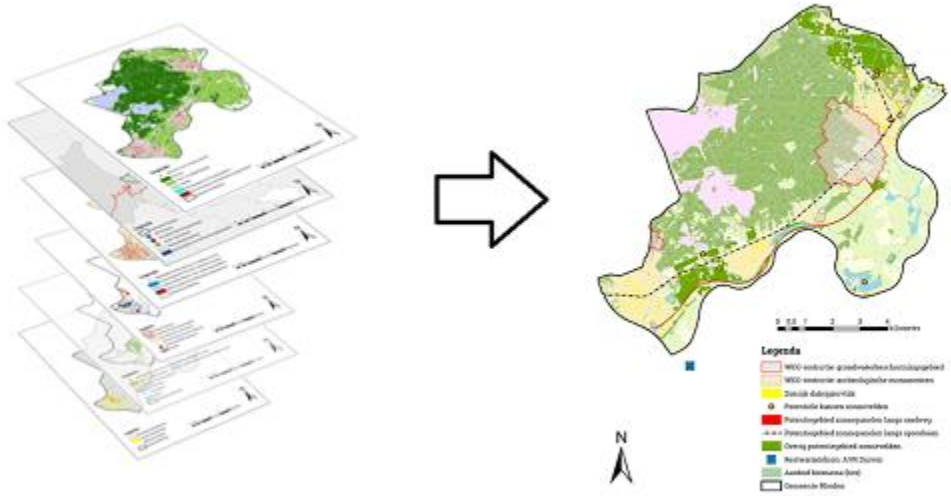
GREENSPREAD

De energiepotentiekaart van de Gemeente Rheden



Een studie naar de ruimtelijke verdeling van kansen voor de toepassing van duurzame-energie-technieken

Oktober 2017

Managementsamenvatting

Wat is onderzocht

Deze studie richt zich op de ruimtelijke verdeling van kansen voor duurzame-energie-technieken in de Gemeente Rheden. Wat kan waar als het gaat om zonne-energie (op daken en in velden), waterkracht, WKO, collectieve warmte (restwarmte, geothermie) en biomassa?

Waarom is dit onderzocht?

De Gemeente Rheden streeft naar een aandeel duurzame energie van 14% in 2020, van 16% in 2023 en naar energieneutraliteit in 2050. Via de energiepotentiekaart wil zij inzicht krijgen in de omvang van deze opgave. De energiepotentiekaart laat in dat kader zien wat de lokale (on)mogelijkheden: wat zijn de technieken die wel en niet goed passen bij de gemeente en op welke plekken liggen projecten voor de hand, bekeken vanuit technische, economische en organisatorische perspectieven?

Wat zijn de uitkomsten?

- Zonnepanelen kunnen zowel in dak- als grondgebonden variant een significante bijdrage leveren aan de energietransitie. Wanneer de kostprijs nog verder zakt, zullen opties als overkappingen van parkeerterreinen en zonnepanelen in geluidsschermen eveneens rendabel te exploiteren zijn.

- WKO is kansrijk in Rheden, onder meer op ontwikkellocaties die zich niet in de grondwaterbeschermingsgebieden of waardevolle archeologische gebieden bevinden. Ook in de utiliteit en zorgsector kan WKO prima uitkomst bieden. In de bestaande bouw ligt de toepassing van WKO minder voor de hand, doordat het gebrek aan infrastructuur voor lage-temperatuur-verwarming (LTV).

- Energie uit stromend water heeft in theorie enige energetische potentie, maar kwantitatief stelt dit weinig voor en bovendien zullen projecten op dit gebied niet rendabel te exploiteren zijn, gelet op de beperkte stroomsnelheden van de IJssel en het feit dat er geen stuw is binnen de gemeentegrenzen. Oppervlaktewater kan eventueel worden benut voor regeneratie van WKO-systemen in onbalans.

- Een collectieve warmtevoorziening (met hogere temperaturen) kan als alternatief voor gas aan de basis staan van grootschalige verduurzaming in de bestaande bouw. De ontwikkeling van dergelijke projecten (op basis van restwarmte of geothermie) is echter zeer complex en gaat gepaard met lange doorlooptijden, enorme investeringen en uiteenlopende belangen van stakeholders. De AVR in Duiven heeft in ieder geval voldoende capaciteit voor uitbreiding van de afzet richting Rheden. Of een geothermiebron in Rheden daadwerkelijk kansrijk is, moet nader onderzoek uitwijzen.

- Er zijn diverse biomassastromen in omloop die in energie kunnen worden geconverteerd. Alle biomassa benutten, betekent in Rheden dat voor 4,1% in de energiebehoefte kan

worden voorzien. Voor de onderzochte biomassastromen geldt evenwel dat regionale oplossingen in principe zinvoller zijn dan lokale.

- Al met al blijkt dat de doelen van de gemeente, zonder windturbines, voorlopig buiten bereik zullen blijven. Wanneer de potenties van alle onderzochte technieken verzilverd worden, kan Rheden (zonder energiebesparing) uitkomen op circa 18% duurzame energie. Aangezien het huidige aandeel is 4,7% is, ligt er een zeer grote opgave om in 2020 uit te komen op 14% en in 2023 op 16%.

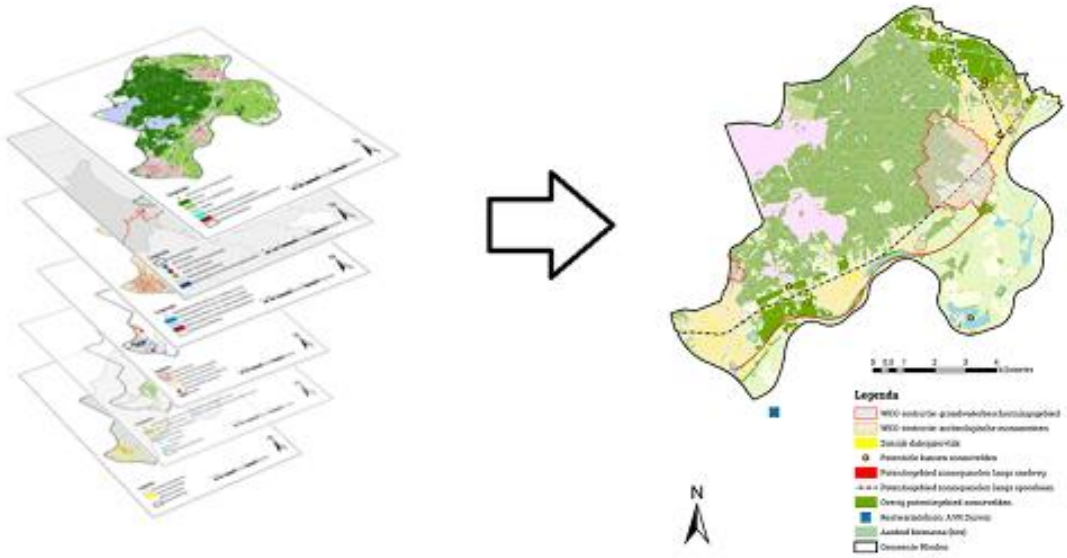
Wat heeft de Gemeente Rheden hieraan?

De energiepotentiekaart kan aan de basis staan van een breed gedragen visie op de toekomstige energievoorziening van Rheden en als toetssteen worden gebruikt om de samenhang tussen (project)initiatieven te waarborgen. De gemeente kan bovendien gericht de discussie aangaan met inwoners en bedrijven over (locaties) voor de opwekking en/of afname van duurzame energie; de kaart is daarbij de objectieve ruimtelijke onderlegger die als praatplaat kan fungeren.

De energiepotentiekaart doet geen uitspraken doet over de inpasbaarheid van de verschillende vormen van duurzame-energiewinning. Ook doet de kaart geen uitspraken over de maatvoeringen, ruimtebeslag en locaties; dit komt in een vervolgtraject aan bod.

Wat is het vervolg?

De kaart kan worden uitgedragen als de ruggengraat van het nader te bepalen energiebeleid. De kansrijke projecten die zijn geduid, kunnen stap voor stap richting ontwikkeling worden gebracht. Hierbij dient benadrukt te worden dat de kaart de scope heeft van (duurzame) energie*opwekking*. Beleid en initiatieven omtrent *besparing* worden buiten beschouwing gelaten, maar zijn evenzeer van groot belang op weg naar een lokale, schone, betaalbare en betrouwbare warmtevoorziening. De Trias Energetica (eerst besparen, daarna duurzaam opwekken) vormt daarbij een zinvolle leidraad.



Inhoudsopgave

Managementsamenvatting 2

1 Introductie 5

1.1 Doelstelling energiepotentiekaart 5
1.2 De energiepotentiekaart als beleidsinstrument 5
1.3 Opbouw rapportage 5
1.4 Gebruikte eenheden 6

2 Lokaal beschikbare duurzame bronnen 7

2.1 Zonnepanelen op daken 7
2.2 Zonnepanelen in veldopstelling 7
2.3 Warmte- en koudeopslag (WKO) 8
2.4 Energie uit water 10
2.5 Collectieve warmte (hoge temperatuur) 11
2.6 Biomassa 11

3 Energievraag en huidig duurzaam aanbod 14

3.1 Stroomvraag 14
3.2 Warmte 14
3.3 Mobiliteit 15
3.4 Totale energiebehoefte in Rheden 15
3.5 Ruimtelijke spreiding van de energiebehoefte 16
3.6 Zakelijke energievraag verdeeld over sectoren 16
3.7 Huidig aandeel duurzaam 17

4 De inpassing van duurzame oplossingen 19

4.1 Zonnepanelen op daken 19
4.2 Grondgebonden zonnepanelensystemen 21
4.3 Warmte-en-koudeopslag (WKO) 25
4.4 Energie uit water 27
4.5 Collectieve warmte (hoge temperatuur) 30
4.6 Biomassa 34

5 De energiepotentiekaart van Rheden 37

6 Conclusies en aanbevelingen 39

- Conclusies 39
- De potenties geïnterpreteerd 40
- Aanbevelingen en overwegingen: onderweg naar een passende koers 42

1 Introductie

1.1 Doelstelling energiepotentiekaart

De Gemeente Rheden heeft behoefte aan inzicht in de lokale (on)mogelijkheden van duurzame-energietechnieken, onderweg naar 14% duurzame energie in 2020, 16% duurzame energie in 2023 en energieneutraliteit in 2050. Wat zijn de technieken die goed passen bij de lokale werkelijkheid in de gemeente, wat is de exacte potentie en op welke plekken ligt toepassing ervan precies voor de hand? De antwoorden op deze vragen komen in deze studie aan bod.

De energiepotentiekaart is opgesteld vanuit een technische invalshoek; er is dus gekeken naar de technieken die aanknopingspunten bieden voor de lokale toepassing ervan. Voor uiteindelijke keuzes is vanzelfsprekend een bredere ruimtelijke afweging noodzakelijk waarbij ook de gevolgen voor bijvoorbeeld landschap, natuur en landbouw betrokken dienen te worden.

De energiepotentiekaart beantwoordt dus de vraag 'wat kan waar'?, waarbij het concreet gaat om zonnepanelen (op daken en in veldstelling), waterkracht, WKO, collectieve warmte van hoge temperatuur (op basis van restwarmte of geothermie) en biomassa. De kaart kan aan de basis staan van een breed gedragen visie op de toekomstige energiehuishouding van Rheden. Tegelijkertijd kan de kaart als toetssteen worden gebruikt om de samenhang te waarborgen tussen de diverse projecten die in gang worden gezet en/of al zijn gerealiseerd. Grootschalige windenergie is niet onderzocht in verband met afspraken hierover vanuit het Collegebeleidsplan 'Rheden is van ons allen 2014-2018'.

1.2 De energiepotentiekaart als beleidsinstrument

Met de energiepotentiekaart heeft de Gemeente Rheden een beleidsinstrument in handen waarmee zij gericht de discussie kan aangaan als het gaat om energieopwekking en -distributie. De gemeente beschikt vanaf nu over een objectieve en gefundeerde ruimtelijke afweging, over een maatwerkoplossing die op het ambtelijke en bestuurlijke niveau richting geeft aan het maken van keuzes en het leggen van prioriteiten, met het oog op projectontwikkeling.

Wanneer de gemeente zich committeert aan een strategische doelstelling op het gebied van energieopwekking en -distributie, dan kan de kennis uit de kaart tevens als input fungeren voor het monitoren van de voortgang, onderweg naar het behalen van de doelstellingen.

Het is ook belangrijk om duidelijk te maken waar de energiepotentiekaart niet toe dient. De kaart maakt inzichtelijk wat waar kán, en niet zozeer wat waar komt of moet komen. De afweging tussen technieken en locaties vormt dus slechts de opmaat tot de concrete ontwikkeling, realisatie en exploitatie van projecten.

1.3 Opbouw rapportage

In het volgende hoofdstuk (H2) worden de generieke kenmerken van de genoemde energietechnieken onder de loep genomen. De uitkomst hiervan is een overzicht aan criteria die van invloed zijn op de ruimtelijke toepassingsmogelijkheden van de technieken in kwestie. In hoofdstuk 3 wordt vervolgens de lokale energiebehoefte in Rheden bepaald. Dit is van belang om te zien in hoeverre technieken in Rheden een bijdrage kunnen leveren aan strategische doelen. In hoofdstuk 4 wordt op basis van de verworven kennis en vastgestelde criteria bepaald wat de kansen en onmogelijkheden zijn van de technieken. Per techniek wordt een kaartbeeld

gemaakt waaruit blijkt op welke plekken toepassing voor de hand ligt. In hoofdstuk 5 worden de kaartlagen gestapeld en wordt de totale energiepotentiekaart van de Gemeente Rheden gepresenteerd. Ten slotte volgen in hoofdstuk 6 de conclusies en aanbevelingen.

1.4 Gebruikte eenheden

Energie is een centraal begrip in deze studie. In de volgende hoofdstukken worden de vraag naar en het aanbod van energie op verschillende manieren verklaard. De internationaal geaccepteerde eenheid van energie is de joule (J); afgeleiden hiervan staan in de tabel hieronder weergegeven. Naast de joule wordt energie in deze rapportage gekwantificeerd in watturen: 1 joule staat gelijke aan een wattseconde en dus aan 1/3.600 wattuur. De verhouding tussen een wattuur, een kilowattuur (kWh), megawattuur (MWh), een gigawattuur (GWh) et cetera is op eenzelfde manier uit de tabel af te leiden. Ten slotte wordt de kubieke meter aardgas(equivalent) gebruikt om de energiebehoefte aan te duiden. Een kubieke meter gas uit het Slochterenveld bezit een energiewaarde van circa 35 MJ.

joule (J)	kilojoule (kJ)	megajoule (MJ)	gigajoule (GJ)	terajoule (TJ)	petajoule (PJ)
1	$1*10^3$	$1*10^6$	$1*10^9$	$1*10^{12}$	$1*10^{15}$
wattuur (Wh)	kilowattuur (kWh)	megawattuur (MWh)	gigawattuur (GWh)	terawattuur (TWh)	petawattuur (PWh)

Tabel 1: Gebruikte eenheden in de rapportage.

2 Lokaal beschikbare duurzame bronnen

Deze studie is gericht op het duiden van de ruimtelijke spreiding van kansen voor de toepassing van meerdere duurzame-energie-technieken. In dit hoofdstuk volgt een generieke toelichting op deze oplossingen. Rheden kan ook op andere manieren duurzaam worden: denk aan besparing, HR+(+)-ketels, houtkachels, individuele lucht-waterwarmtepompen et cetera. In deze studie staan echter alleen oplossingen centraal waarvan de toepassing direct afhangt van ruimtelijke criteria.

Grootschalige windenergie maken geen onderdeel uit van deze studie omdat in Rheden momenteel onvoldoende draagvlak bestaat voor de realisatie ervan. Kleinschalige windturbines (maximaal 15 meter) is niet nader onderzocht omdat dit energetisch gezien niet of nauwelijks een bijdrage levert.

2.1 Zonnepanelen op daken

Voor de rendabele toepassing van zonne-energie op daken, zoals in figuur 1, is logischerwijs schaduw- en obstakelvrij dakvlak benodigd, idealiter met een zonoriëntatie tussen het zuidoosten en zuidwesten. Daken van monumenten of binnen stads- en dorpsgezichten zijn minder kansrijk als locatie voor zonnestroomsystemen, gezien een mogelijke vergunningplicht.

Figuur 1: Bestaande dakgebonden zonnepanelensystemen in de Gemeente Rheden.

