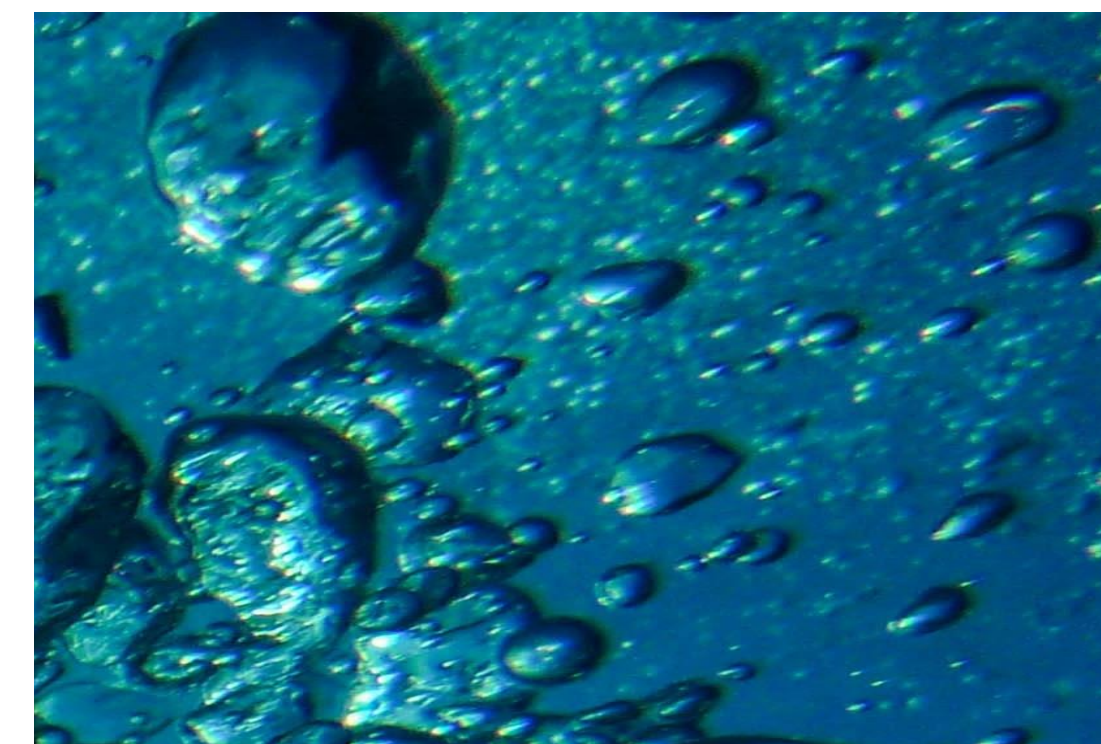
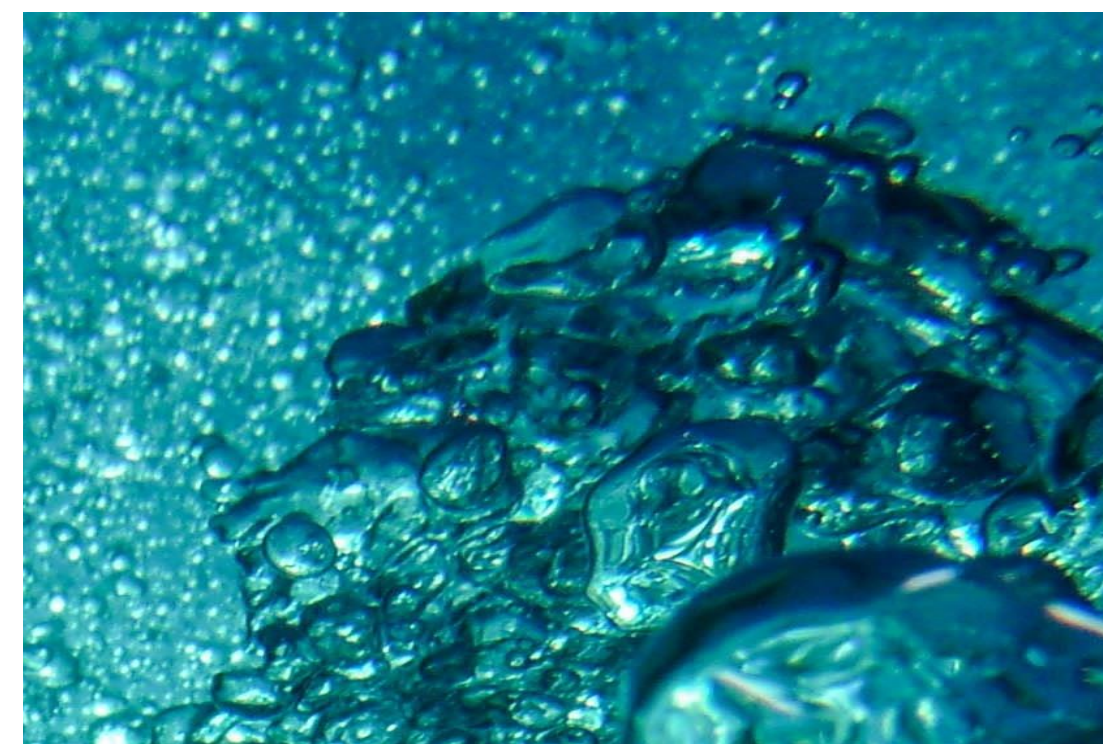
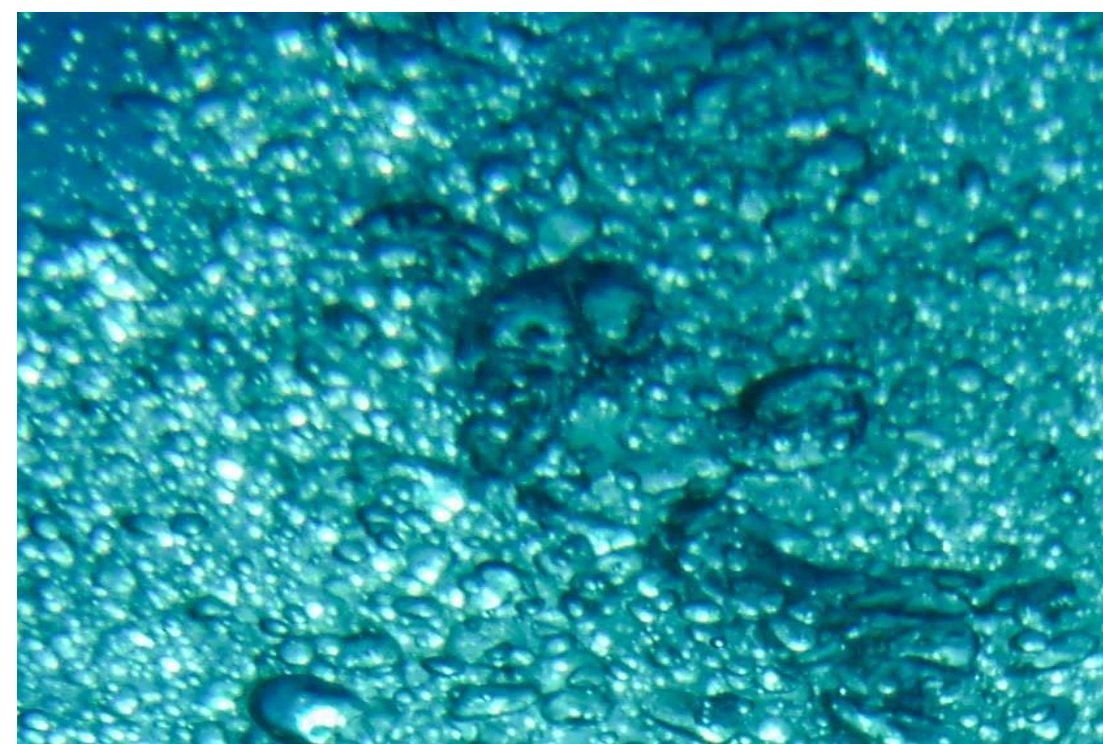
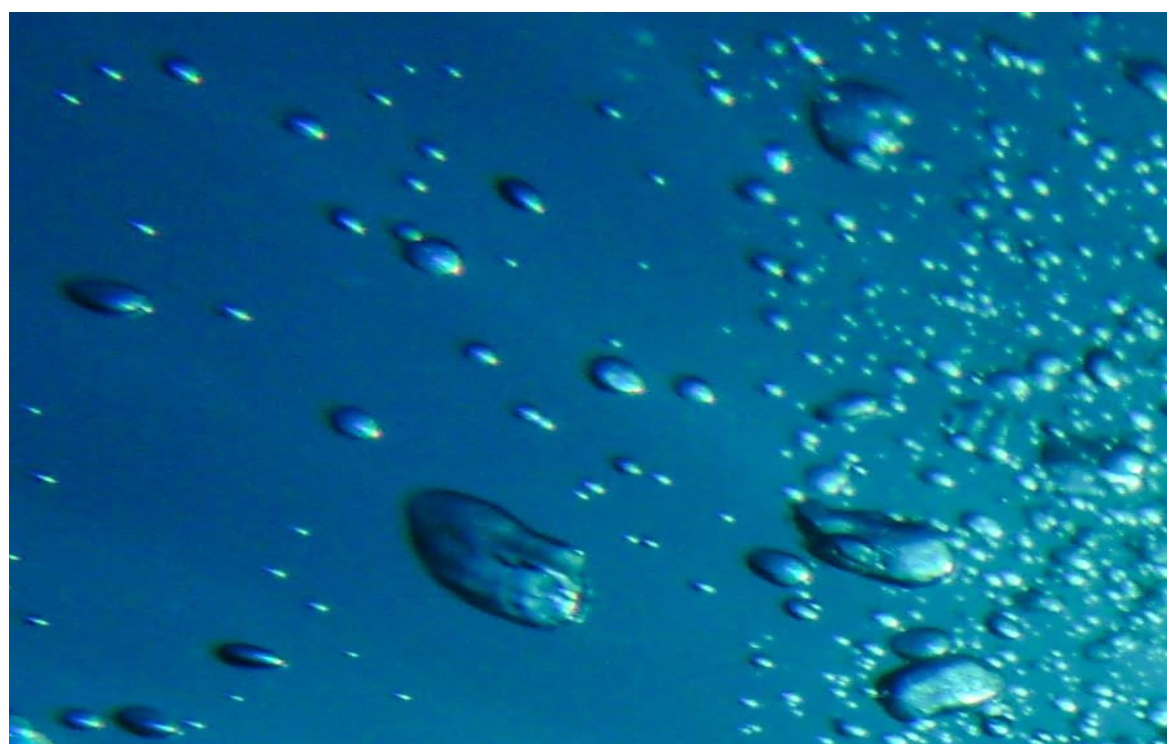
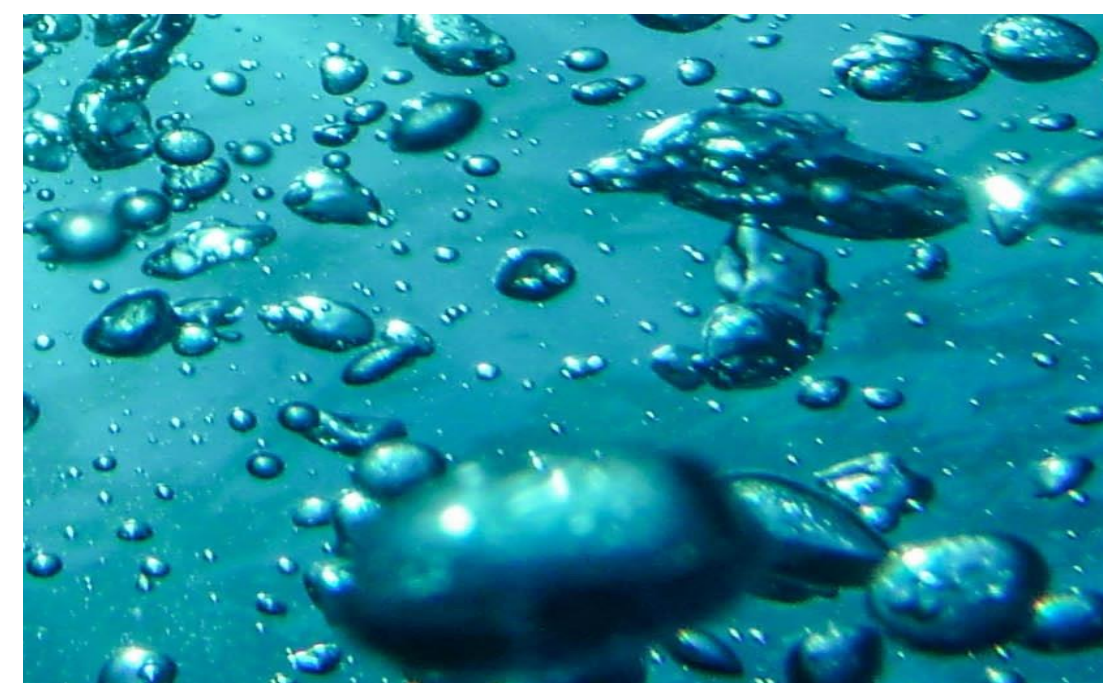
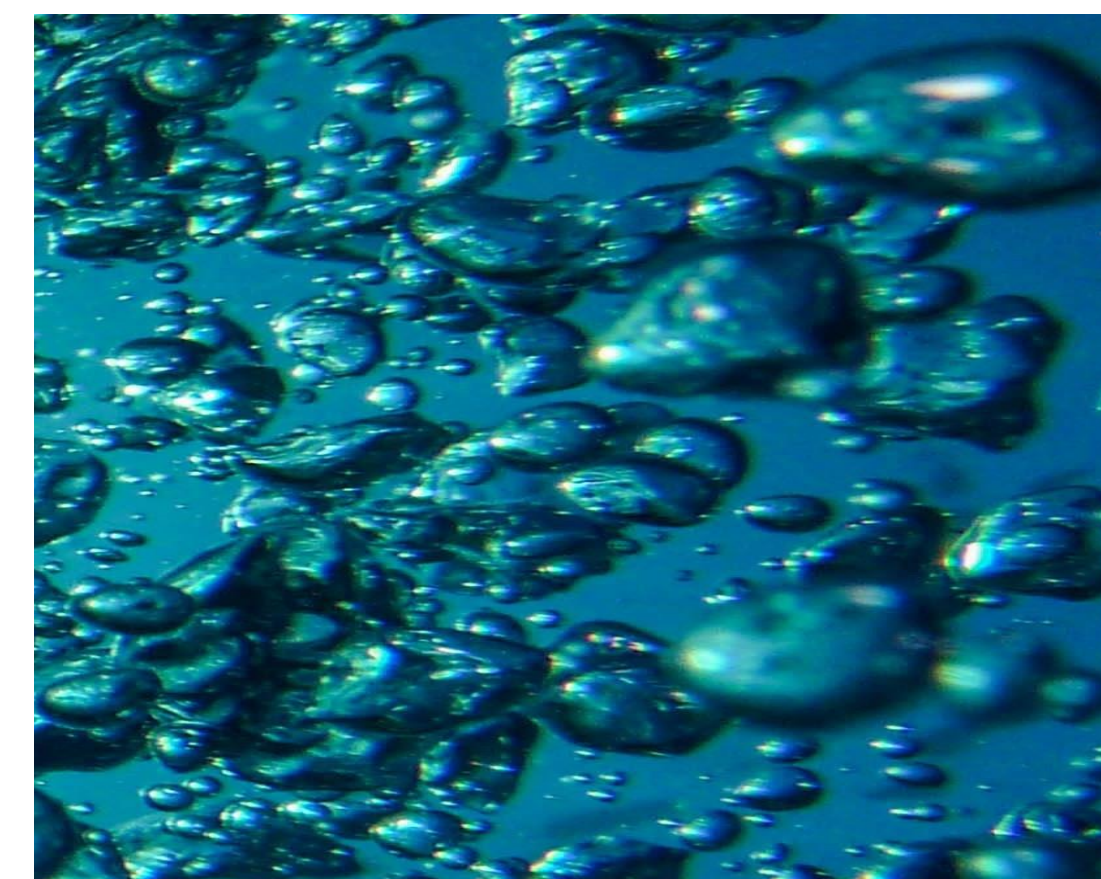
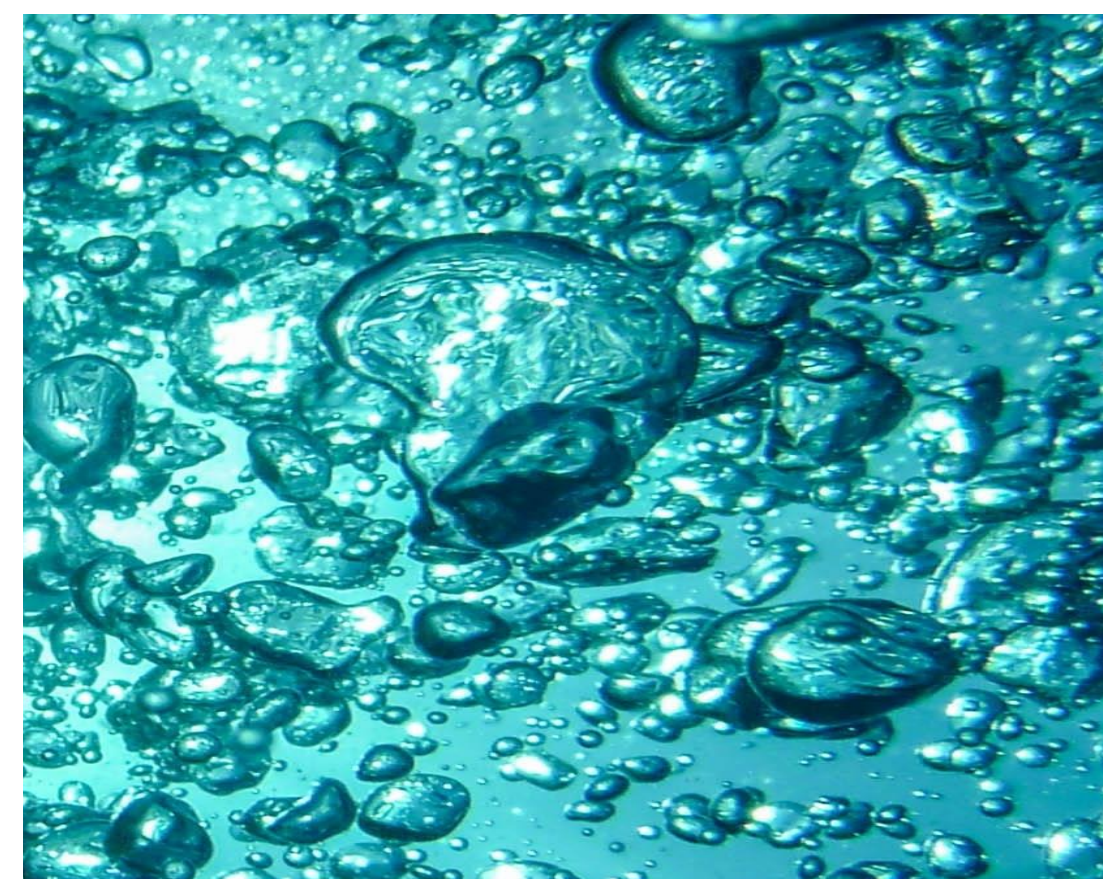




Verkenning warmtesysteem de Buitenpepers- Concept

Van transitievisie naar écht aardgasvrij

Maart 2023



Verkenning warmtesysteem de Buitenpepers 's-Hertogenbosch

In opdracht van de Gemeente 's-Hertogenbosch

Projectnummer: BI8831

Datum: 3-3-2023

Status: **Definitief**

Royal HaskoningDHV

Laan 1914 no 35

3818 EX, Amersfoort

Nederland

KVK nummer: 56515154

T: +31 88 348 7000

E: info@rhdhv.com

W: www.royalhaskoningdhv.com

Disclaimer

No part of these specifications/printed matter may be reproduced and/or published by print, photocopy, microfilm or by any other means, without the prior written permission of HaskoningDHV Nederland B.V.; nor may they be used, without such permission, for any purposes other than that for which they were produced.

HaskoningDHV Nederland B.V. accepts no responsibility or liability for these specifications/printed matter to any party other than the persons by whom it was commissioned and as concluded under that Appointment. The integrated QHSE management system of HaskoningDHV Nederland B.V. has been certified in accordance with ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 and OHSAS 18001:2007.

Inhoudsopgave

Inleiding	Pag. 4
1. Onderzoeksgebied	Pag. 6
2. Warmte- en koudevraag	Pag. 9
3. Warmtebronverkenning	Pag. 14
4. Toelichting collectieve warmtesystemen	Pag. 17
5. Economische analyse warmtesystemen	Pag. 26
6. Duurzaamheid	Pag. 41
7. Ontwikkeling & Exploitatie	Pag. 44
8. Resultaten & Aanbevelingen	Pag. 50
9. Bijlage 1: Verkenning warmtebronnen	Pag. 56
10. Bijlage 2: Definities warmte-eenheden	Pag. 57
11. Bijlage 3: Energiebesparingsmaatregelen	Pag. 58

Een verkenning naar energieconcepten

Voor de buurt De Buitenpepers bestaat interesse en enthousiasme voor een collectief duurzaam warmtesysteem. De buurt was van 2019 tot eind 2021 al een 'proefbuurt aardgasvrij'. De Woningcorporatie Mooiland en de Bewonersgroep Energietransitie De Buitenpepers hebben elkaar gevonden en zijn beiden enthousiast. In geval van kansrijke mogelijkheden voor een collectief duurzaam warmtesysteem willen deze partijen samen optrekken.

In de Transitievisie Warmte 1.0 's-Hertogenbosch is de buurt als onderzoeksbuurt genoemd onder Spoor 2. Dit spoor volgt een 'gebiedsgerichte aanpak', waarbij een collectieve aanpak centraal staat en de gemeente de regie neemt. Dit onderzoek draagt bij in de verkenning of een collectief systeem voor dit gebied haalbaar en betaalbaar is.

Er was voor dit gebied nog niet eerder onderzoek gedaan naar mogelijke warmtebronnen en de potentie van een collectief systeem. Hierdoor lagen alle mogelijkheden nog op tafel. Op basis techniek en potentie zijn er 4 voorkeursvarianten in meer detail uitgewerkt en is er een businesscase opgesteld.

