



Businesscase warmtenet met ondiepe geothermie

Rapportage

GREENVIS
ONDERDEEL VAN DE WARMTETRANSITIEMAKERS



WARMINGUP
Innovatief Duurzaam Warmtecollectief

Wij maken duurzame warmte beschikbaar voor iedereen

GREENVIS
ENERGY SOLUTIONS

Greenvis is onderdeel van
De WarmteTransitieMakers B.V.



Energie Beheer Nederland
T.a.v. Marijn Renting

Auteur John Boon
 Andries Lof
 Johan Verheij

Datum 11-11-2022
Kenmerk GV22014-EBN-R01

Inhoudsopgave

Inleiding	3	
1. Scope, warmtevraag en vermogen	4	
2. Ontwerp en kostenraming warmtesysteem	7	
2.3. Primair net		9
2.4. Secundair net		10
2.5. Inpandige leidingen en afleverstations		12
3. Simulaties in Design Toolkit	13	
4. Businesscase	16	
5. Conclusie & discussie	20	
Bijlagen	22	
A. Aangesloten clusters per scenario		22
B. Locaties warmteoverdrachtstations per scenario		22
C. Primair netontwerp per scenario		23
D. Secundair netontwerp per scenario		23
E. Inzetprofiel bronnen uit simulaties		24

Inleiding

Energie Beheer Nederland (EBN) is bezig met studies naar het inzetten van ondiepe geothermie voor de gebouwde omgeving. Tot nu toe heeft EBN vooral gekeken naar de financiële en technische potentie van warmtewinning uit ondiepe geothermie vanuit perspectief van de bron. De wens is echter om verder te kijken dan alleen de bron en het hele systeem mee te nemen in een ontwerp en businesscase. Dat wil zeggen dat ook de warmte-infrastructuur en warmte afnemers moeten worden meegenomen.

In Zevenbergen is al een werkend systeem waarin ondiepe geothermie wordt ingezet voor het verwarmen van kassen. EBN is vooral benieuwd hoe het systeem en de businesscase eruitziet voor de inzet van ondiepe geothermie voor het verwarmen van woningen.

Greenvis heeft EBN geholpen bij het uitwerken van een systeemontwerp voor een warmtenet en het opstellen van de bijbehorende warmtenet businesscase. EBN maakt deel uit van het collectief WarmingUP, en ziet veel voordelen van de inzet van de door WarmingUP ontwikkelde tools voor haar vraagstukken. Hierbij gaat het dan specifiek om de Design Toolkit waarmee warmtenet ontwerpen gemaakt kunnen worden. Deze tool is dan ook gebruikt in de uitwerking van deze studie.

Voor deze studie is een werkgroep opgesteld met daarin Ennatuurlijk, Gemeente Eindhoven, EBN en Greenvis. In deze werkgroep is met elkaar nagedacht over de scope en alle belangrijke systeemkeuzes en uitgangspunten.

Het belangrijkste resultaat van dit project is een generieke businesscase. In deze businesscase kunnen verschillende varianten worden doorgerekend o.b.v. van het gemaakte schetsontwerp en bijbehorende begroting.

Leeswijzer

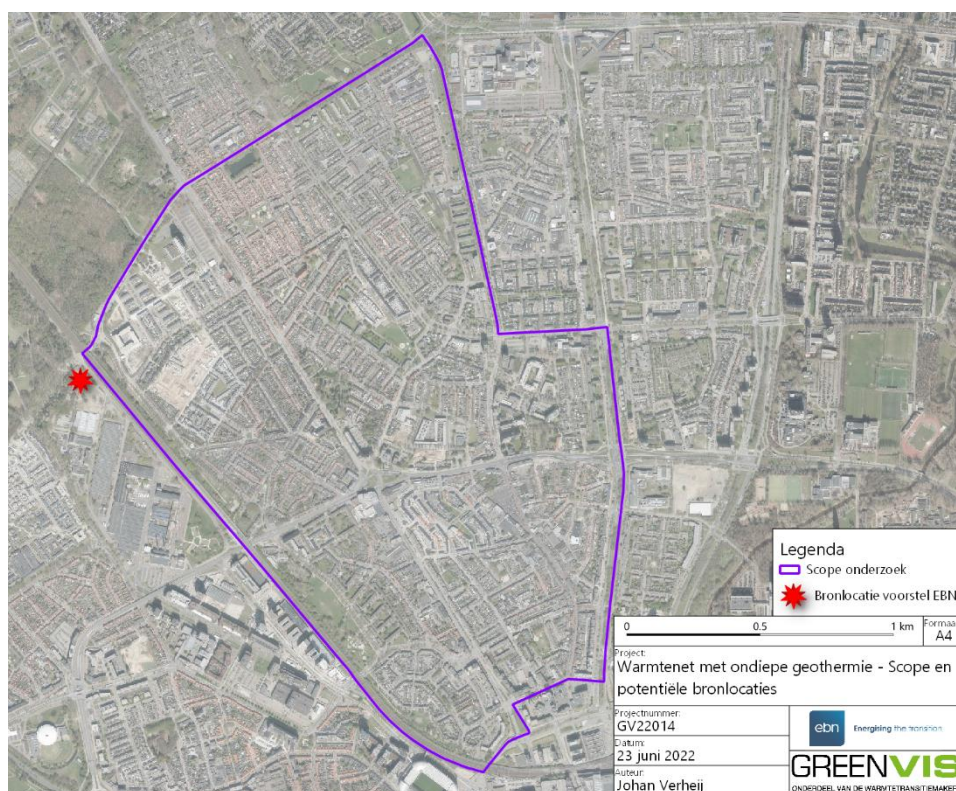
Deze rapportage bestaat uit vier hoofdstukken: 'Scope, warmtevraag en vermogen', 'Ontwerp warmtenet', 'Simulaties in Design Toolkit' en 'Businesscase'. In elk hoofdstuk lichten we beknopt de gevolgde methodiek toe, geven we de belangrijkste uitgangspunten en tonen we de resultaten.

Aan het einde van de rapportage vatten we de belangrijkste conclusies samen en benoemen we de belangrijkste discussiepunten.

1. Scope, warmtevraag en vermogen

In de uitwerking van een warmtenet ontwerp en businesscase is het nodig om een realistisch gebied met afnemers te hebben voor de uitwerking. De werkgroep heeft daarom gekozen om een bestaande wijk in Eindhoven te gebruiken; de wijk Woensel is gekozen. De geografische scope is weergegeven op de kaart in Figuur 1. Deze wijk is gekozen omdat gezien de kenmerken van de wijk een eventueel toekomstig warmtenet realistisch is.

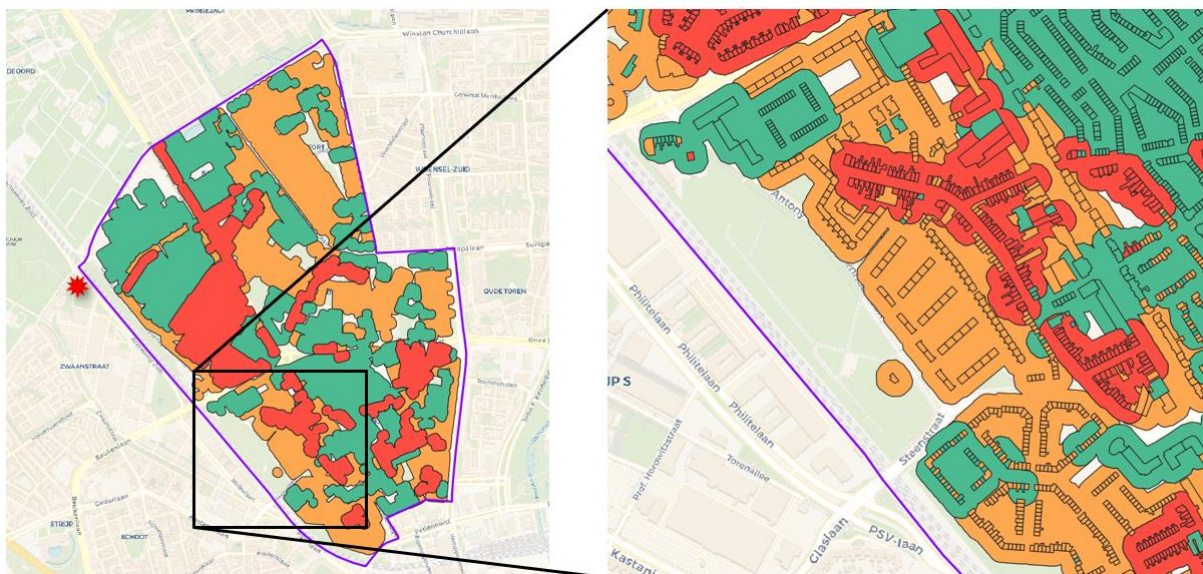
Het is belangrijk om te weten dat deze wijk slechts gekozen is om uit te werken in deze bureaustudie. Het doel van deze studie is niet het daadwerkelijk uitvoeren van een boring of de aanleg van een warmtenet.



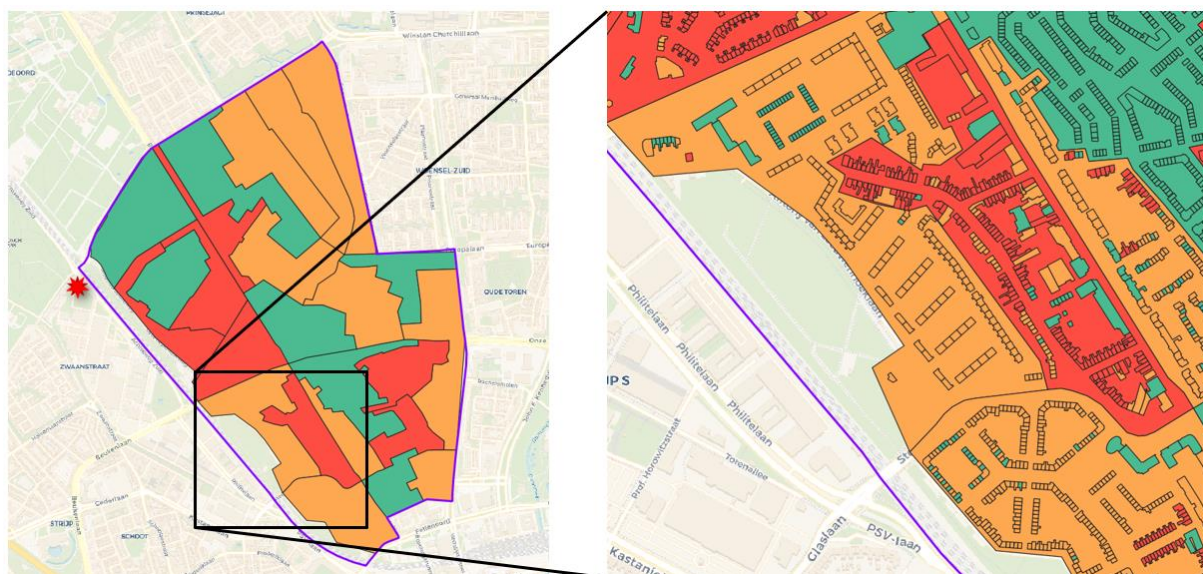
Figuur 1. Scope voor deze studie inclusief potentiële bronlocatie.

