

POTENTIEONDERZOEK Inclusief Warmte- Koudenet in Den Haag



EnergieRijk Den Haag, College van
Rijksadviseurs, Gemeente Den Haag

CONTACT

**Publicatie titel**

Potentieonderzoek Inclusief Warmte- Koudenet in Den Haag

Ondertitel:

EnergieRijk Den Haag, College van Rijksadviseurs, Gemeente Den Haag

Datum

3 augustus 2022

Auteur

Ian Minnes
Program Manager Energy Transition

Contactgegevens

+31 615941057, ian.minnes@arcadis.com

Kenmerk

IM202209

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 56825
1040 AV Amsterdam
Nederland

INHOUDSOPGAVE

MANAGEMENT SAMENVATTING	5
1 WAT IS DE AANLEIDING	10
1.1 Wat betekent een inclusief WKO-net	11
1.2 De vraag	14
1.3 De aanpak	14
1.4 Context	15
1.4.1 Klimaatakkoord TVW, RSW, vervolgstap?	15
1.4.1.1 Relevantie: afwegingskaderaders warmtekeuze voor de gebouwde omgeving in Zuid-Holland	15
1.4.2 Belangrijke ontwikkelingen	16
1.4.2.1 Geopolitieke ontwikkelingen Europa	16
1.4.2.2 Nationaal Isolatieprogramma	16
1.4.2.3 Energiearmoede en inclusiviteit	17
1.4.2.4 Samenwerken in de warmtetransitie en koppeling met andere opgaven	17
1.4.2.5 Ruimte voor energie	18
1.4.2.6 Communicatie en participatie	18
1.4.2.7 Elektrificatie	18
1.4.2.8 Bodemenergie	19
1.4.3.9 Warmtekoude opslag in de binnenstad	19
1.4.3. Juridisch kader	20
1.4.3.1 Utiliteitsbouw	20
1.4.3.2 Energiebesparingsplicht	22
1.4.3.3 Regels voor de leefomgeving	22
1.4.3.4 Warmtewet 2.0	23
2 EEN WKO-NET EN DE ALTERNATIEVEN	24
2.1 Wat maakt een WKO-net bijzonder	24
2.2 Wat kunnen we leren van voorbeelden	26
2.3 Wat zijn de alternatieven	27
2.4 All-electric	27
3 OP ZOEK NAAR HET POTENTIEEL VAN EEN WKO-NET	30
3.1.1 Waar haalt het WKO-net de warmte vandaan?	31
3.1.2 Waar brengen we de warmte naar toe?	32
3.1.3 Discussie potentie inclusief WKO-net Binnenstad Den Haag	33
Rol gemeente om 'Gedoe-factor' te beperken	34
3.2 Hoe kan het wel?	36
3.3 Overzichtstabel voor- en nadelen inclusief WKO-net	37

4	VOLDOET EEN WKO-NET AAN WAT WIJ BELANGRIJK VINDEN?	38
4.1	Wat vinden wij belangrijk?	38
4.2	Hoe telt het bij elkaar op?	38
4.3	Discussie en conclusie	38
	HOE GAAN WE VERDER?	41
	BIJLAGE A: TOELICHTING POTENTIE-ANALYSE	43
	BIJLAGE B: KWANTITATIEVE UITGANGSPUNTEN	45
	Modellering	45
	Brondata	45
	Bouwkundige niveaus voor het bepalen van de warmtebehoefte + kwaliteitsniveau	46
	Maatgevende technische en financiële parameters.	47
	COLOFON	49

MANAGEMENT

samenleving

Het programma ‘Energierijk Den Haag (ERDH)’¹ staat voor het ontwikkelen van een gebiedsgericht samenwerkingsverband om [1] minder energie te verbruiken, [2] optimaal lokale kansen te benutten en [3] op efficiënte wijze extra duurzame energie in te kopen.² In de “Visie op Verduurzaming van Warmte en de volgende stappen” wordt ingezet op het optimaliseren van de benutting van bodemenergiesystemen (warmtekoudeopslag, WKO’s). Deze keuze komt voort uit meerdere motieven, zoals het benutten van lokale bronnen, de mogelijkheid om de regie te behouden, CO₂-reductie op de korte termijn en de bijdrage aan doelmatige en socialere inzet van schaarse energie in Den Haag. Het programma wil vooruitlopen op de doelstellingen uit het Parijse Klimaatakkoord en wil zorgdragen voor het ontwikkelen van een concrete invulling van de energietransitie van de gemeente Den Haag. Het ERDH-programma is ook bedoeld als zichtbaar en inspirerend voorbeeld voor de verduurzaming van de rest van de publieke gebouwenvoorraad in Nederland middels het “doorstempelen” van innovaties (Rijksvastgoedbedrijf, 2022).

In lijn daarmee stelde ERDH de volgende vraag: Wat is de potentie van een inclusief WKO-net³ voor de Binnenstad van Den Haag? Hierbij rekening houdend met de technische, organisatorische, financiële en juridische aspecten. Een WKO-net staat synoniem voor een netwerk van open bodemenergiesystemen. Een WKO slaat daarbij de energie uit het gebouw en/of de omgeving op in de bodem - een aquifer (een waterhoudende zand- en/of kiezellaag). Een aquifer is van nature aanwezig in de bodem. Ook in Den Haag.

Onder inclusiviteit verstaan we de mate waarin een warmteoplossing voor alle gebouw eigenaren de mogelijkheid wordt geboden om op gelijke gronden het systeem als geheel te benutten. Zoals het op een doelmatige manier inzetten van de schaarse (duurzame) energie in Den Haag door laagwaardige WKO-energie in te zetten in gebouwen waar dit de komende jaren mogelijk wordt. Hiermee wordt meer (en hoogwaardiger) hoge temperatuur warmte vrijgemaakt voor de minder goed geïsoleerde panden elders in Den Haag. Ook is hierbij aandacht op deelname van inwoners uit groepen waar sprake is van energiearmoede die beperkte mogelijkheden hebben om stappen te zetten in de warmtetransitie. Met name in de huidige energiecrisis (2022). De bedoeling is om daarmee (maatschappelijke) uitsluiting in de warmtetransitie tegen te gaan.

¹ EnergieRijk Den Haag is een samenwerkingsverband tussen de gemeente Den Haag, de provincie Zuid-Holland, het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, de Unie van Waterschappen, de Bank Nederlandse Gemeenten, de Sociaal Economische Raad, de Nationale Politie, de Raad voor de Rechtspraak, diverse Hoge Colleges van Staat en private partijen BAM, de Facilicom Groep en Safire. De samenwerking heeft als doel om de belangrijkste (semi-overheids)gebouwen in het centrumgebied van Den Haag te verduurzamen en kennis te ontwikkelen en te delen om zo de energietransitie te versnellen. De partijen hebben zich verbonden aan het doel om in 2040 klimaatneutraal te zijn. De ondertekenaars brengen als partner eigen gebouwen en expertise in.

² Trias Territoria: Bij de Trias Territoria is het de bedoeling om te beginnen bij het gebouw (reductie), daarna te kijken naar de mogelijkheden in de nabije omgeving (lokale kansen) van het gebouw en pas als laatste naar mogelijkheden op grote afstand (duurzame energie inkopen).

³ Een warmtekoudeopslag (WKO) is een open bodemenergiesysteem met grote capaciteit waar warmte en koude in waterlagen in de grond (aquifers) wordt opgeslagen. Door het koppelen van WKO's middels een WKO-net kunnen meerdere bronnen samen een grote afzet van duurzame warmte en koude leveren.

EEN INCLUSIEF WKO-NET, WAT IS DAT NOU EIGENLIJK?

Nederland is kampioen in energiesystemen die de ondiepe bodem benutten door warmte-koudeopslag (WKO). Daarmee kunnen we duurzame warmte- én koude-energie uit de grond winnen. Deze bewezen techniek wordt al breed in Nederland en nog mondjesmaat in de rest van de wereld ingezet. Toch valt er ook in Nederland nog veel te winnen. Zo geldt door de beperkte capaciteit in de bodem “wie het eerst komt, wie het eerst maalt”, en vergunningen worden (expres) op hoge capaciteit aangevraagd, waardoor capaciteit onbenut blijft.

Met een inclusief WKO-net worden meerdere bodemenergiesystemen aan elkaar gekoppeld, middels een bronnet. Met een bronnet wordt het water op de temperatuur van de bron met elkaar uitgewisseld. Dit heeft verschillende voordelen, zoals het optimaal benutten van de reeds aanwezige capaciteit, het kunnen verdelen van de lokale duurzame bronnen aan meer gebouweigenaren. Een bijkomend voordeel is de mogelijkheid om ook duurzame koude te leveren in de zomer in een steeds warmer wordende stad en daarmee het elektriciteitsnet te ontlasten.

De inclusiviteit volgt uit een eerlijkere verdeling van de (schaarse) energie in de bodem, de mogelijkheid voor overheids- en utiliteitsgebouwen

om een bijdrage te leveren aan de verduurzaming van woningen én het “vrijspelen” van goed geïsoleerde woningen, waardoor minder geïsoleerde woningen ook verduurzaamd kunnen worden (tegengaan energiearmoede). Andere voordelen van een inclusief WKO-net zijn de minimale ruimtelijke impact, de CO₂-reductie op de korte termijn de synergiemogelijkheden met aquathermie of zonnecollectoren, de faseerbaarheid van het net en het gedeelde eigenaarschap (waarmee misbruik van monopolieposities wordt voorkomen).

Ten slotte kan een inclusief WKO-net ook een middel zijn om in tijden van schaarste de energie (noodzakelijk) te verdelen. De huidige energiecrisis laat zien dat Europa en Nederland nog steeds te afhankelijk zijn van aardgas en daarmee een bijdrage leveren aan klimaatverandering. Tegelijkertijd laat de praktijk zien dat er een groot tekort (schaarste) is aan duurzame warmte (met name hoog temperatuur warmte) in Nederland en daarmee ook in Den Haag. Daarom is een extra warmtesysteem binnen een gebied in dezelfde ondergrond een aangename aanvulling in het energiesysteem onder de huidige marktomstandigheden. Een mix van systemen binnen een gebied draagt bij aan een eerlijke verdeling van energie voor haar gebruikers. Onder andere door effectief basis- en piekbelasting te balanceren in het gebied.

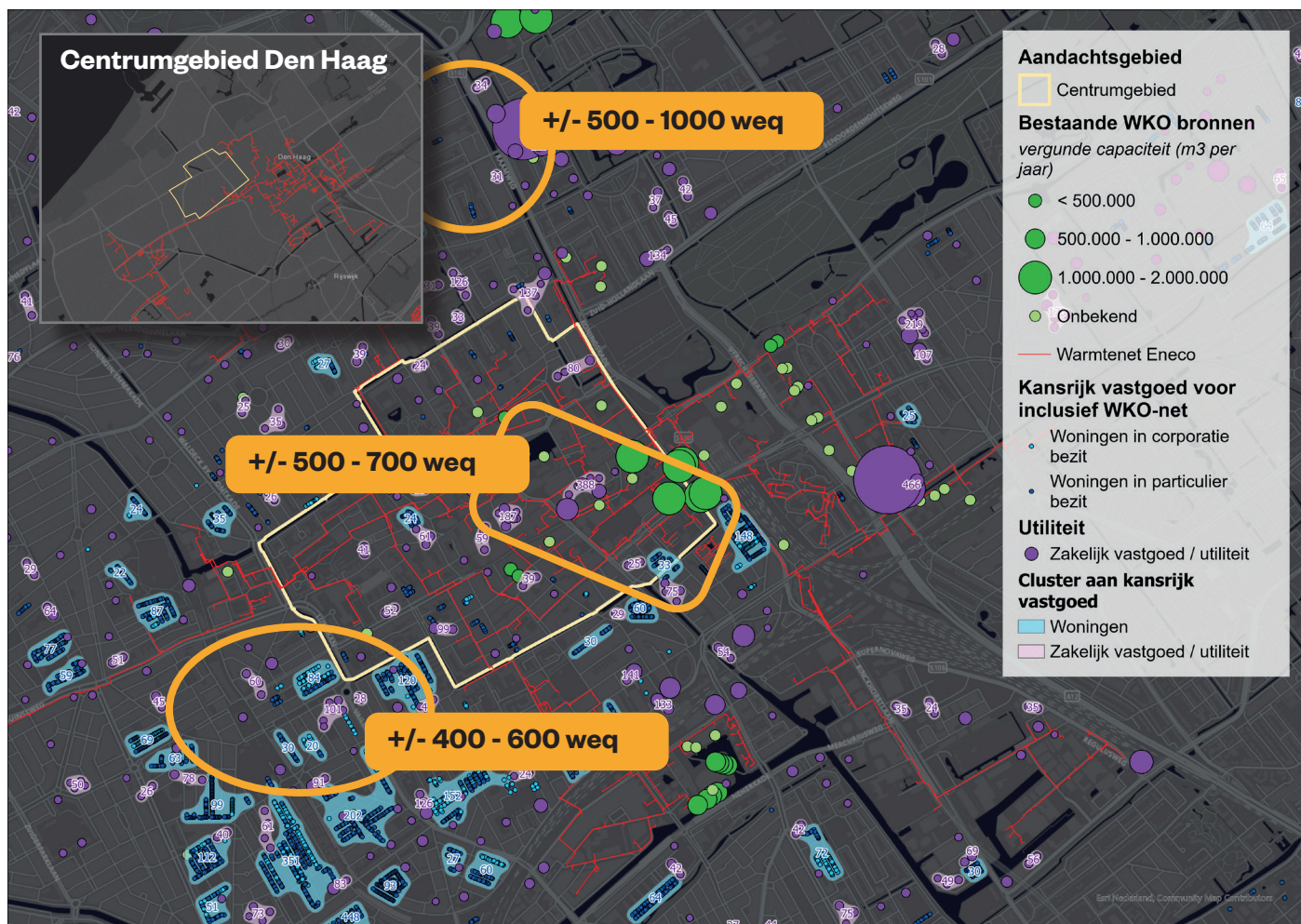
Inzet op een inclusief WKO-net is niet vreemd. In Den Haag is warmte-koudeopslag een bekende techniek om duurzame warmte en koude te leveren. De directe aanleiding voor dit potentieonderzoek is de kans die een holistische aanpak van het energiesysteem biedt; door het verbinden van utiliteitsbouw met woningen kan de warmtetransitie worden versneld én kan hoogwaardige warmte (bv. capaciteit warmtenet) worden vrijgespeeld, zodat woningen die slecht te isoleren zijn ook meegenomen kunnen worden.

Uitkomsten analyse

Om de vraag over de potentie te beantwoorden is het van belang te weten welk vastgoed baat heeft bij een dergelijke techniek. De omvang aan warmtevraag bepaalt immers in hoeverre deze techniek een oplossing kan zijn binnen de toekomstige mix aan warmteoplossingen. Daarvoor is een technische/financiële vergelijking uitgevoerd waarmee is verkend welk vastgoed met de minst

(kostbare) aanpassingen aangesloten kan worden op een collectief warmtenet gebaseerd op een lage temperatuur. In het centrumgebied komen kantoorgebouwen naar voren. Echter zien we ook een aantal alternatieve gebouwfuncties oplichten in het zuidwesten van het centrumgebied. Hier komen met name de woongebouwen naar voren.

Naast de warmtevraag is ook het aanbod van belang. Uit deze potentiëstudie is gebleken dat de bestaande WKO-capaciteit voldoende is om aanvullend 3.000 tot 5.000 huishoudens van duurzame warmte te voorzien. Het verbinden van bestaande WKO-bronnen biedt potentie om ook ander vastgoed van warmte te voorzien. Vanuit de analyse is er een aantal warmtevraaggebieden geïdentificeerd waar deze warmte kan worden afgezet. De warmtevraaggebieden kenmerken zich door een start schaal aan warmtevraag waar collectieve warmtesystemen o.b.v. WKO haalbaar worden.



Figuur 1 Kansrijke gebieden voor aansluiting op een WKO-net in de binnenstad van Den Haag inclusief 3 aangewezen startkansen

Daarbij is ook zo goed als mogelijk met behulp van beschikbare data gekeken naar het vastgoed wat zonder omvangrijke maatregelen aangesloten kan worden. Het gaat hier met name om recent vastgoed (bouwjaar na 1990) in het bezit van 1 eigenaar. Daar waar de vraag samenkomt met het aanbod aan warmte, lees een beperkte afstand waarmee de kosten van de infrastructuur niet direct de beperkende factor vormt zijn de clusters aangemerkt als kansrijk. Deze clusters kunnen daarmee een startpunt zijn voor een groter WKO-net als alternatief voor individuele en grootschalige collectieve aardgasvrije vormen (zie figuur 1). Er is vanuit de data geen warmtevraag gebied gezien met een omvang groter dan een paar honderd woningequivalenten dus direct een start maken met een groot gebied ligt minder voor de hand.⁴

Om te bepalen hoe een inclusief WKO-net zich staande houdt tot alternatieve warmteoplossingen is een afwegingskader samengesteld, waarin belangrijke onderwerpen als betaalbaarheid en betrouwbaarheid zijn opgenomen. Dit afwegingskader is gebaseerd op het nodige voorwerk

uit de regio en gevalideerd bij lokale stakeholders. Het WKO-net is vergeleken met bekende concurrerende infrastructuren als 'all-electric' (het elektriciteitsnetwerk) en een meer traditioneel warmtenet op restwarmte (vergelijkbaar met het huidige warmtenet in Den Haag) beoordeeld. Uit de analyse komt naar voren dat er geen criteria zijn die deze aardgasvrije optie extra bevoordelen maar ook niet benadelen. Om die reden is de analyse naar kansrijke gebieden uitgevoerd op basis van de laagste kosten voor de gebouweigenaar. Uit deze analyse komt naar voren dat met name vastgoed met relatief beperkte aanpassingen geschikt kan worden gemaakt voor verwarming met een lage temperatuur. Hieruit volgt een groot aantal clusters waar zowel vraag als aanbod in de buurt van elkaar liggen. Deze clusters zijn echter relatief klein en verspreid (zie bovenstaande afbeelding). Een aanpak waarbij een groot gebied in een keer wordt aangesloten op een inclusief WKO-net ligt op basis van de analyse minder voor de hand. Daarentegen is een stapsgewijze aanpak, met clusters bestaande uit kansrijk vastgoed die onder huidige marktomstandigheid gekoppeld kunnen worden

⁴Woningequivalent (WEQ) is een eenheid van warmtevraag gebruikt in het ontwerpen van warmtenetten. Een woningequivalent is gelijkgesteld aan tussen de 27 - 36 gigajoule per jaar (GJ/jaar). Dit is een inschatting van de hoeveelheid warmte-energie die nodig is om een gemiddelde Nederlandse woning van ruimteverwarming en warm water te voorzien. Ook de warmtevraag van bedrijven wordt in WEQ uitgedrukt en zo vergelijkbaar gemaakt met de warmtevraag van woningen.

in een klein WKO-net, kansrijker. Een aantal van deze clusters bevat ook een diversiteit aan vastgoed (waarmee een inclusief) geheel kan worden georganiseerd. Ter illustratie zijn een drietal voor de hand liggende gebieden geselecteerd waar voldoende warmtevraag bijeen is gelegen om geredeneerd vanuit de vraag toe te kunnen werken naar een businesscase die onder huidige marktomstandigheden positief gemaakt kan worden. De informatie is voorhanden om nadere selecties te maken van in veel gevallen kleinere clusters voor een stapgewijze aanpak.

Conclusie en antwoord op hoofdvraag onderzoek
Op basis van de uitkomsten van de analyse en de vergelijking van het WKO-net met andere energieconcepten kan antwoord worden gegeven op de centrale vraag in dit potentieonderzoek: Wat is de potentie van een inclusief WKO-net voor de Binnenstad van Den Haag? Hierbij rekening houdend met de technische, organisatorische, financiële en juridische aspecten.

Dit onderzoek leidt tot de conclusie dat een inclusief-WKO net potentie heeft in de binnenstad van Den Haag en daarmee een interessant alternatief is voor een fossiele warmtevoorziening. De binnenstad van Den Haag kenmerkt zich als een hoogstedelijk gebied met een mix van verschillende gebouwtypes, zoals utiliteit en woningen gebouwd in verschillende periodes. Deze mix aan vastgoed en het bodempotentieel voor WKO levert een aantal kansrijke clusters op om in vervolgonderzoek toe te werken naar een businesscase en proefopstelling.

Dit onderzoek laat ook zien dat de realisatie van een inclusief-WKO net complex is, voornamelijk het organisatorische aspect. Echter laat de huidige energiecrisis zien dat Europa en Nederland nog steeds te afhankelijk zijn van aardgas en daarmee een bijdrage leveren aan klimaatverandering. De praktijk laat zien dat er een groot tekort (schaarste) is aan duurzame warmte (met name hoog temperatuur warmte) in Nederland en daarmee ook in Den Haag. De verwachting is dat deze schaarste voorlopig zal blijven aangezien er beperkte alternatieven voor handen zijn. Bijvoorbeeld door een gebrek hoogtemperatuur en laagtemperatuur warmtebronnen⁵. In het licht van deze ontwikkelingen is het daarom essentieel dat er vaart wordt gemaakt met de omschakeling naar duurzame energiebronnen met name op

lokaal niveau waar de negatieve effecten van de energiecrisis ook het zwaarst worden ervaren.

Wegens het tekort aan duurzame warmte, het gebrek aan alternatieven, WKO als bewezen techniek en de huidige marktomstandigheden leidt tot de conclusie dat vervolgonderzoek naar een inclusief WKO-net in een proefopstelling nodig is. Zeker gezien de enorme bijdrage die een inclusief WKO-net in potentie kan leveren aan de verduurzaming van de gebouwde omgeving in Nederland. In het licht van deze potentie en de verwachte complexiteit in de succesvolle realisatie van een WKO-net is leiderschap en ondernemerschap nodig om de proefopstelling succesvol te maken. Bij een succesvolle proefopstelling ontstaat een andere oplossingsrichtingen binnen de warmtetransitie in bestaand stedelijk gebied. Deze kan leiden tot toekomstbestendige vitale steden, waarbij het vergroten of bestendigen van bestaande ongelijkheid als gevolg van de energietransitie voorkomen wordt door inclusiviteit.

Vervolgstappen inclusief WKO-net Den Haag: leiderschap en ondernemerschap als sturing door complexiteit

De analyse naar beschikbaarheid gecombineerd met de aanwezigheid van kansrijk vastgoed toont een concreet perspectief om stapsgewijs te groeien naar een groter WKO-net in Den Haag. De verwachting is dat de weg hier naar toe niet zonder hobbels zal verlopen. Daarom is leiderschap en ondernemerschap nodig om door de complexiteit heen te sturen en de potentie van het inclusieve WKO-net te verzilveren in een proefopstelling. Daarvoor zijn de volgende concrete stappen uitgewerkt:

- 1. Organiseer een doorlopend dialoog met de omgeving.** Een WKO-net is een oplossing met een grote impact op de omgeving als gevolg van de aanleg van de benodigde infrastructuur in de openbare ruimte. Daarbij is het speelveld complex door het grote aantal partijen dat nodig is om de warmteketen te organiseren. Denk hierbij aan de bronhouders (veel verschillende partijen die een WKO bezitten), warmtebedrijven (energieleveranciers voor het net) en de bewoners en bedrijven (afnemers).