Toelichting – Plan van Aanpak

Om te komen tot de verschillende energieconcepten voor de Buitenpepers is gebruik gemaakt van een plan van aanpak bestaande uit 8 stappen verdeeld over 3 fasen. Door het doorlopen van dit plan kan antwoord gegeven worden op de hoofdvraag:

“Wat zijn de meest kansrijke collectieve warmte-oplossingen en bijbehorende randvoorwaarden om ontwikkeling en realisatie mogelijk te maken voor De Buitenpepers?”

Om de mate van kansrijkheid te kunnen bepalen zijn de volgende deelvragen gesteld:

Hoe ziet de huidige en toekomstige warmte (en koude) vraag er voor het gebied uit? (Stap 1 en 2)

Welke bronnen voor een collectieve warmte (en koude) oplossingen zijn in de directe omgeving kansrijk? (Stap 3)

Wat is de impact van de meest kansrijke oplossing t.a.v. de ruimtelijke inpasbaarheid (in water, boven-/ondergronds, in de woning)? (Stap 3)

Welke collectieve warmte (en koude) oplossingen zijn kansrijk en hoe wordt de meest kansrijke oplossing bepaald en gekozen? (Stap 4)

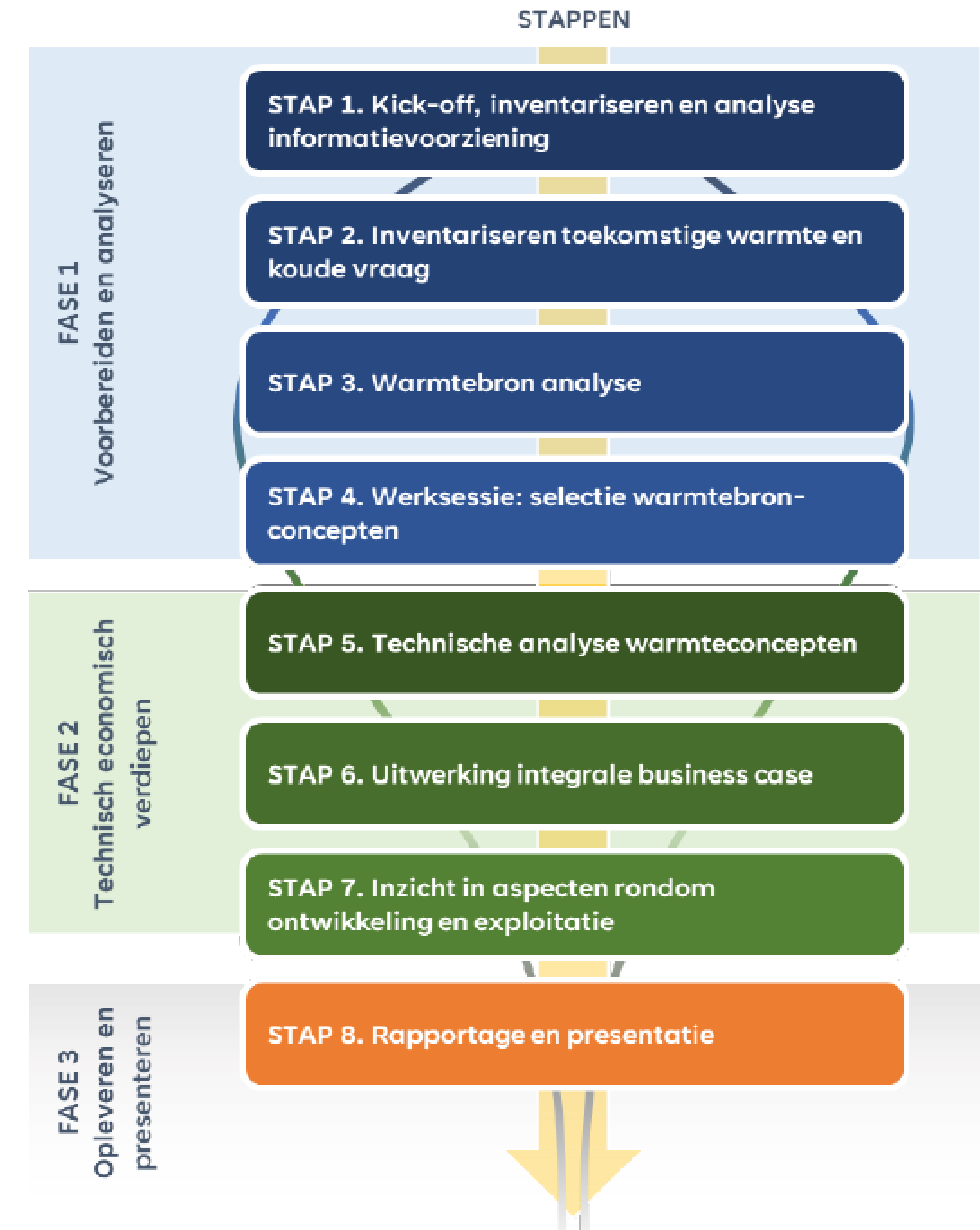
Hoe ziet een schetsontwerp van de gekozen collectieve oplossingen eruit? (Stap 5)

Welke scenario's zijn denkbaar wanneer andere (omliggende) buurten worden aangesloten op de meest kansrijke oplossing? (Stap 5)

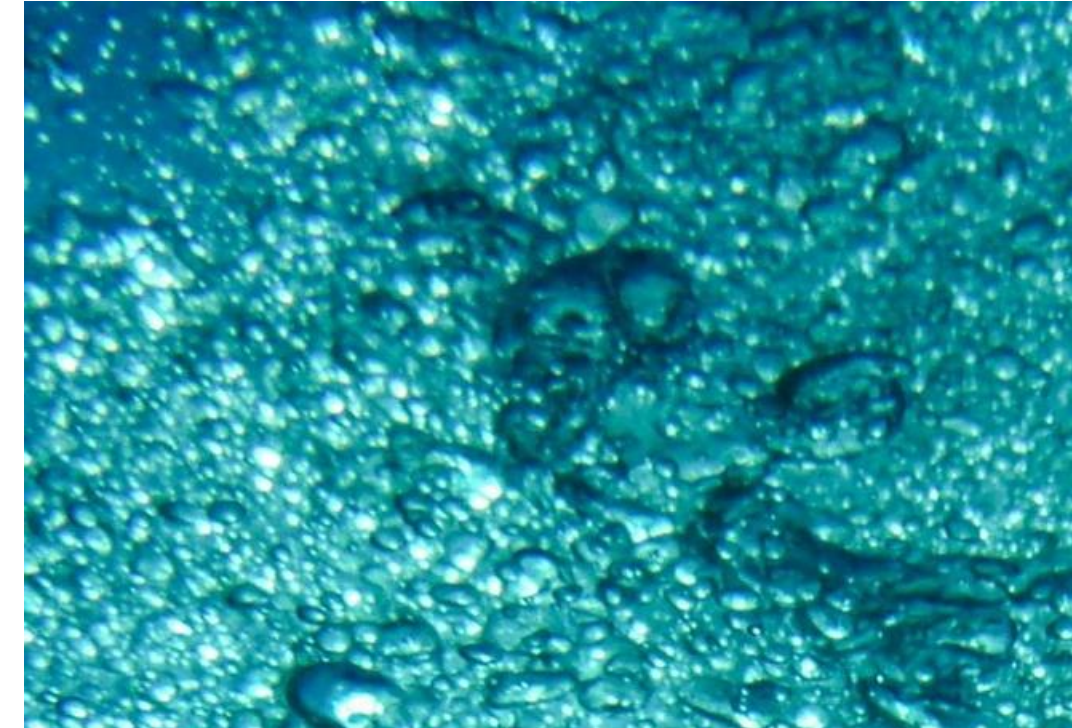
Wat is de CO2 uitstoot (reductie) van de meest kansrijke oplossingen? (Stap 6)

Wat zijn op hoofdlijnen de ontwikkel-, investerings- en exploitatiekosten en rendement en terugverdientijd van oplossingen voor gebruiker, ontwikkelaar en eventueel voor de gemeente? (Stap 6)

Welke kansen biedt het aansluiten van andere buurten voor het collectieve warmtesysteem en hoe kan dit in de praktijk gerealiseerd worden? (Stap 7)



1. Onderzoeksgebied



Gebiedsomschrijving

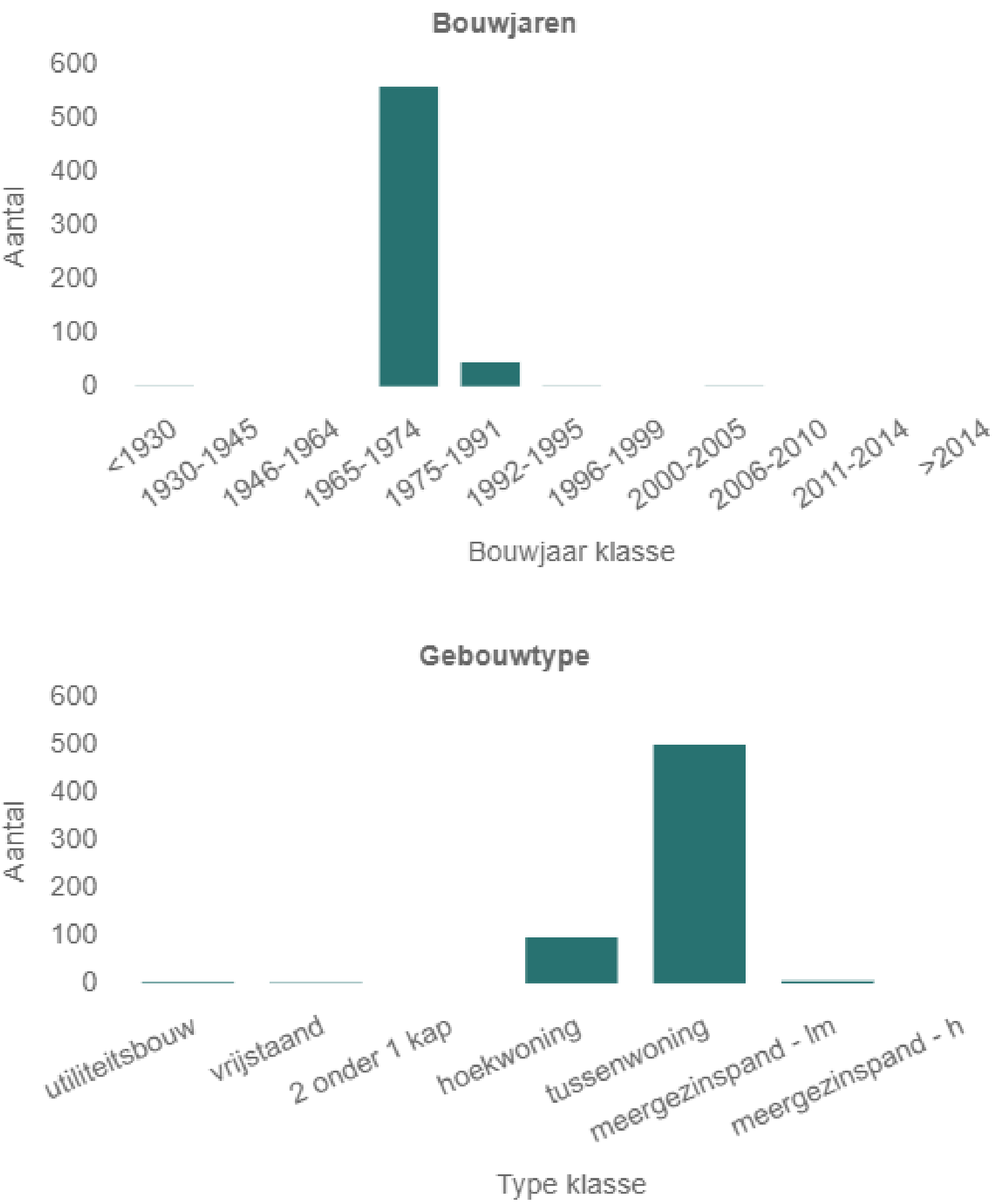
De Buitenpepers is een buurt met voornamelijk woningen. Er is veel particulier woningbezit en in de buurt is relatief veel draagvlak voor de energietransitie. De buurt was van 2019 tot eind 2021 al een 'proefbuurt aardgasvrij'. Een complex van Woningcorporatie Mooiland is eerder onderzocht op haalbaarheid voor het aardgasvrij maken.

De Rompertsebaan verdeelt de wijk in Buitenpepers Oost en West. De Buitenpepers Oost bestaat uit voornamelijk grondgebonden particuliere woningen. In de Buitenpepers West zijn o.a. de Fontys hogeschool en serviceflats van Mooiland gevestigd. Hier zijn al verschillende initiatieven gestart om op gebouwniveau te verduurzamen. Deze studie richt zich daarom in eerste instantie op de Buitenpepers Oost en neemt de Buitenpepers West alleen mee indien dit de business case verbetert.

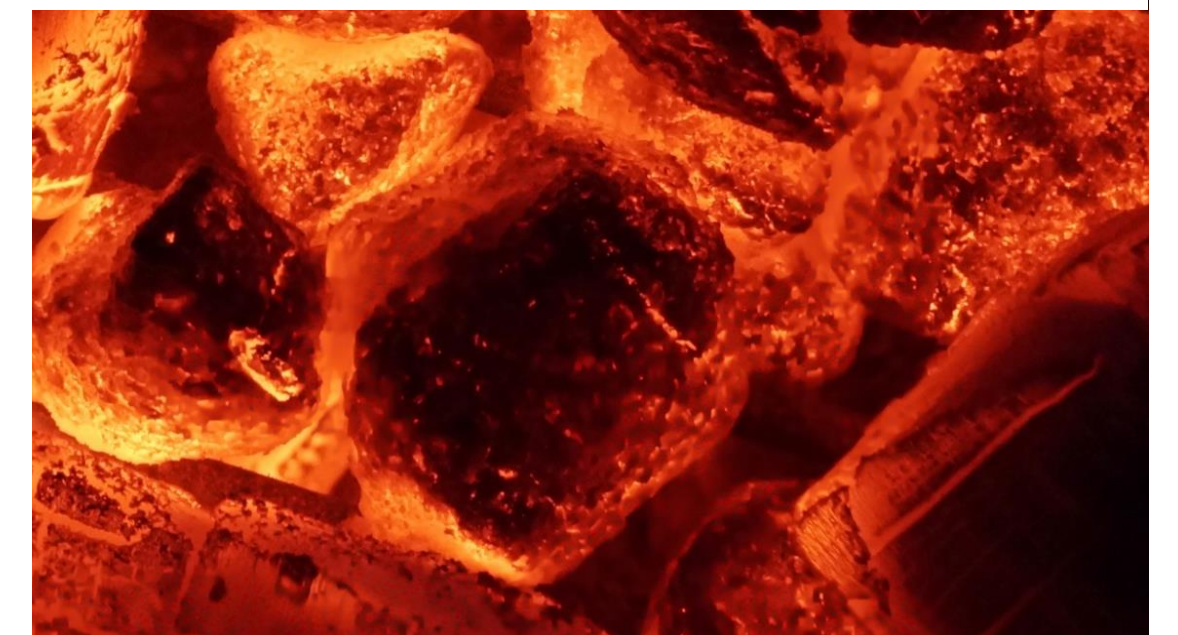


Bebouwingsprofiel

De buitenpepers Oost worden gedefinieerd door rijwoningen gebouwd tussen 1965-1974. Er is weinig utiliteitsbouw. De woningdichtheid is gemiddeld voor Nederland met ongeveer 2000 woningen per vierkante kilometer.



- 2. Warmte & Koudevraag -



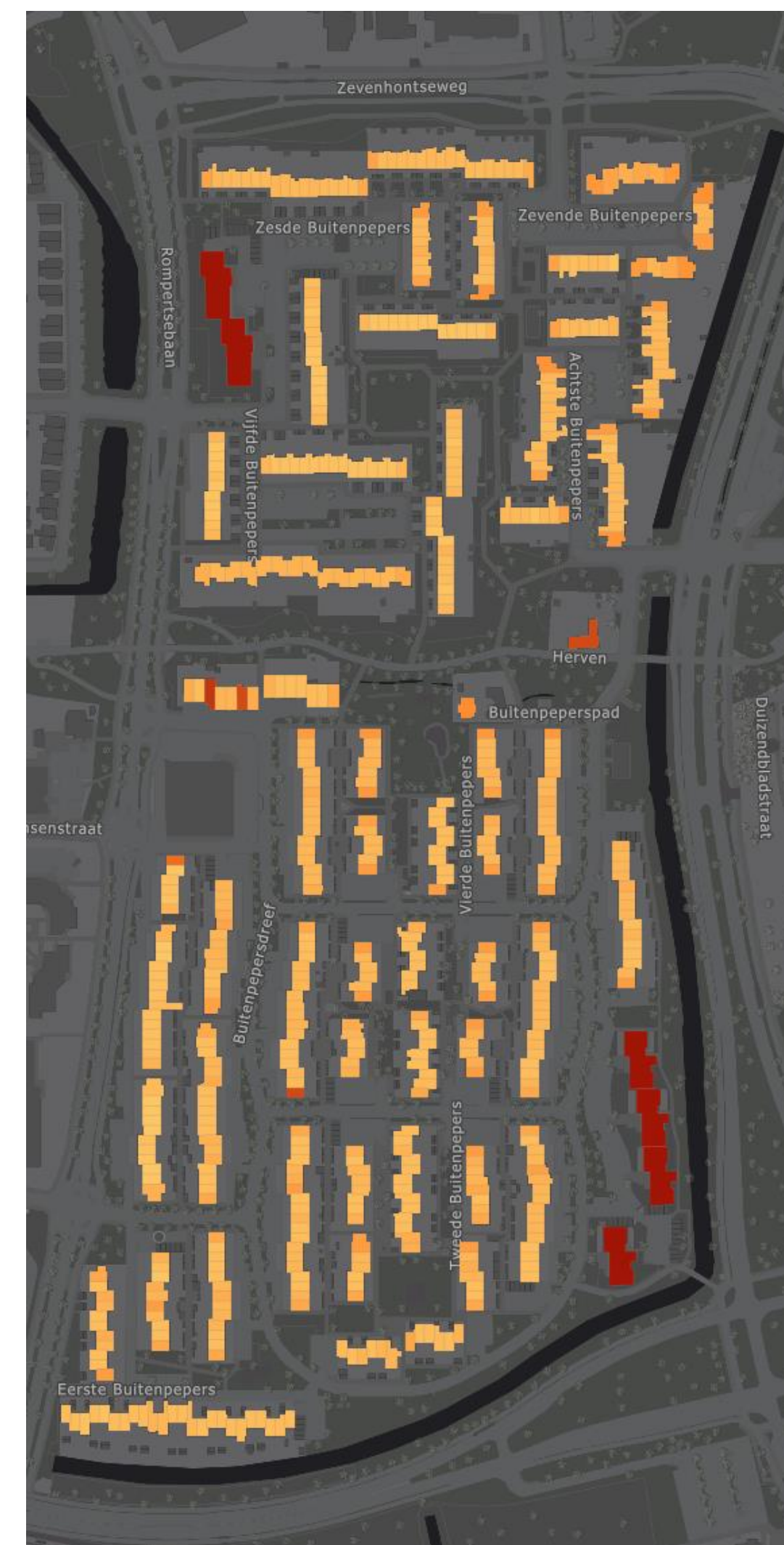
Huidige warmtevraag Buitenpepers Oost

Als startpunt binnen het onderzoek is gekeken naar de huidige warmtevraag in Buitenpepers Oost. Deze is op basis van publieke data bepaald voor alle woningen in het gebied en zichtbaar in de afbeelding. Hoe donkerder de kleur, hoe hoger de warmtevraag is. In de afbeelding is te zien dat de grootste warmtevraag vooral bij gestapelde bouw te vinden is.

Bij de aanvang van dit onderzoek is als uitgangspunt gekozen om de koudevraag buiten beschouwing te laten. De toekomstige koudevraag zal maar een fractie van de warmtevraag bedragen. Daardoor heeft de omvang van de koudevraag geen invloed op de keuze voor een warmteoplossing.

Uit de analyse blijkt dat de totale huidige warmtevraag **27.500 GJ/jaar*** is. Dat is gemiddeld 1.200 m³ gas per woning. Ruim 75% van de warmtevraag is voor de verwarming van woningen. De overige 25% bestaat uit het verwarmen van tapwater.

* Zie Bijlage 2 voor definities van de gebruikte warmte-eenheden.



Toekomstige warmtevraag

Een belangrijk onderdeel in de energietransitie is het verminderen van energieverbruik. De gemeente 's-Hertogenbosch heeft in de transitie visie warmte aangegeven energiebesparing voor warmte belangrijk te vinden en daarom bezig te zijn met een besparingsprogramma. Om die reden wordt in dit onderzoek aangenomen dat de toekomstige warmtevraag lager zal liggen dan de huidige warmtevraag.

Daarnaast kan het op basis van de beschikbare bronnen interessant zijn om niet op de standaard hoge temperatuur (>75° C) maar op een midden temperatuur (55-75° C) te verwarmen. Woningen die voorheen op hoge temperatuur verwarmd werden moeten isolatiemaatregelen treffen om goed verwarmd te kunnen worden op een lagere temperatuur. Door het isoleren zal er bij een midden temperatuur systeem ook minder energieverbruik zijn.

Om tot de toekomstige warmtevraag te komen is er op wijkniveau gekeken naar de huidige energielabels van de woningen en is vervolgens een aanname gedaan voor de impact van besparingsmaatregelen.

	Afgifte-temperatuur	Ruimteverwarming	Tapwater
Hoge-temperatuur (HT)	90°C	Ook toepasbaar in slecht geïsoleerde woningen (label E/F/G) met standaard radiatoren	Regulier
Midden-temperatuur (MT)	55-75°C	Ook toepasbaar in matig geïsoleerde woningen met standaard radiatoren (afhankelijk van afgiftesysteem en temperatuurniveau vanaf label B - D)	Regulier
Lage-temperatuur (LT)	30-55°C	Toepasbaar in goed geïsoleerde woningen en met lage-temperatuur radiatoren of vloerverwarming	Aanvullende voorzieningen nodig zoals een booster-warmtepomp
Zeër lage-temperatuur (ZLT)	10-30°C	Met individuele warmtepomp voor verwarming. Meestal ook geschikt voor koeling.*	Aanvullende voorzieningen nodig zoals een booster-warmtepomp

* Koelen is alleen mogelijk wanneer er een geschikt afgiftesysteem aanwezig is, zoals vloerverwarming.

