

Technische analyse De Polders

9 oktober 2024

Siebe Sannen
Michiel van der Vight



Samenvatting

Inleiding

De gemeente Houten wil inzicht in de verschillende warmteoplossingen voor de Polders met aandacht voor:

- inzet van duurzame warmte-/energiebronnen
- oplossing voor de gehele wijk, maar ook inzicht in mogelijke alternatieve oplossingen voor een deel van de wijk

De uitkomsten van de verkenning naar duurzame warmteoplossingen zijn in deze rapportage uitgewerkt door De WarmteTransitieMakers (DWTM).

Conclusie op hoofdlijnen

De individuele lucht-water warmtepomp is voor de wijk als geheel de goedkoopste collectieve oplossing voor De Polders. Echter, een warmtenet op 50 graden of een bronnet kunnen tegen geringe meerkosten ook gerealiseerd worden. Daarmee valt er wat te kiezen.

Een bronnet leidt tot de hoogste duurzaamheidsprestaties en de laagste belasting van het elektriciteitsnet. Een warmtenet op 50 graden vraagt de minste inspanningen van de bewoners, maar scoort qua duurzaamheid en benodigde energie-input (door warmteverliezen in de leidingen van het warmtenet) iets minder goed dan de individuele warmtepompen en een oplossing met een bronnet.

Iedere oplossing biedt naast kosten zijn eigen voordelen en nadelen. In de komende maanden legt de gemeente de uitkomsten voor aan bewoners zodat zijn hun voorkeur voor de wijk kunnen bepalen en doorgeven bij de gemeente.

Inhoudsopgave

Deze rapportage is verdeeld in de volgende onderdelen:

1.	Inleiding	3
2.	Gebied in kaart	4
3.	Onderzochte warmteopties	9
4.	Aanpak & uitgangspunten	17
5.	Resultaten aardgasvrije oplossingen	21
6.	Resultaten warmtenet met aardgas als piekopvang	34
7.	Conclusies	44
	<u>Bijlagen</u>	
i.	Termen en afkortingen	48
ii.	Uitgangspunten voor berekeningen	49
iii.	Toelichting op warmtebronnen	50
iv.	Vergelijk warmtenet met en zonder piekgasketel	53



1. Inleiding

De gemeente Houten wil in het kader van het opstellen van het Polderplan, meer inzicht in de mogelijkheden en de voor- en nadelen van verschillende warmteopties. Hierdoor kunnen ze de bewoners van de Polders de komende jaren een keuze laten maken voor hun toekomstige warmtevoorziening. De gemeente Houten streeft ernaar dat de gehele gemeente in 2040 aardgasvrij is.

Naast de keuze voor een warmteoplossing wil gemeente Houten inzichtelijk maken voor bewoners wat de overgang naar aardgasvrij betekent. Daarom zijn in deze rapportage haalbare warmte-alternatieven doorgerekend en met elkaar vergeleken op:

1. Nationale kosten
2. Eindgebruikerskosten
3. CO₂-uitstoot
4. Impact op het elektriciteitsnet

Dit rapport maakt de gemeente openbaar beschikbaar, zodat bewoners inzicht krijgen in de uitkomsten van de analyse en deze informatie kunnen gebruiken om hun eigen mening vormen en hun eigen voorkeur te bepalen.

2. Gebied in kaart



Bouwjaren

De Polders is gebouwd tussen 2003-2011. Deze woningen zijn gebouwd met hetzelfde bouwbesluit, maar in 3 periodes.



Gebruiksdoel

De Polders bestaat bijna uitsluitend uit woningen.

Bijna alle woningen zijn laagbouw en het merendeel van de woningen zijn grondgebonden. Er zijn twee appartementen complexen.

Daarnaast is er de basisschool, de gymzaal en de sportschool.



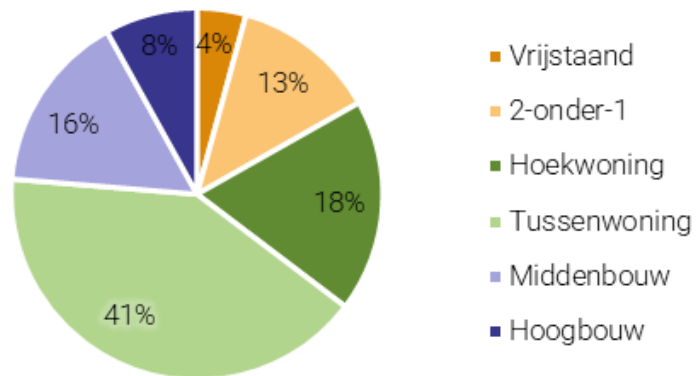
Woningtypologie

Meer dan de helft van de woningen zijn rij- en hoekwoningen.

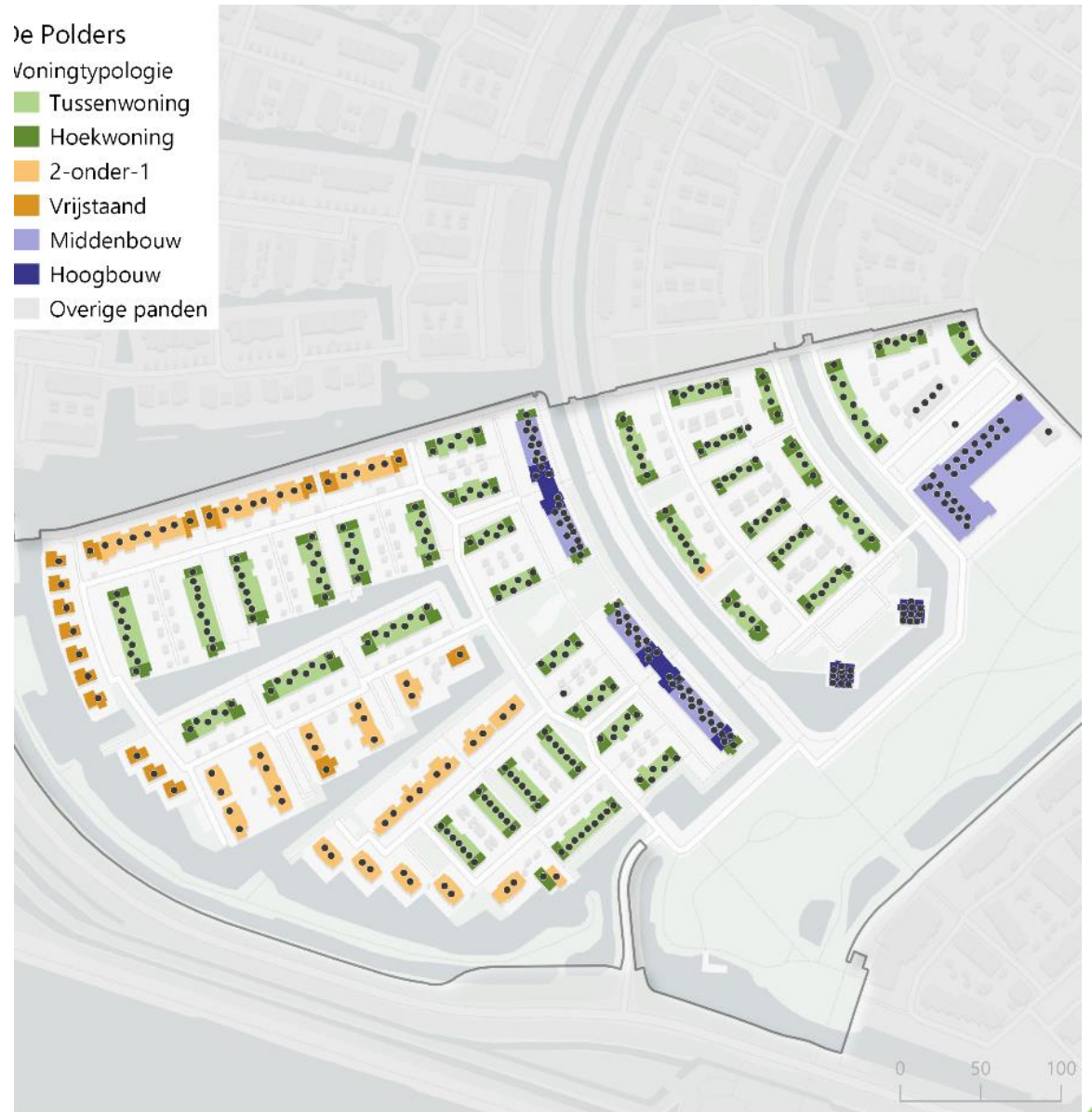
De twee woontorens zijn hoogbouw met appartementen. De overige woningen, vooral van de VvE's kwalificeren als middenbouw met veelal vier bouwlagen.

Minder dan 5% van de woningen is vrijstaand.

Woningtypes Houten



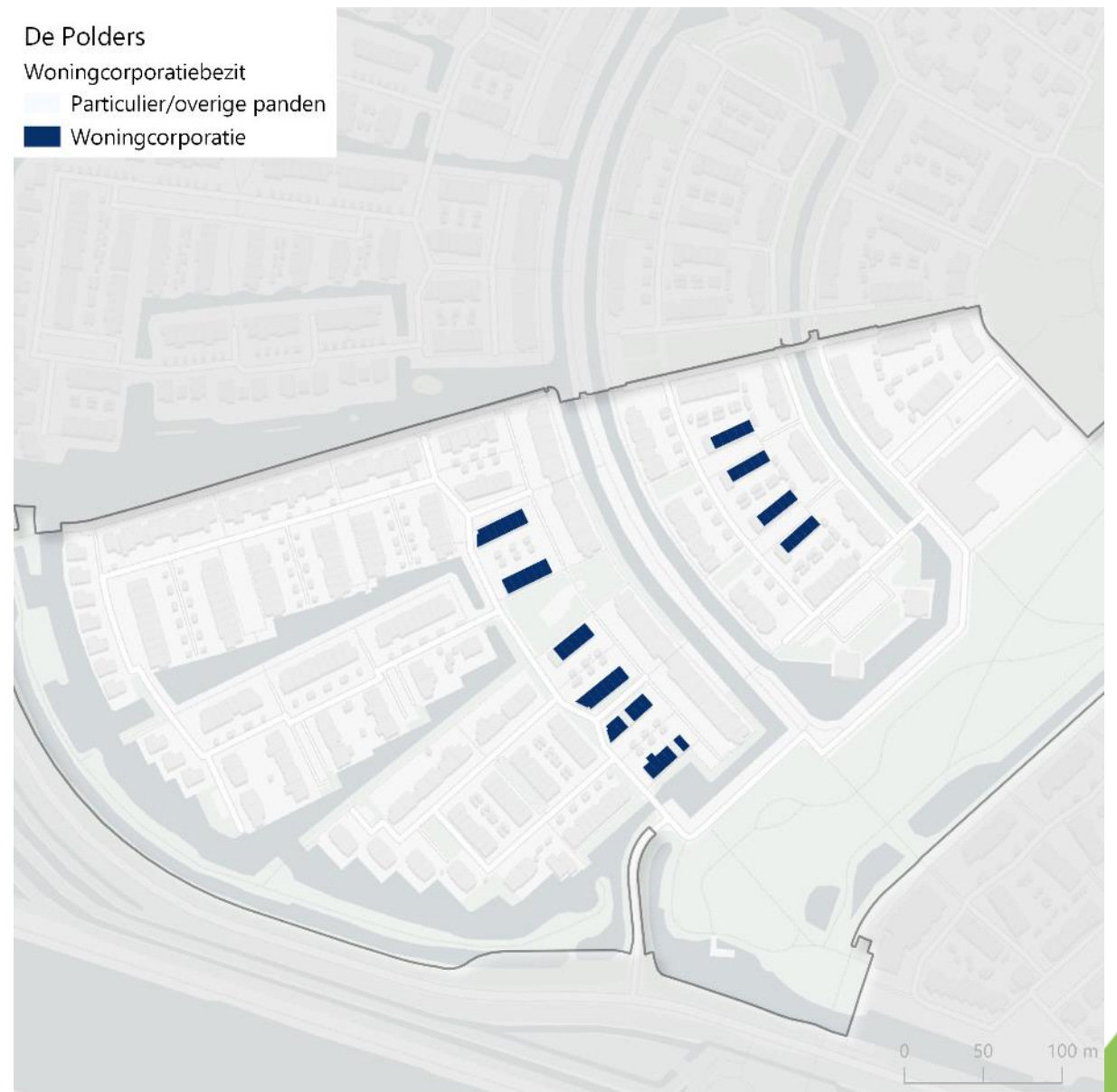
- De Polders
Woningtypologie
- Tussenwoning
 - Hoekwoning
 - 2-onder-1
 - Vrijstaand
 - Middenbouw
 - Hoogbouw
 - Overige panden



Eigendom

Een deel van de rij- en hoekwoningen (circa 13%) is van de woningcorporatie Woonin.

Gebruiksdoel en eigendom	Aantal	Warmtevraag [TJ]
Woningen	422	15
Woningcorporatie	45	1.7
Overig/particulier	369	13.3
Utiliteit	4	1
Totaal	429	16



3. Onderzochte warmteopties



Warmteopties

In deze studie zijn verschillende warmteopties met elkaar vergeleken. Dit hoofdstuk licht de verschillende warmteopties en gaan we in op welke variaties er zijn. Op hoofdlijnen zijn er 3 aardgasvrijvarianten:

1. **Warmtenetten:** warmtenetten kunnen gebruik maken van verschillende warmtebronnen. Daarnaast kunnen ze verschillende temperaturen leveren aan woningen. Warmtenetten die ongeveer 70 graden warmte leveren aan woningen noemen we midden-temperatuur warmtenetten (MT warmtenet). Warmtenetten die op 50 graden warmte leveren noemen we lage-temperatuur (LT warmtenet).
2. **Bronnet:** Een bronnet is ook een collectieve voorziening voor de hele wijk. Een bronnet bestaat uit waterleidingen in de wijk waar lauw / koud water (van ongeveer 15 graden) doorheen stroomt. Elke woning heeft een warmtepomp die de warmte zeer efficiënt kan opwaarderen naar bijvoorbeeld 50 graden.
3. **Warmtepompen:** indien er geen collectieve voorziening is in de wijk, zal iedere woning een individuele warmtepomp nodig hebben. De warmtepomp heeft een eigen warmtebron nodig. Warmtepompen kunnen warmte winnen uit de lucht, bodemwater, of uit omgevingswarmte / zonnewarmte.

Op de volgende pagina's lichten we deze concepten verder toe en beschrijven welke combinaties van warmtebronnen, warmtenetten, bronnetten en welke individuele oplossingen we hebben doorgerekend.

Duurzaam gas is niet beschikbaar

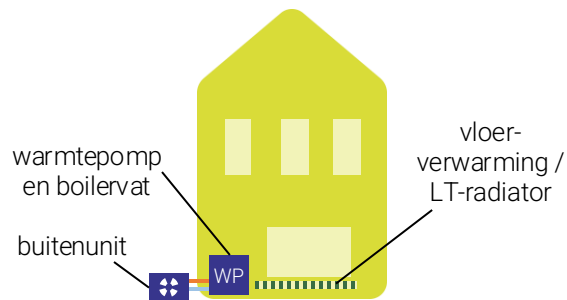
Het landelijke beleid geeft aan dat duurzame gassen niet beschikbaar zijn voor moderne wijken zoals De Polders. Lokaal zijn er ook geen kansen om groengas te winnen. Daarom zien we deze oplossingen niet als realistische oplossingen voor de Polders.

Toelichting individuele warmtepompen

Lucht-waterwarmtepomp

De lucht-water warmtepomp heeft een buitenunit die warmte uit de buitenlucht haalt en daarmee water verwarmt tot ongeveer 50 graden (of lager als uw woning dat aankan). Ook vult de warmtepomp een boiler vat voor warm tapwater (>50 graden).

Iedere woning krijgt een eigen warmtepomp en een eigen buitenunit. De warmtepomp met boiler vat is ongeveer zo groot als een koelkast. Deze vervangt de cv-ketel. De buitenunits maken een beetje geluid, vooral op hele koude dagen. De lucht-water warmtepomp is de goedkoopste individuele warmtepomp om aan te schaffen.

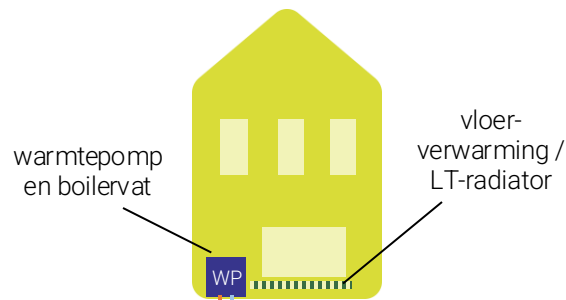


Bodem warmtepomp

De bodem warmtepomp heeft een bodemlus (buizen in de grond in de tuin) die warmte uit de bodem haalt en daarmee water verwarmt tot 50 graden. Ook vult de warmtepomp een boiler vat voor warm tapwater.

Iedere woning krijgt een bodemlus en een eigen warmtepomp. De warmtepomp met boiler vat is ongeveer zo groot als een koelkast. Dit systeem is stil en werkt vooral op hele koude dagen nog efficiënter dan een lucht-water warmtepomp. De bodem warmtepomp is duurder om te aan te schaffen.

Met geschikte radiatoren of vloerverwarming kan de warmtepomp in de zomer zonder extra stroom te gebruiken koelen.