Deze geografische scope is opgedeeld in clusters van een grootte van ongeveer 500-1000 woningen. Bij deze opdeling is vooral gekeken naar de toekomstige temperatuurbehoefte van de panden. Voor het bepalen van de toekomstige temperatuurbehoefte is de warmteprofielentool van Greenvis gebruikt. Het resultaat van de warmteprofielentool is weergegeven in Figuur 2. In de memo "GV22014-EBN-M03 Warmteprofielen methodiek 1.0" staat uitgebreid beschreven hoe de toekomstige temperatuurbehoefte is bepaald.

De uiteindelijk clusters die zijn gemaakt op basis van deze warmteprofielen zijn weergegeven in Figuur 3.

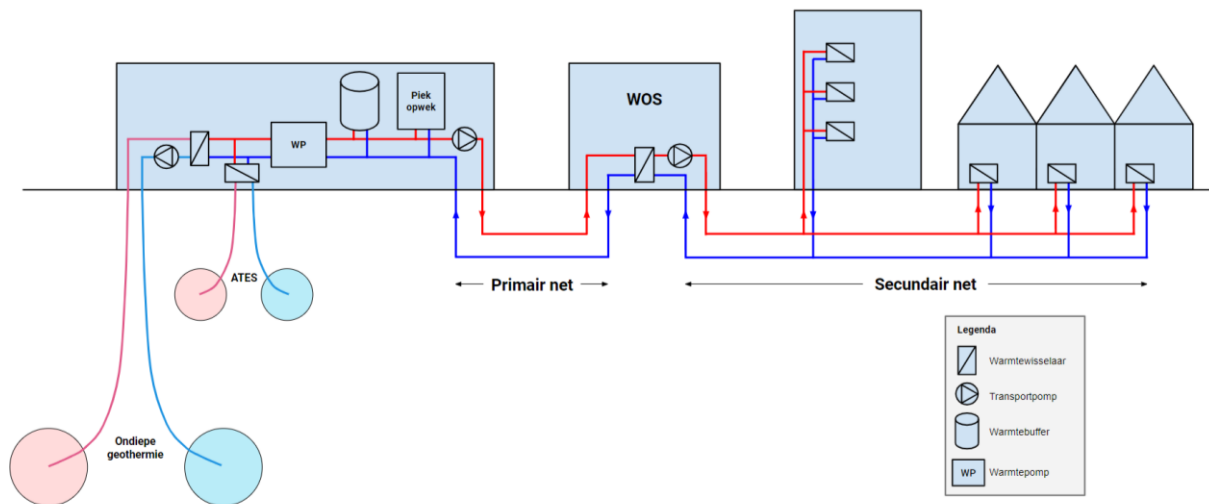


Figuur 2. Toekomstige temperatuurbehoefte bepaald met de warmteprofielentool van Greenvis. Groene clusters zijn clusters die in de toekomst (of nu al) met een lage temperatuur ($<55^{\circ}\text{C}$) verwarmd kunnen worden. Oranje clusters hebben in de toekomst een temperatuur nodig van $55\text{--}70^{\circ}\text{C}$. Rode cluster hebben nog lange tijd een hogere temperatuur nodig $>70^{\circ}\text{C}$.



Figuur 3. Opdeling scope in clusters op basis van de toekomstige energiebehoefte.

De technische scope van deze studie betreft de bronnen, het primaire net (ook wel transportnet), het secundaire net (ook wel distributienet), de locaties van de warmteoverdrachtstations (WOS) en de aflevering bij de afnemers. In Figuur 4 is een base of design te vinden waarin alle componenten van de technische scope zijn weergegeven.



Figuur 4. Systeemontwerp van een collectief warmtesysteem met ondiepe geothermie als bron, centrale opwaardering en een centrale piek opwek.

De basis voor de berekening wordt gevormd door de Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG)¹, peildatum: 2022, en de doorrekening van de BAG door Greenvis met een zelf ontwikkelde tool. Voor details van deze tool, zie 'GV22014-EBN-M02-Uitgangspunten warmtevraag- en vermogensberekening'. De BAG bestaat uit een dataset met alle panden in Nederland én een dataset met alle geregistreerde adressen in Nederland.

De door Greenvis ontwikkelde tool verrijkt de panden uit de BAG met o.a. de warmtevraag, vermogensvraag en energielabels. Deze berekende kenmerken van de panden worden gebruikt voor het uitwerken van het ontwerp en het opstellen van de businesscase

¹ De BAG bevat gegevens van alle adressen en gebouwen in Nederland, zoals bouwjaar, oppervlakte, gebruiksdoel en locatie op de kaart. Het is onderdeel van het overheidsstelsel van basisregistraties; gemeenten zijn bronhouders van de BAG en het kadaster beheert deze data.

2. Ontwerp en kostenraming warmtesysteem

In dit project hebben wij een ontwerp gemaakt van het volledige warmtesysteem. Dit ontwerp is gemaakt op schetsontwerp (SO) niveau. Een SO is de eerste stap in het ontwerpproces en heeft als doel om tot een eerste grove businesscase te komen.



Figuur 5. De verschillende ontwerpfasen en bijbehorende werkzaamheden. De achtereenvolgende fasen zijn schetsontwerp (SO), voorlopig ontwerp (VO) en definitief ontwerp (DO).

Hieronder volgt voor de verschillende systeemcomponenten een korte toelichting welke werkzaamheden zijn uitgevoerd. In de volgende paragrafen wordt per onderdeel de methode, uitgangspunten en resultaten verder uitgewerkt.

- Voor de bronnen (warmtepomp, piekopwek, buffers) zijn verschillende varianten doorgerekend. Er is geen ontwerp gemaakt van de bronnen; wel is bepaald hoe groot de verschillende bronnen en opslag zijn.
- Voor de warmteoverdrachtstations (WOS) is een locatie bepaald.
- Voor de primaire infra is een schetsontwerp gemaakt.
- Voor de secundaire infra is een schetsontwerp gemaakt.
- Voor het inpandig leidingwerk tot aan de afleverset en van de afleversets is geen ontwerp gemaakt.

Van alle systeemcomponenten is een begroting gemaakt op basis van kengetallen met een nauwkeurigheid van $\pm 40\%$.

2.1. Bronnen

Voor de ondiepe geothermie bron heeft EBN 3 verschillende bronscenario's opgesteld. Deze scenario's betreffen een ondiepe geothermiebron op verschillende dieptes: Bronscenario 1 – 600m diepte, Bronscenario 2 – 1000m diepte, Bronscenario 3 – 1500m diepte. De belangrijkste kenmerken van ieder bronscenario staan onder 'Uitgangspunten'.

Voor ieder scenario zijn de bronnen en de afnemers zo op elkaar afgestemd dat circa 30% van het vermogen uit de basisbron geleverd kan worden. Wij zien vaak dat met 30% van het vermogen ongeveer 80% van de warmte geleverd kan worden. Voor de overige 20% is een piekbron nodig. In deze studie zijn we uitgegaan van een aardgasketel voor de piek. De reden hiervoor is dat dit voor bestaande warmtenetten nu nog de standaard is. De uiteindelijke businesscase is naar inschatting van de werkgroep het meest representatief wanneer zoveel mogelijk wordt uitgegaan van de huidige standaarden.

De warmtevraag in de zomer is veel lager dan in de winter, de geothermiebron heeft echter heel het jaar door hetzelfde vermogen beschikbaar. In de simulaties is daarom een seizoensopslag meegenomen om het beschikbare vermogen in de zomer ook nuttig in te kunnen zetten. Het type seizoensopslag dat is gebruikt is een Aquifer Thermal Energy Storage (ATES). Dit is een ondergrondse warmteopslag in het grondwater op een diepte van enkele honderden meters. In de zomer wordt het grondwater opgewarmd met de warmte die over is van de geothermiebron. In de winter wordt de warmte uit dit opgewarmde grondwater weer teruggewonnen.

Uitgangspunten

De uitgangspunten voor de bronnen en de verschillende bronscenario's zijn hieronder weergegeven.

Bronnen

- Type piekopwek aardgas
- Dimensionering basisbron 30% van piekvermogen

Bronscenario 1

- Aanvoertemperatuur bron 28°C
- Retourtemperatuur bron 8°C
- Debiet bron 250 m³/h

Bronscenario 2

- Aanvoertemperatuur bron 40°C
- Retourtemperatuur bron 10°C
- Debiet bron 225 m³/h

Bronscenario 3

- Aanvoertemperatuur bron 55°C
- Retourtemperatuur bron 25°C
- Debiet bron 200 m³/h

2.2. Warmteoverdrachtstations

De WOS locaties zijn bepaald aan de hand van de volgende aspecten: rekening gehouden met de benodigde ruimte voor een onderstation, het eigendom van de grond en een zo centraal mogelijke ligging in het cluster met afnemers.

Er is geen ontwerp gemaakt van de bouwkundige ruimte en/of installatie in de WOS.

Uitgangspunten

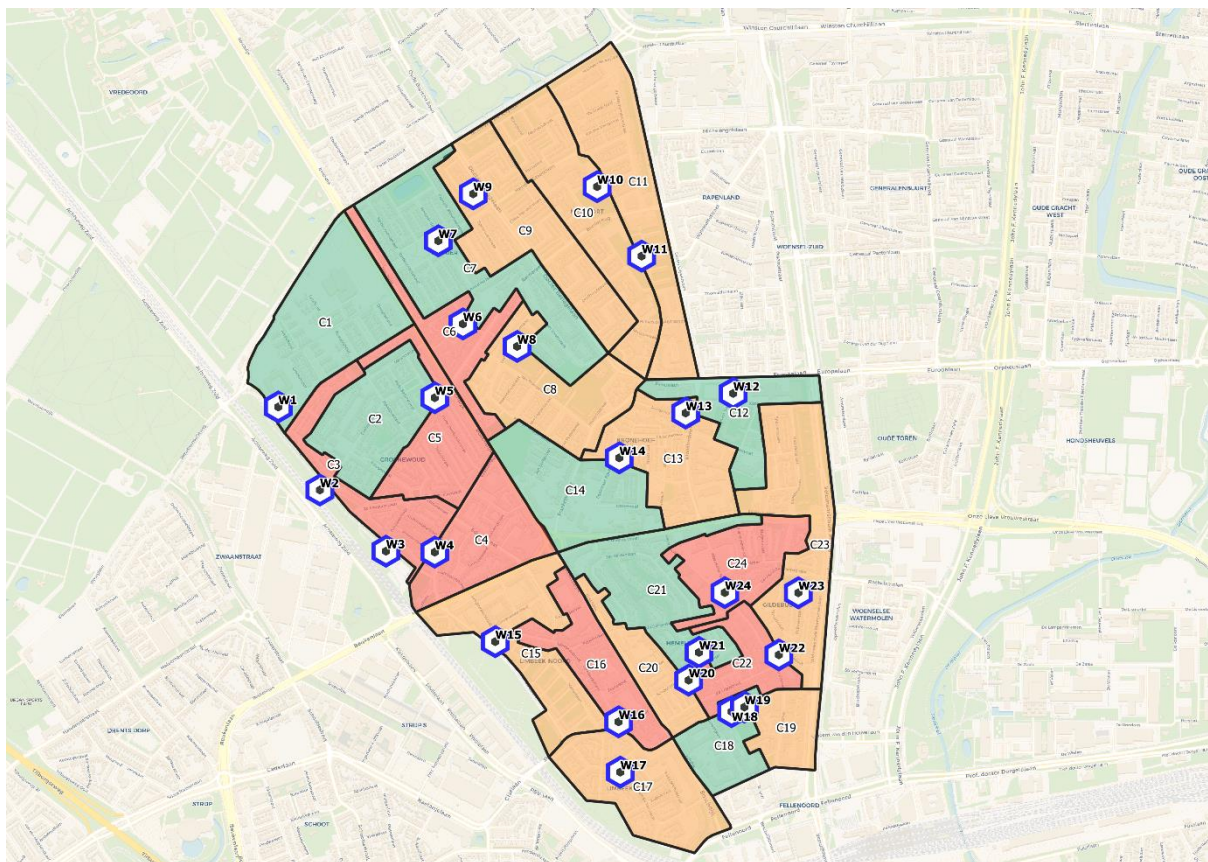
De technische uitgangspunten voor de WOSsen zijn hieronder weergegeven.

