

SYNTRAAAL



TEO-potentiestudie Val- leikanaal: Hoe te verde- len?

28 maart 2025

Verantwoording

Titel	TEO-potentiëstudie Valleikanaal: Hoe te verdelen?
Opdrachtgever	Bureau Regio Amersfoort
Projectleider	Simon Bos
Auteur(s)	Simon Bos, Merel Hoevenaar, Kensho Nieuweweme, Jelle Wijngaards, Astrid Wentzel
Projectnummer	1323088
Aantal pagina's	39 (exclusief bijlagen)
Datum	28 maart 2025
Handtekening	'Ontbreekt in verband met digitale verwerking. Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven'

Colofon

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

Inhoud

1	Inleiding	5
2	Wat is TEO?	7
2.1	Wat is Thermische Energie uit Oppervlaktewater (TEO)?	7
2.2	Hoe werkt het?	7
2.3	Wanneer is TEO geschikt?	8
2.4	Is TEO zinvol?	8
3	Projectaanpak	9
3.1	Stap 1: Ambities gemeenten inventariseren	9
3.2	Stap 2: Warmtevraag in beeld brengen	9
3.3	Stap 3: Potentieanalyse Valleikanaal	9
3.4	Stap 4: Quick scan WKO-capaciteit	9
3.5	Stap 5: Warmtematch en uitwerken drie scenario's	10
3.6	Stap 6: Verdelingsvraagstuk	10
4	Stap 1: Ambities van de gemeenten	11
5	Stap 2: De warmtevraag in beeld	12
5.1	De warmtevraag	12
5.2	De warmtevraagdichtheid	13
5.3	Het gewenste warmteniveau	14
5.4	Toelichting op MT- en bronnet	16
6	Stap 3: Analyse warmtepotentie	19
6.1	Meetgegevens	19
6.2	Uitgangspunten voor de data-analyse	21
6.2.1	Onttrekkingsdebiet	22
6.2.2	Beperkingen voor warmtewinning via een TEO-installatie	23
6.2.3	Bepaling van het aantal vollasturen	23
6.3	Opzet en uitgangspunten voor de berekening	23
6.3.1	Scenario 1: Warmte voor bestaande buurten	24
6.3.2	Scenario 2: Warmte voor bestaande buurten en nieuwbouw	25
7	Stap 4: Quick scan WKO	27
7.1	Geschiktheid en capaciteit	27

7.2	Omgevingseffecten	28
8	Stap 5: Warmtematch	30
8.1	Gehanteerde uitgangspunten.....	30
8.1.1	Selectiecriteria	30
8.1.2	Buurtgrens soms aangepast.....	30
8.1.3	De COP-factor	30
8.1.4	Interferenties.....	30
8.2	Warmtematch scenario 1	31
8.3	Warmtematch scenario 2	32
8.4	Scenario 3: Optimale benutting	34
8.4.1	Maximale WKO-capaciteit	34
8.4.2	Aanpassing van het model parameters	35
8.5	Het resultaat samengevat	37
9	Organisatie van het verdelingsvraagstuk.....	38
9.1	Verdeling en Waterenergieplan.....	38
9.2	Gezamenlijk Waterenergieplan versus gemeentelijke Bodemenergieplannen.....	38
Bijlage 1	Berekende en gehanteerde gegevens per gemeente	40
Bijlage 2	Toelichting Model warmteonttrekking uit het Valleikanaal	47
Bijlage 3	Quick scan WKO-analyse.....	50

1 Inleiding

Nederland is een waterland. Dit biedt goede kansen voor een van de grootste uitdaging van de huidige tijd: de energietransitie. Water is namelijk een zeer geschikte bron om warmte uit te winnen. Hierbij gaat het zowel om afvalwater, oppervlaktewater als drinkwater. Warmte winnen uit water om gebouwen mee te verwarmen noemen we aquathermie.

De potentie van aquathermie is groot, maar niet oneindig. Zeker in stedelijk gebied kan de warmtevraag groter blijken dan het aanbod. Om problemen rond de toedeling van warmte uit het oppervlaktewater te voorkomen, kunnen gemeenten gezamenlijk afspraken maken over het toedelingsvraagstuk en dit in hun beleid verankeren. Hierin staat waar de prioriteiten liggen in de verdeling van de beschikbare thermische energievoorkomen. In dat kader willen de betrokken RES-regio's, gemeenten en het waterschap een optimale warmteverdeling voor de warmte uit het Valleikanaal vaststellen. Dit onderzoek is hierin de eerste stap.

Het stroomgebied van het Valleikanaal begint bij de Nederrijn in Rhenen en eindigt bij de Eem in Amersfoort. Het Valleikanaal stroomt ondermeer langs 9 gemeenten:

- Rhenen,
- Wageningen,
- Veenendaal,
- Renswoude,
- Utrechtse Heuvelrug,
- Woudenberg,
- Scherpenzeel,
- Leusden
- Amersfoort.

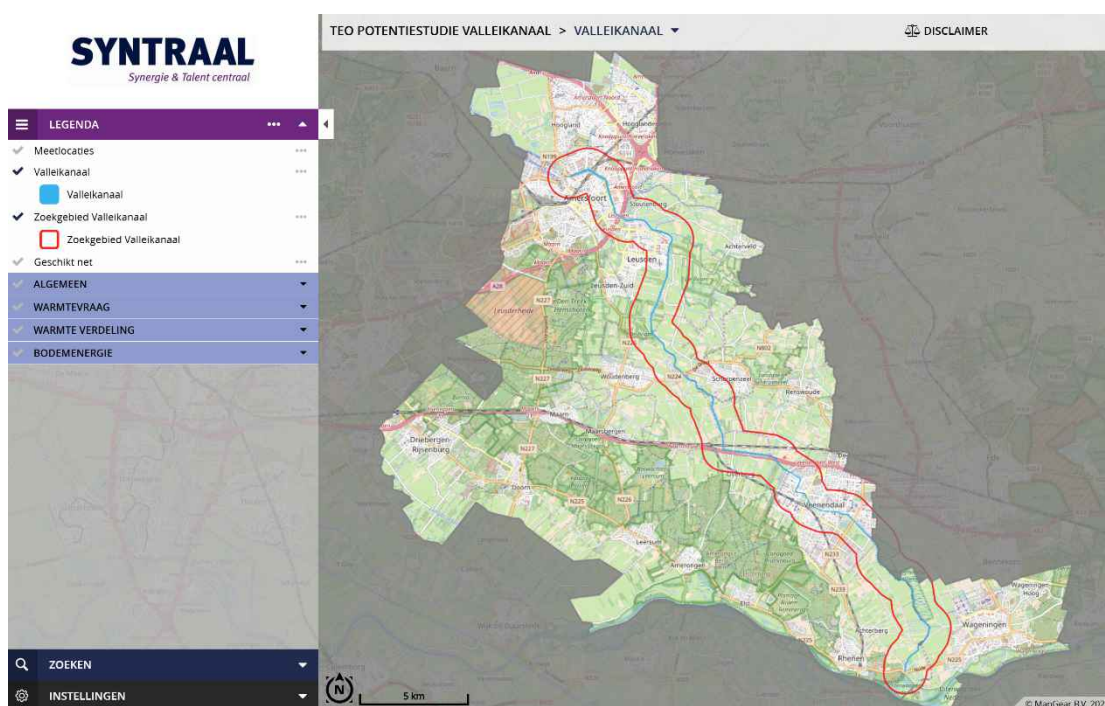
Deze verschillende gemeenten behoren tot twee RES-regio's, namelijk Regio Amersfoort en Regio Foodvalley. Ook het Waterschap Vallei & Veluwe is betrokken, omdat zij de beheerder is van het Valleikanaal.

In het kader van dit onderzoek is de warmtevraag van 8 gemeenten specifiek in beeld gebracht; voor Wageningen is uitgegaan van de warmtevraag van de wijk Noord-West, waar een bestaand warmtenet van Ennatuurlijk aanwezig is.

Ook is de warmtepotentie van het Valleikanaal berekend en is gekeken naar de opslagmogelijkheid van warmte in de bodem met behulp van WKO's. Het resultaat hiervan is een advies welke delen van de gemeenten kansrijk lijken te zijn om aquathermie toe te passen en hoe de potentiële warmte uit het Valleikanaal op een evenredige manier tussen de gemeenten verdeeld kan worden.

Het Valleikanaal is 41 kilometer lang en stroomt vanaf de Nederrijn bij Rhenen naar de Eem bij Amersfoort. Het kanaal werd aangelegd in de periode 1935-1941, maar sommige delen bestaan al veel

langer. Zo bestaat de (Bisschop Davids)grift, tussen Rhenen en Veenendaal, al sinds de middeleeuwen. En bij Woudenberg volgt het kanaal deels de vroegere loop van de Lunterse Beek. In het Valleikanaal zitten 7 stuwen, met een verval van tussen de 0,3 en 1,5 meter. In Figuur 1-1 is de ligging van het (onderzochte deel van het) Valleikanaal weergegeven. In deze figuur is ook het zogenaamde zoekgebied weergegeven (het rode kader). Hierbij is een afstand van één km aangehouden aan beide zijden van het kanaal. Deze afstand is arbitrair gekozen, waarbij de vuistregel is gehanteerd dat de afstand tussen de bron en het begin van het warmtenet niet veel groter zou moeten zijn dan één km. Deze km betreft dan een zogenaamde transportleiding, waarvan de kosten verdisconteerd moeten worden op de projecten. Hoe langer de afstand, hoe hoger de kosten.



Figuur 1-1: Ligging van het Valleikanaal

2 Wat is TEO?

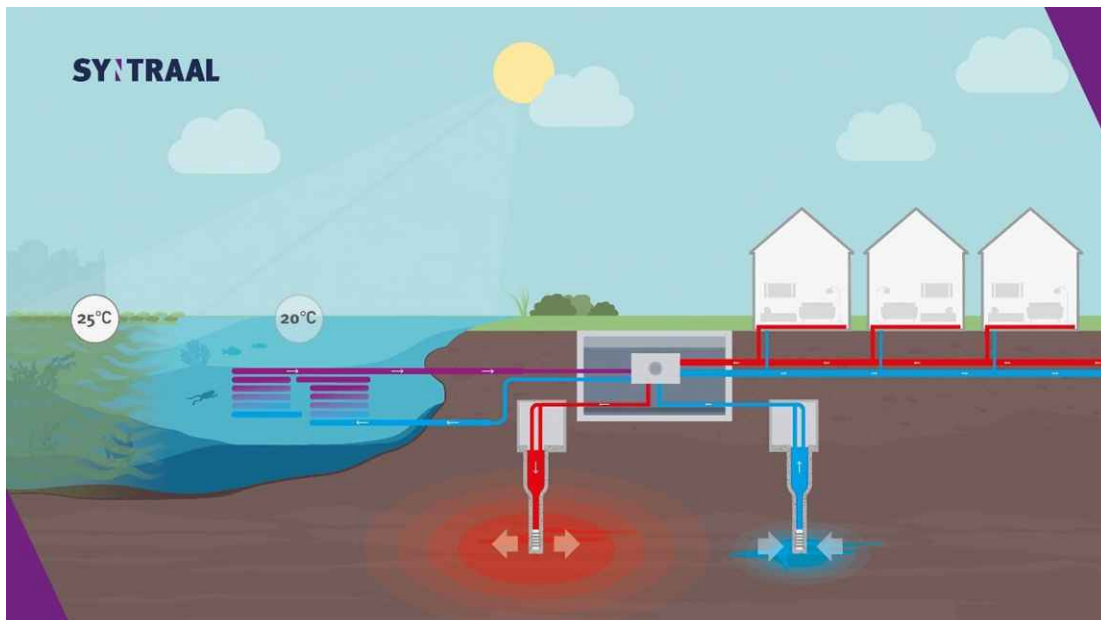
2.1 Wat is Thermische Energie uit Oppervlaktewater (TEO)?

TEO is de verzamelnaam voor de winning en opslag van warmte en/of koude uit oppervlaktewater ten behoeve van verwarming en/of koeling van de gebouwde omgeving. Nederland is een waterland; we hebben heel veel oppervlaktewater. Het economische potentieel van TEO wordt geschat op ongeveer 150 PJ (PetaJoule) per jaar. Dat is ongeveer 40% van de totale toekomstige warmtevraag van de gebouwde omgeving in Nederland.

2.2 Hoe werkt het?

Bij een TEO-project wordt het oppervlaktewater door een warmtewisselaar geleid, waarmee de warmte uit het water wordt gewonnen. Deze warmte kan direct voor het verwarmen van een gebouw of woning worden gebruikt, maar kan ook worden opgeslagen in een warmte- koudeopslag (WKO). Bij dit laatste worden de hoge zomerse temperaturen van het water benut om het grondwater in de bodem op te warmen. In de winter wordt dit opgewarmde grondwater vervolgens gebruikt voor verwarming van de gebouwde omgeving, waardoor het grondwater weer afkoelt.

Bij het winnen van warmte uit het oppervlaktewater kunnen gunstige effecten op de ecologie van het oppervlaktewater optreden. Water dat niet warmer wordt dan 25 °C is namelijk minder gevoelig voor blauwalg. In Figuur 2-1 is de schematische werking van een TEO-systeem, in combinatie met een WKO weergegeven.



Figuur 2-1: Schematische weergave werking TEO-systeem met WKO

2.3 Wanneer is TEO geschikt?

Of TEO een interessante techniek is om toe te passen, is sterk afhankelijk van de afstand tussen de warmtevragers en het oppervlaktewater. Daarnaast moet het oppervlaktewater uiteraard voldoende warmtepotentieel bevatten om aan de warmtevraag te kunnen voldoen. Verder is het ook van belang om, met name bij grotere systemen, te weten of de bodem geschikt is voor een WKO. Bij kleinere systemen kan zonder WKO worden volstaan, mits de temperatuur van het water in de winter niet te laag wordt óf met een zogenaamde gesloten warmtewisselaar gewerkt kan worden. Dit is vaak het geval bij kleinere warmtewinningen. Bij grotere warmtewinningen wordt vaak 15 °C aangehouden als ondergrens voor een ecologisch nog verantwoorde watertemperatuur¹.

Tenslotte is het goed om te weten dat de maximale warmtewinning (de maximale afkoeling) sterk afhankelijk is van het type oppervlaktewater, de stroomsnelheid en de bijbehorende ecologische kenmerken. En voor een TEO-project is een watervergunning nodig.

2.4 Is TEO zinvol?

TEO kan heel zinvol zijn, omdat het om een schone en duurzame warmtebron gaat waarbij de techniek lang mee gaat (30-50 jaar). De techniek neemt weinig (bovengrondse) ruimte in beslag en veroorzaakt geen geluidsoverlast. Een TEO-systeem kan een gunstige invloed hebben op de waterkwaliteit. Warmtewinning uit oppervlaktewater leidt tot afkoeling van het water in de zomer, bevordert de doorstroming, heeft een positief effect op het zuurstofgehalte, kan voor een temperatuurdaling zorgen en remt daardoor de algenvorming.

¹ Zie ook de [Handreiking voor beoordeling van ecologische effecten van TEO-systemen, versie 2 | STOWA](#)

3 Projectaanpak

De bevindingen van het onderzoek zijn in chronologische volgorde van de zes onderzoeksstappen uitgewerkt. Onderstaand worden de stappen toegelicht en wordt aangegeven welke onderdelen per stap aan bod komen. De uitkomsten per stap leiden uiteindelijk tot conclusie en een advies voor het verdeelvraagstuk aan de RES Amersfoort en de RES Foodvalley.

3.1 Stap 1: Ambities gemeenten inventariseren

Om goed in kaart te brengen op welk gebied het onderzoek zich richt en waar de aandachtspunten liggen, zijn de ambities van de gemeenten geanalyseerd. Hierbij is gekeken in welke mate de gemeenten al plannen hebben om thermische energie uit het Valleikanaal in te zetten voor de warmtevoorziening van de gebouwde omgeving. Het resultaat van deze stap is een selectie van wijken en buurten per gemeente, waar plannen en ambities zijn om deze te voorzien van duurzame warmte middels TEO uit het Valleikanaal én waar het voor de hand liggend is om een ZLT- of een MT-warmtenet te realiseren.

3.2 Stap 2: Warmtevraag in beeld brengen

Als tweede stap is voor de geselecteerde wijken en buurten uit stap 1 in beeld gebracht wat de warmtevraag is. We gebruikten hiervoor de rekenregels die het PBL hanteert bij de Startanalyse, aangevuld met de benchmark van het ECN voor utiliteitsbouw. We vergeleken deze bepaling ook met de warmtevraag zoals bepaald in de Transitievisies Warmte (TVW) van de gemeenten. Een hernieuwde berekening was noodzakelijk, omdat de gehanteerde bepaling van de warmtevraag in de TVW's onderling soms afwijkend was en er soms ook afwijkende rekenregels zijn gehanteerd. Het is belangrijk om uit te gaan van een uniforme bepaalde warmtevraag waarover consensus bestaat. Het resultaat van deze stap is een warmtevraag per wijk of buurt voor de aanwezige woningen en utiliteiten. Deze warmtevraag wordt uitgedrukt in een equivalent per woning of utiliteit. Hierbij geven we ook aan welk type warmtenet per wijk het meest voor de hand liggend lijkt te zijn.

3.3 Stap 3: Potentieanalyse Valleikanaal

Deze stap betreft de uitwerking van de bepaling van de warmtepotentie van het Valleikanaal. Het onderzoek is primair gericht op de potentie van thermische energie uit oppervlaktewater (TEO) in combinatie met warmte en WKO. Er is ook rekening gehouden met de ecologische impact van eventuele warmtewinning uit het Valleikanaal. Daarnaast is een belangrijk aspect in deze stap de zogenaamde herstelfstand. Als warmte uit het water gewonnen wordt, betekent dit een afkoeling van een gedeelte van het oppervlaktewater. De temperatuur zal weer voldoende hersteld moeten zijn om een volgende warmtewinning te kunnen doen. Het resultaat van deze stap is een beeld van de hoeveelheid warmte die uit het Valleikanaal gewonnen kan worden en de minimale afstand die tussen de verschillende warmteontrekkingen aanwezig moet zijn om de temperatuurherstel te kunnen borgen.

3.4 Stap 4: Quick scan WKO-capaciteit

In de vierde stap is de geschiktheid van bodemlagen beoordeeld en is aangegeven met welke randvoorwaarden en omgevingsfactoren rekening gehouden dient te worden bij het plaatsen van WKO's. De WKO-capaciteit moet voldoende zijn om de benodigde hoeveelheid warmte in op te slaan. De hoeveelheid warmte die in de zomer uit het Valleikanaal gewonnen kan worden, moet in de bodem

opgeslagen kunnen worden om deze 's winters te benutten. Het resultaat van deze stap is een match tussen het warmte-aanbod uit de vorige stap en de warmteopslag middels WKO's. Eén van beide zal maatgevend zijn voor de beschikbare warmte door middel van TEO.

3.5 Stap 5: Warmtematch en uitwerken drie scenario's

In deze fase is een match gemaakt tussen de warmtepotentie vanuit het Valleikanaal, de WKO-capaciteit en de warmtevraag van de kansrijke wijken. De selectie van de kansrijke wijken is het resultaat van stap 1. Er is hierbij rekening gehouden met de bouwjaren en energielabels, maar ook met de afstand tot het Valleikanaal. Bij de warmtematch kijken we naar drie scenario's. Allereerst wordt gekeken hoe de warmtevraag van de bestaande bouw ingevuld kan worden. In scenario 2 is de warmtevraag van de nieuwbouwplannen aanvullend meegenomen, waarbij gekeken wordt naar concrete plannen of waar de bouw al is begonnen. Als er daarnaast nog warmte over is, is in het derde scenario creatief gekeken op welke manier deze warmte zo functioneel mogelijk ingezet en benut kan worden. We hebben dat gedaan door uit te gaan van het benutten van de maximale WKO-capaciteit.

3.6 Stap 6: Verdelingsvraagstuk

In de laatste stap is ingegaan op de vraag hoe de thermische energie uit het Valleikanaal het meest realistisch over de verschillende gemeenten verdeeld kan worden. De kans dat het warmteaanbod vanuit het Valleikanaal groter is dan de warmtevraag is relatief klein; eerder zal de situatie andersom zijn. In beide situaties speelt echter het verdelingsvraagstuk, waar het STOWA-rapport 'Instrumentarium schaarse warmte uit water' de nodige handvatten voor geeft. Als alle gemeenten ruimschoots in de warmtebehoefte kunnen worden voorzien, is er niet zoveel aan de hand. Maar als de warmtevraag groter is dan het aanbod, zal naar een verdeling gezocht moeten worden. Dat kan uiteindelijk vastgelegd worden in een waterenergieplan. Dit is een ruimtelijk beleidsplan waarin de locaties en omvang van de warmtewinningen (koudelozingen) in een gebied van tevoren bepaald worden.

Het resultaat van deze zesde stap is een schets van de warmtevraag en het warmteaanbod voor het Valleikanaal, waarbij we per gemeente aangeven waar wel of geen problemen zijn te verwachten. Hierbij geven we ook aan hoe de drie scenario's ingevuld kunnen worden. Indien er meer vraag dan aanbod is, zal naar een compromis gezocht moeten worden. Deze eerste voorzet kan aan de Warmtetafels van de beide RES-regio's besproken en nader ingevuld worden, waarna wellicht een waterenergieplan opgesteld kan worden.

4 Stap 1: Ambities van de gemeenten

Om goed in kaart te brengen op welk gebied het onderzoek zich precies richt en wat de aandachtspunten zijn, zijn de ambities van de gemeenten geanalyseerd. Hierbij is gekeken in welke mate de gemeenten al plannen hebben om thermische energie uit het Valleikanaal in te zetten voor de warmtevoorziening van de gebouwde omgeving.

Voor de deelnemende gemeenten is in kaart gebracht welke ambities zij hebben met betrekking tot het Valleikanaal. Hiertoe zijn allereerst de Transitievisies Warmte van de gemeenten geanalyseerd. Aanvullend daarop is informatie uitgewisseld over de plannen en ambities per gemeente. Uit deze analyse komt naar voren dat een aantal gemeenten in meer of mindere mate al plannen heeft om TEO toe te passen uit het Valleikanaal. De aandachtspunten die hierin naar voren komen krijgen extra aandacht in het onderzoek.