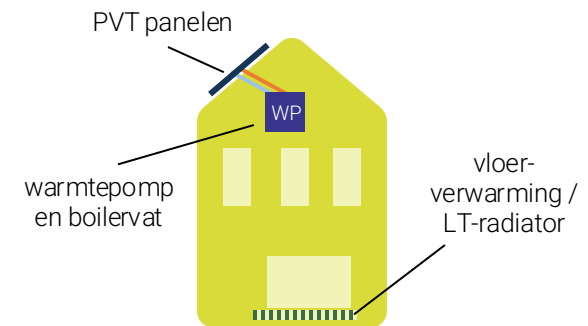


Bodemlus met ongeveer 10 tot 15 graden lauw water

PVT warmtepomp

De PVT warmtepomp komt met speciale zonnepanelen (PVT panelen) die naast stroom ook warmte wint (ook als de zon niet schijnt). De warmtepomp verwarmt het water hierdoor efficiënt tot 50 graden. Ook vult de warmtepomp een boiler vat voor warm tapwater.

Iedere woning krijgt een eigen warmtepomp en eigen PVT panelen. De warmtepomp met boiler vat is ongeveer zo groot als een koelkast. Dit systeem is helemaal stil in gebruik en werkt nog efficiënter dan een lucht-water warmtepomp. De PVT warmtepomp is wel duurder om te aan te schaffen.



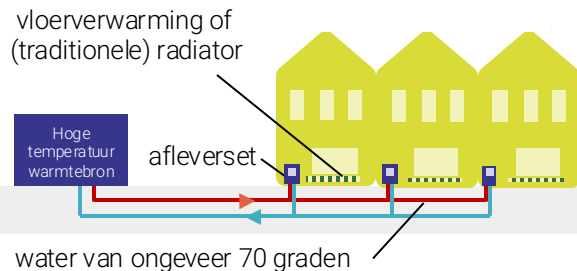
Collectieve warmteconcepten

MT (midden temperatuur) warmtenet

Het warmtenet bestaat uit grote buizen onder de straten en tuinen waar warm water (van ongeveer 70 graden) doorheen stroomt. Dit water wordt op één centrale plek opgewarmd (bijvoorbeeld door een hele grote lucht-water warmtepomp) en de hele wijk doorgepompt.

Per woning of gebouw (bij blokverwarming) komt er een klein kastje in de woning in plaats van de cv-ketel. Dit kastje heet een afleverset. Deze draagt de warmte van het warmtenet over zodat de woning verwarmd kan worden. Dit werkt ook goed met oudere radiatoren.

Het water is heet genoeg om ook warm tapwater te leveren. Zo kun je ook douchen en warm water tappen.

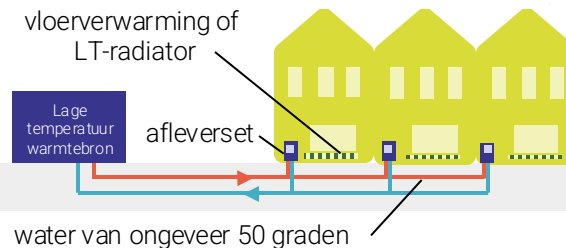


LT (lage temperatuur) warmtenet

Een warmtenet bestaat uit grote buizen onder de straten en tuinen waar warm water (van ongeveer 50 graden) doorheen stroomt. Dit water wordt op één centrale plek opgewarmd (bijvoorbeeld door een hele grote lucht-water warmtepomp) en de hele wijk doorgepompt.

Per woning of gebouw (bij blokverwarming) komt er een klein kastje in de woning in plaats van de cv-ketel. Dit kastje heet een afleverset. Deze draagt de warmte van het warmtenet over zodat de woning verwarmd kan worden. De woning dient geschikt te zijn voor lage-temperatuur verwarming.

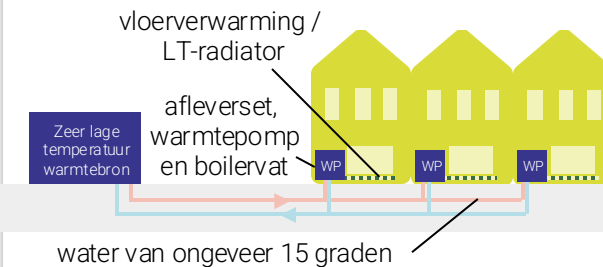
Voor warm tapwater (>50 graden) is een aparte voorziening (bijvoorbeeld een naverwarmer) nodig. Zo kun je ook douchen en warm water tappen.



Bronnet (15 graden)

Een bronnet bestaat ook uit grote buizen onder de straten en tuinen, maar hier stroomt lauw water doorheen (ongeveer 15 graden). Dit water komt uit één centrale bron, en wordt de hele wijk doorgepompt. Per woning of gebouw (bij blokverwarming) komt er een afleverset in de woning. Deze levert zeer-lage-temperatuur (ZLT) warmte uit het bronnet aan de woning.

De temperatuur uit het bronnet is met ongeveer 15 graden niet warm genoeg voor ruimteverwarming of warm tapwater. Elke woning krijgt daarom een warmtepomp (zonder buitenunit) om de juiste temperatuur te maken. Ook vult de warmtepomp een boiler voor warm tapwater. Met geschikte radiatoren of vloerverwarming kan de warmtepomp in de zomer ook extra stroom te gebruiken koelen.



Warmtebronnen voor collectieve systemen

Warmtenetten en bronnetten hebben een warmtebron nodig. In deze studie zijn drie technisch haalbare warmtebronnen bekeken.

Warmtebron	Toelichting
Thermische energie uit oppervlaktewater (TEO)	Nabij de Polders bevindt zich veel water. Uit dit water kan warmte gewonnen worden. In principe kan dat het hele jaar door. Vaak wordt ervoor gekozen om vooral in de warme seizoenen warmte te winnen. De warmte wordt dan onder de grond opgeslagen in bodem water. In het bodem water kan zowel warmte uit de zomer, als ook koude uit de winter worden opgeslagen. Zo ontstaat een warmte en koude voorraad waarmee in de winter kan worden verwarmd en in de zomer kan worden gekoeld. De warmte en koude opslag in de bodem noemen we een WKO. Met name het Amsterdam-Rijnkanaal heeft een hoge technische potentie om warmte te winnen. Om dit als bron te kunnen gebruiken is samenspraak en medewerking met Rijkswaterstaat vereist.
WKO + drycoolers	De bodem in De Polders leent zich voor warmte en koude opslag (WKO) in de bodem. Daarmee is er voldoende potentie voor oplossing met WKO's, in combinatie met drycoolers kan dit worden meegenomen als bron.
Buurtwarmtepomp: Collectieve lucht-water warmtepomp	Een buurtwarmtepomp is een grote collectieve warmtepomp. Deze warmtepomp kan hogere temperatuur warmte maken van 50 graden of zelfs 70 graden. Deze oplossing is daarmee geschikt om warmtenetten van hogere temperatuur warmte te voorzien.

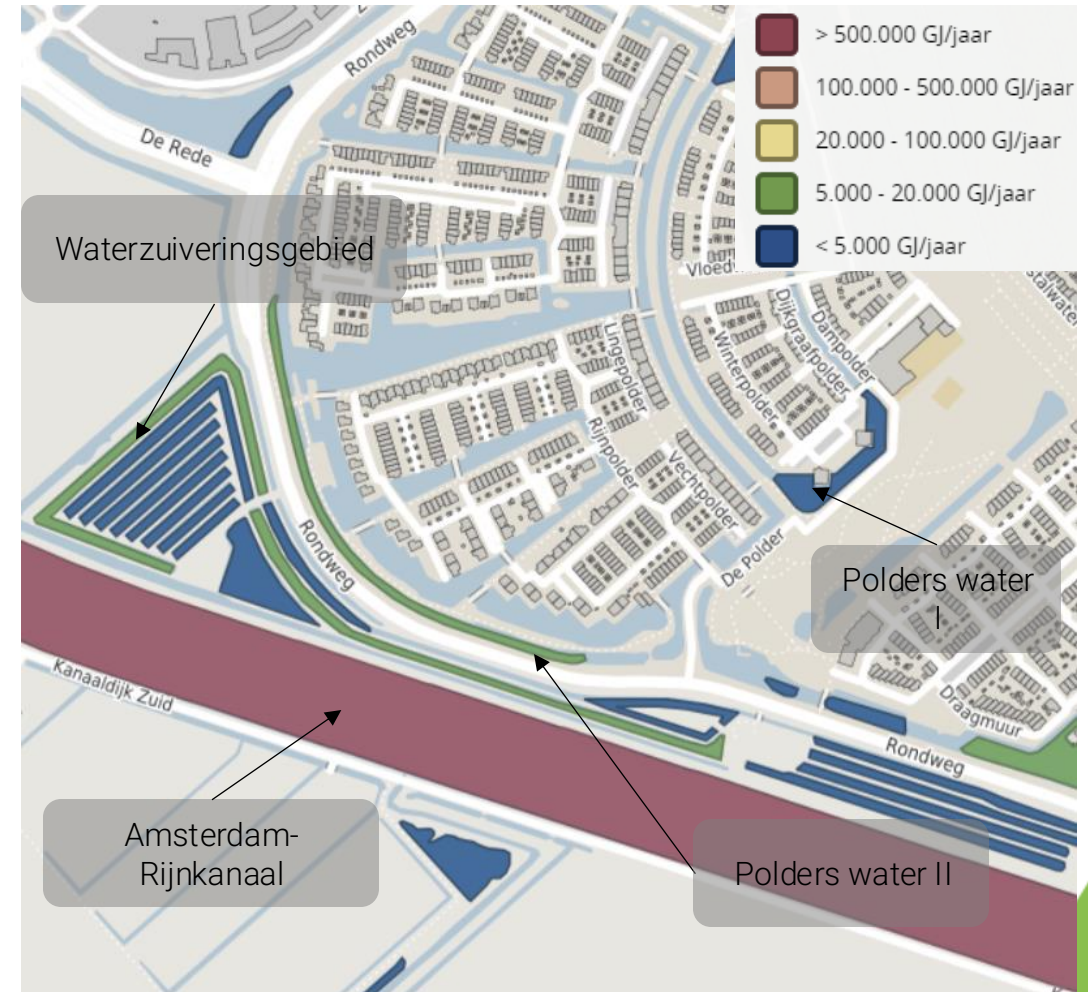
Toelichting op het aquathermie (TEO) potentieel

In de omgeving van De Polders zijn er verschillende waterwegen met potentie voor aquathermie; het Amsterdam-Rijnkanaal, het overstromingsgebied het water in en rondom de Polders. De potentie wordt ingeschat aan de hand van de aquathermie potentiekaart¹ (zie afbeelding).

De potentie van het Amsterdam-Rijnkanaal is voldoende. Het waterzuiveringsgebied en het water in de Polders lijken onvoldoende technische potentie te hebben. Wel kunnen er wellicht kleinere clusters (bijvoorbeeld: alleen de hoog-/middenbouw) voorzien worden. Het waterschap zou het water ook meer kunnen rondpompen om de potentie te verhogen.

Water	Gemiddelde Technische potentie [TJ]
Waterzuiveringsgebied	6
Polders water I	4
Polders water II	5
Amsterdam-Rijnkanaal	870

Gebied	Warmtevraag [TJ]	Toekomstige warmtevraag [TJ]
De Polders	16	16



¹ Bron: <https://warmingup.geoapps.nl/>. Zie de site voor meer achtergrond informatie

Doorgerekende warmtebronnen en warmteconcepten

Voor De Polders zijn onderstaande combinaties van warmtebronnen en warmteconcepten doorgerekend. We noemen dit de 'warmteoplossingen'. De dikgedrukte afkorting wordt ook gebruikt in de resultatengrafieken. Deze zijn op 2 verschillende manieren doorgerekend. De collectieve oplossingen hebben piekopvang nodig, dit kan elektrisch of met gebruik van aardgas. Eerst is alles met elektrische piekopvang doorgerekend zodat de collectieve systemen aardgasvrij zijn. Daarna zijn de warmtenetten met een aardgaspiekkel doorgerekend. Dit zien we als een tussenoplossing, omdat deze warmteoplossing niet volledig aardgasvrij is.

- Referentiesituatie 1: blijven gebruiken van aardgas (**Aardgas**)
- Referentiesituatie 2: individuele hybride warmtepomp (**IndHYB | 70**)
- LT-Warmtenet op 50°C met collectieve lucht water warmtepomp (**WnetLWP | 50**)
- MT-Warmtenet op 70°C met collectieve lucht water warmtepomp (**WnetLWP | 70**)
- LT-Warmtenet op 50°C met WKO + thermische energie uit oppervlaktewater (**WnetTEO | 50**)
- MT-Warmtenet op 70°C met WKO + thermische energie uit oppervlaktewater (**WnetTEO | 70**)
- Bronnet met WKO & thermische energie uit oppervlaktewater (**BnetTEO**)
- Bronnet met WKO & droge koelers (Dry Coolers) (**BnetWKO+DK**)
- Individuele lucht-water warmtepompen op gebouwniveau met afgifte 50°C (**IndLWP**)
- Individuele bodem warmtepompen op gebouwniveau met afgifte 50°C (**IndBWP**)
- Individuele PVT warmtepompen op gebouwniveau met afgifte 50°C (**IndPVT**)

Meer informatie over warmteconcepten en warmtebronnen is te vinden in Bijlage III en IV.

Warmtescenario's

De doorrekening van de verschillende warmteoplossingen is gedaan voor twee clusters. De meest logische is de wijk De Polders, in de verdere analyse verwijzen we naar `Polders`. Een tweede clusters is gevormd door het samennemen van al het woningcorporatiebezit met de midden- en hoogbouw, we ververwijzen naar `Polders hoogbouw`. Dit is een interessant cluster doordat de warmtevraag hier gemiddeld hoger is dan bij een cluster vol laagbouw. Daarmee zou een (kleinschalige) collectieve oplossing interessant kunnen zijn. Mede omdat dit type oplossing in de appartementen minder ruimte in beslag nemen.

Clusters	Aantal verblijfsobjecten	Warmtevraag [TJ]
Polders	429	16
Polders hoogbouw	181	6



4. Aanpak & uitgangspunten



Warmtetool - werking

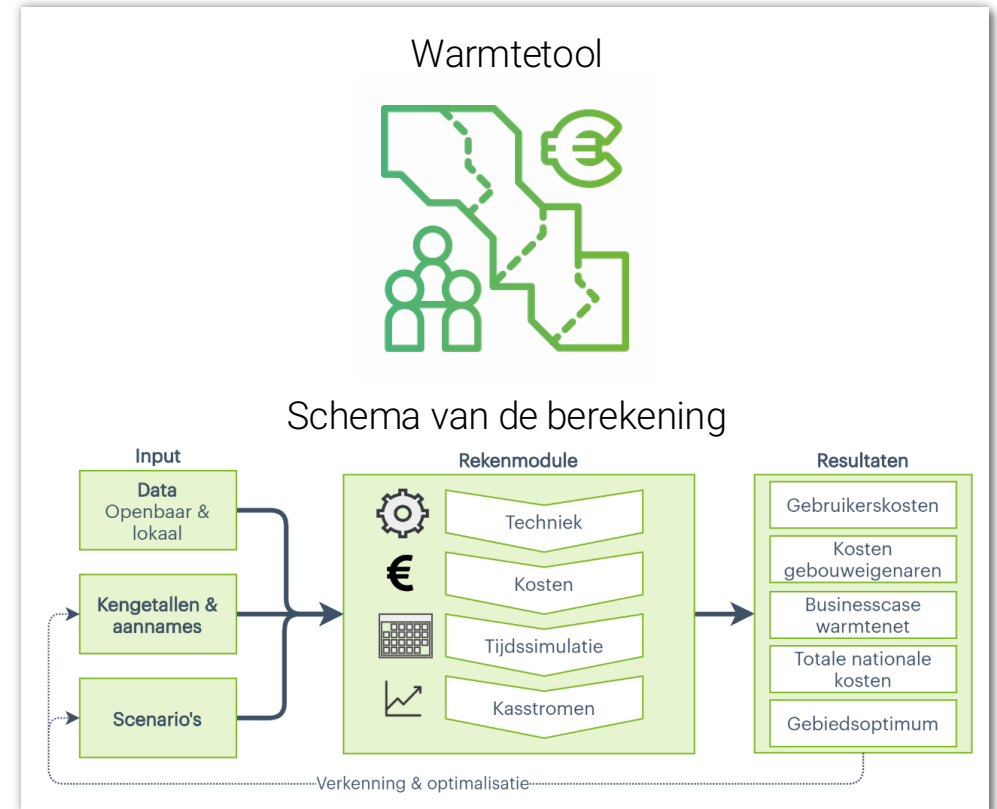
Alle verschillende warmteoplossingen zijn geanalyseerd met de **Warmtetool**.

De Warmtetool is een **rekenmodel** waarmee de implicaties en effecten van verschillende **duurzame warmtetechnieken** voor specifieke **gebieden** kan worden vergeleken. Het rekenmodel houdt rekening met de karakteristieken van gebouwen, straten en andere elementen in de wijk.

Voorbeelden van Warmtetool inzichten zijn:

- Totale nationale kosten (TNK)
- Total cost of ownership (TCO)
- CO₂-reductie
- Elektriciteitsvraag

Voor de Polders zijn verschillende individuele en collectieve systemen doorgerekend.



Warmtetoel – uitgangspunten algemeen

Hieronder zijn de uitgangspunten en aannames voor onze analyse (aanvullende uitgangspunten zijn te vinden in Bijlage II):

- Bij warmtenetten (ook bronnetten) is uitgegaan van een participatiegraad van 80% en een vollooptijd van 2 jaar.
- De piekvraag van warmtenetten wordt elektrisch opgevangen en zal op jaarbasis in 19% van de vraag voorzien.
- De looptijd van de berekeningen is 30 jaar. Restwaarde van investeringen na 30 jaar worden meegenomen als positieve kasstroom.
- Voor alle netten is uitgegaan van een redelijk rendement voor het warmtebedrijf, zijnde 5,2%. Dit bepaalt de aansluitbijdrage (BAK). Wanneer er bij geen BAK nog steeds een hoger rendement wordt berekend dan 5,2%, wordt er een korting berekend op het warmtetarief.
- Energieprijzen zijn gebaseerd op de huidige energiemarkt en recent opgestelde prognoses voor de toekomst (zie bijlage II).
- Per optie is rekening gehouden met beschikbare subsidies: WIS-subsidie (leidingwerk bij warmtenet), SDE++ (warmtebronnen bij warmtenet) en ISDE (isolatie, warmtepompen en aansluiting warmtenet)
- Woningen en gebouwen zijn reeds naar de Standaard geïsoleerd, aanvullende isolatie is niet nodig.