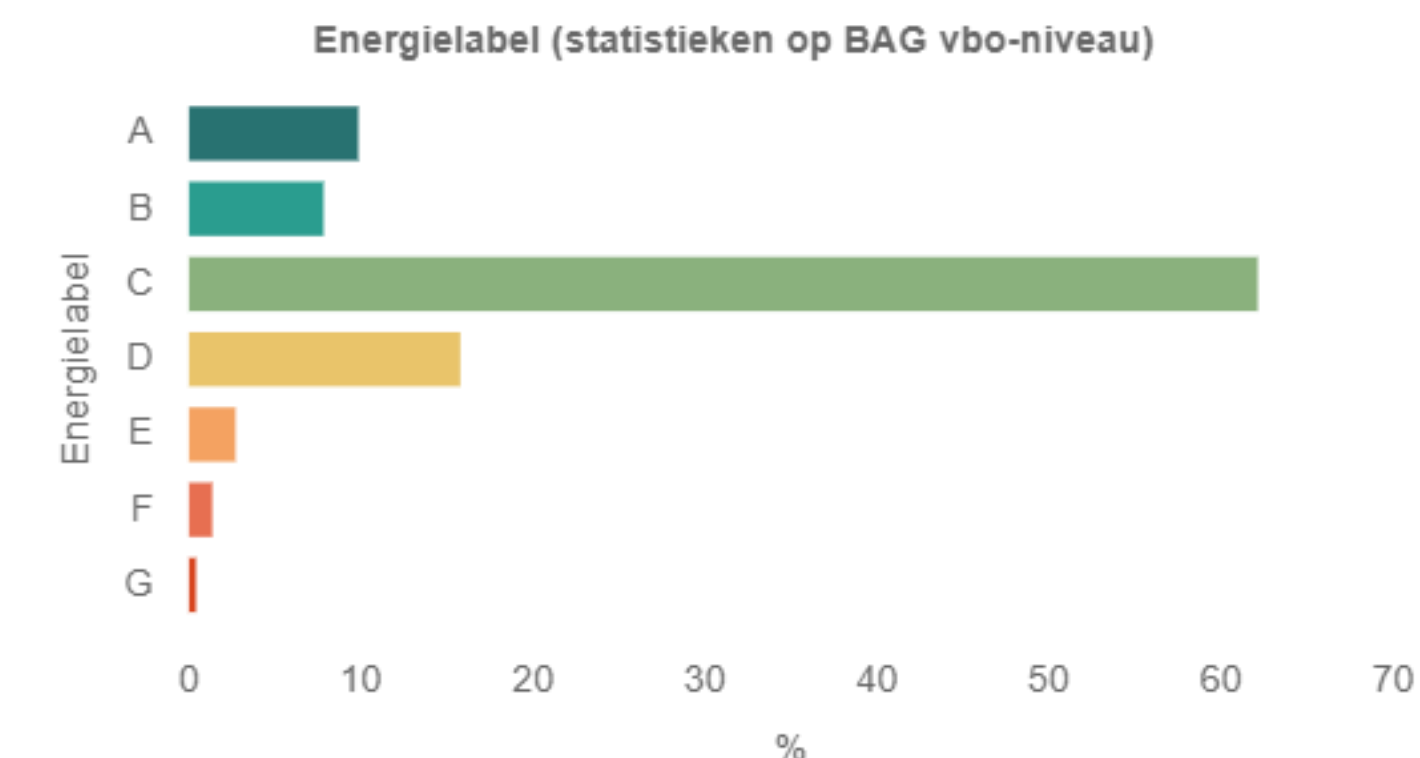
Energielabels

Om de mogelijke energiebesparing voor de Buitenpepers te berekenen worden energielabels van de woningen als startpunt genomen. In de figuur rechts staan de energielabels afgebeeld in de wijk. De grafiek geeft de verdeling van de energielabels aan. De weergegeven energielabels zijn afgeleid van twee bronnen:

Geregistreerd label: wanneer het geregistreerde energielabel beschikbaar is in de nationale database van RVO. Het geregistreerde label is alleen van toepassing voor woonfunctie. Van de geregistreerde energielabels in het onderzoeksgebied heeft 54% van de woningen label C.

Voorlopige label: wanneer er geen geregistreerd label beschikbaar is wordt op basis van de PBL Vesta MAIS classificatie het label bepaalt. Het label woonfunctie verblijfsobject is berekend aan de hand van bouwjaar en typologie; Het label utiliteit verblijfsobject wordt berekend aan de hand van nutsfunctie en bouwjaar.

De weergegeven labels zullen niet voor elke gebouw correct zijn. Een verkeerd label van de woning kan invloed hebben op de analyseresultaten op woningniveau. Op wijkniveau zal dit effect echter gering zijn omdat het maar om een deel van de woningen gaat en deze woningen beter of slechter geïsoleerd kunnen zijn dan het toegewezen label. Een deel van het effect kan daarom tegen elkaar weggestreept worden. Daarnaast is de hoogte van de energiebesparing per isolatiemaatregel voor de meeste lagere energielabels aan elkaar gelijk. Uiteindelijk heeft het voor de berekeningen van deze analyse dus weinig effect als een deel van de huizen een verkeerd energielabel toegewezen gekregen heeft.



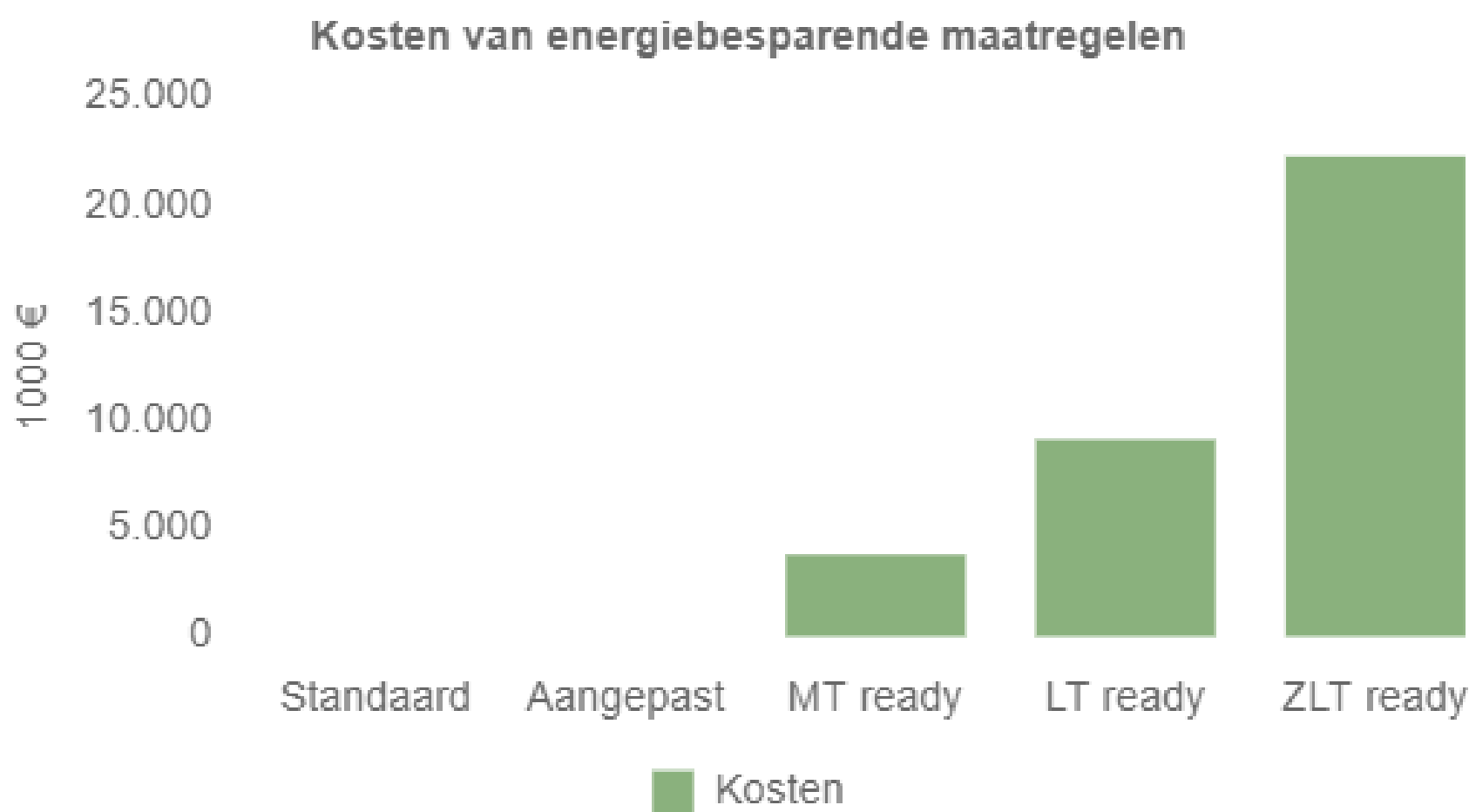
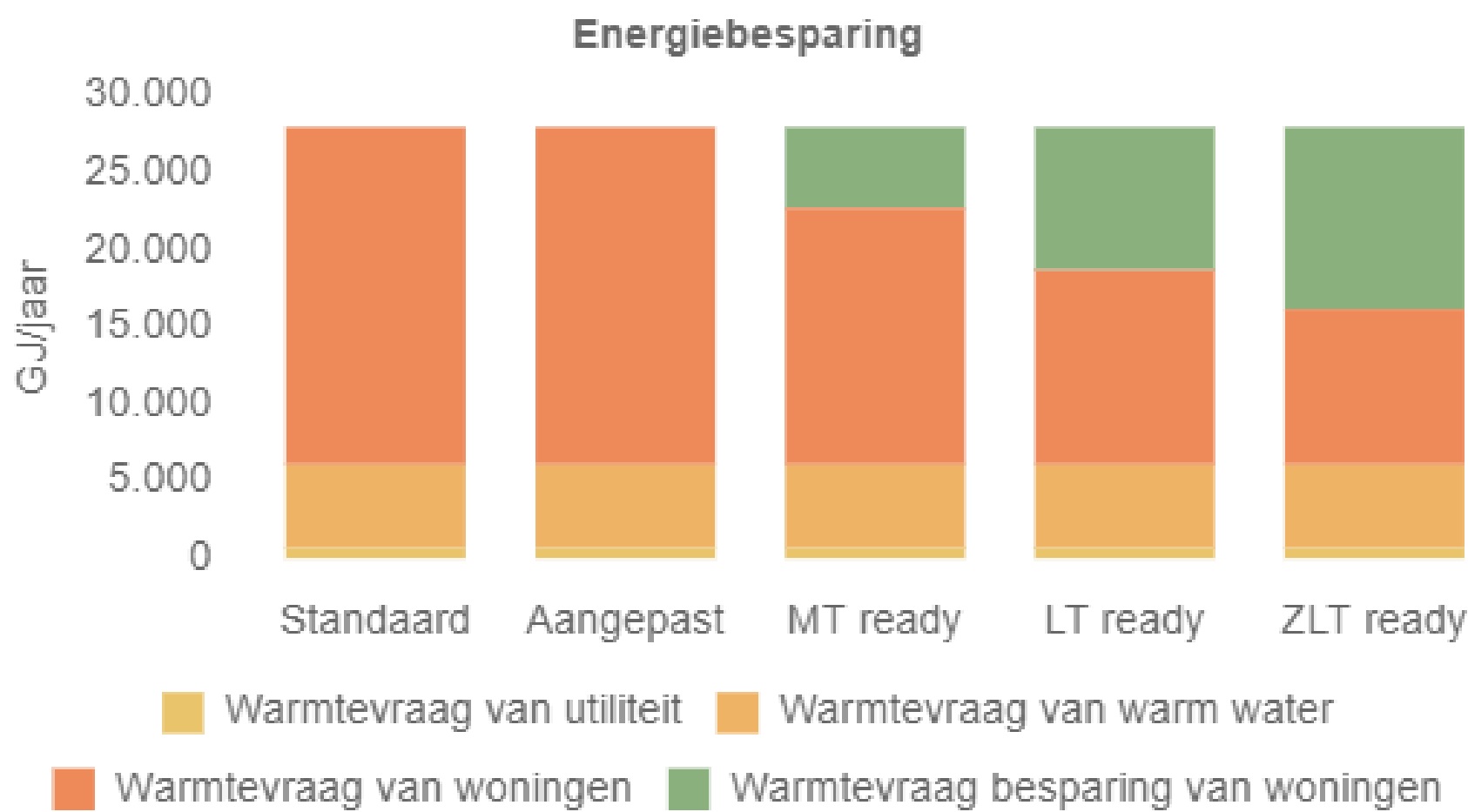
Energiebesparingsmaatregelen

De mogelijk te nemen besparingsscenario's zijn ingedeeld in geschikt voor Midden temperatuur (MT), Lage temperatuur (LT) en zeer lage temperatuur (ZLT). Het standaard scenario is de huidige situatie, en er is geen aangepast scenario gemaakt waardoor deze ook de beginsituatie laat zien. Het LT en ZLT scenario laten zien dat er door het nemen van aanvullende maatregelen bovenop het MT scenario nog meer warmte bespaard kan worden. Echter zijn de kosten voor alle maatregelen bovenop het MT scenario in verhouding hoger. De extra bespaarde warmte heeft dus een hogere investering per GJ. Het verschil tussen MT en LT is €250 per GJ. Het ZLT scenario is nog eens €900 per GJ duurder dan het LT scenario.

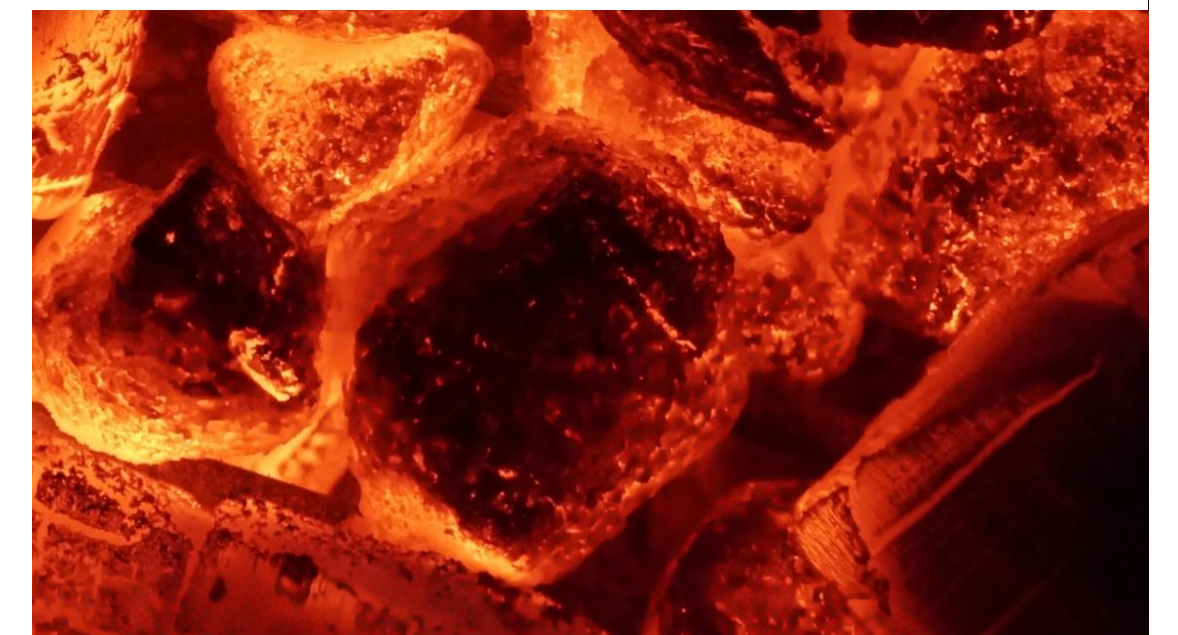
Wanneer er een individuele all-electric warmtepomp in de woning geplaatst wordt, moeten ook de radiatoren vervangen worden. De warmtepomp levert warmte op een lagere temperatuur (< 50°C), waardoor er een lage temperatuur afgiftesysteem nodig is om de woning voldoende te verwarmen. Deze kosten zijn niet meegenomen.

	MT-ready	LT-ready
Energiebesparing	5.200 GJ	9.200 GJ
Toekomstige warmtevraag	22.300 GJ	18.300 GJ
Kosten totaal	€3.795.000	€9.131.000

* Zie Bijlage 3 voor de maatregelen van het MT en LT scenario



- 3. Warmtebronnen verkenning -



Analyse warmtebronnen

Wanneer de warmtevraag bekend is kan worden gekeken welke (lokale) duurzame energiebronnen hierin kunnen voorzien. Hiervoor is gebruik gemaakt van een trechtermodel.

1) Op basis van de randvoorwaarden per energiebron wordt bepaald of deze bron van toepassing is op het onderzoeksgebied (zie hiervoor bijlage 1).

2) Wanneer een bron niet direct op de randvoorwaarden kan worden uitgesloten vind een globale analyse van de toepasbaarheid plaats. In deze verdiepingsslag wordt niet alleen gekeken naar de aanwezigheid en nabijheid van de bron, maar ook of de potentie van deze bron groot genoeg is om in de energievraag te voorzien.

3) Uit deze analyse zijn drie potentieel kansrijke bronnen naar voren gekomen.

Duurzame warmtebronnen:

- Geothermie
- Open bodemenergie (WKO)
- Gesloten bodemenergie (WKO)
- Thermische energie uit oppervlaktewater (TEO)
- Thermische energie uit afvalwater RWZI (TEA)
- Thermische energie uit afvalwaterleidingen (TEA)
- Thermische energie uit drinkwater (TED)
- Biogas
- Verbranden van houtige biomassa
- Vergisting/vergassing afval
- Waterstof
- Restwarmte
- Zonthermie
- Lucht/water warmtepomp collectief
- Asfaltthermie

Kansen voor warmte- en koudebronnen

Nadat verschillende bronnen op basis van randvoorwaarde zijn uitgesloten (zie ook bijlage 1) is er is voor de 8 onderstaande bronnen een globale analyse uitgevoerd. Uit de analyse blijken 2 bronnen kansrijk, en 5 bronnen niet kansrijk.

Kansrijk binnen het gebied:

- **Aquathermie (TEO)**
- **Collectieve lucht/water warmtepomp**

Kansrijk voor opslag:

- **Open bodemenergie (WKO)**

De bovenstaande bronnen worden in het volgende hoofdstuk verder uitgewerkt.

Niet kansrijk:

- **Gesloten bodemenergie**
Er is onvoldoende ruimte in de bodem om de gehele wijk van gesloten bodemenergie te voorzien. Echter wel een interessante optie voor de utiliteiten.
- **Groengas**
Door beperkte aanwezigheid van groengas zal er geprioriteerd moeten worden waar dit toegepast kan worden. Er is geen mogelijkheid om lokaal groengas op te wekken.
- **Thermische energie uit drinkwater (TED)**
Aanwezigheid van grote drinkwater transportleidingen in de nabijheid is onbekend. De kwaliteit van het drinkwater heeft een hogere prioriteit dan warmte & koude onttrekking.
- **Zonthermie**
Er is onvoldoende ruimte voor een grootschalig collectief systeem.
- **Restwarmte**
De aanwezige restwarmte is op een te grote afstand en zou een zeer complex leiding tracé hebben.

- 4. Toelichting collectieve warmtesystemen -



De scenario's

Uit de bronnen analyse zijn drie kansrijke collectieve bronnen naar voren gekomen. Deze staan hieronder genoemd en worden in dit hoofdstuk verder toegelicht en uitgewerkt. Daarnaast zijn er als referentie nog twee individuele scenario's meegenomen die hieronder kort benoemd worden.

Aquathermie (TEO)

Het gemaal bij Orthen heeft een maximale potentie van 67.100 GJ per jaar. Het gebruik van aquathermie als bron dient gecombineerd te worden met WKO.

Collectieve lucht/water warmtepomp

Op basis van de warmtevraag is er 1,9 MW benodigd voor de basis/midden-last. Dit systeem vraagt wel ruimte in de bestaande omgeving.

Warmte koude opslag (WKO)

Uit de analyse blijkt dat WKO voor deze locatie alleen interessant is als seizoensopslag. Door beperkte koelvraag is extra regeneratie van de WKO in de zomer nodig. Dit kan via TEO of andere lage temperatuur bronnen. WKO wordt daarom niet als eigen bron maar in combinatie met aquathermie meegenomen.

Individuele Lucht/Water warmtepomp

Het derde scenario is het alternatief op de collectieve scenario's. In dit scenario wordt elk gebouw met een eigen lucht/water warmtepomp uitgerust. Dit scenario gaat uit van lage temperatuur verwarming. Hiervoor zijn aanvullende isolatiekosten nodig. Deze zijn meegenomen in de business case. Er is geen ruimtelijke uitwerking voor dit scenario gemaakt.

Aardgas

Als referentie is in de businesscase een doorrekening gemaakt voor een aardgas scenario. Er wordt hierbij uitgegaan van de isolatiemaatregelen uit het MT-scenario waardoor de warmtevraag afneemt.

Technische uitwerking van de collectieve scenario's

Uit de eerste beoordeling volgden twee potentieel interessante kansrijke collectieve warmtebronnen voor een warmtesysteem voor de Buitenpepers Oost. Uit elke warmtebron volgt een beoogd warmtesysteem. Er is gekozen om van alle warmtesystemen een middentemperatuur (MT) net te maken omdat de kosten voor het isoleren van de woningen tot LT niveau te kostbaar is.

Elk van deze warmtesystemen dient te worden ingepast in de ruimtelijke omgeving. Het beoogde systeem bestaat in de basis uit:

1. een warmtebron
2. een opwekkingssysteem
3. een leidingnetwerk
4. een warmte opslagsysteem
5. afnemers

Een opwekkingssysteem bestaat uit zowel een installatie voor de basislast als voor de piek*. Deze kunnen uit verschillende warmtebronnen gerealiseerd worden. Bij bestaande bouw is er voor de piekvoorziening gekozen voor een gasgestookte ketel die op termijn gevoed wordt door biogas. Voor het warmteopslag systeem is er uitgegaan van een WKO (warmte/koudeopslag). Dit is de meest gangbare vorm van een warmteopslag systeem in duurzame energiesystemen.