Concreet worden de volgende wijken en buurten in het onderzoek meegenomen:

- Amersfoort: Wordt geheel meegenomen, met focus op de wijken die direct grenzen aan het Valleikanaal,
- Leusden: Wordt geheel meegenomen,
- Scherpenzeel: Wordt geheel meegenomen,
- Woudenberg: Wordt geheel meegenomen,
- Utrechtse Heuvelrug: Slechts een klein stukje van de gemeente ligt nabij het Valleikanaal, hier zijn geen woonkernen. In de analyse wordt het gehele gebied wel meegenomen, om deze gemeente met zekerheid uit te kunnen sluiten,
- Renswoude: Vanwege de afstand lijkt de gemeente Renswoude niet direct een geschikte afnemer van thermische energie uit het Valleikanaal. In de analyse wordt het gebied wel meegenomen, om dit met zekerheid uit te kunnen sluiten,
- Veenendaal: Wordt geheel meegenomen. Speciale aandacht gaat uit naar Molenbrug, het Oosten van Veenendaal en Petenbos. Hiervan bleek uit eerder onderzoek dat TEO hier een mogelijk interessante bron kan zijn,
- Rhenen: Woonzorgcentrum Zideris nabij het Valleikanaal en het zoekgebied Binnenveld, de woonkern Achterberg - De Nieuwe Meent tussen Achterberg en Veenendaal worden meegenomen,
- Wageningen: Het bestaande warmtenet van Ennatuurlijk in Wageningen Noord-West heeft nu nog een gasgevoede centrale. Mogelijk kan deze verduurzaamd worden middels TEO uit het Valleikanaal.

5 Stap 2: De warmtevraag in beeld

Als tweede stap brachten we voor de selectie van de wijken en buurten uit stap 1 in beeld wat de warmtevraag is. Wanneer dit teruggerekend wordt naar de warmtevraag per hectare ontstaat een de warmtevraagdichtheid. Dit is een indicatie voor de financiële haalbaarheid van een warmtenet, omdat bij een (te) lage warmtevraagdichtheid de kosten per aansluiting erg hoog worden. Overigens is in deze studie geen financiële doorrekening gemaakt. Ook is gekeken naar het meest voor de hand liggende type warmtenet per wijk. Er is hierbij geconcentreerd op een middentemperatuur-warmtenet (MT-net) en een bronnet.

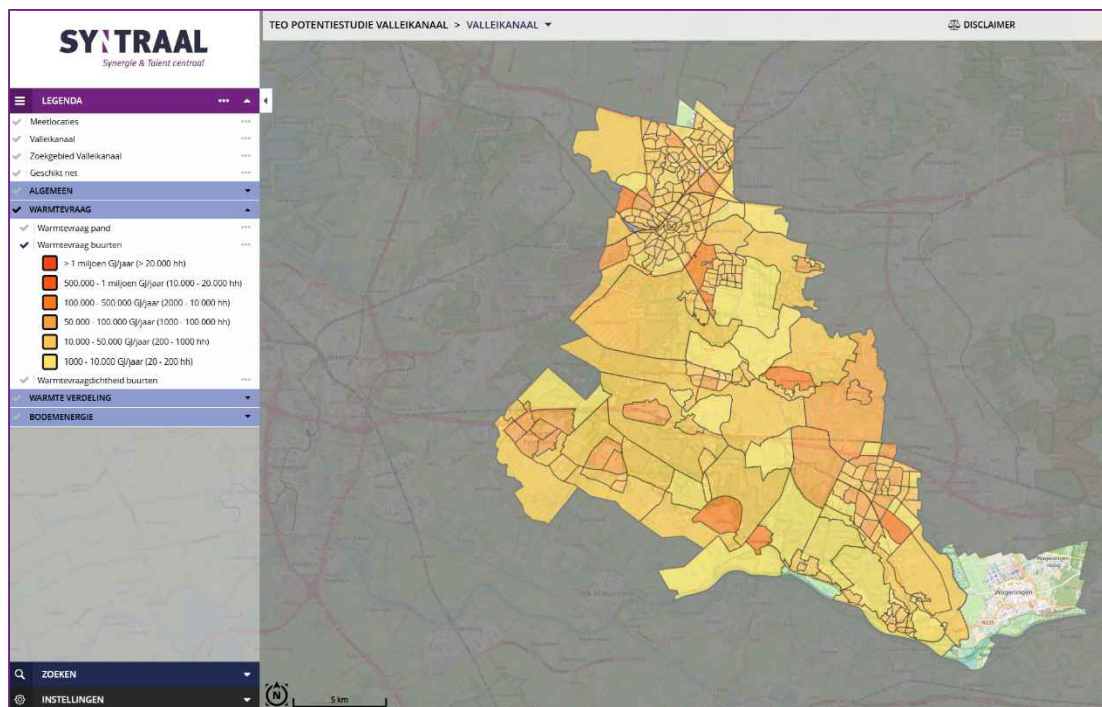
5.1 De warmtevraag

De warmtevraag is bepaald aan de hand van de Vesta MAIS methode van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL). Deze methode is ontwikkeld om aan de hand van bekende gegevens uit de Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG) een inschatting te maken van de warmtevraag. Deze methode is gecombineerd met bekende gegevens van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) van gasverbruiken. Bij de berekeningen hebben we rekening gehouden met het bouwjaar, oppervlakte, woningtypering, gebouwfunctie en het aantal verblijfsobjecten.

Verder is bij de berekening uitgegaan van een (toekomstige) reductie van de warmtevraag van 15% als gevolg van isolatie en verduurzaming. Een reductie van 15% mag verwacht worden als woningen van label D naar label B worden verduurzaamd. Daarom is dit percentage als gemiddelde reductie voor de bestaande bebouwing in het hele plangebied aangehouden.

Voor het initiatief Warm Noordwest in Wageningen is de warmtevraag niet op pandniveau bepaald. Er is uitgegaan van een warmtevraag van 35 GJ/jaar per woning, met hierbij nog 25% extra vanwege het warmteverlies van een traditioneel warmtenet.

In Figuur 5-1 is de warmtevraag van alle woningen en utiliteiten per buurt weergegeven als een sommatie van alle individueel berekende warmtevragen.



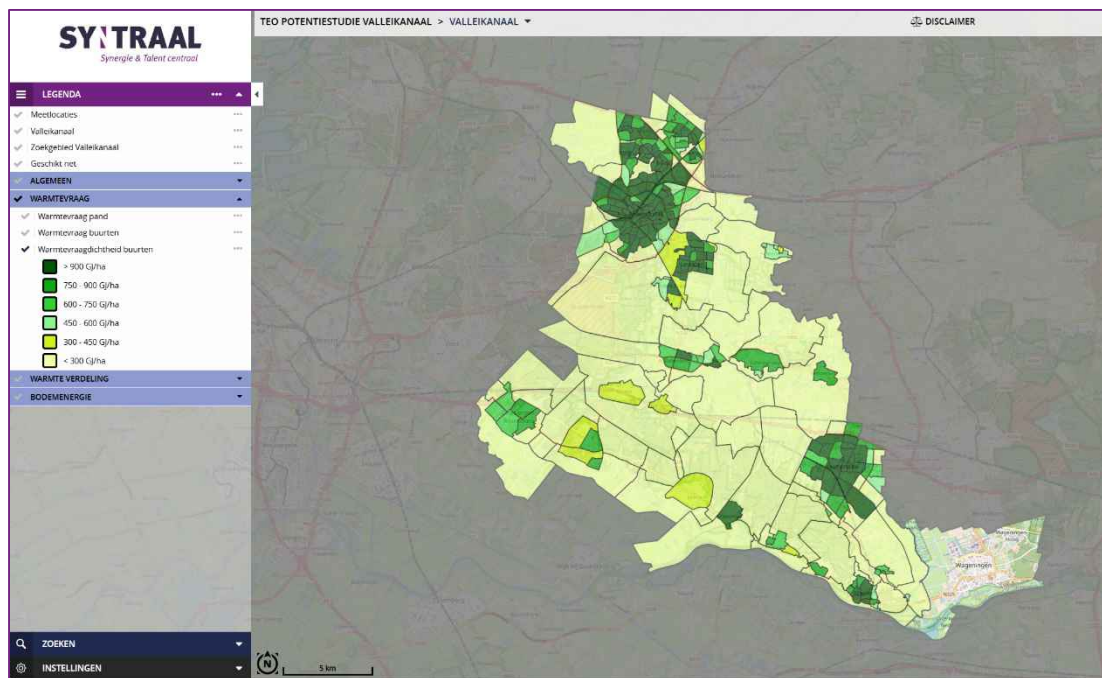
Figuur 5-1: Warmtevraag van alle woningen en utiliteiten, gesommeerd per buurt

5.2 De warmtevraagdichtheid

Figuur 5-2 toont de berekende warmtevraagdichtheid voor de buurten zoals deze zijn gedefinieerd door het CBS. Dit betreft de warmtevraag per hectare per jaar. Dit is een goede indicator voor de financiële haalbaarheid van een warmtenet. De vuistregel hierbij is dat een warmtenet kansrijk kan zijn als de warmtedichtheid tenminste 600 GJ/ha/jaar is. De vuistregel is gebaseerd op de normale gasprijzen tot 2021.

Om op voorhand echter geen buurten uit te sluiten, zijn in deze analyse ook de categorieën met een warmtevraagdichtheid van 300 - 450 GJ per ha en van 450 - 600 GJ per ha per jaar meegenomen. Soms grenzen deze buurten aan een andere buurt en kan een (gezamenlijk) warmtenet daardoor ook haalbaar zijn. De gebieden met een warmtevraagdichtheid kleiner dan 300 GJ per ha per jaar - veelal landelijk gebied volgens de CBS-aanduiding - zijn vanwege de economische haalbaarheid buiten beschouwing gelaten.

Voor Wageningen is geen warmtevraagdichtheid bepaald, omdat voor Wageningen alleen is gekeken naar de verduurzaming van de gascentrale van het bestaande warmtenet in Nood-West.



Figuur 5-2: Berekende warmtevraagdichtheid per buurt

In bijlage 1 zijn per gemeente de gehanteerde en berekende gegevens weergegeven.

5.3 Het gewenste warmteniveau

Voor de toedeling van de warmte uit het Valleikanaal is de keuze voor een MT-net of een bronnet niet direct bepalend. Het Valleikanaal vormt de bron om een WKO te voeden, die op haar beurt weer de bron vormt voor een warmtenet of een bronnet.

De uiteindelijke temperatuur die in woningen of utiliteiten gewenst is, wordt door een warmtepomp geproduceerd. Deze warmtepomp haalt een groot deel van haar energie uit het water en een beperkt deel uit elektriciteit. Dat wordt aangeduid met de COP-factor; de Coëfficiënt of Performance. Bij een bronnet is deze factor iets gunstiger dan bij een MT-net, wat inhoudt dat bij een bronnet iets minder elektriciteit wordt verbruikt. Daarnaast is bij een MT-net sprake van enig warmteverlies.

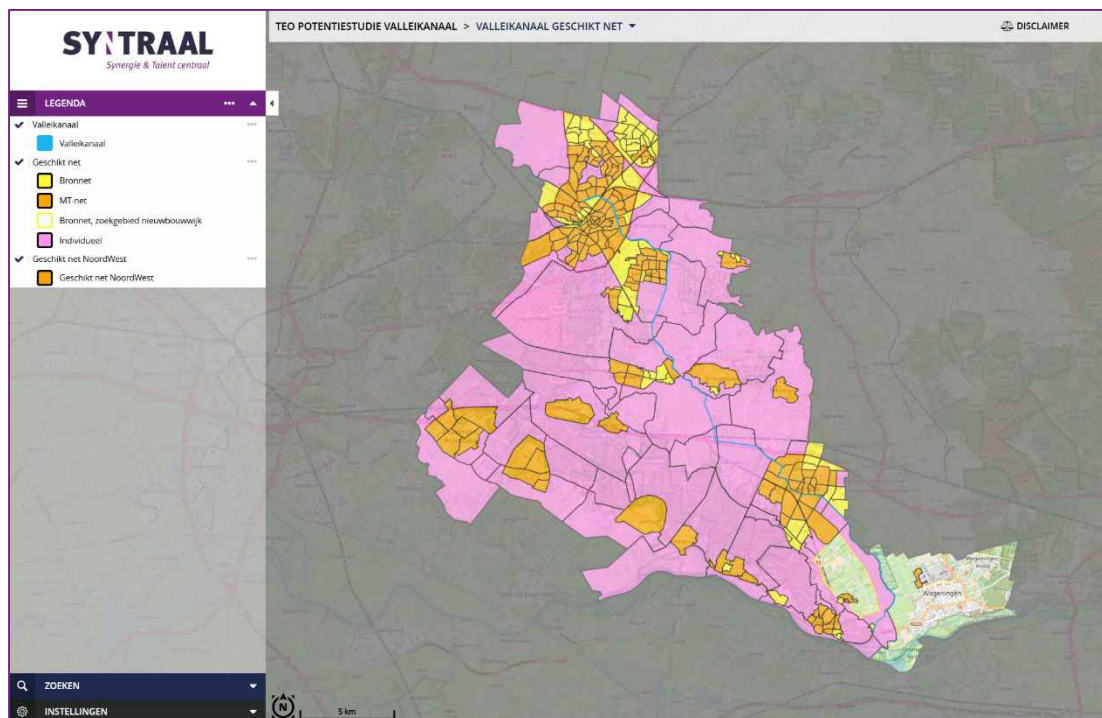
Ondanks dat het warmteniveau niet direct bepalend is voor de warmtetoedeling uit het Valleikanaal, is voor de verschillende wijken toch in beeld gebracht welke temperatuurniveau en daarmee welk type warmtenet, het meest voor de hand liggend zou zijn. Deze analyse en de resultaten worden in de volgende pagina's toegelicht en gepresenteerd.

Om te bepalen welk type warmtenet het meest geschikt is, is naast de warmtevraagdichtheid ook gekeken naar de karakteristieken van de buurten. Hierbij zijn met name de bouwjaren en de energielabels van belang. Voor wat betreft de bouwjaren zijn woningen gebouwd na 1992 over het algemeen geschikt voor een bronnet. In 1992 werd een nieuw bouwbesluit geïntroduceerd, waardoor strengere eisen gesteld werden aan de energiezuinigheid van woningen. Vanaf deze periode werd standaard redelijk goed

geïsoleerde daken en betonnen vloeren toegepast, spouwmuren werden gemiddeld 10 cm breed gebouwd en volledig geïsoleerd. Voor oudere woningen geldt dat er een inschatting gemaakt is van de gebouwschil, om te weten of een aansluiting op een bronnet het huis comfortabel warm kan krijgen. Hiervoor wordt gekeken naar de energielabels, die zijn weergegeven in de rechter kaart.

In bijna alle gevallen is een woning geschikt (te maken) voor een MT-net aansluiting. Alleen bij uitzonderlijk oude of slecht geïsoleerde panden kan ook een MT-net te koud zijn. Radiatoren zijn oorspronkelijk bedoeld voor hoge aanvoertemperatuur. Bij lagere aanvoertemperatuur daalt het afgegeven vermogen. Bij oudere panden is het raadzaam om te kijken in hoeverre de aanvoertemperatuur naar de radiatoren verlaagd kan worden. Vaak zijn radiatoren overgedimensioneerd, omdat ze qua grootte vaak afgestemd werden op de breedte van het raam en niet zozeer op het benodigde vermogen voor de ruimte. Als radiatoren gevoed moeten worden met 80°C om de ruimte behaaglijk te kunnen verwarmen, kan een probleem optreden als deze radiatoren aangesloten worden op een warmtenet, dat bijvoorbeeld 65°C als aanvoertemperatuur heeft en 45°C als retourtemperatuur. Het af te geven vermogen is dan nog maar 61% van het oorspronkelijke vermogen. De vraag is dan of de eventuele overdimensionering van de radiatoren voldoende is om dit op te vangen. Als dat niet het geval is, kan isolatie goed helpen en eventueel kan het zelfs nodig zijn om de radiatorcapaciteit te vergroten.

Op basis van het bovenstaande is geanalyseerd welke woonwijken geschikt zouden zijn voor een MT-net of een bronnet. Zoals Figuur 5-3 laat zien, liggen de buurten waar een bronnet mogelijk is in het algemeen meer aan de buitenkant van de gemeenten, dus verder van het centrum af. Dit is uiteraard te verklaren doordat deze buurten later zijn gebouwd. Er zijn echter ook plaatsen, bijvoorbeeld in Woudenberg en Veenendaal, waar deze buurten juist dicht bij het Valleikanaal liggen.



Figuur 5-3: Analytische geschiktheid van de wijken voor een bron- of MT-net.

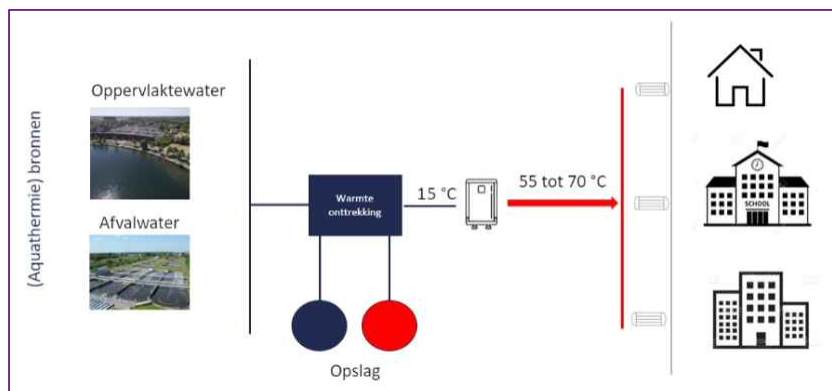
5.4 Toelichting op MT- en bronnet

Bij een collectieve oplossing is eigenlijk altijd sprake van een warmtenet dat de collectief opgewekte warmte naar de woningen transporteert. Hierbij zijn twee typen te onderscheiden:

- Een Middentemperatuur warmtenet (MT-net)
- Een bronnet.

Bij een MT-net wordt de warmte collectief opgewerkt, waarna deze warmte middels geïsoleerde buizen naar de woningen wordt getransporteerd. In de woningen wordt een afleverset geïnstalleerd, waarmee de warmte op het ruimteverwarmingssysteem kan worden aangesloten. De aanvoertemperatuur bij een MT-net is ongeveer 70 °C. Het voordeel van een MT-net is dat de aanpassingen in de woning relatief eenvoudig zijn. Er hoeven meestal geen grote ingrepen in de woning gedaan te worden. Het nadeel is echter dat er alleen warmte in de woning afgeleverd wordt; met een dergelijk systeem kan niet worden voorzien in de eventuele koelbehoefte. Deze zal separaat opgelost moeten worden. Ook is bij een MT-net sprake van warmteverlies door het transport. Dit kan wel oplopen tot 25%. Er moet dus centraal meer warmte opgewekt worden dan er daadwerkelijk in de woningen nodig is. Tenslotte wordt bij een MT-net daadwerkelijk warmte in de woningen geleverd. Dit houdt in dat bewoners betalen voor zowel het transport als de geleverde GJ's warmte. Sturing op de prijsvorming is daarbij lastig.

In Figuur 5-4 is schematisch weergegeven hoe de warmtelevering middels een MT-net plaatsvindt.

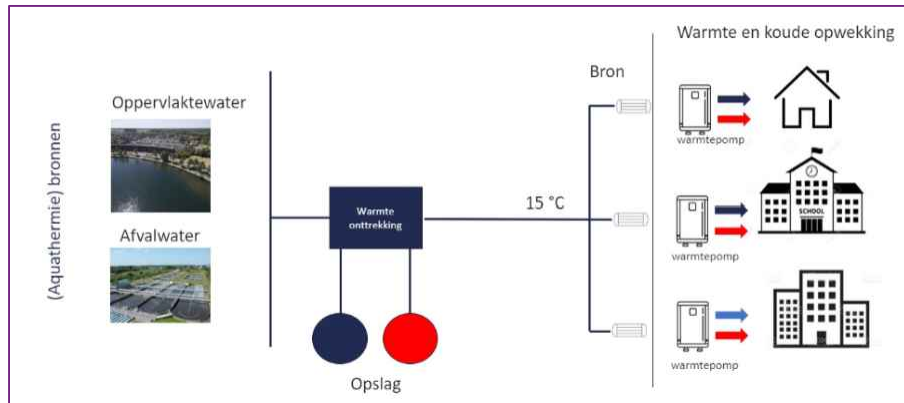


Figuur 5-4: Schematische weergave warmtelevering via MT-net

De ‘tegenhanger’ van een MT- net is het zogenaamde bronnet. Het belangrijkste verschil is dat de warmte bij een bronnet niet collectief wordt opgewaardeerd, maar op brontemperatuur wordt getransporteerd en in de woningen wordt aangeleverd.

Dit houdt enerzijds dit in dat de transportleidingen niet geïsoleerd behoeven te worden. Daardoor is het maken van extra aansluitingen op een later tijdstip eenvoudiger. Ook is er nauwelijks sprake van warmteverlies onderweg. Anderzijds moet in elke woning een warmtepomp geplaatst worden om van de aangevoerde brontemperatuur de benodigde warmte te maken. Dit kan uiteraard een flinke impact op de woning hebben, met als nadeel het ruimtebeslag, de aanpassingen in de woningen en het gegeven dat een bewoner moet investeren in een warmtepomp. Daar staat echter tegenover dat de bewoner veel meer vrijheid heeft. De bewoner kan zelf bepalen hoeveel warmte er geproduceerd wordt en van welke temperatuur. Hiermee heeft de bewoner de kosten voor productie van warmte in eigen hand en wordt deze component niet centraal doorbelast. Vanuit het netbeheer behoeven alleen de transportkosten doorbelast te worden, wat in de vorm van een vastrecht mogelijk is. Daarnaast is het produceren van koude met hetzelfde systeem een groot voordeel, omdat de behoefte aan koeling in de toekomst zal toenemen.

In Figuur 5-5 is schematisch weergegeven hoe de warmtelevering middels een bronnet plaatsvindt.



Figuur 5-5: Schematische weergave warmtelevering middels een bronnet

6 Stap 3: Analyse warmtepotentie

Deze stap van het onderzoek omvat de bepaling van de warmtepotentie van het Valleikanaal. Het onderzoek richt zich primair op de mogelijkheden van thermische energie uit oppervlaktewater (TEO) in combinatie met warmte- en koudeopslag (WKO). Daarbij is ook rekening gehouden met de mogelijke ecologische impact van warmtewinning uit het Valleikanaal.