Warmteoverdrachtstation (WOS)

- Drukval over de WOS: 100 kPa
- Maximaal gelijktijdig vermogen 4.000 kW
- Afmetingen opstelruimte WOS: 4 x 6 m

Resultaat

De gehanteerde WOS locatie zijn weergegeven in Figuur 6. In bijlage B is een overzicht te vinden van de WOS locaties per scenario.



Figuur 6 Locaties warmteoverdrachtstations.

2.3. Primair net

Het primaire net is door ons met de hand ontworpen. In dit ontwerp en de bijbehorende kostenraming is rekening gehouden met de verharding en bijzondere objecten (zoals spoorwegen, waterkeringen, drukke wegen).

Vervolgens hebben wij dit netontwerp gedimensioneerd op basis van onderstaande uitgangspunten en de berekende vermogensvraag per pand. Van het gedimensioneerde net is een kostenraming gemaakt o.b.v. kengetallen. In de kostenraming is rekening gehouden met het type verharding.

Uitgangspunten

De technische uitgangspunten voor het transportnet zijn hieronder weergegeven.

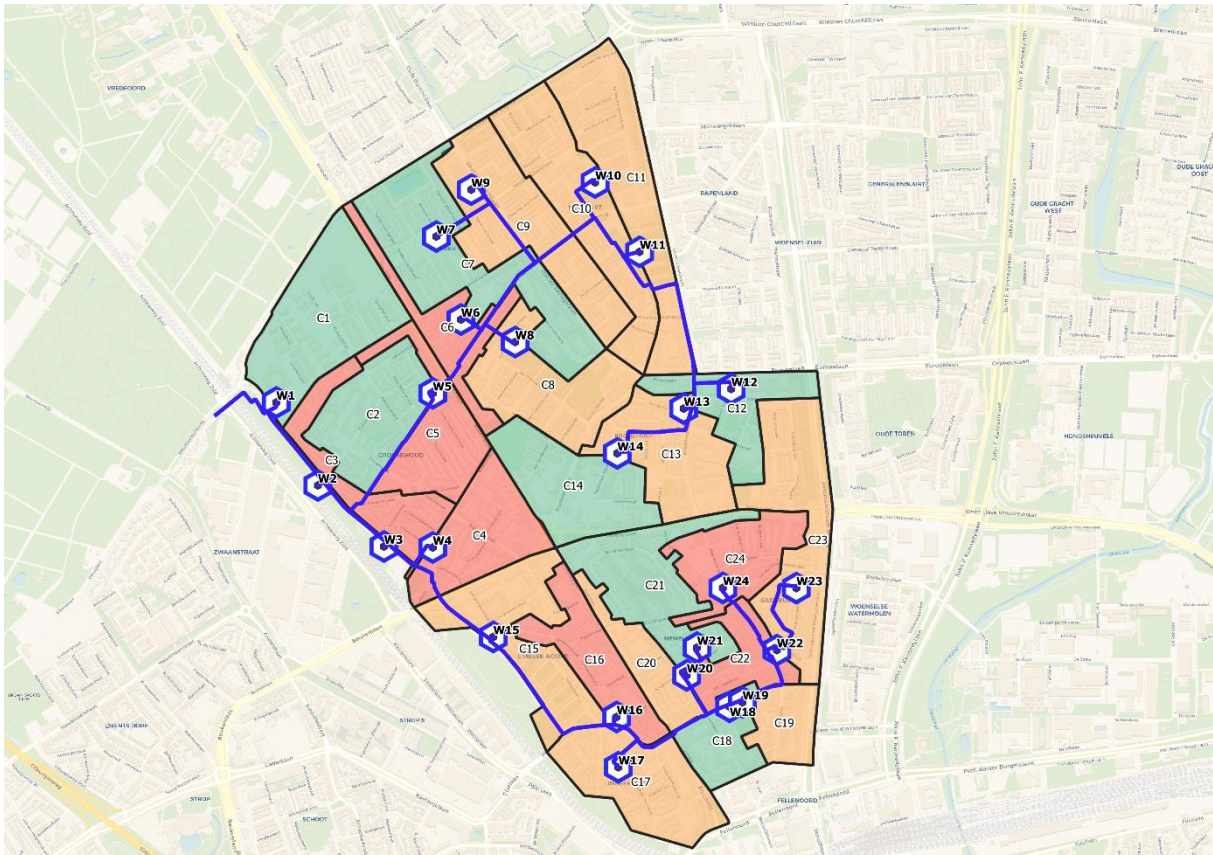
Transportnet (primair)

- Maximale ontwerptemperatuur: 130°C
- Temperatuurregime: 75-45
- Drukklasse: PN25

- Materiaal leidingen: Staal-PUR-PE²
- Maximale Specifieke drukval: 200 Pa/m
- Gronddekking boven leidingen: +/- 1 meter

Resultaat

Het schetsontwerp voor het primaire net is weergegeven in onderstaande figuur. In de verdere uitwerking is steeds het relevante deel van dit ontwerp geselecteerd per scenario. Per scenario zijn de leidingen opnieuw gedimensioneerd op de vraag in het specifieke scenario. In bijlage C is een overzicht te vinden van het primair netontwerp per scenario.



Figuur 7. Primair netontwerp voor de gehele scope Woensel.

2.4. Secundair net

Voor het secundaire net hebben wij door Greenvis ontwikkelde tools gebruikt. Met deze tools kunnen wij op basis van het stratenplan en de panden uit de BAG automatisch een warmtenet ontwerpen. De tool tekent een warmtenet met behulp van een algoritme dat het net optimaliseert op totale lengte en opvoerdruk.

In dit ontwerp en de bijbehorende kostenraming is rekening gehouden met de verharding en bijzondere objecten (zoals spoorwegen, waterkeringen, drukke wegen). Met andere mogelijke knelpunten is bij het ontwerp van de secundaire infra geen rekening gehouden

² Uitgangspunt is Staal-PUR-PE voor primaire leidingen. Een andere materiaalkeuze is mogelijk wanneer de aanvoertemperatuur in het net heel laag wordt.

Uitgangspunten

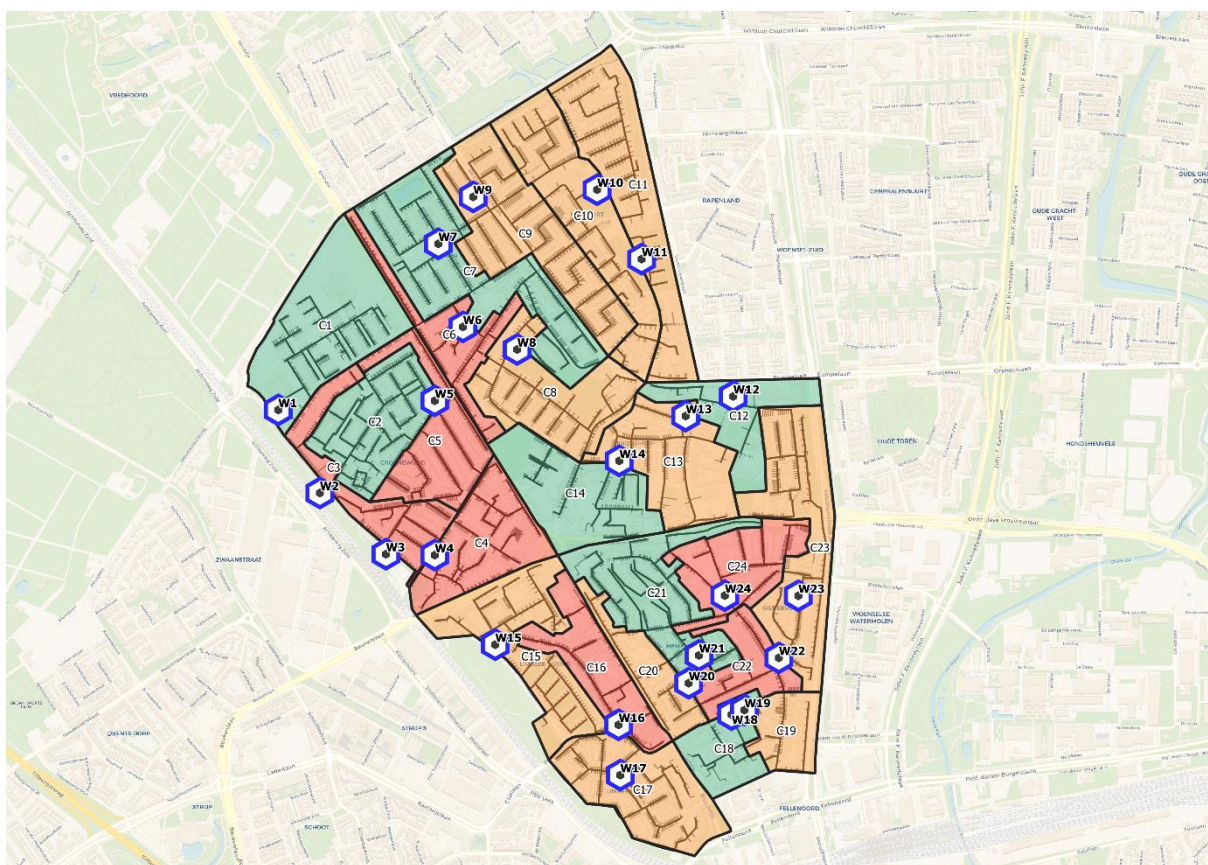
Als basis voor het ontwerp van het secundaire net zijn alle straten uit Open Street Maps (OSM) gebruikt. Het type verharding (asfalt/klinkers) uit de Basisregistratie Grootchalige Topografie (BGT) is aan deze straten gekoppeld. De verharding zal gebruikt worden bij de kostenraming.

