



Eindrapport

**Analyse Duurzame Warmte
Regentessekwartier en Valkenboskwartier
Duurzaam Den Haag**

projectnummer 0458694.100
Definitieve versie
15 juni 2020

Eindrapport

Analyse Duurzame Warmte Regentessekwartier en Valkenboskwartier

projectnummer 0458694.100

Definitieve versie
15 juni 2020

Opdrachtgever

Stichting Duurzaam Den Haag

datum vrijgave	beschrijving revisie 00	goedkeuring	vrijgave
8 juni 2020	Definitief	R. Hendriks 	J. Stammers

Inhoudsopgave

Blz.

1	Begrippenlijst	3
2	Samenvatting	4
2.1	Leeswijzer	4
3	Inleiding	5
3.1	Achtergrond	5
3.2	Antea Group en de Energietransitie	5
3.3	Doel	5
3.4	Vraagstelling	6
3.5	Werkwijze	6
3.6	Afbakening	6
4	Nulmeting	8
4.1	Doel	8
4.2	Werkwijze	8
4.3	Resultaten op wijkniveau	8
4.4	Resultaten op pandniveau	11
4.5	Samenvatting Nulmeting	14
5	Besparingspotentie	15
5.1	Doel	15
5.2	Werkwijze	15
5.3	Resultaten openbare data	16
5.4	Resultaten analyse woningen	18
5.5	Samenvatting besparingspotentie	20
6	Kansen duurzame warmte	22
6.1	WKO-systemen	22
6.2	Zonthermie	24
6.3	Aquathermie	25
6.4	Restwarmte	27
6.5	Overige warmtebronnen	28
6.6	Samenvatting kansen duurzame warmte	29
7	Vraag versus aanbod	30
7.1	Matching totaalverbruik	30
7.2	Matching warmteprofielen	30
7.3	Implicaties resultaten	32
8	Conclusies	33

8.1	Aanbevelingen Fase 2	34
9	Bronnen	35

1 Begrippenlijst

Aquathermie	Aquathermie is een verzamelnaam voor verschillende technologieën waarmee warmte wordt onttrokken uit verschillende waterbronnen.
Diepe geothermie	Geothermie is een verzamelnaam voor systemen om warmte te onttrekken aan de ondergrond. Aan het oppervlakte van de aarde wordt de aarde vooral opgewarmd door de zon. Hoe dieper men gaat, hoe meer de schil van de aarde wordt verwarmd door de aardkern. Op enkele kilometers diepte is deze temperatuur al 100 °C graden. De warmte kan worden onttrokken door water op te pompen of door water te injecteren en vervolgens weer op te pompen.
Duurzame warmtebronnen	Hernieuwbare warmtebronnen die opgewekt kunnen worden zonder fossiele brandstoffen te verbranden en die een reductie in CO ₂ -uitstoot realiseren ten opzichte van fossiele warmtebronnen.
HT-warmte	Hoge temperatuur warmte: aanvoertemperatuur > 80°C graden
kWh elektriciteit	Energieverbruik uitgedrukt in kWh elektriciteit.
kWh/m ²	Energieverbruik uitgedrukt in de eenheid kWh per vierkante meter vloeroppervlakte van een gebouw. Via conversiefactoren kan ook gasgebruik worden omgerekend naar een equivalent in kWh.
LT-warmte	Lage temperatuur warmte: aanvoertemperatuur < 50°C graden
MT-warmte	Midden temperatuur warmte: aanvoertemperatuur 50°C tot 80°C graden
m ³ aardgas	Energieverbruik uitgedrukt in kuub aardgas.
PC6-gebieden	Benaming voor de cijfer- en lettercombinatie van postcodegebieden (1234 AB)
TJ/GJ/MJ	Energieverbruik uitgedrukt in de eenheid joule. MJ (Megajoule) is hierbij 1 miljoen joule, GJ (Gigajoule) is 1000 MJ en TJ (Terajoule) is 1000 GJ.
WKO-systemen	WKO-systemen zijn verschillende typen systemen om ondergronds Warmte- en Koude Opslag (WKO) te realiseren. Er bestaan verticale en horizontale systemen, open en gesloten systemen en variërend in diepte van enkele meters tot enkele honderden meters diepte.
Zonthermie	Zonthermie is een verzamelnaam voor verschillende technologieën waarmee warmte wordt opgewekt uit zonnestraling. De meest toegepaste technologie is een zonneboiler. Een alternatief zijn PVT-systemen, die zowel warmte als elektriciteit opwekken.

2 Samenvatting

Stichting Duurzaam Den Haag heeft dit onderzoek laten uitvoeren als Fase 1 in het proces om te komen tot een wijkenergieplan voor de wijken Regentessekwartier en Valkenboskwartier in Den Haag. Fase 1 heeft tot doel om het huidige energieverbruik in de wijken te analyseren en om kansen voor de opwek van duurzame warmte te identificeren. De resultaten zijn als volgt:

- Uit de nulmeting is gebleken dat de huidige energievraag op jaarbasis 680 TJ is. Ruim 530 TJ hiervan is warmte. De vraag van warmte is, logischerwijs, voornamelijk geconcentreerd in de winter en dient vooral ter verwarming van de ruim 13.000 woningen. Er zijn grote verschillen in verbruik tussen woningen, waarbij het vooroorlogse woningbestand (vooral gebouwd tussen 1880 en 1920) een beduidend hoger gasverbruik heeft per vierkante meter dan recentere bouw (ruim 160 kWh/m² bij vooroorlogse bouw t.o.v. ongeveer 80 kWh/m² bij woningen gebouwd na 2000).
- De warmtevraag kan nog significant gereduceerd worden door het nemen van besparende maatregelen. De maximale besparingspotentie is bijna 30%, waarmee de warmtevraag gereduceerd kan worden van 530 TJ naar 370 TJ. Hiervoor dienen vooral maatregelen getroffen te worden in de vooroorlogse woningen. Het grootste gedeelte van deze woningen zal, ondanks significante besparingen, nog minimaal MT-warmte behoeven om een comfortabel binnenklimaat te realiseren. De kleinere vooroorlogse appartementen en vrijwel alle naoorlogse bouw is geschikt te maken voor LT-warmte.
- De voornaamste duurzame warmtebronnen die zijn geïdentificeerd zijn WKO-systemen, zonthermie, aquathermie (uit het Verversingskanaal en effluentleiding riolering) en restwarmte uit geïnstalleerde koelcapaciteit. Voor deze bronnen zijn opwekpotenties gekwantificeerd en opwekprofielen bepaald. De totale opwekpotentie van deze bronnen is bijna 480 TJ. Geothermie en warmtepompen zijn genoemd als aanvullende bronnen.
- Door de verbruiksprofielen en opwekprofielen van warmtevraag en –aanbod te matchen, is de conclusie getrokken dat het niet geheel mogelijk is om de totale warmtevraag met lokale duurzame bronnen te kunnen voorzien. De opwekpotentie van 480 TJ zou in theorie voldoende zijn om het gereduceerde verbruik van 370 TJ (na het nemen van besparende maatregelen) te dekken, echter bestaat er een grote mismatch tussen overcapaciteit in de zomer en een significant tekort in de winter. Daarnaast heeft een groot deel van de wijk behoefte aan MT-warmte, terwijl in de winter vooral LT-warmte beschikbaar is. Seizoensgebonden opslag, het opwaarderen van warmte en aanvullende piekcapaciteit zijn dus noodzakelijk voor een toekomstig warmtesysteem.

Dit onderzoek geeft hiermee duidelijke antwoorden op de vraagstelling van Fase 1. In Fase 2 zal gekeken worden naar hoe een toekomstig warmtesysteem eruit kan zien.

2.1 Leeswijzer

Het volgende hoofdstuk, hoofdstuk 3, bevat de inleiding van dit rapport. De vraagstelling, afbakening en werkwijze worden hierin nader toegelicht. Hoofdstuk 4 bevat de nulmeting van de wijken en hoofdstuk 5 behandelt de besparingspotentie. De lokale bronnen van duurzame warmte worden vervolgens in hoofdstuk 6 gepresenteerd. Hoofdstuk 7 vergelijkt de vraagzijde en aanbodzijde, waarna de conclusies van deze studie worden gepresenteerd in hoofdstuk 8.

3 Inleiding

Voor u ligt het eindrapport Analyse Duurzame Warmte Regentessekwartier en Valkenboskwartier. Dit rapport is opgesteld door Antea Group in opdracht van Stichting Duurzaam Den Haag.

3.1 Achtergrond

De gemeente Den Haag heeft in 2018 een aantal wijken aangewezen om te starten met wijkenergieplannen. Een deel van deze wijken wordt in het proces om te komen tot deze plannen ondersteund door Stichting Duurzaam Den Haag. Stichting Duurzaam Den Haag streeft naar een bottom-up aanpak, waarbij bewoners en ondernemers in de wijk gefaciliteerd worden om hun eigen wijkenergieplan op te stellen.

Een belangrijk onderdeel van het wijkenergieplan is de technische component: hoe gaan we de wijk in de toekomst verwarmen zonder aardgas? De ervaring binnen de wijkteams leert dat de ideeën en meningen hierover verschillen. Om de wijkteams in staat te stellen een eigen visie te vormen op de toekomstige warmtevoorziening, is een analyse van het energiesysteem noodzakelijk. Stichting Duurzaam Den Haag heeft daarom CMAG en Antea Group gevraagd om een dergelijke analyse uit te voeren voor de wijken waar Stichting Duurzaam Den Haag het proces begeleidt. Dit rapport betreft de wijken Regentessekwartier en Valkenboskwartier.

3.2 Antea Group en de Energietransitie

Antea Group is een advies- en ingenieursbureau dat met de voeten in de klei staat. Opgericht in Friesland onder de naam Oranjewoud B.V., is Antea Group inmiddels uitgegroeid tot een wereldwijd opererend adviesbureau dat publieke en private organisaties ondersteunt van ambitie en planvorming tot realisatie en beheer. Wij zijn altijd bezig met de (fysieke) wereld van morgen en richten ons dus ook op de Energietransitie. De Energietransitie is een complexe opgave, waar technische, sociale, economische, juridische en organisatorische componenten in samenkomen. Wij geloven daarom in een integrale aanpak, met haalbaarheid, betaalbaarheid en (maatschappelijk) draagvlak als uitgangspunten.

3.3 Doel

Stichting Duurzaam Den Haag neemt de wijken stap voor stap mee in een uitgebreid proces. Het uiteindelijke doel is een duurzame en aardgasvrij warmtevoorziening – uiterlijk in 2050. Deze analyse vormt nadrukkelijk de eerste fase om te komen tot een visie van het toekomstige warmtesysteem. Het doel van deze eerste fase is: de huidige situatie en de potentie voor duurzame warmtebronnen in kaart brengen. De resultaten van deze analyse vormen input voor het wijkteam om de discussie te voeren over een visie voor de toekomst. De tweede fase, een vervolgstap op deze studie, is daarom om scenario's voor het toekomstige warmtesysteem te formuleren en beoordelen. Dit rapport dient daarom als basis voor het formuleren van scenario's voor de toekomstige warmtevoorziening.

3.4 Vraagstelling

De vraagstelling voor deze analyse is als volgt:

- Wat is het huidige energieverbruik in de wijken Regentessekwartier en Valkenboskwartier?
- In welke mate is dit energieverbruik te reduceren door het nemen van besparende maatregelen?
- Wat zijn potentiële bronnen van duurzame warmte binnen de wijken Regentessekwartier en Valkenboskwartier?
- Welk deel van de toekomstige warmtevraag (na het nemen van besparende maatregelen) kan lokaal opgewekt worden?

3.5 Werkwijze

Om de vraagstelling te beantwoorden, is de volgende stapsgewijze aanpak gehanteerd:

- De eerste stap is een nulmeting, waarbij gekeken is naar het totale energieverbruik in de wijk (gas + elektra) op postcodeniveau. Mobiliteit is buiten beschouwing gelaten. Voor de gehele wijk is een verbruiksprofiel gegenereerd, om onderscheid te kunnen maken tussen pieklast en basislast en rekening te kunnen houden met seizoenverschillen. Om tussen woningtypen te vergelijken is het energieverbruik van individuele panden vertaald naar de uniforme maatstaf kWh per vierkante meter;
- De besparingspotentie is in kaart gebracht middels openbare data en expert judgement. Op basis van openbare data is de benodigde reductie berekend om woningen tot label B en tot een warmtelast van 70 kWh/m² te verduurzamen. Dit is een theoretische besparingspotentie. Om deze resultaten te toetsen, is tevens voor een aantal representatieve woningen een maatregelenpakket bepaald om een reële besparingspotentie te bepalen. De gecombineerde resultaten leiden tot een toekomstig verbruiksprofiel in de wijk.
- Lokale warmtekansen zijn in kaart gebracht middels bureaustudie. Er is een quickscan uitgevoerd van potentiële warmtebronnen binnen de wijken. Voor de geschikte bronnen is de opwekpotentie bepaald, evenals een productieprofiel voor de opwek van warmte.
- De laatste stap van deze analyse was het vergelijken van de vraag en het aanbod. De productieprofielen van de warmtebronnen zijn getoetst aan het verbruiksprofiel en de tekorten en overschotten zijn bepaald.

Met deze aanpak wordt de vraagstelling van Stichting Duurzaam Den Haag voor de wijken Regentessekwartier en Valkenboskwartier beantwoord.