Disclaimer

De gepresenteerde resultaten zijn gebaseerd op een data-gedreven scenario-analyse. Op basis hiervan ontstaat een beeld van de kansrijkheid van verschillende technieken, maar kan geen sluitende conclusie geformuleerd worden over technische of economische haalbaarheid. Het gaat om indicatieve resultaten die om twee hoofdredenen een mate van onzekerheid met zich meebrengen:

Minder nauwkeurige waarden in de data en kengetallen zoals warmtevraag per gebouw.

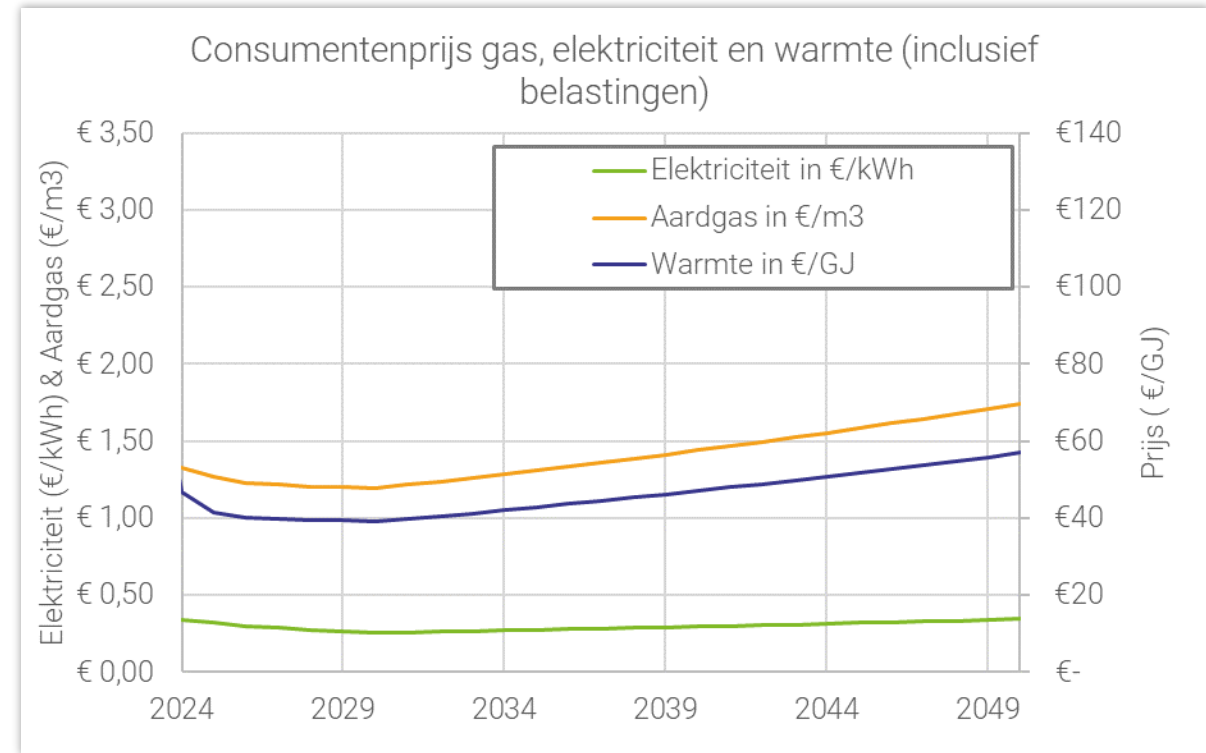
Ondanks onze rekenmethodes die frequent geüpdatet worden, blijven de waarden van bijvoorbeeld prijsontwikkelingen en participatiegraad aannames.

Dit betekent dat de resultaten vooral geschikt zijn om scenario's per wijk onderling te vergelijken. Bij de interpretatie van de resultaten als absoluut en opzichzelfstaand, dient rekening gehouden te worden met onzekerheidsmarge van 40%. Om te beoordelen of het relatieve verschil tussen scenario's significant is dient rekening te worden gehouden met een marge van 20%.

Daarnaast zijn alle resultaten gemiddeld op buurtniveau. Wanneer naar specifieke woningen wordt gekeken kunnen er grote verschillen optreden tussen de woningen.

Warmtetoel – uitgangspunten energietarieven

- De gehanteerde gas- en elektriciteitstarieven zijn gebaseerd op een analyse van de huidige energiemarkt.
 - Tot en met 2026 is gerekend met de gemiddelde handelsprijs op de energiemarkt van de afgelopen 2024.
 - Daarna is deze prijs geëxtrapoleerd o.b.v. voorspellingen uit de Klimaat- en Energieverkenning (PBL) tot 2030.
 - Vanaf 2030 is een standaard inflatie van 2% aangenomen.
- De gehanteerde warmtetarieven zijn gebaseerd op het NMDA principe (Niet Meer Dan Anders) die de Autoriteit Consument & Markt (ACM) hanteert. NMDA gaat er vanuit dat mensen met een warmtenet evenveel betalen als wanneer ze hun woning met aardgas verwarmen.
 - In de toekomst komt de kostprijs plus methodiek in plaats van de NMDA methodiek. Het is nu echter nog niet duidelijk hoe dit precies uitgewerkt gaat worden, daarom zijn we in deze studie nog uitgegaan van het NMDA principe.
- Belastingen zijn gebaseerd op tarieven van de belastingdienst en het belastingplan.



5. Resultaten Aardgasvrije oplossingen

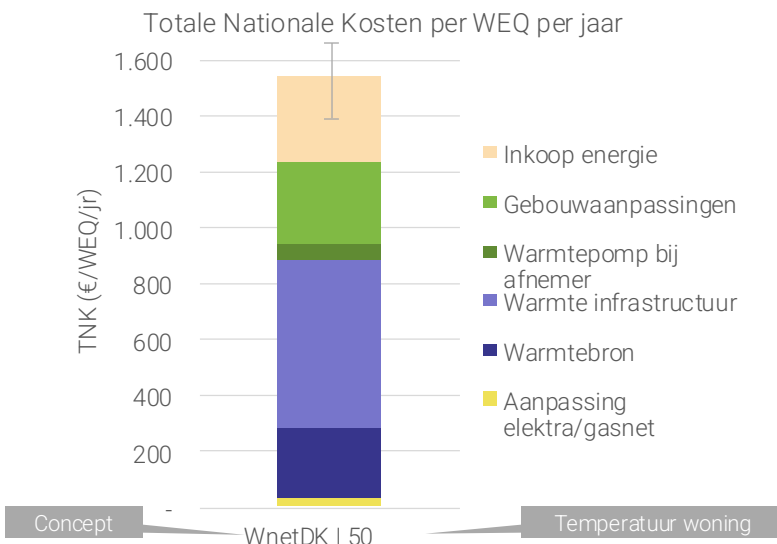


Toelichting – Resultaten kostencriteria

Totale Nationale Kosten (TNK)

Nationale kosten zijn de totale kosten in Nederland van alle maatregelen die nodig zijn om een scenario uit te voeren, voor aanleg en gebruik, **ongeacht wie die kosten betaalt**, inclusief de baten van energiebesparing, maar exclusief binnenlandse kasstromen zoals belastingen, heffingen, subsidies en de warmterekening. Op deze manier kunnen concepten goed vergeleken worden op de maatschappelijke kosten. De TNK is berekend over 30 jaar en teruggebracht naar een bedrag per WEQ per jaar. Deze kosten zijn verdisconteerd over de tijd. Dit wil zeggen dat er rekening gehouden wordt met de waarde van het product in de toekomst. 1 WEQ is gelijk aan 30GJ.

In de resultaten is ook de onzekerheidsmarge van de warmtetoelating meegenomen. Als de ondergrens van de ene oplossing duurder is dan de bovengrens van een andere oplossing, dan spreken we van een significant verschil.

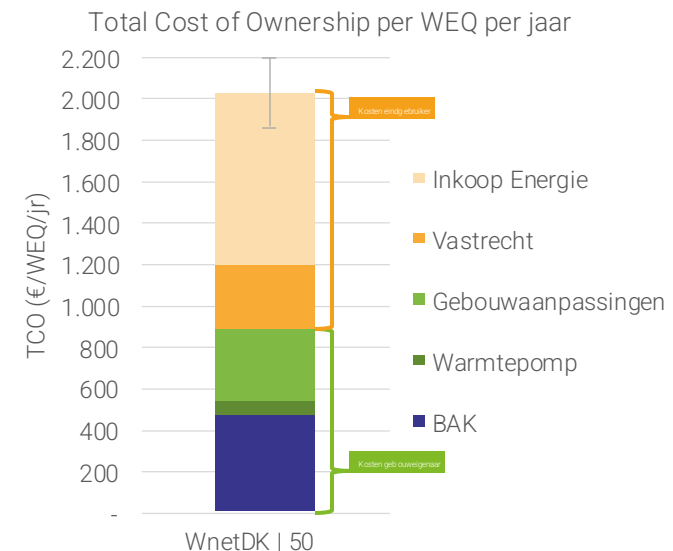


Total Cost of Ownership (TCO)

Total cost of ownership (TCO) zijn de totale kosten die de eigenaar/gebruiker van een woning betaalt, inclusief btw en na aftrek van subsidies.

De kosten voor de **gebouweigenaar** bestaan uit de investeringskosten voor bijvoorbeeld aansluiting op een warmtenet, de aanschaf van een warmtepomp of isolatiemaatregelen en de bijbehorende ISDE-subsidies. De ISDE subsidie voor het aansluiten op een warmtenet is mee gerekend bij de gebouwaanpassingen. De kosten voor de **eindgebruiker** zijn de doorlopende kosten, ook wel de energierekening.

De TCO is berekend over 30 jaar en teruggebracht naar een bedrag per WEQ per jaar. Deze kosten zijn verdisconteerd over de tijd. Dit wil zeggen dat er rekening gehouden wordt met de waarde van het product in de toekomst. 1 WEQ is gelijk aan 30GJ.



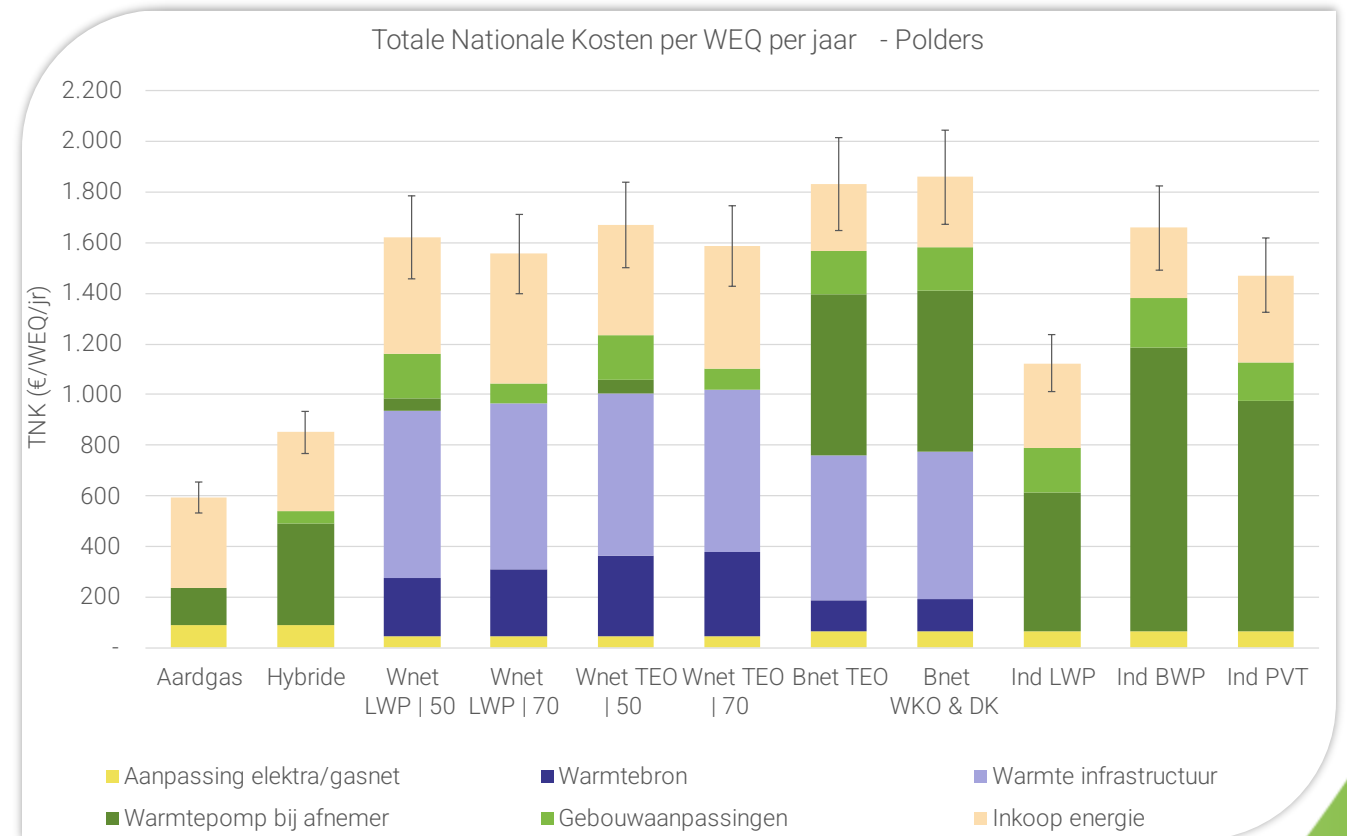
Totale Nationale kosten - Polders

We bekijken de resultaten per cluster, startende met de hele polderbuurt.

De totale nationale kosten zijn de laagste voor de referentiescenario's: de cv-ketel en de hybride warmtepomp.

De kosten voor het aanleggen van de warmtenetten zijn relatief hoog, de collectieve warmteoplossingen hebben de hoogste nationale kosten. Bronnetten zijn duurder dan warmtenetten omdat er een extra kostenpost is voor de warmtepomp bij de afnemers.

De individuele lucht-water warmtepomp is de goedkoopste aardgasvrije warmteoplossing. De kosten voor de bodem en PVT warmtepomp zijn te vergelijken met de warmtenetten.

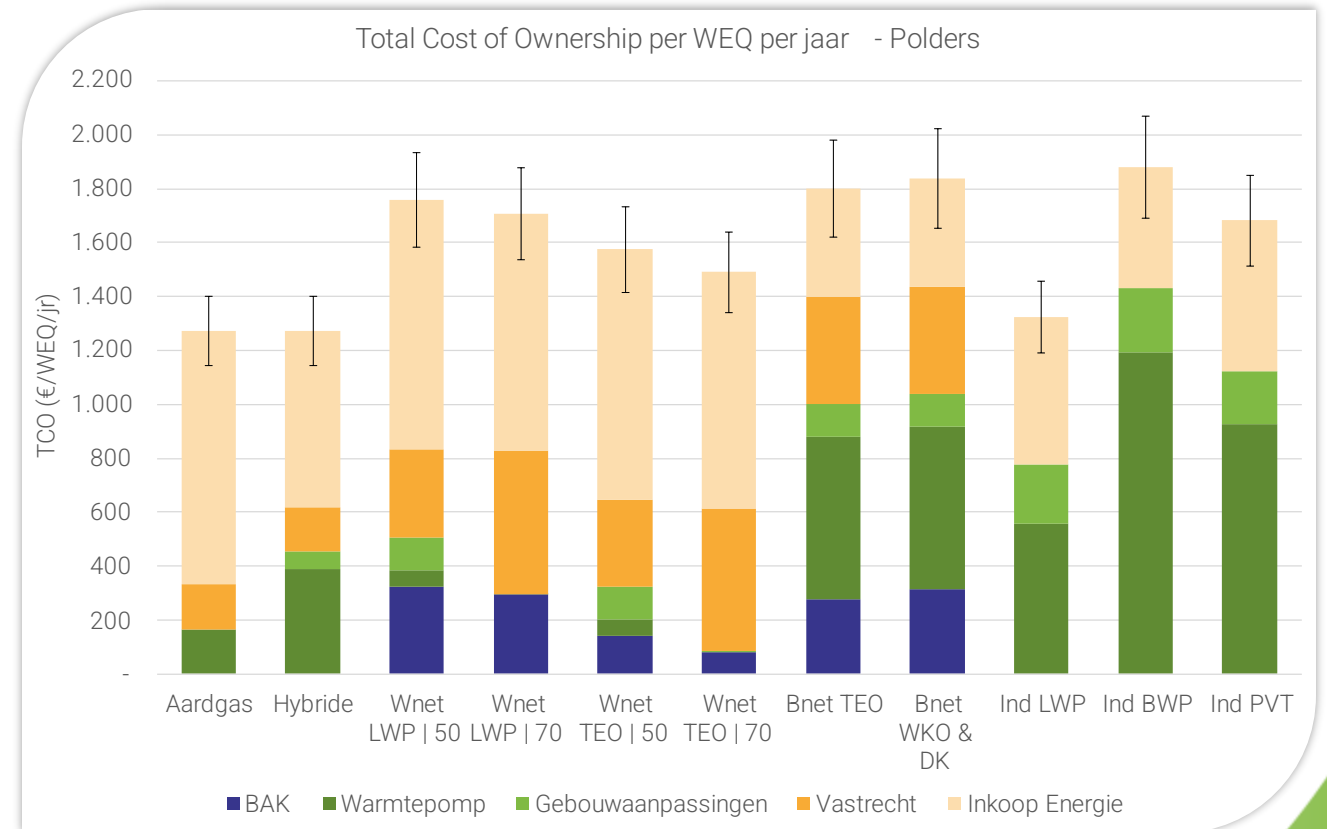


Total Cost of Ownership - Polders

De kosten voor de eindgebruiker zijn het goedkoopste voor de referentiescenario's. De individuele lucht-water warmtepomp is ongeveer even duur als we alle kosten over 30 jaar rekenen. De individuele Lucht-water warmtepomp is qua eindgebruikerskosten ook de goedkoopste aardgasvrije warmteoplossing is.