2.2 Zonnepanelen in veldopstelling

Naast het dakvlak zijn tegenwoordig ook langjarig beschikbare gronden interessant voor de (collectieve) opwek van zonnestroom. Exploitatie hiervan kan rendabel plaatsvinden via de SDE+ (subsidieregeling vanuit de Rijksoverheid) of de Regeling Verlaagd Tarief (postcoderoos).

Voor een zonneweide (zie figuur 2 voor een voorbeeldopstelling) moet een locatie in ieder geval de mogelijkheid bieden tot schaduwvrije plaatsing van zonnepanelen met een oriëntatie tussen het (zuid)oosten en (zuid)westen, voor een maximale zoninstraling en (dus) stroomopbrengst. Op het terrein moeten tevens mogelijkheden bestaan tot het funderen van de panelen. Dit gebeurt in de regel via hei- of schroefwerk, waarbij staanders tot (maximaal) circa anderhalve meter diep in de grond worden geslagen. Alternatief is een systeem waarbij gebruik van ballast de fundatiewijze is, wanneer het niet toegestaan is in de grond te heien of schroeven.

Het systeem dient daarnaast inpasbaar te zijn op de bestaande elektriciteitsinfrastructuur. De netbeheerder heeft in principe de plicht elke partij die om een aansluiting verzoekt, aan te sluiten op haar netten. Een technische horde zal de netinpassing dus niet snel opleveren. Uit de economische randvoorwaarden blijkt echter dat de wijze van netaansluiting een cruciale variabele is voor de financiële exploitatie. Bij aansluitingen tot 2 MVA (circa 2,3 MW zonnepaneelvermogen; 9.200 panelen) is de alom aanwezige laagspanningsinfrastructuur (LS) of middenspanningsinfrastructuur (MS) toereikend. Bij aansluitingen groter dan 2 MVA is een verbinding met een regel-, schakel- of onderstation van de netbeheerder benodigd.

Grondgebonden zonnepanelensystemen zijn altijd Wabo-omgevingsvergunningplichtig. Het verkrijgen van een dergelijke vergunning is minder kansrijk als het gaat om projectlocaties in beschermde buitenplaatsen of beschermde dorpsgezichten. Ook in gebieden met evidente natuurlijke waarde (zoals gebieden uit het Gelders Natuur Netwerk, gebieden die tot een nationaal landschap behoren of ganzenfoerageergebieden) is het verkrijgen van een omgevingsvergunning beslist geen vanzelfsprekendheid.

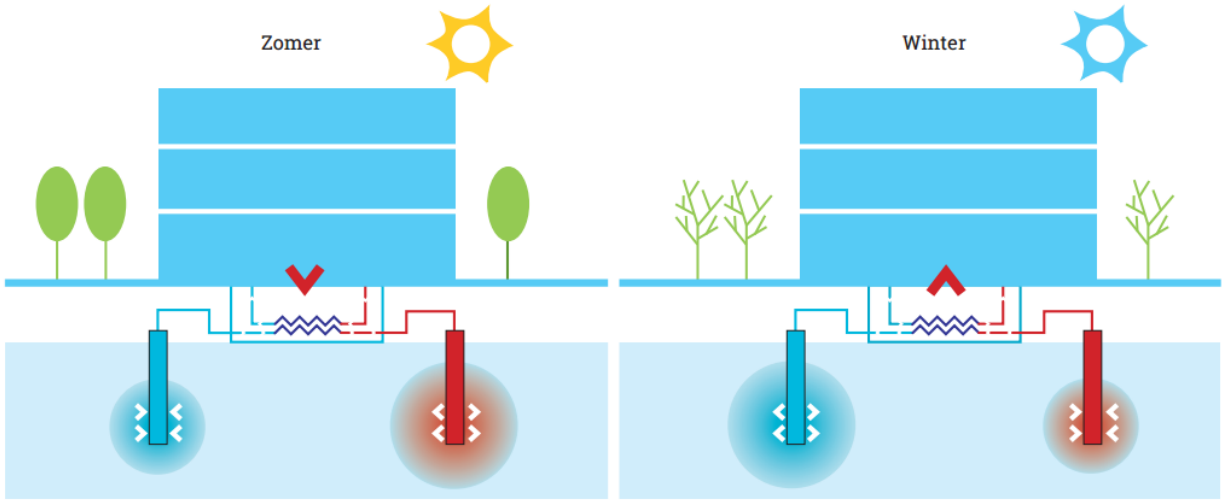
Figuur 2: Een voorbeeldopstelling van een grondgebonden zonnepanelensysteem.

2.3 Warmte- en koudeopslag (WKO)

WKO is een duurzame-energietechniek waarbij energie in de bodem wordt opgeslagen, op een diepte tot enkele honderden meters; zie figuur 3. Met deze energie kunnen ruimtes zowel worden verwarmd als gekoeld. Omdat koeling normaal gesproken veel energie kost en de vraag hiernaar almaar toeneemt, onder meer doordat huizen steeds beter worden geïsoleerd, zal voor WKO een voorname rol zijn weggelegd in de transitie naar een duurzame energievoorziening.

Er zijn twee WKO-varianten: open en gesloten systemen. In het geval van open systemen worden twee bronnen geboord in een grondwaterlaag. In de regel gebeurt dit op een diepte tussen de twintig en tweehonderd meter, waar de watervoerende zandlagen (aquifers) zich bevinden. In de zomer, als er vraag naar koeling is, wordt grondwater uit een koude bron opgepompt. Met behulp van een warmtewisselaar wordt warmte uit het gebouw opgenomen en het opgewarmde water vloeit terug in de warme bron. In de winter, als er juist een warmtevraag is, verloopt dit proces omgekeerd. Het afgekoelde grondwater wordt in de koude bron geïnfiltreerd. Het bodemwater heeft in eerste instantie een temperatuur van circa 12 graden Celsius. Door het onttrekken en injecteren wordt een temperatuurverschil van ongeveer 6 graden gecreëerd.

Gesloten WKO's kennen hetzelfde seizoensgebonden systeem, maar hierbij is geen rol voor grondwater weggelegd; water met een antivriesmiddel wordt door een buizenstelsel in de bodem gepompt, waarbij koude of warmte aan de bodem wordt onttrokken via een warmtewisselaar. Het energetisch rendement van gesloten systemen, die op hun beurt nog weer horizontale en verticale varianten kennen, is doorgaans lager dan dat van open systemen.



Figuur 3: Het principe van een open WKO-systeem in de zomer (links) en de winter (rechts).

De toepassing van open en gesloten WKO-systemen leidt al met al tot een aanzienlijke energiebesparing en vermindering van de CO_2-uitstoot, waarbij een duurzaam antwoord op de vraag naar koeling het "unique selling point" is. WKO is bovendien een marktrijpe en op brede schaal toegepaste techniek.

WKO kan niet overal worden toegepast. Dat komt doordat diverse ongewenste gevolgen kunnen optreden, zoals schade aan bodemlagen, veranderingen in grondwaterstromen of de grondwaterstand en wijzigingen in het chemisch evenwicht op een plek. In het geval van gesloten systemen kunnen bovendien milieuvreemde stoffen in de bodem terechtkomen. Om die redenen geldt voor de meeste WKO-systemen in Nederland een vergunningsplicht.

De toepassingsmogelijkheden van WKO zijn dus enigszins beperkt. Omdat de vrijkomende temperaturen relatief laag zijn, is de toepassing voorbehouden aan systemen die geen hoge temperaturen vereisen, zoals vloer- en wandverwarming. De meeste woningen hebben echter andere verwarmingssystemen en een beperkte koudevraag. Daarom wordt WKO vooral toegepast in de utiliteitsbouw. Open systemen passen het beste bij grote kantoren, industrieterreinen en de glastuinbouw, terwijl woningbouw kansrijk is vanaf dertig tot vijftig huizen, mits de genoemde koudevraag en systemen voor lagetemperatuurverwarming voorhanden zijn. Gesloten systemen worden in de regel per huis aangelegd.

Ook de ondergrondse werkelijkheid is relevant bij het vaststellen van de toepassingsmogelijkheden van WKO: de bodemgeschiktheid, archeologische waarden en de aanwezigheid van grondwaterwingebieden en grondwaterbeschermingsgebieden bepalen of WKO ergens überhaupt een optie is.

Ook de locaties van andere WKO-systemen zijn in dat kader relevant, aangezien geclusterde systemen elkaar negatief kunnen beïnvloeden. Ten slotte kan specifiek gemeentelijk beleid van invloed zijn op de haalbaarheid van WKO-toepassingen.

2.4 Energie uit water

Energie winnen uit (stromend) water kan op twee manieren: door het opwekken van elektriciteit of door het water te gebruiken als warmtebron bij toepassing van WKO en warmtepompen.

Elektriciteit

Elektriciteit kan worden opgewekt met een waterkrachtcentrale bestaande uit een of meerdere waterturbines met generatoren of middels Vortex Induced Velocity Aquatic Clean Energy (VIVACE), waarbij horizontale cilinders op en neer bewegen onder invloed van de turbulentie in een waterstroom. Voor beide technieken is de stroomsnelheid van het water de belangrijkste factor bij het bepalen van de potentiële energieproductie. Een waterkrachtcentrale van enige vermogensomvang (<15 kW is niet rendabel) kan het beste in een stuw worden gerealiseerd omdat de stroomsnelheden daar het hoogst zijn.

Figuur 4: Een VIVACE-cilinder (links) en een voorbeeld van een waterturbine (rechts).

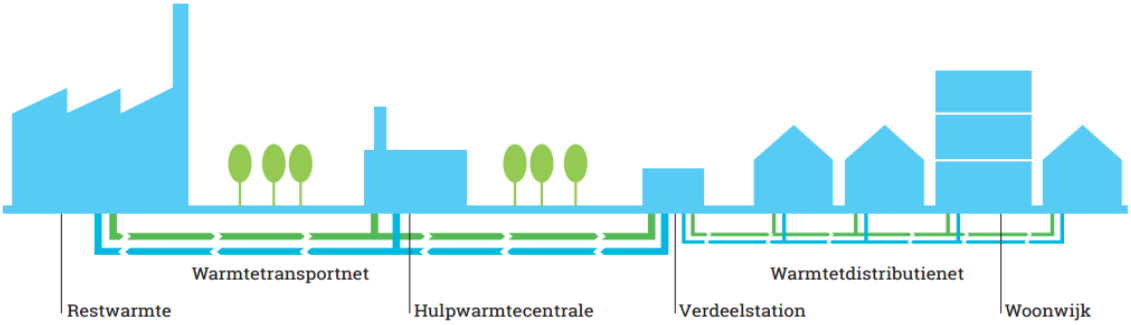
Warmte

Oppervlaktewater kan ook worden gebruikt als regeneratievoorziening van de warme bron van een WKO-installatie. Dit kan uitkomst bieden voor WKO-systemen met bronnen die in onbalans zijn, wat optreedt wanneer de afname van warmte en koude niet gelijk is. Via een warmtewisselaar wordt dan een paar graden Celsius onttrokken aan het water. Met een (elektrische) warmtepomp wordt deze energie vervolgens opgewaardeerd tot een niveau waarop de warmte bruikbaar is voor afgifte via vloer- dan wel wandafgiftesysteem binnen gebouwen, net als bij een WKO-systeem waarbij de bodem als bron fungeert. Een warmtevoorziening geheel op basis van oppervlaktewater is niet reëel, omdat het aanbod van warmte in de winterperiode (wanneer de warmtevraag het grootst is) te klein is; de bodem waarin de transportleiding zou liggen is doorgaans warmer dan het water in de winterperiode, wat bodemopslag per definitie een efficiëntere oplossing maakt met minder afstand tussen bron en afnemer. Warmtewinning uit oppervlaktewater zien we daarom enkel als techniek waarmee het functioneren van een WKO positief kan worden beïnvloed.

2.5 Collectieve warmte (hoge temperatuur)

Collectieve warmte verwijst niet direct naar een concrete bron van (hernieuwbare) warmte, maar is een oplossing om centraal opgewekte energie naar verschillende afnemers te transporteren, als alternatief voor een aansluiting op het gasnet per gebouw. In veel gevallen wordt restwarmte van elektriciteitscentrales gebruikt als warmtebron, maar ook geothermische installaties en afvalverbrandingsinstallaties met restwarmte zijn denkbare bronnen.

Via het collectieve verwarmingsnet vloeit warm water door een ondergronds leidingnet van de producent naar een verdeelstation in een wijk of op een industrieterrein. Van het verdeelstation wordt de warmte geleverd aan de afnemers. Elke afnemer heeft hiervoor een afleverset, die registreert hoeveel warmte op de locatie wordt afgenomen. Vanaf de afleverset wordt de warmte naar de radiatoren of vloerverwarming gestuurd. Nadat het pand is opgewarmd, stroomt het afgekoelde water terug naar het verdeelstation, waar het opnieuw wordt verwarmd (zie figuur 5).



Figuur 5: Het concept van een stadswarmtenet.

De aanwezigheid van een (bestaand) warmtenet verruimt in sterke mate de haalbaarheid voor rendabele exploitatie van een duurzame warmtebron. Wanneer reeds een warmtenet aanwezig is, hoeft voor de levering van warmte uit deze bronnen immers geen transport- en/of distributienet te worden aangelegd. Dit heeft lagere kosten tot gevolg, waardoor een project sneller rendabel is te realiseren.

2.6 Biomassa

Warmteproductie is tevens mogelijk door de verbranding, vergisting of vergassing van biologisch afbreekbare producten uit de natuur: biomassa. Uit tabel 2 is af te leiden welke biomassastromen in theorie kunnen worden ingezet voor het opwekken van hernieuwbare energie.

Hoofdgroep	Subcategorie	Indeling
1. Houtige stromen	1.1 Vers resthout	1. Vers resthout
		2. Energieteelt
	1.2 Houtverwerkende industrie	3. Schoon resthout uit industrie
	1.3 Gebruikt hout	4. Gescheiden ingezameld hout, A-kwaliteit
		5. Gescheiden ingezameld hout, B-kwaliteit
		6. Gescheiden ingezameld hout, C-kwaliteit
2. Niet-houtige	2.1 Graangewassen	7. Granen

stromen		8. Stro van granen
	2.2 Grassen	9. Bermgras
		10. Hooi van gras
		11. Hennep, vlas
		12. Energieteelt
	2.3 Oliezaden	13. Olie
		14. Stro
		15. Schillen en schroot
3. Overige	3.1 Voeding-/genotmiddelenindustrie	16. VGI-bijproducten (frituurvet, vetzuren, diermeel etc.)
	3.2 Keukens	17. Swill
	3.3 Groente-, fruit- en tuinafval	18. GFT
	3.4 Afval	19. Afval
	3.5 Oud papier en karton	20. Oud papier en karton
	3.6 Textiel	21. Textiel
	3.7 Shredderafval	22. Shredder-afval
	3.8 Reinigingsdienstenafval	23. Reinigingsdienstenafval
	3.9 Mest	24. Kippenmest
		25. Runder- en varkensmest
	3.10 Slib RWZI	26. Slib RWZI
4. Recovered fuels		27. Composteeroverloop
		28. Afgescheiden houtafval uit bouw- en sloopafval
		29. Papierslib
		30. Papier / plastic pellets

Tabel 2: Diverse biomassastromen.

Biomassa heeft het voordeel dat het aanbod oneindig is, terwijl geen extra CO_2 wordt uitgestoten bij de conversie ervan. Het woord “extra” verwijst naar het feit dat planten en bomen tijdens hun leven CO_2 opnemen; bij het verbranden, vergisten of vergassen ervan komt weliswaar CO_2 vrij, maar nooit meer dan de hoeveelheid die in de atmosfeer terecht zou komen wanneer de bomen of planten op natuurlijke wijze zouden vergaan.

De biomassastromen uit tabel 2 kunnen over de weg, op het water of anderszins worden vervoerd naar een geschikte plek voor de conversie in energie en warmte, zonder direct aan kwaliteit in te boeten. Verkeersstromen moeten evenwel zoveel mogelijk worden beperkt om de duurzaamheid van de gang van zaken te verzekeren. Het benutten van biomassa als warmtebron is mogelijk als er voldoende aanbod van hoge kwaliteit voorhanden is, maar kan ook nadelen hebben: geur- en geluidsoverlast zijn bekende voorbeelden die de toepassing ervan in bewoonde gebieden kunnen verhinderen. Daarnaast is het zo dat de kosten en het rendement van de conversietechnieken, die nog sterk in ontwikkeling zijn, vaak (nog) in de weg staan van rendabele vergistings-, vergassings- of verbrandingsinstallaties. Biomassateelt op agrarische gronden (bijvoorbeeld: de teelt van vezelhennep, vlas, koolzaad, wilgen of miscanthus) voorziet ten slotte in een directe en meer hoogwaardige toepassing van de organische stof. Deze typen biomassa kunnen fungeren als grondstof voor bouwmaterialen of in andere industrieën.