3.6 Afbakening

De Energietransitie is een breed onderwerp. Voor een onderzoek als dit is het daarom belangrijk om goed af te bakenen welke definities gehanteerd worden, welke uitgangspunten gehanteerd

worden en wat wel en niet wordt meegenomen. De voornaamste definities zijn opgenomen in de begrippenlijst. Daarnaast geldt het volgende:

- Dit onderzoek vormt een eerste bouwsteen op weg naar een warmteplan voor de wijken. Het is daarom gericht op warmte in de gebouwde omgeving. Elektriciteit is alleen meegenomen in de nulmeting om inzicht te krijgen in de totale energievraag en om de onderliggende verhoudingen tussen gas en elektriciteit inzichtelijk te maken. Mobiliteit is geheel buiten beschouwing gelaten.
- Het uiteindelijke doel van warmteplannen is om de gebouwde omgeving in 2050 aardgasvrij te verwarmen. Het Ontwerp Stedelijk Energieplan van de gemeente Den Haag heeft een specifieke tijdshorizon losgelaten (waar eerder 2030 werd gehanteerd). Voor dit onderzoek geldt dat rekening is gehouden met duurzame warmtebronnen waarvan de techniek ver genoeg gevorderd is dat met zekerheid is te stellen dat deze bronnen tussen nu en 2030 inzetbaar zijn voor het verwarmen van gebouwen.
- Genoemde besparingsmaatregelen en opwek mogelijkheden van duurzame energie zijn vooralsnog beschouwd als puur technisch haalbare oplossingen. Er is in Fase 1 nog geen rekening gehouden met de financiële haalbaarheid, draagkracht en draagvlak onder bewoners, juridische en organisatorische belemmeringen en eventuele ontwikkelingen in de stand van de techniek. Het huidige onderzoek biedt de ingrediënten voor toekomstige discussies over bovengenoemde thema's: inzicht in de huidige situatie en de technische mogelijkheden.

4 Nulmeting

De eerste stap van deze analyse is het in kaart brengen van de huidige energievraag in de wijken Regentessekwartier en Valkenboskwartier in Den Haag. Dit hoofdstuk presenteert de bevindingen van deze nulmeting.

4.1 Doel

Het doel van de nulmeting is om een zo gedetailleerd mogelijk inzicht te verschaffen in:

- 1) Het totale energieverbruik (gas en elektra) in de wijken. Door verbruiksprofielen (pieklast versus basislast) gedetailleerd in kaart te brengen, is het mogelijk om in een later stadium productieprofielen van warmtebronnen hieraan te koppelen. Op wijkniveau kan hierdoor een geschikte warmtemix gekozen worden.
- 2) Het energieverbruik in verschillende woningtypen in de wijk. Door verbruiksverschillen tussen verschillende woningtypen in beeld te brengen, is het mogelijk om een inschatting te maken van a) welke typen woningen geschikt zijn voor HT/MT/LT-warmte en b) welke besparingsmaatregelen er in bepaalde typen woningen genomen kunnen worden om deze woningen geschikt(er) te maken voor een duurzame warmtebron.

4.2 Werkwijze

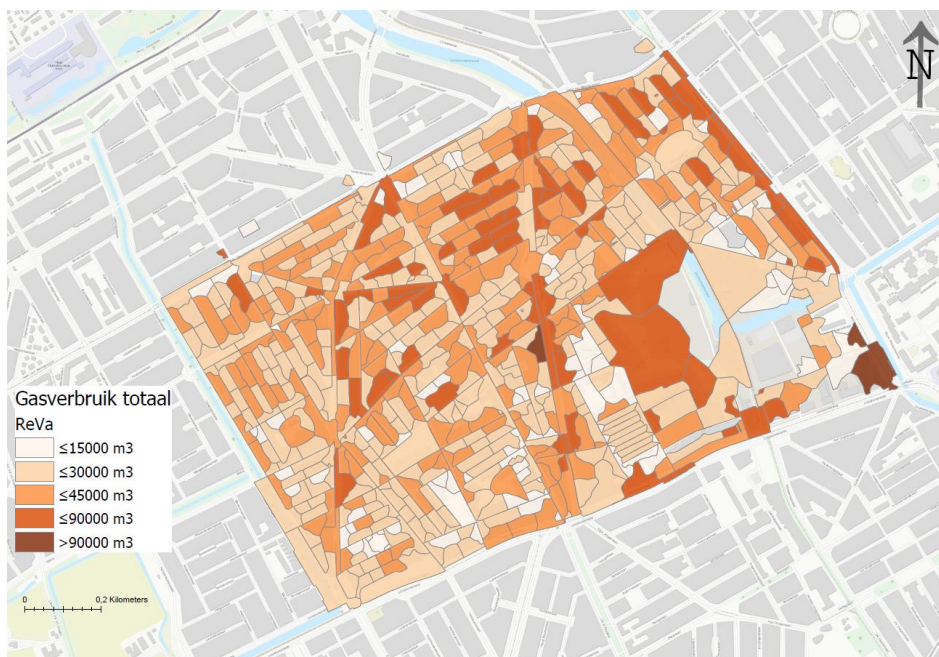
Het in kaart brengen van het huidige energieverbruik kan op verschillende manieren. Er zijn primair twee bronnen beschikbaar: CBS-buurtdata en verbruiksdata van de netbeheerders. CBS-buurtdata geeft een totaalverbruik per buurt. Verbruiksdata van netbeheerders geeft een gemiddeld verbruik per kleinverbruik aansluiting binnen een bepaald postcode-zes gebied (1234 AB). De verbruiksdata van netbeheerders zijn a) op een fijnmaziger niveau beschikbaar en b) reflecteren daadwerkelijk verbruik. Deze data zijn daarmee het meest bruikbaar.

Om deze data compleet te maken zijn de aangevuld met gegevens uit de BAG. Hiermee is het mogelijk om onderscheid te maken tussen verschillende typen woningen. Daarnaast is een inschatting gemaakt van het verbruik van grootverbruik aansluitingen door kengetallen van ECN toe te passen op de vloeroppervlakten van alle utiliteitsgebouwen binnen het gebied. Hierdoor is het mogelijk om een accuratere inschatting te maken van het totaalverbruik in de wijk. Een nadeel van deze methodiek is dat mogelijke verschillen in aantal inwoners en de gebruiksprofielen worden genivelleerd. Dit is in het gehanteerde rekenmodel gecorrigeerd door een correctiefactor toe te passen om het berekende verbruik te corrigeren naar het daadwerkelijk gemeten verbruik door de netbeheerders. Hierdoor wijkt het totale berekende verbruik in de wijk slechts 1%-2% af van het daadwerkelijk gemeten verbruik op wijkniveau.

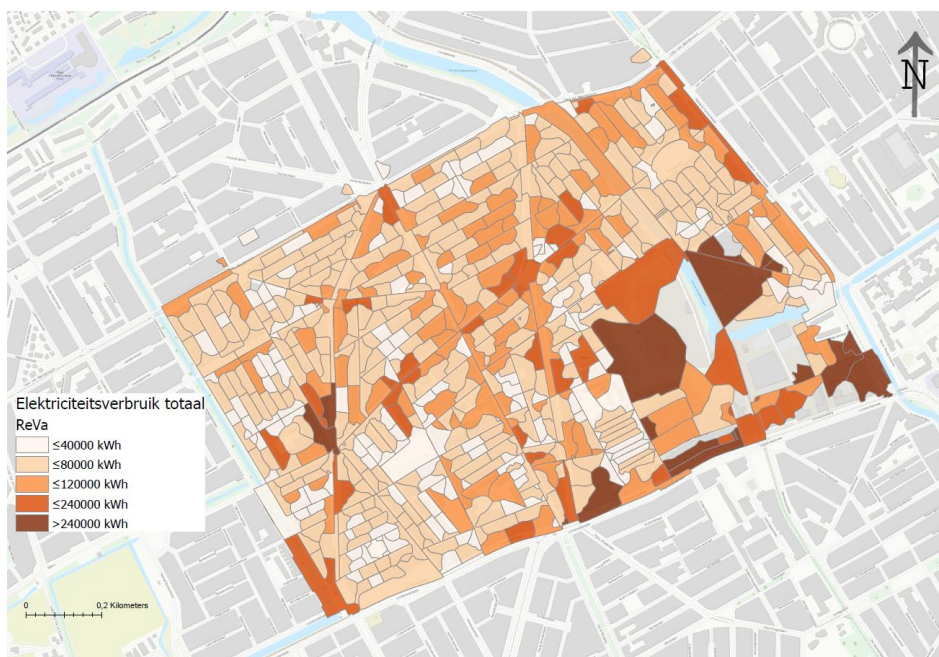
4.3 Resultaten op wijkniveau

De resultaten op wijkniveau zijn op verschillende manieren weer te geven en worden daarom ook op de volgende pagina's in verschillende kaarten gepresenteerd. De eerste twee kaarten presenteren het totaalverbruik in m³ (gas) en kWh (elektriciteit) per PC6-gebied. Dit maakt in

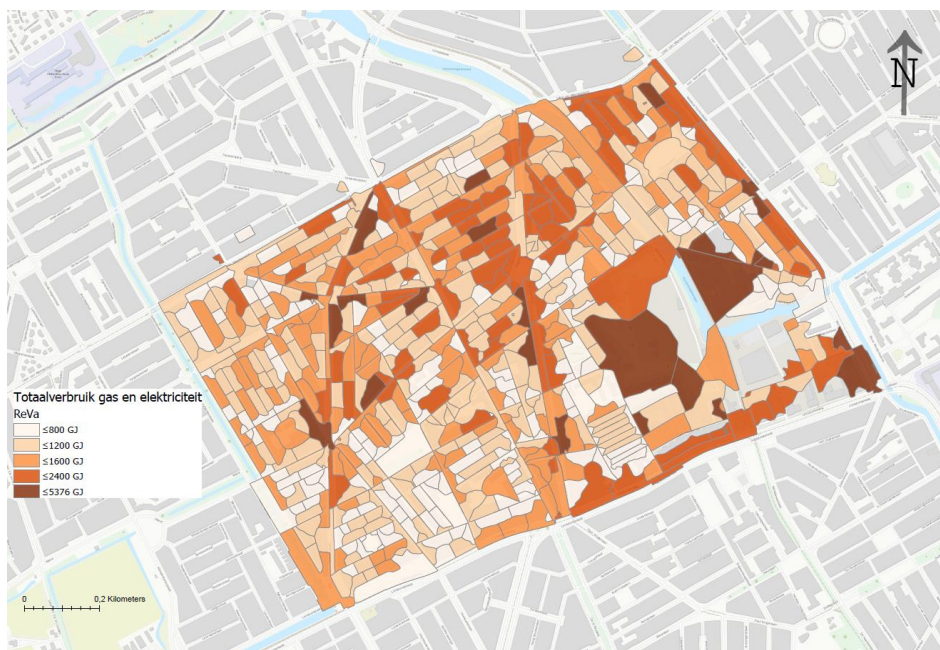
absolute aantallen duidelijk waar de grootste verbruiksconcentratie per energietype zit. Er is tevens een kaart toegevoegd waar de verbruiksgegevens zijn omgerekend naar GJ en bij elkaar zijn opgeteld (Figuur 3). Dit geeft een beeld van het totale energieverbruik per PC6-gebied. Omdat alleen het verbruik van gas en elektriciteit is meegenomen, blijven de panden die zijn aangesloten op het stadsverwarmingsnet van Den Haag buiten beschouwing.



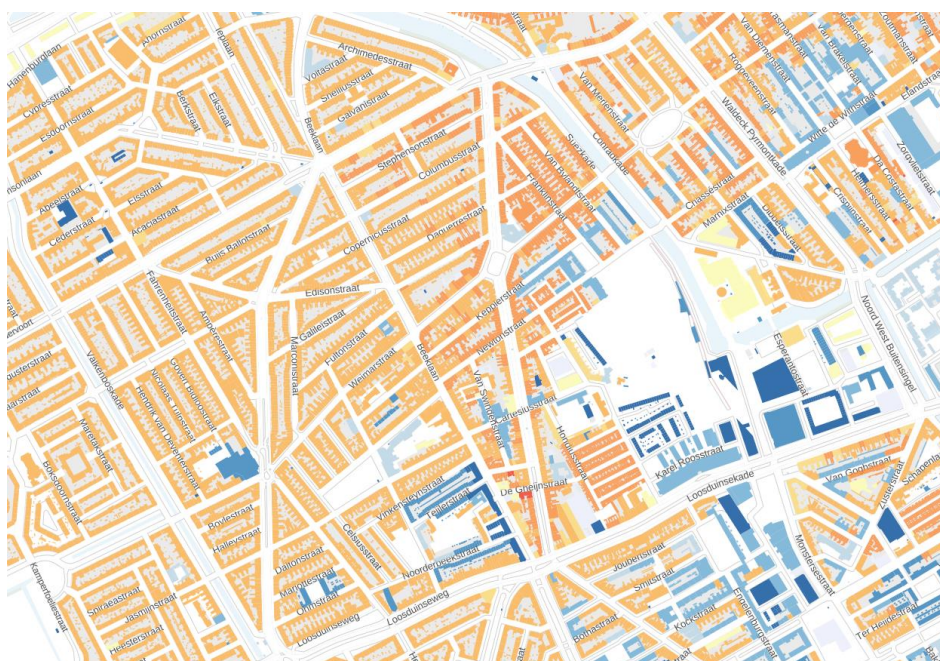
Figuur 1: Gasverbruik (m³) per PC6-gebied



Figuur 2: Elektriciteitsverbruik (kWh) per PC6-gebied



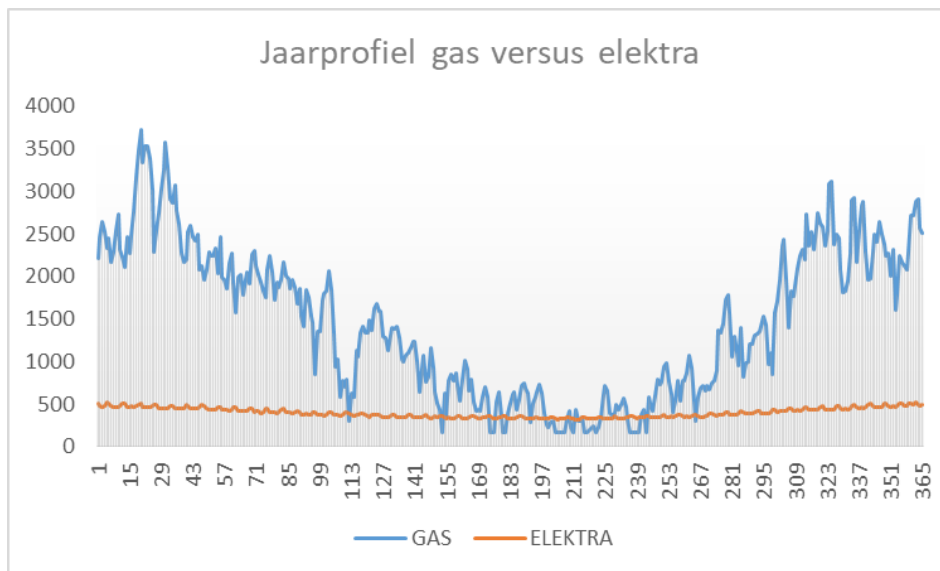
Figuur 3: Totaal energieverbruik (GJ) per PC6-gebied



Figuur 4: Bouwjaar panden (bron: Atlas Leefomgeving).