1. Onderzoek de technische capaciteit van de WKO's binnen de kansrijke clusters.

Dit potentieonderzoek toont een hoge waarschijnlijkheid op extra beschikbare capaciteit van een inclusief WKO-net. Dit is niet alleen gebaseerd op openbare data maar ook gebaseerd op informatie van gebouw eigenaren en informatie van de bodem (meer specifiek uit het eerste watervoerende pakket). Dat geeft richting aan de beschikbaarheid en de berekende potentie. Deze is in omvang zodanig groot dat ook bij toekomstige tegenvallers er naar alle waarschijnlijkheid voldoende beschikbaarheid overblijft. Binnen de kansrijkste clusters is vervolg onderzoek nodig om de daadwerkelijk beschikbaarheid te achterhalen.

2. Verken de mogelijkheden voor subsidie. Net als de andere aardgasvrije alternatieven bestaat ook hier een risico in voldoende zekerheid in afname. Om dat risico af te dekken is subsidie voorsnog voorwaardelijk voor een succesvolle start van een inclusief WKO-net

3. In gesprek met de Provincie Zuid-Holland: Achterhalen van de aanvullende potentie in het eerste watervoerende pakket staat hier centraal. Dit pakket is in basis het meest toegankelijk maar ook de bron van warmte die het meest is (uit)benut. Ook kan worden besproken in hoeverre het mogelijk is om onbalans in de huidige bronnen te optimaliseren. Bijvoorbeeld door het verruimen van de vergunning. Zodat de capaciteit van de bodem zo volledig mogelijk wordt benut.

4. Werk een integrale businesscase uit voor de benodigde partijen in de warmteketen. Voor een inclusief WKO-net bestaan nog veel onzekerheden die effect hebben op de (financiële) haalbaarheid; denk hierbij aan de fysieke mogelijkheden om de aansluiting van de WKO's te realiseren waaronder de fysieke drukte in de ondergrond, de hoeveelheid woningen die aangesloten worden en regeneratiemethoden (bv. aquathermie, zonthermie of restwarmte uit het warmtenet).

Om te bepalen of het inclusieve WKO-net een voorkeursalternatief betreft, is het van belang in de businesscase rekening te houden met de genoemde onzekerheden.

5. Benut de kennis van de markt. Om marktpartijen te bereiken, te interesseren en te stimuleren tot meedenken en meedoen zijn er verschillende manieren denkbaar om uiteindelijk de beste beschikbaar techniek tegen de laagst maatschappelijke kosten te organiseren. Een marktconsultatie maakt het mogelijk om zonder concessies marktpartijen te bevragen naar meest kansrijke route. Op basis van deze input kan worden afgewogen op welk moment de markt(partijen) het beste aan kan sluiten bij de verdere ontwikkeling

6. Inzet op coalitievorming: In essentie gaat het om het organiseren van de warmtevraag om zo een groot mogelijk aantal warmtevragers achter een verwarmingsinstallatie te realiseren. Daarmee kunnen de kosten per gebouweigenaar zo laag mogelijk worden gehouden. Een voordeel van het inzetten op een collectief systeem op schaal is dat het benodigde warmtevermogen per gebouw of woning kleiner wordt. Dit door slim gebruik te maken van het verminderen van gelijktijdig gebruikt van energie. Hiermee kan de druk op het elektriciteitsnet worden beperkt, met minder warmtebronnen kan worden volstaan, en op kosten worden bespaard.

7. Realiseren van een eerste inclusief WKO-net. Gezien de aanknopingspunten voor zowel het aanbod als de vraag ligt het voor de hand om een project te initiëren op een kleinere schaal (gericht op +/-2 WKO-installaties en een van de getoonde clusters) om de haalbaarheid uit te werken en de businesscase te beproeven. De geïdentificeerde kansrijke clusters zijn hiervoor de basis die in volgorde afgelopen kunnen worden. Door eerst op kleine schaal te beginnen kunnen de relevante inzichten op efficiënte wijze worden verkregen, en als een eventuele grootschalige toepassing kansrijk is, een sterke basis vormen voor het vervolg.

⁶ Een watervoerend pakket, ook wel aquifer genoemd is een bodemlaag die water doorvoert en die aan boven- en onderzijde begrensd wordt door een ondoorlatende laag of door een vrije waterspiegel. Vanuit een aquifer kan water gewonnen worden via een (WKO) bron.

⁷ Een veel voorkomend probleem met (WKO) is dat er meer warmte dan koude onttrokken wordt aan de bron, waardoor een koudeoverschot ontstaat. Dit kan invloed hebben op de werking en het rendement van de installatie. Hierdoor kunnen er problemen ontstaan met de verleende vergunning. Methoden, zoals aquathermie, zonthermie of restwarmte uit het warmtenet kunnen een bijdrage leveren aan het regenereren (balanceren) van een WKO.

1

WAT IS DE aanleiding

Nederland staat voor een grote uitdaging: “voor 2050 van het gas af”. In het Nationaal Klimaatakkoord is vastgelegd dat dit proces wijk voor wijk en stap voor stap gaat. De route naar een aardgasvrij Nederland is erg complex; er is een duidelijke visie nodig op welke aanpak het meest geschikt is voor welk gebied. Zo zijn er voor nieuwbouw steeds meer (aantrekkelijke) opties om duurzame warmte te leveren, zoals all-electric warmtepompen gecombineerd met warmte-koudeopslag (WKO) in de bodem.

De echte uitdaging ligt echter in de bestaande bouw, en dan met name in onze grote steden. Hoe verduurzamen we deze op een betaalbare, maar vooral ook op een eerlijke manier?

De warmtetransitie wordt naar alle waarschijnlijkheid gerealiseerd met een energiemix van verschillende duurzame bronnen, waar voor elk gebied het beste alternatief ingezet wordt. Toch is het niet altijd duidelijk wat de “beste” energie-oplossing is. Zo conflicteren relevante factoren voor de afweging vaak; denk hierbij aan betaalbaarheid, betrouwbaarheid, inclusiviteit en externe effecten. Om hier meer zicht op te krijgen worden momenteel door het hele land allerlei potentiële studies uitgevoerd op conventionele en innovatieve duurzame warmte-oplossingen. In deze potentiële studie is onderzocht of het koppelen van bodemenergiesystemen in een inclusief WKO-net een deel kan uitmaken van de energiemix in de binnenstad van Den Haag. Hiermee zouden bestaande systemen optimaal worden benut en wordt energie bespaard door het slim koppelen van utiliteitsbouw en woningbouw (verschillende warmteprofielen).

BIJ DUURZAME ENERGIE DENKEN WE SNEL AAN ELEKTRICITEIT (WIND- EN ZON), MAAR IS DAT WEL SLIM?

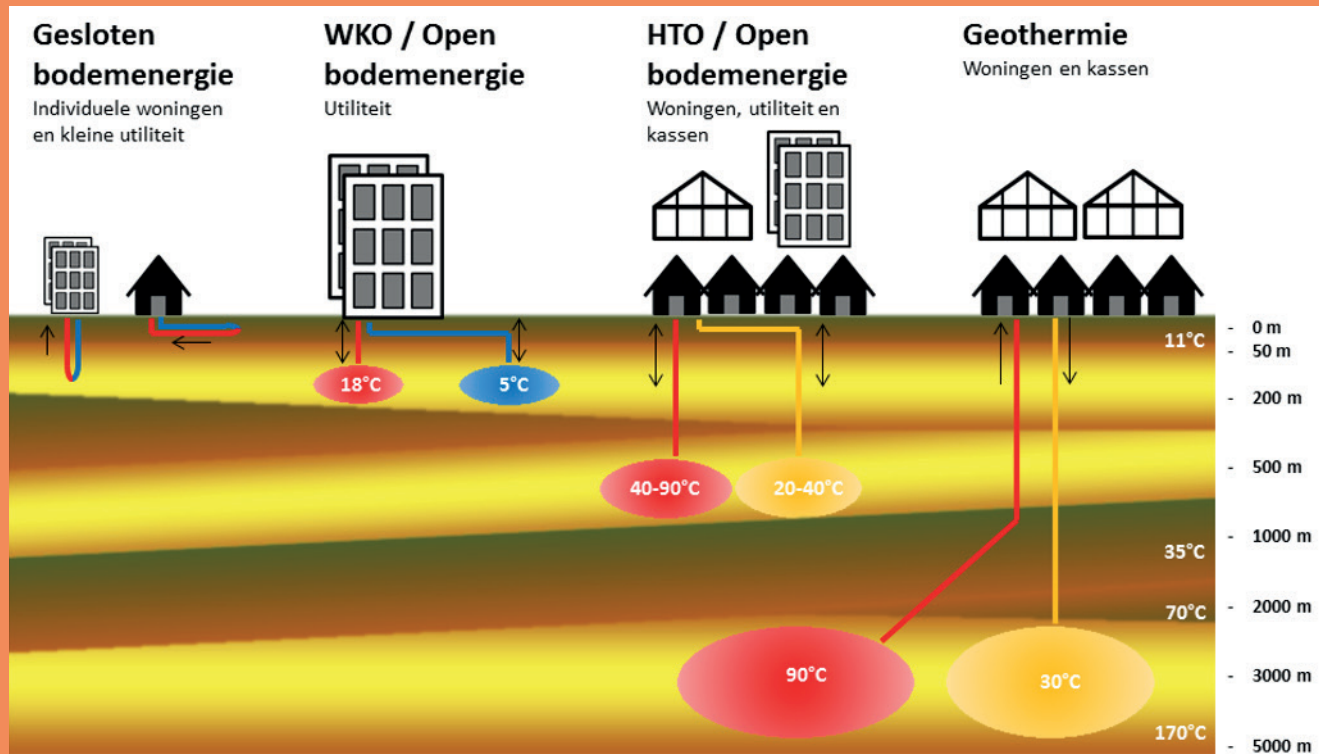
“Het totale energieverbruik in Nederland bedraagt ruim 3000 PJ. Daarvan wordt 1858 PJ voor energetische doeleinden gebruikt bij eindverbruikers: industrie, verkeer en vervoer, huishoudens diensten en landbouw. De rest bestaat uit omzettingsverliezen, eigen verbruik van de energiesector en non energetisch verbruik. Van het finale energieverbruik werd in 2019 ruim de helft gebruikt voor warmte, ruim een kwart

voor vervoer en de rest, ongeveer 20 procent, voor toepassingen met elektriciteit (anders dan warmte en vervoer)”. (Warmtemonitor 2019, CBS/TNO).

De energietransitie is dus ook echt een warmtetransitie: meer elektriciteit is hier niet het antwoord op, want het aandeel duurzame elektriciteit is voorlopig schaars. Daarom moeten we ook kijken naar bronnen als bodemenergie, geothermie en aquathermie.

SNELCURSUS: BODEMENERGIESYSTEMEN

Warmte- en koude onttrekken aan de grond kan op verschillende manieren: van kleinschalige installaties voor individuele woningen tot diepe boringen om (zeer) hoge temperaturen op te pompen. Waar geothermie op zeer grote dieptes plaatsvindt (vaak meer dan 1500 m diep), is een warmte-koudeopslag (open bodemenergie) een stuk dicht bij het oppervlak. De potentiële temperatuur is daardoor ook sterk anders.



Figuur 2 soorten bodemenergiesystemen

De goed-doorlatende lagen waar water in opgeslagen kan worden (aquifers) worden meestal aangeduid als watervoerende pakketten. Het 1e watervoerende pakket is het dichtst bij het oppervlakte: afhankelijk van de grondopbouw kan de diepte en grootte hiervan sterk verschillen. Door de beschikbare capaciteit, of bestaande verboden, is het soms noodzakelijk om dieper te boren.

1.1 WAT BETEKENT EEN INCLUSIEF WKO-NET

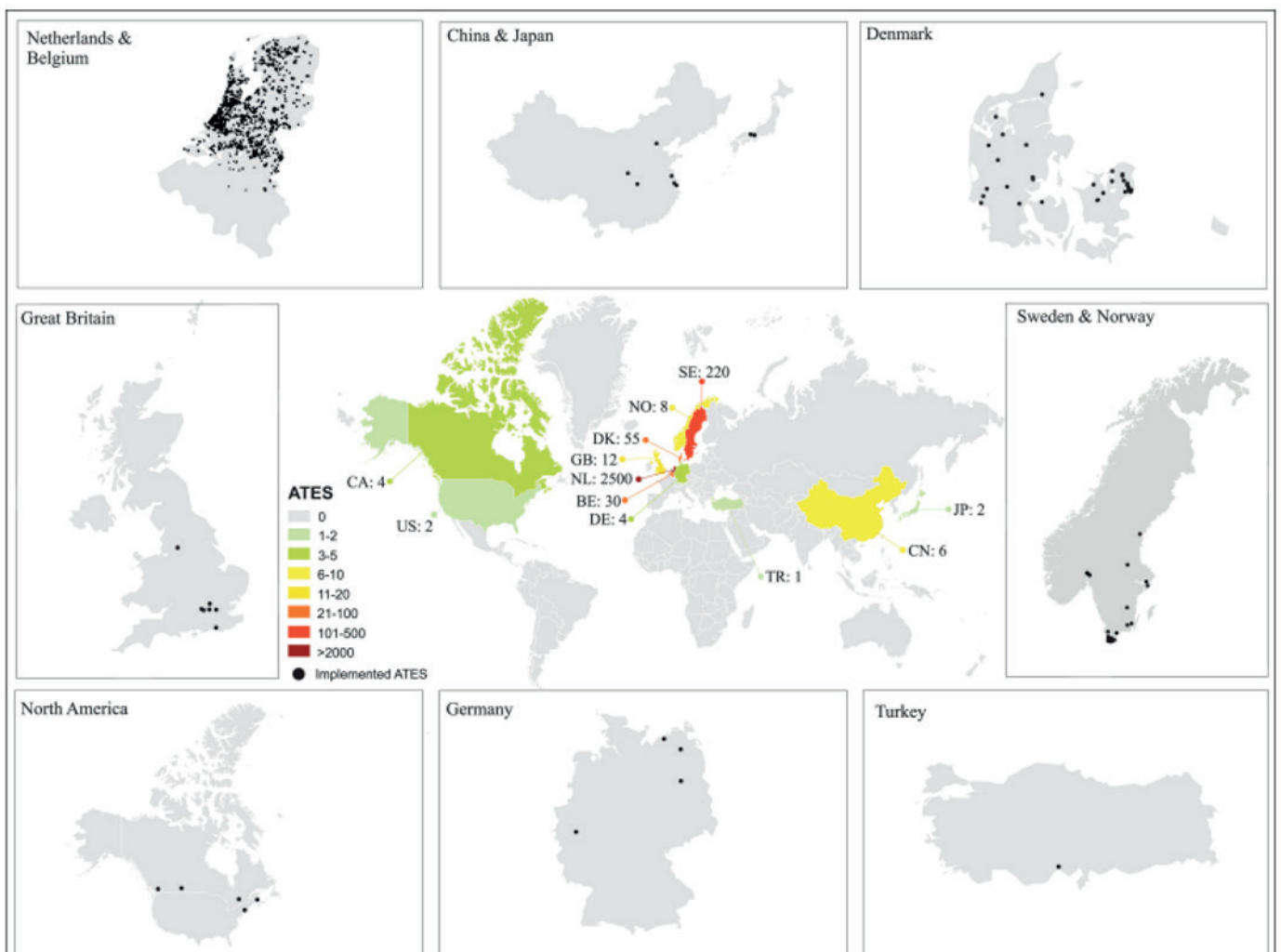
Van zonnepanelen tot technieken als kernenergie weet iedereen wel ongeveer waar je het over hebt; een "inclusief WKO-net" vraagt echter meer uitleg. In Nederland blijken we kampioen te zijn in de toepassing van bodemenergiesystemen die gebruik maken van de ondiepe (grond) waterlagen waarmee duurzame warmte- en koude wordt gewonnen uit de grond (figuur 2). In Nederland is een groot deel van de oppervlakte geschikt omdat er veel water in de grond zit in zogenaamde aquifers. Dit zijn waterhoudende zand- en/of kiezellagen en is van nature aanwezig in de bodem. Dit water beweegt vrijwel niet of in de

meeste gevallen zo langzaam dat de warmte die in de bodem wordt gepompt er ook na een seizoen nog is. Seizoensopslag is dan ook een term die vaak wordt gebruikt. Het principe draait om het uitwisselen van energie. Dat betekent ook dat deze uitwisseling ongeveer in balans moet zijn. Als er te veel warmte wordt onttrokken wordt dan kan de bron vrij letterlijk bevriezen en als er te veel warmte wordt toegevoegd dan kan dat problemen opleveren voor de lokale biotoop.

Daarom zijn er al vroeg regels bedacht om ervoor te zorgen dat de bodem met beleid kan worden benut. En met succes. In de praktijk worden met name grotere panden (bv. kantoren, winkels,

ziekenhuizen etc.) voorzien van een WKO om op efficiënte wijze zowel de warmte- als koudevraag te leveren. Bij deze gebouwen is koudevraag vaak groter dan de warmtevraag. De behoefte is daarom om de koude in balans te krijgen zonder dure aanvullende technieken. Een voordeel van een groter netwerk van WKO's is dat de balans eenvoudiger kan worden verkregen door een grotere diversiteit in warmte en koude vraag. Bij een zogenaamd WKO-net worden meerdere WKO's aan elkaar gekoppeld door middel van een bronnet; een warmtenet voor laagwaardige warmte (lage temperaturen tot ca. 25 graden), waarmee utiliteitsbouw of woningen van warmte- worden voorzien. De temperatuur van het water wat door het netwerk wordt gepompt is daarmee vrijwel

gelijk aan de temperatuur van de bron, hetgeen ook de naam verklaart. WKO's die momenteel nog niet voor de volledige capaciteit worden benut kunnen zo ingezet worden om meer warmte te leveren met de al gerealiseerde installaties. Per gebouw en/of wijk wordt voorzien in grote industriële warmtepompen om de warmte op de benodigde temperatuur te krijgen.



Figuur 3 - Warmtekoude opslag wereldwijd - P.Fleuchaus et.al. ISBN 18790690

INCLUSIVITEIT: WAT VERSTAAN WE ER EIGENLIJK ONDER?

Inclusiviteit wordt veel gebruikt en toch heeft ieder er een ander beeld bij. Inclusiviteit is in zijn algemeenheid ene begrip wat inhoudt: iedereen telt mee. Voor deze studie is om die reden een nadere beschrijving nodig van inclusiviteit die als uitgangspunt kan worden aangehouden voor het vergelijk en de discussie. Inclusiviteit is de mate waarin een warmteoplossing voor alle gebouweigenaren de mogelijkheid wordt geboden om op gelijke gronden het systeem als geheel te benutten.

De inclusiviteit van het WKO-net komt voort uit de volgende punten:

- **Het verbeteren van kanselijkheid en tegengaan energiearmoede.** Goed geïsoleerde gebouwen kunnen ook door het WKO-net worden verwarmd. Hierdoor wordt extra warmte op hogere temperatuurniveaus (zoals het huidige warmtenet in Den Haag) vrijgespeeld, welke ingezet kan worden om minder geïsoleerde gebouwen te verduurzamen. Op deze manier gaan we verstandiger om met de schaarse duurzame energie in Den Haag. Duurzame bronnen voor koeling en verwarming zijn beperkt. Dit geldt ook voor duurzame stadswarmte van Eneco. Daarom is het nodig om ook de lokale bodemcapaciteit zo goed mogelijk te benutten. Zo wordt voorkomen dat partijen met gebrekkige financiële middelen of partijen die geen deel uitmaken van een “quick-win” project, later de hoofdprijs moeten betalen om aardgasvrij te worden. Bijkomend voordeel is dat WKO-systemen relatief snel te realiseren zijn met een direct positief effect op de verduurzaming van de energievoorziening (en labels) van gebouwen. Door betere benutting van WKO-systemen wordt minder stadswarmte gebruikt (deels opgewekt met gas). Dit draagt bij aan CO₂ reductie en het vrijspelen van (schaarse) stadswarmte voor de warmtetransitie van bestaande (woning)bouw.
- **Eerlijke verdeling van de duurzame potentie in de bodem.** De duurzame capaciteit van de bodem (lokale bron) is schaars. Met het “Bodemenergieplan” wordt een eerlijke verdeling nagestreefd, maar er zijn al verschillende grote WKO-installaties gerealiseerd. Er kan maar een beperkt aantal WKO-bronnen in een gebied zijn.

Betere bodembenutting kan dus niet door alleen maar nieuwe bronnen te realiseren. Je moet de bestaande bronnen goed benutten en zo mogelijk delen. Met het WKO-net worden niet slechts enkele grote partijen van duurzame warmte voorzien, maar kan iedereen meeprofiteren van de potentie onder hun voeten.

- **Betere benutting duurzame warmte.** De bestaande WKO's worden niet optimaal benut, vanwege onbalans. Verbetering van de benutting vraagt om het opheffen van deze onbalans. Dit kan door de WKO's te met elkaar en met externe regeneratiebronnen te verbinden.
- **Gedeeld eigenaarschap.** Bij een WKO-net zijn er meerdere eigenaars van de bronnen; er is niet één partij die alles bezit. Dit geeft zowel de flexibiliteit om makkelijker uit te breiden (nieuwe bronnen toe te voegen), verminderde afhankelijkheid van één partij én het gedeelde eigenaarschap van duurzame warmtelevering in de regio (lokale partijen zijn verantwoordelijk voor de lokale warmtevoorziening). Tegelijkertijd betekent veel verschillende eigenaren ook dat het juridisch gezien complex is (contractvormen, risicoverdeling, resultaatverplichtingen, leveringszekerheid, gebruikerswensen en aansprakelijkheid). Daarom is het belangrijk om bij de wens om een WKO-net te realiseren vroegtijdig alle partijen aan te haken.
- **Maatschappelijke samenwerking.** Bestaande WKO-installaties zijn voornamelijk in handen van overheden of grotere commerciële partijen. Middels een inclusief WKO-net kunnen de partijen de daad bij woord voegen en hun duurzame ambities realiseren én ook lokaal bewoners helpen bij de warmtetransitie.
- **Keuzevrijheid.** Een WKO-net biedt een aanvullend alternatief voor het bekende stadswarmte en daarmee extra keuze (vrijheidsgraad) voor een duurzamer warmte alternatief.