2.7 Overzichtstabel

Op basis van de in dit hoofdstuk geboden inzichten kan een overzichtstabel worden gemaakt waarin de belangrijkste factoren op een rij staan die de toepassing van de diverse technieken beïnvloeden; zie tabel 3.

Techniek	Ruimtelijke indicatoren/randvoorwaarden
Zonnepanelen (dak)	• Zoninstraling, geschikt dakoppervlak (schaduwvrij, vrij van obstakels) • Draagvermogen (12 kg/m^2 voor schuine daken en 15-25 kg/m^2 voor platte) • Aanwezigheid asbest • Esthetische waarde van daken en panden (monumentale status) • Beschermde stads- en/of dorpsgezichten
Zonnepanelen (veld)	• Aanbod van zonneschijn, schaduwvrij oppervlak • Type bodem (voor keuze fundatiewijze) • Beschermde stads- en/of dorpsgezichten • Natuurgebieden (Natura-2000, Nationale Parken) • Afstand tot middenspanningsnet (bij aansluitingen tot 2 MVA) • Afstand tot onder-/regel-/schakelstation (bij aansluitingen > 2 MVA)
WKO	• Aanwezigheid afnemers met warmte- en koudebehoefte • Aanwezigheid afgiftesystemen voor lagetemperatuurverwarming (of planning tot realisatie hiervan) • Interferentie met andere systemen • Aanwezigheid watervoerend(e) pakket(ten) • Bodemgesteldheid (o.a. grondwaterbeschermingsgebieden, archeologie)
Energie uit water	• Aanwezigheid (stromend) water en stroomsnelheid (elektra) dan wel de mate van turbulentie in een waterstroom • Afstand tot afnemers/WKO (regeneratie van warme bron WKO-systeem)
Collectieve warmte	• Aanwezigheid en betrouwbaarheid bron (korte en lange termijn) • Kwaliteit aanbod warmte (hoeveelheid en temperatuurniveau) • Aanwezigheid distributienet voor koppeling met afnemers • Beschikbaarheid afnemers met afgifte systemen van gelijk temperatuurniveau in de nabijheid
Biomassa	• Aanwezigheid voldoende (hoogwaardig) aanbod van biomassa • Bij lokale conversie: toevoermogelijkheden biomassa (bereikbaarheid) • Bij lokale conversie: vergunningsmogelijkheden (i.v.m. geluid/geur)

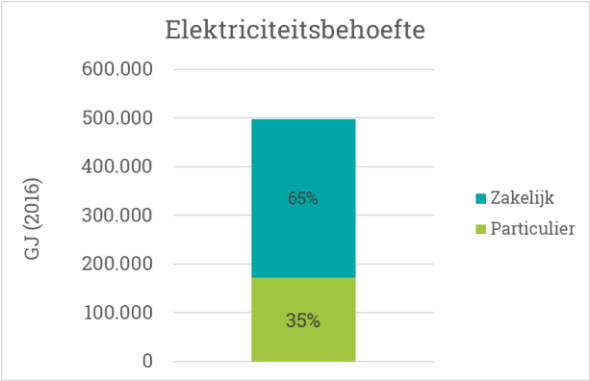
Tabel 3: De ruimtelijke indicatoren die de toepasbaarheid van duurzame technieken bepalen.

3 Energievraag en huidig duurzaam aanbod

Kijkend naar de energievraag in Rheden kan onderscheid worden gemaakt tussen de behoefte aan elektriciteit en de behoefte aan warmte, naast de energiebehoefte voor mobiliteit.

3.1 Stroomvraag

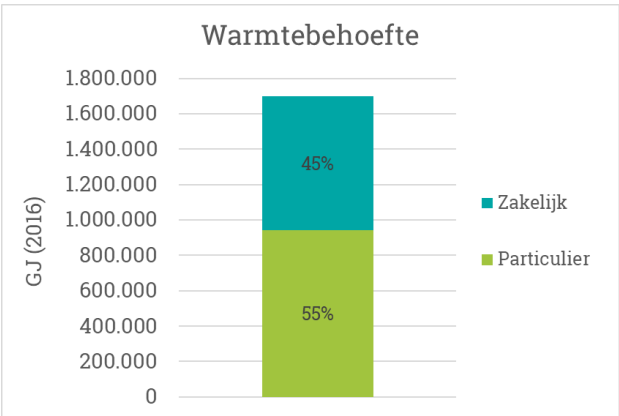
Consumenten van elektriciteit in Rheden hadden in 2016 een gezamenlijke jaarlijkse behoefte van circa 138 miljoen kWh, oftewel een kleine 500.000 GJ (1 kWh = 0,0036 GJ). Uit figuur 6 blijkt dat zakelijke consumenten verantwoordelijk zijn voor circa twee derde deel hiervan.



Figuur 6: De stroomvraag van zakelijke en particuliere afnemers in 2016 (Bron: Energie in Beeld).

3.2 Warmte

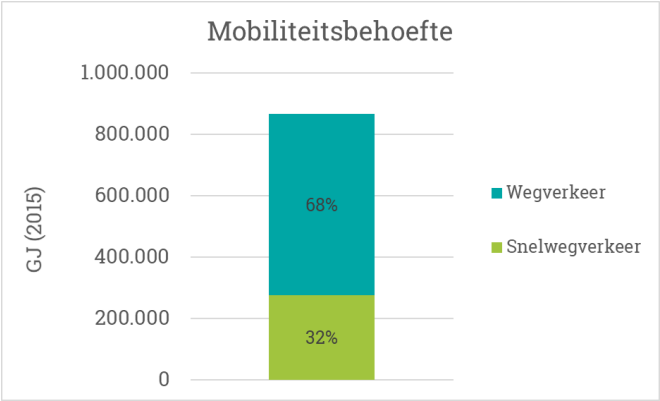
In Rheden voorzien warmtevragers in hun behoefte via een aansluiting op het landelijke gasnet of via individuele dan wel collectieve WKO-systemen. Incidenteel worden ruimtes op andere wijze verwarmd, bijvoorbeeld via hout(pellet)kachels. De warmtevraag is afkomstig van huishoudens en bedrijven/organisaties. Uit figuur 7 blijkt hoe de jaarlijkse warmtevraag is verdeeld over zakelijke en niet-zakelijke partijen. In totaal blijkt de jaarlijkse warmtebehoefte in de gemeente circa 1,7 miljoen GJ te zijn. De zakelijke warmtevraag (45%) is aanmerkelijk geringer dan die van particuliere huishoudens (55%).



Figuur 7: De warmtevraag van zakelijke & particuliere afnemers in 2016 (Bron: Energie in Beeld).

3.3 Mobiliteit

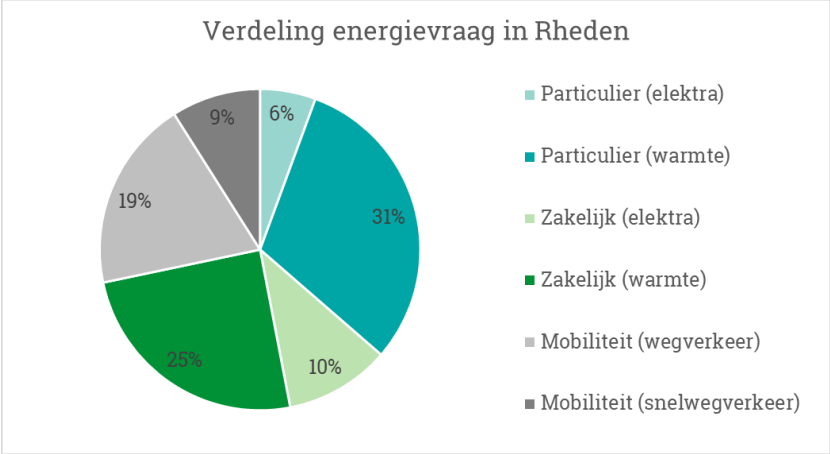
Naast de stroom- en warmtevraag is energie nodig voor mobiliteit. Exclusief spoorwegverkeer gaat dit in Rheden om wegverkeer en snelwegverkeer. Uit figuur 8 blijkt dat ruim twee derde is terug te leiden op het reguliere wegverkeer.



Figuur 8: De energiebehoefte voor mobiliteit in 2015 (Bron: Klimaatmonitor Databank).

3.4 Totale energiebehoefte in Rheden

Op basis van de vorige drie paragrafen kan de totale energiebehoefte in Rheden worden bepaald. Deze bedraagt 3,07 miljoen GJ. Hiervan is slechts 16% gerelateerd aan elektriciteit. De warmtevraag is verantwoordelijk voor 56% van de energievraag. Mobiliteit is verantwoordelijk voor de resterende 28%. Van de totale energiebehoefte is 37% terug te leiden op huishoudens en 35% op bedrijvigheid; zie figuur 9. In vergelijking met andere gemeenten valt met name het hoge aandeel van particuliere huishoudens op; de zakelijke sector is in de gemeente relatief klein qua omvang.

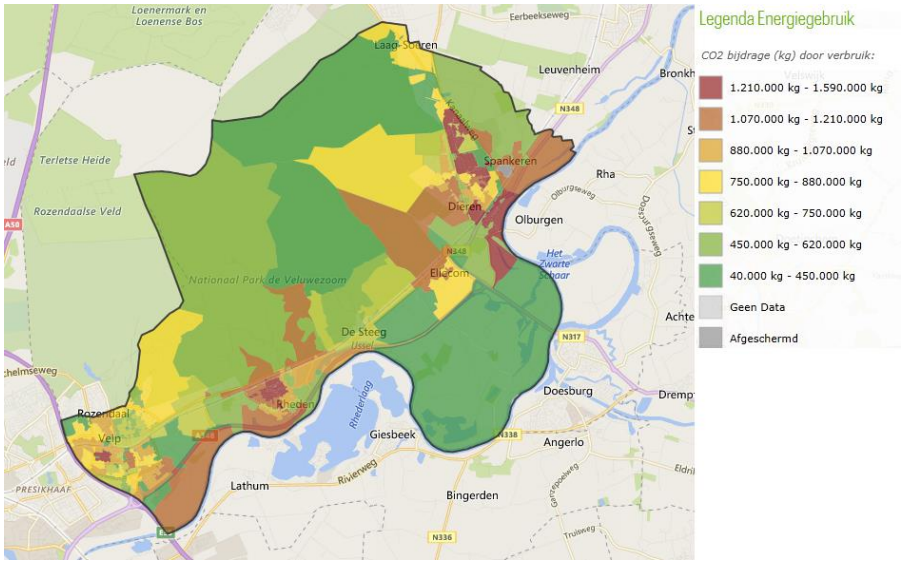


Figuur 9: De verdeling van de energiebehoefte van Rheden.

De komende jaren zal de nadruk van de energiebehoefte steeds meer op elektriciteit komen te liggen, gelet op de opkomst van elektrisch vervoer en de verwachte elektrificatie van de warmtevoorziening (verwarmen middels warmtepompen in plaats van met gasketels).

3.5 Ruimtelijke spreiding van de energiebehoefte

Met het oog op de doelstelling van de energiepotentiekaart is de ruimtelijke spreiding van de energievraag over de gemeente een interessant gegeven. Figuur 10 laat zien dat de energievraag zich logischerwijs concentreert rond de woonkernen en bedrijventerreinen in de gemeente.



Figuur 10: De actuele ruimtelijke verdeling van de gasvraag in Rheden op postcode-5-niveau.

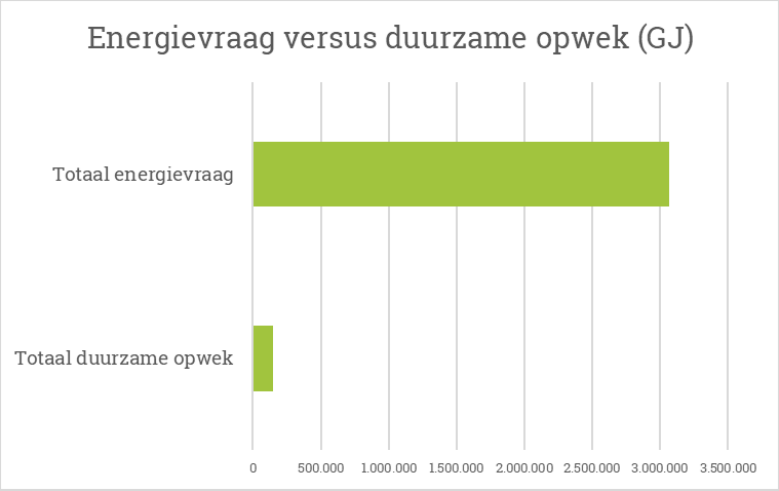
3.6 Zakelijke energievraag verdeeld over sectoren

Figuur 11 laat zien dat de energiebehoefte van industrieën, zakelijke dienstverlening en financiële instellingen in vergelijking met andere sectoren bovengemiddeld groot is in Rheden.

Figuur 11: De verdeling van de zakelijke energievraag over sectoren (Bron: Energie in Beeld).

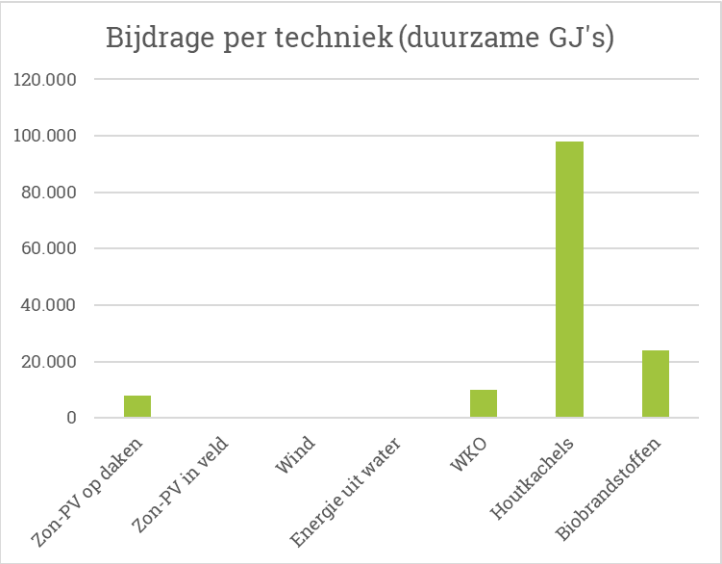
3.7 Huidig aandeel duurzaam

Tegenover de huidige energievraag staat al een beperkte bijdrage van enkele duurzame-energie-technieken, zoals zonnepanelen (op daken) en WKO. Ook de toepassing van houtkachels en biobrandstoffen draagt bij aan het actuele aandeel duurzame energie in Rheden van 4,7%; zie figuur 12. Het landelijke gemiddelde was eind 2016 5,9%.



Figuur 12: Het actuele aandeel duurzame energie in Rheden is 4,7%.

Uit figuur 13 wordt duidelijk in hoeverre het aandeel van 4,7% is toe te schrijven aan de diverse technieken. De forse bijdrage van houtkachels valt op; dit betreft een modelmatige verdeling van een landelijk totaal. Zonder houtkachels zou het aandeel duurzame energie in Rheden slechts 1,5% bedragen. Dit komt met name doordat er momenteel geen grootschalige duurzame opwekprojecten (wind, zon, warmte) in de gemeente zijn. De bijdrage van biobrandstoffen betreft daarnaast een modelmatige verdeling van landelijke totalen. Lokaal beleid zal hier geen invloed op hebben en daarom komen biobrandstoffen in deze studie verder ook niet naar voren.