De herstelafstand van de watertemperatuur speelt in deze stap een cruciale rol. Het onttrekken van warmte aan het water leidt tot een lokale afkoeling van het oppervlaktewater. Deze afkoeling kan niet alleen de hoeveelheid warmte die verderop langs het kanaal gewonnen kan worden verminderen, maar kan ook negatieve effecten hebben op de ecologie. Daarom is het noodzakelijk dat de temperatuur voldoende herstelt voordat er opnieuw warmte onttrokken kan worden. Dit temperatuurherstel gebeurt onder invloed van zonnestraling en de warmte uit de bodem nabij het kanaal.

Het resultaat van deze stap is een helder beeld van de hoeveelheid warmte die uit het Valleikanaal gewonnen kan worden en de minimale afstand die tussen de verschillende warmteonttrekkingen moet worden aangehouden om het temperatuurherstel van het Valleikanaal te waarborgen.

6.1 Meetgegevens

Voor deze analyse is de *Handreiking voor beoordeling van ecologische effecten van TEO-systemen versie 2²* als uitgangspunt genomen. Bij het vaststellen van de warmtepotentie van het Valleikanaal spelen drie hoofdpunten een belangrijke rol:

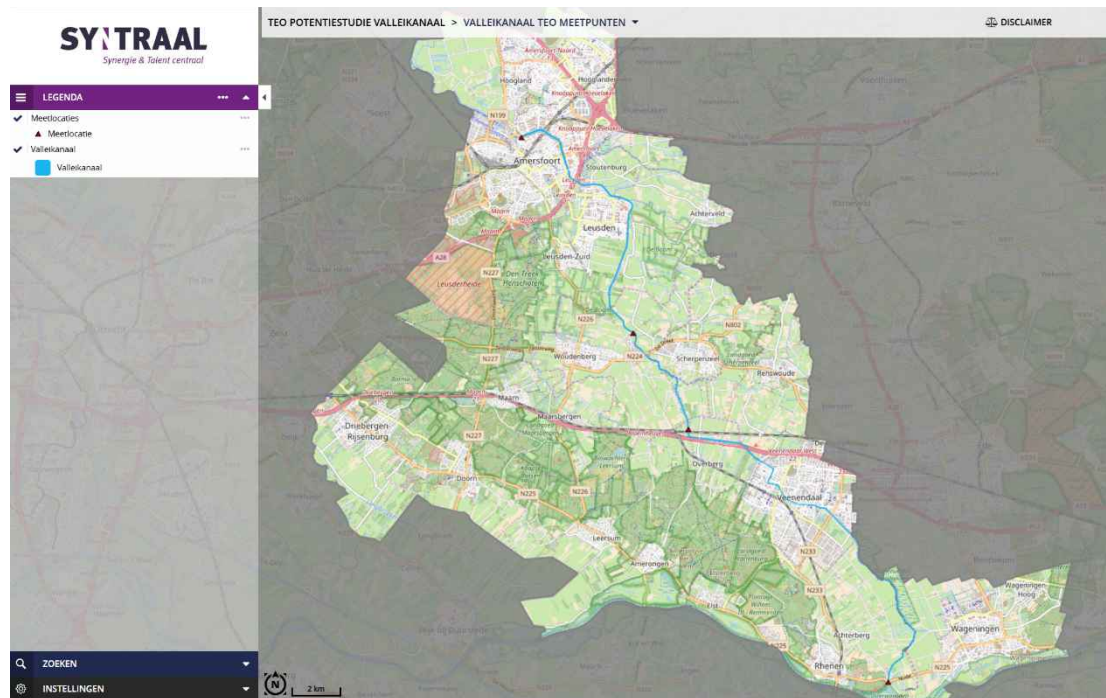
- Het onttrekkingsdebiet,
- De temperatuur en de afkoeling van het water als gevolg van warmtewinning,
- Het aantal vollasturen van warmtewinning.

Het onttrekkingsdebiet verwijst naar de hoeveelheid water die kan worden onttrokken voor warmtewinning. Een groter temperatuurverschil tussen de bron en de TEO-installatie is hierbij gunstig voor efficiënte warmtewinning. Het aantal vollasturen geeft aan hoeveel uren per jaar het oppervlaktewater in het Valleikanaal warm genoeg is om warmte te kunnen onttrekken.

Gedurende het jaar varieert de hoeveelheid water die door het Valleikanaal stroomt, dit staat bekend als het debiet (oftewel de volumestroom). Het debiet is afhankelijk van factoren zoals regenval, kwel- en smeltwater. Daarnaast fluctueert de watertemperatuur het hele jaar door. De combinatie van de watertemperatuur en het debiet bepaalt hoeveel warmte er op jaarbasis uit het Valleikanaal gewonnen kan worden.

In Figuur 6-1 zijn de meetpunten in het Valleikanaal te zien waar het waterschap debietgegevens en dwarsprofielen van heeft aangeleverd voor het onderzoek.

² [Handreiking voor beoordeling van ecologische effecten van TEO-systemen, versie 2 | STOWA](#)



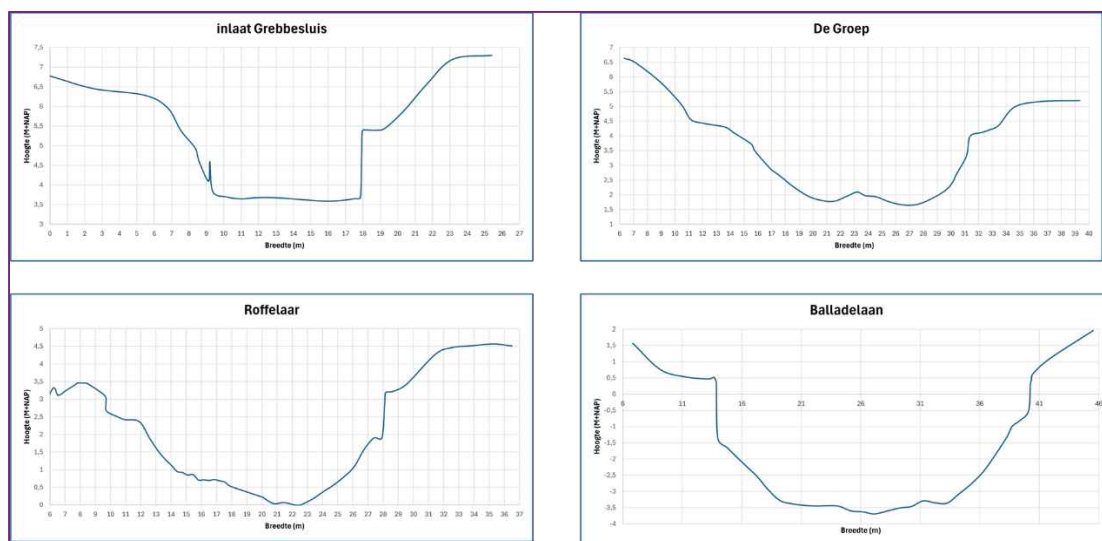
Figuur 6-1: Meetpunten in het Valleikanaal

Deze meetpunten zijn meestal stuwen. De dwarsprofielen zijn soms een paar meter vanaf een stuw bepaald. Door Waterschap Vallei en Veluwe zijn van 5 meetlocaties data aangeleverd:

- Grebbesluis
- De Groep
- De Pothbrug
- De Roffelaar
- De Balladelaan

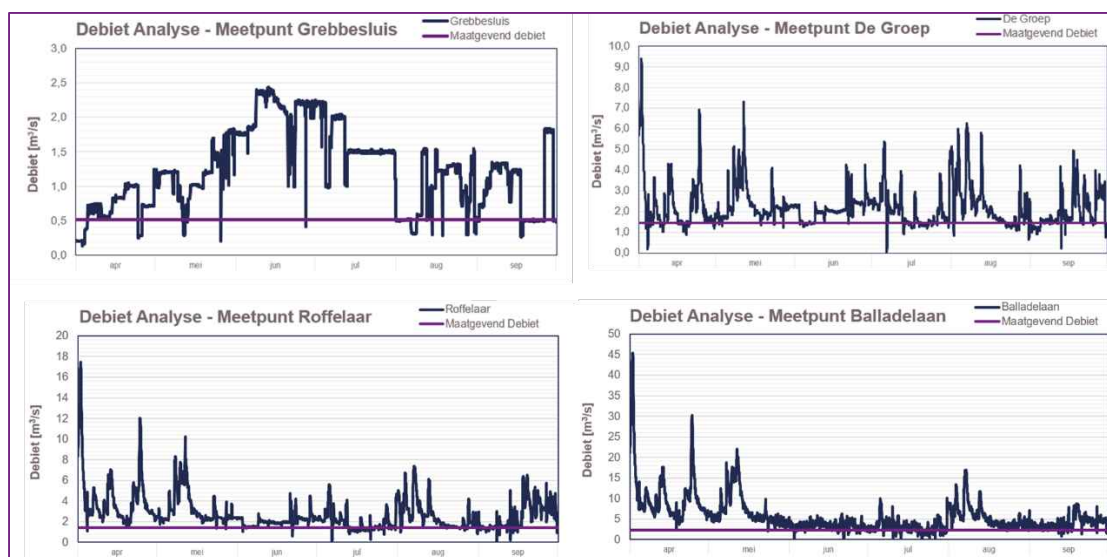
Het meetpunt van de Pothbrug is niet meegenomen in de analyse, omdat er alleen data beschikbaar was van 2024. Van de andere meetpunten was data van meerdere jaren beschikbaar. Bovendien was het debiet in 2024 in de zomerperiode bij de Pothbrug erg hoog, wat niet representatief lijkt te zijn met de overige meetpunten.

In Figuur 6-2 zijn de dwarsprofielen van de vier gehanteerde meetpunten weergegeven. Het is belangrijk om te beseffen dat de verticale assen van de plots niet hetzelfde zijn. Zonder hier rekening mee te houden, kan dit een vertekend beeld geven van het beschikbare debiet per meetlocatie. Verder hebben twee stuwen een vispassage, waardoor het debiet iets wordt onderschat.



Figuur 6-2: Dwarsprofielen van de vier gehanteerde meetpunten

In Figuur 6-3 zijn de resultaten van de debietanalyse van de vier gehanteerde meetpunten van he Valleikanaal weergegeven.



Figuur 6-3: Debietanalyse van de vier gehanteerde meetpunten

6.2 Uitgangspunten voor de data-analyse

Voor deze analyse is de eerdergenoemde *Handreiking voor beoordeling van ecologische effecten van TEO-systemen versie 2* als uitgangspunt genomen. Bij het vaststellen van de warmtepotentie van het Valleikanaal spelen drie hoofdpunten een belangrijke rol:

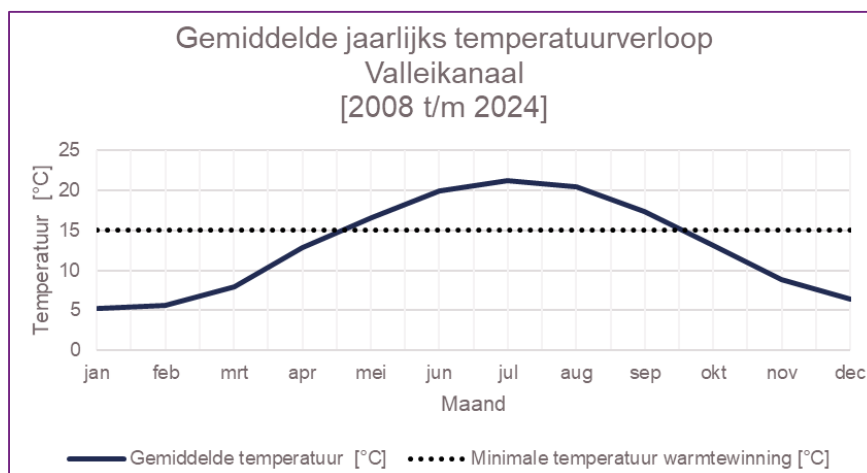
- Het onttrekkingsdebiet,
- De temperatuur en de afkoeling van het water als gevolg van warmtewinning,
- Het aantal vollasturen van warmtewinning.

6.2.1 Onttrekkingsdebiet

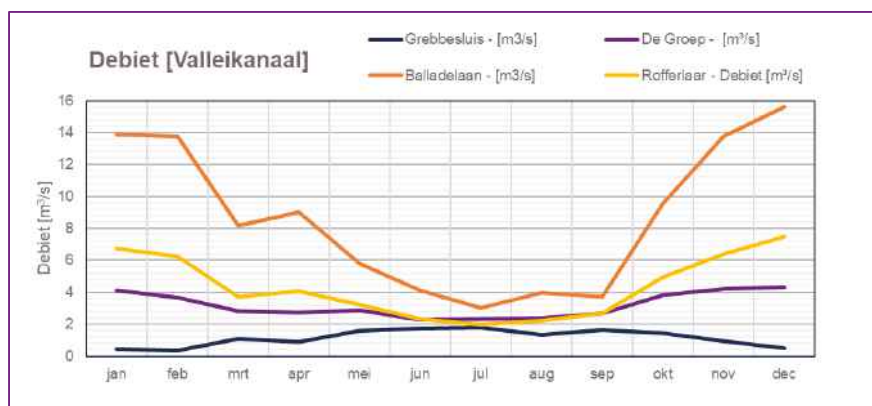
Het onttrekkingsdebiet verwijst naar de hoeveelheid water die kan worden onttrokken voor warmtewinning. Een groter temperatuurverschil tussen de bron en de TEO-installatie is hierbij gunstig voor efficiënte warmtewinning. Het aantal vollasturen geeft aan hoeveel uren per jaar het oppervlaktewater in het Valleikanaal warm genoeg is om warmte te kunnen onttrekken.

Gedurende het jaar varieert de hoeveelheid water die door het Valleikanaal stroomt, dit staat bekend als het debiet (oftewel de volumestroom). Het debiet is afhankelijk van factoren zoals regenval, kwel- en smeltwater. Daarnaast fluctueert de watertemperatuur het hele jaar door. De combinatie van de watertemperatuur en het debiet bepaalt hoeveel warmte er op jaarbasis uit het Valleikanaal gewonnen kan worden.

Het Valleikanaal valt onder het type "*Regionale rivieren*" en is specifiek geclassificeerd als watertype "*R6: langzaam stromend riviertje op zand/klei*". Voor warmteonttrekking met een TEO-installatie mag slechts een percentage van het beschikbare debiet worden gebruikt. Dit percentage is vastgesteld op 10% van het zogenaamde maatgevend debiet (ook wel de maatgevende lage afvoer), dat het debiet is dat 90% van de tijd wordt overschreden. In Figuur 6-4 is de gemiddelde watertemperatuur weergegeven en Figuur 6-5 toont het debiet op jaarbasis, gemeten bij vier meetpunten.



Figuur 6-4: Gemiddelde watertemperatuur 2008 - 2024



Figuur 6-5: Debieten van vier meetpunten, gedurende een jaar

6.2.2 Beperkingen voor warmtewinning via een TEO-installatie

De verhouding tussen het debiet van de TEO-installatie en het afvoerdebiet van het Valleikanaal is een belangrijk beoordelingscriterium. Door de stroming in het Valleikanaal vindt de afkoeling van het water vooral lokaal plaats en heeft deze doorgaans geen directe, significante ecologische effecten. Daarom wordt in de STOWA-onderzoek geen ondergrens gesteld voor de temperatuur waarbij lozing kan plaatsvinden en warmte gewonnen kan worden. Het maximaal te gebruiken debiet van de TEO-installatie wordt echter voornamelijk bepaald door de filterwerking ervan. Bij het inzuigen van water sterven delen van de macrofauna en het fytoplankton af. Als het debiet van de installatie minder dan 10% van de maatgevende lage afvoer bedraagt, zijn de effecten van deze filtering te verwaarlozen. In dat geval kan een vergunning worden verleend op basis van een standaardbeoordeling. Bij een hoger debiet is een maatwerkbeoordeling nodig om de ecologische effecten van het geplande TEO-systeem te evalueren.

6.2.3 Bepaling van het aantal vollasturen

Er is data beschikbaar over het temperatuurverloop van het Valleikanaal van 2008 tot 2024. Het gemiddelde over deze jaren is weergegeven in de figuur rechts. Voor de analyse is een ondergrens van 15°C voor de watertemperatuur gehanteerd om een voldoende temperatuurverschil tussen de bron en de retourtemperatuur van de TEO-installatie te garanderen. Deze ondergrens is aangegeven met de gestippelde lijn in de figuur. Hieruit blijkt dat de watertemperatuur ongeveer van half april tot half september hoog genoeg is voor warmtewinning, wat neerkomt op zo'n 3.600 vollasturen.

6.3 Opzet en uitgangspunten voor de berekening

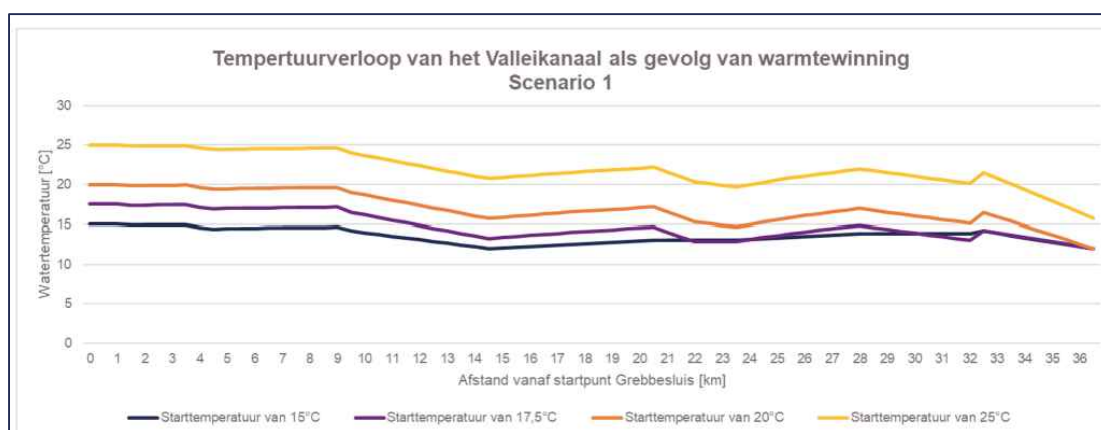
Op basis van de beschikbare gegevens van het Valleikanaal is een model gemaakt dat de impact van warmteonttrekking op de watertemperatuur inzichtelijk maakt. Zo kan bijvoorbeeld de invloed van warmtewinning in Veenendaal op de watertemperatuur in Scherpenzeel worden geanalyseerd. Het model houdt tevens rekening met de opwarming van het water door omgevingsfactoren. Een beschrijving van het model is te vinden in bijlage 2.

Dit model dient als basis voor de berekening van de warmtepotentie in de drie scenario's. Scenario 1 richt zich op de warmtevraag van de bestaande wijken, zonder rekening te houden met toekomstige nieuwbouw. Scenario 2 omvat zowel de warmtevraag van de huidige wijken als de geplande

nieuwbouwwijken. In een vervolgstap, scenario 3, wordt onderzocht hoe de warmtepotentie van het Valleikanaal maximaal benut kan worden.

6.3.1 Scenario 1: Warmte voor bestaande buurten

Uit de analyse van het warmteaanbod blijkt dat het Valleikanaal niet voldoende warmte kan leveren om alle woongebieden volledig te verwarmen, wanneer het als enige bron wordt gebruikt. Daarom is de maximale toegestane warmteonttrekking per woongebied berekend, met inachtneming van de modelrestricties. Dit heeft geleid tot het temperatuurverloop zoals weergegeven in Figuur 6-6. In deze figuur toont de x-as de afstand langs het kanaal en de y-as de watertemperatuur. Bij elk woongebied is een temperatuurdaling zichtbaar, terwijl tussen de woongebieden een temperatuurstijging optreedt door de opwarming van het water door de omgeving.



Figuur 6-6: Temperatuurverloop na warmteonttrekking binnen scenario 1

Ondanks deze conservatieve schatting van het warmtepotentieel, blijft er door de beperkte warmtelevering behoefte aan een efficiënte verdeling van de warmtevraag. Dit is vooral van belang in gebieden waar de afstanden tussen de warmtewingebieden klein zijn, zoals tussen Woudenberg en Scherpenzeel, en tussen Leusden en Amersfoort.

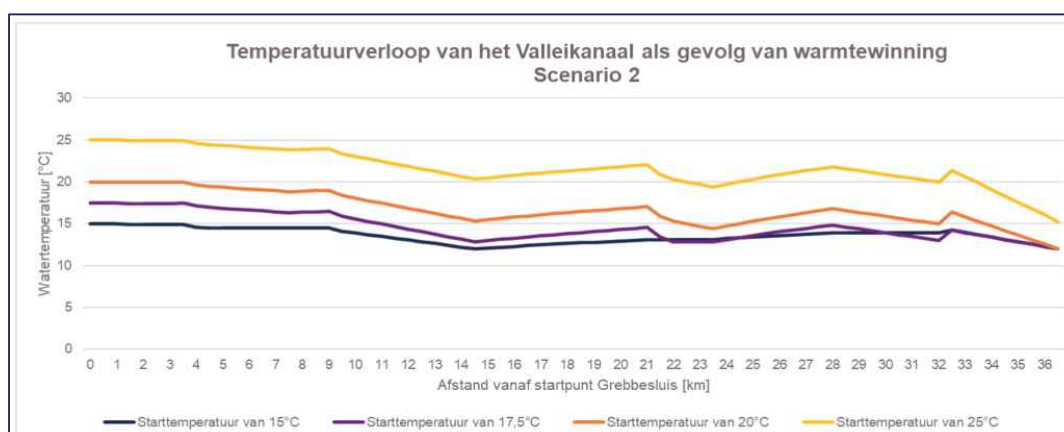
Het temperatuurverloop langs het Valleikanaal vormt de basis voor de bepaling van de maximale warmte-uitkoppeling per woongebied. Bij interferentie van warmteafname door nabijgelegen gebieden (zoals in de regio's rond Scherpenzeel en Woudenberg; Leusden en Amersfoort) wordt de warmteonttrekking gelijkmatig verdeeld in verhouding tot de totale warmtevraag. In Tabel 6-1 is de maximaal te onttrekken hoeveelheid warmte aangegeven voor de verschillende gemeenten. Tevens is hierbij ook de lengte weergegeven, waarover de warmteonttrekking per gemeente zou kunnen plaatsvinden.