Bovenstaande Figuur 4 presenteert vervolgens een kaart van de Atlas Leefomgeving met de bouwjaar van panden. Oranje en rode panden zijn vooroorlogs (hoe donkerder rood, hoe ouder) en gele en blauwe panden zijn naoorlogs (hoe donkerder blauw, hoe recenter gebouwd). Bij utiliteitsbouw en grootschalige gebouwen valt op dat recentere bouwjaar niet direct correleren met een lager energieverbruik. Een voorbeeld is het complex met stadsdeelkantoor Segbroek, politiebureau, bibliotheek en Albert Heijn. Het hoge verbruik op deze locatie valt vooral te verklaren door de supermarkt. Rond het Madame Curieplein, waar voornamelijk nieuwe

woningen zijn gerealiseerd in een vergelijkbare dichtheid als de omliggende buurt, valt deze correlatie wel te constateren.



Figuur 5: Jaarprofiel gas versus elektra

Wat opvalt uit deze verbruiksgegevens is dat:

- Het gasverbruik is gecentreerd rond de oudere delen van de wijk en de locaties met zeer hoge dichtheid. Er bestaan grote verschillen tussen verschillende postcodegebieden (oplopend tot een factor drie);
- Het elektriciteitsverbruik is gecentreerd rond locaties met veel bedrijvigheid en andere utiliteitsfuncties. Ook hier bestaan grote verschillen tussen postcodegebieden met woningen;
- Het gasverbruik is een significant groter deel van het totale energieverbruik dan elektriciteitsverbruik. De voornaamste energiebehoefte van de wijken Regentessekwartier en Valkenboskwartier is dus ruimteverwarming.

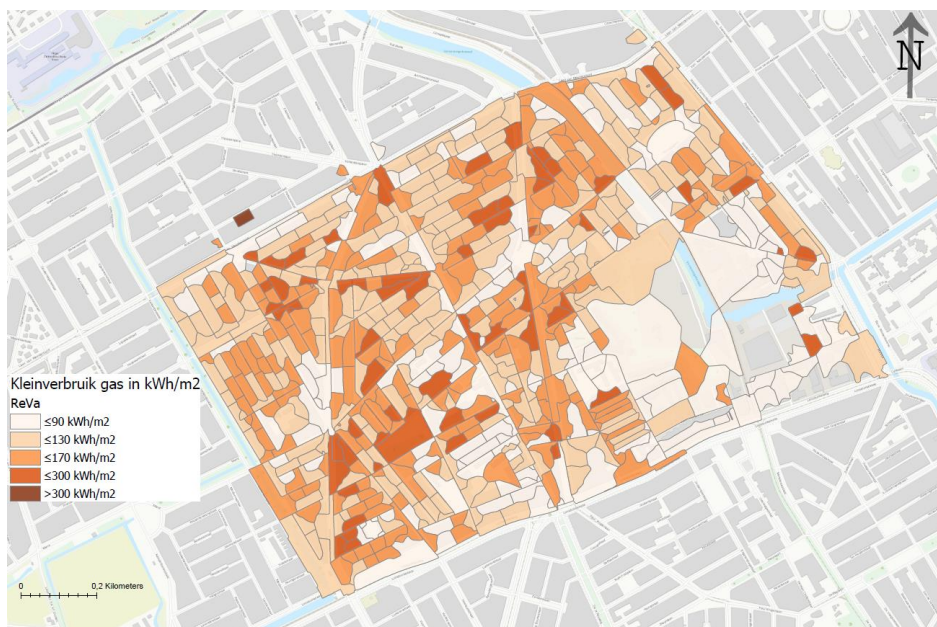
4.4 Resultaten op pandniveau

Om ook op pandniveau conclusies te kunnen trekken, zijn de gegevens op wijkniveau vertaald naar verbruik per vierkante meter. Door deze uniforme factor kWh/m² toe te passen is het mogelijk om verschillen tussen panden en pandtypen te duiden. Een hoger absoluut verbruik in een bepaald postcodegebied zegt immers nog niet veel over hoe energiezuinig de woningen in dit postcodegebied zijn (er kan immers ook sprake zijn van een hogere dichtheid). Ook de resultaten op pandniveau zijn in drie kaarten gepresenteerd: gasverbruik per m², elektriciteitsverbruik per m² en totaal energieverbruik per m². Daarnaast toont onderstaande Tabel 1 de gemiddelde warmtelast (kWh/m²) voor woningen uit verschillende bouwperiodes.

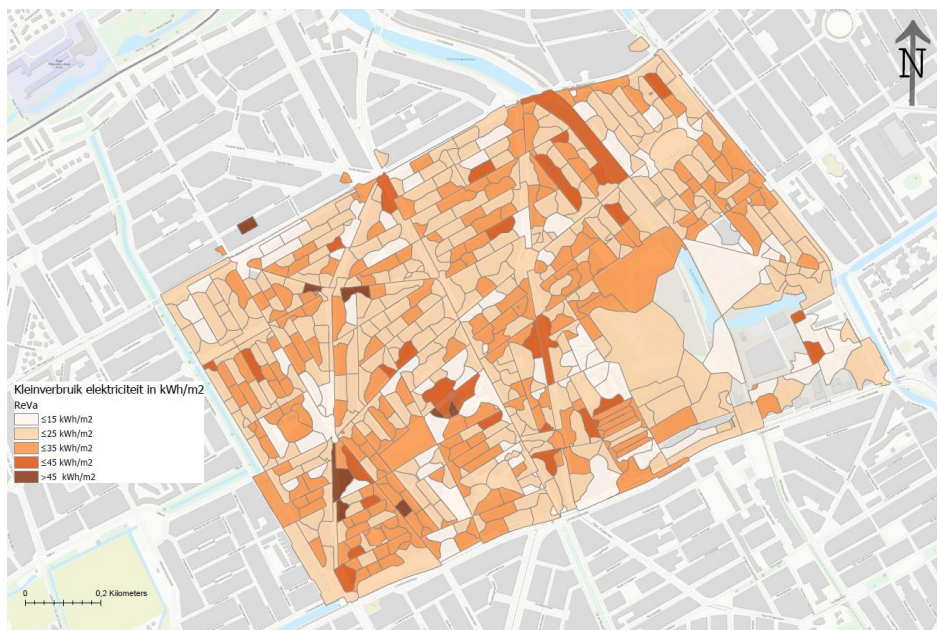
Tabel 1: Gemiddelde warmtelast (kWh/m²) van woningen per bouwjaar

Bouwjaar	Aantal	Gemiddeld oppervlakte	kWh/m ²
<1920	9.675	89 m ²	147,8
1920 t/m 1939	1.251	74 m ²	166,0

1940 t/m 1959	95	72 m2	167,6
1960 t/m 1979	474	68 m2	134,7
1980 t/m 1999	1.083	86 m2	102,1
>2000	852	97 m2	82,5

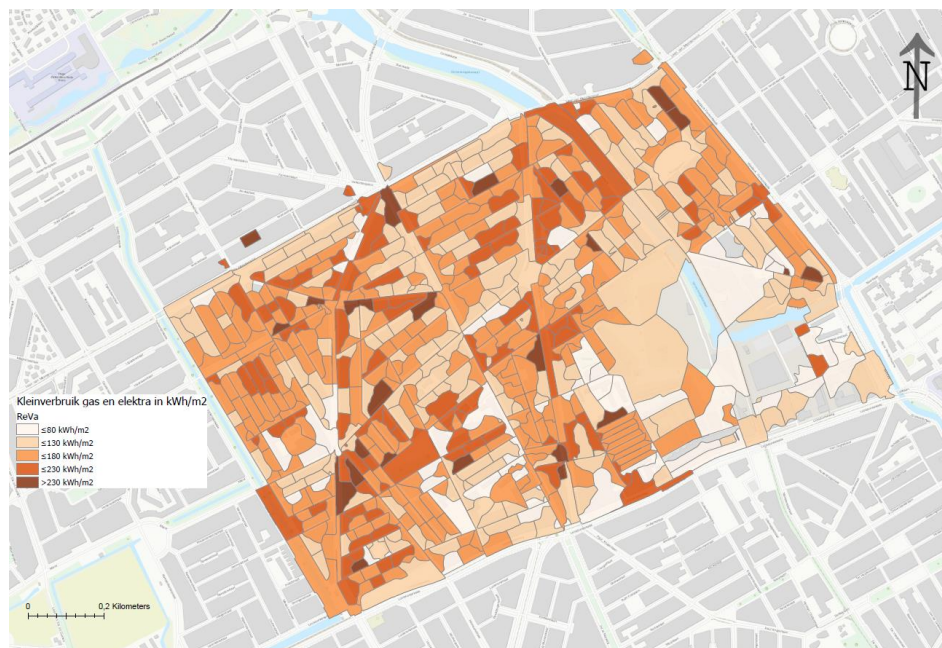


Figuur 6: Kleinverbruik gas vertaald naar kWh/m2 per PC6-gebied

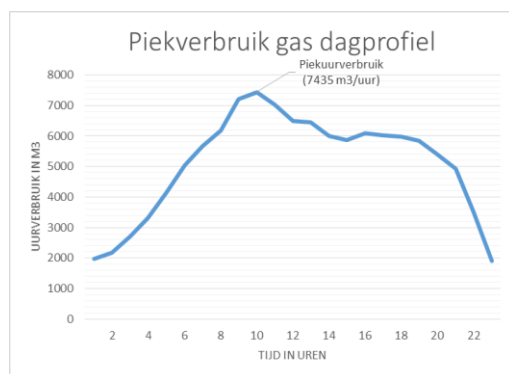


Figuur 7: Kleinverbruik elektriciteit vertaald naar kWh/m2 per PC6-gebied

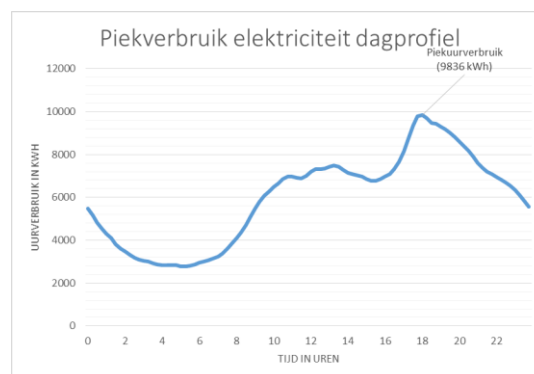
In deze gegevens zijn de grootverbruikers buiten beschouwing gelaten. Dit verklaart waardoor in sommige PC6-gebieden het verbruik in deze kaarten veel lager is dan bij de resultaten op wijkniveau. Dit valt vooral op in de buurt rond de Energiecentrale, langs de Loosduinseweg en rond Valkenbosplein.



Figuur 8: Totaal energieverbruik vertaald naar kWh/m² per PC6-gebied



Figuur 9: Piekverbruik gas dagprofiel



Figuur 10: Piekverbruik elektriciteit dagprofiel

Enkele PC6-gebieden vallen op door zeer hoog verbruik per vierkante meter. Deze uitschieters (met name de gebieden met >200 kWh/m²) vallen grotendeels te verklaren door bedrijfjes zónder grootverbruik aansluiting, maar met een significant hoger verbruik dan een gemiddelde woning. Dit zijn bijvoorbeeld tandartspraktijken, kleine winkels, kroegen en restaurants. Ook elektrische laadstations vertroebelen het beeld.

Wanneer deze uitschieters buiten beschouwing worden gelaten, blijkt het grootste deel van de PC6-gebieden in de wijk een verbruik van 100-200 kWh/m² te kennen. Dit komt overeen met de bevindingen uit de tabel met gemiddelde warmtelast per bouwperiode (verschilt tussen 100-170 kWh/m² voor ruim 90% van het woningbestand). Enkele andere bevindingen zijn:

- Waar de verschillen in absoluut verbruik per PC6-gebied soms nog een factor drie waren, is dat voor verbruik per vierkante meter gezakt naar een factor twee. Dit zijn alsnog grote verschillen per woningtypen;

- Het gemiddelde gasverbruik in de wijk is 120 kWh/m². Dit gemiddelde wordt flink omlaag gebracht door de appartementen die vanaf de jaren '80 zijn gebouwd.

4.5 Samenvatting Nulmeting

De wijken Regentessekwartier en Valkenboskwartier bestaan voornamelijk uit vooroorlogse woningen. Het is dan ook geen verrassing dat deze woningen niet energiezuinig zijn. Het grootste deel van de woningen heeft een warmtelast van 100-170 kWh/m².

Het totale energieverbruik van de wijken is samengevat in onderstaande tabel. Hieruit valt duidelijk af te leiden dat de warmtevraag (verwarming en warm tapwater) significant groter is dan de vraag naar elektriciteit. De totale warmtevraag van de wijken is 532 TJ op jaarbasis.

Tabel 2: Samenvatting nulmeting Regentessekwartier en Valkenboskwartier

Samenvatting	m3/kWh	GJ
Gas totaal	6.792.902	532.335
Elektriciteit totaal	40.407.508	145.351
Piekvraag gas	7.435 m3/u	236 GJ/u
Piekvraag elektra	9.836 kWh/u	35 GJ/u

5 Besparingspotentie

De tweede stap van deze analyse is het in kaart brengen van de besparingspotentie in de wijken Regentessekwartier en Valkenboskwartier in Den Haag. Dit hoofdstuk presenteert de bevindingen van deze analyse.

5.1 Doel

Het doel van het analyseren van de besparingspotentie is om:

- 1) Het wijkteam in staat te stellen realistische doelen te stellen voor het terugdringen van energieverbruik. Besparen is de eerste stap van de Trias Energetica: door het verbruik te verminderen hoeft ook minder (duurzame) energie opgewekt te worden. Dit helpt a) om het hoofddoel van CO₂-reductie te behalen en b) om een groter deel van de warmtevraag in te vullen met lokale bronnen.
- 2) Een inschatting te maken van de benodigde capaciteit van het toekomstige warmtesysteem.
- 3) Een inschatting te maken van het aandeel woningen dat met MT/LT-warmte verwarmd kan worden. Het nemen van besparende maatregelen vergroot mogelijk de hoeveelheid woningen in de wijk die geschikt gemaakt kunnen worden voor MT/LT-warmte. Dit maakt het eenvoudiger om deze woningen te voorzien van duurzame warmte.

5.2 Werkwijze

Voor dit onderdeel is alleen gekeken naar het gasverbruik ten behoeve van verwarming. De besparingspotentie is op twee manieren ingeschat: middels openbare databronnen en middels expert judgement. Dit expertoordeel is op basis van onze ervaringen met ontwikkel- en verduurzamingstrajecten van met name publieke gebouwen. De openbare databronnen zijn ingezet om een inschatting te maken van de besparingspotentie op PC6-niveau – vergelijkbaar met de aanpak van de nulmeting. Daarnaast is een inschatting gemaakt van de benodigde maatregelen per woningtype om deze woningen geschikt te maken voor MT/LT-warmte. Dit is gedaan op basis van expert judgement.

Voor de besparingspotentie op PC6-niveau is de verbruiksdata van de netbeheerders als vertrekpunt genomen voor het huidig verbruik (zie nulmeting). Kengetallen uit het VestaMAIS-model over gemiddeld verbruik en besparingsfactoren per woningtype per bouwjaar zijn aan de BAG-gegevens van alle panden in de wijk gekoppeld. Er zijn vervolgens twee berekeningen uitgevoerd:

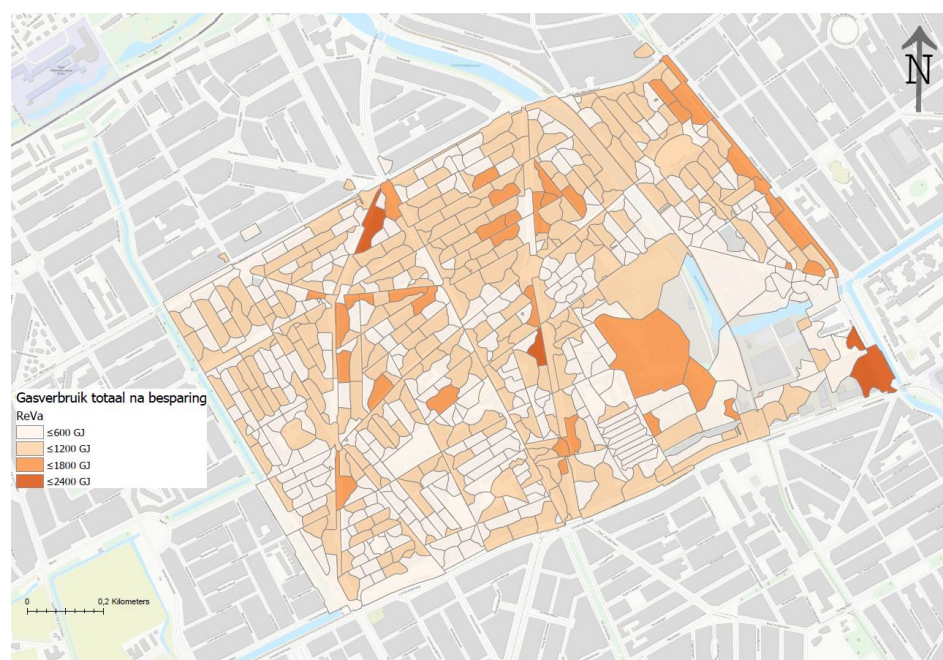
- Het bepalen van het toekomstige verbruik per PC6-gebied, wanneer alle woningen zijn geïsoleerd tot minimaal label B;
- Het bepalen van de benodigde besparing per PC6-gebied, wanneer de warmtevraag van alle woningen is teruggebracht tot 70 kWh/m² (plus 12,5 kWh/m² voor warm tapwater). kWh/m² is de maatstaf die gehanteerd wordt voor het berekenen van de warmtelast van een gebouw. Ook gasverbruik is naar deze duiding om te rekenen aan de hand van conversiefactoren.

Er is geen eenduidige maatstaf om aan te geven wanneer een woning geschikt is voor MT/LT-warmte. De verschillen tussen woningen en gebruikspatronen door bewoners zijn hiervoor te groot. In de meeste onderzoeken wordt uitgegaan van moderne bouwstandaarden (o.a. een label van minimaal A+ en/of een warmtelast van 70 kWh/m²). Voorbeelden uit de praktijk bewijzen echter dat woningen met een hogere warmtelast of een lager energielabel ook geschikt kunnen zijn voor MT/LT-warmte. Er is daarom voor gekozen om zowel de benodigde besparing tot label B te bepalen als de besparing tot 70 kWh/m² (82,5 kWh/m², inclusief warm tapwater). Openbare datamodellen staan niet toe om een (realistische/haalbare) maximale besparingspotentie te berekenen. Er is daarom voor gekozen om de hierboven genoemde waarden aan te houden als praktisch haalbare maxima¹.

Daarnaast zijn een aantal representatieve woningen geselecteerd om een indicatie te geven van de benodigde besparingsmaatregelen om deze woningen geschikt te maken voor MT/LT verwarming. Dit dient direct als toets op de berekende waarden per PC6-gebied.

5.3 Resultaten openbare data

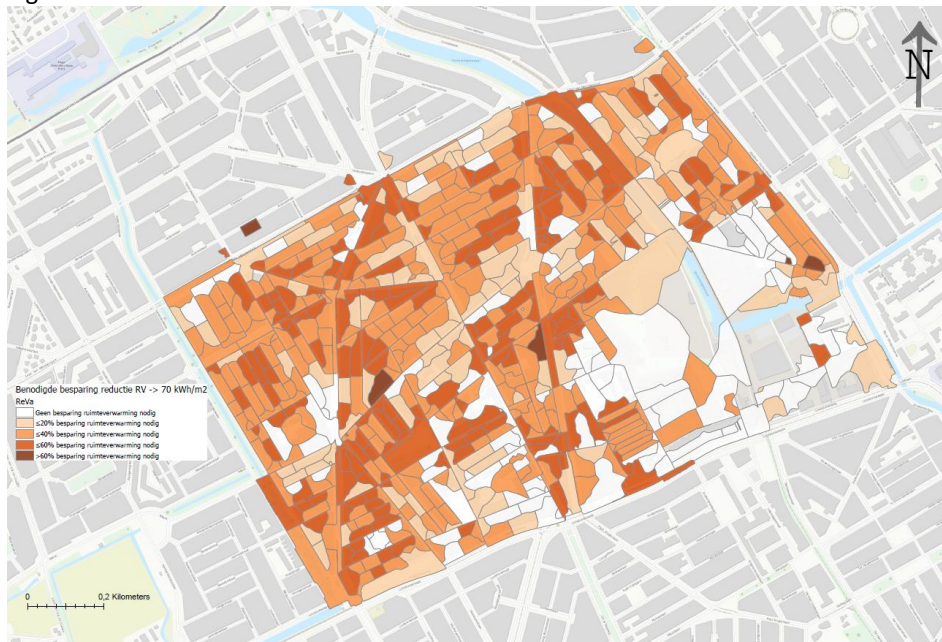
De resultaten van de analyse middels open data zijn in onderstaande twee kaarten gepresenteerd. Deze kaarten tonen de toekomstige warmtevraag na het isoleren van woningen tot label B (Figuur 11) en de benodigde besparing per PC6-gebied om tot 70 kWh/m² warmtevraag te reduceren (Figuur 12).



Figuur 11: Toekomstige warmtevraag (GJ) na isoleren tot label B

¹ Het grootste deel van de wijken Regentessekwartier en Valkenboskwartier bestaat uit woningen gebouwd tussen 1880 en 1920. In deze bouwperiode werd nog geen gebruik gemaakt van spouwmuren en is het dus ook lastig om de isolatiegraad hoger dan label B (of equivalent) te krijgen. Dit betekent echter niet dat dit onmogelijk is.

Figuur 11 toont de absolute warmtevraag per PC6-gebied na het isoleren van woningen tot label B. Enkele uitzonderingen daargelaten, laat dit een zeer gelijkmatige verdeling van de warmtevraag over de wijken zien. Dit contrasteert sterk met Figuur 1, waar duidelijke verschillen in de wijk zichtbaar zijn. Dit duidt erop dat er bepaalde PC6-gebieden te identificeren zijn waar de verduurzamingsopgave een stuk groter is dan in andere PC6-gebieden. Dit wordt getoond in Figuur 12.



Figuur 12: Benodigde besparing per PC6-gebied om warmtevraag tot 70 kWh/m2 te reduceren

De tweede kaart (Figuur 12) brengt de opgave goed in beeld: alleen de relatief recent gerealiseerde woningen behoeven geen, of minimale, maatregelen ten behoeve van energiebesparing. Het grootste deel van de woningen in Regentessekwartier en Valkenboskwartier dienen echter tussen de 20% en 60% van de huidige energievraag te reduceren om geschikt te worden voor MT/LT-warmte. Deze gebieden komen logischerwijs overeen met de locaties met originele bouw.

Dit wordt bevestigd door onderstaande tabel, waar de resultaten zijn weergegeven per voor verschillende bouwjaren. Het isoleren van de vooroorlogse woningen tot label B zou moeten leiden tot een reductie in de warmtevraag van bijna 60%.

Tabel 3: Samenvatting besparingspotentie bij verbeteren isolatiegraad tot label B

Bouwjaar	Aantal	Gemiddeld oppervlakte	kWh/m2	GJ huidig verbruik	GJ Label B	Besparing Label B
<1920	9.675	89	147,8	40,0	16,4	59,0%
1920 t/m 1939	1.251	74	166,0	37,1	16,0	57,0%
1940 t/m 1959	95	72	167,6	34,8	18,8	46,0%
1960 t/m 1979	474	68	134,7	30,9	25,6	17,0%
1980 t/m 1999	1.083	86	102,1	30,4	29,2	4,0%
>2000	852	97	82,5	26,3	26,3	0,0%

De twee rekenmethodieken leiden tot iets andere resultaten op wijkniveau. Wanneer gerekend wordt met de labelmethodiek, resulteert het isoleren van alle woningen tot label B tot een reductie van 49% van de totale warmtevraag in de wijken. Echter, het reduceren van de warmtevraag van alle woningen tot 82,5 kWh/m² (70 kWh/m² voor verwarming, 12,5 kWh/m² voor warm tapwater), leidt tot een reductie van 41% van de totale warmtevraag in de wijken. De theoretische besparingspotentie voor de wijken Regentessekwartier en Valkenboskwartier ligt dus tussen de waarden 41% en 49%. Om deze reductie in de realiteit te halen, is echter een besparing van bijna 60% van de warmtevraag benodigd in de oudste woningen van de wijken. Het volgende onderdeel gaat dieper in op de maatregelen om deze reductie te realiseren.

5.4 Resultaten analyse woningen

Behalve een analyse op wijkniveau is tevens een analyse op pandniveau uitgevoerd. Voor enkele representatieve woningen in de wijk is een maatregelenpakket samengesteld om deze woningen geschikt te maken voor MT/LT-verwarming.

Tabel 4: Maatregelen representatieve woningen

Nicolaas Tulpstraat 40 – 2563 XN  Appartement 1890-1920 - Plat dak - Isolatie kruipruimte (vloer-/bodemisolatie) - Dakisolatie (buiten-/binnenzijde) - HR++ beglazing - Kierdichting en ventilatie strips - Wandverwarming/LT-convectoren <i>MT/LT toepasbaar na uitvoeren maatregelen</i>	Xaverystraat 25 – 2562 NH  Tussenwoning 1890-1920 - Schuin dak - Isolatie kruipruimte (vloer-/bodemisolatie) - Dakisolatie (buiten-/binnenzijde) - HR++ beglazing - Kierdichting en ventilatie strips - Wandverwarming/LT-convectoren/ infrarood panelen <i>MT/LT toepasbaar na uitvoeren maatregelen</i>
Regentesselaan 100 - 2562 CV  Appartement 1890-1920 - Plat dak - Isolatie kruipruimte (vloer-/bodemisolatie) - Dakisolatie (buiten-/binnenzijde) - HR++ beglazing/achterzetramen voor behoud glas-in-lood	Regentesseplein 148 – 2562 EN  Appartementen 1975-1990 – Plat dak - Dakisolatie - Gevelisolatie - HR++ beglazing - Vloer-/wandverwarming/LT-convectoren

- Kierdichting en ventilatie strips - Wandverwarming/LT-convectoren/ infrarood panelen <i>MT toepasbaar na uitvoeren maatregelen</i>	<i>MT/LT toepasbaar na uitvoeren maatregelen</i>
Stephensonstraat 23 – 2561 XP  Tussenwoning 1890-1920 - Plat/schuin dak - Isolatie kruipruimte (vloer-/bodemisolatie) - Dakisolatie (buiten-/binnenzijde) - HR++ beglazing/achterzetramen voor behoud glas-in-lood - Kierdichting en ventilatie strips - Wandverwarming/LT-convectoren/ infrarood panelen <i>MT toepasbaar na uitvoeren maatregelen</i>	

Er is geen warmtelastberekening gemaakt voor deze voorbeeldwoningen. De toepasbare maatregelen en het effect hiervan is ingeschat op basis van expert judgement. Hierbij is gekeken naar zowel uitvoerbaarheid als effectiviteit van maatregelen. De maatregelen zijn vergelijkbaar voor de verschillende typen woningen. Dit is verklaarbaar, aangezien er een grote mate van uniformiteit bestaat in de wijken in bouwjaar en bouwstijlen.

Het volledig 'inpakken' van de vooroorlogse woningen is niet raadzaam, omdat ophoping van vocht zal plaatsvinden. Dit leidt tot schimmel en structurele aantasting van het pand. Een zekere mate van (natuurlijke) ventilatie blijft dus noodzakelijk. Ook doet gevelisolatie aan de buitenzijde afbreuk aan het historische uiterlijk en aan de binnenzijde resulteert het in ruimtebeperking. Tot slot is deze vorm van isoleren voor historische panden zeer kostbaar, die zich minder goed terug verdient dan bijvoorbeeld vloerisolatie en dakisolatie. De combinatie van bovenstaande factoren zorgt ervoor dat in de praktijk gevelisolatie voor dergelijke woningen vaak achterwege gelaten wordt. Gevelisolatie is dus voor de vooroorlogse woningen niet meegenomen als een uitvoerbare en effectieve maatregel. Dit maakt het echter lastig om de warmtelast van deze woningen tot moderne standaarden te reduceren.

Voor de vooroorlogse woningen geldt dat het reduceren van de warmtelast vooral bereikt kan worden door het beperken van tocht (middels HR++ beglazing en kierdichting) en het beperken van het vochtgehalte (voornamelijk middels isolatie vloer/bodem). Verdere isolatie kan bereikt worden middels dakisolatie. Met dit maatregelenpakket is een optimum gezocht tussen enerzijds het verlagen van de warmtelast (en daarmee besparing van energie) en anderzijds het bewaken van de leefbaarheid van de woning (toestaan ventilatie, beperken ruimteverlies door gevelisolatie aan de binnenzijde). Een reductie in de warmtevraag van 60% is echter met dit maatregelenpakket niet haalbaar – een realistischer percentage is 30% à 40% besparing in de warmtevraag.

Om daarnaast de woningen geschikt te maken voor MT/LT-warmte, dient het warmteafgifte-systeem van vrijwel alle woningen in de wijk te worden aangepast. Bestaande radiatoren zijn geschikt voor HT/MT-warmte, maar niet voor LT-warmte. Aanpassing kan door middel van het realiseren van wand-/vloerverwarming en/of het vervangen van bestaande radiatoren met convectoren. In sommige ruimten (bijvoorbeeld badkamer of studeerkamer) is het toepassen van infraroodpanelen eveneens denkbaar.

Het grootste deel van de woningen is hiermee geschikt te maken voor MT/LT-warmte. Voor de grotere appartementen en ruime tussenwoningen uit de jaren 1890-1920 is echter niet met zekerheid te stellen dat het genoemde maatregelenpakket voldoende zal zijn om een comfortabel binnenklimaat te realiseren met LT-warmte. Voor deze woningen is daarom de inschatting gemaakt dat MT-warmte noodzakelijk zal blijven.

De analyse van representatieve panden in de wijk leidt tot enkele aanvullende inzichten:

- Het grootste deel van de woningen in de wijk is met een vergelijkbaar maatregelenpakket geschikt te maken voor MT/LT-warmte. Een uitzondering daarop zijn de grotere appartementen en ruime tussenwoningen uit de jaren 1890-1920. Voor deze woningen blijft MT-warmte waarschijnlijk vereist. Deze woningen bevinden zich voornamelijk in de PC6-gebieden waar de benodigde besparing is bepaald op 40%-60%, gepresenteerd in Figuur 11;
- De warmtelast van vooroorlogse woningen is met het bovengenoemde pakket aan maatregelen niet te reduceren tot 70 kWh/m² (plus 12,5 kWh/m² voor warm tapwater). Een besparing is warmtevraag van 60% is dus ook niet haalbaar. Een realistischere inschatting van de besparingspotentie voor dit type woningen is 30% tot 40%.

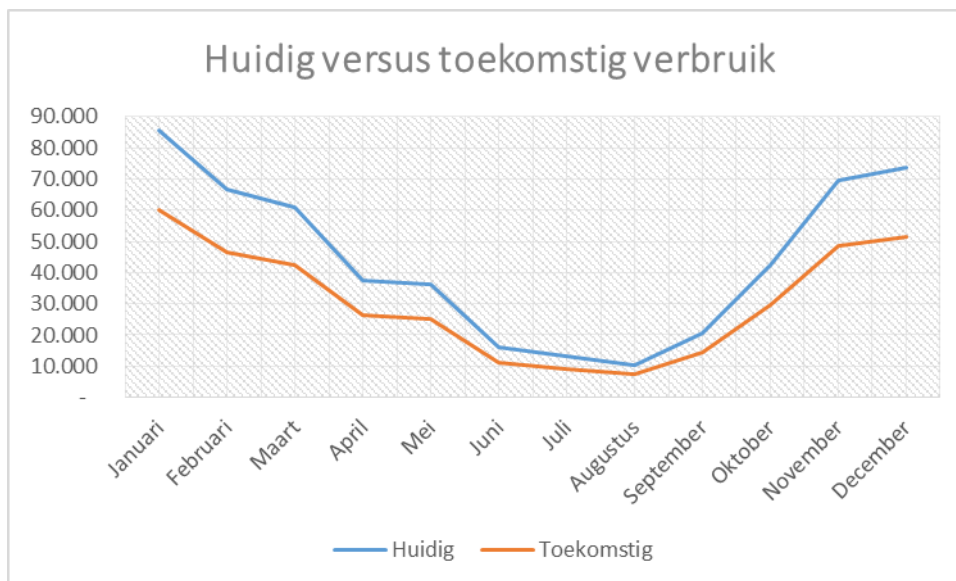
5.5 Samenvatting besparingspotentie

Uit de resultaten van de analyse middels open data is gebleken dat het theoretisch besparingspotentieel in de wijken Regentessekwartier en Valkenboskwartier tussen de waarden 41% en 49% ligt. Om dit besparingspotentieel te realiseren, dient het gros van de woningen – gebouwd tussen 1880 en 1920 – de warmtevraag met bijna 60% te reduceren.

De analyse van de maatregelen op pandniveau leiden echter tot de conclusie dat een dergelijke besparing voor de meeste vooroorlogse woningen in de realiteit onhaalbaar zal zijn. Een realistischere inschatting van de besparingspotentie van dit type woningen is ongeveer 35%. Voor de luxere vooroorlogse woningen valt nog niet te concluderen of de te nemen maatregelen (om tot 35% besparing te komen) voldoende zijn om dit type woningen met MT/LT-warmte te verwarmen. Bij de resterende woningen kan hier wel van worden uitgegaan.

Wanneer alle 11.000 vooroorlogse woningen de genoemde maatregelenpakketten treffen én het naoorlogse woningbestand van ongeveer 2.500 woningen tot label B wordt geïsoleerd, is het mogelijk om de totale warmtevraag in de wijken Regentessekwartier en Valkenboskwartier te reduceren met 30%. Dit is een reële inschatting van de besparingspotentie in de wijken en kan gebruikt worden als input voor het bepalen van een besparingsdoel in Fase 2.

Figuur 13 toont het gereduceerde warmteprofiel voor de wijken, wanneer een dergelijke reductie wordt behaald. De totale warmtevraag daalt van 532 TJ naar ongeveer 373 TJ en de piek in de wintermaanden daalt naar 50 tot 60 TJ per maand.



Figuur 13: Jaarprofiel huidig versus toekomstig verbruik na reduceren warmtevraag

6 Kansen duurzame warmte

Dit hoofdstuk bevat een overzicht van de mogelijke bronnen van duurzame warmte in de wijken Regentessekwartier en Valkenboskwartier in Den Haag. Wanneer mogelijk of toepasselijk, is per bron eveneens een opwekprofiel weergegeven. Er is alleen gekeken naar duurzame warmtebronnen die 1) binnen de wijkgrenzen beschikbaar zijn, 2) met de huidige stand van de techniek ingezet kunnen worden en 3) een kwantificeerbare warmtepotentie hebben. Dit betekent dat bronnen die niet of nauwelijks beschikbaar zijn (zoals biogas), waarvan de inzetbaarheid tot 2030 niet reëel is (zoals groene waterstof²) en waarvan de opwekpotentie afhankelijk is van teveel externe factoren/in principe onbeperkt is (zoals diepe geothermie en warmtepompen) niet zijn gekwantificeerd.

6.1 WKO-systemen

Warmte-Koude Opslagsystemen (WKO-systemen) onttrekken in de winter warmte uit watervoerende lagen in de ondergrond. In de zomer wordt overtollige warmte juist weer aan deze watervoerende lagen toegevoegd. Hierdoor zijn WKO-systemen uitstekende bronnen van duurzame warmte: in de winter leveren ze warmte en in de zomer leveren ze koelte.

De twee voornaamste varianten WKO-systemen zijn open systemen en gesloten systemen. Open systemen onttrekken water direct uit de watervoerende laag, om deze later ook weer terug te pompen (wanneer de warmte eraan is onttrokken). De voornaamste warmtewisseling vindt 'boven' plaats. Gesloten systemen brengen een ondergrondse lus aan om water doorheen te



Nabijgelegen WKO-systemen

- Prins Hendrikstraat:
 - Open systeem.
 - Opslag 142 MWh
 - Max. 49.000 m3/jaar
 - Ong. 600 GJ
- Esperantoplein:
 - Open systeem.
 - Opslag 2243 MWh
 - Max. 500.000 m3/jaar
 - Ong. 6.000 GJ
- Lijnbaan:
 - Open systeem.
 - Opslag 5400 MWh
 - Max. 1.490.000 m3/jaar
 - Ong. 18.000 GJ

Figuur 14: Nabijgelegen WKO-systemen rond Regentessekwartier

² Waterstof wordt vaak genoemd als energiedrager van de toekomst. Op dit moment heeft waterstof voornamelijk industriële toepassingen en wordt het nog geproduceerd met aardgas. Groene productie van waterstof is mogelijk middels elektrolyse. Hiervoor is een overschot aan groene stroom benodigd. Omdat groene waterstof nog zeer kostbaar is en omdat het pas in grote hoeveelheden geproduceerd kan worden bij een significante overcapaciteit aan groene stroomproductie (nu nog een klein aandeel in de Nederlandse energievoorziening), is in het Klimaatakkoord een prioritering afgesproken voor het toepassen van waterstof. De gebouwde omgeving komt hierbij in de laatste plaats, omdat er in de gebouwde omgeving voldoende (goedkopere en effectievere) alternatieven zijn.

pompen. Deze lus fungeert als de primaire warmtewisselaar, waardoor de warmtewisseling 'beneden' plaatsvindt. Open systemen hebben de potentie om meer warmte te onttrekken, maar zijn ook systemen met meer risico's (snellere uitputting bron, contaminatie door mineralen en andere stoffen). Vanwege de lagere risico's wordt tegenwoordig vooral gekeken naar gesloten WKO-systemen.

In Den Haag zijn reeds enkele tientallen WKO-systemen gerealiseerd. Enkele voorbeelden in (de buurt van) de wijken zijn in Figuur 14 weergegeven. De Haagse bodem is uitermate geschikt voor WKO-systemen, met drie verschillende watervoerende lagen op verschillende diepten. De lagen zijn tevens gescheiden van elkaar middels kleilagen, waardoor uitwisseling van warmte tussen deze lagen minimaal blijft. Hierdoor is het mogelijk om een relatief hogere dichtheid van WKO-systemen te realiseren, zonder dat de noodzakelijke regeneratie van warmte teveel wordt verstoord.

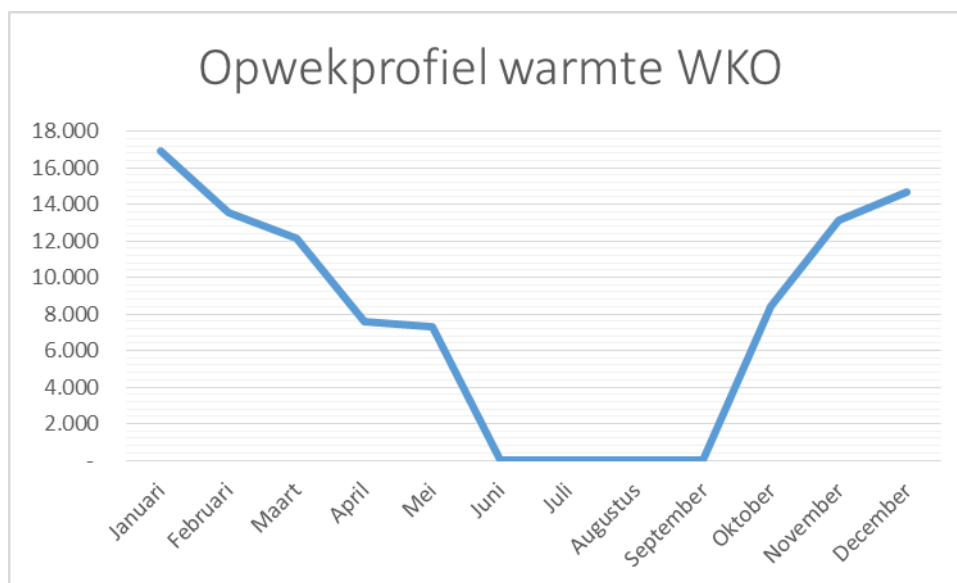
De omvang en opwekpotentie van WKO-systemen is zeer divers. Alleen al de drie voorbeelden in Figuur 14 laten een factor 30 verschil zien tussen het kleinste systeem aan de Prins Hendrikstraat en het grootste systeem bij het HMC Westeinde. De gemiddelde omvang van de vergunde systemen in Den Haag is 420.000 m³/jaar. Dit staat gelijk aan een opslagpotentie van ongeveer 1.500 MWh en een jaarlijkse warmteproductie van 5.300 GJ.

Vanuit de provincie Zuid-Holland en de gemeente zijn echter beperkingen opgelegd, om 'wildgroei' aan WKO-systemen te voorkomen. Voor ieder traject daarom is maatwerk en afzonderlijke beoordeling nodig. Een voorwaarde om nieuwe WKO-systemen in Den Haag te kunnen realiseren is het opstellen van een 'Warmteplan' per wijk. In dit Warmteplan wordt zonering voor zoekgebieden voor WKO-systemen opgenomen. Een dergelijke zonering kan bestaan uit een lijnpatroon of dambordpatroon. Dergelijke patronen worden toegepast om ondergrondse disbalans tussen systemen te voorkomen.

De vele factoren die van invloed zijn op de haalbaarheid van WKO-systemen maken het complex om een inschatting te maken van de potentie van WKO-systemen in Regentessekwartier en Valkenboskwartier. Om een goede inschatting te maken is een volwaardige studie bij een gespecialiseerd bureau benodigd.

Desondanks is een inschatting gemaakt. Uitgaande van een lijnpatroon met een onderlinge afstand van minimaal 300 meter tussen twee verschillende bronnen en uitgaande van systemen met een omvang gelijk aan het huidige gemiddelde in Den Haag, kunnen er 18 WKO-systemen gerealiseerd worden in de wijken Regentessekwartier en Valkenboskwartier. Deze 18 systemen hebben een gezamenlijke opslagpotentie van 26.000 MWh. De jaarlijkse productie van warmte is daarmee bijna 94.000 GJ, oftewel 94 TJ. WKO-systemen leveren LT-warmte.

Omdat WKO-systemen in de zomer warmte opslaan en in de winter warmte onttrekken, heeft deze duurzame warmtebron een gunstig opwekprofiel (zie Figuur 15). De productie van warmte is vraag gestuurd en volgt dus de verbruikscurve. In de zomermaanden produceert het systeem geen warmte, omdat deze periode wordt benut om warmte op te slaan. Wel wordt in deze periode koelte geleverd, maar dat is in Figuur 15 achterwege gelaten.



Figuur 15: Opwekprofiel warmte WKO-systemen

6.2 Zonthermie

Het dakoppervlak in de wijk kan benut worden voor de opwek van energie – zowel elektriciteit als warmte. Er is in dit onderzoek primair rekening gehouden met de opwek van warmte. Dit kan middels zonnecollectoren of middels PVT-panelen (opwek van zowel warmte als elektriciteit). In deze analyse is uitgegaan van het plaatsen van zonnecollectoren.

De wijken Regentessekwartier en Valkenboskwartier zijn zeer verstedelijkte gebieden. 53% van het totale oppervlakte bestaat uit bebouwing, oftewel 854.000 m². Om de geschiktheid van daken te bepalen voor het plaatsen van zonnecollectoren, zijn de volgende factoren meegenomen:

- Een plat dak is in principe geschikt voor de opwek van zonne-energie. Echter dient rekening gehouden te worden met de oriëntatie van het pand richting de zon, waardoor niet altijd een optimale dakopstelling mogelijk is.
- Een schuin dak is in principe ook geschikt voor de opwek van zonne-energie. De oriëntatie is in dit geval nog belangrijker: schuine dakhellingen (deels) gericht op het noorden zijn ongeschikt.
- Schaduwworming door omliggende gebouwen en/of bomen. In de betreffende wijken in Den Haag is het negatieve effect van schaduwworming beperkt, omdat vrijwel de gehele wijk 3 of 4 bouwlagen hoog is.
- Als laatste bestaande installaties op daken een beperkende factor.

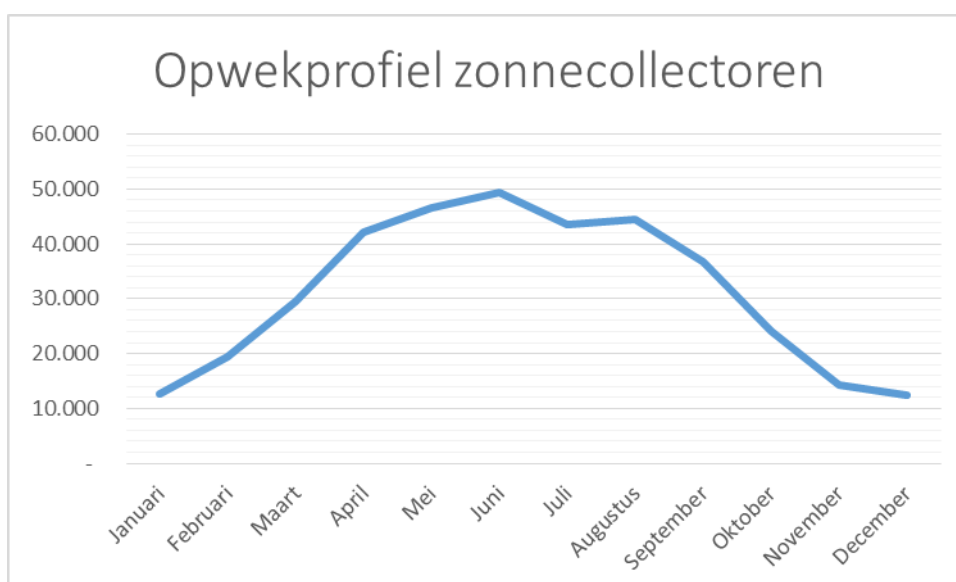
Zodoende blijft 197.500 m² dakoppervlakte over als zijnde beschikbaar voor zonnecollectoren – ofwel 23,1% van het totaal. Hierbij is geen rekening gehouden met eventuele beperkingen door de Welstandscommissie. Dit is een theoretisch haalbaar maximum. In de praktijk zal het zeer lastig worden om deze potentie te realiseren, aangezien dit oppervlakte is verdeeld over duizenden individuele daken.

Met een opwek van 1,9 GJ/m² kunnen zonnecollectoren op de daken Regentessekwartier en Valkenboskwartier in potentie 375.200 GJ – ofwel 375 TJ opwekken. Deze productie is echter

grotendeels geconcentreerd in de zomermaanden, zoals gepresenteerd in onderstaand opwekprofiel (Figuur 16).

Zonnecollectoren produceren MT-warmte, waardoor dit een geschikte warmtebron is voor een groot deel van de woningen in de twee wijken.

Een alternatief voor zonnecollectoren zijn PVT-panelen. PVT-panelen produceren zowel elektriciteit als warmte. Het rendement van PVT-panelen voor elektriciteitsopwekking is lager dan bij reguliere PV-panelen en voor warmteopwekking eveneens lager dan bij reguliere zonnecollectoren. Echter, bij elkaar opgeteld is het totale rendement uit de zoninstraling van PVT-panelen aanzienlijk hoger dan zowel PV-panelen als reguliere zonnecollectoren. Dit maakt PVT-panelen een interessant alternatief. Bijkomend voordeel van PVT-panelen is dat er voor de inzet van dakoppervlakte geen 'concurrentie' ontstaat tussen de opwek van elektriciteit en warmte. Een nadeel van PVT-panelen is dat deze (vooralsnog) een stuk duurder zijn dan reguliere PV-panelen en zonnecollectoren.



Figuur 16: Opwekprofiel zonthermie

6.3 Aquathermie

Aquathermie is LT-warmte uit water. Hier bestaan drie varianten van: thermische energie uit oppervlaktewater (TEO), afvalwater (TEA) en drinkwater (TED). Het is zowel mogelijk om warmte als koude te winnen uit deze bronnen (al is vooral afvalwater vooral om warmte uit te winnen). TED is in dit onderzoek buiten beschouwing gelaten, omdat dit vooral een interessante bron voor koude betreft.

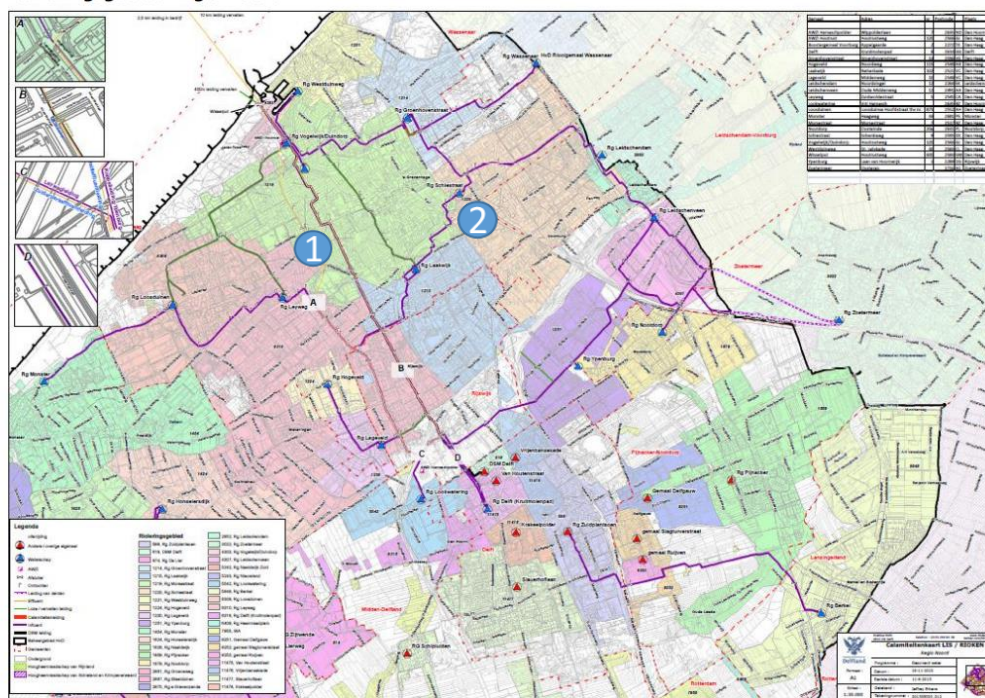
In de wijken Regentessekwartier en Valkenboskwartier zijn er twee voorname bronnen van aquathermie. Dit zijn:

- 1) Het Verversingskanaal. Het Verversingskanaal loopt vanaf de energiecentrale richting zee. Dit kanaal heeft een debiet van 152 m³/u. Ervan uitgaande dat 1,5 graden warmte

kan worden onttrokken aan dit debiet, is het mogelijk om jaarlijks 1.900 GJ warmte te produceren middels TEO. De overige bron van oppervlaktewater, het stroompje langs de Valkenboskade, heeft een verwaarloosbaar debiet en is daarom niet meegenomen in dit onderzoek.

- 2) De effluentleiding van Delfland (Figuur 17). Deze leiding vervoert gezuiverd afvalwater van de AWZI Harnaschpolder naar zee en loopt voor een deel door de twee wijken heen. Er zijn geen betrouwbare data beschikbaar over de mate waarin deze leiding nog wordt gebruikt. Door het in gebruik nemen van een nieuwe persleiding in 2006 – welke om de betreffende wijken heen loopt – is de inschatting dat de oudere effluentleiding slechts voor een fractie van haar capaciteit wordt gebruikt. De capaciteit van het pompstation in Harnaschpolder is 39.000 m³/u. De assumptie is gemaakt dat 5% hiervan via de oude effluentleiding wordt afgevoerd – een debiet van 325 m³/u. Ervan uitgaande dat 2 graden warmte kan worden onttrokken aan dit effluent, is het mogelijk om jaarlijks 5.400 GJ warmte te produceren middels TEA.

Zuiveringsgebied Regio Noord



Hoogheemraadschap van Delfland – Beleidsnota afvalwatertransport 2016

Pagina 29 van 31

Figuur 17: Leidingnetwerk Delfland, met 1) de oude effluentleiding door de wijken en 2) de nieuwe persleiding – om de wijken heen (Bron: Hoogheemraadschap van Delfland).

De totale opwekpotentie van aquathermie in de wijken Regentessekwartier en Valkenboskwartier is daarmee ingeschat op 7.300 GJ per jaar. Het opwekprofiel van aquathermie is vergelijkbaar met dat van WKO-systemen – ook aquathermie kan gebruikt worden voor verwarming in de winter en koeling in de zomer.

6.4 Restwarmte

De wijken Regentessekwartier en Valkenboskwartier zijn primair woonwijken – er is vrijwel geen lokale industrie of andere significante bron van lokaal geproduceerde warmte. De enige uitzondering daarop is de gasgestookte Unipercentrale, welke zowel elektriciteit produceert als warmte levert aan het bestaande warmtenet in Den Haag.

Onderstaande tabel 5 toont het geschatte verbruik van de 15 grootste individuele energie-verbruikers in de twee wijken. Er is voor gekozen om alleen de verbruikers te identificeren met een totaalverbruik >1.000 GJ per jaar. Er zijn nog enkele tientallen kleinere locaties met een verbruik van 400-1.000 GJ per jaar.

Wat opvalt aan deze lijst met gebruikers is dat het vooral locaties betreft waar weinig kansen zijn om restwarmte te winnen: enkele kantoorgebouwen, openbare gebouwen (zoals scholen, bijeenkomstlocaties, sportlocaties) en enkele grotere winkels³.

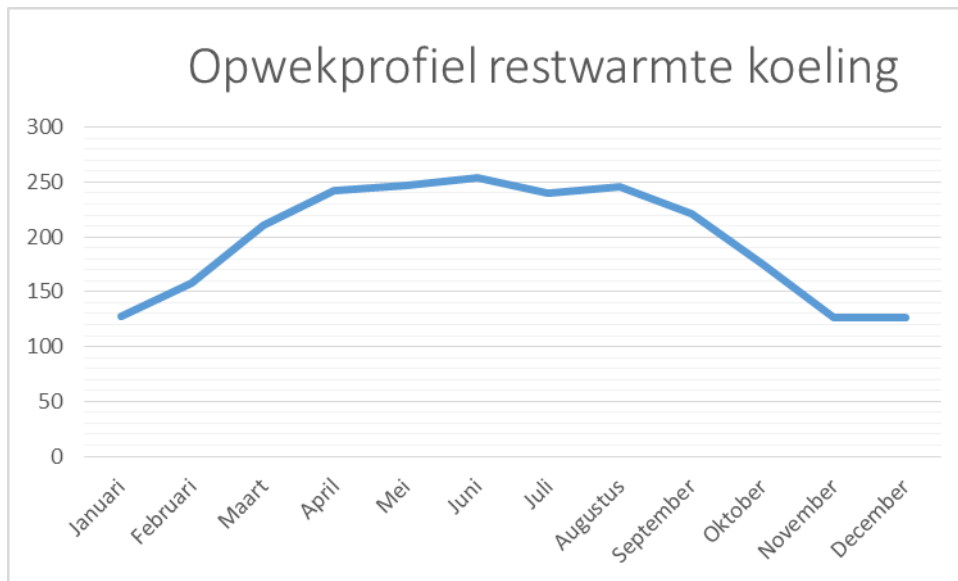
Tabel 5: Inschatting totaal energieverbruik grootste verbruikers in Regentessekwartier en Valkenboskwartier

Locatie	Totaal GJ	Locatie	Totaal GJ
PontMeyer	2941	Fit for Free	1407
De Nieuwe Regentes	2471	Albert Heijn Weimarstraat	1346
Kessler Stichting	2343	Politiebureau Segbroek	1286
Toermalijn	2120	De Dutch Don't Dance Division	1247
Algemene Hindoe basisschool	2093	CarpetRight	1060
Stadsdeelkantoor	1635	Jumbo Weimarstraat	1048
Sporthal Gaslaan	1511	Kerk Mary Star of the Sea	1047
Albert Heijn Valkenbosplein	1471		

Van deze lijst zijn alleen de supermarkten potentieel interessant voor de levering van warmte in verband met de benodigde koelcapaciteit. De potentie van de drie genoemde supermarkten om restwarmte te leveren wordt geschat op 2.400 GJ per jaar. Dit betreft LT-warmte. Figuur 18 presenteert het opwekprofiel van deze bron van restwarmte.

Ter vergelijking: de Unipercentrale heeft de capaciteit om ongeveer 1.400.000 GJ warmte per jaar te leveren. Dit betreft HT-warmte.

³ In de wijk is tevens een datacentrum. Het energieverbruik van dit object is niet geïdentificeerd in de dataset. Een datacentrum is echter een significante bron van restwarmte, vanwege de benodigde koelcapaciteit. Omdat er geen gegevens naar voren zijn gekomen, valt ook niet te bepalen wat de potentie van dit datacentrum is. De restwarmtepotentie is waarschijnlijk groter dan die van de supermarkten.



Figuur 18: Opwekprofiel restwarmte koeling supermarkten

6.5 Overige warmtebronnen

Zonthermie, WKO-systemen, aquathermie en restwarmte zijn de voornaamste bronnen van duurzame warmte die binnen de wijken Regentessekwartier en Valkenboskwartier kunnen worden opgewekt. Deze zijn daarom in detail behandeld. Overige warmteoplossingen zijn:

- 1) (Diepe) geothermie. De ondergrond in Den Haag is niet alleen geschikt voor WKO-systemen. Diepe geothermie is ook een reële bron van duurzame warmte in Den Haag. Diepe geothermische bronnen leveren HT-warmte en hebben voldoende capaciteit om ruim 100 TJ warmte te produceren per bron. De eerste geothermische bron in Nederland die is bedoeld voor de verwarming van woningen is de installatie aan de Leyweg – niet al te ver van de wijk Valkenboskwartier. Het gebied rond de Uniper-centrale is aangewezen als zoeklocatie door de gemeente Den Haag en de plannen om hier een geothermische bron te realiseren zijn vergevorderd. Er is echter voor gekozen om deze potentiële bron buiten beschouwing te laten, omdat a) een uitvoering geologisch onderzoek benodigd is om een realistische inschatting van de potentie van deze bron te kunnen maken en b) het een bestaande ontwikkeling betreft, buiten de scope van dit onderzoek.
- 2) (Collectieve) warmtepompen. Warmtepompen gelden niet direct als warmtebron. Ze converteren immers bestaande omgevingswarmte (uit de lucht, bodem of water) naar een toepasbare vorm van warmte met hogere temperatuur. Warmtepompen kunnen echter een deel uitmaken van de toekomstige warmteoplossing. Ze kunnen worden ingezet om a) individuele woningen te verwarmen en b) om de temperatuur in collectieve warmtesystemen op peil te houden/te verhogen. Warmtepompen werken op elektriciteit en hebben een bepaalde Coefficient of Performance (CoP). Dit staat voor de efficiëntie waarmee een warmtepomp warmte kan opwaarderen. Onder gunstige omstandigheden hebben warmtepompen een CoP van ongeveer 3. Dat wil zeggen: per kWh elektriciteit die wordt verbruikt, wordt 3 kWh aan warmte geproduceerd.

Warmtepompen verlagen dus de vraag naar gas, maar verhogen het elektriciteitsverbruik. Hybride warmtepompen werken op elektriciteit voor het voorzien in de basislast. De pieklast wordt voorzien door gas (aardgas, biogas of waterstofgas). Warmtepompen zijn in principe altijd inzetbaar wanneer een woning geschikt is gemaakt voor MT/LT-warmte. Wanneer geen collectieve warmtesystemen gerealiseerd worden in de wijken Regentessekwartier en Valkenboskwartier zijn warmtepompen voor veel woningen de aangewezen oplossing om op individueel niveau de woning aardgasvrij te verwarmen.

Voor deze warmtebronnen zijn geen productieprofielen bepaald. Er is immers geen inschatting te maken van de inzetbaarheid van deze bronnen op wijkniveau. Beide bronnen kunnen en zullen echter een rol spelen in de toekomstige warmtevoorziening van de wijken.

6.6 Samenvatting kansen duurzame warmte

Dit hoofdstuk heeft een overzicht gepresenteerd van de aanwezige duurzame warmtebronnen in de wijken Regentessekwartier en Valkenboskwartier. Onderstaande tabel 6 biedt een overzicht van de totale opwekpotentie van deze bronnen. Overige bronnen, zoals geothermie, (collectieve) warmtepompen en de bestaande Unipercentrale zijn hierin niet meegenomen.

Tabel 6: Overzicht opwekpotentie duurzame warmtebronnen

Bron	Opwekpotentie (GJ)
WKO	93.739
Zonthermie	375.226
Aquathermie	7.346
Restwarmte	2.374
TOTAAL	478.685

7 Vraag versus aanbod

In hoofdstuk 3 is het huidige energieverbruik in de wijken Regentessekwartier en Valkenboskwartier in kaart gebracht. De theoretische en reële besparingspotentie in de wijken is in hoofdstuk 4 gepresenteerd. Tot slot bevat hoofdstuk 5 een overzicht van de kansen om duurzame warmte binnen deze wijken op te wekken. Wat resteert is een analyse van de vraag versus het aanbod. Is het haalbaar om met lokale warmtebronnen de wijken Regentessekwartier en Valkenboskwartier duurzaam te verwarmen? Deze vraag wordt in dit hoofdstuk behandeld.

7.1 Matching totaalverbruik

Allereerst is het mogelijk om het totaalverbruik en het totaal aanbod met elkaar te vergelijken. Dit geeft een indicatie van de potentiële dekking van warmtevraag middels duurzame bronnen. Onderstaande tabel 7 presenteert deze matching. Zowel de huidige situatie als de situatie na reële besparing zijn hierin opgenomen. Dit laat zien dat, wanneer geen besparingsmaatregelen worden getroffen, het mogelijk is om bijna 90% van de warmtevraag met lokale bronnen op te wekken. Wanneer de maximale besparingspotentie (van ongeveer 30% van het huidige verbruik) wordt behaald, is het mogelijk om bijna 130% van de warmtevraag met lokale bronnen op te wekken.

Tabel 7: Vraag versus aanbod voor de huidige situatie en na reële besparing

Matching totaalverbruik	Vraag (GJ)	Aanbod (GJ)	Dekking (%)
Huidig situatie	532.335	478.685	89,9%
Na reële besparing	372.634	478.685	128,5%

Om tot een 100% dekking te komen met de geïdentificeerde lokaal beschikbare duurzame warmtebronnen (een theoretisch energie neutrale wijk) is een besparing benodigd van 10,1% van de huidige warmtevraag.

7.2 Matching warmteprofielen

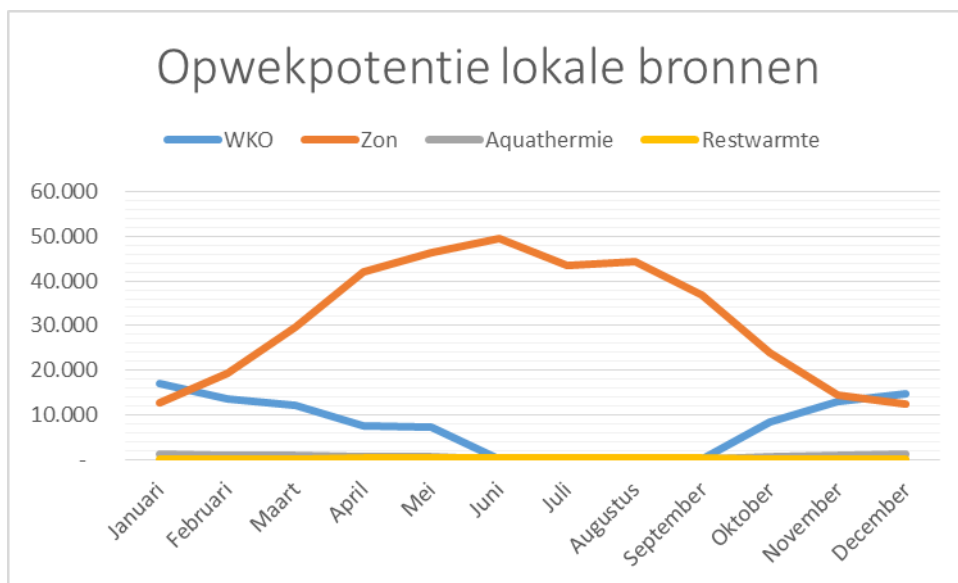
Het vergelijken van het totaalverbruik met het totale aanbod is echter onvoldoende, omdat er grote verschillen bestaan tussen de warmteprofielen van het verbruik en het aanbod. Om een goed beeld te krijgen van de potentie om lokale warmtevraag met lokale warmtebronnen te voorzien, is het noodzakelijk om deze warmteprofielen te matchen. Figuur 13 (hoofdstuk 5) presenteert het warmteprofiel van het huidige verbruik en het verbruik na reële besparing.

Onderstaande figuur 19 presenteert de opwekprofielen van de lokale warmtebronnen. Vooral het verschil tussen de opwek van zonthermie en de warmtelevering door WKO-systemen valt hierin op. De overige bronnen, aquathermie en restwarmte, produceren in dit figuur een nagenoeg vlakke lijn. Uit deze figuur wordt direct duidelijk dat er een mismatch bestaat tussen het aanbod van warmte (vooral in de zomer) en de vraag (in de winter).

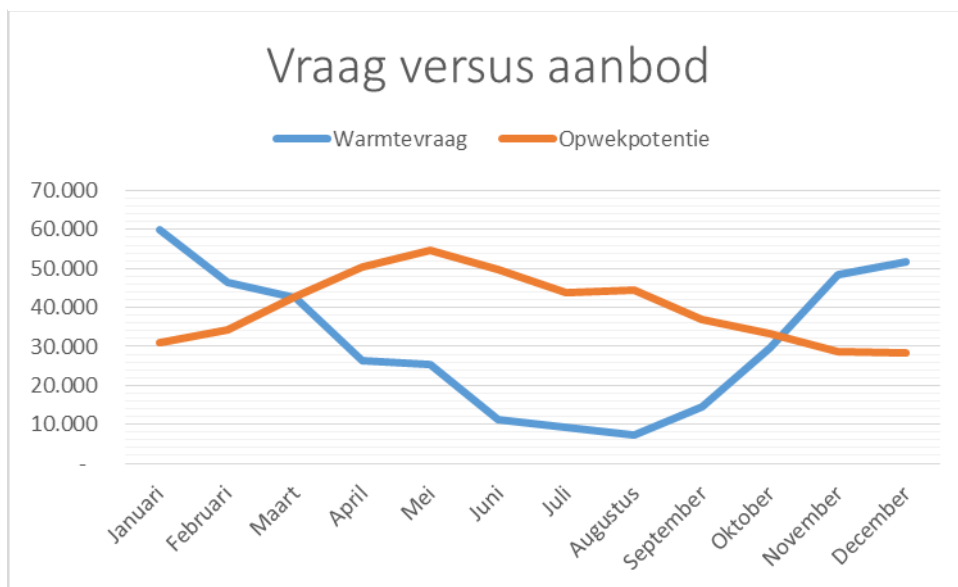
Figuur 19 presenteert vervolgens zowel het cumulatieve opwekprofiel als het profiel van de warmtevraag na reële besparing. Dit figuur laat zien dat er een fors overschot aan warmte in de zomer wordt geproduceerd, terwijl er nog steeds een significant tekort bestaat in de winter. Om

dit te kwantificeren: het overschot aan warmte in de zomermaanden bedraagt ongeveer 190.000 GJ, terwijl het tekort in de wintermaanden ongeveer 84.000 GJ bedraagt. Dit is 22,5% van de totale warmtevraag nadat de reële haalbare besparingspotentie is gerealiseerd.