Een warmtenet met TEO en een WKO is het meest voordelig. De 50°C warmtenetten zijn iets duurder dan 70 graden netten, omdat er nog een booster warmtepomp in de woning moet komen om in tapwater te voorzien. Ook zijn er bij een 50 graden net kosten (gebouwaanpassingen) voor het plaatsen van lage-temperatuur radiatoren. Bij een 70 graden net zijn geen aanpassingen aan de radiatoren nodig, maar deze verbruikt wel meer energie en is daarmee minder duurzaam.

De bronnetten zijn iets duurder dan de 50 graden warmtenetten. Deze netten hebben als voordeel dat je er efficiënt mee kan koelen.

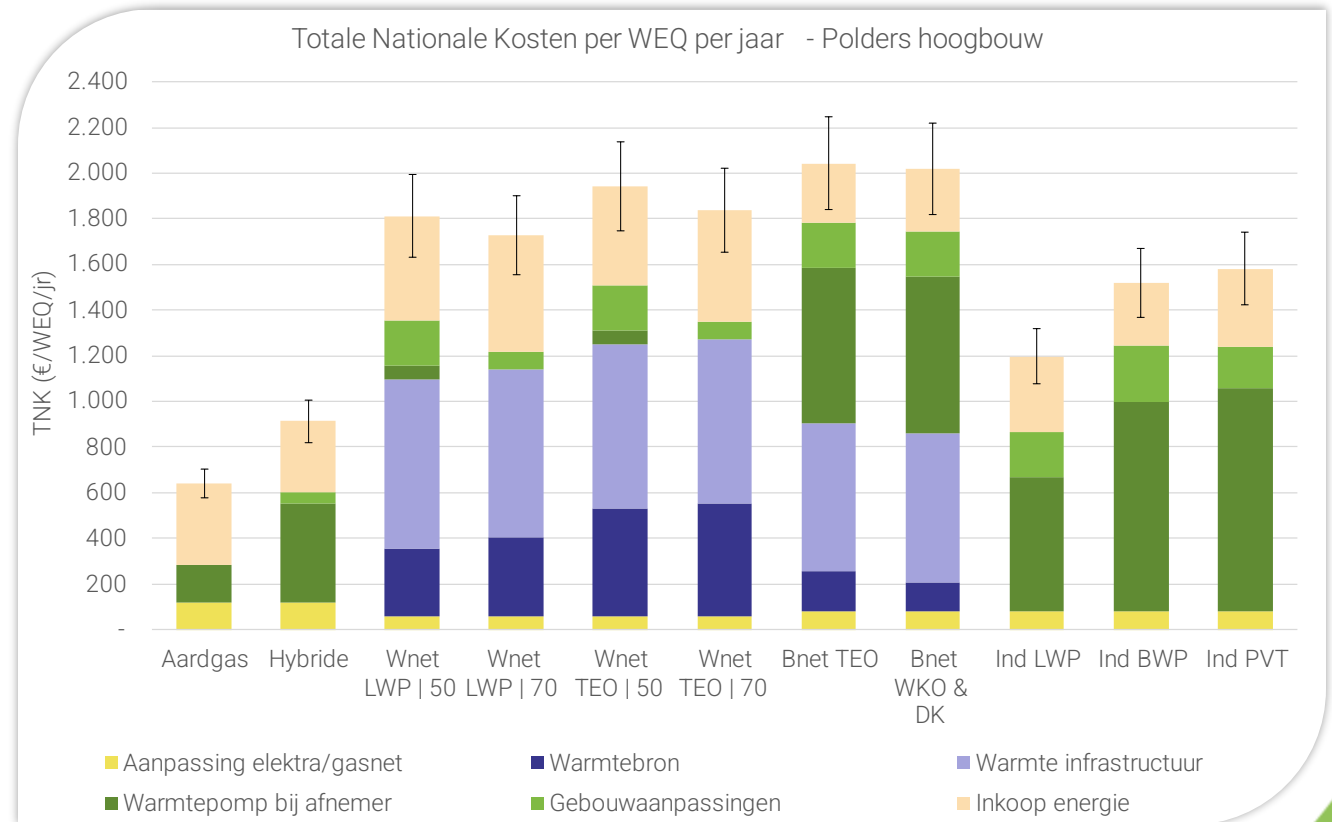


Totale Nationale kosten – Polders hoogbouw

Het 2^{de} cluster dat bestaat uit midden/hoogbouw en woningcorporatiebezit. Ten opzichte van de gehele wijk zijn alle warmteoplossingen in dit cluster duurder. Enkel de individuele bodemwarmtepomp is goedkoper.

In dit cluster zijn alle individuele warmteoplossingen financieel interessanter dan de collectieve.

Een collectief warmtenet is op basis van de nationale kosten niet voordelig in dit cluster. Het cluster lijkt te klein en er is te weinig warmtevraag om de collectieve oplossingen alleen voor dit stukje van de wijk aan te leggen.

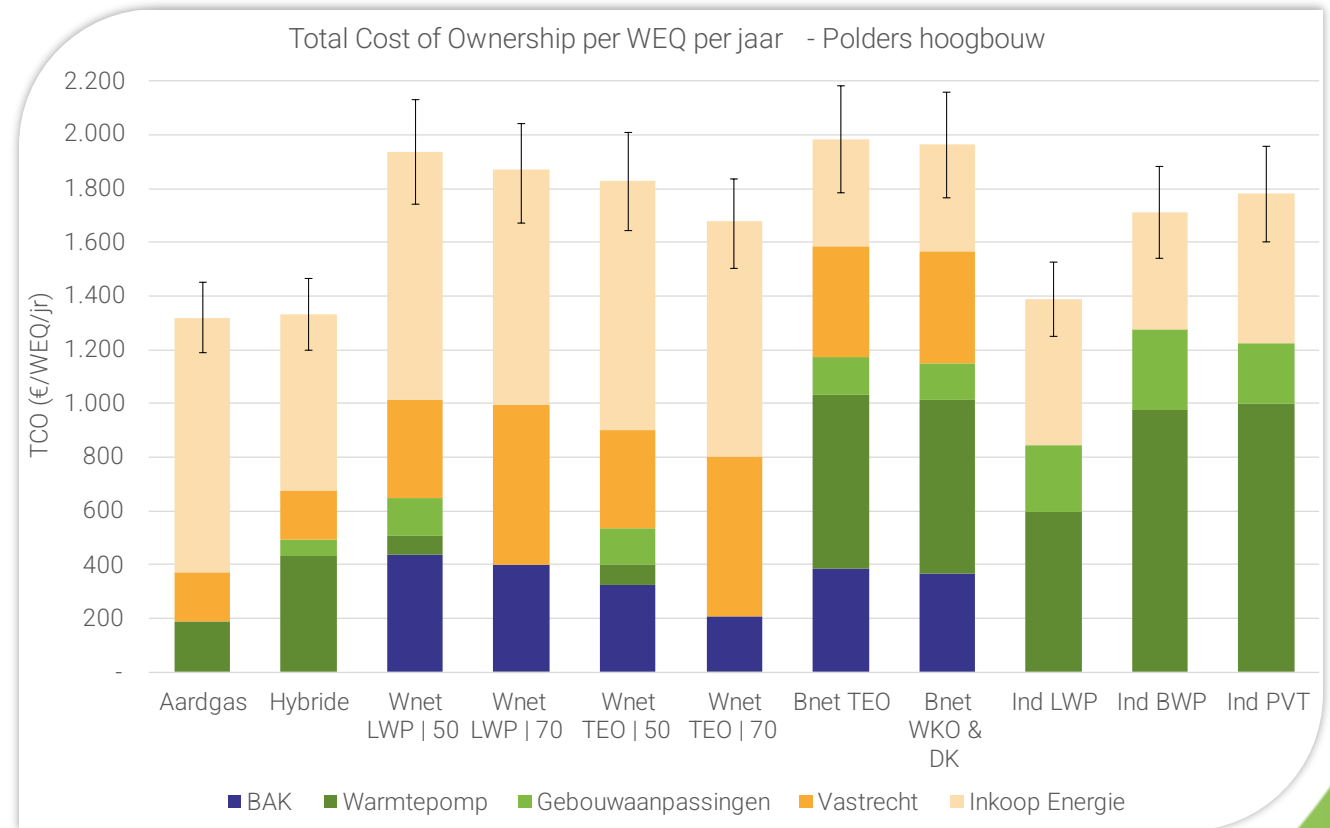


Total Cost of Ownership – Polders hoogbouw

De warmtenetten en bronnetvarianten zijn voor dit cluster duurder geworden. De aanleg van het warmtenet alsook de afstand naar de bron zorgen voor een hogere BAK (eenmalige aansluit bijdrage die bewoners zouden moeten betalen).

De individuele bodemwarmtepomp is voordeliger voor dit cluster omdat er minder kosten zijn voor het aanleggen van de bodemlussen. De individuele lucht-water warmtepomp is iets goedkoper dan dan alle andere aardgasvrije oplossingen.

De individuele lucht-water warmtepomp is niet significant duurder dan oplossingen met aardgas. Wel is deze variant lastig inpasbaar in (kleinere) appartementen.



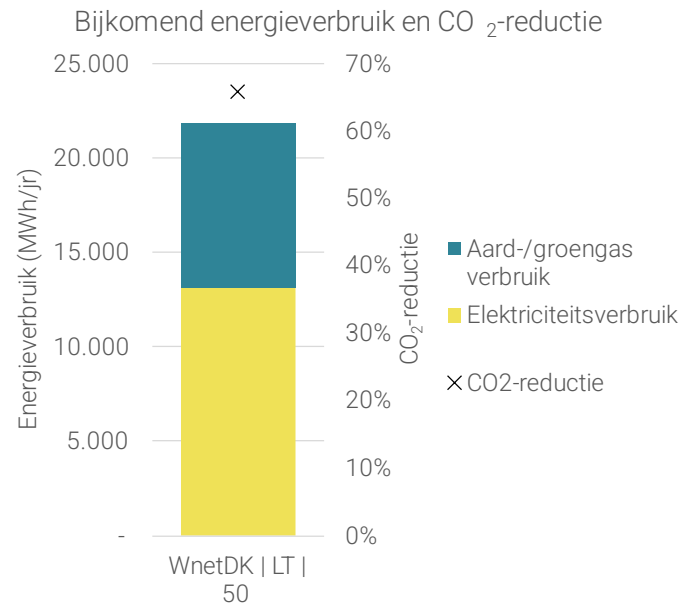
Toelichting – Resultaten energiecriteria

Bijkomend energieverbruik en CO₂-reductie

Het **energieverbruik** is al het gas- en elektriciteitsverbruik dat per jaar moet worden ingekocht voor de warmteoplossing. Dit is exclusief het elektraverbruik dat nodig is voor koken, verlichting en overige huishoudelijke apparaten.

De **CO₂-reductie** is berekend ten opzicht van de aardgasreferentie waarbij er geen isolatiemaatregelen worden toegepast. Voor de CO₂-uitstoot van elektriciteit wordt er uitgegaan van een prognose voor 2030 uit de [KEV](#).

Het energieverbruik en de CO₂-reductie is berekend voor een jaar waarin alle aansluitingen zijn gerealiseerd.



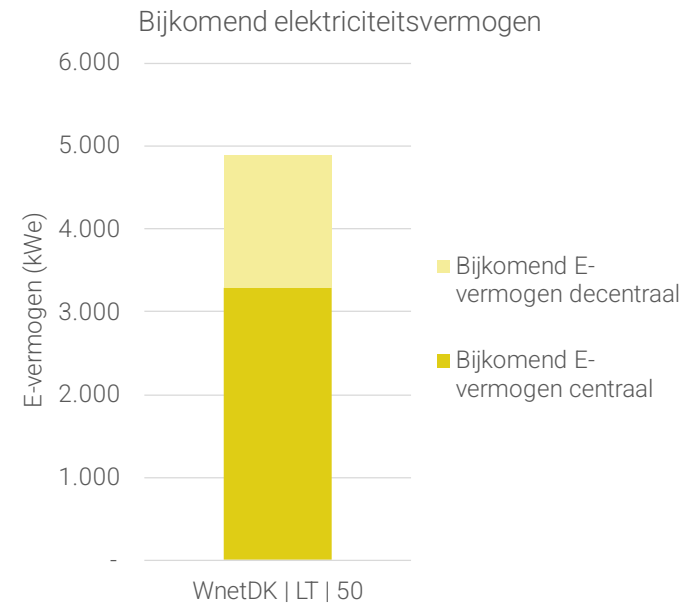
Bijkomend elektriciteitsvermogen

Het bijkomend elektriciteitsvermogen is al het vermogen dat extra nodig is voor de warmteoplossing. Dit is exclusief het vermogen dat nodig is voor koken, verlichting en overige huishoudelijke apparaten.

Decentraal vermogen is vermogen dat nodig is bij de woning zelf. Bijvoorbeeld bij een individuele lucht-waterwarmtepomp.

Centraal vermogen is vermogen dat nodig is op centraal niveau. Bijvoorbeeld voor centrale warmtepompen die een warmtenet voeden.

Het vermogen is berekend voor een jaar waarin alle aansluitingen zijn gerealiseerd.



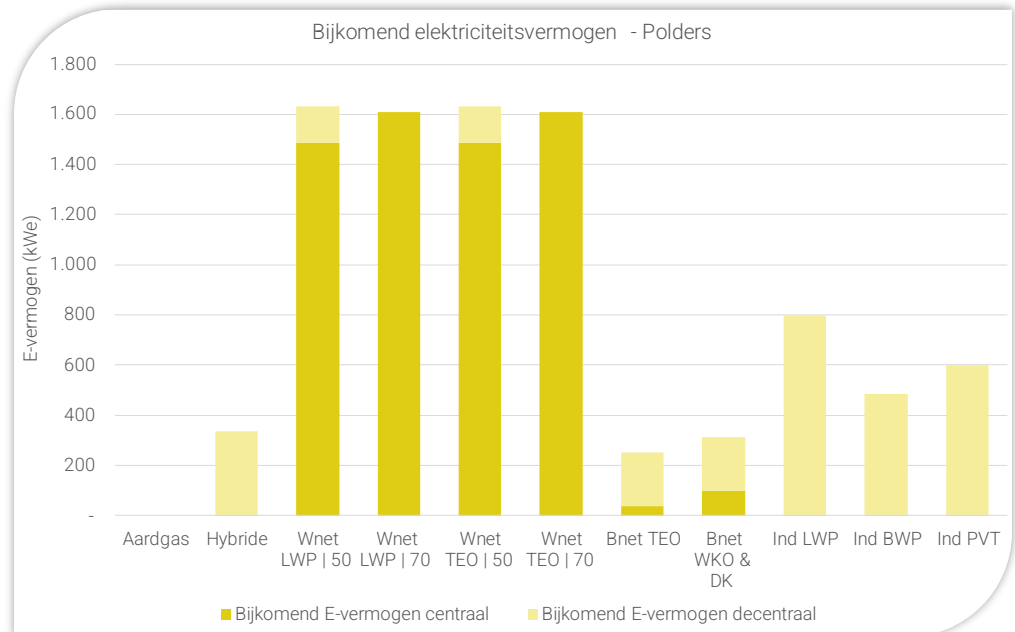
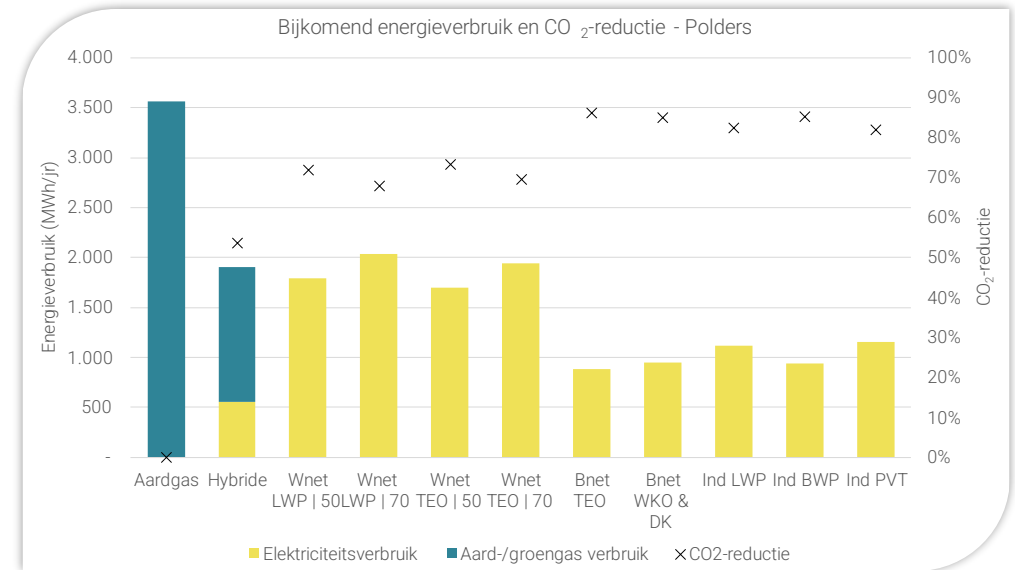
Duurzaamheid - Polders

Enkel de grafieken voor de hele polderbuurt zijn weergegeven. Het andere cluster heeft andere absolute waarden voor de verbruiken maar de verhouding tussen elkaar blijven dezelfde.