Tabel 6-1: Te onttrekken hoeveelheid warmte binnen scenario 1, per gemeente

Woongebied	Afstand vanaf startpunt Grebbesluis [km]	Maximale warmteonttrekking [GJ/jaar]
Heimerstein	0,0 – 0,5	3.500
Wageningen	2,5 – 4,0	26.000
Veenendaal	8,0 – 14,0	270.000
Scherpenzeel	20,0 – 21,5	115.000
Woudenberg	21,5 – 23,0	40.000
Leusden	27,5 – 31,5	145.000
Amersfoort	32,0 – 36,0	500.000

6.3.2 Scenario 2: Warmte voor bestaande buurten en nieuwbouw

In scenario 2 wordt uitgegaan van zowel de huidige woonwijken als de toekomstige nieuwbouwwijken: Binnenveld, Nieuwe Koepel, Hoevelaar en Tabaksteeg Zuid. Deze nieuwbouwwijken worden toegevoegd aan het model om de warmtevraag in deze gebieden mee te nemen. Net als in scenario 1 toont Figuur 6-7 het temperatuurverloop van het water langs het Valleikanaal bij verschillende starttemperaturen. Ook hier is een temperatuurdaling zichtbaar bij elk woongebied, gevolgd door een opwarming van het water tussen de gebieden.



Figuur 6-7: Temperatuurverloop na warmteonttrekking binnen scenario 2

Door de toevoeging van nieuwbouwwijken en de bijbehorende toename van warmtevraag, ontstaat er ook in dit scenario de noodzaak voor een efficiënte verdeling van de warmte. Een nadere toelichting op deze verdeling van de maximale warmtewinning volgt in de verdere uitwerking van dit scenario.

Scenario 2 houdt rekening met zowel bestaande woonbuurten als nieuwbouwwijken. De warmte-uitkoppeling per woongebied wordt opnieuw berekend op basis van de modelrestricties. Door de toevoeging van nieuwbouwwijken en de bijbehorende toename van warmtevraag, ontstaat er ook in dit scenario de noodzaak voor een efficiënte verdeling van de warmte. Hierbij krijgen de nieuwbouwwijken prioriteit vanwege de relatief lage aanlegkosten van het warmtenet. Bij interferentie van warmteafname door nabijgelegen gebieden (zoals in de regio's rond Scherpenzeel en Woudenberg & Leusden en Amersfoort) wordt de warmteonttrekking gelijkmatig verdeeld in verhouding tot de totale warmtevraag. Is in de maximaal te onttrekken hoeveelheid warmte aangegeven voor de verschillende gemeenten. Tevens is

hierbij ook de lengte weergegeven, waarover de warmteonttrekking per gemeente zou kunnen plaatsvinden.

Tabel 6-2: Te onttrekken hoeveelheid warmte binnen scenario 2, per gemeente

Woongebied	Afstand vanaf startpunt Grebbeisluis [km]	Maximale warmteonttrekking [GJ/jaar]
Heimerstein	0,0 – 0,5	3.000
Wageningen	2,5 – 4,0	26.000
Binnenveld	4,0 – 7,5	38.000
Veenendaal	8,0 – 14,0	240.000
Scherpenzeel	20,0 – 21,5	115.000
Woudenberg	21,5 – 23,0	55.000
Leusden	27,5 – 31,5	145.000
Amersfoort	32,0 – 36,0	500.000

7 Stap 4: Quick scan WKO

In deze stap wordt de geschiktheid van bodemlagen beoordeeld en wordt aangegeven met welke randvoorwaarden en omgevingsfactoren rekening gehouden dient te worden bij het plaatsen van WKO's. De hoeveelheid warmte die in de zomer uit het Valleikanaal gewonnen kan worden, moet in de bodem opgeslagen kunnen worden om 's winters te kunnen worden benut.

Het resultaat van deze stap is een match tussen het warmte-aanbod uit de vorige stap en de warmteopslag middels WKO's. Eén van beide zal maatgevend zijn en uiteraard is het van belang om te weten welke dat is, want met die gegevens kan de match tussen warmtevraag en warmteaanbod gemaakt worden.

Een WKO is een open opslagsysteem dat in de zomer 'opgeladen' wordt met warmte, om deze vervolgens in de winter te gebruiken. Dit systeem zit vaak circa 80 tot 200 meter diep in de grond. Een WKO heeft een warme en een koude bron. De warmte wordt in de zomer geladen en in de winter onttrokken. De warmte uit de warme bron wordt gebruikt om de aangesloten woningen of gebouwen te verwarmen. Dit water koelt daardoor af en wordt naar de koude bron teruggevoerd. Deze koude bron kan in de zomer ook gebruikt worden om te koelen.

7.1 Geschiktheid en capaciteit

Voor het installeren van een WKO moet de bodem geschikt zijn. De bodem moet een watervoerend pakket (aquifer) hebben om de warmte op te slaan. Meestal zijn dat zandlagen. Daarnaast dient deze laag onder en boven een afsluitbare laag te hebben; meestal een kleilaag, zodat de warmte niet naar boven of onder weg kan 'leken'.

Voor de WKO-bepaling gebruiken we de gegevens het DINOlaket³ en de WKOtool⁴. Het systeemconcept is zo berekend dat de maximale capaciteit in de WKO's kan worden opgeslagen. Dit is berekend aan de hand van de NVOE-richtlijnen⁵, waarbij de volgende uitgangspunten zijn gebruikt:

- Temperatuurverschil tussen warme en koude bron: 6°K,
- Vollaasturen voor het laden van de WKO: 2.000 uur/jaar,
- Thermisch rendement: 90%,
- Verstoppingssnelheid: 0,1 J/kh/g,
- Membraanfilterindex (MFI): 2,0 J/kg/k,
- Bronafstand: 2,5 maal de thermische straal.

De dimensionering van de WKO's is grotendeels gebaseerd op de laagdikte van de watervoerende pakketten. In de tabel is weergegeven wat de dimensionering en capaciteiten zijn van het de watervoerende pakketten. Bij het bepalen van de capaciteit is berekend wat de dimensies van de filterstelling moeten zijn (filterlengte, diameter boorgat), om de maximaal vergunbare WKO-capaciteit te kunnen

³ [Welkom | DINOlaket](#)

⁴ [WKO-bodemenergietool. Ontdek de mogelijkheden van bodemenergie.](#)

⁵ [Microsoft Word - Update NVOE Tab 3 definitief 12 07 2006.doc](#)

halen. Uit de berekeningen volgens de NVOE-richtlijnen volgt dat bij een dikkere diameter en kleinere filterlengte, de thermische straal ook groter is.

Het tweede watervoerende pakket bij Amersfoort en Leusden is groter dan het tweede watervoerende pakket bij de overige gemeenten. Hierdoor is de diameter en de thermische straal kleiner bij Amersfoort en Leusden en kan de afstand tussen de boringen kleiner zijn dan bij de overige gemeenten. Tussen de boringen van de doubletten moet een afstand van 2,5 maal de thermische straal worden gehouden.

De conclusie van de WKO-analyse is dat rond het Valleikanaal in de bodem voldoende capaciteit aanwezig is om WKO's te plaatsen. Wel zijn in een aantal gemeenten drinkwaterbeschermingszones aanwezig. Dit kan restricties voor het plaatsen van WKO's tot gevolg hebben.

Tabel 7-1 laat zien wat de resultaten zijn van de analyse. De capaciteit van de bodem voor opslag van thermische energie is ruim 11.000 GJ. Een uitgebreide beschrijving van de WKO-quick scan is opgenomen in bijlage 3.

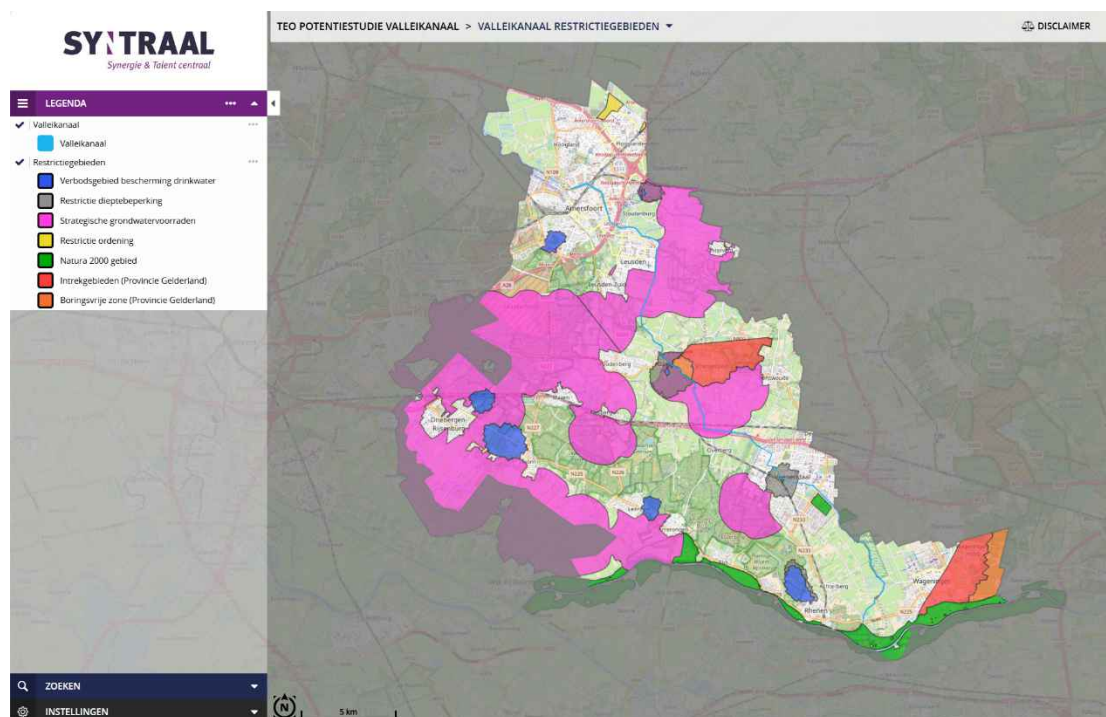
Tabel 7-1: Resultaten van de WKO-quick scan-analyse

	Amersfoort en Leusden	Overige gemeenten	Wageningen
Variant	1 ^e WVP	1 ^e WVP	2 ^e WVP
k-waarde [m/dag]	55	55	40
Filterlengte [m]	68	46	46
Diameter boorgat [m]	0,90	0,90	1,0
Brondebiet [m ³ /uur]	250	250	229
Maximaal vermogen per bron [kW]	1.742	1.742	1.597
Thermische energie [GJ]	11.263	11.263	10.325
Thermische straal [m]	69	69	66

NOOT: Voor de WKO-capaciteit van Wageningen is uitgegaan van het eerder door TAUW verrichte onderzoek voor de gemeente Wageningen (kenmerk R001-1295255BRG-V01-kzo-NL), d.d. 20 augustus 2024). Hieruit blijkt dat de WKO-capaciteit van de bodem voldoende is.

7.2 Omgevingseffecten

Voor het bepalen van de locatie van de WKO's is het belangrijk om rekening te houden met de omgevingseffecten. In Figuur 7-1 zijn de omgevingseffecten weergegeven die er mogelijk voor zorgen dat binnen of langs de grenzen van het effect geen WKO mag worden geplaatst. Deze kaart is meegenomen in de aanwijzing van kansrijke wijken voor TEO uit het Valleikanaal. De bron van deze kaart zijn de WKO-tool en de provinciale gegevens van Utrecht en Gelderland.



Figuur 7-1: Omgevingseffecten voor het realiseren van WKO's op basis van provinciaal beleid

8 Stap 5: Warmtematch

In deze stap is een match gemaakt tussen de warmtepotentie vanuit het Valleikanaal, de WKO-capaciteit en de warmtevraag van de kansrijke wijken. Bij de warmtematch kijken we naar drie scenario's. Allereerst wordt gekeken hoe de warmtevraag van de bestaande bouw ingevuld kan worden. In scenario 2 is de warmtevraag van de nieuwbouwplannen aanvullend meegenomen, waarbij gekeken is naar concrete plannen of waar de bouw al is begonnen. In scenario 3 is gekeken naar de mogelijkheden om het model verder te optimaliseren door het aanpassen van parameters. Uitgangspunt hierbij is om de WKO-capaciteit binnen het betreffende zoekgebied maximaal te benutten.

8.1 Gehanteerde uitgangspunten

8.1.1 Selectiecriteria

Aangezien de totale warmtepotentie van het Valleikanaal niet voldoende is om alle woongebieden volledig te verwarmen, is het van belang de beschikbare warmte op een efficiënte manier te verdelen. Dit is gedaan door de buurten te selecteren:

- Die zo dicht mogelijk bij het kanaal liggen, waardoor de kosten voor het transport van de warmte uit het Valleikanaal zo laag mogelijk zullen zijn,
- Die gezamenlijk een warmtevraag hebben, die bij het warmteaanbod past. Hiermee is de match technisch zo goed mogelijk ingevuld.

Deze selectie is gedaan op basis van technische argumenten. Uiteraard zullen de gemeenten zelf beslissen of deze wijken de juiste wijken zijn of dat andere wijken de voorkeur verdienen. De ingekleurde buurten geven een beeld van de omvang van de gemeente, waar het Valleikanaal in warmte zou kunnen voorzien.

8.1.2 Buurtgrens soms aangepast

In sommige situaties kan slecht een deel van een (CBS)-buurt voorzien worden van warmte. Om die reden is voor die buurten een selectie binnen de betreffende CBS-begrenzing gemaakt om toch een match te kunnen maken. Dit geldt bijvoorbeeld voor Scherpenzeel.

8.1.3 De COP-factor

Belangrijk om te vermelden is dat de maximale warmteonttrekking bij het Valleikanaal niet gelijk is aan de daadwerkelijk bruikbare warmte voor de gebouwen. Deze warmte wordt namelijk opgewaardeerd met een warmtepomp. Hierbij is gerekend met een Coëfficiënt of Performance (COP) van 4.

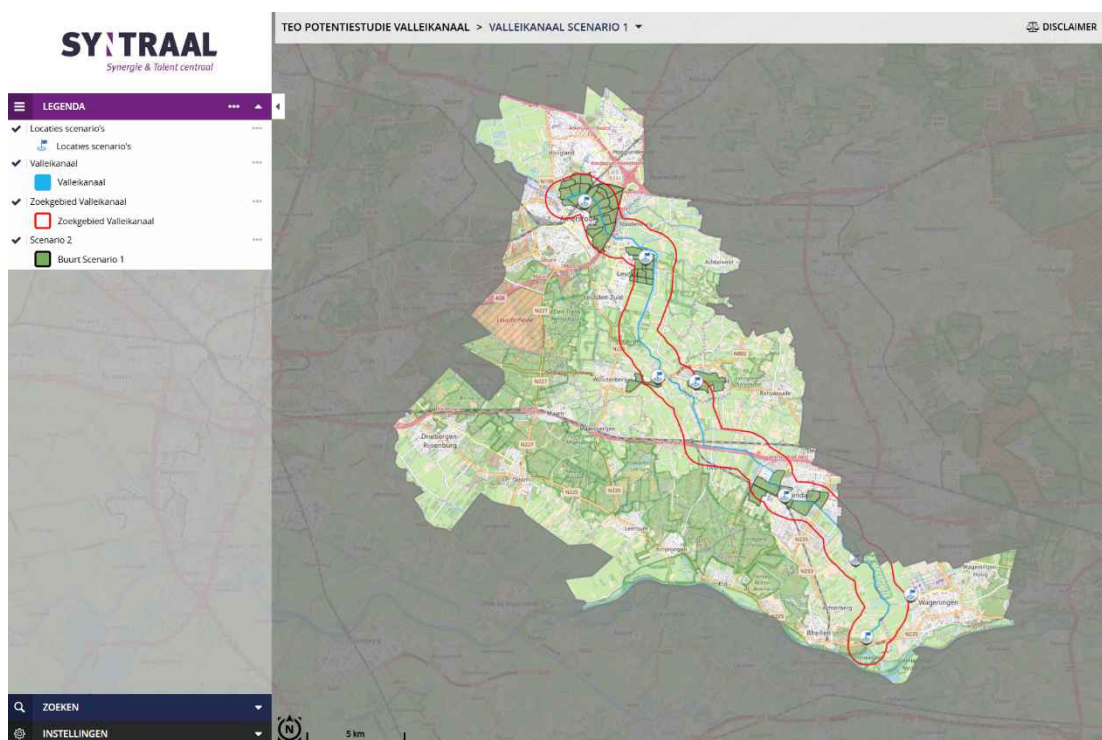
8.1.4 Interferenties

Bij de verdeling van de warmtepotentie is rekening gehouden met mogelijke interferenties tussen nabijgelegen warmtewingebieden. In dergelijke gevallen is de beschikbare warmte gelijkmatig verdeeld over de woongebieden, naar verhouding van hun totale warmtevraag.

8.2 Warmtematch scenario 1

Uit de analyse van het warmteaanbod voor scenario 1 blijkt dat het Valleikanaal niet genoeg warmte kan leveren om alle bestaande woongebieden volledig van warmte te voorzien. In dit scenario zijn de bestaande buurten binnen een straal van één kilometer van het Valleikanaal in aanmerking genomen, met uitzondering van specifieke gevallen, zoals de buurt Noordwest in Wageningen. Deze buurt is op verzoek opgenomen vanwege de aanwezigheid van een bestaand warmtenet.

Figuur 8-1 laat de geselecteerde bestaande buurten zien (groen gearceerd), die potentieel in aanmerking komen om binnen scenario 1 van warmte middels TEO te kunnen voorzien. Deze buurten vormen de optimale combinatie voor scenario 1, waarbij de geselecteerde gebieden samen de maximale toegestane warmteafname per woongebied benaderen. Bij het maken van deze keuze is ook rekening gehouden met buurten die een hoge warmtedichtheid hebben en de kortste relatieve afstand tot het valleikanaal.



Figuur 8-1: Geselecteerde buurten die potentieel in aanmerking komen om binnen scenario 1 van warmte middels TEO te kunnen voorzien

In Tabel 8-1 is de berekende warmtevraag van scenario 1 per gemeente binnen het zoekgebied weergegeven. Hierbij is ook aangegeven hoeveel van deze warmtevraag middels TEO uit het Valleikanaal ingevuld zou kunnen worden en hoeveel innamepunten en WKO's hiervoor nodig zijn. Bij de warmte-winnin

Tabel 8-1: Warmtevraag, warmteaanbod, aantal inname punten en WKO's per gemeente binnen het zoekgebied van scenario 1

	Warmtevraag [GJ/jaar]	Warmte uit Valleikanaal [GJ/jaar] *	Resterende warmtevraag [GJ/jaar]	Ingevuld % warmtevraag	Aantal innamepunten	Aantal WKO's
Rhenen	4.605	4.605	-	100%	1	1
Wageningen	34.500	34.500	-	100%	1	3
Veenendaal	1.546.685	360.000	1.186.685	23%	8	24
Scherpenzeel	231.149	153.333	77.816	66%	3	11
Woudenberg	84.865	53.333	31.532	63%	2	4
Leusden	468.425	193.333	275.092	41%	4	13
Amersfoort	1.699.827	666.667	1.033.160	39%	8	45

* Bij de warmte uit het Valleikanaal (de derde kolom) is rekening gehouden met een COP-factor van 4. De genoemde hoeveelheid warmte in deze kolom vormt dus 75% van de warmtevraag. De resterende 25% wordt door de warmtepomp middels elektriciteit toegevoegd.

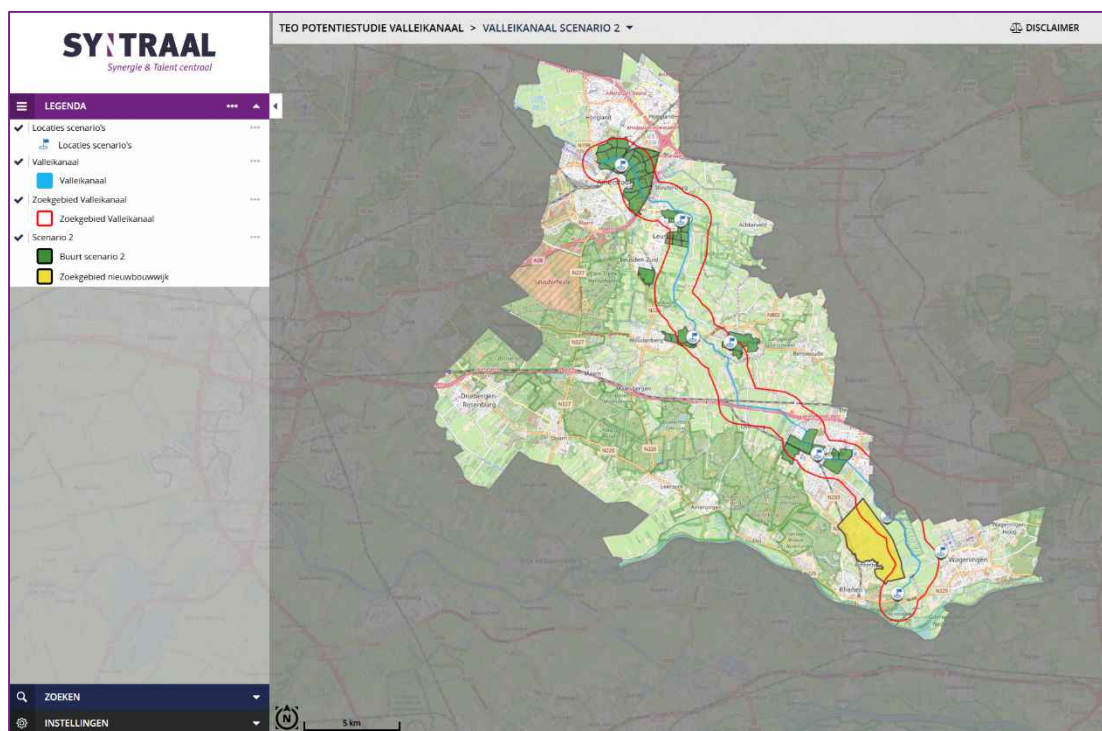
8.3 Warmtematch scenario 2

Scenario 2 breidt de analyse uit door niet alleen de bestaande woongebieden, maar ook de geplande nieuwbouwwijken binnen het zoekgebied rond het Valleikanaal in overweging te nemen. Dit zijn de volgende nieuwbouwwijken:

- Binnenveld,
- Nieuwe Koepel,
- Hoevelaar,
- Tabaksteeg Zuid.

Binnenveld wordt apart opgenomen, terwijl Nieuwe Koepel, Hoevelaar en Tabaksteeg Zuid worden toegevoegd aan de warmtevraag van respectievelijk Scherpenzeel, Woudenberg en Leusden.

Net als in scenario 1 blijkt uit de resultaten dat het Valleikanaal niet voldoende warmte levert om alle woongebieden volledig te verwarmen. In dit scenario krijgen de nieuwbouwwijken prioriteit bij de selectie, omdat ze relatief eenvoudig kunnen worden aangesloten op het warmtenet. Figuur 8-2 toont de geselecteerde buurten (groen gearceerd) die potentieel in aanmerking komen om binnen scenario 2 TEO uit het Valleikanaal te kunnen benutten voor de warmtevoorziening. Deze wijken vormen de optimale combinatie voor scenario 2, waarbij zowel de bestaande als de nieuwbouwwijken worden betrokken om de maximaal toegestane warmteafname per woongebied te benaderen. Bij het maken van deze keuze is ook hier weer rekening gehouden met buurten die een hoge warmtedichtheid hebben en de kortste relatieve afstand tot het valleikanaal.



Figuur 8-2: Geselecteerde buurten die potentieel in aanmerking komen om binnen scenario 2 van warmte middels TEO te kunnen voorzien.

In Tabel 8-2 is de berekende warmtevraag van scenario 2 per gemeente binnen het zoekgebied weer-gegeven. Hierbij is ook aangegeven hoeveel van deze warmtevraag middels TEO uit het Valleikanaal ingevuld zou kunnen worden en hoeveel innamepunten en WKO's hiervoor nodig zijn.

Tabel 8-2: Warmtevraag, warmteaanbod, aantal inname punten en WKO's per gemeente binnen het zoekgebied van scenario 2

	Warmtevraag [GJ/jaar]	Warmte uit Valleikanaal [GJ/jaar] *	Resterende warmtevraag [GJ/jaar]	Ingevuld % warmtevraag	Aantal innamepunten	Aantal WKO's
Rhenen	3.914	3.914	-	100%	1,00	1
Wageningen	34.500	34.500	-	100%	1,00	2
Binnenveld	50.000	50.000	-	100%	2,00	3
Veenendaal	1.314.682	320.000	994.682	24%	7,00	22
Scherpenzeel	205.477	153.333	52.143	75%	3,00	11
Woudenberg	98.152	73.333	24.819	75%	2,00	5
Leusden	416.161	193.333	222.828	46%	4,00	13
Amersfoort	1.444.853	666.667	778.186	46%	8,00	45

* Bij de warmte uit het Valleikanaal (de derde kolom) is rekening gehouden met een COP-factor van 4. De genoemde hoeveelheid warmte in deze kolom vormt dus 75% van de warmtevraag. De resterende 25% wordt door de warmtepomp middels elektriciteit toegevoegd.

8.4 Scenario 3: Optimale benutting

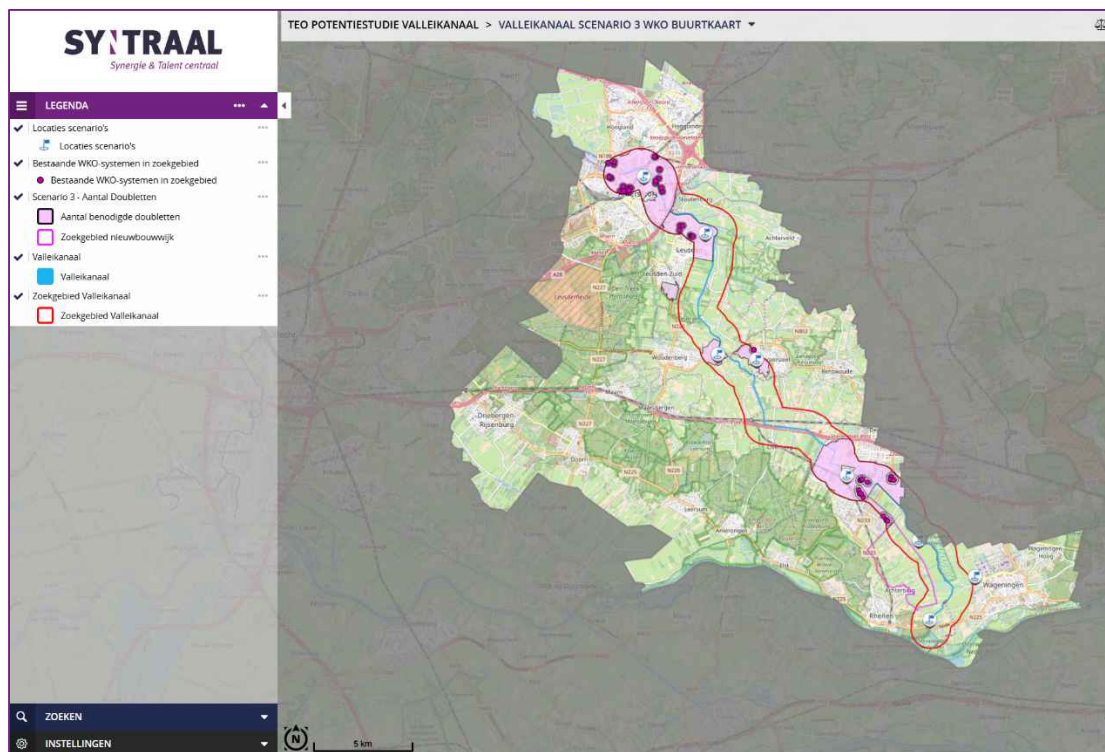
8.4.1 Maximale WKO-capaciteit

In de beide vorige scenario's is de warmtepotentie van het Valleikanaal als maatgevend gehanteerd. Op basis daarvan is berekend hoeveel warmte er per gemeente beschikbaar is. Hierbij zijn de parameters uit de eerdergenoemde Handreiking koudelozingen als maatgevend gehanteerd. Met name het onttrekkingsdebiet, de temperatuur en de afkoeling van het water als gevolg van warmtewinning zijn hierin bepalend. Als met een hoger debiet gerekend wordt of met andere temperaturen kan (veel) meer warmte gewonnen worden.

Omdat de gehanteerde parameters veilig c.q. conservatief zijn (om ecologische risico's uit te sluiten), lijkt een hoger debiet of een groter temperatuurverschil in een bepaalde mate verantwoord te zijn. Uiteraard moeten de eventuele ecologische risico's in een later stadium wel goed in beeld worden gebracht.

Daarom is voor het derde scenario de WKO-capaciteit als uitgangspunt genomen. Op basis van de zogenaamde thermische straal en de eventuele dieptebeperking is bepaald hoeveel WKO's er binnen de grenzen van het zoekgebied per gemeente geplaatst kunnen worden en hoeveel warmte er dan in totaal opgeslagen kan worden. Voor het bepalen van de thermische straal is de eerdergenoemde NVOE-richtlijnen gehanteerd.

Als begrenzing van het aantal WKO's is ervan uitgegaan dat de buitenste WKO's op de grens van het zoekgebied geplaatst worden. Dit betekent dat de buitenste WKO's dus voor de helft buiten het zoekgebied (kunnen) liggen. In Figuur 8-3 zijn roze-gearceerd de gebieden weergegeven die in dit derde scenario nodig zijn om de volledige WKO-capaciteit te kunnen benutten.



Figuur 8-3: Gebieden (roze gearceerd) die in dit scenario voor WKO-capaciteit zullen worden benut

Op basis van de hoeveelheid warmte die op deze manier opgeslagen kan worden, is berekend hoeveel warmte er dan uiteindelijk geleverd kan worden en hoeveel woningen / wijken er daarmee van warmte voorzien kunnen worden. Daarnaast is ook berekend hoeveel warmte er dan uit het Valleikanaal gewonnen kan worden en wat dit betekent voor de betreffende parameters.

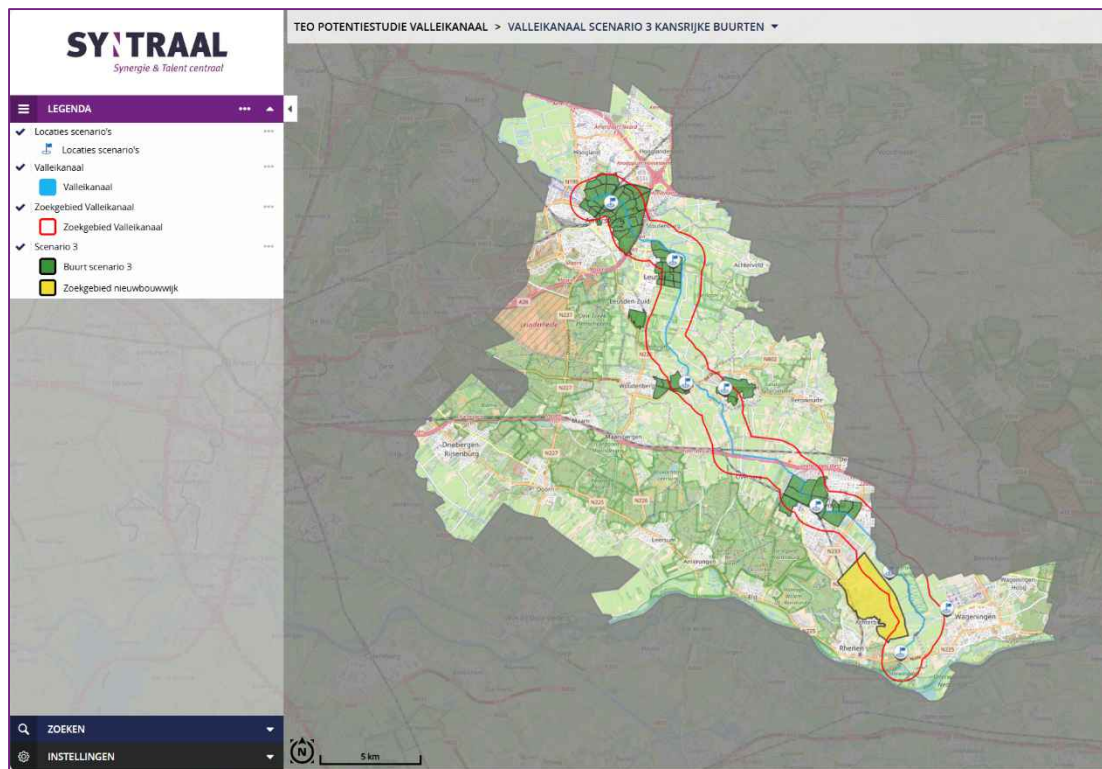
8.4.2 Aanpassing van het model parameters

In het model kunnen verschillende parameters worden aangepast om de warmteonttrekking te verhogen. In scenario 3 zijn specifiek het bruikbare debiet en de warmteoverdrachtscoëfficiënt verhoogd. De warmteoverdrachtscoëfficiënt is nu ingesteld op $40 \text{ W/m}^2\text{°C}$, zoals aanbevolen door CIW⁶. Dit is een stijging ten opzichte van de eerdere waarde van $20,1 \text{ W/m}^2\text{°C}$.

Bovendien is het bruikbare debiet voor de TEO-installatie verhoogd, zodat dit 80% van de tijd wordt overschreden - een stijging van 10% ten opzichte van scenario 1 en 2. Dit zorgt voor een grotere warmtelevering uit het Valleikanaal, die gelijkmatig wordt verdeeld over de gebieden waar warmte nodig is. Om de afkoeling van het Valleikanaal per woonkern te beperken tot ongeveer 5°C maximaal, kan er – indien er een resterende warmtevraag is – circa 15% extra warmte worden gewonnen per woonkern ten opzichte van scenario 2. Met de aangepaste parameters is de totale WKO-capaciteit toereikend. Er is nog enige ruimte over, die benut zou kunnen worden door de gehanteerde parameters voor de warmteonttrekking nog iets verder 'op te rekken'.

⁶ [CIW 4 2004-11 Beoordelingssystematiek warmtelozingen | Informatiepunt Leefomgeving](#)

Figuur 8-4 toont de geselecteerde buurten (groen gearceerd) die potentieel in aanmerking komen om binnen scenario 3 middels TEO uit het Valleikanaal van warmte kunnen worden voorzien, waarbij de volledige WKO-capaciteit van de bodem binnen het zoekgebied zo goed als volledig wordt benut.



Figuur 8-4: Geselecteerde buurten die potentieel in aanmerking komen om binnen scenario 3 van warmte middels TEO te kunnen voorzien

In Tabel 8-3 is de berekende warmtevraag van scenario 3 per gemeente binnen het zoekgebied weer-gegeven. Hierbij is ook aangegeven hoeveel van deze warmtevraag middels TEO uit het Valleikanaal ingevuld zou kunnen worden en hoeveel innamepunten en WKO's hiervoor nodig zijn.

Tabel 8-3: Warmtevraag, warmteaanbod, aantal inname punten en WKO's per gemeente binnen het zoekgebied van scenario 3

	Warmtevraag [GJ/jaar]	Warmte uit Valleikanaal [GJ/jaar] *	Resterende warmtevraag [GJ/jaar]	Ingevuld % warmtevraag	Aantal innamepunten	Aantal WKO's
Rhenen	3.914	3.914	-	100%	1	1
Wageningen	34.500	34.500	-	100%	1	2
	50.000	50.000	-	100%	2	3
Veenendaal	1.314.682	517.333	797.349	39%	11	35
Scherpenzeel	205.477	185.333	20.143	90%	4	13
Woudenberg	98.152	89.333	8.819	91%	2	6
Leusden	416.161	256.000	160.161	62%	4	18

	Warmtevraag [GJ/jaar]	Warmte uit Valleikanaal [GJ/jaar] *	Resterende warmtevraag [GJ/jaar]	Ingevuld % warmtevraag	Aantal innamepunten	Aantal WKO's
Amersfoort	1.444.853	884.000	560.853	61%	8	59

* Bij de warmte uit het Valleikanaal (de derde kolom) is rekening gehouden met een COP-factor van 4. De genoemde hoeveelheid warmte in deze kolom vormt dus 75% van de warmtevraag. De resterende 25% wordt door de warmtepomp middels elektriciteit toegevoegd.

8.5 Het resultaat samengevat

In deze studie is gekeken hoeveel warmte er uit het Valleikanaal gewonnen kan worden en hoe deze warmte zo optimaal mogelijk tussen de verschillende gemeenten verdeeld kan worden. Dat is gedaan aan de hand van drie scenario's, zoals hiervoor beschreven en toegelicht. In Tabel 8-4 is per scenario weergegeven hoeveel woningequivalenten er in totaal en ook per gemeente van warmte voorzien zouden kunnen worden. Deze woningen zijn de optelling van de geselecteerde kansrijke buurten.

Tabel 8-4: Aantal woningequivalenten die middels TEO in de verschillende scenario's van warmte kunnen worden voorzien.

	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Amersfoort	19.600	19.600	23.300
Leusden	5.100	5.500	7.100
Woudenberg	1.600	3.000	3.200
Scherpenzeel	3.800	4.300	4.300
Veenendaal	9.600	9.300	14.000
Wageningen	785	785	785
Rhenen	25	2.525	2.525
Totaal	40.500	45.000	55.200

9 Organisatie van het verdelingsvraagstuk

In deze laatste stap gaan we in op de vraag wat er geregeld moet worden om de thermische energie uit het Valleikanaal over de gemeenten te verdelen. De 'technische' verdeling is in stap 5 al aan bod gekomen. In deze stap wordt meer op de juridische en organisatorische aspecten ingegaan.

9.1 Verdeling en Waterenergieplan

Het verdelingsvraagstuk van warmte uit oppervlaktewateren krijgt steeds meer aandacht. Op steeds meer plekken in het land hebben decentrale overheden behoefte aan afspraken over een eerlijke verdeling van schaarse warmte. Met name in gebieden met veel bebouwing nabij de bron kan de warmtevraag namelijk groter zijn dan het aanbod uit aquathermie. Als deze situatie te verwachten valt, doen decentrale overheden er goed aan om gezamenlijk afspraken te maken. Om de decentrale overheden hierbij te helpen heeft STOWA een rapport uitgebracht: 'Instrumentarium schaarse warmte uit water'⁷, wat handvatten geeft voor een verdeling en methoden om dit juridisch te verankeren. Het Valleikanaal is in dit rapport als casestudie meegenomen.

De betrokken partijen dienen met elkaar in gesprek te gaan over wat zij een juiste verdeling van de beschikbare warmte vinden.

Het doel is om een zo groot mogelijke maatschappelijke meerwaarde van het gebruik van de beschikbare warmte te verwezenlijken. Wanneer er overeenstemming is bereikt, kan dit vastgelegd worden in een Waterenergieplan. In dit plan kunnen (delen van) het Valleikanaal gereserveerd worden voor aquathermie op grond van inzet voor algemeen belang. Via het Waterenergieplan wordt dit verankerd in het beleid van de betrokken gemeenten. Dit geeft de vergunningverlener, in dit geval Waterschap Vallei en Veluwe, de mogelijkheid om een individuele vergunning af te wijzen wanneer dit niet in lijn is met het Waterenergieplan. Het is aan de RES-partners om een besluit te nemen over de verdeling. Het waterschap is belast met de coördinerende rol hierin, echter doen de andere partijen er goed aan om hierbij een actieve rol te spelen.

9.2 Gezamenlijk Waterenergieplan versus gemeentelijke Bodemenergieplannen

Van belang is om in gezamenlijkheid vast te stellen welk scenario de voorkeur verdient en de afspraken hierover met elkaar vast te leggen. Een Waterenergieplan is hiertoe een (nieuw) instrument. In dit kader zijn een aantal zaken van belang, naast datgene wat in de vorige paragraaf is genoemd:

- Omdat er sprake zal zijn van meerdere onttrekkingen van warmte aan het Valleikanaal, schrijft de Handreiking voor het beoordelen van ecologische effecten van TEO-systemen voor dat een maatwerkbeoordeling nodig is om de cumulatieve effecten van meerdere installaties in te schatten,
- Als voor het derde scenario wordt gekozen, wordt afgeweken van de standaardregels voor het winnen van warmte uit oppervlaktewater. In dat geval zal een modelstudie van de effecten die de aangepaste parameters veroorzaken, verlangd worden. In scenario 3 wordt een hogere warmteoverdrachtscoëfficiënt gehanteerd en wordt uitgegaan van een 10% hoger maatgevend debiet,

⁷ [Instrumentarium schaarse warmte uit water | STOWA](#)

- In alle scenario's is sprake van het benutten van meerdere WKO's, waarbij in het derde scenario zelfs is uitgegaan van de maximale WKO-capaciteit. Dit houdt in dat er voor andere mogelijkheden in de ondergrond nauwelijks meer ruimte is. In het kader van duurzaam gebruik van de ondergrond is het van groot belang om hier goede afspraken over te maken. Het claimen van ondergrondse ruimte geeft enerzijds zekerheid naar de toekomst, maar anderzijds ook bepaalde verplichtingen om de geclaimde ruimte ook te benutten. Het uiteindelijk niet benutten van de geclaimde ruimte impliceert dat andere ontwikkelingen dan mogelijk wel hadden kunnen plaatsvinden, die door geclaimde ruimte zijn afgewezen,
- Dat houdt in dat naast een gezamenlijk Waterenergieplan elke gemeente afzonderlijk ook een eigen Bodemenergieplan zou moeten op- en vaststellen. De scenario's zijn gebaseerd op een bepaalde WKO-capaciteit. Het is daarmee van belang dat de benodigde WKO-capaciteit dan ook beschikbaar is c.q. beleidsmatig vastgelegd wordt.

Bij het opstellen van dergelijke bodemenergieplannen het wenselijk om de betreffende provincie hierbij te betrekken. De provincie is namelijk bevoegd gezag voor grondwateronttrekkingen van open bodemenergie (WKO's). Als een gemeente wil dat de provincie rekening houdt met de regels van het gemeentelijke bodemenergieplan, kan zij de provincie daarom verzoeken. De provincie zal de regels dan om moeten zetten naar beleidsregels voor open bodemenergie, zodat deze als toetsingskader kan dienen voor de vergunningverlening. Ter info: de provincie Utrecht heeft de RUD Utrecht gemandateerd voor de vergunningverlening WKO.