Deze uitgangspunten kunnen daarmee ook de basis vormen voor een onderscheidende propositie aan de gebouweigenaren als alternatief voor individuele warmteoplossingen en/of het bestaande warmtenet. Bij voldoende schaal en geschiktheid van het vastgoed (denk hierbij aan goede isolatie en mogelijkheden voor lage temperatuur-verwarming) vormt een WKO-net een keuze met duidelijke voordelen.

1.2 DE VRAAG

Het onderzoek is gericht op de vraag of een inclusief WKO-net een rol van betekenis kan vormen in de mix aan aardgasvrije oplossingen voor de binnenstad van Den Haag. Daarvoor staat de volgende centraal:

“Wat is de potentie (haalbaarheid (technisch, organisatorisch, financieel, juridisch etc.) van het verbinden van utiliteitsgebouwen en woningen in hun ‘disbalans’ door gebruik te maken van slimme uitwisselingstechnieken van warmte/koude en de beschikbare bodempotentie om te komen tot een inclusief WKO-net Binnenstad Den Haag, waarbij rekening wordt gehouden met een divers en complex stakeholderlandschap?”

Om deze vraag te beantwoorden zijn een aantal stappen uitgevoerd:

1. Inschatten van de potentie van een inclusief WKO-net.
2. Opstellen afwegingskader en het vergelijken van een WKO-net met alternatieve duurzame warmteopties.
3. Inventarisatie van clusters kansrijk vastgoed voor het WKO-net (mogelijke startlocaties).

Het toepassingsgebied richt zich geografisch op de binnenstad van Den Haag, waar in ieder geval de gebouwen van de Rijksvastgoedbedrijf (RVB) worden meegenomen.

1.3 DE AANPAK

ANALYSE, VRAAG EN AANBOD

GEDRAGEN AFWEGINGSKADER EN CRITERIA

CONCLUSIES EN RAPPORTAGE

Wanneer is een inclusief WKO-net interessant om verder te onderzoeken? Hiervoor is meer nodig dan in de boeken duiken en data analyseren, we moeten het concept in de grotere context plaatsen. Voor dit potentieonderzoek leggen we de basis met beschikbare informatie, maar zoeken vervolgens de verbinding met de omgeving middels een

werkatelier, waar we de waardevolle input benutten om kansen en mogelijke pijnpunten al vroeg in kaart te brengen.

Bij de voorbereiding voeren we een datacollectie uit van o.a. relevante beleidsstukken, publieke beschikbare data over gebouwen en energieverbruik (vanuit Over Morgen), de lessons learned van internationale voorbeelden van (inclusieve) WKO-netten en gegevens vanuit ERDH. Hiermee voeren we een potentiescan uit, waar we voor verschillende aspecten (financieel, technisch, juridisch en organisatorisch) aangeven wat de potentie is, en waar valkuilen liggen. Deze potentie is, waar mogelijk, gekwantificeerd: denk aan besparing op CO₂ uitstoot, verminderde belasting op het elektriciteitsnet en het in kaart brengen van kansrijk vastgoed.

Belangrijke uitgangspunten in deze studie zijn het afwegingskader van de provincie Zuid-Holland en de Transitievisie Warmte. Verder zijn ook gedeelde ambities van de betrokken overheden (bv. bodemenergieplan) meegenomen. Data en informatie over de warmtevraag, zoals isolatiegraad en verdeling tussen woningbouw en utiliteit, hebben we uit o.a. de Warmteatlas en het BAG gehaald. In Bijlage 1 lichten we toe hoe we deze data toepassen. Centraal in dit onderzoek staat het afwegingskader, welke toegepast is om het inclusieve WKO-net te vergelijken met twee klassieke alternatieven: verwarming met luchtwarmtepompen (all-electric) en een conventioneel warmtenet. De eerste versie is opgesteld op basis van het afwegingskader van Provincie Zuid-Holland, aangevuld met andere relevante aspecten. Dit kader en de scoringsmethodiek (kwalitatief vs. kwantitatief en rekenmethodes) is met ERDH afgestemd en verder geoptimaliseerd.

Het vroeg betrekken van stakeholders is kritisch voor een breed gedragen implementatie van een (innovatief) systeem als het WKO-net. Daarom is een werkatelier georganiseerd waarbij zowel betrokken publieke partijen, marktpartijen en andere lokale belanghebbenden uit de omgeving zijn uitgenodigd om mee te denken. Het werkatelier is ook ingezet om het kennisniveau van de aanwezigen op een gelijk niveau te krijgen, waarna ze hun perspectief deelden voor het invullen van een afwegingskader. Ook zijn de kansen én zorgen bij het concept opgehaald. Aan deze stakeholders zal ook het resultaat worden gestuurd ter review en validatie.

De resultaten uit het werkatelier, de potentiescan en de verkregen data zijn gebruikt in de analyse om een onderbouwd advies te geven over de potentie van een inclusief WKO-net. Hierbij gaat het niet alleen over de potentie; belangrijke discussiepunten en valkuilen zijn nét zo relevant voor een eventueel vervolg. Tot slot is een handreiking opgesteld voor een eventueel vervolg; hierin is concreet aangegeven welke ontwikkelprincipes de basis dienen te vormen voor de vervolgaanpak en hoe op pragmatische wijze omgegaan kan worden met de belangrijkste onzekerheden.

1.4 CONTEXT

Energierijk Den Haag (ERDH) is een samenwerkingsverband tussen het Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, gemeente Den Haag en provincie Zuid-Holland. Het vormt de eerste concrete gebiedsgerichte aanpak van de energietransitie door drie bestuurslagen, in samenwerking met diverse (semi-)overheden. ERDH wil graag vooruitlopen op de doelstelling van het Parijsakkoord en 30 overheidsgebouwen in Den Haag voor 2040 klimaatneutraal maken. Centraal staat de "Trias Territoria" om [1] minder energie te verbruiken, [2] optimaal lokale kansen te benutten en [3] op efficiënte wijze extra duurzame energie in te kopen (zie figuur 4). Ook beoogt het programma inspirerend voorbeeld te zijn voor de rest van Nederland en wil het de kennis delen om de transitie elders verder te helpen.

1.4.1 Klimaatakkoord TVW, RSW, vervolgstap?

De gemeente Den Haag heeft een belangrijke rol in de energietransitie. In lijn met het nationale Klimaatakkoord dat in 2019 gepubliceerd is, is de gemeente bezig met plannen op drie niveaus.

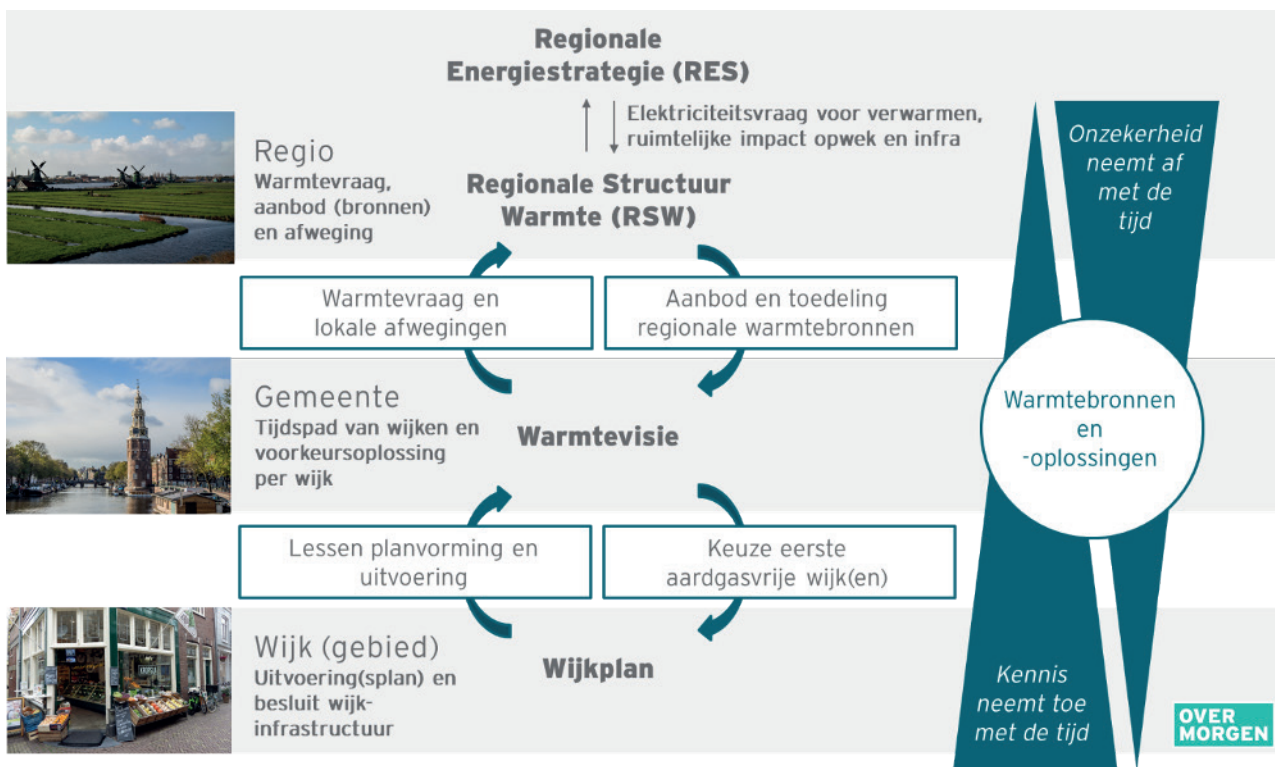
- Regionaal wordt gewerkt aan de Regionale Energie Strategie (RES) en Regionale Structuur Warmte (RSW) waarin de gemeente Den Haag, samen met andere partijen de aanwezige duurzame energiebronnen in de regio in kaart brengt. Daarin kijken wordt ook gekeken naar de beschikbaarheid van warmtebronnen.
- De Warmtevisie beschrijft hoe de gemeente Den Haag haar warmtevraag op een aardgasvrije en duurzame manier kan gaan invullen, waarbij de voorlopige resultaten uit de RES worden meegenomen.
- Voor alle wijken die de gemeente Den Haag in een Warmtevisie als startwijken heeft geselecteerd, wordt vervolgens op wijkniveau een concreet wijkplan opgesteld. Daarbij worden de bewoners en ander gebouwdeigenaren betrokken.

1.4.1.1 Relevantie: afwegingskaders warmtekeuze voor de gebouwde omgeving in Zuid-Holland

De provincie Zuid-Holland heeft een afwegingskader opgesteld voor verschillende warmtebronnen en energiedragers, met als uitgangspunt een betaalbare en haalbare duurzame warmtevoorziening. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen de toekomstbestendigheid, betaalbaarheid en haalbaarheid van verschillende bronnen, variërend van restwarmte tot groene waterstof. Deze criteria



Figuur 4 - Trias Territoria, de gebiedsgerichte aanpak van EnergieRijk Den Haag met drie pijlers: gebouw, wijk en overig.



Figuur 5 Samenhang RES, Warmtevisie en wijkplan

zijn ook gebruikt in het werkatelier voor het afwegen van het inclusieve WKO-net ten opzichte van de twee andere energieconcepten: all-electric en een warmtenet.

1.4.2 Belangrijke ontwikkelingen

Diverse ontwikkelingen spelen een belangrijke rol bij het verkennen van een inclusief WKO-net. In Figuur 5 is een verzameling van relevante ontwikkelingen aangegeven; de belangrijkste zijn gemarkeerd en hieronder nader toegelicht.

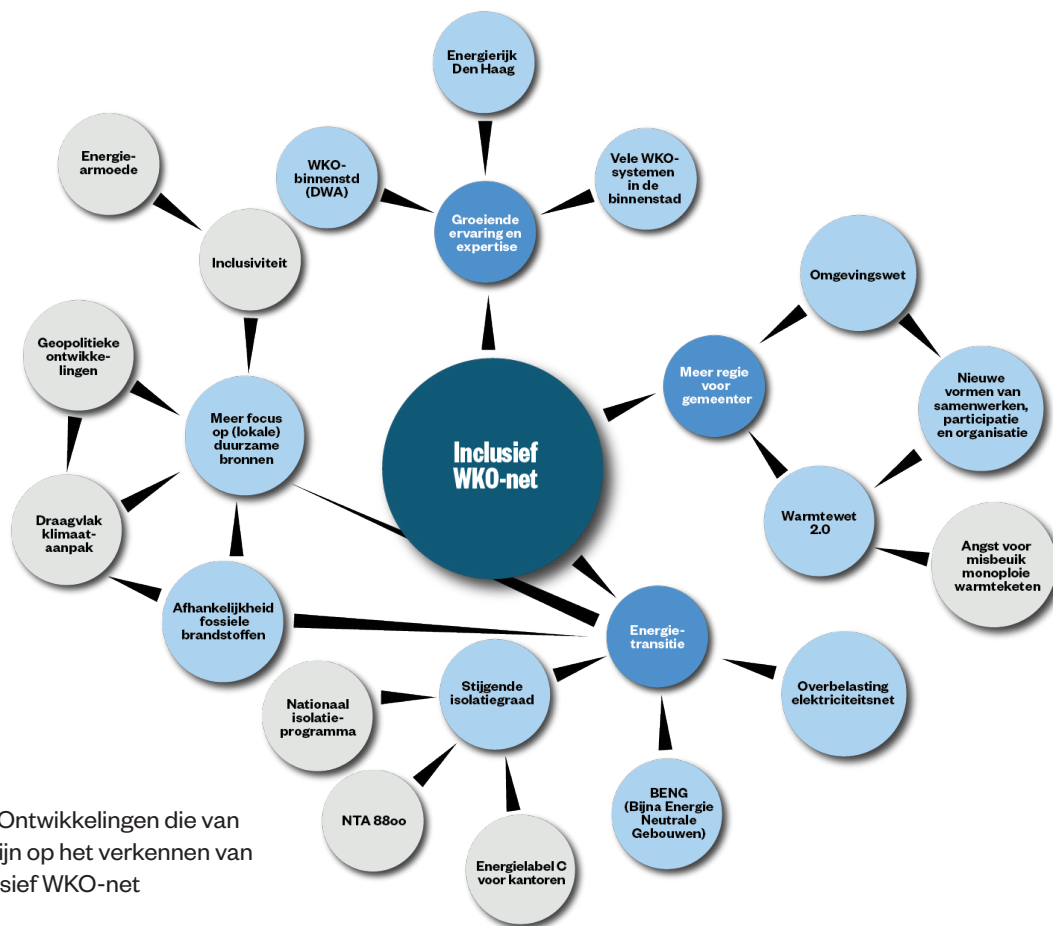
1.4.2.1 Geopolitieke ontwikkelingen Europa

Het is nog nooit zo duidelijk geweest dat we onze energievoorziening radicaal moeten verduurzamen. Klimaatverandering wordt steeds meer een voelbare werkelijkheid en de energierekening stijgt snel. Meer dan ooit tevoren zijn mensen bezorgd over de hoogte van hun energierekening. De energieprijzen zijn al maanden aanhoudend hoog. Dat raakt mensen hard in de portemonnee. De afhankelijkheid van gas en olie zorgt dat met name lagere inkomens dubbel geraakt worden. Zij kunnen de hogere energierekening niet dragen, hebben vaak een bezine auto omdat ze zich geen elektrische auto kunnen veroorloven omdat de aanschafprijs te hoog is en zij vaak geen werk doen waar een lease-auto bij hoort én voor hen stijgt de energierekening relatief meer door slecht geïsoleerde woningen. Sinds de oorlog in Oekraïne neemt de onzekerheid

over toekomstige prijsstijgingen nog verder toe. Het is essentieel de vraag naar energie terug te dringen. Zo worden we minder afhankelijk van aardgas uit Rusland en besparen we op de energierekening. Van de circa 40 miljard m³ aardgas die we per jaar in Nederland verbruiken, wordt circa 30 procent gebruikt om woningen en gebouwen te verwarmen, te voorzien van warm water, en om te kunnen koken. Snelle energiebesparing en overgang op duurzame energie is de enige structurele weg vooruit: dit lost veel problemen tegelijk op. Goed isoleren van woningen kan dit gebruik terugdringen. Dit draagt bij aan de betaalbaarheid van de energierekening, het halen van de klimaatdoelen en is een noodzakelijke voorbereiding op de overgang naar een aardgasvrij alternatief. Circa 20 procent van alle woningen heeft nog een energielabel E, F of G. Juist in deze woningen met de slechtste energieprestatie is goed isoleren noodzakelijk.

1.4.2.2 Nationaal Isolatieprogramma

In april 2022 is het Nationaal Isolatieprogramma (NIP) gelanceerd door de Rijksoverheid. Het doel van het langjarige Nationaal Isolatieprogramma is om 2,5 miljoen woningen te isoleren met de nadruk op de slecht geïsoleerde woningen (label E, F en G) waarbij één of meerdere stappen worden gezet richting de standaard voor woningisolatie. Dit wil zeggen dat zij goed genoeg geïsoleerd zijn om aardgasvrij te worden en mogelijk aangesloten kunnen worden op



Figuur 6 Ontwikkelingen die van invloed zijn op het verkennen van een inclusief WKO-net

een inclusief WKO-net. Daarbij dient het programma ook als ondersteuning van mensen bij het nemen van energiebesparende maatregelen en het verlagen van de energierekening. Dit kan ook bijdragen aan het voorkomen van energiearmoede bij mensen met relatief lage inkomens. De Rijksoverheid stelt met het NIP, de regeling investeringssubsidie voor duurzame energie en energiebesparing (ISDE) 4 miljard euro beschikbaar tot en met 2030. Aanvullend hierop is de afschaffing van de verhuurdersheffing voor corporaties, waardoor extra investeringsruimte vrij komt.

Er zijn 4 actielijnen, waarbij sneller, slimmer en sociale geïsoleerd gaat worden tot 2030.

1. **Actielijn 1:** Lokale aanpak isoleren 750.000 koopwoningen samen met gemeenten
2. **Actielijn 2:** Isoleren van 1 miljoen huurwoningen door verhuurder
3. **Actielijn 3:** Versneld isoleren van 750.000 koopwoningen op eigen initiatief
4. **Actielijn 4:** Samen energie besparen met laagdrempelige maatregelen

1.4.2.3 Energiearmoede en inclusiviteit

Het sociale aspect van de energietransitie wordt vaak nog over het hoofd gezien. Lang niet iedereen heeft de financiële middelen om te isoleren of te investeren in warmtepompen; naar schatting leven zo'n 550.000 Nederlandse huishoudens in energiearmoede

(TNO, 2022). Juist deze groepen worden mogelijk "vergeten" bij nieuwe energieconcepten; oplossingen als aquathermie of warmtepompen zijn voornamelijk interessant voor goed geïsoleerde gebouwen. Het is daarom belangrijk om in de (lange-termijn)visie te sturen op een inclusieve warmtetransitie waar alle groepen worden meegenomen. Daarbij helpt het NIP tot 2030 voor de slecht geïsoleerde huur- en koopwoningen.

1.4.2.4 Samenwerken in de warmtetransitie en koppeling met andere opgaven

De warmtetransitie is ingewikkeld en wordt niet van de ene op de andere dag uitgevoerd. Het gaat om veranderingen aan gebouwen en infrastructuur, er zijn energiebronnen nodig, en er komen grote investeringen bij kijken. Deze transitie vraagt ook om nieuwe vormen van samenwerken met gebouweigenaren, met inwoners en met het bedrijfsleven.

Samenwerken in de warmtetransitie betekent meer dan het naast elkaar uitvoeren van de projecten van de individuele stakeholders. Enerzijds dient er coördinatie te zijn op de (samenhang tussen) specifieke projecten en opgaven. Anderzijds liggen er stevige uitdagingen op het gebied van samenwerking, strategie, communicatie & participatie en financiering. Dit vraagt om een gestructureerde aanpak en sturing.

De warmtetransitie is bovendien geen op zichzelf staande opgave. Het is belangrijk dat ambities en plannen worden afgestemd met de ambities en plannen op andere thema's. Bij de verdere toekomstige uitwerking van een inclusief WKO-net moeten mogelijke koppelingen worden gemaakt met andere thema's die lokaal spelen. Aan de andere kant wordt het te complex als we alles verknopen. Een balans tussen integraliteit en focus is essentieel. In de hierna beschreven aanpak ligt de focus op de warmtetransitie. En er zal afstemming plaatsvinden met en over:

- Aangrenzende duurzaamheidsthema's zoals klimaatadaptatie, circulariteit, opwek duurzame energie en mobiliteit;
- Sociale thema's zoals energiearmoede, leefbaarheid en sociale problemen;
- Verschillende visies en plannen;
- En met plannen van andere stakeholders zoals de woningcorporaties.

1.4.2.5 Ruimte voor energie

Bij de keuze voor een warmteoptie moet rekening worden gehouden met kabels en leidingen voor energie. Werkzaamheden aan kabels en leidingen kosten geld en zorgen voor overlast in de stad. Overall in de stad liggen nu kabels en leidingen voor elektriciteit, gas of warmte. Sommige kabels en leidingen moeten worden verlengd voor de aansluiting van nieuwe woningen op schone energie, andere leidingen zijn straks niet meer nodig en moeten worden verwijderd. Kabels en leidingen gebruiken ook veel ondergrondse ruimte wat als belemmering kan werken voor verdere uitrol. Kabels en leidingen passen op een gegeven moment niet meer in het standaard profiel door fysieke beperkingen of de invloed die de kabels en leidingen kunnen hebben door warmteuitstraling of magnetische velden. Er zijn vrijwel altijd mogelijkheden om ook in drukke straatprofielen kabels en leidingen te verwerken, maar hierbij zijn kostbare ingrepen zoals kabelgoten noodzakelijk.

1.4.2.6 Communicatie en participatie

Een belangrijke randvoorwaarde voor de warmtetransitie is dat bewoners willen meedoen. Voldoende draagvlak is cruciaal aangezien de warmtetransitie tot achter de voordeur zal komen. Mogelijk ook bij de realisatie van een inclusief WKO-net. Communicatie met inwoners is een cruciaal onderdeel voor een succesvol verloop van de warmtetransitie.

