelijk kunnen worden vergoed uit de stimuleringsregeling aardgasvrije huurwoningen (SAH). Met de SAH kan een subsidie worden verkregen voor de aansluiting van **huurwoningen** op een extern warmtenet. De subsidie is zowel voor aanpassingen in de woningen als voor de aansluitkosten op het warmtenet. Zijn de woningen al aangesloten op een warmtenet, maar wordt nog wel aardgas gebruikt voor warm tapwater en/of om te koken? Ook dan kan de SAH-subsidie worden aangevraagd. De huurwoning gebruikt na de uitvoering in elk geval geen aardgas meer.

De SAH geeft financiële steun voor de volgende kosten die in de woning worden gemaakt:

- Afkoppelen van de aardgasaansluiting, oftewel de afsluitingskosten van de netbeheerder.
- Verwijderen van de gasmeter.
- Vervangen van alle inpandige onderdelen van het ruimteverwarmingssysteem en de voorziening voor aardgasvrij koken en warm tapwater.
- Verrichten van verdere bouwkundige aanpassingen die nodig zijn voor het aardgasvrij maken van de huurwoning.

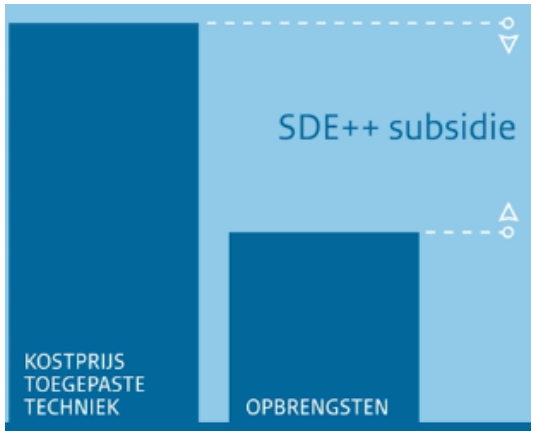
Subsidie voor aansluitkosten

Voor het aansluiten van een huurwoning op een warmtenet brengt de warmteleverancier kosten in rekening. Denk aan de aansluitbijdrage en de projectbijdrage. De hoogte van de kosten is per situatie verschillend. De kosten zijn afhankelijk van de ligging, warmtebronnen en de specifieke kosten voor de benodigde uitbreiding van een distributienet. De SAH geeft financiële steun voor deze kosten.

SDE++

Daarnaast kan een TEA-bron aanspraak maken op SDE++ subsidie (Stimulering Duurzame Energie). De toekenning van de SDE++ subsidie is afhankelijk van de desbetreffende subsidie aanvraag ronde. Per ronde worden verschillende technieken beschikbaar gesteld voor subsidie. De toekenning is afhankelijk van kostenefficiënte CO_2-besparing. Binnen deze studie zijn SDE++ opbrengsten wel meegenomen als inkomsten voor de warmteleverancier.

De SDE++ werkt net als zijn voorgangers als exploitatiesubsidie die via een tenderprocedure al dan niet wordt toegekend. De subsidie dient voorafgaand van de realisatie van een project aangevraagd en toegekend worden. De hoogte van de subsidie hangt af van de categorie waarvoor de subsidie wordt aangevraagd. Figuur 45laat zien dat de SDE++ subsidie de onrendabele top subsidieert.



Figuur 45 Schematische weergave van de SDE++ subsidie. Bron: RVO

De belangrijkste termen en/of subsidie parameters zijn:

1. **Basisbedrag** (ook wel fasebedrag genoemd); de productiekosten van hernieuwbare elektriciteit, hernieuwbare warmte en hernieuwbaar gas
2. **Correctiebedrag**; de marktprijs van hernieuwbare elektriciteit, hernieuwbare warmte of hernieuwbaar gas. Deze bedragen worden bepaald aan de hand van de geobserveerde marktprijzen van gas en elektriciteit in de afgelopen twaalf maanden
3. **Basisprijs**; een basis(energie)prijs, die de ondergrens voor het correctiebedrag vormt.

4. **Subsidie-intensiteit**; de subsidiebehoefte per ton CO_2-reductie.

In de tenderprocedure werd bij de SDE+ per fase gegund op prijs (euro/kWh). Als er genoeg budget was dan kregen alle initiatieven subsidie, maar als er niet genoeg budget was dan eerst de projecten met een lagere subsidie intensiteit (euro/kWh) en daarna op volgorde van binnenkomst. Bij gelijktijdige binnenkomst in het laatste geval loting. In plaats van de laagste prijs (€/kWh) wordt er bij de SDE++ gegund op laagste subsidiebehoefte per ton CO_2-besparing. Mits juist getimed hebben de technieken met de hoogste CO_2-besparing per euro de meeste kans om subsidie te ontvangen. Op basis van de basisprijzen kan daarom geconcludeerd worden welke subsidie aanvragen kansrijker zijn ten opzichte van andere technieken. Aangezien de methode van toewijzen op basis van CO_2-intensiteit nieuw is, kan er niks gezegd worden over absolute kans op toekenning van subsidie.

7.8 Organisatie

Voor de organisatie van de warmteketen zijn vier essentiële rollen te onderscheiden in de warmteketen: de producent, de netwerkbeheerder(s), de leverancier en de afnemer(s). De rollen kunnen door verschillende partijen worden uitgevoerd, maar ook door een of meer partijen die meerdere rollen op zich nemen. De organisatie wordt sterk bepaald door het type project. In Tabel 11 schetsen we de organisatiemodellen en geven kort aan welk model geschikt lijkt.