Distributienet (secundair)

- Maximale ontwerptemperatuur: 90°C
- Temperatuurregime: 70-40
- Drukklasse: PN6
- Materiaal leidingen: Staal-PUR-PE³
- Maximale Specifieke drukval: 300 Pa/m
- Gronddekking boven leidingen: +/- 0,8 meter
- Drukval bij afnemers: 50 kPa

Resultaat

Het schetsontwerp voor het secundaire net van alle cluster in de scope Woensel is weergegeven in onderstaande figuur. In de verder uitwerking is steeds het relevante deel van dit ontwerp geselecteerd per scenario. In bijlage D is een overzicht te vinden van het primair netontwerp per scenario.



Figuur 8. Secundair netontwerp voor de gehele scope Woensel.

³ Uitgangspunt is Staal-PUR-PE. In de praktijk wordt voor leidingen van DN50 en kleiner ook wel kunststof gebruikt, bijvoorbeeld Pex(a)-PUR-PE. Een andere materiaalkeuze is mogelijk wanneer de aanvoertemperatuur in het net heel laag wordt.

2.5. Inpandige leidingen en afleverstations

Voor het inpandig leidingwerk tot aan de afleverset wordt een schatting gemaakt voor de kosten op basis van kengetallen. Er is geen technische inventarisatie uitgevoerd en er is ook niets afgestemd m.b.t. invoer leidingen, ruimte behoefte en verdeel- en stijgleidingen.

Voor de afleverstations is het benodigde vermogen gebaseerd op door Greenvis geschatte aansluitvermogen. Er is geen technische inventarisatie uitgevoerd.

Voor het bepalen van de kosten van het inpandige leidingwerk zijn de afnemers opgedeeld in 4 verschillende categorieën:

- Grondgebonden woningen
- Hoogbouw woningen
- Kleine utiliteit (<100 kW)
- Grote utiliteit (>=100 kW)

Iedere categorie heeft een eigen kostenkengetal voor het inpandig leidingwerk

Voor de grote utiliteiten is het aansluitvermogen bepaald door Greenvis. Op basis van het aansluitvermogen wordt een kostenraming gemaakt van het

Uitgangspunten

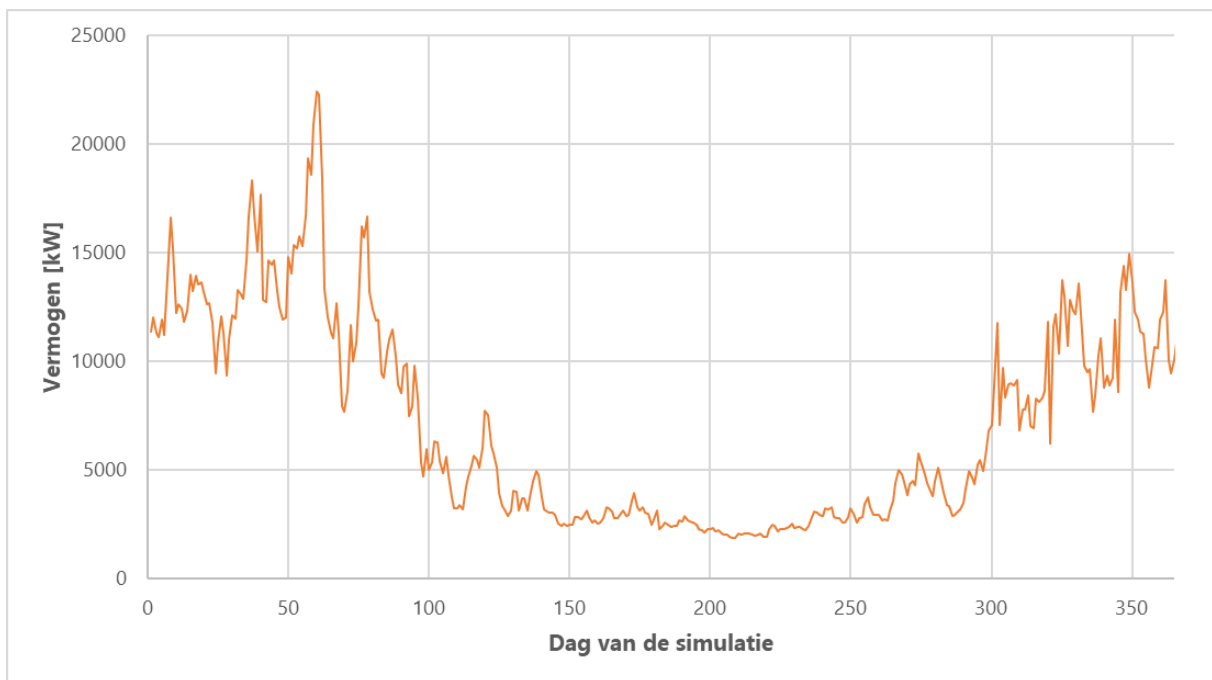
Afleversets en -stations

- | | |
|--------------------|-------------|
| • Type afleverset | Indirect |
| • Type aansluiting | Individueel |

3. Simulaties in Design Toolkit

Na het ontwerpen van het warmtesysteem zoals beschreven in hoofdstuk 2 hebben we de Design Toolkit gebruikt om het hele systeem door te rekenen. Hiervoor hebben we het ontwerp in de Design Toolkit overgenomen. De doorrekening bestaat vervolgens uit een tijdsimulatie van het systeem, waarbij voor iedere tijdstap de warmtevraag en het warmteaanbod op elkaar wordt afgestemd. In deze doorrekening worden alle belangrijke parameters van het systeem meegenomen, zoals: inzet van de verschillende bronnen, temperatuur en flow.

Een belangrijke input voor de simulaties is het profiel van de warmtevraag en het warmteaanbod over de tijd. Voor het profiel van de warmtevraag hebben we een standaard profiel gebruikt uit de Design Toolkit. Dit profiel is gebaseerd op meetdata van een groot bestaand warmtenet en is representatief voor de scope van dit project. In Figuur 9 is het gebruikte profiel te zien. Omdat de rekensnelheid van de Design Toolkit vrij beperkt is hebben we de simulaties uitgevoerd met tijdstappen van een dag. Het profiel in de figuur is daarom ook een daggemiddelde warmtevraag.



Figuur 9. Daggemiddelde warmtevraagprofiel afnemers.

Het profiel van de geothermiebron is weergegeven in Figuur 10. Voor de geothermiebron is uitgegaan dat deze het gehele jaar op 100% kan draaien, met uitzondering van een zomerstop voor onderhoud van 28 dagen. Let op: Dit betekent niet dat de bron ook altijd op 100% zal draaien in de simulaties. In de Design Toolkit wordt steeds de vraag en het aanbod op elkaar afgestemd.



Figuur 10. Aanbodprofiel geothermiebron. De simulaties zijn uitgevoerd met een productiestop voor onderhoud van 28 dagen in de zomer.

We hebben de simulaties uitgevoerd met tijdstappen van een dag. Hierdoor hebben we geen dag-nacht buffer kunnen simuleren in de Design Toolkit. De benodigde grootte van de dag-nacht buffer hebben we daarom bepaald met onze eigen rekensoftware. De grootte van de dag-nacht buffer hebben we bepaald voor een vraagprofiel zoals weergegeven in Figuur 9 en een piekvraag van circa 30 MW. De benodigde grootte kwam hiermee uit op 2.000 m³. Het effect van een net iets grotere of kleinere buffer op de resultaten is verwaarloosbaar. Daarom hebben we deze buffergrootte voor alle verschillende scenario's gebruikt.

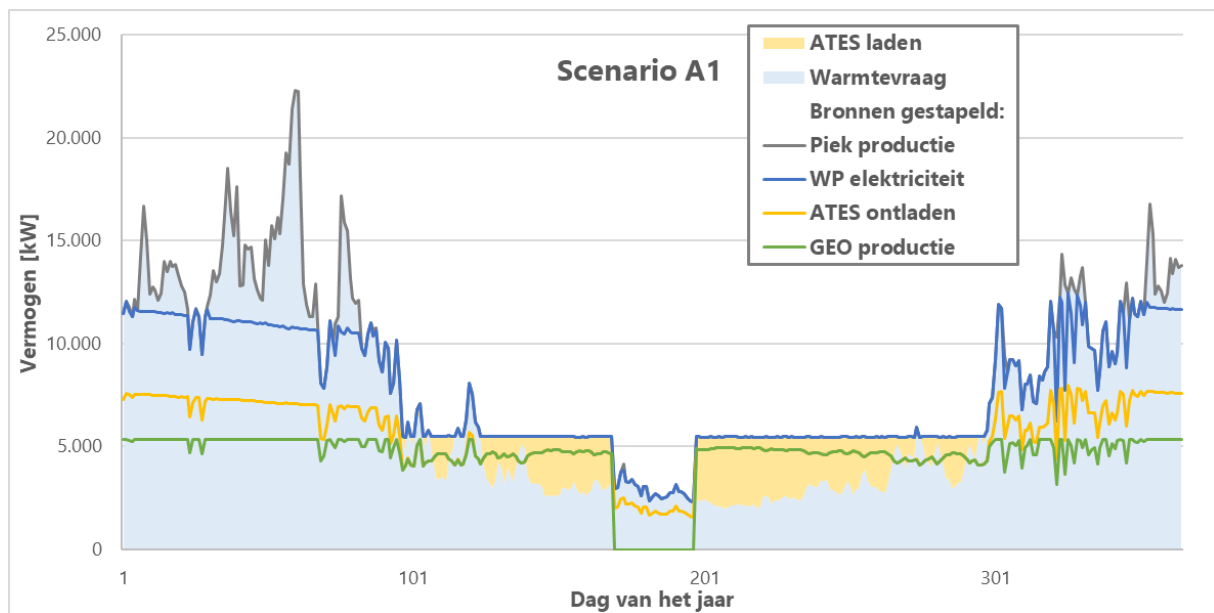
Uitgangspunten

Bronnen

- Geothermie prioriteit: 1
- ATES prioriteit: 2
- Gaspiek prioriteit: 3

Resultaat

Het resultaat van de simulatie in de Design Toolkit is het daadwerkelijke inzetprofiel van de bronnen en de seizoensopslag, inclusief het warmteverlies. In Figuur 11 zijn deze profielen te zien voor scenario 1. Hierin is de WP productie de warmte die door de warmtepomp wordt geproduceerd. Dit is een combinatie van de warmte uit de geothermieput die direct ingezet wordt, de warmte uit de ATES en een deel elektriciteit die als input dient voor de warmtepomp. Voor de andere scenario's is een vergelijkbaar profiel berekend met de Design Toolkit. Deze berekende inzetprofielen zijn input voor de businesscase. De inzetprofielen voor de andere scenario's zijn te vinden in bijlage



Figuur 11. Inzetprofiel bronnen en seizoensopslag voor scenario 1. Deze profielen zijn berekend met een simulatie in de Design Toolkit.