Bijlage 1 Berekende en gehanteerde gegevens per gemeente

SYNTRAAL

Kenmerk

R002-1323088SCB-V02-avd-NL

Buurtnaam	Aantal verblijfs-objecten	Antal woonfuncties	Functionele warmtevraag [GJ/jaar]	Oppervlakte [ha]	Warmtevraagdichtheid [GJ/ha/jaar]	Functionele warmtevraag na isolatie (GJ/jaar)	Warmtevraagdichtheid na isolatie [GJ/ha/jaar]
Amersfoort							
Hof	583	418	41071	7,7	5306,0	34910	4510
Nieuwstraat e.o.	334	273	19470	5,0	3882,9	16550	3301
Mooierstraat e.o.	148	102	10151	2,9	3557,6	8628	3024
Lieve Vrouwekerkhof	355	299	19068	5,2	3690,4	16208	3137
Coninckstraat e.o.	919	808	39235	17,2	2275,3	33350	1934
Beestenmarkt	855	660	26335	11,3	2329,5	22385	1980
Grote Haag	466	326	26006	8,1	3191,5	22105	2713
Stadhuisplein	444	343	44964	10,7	4206,2	38219	3575
Schimmelpenninckbuurt	205	189	10325	4,8	2144,8	8776	1823
Smallepad e.o.	491	393	38805	7,7	5014,5	32984	4262
Snouckaertlaan e.o.	588	499	34384	11,9	2891,5	29226	2458
Zonnehof	494	415	23908	10,9	3325,2	20322	2072
Rivierenbuurt-Oost	849	813	36923	11,3	3326,4	31385	1156
Rivierenbuurt-West	559	544	22125	11,7	3327,6	18806	1005
Gerrit van Stellingwerfstraat e.o.	803	774	29114	12,2	3328,9	24747	1682
Bloemenbuurt-Oost	1134	1094	41836	12,6	3330,1	35561	1369
Bloemenbuurt-West	835	817	32020	13,0	3331,3	27217	1417
Bomenbuurt	734	696	25748	13,5	3332,5	21886	860
Puntenburg	957	922	33207	13,9	3333,8	28226	2340
Piet Mondriaanlaan e.o.	211	152	14771	14,3	3335,0	12555	1417
Wagenwerkplaats	140	51	25483	14,8	3336,2	21661	901
Spoorelement	2	0	317	15,2	3337,5	269	9
Eemplein	198	111	35680	15,6	3338,7	30328	2445
Nieuwe Stad	272	214	30870	16,1	3339,9	26240	1382
Kop van Isselt	331	16	93846	16,5	3341,1	79769	1299
Isselt-Oost	723	8	124923	16,9	3342,4	106185	1046
Isselt-West	341	338	12659	17,4	3343,6	10760	684
Jericho / Jeruzalem	889	827	38199	17,8	3344,8	32469	1038
Sterrenbeeldenbuurt	465	447	15860	18,2	3346,1	13481	1414
Gildekwartier	1065	1031	38574	18,7	3347,3	32788	1130
Kruiskamp-Noord	1026	938	34951	19,1	3348,5	29708	1206
Kruiskamp-Midden	1221	1156	37552	19,5	3349,7	31919	1227
Kruiskamp-Zuid	867	857	35647	20,0	3351,0	30300	906
Vuurtoren	830	821	41286	20,4	3352,2	35093	1318
De Plaatsen	520	510	29183	20,8	3353,4	24806	1086
Koperhorst	911	908	36007	21,3	3354,6	30606	1185
Elly Takmastraat e.o.	835	807	33011	21,7	3355,9	28059	1309
Camera Obscurastraat e.o.	1040	1030	38976	22,1	3357,1	33130	1071
Queekhoven e.o.	583	562	22013	22,6	3358,3	18711	1209
Het Gein	49	34	4664	23,0	3359,6	3964	43
Park Schothorst	450	406	20897	23,4	3360,8	17762	785
Liendert-Noord	846	767	32285	23,9	3362,0	27442	1257
Zangvogelbuurt	907	797	29754	24,3	3363,2	25291	1450
De Horsten	1143	1018	40351	24,7	3364,5	34298	1329
Watervogelbuurt	1025	976	34071	25,2	3365,7	28960	1620
Liendert-Zuid	611	606	26679	25,6	3366,9	22677	480
Rustenburg-Noord	746	739	33015	26,0	3368,1	28063	641
Rustenburg-Zuid	155	66	7838	26,5	3369,4	6662	45
Bloedaal	69	51	8322	26,9	3370,6	7074	22
Stoutenburg-Noord	192	11	41429	27,3	3371,8	35215	669
De Wieken	72	25	5582	27,8	3373,1	4745	89
Vinkenhoef	88	68	7064	28,2	3374,3	6004	85
Nijkerkerstraat e.o.	684	673	30658	28,6	3375,5	26059	1336
Schuilenburg-Midden							

SYNTRAAL

Kenmerk

R002-1323088SCB-V02-avd-NL

Buurtnaam	Aantal verblijfs- objecten	Antal woonfunc- ties	Functione- kle warm- tevraag [GJ/jaar]	Oppervlakte [ha]	Warmtevraagdicht- heid [GJ/ha/jaar]	Functione- nele warmte- vraag na isolatie (GJ/jaar)	Warmte- vraagdicht- heid na isola- tie [GJ/ha/jaar]
Schuilenburg-Noord	944	881	27875	29,1	3376,7	23694	813
Schuilenburg-Zuid	666	642	28854	29,5	3378,0	24526	1026
Willem III	1010	976	42345	29,9	3379,2	35993	1703
Componisten- buurt-Noord	1188	1083	42767	30,4	3380,4	36352	1108
Componisten- buurt-Midden	726	676	26357	30,8	3381,6	22403	903
Componisten- buurt-Zuid	1160	1097	41690	31,2	3382,9	35436	529
Bekenstein / De Luiaard	872	812	43292	31,7	3384,1	36798	2289
Vermeerkwar- tier-Oost	856	829	54759	32,1	3385,3	46545	1192
Vermeerkwar- tier-West	851	823	37285	32,5	3386,6	31692	1474
Dorrestein	513	498	21463	33,0	3387,8	18244	458
De Driehoek	714	675	34150	33,4	3389,0	29028	1549
Leusderkwar- tier-West	915	848	51464	33,8	3390,2	43744	1391
Leusderkwar- tier-Oost	1103	1073	52554	34,3	3391,5	44671	1306
Nimmerdor	72	65	3910	34,7	3392,7	3324	28
Westerstraat e.o.	256	235	11012	35,1	3393,9	9360	1925
Juliana van Stolberg	802	790	27240	35,6	3395,2	23154	1440
Huijgenslaan e.o.	216	201	20956	36,0	3396,4	17813	1156
De Lichtenberg	376	365	27857	36,4	3397,6	23678	1000
Verhoevenstraat e.o.	497	453	24953	36,9	3398,8	21210	1316
Indische Buurt	416	416	25907	37,3	3400,1	22021	1019
Klein Zwitser- land-Laag	547	460	20459	37,7	3401,3	17390	765
Klein Zwitser- land-Hoog	31	24	4027	38,2	3402,5	3423	74
Regentesselaan e.o.	386	321	41996	38,6	3403,7	35697	1347
Stationsbuurt	154	26	34273	39,0	3405,0	29132	1697
Staatslieden- buurt-Oost	239	216	33058	39,5	3406,2	28099	1101
Staatslieden- buurt-West	571	501	31535	39,9	3407,4	26805	593
Oranjebuurt	372	361	34706	40,3	3408,7	29500	695
De Ham	764	735	41554	40,8	3409,9	35321	843
Langenoord	787	760	38721	41,2	3411,1	32913	1099
Bieshaar-Noord	1006	998	54370	41,6	3412,3	46214	1071
Bieshaar-Zuid	645	613	31814	42,1	3413,6	27042	993
De Bik	596	574	33239	42,5	3414,8	28253	594
De Brinken	354	350	12388	42,9	3416,0	10530	756
De Biezen	145	141	6921	43,4	3417,2	5883	472
Vlinderbuurt	508	508	20222	43,8	3418,5	17189	862
Erasmusstraat e.o.	657	643	25498	44,2	3419,7	21673	905
Muziekbuurt- Noord	501	493	18946	44,7	3420,9	16104	1268
Muziekbuurt- Zuid	520	503	25251	45,1	3422,2	21463	1032
Architecten- buurt-Oost	648	648	27345	45,5	3423,4	23243	1181
Architecten- buurt-West	542	540	24661	46,0	3424,6	20962	1117
Sportpark Ziel- horst	6	0	784	46,4	3425,8	666	35
De Brand	28	1	15182	46,8	3427,1	12905	1237
Donken en zan- den	656	656	24288	47,3	3428,3	20645	1558
Paddenstoelen- buurt	309	305	11114	47,7	3429,5	9447	962
Woudzoom e.o.	564	553	26456	48,1	3430,7	22488	1304
Wintertuinen	447	443	15184	48,6	3432,0	12906	1050
De Verwonde- ring e.o.	431	421	18002	49,0	3433,2	15302	935
Emiclaer	467	382	21331	49,4	3434,4	18131	1375
Groote Kreek e.o.	572	566	21233	49,9	3435,7	18048	1196
Boerderijenka- mer	638	630	21721	50,3	3436,9	18463	618
Kattenbroek- Noord	696	688	28016	50,7	3438,1	23814	874
Calveen	354	52	69761	51,2	3439,3	59297	965

SYNTRAAL

Kenmerk

R002-1323088SCB-V02-avd-NL

Buurtnaam	Aantal verblijfs- objecten	Antal woonfunc- ties	Functione- kle warm- tevraag [GJ/jaar]	Oppervlakte [ha]	Warmtevraagdicht- heid [GJ/ha/jaar]	Functione- le warmte- vraag na isolatie (GJ/jaar)	Warmte- vraagdicht- heid na isola- tie [GJ/ha/jaar]
Stadskwartier	1288	1281	45712	51,6	3440,6	38855	1112
Hoge Hoven	809	808	33935	52,0	3441,8	28845	810
Centrum / Wa- terpark	661	615	26913	52,5	3443,0	22876	1064
Stadstuin	793	758	26188	52,9	3444,3	22260	633
Waterkwartier	1179	1174	44116	53,3	3445,5	37499	1031
Kruidenbuurt	1098	1096	42093	53,8	3446,7	35779	778
Hoefkwartier	797	620	68456	54,2	3447,9	58188	1144
De Hoef-Oost	398	0	98718	54,6	3449,2	83910	917
Dorpskern	669	655	33654	55,1	3450,4	28606	960
Hooglanderveen	712	706	29381	55,5	3451,6	24974	754
Lient e.o.	297	296	10386	55,9	3452,8	8828	558
Hoekveen e.o.	158	146	10355	56,4	3454,1	8802	300
Heideweg e.o.	46	41	3827	56,8	3455,3	3253	24
Coelhorst	155	134	17375	57,2	3456,5	14769	14
Zeldert	17	12	73045	57,7	3457,8	62088	1504
De Schans	794	791	31439	58,1	3459,0	26723	800
Park van de Tijden-West	314	305	14591	58,5	3460,2	12402	829
Dassenberg e.o.	747	735	33245	59,0	3461,4	28258	908
Park van de Tijden-Oost	396	391	15938	59,4	3462,7	13547	686
Duisterweg e.o.	242	233	8184	59,8	3463,9	6956	510
Eilandengroen- buurt	643	643	26464	60,3	3465,1	22494	910
Polderbuurt- Noord	503	368	23537	60,7	3466,3	20006	1317
Winkelcentrum Vathorst	380	378	16166	61,1	3467,6	13741	969
Damespolder- buurt	552	552	16889	61,6	3468,8	14356	722
De Bron-Noord	816	806	25535	62,0	3470,0	21705	758
De Bron-Zuid	213	171	6300	62,4	3471,3	5355	514
Waddeneilan- denbuurt	1099	1077	35472	62,9	3472,5	30151	1218
Zuiderzeeste- denbuurt-Oost	549	543	19603	63,3	3473,7	16663	790
Zuiderzeeste- denbuurt-West	1402	1374	40077	63,7	3474,9	34065	867
De Bakken	904	900	31452	64,2	3476,2	26734	759
Laakse Tuinen	24	21	2154	64,6	3477,4	1831	12
Over de Laak	203	195	14466	65,0	3478,6	12296	431
Podium	0	0	0	65,5	3479,8	0	0
Vathorst-Boven- duist	84	0	14552	65,9	3481,1	12369	245
Bedrijventerrein Vathorst-Zuid	36	0	40851	66,3	3482,3	34723	861
Bedrijventerrein Vathorst-Noord	7	0	3415	66,8	3483,5	2903	120
Olympus	10	1	8133	67,2	3484,8	6913	98
Lindeboomse- weg e.o.	167	42	21735	67,6	3486,0	18475	117
Birkhoven / Bok- keduinen	270	202	100270	68,1	3487,2	85230	487
Vlasakkers	147	119	54604	68,5	3488,4	46413	154
Zon en Schild							
Leusden							
Hamershof	629	506	24992	68,9	3489,7	21243	1651
Akkerhoeve	297	296	12625	69,4	3490,9	10731	987
Noordwijck	380	378	17717	69,8	3492,1	15059	908
Langenbeek	416	413	20678	70,2	3493,3	17576	862
Zwanenburg	392	386	12987	70,7	3494,6	11039	1011
Munnikhove	356	356	16344	71,1	3495,8	13892	963
Bosveld	242	241	11927	71,5	3497,0	10138	989
Claverenblad	517	517	19860	72,0	3498,3	16881	1050
Wildenburg	648	647	27929	72,4	3499,5	23740	919
Buitengebied Leusden-Cen- trum Oost	107	107	10363	72,8	3500,7	8809	8
Hamersveld- Oud	679	592	36507	73,3	3501,9	31031	977
Hamersveld- Nieuw	238	235	12809	73,7	3503,2	10888	1012
Rozenboom	446	409	19990	74,1	3504,4	16992	886
Rozendaal	479	477	27876	74,6	3505,6	23695	1249
Alandsbeek- West	184	180	10881	75,0	3506,9	9249	1057
Alandsbeek- Oost	489	487	24825	75,4	3508,1	21101	1173
De Wetering	652	649	27663	75,9	3509,3	23514	782
Rossenbergh	310	309	16021	76,3	3510,5	13618	937

SYNTRAAL

Kenmerk

R002-1323088SCB-V02-avd-NL

Buurtnaam	Aantal verblijfs- objecten	Antal woonfunc- ties	Functione- kle warm- tevraag [GJ/jaar]	Oppervlakte [ha]	Warmtevraagdicht- heid [GJ/ha/jaar]	Functione- nele warmte- vraag na isolatie (GJ/jaar)	Warmte- vraagdicht- heid na isola- tie [GJ/ha/jaar]
Groenhouten	1132	1100	49022	76,7	3511,8	41669	1065
Buitengebied Leusden-Cen- trum West	759	403	150415	77,2	3513,0	127853	438
Kern Leusden- Zuid	831	827	46674	77,6	3514,2	39673	597
Tabaksteeg	942	917	46760	78,0	3515,4	39746	938
Buitengebied Leusden-Zuid	298	234	42081	78,5	3516,7	35769	14
Kern Achterveld	1200	1024	64003	78,9	3517,9	54403	596
Buitengebied Achterveld	225	200	17862	79,3	3519,1	15183	16
Stoutenburg	145	134	13721	79,8	3520,4	11663	32
't Ruige Veld	984	972	36084	80,2	3521,6	30671	948
't Vliet	768	764	29097	80,6	3522,8	24732	928
ValleiPark	133	132	5386	81,1	3524,0	4578	360
Maanwijk	121	120	3242	81,5	3525,3	2756	528
Tabaksteeg Zuid (nieuw- bouwwijk)	900	900	18000	81,9	3526,5	18000	315
Mastenbroek II (niewbouwwijk)	125	125	2500	82,4	3527,7	2500	458
Achterveld Noordwest (zoekgebied niewbouwwijk)	150	150	3000	82,8	3528,9	3000	501
Zoekgebied Achterveld Noordoost (zoekgebied niewbouwwijk)	175	175	3000	83,2	3530,2	3000	317
Renswoude							
Renswoude	1632	1476	103591	83,7	3531,4	88052	772
Verspreide hui- zen	899	794	68244	84,1	3532,6	58007	33
Rhenen							
Rhenen Binnen- stad	785	665	38774	84,5	3533,9	32958	1746
Cunera	281	240	16943	85,0	3535,1	14402	1142
Vogelenzang	223	221	7300	85,4	3536,3	6205	562
Grebbekwartier Zuid	249	244	12882	85,8	3537,5	10950	820
Grebbekwartier Noord	287	285	15018	86,3	3538,8	12765	570
Bruine Eng	584	572	27759	86,7	3540,0	23595	1083
Molenberg	740	718	38815	87,1	3541,2	32993	1503
Donderberg	337	336	14680	87,6	3542,4	12478	898
Koerheuvel	242	240	10614	88,0	3543,7	9022	837
Rhenen Hoog	1351	1268	46284	88,4	3544,9	39341	976
Domineesberg	360	357	21185	88,9	3546,1	18007	798
Helling Bergweg	93	75	9128	89,3	3547,4	7759	190
Grebbeberg	40	30	4014	89,7	3548,6	3412	15
Randzone	183	165	14309	90,2	3549,8	12163	55
Veeneind	228	169	14578	90,6	3551,0	12391	300
Rhenendael	167	165	5984	91,0	3552,3	5086	636
Prattenburg	17	14	1770	91,5	3553,5	1504	16
Binnenveld	251	230	27157	91,9	3554,7	23083	40
Achterberg	323	314	19426	92,3	3556,0	16512	693
De Horst	85	85	3932	92,8	3557,2	3342	892
Achterberg West	184	175	8444	93,2	3558,4	7177	707
Uiterwaarden Rhenen	119	108	10080	93,6	3559,6	8568	31
Remmerden	153	33	45177	94,1	3560,9	38400	798
Heuvelrug Rhe- nen	78	20	3883	94,5	3562,1	3301	5
Heuvelrug Elst	32	30	2426	94,9	3563,3	2062	3
Uiterwaarden Elst	10	9	949	95,4	3564,5	807	4
De Vordel	234	229	14872	95,8	3565,8	12641	367
Elst Centrum	1179	1157	55259	96,2	3567,0	46970	639
Het Bosje	290	278	15033	96,7	3568,2	12778	769
Elst West	227	213	17182	97,1	3569,5	14605	250
Woonzorgcen- trum Zideris	21	6	4605	97,5	3570,7	3914	527
Zoekgebied Bin- nenveld/De Nieuwe Meent	2500	2500	50000	98,4	3573,1	50000	65

SYNTRAAL

Kenmerk

R002-1323088SCB-V02-avd-NL

Buurtnaam	Aantal verblijfs- objecten	Antal woonfunc- ties	Functione- kle warm- tevraag [GJ/jaar]	Oppervlakte [ha]	Warmtevraagdicht- heid [GJ/ha/jaar]	Functione- nele warmte- vraag na isolatie (GJ/jaar)	Warmte- vraagdicht- heid na isola- tie [GJ/ha/jaar]
Scherpenzeel							
Verspreide hui- zen ten zuiden van Scherpen- zeel	308	299	14673	98,4	3573,1	12472	92
Verspreide hui- zen ten noorden van Scherpen- zeel	392	241	30577	98,8	3574,4	25990	26
Nieuwe Koepel (nieuwbouwwijk)	450	450	9000	99,3	3575,6	9000	582
Scherpenzeel kansrijk	4095	3824	170509	99,7	3576,8	144933	1006
Scherpenzeel	4095	3824	60640	100,1	3578,0	51544	493
Utrechtse Heuvelrug							
Doorn-Centrum	1666	1547	99869	100,6	3579,3	84889	764
Doorn - Boswijk	628	589	29315	101,0	3580,5	24918	191
Doorn-Noord- west	1007	955	97954	101,4	3581,7	83261	424
Doorn-Zuid	756	695	54612	101,9	3583,0	46420	339
Doorn-Zuidoost	898	892	39314	102,3	3584,2	33417	844
Doorn - Kaapse Bossen	130	44	15356	102,7	3585,4	13053	29
Doorn - Hyde- park-Moleneind	667	164	48674	103,2	3586,6	41373	78
Doorn - Moers- bergen-Tuilland	141	99	16611	103,6	3587,9	14119	22
Driebergen - Heidestein- Bornia-Noord- hout	33	25	3759	104,0	3589,1	3195	5
Drieberger- broek-Sterken- burg	125	113	13061	104,5	3590,3	11102	11
Driebergen- Noord	957	804	69668	104,9	3591,5	59218	280
Driebergen - Stationsgebied	83	24	19594	105,3	3592,8	16655	192
Driebergen- Noordwest	1056	987	70229	105,8	3594,0	59695	684
Driebergen- Centrum	1884	1752	97162	106,2	3595,2	82588	864
Driebergen- West	1135	1102	58851	106,6	3596,5	50023	644
Driebergen- Zuidwest	2478	2391	108741	107,1	3597,7	92430	741
Driebergen- Oost en Zuid	1320	1296	91877	107,5	3598,9	78095	824
Driebergen - De Horst-De Akker	98	78	14930	107,9	3600,1	12690	99
Leersum-Dorp	3242	3121	160358	108,4	3601,4	136304	352
Leersum - Maarsbergse- weg	40	31	3842	108,8	3602,6	3266	63
Leersum - Hoogstraat	85	81	11485	109,2	3603,8	9762	31
Leersum - Dart- huizen-Zuy- lestein	144	124	14911	109,7	3605,1	12674	19
Leersumse Veld-De Kop	194	31	11980	110,1	3606,3	10183	9
Leersum - Gin- kel	115	97	8204	110,5	3607,5	6973	16
Amerongen- Dorp	2604	2458	149499	111,0	3608,7	127074	965
Overberg	881	369	60439	111,4	3610,0	51373	57
Amerongse Berg	68	47	5181	111,8	3611,2	4404	5
Ameronger Bo- venpolder-uite- waarden	99	90	10100	112,3	3612,4	8585	8
Maarn-Dorp	2060	1967	117381	112,7	3613,6	99774	377
Maarsbergen- Dorp	622	507	38272	113,1	3614,9	32531	331
Maarsbergen- Valkenheide	89	77	12115	113,6	3616,1	10298	133
Maarn - Maars- bergen - Bosge- bied	471	172	31502	114,0	3617,3	26777	16

SYNTRAAL

Kenmerk

R002-1323088SCB-V02-avd-NL

Buurtnaam	Aantal verblijfs- objecten	Antal woonfunc- ties	Functione- kle warm- tevraag [GJ/jaar]	Oppervlakte [ha]	Warmtevraagdicht- heid [GJ/ha/jaar]	Functione- nele warmte- vraag na isolatie (GJ/jaar)	Warmte- vraagdicht- heid na isola- tie [GJ/ha/jaar]
Maarsbergen - De Meent	102	76	9761	114,4	3618,6	8297	19
Veenendaal							
Meesterweide	670	622	25033	114,9	3619,8	21278	1511
Schrijverswijk	1234	1078	40340	115,3	3621,0	34289	2018
Achterkerk	868	834	32791	115,7	3622,2	27872	1709
Koopcentrum	1559	1125	93776	116,2	3623,5	79710	2695
Dragonder	1965	1930	90526	116,6	3624,7	76947	1037
Dragonder Zuid	1397	1378	57189	117,0	3625,9	48611	1378
De Compagnie	180	77	37007	117,5	3627,1	31456	762
Oost	255	246	18431	117,9	3628,4	15666	470
Spitsbergen	895	886	30801	118,3	3629,6	26181	766
Dragonder Oost	47	45	2102	118,8	3630,8	1787	38
Groenpoort	1148	1124	34916	119,2	3632,1	29679	679
Buurtstede	1146	1143	40879	119,6	3633,3	34747	542
Veenderij	2360	2261	88278	120,1	3634,5	75036	1191
Engelenburg	916	802	72338	120,5	3635,7	61487	1541
Het Ambacht	1070	1047	52672	120,9	3637,0	44771	1108
Gezonken Hoek	1429	1422	62271	121,4	3638,2	52930	791
Petenbos	1029	1020	43278	121,8	3639,4	36786	793
Petenbos Oost	681	111	227135	122,2	3640,6	193065	1122
Nijverkamp	22	5	3805	122,7	3641,9	3234	85
De Groene Vel- den	27	25	2794	123,1	3643,1	2375	23
De Blauwe Hel	39	36	2999	123,5	3644,3	2549	29
Middelbuurt	320	277	33392	124,0	3645,6	28383	1046
Stationswijk	2880	2721	115932	124,4	3646,8	98542	1138
Franse Gat	274	273	18170	124,8	3648,0	15444	556
Salamander	1336	1212	51487	125,3	3649,2	43764	1605
Molenbrug	1489	1424	62247	125,7	3650,5	52910	895
't Hoorntje	766	745	39246	126,1	3651,7	33359	1218
De Pol	692	665	29364	126,6	3652,9	24959	969
Gelderse Blom	274	36	52558	127,0	3654,2	44674	1167
De Compagnie	277	44	66957	127,4	3655,4	56913	822
De Batterijen	1349	1338	54138	127,9	3656,6	46017	1061
Pioniersbuurt	934	931	46794	128,3	3657,8	39775	908
Componisten- buurt	1225	1178	55340	128,7	3659,1	47039	731
Vogelbuurt	1363	1354	69455	129,2	3660,3	59037	1029
Schepenbuurt	1232	1190	55502	129,6	3661,5	47177	756
Dichtersbuurt	363	33	91439	130,0	3662,7	77723	1097
De Faktori en De Vendel	25	19	2559	130,5	3664,0	2175	31
De Kooi	47	44	4916	130,9	3665,2	4179	34
Hondzenelle- boog							
Woudenberg							
De Grift	952	914	50911	131,3	3666,4	43274	749
Nico Bergsteijn	1108	1062	47782	131,8	3667,7	40615	1129
Nieuwoord	676	645	33414	132,2	3668,9	28402	858
Laanzicht	1284	1236	63410	132,6	3670,1	53898	900
Het Zeeland	554	545	23876	133,1	3671,3	20295	673
Het Groene Woud oost	628	619	11973	133,5	3672,6	10177	678
Bedrijventerrein	125	27	34019	133,9	3673,8	28916	641
Den Treek-Hen- schoten	148	116	17418	134,4	3675,0	14805	16
Geerestein	78	62	10141	134,8	3676,2	8620	20
Voskuilen	87	80	10685	135,2	3677,5	9082	13
Rumelaar-Lam- balgen	207	172	21342	135,7	3678,7	18141	15
Woudenberg- Oost	473	424	27182	136,1	3679,9	23105	915
Hoevelaar (deels nieuw- bouw)	1247	1000	26017	136,5	3681,2	22114	546
Het Groene Woud west	628	619	11691	137,0	3682,4	9937	696

Bijlage 2

Toelichting Model warmteonttrekking uit het Valleikanaal

Het model is opgezet op basis van beschikbare gegevens van het Valleikanaal om inzicht te geven in de effecten van warmteonttrekking op de watertemperatuur.