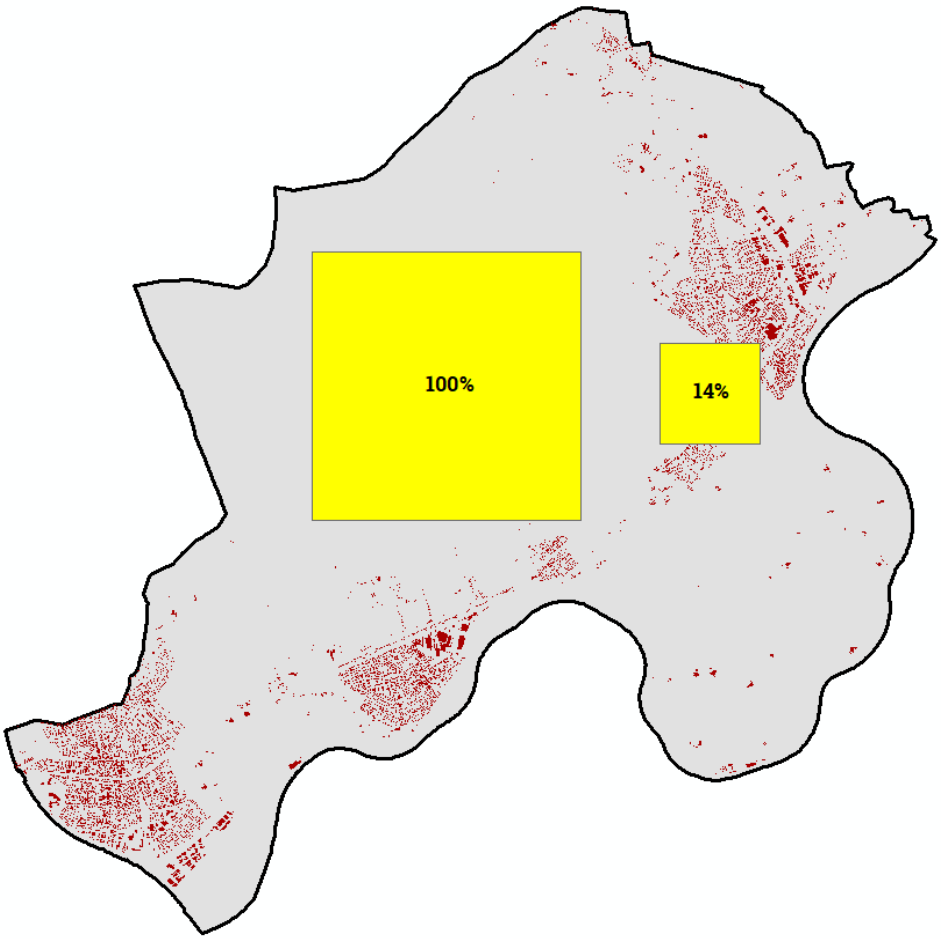
Figuur 13: De huidige bijdrage van technieken aan het aandeel duurzame energie in Rheden.

3.8 Opgave richting strategische doelen

Om 100% energieneutraal te zijn, zouden vandaag de dag in de Gemeente Rheden (bijvoorbeeld) 3,5 miljoen zonnepanelen geplaatst moeten worden, los van enige andere opwek of energiebesparing. Een alternatief zou zijn: 122 windturbines met een ashoogte van 120 meter (3,5 MW vermogen) en een tiphoogte van 180 meter.

Om te voldoen aan de doelstelling van 14% duurzame energie in 2020 vanuit het SER Energieakkoord (ondertekend door de VNG) en het Gelders Energieakkoord (ondertekend door de Gemeente Rheden), volstaan 490.000 zonnepanelen of 17 windturbines met dezelfde kenmerken zoals hierboven genoemd.

Figuur 14 visualiseert het ruimtebeslag binnen de gemeente voor bovengenoemde doelstellingen als het gaat om zonnepanelen in (zuidgerichte) veldopstelling: 189 hectare voor 14% duurzame energie en 1.350 hectare voor 100% duurzame energie. Oftewel: respectievelijk 2,2% en 16,0% van het totale grondoppervlak in de gemeente.



Figuur 14: Het ruimtebeslag van zonnevelden voor een aandeel duurzaamheid van 14% en 100%.

4 De inpassing van duurzame oplossingen

In hoofdstuk 2 zijn de ruimtelijke criteria benoemd die de toepassingsmogelijkheden van energietechnieken beïnvloeden. Hoofdstuk 3 heeft inzicht geboden in de ruimtelijke verdeling van de energiebehoefte in Rheden en de actuele staat van de verduurzaming. De kennis die deze hoofdstukken heeft opgeleverd, wordt nu benut voor het maken van afwegingen per techniek: wat kan waar in Rheden als het gaat om de diverse duurzame-energie-technieken. Het technische potentieel vormt het vertrekpunt van de analyses, maar al snel wordt de vertaalslag gemaakt naar de economische, juridische en organisatorische haalbaarheid.

4.1 Zonnepanelen op daken

In beginsel biedt ieder schaduw- en obstakelvrij dakdeel in Rheden kansen voor plaatsing van zonnepanelen, zolang het gaat om platte dakvlakken of schuine dakdelen met een zonoriëntatie tussen het (zuid)westen en (zuid)oosten. De precieze economische haalbaarheid van zonnepanelen op daken hangt in sterke mate samen met zaken zoals het type verbruiker, het jaarverbruik en leveringstarieven. Ook dient het draagvermogen van een dak toereikend te zijn voor zonnepanelen en toebehoren, terwijl plaatsing op asbesthoudende daken pas reëel is nadat het asbest gesaneerd is.

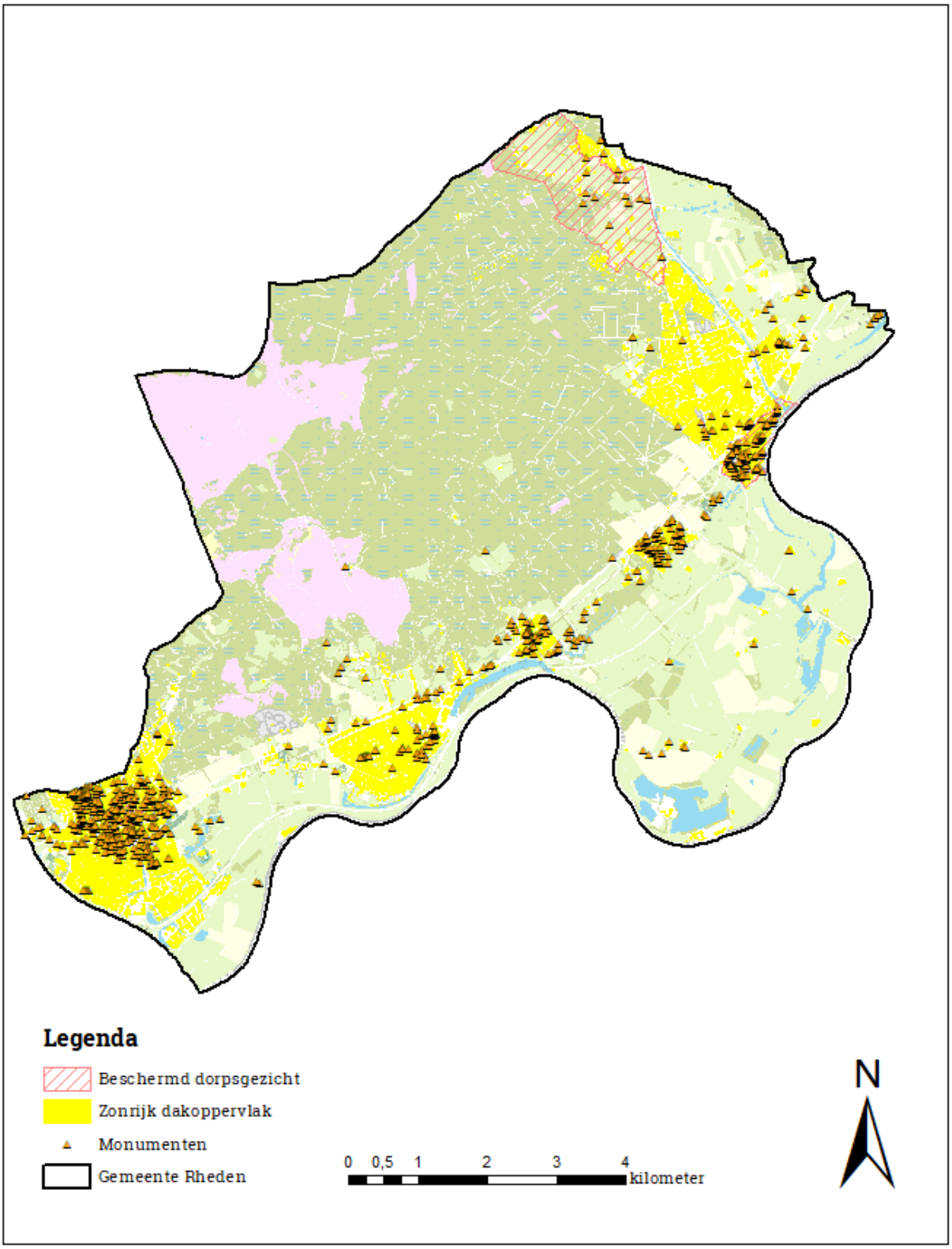
In de Gemeente Rheden zijn de daken geïdentificeerd waar plaatsing van zonnepanelen technisch mogelijk is gelet op de goede zoninstraling (woningen, bedrijfspanden et cetera).

- In totaal zijn 19.092 panden geïdentificeerd met geschikte of zeer geschikte daken (circa 60% van alle panden in Rheden).
- Op de kansrijke daken blijkt ruimte voor de schaduwvrije plaatsing van circa 103 MW aan opgesteld zonnepaneelvermogen.
- Jaarlijks zou hiermee 90 miljoen kWh (90 GWh) aan groene stroom kunnen worden opgewekt; dit staat gelijk aan 324.000 GJ, 65% van de gemeentelijke stroombehoefte en circa 11% van de totale gemeentelijke energievraag. Dit is de maximale potentie van zonnepanelen in de gemeente Rheden.

Hierbij hoort de opmerking dat deze potentie deels al verzilverd wordt via bestaande zonnepaneleninstallaties: momenteel wordt circa 1,6% van stroombehoefte in Rheden opgewekt met ongeveer 10.000 zonnepanelen. Ook is het regelmatig economisch zinvoller om niet het volledige dak vol te leggen met zonnepanelen.

Ten slotte dient te worden opgemerkt dat er ruimtelijk-juridische drempels zijn. Plaatsing van zonnepanelen op daken van gemeentelijke monumenten, rijksmonumenten en/of op daken in beschermde stads- of dorpsgezichten is (omgevings)vergunningplichtig en dus niet zomaar mogelijk. In Rheden zijn 892 gemeentelijke monumenten of rijksmonumenten te vinden en drie beschermde stads- of dorpsgezichten: bij Dieren, Villapark Overbeek en Laag-Soeren.

Al met al leveren de bovenstaande inzichten een kaartbeeld op (figuur 15) dat de ruimtelijke verdeling van kansen voor zonnepanelen op daken in Rheden laat zien.



Figuur 15: (On)mogelijkheden voor zonnepanelen op daken in de gemeente Rheden

4.2 Grondgebonden zonnepanelensystemen

Het opwekken van duurzame stroom met zonnepanelen hoeft niet voorbehouden te blijven aan daken. Via de SDE+ en de Regeling Verlaagd Tarief (postcoderoos) kunnen veldopstellingen van zonnepanelen tegenwoordig ook rendabel worden geëxploiteerd.

Tabel 4 laat zien wat de impact is van een zonnepark op de energiemix in de gemeente Rheden bij een variërende omvang ervan (uitgangspunt: zuidgerichte opstellingen).

Netto oppervlak	Aantal panelen	Vermogen	kWh-opbrengst	% stroomvraag Rheden
0,5 hectare	1.300	0,35 MWp	315.000 kWh	0,23%
1 hectare	2.600	0,70 MWp	630.000 kWh	0,46%
2 hectare	5.200	1,40 MWp	1.260.000 kWh	0,92%
5 hectare	13.000	3,51 MWp	3.160.000 kWh	2,30%
10 hectare	26.000	7,02 MWp	6.320.000 kWh	4,60%

Tabel 4: De impact van zonneparken van verschillende groottes op de energiemix in Rheden.

Theoretische potentie

Om de ruimtelijke potentie van grondgebonden zonne-energie te duiden, kan in de eerste plaats gekeken worden naar de hoeveelheid beschikbaar gras- en akkerland in de gemeente, met uitzondering van gebieden die minder dan een halve hectare beslaan. In Rheden is er op basis van die aannames 2.037 hectare grond. Uitgaande dat de helft hiervan netto beschikbaar is en dat per hectare beschikbaar oppervlakte circa 0,7 MW aan zonnepaneelvermogen geplaatst kan worden, bedraagt de maximale van deze gebieden 1.426 MW opgesteld vermogen. Hiermee zou jaarlijks 1.283 GWh aan zonnestroom kunnen worden geproduceerd. De hele gemeente zou dan direct 1,5 keer energieneutraal zijn.

Reële potentie

De kans dat in de praktijk op willekeurige stukken gras- of akkerland in de gemeente 25-jarige exploitatie van zonnevelden zal plaatsvinden, is niet groot. Graslandterreinen van ten minste 1 hectare zijn al kansrijker. In aanvulling hierop wordt de aanname gedaan dat zonnevelden niet wenselijk zijn in gebieden behorend bij het Gelders Natuur Netwerk en in nationale parken. Verder stellen we dat de kansrijkheid van zonneparken minder groot is in de aanwezige rijksbeschermde buitenplaatsen (Carolinapark, Huis Laag Soeren, Valkenberg, Biljoen, Hof te Dieren, Middachten, Rhederoord en De Gelderse Toren) en/of bestaande landgoedcontouren (25 stuks).

Op basis hiervan resteert nog 148 locaties en in totaal nog 618 van de initiële 2.037 hectare. Uitgaande dat de helft hiervan netto schaduwvrij beschikbaar is (309 hectare) en dat per hectare oppervlakte circa 0,7 MW aan zonnepaneelvermogen geplaatst kan worden, bedraagt de gezamenlijke potentie van deze gebieden 216,3 MW opgesteld vermogen, waarmee jaarlijks 195 GWh aan stroom kan worden geproduceerd. Dit komt overeen met circa 23% van de totale energiebehoefte in de gemeente.

Het is echter nog steeds niet reëel dat een dergelijk groot areaal aan gras- en akkerlanden voor zonnevelden kan worden ingezet. Dit zou immers volledig ten kosten gaan van de huidige functies van de gronden. Een veel realistischere aanname is dat ongeveer 15% van de hiervoor bepaalde kansrijke locaties op termijn de weg naar realisatie kan vinden.

De reële potentie wordt hier dan ook ingeschaald op 31 hectare, wat ruimte biedt aan 21,7 MW aan zonnepaneelvermogen. Hiermee kan jaarlijks 19,5 GWh stroom worden geproduceerd, wat overeenkomt met 14% van de stroombehoefte en 2,3% van de totale gemeentelijke energievraag.

Aandachtspunt: rijksbeschermde dorpsgezichten
De gemeente Rheden herbergt ook nog drie rijksbeschermde dorpsgezichten: dit gaat om gebieden in Dieren, Laag-Soeren en Villapark Overbeek. De ontwikkeling van zonnepanelen in veldopstelling binnen deze gebieden ligt minder voor de hand dan op de overige locaties.

Aandachtspunt: zichtlijnen landgoederen
De kansrijkheid van een (vergunning voor) een zonneveld neemt tevens toe wanneer de locatie zich niet binnen de zichtlijnen van landgoederen bevindt.

Kansrijke locaties gemeentelijke bezit
Uitgifte van gemeentelijke gronden voor zonnepanelen in veldopstelling is alleen zinvol als dit kan gebeuren voor een periode van ten minste 15 jaar (=duur van de regelingen SDE+ en postcoderoos) en idealiter 25 jaar (=gegarandeerde levensduur zonnepanelen), omdat projecten met langjarige terugverdientijden te maken hebben.

De volgende locaties zijn bij de gemeente, als eigenaar van de grond, in beeld als potentieel interessante locatie voor zonnepanelen in veldopstelling, binnen dan wel buiten de bestaande bebouwing:

- Een landbouwgrond van aan de Lentsesteeg in Rheden (4 ha.);
- Weilanden/landbouwgrond aan de buitenrand van Rheden incl. Worth Rheden (25 ha.);
- Landbouwgrond aan de Kanaalweg te Spankeren (10 ha.);
- Landbouwgrond aan de Kanaaldijk te Spankeren (1,5 ha.);
- Bedrijventerrein aan de Kappersweg te Spankeren (4 ha.);
- De braakliggende gronden bij Du Commerce aan de Spankerenseweg te Dieren (1,2 hectare).

Bij benutting van de volledige oppervlakte van deze zes locaties in zuidgerichte opstelling is de potentie circa 32 MW zonnepaneelvermogen. Hiermee kan jaarlijks 28,8 miljoen kWh worden opgewekt, oftewel 103.680 GJ. Dit staat weer gelijk aan 21% van de gemeentelijke stroombehoefte en 3,4% van de totale gemeentelijke energievraag.