4. Businesscase

Methode

Voor het opstellen van de businesscase hebben wij gebruik gemaakt van onze eigen businesscase template. Deze template is gebouwd volgens de F1F9 methodiek. F1F9 is een methodiek die standaardisatie aanbrengt in de doorrekeningen, bekendheid heeft in de warmtesector en consistentie biedt in de opbouw van het financiële overzicht.

Input m.b.t. de inzet van de verschillende bronnen komt uit de berekeningen die zijn uitgevoerd met de Design Toolkit, zoals beschreven in Hoofdstuk 3. Input over de warmtevraag en het vermogen komt uit de analyse met de Greenvis tools, zoals beschreven in Hoofdstuk 1. Input over de kosten van het primair en secundair tracé zijn gebaseerd op het netontwerp en de kostenraming die is gemaakt, zoals beschreven in Hoofdstuk 2.

In totaal hebben wij 4 verschillende businesscase scenario's doorgerekend. Hieronder een korte beschrijving van de 4 doorgerekende scenario's. Bij alle scenario's wordt de warmte centraal opgewaardeerd met een warmtepomp naar 70 °C.

Scenario 1

Bronscenario 1: aanvoer bron 28 °C, retour bron 8 °C, debiet bron 250 m³/h. Centrale warmtepomp met een vermogen van 7,5 MW. Totale piekvraag van circa 25 MW. Centrale ATES voor seizoensopslag van warmte.

Scenario 2

Bronscenario 2: aanvoer bron 40 °C, retour bron 10 °C, debiet bron 225 m³/h. Centrale warmtepomp met een vermogen van 11,2 MW. Totale piekvraag van circa 37 MW. Centrale ATES voor seizoensopslag van warmte.

Scenario 3

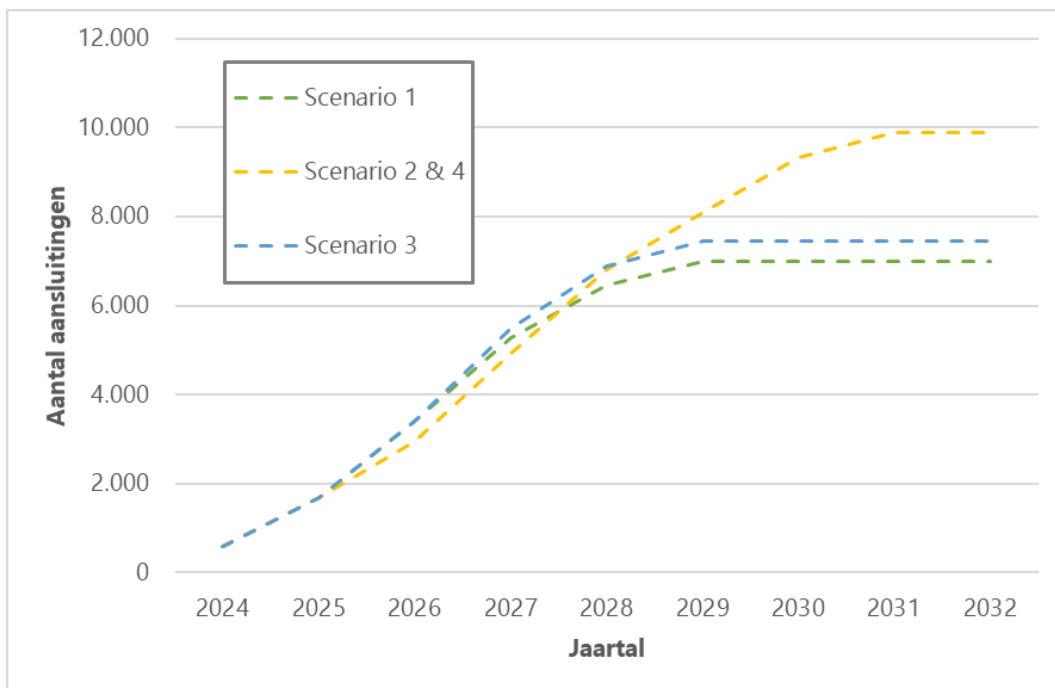
Bronscenario 3: aanvoer bron 55 °C, retour bron 25 °C, debiet bron 200 m³/h. Centrale warmtepomp met een vermogen van 8,5 MW. Totale piekvraag van circa 28 MW. Centrale ATES voor seizoensopslag van warmte.

Scenario 4

Bronscenario 2: aanvoer bron 40 °C, retour bron 10 °C, debiet bron 225 m³/h. Centrale warmtepomp met een vermogen van 11,2 MW. Totale piekvraag van circa 37 MW. Geen centrale seizoensopslag.

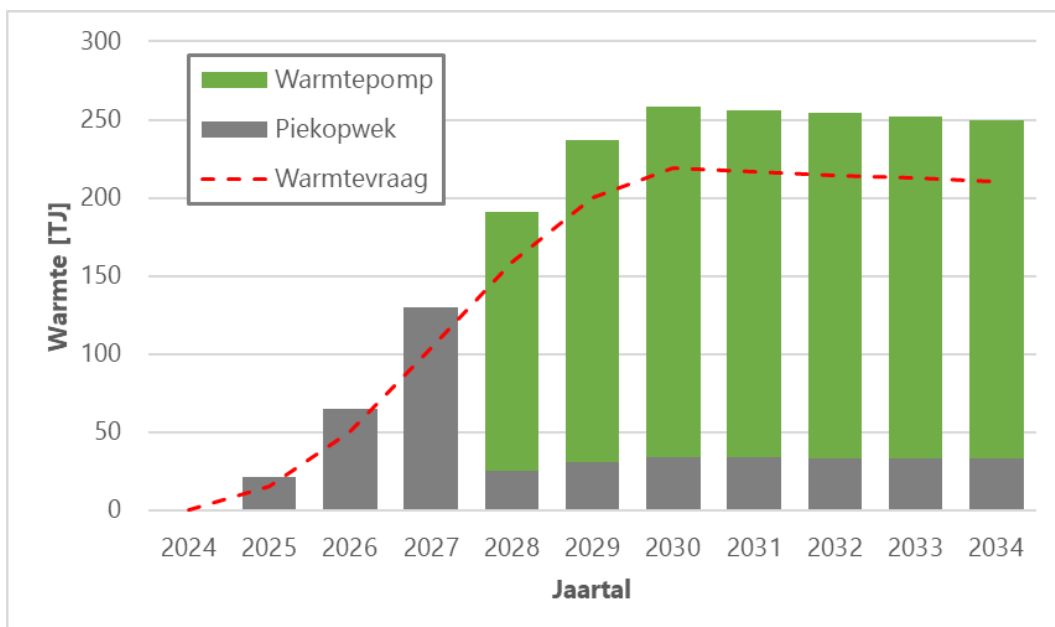
Dit scenario is hetzelfde als scenario 2, met uitzondering van de opslag.

Voor ieder scenario is een volloop gedefinieerd van de afnemers. Hierbij is een aansluitsnelheid van 2-3 clusters per jaar gehanteerd en een vollooptijd van 2 jaar binnen een cluster. De gemiddelde grootte van een cluster is bijna 600 aansluitingen. Merk op dat voor hoogbouw iedere woningen hierbij als aparte aansluiting wordt geteld.



Figuur 12. Volloop aantal aansluitingen per scenario.

Voor de bronnen is ook een volloop gedefinieerd. De geothermiebron heeft veel afzet nodig om efficiënt te kunnen draaien. De eerste jaren wordt daarom alle warmte met de (aardgas) piekopwek geleverd. Wanneer de warmtevraag groot genoeg is wordt de geothermiebron ontwikkeld en gaat deze bron een groot deel van de warmte leveren en verschuift de piekopwek echt naar de piek.



Figuur 13. Ontwikkeling warmtevraag en inzet bronnen Scenario 1. De eerste jaren voorziet de piekopwek alle warmte. De warmtepomp in deze figuur geeft de warmte output van de warmtepomp weer; de input van de warmtepomp bestaat uit warmte uit de ATEs en warmte uit de ondiepe geothermiebron. Merk op dat de warmtevraag lager is dan de inzet van de bronnen, dit verschil is het warmteverlies in het warmtenet.

Uitgangspunten

Financiële uitgangspunten

• Aandeel vreemd vermogen	60%
• Rente op vreemd vermogen	2,94%
• Rente op eigen vermogen	5,08%
• Rendementseis	3,80%

Overige uitgangspunten

• Participatiegraad	100%
• Warmtevraagreductie (isolatie en klimaateffect)	1%

Energietarieven

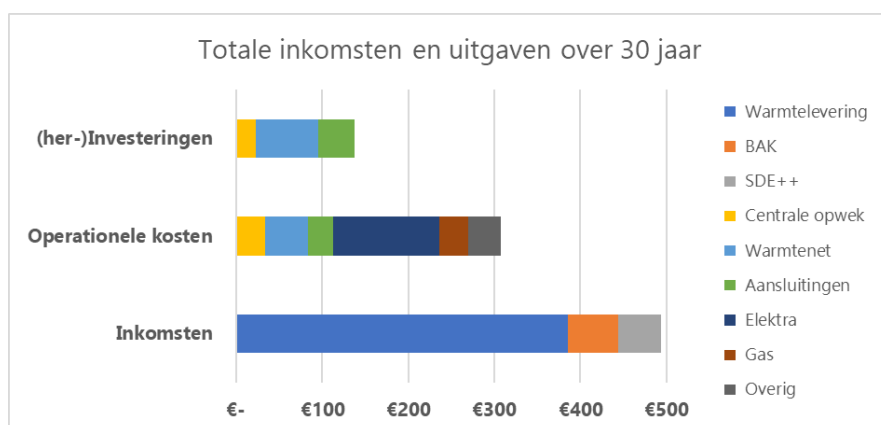
• Commodity prijs Elektra	100 €/MWh
• Commodity prijs Gas	40 €/MWh
• Warmtetarief kleinverbruik (excl. Btw)	35,48 €/GJ
• Warmtetarief grootverbruik (excl. Btw)	26,51 €/GJ

Toelichting energietarieven: voor elektra- en gasprijzen heeft EBN ingeschat dat deze op de lange termijn zullen stabiliseren op 100 respectievelijk 40 €/MWh. Deze waarden zijn besproken met de werkgroep en als aanname gebruikt in de businesscase. Voor het warmtetarief kleinverbruik is gekeken naar de huidige tarieven van Ennatuurlijk. Deze tarieven zijn de maximale warmtetarieven (ACM 2022) met circa 20% korting. Voor het warmtetarief grootverbruik zijn de Eneco grootverbruik tarieven van januari 2022 gebruikt. Ennatuurlijk publiceert haar grootverbruik tarieven niet, maar geeft aan dat deze dicht bij de Eneco tarieven liggen.