De oude situatie is gekenmerkt door hoog aardgasverbruik en een hoge CO₂-uitstoot. De reductie is het grootst bij de individuele oplossingen. De collectieve oplossingen verbruiken meer elektriciteit door te voorzien in piekopvang.

Het extra vermogen dat geïnstalleerd moet worden is belangrijk voor netcongestie. Bij een bronnet is weinig extra vermogen nodig. De warmtenetten vragen veel extra vermogen, door de elektrische piekopvang. Dit bijkomend centraal E-vermogen is makkelijker te realiseren dan decentraal.

De individuele oplossingen vragen dan ook voor het meeste decentraal vermogen.



Gevoeligheidsanalyse



Inleiding gevoeligheidsanalyse

Voor de Polders is de gevoeligheid van onderstaande uitgangspunten geanalyseerd.

Participatiegraad

De participatiegraad kan veel invloed hebben op de businesscase van een warmtenet. Wanneer er minder aansluitingen zijn dan wordt de investering in het leidingwerk bijvoorbeeld relatief duurder. De gevoeligheid van dit uitgangspunt is met onderstaande waarden geanalyseerd:

- Minimale waarde: 60% (-20% t.o.v. default)
- Maximale waarde: 100% (+20% t.o.v. default)

Energietarieven

De energiemarkt is erg onzeker. Een verschil in energietarieven kan veel invloed hebben op de businesscase van een warmtenet en op de eindgebruikerskosten. De gevoeligheid van de energietarieven is met onderstaande waarden geanalyseerd:

- Minimale waarde: -25% t.o.v. default
- Maximale waarde: +25% t.o.v. default

Bronnet goedkoper

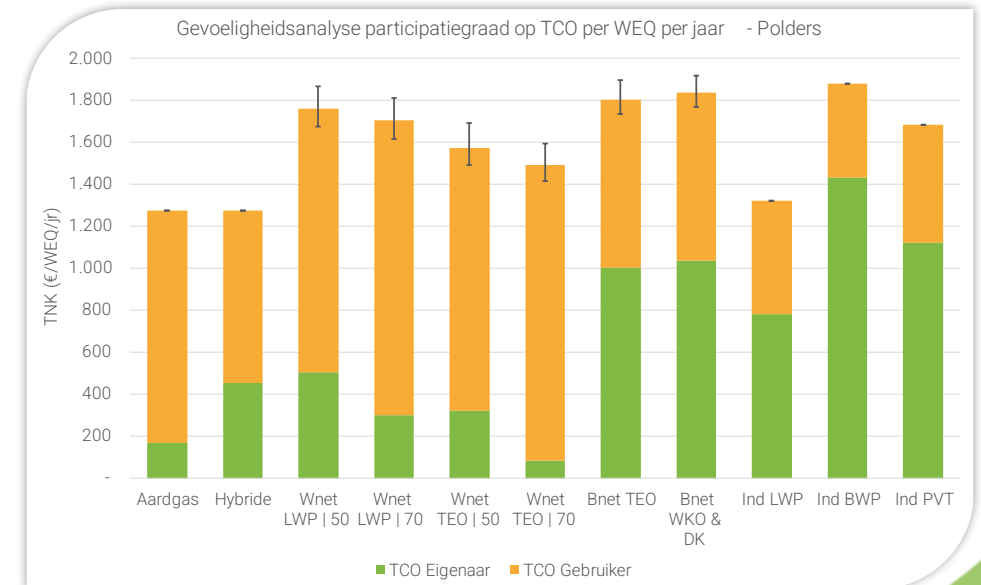
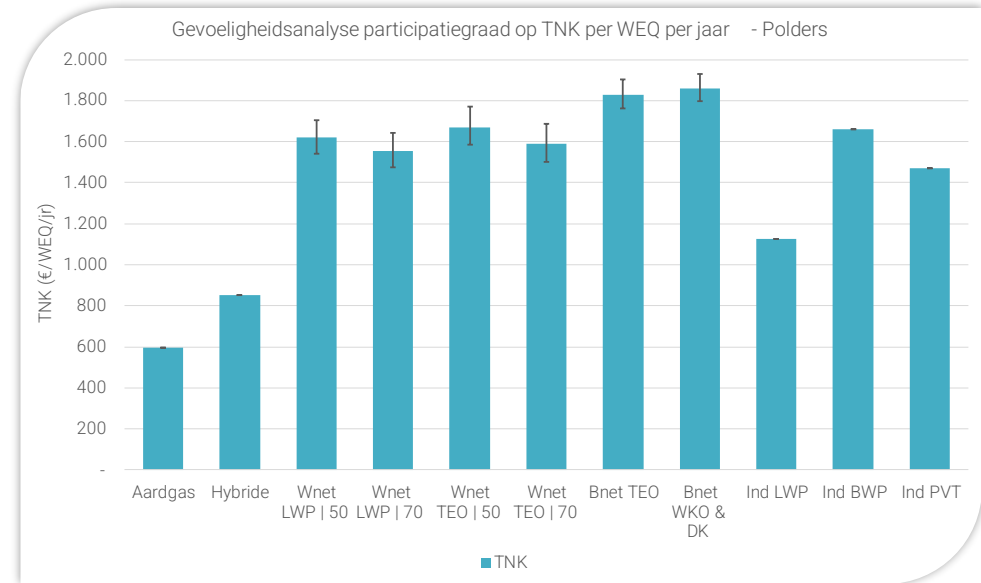
Een bronnet is nog niet zo vaak toegepast als een warmtenet en ondergaat nog veel ontwikkelingen. Nieuwe technieken worden gebruikt waardoor de kosten lager kunnen worden dan we ze nu inschatten. De gevoeligheid van dit uitgangspunt is met onderstaande waarden geanalyseerd:

- Korting op aanleg van bronnet: 30%

Gevoeligheidsanalyse – Participatiegraad

De individuele oplossingen hebben als eigenschap om op een zelfgekozen (natuurlijk) moment over te schakelen. Daarom zijn de kosten niet afhankelijk van de participatiegraad.

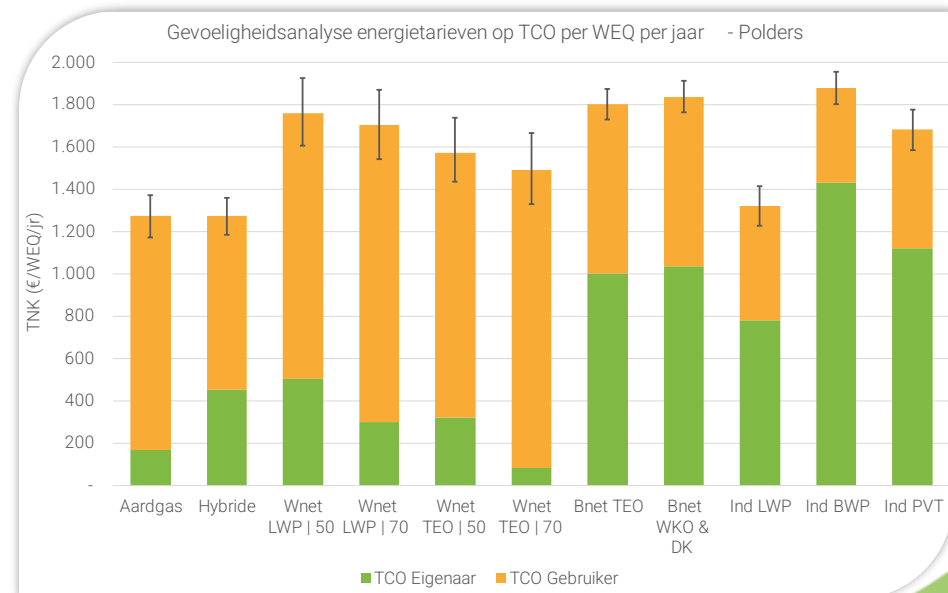
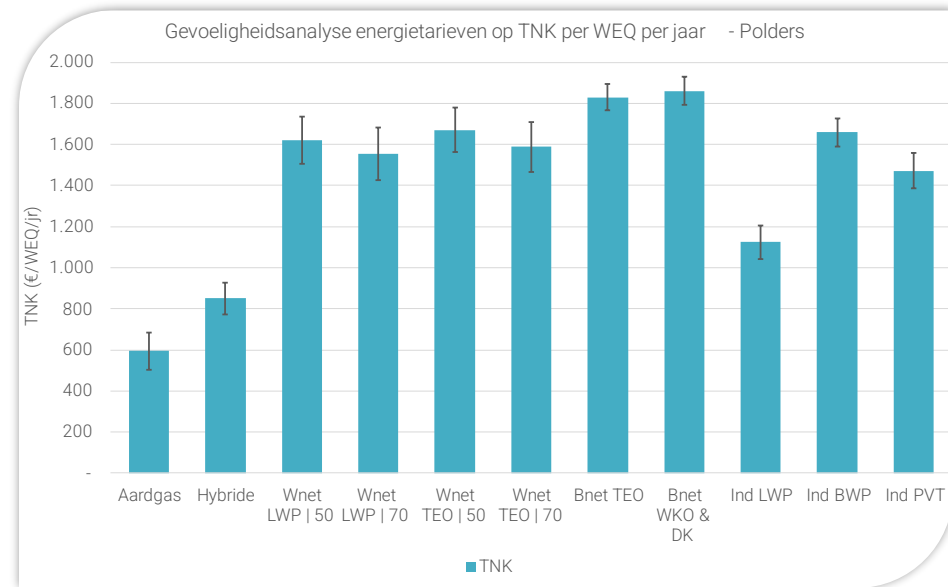
Als we de participatiegraad met 20% aanpassen zien we dat de TCO met maximaal 6% afneemt. Als de participatiegraad daalt met 20% is de impact op de kostprijs groter. De kosten stijgen dan met 20%.



Gevoeligheidsanalyse - Energietarieven

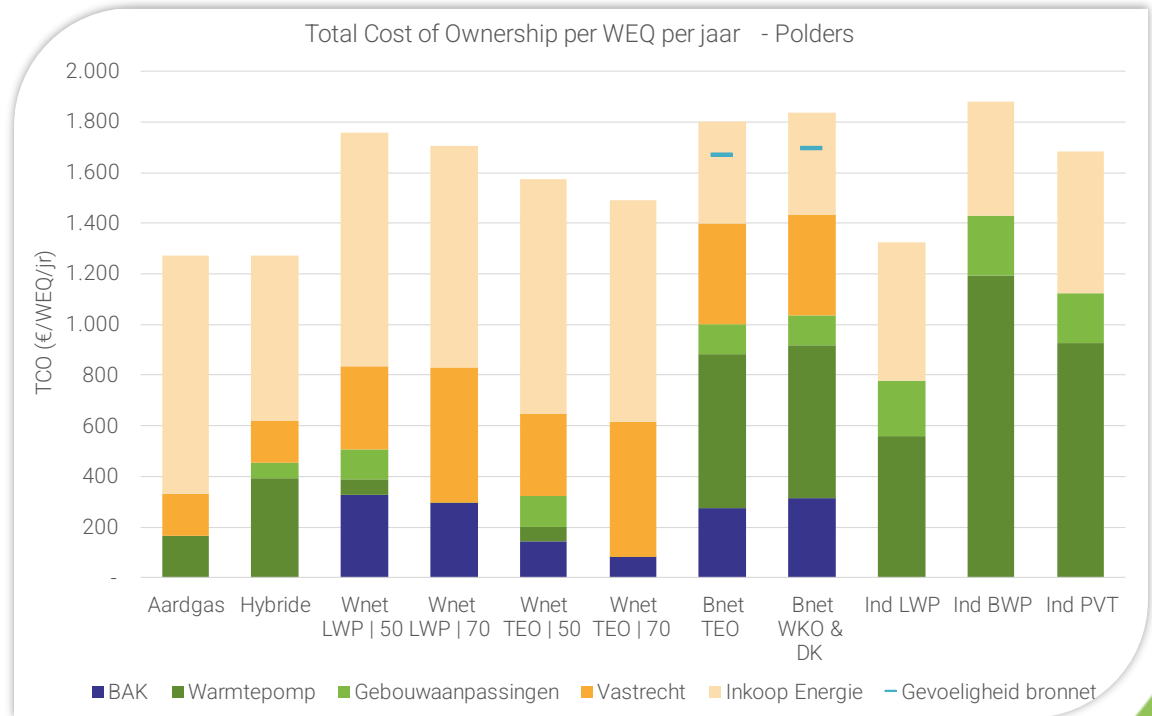
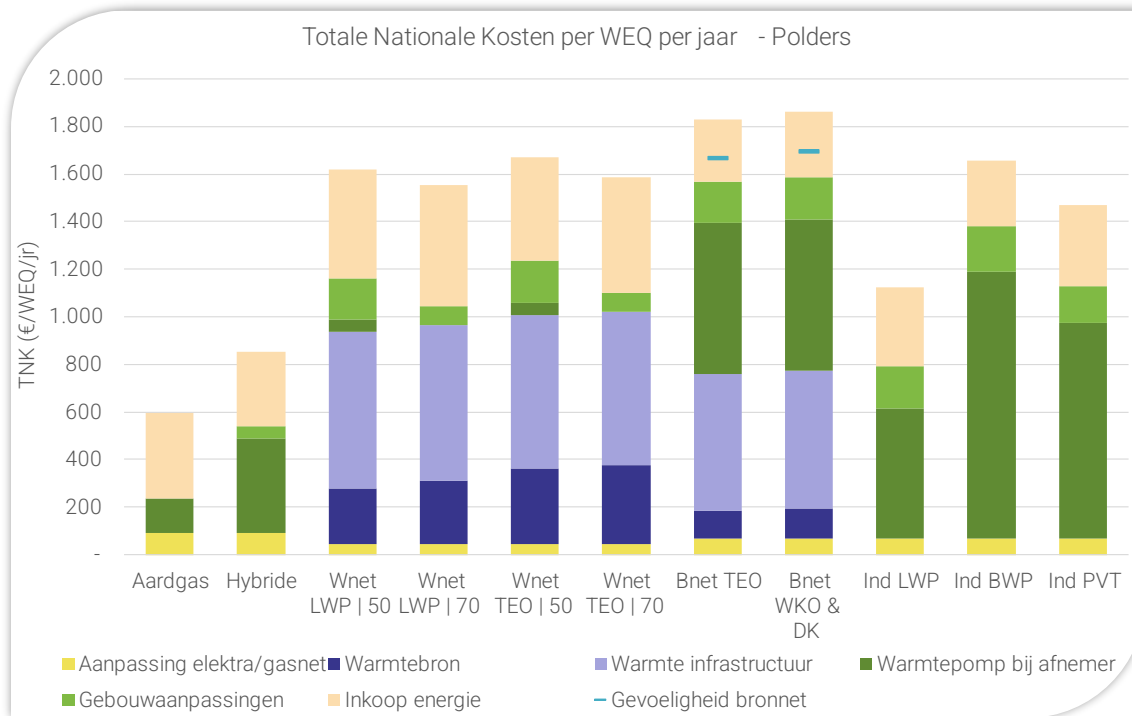
De onzekerheid van de energietarieven heeft de grootste impact op het warmtenet. Deze hebben een hoog centraal verbruik waardoor de gevoeligheid hier het grootst is.

De bronnetten, samen met de individuele oplossingen hebben een kleinere variatie doordat ze een lager energie verbruik hebben.



Gevoeligheidsanalyse – bronnet goedkoper

Er zijn nieuwe technieken in opkomst die het aanleggen van een bronnet mogelijk tot 30% goedkoper maken. Indien deze kostendaling behaald kan worden, wordt het bronnet qua kostprijs vergelijkbaar met een warmtenet. Het goedkoper kunnen aanleggen van een bronnet is dan ook een voorwaarde om deze oplossing financieel even aantrekkelijk te maken voor bewoners van De Polders.



6. Resultaten warmtenet met aardgas als piekopvang

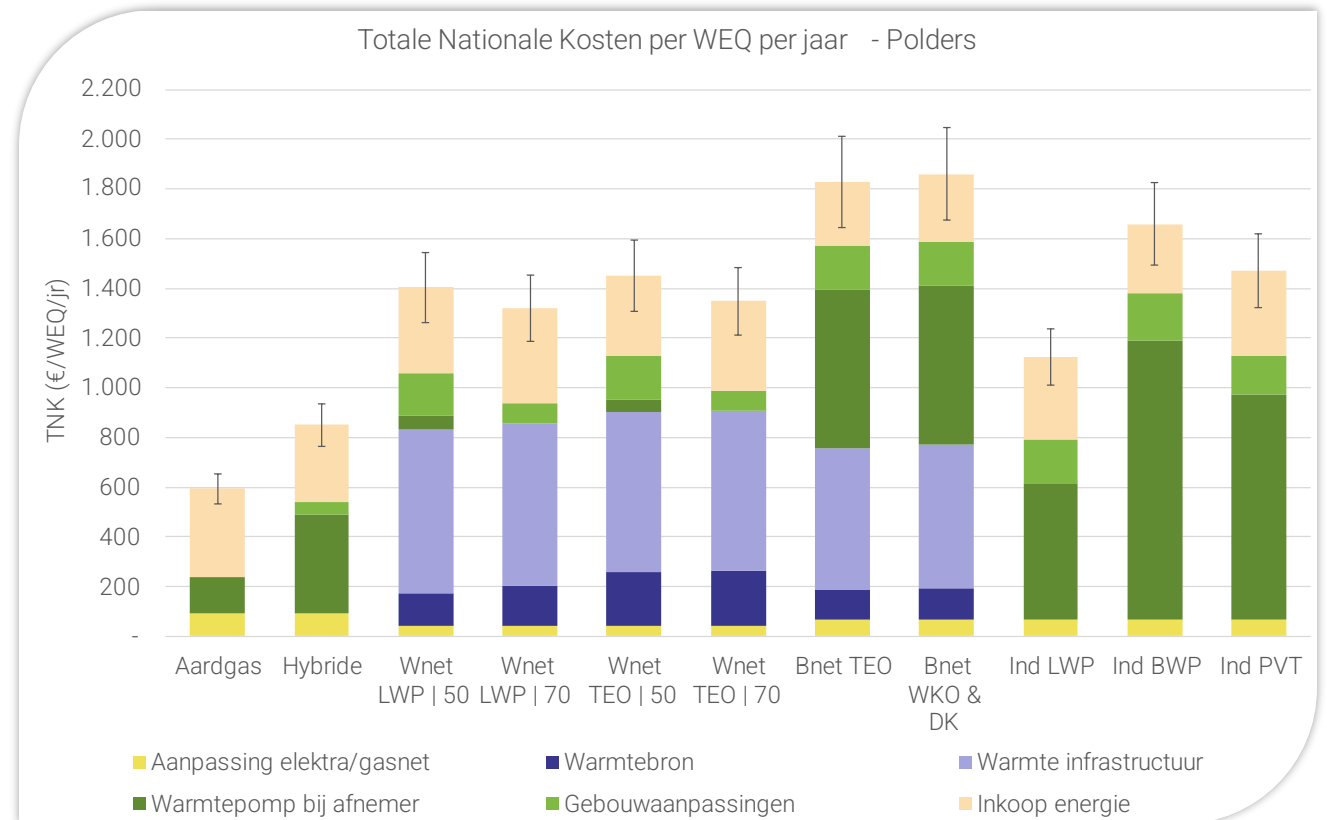


Totale Nationale kosten – Polders

De totale nationale kosten voor de warmtenetten met gebruik van aardgas voor piekopvang liggen tussen 10%-15% lager dan warmtenetten met elektrische piekopvang.