Tabel 11 Organisatiemodel

Organisatiemodel	Kenmerken	Past bij businesscase?	
Separate producent, transporteur en leverancier (één partij eindverantwoordelijk voor hele keten)	Elk deel van de keten moet afzonderlijk haalbaar zijn en heeft eigen businesscase.	✓ Lijkt tot de mogelijkheden te behoren	
Productie en levering geïntegreerd, separate transporteur (één partij eindverantwoordelijk voor hele keten)	Leverancier heeft ook grip op productie.	✓ Het zou wenselijk kunnen zijn om als overheid monopolie op het net te houden	
Integrale warmteketen	Groot risico voor één partij. Denkbaar bij nieuw aan te leggen systeem.	✓ Er moet één partij opstaan om het grote risico te dragen. Dit moet een bedrijf zijn met warmtelicentie. Of er moet uitzondering gevraagd worden bij de ACM.	

In Tabel 12 volgt staat beknopte lijst met (mogelijke) belanghebbenden die van belang zijn bij een verdere realisatie de plannen. Dit is een indicatie. Het daadwerkelijke model met bijbehorende belanghebbenden zal bij een vervolg samen met de belanghebbenden vormgegeven moeten worden.

Tabel 12 Mogelijke belanghebbenden

Belanghebbende	Kenmerken/taak/rol	Belang bij de businesscase	
Ministeries (EZK/BZK)	Beleid uit Klimaatwet en -Akkoord realiseren	Aan beleid voldoen	
Provincie	Vergunningverleningen, toezichthouder	Toezicht houden, aan beleid voldoen. Grondwater beschermen	
Gemeente	Trekker van het project, eigenaar/beheerder grond	Aan beleid voldoen	
Netbeheerder	Gasaansluiting en netcapaciteit	Zekerheid levering. Inpassen infrastructuur	
Energie-afnemers (gebouweigenaren)	Energie-afnemer (klant)	Comfortabel huis; betaalbare energierekening	
Belangenorganisaties (bijv. natuurorganisaties)	Bescherming specifieke belangen	Belangen behartigen	
Adviseurs	Adviseren op techniek, organisatie etc.	Ondersteunen	

De organisatie van een collectief warmtesysteem levert de nodige risico's op. Zo zijn er langetermijncontracten nodig. Risico hierbij is dat partijen zich niet zo lang willen committeren of zich terugtrekken. Ook kan het uitdagend zijn om productiepartijen en afnemers te committeren aan dezelfde prijzen, indexatie etc. Hierbij moet ook rekening worden gehouden met de wetgeving die de komende jaren zal wijzigen, zoals met de warmtewet 2.0.

De slaagkans van een dergelijk complex project hangt af van de welwillendheid van de deelnemende partijen. Hiermee wordt bedoeld dat er vertrouwen moet zijn tussen de

stakeholders, maar ook dat de juiste enthousiaste personen aan tafel zitten. De gemeente kan in het organisatieproces een faciliterende en sturende rol nemen. Indien er veel partijen betrokken worden, is het ook aan te raden om een procesfacilitator met voldoende kennis en ervaring in te schakelen.

7.9 Duurzaamheid

Figure 46geeft de CO_2-reductie van de beoogde oplossingen weer ten opzichte van een gasgestookte-cv. Hieruit blijkt dat beide scenario's tot een significante CO_2-reductie kan leiden. Bij all-electric wordt de grootste CO_2-reductie behaald. Dit komt omdat we ervanuit gaan dat de gebruikte stroom in de toekomst uit hiernieuwbare bronnen komt. Bij de berekening is er vanuit gegaan dat er geen CO_2 van de restwarmtebron wordt toegekend aan het hergebruik van de restwarmte.

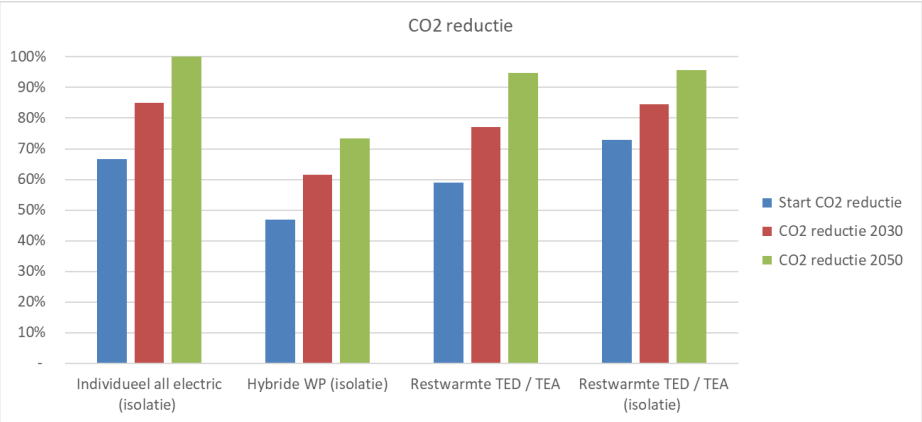


Figure 46 Geschatte CO2 reductie tussen nu en 2050 t.o.v. aardgasketels

Samenvattend:

- Door de verduurzaming van de elektriciteitsmix stijgt de CO_2-reductie richting 2050.
- De hybride warmtepomp, en in minderde mate het warmtenet, komen niet tot 100% CO_2 reductie, door het gebruik van een deel aardgas.
- Voor het warmtenet is dit aandeel klein (~10%), omdat het aangesloten kan worden op een grote transportleiding die zowel als basis- en middenlast kan dienen.
- De hybride warmtepomp blijft voor een deel afhankelijk op aardgas, waardoor de maximale CO_2 reductie op 70% blijft.
- De inzet van groen gas kan de CO_2-reductie tot 100% brengen. Het is echter de verwachting dat dit in de toekomst schaars blijft, waardoor het gericht ingezet moet worden.

Hogere stroomvraag

Er zijn in de businesscase geen kosten voor de verzwaring van het elektriciteitsnet meegenomen. Op basis van de eerste uit de buurtanalyse in in het vorige hoofdstuk een eerste indicatie van deze kosten gegeven.

8 Overzicht: vergelijking van de scenario's

De tabel op de volgende pagina geeft een overzicht van de scenario's.

De scenario's zijn geanalyseerd aan de hand van drie aspecten waaraan het energiesysteem moet voldoen:

- Duurzaam (kwantitatief)
- Betaalbaar (kwantitatief)
- Impact op ruimte en organisatie (kwalitatief)

Er zijn extra aspecten die nog kunnen worden beoordeeld maar deze aspecten vallen nu buiten de quickscan. Voorbeelden:

- Open/ Flexibel
- Beleving van geluid en geur
- Visuele impact op het landschap
- Overlast tijdens de aanleg, etc.

Waar mogelijk zijn kwantificeerbare criteria uit deze studie gekozen. Indien cijfermatige onderbouwing niet mogelijk was, zijn kwalitatieve criteria gebruikt.

Mogelijk vervolg: Op basis van de resultaten kunnen de varianten onderling vergeleken worden. Op basis van de quickscan wordt de haalbaarheid op basis van expert judgement beoordeeld. Een voorkeursscenario op basis van standaardisatie, weging en rangschikking van de verschillende factoren is niet uitgevoerd. Dit betekent dat er niet afgewogen is of scores op duurzaamheid bijvoorbeeld zwaarder of minder zwaar meetellen dan betaalbaarheid. Er ontstaat daarmee geen rangorde van de 'beste' tot de minst geschikte variant. Het is aan de opdrachtgever om de verschillende varianten onderling te vergelijken en op basis daarvan een onderbouwde keuze te maken. Met deze aanpak is geborgd dat de analyse zelf zo objectief mogelijk is uitgevoerd.

De volgende criteria zijn vanuit dit rapport meegenomen:

1. De CO2-uitstoot reductie laat zien hoeveel de scenario's bijdragen aan de reductie van broeikasgasemissies. Dit is gebaseerd op de directe CO2-uitstoot die vrijkomt bij verbranding van fossiele brandstoffen (scope 1 emissies) en de indirecte CO2-uitstoot afkomstig van gebruikte elektriciteit en warmte (scope 2 emissies). Deze berekeningen zijn uitsluitend gebaseerd op het energiegebruik voor de warmtevoorziening en zijn exclusief eventuele lokale duurzame opwek uit zonne-energie. Voor de CO2 berekeningen is de energiemix van 2030 (PBL) als uitgangspunt genomen.

2. Beslaglegging op externe energiebronnen: Naast de CO2-uitstoot is het belangrijk te laten zien hoeveel energie nodig is van buiten de aquathermiebron. Energie afkomstig van buiten het gebied is immers niet beschikbaar voor andere gebruikers. Wanneer bijvoorbeeld duurzame elektriciteit geïmporteerd wordt van buiten, dienen dus elders aanvullende duurzame bronnen bijgebouwd te worden.

3. Ontwikkelkosten (DEVEX, zie hoofdstuk 7)

4. Investeringskosten (CAPEX, zie hoofdstuk 7)

5. De LCOH wordt berekend door de totale kosten (OPEX+CAPEX) over 30 jaar te delen door de totale warmteafname over 30 jaar. Dit zou ook kunnen worden verwoord als 'de warmteprijs die nodig is om het systeem rendabel te krijgen. De kostprijs voor de warmte is een van de parameters waarop de scenario's het beste met elkaar te vergelijken zijn. De ACM stelt aan de hand van 'het niet meer dan anders principe' dat de kostprijs onder de € 21,55 moet liggen.

6. De gebruikerskosten zijn opgesteld om de kosten van de verschillende varianten met elkaar te kunnen vergelijken. In de gebruikerskosten zijn de aanlegkosten (CAPEX) vertaald naar een jaarlijks bedrag. Daarbij worden de jaarlijkse kosten voor energie en onderhoud opgeteld. Dit zijn dus de systeemkosten voor de gehele variant, incl. een winstmarge. We berekenen de gemiddelde jaarlijkse kosten per aansluiting over 30 jaar; dit zijn de kosten die gebruikers daadwerkelijk moeten betalen. Hierin zijn ook subsidies en belastingen, energiebelasting en BTW meegenomen. De bedragen zijn op basis van het huidige prijspeil (2020) en zullen dus jaarlijks geïndexeerd worden.

7. Een energiesysteem kost ruimte. Over het algemeen gaat duurzame energie gepaard met een groter ruimtebeslag. Binnen dit criterium wordt d.m.v. schetsen van het systeem gekeken naar het ruimtebeslag, zowel bovengronds als ondergronds.

8. De realisatie van warmtenetten is organisatorisch complex en vergt over het algemeen meerdere jaren. Dit criterium beoordeelt de mate van organisatorische complexiteit op basis van het geschatte aantal betrokken partijen en de schaal van het warmtenet.

Tabel 13 Overzicht doorgerekende configuraties

Scenario	Kosten: investering			Kosten: jaarlijks	Impact omgeving		Duurzaamheid		
	Pand	Project ontwikkelaar	Netbeheerder	Pand	Pand	Publieke ruimte	CO_2- emissie reductie in 2030	Extra Elektra verbruik	Gas verbruik
Individuele warmtepomp	€€€ €0 – 50.000	0	Zeer hoog, maar 'autonome ontwikkeling stroom vraag neemt ook toe' '	€€ €2500 - 3000	– – – Isolatie, binnen-unit en buiten unit	– Aanpassing stroomnet Buiten-units evt. geluid	90%	Hoog	0
Hybride	€€	0	Zeer hoog, maar 'autonome ontwikkeling stroom vraag neemt ook toe'	€ €1800 - 2100	– – Extra binnen en Buiten unit	– Buiten unit	70%	0	Gas van elders nodig
Warmtenet Aquathermie	€/€€ Aansluitbijdrage gerekend met 3000 euro	€€€ €17 miljoen	Hoog, maar 'autonome ontwikkeling stroom vraag neemt ook toe'	€€€ €2300 – 2700 Boven wettelijk tarief, subsidie nodig	+/- Afleverset (en evt. isolatie)	– – Aanleg warmtenet	95%	Hoog	Klein deel gas (pieklast)
Warmtenet Aquathermie + Isolatie	€/€€ Aansluitbijdrage gerekend met 3000 euro en ca. 7300 euro isolatie	€€€ €18 miljoen	Hoog, maar 'autonome ontwikkeling stroom vraag neemt ook toe'	€€€ €2300 – 2700 Boven wettelijk tarief, subsidie nodig	+/- Afleverset (en evt. isolatie)	– – Aanleg warmtenet	96%	Hoog	Klein deel gas (pieklast)
Warmtenet Restwarmte	€/€€ Aansluitbijdrage gerekend met 3000 euro	€€€ €10 miljoen	Hoog, maar 'autonome ontwikkeling stroom vraag neemt ook toe'	€€€ €2000 – 2600 Boven wettelijk tarief, subsidie nodig	+/- Afleverset (en evt. isolatie)	– – Aanleg warmtenet	95%	Hoog	Klein deel gas (pieklast)

Legenda
- Positief effect / geen technisch bezwaar
- Aandachtspunt
- Belangrijk aandachtpunt of showstopper

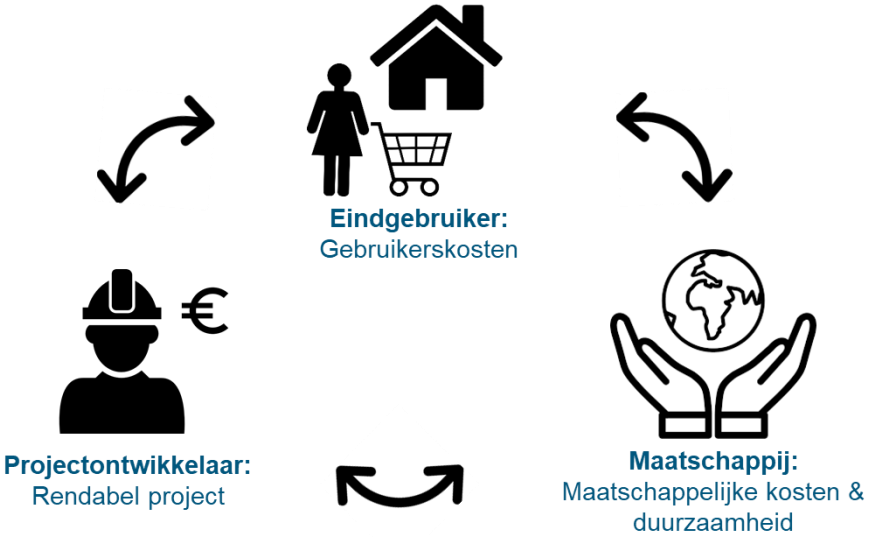
9 Conclusies en aanbevelingen

9.1 Conclusies

In de introductie is de volgende hoofdvraag opgesteld:

"Is het realiseren van een collectief warmtesysteem voor de Campenbuurt, Rensselaer en Beulenkamp kansrijk en heeft verder onderzoek nut, of heeft individuele woning aanpak de voorkeur?"

De conclusies van deze studie worden gegeven aan de hand van drie mogelijke perspectieven. Elk van deze perspectieven kan tot andere conclusies en daarmee argumenten voor of tegen een van de warmtesystemen leiden.



Figuur 47 Schematische weergave drie perspectieven

Een collectief warmtesysteem zoals dat onderzocht is voor de gemeente Nijkerk is energetisch interessant. Er is voldoende warmte beschikbaar in de RWZI om de Campenbuurt te voorzien van een basislast aan warmte. De financieel-economische haalbaarheid is echter beperkt door de hoge investering in deze collectieve warmteoplossing. Hierdoor is de oplossing afhankelijk van een bijdrage aansluitkosten (BAK)) of andere subsidie/bijdrage in de investering. Wanneer de in deze Quickscan gestelde uitgangspunten gehanteerd blijven worden, zal een tekort van ruim € 3 tot 9 miljoen na 30 jaar ontstaan.

9.2 Perspectief rendabel project

Uit de technisch/economische doorrekening kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Onder de huidige marktomstandigheden kan er geen economisch rendabel warmtenet in Nijkerk gerealiseerd worden, vanuit de (niet bestaande) RWZI noch de restwarmte van het bedrijventerrein. Hiervoor zou een aanvullende subsidie nodig zijn.
- Om tot een rendabel en realistisch project te komen is naar schatting € 3 tot 9 miljoen aan aanvullende middelen nodig, let wel we gaan er dan vanuit dan inwoners de maximale BAK en isolatie zelf betalen.
- Bij deze kosteninschatting wordt dan aangenomen dat de inwoners de isolatiemaatregelen voor eigen rekening nemen. Vanuit de business case voor het warmtenet is aanvullende isolatie van de woningen ook niet nodig, zolang de temperatuur van het warmtenet hoog genoeg is. Minder woningisolatie verbeterd zelfs de business case. Vanuit duurzaamheidsoogpunt is isolatie wel wenselijk.

Om de businesscase rendabeler te maken kan er worden gedacht aan:

De business case kan neutraal (NCW = 0) worden door bijvoorbeeld:

- Een lager rendement op kapitaal te accepteren, door genoegen te nemen met een WACC van <4 % (nu 4,5%)
- € 26 ex btw / GJ warmtetarief te hanteren (dit is net boven het wettelijk vastgestelde ACM tarief van ca. € 21 en dus juridisch niet mogelijk)

- Een combinatie van bovenstaande

9.3 Perspectief eindgebruiker of inwoner

Uit de technisch/economische doorrekening kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Het warmtenet lijkt tot lagere (hypothetische) eindgebruikerskosten te leiden dan individuele warmtepompen (all electric).
    - Een berekening all electric met eigen zonnepanelen per woning is niet uitgevoerd. Dit zou de conclusie kunnen doen kantelen.
- Hybride warmtepompen geven de laagste eindgebruikerskosten van de drie warmteoplossingen, maar zijn niet volledig duurzaam, deze gebruiken nog (aard)gas.
- Dus hoewel het warmtenet scenario (gemiddeld gezien) waarschijnlijk aantrekkelijker (of eigenlijk minder onaantrekkelijk) is voor de inwoners dan individueel in te zetten op all electric warmtepompen, zal het zonder aanvullende subsidie (i.r.t. NMDA) niet gerealiseerd kunnen worden.
- De inwoners zullen dan uiteindelijk ‘gedwongen’ zijn tot de minst aantrekkelijke oplossing (all electric), **mits hybride warmtepompen met groen gas geen eindoplossing kunnen zijn.**

9.4 Perspectief Maatschappij

Uit de technisch/economische doorrekening kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Mits er in de toekomst voldoende warmte bij de RWZI beschikbaar blijvt spreekt dit voor een warmtenet, zowel vanuit maatschappelijke kosten, gebruikerskosten en duurzaamheid. Vanwege het huidige NDMA-principe, is dit echter alleen mogelijk met aan aanvullende subsidie uit algemene middelen.
- Indien er ooit sprake zal zijn van een verdelingsvraagstuk voor beperkt beschikbaar groen gas in de gemeente Nijkerk, dan spreekt dit voor de inzet op een warmtenet waar mogelijk.
- De kosten van netverzaring en eventueel vervangen van het gasnet **niet meegenomen.**
- Het maatschappelijk voordeel voor het voorkomen van netverzwaring spreekt ook voor het warmtenet (dit is echter niet gekwantificeerd), hoewel de verwachting is dat dit voordeel grotendeels tenniet gedaan wordt doro elektrisch rijden en andere elektrificatie.
- Toekomstige (lage) stroomprijzen kunnen de conclusies doen kantelen. Ook de aanname ‘stroom vanuit eigen zonnepanelen’ kan de conclusies doen kantelen.
- De inzet van groene stroom en groen gas kan de CO_2 reductie bij alle scenario’s tot 100% brengen. Het is echter de verwachting dat dit in de toekomst schaars blijft, waardoor het gericht ingezet moet worden. Indien er bij het hybride scenario wordt gerekend met aardgas is de verwachtte CO_2 reductie circa 70%.

9.5 Algemene opmerkingen en aandachtspunten

Deze Quickscan geeft een eerste indicatie van de haalbaarheid van een collectief warmtenet op basis van een thermische energie uit oppervlaktewater warmte. Veel van de in deze Quickscan genoemde onzekerheden en risico’s zijn in het algemeen van toepassing op het implementeren van nieuwe collectieve warmtesystemen. Conclusies worden daarom uitgedrukt in termen als “relatief laag”, “kansrijk”, “haalbaar’, ’uitdagend’ etc. Door gebruik te maken van lokale kennis, expert-kennis en andere specifieke lokale informatie is deze Quickscan echter wel een significante verdiepingsslag op de al bestaande algemene rekenmodellen. In dit vroegtijdige stadium geldt echter voor de berekeningen wel een grote onzekerheid. Van een aantal aannames die in deze Quickscan zijn gedaan, is bekend dat ze significante impact kunnen hebben op de business case. Op verkeerde aannames kan worden gemitigeerd door nader onderzoek te doen en vervolgstappen te nemen. Een paar concrete aandachtspunten zijn:

- Elk scenario vergt een bepaalde organisatie. Mede daarom is een belangrijk aandachtspunt hierbij wie de investeringen gaat doen. Moet de investering grotendeels van de woningeigenaren en corporaties komen, van een warmteleverancier of van een externe partij?
- Kan, wil en mag (aanvraag ACM) de gemeente zelf een collectieve warmteoptie realiseren? Dit kan voordeel opleveren voor de businesscase omdat er geen of lagere winst voor een exploitant hoeft te worden gerekend.
- Hoe staan de afnemers in de gemeente tegenover een warmteleverancier? Wat is de bereidheid van overige relevante stakeholders als gemeente, waterschap en betrokken bedrijven? Een enthousiaste groep stakeholders voor een scenario kan de haalbaarheid positief beïnvloeden, maar ook zeer negatief als er geen breed draagvlak lijkt te bestaan.
- De kosten voor kapitaal zijn van grote invloed. In deze studie is gerekend met 3% rente voor collectieve scenario's en debt/equity 60%. Voor de individuele aanpassing zal een andere verhouding logischer zijn (2% rente en debt/equity 100%). Mogelijk kan gemeente en/of een investeringsfonds leningen tegen lagere kosten verstrekken.
    - De gemeente zou met financiering kunnen sturen. Zo kan de gemeente een rentevrije lening verstrekken voor aanschaf van een individuele warmtepomp of het onrendabele deel van de businesscase van een collectieve oplossing financieren. Hiervoor kan de gemeente ook een PAW-subsidie aanvraag doen bij het Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (BZK).
- Het landelijk beleid heeft ook invloed op de business case. Zo wordt een centrale warmtepomp momenteel goedkoper 'gemaakt' door SDE-subsidie. Met individuele oplossingen betaal je hogere energiebelasting vanwege het staffelsysteem voor elektriciteitsbelasting.
- Misschien is er voor de duurzame warmte-oplossing een zekere mate van netverzwaring nodig, mocht het huidige elektriciteitsnet een hogere vraag niet aan kunnen. Dit moet verder onderzocht worden. De kosten voor deze mogelijke netverzwaring zijn nu geschat.

9.6 Mogelijke vervolgstappen

Bij het vervolg kan worden aangesloten op het stappenplan van het STOWA uit de handreiking aquthermie, met daarin drie voorbereidingsfases. In de praktijk zullen de stappen vaak (in tegenstelling tot de redelijk lineaire voorstelling van het proces) iteratief verlopen en kunnen de beschreven stappen met name als richtlijn dienen. Deze studie focusses op het technisch-economische deel van fase 1.

Na afloop van iedere fase wordt besloten:

- of de projectpartners het project doorzetten naar de volgende fase (go/no go beslissing);
- welke partijen als projectpartner bij het project betrokken blijven, of nieuwe partijen worden betrokken en wie wat bijdraagt en onder welke voorwaarden wordt samengewerkt;

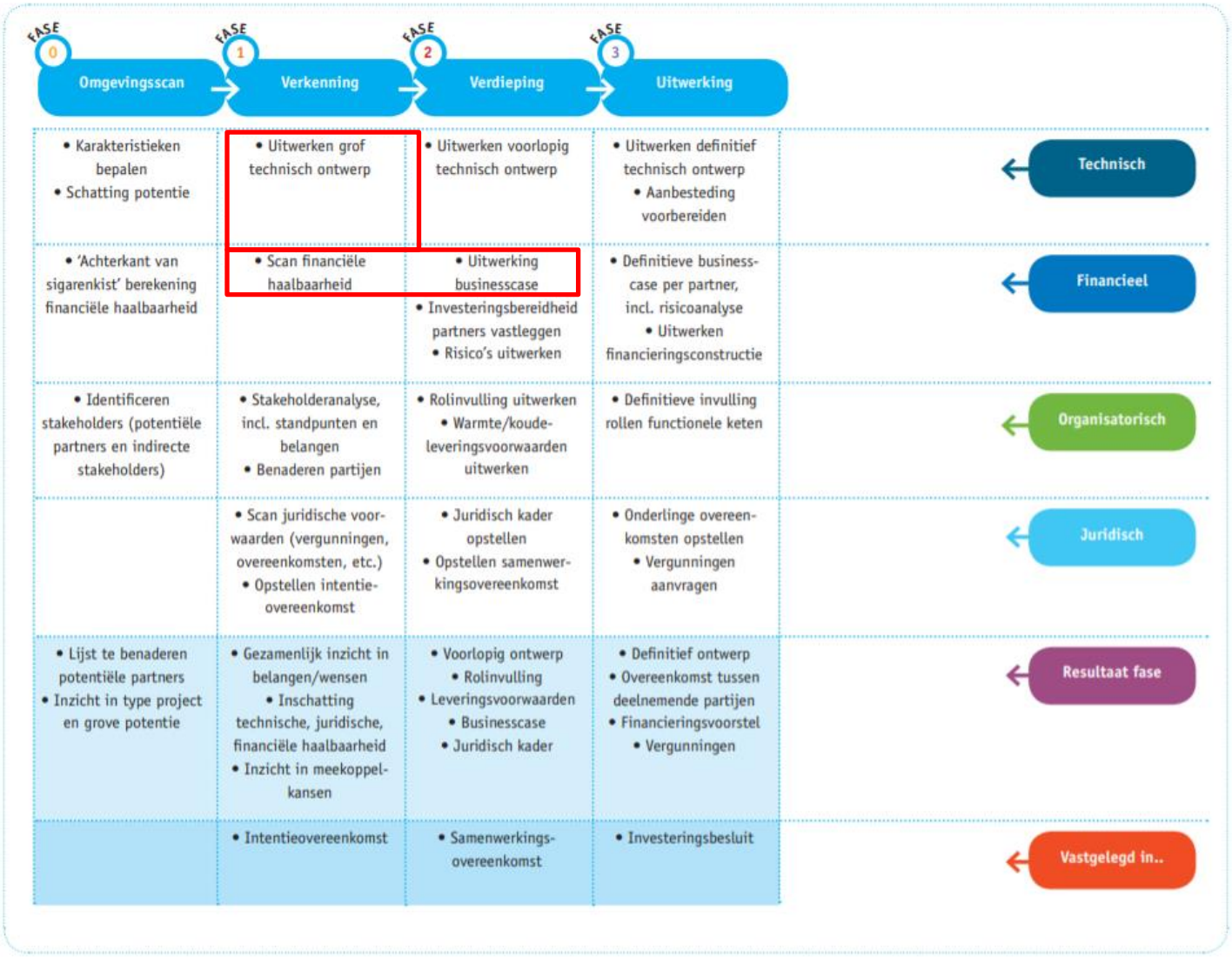
Deze besluiten of afspraken tussen de betrokken partijen worden geformuleerd in een overeenkomst. In de eerste fase is deze overeenkomst nog heel globaal. Met de uitwerking uit de fases, wordt ook de overeenkomst concreter en gedetailleerder. Na de derde fase tekenen de partijen een realisatieovereenkomst, waarin onderlinge afspraken, verdeling van financiële middelen en risico's staan vastgelegd.