Aanvullende mogelijkheden
Naast de gras- en akkerlanden bieden ook andersoortige terreinen aanknopingspunten voor zonnepanelen, los van het dakpotentieel.

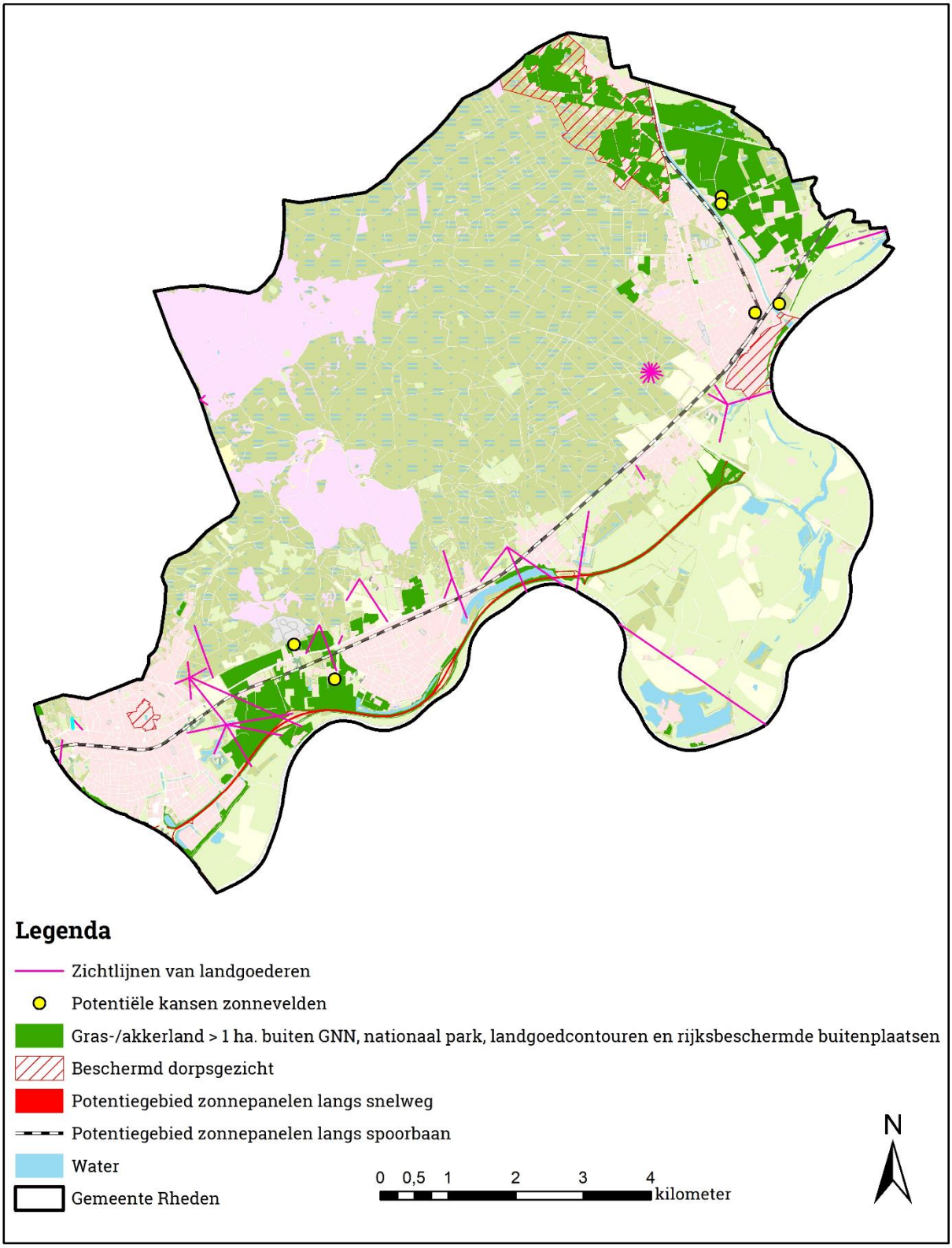
- Drijvende zonneparken zijn daarvan goede voorbeelden. Nabij de Havikerwaard wordt reeds gewerkt aan de ontwikkeling van een zonnepanelensysteem op water. De kostprijs hiervan is hoger, wat deels wordt gecompenseerd door extra kWh-opbrengsten door het koelende effect van water.

- Zonnepanelen op de gronden van landgoederen zijn ook potentieel interessante locaties. Eigenaren van landgoederen zijn namelijk voortdurend op zoek naar nieuwe verdienmodellen.

- Overkappingen van parkeerterreinen kunnen zorgen voor multifunctioneel ruimtegebruik. De kostprijs hiervan is wel 1,5 keer hoger dan een "normaal" zonnepark, aangezien een complete staalconstructie en de fundatie hiervan meegefinancierd moet worden. Potentiële locaties zijn parkeervoorzieningen bij De Spelerij ten westen van Dieren, op bedrijventerrein De Beemd in Velp en langs de Kanaalweg in Dieren.

- Zonnepanelen geïntegreerd in de geluidsschermen langs snelwegen en spoorbanen zijn een ander goed voorbeeld van multifunctioneel ruimtegebruik. Prorail voert hiermee pilotprojecten uit in twee gemeenten, die bij succes kunnen worden opgeschaald. Ook hier vormt de extra kostprijs ten opzichte van normale zonnevelden een drempel. Langs de A348 kunnen zonnepanelen in theorie worden opgesteld op het talud of worden verwerkt in een geluidsscherm.

Conclusies
Op basis van de bevindingen in deze paragraaf ontstaat het kaartbeeld uit figuur 16 dat de ruimtelijke verdeling van kansen voor zonnepanelen in veldopstelling weergeeft binnen de gemeente Rheden.



Figuur 16: Kansen voor grondgebonden zonnepanelensystemen in Rheden.

4.3 Warmte-en-koudeopslag (WKO)

Om de potentie van WKO in Rheden te bepalen, is eveneens een analyse van de ondergrondse én bovengrondse realiteit noodzakelijk. Immers: in de ondergrond moet de opslag van energie technisch mogelijk zijn, terwijl bovengronds zowel een koude- als warmtevraag moet bestaan. Ook de aanwezigheid van lage-temperatuur-verwarmingssystemen (vloer- en muurverwarming) is nodig, om de afgifte van de laagwaardige warmte mogelijk te maken. In deze paragraaf worden in dat kader de toepassingskansen van WKO geduid. Uit hoofdstuk 2 is reeds gebleken dat WKO met name in de utiliteit, in de gezondheidszorg en op ontwikkel- of herstructureringslocaties met een koudevraag een rendabele duurzame uitkomst kan bieden.

Ondergrond

In Rheden bestaan drie ondergrondse watervoerende lagen/pakketten waarin open WKO-bronnen gerealiseerd kunnen worden, op verschillende dieptes tot maximaal circa 160 meter.

In Rheden is sprake van een aantal inperkingen met betrekking tot de ondergrondse toepasbaarheid van WKO. Het gaat om de grondwaterbeschermingsgebieden “Pinkenberg” aan de noordzijde van Velp en “Ellecom” ten zuidwesten van Dieren.

Relevant zijn ook de gebieden met archeologische waarden. Hiermee dient rekening gehouden te worden bij het ontwerp, de realisatie en het doen van een melding en/of de aanvragen van de vergunning van het beoogde bodemenergiesysteem. Uitgangspunt is dat de archeologische waarden niet nadelig mogen worden beïnvloed. Verspreid over de gemeente Rheden bevinden zich vijf terreinen van hoge archeologische waarde.

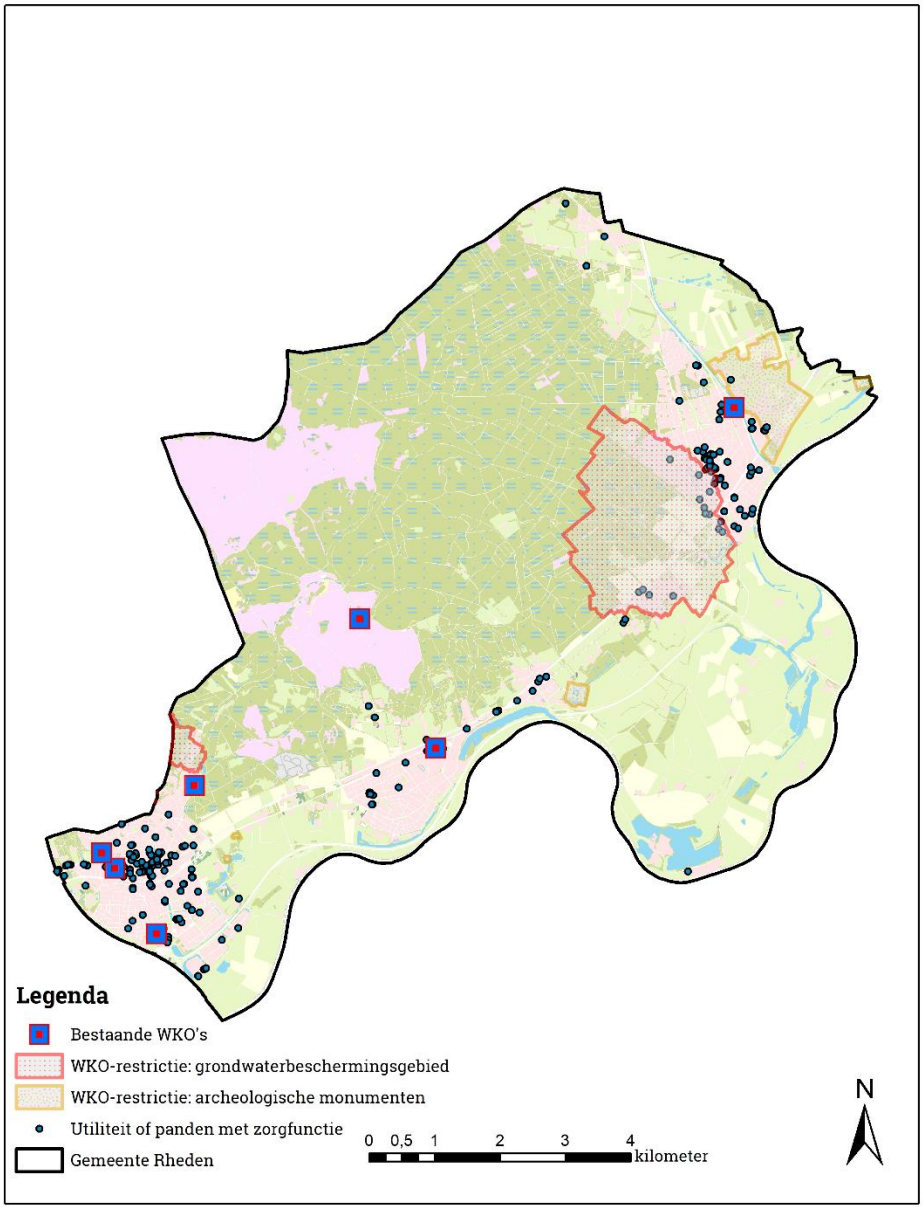
Ten slotte zijn bestaande WKO-installaties bepalend voor het lokale potentieel, omdat nabijgelegen bronnen elkaar negatief kunnen beïnvloeden. Indien in de nabije omgeving van een beoogd bodemenergiesysteem zich een ander bodemenergiesysteem bevindt (open of gesloten), dan dient het nieuwe bodemenergiesysteem juridisch gezien rekening te houden met dat buursysteem. In Rheden zijn reeds verscheidene WKO-installaties in exploitatie, met een jaarlijkse duurzame levering van 10.000 GJ. Open systemen (vergund) zijn bekend bij het Landelijk Grondwater Register (LGR) op de locatie van Thomassen Machining BV op Industrieterrein Haveland (Rheden), bij Paviljoen De Posbank (Rheden), nabij Siza aan de Arnhemsestraatweg (Velp) en bij het Rijnstate Ziekenhuis (Velp). Gesloten systemen zijn bekend op woonlocaties aan de Dillenburglaan (Velp), aan de Alteveerselaan (Velp) en bij GWW Ingenieurs aan De Marke in Dieren.

Bovengrond

Naast de ondergrondse realiteit is de bovengrondse werkelijkheid van invloed op de kansen voor WKO in Rheden. Uit hoofdstuk 2 is gebleken dat WKO kansrijk is op plekken waar lage-temperatuur-warmteafgiftesystemen aanwezig zijn of gerealiseerd kunnen worden. Daarnaast is het van belang dat een significante koudevraag aanwezig is op de locaties in kwestie, om de warme en koude bron met elkaar in balans te houden. In de praktijk passen om die reden met name panden met een gezondheidszorg- of utiliteitsfunctie bij WKO als techniek.

Conclusies: matching ondergrond en bovengrond

Op basis van de onder- en bovengrondse werkelijkheid kan de kansrijkheid van WKO in Rheden in kaart worden gebracht; zie figuur 17. Verspreid over de gemeente blijken veel kansen voor WKO te liggen. De ondergrondse situatie verhindert op sommige plekken de toepassing van WKO, maar desondanks resteren veel mogelijkheden om via WKO werk te maken van een duurzame energiehuishouding. Op plekken waar naast een warmte- ook een koudebehoefte is en lage-temperatuur-verwarmingssystemen voorhanden zijn of gerealiseerd kunnen worden, kan WKO zich bewijzen als een technisch bewezen en rendabele oplossing. Ook voor nieuw te bouwen locaties is WKO een uitgelezen duurzame kans, als bewezen alternatief voor een traditionele gasaansluiting.



Figuur 17: De WKO-potenties binnen de Gemeente Rheden.

4.4 Energie uit water

Uit hoofdstuk 2 is gebleken dat voor stroomopwekking uit stromend water gebruik kan worden gemaakt van waterturbines of VIVACE-cilinders. In de zomer van 2016 zijn door Royal HaskoningDHV meermaals metingen uitgevoerd naar de stroomsnelheid in de IJssel bij Dieren. Die bleek toentertijd gemiddeld 0,423 meter per seconde te bedragen.

Wanneer in de IJssel op 20% van het wateroppervlak binnen de gemeente (103 hectare) VIVACE-cilinders worden geplaatst, kunnen maximaal circa 27.750 cilinders worden gerealiseerd; een groot aantal, maar fysiek niet onmogelijk gezien de beperkte grootte van de cilinders (zie figuur 4 in hoofdstuk 2). Bij een gemiddelde stroomsnelheid van 0,423 m/s en een jaarlijkse kWh-opbrengst van 15 kWh per stuk bedraagt de maximale energetische potentie van de VIVACE-cilinders 416.250 kWh per jaar, oftewel circa 1.500 GJ.

Stroomsnelheid (m/s)	Energieproductie per VIVACE cilinder (kWh/jaar)
1,00	152,53
0,50	19,01
0,25	2,38

Tabel 5: Energieproductie per VIVACE-cilinder bij verschillende stroomsnelheden.

Waterturbines beginnen doorgaans met het effectief leveren bij stroomsnelheden vanaf 1 m/s. Waterkrachtcentrales bestaande uit meerdere turbines in een stuw liggen voor de hand, maar in de IJssel nabij Rheden is geen stuw voorhanden. Aangezien de IJssel de snelheid van 1 m/s in principe niet haalt, is het onwaarschijnlijk dat rendabele exploitatie mogelijk is in Rheden.

Op basis van de uitgangspunten uit tabel 6 is de theoretische energetische potentie van rivierturbines evenwel 460.000 kWh per jaar, oftewel circa 1.656 GJ. Daarbij gaan we uit van plaatsing van de turbines in de 115 kribben die zich binnen de gemeentegrenzen bevinden, zodat de bevaarbaarheid van de IJssel niet wordt beïnvloed.