De referentiescenario's (cv-ketel en hybride warmtepomp) hebben de laagste kosten. De individuele lucht-water warmtepomp is de goedkoopste aardgasvrije oplossing. Door het toepassen van aardgas gaan zowel de kosten voor de warmtebron als de kosten voor de inkoop van energie dalen.

Deze oplossing is zoals eerder aangegeven niet geheel aardgasvrij. Deze oplossing zou dan ook een tussenstap zijn richting een compleet aardgasvrije wijk.

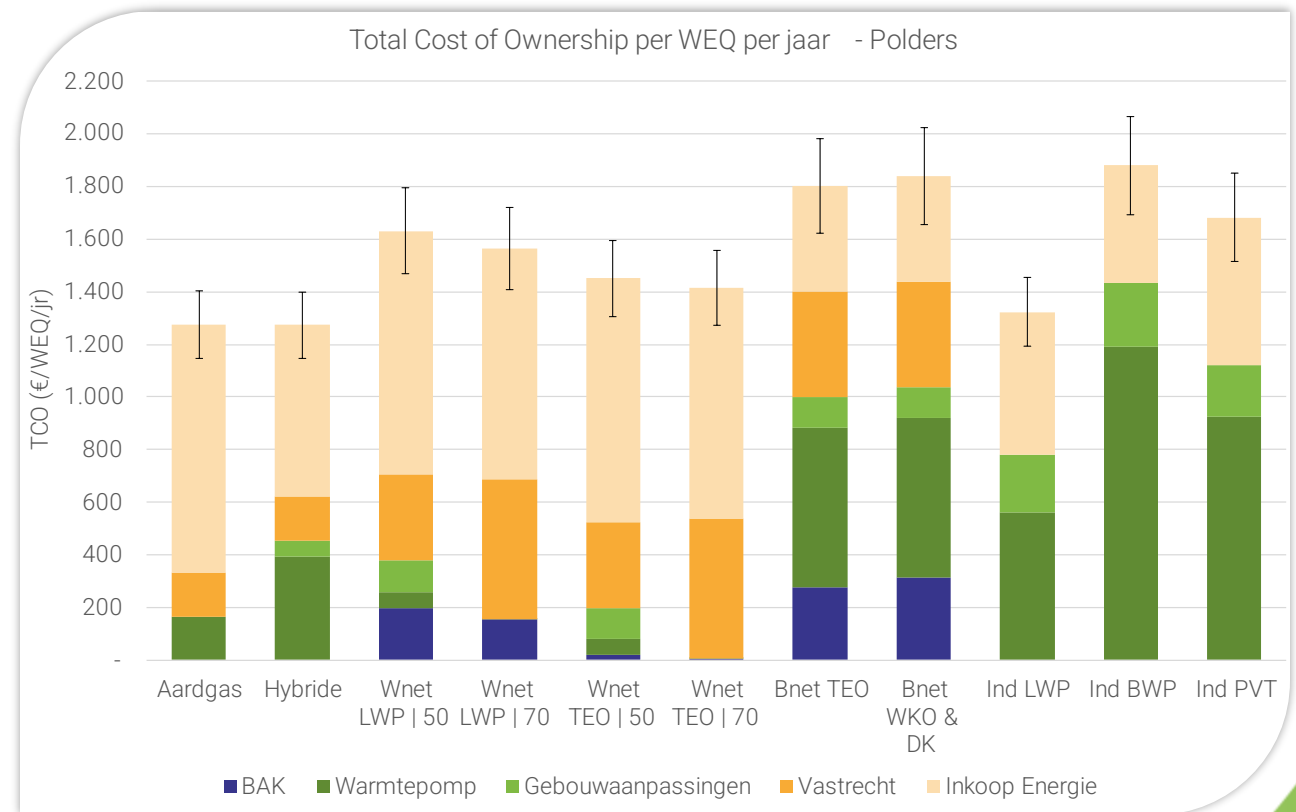


Total Cost of Ownership - Polders

De BAK (eenmalige bijdrage aansluitkosten) van de warmtenetten komt lager te liggen doordat de vaste kosten van de bron daalt. Hierdoor worden warmtenetten goedkoper dan de individuele bodem en PVT warmtepomp.

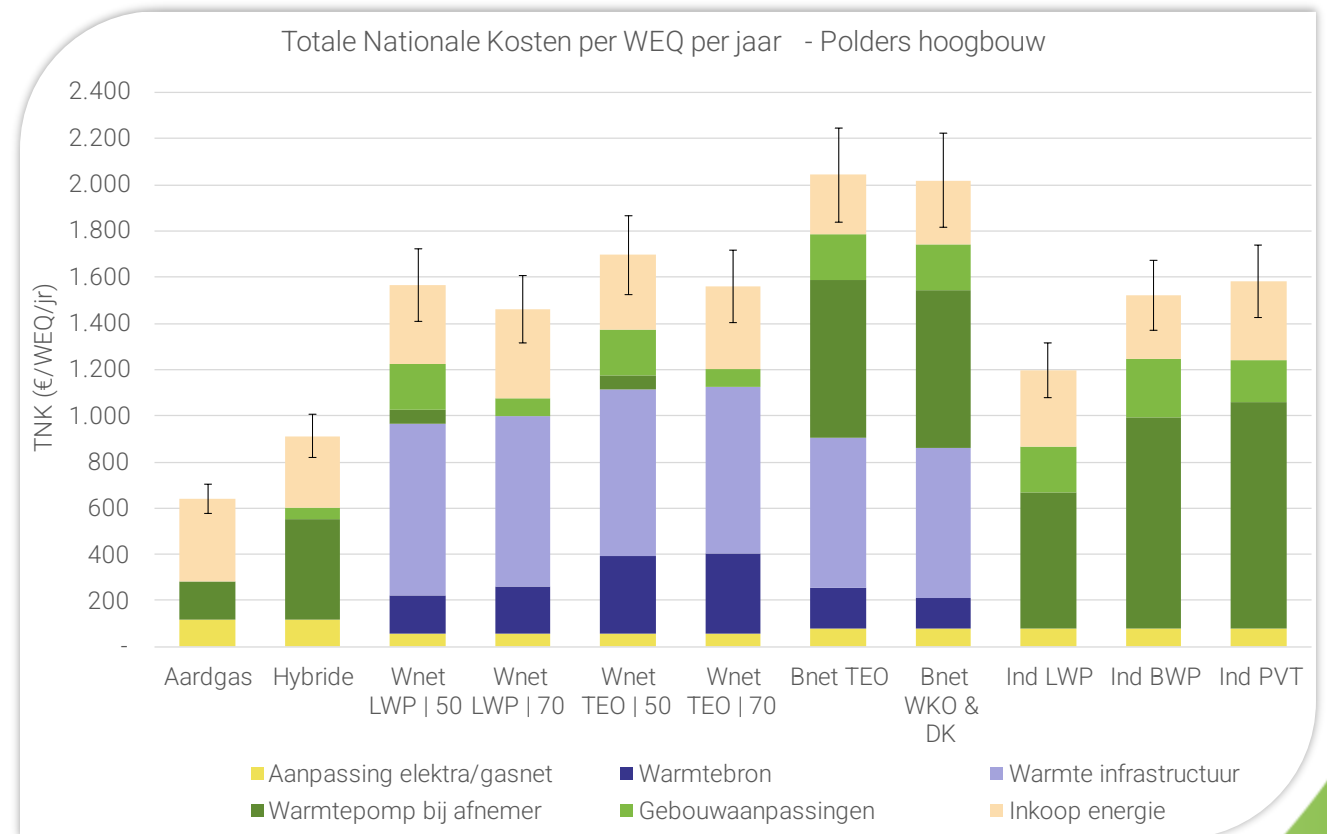
De individuele lucht-water warmtepomp blijft goedkoper dan de warmtenetten, die nog aardgas verbruiken. Een bronnet heeft geen pieklast waarvoor aardgas nodig zou zijn, dus er is ook geen impact op de bronnetten.

De warmtenetten met als bron TEO zijn niet significant duurder dan de individuele lucht-water warmtepomp.



Totale Nationale kosten – Polders hoogbouw

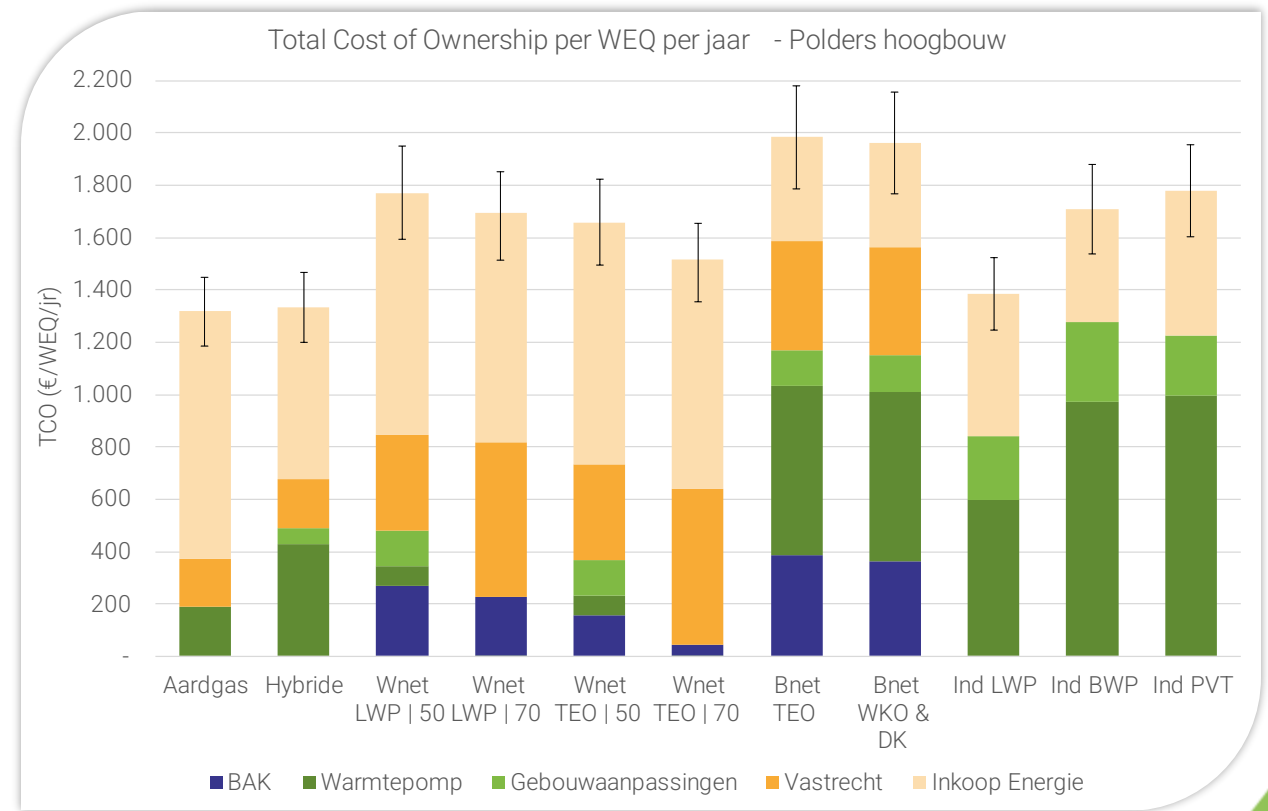
De totale nationale kosten zijn lager als er gebruik wordt gemaakt van een aardgaspiekkel. Desondanks blijft de aanleg van een warmtenet of bronnet voor alleen dit cluster een stuk duurder, ook in vergelijking tot het aanleggen van een warmtenet in de gehele wijk.



Total Cost of Ownership – Polders hoogbouw

De eindgebruikerskosten zijn - net als de nationale kosten - ook lager indien er gebruik gemaakt wordt van aardgas om de pieklast van het warmtenet op te vangen. Toch is het nog altijd een minder gunstige om alleen voor dit cluster een warmtenet aan te leggen, ten opzicht van een warmtenet voor de gehele wijk.

Daarmee blijft de eerder getrokken conclusie staan dat het cluster te klein is en een te kleine warmtevraag heeft om alleen voor dit deel van de wijk een warmtenet of bronnet aan te leggen.

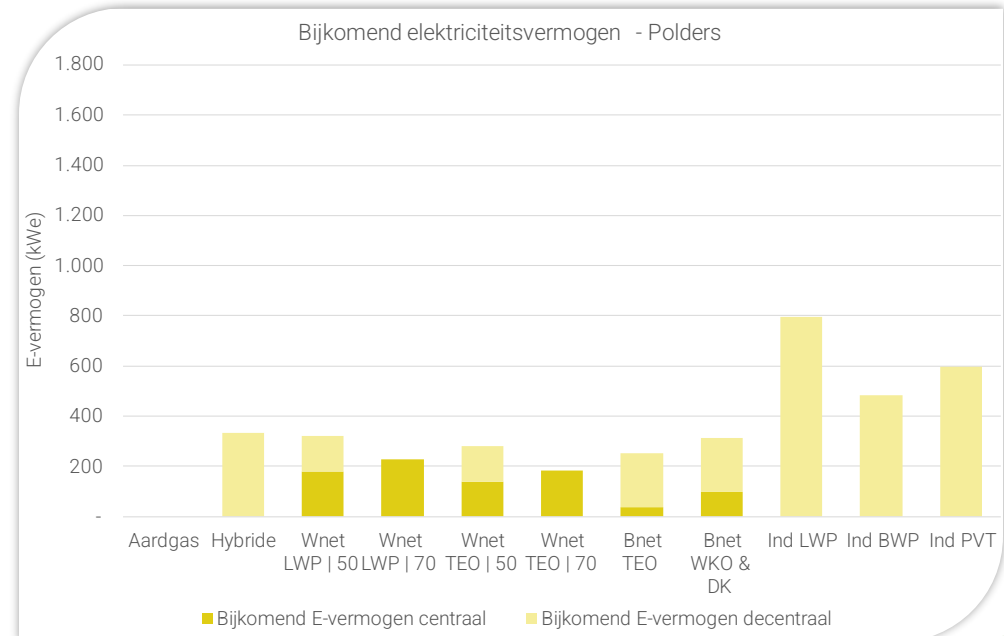
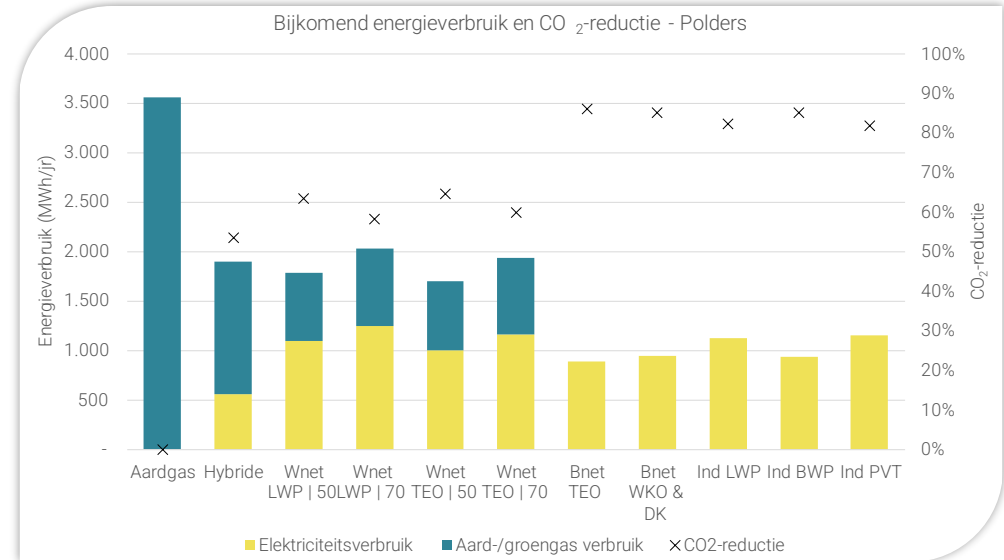


Duurzaamheid - Polders

Indien aardgas gebruikt wordt als piekvoorziening in warmtenetten, dan is de wijkoplossing niet geheel aardgasvrij. Het wordt daarmee een tussenoplossing.