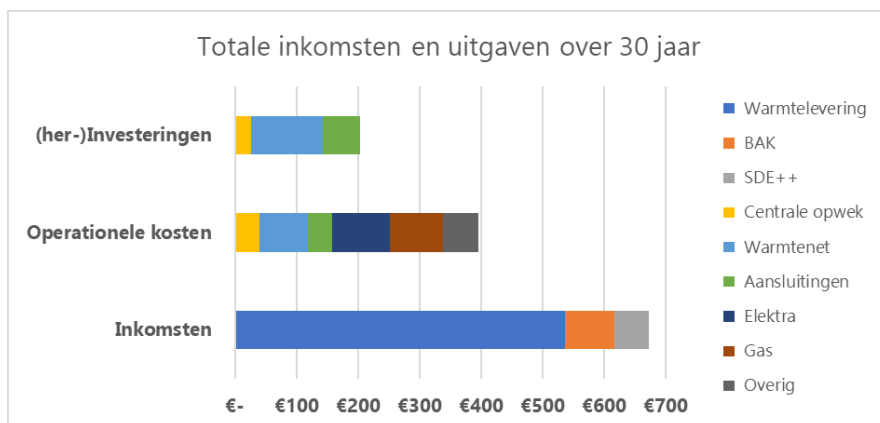
Resultaat

De belangrijkste resultaten voor scenario 1-4 zijn weergegeven in Figuur 14 t/m Figuur 18. De businesscase is gesloten met de bijdrage aansluitkosten (BAK). Dat wil zeggen dat is bepaald welke BAK nodig is om de rendementseis van 3,80% te halen. De resulterende BAK (excl. btw) voor de verschillende scenario's is als volgt:

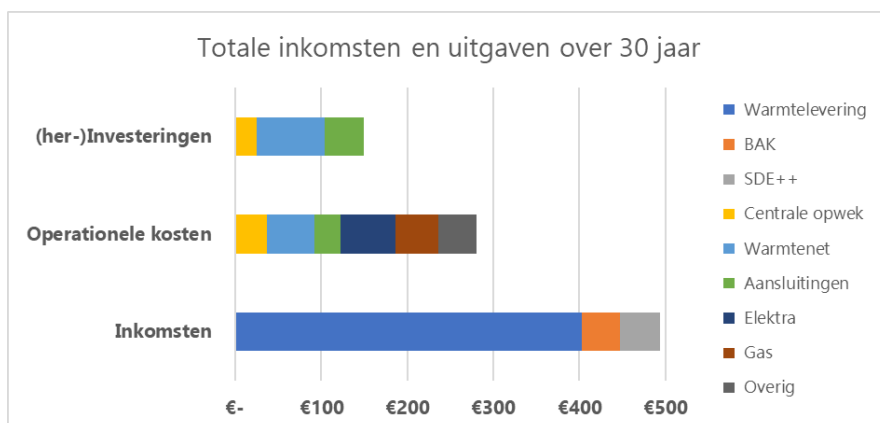
- Scenario 1: € 7.600
- Scenario 2: € 7.200
- Scenario 3: € 5.600
- Scenario 4: € 7.400



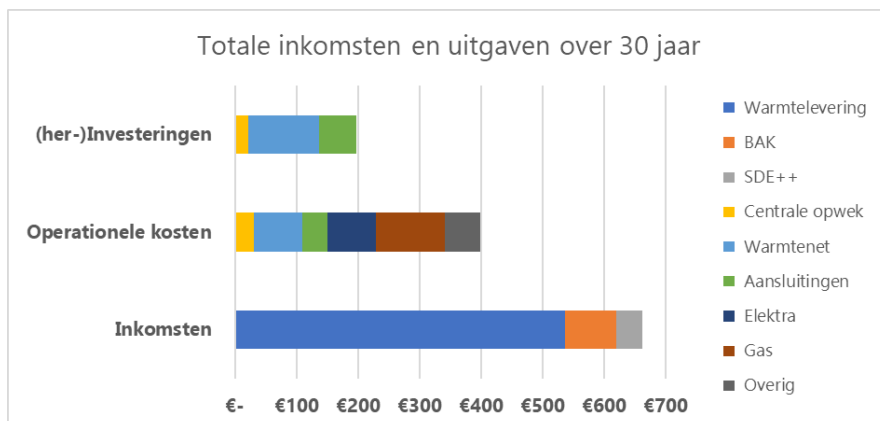
Figuur 14. Overzicht van inkomsten en uitgaven over 30 jaar voor scenario 1.



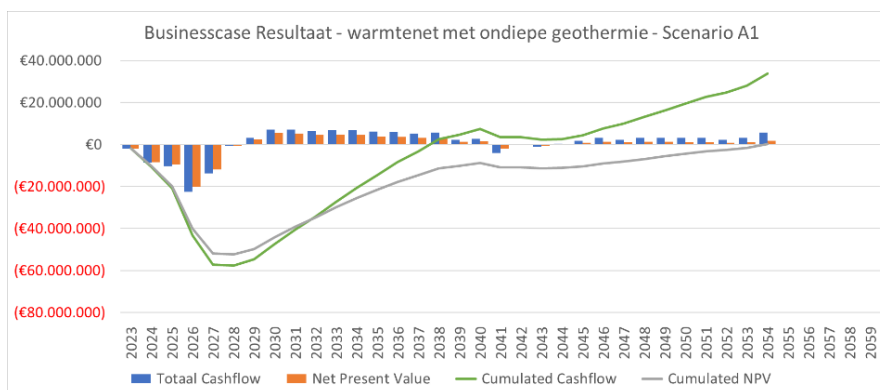
Figuur 15. Overzicht van inkomsten en uitgaven over 30 jaar voor scenario 2.



Figuur 16. Overzicht van inkomsten en uitgaven over 30 jaar voor scenario 3.



Figuur 17. Overzicht van inkomsten en uitgaven over 30 jaar voor scenario 4.



Figuur 18. Overzicht van de kasstromen over 30 jaar voor scenario 1.

5. Conclusie & discussie

Conclusie

Hieronder volgen puntsgewijs de belangrijkste conclusie die wij kunnen trekken uit deze studie.

- Het scenario met de hoogste brontemperatuur resulteert in de beste businesscase.
- Een ondiepere put met lagere temperatuur zorgt voor lagere investeringskosten, maar verhoogde operationele kosten van het volledige systeem. Dit komt voornamelijk door het extra elektriciteitsverbruik van de warmtepomp.
- Het overgrote deel van de investeringen zit in de warmte-infrastructuur en warmteaflevering. Deze kosten zijn onafhankelijk van het type warmtebron.
- Een ATES zorgt voor een sterk verhoogde inzet van de geothermiebron en versterkt daarnaast de stabiliteit van de warmteafname van de geothermiebron. Hierdoor daalt de piekinzet en stijgt de duurzaamheid van het warmtesysteem.

Discussie

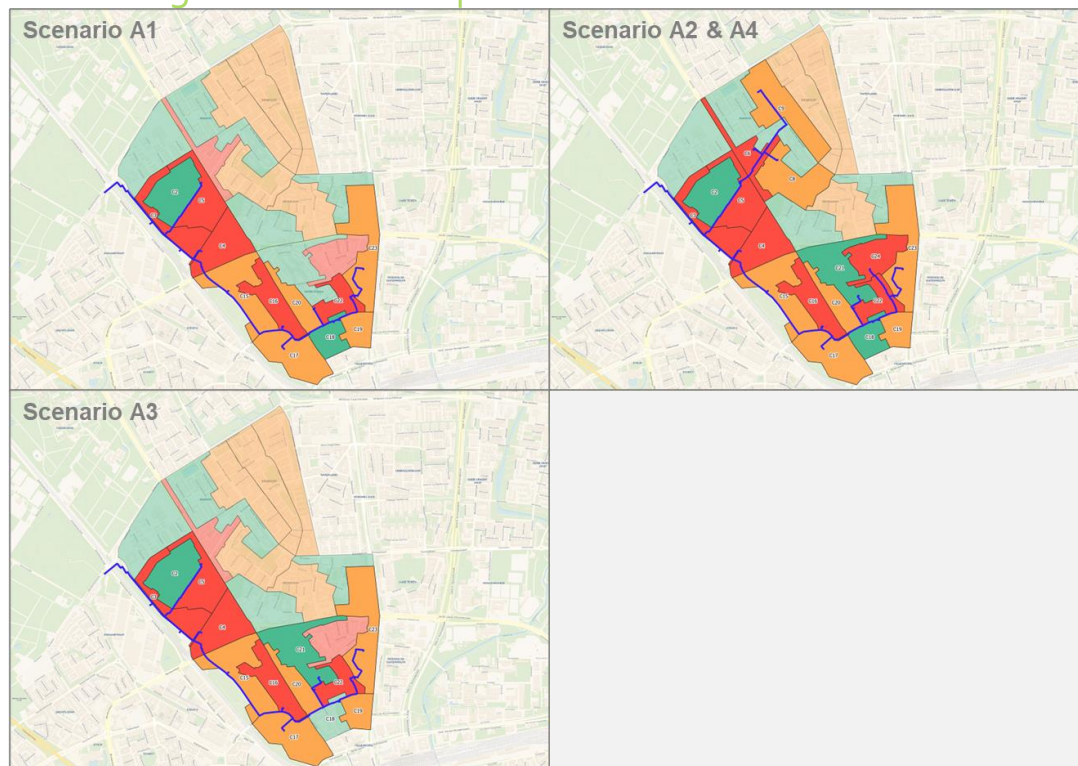
Hieronder volgen puntsgewijs de discussiepunten bij deze studie.

- Binnen de wijk zijn weinig grote utiliteiten en collectieve aansluitingen aanwezig. Een verhoging van dit percentage zal een positief effect op de businesscase hebben.
- De kosten van de geothermieput zijn gebaseerd op de technieken en bijbehorende kosten voor diepe geothermie. Deze kosten kunnen voor ondiepe geothermie wellicht lager uitvallen door het gebruik van andere boortechnieken.
- De gebruikte kostenkengetallen voor de warmteleidingen zijn gebaseerd op prijspeil jan 2022, en op het gebruik van stalen warmteleidingen. Het is goed mogelijk dat deze prijzen in de toekomst lager worden door economische ontwikkelingen. Daarnaast kunnen technische ontwikkelingen ook zorgen voor lagere prijzen. Omdat de kosten voor warmteleidingen een groot aandeel hebben in de totale kosten heeft een prijsverandering hiervan een groot effect op de businesscase.
- Het effect van de energietarieven op de businesscase zijn erg groot. De fluctuaties van de energieprijzen voor zowel gas, elektriciteit als warmte in 2022 zorgen voor een grote onzekerheidsfactor.
- In de businesscase is SDE++ subsidie meegenomen. Hiervoor zijn de waarden gebruikt uit de SDE++ regeling van 2022. De hoogte van de SDE++ subsidie is echter gerelateerd aan de gasprijs. Het zou daarom realistischer zijn om de hoogte van de subsidiebedragen niet over te nemen uit de huidige regeling, maar te berekenen aan de hand van de ingevoerde gasprijs in de businesscase.
- In de businesscase is het "net loss carryforward" principe niet ingebouwd. Wanneer dit wel gedaan zou worden heeft dit een positief, maar naar verwachting niet heel groot, effect op de businesscase. Dat dit effect waarschijnlijk niet zo groot is komt doordat ook de Energie-investeringsaftrek (EIA) regeling wel is meegenomen. Deze regeling is van toepassing voor de eerste 10 jaar na de gedane investeringen. Dit is juist ook de periode dat het positieve effect van "net loss carryforward" het grootst is.
- Er is gerekend met een participatiegraad van 100%. Dit is te optimistisch; een lagere participatiegraad heeft een negatief effect op de businesscase. Een daling van de participatiegraad met 20% zorgt voor 20% minder afzet maar de bijbehorende kostendaling voor de investeringen zal minder groot zijn.