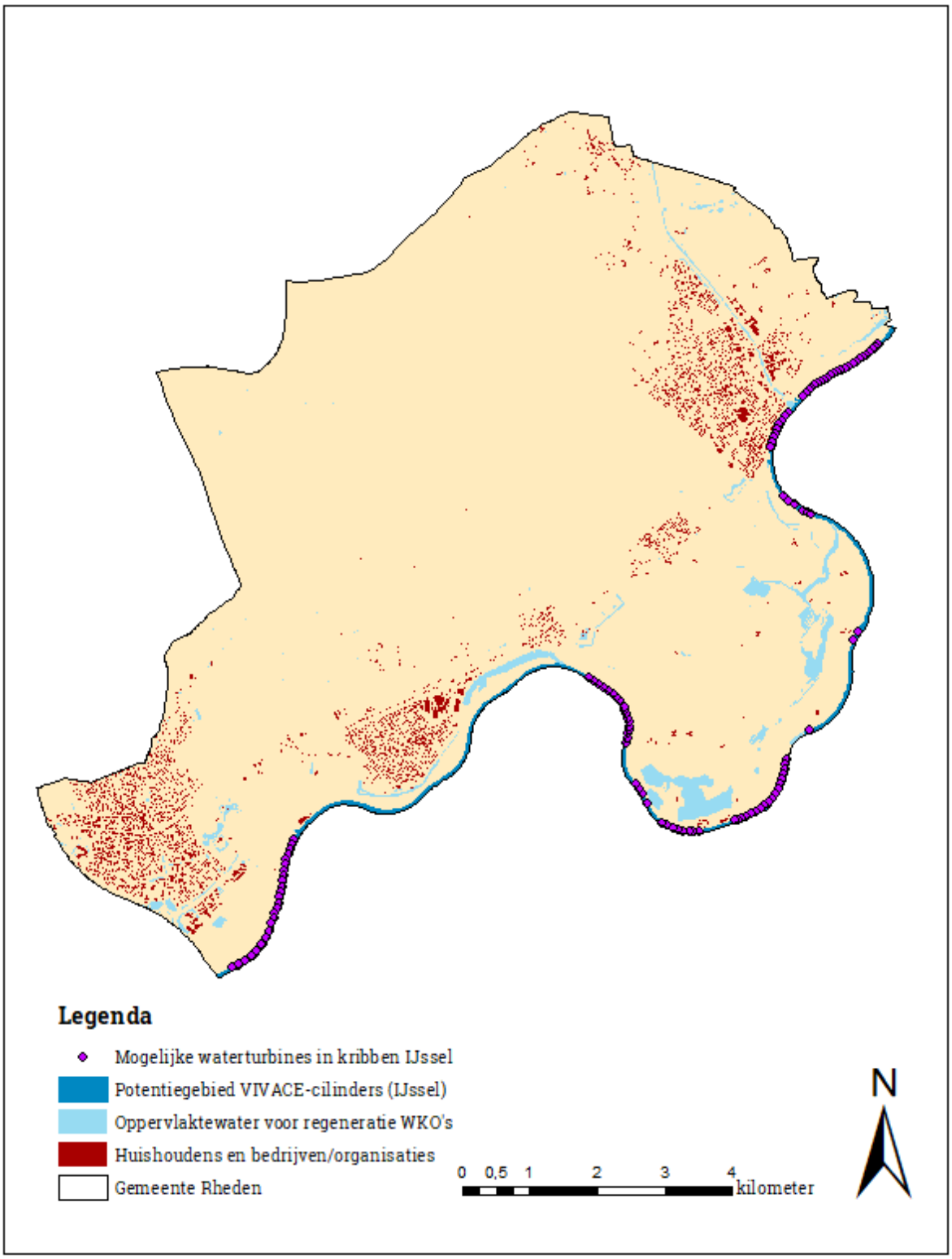
Uitgangspunten	
Type rivierturbine	Oryon Watermill
Stroomsnelheid IJssel	0,423 m/s
Plaatsing turbines	In kribben
Aantal kribben	115 stuks
Vermogen per turbine	50 kW
Opbrengst per turbine	4.000 kWh per jaar (schatting; bekend is: 39.000 kWh/jr bij 1 m/s)

Tabel 6: Verwachte energieproductie van rivierturbines bij een stroomsnelheid van 0,423 m/s.

Mogelijk biedt de sluis in Dieren aanknopingspunten voor energie uit waterkracht, door het hoogteverschil tussen de IJssel en het Apeldoorns kanaal.

Conclusies

De totale energetische potentie van waterkracht vanuit de IJssel is 876.250 kWh, genoeg om in de jaarlijkse behoefte van een kleine 300 huishoudens te kunnen voorzien en gelijk aan de opbrengsten van circa 3.500 zonnepanelen. De vertaalslag naar een rendabele exploitatie hiervan zal echter vooralsnog problematisch blijken. Warmtewinning uit oppervlaktewater kan aangewend worden voor de regeneratie van WKO's die in onbalans zijn. Figuur 18 op de volgende pagina laat zien hoe de kansen voor de winning van energie uit water ruimtelijk verdeeld zijn over de gemeente.



Figuur 17: De potenties van energie uit water binnen de Gemeente Rheden.

4.5 Collectieve warmte (hoge temperatuur)

De aanwezigheid van een warmtenet kan, zoals aangegeven in hoofdstuk 2, zeer waardevol zijn in het verbinden van vraag en aanbod van (duurzame) warmte. In de gemeente Rheden is momenteel nog geen warmtenet aanwezig, maar een uitbreiding van het bestaande Nuon-net in Arnhem is een realistische optie.

Noodzaak bovengrondse clustering van warmtevraag (hoge temperatuur)

Een business case voor (de uitbreiding van) een collectief warmtenet is kansrijk op het moment dat bovengronds sprake is van een grote, geclusterde warmtevraag waar de koppeling te maken is met hoge-temperatuur-warmteafgiftesystemen (HTV, zoals radiatoren) via het warmtenet. De bestaande bouw tot en met de jaren negentig zou op basis van dit criterium in aanmerking komen, in tegenstelling tot de nieuwbouw of ontwikkellocaties, waar meestal energie-efficiëntere lage-temperatuur-warmteafgiftesystemen gebruik wordt gemaakt. De locatie van hoogbouw en woningen in corporatiebezit is tevens relevant, respectievelijk voor het vinden van een geclusterde warmtevraag en voor de eenvoud om de noodzakelijke warmteafgifte te kunnen contracteren.

Restwarmte

Op dit moment wordt warmte voor het bestaande net van Arnhem, Duiven en Westervoort geproduceerd door de AVR in Duiven, waar afval wordt verbrand. De geleverde warmte hier mag momenteel voor 71% als duurzaam worden aangemerkt. Er is bij de AVR voldoende warmte beschikbaar om méér afnemers via de infrastructuur van het stadsverwarmingsnet te bedienen. Een uitbreiding van het warmtetracé richting Velp vanuit Arnhemse zijde, door gebruik te maken van de bestaande onderdoorgang bij het spoor aan de Broekstraat (zie figuur 18), is meermaals reeds als kansrijk aangemerkt.

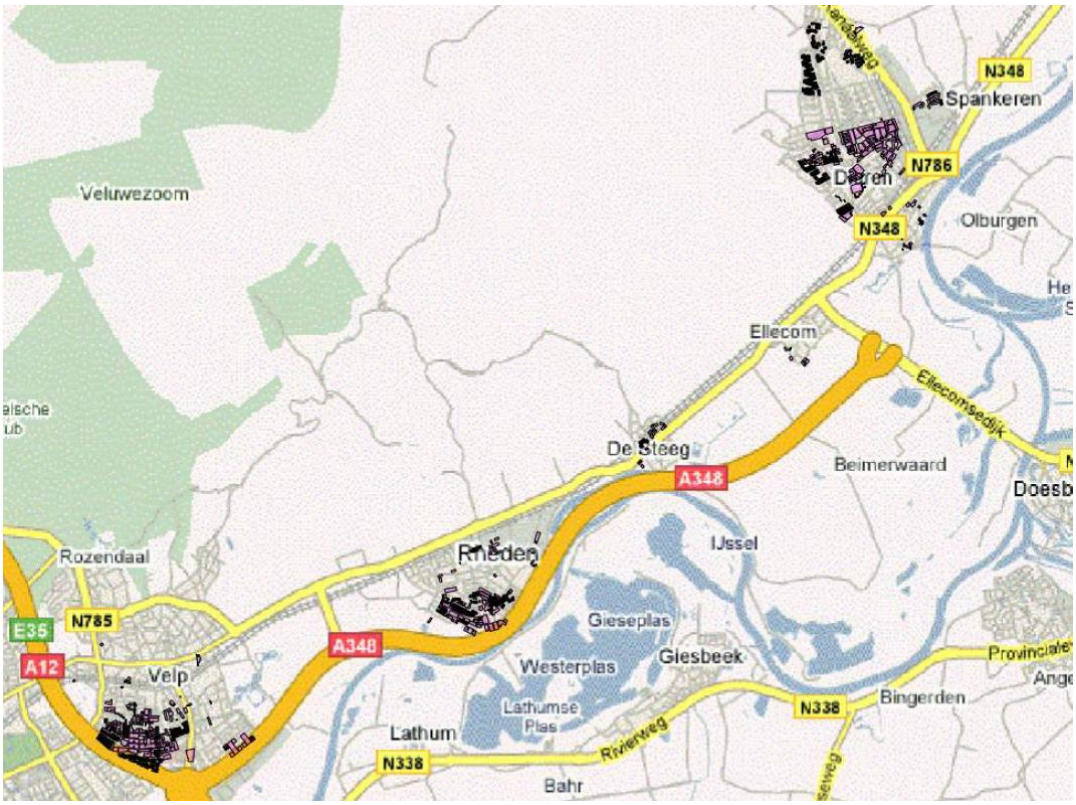
Figuur 18: Het in 2014 onderzochte uitbreidingstracé van het Arnhemse warmtenet naar Velp.

Het tracé uit figuur 18 zou bij aansluiting van de genoemde afnemers op het stadswarmtenet vanuit de AVR in totaal leiden tot de afzet van 31.332 GJ, waar nu nog gas wordt gebruikt om te kunnen voorzien in de warmtebehoefte (en elektriciteit voor koeling). Uitgaande van 71% duurzame levering is het verduurzamingspotentieel via dit tracé ongeveer 22.250 GJ op jaarbasis. Dit komt overeen met 1,3% van de warmtevraag binnen de Gemeente Rheden en 0,7% van de totale gemeentelijke energiebehoefte.

Aansluitlocatie	Potentiële GJ-levering
Casa Intermezzo	59
De Ulenpas (2x appartementencomplex)	6.259
Ziekenhuis Rijnstate Velp	17.024
3x appartementencomplex	7.990
Totaal	**31.332**

Tabel 7: Aansluitmogelijkheden in Velp bij een eventuele uitbreiding vanuit Arnhem.

Interessant is dat woningcorporatie Vivare precies in de hoek veel van haar huurwoningen heeft liggen; zie figuur 19. Wanneer ook de Vivare-woningen op het warmtenet zouden worden aangesloten, dan heeft dat een positief effect op zowel de mate van verduurzaming als de business case van de eventuele uitbreiding van het warmtenet.



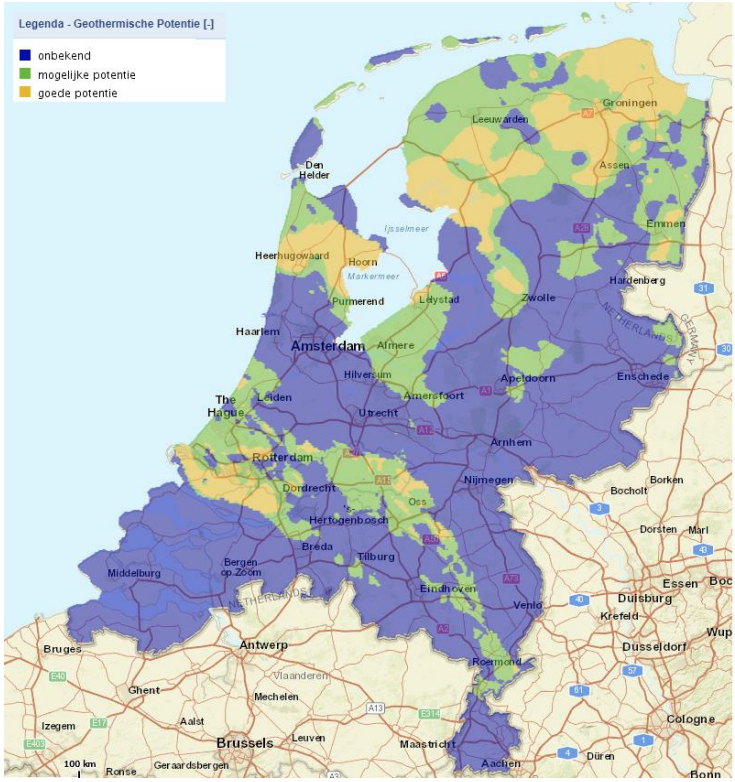
Figuur 19: Ruimtelijke spreiding van het corporatiebezit (van Vivare) in de Gemeente Rheden.

Niet alleen de AVR beschikt over restwarmte. Met DS Smith Recycling in Eerbeek en Aviko in Steenderen zijn in de nabijheid van Dieren (beide op circa 6 kilometer afstand hemelsbreed) nog

twee andere potentiële restwarmtebronnen geïdentificeerd. Deze kansen zijn minder groot dan een uitbreiding van het Arnhemse net omdat het aantal nieuwe leidingkilometers en dus de investeringsbehoefte veel groter is, terwijl ook de geschiktheid van het temperatuurniveau en de productiezekerheid vooralsnog onbekend zijn. Restwarmtebronnen van enige omvang in de Gemeente Rheden zelf bestaan momenteel niet.

Geothermie

Diepe aardwarmte kan een alternatieve en nog duurzamere voedingsbron van een collectief warmtenet vormen. Om vast te stellen wat in Rheden de potentie van geothermie is, dient zowel de onder- als bovengrondse werkelijkheid bestudeerd te worden, zoals in hoofdstuk 2 reeds naar voren kwam. Over de diepe ondergrond (2 km of dieper) is nog maar weinig bekend, zoals figuur 20 bewijst. De ondergrondse geschiktheid hangt in de praktijk onder meer af van de temperatuur van het water en de dikte en doorlatendheid van het zandsteenpakket.

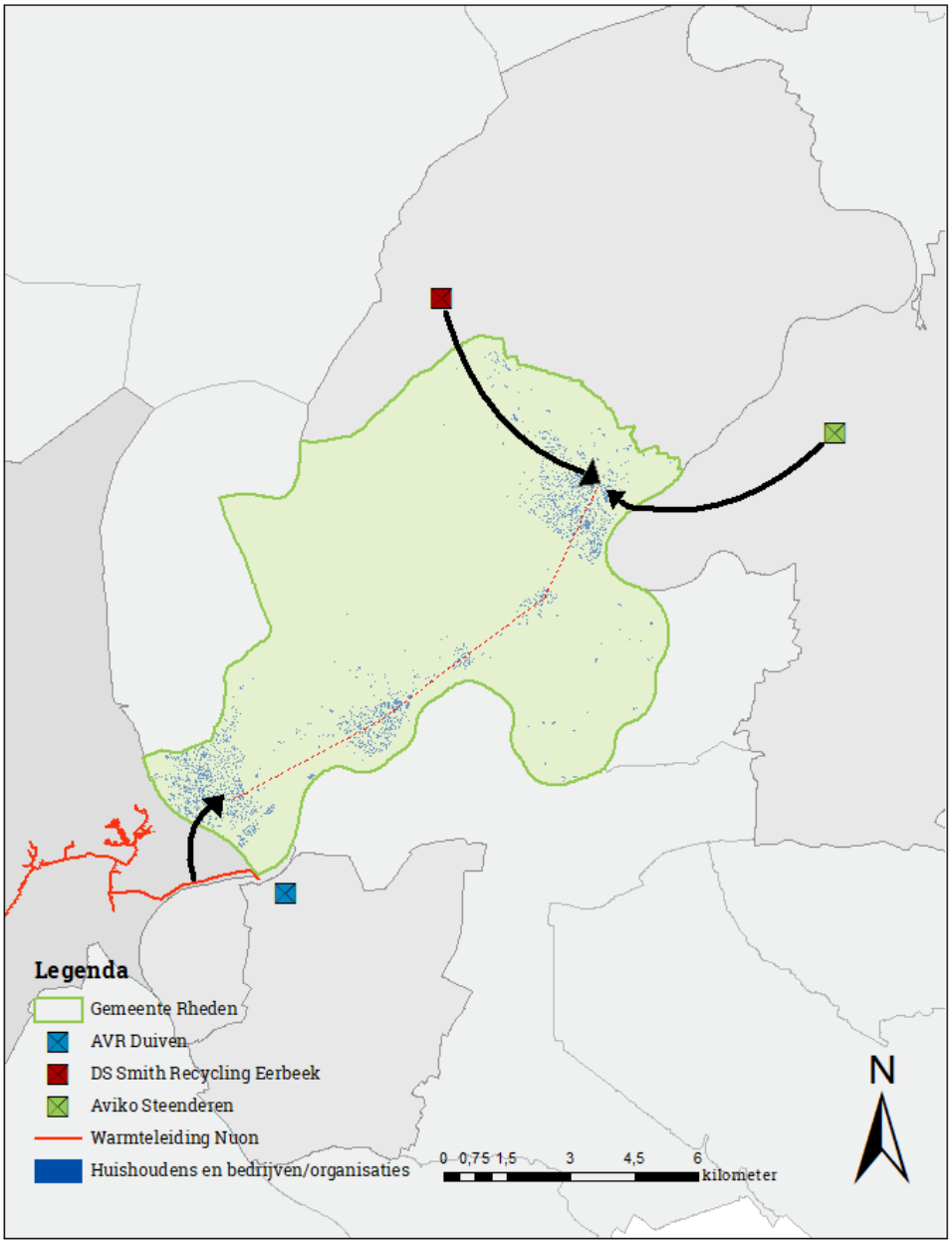


Figuur 20: Over de diepe ondergrond onder de Gemeente Rheden is vooralsnog weinig bekend.

Vanuit een eventuele toekomstige geothermiebron in of nabij de Gemeente Rheden zou een distributienet idealiter zo compact mogelijk uitgelegd worden om kosten en warmteverliezen te besparen. Het cluster van warmtevragers in Velp rond het ziekenhuis (zie tabel 7) biedt dan opnieuw de meeste aanknopingspunten. Ook in de kernen van Rheden en Dieren bestaan clusters van grote warmtevragers, zoals figuur 10 al inzichtelijk had gemaakt. Bij een eventuele gemeentebrede uitrol van een warmtenet ligt een tracé van Velp naar Dieren via Rheden, De Steeg en Ellecom (of omgekeerd) natuurlijk voor de hand.

Conclusies

Op basis van de bevindingen uit deze paragraaf geeft figuur 21 een overzicht van de lokale kansen voor de match van het aanbod van en de potentiële afname van collectieve warmte van hoge temperaturen. Belangrijk is om te benadrukken dat de realisatie of uitbreiding van een warmtenet miljoenenprojecten zijn met zeer veel stakeholders (producenten, leveranciers, overheden, afnemers, ontwikkelaars), lange doorlooptijden, vergunningtrajecten en bijbehorende risico's; de vertaalslag van een kans naar de praktijk is dus een gewichtige opgave. Recent nog is de ontwikkeling van de voorziene noordtak van het Arnhemse warmtenet langs het Arnhemse Rijnstate-ziekenhuis op de lange baan geschoven, omdat de tegengestelde belangen van de betrokkenen niet verenigd konden worden.



Figuur 21: Kansen voor collectieve warmte (hoge temperatuur) in de Gemeente Rheden.

4.6 Biomassa

Rheden lijkt als landelijke gemeente met veel natuur en buitengebied op voorhand over een behoorlijk aanbod van biomassa als energiebron te beschikken. In de woonkernen komen daarnaast de nodige afvalstromen vrij, waarvan een deel bestaat uit biomassa. In dit hoofdstuk wordt de potentie van (energiewinning uit) biomassa ruimtelijk en kwantitatief geduid. Bij het bepalen van de potentie van biomassa is het onderscheid tussen de diverse biomassastromen van belang; zie hoofdstuk 2.

Aanbod

Niet alle in paragraaf 2.5 genoemde biomassastromen zijn relevant bij het vaststellen van de lokale potentie van biomassa in Rheden. Soms komt dit doordat de stroom beter gerecycled kan worden (zoals oud papier en karton), of doordat een marktrijpe conversietechniek voor energiedoeleinden ontbreekt (oliën). In tabel 8 staat het aanbod weergegeven van de relevante biomassastromen binnen de Gemeente Rheden, inclusief de energetische potentie ervan en de effectieve energieopbrengst na toepassing van gebruikelijke conversietechnieken.

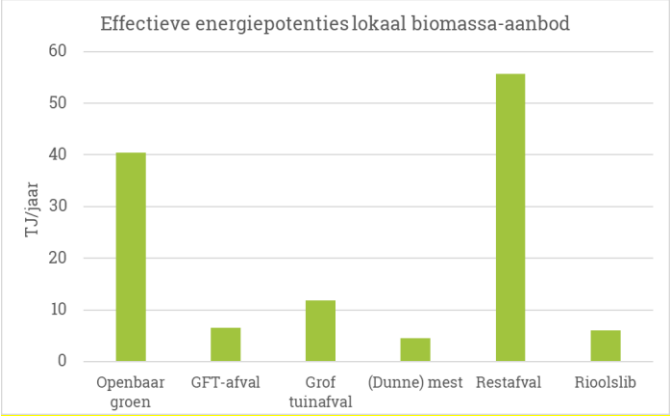
Biomassa-stroom	Hoeveelheid	Energie-inhoud per ton[1]	Potentie	Huidige bestemming	Conversie-techniek	Rendement	Opbrengst
1. Openbaar groen	5.000 ton	9,0 GJ	45 TJ	Bruins & Kwast, tot 2019	Verbranding voor directe warmte-benutting	90%	40,5 TJ
2. GFT-afval	6.000 ton	7,2 GJ	43,2 TJ	Vergisting en compostering bij Attero Wilp (tot 2023)	Vergisting voor groen gas en evt. stroom via biogas-WKK	15%	6,5 TJ
3. Grof tuinafval	1.450 ton	9,0 GJ	13,1 TJ	Deels opgehaald (Green Bags), deels gebracht (naar ABS)	Verbranding voor directe warmte-benutting	90%	11,8 TJ
4. (Dunne) mest	75.000 ton[2]	0,4 GJ	30,0 TJ	Uitrijden/ afvoeren door boeren	Vergisting voor groen gas en evt. stroom via biogas-WKK	15%	4,5 TJ
5. Restafval	8.036 ton[2] (waarvan 50% duurzaam)	15,4 J	61,9 TJ	Verbranding/ opslag bij verwerker (Coevorden)	Verbranding	90%	55,7 TJ
6. Rioolslib	5.000 ton[3]	4,0 GJ	20,0 TJ	Deels RWZI Olburgen, deels RWZI Duiven	Vergisting voor groen gas en evt. stroom via biogas-WKK	30%	6,0 TJ
7. Energieteelt	Onbekend	-	-	-	Vergisting, hoogwaardige toepassingen	15% / -	-
						Totaal	125 TJ

Tabel 8: De energetische potentie van de biomassastromen uit Rheden (1 TJ = 1.000 GJ).

[1] Op basis van 18 GJ per ton droge stof biomassa en verschillende vochtgehaltes
[2] CBS Statline (2015/2016/2017)
[3] Schatting op basis van de gemiddelde hoeveelheid slib per inwonersequivalent en het gemiddelde percentage droge stof (STOWA, 2013, Vraag en Aanbod; Thermische energie op de RWZI)

Energieteelt vormt een bijzondere categorie in het overzicht uit tabel 8. Bij energieteelt hoeft niet noodzakelijkerwijs een laagwaardige toepassing (verbranding, vergisting, vergassing) van de droge stof plaats te vinden; in plaats daarvan kan de biomassa direct zijn (hoogwaardige) toepassing vinden, bijvoorbeeld als grondstof voor bouwmaterialen. Qua soorten gewassen kan onder meer worden gedacht aan vezelhennep en miscanthus. De toepassing van energieteelt roept nogal eens discussies op; tegenstanders beweren dat beschikbare gronden (net als bij zonnepanelen in veldopstelling) voor voedselproductie dienen te worden aangewend. Tijdelijk beschikbare locaties (braakliggende gronden) worden om die toepassing als kansrijk beschouwd voor energieteelt.

De gedefinieerde biomassastromen hebben een gezamenlijke effectieve potentie van 125 TJ (125.000 GJ), zoals tabel 8 bewijst en figuur 22 verduidelijkt. Dit komt overeen met 4,1% van de in hoofdstuk 3 vastgestelde gemeentelijke energievraag.



Figuur 22: De effectieve energetische potentie van diverse biomassastromen in de gemeente.

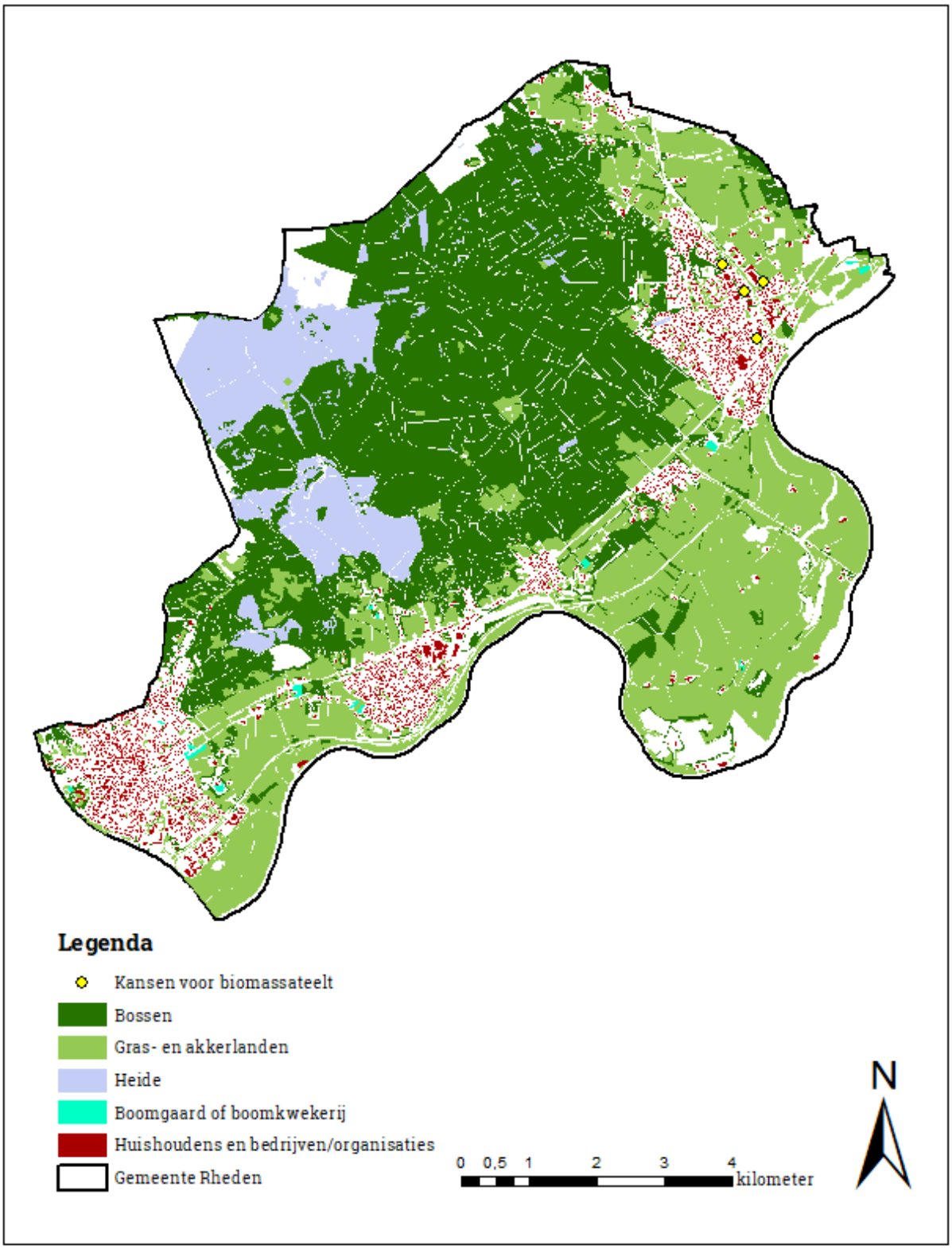
Conclusies

Nu zowel het aanbod als de mogelijke conversietechnieken zijn geïdentificeerd, kan de biomassapotentiekaart van Rheden worden samengesteld; zie figuur 23.

Wat opvalt, is dat op de kaart hoofdzakelijk de herkomst van de diverse biomassastromen uit tabel 8 staan weergegeven. De conversie van de stromen in hernieuwbare energie ligt namelijk vooral op regionaal niveau voor de hand. De lokale stromen zijn ontoereikend qua omvang voor een rendabele oplossing binnen de eigen gemeentegrenzen: het is niet zinvol een eigen afvalverbrander, groenvergister dan wel RWZI met slibvergister en biogas-WKK te ontwikkelen in Rheden; hiervoor bestaat al de benodigde installaties op locaties in Coevorden, Wilp en in Olburgen/Duiven. Rheden kan desgewenst groencertificaten opvragen voor de hernieuwbare energie die vanuit haar stromen wordt opgewekt op de locaties buiten de gemeentegrenzen.

Aanvullend liggen op tijdelijk beschikbare (ontwikkel)locaties kansen voor biomassateelt (Imboslaan te Dieren, Bloemershof te Dieren, het bedrijventerrein te Spankeren).

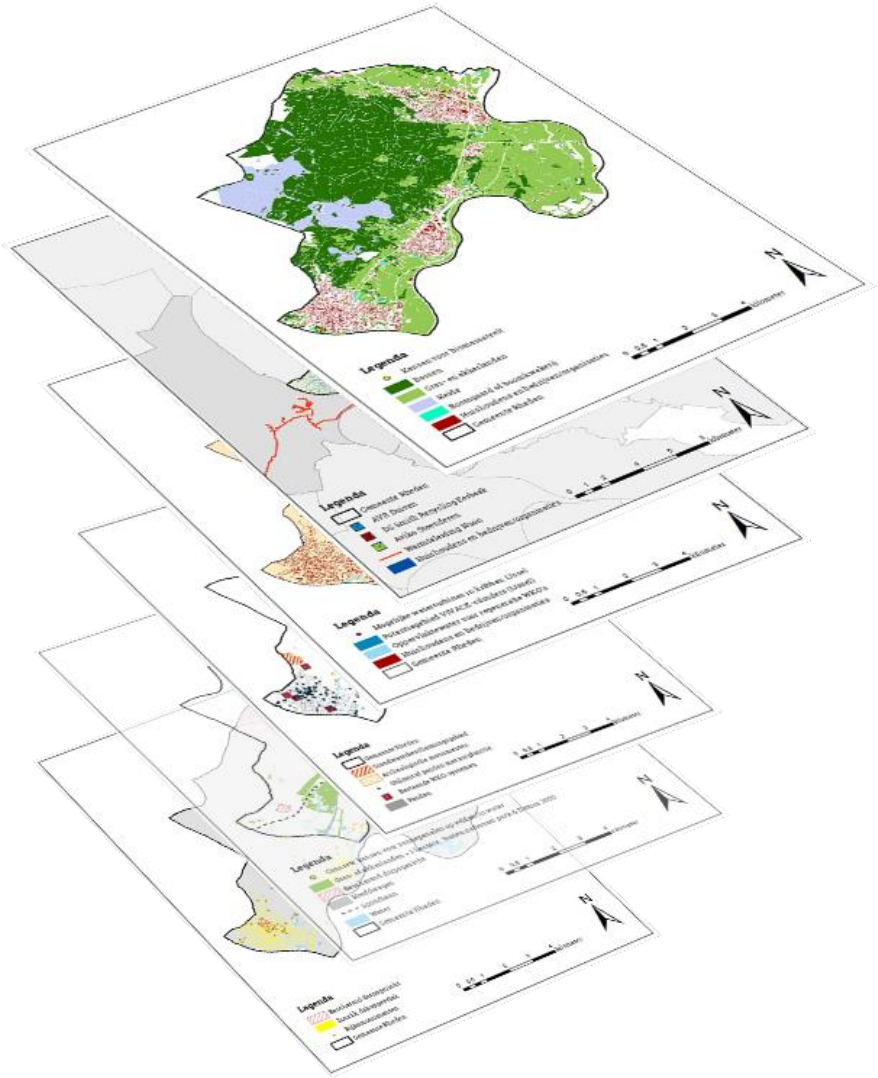
Biomassa blijkt ondanks het vele groen een beperkte bijdrage te kunnen leveren aan de verduurzaming van de lokale energievoorziening in Rheden. Wanneer alle kilogrammen biomassa in energie worden geconverteerd, dan verduurzaamt Rheden slechts voor 4,1%.