Het aardgasverbruik neemt toe. De CO₂-besparing van een warmtenet met een aardgaspiekkel is iets slechter dan een warmtenet met een elektrische piekopvang. In de figuur hiernaast is de impact van de CO₂-piekopvang terug te zien in de minder grote CO₂-reductie die behaald wordt. Met de inzet van een piekgasketel is de CO₂-reductie tussen 56%-62% voor de warmtenetten.

Het elektraverbruik voor de warmtenetten daalt wel sterk. Daarmee is de pieklast op het elektriciteitsnet wel aanzienlijk lager. Er is dus veel minder belasting van het elektriciteitsnet. Dat scheelt aanzienlijk op de piekbelasting van het midden en hoogspanningsnet. De individuele oplossingen hebben ten opzicht van een warmtenet met aardgas piekvoorziening een grotere impact op het elektriciteitsnet.



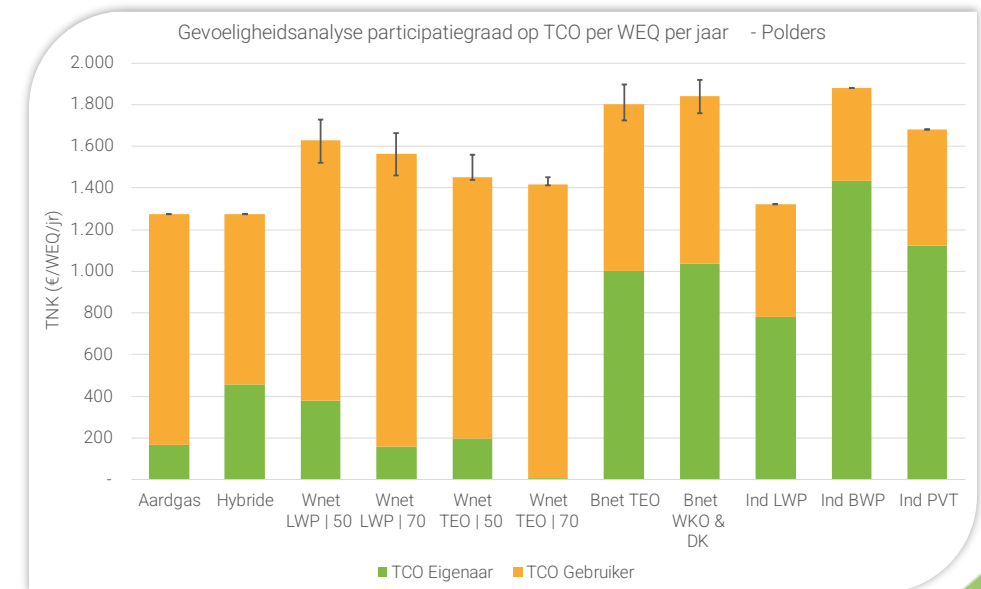
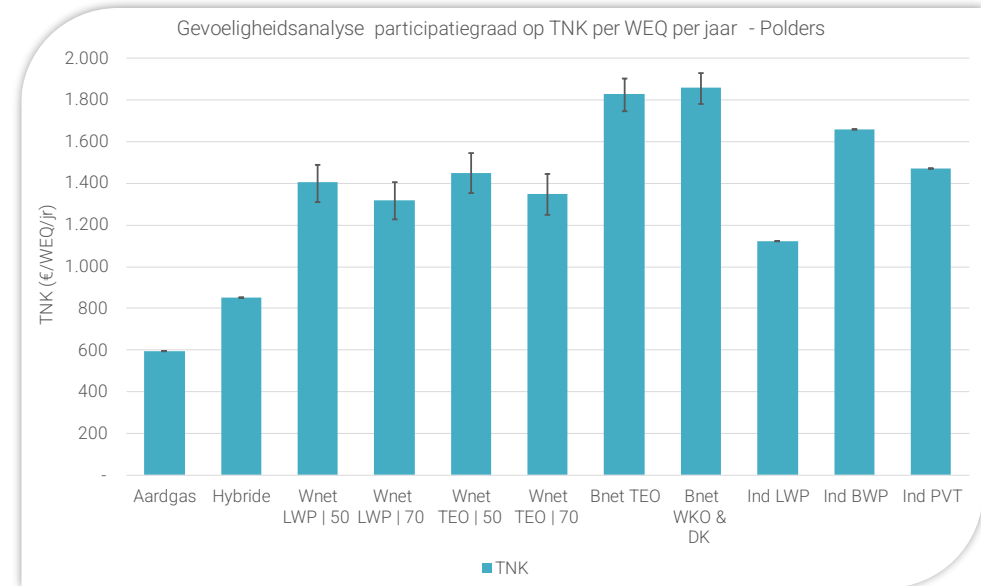
Gevoeligheidsanalyse



Gevoeligheidsanalyse - Participatiegraad

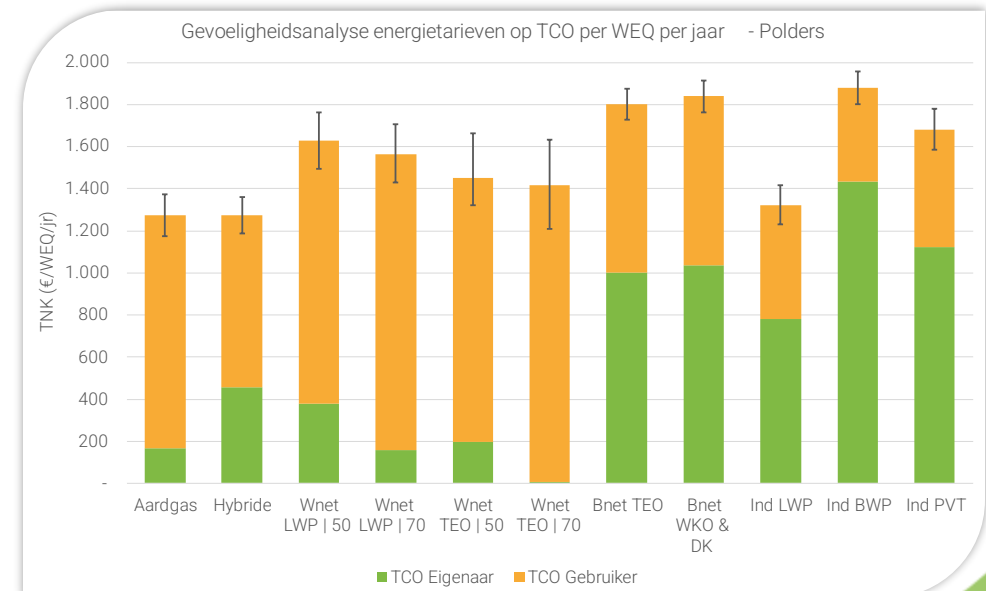
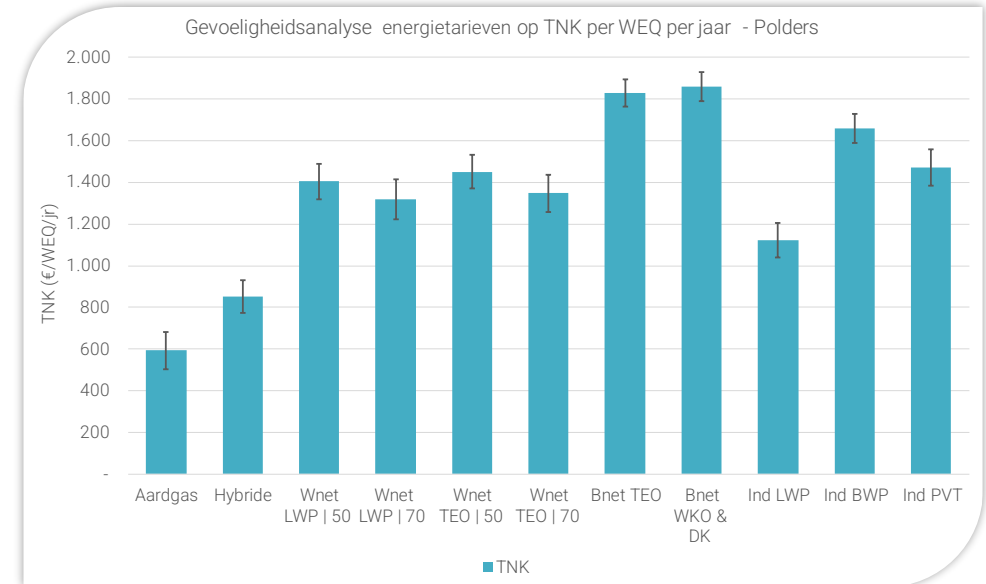
De impact van de participatiegraad is kleiner dan bij een warmtenet met elektrische piekvang. Doordat de kosten van de piekvoorziening hier lager zijn is de gevoeligheid kleiner.

De warmtenetten met TEO als bron zijn minder gevoelig voor een verandering in de participatiegraad. Doordat de BAK bij deze systemen laag is zal een 100% participatie weinig invloed hebben. Let wel, een daling tot 60% kan de TCO in grotere mate doen toenemen.



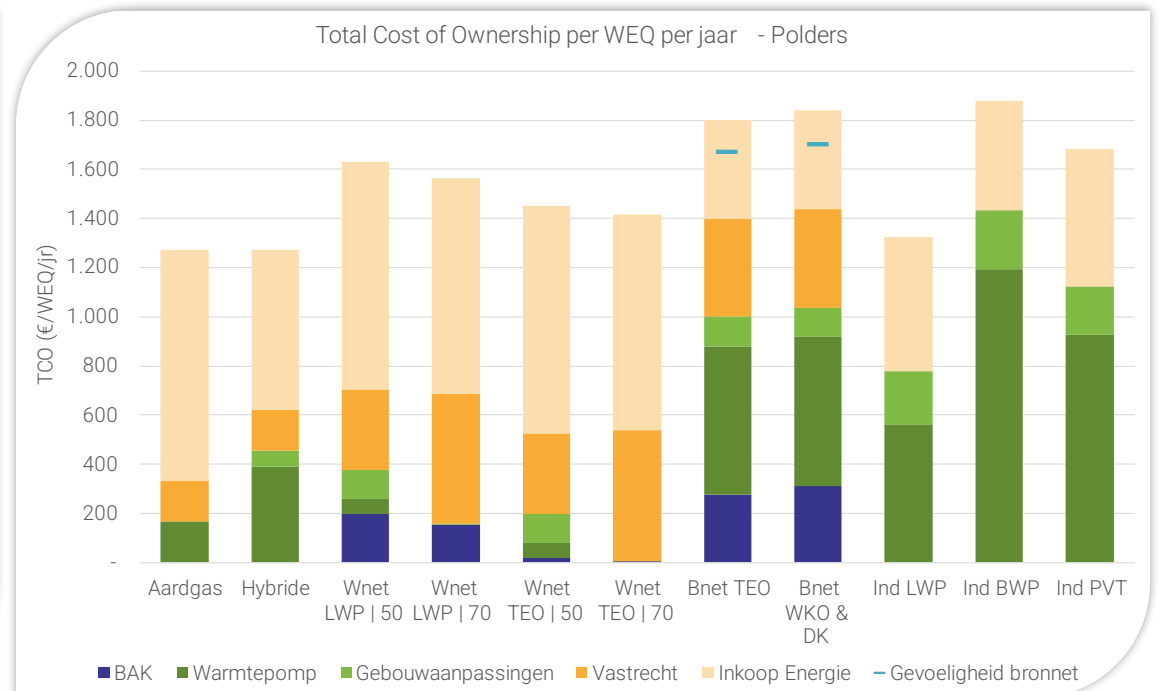
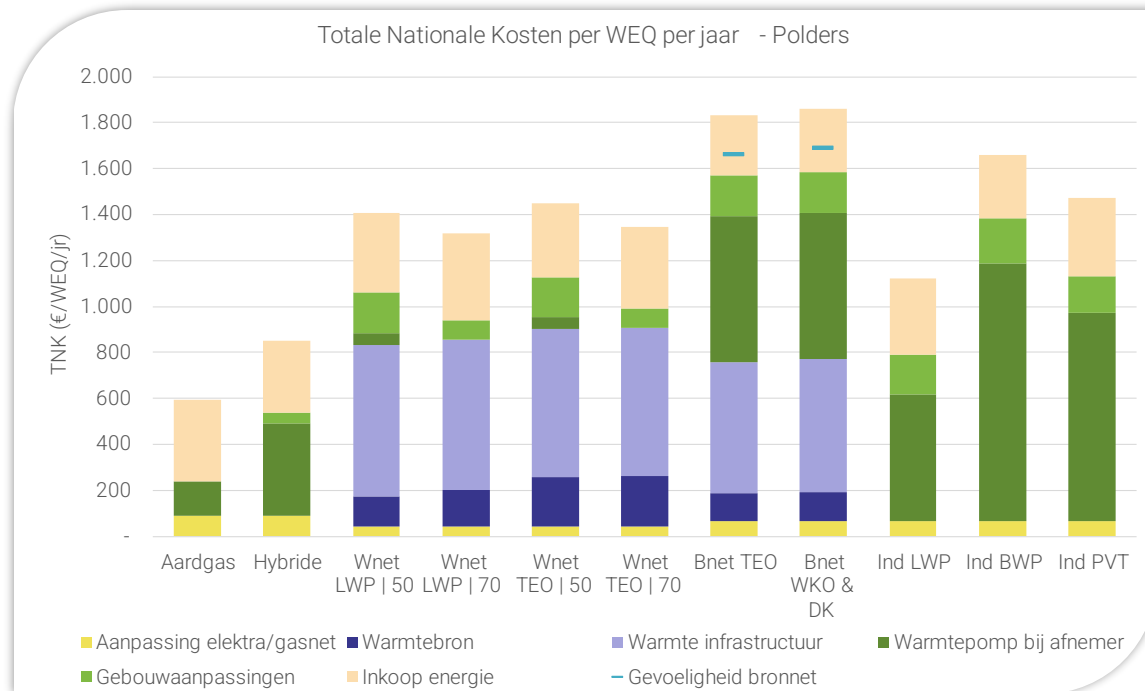
Gevoeligheidsanalyse - Energietarieven

De onzekerheid van de energietarieven heeft de grootste impact op het warmtenet. Deze hebben een hoog centraal verbruik waardoor de gevoeligheid hier het grootst is.



Gevoeligheidsanalyse – bronnet met lagere aanlegkosten

Als we het warmtenet met een piekgasketel vergelijken met een bronnet, dan is die laatste significant duurder. Ook indien we het bronnet zouden kunnen aanleggen met innovatieve, goedkopere technieken. Het aanleggen van een bronnet blijft ook bij 30% lagere aanlegkosten duurder dan de andere warmtenetten. Hierbij merken we wel op dat we dan een niet-aardgasvrij warmtenet vergelijken met een wel 100% aardgasvrij bronnet.



8. Conclusies



Conclusie I – Aardgasvrije concepten

In deze studie zijn voor individuele en collectieve concepten de Totale Nationale Kosten (TNK) en Total Cost of Ownership (TCO) inzichtelijk gemaakt voor De Polders. Aan de hand van de technisch-economische analyse kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Van alle aardgasvrij oplossingen heeft een oplossing met individuele lucht-waterwarmtepompen de laagste TNK en TCO. Het verschil in eindgebruikerskosten met een warmtenet met TEO als bron is niet groot als we de TCO bekijken. Beide systemen hebben hun eigen voordelen en nadelen. Omdat het kostenverschil relatief klein is, blijft het de moeite waard om naast kosten ook andere voordelen en nadelen mee te wegen bij de uiteindelijke keus voor de wijkoplossing.
- De TNK én TCO van bronnetten zijn in de hele wijk de duurste warmteoplossingen. Het kostprijsverschil is significant. De mogelijkheid om bronnetten met innovatieve, goedkopere technieken aan te leggen zou een bronnet aantrekkelijker maken, maar ook in dat geval lijkt het niet het goedkoopste alternatief. Wel bieden bronnetten andere voordelen, zoals: zeer hoge efficiency en hoge duurzaamheidsprestaties*, een lage belasting van het net, de mogelijkheid om efficiënt te koelen en is dit een stille oplossing zonder buiten-units. Daarmee blijft het een optie om te overwegen voor De Polders.

* bron: [LPBISIGHT LCA Warmteconfiguraties, Vervolgstudie vergelijking warmtenetconfiguraties door Deltares, 6 juli 2023](#)

Conclusie II – Optie warmtenet met piekvoorziening op aardgas

Puur vanuit kosten bekeken, geldt dat een individuele oplossing met lucht-waterwarmtepompen de laagste TNK en TCO heeft. Deze optie is ook net iets goedkoper dan een 50 graden warmtenet met een aardgaspiekketel. Door aardgas te gebruiken als piekopvang zijn de kosten voor de eindgebruiker wel iets lager, dus qua kosten maakt dit een warmtenet wel een klein beetje aantrekkelijker. Echter, het kostenverschil is klein.

Het verschil in eindgebruikerskosten tussen de individuele oplossing met lucht-water warmtepompen en een collectieve oplossing met TEO als bron is ook gering. Als er een voorkeur is voor een warmtenet en een gaspiekketel is nodig is voor inpassing in het elektriciteitsnet, dan is dit een denkbare tussenoplossing. Echter, er zijn aardgasvrije alternatieven waarmee op kortere termijn grotere stappen gezet kunnen worden om de klimaatdoelen te behalen. Daarmee ligt een warmtenet met een aardgas piekketel in eerste instantie niet voor de hand.