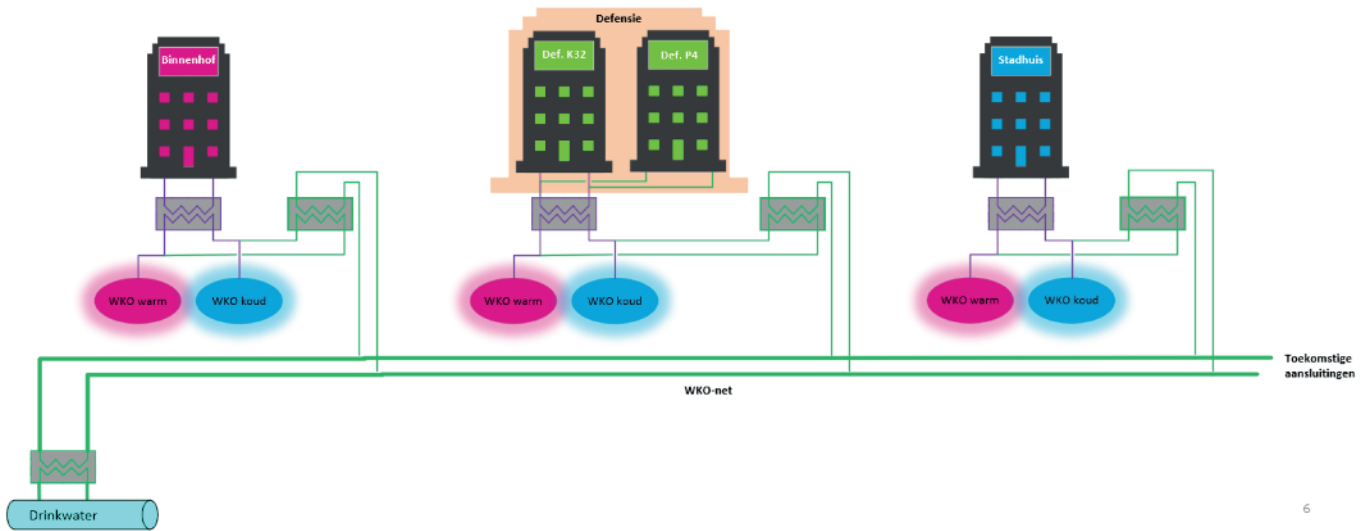
1.4.2.7 Elektrificatie

De vraag naar elektrische energie neemt toe. In combinatie met de warmtetransitie, waar elektriciteit een belangrijke rol speelt (warmtepompen, zonnepanelen, windmolens) zullen flinke investeringen in de energie-infrastructuur nodig zijn. Verschillende partijen wijzen op de risico's van een toenemende belasting op het elektriciteitsnet. Met name netbeheerders luiden de noodklok dat zij de elektrificatie niet kunnen bijbenen. Het is de vraag of de toenemende behoefte ingevuld kan worden met voldoende netcapaciteit. Dit aandachtspunt wordt nog onvoldoende meegenomen in de afweging van warmteoplossingen. Voor het opwekken van warmte met (kleinschalige, grootschalige en/of hybride) warmtepompen, zal de vraag naar elektriciteit stijgen. Om een blijvende afhankelijkheid van fossiele energie te voorkomen is het belangrijk dat deze elektriciteit uiterlijk in 2050 duurzaam opgewekt kan worden. In hoeverre dit mogelijk is hangt af van twee factoren:

- De mogelijkheid om deze elektriciteit duurzaam op te wekken
- De impact van de warmteoplossing op het elektriciteitsnet

Voor het opwekken van de hoeveelheid duurzame elektriciteit die nodig is voor de toekomstige warmtevraag in Den Haag is onvoldoende ruimte in een dichtbebouwde regio. De warmtevraag, en dus ook de elektriciteitsvraag voor verwarmen, kenmerkt zich door een grote piek in het zogenaamde 'stookseizoen', wanneer mensen hun woning verwarmen. De elektriciteit die wordt opgewekt met zonnepanelen in de regio is in de wintermaanden relatief laag en daarom in mindere mate beschikbaar voor het produceren van warmte in het stookseizoen.

Het merendeel van de duurzame elektriciteit die nodig is voor het duurzaam verwarmen zal van buiten de regiogrenzen moeten komen. Het verduurzamen van de elektriciteitsvraag voor een aardgasvrije en duurzame verwarming is daarmee een opgave waar Den Haag zelf in mindere mate invloed op heeft. Voor deze analyse is daarom aangenomen dat er voldoende elektriciteit buiten de regio duurzaam kan worden opgewekt en aangevoerd.



Figuur 7 Koppeling gebouwen / WKO's door WKO-net met regeneratiebron DUNEA (drinkwater) voor onbalans. Bron: ERDH, 2021

Naast de elektriciteitsopwek is het belangrijk om te kijken naar de invloed van verschillende warmteopties op het elektriciteitsnet. Een grotere impact op het elektriciteitsnet creëert meer afhankelijkheid van fossiele energie voor het opvangen van de pieken, aangezien er juist op de piekmomenten relatief weinig aanbod is van zon- en windenergie. Een grotere afhankelijkheid van elektriciteit heeft tevens een nadelig effect op de snelheid waarmee we de transitie kunnen realiseren, omdat de transportcapaciteit van het net op veel plekken niet is afgestemd op een groeiende vraag naar elektriciteit en netverzwaring. Daarmee is het elektriciteitsnet tempobepalend. De impact op het elektriciteitsnet van een warmtenet is aanzienlijk lager dan die van all-electric, omdat je bij een warmtenet niet tot in de haarvaten van het net (extra) hoeft te verzwaren. In de context van duurzaamheid op de lange termijn kan de CO₂-uitstoot bij een warmtenet met een mix van diverse duurzame bronnen daarom sneller dalen dan bij all-electric. Bij all-electric is er vanwege de hoge elektriciteitsvraag op piekmomenten immers een grotere kans op een blijvende afhankelijkheid van fossiele bronnen

1.4.2.8 Bodemenergie

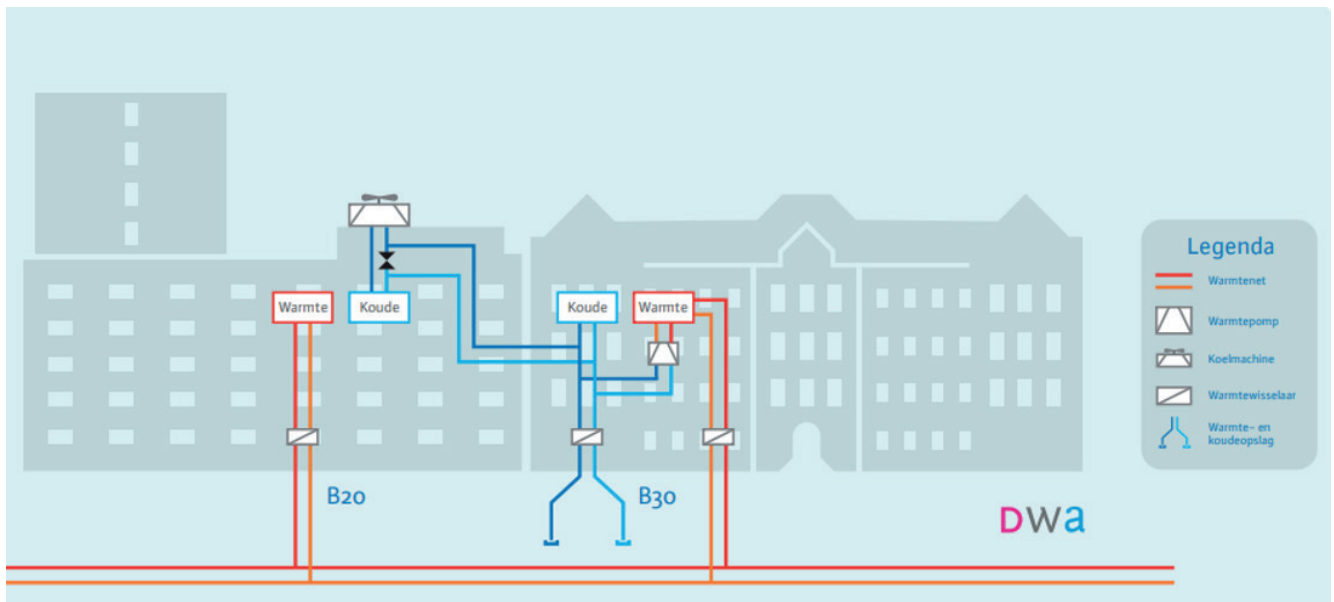
Bodemenergiesystemen worden al vele jaren toegepast als een aantrekkelijke vorm van duurzame energie in Nederland. Ook in Den Haag staan meerdere bodemenergiesystemen, waaronder (grotere) warmte-koudeopslag (WKO) installaties. Hoewel dit in principe geen probleem is, valt op dat veel systemen (veel) minder duurzame warmte leveren dan vergund: capaciteit

blijft onbenut. Ook is recent een conceptversie van een bodemenergieplan voor het gebied opgesteld. Hierin worden aspecten als betaalbaarheid, leveringszekerheid en klanttevredenheid benoemd. Deze aspecten sluiten aan bij een mogelijk inclusief WKO-net.

1.4.2.9 Warmtekoude opslag in de binnenstad

ERDH hanteert een ontwikkelende aanpak met pilotprojecten die leereffecten opleveren voor toekomstige duurzaamheidsprojecten in Den Haag en de rest van Nederland. Op kleinere schaal lopen een aantal pilots, waarbij op een intelligente manier koppelingen moeten worden gemaakt tussen WKO-bronnen en installaties.

1. WKO-net Binnenstad, waarin gezocht wordt naar een koppeling van het Stadhuis, Defensie en Binnenhof. De transportleiding drinkwater van Dunea kan mogelijk worden ingezet als collectieve warmtebron (figuur 7).
2. WKO-net Rijnstraat, waarin een koppeling wordt onderzocht met de Turfmarkt, Rijnstraat 8 en Rijnstraat 50.
3. WKO-net Koningskade: waarin gezocht wordt naar een koppeling van het Provinciehuis, naastgelegen kantoren en Shell
4. WKO-net Bezuidenhoutseweg: In het Rijksoverheidsgebouw aan de Bezuidenhoutseweg 30 (B30) is een onbalans in de warmte en koudevraag. Door meer warmtevraag dan koudevraag is er warmte tekort. Daardoor wordt een deel van het jaar gebruik gemaakt van stadswarmte. Warmte tekort is hetzelfde als koude over, en bij de burens in het pand aan de Bezuidenhoutseweg



Figuur 8 Voorbeeld WKO-net waarbij gebruik wordt gemaakt van restwarmte uit het warmtenet. Bron: ERDH & DWA, 2021

20 (B20) kunnen ze die koude goed gebruiken om het B20 gebouw te duurzaam koelen. Door in dit ERDH pilotproject deze twee panden via leidingen met elkaar te verbinden, kan B30 in ruil voor overtollige koude, waardevolle warmte terugkrijgen. Zo worden de WKO-bronnen van B30 geladen met warmte waarmee in de winter duurzaam en goedkoop B30 verwarmd wordt via een WKO en warmtepomp. Zo geeft delen een wederzijds voordeel en blijft de bodem in balans (figuur 7).

1.4.3 Juridisch kader

Het juridisch kader rond WKO is volop in beweging. Voor een goed begrip van dit kader wordt kort stil gestaan bij belangrijke staande en veranderende wetgeving en regels voor de leefomgeving.

1.4.3.1 Utiliteitsbouw

In dit onderzoek wordt onderzocht wat de potentie is van het koppelen utiliteitsgebouwen en woningen door middel van WKO's in een inclusief WKO-net. In het kader van utiliteitsbouw is de afgelopen tijd bepaalde wet- en regelgeving tot stand gekomen die relevant is om te benoemen.

BENG

Vanaf 1-1-2021 wordt de EPC (Energie Prestatie Coëfficiënt) vervangen door de BENG (Bijna Energie-Neutrale Gebouwen). Zie ook de figuur 8 op de volgende pagina. De rekenmethode NTA 8800 geeft invulling aan het aantoonbaar voldoen aan de BENG-eisen.

NTA 8800

Vanaf 1 januari 2021 wordt het energielabel van woning- en utiliteitsgebouwen bepaald op basis van NTA 8800. Bekijk de webpagina [Nieuw energielabel utiliteitsgebouwen vanaf 1 januari 2021](#) voor alle informatie.

Energielabel C voor kantoren (1 januari 2023)

Per 1 januari 2023 moet elk kantoorgebouw minimaal energielabel C hebben. Dit betekent een Energie-Index van 1,3 of beter. Voldoet het gebouw dan niet aan de eisen, dan mag het gebouw per 1 januari 2023 niet meer als kantoor worden gebruikt. Deze verplichting is verankerd in het Bouwbesluit 2012 en komt voort uit de Europese Energy Efficiency Directive (EED).

Europese Wetgeving

EPBD
European Performance of
Buildings Directive

Nederlandse Wetgeving

Besluit Energieprestatie Gebouwen

Regeling Energieprestatie Gebouwen

Bouwbesluit

Situatie tot 31-12-2020

EPC

*Energie Prestatie Coëfficiënt
(nieuwbouw)*

De EPC beoordeelt integraal de energiezuinigheid van een woning/woongebouw of utiliteitsgebouw.

Dit gebeurt op basis van gebouweigenschappen, installaties en standaard gebruikersgedrag. Het maakt hierbij niet uit welke energiebesparende maatregelen worden genomen, zolang de vereiste energieprestatie gerealiseerd wordt.

NTA 7120

Bepaalmethode Energieprestatie van Gebouwen (EPG) Nader Voorschrift

ISSO75.3

Rekenprogramma's (Software)

Leveranciers van rekensoftware:

Bink
DGMR
De twee Snoeken

Uniec
Vabi

Wettelijke Eisen BENG

Bijna Energie-Neutrale Gebouwen

Energiebehoefte nieuwbouw vastleggen volgens drie Eisen:

1. De maximale energiebehoefte in kWh per m² gebruiksoppervlak per jaar
2. Het maximale primair fossiel energiegebruik, eveneens in kWh per m² gebruiksoppervlak per jaar
3. Het minimale aandeel hernieuwbare energie in procenten

NTA 8800

Bepaalmethode Energieprestatie van Gebouwen

Vanaf 1 januari 2021 wordt de NTA 8800 de bepalingmethode voor de energieprestatie van alle gebouwen (woningen en utiliteit, bestaand en nieuw). Deze energieprestatie wordt berekend op basis van gebouweigenschappen, installaties en standaard gebruikersgedrag. Door middel van deze rekenmethode wordt bepaald of aan de BENG-eisen wordt voldaan.

Rekenprogramma's (Software)

Voor het uitrekenen van de energieprestatie volgens de NTA 8800 is sinds 1 juli geattesteerde software van drie leveranciers beschikbaar:

Uniec3, BouwConnect, Vabi

Situatie vanaf 01-01-2021

Energiegelabel

Bepaling via NTA 8800

Vanaf 1 januari 2021 wordt ook het energielabel bepaald op basis van NTA 8800. Dit energielabel geeft inzicht in de energiezuinigheid van het gebouw.

Utiliteitsgebouwen

Bij verkoop, verhuur of oplevering van utiliteitsgebouwen is sinds 1 januari 2008 een geldig energielabel verplicht. Het geldt voor gebouwen met de volgende functies: onderwijs, zoals scholen en universiteiten; publieke functies, zoals bibliotheken, stadhuisen, vergadercentra, gezondheidszorg, zoals ziekenhuizen, verpleeghuizen, verzorgingshuizen; horeca en logies, zoals sporthallen, stadions, zwembaden; en winkels, zoals supermarkten, warenhuizen, showrooms van garages. Het Energiegelabel is maximaal 10 jaar geldig.

Overheidsgebouwen

Voor gebouwen van ministeries, provincies, gemeenten, banken, rechtbanken, waterschappen en stadsdeelkantoren, met een minimale grootte van 250 m² en die publiek toegankelijk zijn, is altijd een energielabel verplicht. Ook gebouwen die verhuurd worden aan overheidsinstanties vallen onder deze verplichting.

Verplichting energielabel C kantoren 2023

Vanaf 2023 is ieder kantoor in Nederland groter dan 100 m² verplicht om minimaal energielabel C te hebben. Deze wetgeving is momenteel nog in ontwikkeling. Per 1 januari 2023 moet elk kantoorgebouw minimaal energielabel C hebben. Dit betekent een Energie-Index van 1,3 of beter. Voldoet het gebouw dan niet aan de Eisen, dan mag u het per 1 januari 2023 niet meer als kantoor gebruiken. Deze verplichting staat in het Bouwbesluit 2012.

Figuur 9 Europese en Nederlandse wetgeving vanaf 1 januari 2021



1.4.3.2 Energiebesparingsplicht

Het Activiteitenbesluit milieubeheer verplicht bedrijven en instellingen om alle energiebesparende maatregelen met een terugverdientijd van 5 jaar of minder uit te voeren. Dit is de energiebesparingsplicht, waarbij tevens een informatieplicht geldt om jaarlijks aan RVO te rapporteren over de geplande en gerealiseerde besparing. Deze geldt voor bedrijven en instellingen (Wet milieubeheer-inrichtingen) die per jaar vanaf 50.000 kWh of 25.000 m³ aardgas of een equivalent daarvan verbruiken. Dit is relevant voor de Rijksgebouwen (utiliteit) waar een koppeling met de gebouwde omgeving door een WKO-net mogelijk is. Meer weten? Klik [hier](#) of [hier](#).

1.4.3.3 Regels voor de leefomgeving

Landelijk verandert de wettelijke context waarin deze transitie plaats moet gaan vinden. Per 1 januari 2023 wordt in Nederland naar verwachting de Omgevingswet van kracht (zie onderstaand kader). Eén wet die alle wetten en regels op het gebied van de leefomgeving vereenvoudigt en bundelt. Hiermee worden 26 bestaande wetten vervangen door één nieuwe wet. Doel van de overheid is om zaken eenvoudiger en efficiënter te

maken. Om zekerheid en bescherming te bieden maar ook uit te nodigen tot nieuwe initiatieven en ontwikkelingen. Ook ondersteunt en stimuleert het nieuwe instrumentarium de transitie naar een duurzame samenleving. Het nieuwe omgevingsrecht is flexibel waardoor regionaal en lokaal maatwerk mogelijk is.’

De omgevingswet is ook belangrijk voor WKO-netten en is het een van de instrumenten om de visie van de gemeente Den Haag te realiseren. Middels het organiseren van programma’s vanuit de omgevingswet zal ook de gemeente Den Haag hier invulling aan geven door het opstellen van uitvoeringsplannen om schone warmteopties per buurt te realiseren. In het omgevingsplan en onderliggende lokale verordeningen zullen hier bestaande als nieuwe regels worden vastgelegd als kader voor toetsing. Daarbij verandert ook landelijk de regels voor open en gesloten bodemenergiesystemen. Zo komt een verschuiving naar meer algemene regels⁸. Daarnaast is het voor gemeenten mogelijk om regels te stellen ten aanzien van de ondergrond door het opnemen van weigeringsgronden voor infrastructuur. Hiermee kan positief gestuurd worden op initiatieven die een bijdrage leveren aan het beleid van de gemeente.

OMGEVINGSWET

Doel van de Omgevingswet is een integrale benadering van de fysieke leefomgeving. Met de Omgevingswet is beoogd belemmeringen voor verduurzaming van de leefomgeving weg te nemen en beter aan te sluiten op grote maatschappelijke opgaven zoals de energietransitie.

De belangrijkste instrumenten voor de gemeente zijn:

1. De Omgevingsvisie is een samenhangend, strategisch plan voor de leefomgeving. Dat plan richt zich op de fysieke leefomgeving als geheel. De Omgevingswet schrijft voor dat de gemeenten elk één omgevingsvisie vaststellen. De omgevingsvisie komt in de plaats van structuurvisies, sommige delen van de natuurvisie, verkeers- en vervoersplannen en milieubeleidsplannen.
2. Het Programma bevat concrete maatregelen voor bescherming, beheer, gebruik en ontwikkeling van de leefomgeving. Met die maatregelen moeten omgevingswaarden of doelen voor de leefomgeving worden bereikt. Het programma kan gericht zijn op een bepaalde sector of een gebied.
3. Het Omgevingsplan bundelt alle gemeentelijke regels over de fysieke leefomgeving. Dat zorgt ervoor dat de regelgeving inzichtelijk en samenhangend is. Bovendien maakt het de naleving gemakkelijker.
4. De Omgevingsvergunning toetst vooraf of een bepaald initiatief mag en verloopt via één aanvraag bij één loket.

1.4.3.4 Warmtewet 2.0

De warmtetransitie brengt veel praktische gevolgen met zich mee. Bovendien moet er ook veel veranderen op het gebied van wet- en regelgeving. Deze moet namelijk dienend zijn aan de doelstellingen van het klimaatakkoord. Met name de wet collectieve warmtevoorziening (warmtewet) speelt hierbij een grote rol. Naast een nieuwe Omgevingswet wordt er ook gewerkt aan vervanging van de huidige Warmtewet door de Wet Collectieve Warmtevoorziening (WCW).

Bij de levering van gas en elektriciteit hebben kleinverbruikers keus in aanbieder. Echter geldt dit niet voor de afnemers van collectieve warmte. De huidige warmtewet heeft als doel om kleinverbruikers te beschermen door tariefregulering (maximaal toegestane tarieven), regels over aan- en afsluiten, storingscompensatie, de inhoud van de warmteleveringsovereenkomst, etc. Als alternatief voor de verwarming door aardgas wordt er in het klimaatakkoord een grote rol voorzien voor warmtenetten. Om de doelstellingen in 2030 voor de gebouwde omgeving te halen moeten er 1.5 miljoen woningen verduurzaamd worden. Warmtenetten moeten per jaar met 80.000 aansluitingen groeien in 2025 om dit doel te bereiken. Omdat de huidige warmtewet grootschalige uitrol van warmtenetten in de weg staat is er een nieuwe warmtewet in de maak. Voor gemeenten is onder deze nieuwe wet een stevige regierol voorzien bij de realisatie van

warmtenetten. Deze regierol bestaat er onder meer uit dat zonder een voorafgaand gemeentelijk besluit geen warmtelevering kan plaatsvinden. De gemeente wijst een warmtekavel aan en wijst daarna via een transparante procedure een warmtebedrijf aan dat de exclusieve bevoegdheid krijgt tot warmtelevering. Vervolgens wordt het uitgewerkte kavelplan vastgelegd in het gemeentelijke omgevingsplan. Het kavelplan is hierin uitgewerkt in juridische regels die bindend zijn voor burgers en bedrijven in de gemeente. Hoe dit op termijn precies gaat werken is nu nog niet bekend.

Onder de huidige warmtewet worden consumenten beschermd tegen hoge tarieven van warmteleveranciers. Het maximumtarief voor warmtelevering is daarbij nog gekoppeld aan de prijs van aardgas. Omdat verwarming op basis van aardgas uit gefaseerd wordt, wordt de koppeling met de gasprijs in de toekomst losgelaten. In de nieuwe WCW is voorzien dat stapsgewijs wordt overgegaan naar een prijs die gebaseerd is op de daadwerkelijke kosten van warmtelevering. De Autoriteit Consument en Markt (ACM) is hierbij betrokken.

Daarnaast zullen duidelijke normen voor de maximale CO₂-uitstoot opgenomen worden in de WCW. Per jaar daalt de maximale toegestane CO₂-uitstoot. Op deze manier wordt de verduurzaming van warmtebronnen ook wettelijk geregeld.

EEN WKO-NET en de alternatieven



Er is niet één oplossing voor de warmtetransitie. Voor elke situatie moeten de juiste puzzelstukjes bij elkaar worden gebracht voor een duurzame energiemix. Misschien is een warmtepomp voldoende voor de ene woning, maar moet de buurman wel echt op een warmtenet aangesloten worden. Een goede afweging maken tussen beschikbare alternatieven vormt daarom de basis van een goede visie op de warmtetransitie. In dit hoofdstuk lichten we de warmteoplossingen toe die we later in deze studie gaan vergelijken; het inclusieve WKO-net, een all-electric oplossing en een conventioneel warmtenet.

2.1 WAT MAAKT EEN WKO-NET BIJZONDER

Bij een (inclusief) WKO-net worden bodemenergiesystemen gekoppeld met behulp van een aanvoer- en retourleiding waarbij (grond) water met een bepaalde temperatuur van een warme- en koudebron (9- en 16 graden Celsius) wordt rondgepompt. Zowel woningen als utiliteitsgebouwen kunnen hiermee verbonden worden. Figuur 6 geeft een voorbeeld van zo'n WKO-net tussen twee gebouwen. Het bijzondere aan het systeem is dat overschotten of tekorten bij het ene gebouw kunnen worden gedeeld en worden opgeslagen in de bodem met behulp van warmte koude opslag. In Tabel 1 zijn enkele bijzondere voordelen van een inclusief WKO-net weergegeven.

UNIEKE ASPECTEN	TOELICHTING
Benutting lokale duurzame bronnen	In de bodem van Den Haag zit veel potentie voor duurzame energie; het inclusieve WKO-net maakt het mogelijk hier optimaal gebruik van te maken.
Inclusiviteit	Het WKO-net die onderzocht wordt in deze rapportage gaat over een concept waar de hele omgeving wordt meegenomen in de oplossing (en niemand buiten de boot valt).
Gedeeld eigenaarschap	Speciaal aan het inclusieve WKO-net is dat de hele omgeving meedoet: overheidsgebouwen en kantoorpanden met reeds bestaande WKO-installaties kunnen bijdragen aan de warmtetransitie van anderen.
Warmte én koude	Een WKO-net kan niet alleen warmte leveren, maar ook duurzame koude. Daarmee is conventionele koeling geheel of gedeeltelijk niet meer nodig.
Beperkte belasting op elektriciteitsnet	Afhankelijk van de isolatiegraad is het opwaarderen van de energie niet nodig; een WKO-net verbruikt sowieso minder elektriciteit dan een oplossing met warmtepompen, tot een minimaal verbruik voor het rondpompen bij een bronnet.

Tabel 1 Voordelen van een (inclusief) WKO-net

De aspecten maken een WKO-net intrinsiek flexibeler dan andere oplossingen

EEN INCLUSIEF WKO-NET: WAT 'MAAKT' DE GENOEMDE FLEXIBILITEIT?

Verschillende (technische) keuzes maken het mogelijk om het WKO-net geschikt te maken voor de gewenste toepassing. Hieronder lichten we enkelen toe.

- Regeneratie met lokale bronnen, zoals aquathermie (Aquathermie kan uit verschillende waterbronnen komen: oppervlaktewater (TEO), afvalwater (TEA) en drinkwater (TED)), zonnethermische panelen en restwarmte uit lokale bedrijvigheid. De capaciteit van een WKO kan worden verhoogd door deze te regenereren ("op te laden"). Zo kan in de zomer extra warmte in de bodem worden gepompt (bijvoorbeeld uit oppervlaktewater of zonnecollectoren), welke in de winter gebruikt kan worden om meer huizen te verwarmen. Deze techniek verhoogt de potentiële capaciteit van een inclusief WKO-net, maar vergt vaak een hoge investering. Toepassing zal dus afhangen van de situatie ter plaatse. Welke temperaturen zijn nodig voor verwarming en tapwater, wat is de (start)schaal van het initiatief en hoeveel ruimte is er beschikbaar in en rond het gebouw.
- Leveren van duurzame koude. Een WKO levert zowel warmte- als koude. In principe is het mogelijk om aan alle aangesloten gebouwen ook duurzame koude te leveren. Tegelijkertijd geeft dit extra investeringskosten en tegelijkertijd kansen voor het realiseren van een positieve businesscase door duurzame koude aan te bieden voor gebouwen met een grote koudevraag. Daarom is het interessant om te onderzoeken of de koude geleverd kan worden aan enkele specifieke (groot)verbruikers.
- Distributie. Het warmtenet kan op verschillende manieren worden ingericht. De meest voordelige (en duurzame) optie is een bronnet (<25 graden) waarmee goed geïsoleerd vastgoed kan worden verwarmd. Tegelijkertijd is het mogelijk om zowel centraal als decentraal de warmte verder op te waarderen (elektrische warmtepompen), zodat ook minder geïsoleerde woningen kunnen worden verwarmd.

2.2 WAT KUNNEN WE LEREN VAN VOORBEELDEN

Het samenvoegen van verschillende WKO-installaties tot een groter geheel is niet nieuw. Op verschillende locaties zijn al vergelijkbare projecten gerealiseerd. Voor dit onderzoek is gezocht naar voorbeelden waar lering uit getrokken kan worden. Drie projecten worden daarbij uitgelicht:

Milaan: warmte uit grondwater

In Milaan wordt warmte uit grondwater gebruikt om grote warmtepompen te voeden: hierbij wordt met een hoog rendement een warmtenet naar 85 graden Celsius opgewarmd, welke vervolgens op grote schaal (200.000 WEQ) duurzame energie levert. Hierbij is van een probleem (overschot grondwater) een deugd gemaakt, en is voorkomen dat door de hele binnenstad luchtwarmtepompen geplaatst moesten worden. Door de grote schaal is het mogelijk om kosteneffectief de laagwaardige temperatuur op te waarden naar niveaus waar ook minder goed geïsoleerde gebouwen mee verwarmd kunnen worden. Daarbij wordt ook het warmtenet in een rap tempo in het historische centrum gerealiseerd doordat het (stads)bestuur hier hoge urgentie aan heeft gegeven.

Leerpunten:

1. Schaal maakt een hoge temperatuur sprong haalbaar waarmee minder goed geïsoleerde gebouwen in het bereik komen.
2. Met voldoende urgentie is een historische binnenstad in rap tempo aan te sluiten.

TU Delft: semi-collectief met gefaseerde uitbouw

Bij de campus van de TU Delft wordt gebruik gemaakt van een semi-collectief WKO-net die gefaseerd is gerealiseerd en verder wordt uitgebreid. Hierbij wordt gebruik gemaakt van slimme uitwisseling en seizoensopslag. Door het bodemenergieplan en intelligente sturing (o.b.v. monitoring) is een verdubbeling van het aanbod gerealiseerd, waar ook bronnen tot wel 20 jaar oud worden gebruikt. Ook wordt slim gebruik gemaakt van het hoge temperatuur warmtenet door deze in te zetten voor het vastgoed wat minder goed geïsoleerd is en gebouwen die dat wel zijn over te zetten op het WKO-net.

Leerpunten:

1. Verdubbeling aanbod i.c.m. bodemenergieplan en intelligente sturing op vraag en aanbod
2. Grote verscheidenheid aan warmtevraag en kwaliteitsniveaus aan te sluiten op een WKO-net
3. 20 jaar 'oude' bronnen nog in conditie
4. Slim benutten warmtenet als transitie naar lage temperatuur netten

Laakhavens: Gebieds WKO

Een grote WKO-voorziening levert duurzame energie aan +/- 4.000 woningequivalenten, met een reservering voor aansluiting tot 10.000 woningen. Collectiviteit is bij dit initiatief al in een vroeg stadium van de planvorming omarmt.

Leerpunten:

1. Reservering voor meerdere gebouwen op de WKO tot 10.000 woningequivalenten.
2. Sturing op (organiseren van) collectiviteit zinvol vanaf Nota van Uitgangspunten



Milaan

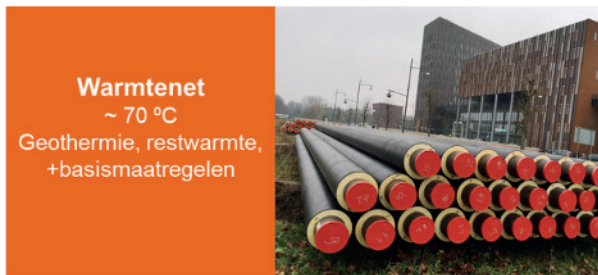


Delft



Laakhavens

Hoge temperatuur



Lage temperatuur



Collectief systeem

Individueel systeem

Figuur 10 - Overzicht infrastructuren

2.3 WAT ZIJN DE ALTERNATIEVEN

Er zijn vele oplossingen denkbaar om de gebouwde omgeving te kunnen verwarmen. Deze vele varianten kunnen worden samengevat door te kijken welke infrastructuur daarvoor nodig is om de warmte naar de gebouwen te kunnen brengen. Er zijn op hoofdlijnen 3 verschillende energie-infrastructuren denkbaar om de gebouwde omgeving te kunnen verwarmen:

- **All-electric:** verwarmen en koken met gebruik van elektriciteit. In de woning wordt veelal gebruikgemaakt van een warmtepomp om de elektrische energie efficiënt te gebruiken.
- **Gasnet in wijk wordt ingezet om de woningen te verwarmen.** Een gasinfrastructuur gevoed met hernieuwbare gassen in combinatie met een gasketel en bij voorkeur een elektrische warmtepomp. Deze combinatie is nodig om ervoor te zorgen dat de schaarse hernieuwbare gassen (wat geldt voor zowel waterstofgas als biologische gassen) zo efficiënt mogelijk worden ingezet.
- **Collectieve warmtevoorziening** in de vorm van een warmtenet, waarbij in de meeste gevallen warm water met een temperatuur van 70°C aangevoerd wordt tot bij het gebouw of de woning. Er zijn ook warmtenetten waar het temperatuurniveau lager is gekozen als het vastgoed daarvoor geschikt is. Een WKO-net kan gezien worden als een variant in deze categorie die een zeer lage temperatuur water (brontemperatuur en om die reden ook bronnet genoemd) rondpompt. Per energie infrastructuur volgt een korte beschrijving.

2.4 ALL-ELECTRIC

'All electric' betekent dat er alleen een elektriciteitsnet naar het gebouw toe komt. Als dat het geval is, dan is er een warmte-opwekinstallatie in de woning of het gebouw nodig die alleen elektriciteit gebruikt. Uitgaande van de huidige stand van de techniek kan je alleen met warmtepompen of infrarood verwarmen als de woningen minimaal op het basisisolatieniveau is, waarbij de warmtevraag voor ruimteverwarming 65 kWh/m² of lager is. Bij warmtepompen moeten vaak ook de radiatoren vervangen worden door laagtemperatuur radiatoren. Er zijn warmtepompen die lucht gebruiken als warmtebron (lucht-water-warmtepompen) en die water gebruiken als warmtebron (water-water-warmtepompen). Een lucht-water-warmtepomp gebruikt als bron bijvoorbeeld buitenlucht. Een water-water-warmtepomp gebruikt als bron bijvoorbeeld bodemenergie (WKO of bodemlus) of warmte uit zon (zonthermie). Bij kantoren is vooral de gebouwschil en gebouwinstallatie van belang. Het gebouw is eenvoudiger aan te passen naar laagtemperatuur systemen als het gebouw is uitgerust met luchtbehandelingsinstallaties en lage temperatuur systemen zoals vloerverwarming.

Voor het benutten van energie uit buitenlucht is ook een buitenunit nodig. Voor het benutten van warmte uit de bodem moet er een bodemlus geboord worden onder de woning of in de tuin. Eventueel kan ook nog de zon worden benut door het toepassen van zon thermische panelen op het dak of in de gevel.

All-electric: massaal toepassen, of toch minder interessant?

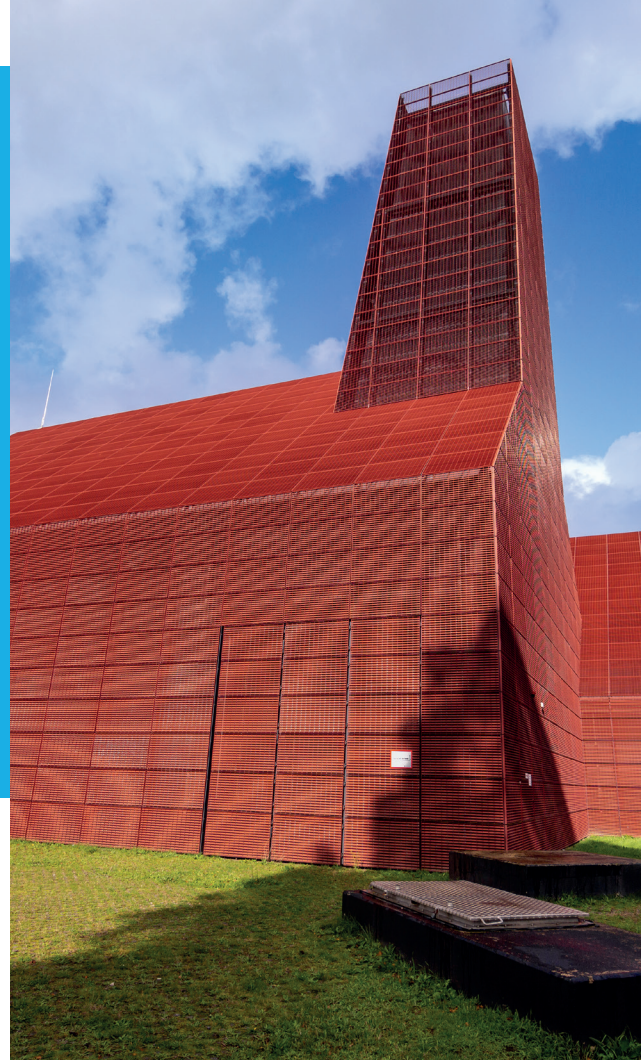
Bij aardgasvrij bouwen wordt al snel gedacht aan (lucht)warmtepompen. Doordat warmtepompen individueel toe te passen zijn en elk gebouw een aansluiting heeft op het elektriciteitsnet, is deze oplossing toepasbaar in veel gevallen. Warmtepompen maken voor veel huiseigenaren de warmtetransitie een simpele klus; met een eenmalige investering zijn ze klaar. Deze oplossing kent echter een zeer hoge kostendrempel als de woning nog niet adequaat is geïsoleerd. Collectieve systemen zijn, mits goed toegepast, onder de streep aantrekkelijker door het schaalvoordeel. Bij grotere aantallen, denk daarbij aan meer dan 500 woningen, dalen de kosten sterk. Alleen geldt dit alleen als ook het overgrote deel, lees >80% meedoet.

Warmtenetten

Een warmtenet is een collectieve warmtevoorziening waarbij een infrastructuur van ondergrondse leidingen warm water vervoerd naar meerdere gebouwen tegelijkertijd. Om in een bestaande wijk een warmtenet te realiseren is er voldoende schaalgrootte, nabijheid en dichtheid van gebouwen nodig. Hoe hoger de temperatuur, die met de beschikbare warmtebron kan worden geleverd, hoe eenvoudiger de schaalgrootte kan worden bereikt, omdat er dan meer woningen geschikt zijn om aan te kunnen sluiten. Woningcorporaties kunnen makkelijker de benodigde schaal bereiken dan particuliere woningeigenaren.

De bestaande netten in oudere wijken leveren een temperatuur van maximaal 90°C aan de woningen en gebouwen (hoog temperatuur). Nieuwere wijken zijn beter geïsoleerd. De aanvoertemperatuur is daar dus lager, circa 70°C (midden temperatuur). Bij nieuw te bouwen wijken kan worden overwogen om de aanvoertemperatuur verder te verlagen naar 40°C (laagtemperatuur). Bij woningen moet dan wel een aanvullende boostervoorziening geplaatst worden in de woning voor warm tapwater (55°C). In de praktijk zien we dat daarom bij nieuwbouwwoningen vaak wordt gekozen voor een midden temperatuur warmtenet.

Bij een warmtenet komt er per gebouw of cluster van eengezinswoningen of kleinere gebouwen een afleverstation. Hier kan de temperatuur worden



geregeld. De temperatuur van het net kan dus lokaal worden verlaagd als een gebouw daarvoor geschikt is.

In de gemeente Den Haag is het mogelijk om voor de bestaande bouw nieuwe netten te realiseren met een maximale aanvoertemperatuur van 80-90°C door de aanwezigheid van hoogwaardige restwarmte. Hoogwaardig in de zin van het temperatuur niveau waarmee zonder grote isolatieopgave gebouwen significant verduurzaamd kunnen worden. Deze restwarmte is echter niet CO₂ neutraal en op termijn ook niet CO₂ neutraal te krijgen. Ook kan diepe geothermie naar verwachting deze temperatuur leveren. Het advies is om dan wel afspraken te maken met de vastgoedeigenaren dat de woningen voor bijvoorbeeld uiterlijk in 2030 naar een bepaald isolatieniveau gebracht zijn, zodat de aanvoertemperatuur vanuit het warmtenet op termijn verlaagd kan worden. Op locaties waar alleen bronnen van lagere temperaturen beschikbaar zijn, is het alleen efficiënt als er direct gestart wordt met warmtenetten met een aanvoertemperatuur van maximaal 70°C (midden temperatuur).

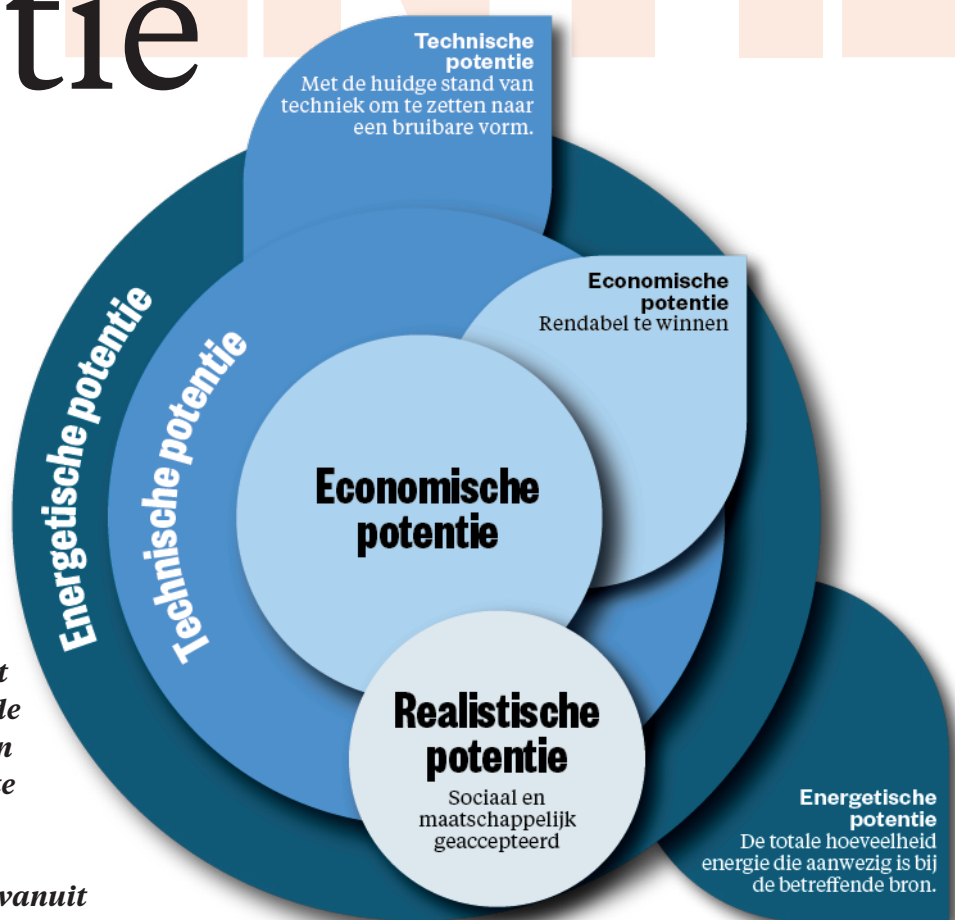
Warmtenetten: Wat maakt een warmtenet uniek?

- **Overall toepasbaar voor elke woning...** De kracht van een warmtenet is dat deze, net als bij gas, eigenlijk vergelijkbaar is met de bekende CV-ketel en dat biedt voordelen voor wat betreft de toepasbaarheid. Doordat hoogwaardige warmte wordt geleverd kunnen ook slecht geïsoleerde woningen van warmte worden voorzien. Bij een warmtenet op hogere temperaturen kan dus iedereen meedoen.
- **...maar lang niet altijd geoptimaliseerd.** Daar staat tegenover dat deze hoogwaardige warmte niet altijd nodig is voor beter geïsoleerde panden. Alternatieven zoals een WKO-net kunnen hier efficiënter de benodigde warmte leveren.
- **Monopolie en de Warmtewet 2.0.** Een angst bij warmtenetten is vaak de monopoliepositie die de warmteleverancier geniet. In de Warmtewet (en hoogstwaarschijnlijk in de aankomende Warmtewet 2.0) zijn regelingen opgenomen om misbruik te voorkomen. Toch heersen er vaak zorgen over de afhankelijkheid van één partij voor de energielevering, zeker als het om de grotere warmtenetten gaat die een warmtevraag invullen van meer dan 1.000 woningequivalenten.
- **“Duurzaam”.** Is de energie van een warmtenet duurzaam? Dat hangt af van waar de warmte vandaan komt. Veel warmtenetten worden gevoed met restwarmte, zoals industrie of afvalverbranding. Aan de ene kant benut je energie die anders verloren zou gaan (duurzaam), aan de andere kant is de energieproductie absoluut niet CO₂-vrij. Als we écht klimaatneutraal willen worden, moeten we op zoek naar andere bronnen van warmte, zoals WKO.

OP ZOEK NAAR realistische potentie

Figuur 11 Overzicht gelaagdheid in potenties. Deze potentiëstudie richt zich op een eerste energetische (theoretische) en de technische potentie; en waar mogelijk wordt realistische potentie aangehaald.

Om de potentie van oplossingen op waarde in te kunnen schatten onderscheiden we verschillende niveaus (Figuur 10). Het theoretische of energetische potentieel geeft aan of een WKO-net toepasbaar kan zijn. Is er voldoende energie in de bodem beschikbaar en wordt voldaan aan de belangrijkste criteria die met bureauonderzoek te achterhalen zijn? Technische potentie gaat in op wat mogelijk is vanuit de techniek, en het economische potentieel geeft aan of er een positieve businesscase te behalen is. Tot slot geldt het maatschappelijk haalbaar potentieel voor het deel dat ook echt haalbaar is en maatschappelijk geaccepteerd wordt. In sommige gevallen kan hieruit komen dat een oplossing maatschappelijk gewenst is, maar niet direct winstgevend is (economisch potentieel). Door de oplossing op de verschillende niveaus van potentie te analyseren ontstaat er een genuanceerd beeld of een WKO-net potentieel heeft.



Om de potentie te bepalen voor een inclusief WKO-net in Den Haag geven we een eerste antwoord op de belangrijkste vragen:

1. Kan een WKO-net voldoende energie leveren om clusters in Den Haag van duurzame warmte te voorzien?
2. Waarom bouwen we een dergelijk WKO-net niet nu al? Waar liggen de valkuilen?
3. Waar liggen de kansrijke combinaties om een inclusief WKO-net te starten?

3.1.1 Waar haalt het WKO-net de warmte vandaan?

Het inclusieve warmtenet levert duurzame warmte, en maakt het mogelijk om door slimme koppelingen tussen gebouwen kansen te creëren voor energie-uitwisseling en besparing. De effectieve energie(winst) of meerwaarde komt voort uit drie aspecten:

1. Optimaal benutten overschot gerealiseerde WKO-capaciteit.
2. Uitmiddelen warmte-overschotten en tekorten tussen aangesloten gebouwen.
3. Extra WKO-capaciteit voor het warmtenet.

Van elk van deze aspecten is becijferd wat de potentie is.

Optimaal benutten overschot gerealiseerde WKO-capaciteit.

Op basis van data van verschillende WKO's is berekend dat gemiddeld 59% van de gerealiseerde WKO-capaciteit niet wordt benut. Deze berekening is gedaan op basis van de geschatte jaarlijkse debieten van de WKO ten opzichte van de vergunde debieten. Dit komt overeen met eerdere expert overleggen, waarin naar voren kwam dat WKO's vaak sterk worden overgedimensioneerd om voldoende capaciteit te kunnen borgen. Als we de WKO's uit het studiegebied zouden aansluiten op het bronnet en het overschot volledig wordt benut dan kan voldoende extra warmte worden geleverd voor circa 3.600 woningequivalenten aan warmtevraag.

Uitmiddelen warmte-overschotten en tekorten tussen aangesloten gebouwen.

Het bronnet maakt het mogelijk om pieken en dalen in warmte- en koudevraag en aanbod op te vangen en op te slaan in de grond. Hierdoor wordt de totale warmte- en koudevraag uitgemiddeld, zowel over tijd (seizoenen) als tussen gebouwen (verschillende warmteprofielen). Dit uitmiddelen leidt tot een afname van de totale warmte- en koudevraag; deze besparing is ongeveer 10% en betekent dat voor elke 10 woningequivalenten die worden aangesloten een extra woningequivalent van duurzame warmte- en koude kan worden voorzien.

Extra WKO-capaciteit voor het warmtenet.

Indien gewenst kan er ook extra WKO-capaciteit worden gerealiseerd. In sommige gevallen kan dit efficiënter zijn dan het aansluiten van

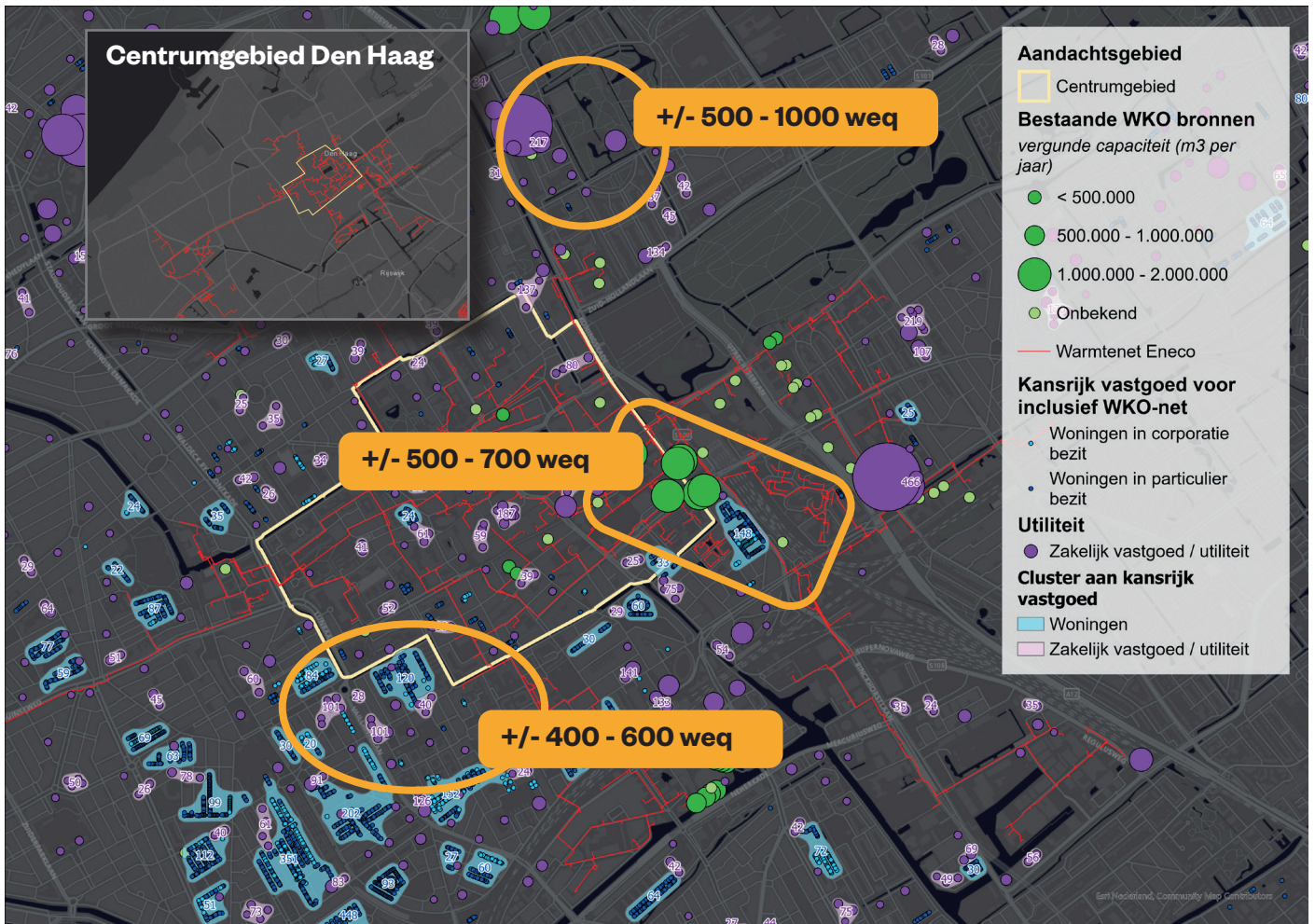
bestaande WKO's. Het kan voordeliger zijn om één grote installatie aan te leggen dan een WKO-net aan te sluiten op meerdere bestaande WKO-installaties (schaalvoordeel). Zo ontstaan kosten per aansluiting en moet bestaande infrastructuur mogelijk worden opgeschaald. Daarnaast kan bij een nieuwe WKO de afstand tot de vraag worden geminimaliseerd. Vanuit een expertverkenning blijkt dat er meer dan voldoende capaciteit beschikbaar is om extra WKO-capaciteit aan te leggen (zie Bijlage A).

Vanuit de aanbodzijde kunnen we concluderen dat er (meer dan) voldoende capaciteit beschikbaar is voor een WKO-net om een substantiële hoeveelheid duurzame warmte te leveren aan woningen en gebouwen in- en rondom de binnenstad van Den Haag. In vervolgonderzoek of haalbaarheidsstudies moet dit verder worden verkend: lokaal kan de potentie verschillen, bijvoorbeeld door verbodsgebieden.

3.1.2 Waar brengen we de warmte naar toe?

Door middel van een modelanalyse is een inschatting gemaakt waar de warmte naar toe kan worden getransporteerd. Dit model werkt met het identificeren van kansrijk vastgoed aan de hand van haar geschiktheid voor lage temperatuur warmte. De berekeningen achter het model worden gevoed door openbare data (BAG, energiegebruik gegevens, modelwoningen) en kosten kentallen. Het model maakt het mogelijk een geautomatiseerde analyse uit te voeren naar gebieden met een hoge geschiktheid voor laagtemperatuur verwarming. De analyse houdt daarbij rekening met een variatie aan vastgoed zodat kan worden aangenomen dat zowel warmte als koudevraag kan worden afgenomen. Een groter WKO-net maakt het mogelijk om warmte en koude vraag verder te vereffenen in een gemiddelde temperatuur mits een balans tussen warmte en koude wordt gewaarborgd.

In Figuur 12 is het resultaat weergegeven van de analyse waar het kansrijke vastgoed voor aansluiting op een WKO-net is weergegeven. In bijlage A wordt het model nader toegelicht.

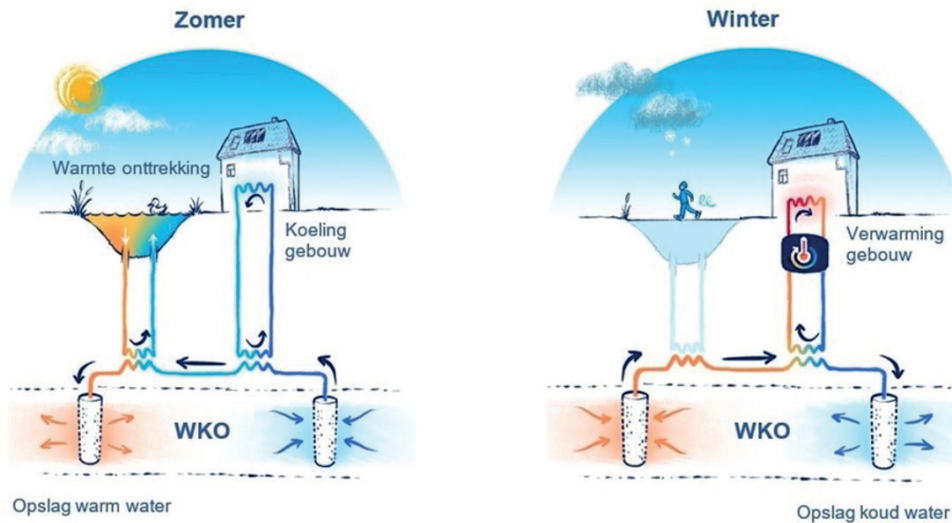


Figuur 12 Kansrijke gebieden voor aansluiting op een WKO-net in de binnenstad van Den Haag inclusief 3 aangewezen startkansen

Uit de analyse komt naar voren waar de verschillende grote bodemenergiesystemen zijn gelegen én waar het kansrijke vastgoed zich bevindt. Om de impact in kosten en de omgevingseffecten van de infrastructuur te beperken ligt het voor de hand om vooral naar gebieden te kijken waar vraag en aanbod nabij gelegen zijn, gecombineerd met voldoende schaal. Hierbij moet gedacht worden aan clusters met meer dan 200 woningequivalenten aan warmtevraag. In het centrumgebied zijn vooral combinaties te zien met utiliteitsbouw. Ten zuidwesten van de binnenstad zien we meer kansrijke clusters die zowel woningen als utiliteitsbouw bevatten.

Samenvattende bevindingen naar aanleiding van figuur 11:

1. Voor de binnenstad ligt de nadruk op het aansluiten van utiliteitsbouw op bestaande WKO-systemen. Hiermee kan op efficiënte wijze duurzame warmte aan een overzichtelijk aantal professionele partijen worden geleverd.
2. Voor woningbouw liggen de kansrijke clusters op enige afstand van de binnenstad. Technisch gezien is dit geen probleem, want er is sprake van lage energieverliezen. Echter is vanuit financiële en maatschappelijke haalbaarheid geredeneerd de grotere afstand een uitdaging door de ondergrondse ingrepen. Daarom is het in een dergelijke situatie goed om te inventariseren of het mogelijk is om nieuwe WKO-systemen bij deze clusters aan te leggen.
3. Het stadswarmtenet van Eneco is aangelegd in een behoorlijk aantal straten het centrumgebied en vormt daarmee de belangrijkste concurrent voor een (inclusief) WKO-net. Het stadswarmtenet beschikt namelijk over hoogwaardige warmte dat zeer geschikt is voor beperkt geïsoleerd vastgoed. Uit de voorbeeldprojecten uit paragraaf 2.2 kwam naar voren dat een warmtenet een belangrijke kan zijn als transitieoplossing. Gebouwen die beter geïsoleerd worden over tijd kunnen de transitie maken naar het WKO-net, zodat het warmtenet beschikbaar blijft voor minder geïsoleerde gebouwen.



Figuur 13 Schematische weergave van aquathermie in combinatie met een WKO(-net) om gebouwen te verwarmen. Bron: Waternet

3.1.3 Discussie potentie inclusief WKO-net Binnenstad Den Haag

Het WKO-net is technisch haalbaar. Tegelijkertijd moet er wel rekening worden gehouden met een aantal aspecten:

- **Theoretische en technische potentie.** De eerste indicatie van de technische potentie is positief; toch kan bij een hoger detailniveau blijken dat het daadwerkelijke warmteaanbod afwijkt. Een pilotproject in een van de kansrijke clusters kan hier meer duidelijkheid over scheppen.
- **Elektriciteitsnet.** Ook bij een WKO-net zal de warmte met elektrische warmtepompen worden opgewaardeerd om te voldoen aan een diversiteit in warmtevraag. Denk hierbij aan warmtapwater en gebouwen waarbij het slimmer is om de warmte op een hoger temperatuurniveau aan te bieden in plaats van een kostbare isolatieopgave. Hoewel de piekvraag van elektriciteit significant lager zal zijn, omdat meer gebruikers achter een installatie zijn gelegen en de gelijktijdigheid afneemt bij toenemend aantal aansluitingen, heeft dit een impact op het elektriciteitsnet die hoger is dan een meer traditioneel warmtenet. Daarom is het belangrijk om in de mogelijke uitrol van een pilotproject gezamenlijk op te trekken met de netbeheerder.
- **Complexiteit in uitvoering, maar organiseer experimenteerruimte om complexiteit te doorbreken.** Naar verwachting is het aansluiten van WKO's op het WKO-net een uitdaging; bestaande leidingen zijn mogelijk niet groot genoeg, WKO-eigenaren moeten

meewerken en operationele sturingstechniek moet worden geïnstalleerd. Het is daarom zinvol om deze mogelijke uitdagingen te onderzoeken aan de hand van een pilot. In een proefopstelling kan geleerd worden hoe bepaalde complexiteiten doorbroken kunnen worden. Op het gebied van techniek, maar ook qua organisatie. Een pilot is kan mogelijk kansrijk zijn bij verschillende grote WKO's, idealiter in eigendom van overheidsorganisaties. Een dergelijk onderzoek kan leiden naar de conclusie dat het voordelig is om nieuwe WKO's te realiseren in plaats van bestaande WKO's aan te sluiten.

- **Ondernemerschap en leiderschap.** In het licht van de potentie en de verwachte complexiteit in de succesvolle realisatie van een WKO-net is leiderschap en ondernemerschap nodig om een proefopstelling succesvol te maken. Bijvoorbeeld door een sturende rol vanuit de gemeente. Bij een succesvolle proefopstelling ontstaat een andere oplossingsrichtingen binnen de warmtetransitie in bestaand stedelijk gebied. Deze kan leiden tot toekomstbestendige vitale steden, waarbij het vergroten of bestendigen van bestaande ongelijkheid als gevolg van de energietransitie voorkomen wordt door inclusiviteit.
- **Startschaal inclusief WKO-net.** Een WKO-net wordt interessant wanneer voldoende schaal kan worden georganiseerd van vastgoed die binnen een periode van enkele jaren aangesloten kunnen worden. Binnen de bestaande bouw, maar ook binnen nieuwbouwoopgaven, wordt de (her)ontwikkeling of renovatie veelal

gefragmenteerd gerealiseerd. Collectieve oplossingen vragen om sturing met name door het organiseren van afstemming en regie op (her)ontwikkeling of renovatiemomenten. Bij voldoende schaal zijn collectieve systemen ook financieel in het voordeel in stedelijke omgevingen door de goedkoopste oplossing te zijn. Tezamen met de (inclusieve) voordelen van een WKO-net ontstaat een interessante propositie voor de gebouweigenaren.

- **Isolatiegraad.** De isolatiegraad van woningen is relevant voor het WKO-net: het bepaalt welk temperatuurniveau noodzakelijk is, en welke woningen aangesloten kunnen worden. Bij een toename aan isolatie kunnen de kansrijke clusters verder groeien. Daarin is samenwerking met onder andere de gemeente Den Haag, VVE's en woningcorporaties belangrijk om te blijven monitoren welk vastgoed stappen heeft gemaakt qua isolatie en mogelijk geschikt is voor aansluiting op een WKO-net.
- **Regeneratieopties zoals aquathermie.** Door met aquathermie of zonnecollectoren extra duurzame warmte te winnen en deze in een WKO op te slaan (in de zomer) kan in de winter meer duurzame warmte worden geleverd aan het net. Voor aquathermie geldt het aanvullende voordeel dat extra circulatie en verkoeling meestal een positief effect heeft op de waterkwaliteit. Omdat er in de binnenstad van Den-Haag sprake is van oppervlaktewater, is een scenario met aquathermie interessant om te verkennen (zie figuur 12).
- **Overbrugbare afstanden.** De infrastructuur die nodig is om de verschillende WKO-bronnen te koppelen is goedkoper te realiseren dan een gemiddeld warmtenet. Desondanks zal toch de straat voor een groot deel 'open' moeten om het nodige leidingwerk aan te leggen. De bijbehorende overlast en kosten vormen een uitdaging voor deze nieuwe aardgasvrije techniek. Om die reden moet goed worden gekeken naar of de afstanden tussen de WKO-bronnen overbrugbaar is. Er liggen mogelijkheden voor duurdere ingrepen zoals kabelgoten en verleggingen wat de overbrugbare afstand in kan korten. In een pilotproject kan de businesscase van dergelijke ingrepen onderzocht worden.

Waarom zijn we niet al lang hier mee bezig?

Als we puur naar de getallen kijken kan je al snel de vraag stellen waarom we niet al massaal WKO-netten aanleggen; de duurzame potentie is enorm, en in de basis maken we beter gebruik van reeds gerealiseerde installaties. Een belangrijke reden is de "gedoefactor" die is samen te vatten in drie onderdelen:

1. Het realiseren van een WKO-net is erg complex,
2. Er komen veel belangen bij kijken,
3. En het gaat om een ingrijpende verandering.

ROL GEMEENTE OM 'GEDOEFACOR' TE BEPERKEN

Voor een (particuliere) huiseigenaar is het installeren van een warmtepomp een kwestie van isoleren en een eenmalige investering; een relatief simpele handeling. Voor een collectief warmtesysteem, zoals een warmtenet is het aanzienlijk complexer. Een collectief warmtesysteem wordt gekenmerkt door veel stakeholders en verschillende deelbelangen. Een inclusief WKO-net is nog een stap verder: op het eerste gezicht lijkt het een simpel systeem, maar al snel komen discussiepunten en valkuilen naar voren (het "gedoe"). De gemeente kan een belangrijke rol spelen in de warmtetransitie en de transitievisie warmte beschrijft dat de gemeente Den Haag deze rol ook wil pakken. Op welke manier is daarbij de vraag. Daarvoor worden enkele uitdagingen verkend waar de gemeente een meer sturende rol kan pakken om de kansen voor een inclusief warmtesysteem voor elkaar te krijgen.

Energie in de bodem: wie het eerst komt, wie het eerst maalt

Bij de warmtetransitie is een van de aandachtspunten inclusiviteit. Voor schaarse duurzame bronnen, zoals de bodemcapaciteit of aquathermie, geldt in vele gevallen: wie het eerst komt, wie het eerst maalt. Terwijl voor een inclusief WKO-net juist collectiviteit een middel kan zijn om de schaarse energie (noodzakelijk) te verdelen. Voor een succesvolle realisatie van een inclusief WKO-net moeten keuzes worden gemaakt: gaan we voor maximale (financiële) efficiëntie, willen we meerdere warmtesystemen binnen een gebied in dezelfde ondergrond om beter om te kunnen gaan met schaarste? Of willen we de lokale duurzame bronnen eerlijk verdelen over de regio? Betaalt iedereen een vaste prijs, of is dit afhankelijk van

de aansluitkosten? Als de gemeente hier in een vroeg stadium een standpunt over in kan nemen geeft dit zekerheid aan bewoners én potentiële exploitanten.

Realisatie: een hoge investering en ingrijpende werkzaamheden en het financieren van de onrendabele top

Om een inclusief WKO-net aan te leggen moet er veel werk verzet worden. Mogelijk gefaseerde uitbouw, werkzaamheden in een drukke binnenstad en alle extra infrastructuur die benodigd is in de toch al drukke ondergrond. Er ligt al een warmtenet met aansluitingen. Ook binnen de potentiële gebouwenclusters. Vergelijken met een warmtenet zal het WKO-net complexer zijn. Zo is er namelijk niet één specifieke warmtebron die het WKO-net voedt, waardoor meerdere partijen deel uitmaken van de warmteketen. Verder moet per aan te sluiten WKO onderzocht worden of en welke aanpassingen vereist zijn. Daarom kan het slim zijn om eerst op kleinere schaal te beginnen mits het eindplaatje goed in beeld wordt gehouden.

Hierbij moet specifieke aandacht besteed worden aan of er ruimte is voor meerdere warmtesystemen die naast elkaar kunnen bestaan. Daarnaast moet meegewogen worden wat de bijdrage is van een nieuw systeem (inclusief WKO-net) ten opzichte van de reeds aanwezige stadswarmte. Met name onder de huidige marktomstandigheden, waarbij de gasprijs nog steeds de warmteprijs bepaalt, is het interessant om in een businesscase voor inclusief WKO-net de vergelijking te maken met het stadswarmtenet. En om daarmee te onderzoeken wat de bijdrage is aan de energietransitie als meerdere warmtesystemen naast elkaar bestaan. Mocht er een onrendabele top ontstaan voor het inclusieve WKO-net dan kan de gemeente, mogelijk en in samenwerking met andere overheidslagen, subsidies beschikbaar stellen. Op deze manier kunnen gebruikers en eigenaren worden overtuigd om in een inclusief WKO-net te investeren.

Afspraken, verantwoordelijkheden en zekerheid: hoe organiseer je een inclusief WKO-net met veel partijen?

Het vormen van de warmteketen is een uitdaging: bij een inclusief WKO-net zijn veel partijen betrokken. Dit is een kracht (gedeeld eigenaarschap), maar de vele deelbelangen maakt het ook lastig. De energieleverancier moet bijvoorbeeld afspraken maken met elke partij

die een WKO koppelt aan het WKO-net. Omdat de leverancier de verantwoordelijkheid draagt voor leveringszekerheid moeten deze afspraken voldoende concreet zijn. Daar komt bij dat meer risico vaak wordt doorbelast naar de klant: een complexere warmteketen met meerdere partijen is mogelijk duurder dan een warmtenet waarbij de exploitant alle bronnen bezit of beheert.

Daarbij kan de gemeente een meer sturende rol aannemen door in te zetten op het organiseren van collectiviteit. In algemeenheid kan gesteld worden: hoe meer aansluitingen achter de installatie hoe eenvoudiger het wordt om het geheel financieel haalbaar te maken. Daarnaast is het sturen op collectiviteit belangrijk als middel om de schaarse duurzame energie op een verantwoorde manier te verdelen. Een collectief net is primair voor de uitwisseling van energie op basis van vraag en aanbod. Met andere woorden als er op de plek zelf niet voldaan kan worden aan de vraag naar (hernieuwbare) energie moet je via leidingen de energie distribueren van de ene plek naar de andere plek. Een tweede reden kan zijn dat een collectief net zorgt voor het beter benutten van bronnen. Met name als de verschillende energieprofielen van de gebouwen binnen een net zorgen voor een betere balans. Deze reden komt in beeld wanneer er sprake is van schaarste van energie of als de verbinding een kleinere investering vergt, er voldoende schaal is, dan het ontwikkelen van een nieuwe WKO-bron.

Onder de huidige marktomstandigheden kampen veel mensen met energie-armoede. Het naast elkaar bestaan van verschillende energiesystemen (mix) kan in tijden van schaarste leiden tot lagere kosten voor een gebruiker. De gemeente kan ook hier een sturende rol aannemen door meerdere warmtesystemen in een bepaald gebied toe te staan.

Een ander aspect bij het gebruik van bodemenergie is dat bronnen elkaar negatief kunnen beïnvloeden als deze dicht bij elkaar zijn gelegen. Er kan bijvoorbeeld interferentie optreden. Ook ander ondergronds ruimtegebruik kan botsen met bodemenergie. In de ondergrond spelen namelijk meerdere belangen. Denk aan kabels en leidingen, (drink)water, enzovoorts. Daarom kan regie door de gemeente noodzakelijk zijn. Aanvullend beleid en regels voor (bodem) energiesystemen zijn dan nodig. De gemeente kan daar een omgevingsvisie

voor aanpassen om deze regie te organiseren. De uiteindelijke regels stelt de gemeente dan vast in het omgevingsplan en afgeleide verordeningen zoals algemene verordening kabels en leidingen, telecom verordening en verordening van de leefomgeving.

Organisatorische rugdekking

In de voorgaande paragraaf werd aangestipt dat het vormen van een warmteketen met name een organisatorische uitdaging is. Tegelijkertijd heeft het inclusieve WKO-net veel potentie gezien de bestaande bronnen, de koppeling van deze bronnen en de onbenutte capaciteit. De gemeente kan beleid opstellen, zodat het voor gebouweigenaren en ontwikkelaars makkelijker wordt om te investeren in een inclusief WKO-net en stadswarmte vrij te spelen voor andere gebruikers. Het beleid rond inclusieve WKO-netten kan erop gericht zijn om een aantal van deze netten te realiseren in het kader van de warmtetransitie. Uiteraard met bijbehorende middelen, zoals geld in de vorm van subsidies, maar ook wet- en regelgeving.

3.2 HOE KAN HET WEL?

Desalniettemin liggen er grote kansen om de potentie van een inclusief WKO-net te realiseren. Hieronder beschrijven we hoe en waarom het wél kan lukken.

Kleinschalig starten met potentiegebouwen... (aanbod)

Er zijn veel WKO-installaties in Den Haag die aangesloten kunnen worden, maar deze zijn eigendom van veel verschillende partijen (publiek én particulier). Dit geeft een logistieke uitdaging; hoe stemmen we af met de verschillende eigenaren? Door kleinschalig te starten bij enkele grotere WKO-installaties, idealiter in publiek eigendom (Rijksvastgoedbedrijf) kan er een snelle start worden gemaakt door veel capaciteit beschikbaar te maken met minimale afstemming.

... en met kansrijke clusters (vraag)

Ook als het WKO-net in de toekomst op grote schaal wordt toegepast, is kleinschalig starten geen slecht idee. Potentierijke clusters (hoge dichtheid vraag, goede isolatie, corporatiebezit) zijn relatief makkelijk te realiseren, terwijl ze wel ruimte bieden om kennis op te doen. Met voortschrijdend inzicht kan vervolgens worden opgeschaald (indien gewenst), waardoor op efficiëntere wijze een

grootschalig net wordt gerealiseerd. Op basis van de analyses en aandachtspunten zijn drie kansrijke clusters geïdentificeerd voor een eventuele pilot of start (figuur 12):

- a. Compacte combinatie WKO, utiliteit én woningbouw. Een veelbelovende locatie is het gebied "Uilebomen & Rivierenbuurt-Noord". In een zeer klein gebied is hier een grote vraag van zowel kansrijke utiliteitsbouw én woningbouw, en een grote nabijgelegen WKO-capaciteit die benut kan worden.
- b. Grote vraag utiliteitsbouw buiten invloed warmtenet. In gebied B is een grote warmtevraag van utiliteitsbouw geconcentreerd. Hier kan met beperkte infrastructuur een verbinding worden gelegd tussen de WKO's ten noorden (of ten zuiden). Daarmee wordt een grote verduurzamingsslag mogelijk.
- c. Kansrijke woningclusters. In het zuidwesten van het gebied zijn (veel) kansrijke clusters woningbouw en utiliteitsbouw geïdentificeerd. Bij voldoende afzet is een verbinding met de WKO-installaties in het centrum van het plangebied kansrijk, maar hier kan ook gekeken worden naar het aanleggen van nieuwe (grote) WKO-installaties.
- d. Geen ruimtelijke impact, want alles is onzichtbaar onder de grond. Het inclusieve WKO-net is vrijwel volledig ondergronds; en leidt zo niet tot een directe afname van de ruimtelijke kwaliteit in de omgeving. Zeker vergeleken met andere alternatieven (bv. zonnecollectoren, warmtepompen) zal het inclusieve WKO-net aantrekkelijker zijn. Daar staat tegenover dat de realisatie erg ingrijpend is: in plaats van een directe aansluiting op het net moeten de straat worden opengebrouwen om de infrastructuur aan te leggen. Ook zullen op verschillende locaties extra decentrale verdeelstations nodig zijn (eventueel voor extra opwaardering van de warmte), al is de ruimtelijke impact hiervan met de nodige voorzorgsmaatregelen, beperkt).

Geen ruimtelijke impact, want alles is onzichtbaar onder de grond

Het inclusieve WKO-net is vrijwel volledig ondergronds; en leidt zo niet tot een directe afname van de ruimtelijke kwaliteit in de omgeving. Zeker vergeleken met andere alternatieven (bv. zonnecollectoren, warmtepompen) zal het inclusieve WKO-net aantrekkelijker zijn. Daar staat tegenover dat de realisatie erg ingrijpend is: in plaats van een directe aansluiting op het net moeten de straat worden opengebrouwen om de infrastructuur aan te leggen. Ook zullen op verschillende locaties extra decentrale

verdeelstations nodig zijn (eventueel voor extra opwaardering van de warmte), al is de ruimtelijke impact hiervan waarschijnlijk beperkt.

3.3 OVERZICHTSTABEL VOOR- EN NADELEN INCLUSIEF WKO-NET

Onderstaande tabel geeft een beknopt overzicht van de voor- en nadelen van een inclusief WKO-net die hiervoor zijn beschreven ten opzichte van de eerder benoemde alternatieven (all-electric en stadswarmtenet).

OVERZICHT INCLUSIEF WKO-NET

Voordelen (t.o.v. alternatieven)	Nadelen
Optimale benutting capaciteit ondergrond (lokale bron)	Hoge organisatorische complexiteit
Verhogen leveringszekerheid door collectieve (back-up) capaciteit	Lagere efficiëntie bij hogere temperaturen van het WKO-net
Verhogen inclusiviteit (ook gebouwen met grotere onbalans worden aangesloten) ⁹	Systeemkeuzes met conflicterende belangen (betaalbaarheid vs. Inklusiviteit) ¹⁰
Mogelijkheid om duurzame bronnen te benutten om capaciteit verder te verhogen (aquathermie, zonnecollectoren...)	Juridische overwegingen (wie is broneigenaar, wie is verantwoordelijk)
Synergie met bestaande warmtenet door goed geïsoleerde gebouwen met het WKO-net te verwarmen (en zo meer capaciteit vrij te houden voor slecht geïsoleerde gebouwen) ¹¹	Hoge investeringskosten voor het bronnet
Verduurzaming warmtevraag	
Verbeteren ruimtelijke kwaliteit centrumgebied door het voorkomen van luchtkoeltorens en luchtwarmtepompen ¹²	
Verminderen hittestress (minder airconditioning en luchtwarmtepompen) ¹³	
Beperken piekbelasting elektriciteitsnet	
Bij inzet aquathermie: verbeteren stedelijke waterkwaliteit door koeling en verhoogde circulatie	
Met aandacht voor het pompsysteem kan een WKO ook benut worden als sprinkler systeem en daarmee de figuurlijke druk op het waternet verlichten.	

Tabel 2 Overzichtstabel voor- en nadelen inclusief WKO-net

⁹ Voorwaarden is dat er een bepaalde manier van regeneratie is. Bij voorkeur synergie in energieprofielen. Andere vormen van regeneratie vragen extra energie waardoor het de vraag is of collectiviteit de oplossing is en er niet beter voor een individuele oplossing gekozen moet worden.

¹⁰ Dit nadeel pleit voor slimme verbindingen vanuit een natuurlijk moment en wederzijdse afhankelijkheid. Beschikbare warmte voor een inclusief WKO-net moet, om het betaalbaar te houden, dicht in de buurt van de vraag liggen. De energievraag moet voldoende schaal (dichtheid) hebben ten aanzien van de investering. Een cluster kan zelf een nieuwe bron maken wat goedkoper is dan het realiseren van distributie.

¹¹ Het doelmatig inzetten van stadswarmte is met name interessant wanneer er sprake is van schaarse of andere voordelen voor de gebruiker. Een mix van lage- en midden

temperaturen in een gebied geeft verdere invulling aan het doelmatig inzetten van bronnen (koppelen van temperatuurregimes op de variatie van gebouwen met verschillende isolatieniveaus). Op dit moment is sprake van een lock-in situatie, waarbij alleen een beroep kan worden gedaan op het stadswarmtenet. Een mix van systemen draagt bij aan het zetten van stappen in de energietransitie.

¹² Om dit te voorkomen dient integraal gewerkt te worden. Architecten, die het gebouw ontwerpen, moeten samenwerken met installateurs projectontwikkelaars om in een vroeg stadium latere knelpunten te verhelpen.

¹³ Hoe de systemen (airconditioning en luchtwarmtepompen) worden ingezet bepaald de bijdrage die de systemen leveren aan de hittestress/ geluidsoverlast. Er zijn situaties, waarin dergelijke systemen een duurzame bijdrage leveren. Een meer structurele bijdrage aan hittestress is het aanplanten van groen en schilverbetering bij gebouwen.

4

VOLDOET EEN INCLUSIEF WKO-NET aan wat wij belangrijk vinden?

Dit hoofdstuk geeft inzicht in de resultaten en de totstandkoming van het afwegingskader voor het vergelijken van de verschillende opties om woningen en gebouwen in de binnenstad van Den Haag van duurzame warmte te voorziening.

De opties worden vergeleken op grond van een aantal criteria, geïnspireerd door het afwegingskader van Provincie Zuid-Holland. Met deze criteria zijn belangrijke onderwerpen voor de warmtetransitie, zoals betaalbaarheid en duurzaamheid, meegenomen in de beoordeling.

4.1 WAT VINDEN WIJ BELANGRIJK?

Er is een afwegingskader opgesteld om verschillende duurzame alternatieven met elkaar te vergelijken voor de binnenstad in Den Haag. Als uitgangspunt is het afwegingskader van Provincie Zuid-Holland genomen, waaruit de criteria “toekomstbestendigheid”, “betaalbaarheid” en “haalbaarheid” zijn overwogen.

In afstemming met de gemeente en het Rijksvastgoedbedrijf (ERDH) zijn deze criteria uitgebreid tot een conceptversie van het afwegingskader. De conceptversie is aangevuld op relevante criteria voor de algemene haalbaarheid (perspectief: alle stakeholders). Belangen van bewoners en private partijen scharen we hier onder. Vervolgens is een werkatelier georganiseerd, waar

betrokkenen zijn uitgenodigd om hun input op het concept te leveren. Deelnemers hebben hier een prioritering aangegeven van de criteria die het meest relevant zijn: deze zijn verwerkt in het afwegingskader als “belangrijk”. Ook is een controle uitgevoerd op de compleetheit van de criteria (kader omvat de gewenste belangen).

Bij de criteria is onderscheid gemaakt van kwantificeerbare criteria (welke objectief worden gescoord) en kwalitatieve criteria (welke tot in zekere mate subjectief zijn). In het werkatelier zijn voor de verschillende alternatieven ook direct de kwalitatieve criteria beoordeeld. De kwantificeerbare criteria zijn vanuit de analyses beoordeeld.

4.2 HOE TELT HET BIJ ELKAAR OP?

In Figuur 14 zijn de verschillende onderwerpen met bijbehorende criteria weergegeven. Voor een volledig overzicht van de uitgangspunten, zie Bijlage B.

Resultaten afwegingskader

Op basis van het afwegingskader zijn de verschillende opties beoordeeld. De eindscores zijn in figuur 14 afgebeeld. Alle criteria zijn gelijk gewogen. Ook is een beoordelingstoets gedaan waarbij de “belangrijke” criteria tweemaal is meegewogen. Dit maakt duidelijk welke oplossingen worden beïnvloed door hetgeen belangrijk worden gevonden.

		All-electric	WKO-net	Warmtenet
Kwalitatief		5,9	5,7	6,3
<i>Toekomstbestendig</i>	Flexibiliteit voor onvoorziene ontwikkelingen	8	5	4
	Leveringszekerheid	8	8	8
	Inclusiviteit (geschiktheid voor uiteenlopend vastgoed)	8	5	7
<i>Haalbaar</i>	Organiseerbaarheid	5	6	7
	Keuzevrijheid eindgebruiker	3	5	8
	Ruimtelijke kwaliteit: impact omgeving	4	5	7
	Omgevingseffecten	5	6	3
Kwantitatief		6,6	7,4	7,5
<i>Toekomstbestendig</i>	Systeem efficiëntie (CO2 Emissie/Duurzaamheid)	7	7	7
	Lokaleiteit, benutten lokale bronnen	6	8	7
<i>Haalbaar</i>	Beschikbaarheid	6	8	7
	Ruimtegebruik in de gebouwen	7	9	9
	Ruimtegebruik in de openbare ruimte	8	6	7
<i>Betaalbaar</i>	Investerings vastgoedeigenaar	6	7	7
	Laagste Maatschappelijke kosten warmteoplossing	7	7	8
	Impact elektriciteitsnet	6	7	8
Totaal score		6,2	6,5	6,9
Inclusief weging 'belangrijke factoren'		6,2	6,7	7,0

Figuur 14 Resultaten afwegingskader inclusief WKO-net ten opzichte van andere energieconcepten

4.3 DISCUSSIE EN CONCLUSIE

Het afwegingskader in het voorgaande hoofdstuk laat zien dat de verschillende energieconcepten relatief vergelijkbaar zijn. Voor zowel kwalitatieve als kwantitatieve criteria scoren het WKO-net en het warmtenet vergelijkbaar; voor het All-electric alternatief zijn de scores wel duidelijk anders, maar onder de streep is deze niet direct wenselijker. Voor een All-electric oplossing volgen de belangrijke kanttekeningen duidelijk uit het afwegingskader: effect op de ruimtelijke impact, keuzevrijheid (goede isolatie is vereist) en duurzaamheid. Het WKO-net en het warmtenet scoren vergelijkbaar in

het afwegingskader. De belangrijkste verschillen liggen in de complexiteit van het WKO-net (lastiger te realiseren, vraagtekens bij leveringszekerheid) en de nadelen aan het warmtenet (inclusiviteit en monopolie, duurzaamheid).

Op basis van de uitkomsten van de analyse en de vergelijking van het WKO-net met andere energieconcepten kan antwoord worden gegeven op de centrale vraag in dit potentieonderzoek: Wat is de potentie van een inclusief WKO-net voor de Binnenstad van Den Haag? Hierbij rekening houdend met de technische, organisatorische, financiële en juridische aspecten.

Dit onderzoek leidt tot de conclusie dat een inclusief-WKO net potentie heeft in de binnenstad van Den Haag en daarmee een interessant alternatief is voor een fossiele warmtevoorziening. De binnenstad van Den Haag kenmerkt zich als een hoogstedelijk gebied met een mix van verschillende gebouwtypes, zoals utiliteit en woningen gebouwd in verschillende periodes. Deze mix aan vastgoed en het bodempotentieel voor WKO levert een aantal kansrijke clusters op om in vervolgonderzoek toe te werken naar een businesscase en proefopstelling.

Dit onderzoek laat ook zien dat de realisatie van een inclusief-WKO net complex is, met een nadruk op het organisatorische aspect. Echter laat de huidige energiecrisis zien dat Europa en Nederland nog steeds te afhankelijk zijn van aardgas en daarmee een bijdrage leveren aan klimaatverandering. In het licht van deze ontwikkelingen is het daarom essentieel dat er vaart wordt gemaakt met de omschakeling naar duurzame energiebronnen met name op lokaal niveau waar de negatieve effecten van de energiecrisis ook het zwaarst worden ervaren.

Wegens een beperkte beschikbaarheid van al gerealiseerde bronnen voor duurzame warmte, het gebrek aan alternatieven, WKO als bewezen techniek en de huidige marktomstandigheden leidt tot de conclusie dat vervolgonderzoek naar een inclusief WKO-net in een proefopstelling nodig is. Dit gezien de bijdrage die een inclusief WKO-net in potentie kan leveren aan de verduurzaming van de gebouwde omgeving in Nederland. In het licht van deze potentie en de verwachte complexiteit in de succesvolle realisatie van een WKO-net is regie en ondernemerschap nodig om de proefopstelling succesvol te maken. Bij een succesvolle proefopstelling ontstaat een andere oplossingsrichtingen binnen de warmtetransitie in bestaand stedelijk gebied. Deze kan leiden tot meer toekomstbestendige en vitale steden, waarbij het vergroten of bestendigen van bestaande ongelijkheid als gevolg van de energietransitie voorkomen wordt door de inclusieve voordelen van een WKO-net.



Aanbevelingen

Uit het gesprek over het afwegingskader en de conclusie geven wij de volgende aanbevelingen mee:

1. Het inclusieve WKO-net lijkt op basis van dit potentieonderzoek vergelijkbaar met andere duurzame alternatieven en kan goed meekomen als alternatief meegenomen worden in toekomstige afwegingen. Zeker onder huidige marktomstandigheden.
2. Als belangrijkste onderwerpen volgen uit de criteria: leveringszekerheid, organiseerbaarheid, ruimtelijke impact, lokaliteiten en maatschappelijke kosten. Bij de mogelijke verdere uitwerking van een inclusief WKO-net in een pilotproject dienen dergelijke criteria integraal te worden meegenomen. Het liefst zo vroeg mogelijk.
3. In een vervolg moet een eerlijke en langetermijn afweging worden gemaakt van de alternatieven, waarin ook toekomstige ontwikkelingen worden meegenomen. Een risico met de warmtetransitie is dat de focus ligt op zo snel mogelijk de “quick-wins” pakken ligt, en hierdoor de volledige transitie steeds complexer wordt gemaakt (partijen vallen buiten de boot).

HOE GAAN WE VERDER?

Een inclusief WKO-net, waarin verschillende bodemenergiesystemen worden gekoppeld met een (Laag-Temperatuur) warmtenet, maakt het mogelijk om optimaal de bestaande lokale bronnen te benutten en grote hoeveelheden duurzame warmte te leveren aan zowel woningbouw als utiliteitsbouw. Zeker verschillende overheidsgebouwen in de binnenstad beschikken over een grote (onbenutte) capaciteit.

De belangrijkste voordelen van een inclusief WKO-net (volgend uit het afwegingskader) zijn het voorkomen van monopoliewerking (meerdere bronhouders, grotendeels in bezit van overheidsdiensten), opschaalbaarheid (meerdere kansrijke clusters van ca. 50-200 woningen zijn geïdentificeerd op korte afstand van elkaar) en verschillende comparatieve voordelen ten opzichte van het warmtenet (duurzamer, meer benutting lokale bronnen, meer macht bij stakeholders) en all-electric (lagere belasting elektriciteitsnet, geen effect op ruimtelijke kwaliteit).

Aandachtspunten bij het WKO-net volgen voornamelijk uit de hogere complexiteit van het uiteindelijke systeem vergeleken met alternatieven; zowel technisch (wat is de daadwerkelijke capaciteit) als organisatorisch (matchen vraag en aanbod, vormgeving warmteketen, afspraken en verantwoordelijkheden betrokken partijen). Net als bij andere warmteoplossingen is een haalbaarheidsanalyse van een geïdentificeerd cluster met meer detail vereist om realistische uitspraken te doen over de financiële haalbaarheid van het systeem; momenteel bestaan hier nog te veel onzekerheden.

Vervolgstappen inclusief WKO-net Den Haag: leiderschap en ondernemerschap als sturing door complexiteit

Dit potentieonderzoek concludeert dat een inclusief WKO-net zeker potentie heeft, en op basis van een eerste afweging, vergelijkbaar is met alternatieven. De analyse naar beschikbaarheid gecombineerd met de aanwezigheid van kansrijk vastgoed toont een concreet perspectief om stapsgewijs te groeien naar een groter WKO-net in Den Haag. De verwachting is dat de weg hiernaartoe niet zonder hobbels zal verlopen. Daarom is leiderschap en ondernemerschap nodig om door de complexiteit heen te sturen en de potentie van het inclusieve WKO-net te verzilveren

in een proefopstelling. Voor een vervolg adviseren wij de volgende stappen:

1. **Organiseer een doorlopend dialoog met de omgeving.** Een WKO-net is een oplossing met een grote impact op de omgeving als gevolg van de aanleg van de benodigde infrastructuur in de openbare ruimte. Daarbij is het speelveld complex door het grote aantal partijen die nodig is om de warmteketen in een inclusief WKO-net te organiseren. Denk hierbij aan de bronhouders (veel verschillende partijen die een WKO bezitten), warmtebedrijven (energieleveranciers voor het net) en de bewoners en bedrijven (afnemers). Hoe eerder in het proces partijen worden betrokken in de besluitvorming, hoe groter de kans dat deze eigenaarschap tonen en initiatief nemen voor een succesvolle realisatie.
2. **Onderzoek de technische capaciteit van de WKO's binnen de kansrijke clusters.** Dit potentieonderzoek toont een hoge waarschijnlijkheid op extra beschikbare capaciteit van een inclusief WKO-net. Dit is niet alleen gebaseerd op openbare data maar ook gebaseerd op informatie van gebouw eigenaren en informatie van de bodem (vooral uit het 1^e watervoerende pakket). Dat geeft richting aan de beschikbaarheid en de berekende potentie is in omvang zodanig groot dat ook bij toekomstige tegenvallers er naar alle waarschijnlijkheid voldoende beschikbaarheid overblijft. Binnen de kansrijkste clusters is vervolgonderzoek nodig om de daadwerkelijk beschikbaarheid te achterhalen. Hierbij adviseren wij in ieder geval de volgende onderzoeksvragen te verkennen:
 - I. Hoeveel extra capaciteit is aanwezig in het 2^e en 3^e watervoerende pakket (voor eventuele aanleg nieuwe WKO-installaties)? Op basis van een bureauonderzoek, eventueel aangevuld met proefboringen kan deze worden bepaald.
 - II. In hoeverre wordt de bestaande capaciteit benut? (Data verzamelen van bestaande WKO-installaties, inclusief technische specificaties, vergunde capaciteit en gebruiksdata).
 - III. Mogen bestaande WKO's in het 1^e watervoerende pakket worden uitgebreid? (In overleg met Provincie Zuid-Holland), zie ook punt (4).

- IV. Kan de disbalans tussen verschillende WKO-installaties worden samengenomen? (In overleg met Provincie Zuid-Holland)
- V. Welke kansen biedt het Bodemenergieplan voor de realisatie van een inclusief WKO-net?
- VI. Welke aspecten of beperkende factoren dienen te worden meegenomen bij een eventuele pilot? (bv. vergunningsoverwegingen).

3. Verken de mogelijkheden voor subsidie.

De businesscase van een inclusief WKO-net zal, net als andere collectieve systemen, afhangen van voldoende afzet. De toekomstige afname van warmtevraag (bijvoorbeeld door toenemende isolatie) vormt hier een risico voor. Om dit risico af te dekken zal subsidie vooralsnog voorwaardelijk zijn om een succesvolle start te maken (vanuit de markt). Door nu al te verkennen of een subsidie mogelijk is, en zo ja, onder welke voorwaarden, wordt het eerder aantrekkelijk gemaakt voor potentiële warmtebedrijven om mee te doen.

4. Bepaal de aanvullende potentie van het eerste watervoerende pakket in overleg met de provincie Zuid-Holland. Diepe boringen hebben een prijskaartje; vanuit de businesscase is het vooral interessant om het eerste watervoerende pakket optimaal te benutten. Hoewel de provincie Zuid-Holland een algemeen verbod heeft opgenomen, kan een Bodemenergieplan een uitzondering mogelijk maken. Daarom is het raadzaam om in overleg met de provincie Zuid-Holland te onderzoeken of een inclusief WKO-net een verantwoorde invulling geeft aan de gedeelde ambities om de ondergrondse potentie optimaal te benutten (zowel bestaande als nieuwe installaties). Door met dit initiatief met een bredere, integrale blik naar de WKO's in het plangebied te kijken, kunnen kansen uit onmogelijkheden worden gecreëerd.

5. Stel integrale businesscases op voor de benodigde partijen in de warmteketen. Werk vervolgens integrale businesscases uit voor de relevante partijen. Er kleven veel onzekerheden aan een inclusief WKO-net die effect hebben op de (financiële) haalbaarheid. Denk hierbij aan de noodzakelijke aanpassing aan gebouwen om een WKO-net mogelijk te maken, de

hoeveelheid afnemers, regeneratiemethoden (bv. aquathermie of restwarmte uit het warmtenet). Om af te wegen of het inclusieve WKO-net een voorkeursalternatief moet zijn, is het opstellen van realistische businesscases voor alle partijen in de warmteketen van belang voor een gedragen vervolg.

- 6. Inzet op coalitievorming.** Collectieve oplossingen zijn gebaat bij een zo'n groot mogelijke warmtevraag achter de oplossing. Per afnemer kunnen de kosten zo maximaal worden uitgesmeerd (en laag mogelijk worden gehouden). Verder is een grote schaal voordelig voor de dimensionering van het WKO-net; hoe meer afnemers, hoe lager het gemiddelde benodigde vermogen (gelijkmatiger verdeelde piek van warmtevraag). Hierdoor wordt ook de druk op het elektriciteitsnet minder en worden (maatschappelijke) kosten bespaard.
- 7. Realiseren van een eerste inclusief WKO-net.** Gezien de aanknopingspunten voor zowel het aanbod als het de vraag ligt het voor de hand om een project te initiëren op kleinere schaal (gericht op +/-2 WKO-installaties in een van de getoonde clusters) om de haalbaarheid uit te werken en de businesscase te beproeven. De geïdentificeerde kansrijke clusters zijn hiervoor de basis die in volgorde afgelopen kunnen worden. Door eerst op kleine schaal te beginnen kunnen de relevante inzichten op efficiënte wijze worden verkregen, en als een eventuele grootschalige toepassing wenselijk is, een sterke basis vormen voor het vervolg.

TOELICHTING

potentie-analyse

In dit potentieonderzoek is de technische potentie van een inclusief WKO-net ingeschat met verschillende analyses. Hieronder wordt de methodiek toegelicht.

Potentie bestaande warmte-koudeopslag

De gemeente Den Haag heeft informatie van het energieverbruik van verschillende overheidsgebouwen aangeleverd, waaronder data over de benutting van de WKO's. Verder is gebruik gemaakt van de gegevens waar Over Morgen over beschikt (o.a. op basis van publieke bronnen, zoals vergunde WKO-capaciteiten). Hierbij is vervolgens onderstaande aanpak toegepast:

1. Identificeren van WKO's in de dataset van gemeente Den Haag en de vergunningsdata.
2. Bepalen van huidige onttrekking WKO's. Hierin is een technische aanname gedaan over het geschatte temperatuurverschil (5 graden).
3. Vergelijken van benutte WKO-capaciteit met de vergunde (maximale WKO-capaciteit).
4. Onder de aanname dat de huidige situatie wettelijk is (energiebalans in de grond), mag zonder regeneratie enkel evenveel warmte als koude worden onttrokken. Omdat het primair om de warmtevraag gaat is de helft van deze capaciteit mogelijke extra onttrekking voor een inclusief WKO-net.

In de dataset van gemeente Den Haag en de openbare data van open WKO's overlappen zeven installaties (data van zowel gebruik als de vergunde debieten). Deze installaties variëren met een gemiddelde warmtelevering van ca. 900 tot 7000 GJ/jaar. Hierbij is aangenomen dat deze representatief zijn voor middelgrote-grote WKO-installaties. Vergeleken met de vergunde debieten

wordt slechts 41% van de vergunde capaciteit benut; gemiddeld kan er dus nog 59% extra capaciteit uit de WKO worden gehaald, waarvan 30% naar warmtelevering gaat.

De toepassing van deze vuistregel op de bekende WKO's in het plangebied, onder de aanname van een temperatuurverschil van 5 graden, geeft een totale potentiële capaciteit van 98750 GJ/jaar, oftewel ca. 3600 huishoudens.

Hierbij geldt dat de capaciteit hoger wordt als er WKO's ter beschikking worden gesteld die nog niet in de publieke data staan geregistreerd. Verder is het van belang dat ook koude wordt onttrokken (balans).

Uitmiddelen warmte- en koud overschotten

Een van de voordelen van een WKO is dat de warmte- en koudevraag door het jaar heen worden "platgeslagen". Gebouwen die eerder geen toegang hadden tot een WKO (bv. te duur) worden nu wel aangesloten, hierdoor kunnen grootschalig de warmte- en koudevraag jaarrond worden uitgemiddeld. In Nederland is de gemiddelde warmtevraag van een woning circa 11 keer zo groot als de koudevraag. Vanwege de balans van de WKO betekent dit concreet dat het grootschalig aansluiten van afnemers van warmte- én koude, betekent dat voor elke 11 woningen die ook koude onttrekken, warmte kan worden geleverd aan een extra afnemer. Hier geldt wel het aandachtspunt dat regeneratie vereist is om de balans te bewaren.

Potentie uitbreiding van de WKO-capaciteit

Een eerste verkenning van de capaciteit in het 2^e en 3^e watervoerende pakket is uitgevoerd met behulp van (grove) aannames en de verwachting voor de opbouw van de ondergrond (deze is nog erg onzeker). Voor twee zoekgebieden (A en B) is de capaciteit ingeschat.

Voor gebied A en B is de capaciteit van de ondergrond in het 2^e en 3^e watervoerende pakket als volgt:

- Gebied A: 4.566.907 GJ/jaar
- Gebied B: 1.881.768GJ/jaar

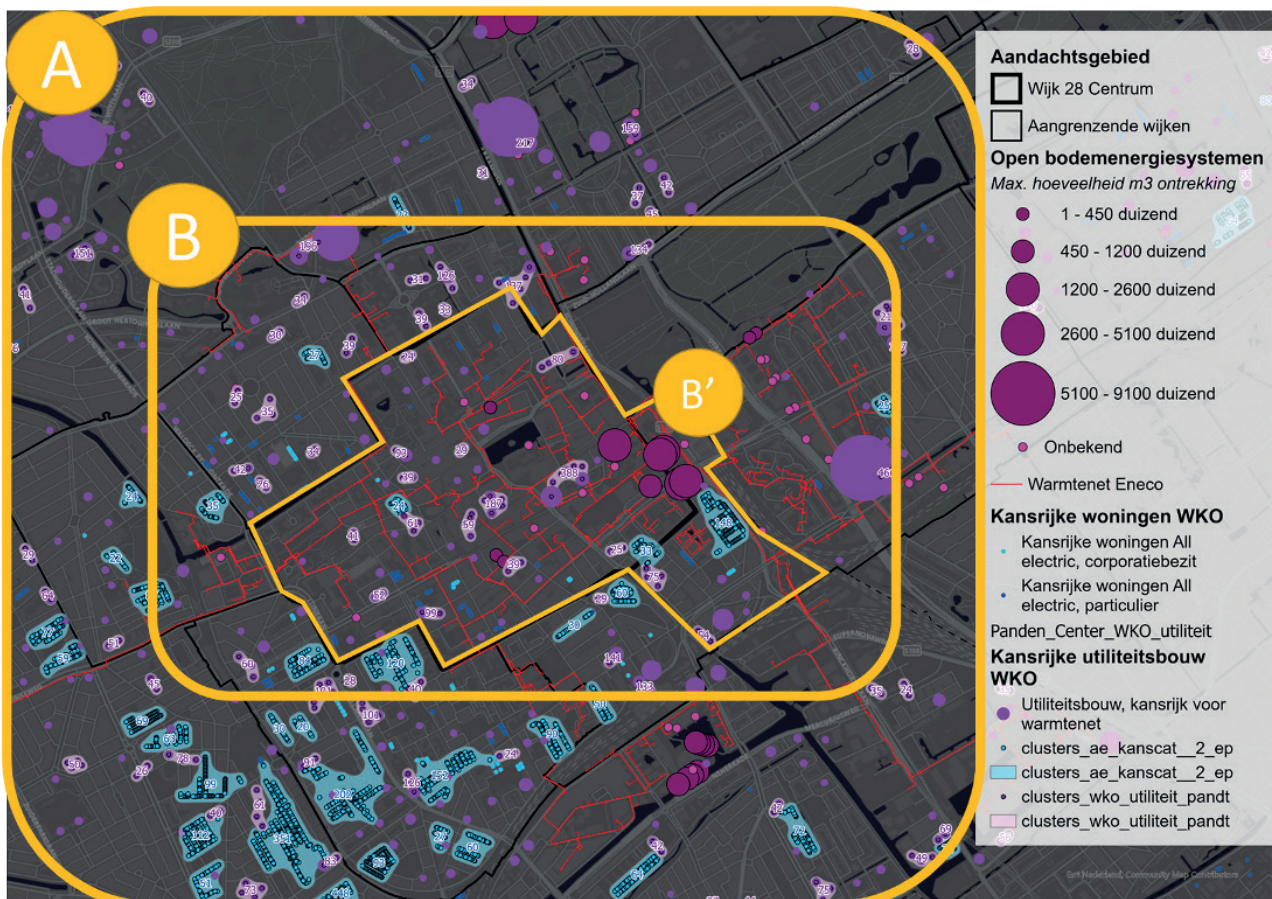
Hierbij zijn de volgende uitgangspunten van toepassing:

- De WKO-systemen kunnen geplaatst worden in het 2^e en 3^e watervoerende pakket door gebruik te maken van meerdere filters. Er is ervan uitgegaan dat elke bron geplaatst wordt in de beschikbare watervoerende lagen tussen de slechtdoorlatende lagen. De geologische formaties waaruit deze watervoerende pakketten bestaan zijn Peize Waalre en Maassluis tot en met Maassluis-zand3. Doorlatendheden en diktes van lagen zijn bepaald met het geologische model REGIS II v2.2;

- Er kan niets geplaatst worden in en rond het grondwaterbeschermingsgebied in het noorden van zoekgebied A;
- De thermische straal van een bron is bepaald door middel van de formules uit Bijlage 4 van Protocol 11001, behorende bij BRL 11000 van het SIKB;
- Er is niet uitgegaan van thermische stralen die elkaar overlappen. In werkelijkheid kan dit plaatsvinden en kan de capaciteit toenemen;
- Er is aangenomen dat er systemen geplaatst mogen worden in de ondergrond in Het Haagse Bos en in de Scheveningse Bosjes (aardkundige waarden);
- Er is aangenomen dat er om de archeologische monumenten in de binnenstad heen geboord kan worden;

Concreet betekent dit dat er in principe meer dan voldoende mogelijkheid bestaat om extra capaciteit te realiseren.

Figuur 15 Zoekgebieden WKO-capaciteit ondergrond.



KWANTITATIEVE uitgangspunten

Modellering

Voor de analyse is een ruimtelijk GIS model uitgewerkt dat geschreven is in Python 3. Het model maakt voornamelijk gebruik van de ArcPy library en maakt daarnaast gebruik van enkele PostGIS-libraries. De basis voor het modelontwerp is een database van gebouwen. Deze database is gebaseerd op de Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG) van het Kadaster. Deze gebouwendatabase is verrijkt met gegevens uit verschillende bronnen. Ook is informatie toegevoegd op basis van kentallen.

De gebouwendatabase bevat zodoende van ieder gebouw in Nederland informatie over onder andere:

- Bouwjaar en bouwtype
- Buurtkenmerken, zoals bebouwingsdichtheid
- Gemodelleerd energieverbruik en energieprestatie, gevalideerd met werkelijke verbruiksgegevens
- Investeringsbandbreedtes voor verschillende bouwkundige en energetische maatregelen
- Bandbreedtes voor kosten en besparingen

Brondata

Het model maakt vrijwel geheel gebruik van open data uit betrouwbare bronnen, zie tabel 2.

BRONHOUDER	BRON	DATASET
CBS	Wijk- en Buurtkaart	Buurtgeometrie
	Energielevering aan woningen en bedrijven naar postcode	Energieverbruiken per postcode-6
Regionale netbeheerders	Kleinverbruiksdata	Energieverbruiken per postcode-6
Kadaster	Basisregistratie Adressen en Gebouwen	<ul style="list-style-type: none"> • Pandgeometrie • Oppervlaktes • Gebouwfuncties • Bouwjaar
	Basisregistratie Topografie (TOP10NL)	Terreingeometrie (voor berekening bebouwingsdichtheid)
Over Morgen		Energetische kengetallen en kostenkentallen op basis van eigen kennis en ervaring.

Tabel 2: overzicht van gebruikte brondata in het model

De gebouwendatabase is verrijkt met kengetallen over investeringskosten en operationele kosten en opbrengsten en een realistische besparingspotentie. Met deze kengetallen worden de warmteopties per buurt berekend. Het WTM maakt de warmteoptie met de laagst maatschappelijke kosten per buurt inzichtelijk. Kentallen worden bij woningbouw toegekend op basis van een woningtype - en bouwjaarcombinatie. Dit wordt een sleuteltype genoemd.

Bij utiliteitbouw worden de sleuteltypes bepaald op basis van energielabel en functie. Als er geen energielabel aanwezig is, dan wordt het sleuteltype bepaald op basis van het bijhorende bouwjaar. Daarnaast maakt het model nog onderscheidt tussen voor- en naoorlogs vastgoed.

Bouwkundige niveaus voor het bepalen van de warmtebehoefte + kwaliteitsniveau

Het model rekent met vier bouwkundige niveaus. Een technische verdieping bij deze niveaus is op navraag beschikbaar

- Bestaande situatie (meer dan 80 kWh/m² ruimteverwarming)
- Minimumniveau (max. 80 kWh/m² ruimteverwarming)
- Basisniveau (max. 65 kWh/m² ruimteverwarming)
- Hoog niveau (max. 50 kWh/m² ruimteverwarming)

Het model neemt op basis van het sleuteltype aan op welk niveau ieder gebouw momenteel zit. Indien een gebouw nog niet op het minimum- of basisniveau zit, rekent het model door wat de kosten zijn om het minimum- en het basisniveau te bereiken en tot welke energiebesparingen dat leidt. Het model doet dit voor ieder gebouw en aggregaard deze getallen vervolgens naar buurten.

BOUWJAARKLASSEN

<1920
1920-1950
1950-1975
1975-1990
1990-2005
≥2005

GEBOUWTYPE

Rijwoning
Twee-onder-een-kapwoning
Vrijstaande woning
Meergezinswoning
Utiliteitsbouw

Tabel 3: Combinaties van bouwjaarklassen en woningtypen vormen sleuteltypen

BOUWJAARKLASSEN

< 1945
1946-1973
1974-1981
1982-1992
1993-1999
2000-2003
2004-2005
> 2005

ENERGIELABEL

G
G
F
E
D
C
B
A

FUNCTIE

Kantoren
Winkels
Gezondheidszorg
Onderwijs
Logies
Sport
Bijeenkomst

Tabel 4: Sleuteltypen voor utiliteitsbouw worden bepaald door combinaties van afgemelde energielabels en gebruiksfuncties. Indien labels niet bekend zijn, worden bouwjaarklassen gebruikt om een label te berekenen.



MAATGEVENDE TECHNISCHE EN FINANCIËLE PARAMETERS

GROOTHEID	EENHEID	BTW	WAARDE	BRON / TOELICHTING
Tarieven				
Variabel tarief warmte	Euro / GJ	Incl.	25,23	Gemiddelde 5 grootste leveranciers, geïndexeerd volgens CPI
Vastrecht warmte	Euro / jr.	Incl.	363,13	Gemiddelde 5 grootste leveranciers, geïndexeerd volgens CPI
Meetkosten warmte	Euro / jr.	Incl.	26,63	Gemiddelde 5 grootste leveranciers, geïndexeerd volgens CPI
Huur afleverset warmte	Euro / jr.	Incl.	121,20	Gemiddelde 5 grootste leveranciers, geïndexeerd volgens CPI
Kale aardgasprijs	Euro / Nm ³	Excl.	0,2485	ACM 2020, geïndexeerd conform KEV 2019 (circa 2,1% per jaar)
Energiebelasting aardgas	Euro / Nm ³	Excl.	0,3331	Belastingdienst, geïndexeerd conform Klimaatakkoord, daarna volgens CPI
ODE aardgas	Euro / Nm ³	Excl.	0,0775	Belastingdienst, geïndexeerd volgens CPI
Totale gasprijs	Euro / Nm ³	Incl.	0,7975	
Vastrecht gasaansluiting	Euro / jr.	Incl.	185,95	Gemiddelde van 3 grootste regionale netbeheerders
Vastrecht energieleverancier aardgas	Euro / jr.	Incl.	62,82	ACM 2020
Tarief kale elektriciteit	Euro / kWh	Excl.	0,0633	Gemiddelde van 3 grootste leveranciers d.d. 1/1/2020, geïndexeerd conform KEV 2019 (circa 2,1% per jaar)
Energiebelasting elektriciteit	Euro / kWh	Excl.	0,0977	Belastingdienst, geïndexeerd conform Klimaatakkoord, daarna volgens CPI
ODE elektriciteit	Euro / kWh	Excl.	0,0273	Belastingdienst, geïndexeerd volgens CPI
Totale elektriciteitsprijs	Euro / Nm ³	Incl.	0,2278	
Vastrecht elektriciteitsaansluiting	Euro / jr.	Incl.	212,79	Gemiddelde van 3 grootste regionale netbeheerders
Vastrecht energieleverancier elektriciteit	Euro / jr.	Incl.	42,00	Gemiddelde van 3 grootste energieleveranciers

Technische uitgangpunten warmteopties				
COP warmtepomp ruimteverwarming	kWh / kWh	n.v.t.	4,0	Gemiddelde van lucht/ water en water/water warmtepomp
COP warmtepomp WTW bereiding	kWh / kWh	n.v.t.	2,0	Gemiddelde van lucht/ water en water/water warmtepomp
Jaarlijkse onderhoudskosten warmtepomp	Euro	Incl.	200	Geïndexeerd volgens CPI
Herinvesteringskosten warmtepomp	Euro	Incl.	5.000	Geïndexeerd volgens CPI
Levensduur warmtepomp	Jaren	n.v.t.	15	
Jaarlijkse onderhoudskosten gasketel	Euro	Incl.	100	Gemiddelde kosten van consument en woningcorporatie, geïndexeerd volgens CPI
Herinvesteringskosten gasketel	Euro	Incl.	1.600	Gemiddelde kosten van consument en woningcorporatie, geïndexeerd volgens CPI
Levensduur gasketel	Jaren	n.v.t.	18	
Rendement Hr-ketel	%	n.v.t.	87,01	ACM 2020
Calorische bovenwaarde aardgas	MJ/Nm ³	n.v.t.	35,17	Op basis van calorische bovenwaarde aardgas
Financiële uitgangspunten netto contante waarde				
Consumentenprijsindex	%	n.v.t.	2,0	
Disconteringsfactor vastgoedeigenaar	%	n.v.t.	3,0	
Verdisconteringsperiode	Jaren	n.v.t.	30	
WACC warmtebedrijf	%	n.v.t.	8,5	
Volloopsnelheid warmtenet	Jaren	n.v.t.	5	Eigenaren sluiten binnen 5 jaar aan.
Aansluitdichtheid warmtenet	%	n.v.t.	80	Meer dan 80% van de vastgoedeigenaren/ panden sluit aan.

Tabel 9: Technische en financiële parameters

COLOFON

Titel

Potentieonderzoek inclusief warmte-
koudenet in Den Haag

Klant

EnergieRijk Den Haag, College van
Rijksadviseurs, Gemeente Den Haag

Auteur

Ian Minnes

Datum

3-jaugustus 2022

Kenmerk

IM202209

COLOFON