- Doordat er gekozen is om te focussen op een nieuw te ontwikkelen gebied is er een lange vollooperperiode aanwezig. Een andere optie zou zijn om te kijken wat het effect is op een bestaand warmtenet, die wordt verduurzaamd en uitgebreid met een geothermiebron. Een verkorting van de vollooperperiode zal een positief effect hebben op businesscase.
- Voor de geothermiebron is gerekend met een conservatieve COP van 20 in scenario 1, 18 in scenario 2, 4 en 12 voor scenario 3. Afhankelijk van de bodemgesteldheid kan deze COP ook een stuk gunstiger uitvallen. Hierdoor zal dan minder hulpenergie nodig zijn, dit heeft een positief effect op de businesscase.
- Opmerkingen met betrekking tot de simulaties in de Design Toolkit.
 - De simulaties zijn uitgevoerd met tijdsstappen van 24 uur om de rekentijd te beperken. Met kleinere tijdsstappen worden de berekeningen nauwkeuriger. Optimalisaties met dag/nacht buffers kunnen dan ook uitgevoerd worden; dat hebben wij nu niet gedaan.
 - De simulaties zijn uitgevoerd over een periode van 3 kalenderjaren. De inzet van de ATES is dus over een periode van 3 jaar berekend. Door dit over een langere periode te berekenen balanceert de ondergrond zich verder uit en kan de inzet van ATES beter inzichtelijk gemaakt worden.

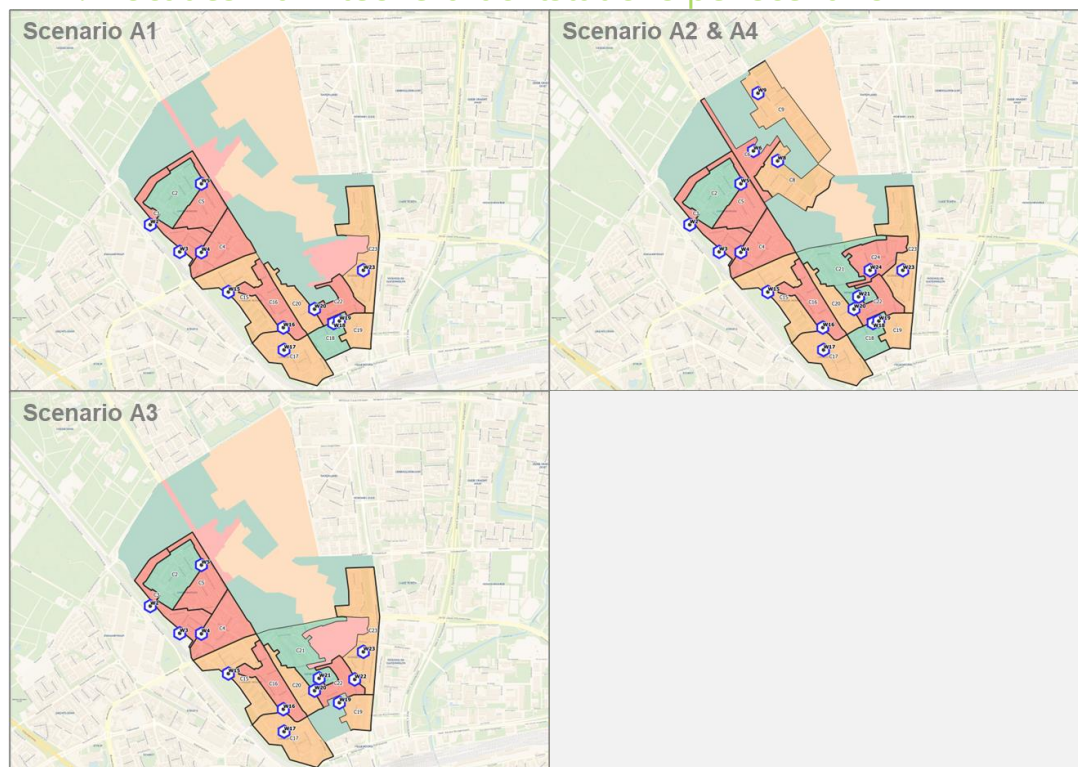
Bijlagen

A. Aangesloten clusters per scenario



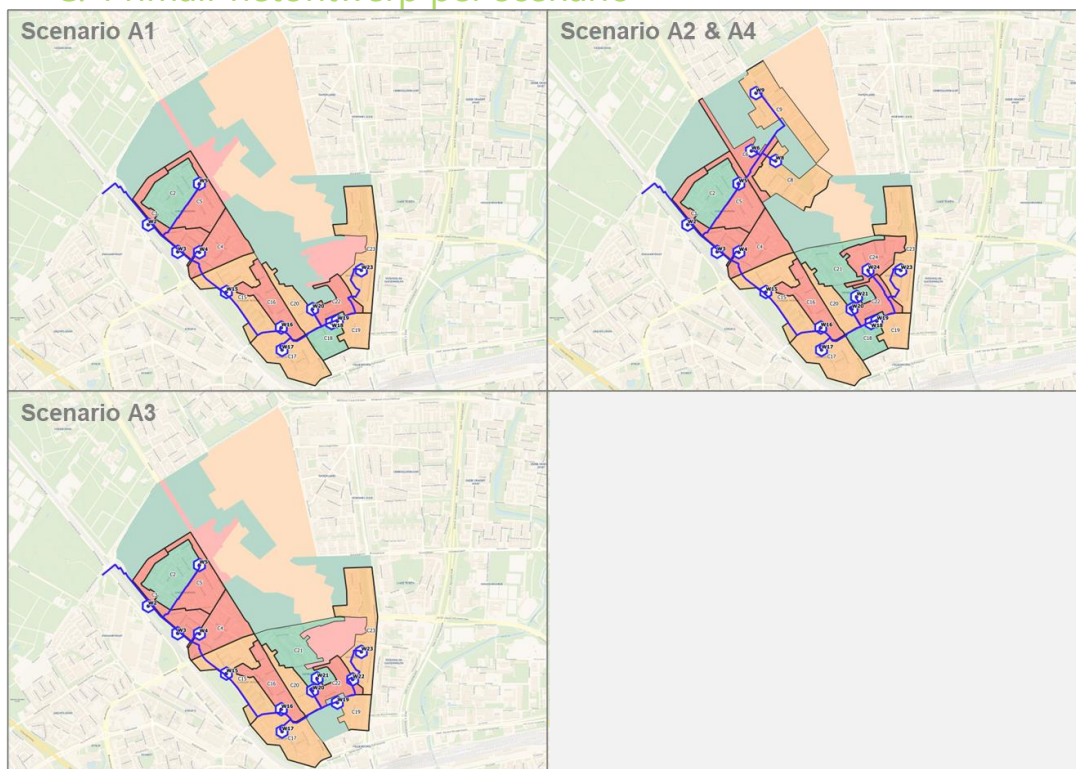
Figuur 19. Selectie van deelnemende clusters per scenario. Groene clusters zijn clusters die in de toekomst (of nu al) met een lage temperatuur (<55°C) verwarmd kunnen worden. Oranje clusters hebben in de toekomst een temperatuur nodig van 55-70 °C. Rode cluster hebben nog lange tijd een hogere temperatuur >70 °C.

B. Locaties warmteoverdrachtstations per scenario



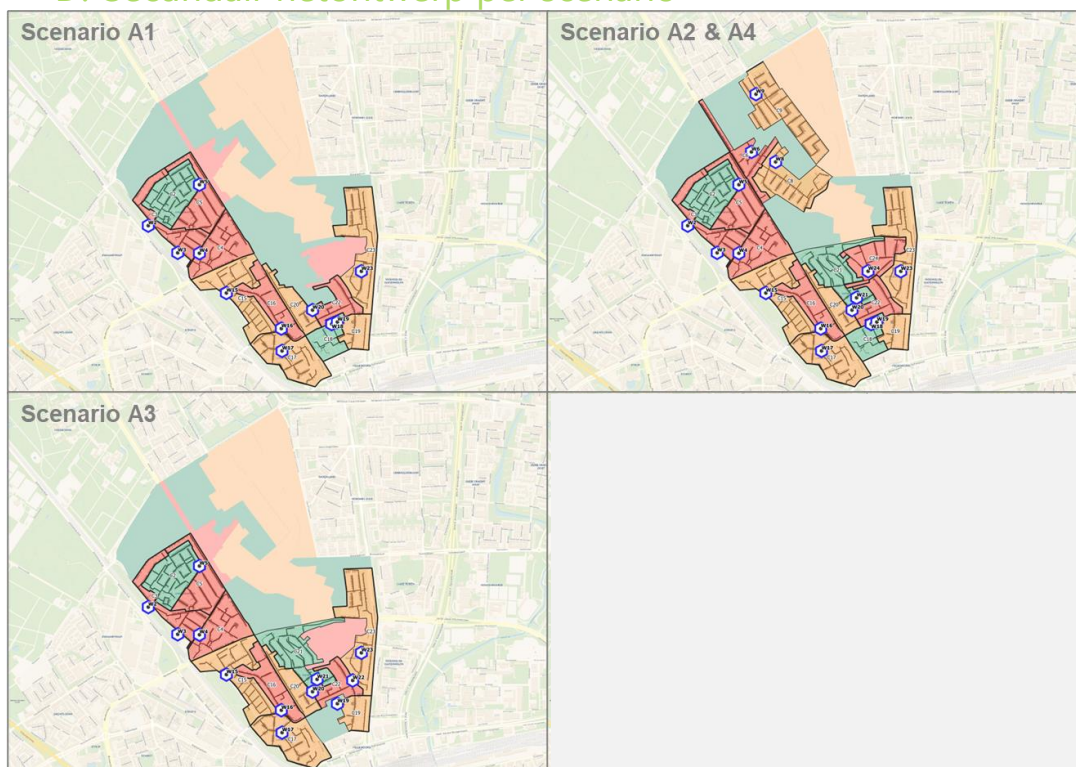
Figuur 20. Locaties warmteoverdrachtstations voor deelnemende clusters per scenario.

C. Primair netontwerp per scenario



Figuur 21. Primair netontwerp voor deelnemende clusters per scenario.

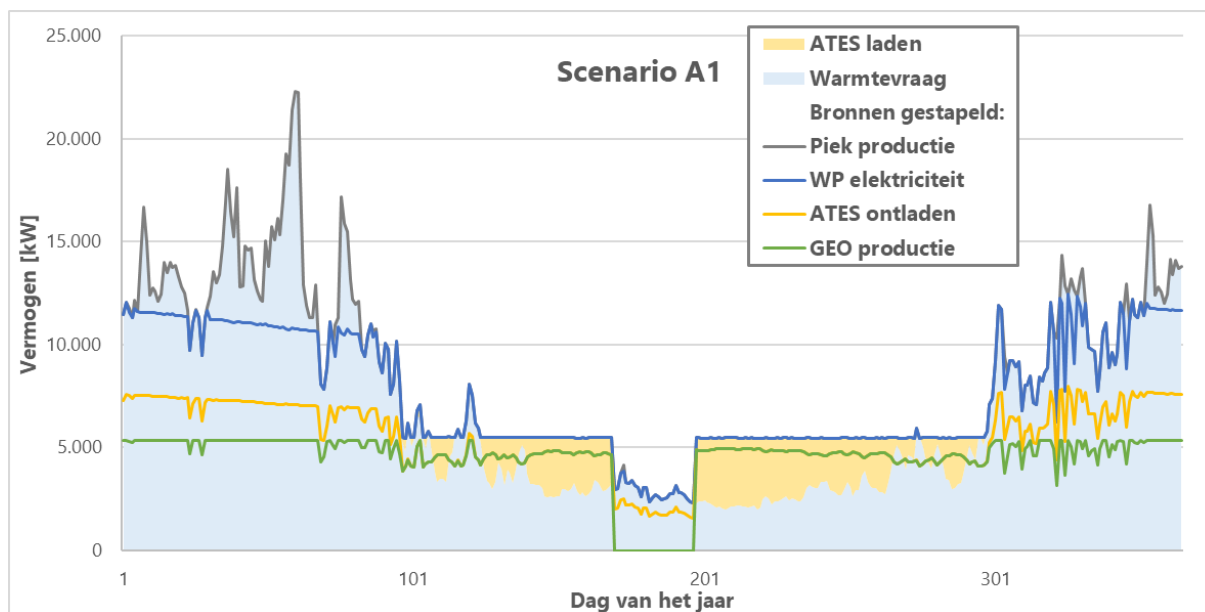
D. Secundair netontwerp per scenario



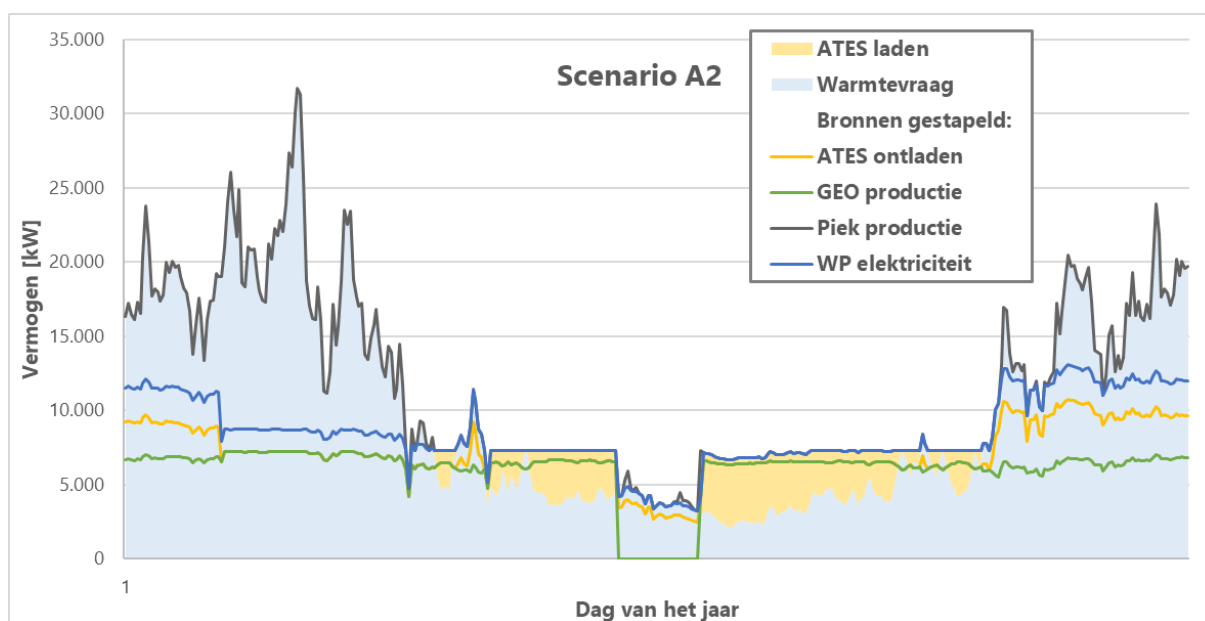
Figuur 22. Secundair netontwerp voor deelnemende clusters per scenario.

E. Inzetprofiel bronnen uit simulaties

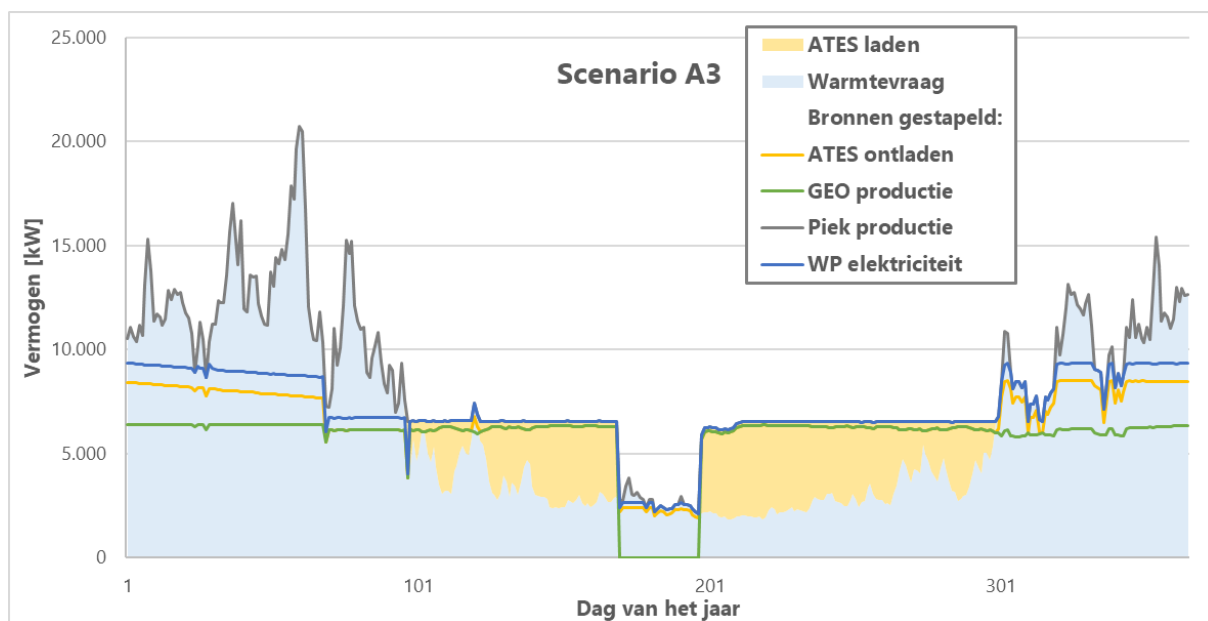
In de figuren hieronder zijn de inzetprofielen van de bronnen per scenario te zien.



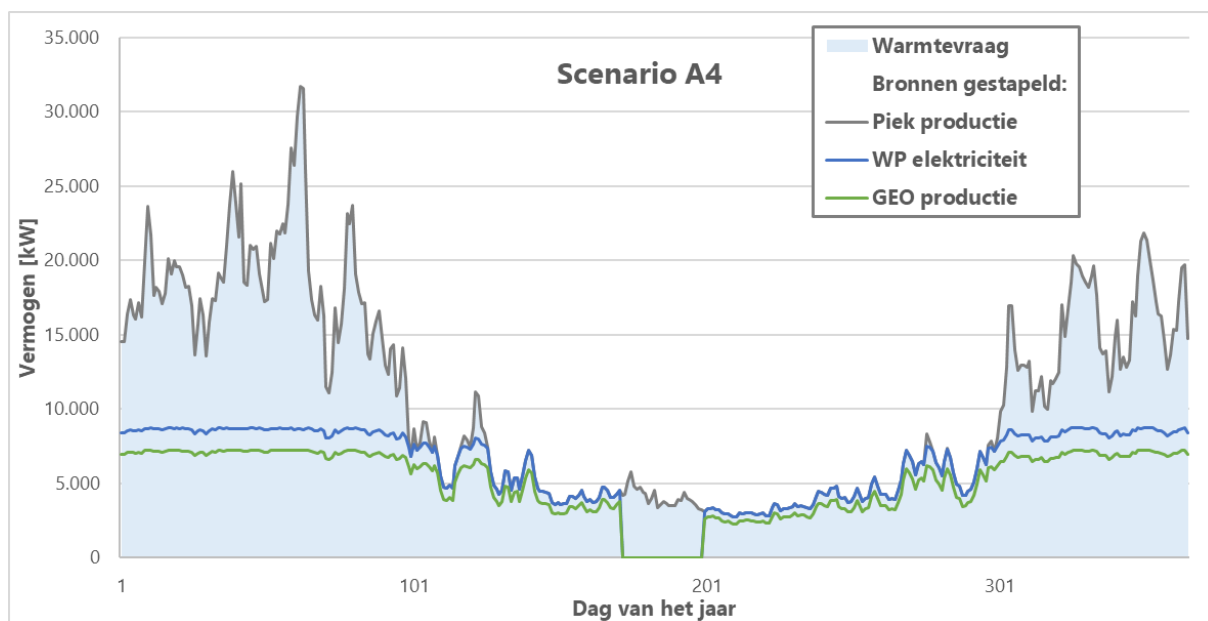
Figuur 23. Inzetprofiel bronnen en seizoensopslag voor scenario 1. Deze profielen zijn berekend met een simulatie in de Design Toolkit.



Figuur 24. Inzetprofiel bronnen en seizoensopslag voor scenario 2. Deze profielen zijn berekend met een simulatie in de Design Toolkit.



Figuur 25. Inzetprofiel bronnen en seizoensopslag voor scenario 3. Deze profielen zijn berekend met een simulatie in de Design Toolkit.



Figuur 26. Inzetprofiel bronnen voor scenario 4. Deze profielen zijn berekend met een simulatie in de Design Toolkit.