Er is geen figuur toegevoegd om het huidig verbruik te matchen met de opwekprofielen. Voor deze situatie geldt dat het overschot aan warmte in de zomer ongeveer 146.000 GJ bedraagt. Het tekort in de winter is daarentegen bijna 200.000 GJ.



Figuur 20: Opwekprofielen lokale warmtebronnen



Figuur 19: Matching warmtevraag en opwekpotentie duurzame warmtebronnen (na besparing)

Hoewel het na reële besparing mogelijk is om bijna 130% van de warmtevraag lokaal op te wekken, is er duidelijk een mismatch tussen vraag en aanbod. Naast deze mismatch in

seizoensgebonden GJ's, bestaat er ook een mismatch in temperatuurniveau. Uit hoofdstuk 5 is immers gebleken dat MT-warmte waarschijnlijk noodzakelijk blijft voor de luxere appartementen en woningen uit de bouwjaren 1880-1920. In de wintermaanden is slechts de helft van de opgewekte warmte geschikt voor MT-verwarming (zonthermie) – ongeveer 10.000-15.000 GJ per maand. Het precieze tekort aan MT-warmte is op basis van deze analyse niet te kwantificeren. Echter kan worden aangenomen dat dit tekort aanzienlijk is.

7.3 Implicaties resultaten

De matching tussen vraag en aanbod heeft enkele implicaties:

- 1) Het is mogelijk om met lokale warmtebronnen een significant deel van de warmtevraag lokaal op te wekken – in potentie bijna 130%. Er bestaat echter een mismatch tussen de opwek van warmte (vooral in de zomermaanden) en de vraag naar warmte (vooral in de wintermaanden);
- 2) Een voorwaarde om de genoemde warmtebronnen naar volle potentie te kunnen inzetten, is het aanleggen van een warmtenet in de gehele wijk. Op dit moment is een minimaal deel van de wijk (nieuwbouw rond de Unipercentrale) aangesloten op het bestaande warmtenet van de stad. Dit is een HT-warmtenet. De warmte-infrastructuur in de wijk zal echter vooral geschikt moeten zijn voor MT/LT-warmte;
- 3) De seizoensgebonden mismatch tussen vraag en aanbod kan mogelijk voor een groot deel opgelost worden door opslag van warmte. Vooral het overschot aan zonnewarmte is geschikt voor opslag, mogelijk in grote ondergrondse buffers (zoals een EcoVat-systeem). Dergelijke buffers bestaan reeds bij de Unipercentrale. Uitbreiding van deze opslagcapaciteit ligt voor de hand;
- 4) Zonthermie speelt een grote rol in het lokaal opwekken van duurzame warmte. Dit is enerzijds op basis van opwekpotentie de grootste bron, maar levert ook MT-warmte. Deze MT-warmte zal voor een groot deel van de wijk nog nodig zijn om woningen comfortabel te verwarmen. Zonthermie kan zowel op individueel niveau worden ingezet, als ten behoeve van een collectief systeem;
- 5) De piekvraag in warmte is nog niet gedekt met lokale bronnen. Zoals gezegd kan seizoensgebonden opslag een rol spelen, maar ook de additionele genoemde bronnen zoals geothermie en warmtepompen. Geothermie is niet geschikt voor de piekvraag, maar kan wel bijdragen aan het verhogen van de opwekpotentie in de winter. Daarnaast is een rol weggelegd voor de (nu nog gasgestookte) Unipercentrale in de wijk.

8 Conclusies

In de inleiding is het doel van deze studie aangegeven: de huidige situatie en de potentie voor duurzame warmtebronnen in kaart brengen, zodat Stichting Duurzaam Den Haag en het wijkteam voor de wijken Regentessekwartier en Valkenboskwartier de volgende stap kunnen zetten in het opstellen van een wijkenergieplan. De meegegeven vraagstelling voor dit onderzoek was als volgt:

- Wat is het huidige energieverbruik in de wijken Regentessekwartier en Valkenboskwartier?
- In welke mate is dit energieverbruik te reduceren door het nemen van besparende maatregelen?
- Wat zijn potentiële bronnen van duurzame warmte binnen de wijken Regentessekwartier en Valkenboskwartier?
- Welk deel van de toekomstige warmtevraag (na het nemen van besparende maatregelen) kan lokaal opgewekt worden?

Op al deze vragen is antwoord gegeven in de hoofdstukken 4 t/m 7. De voornaamste conclusies van dit onderzoek zijn:

- 1) Het totale energieverbruik (zowel woningen als bedrijven) in de wijken Regentessekwartier en Valkenboskwartier is 678 TJ. Het aardgasverbruik ten behoeve van warmte en warm tapwater bedraagt 79% hiervan, ofwel 532 TJ. De warmtevraag van woningen varieert sterk, zowel in absolute als relatieve zin. Het vooroorlogse woningbestand (vooral gebouwd tussen 1880 en 1920) heeft een warmtelast van ongeveer 150-170 kWh/m². Het naoorlogse woningbestand (vooral gebouwd vanaf eind jaren '70) heeft een warmtelast variërend van 80 kWh/m² tot 130 kWh/m².
- 2) Om alle woningen in de wijk geschikt te maken voor LT-warmte, is een reductie in de warmtevraag benodigd van 41%-49%. Dit is theoretisch de maximaal haalbare besparingspotentie. Op basis van maatregelenpakketten voor representatieve woningen in de wijken is de reëel haalbare besparingspotentie ongeveer 30%. De warmtevraag kan dus in de toekomst maximaal gereduceerd worden tot 373 TJ middels besparende maatregelen. Voor een groot deel van de woningen in de wijken – met name de luxere appartementen en tussenwoningen met bouwjaar 1880-1920 – kan niet geconcludeerd worden dat deze woningen geschikt gemaakt kunnen worden voor LT-warmte. Er is daarom uitgegaan van MT-warmte als minimale voorziening voor deze woningen.
- 3) Er zijn meerdere lokale warmtebronnen die een significante rol kunnen spelen in het verduurzamen van de warmtevoorziening in de wijken. De twee voornaamste bronnen zijn zonthermie (375 TJ potentie) en WKO-systemen (94 TJ potentie). Daarnaast zijn aquathermie (7,3 TJ) en restwarmte (2,4 TJ) geschikte bronnen. De potentie voor geothermie en (collectieve) warmtepompen is niet gekwantificeerd, maar is tevens aanwezig.
- 4) De duurzame warmtebronnen hebben een gezamenlijke opwekpotentie van 479 TJ. Dit is 90% van de huidige warmtevraag en bijna 130% van de toekomstige warmtevraag (na het realiseren van de maximaal haalbare vraagreductie). Er is echter een significant seizoenverschil: de warmtevraag piekt in de winter, terwijl de opwekpotentie piekt in de zomer. Hierdoor ontstaat een tekort in de wintermaanden en een overschot in de zomermaanden. Daarnaast bestaat een mismatch in temperatuurniveau: in de

wintermaanden is ongeveer de helft van duurzaam opgewekte warmte MT-warmte. Dit is onvoldoende om de (piek)vraag naar MT-warmte in de winter te kunnen voorzien.

8.1 Aanbevelingen Fase 2

De resultaten van dit onderzoek worden gebruikt door Stichting Duurzaam Den Haag en het wijkteam van de wijken Regentessekwartier en Valkenboskwartier om een wijkenergieplan op te stellen. Het formuleren van scenario's met technische oplossingsrichtingen is een vervolgstap op dit onderzoek. De resultaten van deze studie hebben enkele implicaties voor deze Fase 2:

- 1) Zoals aangegeven in hoofdstuk 7.3 wijzen de resultaten van dit onderzoek richting de aanleg van een warmtenet. In de volgende fase dient onderzocht te worden in welke mate het mogelijk is om hybride warmtenetten toe te passen met verschillende temperatuurniveaus, waarbij cascadering, het toevoegen van warmte vanuit verschillende bronnen en opwaardering van warmte mogelijk is. In deze fase kan ook nader gekeken worden naar voorzieningen voor opslag, piekcapaciteit (mogelijk tijdelijk voorzien door de Unipercentrale en/of warmtepompen) en andere voorwaarden om aan de warmtevraag te kunnen voldoen.
- 2) In de volgende fase is het noodzakelijk om de financiële haalbaarheid van (technische) oplossingen mee te nemen in de afwegingen. Dit geldt niet alleen voor de toekomstige warmte-infrastructuur, maar ook voor het nemen van besparende maatregelen. Bij financiële haalbaarheid dient niet alleen gekeken te worden naar de businesscase en eventuele terugverdientijd/rentabiliteit van maatregelen en oplossingen, maar ook naar de financiële draagkracht en de bereidwilligheid van bewoners en andere stakeholders om hierin te investeren.
- 3) Demografische en sociaaleconomische factoren zijn in deze fase nog niet meegenomen. In de volgende fase zou naar deze factoren beter onderzoek gedaan kunnen worden, alsook een actievere participatie van het wijkteam en de Groene Regentes in het formuleren van ambities voor het wijkenergieplan.
- 4) Behalve technische, financiële en sociale factoren, dient een vervolgstap ook rekening te houden met de mogelijkheden en beperkingen op juridisch en organisatorisch vlak. De Warmtewet 2.0 gaat een nieuw instrumentarium bieden voor gemeenten, maar brengt ook significante beperkingen met zich mee. Het is van belang dat het wijkteam, de Groene Regentes en Stichting Duurzaam Den Haag in gesprek gaan met de gemeente om te verkennen welke mogelijkheden er zijn voor samenwerking en eventueel lokaal eigenaarschap.

De transitie naar duurzame warmtebronnen in de wijken Regentessekwartier en Valkenboskwartier zal niet in één slag gerealiseerd kunnen worden. De complexiteit van het vraagstuk en de beperkte mogelijkheden in de wijken vragen om een routekaart, waarin zowel collectieve als individuele inspanningen worden opgenomen. Met dit onderzoek is de eerste stap naar die routekaart gezet.

9 Bronnen

Voor het rekenmodel waarmee de kaarten zijn geproduceerd, is gebruikt gemaakt van de volgende bronnen:

- BAG-gegevens per pand. Deze gegevens worden elke twee weken op basis van wijzigingen bij gemeenten geüpdatet;
- ESRI-kaart woningtypologieën. Deze gegevens worden eveneens elke twee weken geüpdatet;
- Open data Stedin, verbruiksdata geaccumuleerd per PC6-gebied. Hier is de meest recente data (2019) gebruikt;
- Graaddagen KNMI, gemeten op meetstation De Bilt. Hier is eveneens 2019 gebruikt;
- Verbruiksindicatoren woningtypen/oppervlakten van ECN. Hier zijn de meest recente kengetallen (2016) gebruikt;
- Besparingscoëfficiënten uit het VestaMAIS 2.0 model. De meest recente kengetallen uit dit model dateren van 2014.

Overige bronnen die voor dit onderzoek geraadpleegd zijn:

- Atlas Leefomgeving – Kaart woningtypologieën
- Warmteatlas – Potentiekaarten verschillende warmtebronnen
- DINOloket – Data en Informatie van de Nederlandse Ondergrond
- Provincie Zuid Holland – beleid t.a.v. WKO-systemen
- Hoogheemraadschap van Delfland – effluentleiding TEA
- Gemeente Den Haag – Ontwerp Stedelijk Energieplan, Gemeentelijk Rioleringsplan
- Uniper – gegevens bestaand warmtenet

Over Antea Group

Van stad tot land, van water tot lucht; de adviseurs en ingenieurs van Antea Group dragen in Nederland sinds jaar en dag bij aan onze leefomgeving. We ontwerpen bruggen en wegen, realiseren woonwijken en waterwerken. Maar we zijn ook betrokken bij thema's zoals milieu, veiligheid, assetmanagement en energie. Onder de naam Oranjewoud groeiden we uit tot een allround en onafhankelijk partner voor bedrijfsleven en overheden. Als Antea Group zetten we deze expertise ook mondiaal in. Door hoogwaardige kennis te combineren met een pragmatische aanpak maken we oplossingen haalbaar én uitvoerbaar. Doelgericht, met oog voor duurzaamheid. Op deze manier anticiperen we op de vragen van vandaag en de oplossingen van de toekomst. Al meer dan 60 jaar.

Contactgegevens

Wim Duisenbergplantsoen 21
6221 SE MAASTRICHT
Postbus 959
6200 AZ MAASTRICHT
T. 06 10 88 60 51
E. roy.hendriks@anteagroup.com

www.anteagroup.nl

Copyright © 2020

Niets uit deze uitgave mag worden
verveelvoudigd en/of openbaar worden
gemaakt door middel van druk, fotokopie,
elektronisch of op welke wijze dan ook,
zonder schriftelijke toestemming van de
auteurs.