Bijlagen



I. Gebruikte termen en afkortingen

Afkorting	Toelichting	Afkorting	Toelichting
GJ	Gigajoule, een energie eenheid waar veelal een hoeveelheid warmte in wordt uitgedrukt. Eén GJ warmte is gelijk aan ruim 277 kWh	TCO	Total Cost of Ownership, alle kosten en baten incl btw voor een eigenaar-bewoner (of bijv. eigenaar + huurder), zoals isolatie, warmtepomp, onderhoud, aansluitkosten warmtenet, warmtetarief, elektriciteit, energiebelasting, maar ook subsidies, terugleveringvergoeding elektra.
kW	Kilowatt, een eenheid voor het (piek)vermogen wat een systeem kan leveren. Met een toevoeging kan worden aangegeven welk type energie het betreft, in het geval van warmte (thermisch) wordt kW_{th} gebruikt en voor elektriciteit kW_e	WEQ	Woningequivalent. Een WEQ is een eenheid van warmtevraag en is in dit rapport gelijk aan 30GJ
MW	Megawatt, een eenheid voor het (piek)vermogen wat een systeem kan leveren. Conversie tussen kW en MW kan met een factor 1.000	SDE++	Stimulering Duurzame Energie, subsidieregeling van de overheid ter ondersteuning van realisatie grootschalige duurzame energie opwek
kWh	Kilowattuur, een energie eenheid waar veelal een hoeveelheid elektriciteit in wordt uitgedrukt. Duizend kWh is gelijk aan 1 MWh en dus 3.6 GJ	ISDE	Investeringssubsidie duurzame energie en energiebesparing, subsidieregeling van de overheid ter ondersteuning van kleinschalige energieopwek en –besparingsmaatregelen
LT	Lage temperatuur, warmte met een temperatuur typisch lager dan 50°C	WKO	Warmte- en koude opslag. Met deze techniek kan warmte in de zomer in de bodem opgeslagen worden. Vergelijkbaar kan koude in de winter opgeslagen worden. Hiermee kunnen woningen in de zomer gekoeld worden.
MT	Midden temperatuur, warmte met een temperatuur typisch tussen 50°C en 70°C	KEV	Klimaat en energieverkenning van 2023 van het PBL. https://www.pbl.nl/publicaties/klimaat-en-energieverkenning-2023
HT	Hoge temperatuur, warmte met een temperatuur typisch hoger dan 70°C		
PT	Proces temperatuur, typisch > 100°C of nog veel hoger. Deze warmte is van zeer hoge kwaliteit en heeft een hogere temperatuur dan nodig is in de gebouwde omgeving. Zo hoogwaardig mogelijk inzetten, bvb in industriële processen.		

II. Uitgangspunten voor berekeningen (uitgebreid)

Technisch

- Woningen worden geïsoleerd tot de standaard. Indien er oud dubbelglas is gebruikt dient dit vervangen te worden door HR++ glas. We gaan er vanuit dat alle woningen dit al hebben.
- De piekvraag wordt elektrisch opgevangen en zal op jaarbasis in 19% van de vraag voorzien.
- Aansluiting op het warmtenet (individueel per woning of collectief per gebouw) is gelijk aan de huidige situatie. Benodigd in pandig leidingwerk hiervoor is begroot.
- Een Woningequivalent (WEQ) is gelijk aan 30GJ
- Bij laag temperatuur warmtenetten wordt tapwater in de woning voorzien d.m.v. van een booster warmtepomp.
- Bij zeer laag temperatuur warmtenetten (bronnet) wordt ruimteverwarming en tapwater voorzien d.m.v. een warmtepomp in de woning.

Financieel

- Inflatie 2,0% (beleid ECB).
- Discontovoeten voor de Total Cost of Ownership (TCO) berekening.
 - Discontovoet warmtenet exploitant: 5,2% (= rendementseis met WIS-subsidie)
 - Discontovoet gebouweigenaar en eindgebruiker: 3,5%
 - Discontovoet maatschappij: 3,0%
- Subsidies: WIS-subsidie (leidingwerk bij warmtenet), SDE++ (warmtebronnen bij warmtenet) en ISDE (isolatie, warmtepompen en aansluiting warmtenet)

Energieprijzen

- Vastrecht warmte per kleinverbruik (incl. meettarief en huur afleverset, ex. BTW): € 683,73 bij een MT-warmtenet, € 420,19 bij een LT-warmtenet en € 395,13 bij een ZLT-bronnet
- De ontwikkeling van de energieprijzen is gebaseerd op drie dingen:
 1. Tot en met 2026 zijn deze gebaseerd op de Dutch Power NL kalender voor elektriciteit en op de Gas TTF kalender futures voor gas.
 2. Van 2027 tot en met 2030 is de ontwikkeling geëxtrapoleerd op basis van de trends in de prognose uit de KEV2022 (prijsscenario midden).
 3. Na 2030 is uitgegaan van een standaard inflatiepercentage van 2%.

Overig

- 80% participatiegraad bij warmtenetten.
- Vollooptijd voor alle scenario's is 2 jaar.
- Looptijd berekening 30 jaar. Restwaarde van investeringen na 30 jaar worden meegenomen als positieve kasstroom.

III.a) Warmtebronnen – Collectief

Drycooler met WKO (DK)

Bij een drycooler wordt er thermische energie uit de lucht onttrokken. Door middel van drycoolers, oftewel grote ventilatoren in de buitenlucht, wordt warmte in de zomermaanden onttrokken aan de buitenlucht en opgeslagen in een warmte/koude opslag (WKO).

Dit concept is minder complex dan aquathermie en er zijn minder vergunningen voor nodig. Aandachtspunten zijn mogelijk geluidsoverlast, het vinden van een geschikte en voldoende ruimte voor de droge koelers, en het feit dat dit concept niet in aanmerking komt voor een SDE++ subsidie.

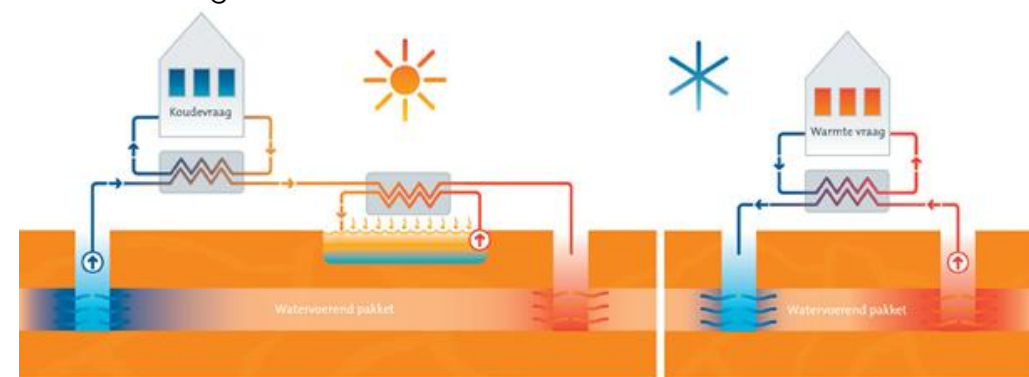
Doordat dit concept financieel vergelijkbaar uitkomt als een WKO met aquathermie is er voor dit onderzoek gekozen om alleen WKO met drycoolers door te rekenen.

Thermische energie uit oppervlaktewater (TEO)

Thermische energie uit oppervlaktewater (TEO) is een vorm van aquathermie. Bij aquathermie wordt warmte uit water gewonnen. In het geval van TEO is dat uit oppervlaktewater zoals grachten, rivieren, kanalen of plassen.

Dit water is in de zomer het warmst (ca 20°C), daarom wordt de warmte opgeslagen in een ondergrondse warmte-koude opslag (WKO). In de winter wordt deze warmte weer uit de bodem gehaald.

Dit concept is in kosten vergelijkbaar met het concept met drycoolers. Omdat de keuze is gemaakt om niet te veel concepten door te rekenen is deze hierom niet meegenomen in de berekening.



Bron: NPLW

III.b) Warmtebronnen – Collectief

Zonthermie op veld

Zonthermie op veld is voor een deel vergelijkbaar met het Zonnet-concept. Zonthermie kan ook op een centrale locatie worden opgewekt met behulp van een veld of weide aan zonnecollectoren. Hiervoor is echter veel ruimte nodig. Het is praktisch niet haalbaar om deze ruimte binnen of voldoende dichtbij het gebied te vinden. Daarom wordt deze optie niet doorgerekend in de scenario's.



Bron: Zoneiland Almere, Vattenfall

Collectieve warmtepomp

Een collectieve warmtepomp is een hele grote warmtepomp die als centrale bron voor een warmtenet wordt ingezet. Een luchtwarmtepomp maakt gebruik van warmte uit de buitenlucht en kan technisch gezien op elke schaal worden toegepast. Een bodemwarmtepomp maakt gebruik van de warmte uit de bodem die het hele jaar rond aanwezig is. Het ruimtebeslag van een grote collectieve lucht warmtepomp is wel aanzienlijk

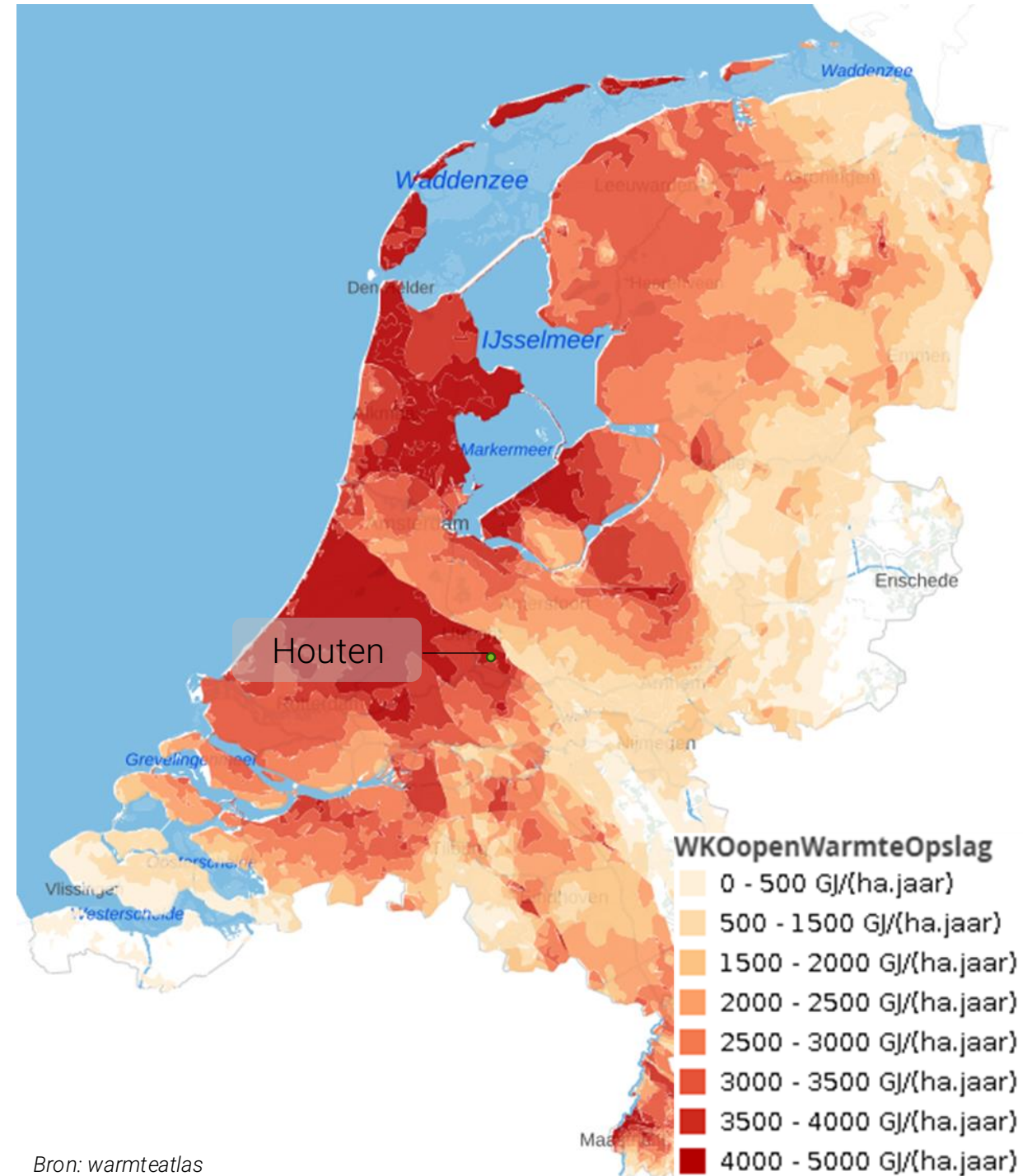


Water-water warmtepompcentrale van 27 MW in aanbouw. (bron: duic.nl)

III.c) Warmtebronnen - WKO

Bodemenergie

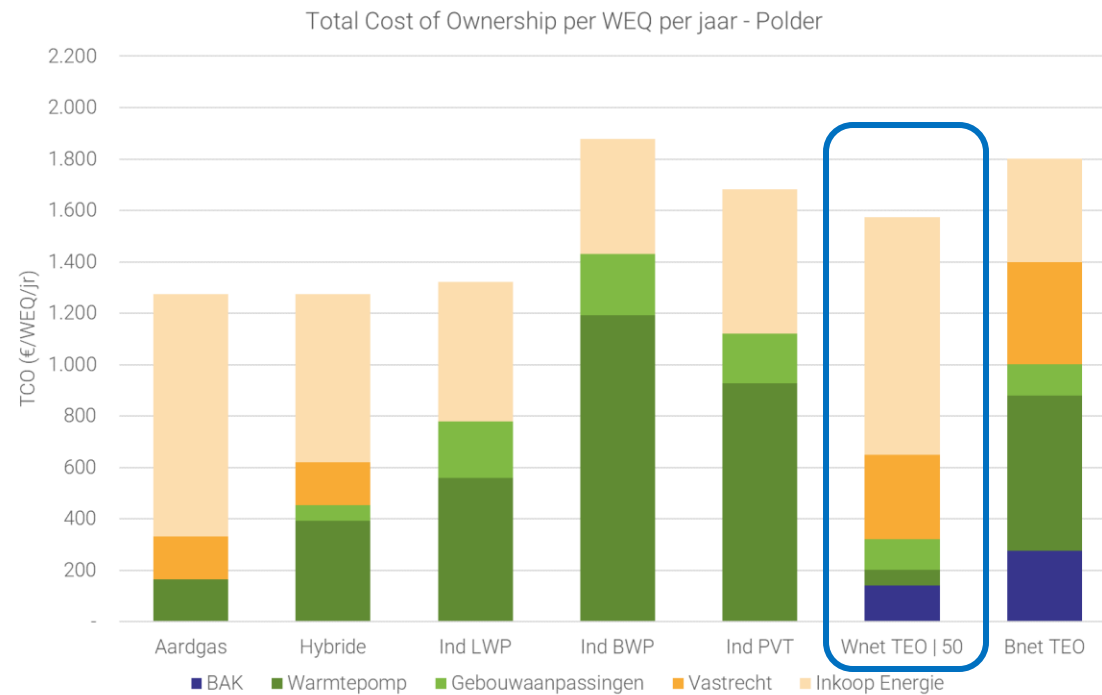
De ondergrond rondom Houten lijkt geschikt voor de toepassing van bodemenergie (zie figuur rechts).



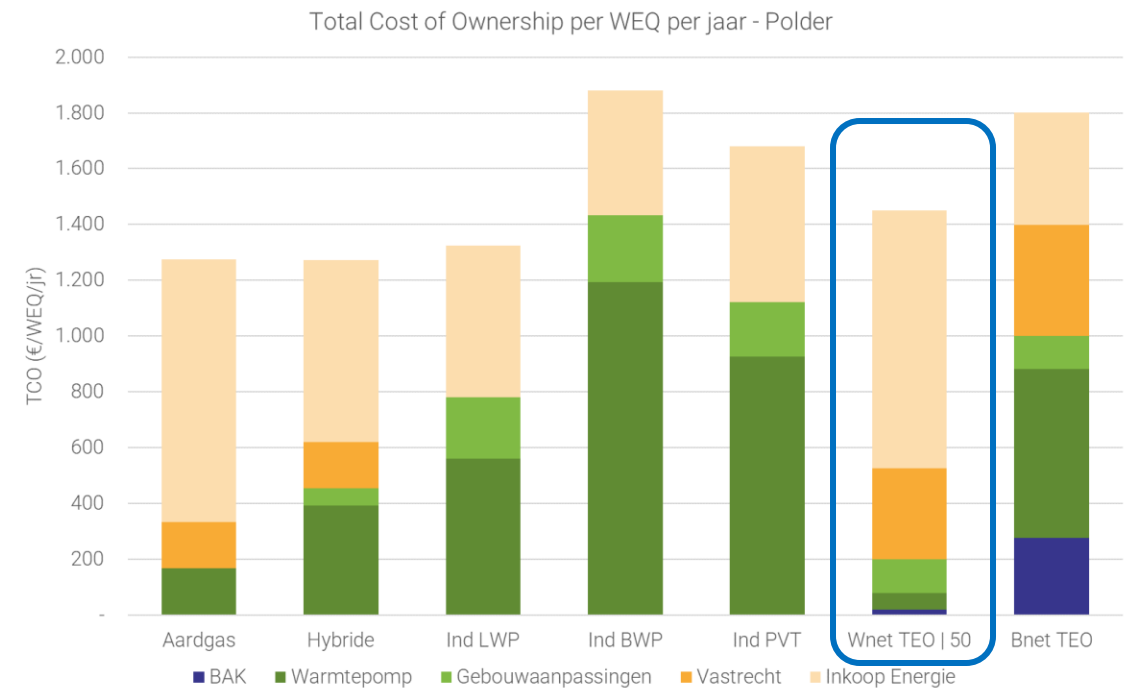
Bron: warmteatlas

IV. Vergelijk Warmtenet met en zonder piekgasketel

Total Cost of Ownership met elektrische piekopvang



Total Cost of Ownership met aardgas als piekopvang





Dit document is opgesteld door:



In opdracht van:

