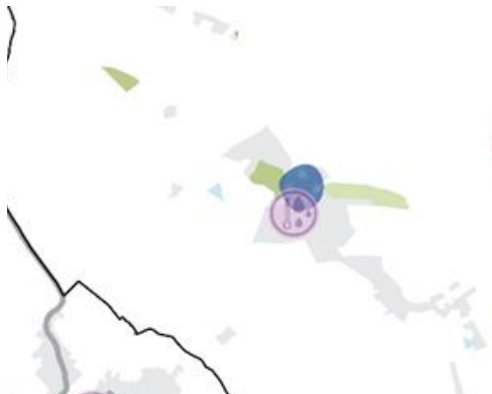
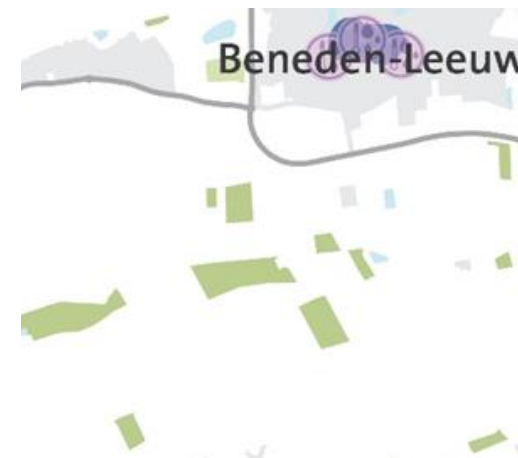
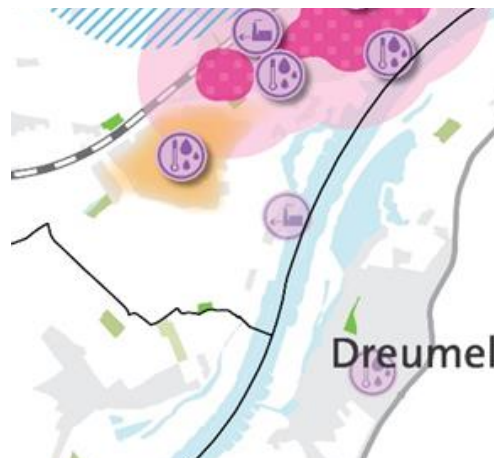




West Maas & Waal hoofdrapport 7 haalbaarheidsstudies

Quickscan naar de haalbaarheid van thermische energie uit oppervlakte water voor 7 woonkernen in West Maas en Waal



HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

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

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

Titel document: ***Hoofdrapport quickscan naar de haalbaarheid van thermische energie uit oppervlakte water voor 7 woonkernen in West Maas en Waal***

Referentie

Status: Definitief
Projectnaam: Quickscans West Maas en Waal
Datum: 22-6-2021
Projectnummer: BH8566
Auteur(s): Eva Herrewijnen, Anja Boekenogen, Sander Fransen

Gecontroleerd door: Sander Fransen

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

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

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

Inhoudsopgave

1	Introductie	2	6.3	Vergelijking organisatie	18
1.1	Afbakening van het onderzoek	2	7	Conclusie, aandachtspunten en vervolgstappen	20
1.2	Aanpak en leeswijzer	3	7.1	Algemene conclusie	20
1.3	Samenvatting	4	7.2	Algemene aandachtspunten	20
2	Stap 1: Methode en uitgangspunten warmtevraag	5	7.3	Conclusie en aandachtspunten Aquathermie	21
2.1	Vollooppercentage	5	7.4	Conclusie en aandachtspunten hybride warmtepompen	21
2.2	Isolatiemaatregelen	5	7.5	Conclusie en aandachtspunten all-electric	22
2.3	De warmtevraag	6	7.6	Vervolgstappen	22
2.4	Koeling vanuit aquathermiesysteem	6	A1	Bijlage 1: voorwaarden en aannames waaronder deze studie is uitgevoerd	
2.5	Huidige infrastructuur	6	A2	Bijlage 2: Tabellen met gebruikte getallen	
3	Stap 2: Warmtebronnen en bronpotentie	7	A3	Bijlage 3: RWS TEO viewer screenshots	
3.1	Een introductie op all electric en hybride verwarmen	7		Bijlage 4: Infographics (los document)	
3.2	Een introductie op aquathermie	7			
3.3	Aquathermiepotentie van de Waal	7			
3.4	Aquathermiepotentie van de Maas	8			
3.5	Aquathermiepotentie voor Altforst: De Gouden Ham	8			
3.6	Eerste inzicht in de haalbaarheid van aquathermie	9			
3.7	Eerste reactie Rijkswaterstaat - aandachtspunten	10			
3.8	Conclusie bronpotentie Maas, Waal en De Gouden Ham	11			
4	Stap 3: Schetsontwerp warmtenet	12			
5	Stap 4: Uitwerken buisinesscase per configuratie	13			
5.1	Toelichting CO ₂ -berekeningen	13			
5.2	Toelichting financiële analyse	14			
6	Vergelijking tussen de studies	17			
6.1	Vergelijking Aquathermie	17			
6.2	Vergelijking individuele oplossingen	17			

1 Introductie

Nederland stapt de komende decennia voor het verwarmen van de gebouwde omgeving langzaam van het aardgas af. Op nationaal niveau is de afspraak gemaakt om geen huizen meer te verwarmen met aardgas vanaf 2050. Samen met bewoners, bedrijven, buurgemeenten en de provincie Gelderland staan alle gemeentes, waaronder de gemeente West Maas en Waal dan ook voor de taak om de gebouwde omgeving te verduurzamen en op een duurzame manier te verwarmen.

Waarom aardgasvrij? Bij de verbranding van niet hernieuwbare energiebronnen, zoals kolen, olie en aardgas komen broeikasgassen vrij. Hoewel deze gassen van nature voorkomen en zorgen voor een leefbaar klimaat op aarde, is de hoeveelheid broeikasgassen in de atmosfeer in de laatste eeuw sterk toegenomen. Dit wordt mede veroorzaakt door menselijke activiteiten zoals, transport, industrie, én het verwarmen van de gebouwde omgeving. De energie die nodig is voor deze activiteiten wordt op dit moment voornamelijk uit niet-hernieuwbare energiebronnen gehaald. Door dit versterkte broeikasgas effect warmt de aarde op met klimaatverandering tot gevolg. Daar komt bij dat we in Nederland voor een groot deel afhankelijk zijn van gas uit de Groningse bodem. Echter, omdat de gaswinning in Groningen aardbevingen veroorzaakt, wil Nederland in 2022 geen gebruik meer maken van Gronings gas.

Op dit moment worden nog bijna alle huizen in West Maas en Waal verwarmd door middel van aardgas. Om van aardgas af te kunnen gaan, zijn duurzame warmtebronnen, technologieën en (financieel aantrekkelijke) initiatieven nodig. De gemeente onderzoekt daarom de mogelijkheden voor duurzame warmteoplossingen.

Eén van de mogelijke oplossingen voor de gemeente West Maas en Waal betreft thermische energie uit oppervlaktewater (TEO). Thermische energie uit oppervlaktewater is een techniek die gebruik maakt van oppervlaktewater uit nabijgelegen waterlichamen als warmtebron. Omdat West Maas en Waal aan zowel de Maas als de Waal ligt, lijkt dit een potentieel interessante techniek.

Daarom heeft de gemeente eerder al onderzoek laten doen naar de potentie van TEO voor de kern Beneden-Leeuwen. De huidige resultaten laten zien dat er voldoende aquathermiepotentie aanwezig is, maar dat het systeem vooral financieel uitdagend is.

Tevens is naar aanleiding van deze Quickscan een verdiepende Quickscan uitgevoerd naar dezelfde haalbaarheid voor een kleiner deel van Beneden-Leeuwen.

Om ook de potentie van TEO voor de andere kernen van West Maas en Waal te verkennen, heeft de gemeente dit onderzoek uitgevraagd aan Royal HaskoningDHV.

1.1 Afbakening van het onderzoek

In dit onderzoek is voor alle woonkernen van de gemeente West Maas en Waal gekeken naar de haalbaarheid voor TEO. Het gaat hier om de volgende 7 kernen: Wamel, Dreumel, Maasbommel, Alphen, Appeltern, Altforst en Boven-Leeuwen. Dit rapport laat de uitkomsten zien van het onderzoek.

Om inzicht te krijgen in de potentie van TEO voor de zeven kernen van West Maas en Waal, staat de volgende vraag centraal:

“Is het realiseren van een collectief warmtesysteem met aquathermie voor de kern kansrijk en is verder onderzoek zinvol?”

In dit onderzoek wordt met kansrijk ‘financiële en technische’ haalbaarheid bedoelt. Om deze vraag te beantwoorden, onderzoeken wij drie variëte. De resultaten van deze drie scenario’s geven inzicht in de verschillen en (financiële) haalbaarheid per kern.

1. All-electric oplossing waarbij in alle gebouwen een individuele warmtepomp wordt toegepast.

In het geval een collectieve oplossing niet mogelijk blijkt (TEO of een andere techniek), zullen individuele warmtepompen uitkomst kunnen bieden om van aardgas af te kunnen.

2. Hybride warmteoplossing waarbij alle gebouwen naast een gasketel ook een elektrische warmtepomp krijgen.

Bij deze variant kan aardgas worden bespaard op de momenten dat een elektrische warmtepomp de warmte kan leveren. Op individueel niveau is hiervoor een extra warmtepomp nodig, maar er hoeven geen verdere aanpassingen gedaan te worden qua isolatie, afgiftesystemen, netverzwaring etc.

3. Een collectief warmtesysteem op basis van thermische energie uit oppervlaktewater.

Dit is het voorgestelde scenario, waarbij thermische energie uit de waterlichamen rondom West Maas en Waal als warmtebronnen dienen en zo middels warmtenetten de kern verwarmen. Om de potentie uit te rekenen moeten de volgende stappen worden doorlopen: berekenen warmtevraag (1), berekenen potentie warmtebron (2), ontwerpen warmtenet (3) en het uitwerken van de business case (4).

1.2 Aanpak en leeswijzer

Om de hoofdvraag te beantwoorden is per studiegebied een aanpak van 4 stappen gebruikt. Onderstaande stappen zijn in aparte hoofdstukken beschreven.

Hoofdstuk 1: Inleiding

Dit hoofdstuk omschrijft de aanleiding en scope van het onderzoek

Hoofdstuk 2: Stap 1: Methode en uitgangspunten warmtevraag

Dit hoofdstuk omvat het uitrekenen van de warmtevraag van de kern

Hoofdstuk 3: Stap 2: Warmtebronnen en bron potentie

Dit hoofdstuk omvat het uitrekenen van de bron potentie en configuratie in kaart

Hoofdstuk 4: Stap 3: Schets ontwerp warmtenet

Dit hoofdstuk omvat van elk studiegebied een eerste schets voor een collectief systeem.

Hoofdstuk 5: Stap 4: Uitwerken businesscase per configuratie

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de businesscases per kern gepresenteerd

Hoofdstuk 6: Vergelijking tussen de studies

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de 8 studies uitgelicht en met elkaar vergeleken.

Hoofdstuk 7: Conclusies, aandachtspunten en vervolgstappen

In dit hoofdstuk worden de algemene conclusies en aandachtspunten uit de resultaten benoemd en wordt gekeken naar mogelijke vervolgstappen.

1.3 Samenvatting

De gemeente West Maas en Waal wordt omringd door grote rivieren. Het is daarom ook een logische vraag of er ook warmte gewonnen kan worden uit deze waterwegen. Het winnen van warmte uit rivieren wordt ook wel thermische energie uit oppervlakte water, kortweg TEO, genoemd. Je zou de rivier hierbij als grote zonnecollector kunnen zien. Of TEO inderdaad een interessante warmtebron voor de kernen in West Maas en Waal is. In deze studie zijn aquathermie, een hybride systeem en een all-electric systeem bekeken voor de woonkernen:

- Alphen
- Appeltern
- Boven-Leeuwen
- Dreumel
- Maasbommel &
- Wamel

Allereerst is de aquathermiepotentie onderzocht. Deze is groot. De rivieren vervoeren veel water (hoge debieten) waardoor er jaarrond warmte wordt aangevoerd. Zeer hoge of lage waterstanden dienen wel mee te worden genomen in een gedetailleerder ontwerp van de aquathermie installatie. Rijkswaterstaat (RWS) is als beheerder bevoegd gezag voor het verlenen van vergunningen in de Maas en de Waal. RWS staat positief tegenover aquathermie, maar benadrukt wel dat waterveiligheid, ecologie en scheepvaart altijd in de afweging moeten worden meegenomen. Aangezien aquathermie koude-lozingsregels nog in ontwikkeling zijn valt hierover nog niet een volledig oordeel te geven. In tegenstelling tot de meeste kernen ligt Altforst niet aan de hoofdwaterweg. De aquathermiepotentie is hier twijfelachtig. Bij enkele gebieden liggen er uiterwaarden tussen de woonkern en de waterweg, dit is ook een aandachtspunt.

Naast de aquathermiepotentie is ook de aquathermie businesscase voor alle kernen beoordeeld. De **financiële haalbaarheid vormt hierbij wel een (grote) uitdaging**. Voor een gezonde business case is er SDE subsidie nodig. Naast deze subsidie, is een ontwikkelaar vereist die:

- Een lage projectwinst accepteert; en/of
- Een lage rente op geleend kapitaal kan verkrijgen; en/of
- Een aanvullende subsidie ontvangt; en/of
- Een aansluitbijdrage van de aan te sluiten gebouwen ontvangt.

Eerst zal moeten worden afgewogen of het realistisch is dat aan (een aantal van) deze vereisten kan worden voldaan binnen de specifieke context van de voorgestelde scenario's. Alleen dan is nader onderzoek zinvol.

Andere collectieve warmtebronnen lijken niet voorhanden. De individuele alternatieven zoals een all electric optie of een hybride systeem zijn in deze studie ook opgenomen. Het all electric systeem lijkt financieel onaantrekkelijker maar valt nog binnen de onzekerheid van de collectieve scenario's. Een hybride systeem is financieel en organisatorisch makkelijker te realiseren, maar er blijft nog aardgas nodig. Op termijn zou dit echter verduurzaam kunnen worden door de inzet van groen gas.

2 Stap 1: Methode en uitgangspunten warmtevraag

Dit hoofdstuk beschrijft de eerste stap voor het in beeld brengen van de potentie van TEO (scenario 1); het uitrekenen van de warmtevraag van de 8 kernen van West Maas en Waal. De warmtevraag is per studiegebied berekend met het Smart Energy Transition Platform (SETuP). Dit is het dataportaal voor de energietransitie van Royal HaskoningDHV. Uit SETuP is de berekende warmtevraag gemodelleerd en ter controle vergeleken met het gasverbruik uit 2018 (CBS). Belangrijke informatie die uit SETuP komt is onder andere:

- Het aantal panden per kern;
- De energielabels van de panden;
- De warmtevraag van het gebied (deze informatie is aangevuld met lokale kennis).

Verder worden een aantal uitgangspunten en aannames gehanteerd met betrekking tot het volloppercentage, isolatiemaatregelen en de warmtevraag. Die worden in dit hoofdstuk verder uitgelegd.

2.1 Vollooppercentage

In de berekeningen van deze studie gaan we ervanuit dat alle huizen worden aangesloten op het warmtenet; er is dus gerekend met een volloop percentage van 100%. Dit vollop percentage is gekozen op basis van de nieuwe warmtewet. Met de nieuwe warmtewet moeten woningeigenaren participeren in een warmtenet onder de 'ja, tenzij' voorwaarde. Tenzij een woningeigenaar zelf kan aantonen dat de woning op eigen initiatief aardgasloos gemaakt kan worden, moet worden meegedaan aan een collectief warmtenet. In de praktijk zal het daarom voorkomen dat het volloppercentage van 100% niet gehaald wordt. Sommige woningeigenaren zullen bijvoorbeeld een 'all electric' optie kiezen. Aangezien 'all electric' in deze studie een alternatief scenario is (scenario 3), is er, voor de onderlinge vergelijkbaarheid, voor gekozen om (ook) voor het TEO-scenario te rekenen met een volloppercentage van 100%.

2.2 Isolatiemaatregelen

Gezien een deel van de corporatiewoningen recent is gerenoveerd, zal met de nieuwe schillabels de warmtevraag afnemen. Voor de overige (slechter geïsoleerde particuliere) woningen zijn afhankelijk van het scenario isolatiekosten meegenomen

in de businesscase. Een overzicht van de isolatiemaatregelen en de daarbij berekende lagere warmtevraag is te vinden in de tabel hieronder.

Scenario	Meegenomen isolatie
1. TEO + WKO	Schillabel verbetering huurwoningen
	Overige panden naar label D (kosten in de businesscase meegenomen)
2. Hybride	Schillabel verbetering huurwoningen
	Overige panden naar label D (kosten in de businesscase meegenomen)
3. All electric	Schillabel verbetering huurwoningen
	Overige panden naar label B/A (kosten in de businesscase meegenomen)

Tabel 1: Isolatiemaatregelen

In de businesscases zijn de volgende isolatiemaatregelen meegenomen bij scenario 'all-electric' :

- Voor elk pand vervanging van radiatoren (€4000)
- Voor de panden die nog niet label B/A hebben:
- Spouwmuur isolatie (€1500)
- Dak-isolatie (€3000)
- HR++ glas (€7000)

Voor de overige scenario's zijn voor de panden met label E,F en G hebben (44% van het totaal) meegenomen:

- Spouwmuur isolatie
- Dak-isolatie
- HR++ glas

Aangezien er uitgegaan is van minder goede isolatie (naar label D in plaats van label B) is er gerekend met 90% van de kosten zoals genoemd bij het 'all-electric' scenario.

2.3 De warmtevraag

De gebruikte warmtevraag in de studies is berekend op basis van het Smart Energy transition platform van RHDHV. De warmtevraag is aangepast op basis van aannames over isolatie (zie vorige paragraaf). Als uit deze studie een haalbare businesscase volgt, is het nauwkeuriger in kaart brengen van de isolatiemaatregelen een aandachtspunt om verder te verdiepen.

De gemeten besparing is vaak lager dan de theoretische besparing. Dit kan verklaard worden doordat men vanwege betere isolatie ook de verwarming vaak een graadje hoger zet. Er is daarom gerekend met gemeten besparingspercentages, deze zijn te raadplegen via: <https://www.cbs.nl/nl-nl/achtergrond/2018/14/energieverbruik-van-particuliere-huishoudens>.

Tabel 2: Warmtevraag kernen

Kern	Toekomstige warmtevraag in GJ/jaar
Alphen	25.691
Altforst	7.246
Appeltern	11.483
Boven-Leeuwen	32.128
Dreumel	46.968
Maasbommel	18.802
Wamel	50.700

2.4 Koeling vanuit aquathermiesysteem

Een aquathermiesysteem kan ook voor koeling zorgen. Dit geeft extra comfort in de woningen. In de business case is deze koeling niet meegenomen. In het volgende hoofdstuk wordt een MT/HT net systeemontwerp geschetst. Deze systeem configuratie leent zich niet voor koeling. In het geval er ook koeling door het net wordt aangeboden, betekent dit dat elke woning afzonderlijk een systeem moet installeren voor de tapwater voorziening in de zomer.

Met de meegenomen woningverbeteringen zullen de meeste huizen in de toekomst comfortabel warm kunnen worden met minimaal middentemperatuurwarmte (50-70°C).

2.5 Huidige infrastructuur

Naast de huidige warmtevraag is ook de huidige infrastructuur van belang en (deels) meegenomen in de studies. Hiervoor is de buurt-analyse-tool van netbeheerder Alliander geraadpleegd. Uit deze tool zijn de kosten die nodig zijn voor netverzwaring in het scenario all-electric verkregen om mee te nemen in de financiële doorrekening. Naast deze kosten zijn er ook gegevens over de huidige staat van de netten via de tool te achterhalen. Zonder alle informatie uit de tool volledig over te nemen, de belangrijkste inzichten:

- De (financiële) afschrijvingsgraad van het huidige gasnet is relatief hoog. Uit de tool blijkt een afschrijving van 75 – 80%
- Gasnet of gasaansluitingen die worden gekarakteriseerd als zeer oud: ca. 50 – 60%
- In alle studiegebieden is ca. 30%-35% van het elektriciteitsnet gereed om de extra elektriciteitsvraag t.b.v. elektrisch te verwarmen te voorzien.
- Een deel van de gasleidingen is grondroeringsgevoelig.

De gemeente heeft toegang tot de buurt-analyse-tool van Alliander waarin de precieze data kan worden geraadpleegd.

3 Stap 2: Warmtebronnen en bronpotentie

Dit hoofdstuk omschrijft de warmtebronnen en de potentie van aquathermie voor de Maas, Waal en de Gouden Ham. Op basis van een bronpotentie scan brengen we lokaal de potentie van aquathermie in kaart. We kijken hiervoor onder andere naar:

- De beschikbaarheid van de bron;
- Het vermogen van de bron;
- De temperatuur van de bron.

3.1 Een introductie op all electric en hybride verwarmen

‘All electric’ en hybride verwarmen zijn zogenaamde individuele oplossingen. Dat wil zegen dat de oplossing per pand gerealiseerd kan worden zonder dat daarvoor een collectieve organisatie (lees warmtenet) nodig is.

Hybride warmtepompen

Bij een hybride oplossing wordt er, naast de huidige gasketel, een elektrische warmtepomp geplaatst. De warmtepomp, het elektrische deel van dit systeem, haalt via een compressor warmte uit de buitenlucht. Dit proces is omgekeerd aan het proces dat een koelkast gebruikt om te koelen. Het grootste deel van het jaar kan de warmtevraag (tapwater en ruimteverwarming) door de warmtepomp worden voorzien. In de koudste maanden is de gasketel nodig om bij te stoken om de woning voldoende warm te krijgen. Het grote voordeel van de hybride variant is dat woningaanpassingen niet noodzakelijk zijn. Er geldt wel dat bij een beter geïsoleerde woning een groter aandeel van de warmte door de warmtepomp geleverd kan worden. Daarnaast is het voordelig dat er vrijwel geen aanpassingen aan het energienet nodig zijn. De elektriciteitsvraag blijft beperkt waardoor het huidige net afdoende is. Aardgas kan op termijn mogelijk worden vervangen door groengas of waterstof. Wel lijkt de beschikbaarheid van deze ‘hernieuwbare gassen’ in de toekomst beperkt.

All electric

Bij het ‘all electric’ systeem wordt de volledige warmtevraag ingevuld met een elektrische warmtepomp. Dit behoeft ruimte in de woning, en een deel van het systeem wordt aan de buitenkant van de woning geplaatst. De gas-aansluiting kan worden verwijderd. Met deze techniek wordt grofweg 1 deel elektriciteit omgezet in 3 delen warmte (deze efficiëntie wordt ook wel coëfficiënt of performance of COP genoemd). Om verwarmd te kunnen worden met een warmtepomp moet de woning

voldoende geïsoleerd zijn (label B). Daarnaast moeten de radiatoren (afgiftesystemen) in veel gevallen worden vervangen door varianten die voldoende warmte afgeven op een lagere temperatuur (zoals vloerverwarming). Anders dan bij een hybridesysteem is de elektriciteitsvraag vaak zo hoog dat als de hele buurt overstap het elektriciteitsnet verzaamd dient te worden. Kosten hiervoor zijn meegenomen in de berekeningen. Deze worden in het volgende hoofdstuk verder toegelicht.

3.2 Een introductie op aquathermie

Aquathermie is een techniek voor het verwarmen en koelen van gebouwen waarbij gebruik wordt gemaakt van warmte en koude uit oppervlaktewater (TEO), afvalwater (TEA) of drinkwater (TED). Vaak wordt deze technologie toegepast in combinatie met een warmte-koude opslagsysteem (WKO) om de warmte uit de zomer te benutten in de winter en met een elektrische warmtepomp, om de warmte nog verder op te waarden tot bruikbare niveaus. Dat kan centraal met een collectieve warmtepomp, of met een warmtepomp per gebouw. De componenten van het warmtesysteem, zoals een warmtewisselaar, warmtenetwerk en warmtepompen, zijn technologisch al ver doorontwikkeld. Grootschalige technologische innovatie wordt in dit geval dus niet verwacht. De koppeling van deze technieken in één systeem is daarentegen wel vernieuwend.

In dit onderzoek is gekeken naar de volgende waterlichamen als mogelijke warmtebronnen:

- de Waal
- de Maas
- Den Gouden Ham

3.3 Aquathermievotentie van de Waal

De Waal is voor Beneden-leeuwen, Boven-Leeuwen, Dreumel en Wamel de bron voor aquathermie. De potentie van de gedefinieerde warmtebron is geïdentificeerd op basis van een aantal kenmerken. Deze eigenschappen van de Waal staan in tabel 3.

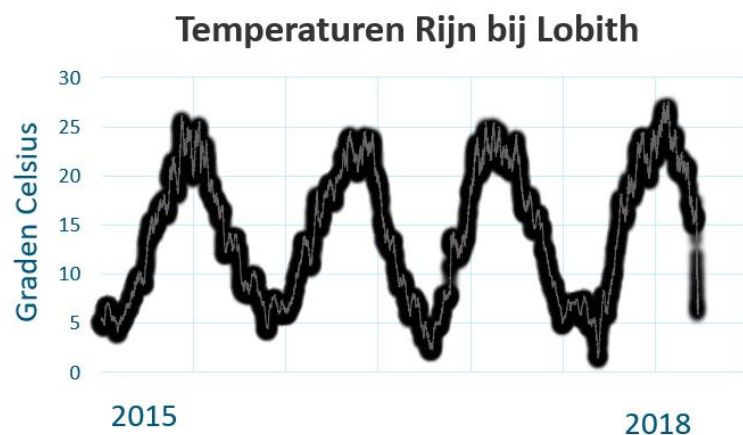
Kenmerken van de bron

De Waal is een van de grote armen van de Rijn. De potentie van deze bron kan worden geschat aan de hand van het debiet of oppervlakte van het waterlichaam,

de temperatuur van het water en een paar constante waarden. Er is geen meetpunt van Rijkswaterstaat ter plekke. Als afleiding voor de temperaturen van de Waal is daarom een bovenstrooms meetpunt van de Rijn gebruikt (Rijn bij Lobith).

Tabel 3. Kenmerken van de Waal

Kenmerken van rivier de Waal		
Diepte	Ca. 4m.	t.o.v. NAP
Breedte	Ca. 350	meter
Lengte	82000 (n.v.t)	meter
Debiet	1500	m ³ /s
Temperatuur	Zie figuur 1	Graden celcius



Figuur 1: Temperatuur van de Rijn bij Lobith als indicator van de temperatuur van de Waal

3.4 Aquathermievotentie van de Maas

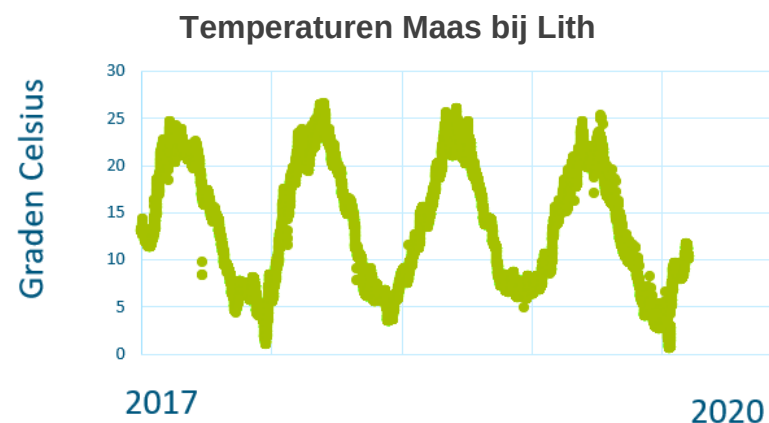
De Maas is voor Appelteren, Maasbommel en Alphen de bron voor aquathermie. De potentie van de gedefinieerde warmtebron is geïdentificeerd op basis van een aantal kenmerken. Deze eigenschappen van de Maas staan in tabel 4.

Kenmerken van de bron

De Maas komt bij Eijsden Nederland binnen, loopt langs Maastricht, Roermond en Cuijk, en mondt uit in het Hollandsch Diep. De potentie van deze bron kan worden geschat aan de hand van het debiet of oppervlakte van het waterlichaam, de temperatuur van het water en een paar constante waarden. Als referentie is het meetpunt van Rijkswaterstaat ter hoogte van Lith gebruikt.

Tabel 4. Kenmerken van de Maas

Kenmerken van rivier de Maas		
Diepte	4-5 m.	t.o.v. NAP
Breedte	Ca. 160	meter
Lengte	925000 (n.v.t)	meter
Debiet	230	m ³ /s
Temperatuur	Zie figuur 2	Graden celcius



Figuur 2 Temperatuur van de Maas bij Lith als indicator van de temperatuur van de Waal

3.5 Aquathermievotentie voor Altforst: De Gouden Ham

De Gouden Ham of het kanaal de Blauwe Wetering zijn de dichtstbijzijnde aquathermiebronnen voor Altforst. De potentie van de gedefinieerde warmtebron is

geïdentificeerd op basis van een aantal kenmerken. Deze eigenschappen van de Gouden Ham staan in tabel 5.

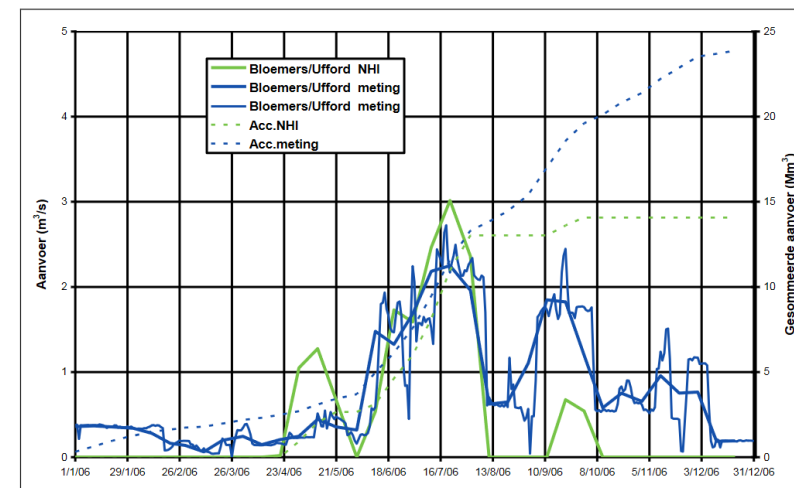
Kenmerken van de bron

De Gouden Ham ligt tussen de dorpen Appeltern en Maasbommel. De Gouden Ham is een recreatieplas in de uiterwaarden van de Maas, ontstaan door de winning van zand. Het totale gebied bestaat grotendeels uit water met een open verbinding naar de Maas. Er zijn drie schiereilanden en een natuurgebied aan de rand. Het zandstrand van De Gouden Ham is maar liefst 700 meter lang. Het dichtstbijzijnde meetpunt van Rijkswaterstaat is het meetpunt bij Lith zoals gebruikt voor de informatie van de Maas. Dit meetpunt geeft ook een eerste indicatie van de temperaturen van Den Gouden Ham.

Tabel 5: Kenmerken van de Gouden Ham

Kenmerken van de plas Gouden Ham		
Diepte	Tot 20 a 25 m	meter
Oppervlakte	Ca. 220	hectare
Debiet	Bij normale waterstanden stilstaand water	0 m ³ /s
Temperatuur	Zie figuur 2	Graden celcius

In de bij Blauwe sluis, een plaats aan de Gouden Ham, zit een sluis in de plas vanwaar water kan doorstromen naar de Blauwe Wetering. Het maximale debiet van de sluis wordt geschat op 3 m³/s. De slui(zen) staan echter vrijwel nooit volledig open. Grote delen van het jaar zal er minder water worden toegelaten. Daadwerkelijke meetgegevens ter hoogte van de Blauwe Wetering te Altforst ontbreken, maar met de beschikbare gegevens lijkt het erop dat het water in de Blauwe wetering grotendeels stilstaat.



Figuur 3: Debiet in m³ bij de blauwe sluis (inlaat voor het bemalingsgebied 114 district Bloemers/Quarles)

3.6 Eerste inzicht in de haalbaarheid van aquathermie

Naast de aquathermievorming van het water zijn er nog een paar zaken waarmee de haalbaarheid voor aquathermie op voorhand ingeschat kunnen worden. Aangezien de studiegebieden deels op elkaar lijken gelden deze voorwaarden voor alle studies. Op basis van richtlijnen van het STOWA is een eerste inzicht in de haalbaarheid van TEO voor de studiegebieden bepaald. Dat is gedaan op basis van de volgende factoren:

- De energievraag en het aanbod is minimaal 1.000 GJ (ca. 30 woningen) ✓
- Gebied geschikt voor LT/MT warmtenet (aandachtspunt: er is geen hoogbouw en de bebouwing staat ver uit elkaar. Daarnaast is een groot deel van de gebouwen niet geschikt voor lagere temperatuur verwarming) ✓
- Afnemer nabij thermische bron (binnen ca. 1km.) ✓

- Ondergrond geschikt voor WKO (Provincie werkt aan plannen om het grondwater overal te beschermen. Detail studie nodig om daadwerkelijke toepassing te toetsen.)



Niet alle woningen zijn geschikt voor een MT-net. Er zal moeten worden geïnvesteerd in na-isolatie. Daarnaast ligt niet elk studiegebied direct aan het oppervlaktewater, dit is echter wel minder dan een kilometer. De aquathermiepotentie voor Altforst vraagt om verder onderzoek, zie ook de volgende paragraaf.

3.7 Eerste reactie Rijkswaterstaat - aandachtspunten

Deze studie is in een verkennend gesprek voorgelegd aan Rijkswaterstaat. West Maas en Waal ligt op de grens van twee rayons. De twee rayon verantwoordelijken en een adviseur energietransitie van RWS waren bij het gesprek aanwezig. RWS heeft de rol van vergunningsverlener bij aquathermieprojecten in RWS wateren. Na afloop van het gesprek heeft RWS het volgende statement over aquathermie gedeeld:

“Rijkswaterstaat heeft een duurzame leefomgeving hoog in het vaandel. Als beheerder van de grote wateren in Nederland hebben we veel thermische potentie in het areaal. Rijkswaterstaat is ondertekenaar van de Green Deal Aquathermie (14 mei 2019) en staat open om initiatieven op Rijkswater actief te faciliteren binnen de randvoorwaarden van waterveiligheid, scheepvaart en ecologie.”

Naast een schriftelijke reactie heeft RWS ook toegang gegeven tot de onlangs gemaakte ‘aquathermie-viewer’, een online tool om meer inzicht te krijgen in de aquathermie potentie van RWS wateren. Screenshots uit de tool per studiegebied staan in de bijlage. Dit kan een startpunt zijn van verdieping van deze studie. Daarnaast lijken er in de studiegebieden verschillende aandachtspunten met betrekking tot de vergunning : Dijken, recreatief gebruik van het water, civiele werken nabij of natura 200 gebied.

RWS TEO-viewer

De TEO-viewer is een hulpmiddel voor aquathermie-projecten in het hoofdwatersysteem van Rijkswaterstaat. De kaart heeft twee doelen. Het geeft inzicht of de warmtevraag uit een initiatief ingevuld kan worden met warmte uit het rijkswater. De kaart laat ook zien welke functies van het water en activiteiten op of langs het water op de gewenste locatie spelen. Hiermee krijgen zowel de waterbeheerder als de initiatiefnemer een eerste indruk of een TEO-project op die plek in het rijkswater mogelijk is en welke aandachtspunten er zijn.

De applicatie is slechts informatief en kan geen uitsluitel geven over de vergunbaarheid van een project. De gebruikte, landelijke databases zijn niet altijd compleet. Hierdoor is niet op alle locaties alle gewenste informatie beschikbaar.

Om het effect van een koudelozing te bepalen, is in de meeste gevallen een emissie-immissietoets nodig, waarvoor project- en locatie specifieke parameters moeten worden ingevoerd. Bovendien is de viewer een momentopname van de situatie. Deze viewer is gebaseerd op gegevens van de laatste actualisatie in april 2021.

3.8 Conclusie bronpotentie Maas, Waal en De Gouden Ham

Een belangrijk verschil tussen de aquathermiebronnen is de afvoer (debiet) Afvoer is de term voor water dat een rivier afvoert en wordt uitgedrukt in kubieke meters per seconde. De gemiddelde afvoer van de Rijn is circa 2.200 m³/s De afvoer kan echter variëren van 600 tot 16.000 m³/s. De afvoer van de Maas is circa 200 m³/s, met een spreiding van 20 – 3.500 m³/s. Hoewel de Gouden Ham in verbinding staat met de Maas staat het water in deze plas vrijwel stil, evenals de Blauwe Wetering.

Vanwege de aanzienlijke debieten van de Maas en de Waal is de inschatting dat hier vrijwel continu warmte wordt aangevoerd. Na uitkoeling in het aquathermiesysteem kan het koudere water goed worden afgevoerd. Bij de Gouden Ham vindt er weinig stroming plaats, waardoor interferentie tussen de inlaat en de uitlaat kan ontstaan. Daarnaast wordt er weinig warmte aangeleverd. Hierdoor is de Gouden Ham minder kansrijk voor het gebruik van aquathermie. Hetzelfde geldt in een hogere mate voor de Blauwe Wetering. Het wateroppervlakte en -volume van de Blauwe Wetering is klein, waardoor de kans ontstaat dat dit water rondom de aquathermie-installatie sneller zal afkoelen.

4 Stap 3: Schetsontwerp warmtenet

Op basis van de kenmerken is voor elk studiegebied een eerste schets voor een collectief systeem gemaakt. Bij het all electric- en hybridescenario's vinden alle aanpassingen op óf aan de woning plaats.

Het beoogde systeem bestaat uit 1) een aquathermische bron (de Waal, Maas of Blauwe wetering/Gouden Ham), 2) een WKO-systeem, 3) een elektrische warmtepomp, 4) een leidingnetwerk en 5) back-up gasketels. Het leidingnetwerk bestaat uit een transportnetwerk, een distributienetwerk aansluitleidingen en verdeelstations. Per configuratie dimensioneren wij een warmtenet in onze tooling. Bij deze dimensionering wordt inzichtelijk waar de verschillende leidingen kunnen komen te liggen. Aan de hand van deze dimensionering rekenen wij de businesscase door.

Bij de technische lay-out worden de volgende onderdelen meegenomen waarmee wij deze studie vormgeven:

- Hoofdtransportleiding (transportnet, vaak niet van toepassing);
- Distributienet;
- Aansluitleidingen;
- Onderstations;
- Eventuele specifieke geografische kenmerken: gestuurde boring onder spoorlijn, rivier e.d.
- Warmte/koude doubletten WKO (ruimtegebrek kan aandachtspunt zijn);
- Hiervoor is de ondergrondse ruimte aangegeven op de schets

Dit resulteert in een eerste schets op basis van het stratennetwerk. Bij verder onderzoek naar dit warmtenet zal een preciezer ontwerp en dimensionering van het net nodig zijn. Deze detaillering omvat onderzoek ter plaatse naar obstakels in de ondergrond en de meest logische route van het net. Voor het netwerk is er uitgegaan van (de kosten voor de aanleg van) een distributienetwerk en aansluitleidingen (tot aan de meterkast).

Via een warmtewisselaar en een warmtepomp zal de warmte uit het water onttrokken en opgewaardeerd worden. Daarnaast wordt er voor de pieklast in de winter ook nog een gasketel ingezet, om voldoende warmte te genereren met beperkte extra kosten. Dit gehele systeem zal ervoor zorgen dat alle aangesloten gebouwen in hun warmte- en (eventueel) koudevraag worden voorzien. De

koudevraag is omwille van een eerlijke vergelijking niet in de berekeningen (t.b.v.) kosten meegenomen.

De ingetekende warmte- en koudebronnen van de WKO's geven de benodigde ruimte in de ondergrond weer. Deze schets is op schaal, maar heeft bij verdere uitwerking een onderzoek naar de bodem en de mogelijke interferentie tussen de bronnen. Hierdoor kan de daadwerkelijke positionering veranderen.

De route van het warmtenet is schematisch weergegeven in de figuren en is een indicatie van hoe het er mogelijk uit kan komen te zien. Het resultaat van het schetsontwerp kan gevonden worden op de infographics.

5 Stap 4: Uitwerken businesscase per configuratie

Na het uitwerken van de warmtevraag en de schetsen van het systeem zijn alle kosten geraamd op basis van kentallen. Deze kosten en de te verwachten opbrengsten, maar ook de CO₂ -uitstoot, worden doorgerekend in een businesscase. De volgende onderdelen van de businesscase zullen in dit hoofdstuk nader worden toegelicht:

- CO₂-berekeningen;
- Financiële analyse:
 - Kosten;
 - Opbrengsten.

De daadwerkelijke resultaten per studiegebied kunnen worden gevonden op de bijhorende infographics. Het volgende hoofdstuk omvat wel een vergelijking tussen de studiegebieden.

5.1 Toelichting CO₂-berekeningen

De CO₂-reductieberekeningen geven een inschatting van de CO₂-reductie van het onderzochte systeem ten opzichte van de huidige warmtelevering met aardgas gestookte ketels.

Uit de doorrekening blijkt dat zowel het aquathermiesysteem als het referentiescenario individueel all electric tot een significante CO₂-emissie reductie kunnen leiden. Uit de berekening blijkt ook dat er nog wel CO₂ emissie blijft bestaan. Deze uitstoot wordt toegelicht in tabel 6.

Om gedurende het hele jaar voldoende warmte te genereren, is naast de bron en de WKO ook externe energie nodig. Dit kan in de vorm van een elektrische warmtepomp en/of een back-up (gas)ketel. Aquathermie werkt al met een warmtepomp. Ook bij all electric worden er elektrische warmtepompen gebruikt. Een extra elektriciteitsvraag resulteert ook in een **extra 'opgave' voor de opwek van duurzame elektriciteit** en mogelijk ook voor verzwaring van het elektriciteitsnet. Er zijn in de business case alleen geschatte kosten voor de verzwaring van het laagspanningselektriciteitsnet meegenomen (scenario all-electric). Voor de collectieve opties is alleen een verzwaring van het middenspanningsnet voorzien,

deze kosten zijn echter niet meegenomen. Op basis van deze eerste inzichten zou de lokale netbeheerder gevraagd kunnen worden wat er nodig is om te voldoen aan de extra elektra-vraag. Het is discutabel welk deel van de netverzwaring aan het warmtesysteem moet worden toegerekend aan de kosten. Met de komst van elektrische auto's en meer (huishoudelijke) zonnepanelen zal ook voor deze ontwikkelingen netverzwaring nodig zijn. Alle kosten hiervoor toeschrijven aan het warmtesysteem kan daarom een vertekend beeld geven.

Tabel 6: Toelichting op CO₂-reductie

Warmteoplossing	Toelichting CO ₂ -reductie
Aquathermie	Voornamelijk afhankelijk van de stroombron. Berekening is nu op basis van de te verwachten elektriciteitsmix in 2030 (PBL). Er is ook voor ca. 5% van de warmte nog gas-nodig van een piek/back-up ketel.
All-electric	Voornamelijk afhankelijk van de stroombron. Berekening is nu op basis van de te verwachten elektriciteitsmix in 2030 (PBL).
Hybride	Afhankelijk van de stroombron. Daarnaast zal in de koude maanden ook nog gas nodig zijn. De verhouding tussen gas en stroom hangt samen met de isolatiegraad van de woning. In deze studie is gerekend met 'gemiddeld' gas geleverd via het aardgasnet. Aardgas reductie kan worden gerealiseerd door gebruik van groengas. Groengas ¹ wordt doormiddel van verschillende technische processen opgewerkt naar aardgaskwaliteit. Op deze opwek- en opwerkingstechnieken kan SDE subsidie worden verkregen die tot doel heeft de onrendabele top te subsidiëren. Hierdoor concurreert groengas qua prijs met aardgas. Door middel van certificaten kan het groengas door de keten van producent naar afnemer boekhoudkundig vastgelegd worden. Zo wordt de fysieke handel gescheiden van de oorsprong van het gas. De waarde van groen-gas certificaten wordt bepaald door de waarde die deze certificaten vertegenwoordigen voor de afnemer om bijvoorbeeld een duurzaam beleid na te streven. De GVO waarde van groen gas schatten wij nu op 15 cent/kuub. In de praktijk kan een consument tegen lage meerkosten kosten groengas kopen.

¹ Groen gas is niet per definitie een lokale bron, maar kan overal worden geproduceerd. Transport vindt meestal plaats via het huidige aardgasnet, middels certificering en soms via een apart leidingnet. Het is beperkt beschikbaar voor de gebouwde omgeving, gezien de (verwachte) vraag naar groen gas groter is dan het (verwachte) aanbod. Op dit moment kan men er daarom

niet vanuit gaan dat er voldoende groengas beschikbaar komt voor deze locatie. Lokaal geproduceerde groengas dat getransporteerd wordt via het aardgasnet kan immers niet exclusief voor de eigen gemeente worden ingezet.

5.2 Toelichting financiële analyse

Een warmtenet wordt gekenmerkt door een flinke investering 'aan de voorkant', aangezien er eerst een infrastructuur moet worden aangelegd. Dit betekent een flinke kostenpost vooraf, gevolgd door een langjarige betrekkelijk stabiele kasstroom. Alle kosten zijn berekend voor een concessieperiode van 30 jaar.

Een individuele woningaanpassing wordt gekenmerkt door eenmalige hoge kosten door de gebouweigenaar voor renovatie en het installeren van een nieuw warmtesysteem. Voordeel van een hybride systeem is dat er weinig tot geen woningaanpassingen nodig zijn.

Toelichting op de meegenomen kosten

De kosten voor het systeem bestaan uit:

- Kapitaalsinvestering;
- Afschrijvingskosten;
- Financieringskosten;
- Operationele kosten.

De kapitaalsinvestering in de bron bestaat met name uit de investering in civiele werken, pompen, warmtewisselaar(s) en warmtepompen. Hierin kan de tweedeling gemaakt worden voor kosten voor de bron en investeringen in het warmtenetwerk (waar mogelijk ook andere bronnen op kunnen worden aangesloten). Hierbij moet rekening worden gehouden met technische en ruimtelijke risico's.

De gemeente kan een bijdrage leveren aan de investering, middels een investeringssubsidie. Hierdoor heeft de eigenaar ook nog eens lagere afschrijvingen en lagere financieringskosten. Voor deze studie is er de aanname gedaan dat er gebruik wordt gemaakt van de RVO-subsidieregeling (SDE ++), en een ISDE voor de individuele warmtepompen. Er zijn geen aanvullende investeringssubsidies of aansluitbijdrages meegenomen.

Financieringskosten (rentes) spelen bij dit systeem ook een belangrijke rol. De financieringskosten kunnen lager uitpakken dan is aangenomen voor deze studie als de gemeente garant staat en daarmee het risico voor de financier minimaliseert.

De operationele kosten zijn meegenomen in de OPEX en bestaan met name uit beheer, onderhoudskosten (preventief en correctief onderhoud, monitoring, administratie) en de elektriciteitskosten van het gebruik van de warmtepompen en

reguliere pompen en de inkoop van externe warmte (ziekenhuis). De aannames die zijn gedaan voor het bepalen van de kosten zijn terug te vinden in bijlage 1 en 4.

Toelichting op de meegenomen opbrengsten

De opbrengsten bestaan uit twee soorten inkomsten:

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

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

Het risico op lage warmtevraag en afnemingszekerheid beoordelen wij, voor de meeste studiegebieden als hoger dan gemiddeld. In sommige gebieden is zijn er huurwoningen waardoor het makkelijker kan zijn om afspraken over het systeem te maken. Het aantal privé woningen is echter vaak groot, waardoor de kans op draagvlak moeilijker kan zijn. De huurwoningen zijn vaak al goed geïsoleerd. Omdat een deel van de privé woningen nog niet geïsoleerd zijn, kan worden verwacht dat de warmtevraag de komende jaren wel daalt voor het particulier bezit. Hier is in deze studie op basis van schattingen rekening mee gehouden. Bij het (warmte) afname risico kan de gemeente ook een rol spelen, middels een exploitatiesubsidie. Bij een exploitatiesubsidie neemt de gemeente een deel van het exploitatierisico over. Afgesproken wordt dan dat exploitatietekorten door achterblijvende vraag gedeeltelijk worden gecompenseerd.

Niet zelden hebben nieuwe warmteoplossingen een onrendabele top die overheden kunnen compenseren met verschillende soorten subsidies en fiscale voordelen. Dit wordt dan gezien 'als de prijs van het beleid' richting een duurzamere samenleving. Hier zal de gemeente zelf een afweging in moeten maken.

Kostenresultaten en toelichting

In feite is het installeren van warmtepompen door bewoners per huis geen businesscase met een warmteleverancier. De huiseigenaar is de bronexploitant en

tevens warmte-afnemer. De all-electric en hybride referentie kan daarom het beste met de andere twee scenario's worden vergeleken op de kostprijs van de warmte (LCOH, euro per GJ).

DEVEX en CAPEX

De DEVEX zijn de investeringen voor een warmtenet en de ontwikkelkosten. Deze geldt alleen voor aquathermie. Bij individuele warmtepompen is er geen collectief warmtenet nodig.

De investering op woningniveau (CAPEX-woning) wordt met name bepaald door de investeringen die op of aan de woning moeten worden gedaan in de scenario's. Voor de collectieve opties zijn dit een warmtewisselaar en het verwijderen van gasaansluiting. In alle scenario's is ook isolatie meegenomen (zie hoofdstuk 3, nader onderzoek moet uitwijzen wat de specifieke kosten voor de huizen ter plaatse zijn). Voor een individuele woningeigenaar kan dit een grote investering zijn.

De broninvestering (CAPEX-bron) komt in het geval van individuele warmtepompen vaak voor rekening van de woningeigenaar, en zou daarmee ook onder de CAPEX-woning gerekend kunnen worden.

OPEX

De operationele verschillen tussen de scenario's. Dit is vooral afhankelijk van de hoeveelheid stroom die wordt gebruikt voor het aquathermiesysteem en het all-electric referentiescenario. Gezien de gestaffelde stroomprijzen levert een hoger verbruik op één locatie, zoals bij het aquathermiesysteem, een aanzienlijk voordeel op. Dit wordt versterkt door belastingen en subsidies die ook afhankelijk zijn van de hoeveelheid stroom die verbruikt wordt.

Belangrijk: bij de OPEX zijn ook de warmteverliezen van het net meegenomen, waardoor er per GJ geleverde warmte ook een aanzienlijk deel (ca. 24%) verloren gaat.

Kostprijs warmte (per GJ)

De kostprijs voor de warmte is één van de parameters waarop de scenario's met elkaar te vergelijken zijn. Hier valt meteen op dat de belastingen en subsidies in belangrijke mate dit getal bepalen. Zoals eerdergenoemd komt dit door de staffelprijzen van elektriciteit, maar ook door de subsidie op aquathermie. Een keuze

voor het beste systeem op basis van het verschil tussen de kostprijs inclusief of exclusief subsidie en belastingen kan ook verwoord worden als:

“Kiezen we voor de optie die het goedkoopste is voor de bewoners op dit moment (LCOH incl. Belasting), of kiezen we voor de optie die maatschappelijk gezien het voordeligst is (LCOH zonder belasting)?”

Voor de hybride optie is de LCOH in beide gevallen het laagst. Dit komt omdat er geen aanpassingen aan de woning gedaan hoeven worden en daarnaast zijn er ook geen netinvesteringen nodig. In de businesscase is wel isolatie tot minimaal label D meegenomen. Deze oplossing is echter niet 100% gasvrij (de claim aardgasvrij kan alleen worden gemaakt indien er groengas certificaten worden ingekocht).

Kostprijs warmte (eindgebruiker)

Binnen de LCOH per GJ worden de vaste (jaarlijkse) lasten niet meegenomen. Bij de eindgebruiker worden jaarlijks ook het vastrecht, meettarief en de huur van een afleverset in rekening gebracht. Figuur 4 geeft de jaarlijkse gebruikerskosten (exclusief 21% btw) weer. De gebruikerskosten zijn gebaseerd op een gemiddelde warmtevraag per pand in het studiegebied, deze is lager in het all-electric scenario vanwege de betere isolatie. In de praktijk zullen grootverbruikers relatief meer gebruiken en goed geïsoleerde huizen relatief minder. Op basis van de gebruikerskosten krijgt hybride in elk studiegebied de voorkeur. Deze oplossing is gebruikt echter nog steeds een deel gas.

Tabel 7: Overzicht kosten

Parameter	Aquathermie	Hybride	All-electric
DEVEX	Ontwikkelkosten als percentage van de totale investering	Geen ontwikkelkosten omdat er geen ontwikkelaar betrokken is	Geen ontwikkelkosten omdat er geen ontwikkelaar betrokken is
CAPEX - woning	Kosten voor Isolatie+afleversets en verwijderen gasaansluiting	Kosten voor Isolatie	Kosten voor Isolatie en verwijderen gasaansluiting
CAPEX -bron	Kosten Aquathermie en WKO	Kosten warmtepomp	Kosten warmtepomp

Capex - net	Onderstation, warmtenet en aansluitleidingen	n.v.t.	n.v.t.
Kostprijs warmte (LCOH) excl. belasting en subsidie	De prijs die per GJ warmte nodig is op basis van alle investeringen en operationele kosten ex. belasting en subsidie	De prijs die per GJ warmte nodig is op basis van alle investeringen en operationele kosten ex. belasting en subsidie	De prijs die per GJ warmte nodig is op basis van alle investeringen en operationele kosten ex. belasting en subsidie
Kostprijs warmte (LCOH) incl. Belasting en subsidie	De prijs die per GJ warmte nodig is op basis van alle investeringen en operationele kosten incl. belasting en subsidie	De prijs die per GJ warmte nodig is op basis van alle investeringen en operationele kosten incl. belasting en subsidie	De prijs die per GJ warmte nodig is op basis van alle investeringen en operationele kosten incl. belasting en subsidie
NCW na 30 jaar incl. 6,75% WACC	De netto contante waarde, alle kosten en opbrengsten na 30 jaar voor de net-exploitant	n.v.t.	n.v.t.

6 Vergelijking tussen de studies

De resultaten per studiegebied staan weergegeven of de infograhpics. In figuur 4 staat een overzicht van de gebruikerskosten voor alle scenario's in alle studiegebieden. Vanwege de vergelijkbare opzet van de onderzochte woonkernen liggen de resultaten van de studies dichtbij elkaar.

6.1 Vergelijking Aquathermie

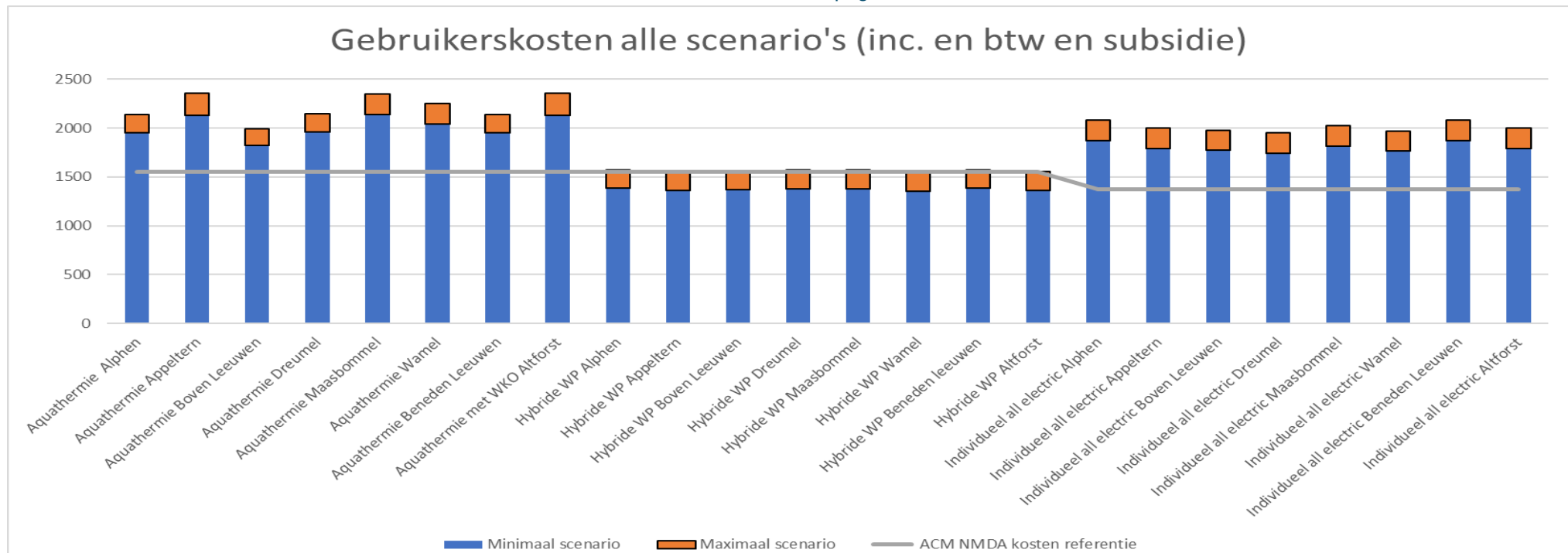
De aquathermiescenario's tonen de grootste variatie binnen de studiegebieden. Dit hangt voornamelijk samen met de benodigde infrastructuur (warmtenet) dat voor elk gebied specifiek geschetst is. De gebieden met een hogere warmtedichtheid (warmtevraag per oppervlak) en korte afstand tot de rivier vallen goedkoper uit. Ook de schaalgrootte van het gebied is van belang. De relatief hogere kosten voor bijvoorbeeld Altforst kunnen verklaard worden doordat de kosten voor warmte en

koude opslag over slechts ca. 140 woningen verdeeld moeten worden terwijl een WKO vaak capaciteit heeft tot 300 woningen.

6.2 Vergelijking individuele oplossingen

De individuele warmteoplossingen zoals all electric en hybride warmtepompen verschillen in technische uitvoering per studiegebied niet veel van elkaar. Deze systemen worden gerealiseerd op individueel gebouwniveau. De kosten en implicaties zijn daarmee vooral afhankelijk van de individuele woningen. Dreumel heeft daarbij het hoogste percentage woningen dat al tot label A geïsoleerd is. Bij deze woningen is met het vervangen van de radiatoren en het plaatsen van een warmtepomp all-electric waarschijnlijk een aantrekkelijke optie. Ook de nodige netverzwaring voor all-electric verschilt vanuit de 'Alliander buurt tool' niet veel per studiegebied.

Waarin de scenario's wel veel verschillen is de organisatie, zoals op de volgende pagina omschreven.



Figuur 4: Vergelijking gebruikerskosten alle studiegebieden, bij 'all electric' is een hogere isolatie meegenomen waardoor ook de NMDA referentie lager is

6.3 Vergelijking organisatie

Er zijn vier essentiële rollen in de warmteketen: de producent, de netwerkbeheerder(s), de leverancier en de afnemer(s). De rollen kunnen door verschillende partijen worden uitgevoerd, maar ook door één of meer partijen die meerdere van de rollen op zich nemen. Bij warmtepompen en het hybride systemen is er eigenlijk geen warmteleverancier maar zijn juist de gas- en elektriciteitsnetbeheerders een belangrijke stakeholder. Deze systemen worden grotendeels op woningniveau gerealiseerd, waarbij ook een groot deel van de investeringen bij de woningeigenaar komen te liggen. Er kan wel een collectieve component in het collectief organiseren van inkoop van isolatie of warmtepompen worden betrokken, bijvoorbeeld door een energieloket van de gemeente. Bij een warmtenet is er echter wel een collectieve organisatie waarbij het gehele systeem noodzakelijkwijs gezamenlijk moet worden gerealiseerd.

Gezamenlijke organisatie warmtenet

De organisatie van een warmtenet wordt sterk bepaald door het type project. In tabel 8 schetsen we de organisatiemodellen en geven kort aan welk model geschikt lijkt voor de studiegebieden.

Tabel 8: Een eerste verkenning van het benodigde organisatiemodel

Organisatiemodel	Kenmerken	Past bij business case?
Separate producent, transporteur en leverancier (1 partij eindverantwoordelijk voor hele keten)	Elk deel van de keten moet afzonderlijk haalbaar zijn en heeft eigen business case.	 Systeem lijkt te klein
Productie en levering geïntegreerd , separate transporteur (1 partij eindverantwoordelijk voor hele keten)	Leverancier heeft ook grip op productie.	 Het zou wenselijk kunnen zijn om als overheid monopolie op het net te houden
Integrale warmteketen	Groot risico voor één partij. Denkbaar bij nieuw aan te leggen systeem.	 Er moet één partij opstaan om het grote risico te dragen. Dit moet een bedrijf zijn met warmtelicentie. Of er moet uitzondering gevraagd worden bij de ACM.

In tabel 9 volgt staat beknopte lijst met (mogelijke) belanghebbenden in geval van verdere realisatie van de plannen. Dit is een indicatie. Het daadwerkelijke model met bijbehorende belanghebbenden zal bij een vervolg samen vormgegeven moeten worden.

Organisatorische risico's

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

Tabel 9: Belanghebbenden en taken

Belanghebbende	Kenmerken/taak/rol	Belang
Ministeries (EZK/BZK)	Beleid uit Klimaatwet en -Akkoord realiseren	Aan beleid en wetgeving voldoen
Rijkswaterstaat	Beheer watersystemen. Veilig, voldoende en gezond het beleid uitvoeren.	Niet getoetst. Let op natuur langs de oevers van de Waal
Provincie	Vergunningverleningen, toezichthouder	Toezicht houden, aan beleid voldoen
Gemeente	Trekker / initiator van het project, eigenaar/beheerder grond	Aan beleid voldoen
Netbeheerder (Liander)	Gasaansluiting en netcapaciteit	Zekerheid levering. Inpassen infrastructuur
Woningcorporatie	Veilige, betaalbare woningen	Belang bewoners vertegenwoordigen
Energie-afnemers (gebouweigenaren)	Energie-afnemer (klant)	Comfortabel huis; betaalbare energierekening
Belangenorganisaties (bijv. natuurorganisaties)	Bescherming specifieke belangen	Belangen behartigen
Adviseurs	Adviseren op techniek, organisatie etc.	Ondersteunen

Het is een hele opgave om belangen van verschillende partijen samen te laten komen in een collectief warmtenet. In een succesvol project zijn de belangen uiteindelijk verenigbaar. Dit kan een gezamenlijk belang worden, maar er kunnen ook verschillende belangen naast elkaar blijven bestaan. De slaagkans van een dergelijk complex project hangt af van de welwillendheid van de deelnemende partijen. Hiermee wordt bedoeld dat er vertrouwen moet zijn tussen de stakeholders, maar ook dat de juiste enthousiaste personen aan tafel zitten.

De gemeente kan in het organisatieproces een faciliterende en sturende rol nemen. Indien er veel partijen betrokken worden, is het ook aan te raden om een procesfacilitator met voldoende kennis en ervaring in te schakelen.

7 Conclusie, aandachtspunten en vervolgstappen

7.1 Algemene conclusie

In dit hoofdstuk worden de algehele conclusies en aandachtspunten omschreven. Daarna ook de conclusies en aandachtspunten per bestudeerde techniek. De conclusies en aandachtspunten per studiegebied zijn te vinden op de 'infographics'

De grote rivieren in West Maas en Waal hebben grote aquathermiepotentie. Toch lijkt zowel het collectieve systeem als het all electric systeem financieel uitdagend in alle studiegebieden.

Het hybride scenario scoort in alle kernen financieel beter, maar gebruikt nog gas. Voor de overige scenario's zal er vooral een afweging moeten worden gemaakt op basis van 'kansen en risico's'. Het afwegen van de kansen en risico's is grotendeels (ook) een politieke kwestie. Een aantal belangrijke afwegingen en vragen die de gemeente hierbij in gedachte kan houden, zijn als volgt:

- Elk scenario vergt een compleet andere organisatie. Mede daarom is een belangrijk aandachtspunt hierbij wie de investeringen gaat doen. Moet de investering grotendeels van de woningeigenaren en corporaties komen, van een warmteleverancier of van een externe partij?
- Kan, wil en mag (aanvraag ACM), West Maas en Waal zelf een collectieve warmteoptie realiseren? Dit kan voordeel opleveren voor de businesscase, omdat er geen of lagere winst voor een exploitant hoeft te worden gerekend.
- Hoe staan de afnemers in de studiegebieden tegenover een collectieve warmteleverancier? Wat is de bereidheid van overige relevante stakeholders als gemeente, waterschap en betrokken bedrijven? Een enthousiaste groep stakeholders voor een scenario kan de haalbaarheid positief beïnvloeden, maar ook zeer negatief als er geen breed draagvlak lijkt te bestaan.
- De gemeente zou met financiering kunnen sturen. Zo kan de gemeente een rentevrije lening verstrekken voor aanschaf van een individuele warmtepomp of het onrendabele deel van de business case van een collectieve oplossing financieren. Hiervoor kan de gemeente ook een PAW-subsidie aanvraag doen bij het Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (BZK).
- Het landelijk beleid heeft ook invloed op de business case. Zo wordt aquathermie momenteel goedkoper 'gemaakt' door SDE-subsidie. Met individuele oplossingen betaal je juist hogere energiebelasting vanwege het staffelsysteem voor elektriciteitsbelasting.

7.2 Algemene aandachtspunten

Deze quickscans geven een eerste indicatie van de haalbaarheid van een collectief warmtenet op basis van aquathermie, warmtepompen of een hybride techniek. Veel van de in deze quickscan genoemde onzekerheden en risico's zijn in het algemeen van toepassing op het implementeren van nieuwe collectieve warmtesystemen. Conclusies worden daarom uitgedrukt in termen als "relatief laag", "kansrijk", "haalbaar", etc. Door gebruik te maken van lokale kennis, expert-kennis en andere specifieke lokale informatie is deze quickscans echter wel een significante verdiepingsslag op de al bestaande algemene rekenmodellen. In dit vroegtijdige stadium geldt echter voor de berekeningen wel een grote onzekerheid.

Van een aantal aannames die in deze quickscans zijn gedaan, is bekend dat ze significante impact kunnen hebben op de business case. Op verkeerde aannames kan worden gemitigeerd door nader onderzoek te doen en vervolgstappen te nemen. Een overzicht van deze aannames staat in bijlage 1. Een paar concrete aandachtspunten voor deze studie zijn:

- De isolatiekosten en mogelijkheden specifiek voor het onderzochte gebied kunnen beter in kaart worden gebracht. Hiervoor is echter een bezoek bij de woningen nodig en dat past niet binnen deze eerste verkenning.
- Er is SDE++ subsidie in de businesscase meegenomen. Deze subsidie is niet gegarandeerd en lijkt op dit moment in vergelijking met andere oplossingen (waaronder ook stroomopwekking) relatief moeilijk om te verkrijgen.
- De netverzwaring is gebaseerd op kentallen van de netbeheerder en dient in nader detail uitgewerkt te worden.
- In het geval van het all-electric scenario is de 'CAPEX' voor de woningen niet gelijk verdeeld over alle woningen. De verwachting is dat de koophuizen meer aan isolatie moeten doen, wat een relatief hogere investering met zich meebrengt. De corporaties hebben deze kosten buiten de business case al gemaakt.
- De kosten voor kapitaal zijn van grote invloed. In deze studie is gerekend met 3% rente voor collectieve scenario's en debt/equity ratio van 60%. Voor het all-electric scenario is gerekend met 2% rente en debt/equity ratio van 100%. Mogelijk kan gemeente en/of een investeringsfonds leningen tegen lagere kosten verstrekken.
- Uit de gevoeligheidsanalyse (bijlage 3) blijkt dat de scenario's behalve 'hybride' elkaar allemaal overlappen en er nog geen uitgesproken (financieel) aantrekkelijker scenario is.

- De berekende LCOH voor een collectief systeem in deze studie is nog te hoog (moet onder de 21,55 (ex btw) komen volgens de ACM). Er zijn mogelijkheden die de businesscase positief kunnen beïnvloeden:
 1. Zoals al genoemd: **de kosten van kapitaal**. Door een lening tegen gunstige voorwaarden of een partij die met lagere rendementen (nu 6,75%) een net wil realiseren te werken kunnen de kosten omlaag worden gebracht.
 2. Het is van belang een **hoog volloop-percentages** te bereiken. Voor de vergelijkbaarheid van de scenario's is echter al gerekend met 100% volloop.
 3. Er kunnen kosten worden verplaatst van de GJ-prijs naar de vaste kosten. Dit kan bijvoorbeeld door een aansluitbijdrage te vragen.

Met de betrokken partijen moet worden overwogen of een combinatie van deze parameters beïnvloeden als mogelijk en kansrijk wordt geacht.

7.3 Conclusie en aandachtspunten Aquathermie

Een aquathermiesysteem vraagt om een collectieve, soms complexe, organisatie. Hoewel de grootte van de studiegebieden bij een aquathermiesysteem zou kunnen passen, hebben de studiegebieden niet de typische kenmerken die passen bij een (traditioneel) collectief warmtenet. De warmtevraagdrichtheid is relatief laag, zo is er bijvoorbeeld weinig hoogbouw. Aquathermie is een lage temperatuurbron, terwijl een groot deel van de gebouwen hoge(re) temperatuur warmte nodig hebben. Dit is het systeem opgelost door een elektrische warmtepomp op collectief niveau mee te nemen in de studies. Een van de voordelen, koude levering, van aquathermie wordt daarmee tenniet gedaan. Hoewel het mogelijk is om lage(re) temperatuur te leveren via het net, waardoor ook koeling mogelijk kan worden, lijkt dit niet rendabel.

Ten opzichte van de huidige businesscases moeten er nog grotere aanpassingen aan de woningen worden gedaan en zal er ook per woning een na-verwarmings-systeem t.b.v. tapwater nodig zijn. Voor het huidige systeem geldt dan er een zakelijke elektriciteitsaansluiting kan worden gebruikt. Bij een naverwarmingssysteem op woningniveau gelden de consumenten tarieven voor stroom, waardoor het systeem waarschijnlijk (financieel) slechter uitpakt. Energetisch is er wel winst te behalen, omdat er bijvoorbeeld lagere

warmteverliezen in het net gerealiseerd kunnen worden. Voor een aantal gebieden, waaronder voornamelijk Altforst lijkt de aquathermie potententie niet hoog.

Rijkswaterstaat staat positief tegenover Aquathermie. Als vergunningsverlener geeft RWS aan dat er wel verschillende aandachtspunten, zoals waterveiligheid en scheepvaart en ecologie zijn waar rekening mee gehouden moet worden.

Naast Aquathermie lijken er geen gebied gebonden collectieve warmtebronnen aanwezig. Wel kan er gekeken worden naar schaalbare warmtebronnen, zoals een volledig warmtepomp gevoed net of een zonthermie systeem (zie studie Lingemeer).

7.4 Conclusie en aandachtspunten hybride warmtepompen

De hybride warmtepomp is goedkoper dan een volledig (elektrische) warmtepomp en kan op koude dagen nog steeds gebruik maken van aardgas. Hierdoor zullen mensen het grootste deel van het jaar aardgasvrij kunnen verwarmen. Alleen in koude winters springt de cv-ketel bij. Er blijft daarom nog wel gas nodig, maar zonder gebouw- of netwerkaanpassingen kan er een gasbesparing plaatsvinden.

In deze studie is voor het scenario hybride verwarming wel uitgegaan van een schilverbetering van de woning. Dit is niet altijd nodig. Ook geeft deze studie inzicht in gemiddelde getallen voor een gemiddeld pand binnen het studiegebied. In de praktijk zal een hybride systeem beter toepasbaar zijn bij beter geïsoleerde woningen, aangezien de warmtepomp dan een groter deel van de warmtevraag invult.

Deze studie laat ook zien dat een hybride systeem in sommige gevallen onder het 'niet meer dan anders principe' blijft qua kosten. Het kan betekenen dat een hybride systeem, zeker als de gasprijs stijgt, over de duur van meerdere jaren voor sommige woningen goedkoper is dan een volledige gas-gestookte-cv. Dit zal eerder het geval zijn voor de beter geïsoleerde woningen waar een hogere efficiëntie van de warmtepomp gehaald kan worden. De 'terugverdientijd' van een hybride systeem ten opzichte van een gas-gestookte-cv hangt ook af van de gasprijs en het specifieke energiecontract van de woning-eigenaar. Algemene inzichten laten zien dat in gunstige gevallen een hybride systeem soms al na 8 jaar in totale kosten goedkoper kan zijn dan een volledig gas-gestookte-cv.

7.5 Conclusie en aandachtspunten all-electric

Net zoals een hybride warmtepomp hangt de implementatie van een all-electric systeem (nog sterker) af van de specifieke woning. Vanwege de leverbare temperaturen is dit systeem voornamelijk geschikt voor woningen met een hoge isolatiegraad (label B of beter). Mits deze woningen ook goed geschikt te maken zijn voor een afgiftesysteem op lage temperatuur (speciale radiatoren of vloerverwarming) kan een all-electric systeem in de loop van de tijd goedkoper zijn en minder CO₂ uitstoten dan een volledig gas-gestookte-woning. Daarnaast kan een all-electric systeem ook koeling leveren in de zomer. Let wel, dit kan de totale energievraag juist verhogen.

Bij dit systeem is er geen gasaansluiting meer nodig. Als niet elke woning geschikt, te maken, is voor een all-electric systeem zal het gassysteem echter 'in stand' gehouden moeten worden door een kleiner aantal woningen.

Ook moet worden opgemerkt dat CO₂ uitstoot van dit systeem afhangt van wat voor stroom er door het net wordt geleverd. Het stroomnet speelt ook een rol in de capaciteit, en zal moeten worden verzwakt als een groot deel van de woningen elektrisch gaat verwarmen. De kostenschatting hiervoor is in de berekeningen meegenomen, maar het is de vraag of alle netverzwaring moet worden toegerekend aan het warmtesysteem. Ook de toenemende hoeveelheid zonnepanelen en elektrische auto's vragen om een netverzwaring.

7.6 Vervolgstappen

Voor de verdere ontwikkeling baseren wij ons advies op drie sporen: het technisch-economisch spoor, het organisatorische spoor en het sociaal-maatschappelijke spoor.

Technisch-economisch: De Quickscans kunnen waar nodig worden aangevuld en verdiept. Deze studie geeft een mooi beeld van een afwegingskader om uiteindelijk een beter afgewogen keuze te kunnen maken. In het geval er wordt overgegaan tot realisatie van een warmtesysteem, zal er telkens zowel een technische als een economische verdiepingsslag moeten plaatsvinden. Als naar aanleiding van deze studie blijkt dat er mogelijkheden zijn om 'de knoppen' zo te draaien dat een warmteoplossing realiseerbaar lijkt kan dat in vervolgstudies worden uitgezocht. Hierbij valt te denken aan:

- Concept engineering van het systeem;

- Bodem onderzoek t.b.v. de WKO;
- Financieringsmogelijkheden nader onderzoeken.

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

Sociaal-maatschappelijk: Voor het vervolgtraject is het aan te raden om een communicatie- en participatieplan op te stellen. Hierin moet duidelijk worden waarom er met bepaalde wijken eerder wordt gestart dan in andere wijken (transitievisie). Samen met stakeholders wordt daarin bepaald hoe en op welk moment inwoners kunnen en willen participeren: co-creatie, actief input geven of vooral meeluisteren. Eerst moet de communicatie en participatie zich richten op de keuze voor een warmtesysteem, later ook op de uitvoering en realisatie van dit systeem. Dit resulteert in een samengevat **stappenplan**;

1. **Opstellen communicatie- en participatieplan**; voor, samen en met eigenaren en bewoners;
2. **Starten van verdiepend onderzoek naar alternatieven** (waar nodig en gewenst voor het maken van een keuze);
3. **Indien nog collectieve opties voor ogen, Politiek voorbereiden op besluit over rolneming in collectieve warmtenetten**;
 - De randvoorwaarden opstellen over de organisatie of eigenaarschap van een collectief warmtesysteem (mits collectief net tot de mogelijkheden behoort)
 - Een voorstel maken over de rol van de gemeente voor collectief warmtesysteem
 - Bodemenergieplan
4. Samen met de bewoners, politiek en andere stakeholders **uitgangspunten** ('keuze-kader') **formuleren en uiteindelijk een voorkeurscenario kiezen**
5. **Opstellen uitvoeringsplan** al dan niet in co-creatie met de bewoners;

6. **Plan maken voor de realisatie en exploitatie**, bijvoorbeeld via concessieverlening;
7. **Realisatie** – de aanleg van het warmtesysteem;
8. **Gebruik en exploitatie** – o.a. monitoren hoe het systeem functioneert.

A1 Bijlage 1: voorwaarden en aannames waaronder deze studie is uitgevoerd

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

Naast het verder verdiepen van het beoogde systeem, is het ook aan te raden om de haalbaarheid van andere alternatieven (warmteoplossingen) te onderzoeken en te vergelijken met het beoogde systeem. Het steeds gedetailleerder uitwerken van enkele strategieën is in lijn met de [handreiking lokale analyse](#) van het expertise centrum warmte (ECW). Ook de rekenmethodes zijn overeenkomstig met de templates van het ECW, maar gedetailleerder en specifiek uitgewerkt. Er zijn veel

kengetallen en datasets gemoeid met de technisch-economische analyse in de Quicksan. We verdelen deze data in drie categorieën op basis van de impact op de resultaten van de analyse en de mate waarin de generieke data past bij de lokale situatie (zie figuur 9). Enkele concrete getallen staan in bijlage 4.

- **Te verrijken data (zie figuur 9- linksboven):** data die grote impact hebben op de resultaten én waar op landelijk niveau weinig informatie over beschikbaar is.
- **Optioneel te verrijken data (zie figuur 9 – linksonder):** data die of een kleine impact hebben op de resultaten van de analyse, of al van redelijke kwaliteit zijn, kunnen worden verrijkt. Maar dit heeft geen prioriteit. Als er reden is om aan te nemen dat de lokale situatie sterk afwijkt van het gebruikte uitgangspunt kan verrijken van dit datatype een verbetering van de resultaten opleveren.
- **Landelijk gevalideerde data (zie figuur 9 – rechtsboven):** data die is afgestemd met verschillende stakeholders en geen verrijking behoeft.
- **Rekenregels (zie figuur 9 – rechtsonder):** er zijn enkele rekenregels en definities vastgesteld waar bij analyses rekening mee gehouden moet worden.



Figuur 5. Overzicht gebruikte data en bronnen

A2 Bijlage 2: Tabellen met gebruikte getallen

In de tabellen hieronder staan enkele van de gebruikte kentallen (CBS,PBL,SDE++,RHDHV).

	Investering	Schalingsfactor	Referentie vermogen	Herinvestering	Kosten verwijdering
<u>Bronnen HT</u>	EUR/MW	X	MW	EUR/MW	EUR/MW
Warmtepomp	€ 750.000	1,00	0,50	€ 300.000	€ 0
<u>Opslag</u>	EUR/#	X	#	EUR/#	EUR/#
Open WKO bronnen (incl. Bronnet)	€ 300.000	1,00	1,00	€ 0	€ 50.000
<u>Bronnen LT/Regeneratie</u>	EUR/MW	X	MW	EUR/MW	EUR/MW
Aquathermie	€ 214.286	1,00	0,82	€ 0	€ 0
<u>Warmtenet</u>	EUR/M				
Transportnet	€ 1.000.000/m				
Distributienet	€ 700/m				
Aansluitleidingen	€ 400/m				
<u>Onderhoud en beheer</u>					
Opex vaste kosten	2%	% van CAPEX			
Verzekeringen	0%	% van CAPEX			
Beheerkosten	7%	% van Rev			
Communicatie	0,2	Euro/aansluiting/dag			
<u>Energie inkoop</u>					
Inkoopprijs elektra	€ 0,05	EUR/kWh			
Inkoopprijs gas	€ 0,25	EUR/m3			
<u>SDE</u>					
	Basis bedrag	Correctie bedrag	Maximale vollasturen	Aantal subsidie jaren	
TEO	€ 0,0900	€ 0,0350	3.500,00	15,00	

A3 **Bijlage 3: RWS TEO viewer screenshots**

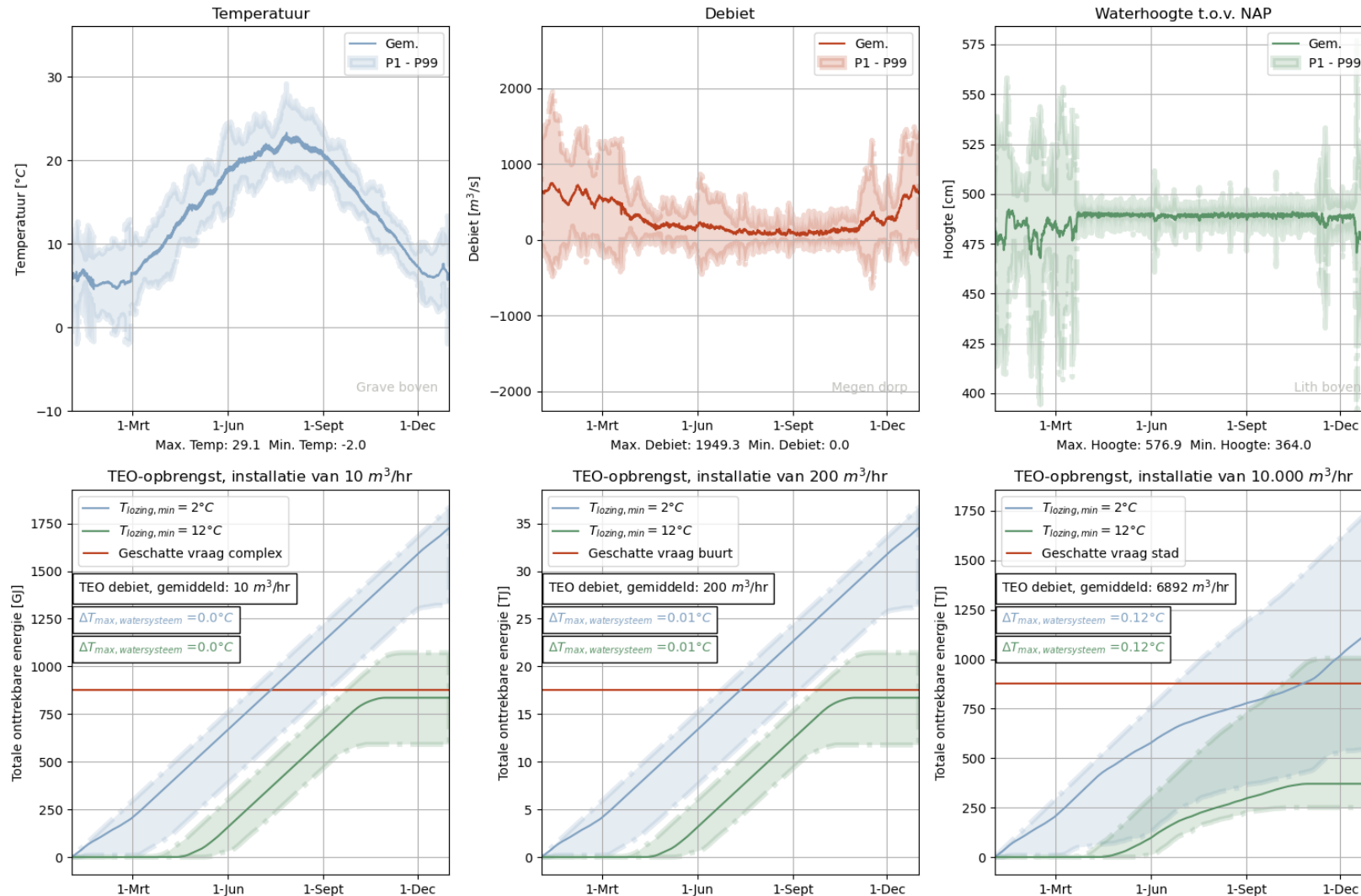
Op de volgende pagina's volgen per studiegebied screenshots uit de RWS TEO viewer. De rekenregels en modelparameters die voor deze viewer zijn gebruikt zijn te vinden in de technische bijsluiters:

https://maps.rijkswaterstaat.nl/ExterneDocumentenProj/WVL_Aquathermie/TechnischeBijsluiters.pdf .

Meer informatie kan verkregen worden bij RWS.