Het leidingnetwerk bestaat in de basis uit:

1. een transportnetwerk,
2. een distributienetwerk,
3. aansluitleidingen en
4. verdeelstations.

Voor deze studie is een eerste schets gemaakt van de mogelijke warmtesystemen op basis van de meest kansrijke warmtebronnen. De figuur van de ruimtelijke inpassingen bestaat uit een plattegrond van het gebied waarop, wanneer van toepassing, de warmtebron, leidingnetwerk en verdeelstations zijn ingetekend.

* Zie Bijlage 2.

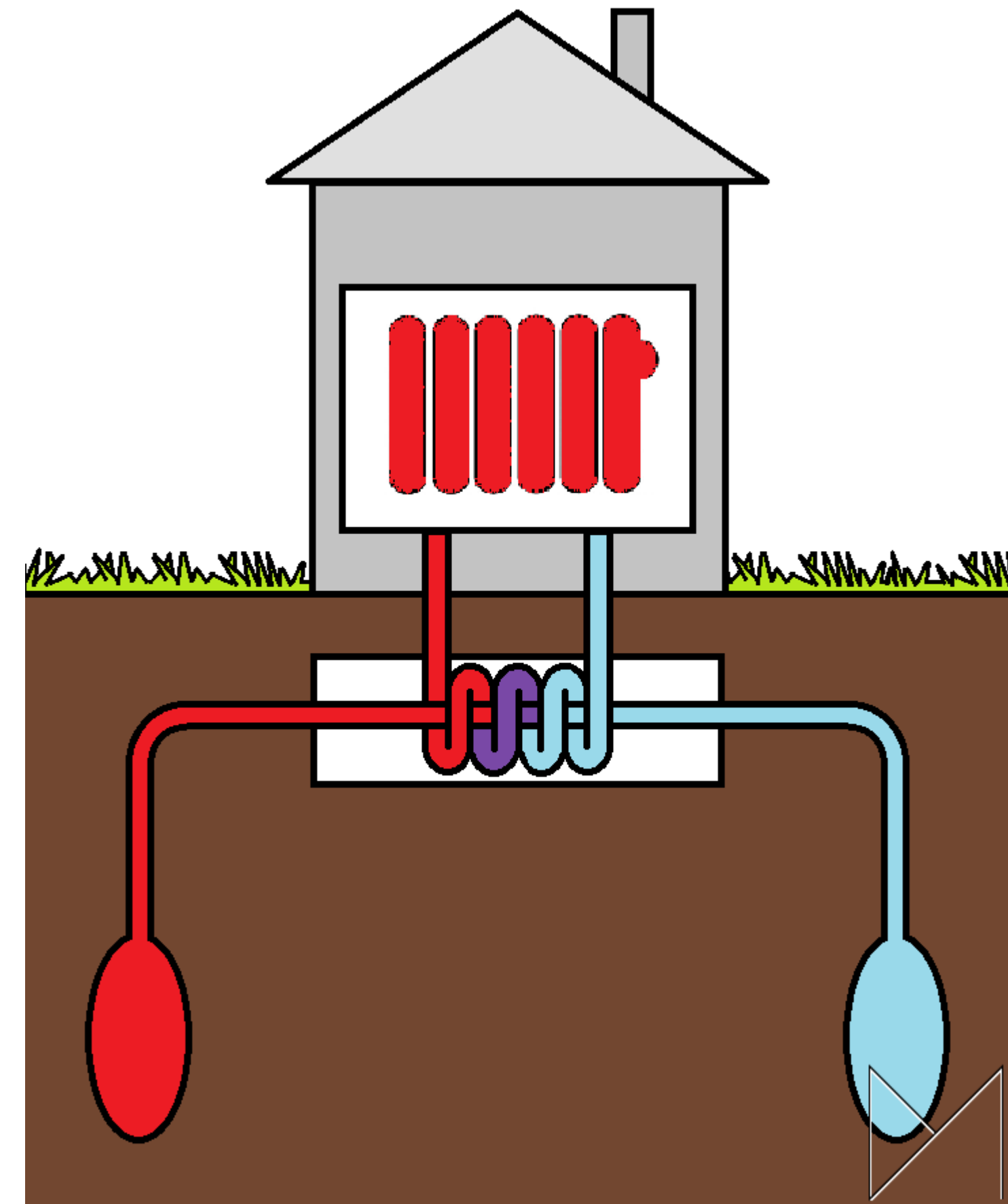
Wat is een WKO?

Een warmte koude opslag (WKO) bestaat uit een warmte- en een koudebron in een watervoerende laag in de bodem. In de zomer wordt water uit de koude bron gepompt om warmte te onttrekken uit de woning. Deze warmte wordt vervolgens opgeslagen in de warmtebron. In de winter wordt de warmte uit de warmtebron opgepompt en gebruikt om de woning te verwarmen.

Het aantal woningen wat aangesloten kan worden op een WKO ligt aan de diepte en de beschikbare warmte in de watervoerende laag (aquifer). Vaak zijn er minimaal 100 woningen nodig.

De bron moet altijd in balans gehouden worden; er moet evenveel warmte aan de bodem worden toegevoegd, als onttrokken.

In het geval van woningen, die vaak een grotere warmte- dan koudevraag hebben, betekent dit dat er een regeneratiebron nodig is om de warmte in de WKO weer op te laden. Dit kan bijvoorbeeld met warmte uit oppervlaktewater (aquathermie).



Bron: <https://www.toolkitduurzaammerfgoed.nl/>

Wat is aquathermie?

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).

Vaak wordt deze technologie toegepast in combinatie met een warmte-koude opslagsysteem (WKO), om zo de warmte in de zomer te oogsten en vervolgens te benutten in de winter.

Ook is een elektrische warmtepomp nodig om de warmte van circa 10 tot 15 °C nog verder op te werken tot een bruikbaar niveau voor ruimteverwarming. Dat kan centraal met een collectieve warmtepomp, of met een individuele warmtepomp per gebouw. Het voordeel van een collectieve warmtepomp is dat er geprofiteerd kan worden van schaalvoordelen en een lagere energiebelasting (in verband met de grootverbruikers-aansluiting voor elektriciteit). Een mogelijk nadeel is dat er een eigenaar gevonden moet worden voor het warmtenet en er warmteverliezen optreden in het net. Voor een individuele warmtepomp is geen collectieve organisatie nodig, maar betalen de gebruikers wel hogere energietarieven.

De individuele technieken zoals een warmtewisselaar, warmtenetwerk en warmtepompen zijn technologisch al ver doorontwikkeld. Van grootschalige technologische innovatie is in dit geval dus geen sprake. In een aquathermiesysteem worden deze technieken gekoppeld. In Nederland zijn er al verschillende aquathermiesystemen die succesvol in de praktijk werken. Het Netwerk Aquathermie geeft een overzicht van gerealiseerde projecten:
<https://www.aquathermie.nl/praktijk/aquathermie+projectenkaart>

Wanneer is aquathermie het meest kansrijk?

1. Is er voldoende afname?

Minimaal 50 (nieuwbouw)woningen en 20 woningen/ha (bij collectieve voorziening).

2. Lig de bron dicht genoeg bij de afnemers?

Maximaal 100 meter voor een klein project (kantoren complex) en 1 kilometer voor een groot project (>300 woningen).

3. Is er voldoende potentie om aan de vraag te voldoen?

Het warmteaanbod moet minimaal even groot zijn als de warmtevraag.



Figuur: TEO project Merwehoofd, Papendrecht. Gerealiseerd in 2003. Omvang 401 appartementen.

Aquathermiebronnen nabij de Buitenpepers

Keuze bron:

Uit analyse is gebleken dat er drie mogelijke aquathermiebronnen nabij de Buitenpepers zijn. Deze hebben allen een verschillend technisch warmtepotentieel zoals te zien is in de tabel. Er is gekozen om Gemaal Orthen als aquathermie bron verder uit te werken. Het voordeel van deze bron is de nabijheid tot ongeveer het midden van de wijk. Deze is ca. 375 meter. Daarmee voldoet hij aan de voorwaarden van voldoende afname, afstand en potentie.

Daarnaast zijn er in het gemaal al pompen aanwezig die water rondpompen. De bestaande installatie kan mogelijk worden uitgebreid met een warmtewisselaar om de warmte te winnen. Er hoeft dan geen nieuwe installatie met pompen te worden aangelegd. Dit verlaagt de investeringskosten.

Voor de hele koude dagen heeft dit systeem wel een piekvoorziening nodig om extra warmte te genereren. In deze studie gaan we uit van 5% warmteproductie met behulp van de piekvoorziening.

Andere bronnen:

De grachten rondom de Buitenpepers zijn ook een goede keuze. Deze hebben niet het voordeel van de lagere investering door reeds aanwezige pompen, maar hebben geen andere nadelen t.o.v. het gemaal.

De Ertveldplas is afgefallen als bron. Er is ruim voldoende potentie, maar hij ligt op ruime afstand tot de Buitenpepers. Daarnaast zijn er veel lastige obstakels de bron en de wijk zoals het spoor, doorgaande wegen en de begraafplaats.

Aquathermiebron	Technisch warmtepotentieel
Gemaal Orthen	Tot 67.100 GJ/jaar
Gracht rondom de Buitenpepers	Tot 83.600 GJ/jaar per gridcel
Ertveldplas	Tot 90.000 GJ/jaar per gridcel



Wat is een wijkwarmtepomp?



Een wijkwarmtepomp is één, of meerdere, grote warmtepompen die warmte uit de lucht halen voor meerdere woningen. Dit is in plaats van een individuele warmtepomp bij elke woning.

Voor de hele koude dagen heeft dit systeem wel een piekvoorziening nodig om extra warmte te genereren. Een piekvoorziening bestaat meestal uit een gasketel of een extra warmtepomp. In deze studie gaan we uit van 5% warmteproductie door de piekvoorziening.

De efficiëntie (en het elektriciteitsverbruik) van de warmtepomp daalt als het temperatuurverschil tussen de bron en de afnemer kleiner is. Een afgiftetemperatuur op 70 graden Celsius zal dus meer elektriciteit vragen dan een afgiftetemperatuur op 50 graden Celsius.

Bron: <https://www.energieplus.nl/mijlpalen-voor-open-warmtenet-in-didam>

Ruimtelijke inpassing wijkwarmtepomp

Voor een wijkwarmtepomp moeten er installaties in de wijk worden gerealiseerd. Deze installaties zijn ongeveer net zo groot als een zeecontainer (8 x 3 meter) en leveren voldoende warmte voor 200 woningen. Dat betekent dat voor de Buitenpepers Oost er 3 tot 4 units nodig zouden zijn.

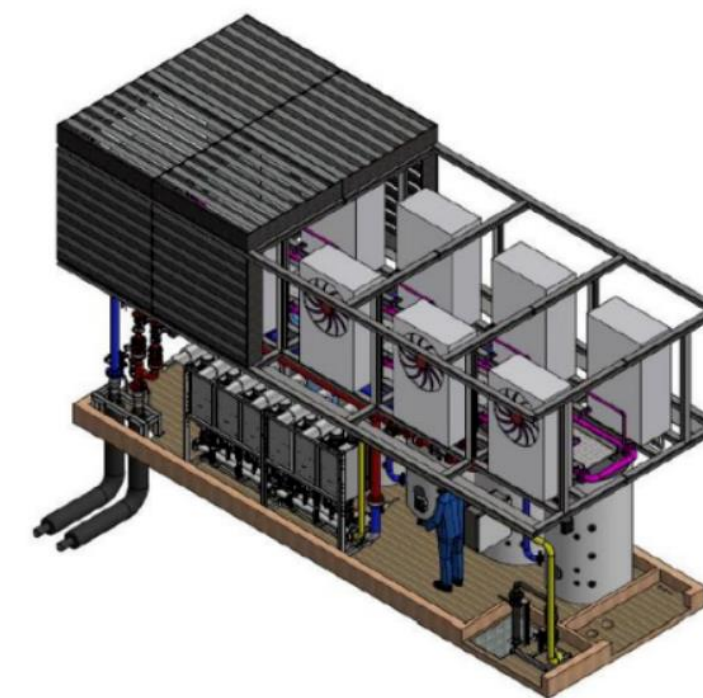
Er zijn verschillende mogelijke locaties geïdentificeerd voor de warmtepompen. Op het kaartje staan deze potentiële locaties. Welke locaties daadwerkelijk geschikt zijn voor een installatie moet uit vervolg onderzoek blijken. Naast beschikbare ruimte is ook potentiële geluidsoverlast een belangrijk onderdeel wat onderzocht moet worden. In elke installatie zitten namelijk meerdere grote ventilatoren die geluid produceren als de warmtepomp actief is.



Bron: Gelderlander.nl



Bron:
<https://www.bloemenbuurtdidam.nl/start-aanleg-warmtenet-didam/>



Bron:
<https://www.fidett.com/nieuwsenontwikkelingen/fidett-excursie-didam>



Voorlopige technische conclusies

Na de technische uitwerking van de 2 kansrijke collectieve bronnen lijken beide kansrijk. De Buitenpepers voldoet aan de randvoorwaarden voor aquathermie en er lijkt voldoende ruimte voor de collectieve wijk warmtepompen.

In alle scenario's worden warmtepompen op basis van elektriciteit gebruikt. De efficiëntie (COP = coefficient of performance) van de lucht-water warmtepompen, zowel individueel als collectief, liggen lager dan in het aquathermie scenario. Dit zorgt er voor dat er meer elektriciteit nodig is per geleverde GJ aan warmte. Dit maakt deze scenario's gevoeliger voor prijsstijgingen van elektriciteit dan het aquathermie scenario met een hogere COP.

- 5. Economische analyse warmtesystemen -



Financiële uitwerking van de scenario's

Naast de technische haalbaarheid is de financiële haalbaarheid van de scenario's onderzocht. De technische parameters zijn verwerkt in de financiële analyse. Voor het toetsen van de financiële haalbaarheid is een business case analyse uitgevoerd, hierin zijn de investeringen (CAPEX), operationele kosten (OPEX) en opbrengsten (Revenu) uitgezet over de tijd in een kasstroom-analyse. De uitgangspunten voor de business case-analyse zijn verderop beschreven.

Een warmtenet wordt gekenmerkt door een forse investering 'aan de voorkant', aangezien er eerst een infrastructuur met leidingen moet worden aangelegd. Dit betekent een flinke kostenpost voordat er ook maar een GJ 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.

Investeringskosten

De kapitaalsinvestering bestaat met name uit de investering in transportleidingen, pompen, warmtewisselaar(s) en warmtepompen, maar ook uit kosten voor bouwkundige werken zoals opslag en gebouwen. 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 totale kosten voor isolatiemaatregelen zijn ook meegenomen in de investeringskosten voor het systeem.

De overheid kan een bijdrage leveren aan de investering, middels een investeringssubsidie. Hierdoor heeft de eigenaar van het warmtenet lagere afschrijvingen en lagere financieringskosten. Er is momenteel voor de collectieve systemen geen investeringssubsidie beschikbaar. Er is wel investeringssubsidie beschikbaar voor individuele warmtepompen.

Afschrijvingskosten

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).

Financiële uitwerking van de scenario's

Financieringskosten

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

Operationele kosten

De operationele kosten zijn meegenomen en bestaan met name uit beheer & onderhoudskosten (preventief en correctief onderhoud, monitoring, administratie, verzekeringen, communicatie) en de energiekosten (elektriciteitskosten voor het gebruik van de warmtepomp en reguliere pompen).

Opbrengsten

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).

Subsidies

Voor sommige technieken is het mogelijk om SDE++ (Stimuleringsregeling Duurzame Energie) subsidie te ontvangen. Dit is een exploitatiesubsidie met een looptijd van 15 jaar. Gedurende de looptijd wordt per duurzaam geproduceerde kWh aan warmte een vast bedrag uitgekeerd. Aquathermie komt in aanmerking voor deze subsidie en daarom is deze meegenomen in de business case. Een collectieve warmtepomp komt niet in aanmerking voor subsidie.

Toelichting op de uitgangspunten

Deze studie is op het niveau van een gebied en niet op die van individuele woningen uitgevoerd. Voor de financiële berekeningen zijn er kentallen gebruikt gebaseerd op cijfers uit de markt en ervaringen van experts.

Extra aquathermie scenario

Uit de bronnen analyse is gebleken dat er ruim voldoende potentie is voor de warmtevraag van de Buitenpepers Oost. Om te onderzoeken of het uitbreiden van het onderzoeksgebied met de Buitenpepers west een positief effect op de businesscase heeft is dit als additioneel collectief scenario toegevoegd.

Financiële analyse - Uitgangspunten

Onderdeel	Beschrijving	Investering (excl. BTW)	Eenheid
Bronnen	Warmtepomp	€ 900.000	EUR/MW
	Gasketel	€ 60.000	EUR/MW
	Aquathermie Onttrekkingsinstallatie	€ 537.000	EUR/MW
Thermische opslag	WKO-bron	€ 500.000	EUR/#
Drycooler	Buitenunit Lucht/Warmtepomp	€ 90.000	EUR/MW
Warmtenet	Warmteoverdrachtstation (WOS)	€ 132.500	Euro/#
	Transportnet	€ 1.500	EUR/M
	Distributienet	€ 700	EUR/M
	Aansluitleidingen	€ 400	EUR/M
Onderhoud & Beheer	OPEX vaste kosten	2%	% van CAPEX
	Verzekeringen	0,2%	% van CAPEX
	Beheerkosten	€ 0,22	EUR/aansl/dag
Energie Inkoop	Inkoopprijs elektra	€ 0,18*	EUR/kWh
	Inkoopprijs gas	€ 0,80*	EUR/m3
Warmteverkoop	Warmteprijs	€ 41,32	Euro/GJ
	Vastrecht Warmte, tapwater en koude	€ 454,20	Euro/per jaar
	Meettarief	€ 25,41	Euro/per jaar
	Huur afleverset	€ 115,70	Euro/per jaar

Financiële analyse - Investerings

CAPEX	Individueel all-electric	Wijk-WP (Oost)	Aquathermie (Oost)	Aquathermie (Oost+West)
Warmtenet				
Totaal Transportleidingen			€ 1.918.500	€ 2.284.500
Totaal Overdrachtsstations			€ 265.000	€ 397.500
Totaal Distributienet		€ 3.116.400	€ 3.116.400	€ 3.714.900
Totaal Aansluitleidingen		€ 3.446.000	€3.446.000	€3.761.200
Warmtebron				
Warmtepompen	€ 6.432.069	€ 1.665.000	€ 1.665.000	€ 2.205.000
Drycoolers	€ 505.121	€ 117.661		
Gasketel en Aansluiting		€ 190.600	€ 193.000	€ 253.600
Aquathermie Onttrekkingsinstallatie			€ 713.477	€ 944.875
WKO			€ 925.875	€ 1.327.632
Woningniveau				
Aansluiting Warmtenet		€ 2.046.800	€ 2.046.800	€ 2.844.800
Besparingsmaatregelen	€ 6.719.352	€ 3.036.282	€ 3.036.282	€ 3.632.403
Overig				
Totaal Herinvestering	€ 2.424.727	€ 620.367	€ 555.000	€ 735.000
Totaal Decomissioning			€ 100.000	€ 150.000
CAPEX Totaal	€ 16.081.269	€ 13.565.910	€ 17.308.133	€ 21.499.171
CAPEX per aansluiting	€ 21.999	€ 23.189	€ 29.586	€ 26.444
DEVEX (ontwikkelkosten)		€ 1.941.831	€ 2.497.970	€ 3.092.126

Financiële analyse - Operationele Kosten

Totale kosten over een looptijd van 30 jaar.

OPEX	Individueel all-electric	Wijk-WP (Oost)	Aquathermie (Oost)	Aquathermie (Oost+West)
Onderhoud				
Onderhoud warmtenet		€ 1.766.760	€ 2.421.810	€ 2.821.758
Onderhoudskosten Warmtepomp	€ 11.545.414	€ 2.997.000	€ 2.997.000	€ 3.969.000
Onderhoudskosten Gasketels		€ 99.360	€ 100.800	€ 137.160
Onderhoudskosten Open WKO bronnen			€ 555.525	€ 796.579
Onderhoudskosten Lage Temperatuur Bron	€ 301.903	€ 70.597	€ 428.086	€ 566.925
OPEX vaste kosten		€ 15.000	€ 15.000	€ 15.000
Energie				
Elektra Inkoopkosten	€ 7.474.475	€ 9.006.562	€ 10.345.328	€ 13.688.493
Totaal EB en ODE elektra	€ 2.794.613	€ 1.834.156	€ 2.092.984	€ 2.739.329
Gas Inkoopkosten		€ 876.328	€ 901.232	€ 1.192.472
Totaal EB en ODE gas		€ 492.606	€ 506.605	€ 670.318
Netbeheerkosten		€ 977.336	€ 964.775	€ 1.285.322
Overig				
Verzekeringen		€ 970.916	€ 1.248.985	€ 1.546.063
Beheerkosten		€ 1.408.783	€ 1.408.783	€ 1.958.035
OPEX Totaal	€ 22.117.136	€ 20.515.402	€ 23.986.915	€ 31.386.454
OPEX per aansluiting	€ 30.256	€ 35.069	€ 41.003	€ 38.605

Financiële analyse – toelichting op uitkomsten

Kasstroom

Voor alle 3 collectieve scenario's en het referentie scenario is op basis van de opbrengsten, ontwikkel-, investering- en operationele kosten een kasstroom opgesteld die zichtbaar is op de volgende pagina's. In de eerste jaren is deze negatief door de hoge investeringen vooraf. In jaar 17 is er door herinvesteringen, nodig voor het vervangen van onderdelen met een kortere levensduur, nog een piek zichtbaar in de CAPEX kosten.

Vier jaar na de start van het project begint de verkoop van warmte en beginnen de warmtenetten opbrengsten te genereren. Voor de eerste 15 jaar is er een prognose gemaakt hoe de warmteprijs zich gaat ontwikkelen, daarna is de warmteprijs constant gehouden. Ook de operationele kosten worden na 15 jaar constant gehouden.

Alle inkomsten en uitgaven worden gedurende de looptijd voor inflatie gecorrigeerd. Dit wordt weergegeven in de Index categorieën. Voor aquathermie kan subsidie verkregen worden, de subsidie is daarom meegenomen in deze twee scenario's.

Als resultaat van de kasstroom is de netto contante waarde bepaald. Deze wordt weergegeven onder de Engelse naam 'Net Present Value' (NPV). De NPV is een berekening van de winstgevendheid van het project. Wanneer de NPV positief is zullen de verwachte inkomsten hoger zijn dan de verwachte kosten. In alle 3 scenario's is de NPV negatief omdat er in de business case geen bijdrage voor aansluitkosten (BAK) is meegenomen.

Bijdrage Aansluitkosten

De BAK zijn de kosten die per aansluiting worden betaald om aangesloten te worden op het warmtesysteem. Dergelijke kosten worden ook gerekend

voor een nieuwe aansluiting op het elektriciteits- of gasnet. Er is expliciet gekozen om deze kosten niet mee te nemen in de businesscase. In plaats daarvan is er gekozen om te berekenen hoeveel aansluitkosten er per huishouden moeten worden betaald om na 30 jaar op een NPV van 0 uit te komen waardoor het warmtenet quitte draait. Doordat de kosten voor isolatiemaatregelen zijn meegenomen in de businesscase, komen deze terug in de BAK. De BAK zijn daardoor gedeeltelijk de kosten voor de isolatiemaatregelen per woning. Het andere deel van de BAK zijn de kosten die de gebruiker aan het warmtenet bedrijf moet betalen om aangesloten te worden.

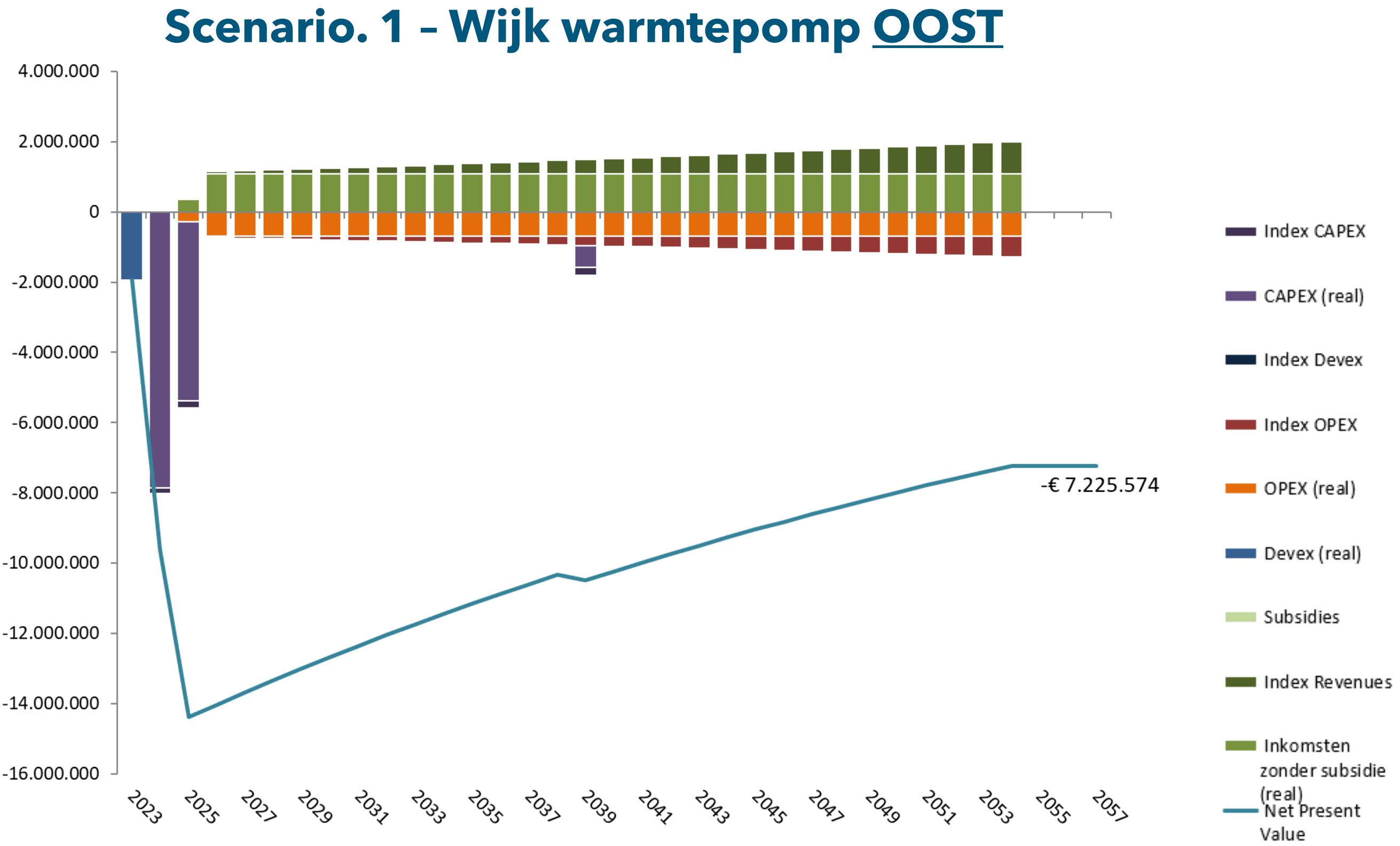
Gebruikerskosten

Als alternatief op de BAK is er berekend hoe hoog de gebruikerskosten per geleverde GJ aan warmte zijn om op een NPV 0 uit te komen. Dit wordt ook wel de 'levelised cost of heating' (LCOH) genoemd. Dit laat zien wat het effect op het warmtetarief is wanneer de kosten voor het warmtesysteem over de looptijd worden verdeeld. Hoe hoog de gebruikerskosten in de praktijk mogen zijn wordt gereguleerd door de ACM.

Winst

Om het warmtenet winstgevend te maken zal de BAK of gebruikerskosten hoger moeten zijn dan het berekende getal. Uiteraard kan er ook gewerkt worden met een combinatie van BAK en Gebruikerskosten. Daarmee kan gestuurd worden op hoe winstgevend een warmtenet mag zijn door de hoogte van deze kosten aan te passen. Uiteraard is deze winstgevendheid onder voorbehoud van marktafhankelijke variabele.

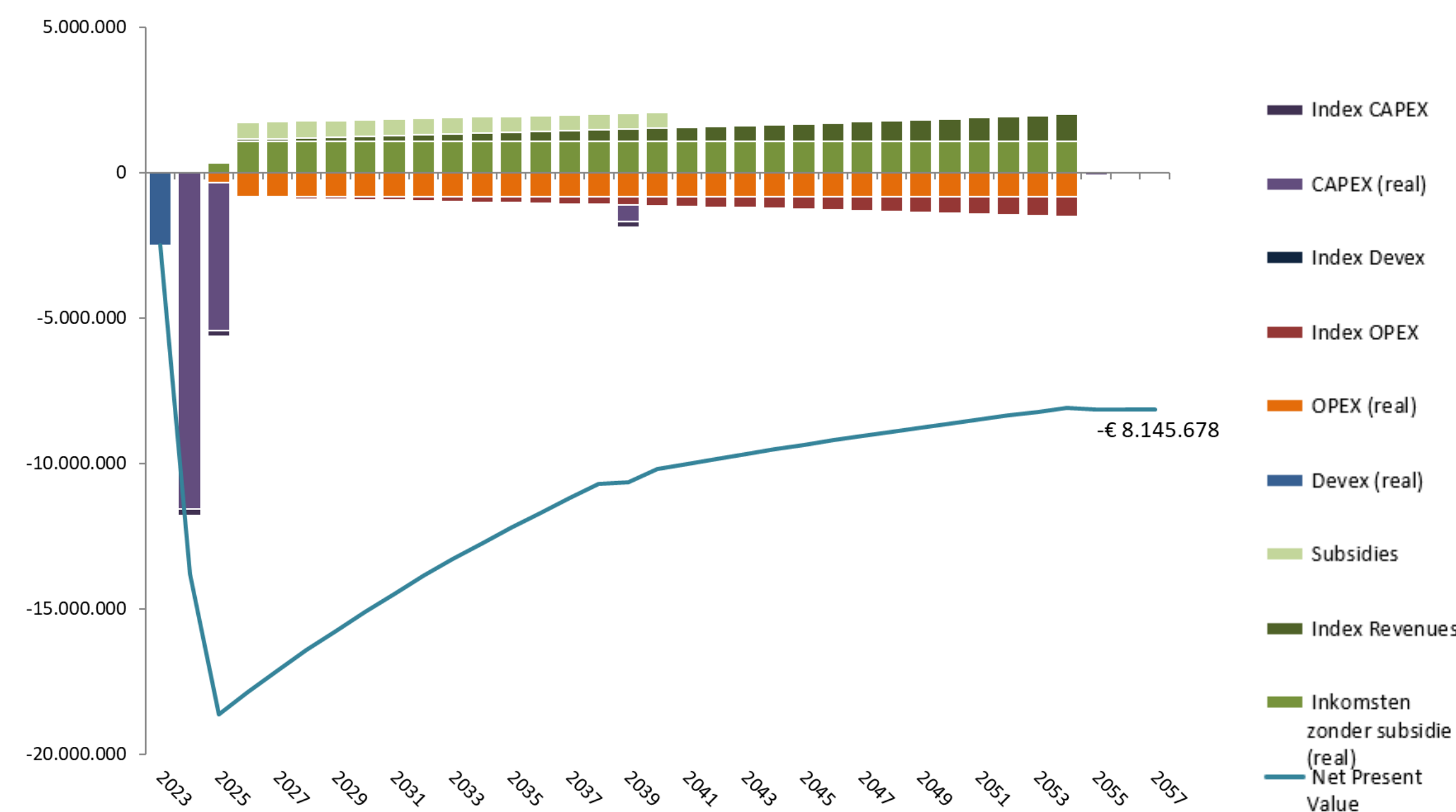
Financiële analyse - Netto Contante Waarde



Onderdeel in jaar	2039	2054
Index CAPEX	€ 231.000	-
CAPEX real	€ 620.000	-
Index OPEX	€ 260.000	€ 591.000
OPEX (real)	€ 698.000	€ 698.000
Subsidies	-	-
Index Revenues	€ 404.000	€ 919.000
Inkomsten zonder subsidie (real)	€ 1.084.000	€ 1.084.000

Financiële analyse - Netto Contante Waarde

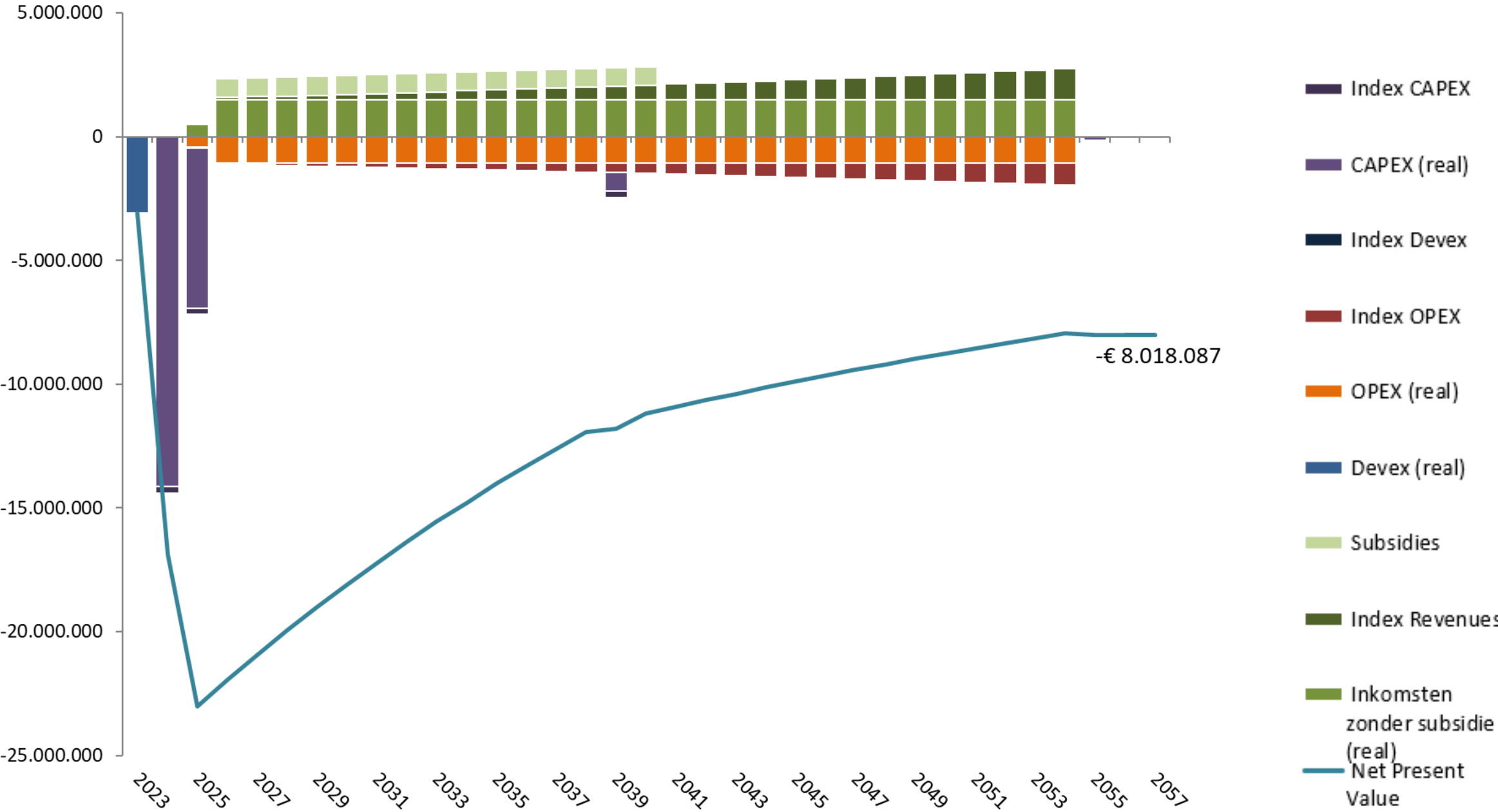
Scenario 2 - TEO & WKO OOST



Onderdeel in jaar	2039	2054
Index CAPEX	€ 207.000	-
CAPEX real	€ 555.000	-
Index OPEX	€ 304.000	€ 691.000
OPEX (real)	€ 815.000	€ 815.000
Subsidies	€ 557.000	-
Index Revenues	€ 404.000	€ 919.000
Inkomsten zonder subsidie (real)	€ 1.084.000	€ 1.084.000

Financiële analyse - Netto Contante Waarde

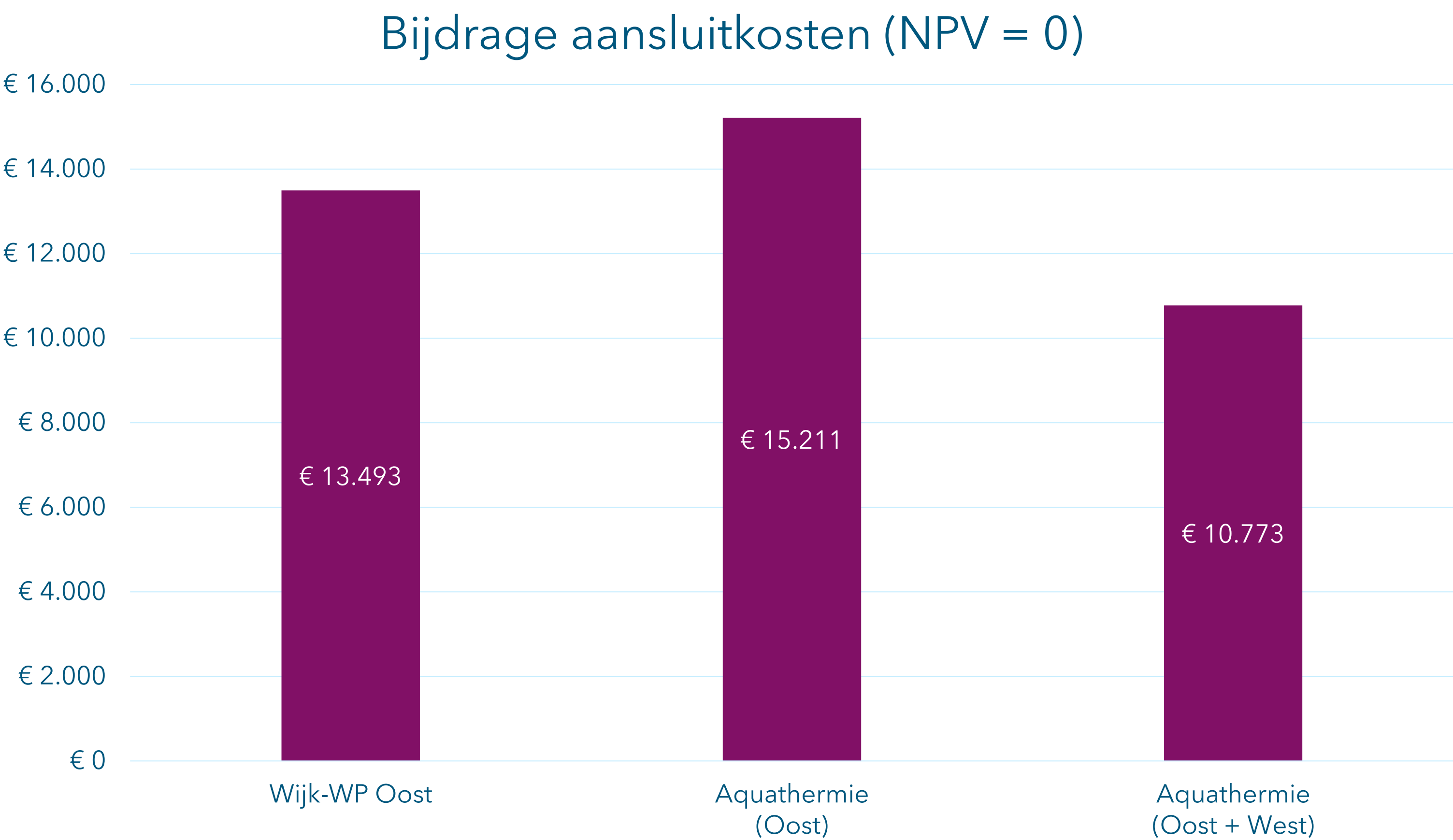
Scenario 3 - TEO & WKO OOST+WEST (uitbreiding naar buitenpepers west - wat is het effect van meer warmteafname?)



Onderdeel in jaar	2039	2054
Index CAPEX	€ 274.000	-
CAPEX real	€ 735.000	-
Index OPEX	€ 398.000	€ 905.000
OPEX (real)	€ 1.067.000	€ 1.067.000
Subsidies	€ 737.000	-
Index Revenues	€ 593.000	€ 1.255.000
Inkomsten zonder subsidie (real)	€ 1.482.000	€ 1.482.000

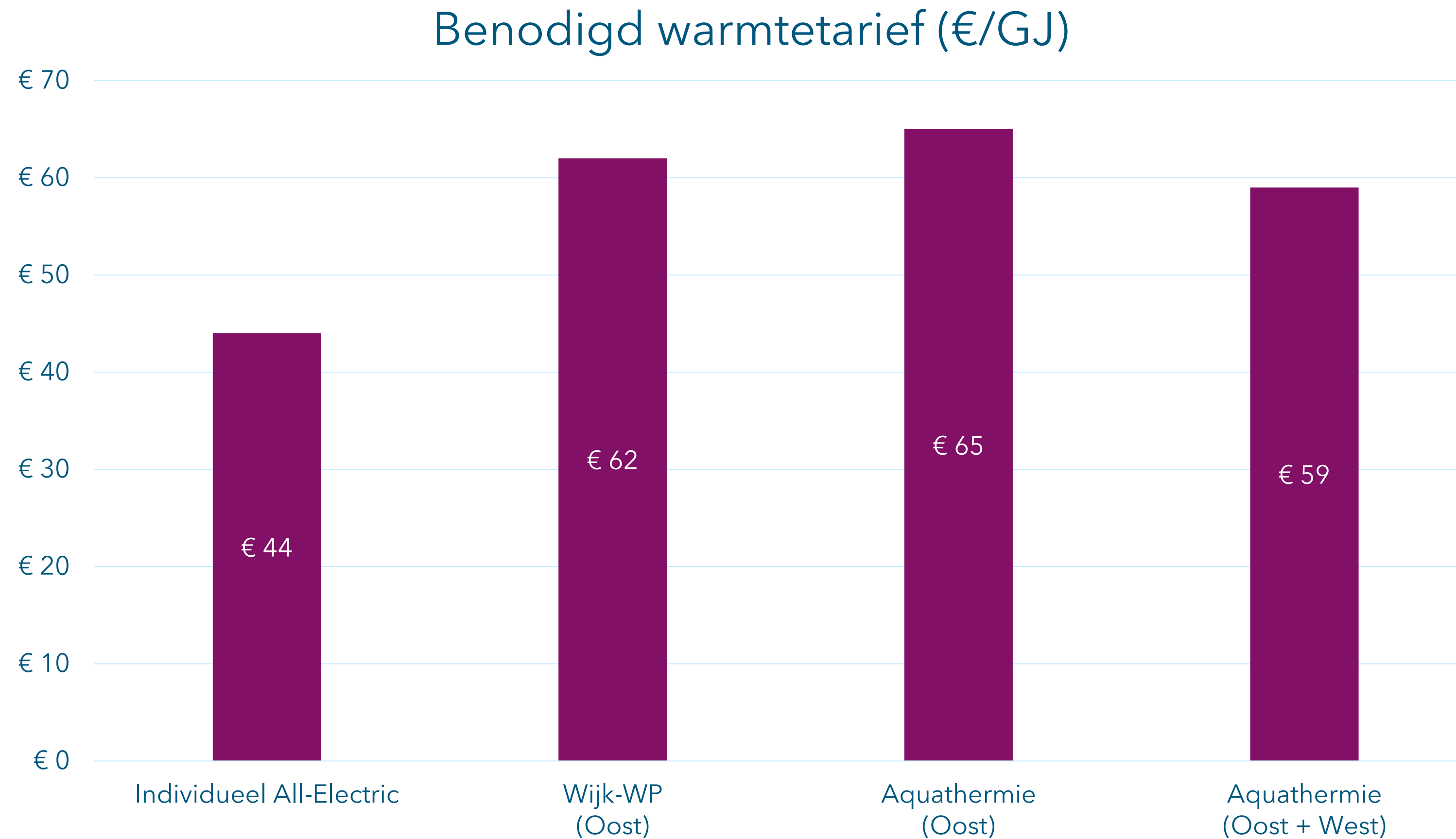
Financiële analyse – Bijdrage Aansluitkosten

De Bijdrage Aansluitkosten (BAK). Dit zijn de berekende kosten die per aansluiting betaald moeten worden om het warmtesysteem na 30 jaar quitte te laten draaien. In deze kosten komt ook de individuele woningisolatie terug.



De berekende aansluitkosten in € per aansluiting om na 30 jaar het warmtesysteem quitte te laten draaien.

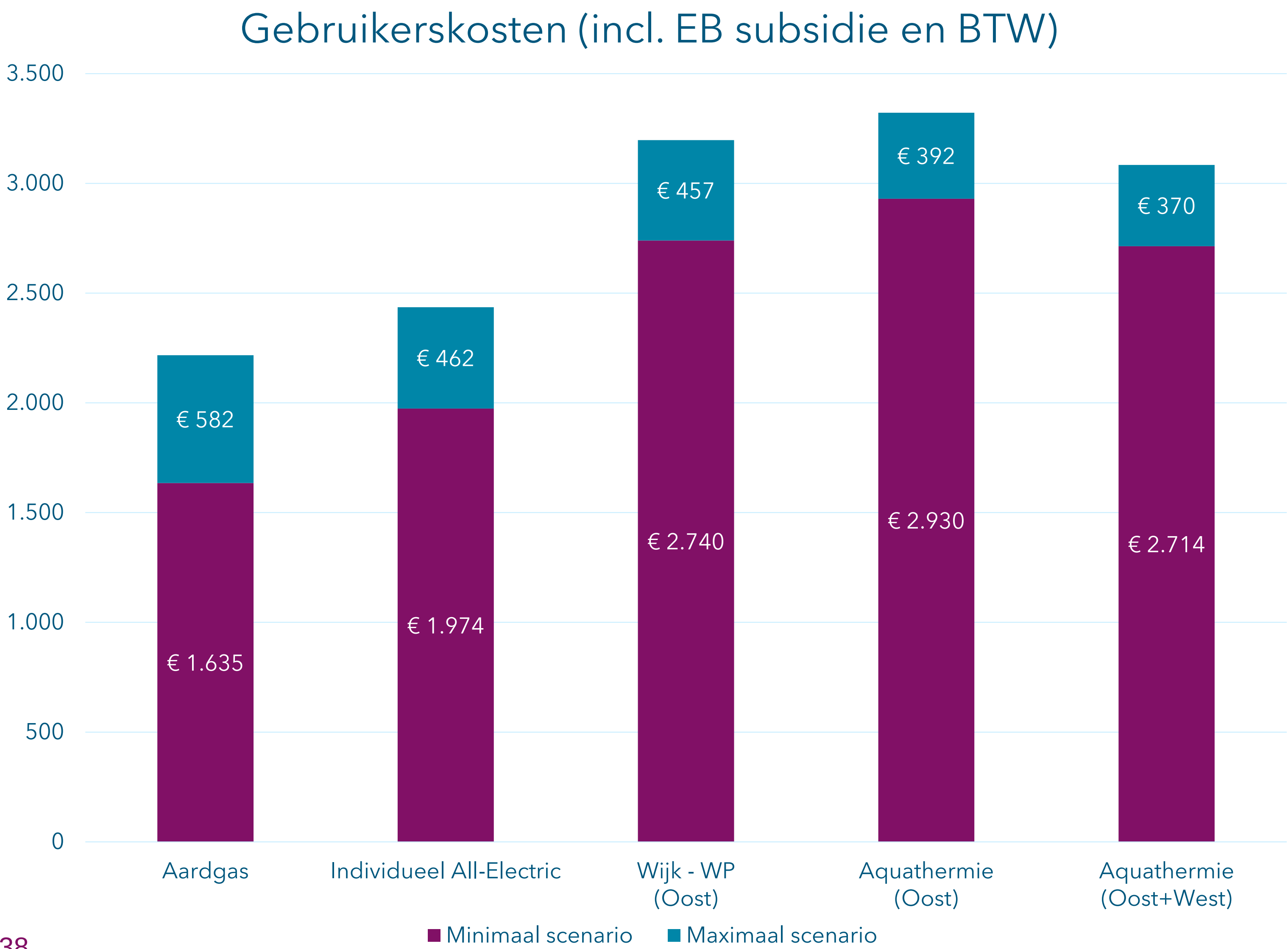
Financiële analyse – Gebruikerskosten (LCOH)



De gebruikerskosten, ook wel Levelised Cost of Heating (LCOH), zijn de kosten die per gebruiker per GJ aan warmte betaald moeten worden zodat het warmtesysteem quitte draait. Dit is een alternatieve manier voor de BAK om de kosten van het warmtesysteem te dekken en gaat dus uit van geen aansluitkosten vooraf.

De ACM besluit jaarlijks een wettelijk maximum voor het warmtetarief. Tot en met 2021 lag dit rond 25 €/GJ. In 2022 was dit rond de 50 €/GJ en begin 2023 is dit 91 €/GJ (zonder prijsplafond).

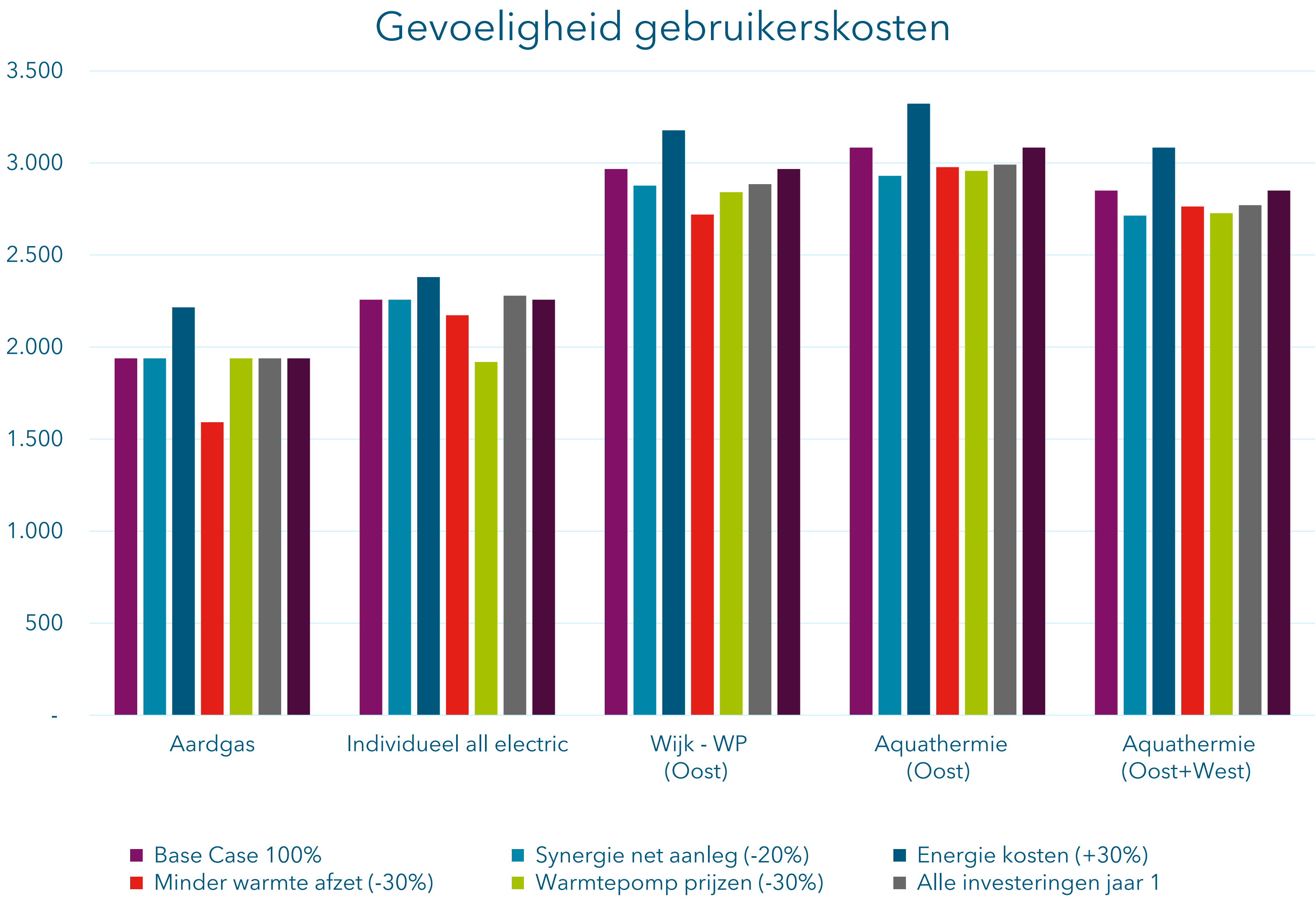
Financiële analyse - Gebruikerskosten



De gebruikerskosten zijn de kosten die jaarlijks per aansluiting betaald moet worden. Dit is op basis van een verbruik van 30 GJ/jaar en de gebruikerskosten van de vorige pagina. Wederom zijn hier geen bijdrage aansluitkosten in meegenomen.

Het minimale en maximale scenario is bepaald op basis van verschillende varianten in gevoeligheid die op de volgende pagina staan.

Financiële analyse - Gevoeligheid Gebruikerskosten



De kosten van de vorige pagina zijn op basis van verschillende scenario's in gevoeligheid. Zo kan er bespaard worden door het net aan te leggen in samenwerking met andere werkzaamheden (Synergie). Ook kunnen de elektriciteitsprijzen gaan stijgen, maar het is ook mogelijk dat er minder warmte afzet zal plaatsvinden. Lagere warmtepomp prijzen of het niet faseren van de aanleg zorgen voor een besparing en resulteren in lagere gebruikerskosten.

Voorlopige financiële conclusies

Collectief

Er is een onrendabele top voor alle collectieve scenario's. De aquathermie scenario's hebben een hoger financieel tekort dan de wijk warmtepomp. Dit is te verklaren door de extra leidingen die nodig zijn naar het gemaal, terwijl de wijk warmtepomp zich (letterlijk) in de wijk bevindt. Ook zijn er investeringen nodig in 2 of 3 WKO's voor de aquathermie scenario's wat extra kosten meebrengt.

Het uitbreiden van het aquathermiesysteem naar dichtbij gelegen gebieden lijkt een positief effect te hebben. Indien het toegevoegde gebied weinig extra leidingen vraagt, maar wel de warmtevraag (en daarmee de inkomsten) verhoogt, verbetert dit de business case.

Het financiële tekort voor de collectieve scenario's kan worden opgevangen door een bijdrage in de aansluitkosten. Deze bijdrage zal in de ordergrootte van €10.000 – €15.000 per woning liggen. Het aquathermiesysteem naar Buitenpepers Oost en West vraagt de minste bijdrage in de aansluitkosten per woning. Dit is omdat de onrendabele top over meer woningen uitgespreid wordt.

Wanneer de rijksoverheid of gemeente er voor kiest om een subsidie te introduceren zou de BAK verlaagd kunnen worden.

Het benodigde warmtetarief voor de collectieve systemen (uitgaande van geen aansluitbijdrage) ligt rond de 60 €/GJ. Het huidige ACM tarief (het maximale tarief wat de warmteleverancier mag vragen aan afnemers) is 90 €/GJ. Dit is echter een uitschieter. Voor 2021 lag het ACM tarief nog op 25 €/GJ. Daarmee lijkt het benodigd warmtetarief voor een collectief warmtesysteem in de Buitenpepers hoog.

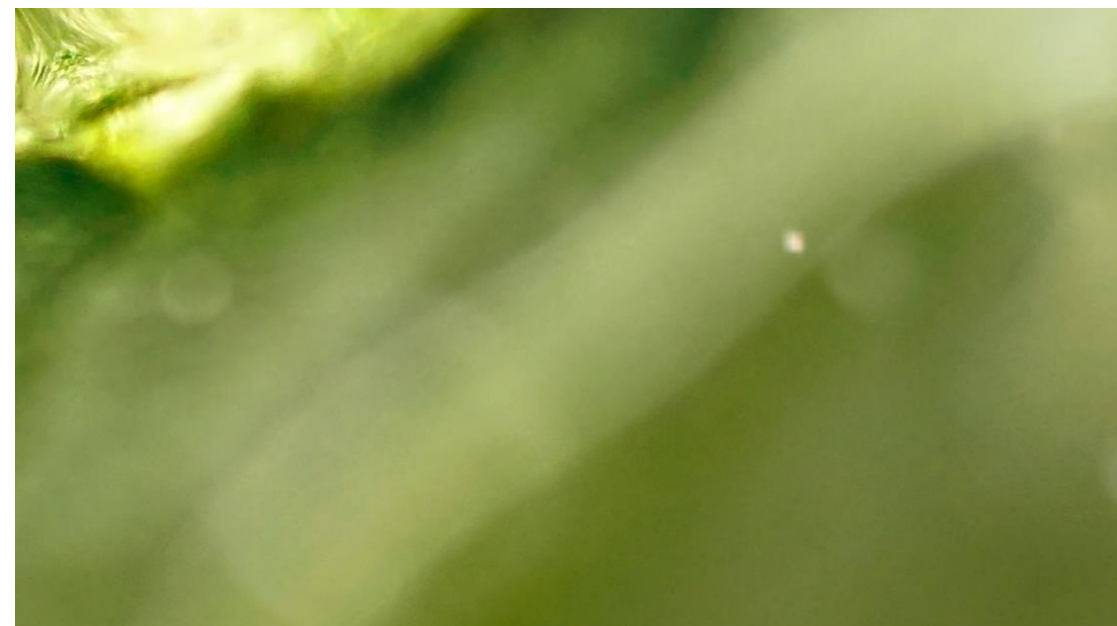
Individueel

De gebruikerskosten voor een individuele warmtepomp zijn laag vergeleken met collectieve systemen. Er is geen collectief warmtenet nodig voor dit scenario en er is een ISDE subsidie beschikbaar voor de aanschaf van een individuele warmtepomp. Echter kunnen er mogelijk nog kosten bij komen voor de aanpassing aan het verwarmingssysteem en het verzwaren van de elektriciteitsaansluiting.

De gebruikerskosten zijn het laagste wanneer er niet van het aardgas wordt afgestapt. Dit is eenvoudig te verklaren omdat er geen grote investeringen gedaan hoeven te worden. Naast de gewenste MT-isolatie maatregelen hoeven er geen aanpassingen aan de woning gemaakt te worden. De kosten voor vervanging en onderhoud blijven hetzelfde als ze nu al zijn. Het is wel lastig om iets te zeggen over de toekomstige ontwikkelingen van de aardgasprijzen. De recente gascrisis heeft de prijzen flink opgedreven, en het is nog onbekend of deze zullen terugzakken tot het oude niveau. Daarnaast zal de transitie van het aardgas af in de toekomst de prijzen gaan beïnvloeden.

Gevoeligheid

Deze business case analyse is uitgevoerd op basis van kengetallen. Het kan zijn dat de toekomst anders is dan hoe wij deze nu voorstellen. De gevoeligheidsanalyse laat zien dat de energiekosten een grote invloed hebben op de resultaten van de financiële analyse voor de collectieve scenario's.



- 6. Duurzaamheid -

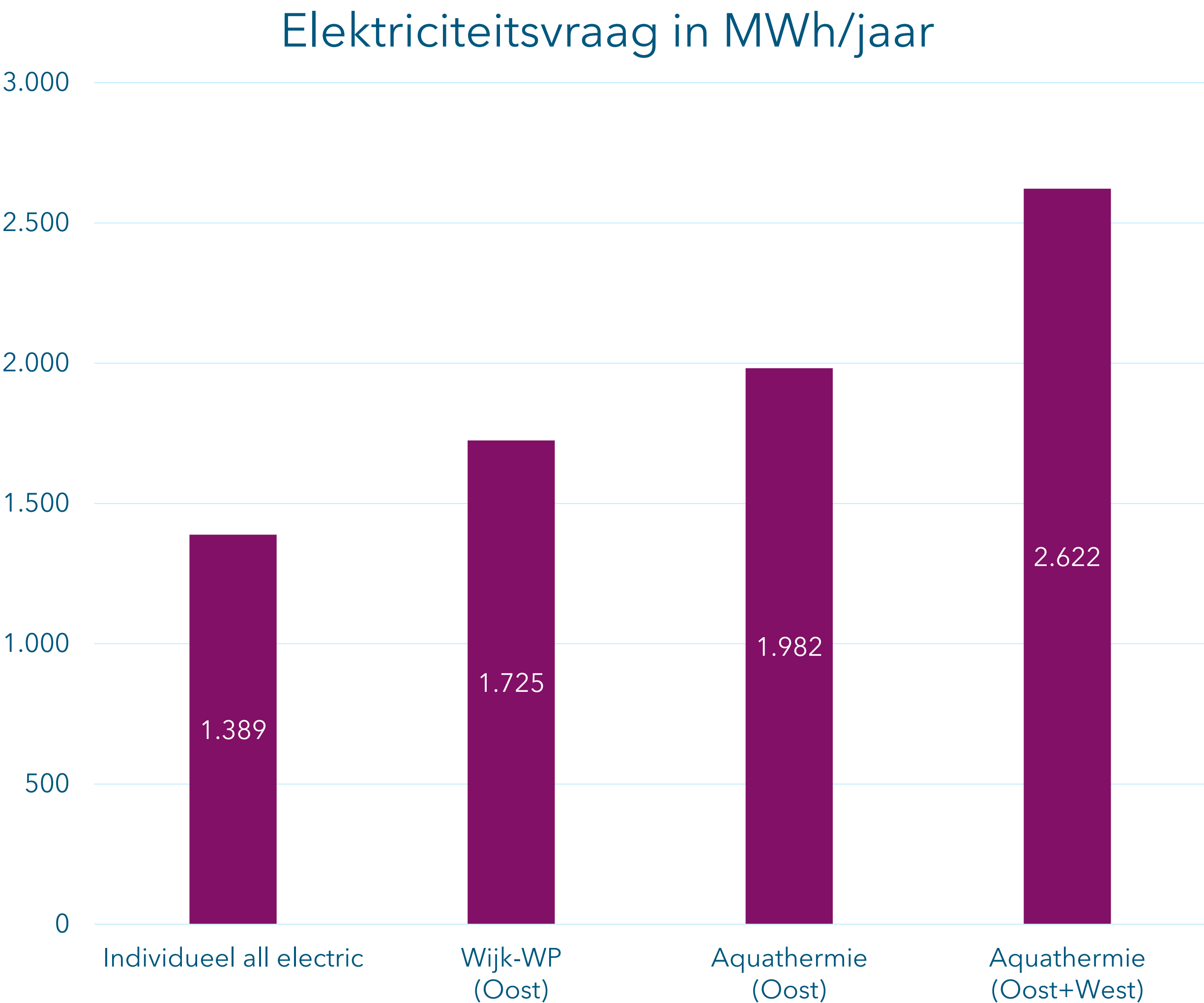
Ingeschatte toekomstige elektriciteitsvraag

Alle systemen gebruiken elektriciteit als onderdeel van de warmtebron. Bij de warmtepompen is elektriciteit zelfs de enige energiebron van het systeem. Hierdoor hebben deze twee scenario's ook het hoogste elektriciteitsverbruik

100% elektrificatie als duurzame oplossing?

Met het oog op de landelijke energietransitie en netcongestie is het onwenselijk om overal in Nederland te kiezen voor 100% elektrificatie als alternatief voor aardgas. Er zit namelijk een groot verschil in de verdeling over het jaar voor de elektriciteitsvraag. Zo is er bij de individuele en collectieve warmtepomp vooral een piekbelasting in de winter wanneer de warmtevraag het hoogste is. Bij het systeem met WKO is de elektriciteitsvraag beter over het jaar verdeeld doordat een groot deel van de benodigde warmte gedurende de zomer in de bodem wordt opgeslagen. In de winter wanneer de warmtevraag het hoogste is hoeft er daardoor minder elektriciteit gebruikt te worden.

* Let op: aquathermie met WKO oost en west heeft de grootste elektriciteitsvraag, dit komt ook omdat het afzetgebied groter is en er dus meer warmte geproduceerd wordt.



CO2 impact

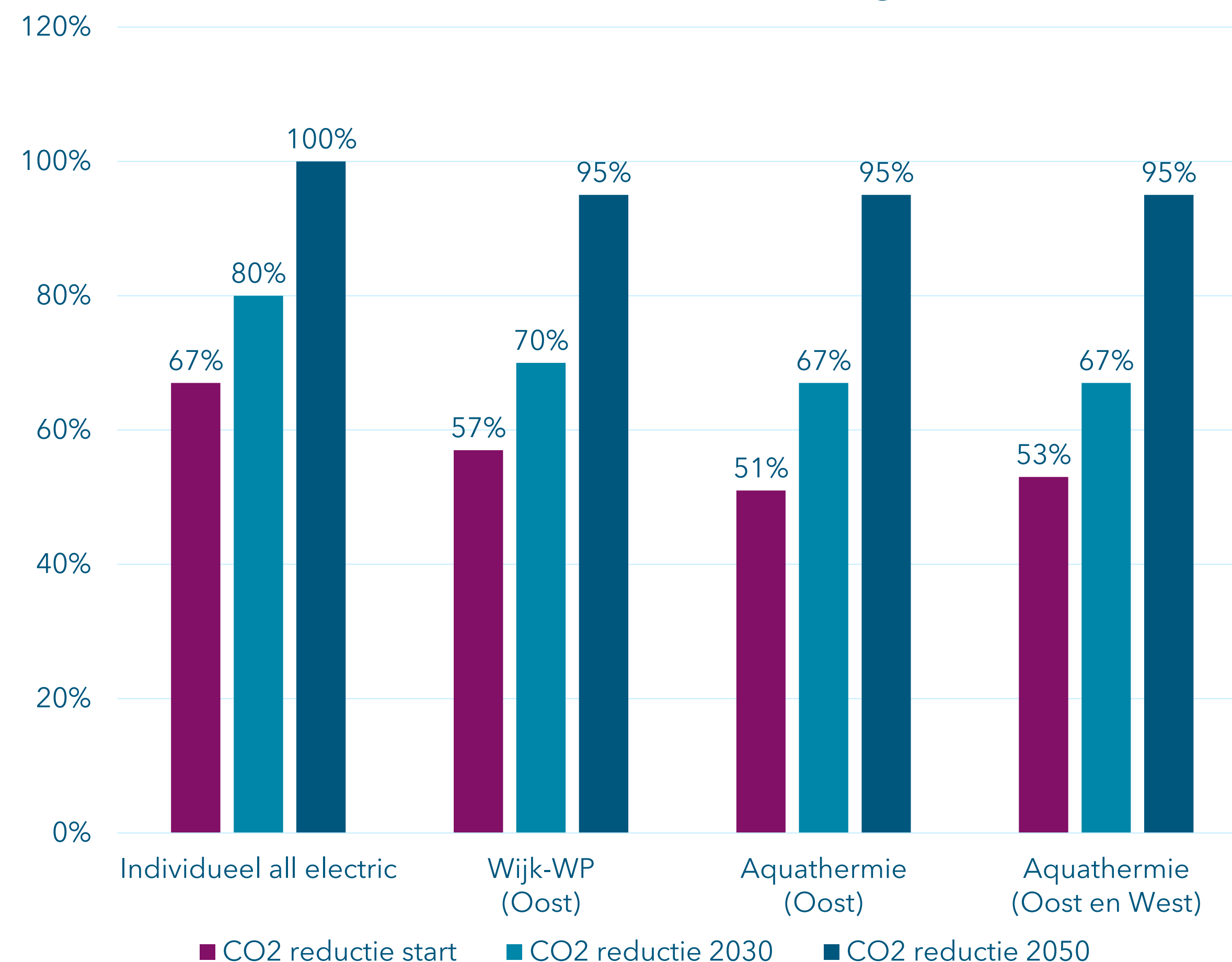
Reductie

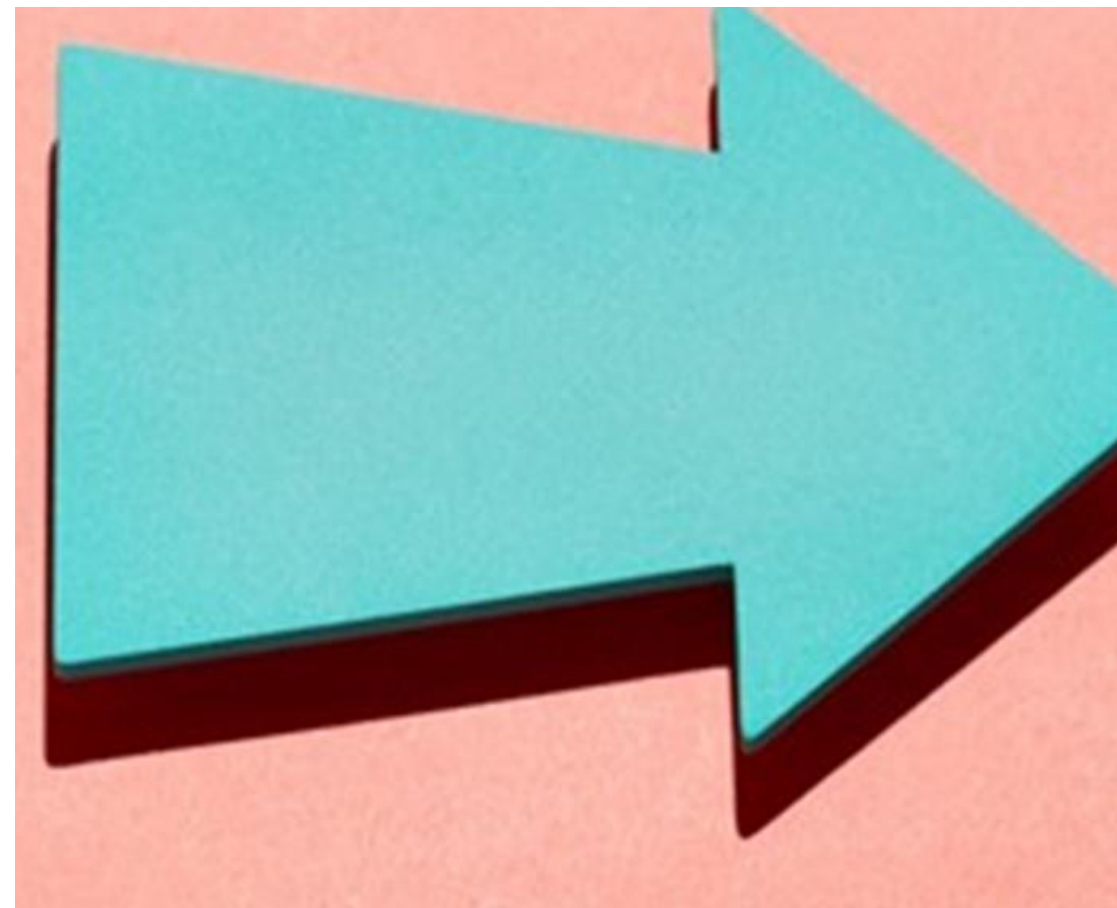
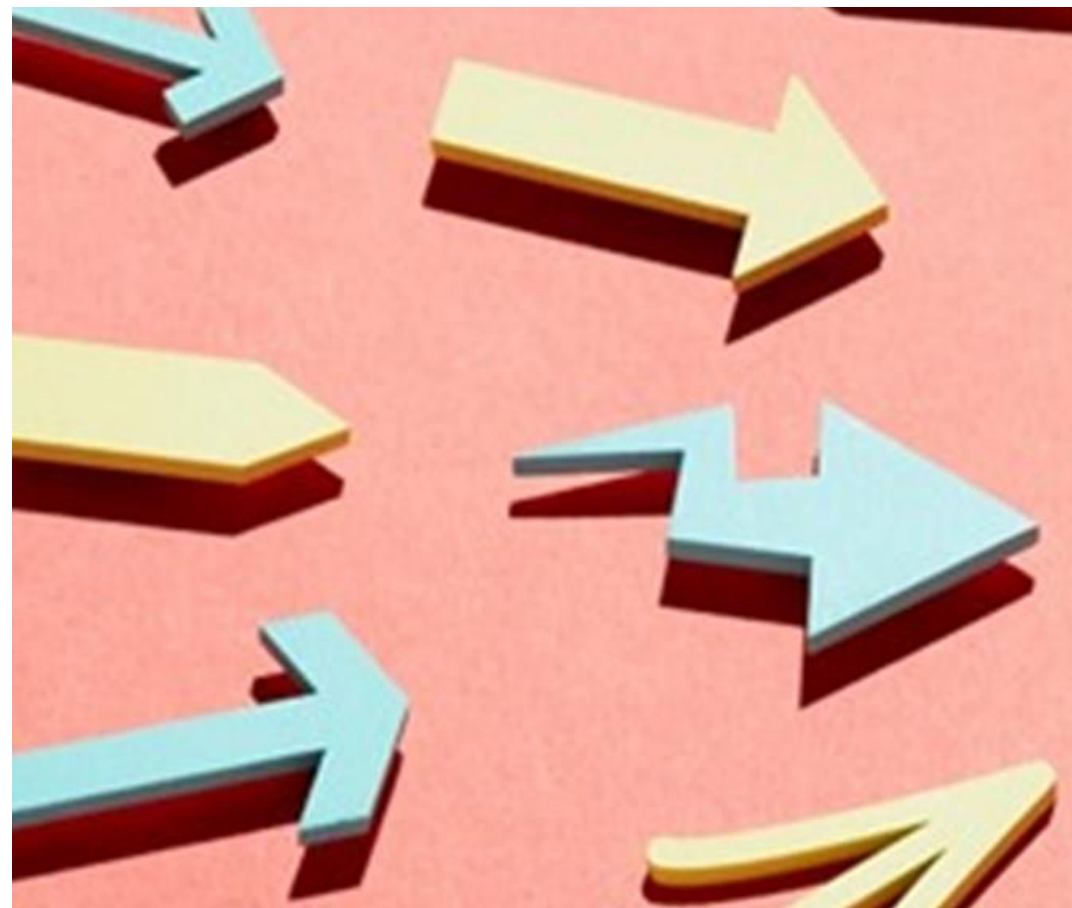
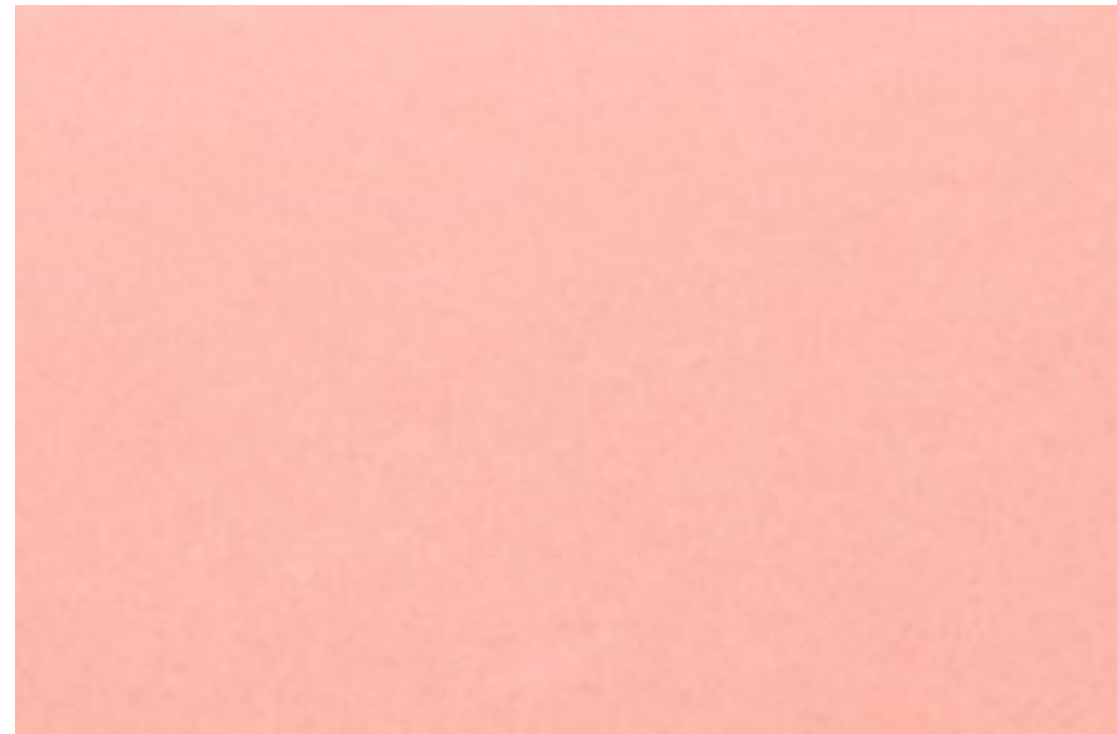
Voor alle systemen is berekend wat de reductie van CO2 uitstoot ten opzichte van aardgas is in de gebruiksfase. In de grafiek is voor alle systemen de reductie in uitstoot weergegeven. In de collectieve systemen wordt uitgegaan van een piekvoorziening met (aard)gas. Hierdoor komt de CO2 reductie niet op 100% uit.

Belang elektriciteitsmix

Door de afhankelijkheid van het elektriciteitsnet is het systeem met het hoogste elektriciteitsverbruik automatisch het systeem met de hoogste uitstoot en daardoor laagste reductie. De hoogte van de CO2 uitstoot is afhankelijk van de samenstelling van de elektriciteitsmix. Momenteel wordt een groot deel van de elektriciteit nog opgewekt met kolen- en gascentrales. In 2021 werd 2/3 van de elektriciteit opgewekt uit fossiele bronnen en kwam 1/3 uit duurzame bronnen. Naarmate het aandeel fossiele energie zal dalen zal ook de CO2 uitstoot afnemen. Het streven van de overheid is om in 2050 nagenoeg 100% duurzame energie te hebben in Nederland. Tot die tijd zal daarom elk systeem een CO2 uitstoot hebben.

CO2 reductie t.o.v. aardgas





- 7. Ontwikkeling & Exploitatie -

Exploitatie warmtenet

In de nieuwe wet collectieve warmte wil minister Jetten laten vastleggen dat een meerderheidsaandeel in het warmtenet in publieke handen komt. Hierdoor is het nu gangbare model waarbij warmtebron en net volledig in handen zijn van dezelfde private partij niet meer mogelijk.

Voor een collectief systeem blijven dan de volgende 4 vormen van exploitatie mogelijk:

1. Een warmtebedrijf dat 100% in publieke handen is;
2. Een warmtebedrijf dat minimaal 50% + 1 aandeel in publieke handen is;
3. Een warmte joint venture bestaande uit een 100% publiek warmtenetbedrijf en een (publiek) privaat warmteleveringsbedrijf;
4. Een warmte joint venture bestaande uit een warmtenetbedrijf dat voor minimaal 50% + 1 aandeel in handen is van een publieke partij en een (publiek) privaat warmteleveringsbedrijf.

In alle collectieve vormen van warmte zal de gemeente (als behartiger van het publieke belang) daarom een rol moeten spelen. Dit mag ook middels een organisatie die volledig in publieke handen is. Een goed voorbeeld hiervan is HVC, die in verschillende plaatsen al betrokken is bij warmtenetten.

Als private eigenaar van het warmtenet kan een commerciële partij, maar ook een collectief van woningeigenaren optreden.

Ontwikkeling van de collectieve warmteoplossing

Het organiseren van een nieuw warmtenet vraagt veel organisatorische kracht. Een projectontwikkelaar moet de warmtebron en het warmtenet realiseren, de gemeente is ten minste betrokken bij de vergunningen en de bewoners en bedrijven in de wijk moeten worden gecontracteerd als afnemers.

Projectontwikkelaar

Wanneer er nog geen bestaande initiatiefnemer voor een warmtenet is zal deze gevonden moeten worden. Dit kan bijvoorbeeld door dit via een aanbesteding aan een commerciële ontwikkelaar te gunnen of de gemeente zou er voor kunnen kiezen om zelf de projectontwikkelaar te worden. Er kan ook een bewonerscoöperatie ontstaan die de ontwikkeling en eigenaarschap van het warmtenet op zich wil nemen. In Nederland is dit coöperatief eigenaarschap nog vrij nieuw, maar in Denemarken gebeurt dit veelvuldig. Het mede eigenaar worden van het warmtenet vergroot het draagvlak voor een warmtenet als oplossing. Het nadeel is dat binnen de Coöperatie vaak onvoldoende kennis en tijd beschikbaar is voor het realiseren van een dussdanig complex project. Hierdoor zullen er externe experts moeten worden ingehuurd, waarvoor eerst de financiering moet worden verzameld. Een project met een bewonerscoöperatie zal daardoor een langere realisatietermijn kennen.

Fasering

Wanneer er gekozen wordt voor het aquathermie scenario wordt meteen het afnamegebied vastgelegd als de gehele buurt. Door de omvang van de

investering vooraf is het wenselijk om 80% van de buurt als afnemer te contracteren voordat er aan realisatie begonnen kan worden. Als er veel huishoudens kiezen voor een individuele oplossing in plaats van deelname aan het warmtenet kan de 80% mogelijk niet gehaald worden waardoor de business-case onder druk komt te staan. Het is daarom belangrijk om de een keuze voor een aquathermie systeem vroegtijdig te communiceren zodat. Wanneer het warmtenet aangelegd wordt zal dit daarom voor de gehele buurt in één keer plaatsvinden.

Bij collectieve warmtepompen kan er wel gefaseerde realisatie plaatsvinden. Binnen deze studie is uitgegaan van 200 woningen per collectieve warmtepomp. Er kan dus lokaal gekeken worden waar in de wijk er interesse is in een collectieve warmteoplossing. Wanneer er in hetzelfde gebied 200 deelnemende huishoudens zijn gevonden zou dat deel ontwikkeld kunnen worden.

Ontwikkeling individuele oplossing

Regie

Met een individuele oplossing heeft de eigenaar volledige regie over welke warmte techniek er gekozen wordt, welke isolatiemaatregelen worden genomen, en wanneer de werkzaamheden plaatsvinden. Daarnaast is er ook vrije keuze in leverancier van energie. Hierdoor zit men niet vast aan een monopolie van één warmtebedrijf.

Maatregelen

Voor individuele oplossingen zijn er ook flinke investeringen nodig. Voor een lucht/water warmtepomp moet de woning geschikt zijn voor lage temperatuur verwarming. De eerder beschreven isolatiemaatregelen die bij dit scenario passen zijn ingrijpend. Zowel voor de binnenmuur isolatie als dakisolatie zal de afwerking van wanden en plafonds verwijderd moeten worden om extra isolatie te kunnen aanbrengen. Mogelijk dat de isolatie dusdanig dik is dat dit ook het gebruiksoppervlak van de woning vermindert.

Voor alle isolatiemaatregelen geldt wel dat deze het wooncomfort verhogen. Het is wel belangrijk dat er voldoende aandacht blijft voor goede ventilatie van de woning. Frisse lucht wordt sneller warm en is gezonder voor de bewoners.

Techniek

Bij het toepassen van een lucht/water warmtepomp moet er binnenshuis de binnen-unit van de warmtepomp en een boilervat voor warmwater geplaatst worden. De binnen-unit van de warmtepomp heeft een afmeting

die vergelijkbaar is met een Cv-ketel. Deze kan ook geïntegreerd worden in een all-in-one systeem met een boilervat. Deze combinatie heeft ongeveer de grootte van een vrijstaande koelkast. Er is dus in de woning meer ruimte nodig dan met een Cv-ketel.

Een lucht/water warmtepomp heeft ook een buiten-unit die de warmte uit de buitenlucht haalt. Deze is via leidingen verbonden aan de binnen-unit. Er moet dus een doorvoer naar buiten worden gerealiseerd. De buiten-unit heeft ongeveer dezelfde afmetingen als het buiten deel van een airco. Deze unit kan in de tuin worden geplaatst, aan de gevel worden bevestigd, of op het dak worden geplaatst. Er zijn tegenwoordig ook systemen waarbij de buitenunit op een schuin dak wordt vermomd als een schoorsteen, waardoor het esthetisch een kleinere impact heeft. Belangrijk bij de locatiekeuze is dat er rekening wordt gehouden met het geluid tijdens gebruik.

Voor de warmte afgifte is ook een laagtemperatuur afgifte systeem nodig. Dit kan in de vorm van vloerverwarming of het installeren van lage temperatuur radiatoren. Vaak is een convector radiator al wel geschikt. Het vervangen van de radiatoren is de minder ingrijpende optie. Bij de installatie van vloerverwarming moeten er sleuven gefreesd worden en zal er een nieuwe vloerbedekking geïnstalleerd moeten worden. Door het grote oppervlak zorgt het wel voor veel wooncomfort en je hebt geen radiatoren meer nodig waardoor je meer ruimte overhoudt.

Warmtepompen zijn apparaten met een hoog vermogen, net zoals elektrisch koken of in mindere mate een wasdroger. Om een warmtepomp aan te sluiten moet er een 3-fase elektriciteitsaansluiting aanwezig zijn. Wanneer deze er niet is moet deze aangevraagd worden bij de netbeheerder en moet de groepenkast vervangen worden.

Meekoppelkansen warmtenet

Bij de realisatie van een warmtenet kunnen er op meerdere vlakken kansen ontstaan. Zo wordt bij de gevoeligheidsanalyse al de synergie net-aanleg genoemd. In dit scenario wordt het aanleggen van het leidingnetwerk gecombineerd met andere werkzaamheden in de ondergrond, zoals bijvoorbeeld het vernieuwen van de riolering of het verwijderen van een afgeschreven gasnet. Door de werkzaamheden gelijktijdig te laten plaatsvinden hoeft het wegdek maar één keer geopend en gesloten te worden wat tijd en geld bespaard.

Buurten aankoppelen

Een tweede vorm van een meekoppelkans is om het warmtenet uit te breiden naar omliggende buurten en wijken. Hierbij is het belangrijk dat de warmtevraag van de nieuwe buurten op een zelfde of lager temperatuurniveau ligt als in de Buitenpepers. Daarnaast moet de warmtebron van het warmtenet voldoende capaciteit hebben. Uiteraard is het ook mogelijk om additionele warmtebronnen toe te voegen aan het warmtenet, maar dit doet het voordeel van schaalbaarheid teniet.

Doordat het systeem van een wijkwarmtepomp modulair is, en het vermogen van de warmtepomp gebaseerd wordt op de lokale warmtevraag is er geen meekoppelkans voor omliggende buurten.

Bij het aquathermie systeem is zichtbaar dat het opschalen in de scenario's van enkel oost naar oost & west al een voordeel met zich meebrengt. Met een maximale capaciteit van 67.000 GJ is er bij gemaal Orthen nog warmte beschikbaar voor meer afnemers.

In de afbeelding is in oranje/rood zichtbaar gemaakt waar zich een concentratie van warmtevraag bevindt. Op basis van deze afbeelding is te zien dat deze bij **De Herven** zeer beperkt is. Dit is te verklaren door de bouwjaren van de woningen die zich hier bevinden. Door de lagere warmtevraag, staan de kosten van een collectief net niet in verhouding tot de opbrengsten. Dat maakt De Herven een minder geschikte wijk voor het realiseren van een warmtenet.

Orthen, dat noordoostelijk aan De Buitenpepers grenst laat wel een duidelijke warmtevraag zien. Deze wijk ligt ook naast de warmtebron, waardoor de extra kosten voor een warmtenet ook beperkt blijven. De bouwperiode van ca. 1957 tot 1960 maakt het aannemelijk dat deze wijk geschikt te maken is voor een middentemperatuur net. Deze wijk lijkt daardoor geschikt om aan te sluiten op het aquathermie scenario.