Starttemperatuur en Temperatuurverschil

In het model wordt een starttemperatuur van 15 °C gehanteerd, waarboven warmte kan worden onttrokken uit het Valleikanaal. Uit het gemiddelde jaarlijkse temperatuurprofiel blijkt dat er gedurende ongeveer 3.600 uur per jaar warmte kan worden onttrokken. De uren waarin de watertemperatuur boven de 15 °C ligt, zijn per 0,5 °C-stap geanalyseerd. Hierdoor kunnen de warmtewinningsinstallaties selectief worden ingezet, waarbij bij lagere watertemperaturen alleen gebieden met een kleinere warmtevraag worden bediend. Dit beperkt de totale afkoeling van het kanaal bij lage starttemperaturen. Voor een efficiënte warmteonttrekking via de TEO-installatie is een voldoende temperatuurverschil tussen het water en de retourtemperatuur van het warmtenet essentieel. Wanneer alle woongebieden bij lage starttemperaturen maximale warmte zouden onttrekken, zou het water te sterk afkoelen, waardoor verdere warmtewinning inefficiënt wordt.

Locaties van Woongebieden

Voor de positionering van de woongebieden is de Grebbesluis als nulpunt (referentiepunt) gekozen. Vervolgens is op elke 500 meter langs het kanaal bepaald of er een woongebied aanwezig is dat warmte nodig heeft. In deze gebieden is de warmteafname lineair gemodelleerd om de warmteonttrekking over de lengte van het kanaal te simuleren.

Opwarming tussen Woongebieden

Tussen de woongebieden kan het water opnieuw opwarmen door warmte-uitwisseling met de atmosfeer. Dit opwarmingsproces is gebaseerd op een omgevingstemperatuur gelijk aan de starttemperatuur van het water en een warmteoverdrachtscoëfficiënt van 20,1 W/m²/K. Deze conservatieve waarde wordt in de meeste gevallen gerealiseerd⁸. De warmteoverdracht tussen water en atmosfeer wordt berekend op basis van een constante luchttemperatuur en de gemodelleerde watertemperatuur, die per 500 meter wordt vastgesteld. Het opwarmingsproces in de gebieden waar warmte wordt afgenomen, is niet in het model opgenomen.

Het koude water zakt naar de bodem van het kanaal vanwege de grotere dichtheid, waardoor de warmteoverdracht pas effectief kan plaatsvinden na een warmtewinningsgebied, op een afstand van 500 meter (Warming Up, 2021). Een uitzondering hierop is het temperatuurverloop tussen Leusden en Amersfoort. In dit deel van het kanaal stroomt de Barneveldse Beek tussen Leusden en Amersfoort in, zonder temperatuurinvloed van warmteonttrekking. Dit heeft een direct effect op de watertemperatuur van het Valleikanaal bij Amersfoort en is daarom in het model meegenomen.

Debiet en Gradiënt

Het model gebruikt debietmetingen van vier locaties langs het Valleikanaal. Tussen deze locaties is een lineaire gradiënt toegepast om een geleidelijke verandering in het debiet over de afstand te simuleren. Een uitzondering vormt de situatie bij Leusden. Dit gebied bevindt zich tussen de meetpunten bij de

⁸ WarmingUp (2021), Temperatureffecten koudelozingen

Roffelaar en de Balladelaan. Aangezien de Barneveldse Beek na Leusden in het kanaal uitmondt, zou een lineair verband tussen de Roffelaar en de Balladelaan leiden tot een overschatting van het debiet bij Leusden. Dit effect is daarom aangepast in het model.

Warmtetoevoer en Stroomsnelheid

De warmtetoevoer vanuit de atmosfeer naar het water wordt berekend door de warmteoverdrachtscoëfficiënt te vermenigvuldigen met het temperatuurverschil en de tijd die het water nodig heeft om van het ene warmtewinningsgebied naar het andere te stromen. De stroomsnelheid van het water wordt berekend door het debiet te delen door de breedte en diepte van het kanaal. Op basis van de dwarsdoorsnedes van het Valleikanaal zijn de breedte en diepte bepaald bij de debietmeetpunten, met een lineair verloop tussen deze punten.

Restricties van Warmteonttrekking

Het model houdt rekening met diverse beperkingen voor de warmteonttrekking. Zo is een ondergrens van 12 °C ingesteld voor de watertemperatuur, om te voorkomen dat het water te sterk afkoelt door warmteonttrekking. Daarnaast moet de watertemperatuur na elk warmtewinningsgebied weer minimaal 14,5 °C bereiken voordat warmte kan worden onttrokken bij het volgende gebied. Deze beperkingen waarborgen de efficiëntie van de warmteonttrekking door de TEO-installatie en voorkomen overmatige afkoeling van het kanaal.

Bijlage 3 Quick scan WKO-analyse

De toepasbaarheid

De opbouw van de bodem en de energievraag van de afnemer zijn de grootste invloeden op de economische haalbaarheid van een WKO-systeem. De economische haalbaarheid van een WKO-systeem neemt af naar mate de zandlaag zich dieper in de grond bevindt. Naast de economische haalbaarheid zijn er ook technische eisen voor een goed werkend WKO-systeem:

- Er is een watervoerend pakket nodig waar water gemakkelijk doorheen kan stromen
- Boven en onder het watervoerende pakket is er het liefst een afsluitende laag aanwezig van klei
- De grondwaterstroming kan de efficiëntie van een WKO-systeem beïnvloeden, en is daardoor het liefst niet hoger zijn dan 60 meter per jaar
- De chemische eigenschappen van het water moeten geschikt zijn
- De warmte- en koudebron moeten ver genoeg uit elkaar liggen (minstens 2,5 tot 3 keer de thermische straal) om te voorkomen dat het water van de twee bronnen elkaar beïnvloeden

Gebiedsbeschrijving

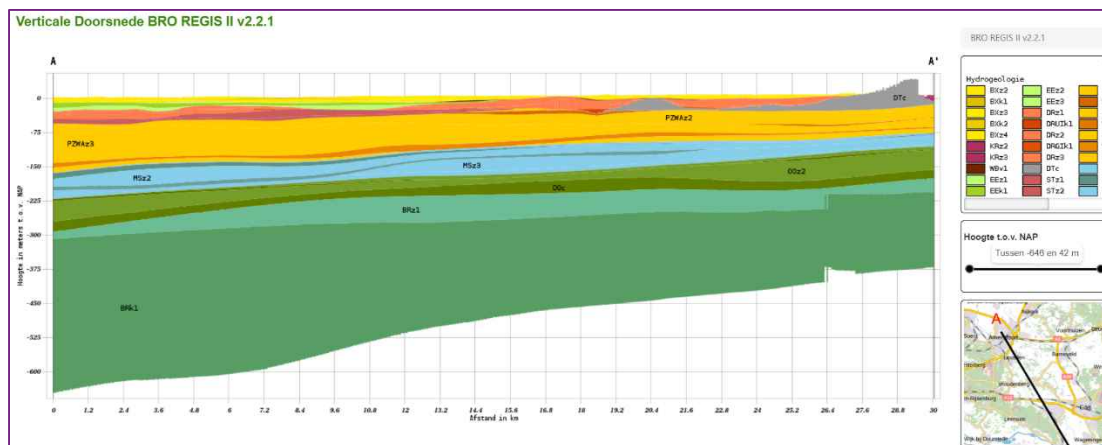
Het Valleikanaal is een 40 kilometer lang kanaal dat dwars door de Gelderse Vallei stroomt. Het kanaal begint in Rhenen, waar het aansluit op de Nederrijn, en stroomt in noordelijke richting tot aan Amersfoort, waar het uitmondt in de Eem. Het Valleikanaal stroomt door de volgende gemeentes:

- Rhenen
- Veenendaal
- Renswoude
- Utrechtse Heuvelrug
- Woudenberg
- Scherpenzeel
- Leusden
- Amersfoort

De omgeving van het Valleikanaal is overwegend landelijk. Het kanaal stroomt door een afwisselend landschap van bossen, weilanden, landbouwgronden en kleine dorpjes.

Bodemopbouw

Op basis van REGIS-II, v2.2.1 (TNO,2023) DINOloket is de bodemopbouw vastgesteld. In figuur 1 is een dwarsprofiel weergegeven van de verschillende bodemlagen die aanwezig zijn. Uit deze figuur blijkt dat er verschillende opties zijn voor het watervoerende pakket voor de WKO. De diepte verschilt per gebied, de hoogtes van Amersfoort zullen iets verschillen met Rhenen. De doorsnede is van Amersfoort tot aan Rhenen. Op ongeveer -40 m onder mv beginnen al 4 lagen met zandige eenheden achter elkaar met samen een diepte tot -150 m onder mv. Daarna volgt een kleiige eenheid, waarna weer zand en klei volgt. Over het algemeen wordt niet dieper dan 200 m onder mv geboord, omdat de kosten dan hoog kunnen oplopen.



Figuur 1: Bodemopbouw

Van alle gemeentes in de omgeving van het Valleikanaal is een doorsnede gemaakt van de bodem en een gemiddelde genomen van de dikte van het watervoerende pakket. De resultaten staan in tabel 1. Verder is de doorlatendheid meegenomen. Op basis van deze tabel wordt geadviseerd om een WKO in de formatie van Peize en Waalre te plaatsen vanwege de ruime laagdikte en de hoge doorlatendheid.

De formatie van Peize & Waalre heeft de hoogste horizontale doorlaatbaarheid (Kh-waarde) en is daarmee een geschikte bodemlaag (55 m/dag). Door de dikte van de bodemlaag is het mogelijk om de maximaal vergunbare WKO-capaciteit te installeren. De maximaal vergunbare WKO-capaciteit heeft een maximaal infiltratiedebiet van 250 m³ /uur.

Tabel 1 Gemiddelde dikte en doorlatendheid watervoerende pakketten rond Valleikanaal

Locatie	Formatie van Eem		Formatie van Drente		Formatie van Sterksel		Formatie van Peize en Waalre	
	laag dikte	Doorlatendheid [m/dag]	Laag dikte	Doorlatendheid [m/dag]	Laag dikte	Doorlatendheid [m/dag]	Laag dikte	Doorlatendheid [m/dag]
Amersfoort	5	30	17	30	17	55	90	55
Leusden	5	30	15	55	10	30	100	55
Scherpenzeel	5	30	17	30	10	30	70	55
Woudenberg	8	30	20	55	10	30	60	55
Utrechtse Heuvelrug	nvt		10	55	2	30	50	55
Renswoude	5	30	5	30	1	30	50	55
Veenendaal	nvt		15	30	nvt		60	55
Rhenen	nvt		nvt		nvt		60	30

Grondwatersituatie

Een te hoge grondwaterstroming zorgt ervoor dat de in de bodem opgeslagen warmte langzaam wegstroomt. Dit heeft impact op het rendement van een WKO. Op basis van data van pijlbuizen is rond het Valleikanaal in kaart gebracht in welke richting het grondwater stroomt (in de richting van de blauwe pijlen). Het water stroomt van Oost naar West.

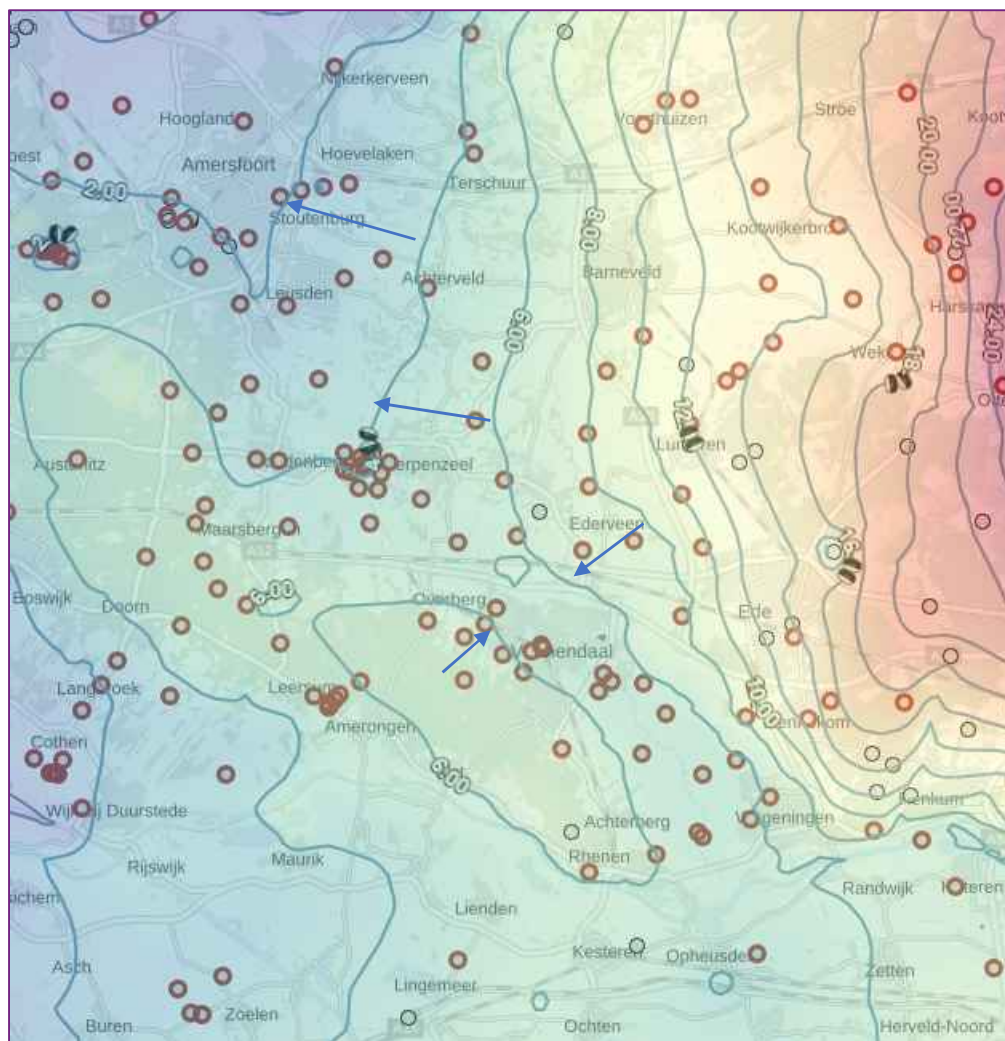
In de formatie van Peize en Waalre is de stroomsnelheid ongeveer 24 m/jaar. Dit is berekend met een verhanglijn van 1:2500 (afgeleid uit de isohypsen), k_i-waarde van 55 m/dag en een porositeit van de

SYNTRAAAL

Kenmerk

R002-1323088SCB-V02-avd-NL

zandlaag van 0.34 (figuur 2). De berekende stroomsnelheid geeft geen beperkingen voor het toepassen van een WKQ.



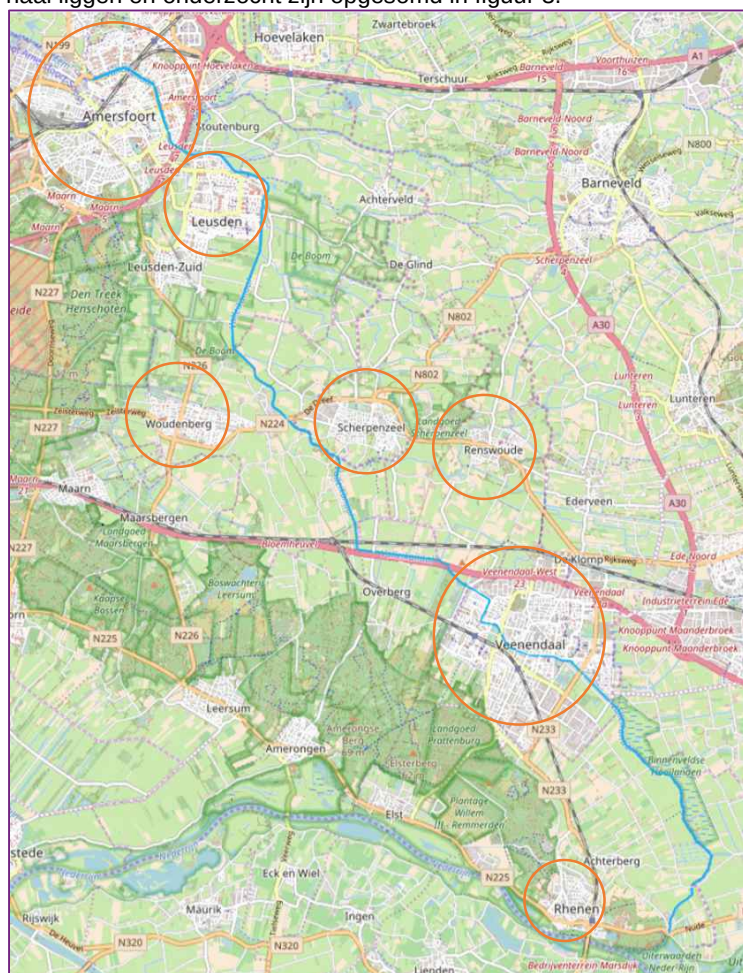
Figuur 2: Isohypsens Valleikanaal

Randvoorwaarden omgevingseffecten

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de mogelijke belemmeringen voor het plaatsen van een WKO langs het Valleikanaal. Er is gekeken naar verschillende aspecten, zoals:

- Natuur: Dit is geanalyseerd aan de hand van de Natura2000 gebieden
- Archeologie en aardkundige waarden: Hierbij wordt gebruik gemaakt van de archeologische monumentenkaart
- Drinkwaterwinningen en boringsvrije zones
- Andere WKO-systemen, gesloten energiesystemen en grondwateronttrekkingen
- Verontreinigingen

Omdat het Valleikanaal over een relatief groot gebied stroomt, zijn de plaatsen die naast het Valleikanaal liggen en onderzocht zijn opgesomd in figuur 3.



Figuur 3: Plaatsen langs het Valleikanaal die zijn onderzocht voor een WKO

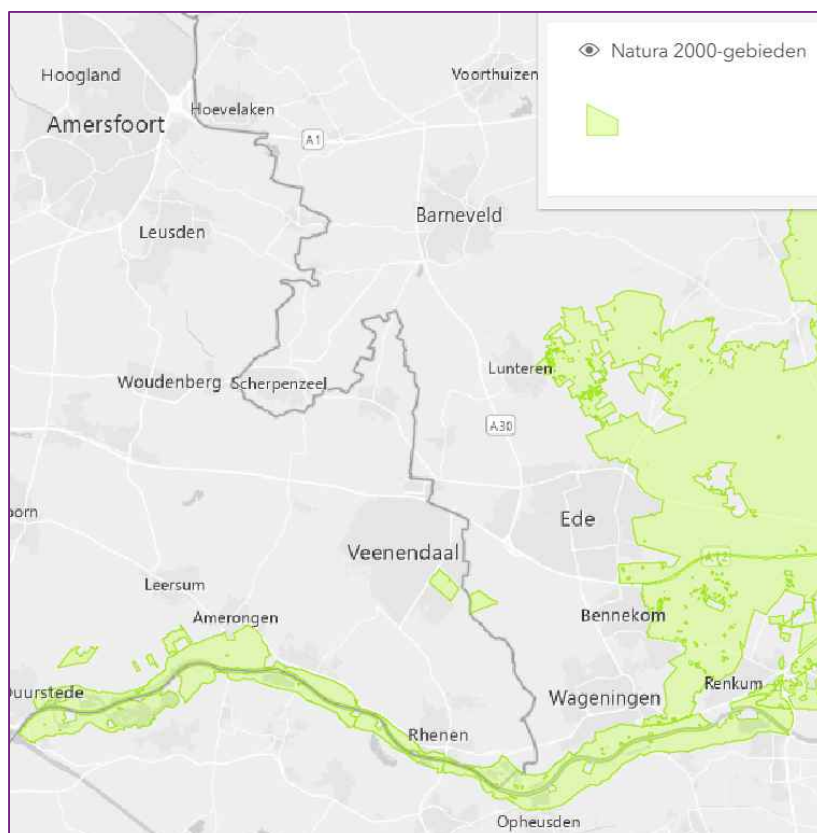
Natuur

Bij het overwegen van het plaatsen van Warmte-Koude Opslag (WKO) systemen in het betreffende gebied, is het belangrijk om rekening te houden met de Natura2000-gebieden en de daaraan gerelateerde richtlijnen. Deze habitat- of vogelgebiedsrichtlijnen spelen een rol bij het behoud en de bescherming van de biodiversiteit en natuurlijke habitats.

SYNTRAAL

Kenmerk

R002-1323088SCB-V02-avd-NL



Figuur 4: Kaart van gebieden rond het Valleikanaal. De groene markeringen geven de Natura-2000 gebieden weer. (via: www.natura2000.nl)

In figuur 4 is te zien dat alléén in Veenendaal een natuurgebied ligt met een richtlijn. In dit geval is het 'Het Binnenveld' en valt dit gebied onder de Habitatrichtlijn. Het handigste zal zijn om niet in dit gebied een WKO te plaatsen, om zeker te zijn van het voorkomen van conflicten. Mocht het nodig zijn, dan is het belangrijk om rekening te houden met de regels die komen kijken bij deze richtlijn.

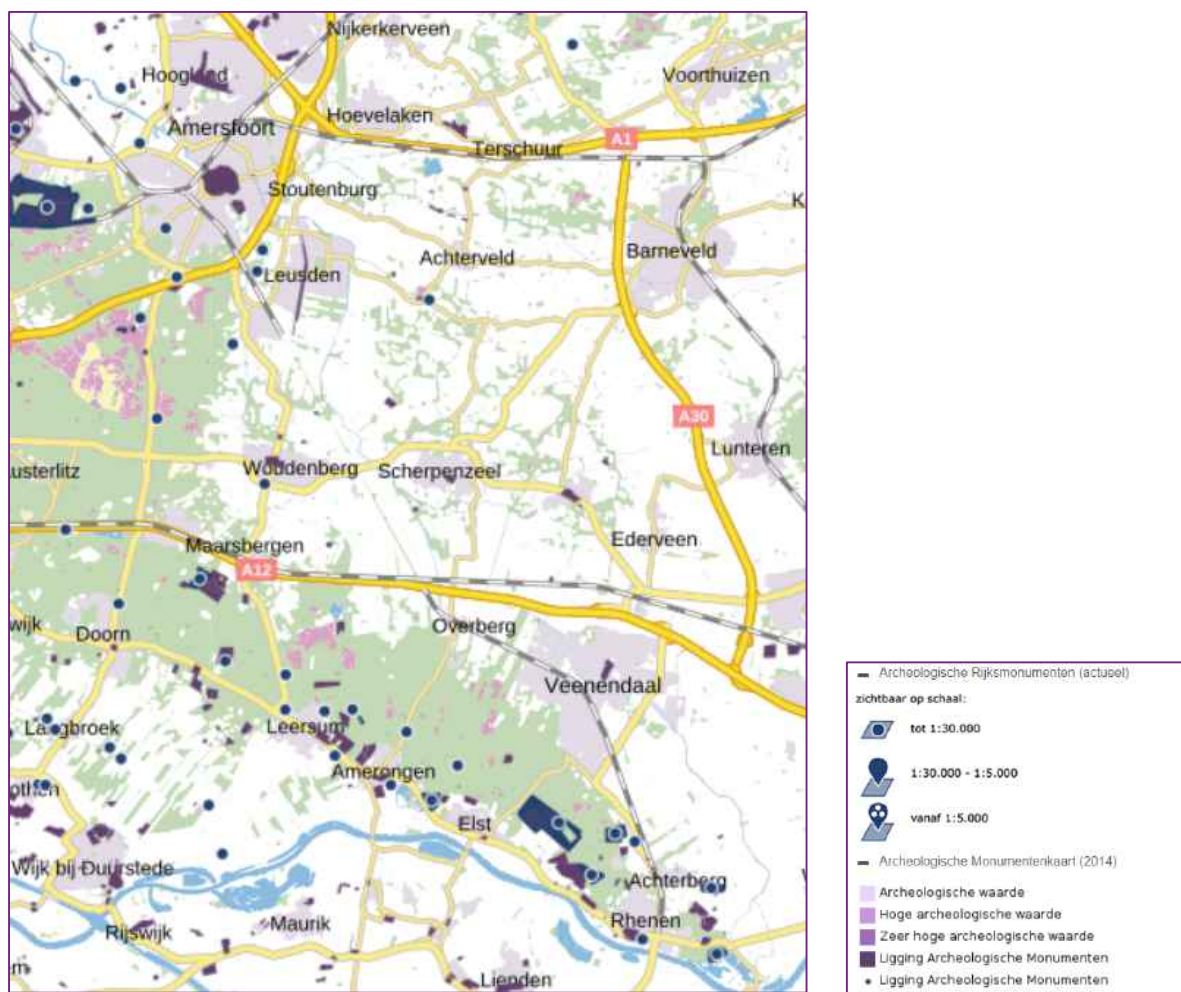
Archeologie en andere aardkundige waarden

Rond het Valleikanaal zijn verschillende gebieden met een (zeer) hoge archeologische waarde. Voor deze gebieden geldt dat er rekening moet worden gehouden met de plaatsing van de WKO en de archeologische gebieden, zie figuur 5.

SYNTRAAL

Kenmerk

R002-1323088SCB-V02-avd-NL



Figuur 5: Kaart van gebieden rond het Valleikanaal. Met de rode cijfers wordt aangegeven naar welke gebieden is gekeken. De paarse markeringen geven de gebieden weer met een archeologische waarde. (De kaart Archeologie in Nederland via www.cultureelerfgoed.nl)

Tabel 2: Overzicht van de gebieden gelegen langs het Valleikanaal waarbij is aangegeven of er wel of niet een gebied van archeologische waarde zich bij deze plaats bevindt.

Plaats	Wel/ geen gebied van archeologische waarde
Amersfoort	Wel
Leusden	Wel
Woudenberg	Wel
Scherpenzeel	Wel
Renswoude	Wel
Veenendaal	Wel
Rhenen	Wel

Uit de tabel blijkt dat bij alle gebieden rekening moet worden gehouden met gebieden van archeologische waarde. Dit betekent niet meteen dat er geen WKO kan worden geplaatst, maar wel dat het belangrijk is om met de plaatsing rekening te houden dat deze gebieden aanwezig zijn. De beslissende factor hierbij is of een WKO-systeem in de freatische laag, oftewel de bovenste grondwaterlaag, wordt geplaatst. Indien dit het geval is, kan het systeem effect hebben op het grondwater in deze laag en daarmee ook op de elementen van archeologische waarde die zich in deze relatief ondiepe laag bevinden in de gekenmerkte gebieden. Op grotere diepte, in een afgesloten watervoerende laag, zal er echter weinig tot geen invloed zijn van de WKO op de archeologische voorwerpen van waarde die zich dichterbij het oppervlak bevinden.

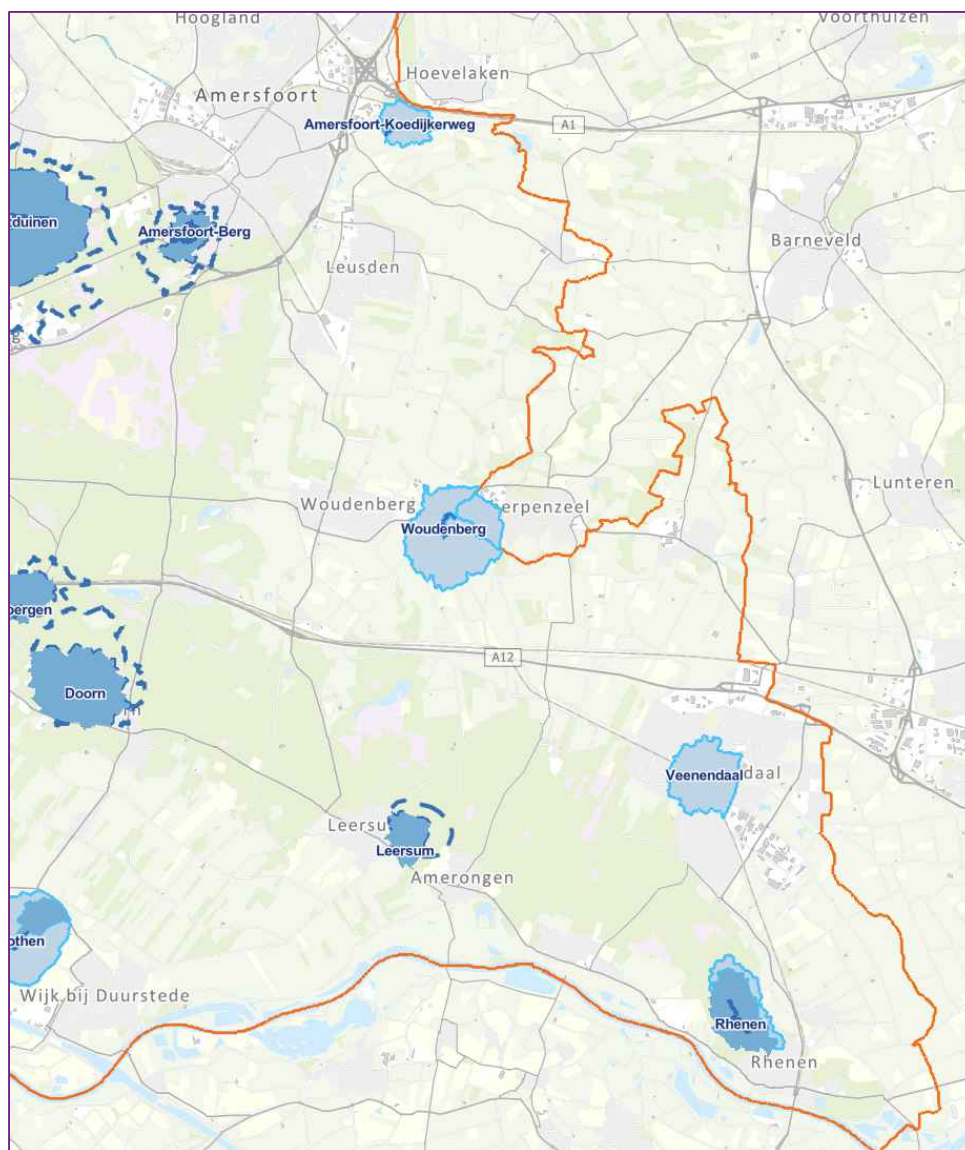
Drinkwaterwinning en boringsvrije zones

Via de Atlas Provincie Utrecht is gekeken naar de aanwezigheid van grondwaterbeschermings-gebieden. In figuur 6 is te zien voor welke gebieden een grondwaterbescherming geldt.

SYNTRAAAL

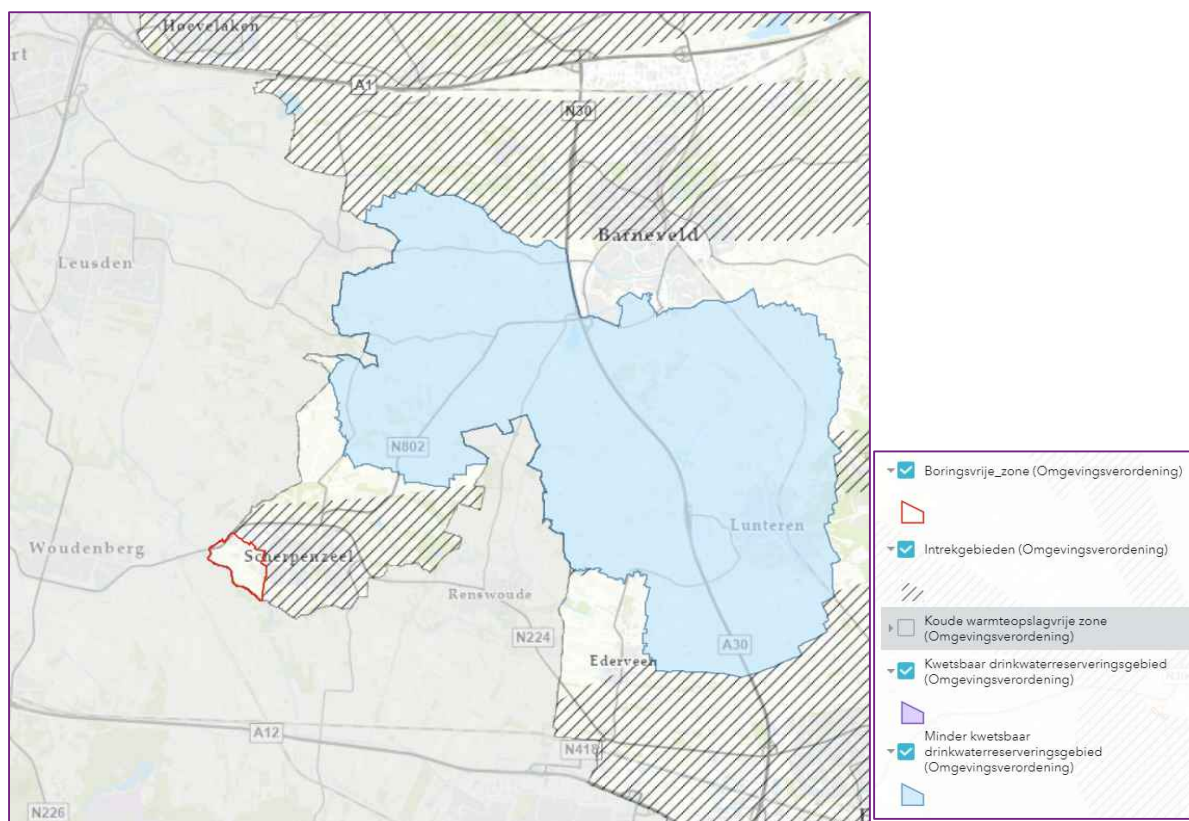
Kenmerk

R002-1323088SCB-V02-avd-NL



Figuur 6: Provincie Utrecht grondwaterbeschermingsgebieden (via: [https://gis.provincie-utrecht.nl/Geocortex/WebViewer/?app=e691e7d6b6d348b1a331dd5d298ac85c&workflow=cea17dd7-c4c8-4359-b64d-7e063584495c&workflowParams={"ids":\["236,234,235,229,225\]}"\)](https://gis.provincie-utrecht.nl/Geocortex/WebViewer/?app=e691e7d6b6d348b1a331dd5d298ac85c&workflow=cea17dd7-c4c8-4359-b64d-7e063584495c&workflowParams={))

Omdat Scherpenzeel in de provincie Gelderland ligt, is hiervoor ook de drinkwaterbeschermings-gebieden kaart geraadpleegd. In figuur 7 is te zien wat het resultaat is van deze kaart.



Figuur 7: Drinkwaterbeschermingsgebieden Provincie Gelderland (via: <https://geoportaal.gelderland.nl/portal/apps/webappviewer/index.html?id=725aa52a8cdf4d7e82075b47b564b0eb>)

Plaats	Wel / geen drinkwater beschermingsgebied	Zo ja, welke?
Amersfoort	Nee	
Leusden	Nee	
Woudenberg	Ja	Boringsvrije zone, Grondwaterbeschermingszone / waterwinninggebied
Scherpenzeel	Ja	Boringsvrije zone, Intrekgebieden en verder op drinkwaterreserveringsgebied
Renswoude	Nee	
Veenendaal	Ja	Boringsvrije zone, grondwaterbeschermingszone/ boringsvrije zone
Rhenen	Ja	Boringsvrije zone, grondwaterbeschermingsgebied, waterwingebied

Tabel 4: Overzicht regelgeving afhankelijk van type beschermingsgebied

Regel	
Boringsvrije zone	De boringsvrije zones liggen als een schil rondom een waterwingebied. Winningen die beschermd zijn door een boring vrije zone hebben in de ondergrond één of meerdere aaneengesloten slecht doordringbare (klei)lagen, waaronder het grondwater wordt onttrokken. Het grondwater wordt daardoor minder direct vanaf het maaiveld beïnvloed door verontreinigingen. Dit maakt deze winningen minder kwetsbaar.
Grondwaterbeschermingsgebied	Deze gebieden liggen als een schil om de waterwingebieden. Winningen die beschermd worden door een grondwaterbeschermingsgebied zijn vaak relatief ondiepe winningen met weinig tot geen beschermende kleilagen in de ondergrond om het grondwater te beschermen. Het grondwater kan daardoor direct vanaf het maaiveld worden beïnvloed. Hierdoor gelden extra regels en zijn sommige activiteiten verboden zoals bodemenergie.
Grondwaterbeschermingszone	Drinkwaterwinningen worden beschermd door grondwaterbeschermingszones. De volgende grondwaterbeschermingszones zijn er: waterwingebieden, grondwaterbeschermingsgebieden, boring vrije zones, 100-jaarsaandachtsgebieden, beschermingszones oppervlaktewinning en matig kwetsbare en kwetsbare grondwatervoorraad.
Waterwingebied	Alle drinkwaterwinningen hebben een waterwingebied. Binnen het waterwingebied staan de winputten. In een waterwingebied is in principe niets toegestaan dat geen relatie heeft tot drinkwaterwinning.
Intrekgebieden	Dit is het hele gebied waar het grondwater vandaan komt dat naar de putten van het waterbedrijf stroomt. In dit gebied zijn er geen specifieke regels, maar het is belangrijk om hier bewust om te gaan met stoffen die het grondwater kunnen vervuilen.

In Veenendaal, Woudenberg, Scherpenzeel en Rhenen zijn grondwaterbeschermingszones. Hier kan dus geen WKO worden geplaatst in die zones. Daarom is op deze locaties een koppeling tussen de TEO-installatie en een WKO lastig. In Amersfoort, Leusden en Renswoude zijn geen beperkingen door grondwaterbeschermingszones.

De beschermingszones zijn echter vaak geplaatst in landelijke gebieden. De WKO's zouden in geval bij een warmtenet echter het liefst worden geplaatst centraal in de wijk. Om die reden geven de aanwezigheid van deze gebieden geen praktisch beperking voor de toepassing van aquathermie in deze gebieden.

Andere WKO-systemen, gesloten bodemenergiesystemen en grondwateronttrekkingen

Rond het Valleikanaal zijn grondwateronttrekkingen open bodemenergiesystemen en gesloten bodemenergiesystemen aanwezig. In of in de omgeving van alle locaties zijn deze systemen aanwezig. Het is daarom belangrijk om bij de precieze plaatsing van de WKO-rekening te houden met de al bestaande systemen.

Conclusie

De keuze voor de mogelijkheid en de locatie van de WKO worden sterk beïnvloed door de restricties van grondwaterbeschermingszones in de omgeving. Ook de archeologie kan mogelijk een beperkende factor zijn. Daarom is het belangrijk om bij de plaatsing van de WKO te kijken naar deze restrictiegebieden en buiten deze gebieden de WKO te plaatsen. De plaatsing van de WKO is ook afhankelijk van het gebied dat wordt aangesloten op de WKO. Mogelijk kan de match tussen het gebied en de beschikbare locatie lastig zijn vanwege de restricties. In elk geval is het raadzaam om de restricties in gedachten te houden bij de selecteren van de WKO-locaties.

Capaciteitsmogelijkheden

Het systeemconcept is zo berekend dat er maximale capaciteit in de WKO kan worden opgeslagen. Dit is berekend aan de hand van de NVOE-richtlijnen. Er zijn twee situaties doorgerekend. De situaties betreffen het eerste en tweede watervoerende pakket. De volgende uitgangspunten zijn gebruikt:

- Temperatuurverschil tussen de warme en koude bron: 6°K
- Vollasturen opladen: 2.000 uur/jaar
- Thermisch rendement: 90%
- Verstoppingssnelheid: 0,1 J/kh/ g
- Membraanfilterindex (MFI): 2,0 J/kg/k
- Bronafstand: 2,5 maal de thermische straal

WKO ontwerp

De dimensionering van de WKO is grotendeels gebaseerd op de laagdikte van de watervoerende pakketten. In is weergegeven wat de dimensionering en capaciteit is van het watervoerende pakket.

Tabel 5: Dimensionering en capaciteit 1e WVP

	Amersfoort en Leusden	Overige gemeenten
Variant	1 ^e WVP	1 ^e WVP
k-waarde [m/dag]	55	55
Filterlengte [m]	68	46
Diameter boorgat [m]	0,6	0,9
Brondebiet [m ³ /uur]	250	250
Maximaal vermogen per bron [kW]	1.742	1.742
Thermische energie [GJ]	11.263	11.263
Thermische straal [m]	73	90

SYNTRAAL

Kenmerk

R002-1323088SCB-V02-avd-NL

Het verschil in vermogen en thermische energie per locatie is gelijk door de dimensionering op het maximaal toegestane vermogen per bron. Bij het bepalen van de capaciteit is berekend wat de dimensies van de filterstelling moeten zijn (filterlengte, diameter boorgat), om de maximaal vergunbare WKO-capaciteit te kunnen halen.

Uit de berekeningen van de NVOE-richtlijnen volgt dat bij een dikkere diameter en kleinere filterlengte, de thermische straal ook groter is. Het eerste watervoerende pakket bij Amersfoort en Leusden is groter dan het eerste watervoerende pakket bij de rest. Hierdoor is de diameter en de thermische straal kleiner bij Amersfoort en Leusden en moet de afstand tussen de boringen kleiner zijn dan bij de rest. Tussen de boringen van de doubletten moet een afstand van 2,5 maal de thermische straal worden gehouden. Bij Amersfoort en Leusden is de boring dieper, waardoor deze duurder zal zijn dan bij de rest.

Conclusie

Rond het Valleikanaal is in de bodem voldoende capaciteit aanwezig om een WKO te plaatsen. Wel zijn in veel van de plaatsen drinkwaterbeschermingszones. Hierdoor dient en met de plaatsing van de WKO-rekening gehouden te worden.