RWS TEO-viewer: TEO ALPHEN

Potentie TEO voor locatie Maas



Aandachtspunten voor vergunning:

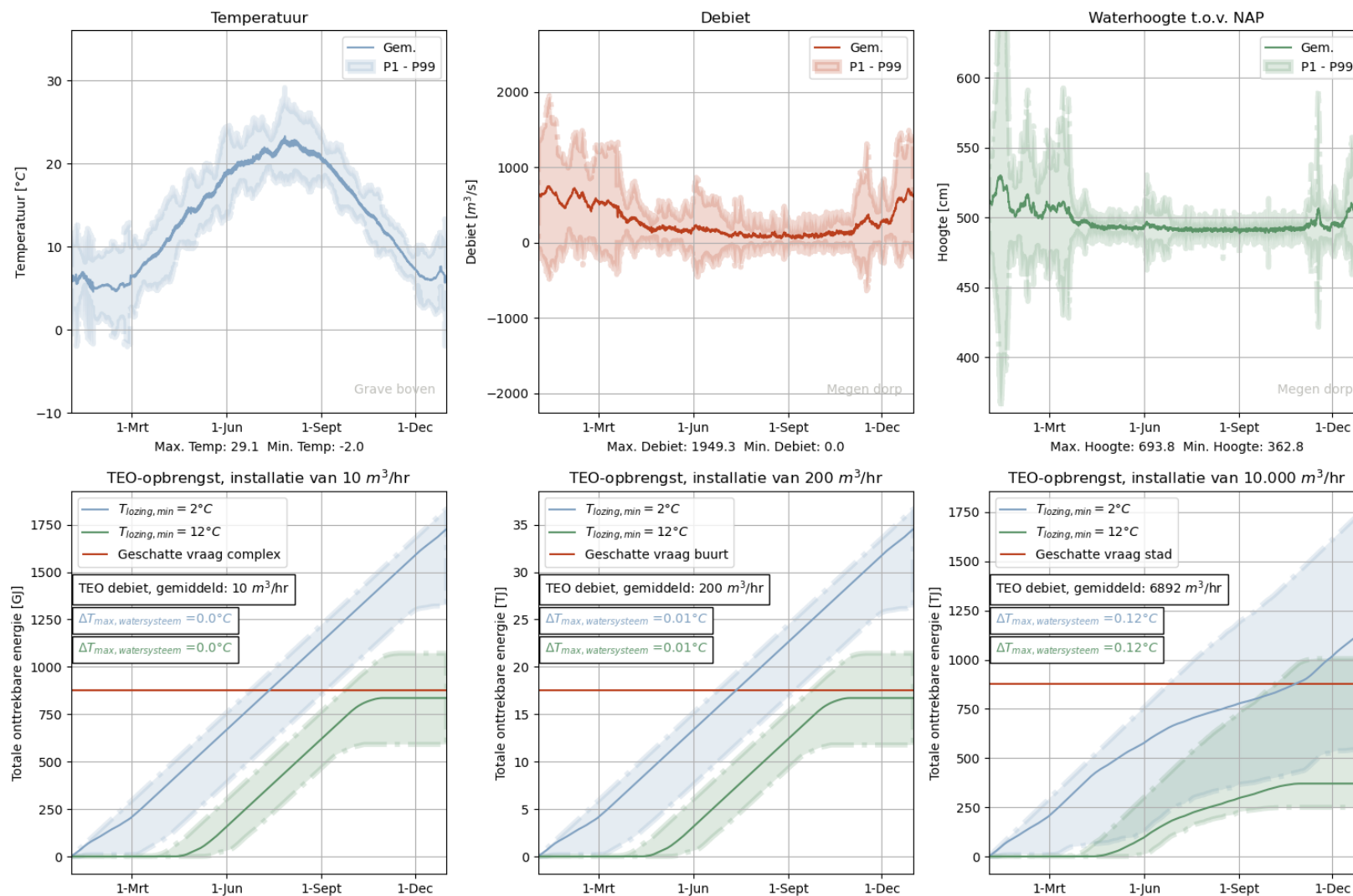
- Andere aquathermieprojecten
- RWZI aanwezig
- Industriële koelwaterlozingen
- Vispassage
- Kunstwerken aanwezig
- Dijken aanwezig
- Civiele constructies nabij
- Kabels & leidingen in de buurt
- Scheepvaart
- Jachthaven aanwezig
- Recreatief gebruik
- Natura2000 gebied

De informatie is gebaseerd op landelijke databases en aannames. Het geeft geen uitspraak over of er wel of geen vergunning kan worden afgegeven.



RWS TEO-viewer: Altforst

Potentie TEO voor locatie Maas



Aandachtspunten voor vergunning:

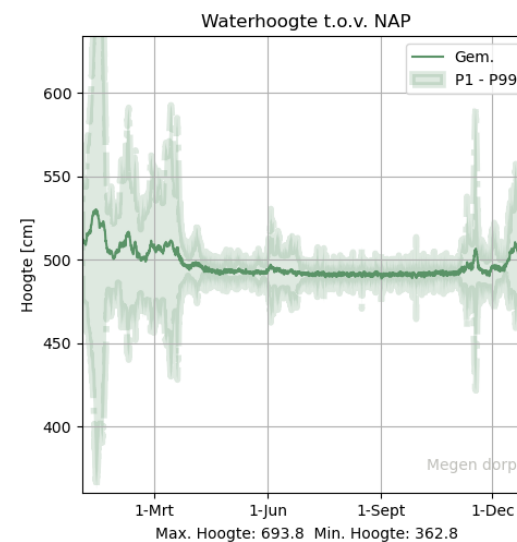
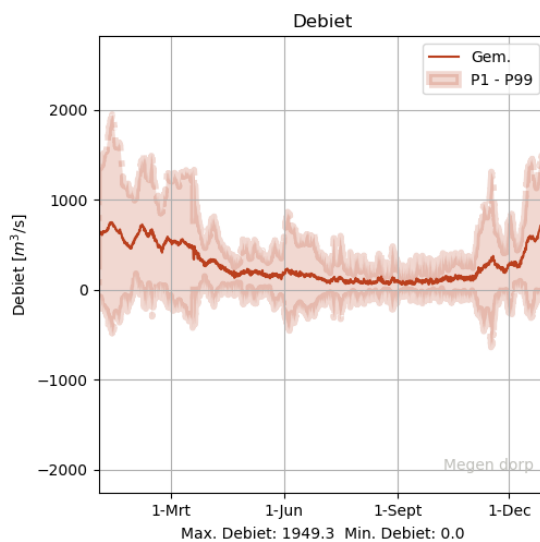
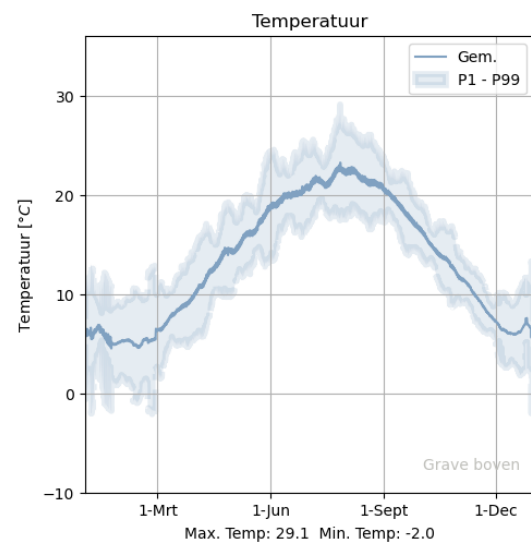
Andere aquathermieprojecten
RWZI aanwezig
Industriële koelwaterlozingen
Vispassage
Kunstwerken aanwezig
Dijken aanwezig
Civiele constructies nabij
Kabels & leidingen in de buurt
Scheepvaart
Jachthaven aanwezig
Recreatief gebruik
Natura2000 gebied

De informatie is gebaseerd op
landelijke databases en aannames.
Het geeft geen uitspraak over of er wel
of geen vergunning kan worden afgegeven.



RWS TEO-viewer: Appeltern

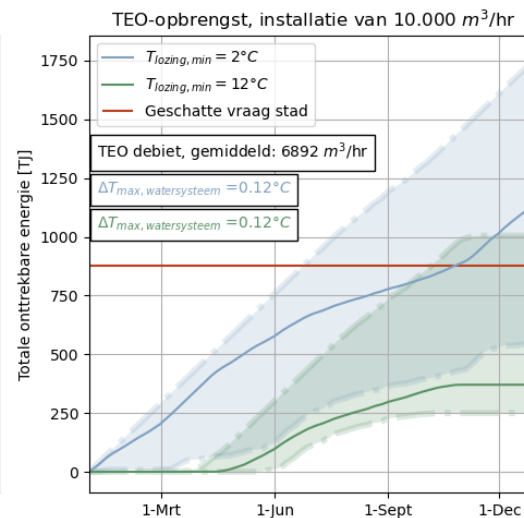
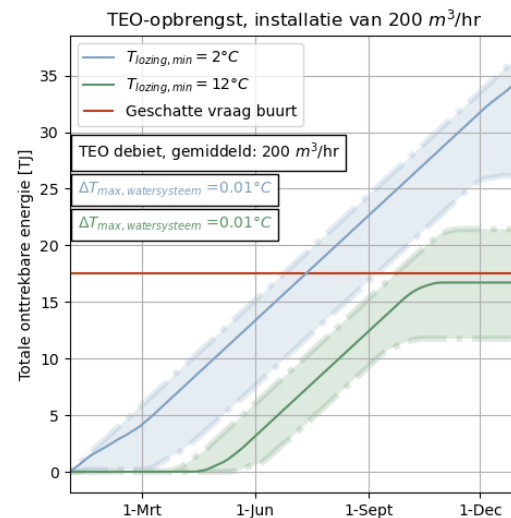
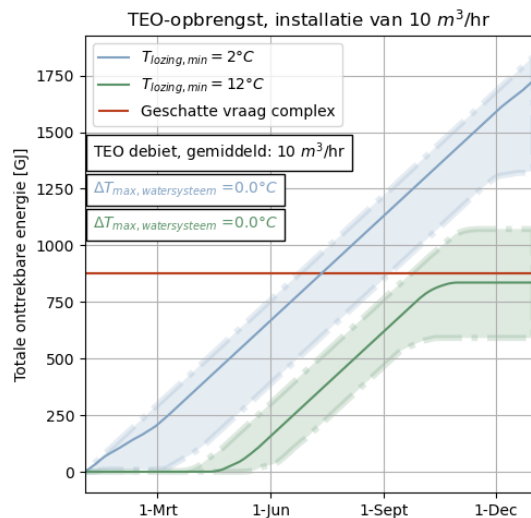
Potentie TEO voor locatie Maas



Aandachtspunten voor vergunning:

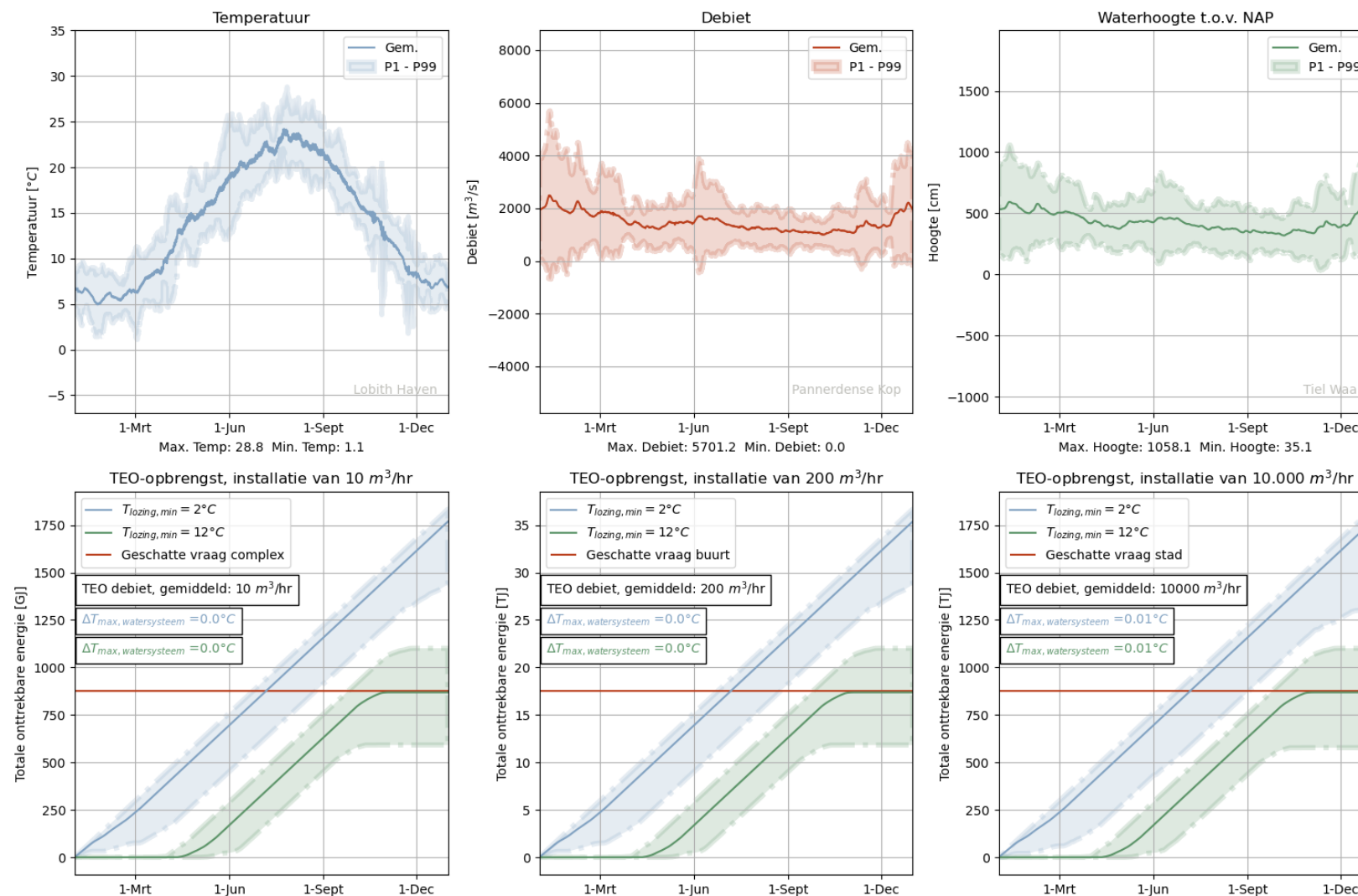
- Andere aquathermieprojecten
- RWZI aanwezig
- Industriële koelwaterlozingen
- Vispassage
- Kunstwerken aanwezig
- Dijken aanwezig
- Civiele constructies nabij
- Kabels & leidingen in de buurt
- Scheepvaart
- Jachthaven aanwezig
- Recreatief gebruik
- Natura2000 gebied

De informatie is gebaseerd op
landelijke databases en aannames.
Het geeft geen uitspraak over of er wel
of geen vergunning kan worden afgegeven.



RWS TEO-viewer: Boven leeuwen

Potentie TEO voor locatie Waal



Aandachtspunten voor vergunning:

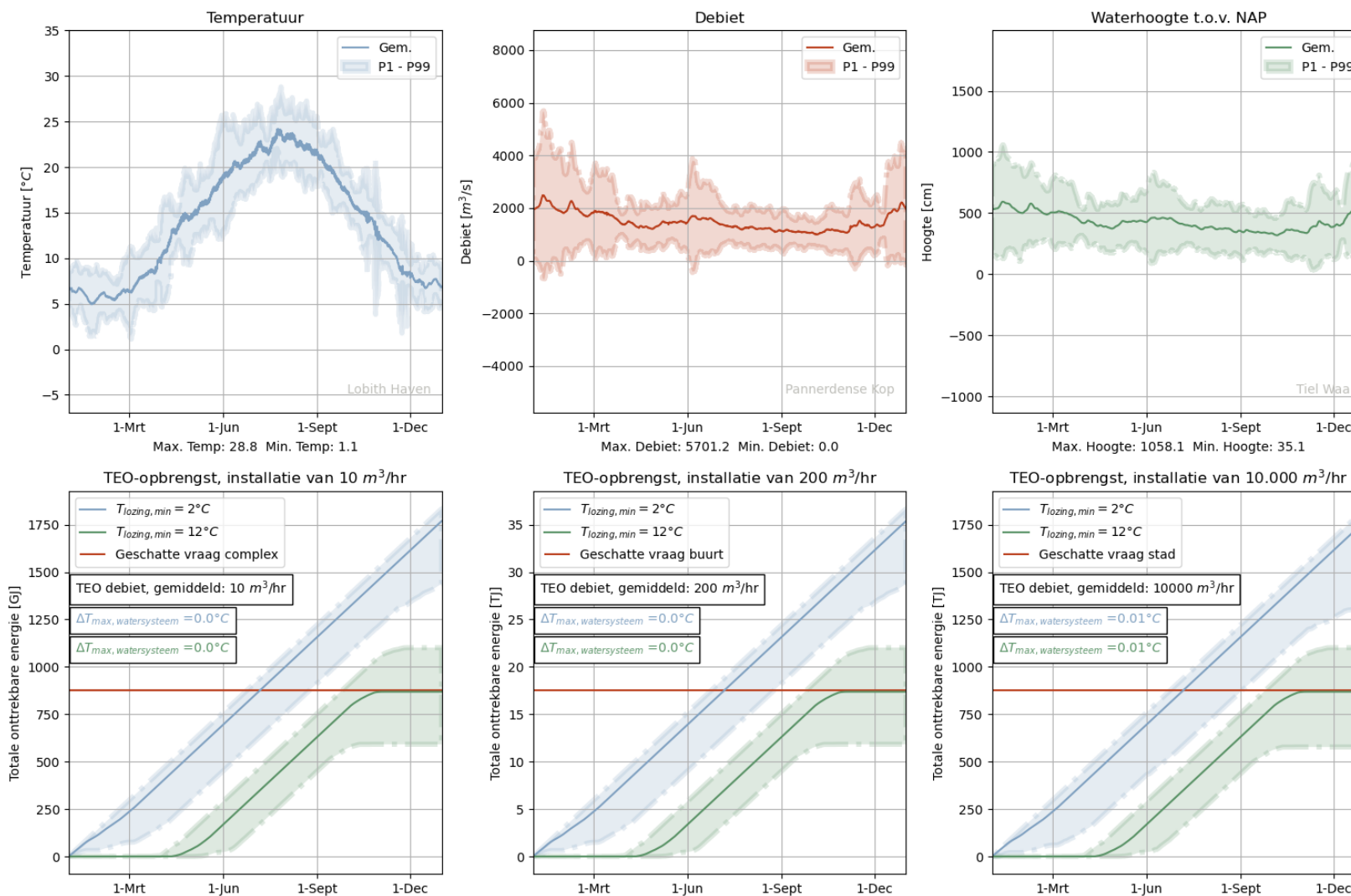
Andere aquathermieprojecten
 RWZI aanwezig
 Industriële koelwaterlozingen
 Vispassage
 Kunstwerken aanwezig
 Dijken aanwezig
 Civiele constructies nabij
 Kabels & leidingen in de buurt
 Scheepvaart
 Jachthaven aanwezig
 Recreatief gebruik
 Natura2000 gebied

**De informatie is gebaseerd op
 landelijke databases en aannames.
 Het geeft geen uitspraak over of er wel
 of geen vergunning kan worden afgegeven.**



RWS TEO-viewer: Dreumel

Potentie TEO voor locatie Waal



Aandachtspunten voor vergunning:

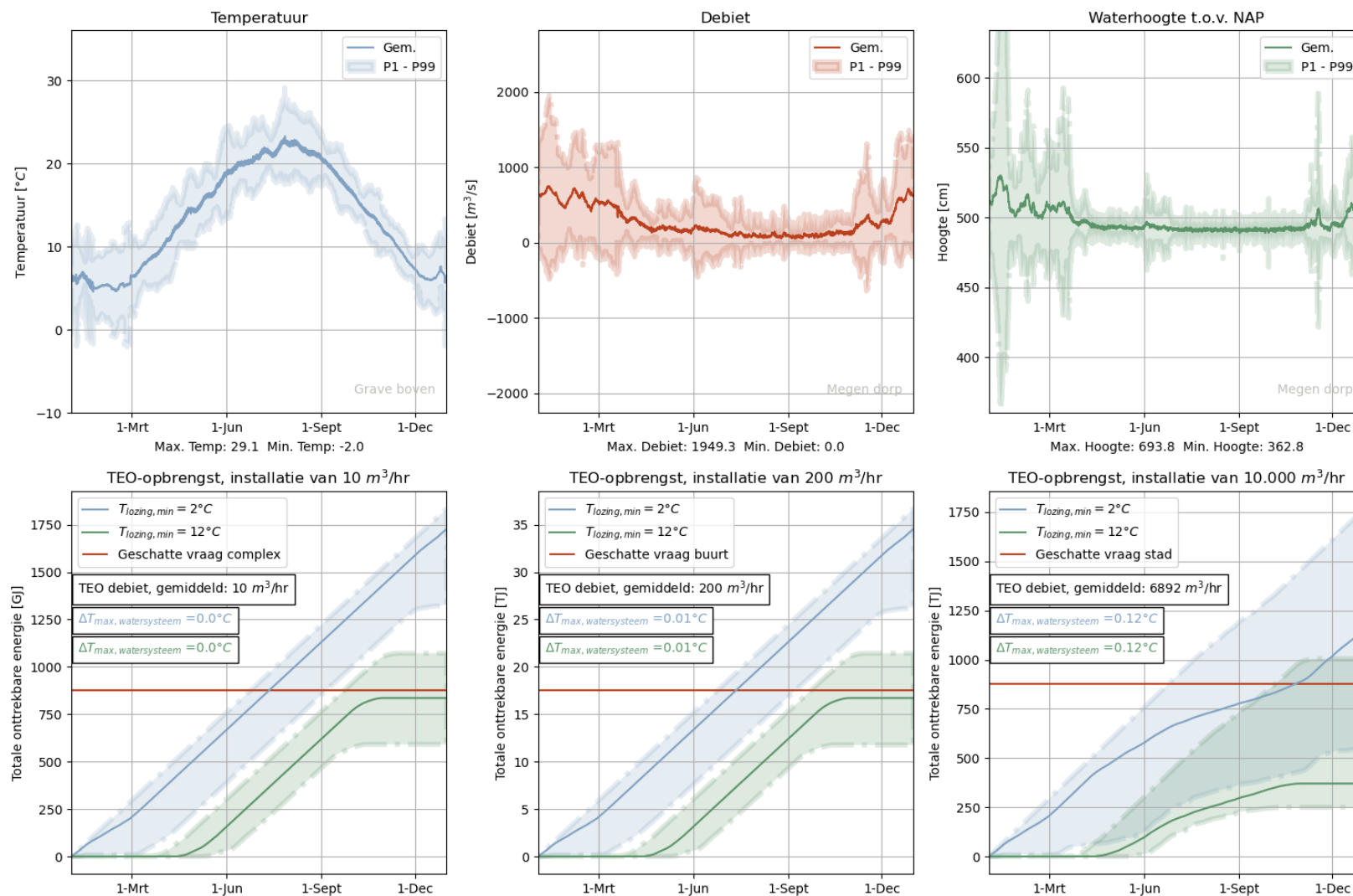
Andere aquathermieprojecten
 RWZI aanwezig
 Industriële koelwaterlozingen
 Vispassage
 Kunstwerken aanwezig
 Dijken aanwezig
 Civiele constructies nabij
 Kabels & leidingen in de buurt
 Scheepvaart
 Jachthaven aanwezig
 Recreatief gebruik
 Natura2000 gebied

**De informatie is gebaseerd op
 landelijke databases en aannames.
 Het geeft geen uitspraak over of er wel
 of geen vergunning kan worden afgegeven.**



RWS TEO-viewer: Maasbommel

Potentie TEO voor locatie Maas



Aandachtspunten voor vergunning:

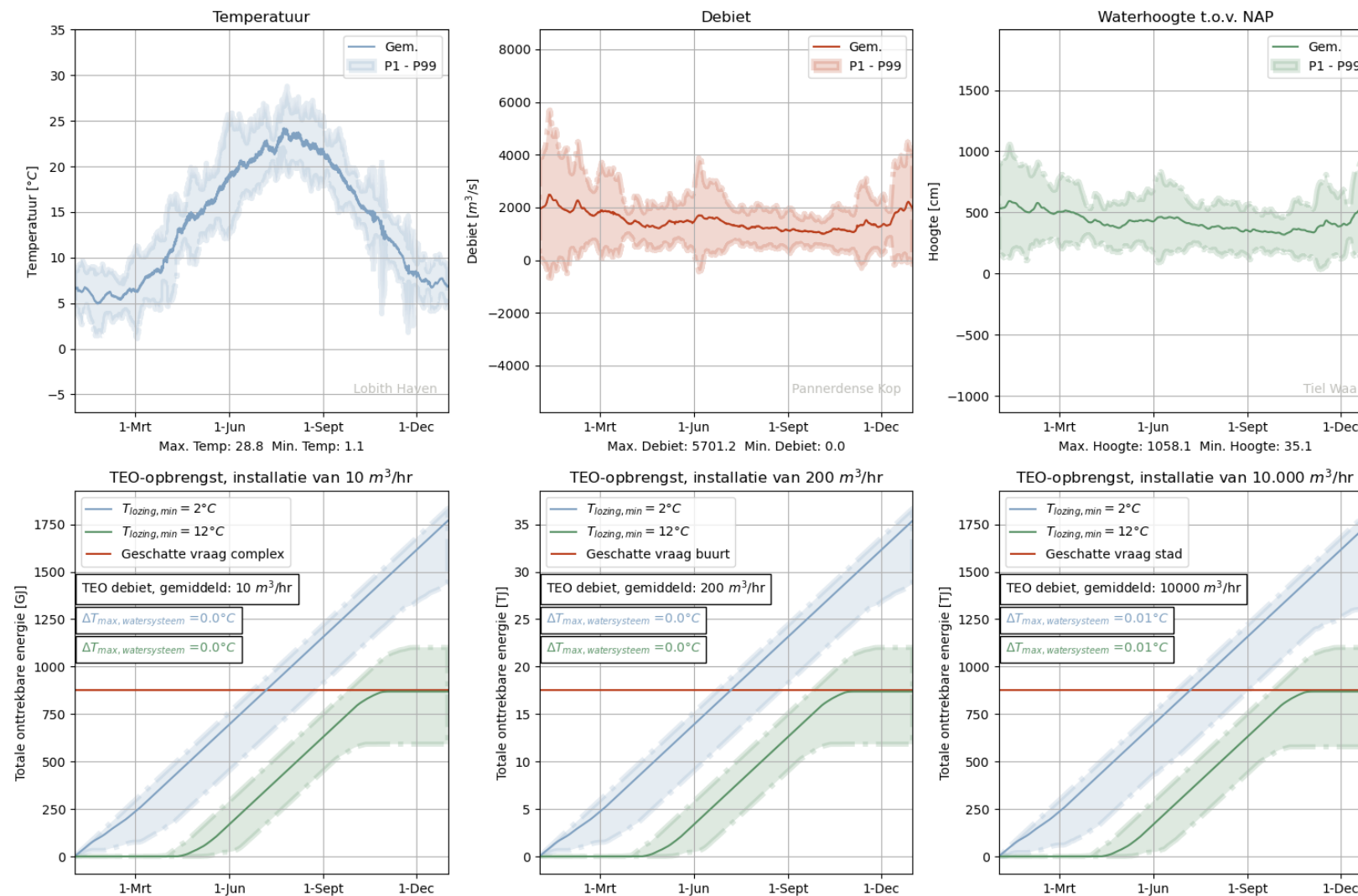
Andere aquathermieprojecten
RWZI aanwezig
Industriële koelwaterlozingen
Vispassage
Kunstwerken aanwezig
Dijken aanwezig
Civiele constructies nabij
Kabels & leidingen in de buurt
Scheepvaart
Jachthaven aanwezig
Recreatief gebruik
Natura2000 gebied

De informatie is gebaseerd op
landelijke databases en aannames.
Het geeft geen uitspraak over of er wel
of geen vergunning kan worden afgegeven.



RWS TEO-viewer: Wamel

Potentie TEO voor locatie Waal



Aandachtspunten voor vergunning:

- Andere aquathermieprojecten
- RWZI aanwezig
- Industriële koelwaterlozingen
- Vispassage
- Kunstwerken aanwezig
- Dijken aanwezig
- Civiele constructies nabij
- Kabels & leidingen in de buurt
- Scheepvaart
- Jachthaven aanwezig
- Recreatief gebruik
- Natura2000 gebied

De informatie is gebaseerd op landelijke databases en aannames. Het geeft geen uitspraak over of er wel of geen vergunning kan worden afgegeven.