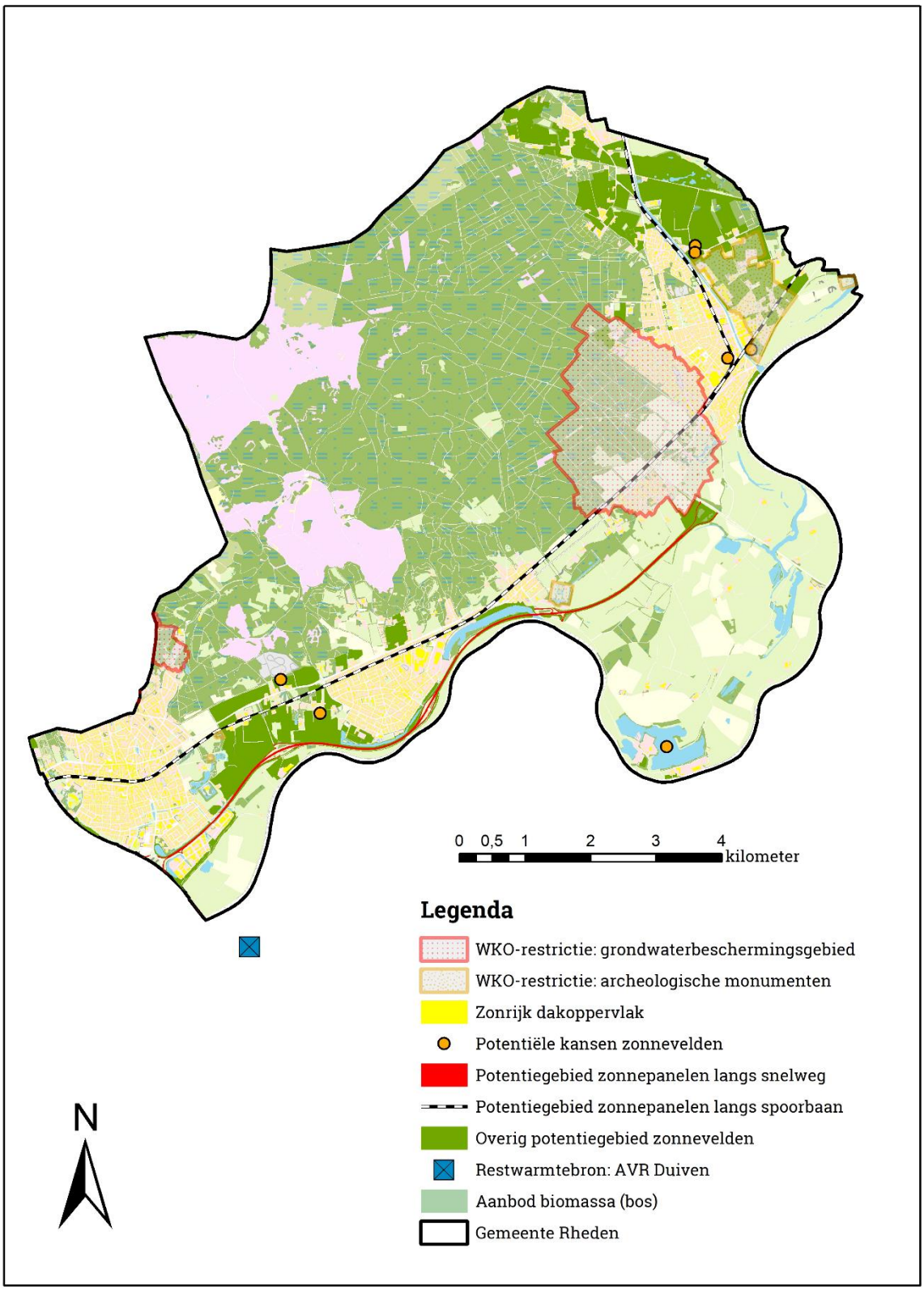
Figuur 23: De biomassapotenties binnen de Gemeente Rheden.

5 De energiepotentiekaart van Rheden

Nu de ruimtelijke (on)mogelijkheden van de diverse duurzame-energie-opties in kaart zijn gebracht, kunnen de energiepotentiestapel en -kaart van de Gemeente Rheden worden vervaardigd. De energiepotentiestapel (figuur 24) laat zien dat de belangrijkste bevindingen uit de individuele kaartlagen worden gecombineerd om tot de eindkaart te komen: de energiepotentiekaart van de Gemeente Rheden (figuur 25).



Figuur 24: De energiepotentiestapel van de Gemeente Rheden.



Figuur 25: De energiepotentiekaart van de Gemeente Rheden.

6 Conclusies en aanbevelingen

De energiepotentiekaart van Rheden laat zien hoe de kansen voor de toepassing van diverse energietechnieken ruimtelijk verdeeld zijn over het grondgebied van de gemeente: wat kan waar? Het gaat hier om oplossingen waarvan de toepassing afhangt van ruimtelijke factoren, die kunnen worden benut naast duurzame maatregelen waarvan de toepassing niet op ruimtelijke criteria is terug te leiden (zoals energiebesparing, individuele houtpelletketels et cetera).

Conclusies
In Rheden is jaarlijks behoefte aan 3,07 miljoen Gigajoule aan energie om in de vraag te kunnen voorzien, (snel)wegverkeer inbegrepen. Dat gebeurt reeds voor een deel (4,7%) op duurzame wijze, onder meer door circa 10.000 zonnepanelen, de nodige WKO's, houtpelletkachels en biobrandstoffen. Er resteert evenwel een significante behoefte aan opties op het gebied van duurzame energie, gezien alle lokale, regionale en (inter)nationale duurzaamheidsdoelstellingen.

- Zonnepanelen kunnen zowel in dak- als grondgebonden variant een significante bijdrage leveren aan de energietransitie. Wanneer de kostprijs nog verder zakt, zullen opties als overkappingen van parkeerterreinen en zonnepanelen in geluidsschermen eveneens rendabel te exploiteren zijn.

- WKO is kansrijk in Rheden, onder meer op ontwikkellocaties die zich niet in de grondwaterbeschermingsgebieden of waardevolle archeologische gebieden bevinden. Ook in de utiliteit en zorgsector kan WKO prima uitkomst bieden. In de bestaande bouw ligt de toepassing van WKO minder voor de hand, doordat het gebrek aan infrastructuur voor lage-temperatuur-verwarming (LTV).

- Energie uit stromend water heeft in theorie enige energetische potentie, maar kwantitatief stelt dit weinig voor en bovendien zullen projecten op dit gebied niet rendabel te exploiteren zijn, gelet op de beperkte stroomsnelheden van de IJssel en het feit dat er geen stuw is binnen de gemeentegrenzen. Uitzondering kan de sluis in Dieren zijn. Oppervlaktewater kan eventueel worden benut voor regeneratie van WKO-systemen in onbalans.

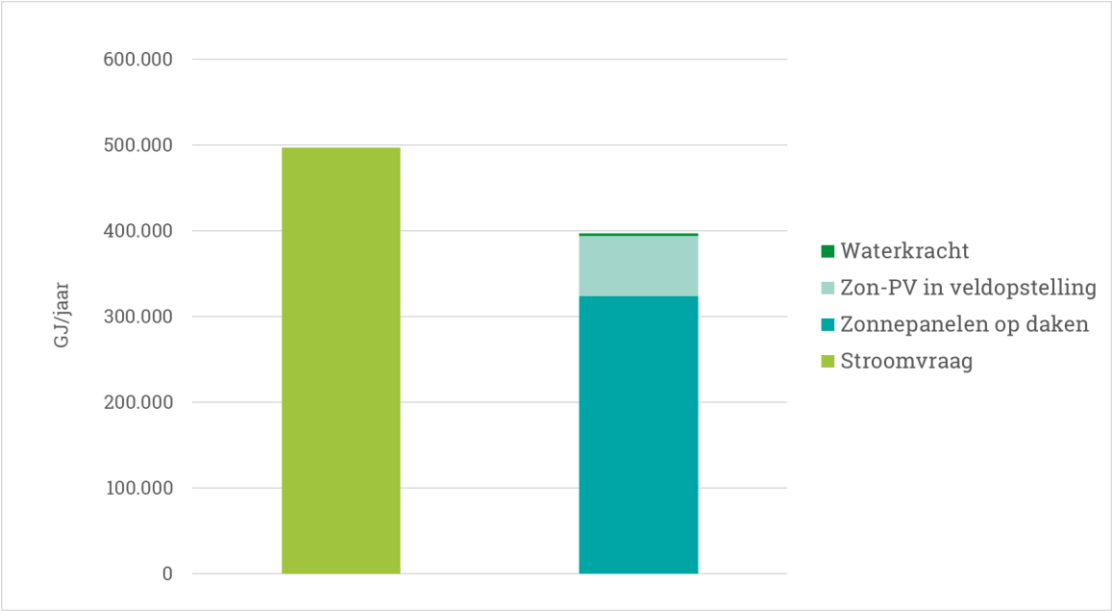
- Een collectieve warmtevoorziening (met hogere temperaturen) kan als alternatief voor gas aan de basis staan van grootschalige verduurzaming in de bestaande bouw. De ontwikkeling van dergelijke projecten (op basis van restwarmte of geothermie) is echter zeer complex en gaat gepaard met lange doorlooptijden, enorme investeringen en uiteenlopende belangen van stakeholders. De AVR in Duiven heeft energetisch gezien in ieder geval voldoende capaciteit voor uitbreiding van de afzet richting Rheden. Of een geothermiebron in of nabij Rheden daadwerkelijk kansrijk is, zal nader onderzoek moeten uitwijzen.

- Er zijn diverse biomassastromen in omloop die in energie kunnen worden geconverteerd. Alle biomassa benutten, betekent in Rheden dat voor 4,1% in de warmtebehoefte kan worden voorzien. Voor alle onderzochte biomassastromen geldt dat regionale oplossingen zinvoller zijn dan lokale.

De potenties geïnterpreteerd
Wat betekenen deze ruimtelijke potenties nu voor de opgave om een duurzame energievoorziening te realiseren in Rheden?

Kijkend naar elektriciteit luidt de conclusie dat Rheden met zonnepanelen de nodige meters in de energietransitie kan maken en dat de onderzochte technieken samen een serieus tegenwicht kunnen bieden aan de gemeentelijke stroomvraag; zie figuur 26. Het accent ligt hierbij zwaar op de dakgebonden zonnepanelen.

Van belang daarbij is de verwachting dat de elektriciteitsbehoefte in de loop der tijd verder zal toenemen, onder meer als gevolg van de opkomst van elektrisch vervoer en individuele warmtepompen in de gebouwde omgeving.



Figuur 26: De stroomvraag in relatie tot het potentiële aanbod vanuit duurzame technieken.

Kijkend naar warmte, waarop 56% van de totale energievraag in Rheden is terug te leiden, dan blijken diverse duurzame opties denkbaar. Zeker op nieuwbouwlocaties liggen de duurzame opties feitelijk voor het oprapen. De grootste uitdaging ligt echter in de bestaande bouw: wat doe je met de huidige woningvoorraad, waar infrastructuur voor hogetemperatuurverwarming financieel en organisatorisch in de weg staat van WKO-toepassingen en de andere besproken technieken ook niet zomaar uitkomst kunnen bieden?

Energiebesparing is deels de oplossing voor deze kwestie. Via isolatie van vloeren, muren en daken, dubbel glas et cetera kan de warmtebehoefte binnen de Gemeente Rheden aanmerkelijk gereduceerd worden. Dit geldt zeker voor de oudere woonwijken waar de energievraag per vierkante meter woonoppervlakte bovengemiddeld groot is. Collectieve warmteprojecten op basis van restwarmte en/of geothermie kunnen op termijn haalbare opties blijken waarmee

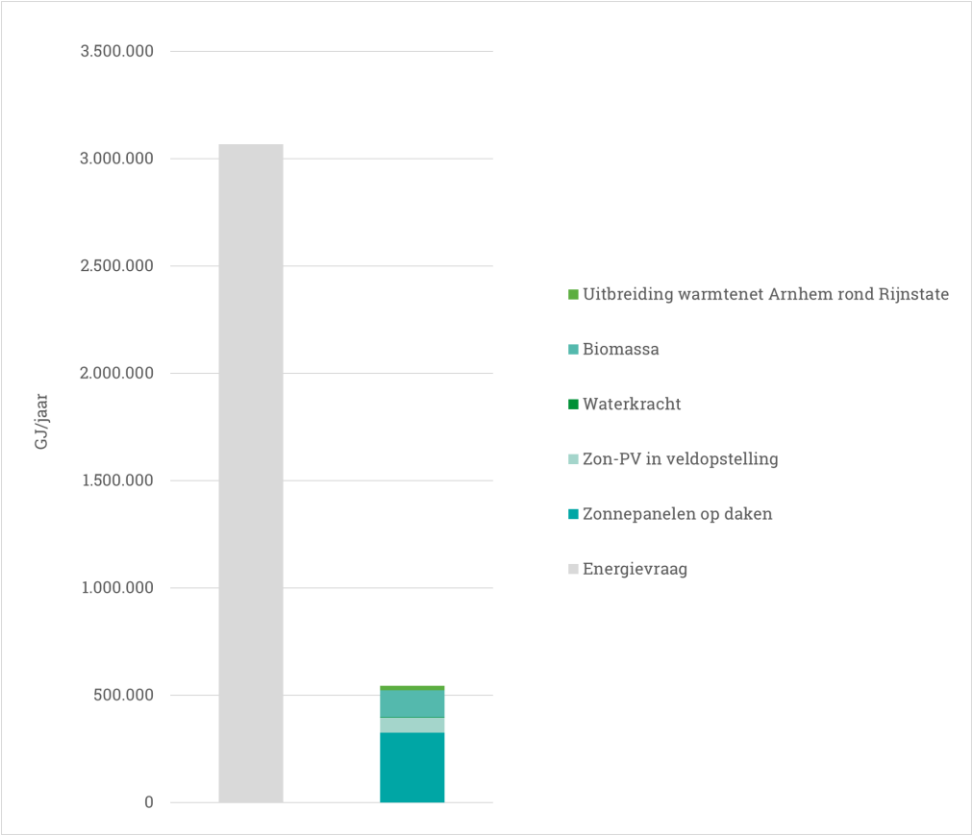
Kijkend naar de totale energiebehoefte van de gemeente en het mogelijke duurzame aanbod dat in deze rapportage is onderzocht, dan ontstaat het beeld uit figuur 27.

Enorme opgave

De conclusie is duidelijk: diverse technieken kunnen een bijdrage leveren aan de verduurzaming van de lokale energiehuishouding, maar energieneutraliteit zal, zeker zonder windturbines, niet snel binnen handbereik kunnen komen. Bij benutting van alle andere in deze rapportage onderbouwde potenties zou Rheden komen tot circa 18% duurzame energie; zie figuur 27. Het huidige aandeel is 4,7% en er wacht Rheden dus een enorme opgave. Om in 2020 het doel van 14% te bereiken en in 2023 op 16% uit te komen, zijn op korte termijn ingrijpende maatregelen nodig.

WKO ontbreekt in figuur 27 omdat deze techniek niet zozeer de bestaande vraag duurzaam kan invullen, maar een goed alternatief is bij nieuwbouw: WKO kan dus voorkomen dat de energievraag verder toeneemt ten koste van het aandeel duurzaamheid.

Naast wind is energiebesparing uiteraard een belangrijk puzzelstuk waarmee vraag en potentieel aanbod dichter naar elkaar toe kunnen worden gebracht. Ook houtkachels en biobrandstoffen voor vervoer kunnen, zoals nu reeds het geval is, een deel van de oplossing vormen. In deze studie zijn de potenties hiervan niet geduid, omdat de toepassing hiervan niet afhankelijk is van ruimtelijke criteria.



Figuur 27: De energievraag in relatie tot het potentiële aanbod (18%) uit duurzame technieken.

Aanbevelingen en overwegingen: onderweg naar een passende koers
De kansrijke combinaties van technieken en locaties in Rheden kunnen op projectniveau nader worden onderzocht. In het verlengde hiervan geldt dat deze energiepotentiekaart als opmaat kan fungeren naar een integrale visie op de toekomstige energievoorziening van Rheden: op welke combinatie van technieken zet je in en welke doelen wil je zodoende bereiken? Waar en hoe kunnen we technieken met stedenbouwkundige en landschappelijke kwaliteit inpassen?

Op basis van deze studie kan dus worden toegewerkt naar een realistische strategische doelstelling op het gebied van hernieuwbare energie, rekening houdend met alle lokale (on)mogelijkheden voor duurzame oplossingen. Ook specifiek voor technieken (zoals zonnepanelen in veldopstellingen) kan ruimtelijk beleid worden vormgegeven op basis van de inzichten uit de energiepotentiekaart.

GREENSPREAD

Utrechtseweg 310 / H02
6812 AR Arnhem
(085) 40 13 470
info@greenspread.nl
greenspread.nl

realising sustainable connections