In elke fase komen steeds drie sporen terug:

Technisch-economisch: Deze Quickscan kan waar nodig worden aangevuld en verdiept. In het geval wordt overgegaan tot realisatie van een warmtesysteem, zal er telkens zowel een technische als een economische verdiepingsslag moeten plaatsvinden.

Organisatorisch: Het is van belang na te gaan wie (intern en extern) mee kunnen en zouden moeten praten over het toekomstige warmtesysteem. Ook moet de rolverdeling tussen gemeente, andere (semi-)overheden, betrokken bedrijven en inwoners verduidelijkt worden. Hiervoor kan een plan van aanpak worden opgesteld. Ook een tijdige voorbereiding vanuit het college is wenselijk, zodat ze tijdig een besluit kan nemen over rolneming in collectieve warmtesystemen. In dit plan zou ook een voorstel kunnen worden opgenomen over het meenemen/betrekken van de gemeenteraad en andere bestuurders van (semi-)overheden als het waterbedrijf, Provincie en het waterschap.

Sociaal-maatschappelijk: Voor het vervolgtraject is het aan te raden om communicatie- en participatieplan op te stellen. Hierin moet duidelijk worden waarom er met bepaalde wijken (eerder wordt gestart dan in andere wijken (transitievisie). Samen met stakeholders wordt daarin bepaald hoe en op welk moment inwoners kunnen en willen participeren: co-creatie, actief input geven of vooral meeluisteren.



Figuur 48 Stappenplan aquathermie STOWA uit de handreiking aquathermie, rood omcirkeld het bereik van deze studie

Bijlage 1: Voorwaarden en aannames Quickscan

Voorwaarden en aannames Quickscan

Deze Quickscan is gebaseerd op desk-research en informatie die is aangeleverd door de gemeente Harderwijk. Het betreft een momentopname en heeft een beperkt detailniveau. Deze bijlage omschrijft de belangrijkste uitgangspunten van deze studie, die de resultaten significant kunnen beïnvloeden. Dit geeft een beeld van de belangrijkste parameters, die in een vervolg gedetailleerder uitgewerkt kunnen worden.

Naast het verder verdiepen van het beoogde systeem, is het ook aan te raden om de haalbaarheid van andere alternatieven (warmteoplossingen) te onderzoeken en te vergelijken met het beoogde systeem. Het steeds gedetailleerder uitwerken van enkele strategieën is in lijn met de handreiking lokale analyse van het expertise centrum warmte (ECW). Ook de rekenmethodes zijn overeenkomstig met de templates van het ECW, maar gedetailleerder en specifieker uitgevoerd. Er zijn veel kengetallen en datasets gemoeid met de technisch-economische analyse in de Quickscan. We verdelen deze data in drie categorieën op basis van de impact op de resultaten van de analyse en de mate waarin de generieke data past bij de lokale situatie (zie Figuur 8). Enkele concrete getallen staan in bijlage 3.

- Te verrijken data (zie linksboven): data die grote impact hebben op de resultaten én waar op landelijk niveau weinig informatie over beschikbaar is.
- Optioneel te verrijken data (zie linksonder): data die of een kleine impact hebben op de resultaten van de analyse, of al van redelijke kwaliteit zijn, kunnen worden verrijkt. Maar dit heeft geen prioriteit. Als er reden is om aan te nemen dat de lokale situatie sterk afwijkt van het gebruikte uitgangspunt, kan verrijken van dit datatype een verbetering van de resultaten opleveren.
- Landelijk gevalideerde data (zie rechtsboven): data die zijn afgestemd met verschillende stakeholders en geen verrijking behoeven.
- Rekenregels (zie rechtsonder): er zijn enkele rekenregels en definities vastgesteld waar bij analyses rekening mee gehouden moet worden.