De exacte warmtevraag voor deze wijk is niet berekend, er kan daardoor geen uitspraak worden gedaan of er bij gemaal Orthen voldoende potentie is om de hele wijk mee te nemen.



Omgevingsoverlast

Overlast bij gebruik

Als er geen collectieve warmteoplossing wordt aangeboden, zal er bij elke woning een individuele oplossing gevonden worden. Hierbij zullen voornamelijk warmtepompen gekozen worden. Mogelijk dat deze systemen nog worden aangevuld met zonnecollectoren of een bodemlus. Als gevolg zal elke woning worden uitgerust met een buitenunit van een warmtepomp. Indien dit grootschalig gebeurt, kan er geluidsoverlast optreden. Dit geldt vooral bij laagbouw en/of als de buitenunit niet op de daken van hogere gebouwen worden geplaatst.

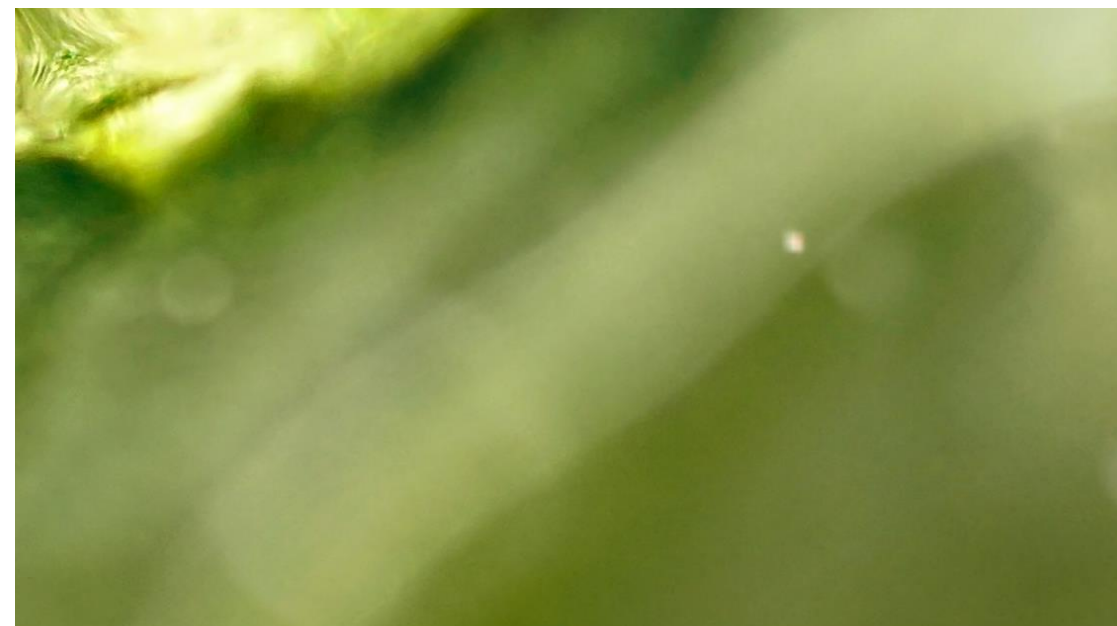
Bij de collectieve scenario's worden ook warmtepompen toegepast. Deze zijn groter dan individuele warmtepompen en hebben daardoor ook meer koeling nodig. Echter zijn het er wel veel minder dan bij het individuele scenario. Een voordeel van deze oplossing is dat de locatie van de warmtepompen in de wijk gekozen kan worden. Dit maakt het mogelijk om een strategische locatiekeuze te maken om geluidsoverlast te beperken. Wanneer er goede locaties in de wijk beschikbaar zijn kan er gestuurd worden om het de geluidsoverlast bij de nabijgelegen woningen te beperken tot hetzelfde of lager niveau dan als er een buitenunit bij de burens zou staan. Daarnaast wordt door alles centraal te regelen voorkomen dat er veel verschillende type buitenunits worden toegepast die qua geluid een verstorend of versterkend effect op elkaar hebben.

Overlast bij realisatie

Bij het aanleggen van het warmtenet zullen er leidingen onder de straat gelegd worden. Hiervoor is het nodig dat het wegdek opengemaakt wordt. In de regel gebeurt dit in tranches waardoor niet alle wegen tegelijkertijd open liggen. Echter heeft dit wel als gevolg dat delen van de buurt tijdelijk slecht te bereiken zijn. Een bijkomend effect is dat mogelijk sommige parkeerplaatsen niet bereikbaar zijn, waardoor er in andere delen van de wijk mogelijk parkeeroverlast ontstaat.

Vanaf de distributieleiding in de straat zal er een aansluitleiding naar de woningen gelegd moeten worden. Dit kan voor elke woning individueel ondergronds, waardoor er ook in de voortuin gegraven moet worden. Vanaf daar moet er door de buitengevel een doorvoer gemaakt worden om binnen een nieuwe aansluiting te realiseren. Binnen komt op deze plek dan een afleverset te hangen. Op de afleverset worden dan de leidingen voor verwarming en warm tapwater aangesloten. Een logische plek voor de afleverset is de locatie van de Cv-ketel, omdat hier al de bestaande leidingen lopen. Er is na het verwijderen van de Cv-ketel ook voldoende ruimte beschikbaar voor een afleverset. Als er een andere locatie wordt gekozen kan dit betekenen dat er nieuwe leidingen gelegd moeten worden.

Wanneer de Cv-ketel op de eerste of tweede verdieping hangt is het vaak mogelijk om via een buis aan de buitenzijde van de gevel de warmte naar boven te transporteren. Er wordt dan een doorvoer onder de dakrand gemaakt. Deze buis kan aan de buitenzijde als een regenpijp vermomd worden. Het voordeel van deze oplossing is dat er binnen minder ingrijpende aanpassing nodig zijn om de aangeleverde warmte op de juiste plek te krijgen.



- 8. Resultaten De Buitenpepers -

De resultaten aan de hand van 6 criteria

Het doel van deze studie is het bepalen van de meest kansrijke optie voor warmte- en koude levering in de Buitenpepers. De kansrijkheid van de onderzochte scenario's is bepaald aan de hand van 6 criteria, hieronder toegelicht:

1. **Bron:** Deze geeft aan of er voldoende capaciteit is om aan de gehele warmtevraag te voldoen.
2. **Kosten:** In de financiële analyse is gekeken naar de BAK en LCOH. Wanneer de uitkomst voor bewoners, investeerders en ontwikkelaars gunstige uitpakt, scoort deze hoog. Wanneer deze ongunstig of negatief is scoort deze laag.
3. **Scenario impact:** Bij de realisatie van de collectieve warmteoplossing is openbare ruimte nodig. Naarmate de realisatie extra beslag legt op de openbare ruimte, bijvoorbeeld voor pomp- en overdrachtsstations van het warmtenet, geeft dat een negatieve score. Hoe lager de impact op de openbare ruimte hoe gunstiger. Tevens is gekeken naar de verwachte omgevingsoverlast bij gebruik van ieder scenario.
4. **Duurzaamheid:** De mate van CO2 reductie geeft inzicht in welke mate de verschillende systemen in 2030 ten opzichte van elkaar een reductie van CO2-emissies realiseren. Belasting elektriciteitsnet gaat over de spreiding van de elektriciteitsvraag over het jaar.
5. **Complexiteit:** Dit gaat over hoe complex de ontwikkeling van het gehele warmtesysteem is. Zo is de individuele optie het minst complex omdat dit per gebouw geregeld kan worden. Doordat bij een collectief systeem meerdere partijen betrokken zijn gaat de complexiteit

omhoog. De toevoeging van WKO maakt het aanleggen van een systeem ook complexer.

6. **Gebruikers:** Binnen dit criteria wordt de effect voor de gebruikers van de verschillende scenario's gescoord. Onafhankelijkheid gaat over de vrije keuze van energieleverancier. Voorinvestering gaat over de kosten die bewoners minimaal moeten maken. Zo moet er voor de collectieve oplossingen ten minste in isolatiemaatregelen worden geïnvesteerd. Bij een individuele oplossing komen alle kosten bij de bewoners te liggen.

Op de volgende pagina zijn de resultaten van de scenario's in relatie tot de 6 criteria weergegeven.

De resultaten in één oogopslag

Scenario	Bron	Kosten		Scenario Impact		Duurzaamheid		Complexiteit	Gebruikers	
	Afdoende capaciteit	BAK	LCOH	Benodigde openbare ruimte	Omgeving overlast (geluid)	Mate van CO2 reductie	Belasting Elektriciteits-net		Onafhankelijkheid	Voor-investering
TEO & WKO - Oost	+	€€€	€€€	+/-	+/-	+/-	+/-	-	-	+/-
TEO & WKO - Oost + West	+	€	€€	+/-	+/-	+/-	+/-	-	-	+/-
Collectief warmtepomp	+	€€	€€€	-	-	+/-	-	-	-	+/-
Individueel warmtepomp	+	N.V.T.	€	+	-	+	-	+/-	+	-
Aardgas	+	N.V.T.	€	+	+	-	+	+	+	+

Legenda:

€ - Laagste kosten
 €€ - Gemiddelde kosten
 €€€ - Hoogste kosten

+ Gunstig
 +/- Neutraal
 - Negatief

Conclusie

Van de onderzochte systemen zijn **alle collectieve systemen haalbaar**. Er is geen sprake van één specifiek meest kansrijk systeem. Alle onderzochten systemen scoren zowel positief als negatief op de verschillende criteria.

Uit de financiële analyse blijkt dat het individuele lucht/water warmtepomp systeem de laagste kosten heeft. Deze heeft ook de laagste energieverbruik en complexiteit. Echter komt de investering vooraf volledig bij de bewoners, zorgt deze oplossing op een hoge piekbelasting op het elektriciteitsnet en heeft het de grootste kans op geluidsoverlast.

De collectieve oplossingen hebben deze nadelen minder tot niet. Echter zijn er wel hogere kosten gedurende de looptijd. Het is ter discussie te stellen of de berekende gebruikerskosten van > 3000 €/jaar acceptabel zijn voor de bewoners. Daarnaast leggen de collectieve systemen een groter beslag op de openbare ruimte en hebben een grotere mate van complexiteit bij de realisatie.

Zonder een duidelijke weging van deze verschillende criteria is er **geen eenduidige conclusie** te trekken of en welk (individueel of collectief) systeem het meest kansrijk is.

Aanbevelingen

Wegingscriteria

Op basis van de analyse is er niet eenduidig een meest kansrijk scenario aan te wijzen. Om tot die conclusie te komen is de volgende stap in het proces om wegingsfactoren toe te kennen aan de verschillende criteria. Dit zou intern binnen de gemeente kunnen, maar ook in samenspraak met de buurt. Er moet dan afgewogen welke belangen het zwaarste wegen.

Aquathermie

Voor de aquathermie bron is uitgegaan van gegevens op de aquathermie viewer van de provincie. Het waterschap had niet meer informatie beschikbaar dan al in de viewer stond. Wanneer het aquathermie scenario als meest kansrijk wordt gekozen is het daarom aan te bevelen om in samenwerking met het waterschap uit te zoeken wat er daadwerkelijk mogelijk is op deze locatie.

Uit de analyse bleek dat het uitbreiden van het warmtenet met de Buitenpepers west een positief effect had op het aquathermie scenario. Wanneer er voldoende bronpotentie blijkt te zijn is het daarom aan te bevelen om te onderzoeken om het warmtenet ook uit te breiden naar utiliteiten in de omgeving en een (gedeelte van) de wijk Orthen.



- Bijlagen -

Bijlagen 1: Verkenning warmtebronnen

Warmtebronnenverkenning – De Buitenpepers					
Hoofdbron	Subbron	Randvoorwaarden	Temperatuurniveau	Globale analyse toepasbaarheid	Verder onderzoeken voor De Buitenpepers?
Geothermie	(Ondiepe) geothermie	Grote schaal benodigd, temperatuur afhankelijk van diepte	Midden-Hoog	Totale warmtevraag van het projectgebied is niet groot genoeg	Nee
Bodemenergie	Open bodemenergie	Geschiktheid ondergrond, grondwaterbeschermingsgebied, schaalgrootte systeem (afhankelijk van debiet)	Laag	Mogelijk een optie met regeneratiebron, want geen koudevraag voor dit gebied	Ja
Bodemenergie	Gesloten bodemenergie	Geschiktheid ondergrond (grondwaterbeschermingsgebied etc.)	Laag	Niet interessant als collectieve bron, mogelijk als individuele optie waar ook een koudevraag is.	Nee/ja
Aquathermie	Thermische energie uit oppervlaktewater (TEO)	Vaak i.c.m. WKO, genoeg waterdebiet beschikbaar	Laag	Collectief mogelijk, als regeneratiebron. Grote plas in de omgeving.	Ja
Aquathermie	Thermische energie uit afvalwater - RWZI (TEA)	Genoeg debiet uit RWZI, locatie RWZI, meestal i.c.m. RWZI	Laag	Geen RWZI of grote persleidingen in de nabijheid	Nee
Aquathermie	Thermische energie uit afvalwater - leidingen (TEA)	Grote transportleiding benodigd	Laag	Warmteterugwinning uit rioolwater geen mogelijkheid door gebrek aan grote persleidingen	Nee
Aquathermie	Thermische energie uit drinkwater (TED)	Grote transportleiding benodigd	Laag	Beperkte capaciteit door gebrek aan grote transportleiding. Alleen mogelijk als extra bron	Ja
Biomassa	Biogas	Mogelijke lokale biogas productie / afname van landelijke net met contract	Hoog	Afname van landelijke net is mogelijk duurzame optie voor piekvoorziening	Ja
Biomassa	Verbranden van houtige biomassa	Lokaal houtafval verbranden / aanvoer van houtige biomassa buiten Den Bosch	Hoog	Politiek gevoelig, niet interessant.	Nee
Biomassa	Vergisting/vergassing afval	Lokale biomassa afval vergisten/vergassen	Hoog	Geen landelijke omgeving, geen lokale vergister	Nee
Waterstof	Waterstof	Lokale waterstofproductie / aanvoer van waterstof buiten Den Bosch	Hoog	Waterstof niet beschikbaar, geen infrastructuur aanwezigheid	Nee
Restwarmte	Warmte uit industriële processen	Beschikbaarheid afhankelijk van bedrijven	Laag/Hoog	Geen restwarmtestromen aanwezig	Nee
Zonthermie	Zonthermische panelen, mogelijk i.c.m. zon-PV	Ruimtebeslag panelen benodigd veel (dak)oppervlak	Laag	Zonthermische panelen mogelijk als individuele optie. Collectief geen optie, geen ruimte voor een veld of groot dakoppervlak	Nee/Ja
Buitenlucht	Lucht/water Warmtepomp	Altijd mogelijk i.c.m. nieuwbouw, geluidrisico en visueel niet aantrekkelijk	Laag	Optie, maar wel MT nodig. Warmere bron heeft voorkeur. kan mogelijk zowel collectief als individueel.	Ja
Asfaltthermie	Thermische panelen in de weg	Ruimtebeslag panelen benodigd veel asfaltoppervlak	Laag	Geen grote hoeveelheid nieuw aan te leggen asfalt beschikbaar	Nee

Bijlagen 2: Definities warmte-eenheden

Joule

Een Joule is de eenheid voor energie/warmte. Vaak gebruiken we in warmtenet studies Gigajoule per jaar (GJ/jaar) om de totale warmtevraag in een jaar aan te geven.

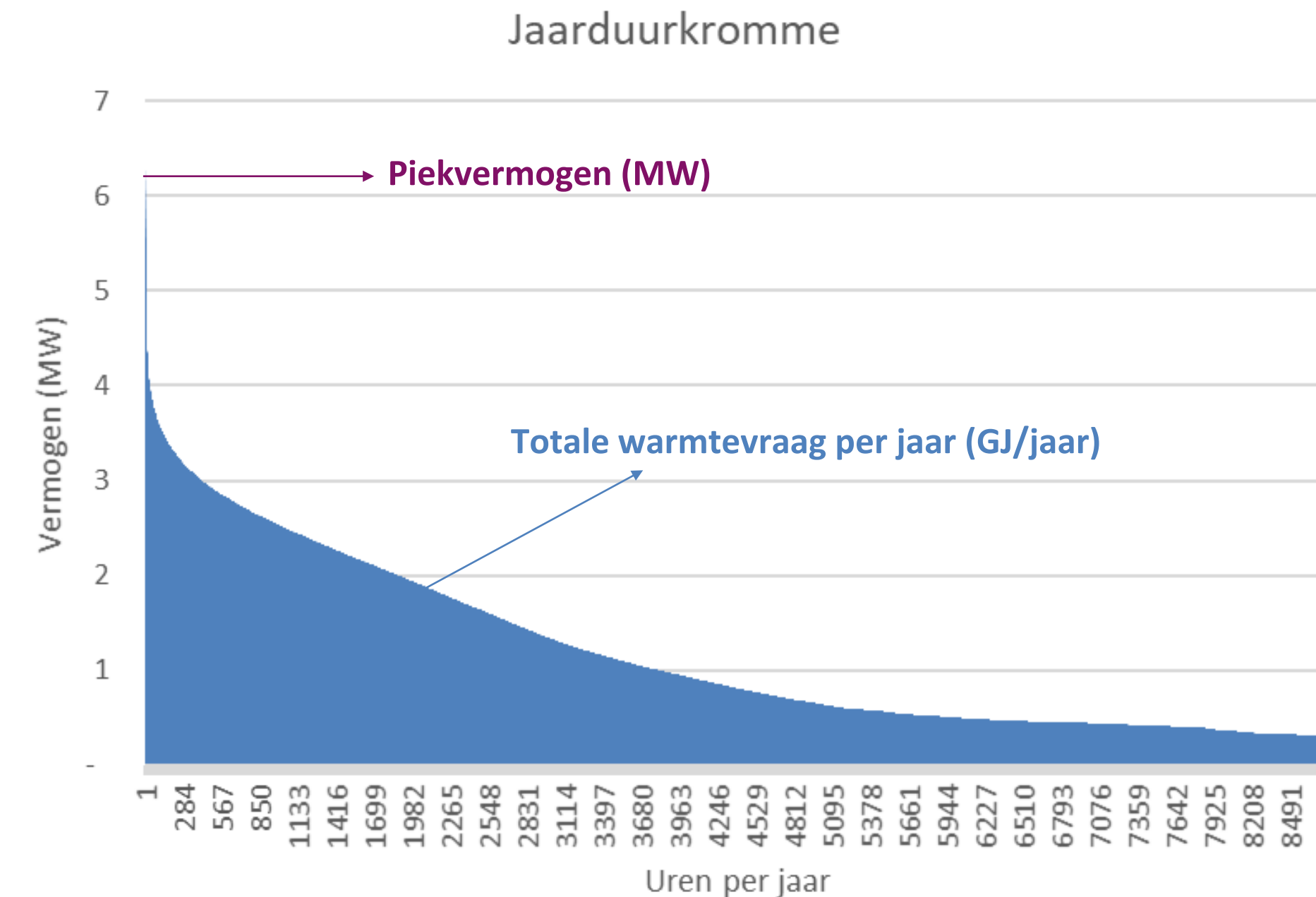
Watt

Een Watt is de eenheid voor vermogen. Het geeft aan hoeveel energie er per seconde verbruikt wordt (Joule/seconde). In warmtestudies gebruiken we deze eenheid voor de piekwarmtevraag en het maximale vermogen van de warmtebron. Vaak drukken we dit uit in Megawatt (MW).

Jaarduurkromme

Een jaarduurkromme visualiseert de warmtevraag in een collectieve warmtevoorziening. Het laat het gevraagde vermogen per uur zien en sorteert deze waarden van groot naar klein. In deze grafiek is het blauwe veld de totale warmtevraag per jaar. Het piekvermogen is de maximale warmtevraag in een jaar.

In de grafiek is te zien dat het piekvermogen van ca. 6 MW maar enkele uren per jaar voorkomt. Het benodigde vermogen ligt zelfs 93% van de tijd onder de 3 MW.



Bijlage 3: Energiebesparingsmaatregelen

Collectieve scenario's:

Om de verwachte energiebesparing te berekenen voor woningen zijn we uitgegaan van maatregelen die nodig zijn om op 'Midden Temperatuur (MT)' te verwarmen. Dit is passend bij het bouwjaar en het energielabel van de woningen.

In dit MT scenario worden alle woningen in het gebied geïsoleerd tot een basisniveau vergelijkbaar met het "vooorlogse scenario" in de 'standaard voor isolatie' (RVO). Hiermee kan de woning op een lager temperatuur-niveau (vanuit de warmteopwekker) comfortabeler verwarmd worden dan voorheen (namelijk 70°C afgifte aan woning). Alle maatregelen zijn "geen spijt" omdat deze uitgebreid kunnen worden naar toekomstige behoeftes.

Het is niet mogelijk om per pand de meest gunstige maatregelen te bepalen. Er wordt daarom uitgegaan van een energiebesparing en investering op schaal van de wijk. De investering is bepaald aan de hand van kostenkentallen, zoals digipesis van RVO, en ervaringscijfers om de kosten en besparingspotentie te berekenen.

Welke maatregelen worden in het model toegepast?

Spouwmuur isolatie

Binnenmuur isolatie

Kruipruimte bodem isolatie

Ruiten vervangen met HR++ Glas

Kierdichting

Individuele scenario:

Om de woningen geschikt te maken voor een individuele lucht/water warmtepomp is het nodig om deze te isoleren tot het 'Lage Temperatuur' niveau voor verwarming van water lager dan 50°C. Alle maatregelen zijn "geen spijt maatregelen" omdat deze uitgebreid kunnen worden naar de toekomstige behoeftes.

Bij de maatregelen van dit scenario ervaren de bewoners hoge energiebesparingen tegen een hoge investering. Beperkt verlies van gebruiksoppervlakte is aannemelijk in dit scenario.

Voor een LT systeem zijn veelal ook LT afgiftesystemen nodig zoals vloerverwarming. Op basis van het label is niet te bepalen of deze al aanwezig zijn. Alle installatietechnische wijzigingen en toevoegingen vallen buiten de berekeningen.

Welke maatregelen worden in het model toegepast?

Binnenmuur isolatie

Kruipruimte vloer isolatie

Dak isolatie (binnen)

Ruiten vervangen met HR++ Glas

Kierdichting