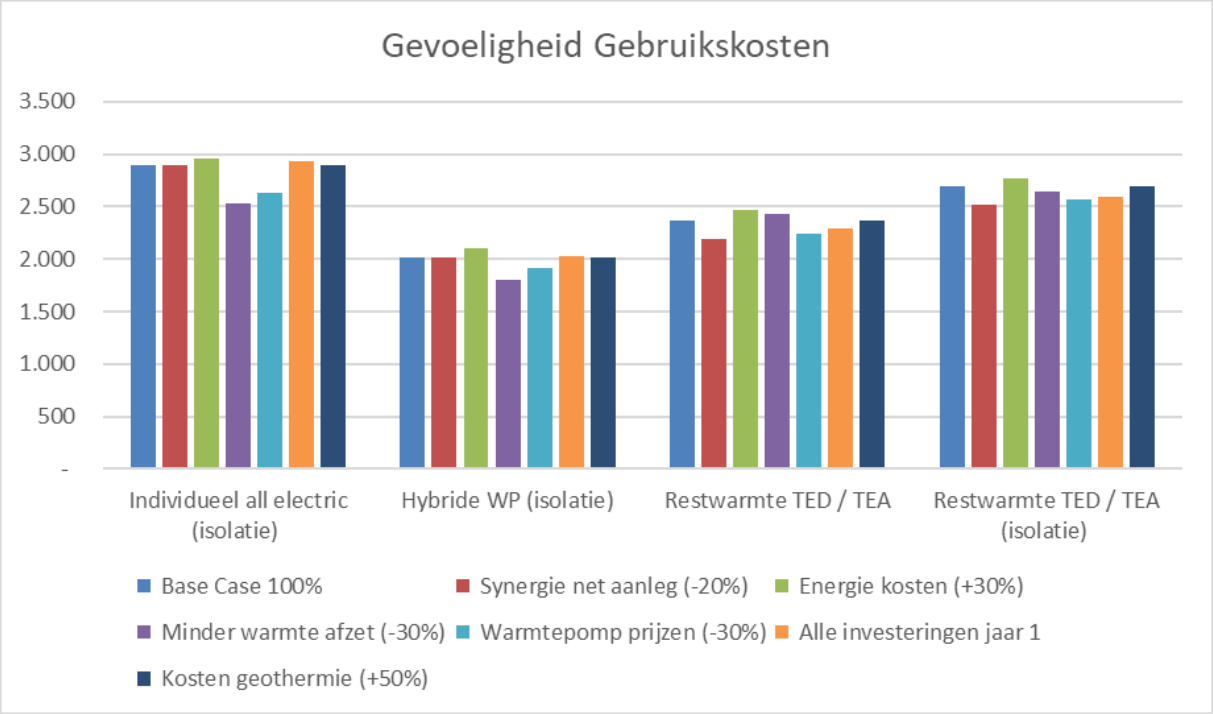
	Specifiek voor de lokale situatie	Generieke data en aannames
Grote impact analyse	**Warmtebronnen** ▪ Uitgangspunt in studie: desk studie (RHDHV) voor warmtepotentie. ▪ Advies voor verrijking: metingen op locatie. **Investering infrastructuur** ▪ Uitgangspunt in studie: Schets van leidingnet voor bepalen aantal meters (transportnet, distributienet en aansluitnet), kosten op basis van kentallen. ▪ Advies voor verrijking: daadwerkelijke dimensionering bepalen op basis van fysieke eigenschappen ruimte (incl. obstakels, omleidingen) + fasering van aanleg.	**Investeringskosten woningen** ▪ Uitgangspunt in studie: Kosten-kentallen van PBL, verwachte schillabelsprongen van VESTA. **Warmtevraag** ▪ Uitgangspunt in studie: RHDHV model (op basis van bouwjaar, oppervlakte, energielabel, functie) + controle daadwerkelijk energieverbruik volgens CBS 2018. **Kosten en opbrengsten** ▪ Uitgangspunt in studie: Er wordt in dit project gebruik gemaakt van SDE ++ subsidie. Kosten-kentallen bronnen van VESTA, SDE++. ▪ Advies voor verrijking: Kosten calculeren o.b.v. voorlopig ontwerp en preciezere dimensionering infrastructuur. **Vollooprisico / deelname aan collectieve oplossing** ▪ Uitgangspunt in studie: 80% deelname. ▪ Advies voor verrijking: invullen a.d.h.v. draagvlak onderzoek
Kleine impact analyse	**Momentopname gebouwde omgeving** ▪ Uitgangspunt in studie: warmtevraag is gecorrigeerd voor leegstand, sloop- en nieuwbouwplannen (van woningen en/of utiliteit).	**Rekenregels en algemene aannames/uitgangspunten:** ▪ Energieprijzen uit 2019 ▪ Energiebelastingen uit 2019 ▪ Rentevoet van 2% ▪ Warmteverliezen (23%) ▪ O&M kosten (percentage van OPEX)

Bijlage 2: Gevoeligheidsanalyse

Gevoeligheidsanalyse

De businesscase omvat nog veel onzekerheden. Om de invloed van (een deel) van de onzekerheden op de businesscase te bepalen doen we een gevoeligheidsanalyse. In deze gevoeligheidsanalyse zijn standaard opgenomen:

- Synergie in de aanleg van het net (20% goedkoper). Bijvoorbeeld omdat het net tegelijkertijd met andere werkzaamheden kan worden gelegd of omdat de kosten meevallen.
- Hogere energiekosten (30% hoger). Bijvoorbeeld door fluctuatie in stroom- en gasprijzen.
- Minder warmte afzet (30% lager). Bijvoorbeeld door lagere volloop of betere isolatie van gebouwen. Hieraan valt ook af te leiden wat een eventueel hogere warmtevraag doet.
- Goedkopere warmtepompen (30% lager). Bijvoorbeeld door innovatie.



Figuur 49 Gevoeligheidsanalyse gebruikerskosten

Bijlage 3: Kentallen

Kentallen financiele analyse warmtesysteem

Onderdeel	Beschrijving	Investering	Schalingsfactor	Referentievermogen	Herinvestering	Kosten verwijdering
Bronnen HT		**EUR/MW**	**X**	MW	**EUR/MW**	**EUR/MW**
	Warmtepomp	€ 900.000	1,00	0,5	€ 300.000	€ 0
Opslag		**EUR/#**	**X**	#	**EUR/#**	**EUR/#**
	Open WKO-bronnen	€ 300.000	1,00	0,82	€ 0	€ 0
Bronnen LT/Regeneratie		**EUR/MW**	**X**	MW	**EUR/MW**	**EUR/MW**
	Aquathermie	€ 214.286	1,00	0,82	€ 0	€ 0
Warmtenet						
	Transportnet					
	Distributienet					
	Aansluitleidingen					
Onderhoud & Beheer						
	OPEX vaste kosten	2%	% van CAPEX			
	Verzekeringen	0%	% van CAPEX			
	Beheerkosten	7%	% van Revenue			
	Communicatie	2%	% van Revenue			
Energie Inkoop						
	Inkoopprijs elektra	€ 0,05	EUR/kWh			
	Inkoopprijs gas	€ 0,25	EUR/m3			
SDE						
		Basisbedrag	Correctiebedrag	Maximale vollasturen	Aantal subsidie jaren	
	TEO	€ 0,035	€ 3.500	2.600	15	