



Warmtevraag en- aanbod in Zuid- Holland

Toelichting op database



CE Delft

Committed to the Environment

Warmtevraag en-aanbod in Zuid-Holland

Toelichting op database

Dit rapport is geschreven door:

Katja Kruit

Benno Schepers

Delft, CE Delft, 29 november 2017

Publicatienummer: 17.5M31.173

Warmte / Vraag en aanbod / Gegevensbestand / Provincies / Regionaal

Opdrachtgever: Warmtealliantie Zuid-Holland

Alle openbare publicaties van CE Delft zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Benno Schepers (CE Delft)

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft

Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al ruim 35 jaar werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.



Voorwoord

De provincie Zuid-Holland, Havenbedrijf Rotterdam, Gasunie, Eneco en Warmtebedrijf Rotterdam, sinds begin dit jaar verenigd in de Warmtealliantie Zuid-Holland, lanceerden dit voorjaar een plan voor een regionaal warmtesysteem: een hoofdinfrastructuur met onafhankelijk netbeheer waar alle partijen warmte aan kunnen leveren en van kunnen afnemen. Via distributiebedrijven gaat de warmte uiteindelijk naar huishoudens, tuinders en bedrijven. De Warmtealliantie ziet voldoende kansen om circa 500.000 huishoudens en een groot deel van het kassengebied aan te sluiten op een regionaal warmtesysteem. Daarmee wordt op jaarbasis ruim 1 miljoen ton CO₂-reductie bereikt.

De ambitie is om bestaande leidingen te bundelen in een grootschalig, open netwerk in Zuid-Holland, deze aanpak bevindt zich in de ontwikkelingsfase. Met warmte uit de industrie in de haven van Rotterdam maar ook uit geothermiebronnen streeft de Warmtealliantie Zuid-Holland naar een brede inzet van verschillende bronnen.

De werkgroep vraag & aanbod van de Warmtealliantie werkt aan de ontwikkeling van vraag en aanbod. De eerste opgave is het in beeld brengen van de potentiële vraag voor warmte op de middellange en lange termijn in samenhang met het mogelijke aanbod. Samen met CE Delft stelden we daarvoor een dataset en scenario's voor vraag- en aanbodontwikkeling op.

We zien dat er voldoende aanbod van warmte is om binnenkort en op de lange termijn in de regionale vraag te voorzien. Ook ontstaat een beeld waar vraag en aanbod bij elkaar moeten worden gebracht, immers niet alle warmte kan lokaal worden opgewekt of benut. De scenario's die we in deze studie presenteren zijn geen beleid en ook geen blauwdruk voor uitvoering. Om van plan naar uitvoering te komen, wordt de regionale hoofdstructuur in samenspraak met gemeenten en netbeheerders verder uitgewerkt. Ook moeten uitvoeringsplannen worden gemaakt om kansrijke gebieden verder te ontsluiten. Voor het aansluiten van meer woningen en bedrijven op de warmtenetten moet meer gebeuren. De aanleg van de regionale hoofdinfrastructuur voor warmte is een belangrijke stap. De Zuid-Hollandse warmtemarkt wordt realiteit.

Door Hans Schouffoer
Voorzitter werkgroep vraag & aanbod

Inhoud

	Voorwoord	2
	Samenvatting	5
1	Inleiding	7
	1.1 Aanleiding en doel	7
	1.2 Gekozen scenario's	7
	1.3 Gebruikte en opgeleverde data	8
2	De Warmterotonde	10
	2.1 Geografische afbakening	10
	2.2 Huidige warmte-infrastructuur	11
	2.3 Gebouwde Omgeving	13
	2.4 Nieuwbouw en sloop	16
	2.5 Glastuinbouw	16
3	Scenario-uitgangspunten	17
	3.1 Kentallen Gebouwde Omgeving	17
	3.2 Kentallen Glastuinbouw	18
	3.3 Criteria voor kansrijke gebieden	19
4	Scenario 2027	20
5	Scenario 2035 en 2050	22
	5.1 Beschrijving scenario's	22
	5.2 Resultaten	23
	5.3 Glastuinbouw	27
6	Warmte-aanbod	28
	6.1 Toekomstpotentieel industriële restwarmte	28
	6.2 Geothermiekpotentieel	31
	6.3 Overzicht HT-aanbod	31
	6.4 LT-aanbod	33
7	Nettobeeld warmtelevering	34
A	Toelichting technieken	38
	A.1 Industriële restwarmte	38
	A.2 Geothermie	39
	A.3 Overige warmtetechnieken	44



B	WarmteAtlassen	46
	B.1 Oordeel over de bruikbaarheid van WarmteAtlassen	46
C	Samenstelling werkgroep	47

Samenvatting

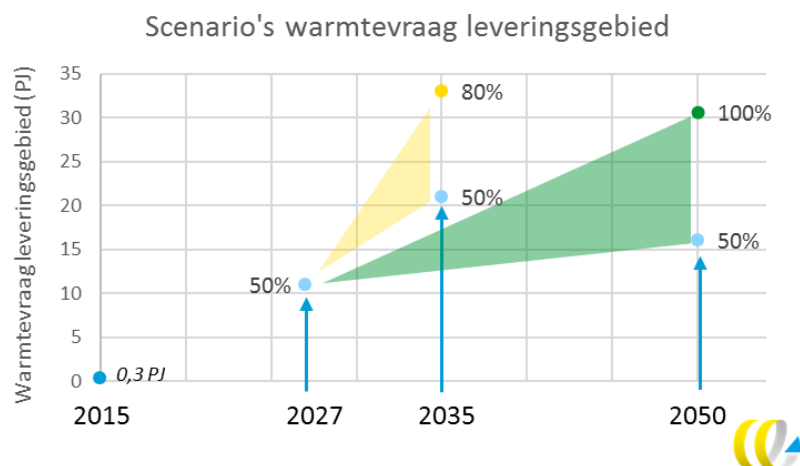
De Warmtealliantie heeft CE Delft gevraagd de ontwikkeling van de warmtevraag en het warmte-aanbod in Zuid-Holland, en in het bijzonder het beoogde leveringsgebied van de Warmterotonde, in beeld te brengen.

Voor de warmtevraag zijn drie zichtjaren onderzocht:

- Zichtjaar 2027: Korte termijn potentieel, waarin alleen is gekeken naar uitbreiding van bestaande warmte-infrastructuur.
- Zichtjaren 2035 en 2050: lange termijn potentieel, waarin alle buurten met voldoende warmtevraag in aanmerking komen voor warmtelevering.

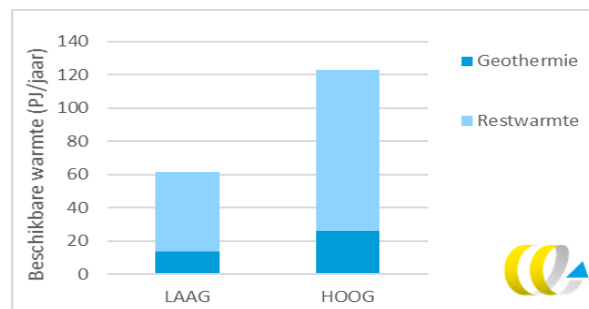
De bandbreedte van de warmtevraag in de verschillende scenario's is weergegeven in Figuur 1 - **Bandbreedte van de warmtevraag in het beoogde leveringsgebied van de Warmterotonde**

Figuur 1 - Bandbreedte van de warmtevraag in het beoogde leveringsgebied van de Warmterotonde



Het warmte-aanbod van hoge temperatuurwarmte (rond 100°C), bestaande uit geothermie en restwarmte is in kaart gebracht. Daarbij is uitgegaan van twee scenario's, een lage en een hoge beschikbaarheid van de warmte.

Figuur 2 - Bandbreedte in het aanbod van hoge temperatuur (~100°C) warmte



Deze inschattingen geven aan dat er voldoende warmte beschikbaar is om te voldoen aan de totale warmtevraag van de gebieden waar warmtelevering kansrijk is.

Voor de aanleg van een regionaal transportnet is van belang wat de netto-warmtevraag (restvraag) per regio is, na aftrek van het lokale aanbod. In deze restvraag zou kunnen worden voorzien vanuit het regionale transportnet. In deze studie is de bandbreedte in de berekende restvraag significant gebleken; dat betekent dat er nog een onzekerheid is in de grootte van het transportnet. De Warmtealliantie dient verdere inschattingen te maken over hoe realistisch de verschillende scenario's zijn om deze onzekerheid te verkleinen.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en doel

Nederland staat voor de opgave de uitstoot van broeikasgassen tot bijna nul terug te dringen in 2050. Het uitfasen van aardgas in de gebouwde omgeving moet voor 2050 gebeuren, wat betekent dat het verwarmen van gebouwen drastisch gaat veranderen. Voor deze uitdaging is niet één oplossing voorhanden, maar zal een combinatie van technieken zoals biogas, warmtenetten, elektrische warmtepompen moeten worden gevonden. Per situatie zal gekeken worden welke emissieloze warmtetechnieken maatschappelijk de beste uitkomsten bieden.

Om de warmtetransitie te faciliteren heeft de Warmtealliantie zich als doel gesteld een Warmtetransportbedrijf op te richten en een hoofdinfrastructuur aan te leggen.

Het doel van het project is het leveren van ondersteuning aan de stuurgroep Warmtealliantie bij het opstellen van een notitie over de ontwikkeling van vraag en aanbod van emissieloze warmte in het beoogde leveringsgebied van de Warmterotonde. Deze notitie wordt opgesteld ten behoeve van de capaciteitsplanning van het te ontwikkelen warmtetransportbedrijf Zuid-Holland.

Centraal in de notitie staat de beschrijving van de ontwikkeling van de warmtevraag en -aanbod binnen het gebied (dat min of meer de Metropoolregio Rotterdam-Den Haag beslaat), met een focus op de gebieden die relevant zijn voor transportleiding van de Warmterotonde. Het gaat hierbij zowel om de huidige situatie, als de toekomstige verwachtingen daarvan in 2027, 2035 en 2050.

Perspectieven Leiding door het Midden

De Leiding door het Midden zal 40.000-60.000 nieuwe aansluitingen mogelijk maken. Daarmee zullen 80.000-100.000 WEQ in totaal aangesloten kunnen worden; dit is een verdubbeling van het huidige aantal aansluitingen. Dit komt overeen met de huidige warmtevraag van Den Haag. Het tracé maakt het ook mogelijk om Vlaardingen, Schiedam, Delft en Rijswijk op termijn aan te sluiten.

Bron: Gemeente Den Haag/Projectteam Leiding door het Midden, Factsheet Leiding door het Midden, 30 mei 2017.

1.2 Gekozen scenario's

De ontwikkeling van de warmtevraag is berekend voor vijf scenario's:

- zichtjaar 2027, 50% penetratie warmtenet;
- zichtjaar 2035, lage penetratie warmtenet (50%) en hoge penetratie warmtenet (80%);
- zichtjaar 2050, lage penetratie warmtenet (50%) en hoge penetratie warmtenet (100%).

2027

In 2017 zijn er in Zuid-Holland veel kleinschalige distributienetten. Rondom Rotterdam ligt een transportleiding langs de Ring Rotterdam. De huidige netten zijn niet optimaal op elkaar aangesloten. De gemeenten hebben door het klimaatakkoord een ambitie om een klimaatneutrale gebouwde omgeving klimaatneutraal te realiseren. In deze studie gaan we er daarom van uit dat er een impuls is om nu de bestaande netten uit te breiden en de buurten voor 2027 voor 50% aan te sluiten, eventueel met tijdelijke voorzieningen voor de warmte-opwek.

2035

Naast het aansluiten van buurten nabij huidige distributienetten, wordt er tot 2027 een begin gemaakt met het regionale transportnet naar Den Haag en Leiden. Daarmee kunnen in 2035 grote delen van Den Haag en Leiden, maar ook Zoetermeer en Delft ontsloten worden op het regionale transportnet. Daarnaast gaan we ervan uit dat er richting 2027 en 2035 nieuwe regelgeving is (bijvoorbeeld vanuit het Transitiepad Lagere Temperatuur warmte). Dat leidt ertoe dat een versnelling kan plaatsvinden in het aansluiten van buurten die verder van het huidige tracé liggen.

In 2035 definiëren we twee scenario's: één met lage penetratie van het warmtenet (50%) in de buurten die daarvoor geschikt zijn, en één met hoge penetratie van het warmtenet (80%).

2050

Het zichtjaar 2050 is geen vervolg op zichtjaar 2035, maar een apart pad vanaf 2027. Voor 2050 worden ook twee scenario's gedefinieerd, maar dan met 100% penetratie van het warmtenet in het hoge scenario.

De warmtevraag ligt in 2050 lager dan die van 2035, omdat besparing per jaar wordt doorgerekend.

1.3 Gebruikte en opgeleverde data

Voor deze analyse is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van openbare data. Indien niet vermeld zijn gegevens van 2015 gebruikt die afkomstig zijn van CBS Statline. Daarnaast is actuele data van de Provincie Zuid-Holland gebruikt. Verder zijn openbare rapporten gebruikt.

De volgende gegevens zijn in Excel- en GIS-bestand opgeleverd:

Tabel 1 - Gegevens warmte-aanbod

Categorie	Informatie
Industriële restwarmte	Huidige situatie/lijst van bestaande aanbieders
	Toekomstig potentieel (en bandbreedtes)
	Temperatuurniveau (HT, MT en LT)
	Tijd van levering
	Capaciteit
	Locatie (bij voorkeur XY-coördinaten)
	Stakeholders bij restwarmte
	Indicatie van lange termijnzekerheid
	LT-bronnen
Hernieuwbare warmte	Bestaande geothermieprojecten
	Geplande geothermieprojecten
	Geothermipotentieel voor geselecteerde gebieden
	Andere hernieuwbare warmte

Tabel 2 - Gegevens warmtevraag

Categorie	Informatie
Woningen	Huidige warmtevraag
	T-niveau
	Locatie op buurniveau
	Toekomstig potentieel (2-3 scenario's)
	Stakeholders: woningen naar eigenaarschap
Nieuwbouw	Locatie op buurniveau
	T-niveau
Utiliteit	Huidige warmtevraag
	T-niveau
	Locatie op buurniveau
	Toekomstig potentieel (2-3 scenario's)
	Aandeel utiliteit per buurt
Glastuinbouw	Huidige warmtevraag
	T-niveau
	Locatie op buurniveau
	Toekomstig potentieel (2-3 scenario's)
Industrie	Huidige warmtevraag
	T-niveau
	Locatie op buurniveau
	Toekomstig potentieel (2-3 scenario's)

2 De Warmterotonde

In dit hoofdstuk worden karakteristieken van de beoogde Warmterotonde en het leveringsgebied beschreven.

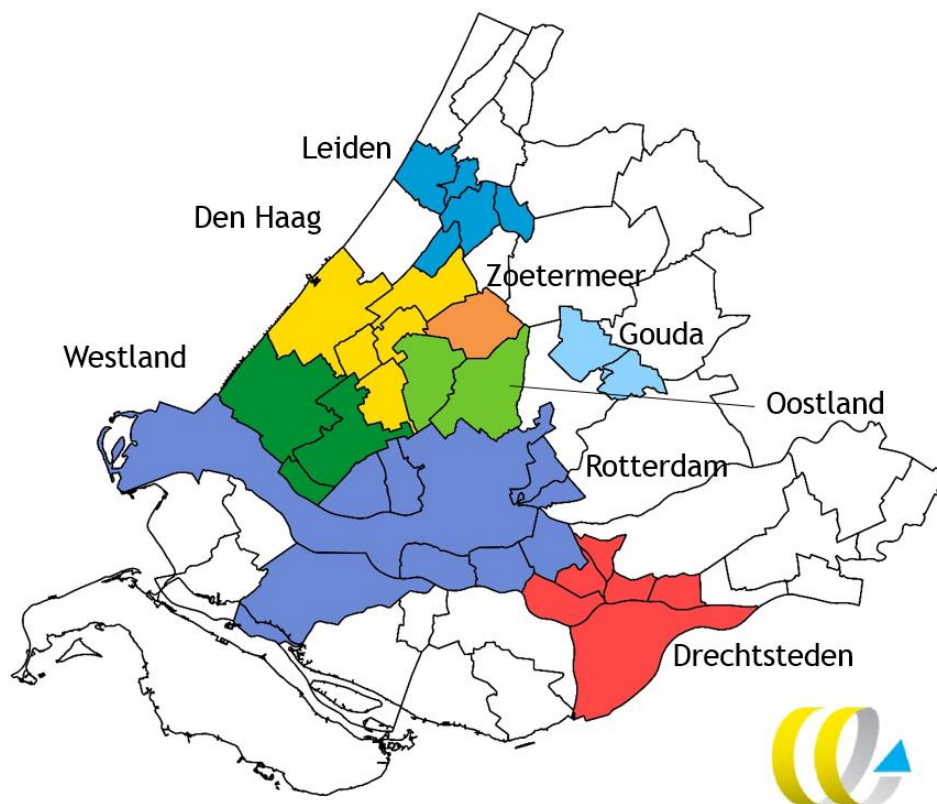
2.1 Geografische afbakening

De provinciegrenzen van Zuid-Holland worden gehanteerd als afbakening van het gebied. De volgende gemeentes vallen binnen dit gebied:

Alblasserdam	Korendijk	Ridderkerk
Albrandswaard	Krimpen aan den IJssel	Rijswijk
Alphen aan den Rijn	Krimpenerwaard	Rotterdam
Barendrecht	Lansingerland	Schiedam
Binnenmaas	Leerdam	's-Gravenhage
Bodegraven-Reeuwijk	Leiden	Slidrecht
Brielle	Leiderdorp	Strijen
Capelle aan den IJssel	Leidschendam-Voorburg	Teylingen
Cromstrijen	Lisse	Vlaardingen
Delft	Maassluis	Voorschoten
Dordrecht	Midden-Delfland	Waddinxveen
Giessenlanden	Molenwaard	Wassenaar
Gorinchem	Nieuwkoop	Westland
Gouda	Nissewaard	Westvoorne
Hardinxveld-Giessendam	Noordwijk	Zederik
Hellevoetsluis	Noordwijkerhout	Zoetermeer
Hendrik-Ido-Ambacht	Oegstgeest	Zoeterwoude
Hillegom	Oud-Beijerland	Zuidplas
Kaag en Braassem	Papendrecht	Zwijndrecht
Katwijk	Pijnacker-Nootdorp	

De Warmterotonde zal naar verwachting niet voor alle gemeenten van de provincie een bijdrage gaan leveren. Dit is met name doordat deze gemeenten te ver van de beoogde hoofdinfrastructuur af liggen in combinatie met de omvang van de vraag. In overleg met de werkgroep vraag & aanbod van de Warmtealliantie is daarom een nadere afbakening gemaakt van het gebied waarnaar gekeken wordt. Resultaten over warmtevraag en -aanbod worden geaggregeerd op regioniveau volgens de regio's in Figuur 3.

Figuur 3 - Gedefinieerde regio's voor scenario's 2035 en 2050



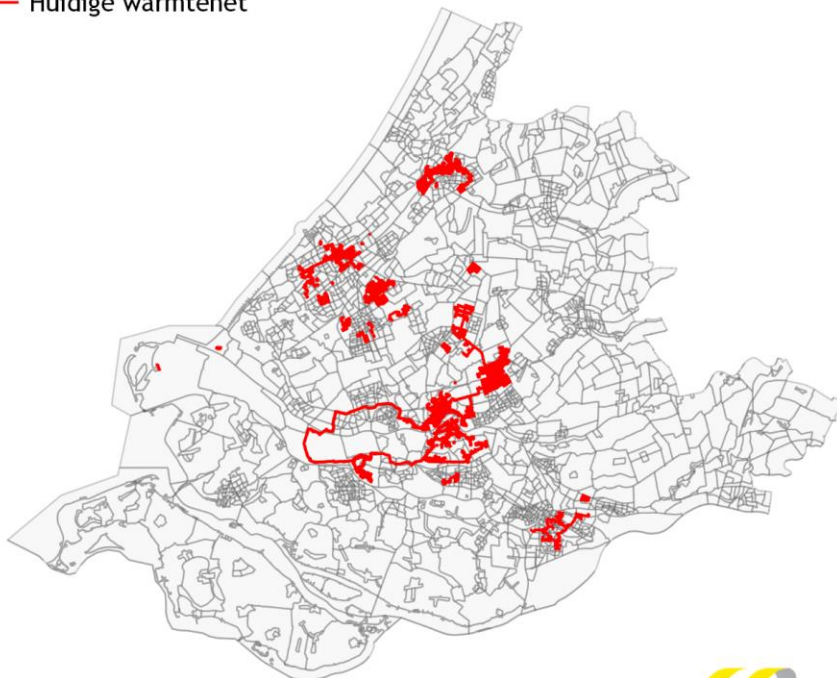
2.2 Huidige warmte-infrastructuur

In Zuid-Holland zijn ruim 300.000 woningen aangesloten op collectieve warmte. Dit kan stadsverwarming of blokverwarming inhouden. De huidige warmte-infrastructuur is aangegeven in Figuur 4. Het percentage woningen dat volgens CBS in 2015 was aangesloten op stadsverwarming is per buurt aangegeven in Figuur 5. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de warmtenetten niet per buurt zijn uitgerold, maar het kan bijvoorbeeld dat 50% vrijwel geheel is aangesloten en 50% niet is aangesloten op het warmtenet.

Figuur 4 - Huidige warmtenetten (gegevens Provincie Zuid-Holland)

Legenda

— Huidige warmtenet

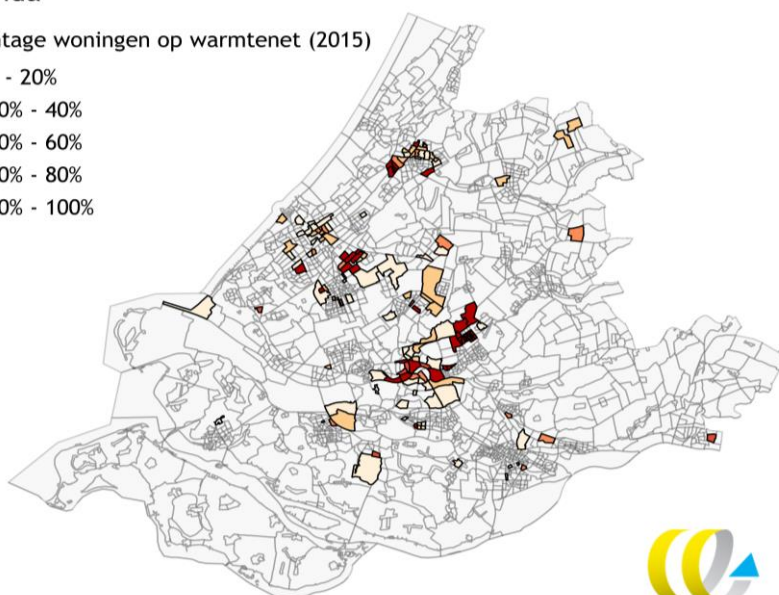


Figuur 5 - Buurten met warmtenet (2015, gegevens CBS Statline)

Legenda

Percentage woningen op warmtenet (2015)

- 0 - 20%
- 20% - 40%
- 40% - 60%
- 60% - 80%
- 80% - 100%



2.3 Gebouwde Omgeving

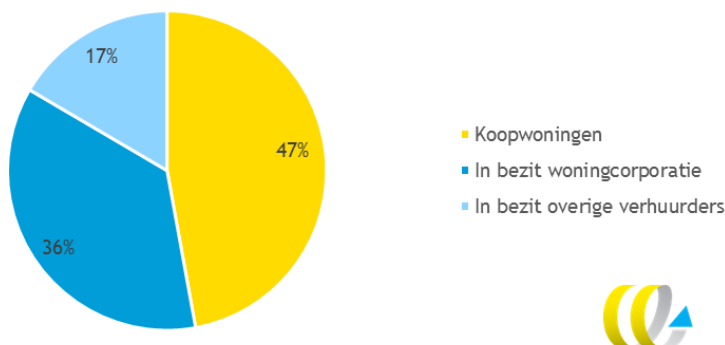
In de gebouwde omgeving wordt onderscheid gemaakt tussen woningbouw en utiliteitsbouw. Woningen zijn verdeeld per eigenaarschap: koopwoningen, huurwoningen in bezit van woningcorporaties, en overige huurwoningen.

Figuur 6 - Woningen naar eigenaarschap (Zuid-Holland)



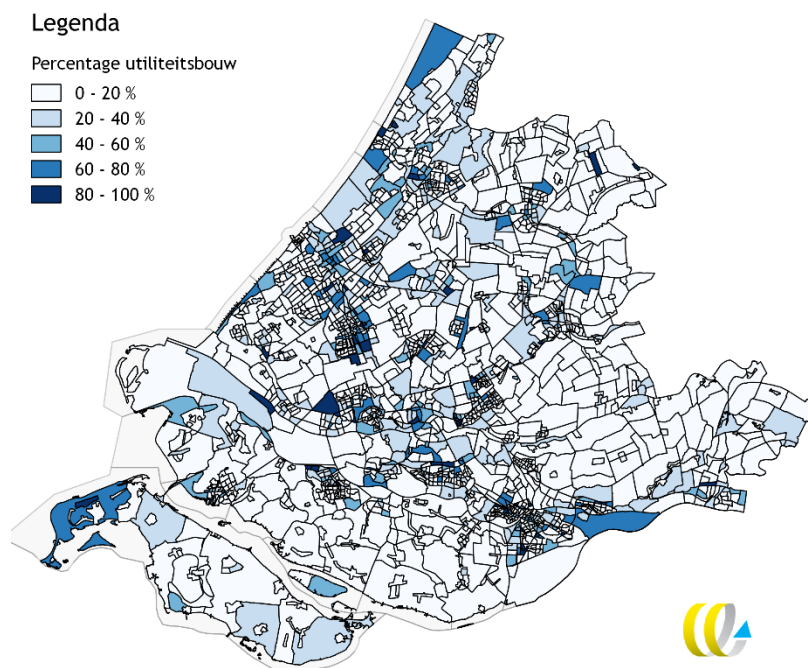
Voor de scenario's 2035 en 2050 (zie Hoofdstuk 5) is een selectie gemaakt van gemeenten die worden meegenomen. De verhouding van woningen naar eigenaarschap in deze selectie is weergegeven in Figuur 7.

Figuur 7 - Woningen naar eigenaarschap (Gemeenten in 2035-scenario)



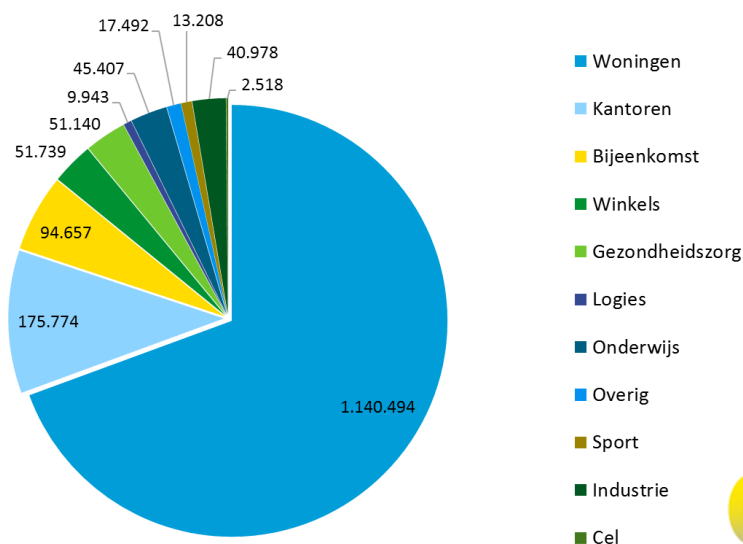
Naast woningen bestaat de gebouwde omgeving uit utiliteitsbouw. Hieronder vallen gebouwen ten behoeve van onderwijs, winkels, kantoren, sport, logies, bijeenkomst (kunst, cultuur, godsdienst, communicatie, kinderopvang, cafés, restaurants, e.d.), gezondheidszorg en gevangenissen (celfunctie). In de warmtevraag is industrie functie, celfunctie, overig en onbekend niet meegenomen omdat de warmtevraag in deze functies het meest onbekend is. In Figuur 8 is het percentage utiliteit naar oppervlak aangegeven per buurt. In Figuur 9 is het aantal woningequivalenten per functie (inclusief woningen) aangegeven in het 3035-scenario.

Figuur 8 - Percentage utiliteit naar oppervlak



De berekende warmtevraag van de gebouwde omgeving is voor de gemeenten in het 2035-scenario als volgt verdeeld over de verschillende gebruiksfuncties. Hierbij gelden de aannames beschreven in Hoofdstuk 5; nieuwbouw en sloop zijn niet meegenomen.

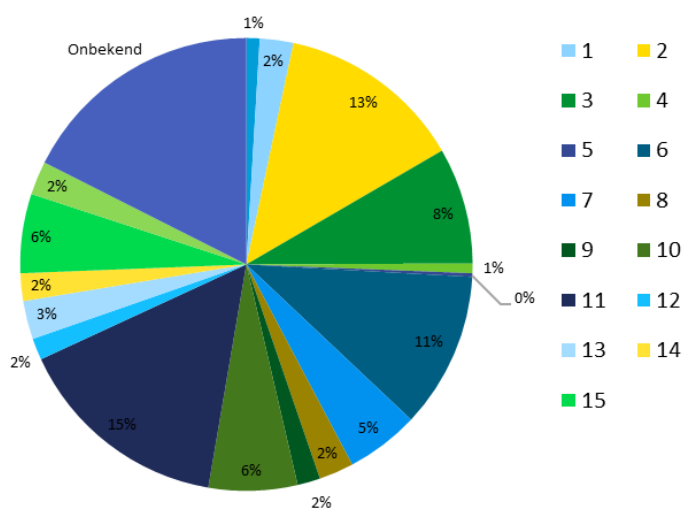
Figuur 9 - Aantal woningequivalenten per functie in het 3035-scenario



In een eerdere studie (CE Delft, 2015a) zijn vijftien buurttypen gedefinieerd. Deze buurten hebben overwegend gebouwen met overeenkomende karakteristieken, zoals bouwjaar en functie. In Figuur 10 is voor het Warmterotonde leveringsgebied aangegeven hoeveel woningequivalenten (WEQ) in elk van de buurttypen liggen. Het grootste aandeel is buurttype 2 (1^e ringen, hoogstedelijk), gevolgd door buurttype 6 (bloemkoolwijk, hoogstedelijk, wonen).

Buurt type	Gebied	Bouwjaar	Stedelijk-heid
1	Oude binnensteden	<1900	1 en 2
2	1 ^e ringen, hoogstedelijk	1900-1945	1 en 2
3	Wederopbouw, hoogstedelijk	1945-1965	1 en 2
4	Wederopbouw, matig stedelijk	1945-1965	3
5	Wederopbouw, suburbaan	1945-1965	4
6	Bloemkoolwijk, hoogstedelijk, wonen	1965-1990	1 en 2
7	Bloemkoolwijk, hoogstedelijk, wonen & utiliteit	1965-1990	1 en 2
8	Bloemkoolwijk, matig stedelijk	1965-1990	3
9	Bloemkoolwijk, suburbaan	1965-1990	4
10	Kantorenpark	Verskillend	
11	Recente nieuwbouw, hoogstedelijk en matig stedelijk	1990-2010	1, 2 en 3
12	Recente nieuwbouw, suburbaan en niet stedelijk	1990-2010	4 en 5
13	Dorpskernen	<1945	3, 4
14	Niet-stedelijk gebied	<1990	5
15	Overig	Verskillend	

Figuur 10 - Aantal woningequivalenten per buurttype in de geselecteerde regio's

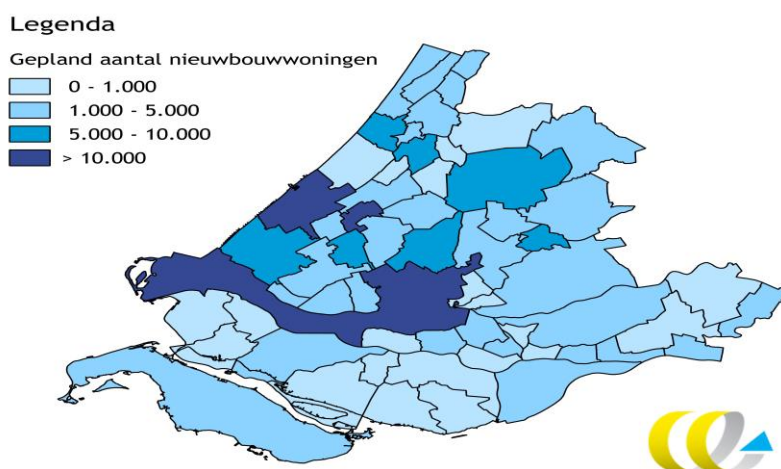


2.4 Nieuwbouw en sloop

Gegevens over nieuwbouwplannen zoals bekend tot 2030 zijn verkregen van de Provincie. De warmtevraag van de nieuwbouw wordt niet bij de totale warmtevraag in deze studie opgeteld, omdat woningen die nu worden gebouwd een zeer lage warmtevraag hebben. Deze woningen kunnen geschikt zijn voor lage temperatuur (LT) warmtelevering, maar dat is niet het beoogde temperatuur-niveau van de Warmterotonde.

De bekende nieuwbouwplannen zijn geaggregeerd naar gemeenteniveau aangegeven in Figuur 11

Figuur 11 - Gepland aantal nieuwbouwwoningen vanaf 2015 per gemeente

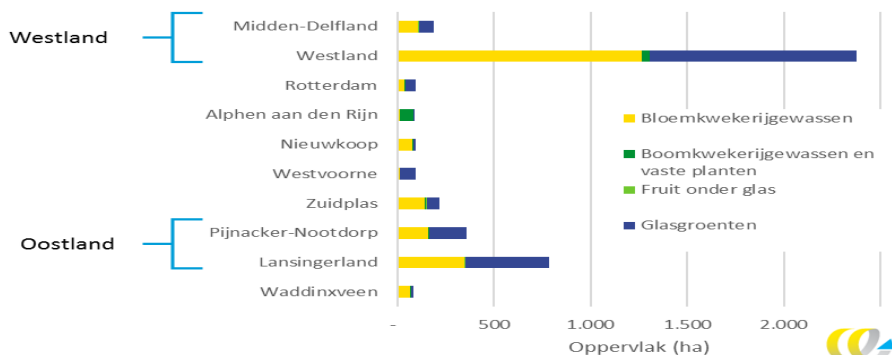


Gegevens over sloop zijn ook verkregen van de Provincie, maar zijn niet verwerkt in de prognoses.

2.5 Glastuinbouw

In Zuid-Holland is de glastuinbouw een belangrijke warmteverbruiker, en mogelijk ook aanbieder. De grootste regio's voor glastuinbouw zijn het Westland en Oostland.

Figuur 12 - Oppervlak glastuinbouw per type in 10 grootste glastuinbouwgemeenten (bron: CBS)



3 Scenario-uitgangspunten

Om ervoor zorg te dragen dat de betrokken stakeholders 'dezelfde taal' spreken, wordt in deze paragraaf een overzicht gegeven van de diverse kentallen die relevant zijn voor de warmtelevering.

3.1 Kentallen Gebouwde Omgeving

De warmtevraag van woningen wordt ingeschat op basis van het huidig gasverbruik op buurtniveau.

In Tabel 3 zijn de kentallen aangegeven die in de door de werkgroep opgestelde scenario's zijn gebruikt voor de gebouwde omgeving.

Tabel 3 - Gebruikte kentallen voor de gebouwde omgeving

Kental	Waarde	Eenheid	Toelichting
Bovenwaarde aardgas	35,17	MJ/m ³	
1 WEQ (bij utiliteit)	35,5	GJ	Gemiddelde warmtevraag van een woning in Rotterdam, exclusief distributieverliezen. Gebaseerd op het huidige gasverbruik per woning in Rotterdam. ¹
Gem vermogen/WEQ	1,6	kW/WEQ	Basislast aansluitwaarde geverifieerd door Eneco.
Besparingspercentage (basis)	2%	Per jaar	Aanname.
Besparingspercentage (hoog)	3%	Per jaar	Aanname.
Minimale warmtevraagdichtheid	500	GJ/ha	Minimale warmtevraagdichtheid bij nieuw aan te sluiten buurten. Technisch criterium gehanteerd door RVO.

Bij de definitie van een woningequivalent (WEQ) voor de utiliteit wordt uitgegaan van 35,5 GJ in 2015. Door besparing zal de energievraag per woningequivalent afnemen.

Per woningequivalent wordt 1,6 kW aansluitwaarde gehanteerd. Omdat voor de transportleiding vooral de basislast van belang is, wordt de aansluitwaarde constant gehouden.

¹ Dit komt overeen met het gemiddelde warmteverbruik per jaar van een woning die op het warmtenet is aangesloten, volgens Tariefadvies voor de levering van warmte aan kleinverbruikers, Energie-Nederland, 2012.

De warmtevraag van de utiliteitsbouw is ingeschat op basis van oppervlakte van verschillende functies en kentallen voor de warmtevraag per oppervlak. De gebruikte kentallen komen uit het CEGOIA-model van CE Delft.

Tabel 4 - Kentallen warmtevraag voor ruimteverwarming voor de utiliteit

Functie	Warmtevraag (GJ/m ²)				
	0-1919	1920-1974	1975-1989	1990-1994	1995-2014
Kantoor	1,01	0,8	0,41	0,37	0,31
Winkel	0,51	0,41	0,21	0,2	0,16
Gezondheidszorg	1,15	0,84	0,47	0,47	0,39
Logies	0,75	0,6	0,33	0,31	0,27
Onderwijs	0,55	0,42	0,23	0,22	0,17
Bijeenkomst	0,55	0,79	0,6	0,61	0,42

Bron: CE Delft, CEGOIA-model

3.2 Kentallen Glastuinbouw

Voor de energievraag vanuit de glastuinbouw wordt uitgegaan van een daling van de vraag naar warmte van 30% richting 2050. Hierbij moet in gedachten gehouden worden dat 20-25% van de huidige gasvraag van de sector op dit moment via WKK's uiteindelijk elektriciteit levert aan het net. Een uitfasering van WKK-netlevering zal dus ook een reden zijn van afnemende gasvraag van de sector.

Een aandachtspunt is de energievoorziening van belichtende bedrijven. BLOC/LEI gaan ervan uit dat maar een deel van de warmtevraag van deze bedrijven concurrerend geleverd kan worden uit externe warmtebronnen. Dit omdat de WKK voor eigen toepassing van licht en warmte moeilijk te beconcurreren is. Als echter de businesscase voor externe elektriciteit in combinatie met externe warmte en CO₂ verbetert, dan neemt de geprognostiseerde warmtevraag toe².

Een ander aandachtspunt in de glastuinbouw is de toevoer van CO₂, welke randvoorwaardelijk is voor het opereren van de sector. CO₂ zal dus via een eigen WKK moeten worden geproduceerd, of extern worden aangeleverd in combinatie met een warmtenet.

Tabel 5 - Kentallen glastuinbouw

Type	Grootheid	Waarde	Eenheid	Bron
Kentallen	Gemiddelde warmtevraag	5,7	TJ/ha	Bron: Wageningen Economic Research Center (2016), Energieverduurzaming Westlandse glastuinbouw
	Gemiddelde basislast	0,27	MWth/ha	Bron: Grontmij/Bloc (2016), Potentieel Warmte en CO ₂ -levering Oostland - Zuidplas
Potentie	Vermogensreductie 2050	25%		Aanname; afgestemd met LTO Glaskracht
	Vermogensreductie/jaar	0,82%		Berekening
	Vraagreductie 2050	30%		Aanname; afgestemd met LTO Glaskracht
	Vraagreductie/jaar	1,96%		Berekening
Lokaal aanbod	Lokale opwek Oostland	15-30%		Van de vraag. Aanname
	Lokale opwek Westland	40-80%		Van de vraag. Aanname

² Persoonlijke communicatie LTO Glaskracht, R. van der Valk.

Type	Grootheid	Waarde	Eenheid	Bron
	Gemiddelde levering put	0,2	PJ	Gegevens huidige geothermieputten (bron: Platform Geothermie)
	Gemiddeld vermogen put	12,4	MWth	Gegevens huidige geothermieputten (bron: Platform Geothermie)

3.3 Criteria voor kansrijke gebieden

In overleg met de werkgroep zijn criteria bepaald die een indicatie geven of gebieden kansrijk zijn voor warmtevoorziening d.m.v. collectieve warmte via de Warmterotonde.

Kansrijke gebieden worden geïdentificeerd los van het huidige en voorziene tracé van de Warmterotonde. De nabijheid van het tracé heeft dus geen invloed op het potentieel.

De geïdentificeerde criteria zijn:

- Gemiddelde vraagdichtheid: 500 GJ/ha op buurtniveau (woningen + utiliteit).
- Huidig temperatuurniveau van de warmtevraag ~100°C. Dit temperatuurniveau is geschikt voor hoge temperatuur (HT) levering, zie Paragraaf 5.2.1. Naast HT-levering wordt MT-en LT-levering voorzien, maar niet kwantitatief uitgewerkt.

4 Scenario 2027

Als kort termijnscenario wordt zichtjaar 2027 aangehouden. Hier berekenen we wat de warmtevraag is van buurten die 'makkelijk' aangesloten kunnen worden op een warmtenet.

In dit scenario wordt voor geselecteerde gemeenten (Leiden, Leiderdorp, Oegstgeest, Delft, Rijswijk, Den Haag, Capelle aan den IJssel, Rotterdam, deel van Schiedam, Zoetermeer, Pijnacker-Nootdorp, Midden-Delfland en Dordrecht) aangenomen dat alle buurten waar in 2015 alle of een deel van de gebouwen zijn aangesloten op een warmtenet, voor 50% worden aangesloten op de Warmteronde. Dit is voor zowel woningen als utiliteit.

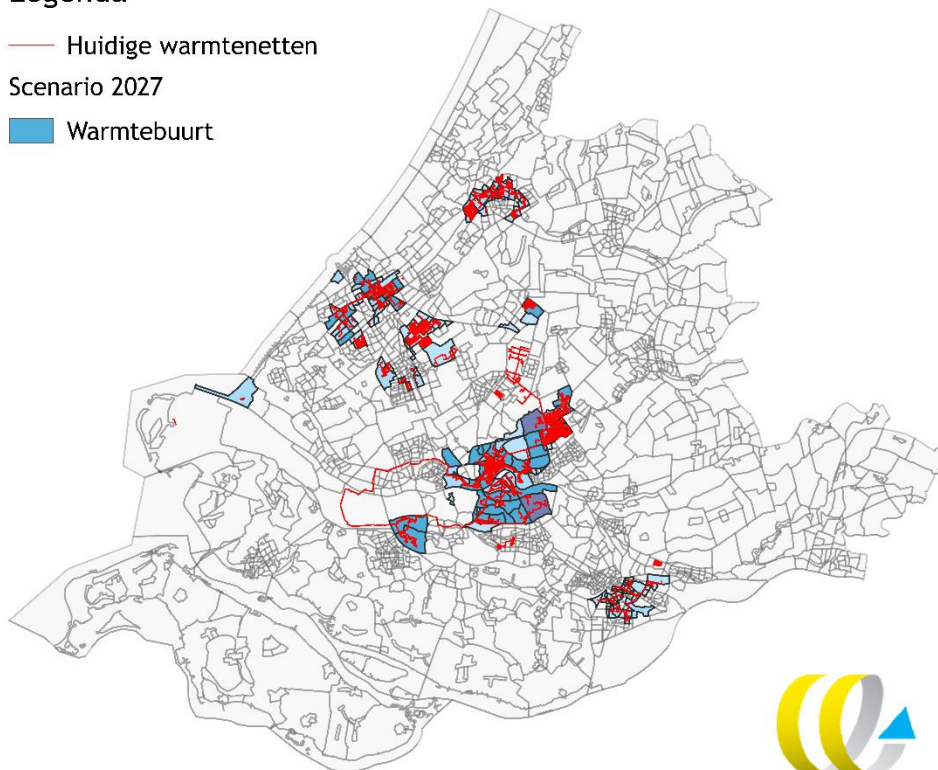
Figuur 13 - Warmtevraag per buurt 2027 voor gebouwde omgeving

Legenda

— Huidige warmtenetten

Scenario 2027

■ Warmtebuurt



Tabel 6 geeft de resultaten van dit scenario. In de tabel is te zien dat de totale warmtevraag in deze gebieden in dit scenario ruim 16 PJ is.

In Rotterdam zijn nu 140.000 woningequivalenten aangesloten, waarvan 75.000 utiliteit³, met een vermogen van circa 200 MW⁴. Het aantal in dit scenario (369.000 WEQ; 590 MW) ligt daar ver boven. Dit komt deels doordat het bestaande warmtenet door veel buurten in Rotterdam heenloopt, en in dit

³ Bron: Persoonlijke communicatie A.J. Madsen, Gemeente Rotterdam.

⁴ Bron: Persoonlijke communicatie G. Priester, Provincie Zuid-Holland.



scenario wordt aangenomen dat de buurten aan het bestaande net ook allemaal worden aangesloten. Voor de situatie in Rotterdam is dit een zeer optimistisch/ambitieuze scenario.

Tabel 6 - Warmtevraag in 2027 in de warmtebuurten in scenario met 2% energiebesparing per jaar

Gemeente	Basislast warmtevraag [MW]	Warmtevraag 2027 [TJ]	WEQ
Leiden	41	733	26.000
Leiderdorp	4	81	3.000
Oegstgeest	2	27	1.000
Rotterdam	342	5.972	214.000
Schiedam	11	168	7.000
Capelle aan den IJssel	19	329	12.000
's-Gravenhage	162	2.924	101.000
Delft	11	202	7.000
Nootdorp	6	106	3.000
Zoetermeer	8	129	5.000
Dordrecht	30	594	19.000
Eindtotaal	635	11.266	397.000

Om dit scenario (voor het uitfasen van gas) te implementeren zullen bijna 10.000 woningen per jaar moeten worden aangesloten. Dit is een enorme opgave, maar ook een kans: het alternatief all-electric is voor de meeste woningen duurder, en duurt waarschijnlijk langer om te realiseren.

Om dit te realiseren zijn een aantal randvoorwaarden nodig. De snelheid waarmee aansluitingen plaats kunnen vinden voor een groot deel afhankelijk zijn van de financiële arrangementen en wet- en regelgeving die (nog) door het Rijk geregeld (moeten gaan) worden. Om dit percentage te bereiken, zijn op korte termijn fors aangepaste regels en heldere financiële arrangementen nodig, zoals fiscale regelgeving om aardgas minder aantrekkelijk te maken.

5 Scenario 2035 en 2050

Voor de lange termijn worden zichtjaar 2035 en 2050 aangehouden. Voor beide zichtjaren berekenen we wat de warmtevraag is van buurten die in potentie aangesloten kunnen worden op de Warmterotonde.

Deze scenario's moeten niet worden gezien als tussenjaren op een tijdspad, maar als twee verschillende zichtjaren met verschillende routes voor implementatie van de Warmterotonde.

5.1 Beschrijving scenario's

Zowel voor woningen als utiliteit wordt de jaarlijkse energiebesparing doorgerekend naar deze zichtjaren. In Tabel 7 worden de vier lange termijnscenario's voor de warmtevraag beschreven.

Tabel 7 - Scenario's voor de warmtevraag gebouwde omgeving

	2035	2050
Laag scenario	50% beeld: Alle buurten in het gebied met een warmtevraagdichtheid van >500 GJ/ha naar 50% warmtenet . Buurten die nu al voor >50% op collectieve warmte zijn aangesloten, blijven op gelijk niveau.	50% beeld: Alle buurten in het gebied met een warmtevraagdichtheid van >500 GJ/ha naar 50% warmtenet . Buurten die nu al voor >50% op collectieve warmte zijn aangesloten, blijven op gelijk niveau.
Hoog scenario	80% beeld Alle buurten in het gebied met een warmtevraagdichtheid van >500 GJ/ha naar 80% warmtenet . Buurten die nu al voor >80% op collectieve warmte zijn aangesloten, blijven op gelijk niveau.	100% beeld: Alle buurten in het gebied met een warmtevraagdichtheid van >500 GJ/ha naar 100% warmtenet .

Tabel 8 - Gemeenten meegenomen in 2035- en 2050-scenario's

Regio Rotterdam	Regio 's-Gravenhage	Regio Leiden	Gouda
- Albrandswaard - Barendrecht - Capelle aan den IJssel - Krimpen aan den IJssel - Lansingerland - Ridderkerk - Schiedam - Vlaardingen - Nissewaard	- Leidschendam-Voorburg - Pijnacker-Nootdorp - Rijswijk - Westland - Zoetermeer	- Leiderdorp - Alphen aan den Rijn - Oegstgeest - Zoeterwoude	
			Delft
			Dordrecht

De aannames voor de glastuinbouw zijn beschreven in Paragraaf 3.2.

5.2 Resultaten

In het geselecteerde gebied zijn de buurten geïdentificeerd met een warmtevraagdichtheid van >500 GJ/ha (2015 niveau) of met meer dan 20 hectare aan glastuinbouw. Deze zijn aangegeven in Figuur 14.

Figuur 14 - Buurten in het geselecteerde gebied voor 2035 en 2050, waar de warmtevraagdichtheid >500 GJ/ha is (rood) of meer dan 20 ha glastuinbouw is

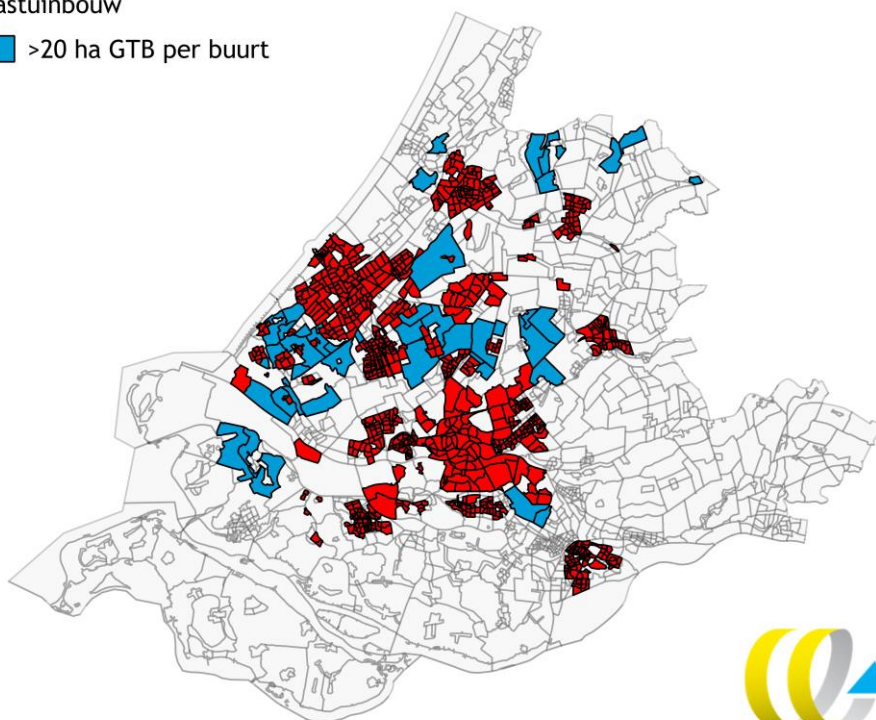
Legenda

Gebouwde omgeving

■ Warmtevraagdichtheid >500 GJ/ha

Glastuinbouw

■ >20 ha GTB per buurt



Voor de gebouwde omgeving zijn de buurten meegenomen met een warmtevraagdichtheid boven 500 GJ/ha. In de volgende tabellen is de warmtevraag bij een besparing van 2% per jaar per gemeente aangegeven. Bij het 50% penetratiescenario wordt, voor buurten die al een warmtenet hebben, de penetratiegraad gelijk gehouden, en voor buurten die nog geen warmtenet hebben op 50% gesteld.

Tabel 9 - Warmtevraag gebouwde omgeving (exclusief kassen) per gemeente in 2035-scenario's bij 2% besparing per jaar

Gemeente	50% penetratie warmtenet			80% penetratie warmtenet		
	Warmtevraag (PJ)	# WEQ	Vermogen (MW)	Warmtevraag (PJ)	# WEQ	Vermogen (MW)
Albrandswaard	0,12	4.149	7	0,20	6.638	11
Alphen aan den Rijn	0,63	23.280	37	1,00	37.248	60
Barendrecht	0,29	10.652	17	0,45	16.863	27
Capelle aan den IJssel	0,60	23.896	38	0,81	31.785	51
Delft	0,99	39.580	63	1,55	62.359	100
Dordrecht	0,91	33.719	54	1,46	53.907	86
Gouda	0,57	22.286	36	0,91	35.658	57
Krimpen aan den IJssel	0,20	6.701	11	0,32	10.722	17
Lansingerland	0,31	11.289	18	0,48	17.456	28
Leiden	1,16	45.142	72	1,77	68.267	109
Leiderdorp	0,22	8.237	13	0,36	13.179	21
Leidschendam-Voorburg	0,66	23.434	37	1,05	37.494	60
Nissewaard	0,53	20.862	33	0,84	33.273	53
Oegstgeest	0,19	5.982	10	0,29	8.986	14
Pijnacker-Nootdorp	0,29	11.105	18	0,43	16.619	27
Ridderkerk	0,26	9.968	16	0,41	15.948	26
Rijswijk	0,69	26.643	43	1,10	42.629	68
Rotterdam	6,09	252.520	404	8,65	357.837	573
Schiedam	0,55	22.650	36	0,87	36.240	58
's-Gravenhage	4,73	179.751	288	7,42	281.815	451
Vlaardingen	0,54	21.001	34	0,86	33.602	54
Westland	0,57	21.437	34	0,91	34.299	55
Zoetermeer	0,82	32.823	53	1,31	52.517	84
Zoeterwoude	0,03	1.135	2	0,05	1.815	3
Eindtotaal	21,92	858.244	1.373	33,51	1.307.156	2.091

Voor 2050 daalt de warmtevraag door de jaarlijkse besparing, maar het aantal woningequivalenten en vermogen blijft gelijk (zie aannames in Paragraaf 3.1). Hiermee komt de totale warmtevraag van de gebouwde omgeving in de beoogde regio's op 19 PJ (laag) tot 29 PJ (hoog).

Tabel 10 - Warmtevraag gebouwde omgeving (exclusief kassen) per gemeente in 2050-scenario's bij 2% besparing per jaar

Gemeente	50% penetratie warmtenet			100% penetratie warmtenet		
	Warmtevraag (PJ)	# WEQ	Vermogen (MW)	Warmtevraag (PJ)	# WEQ	Vermogen (MW)
Albrandswaard	0,09	4.149	7	0,18	8.298	13
Alphen aan den Rijn	0,46	23.280	37	0,93	46.560	74
Barendrecht	0,21	10.652	17	0,42	21.006	34
Capelle aan den IJssel	0,44	23.896	38	0,70	37.044	59
Delft	0,73	39.580	63	1,43	77.830	125
Dordrecht	0,68	33.719	54	1,35	67.384	108
Gouda	0,42	22.286	36	0,84	44.573	71
Krimpen aan den IJssel	0,15	6.701	11	0,29	13.403	21
Lansingerland	0,23	11.289	18	0,44	21.664	35
Leiden	0,86	45.142	72	1,61	84.195	135
Leiderdorp	0,17	8.237	13	0,33	16.474	26
Leidschendam-Voorburg	0,48	23.434	37	0,97	46.868	75
Nissewaard	0,39	20.862	33	0,78	41.591	67
Oegstgeest	0,14	5.982	10	0,26	11.079	18
Pijnacker-Nootdorp	0,21	11.105	18	0,40	20.607	33
Ridderkerk	0,19	9.968	16	0,38	19.935	32
Rijswijk	0,51	26.643	43	1,01	53.286	85
Rotterdam	4,50	252.520	404	7,82	437.434	700
Schiedam	0,40	22.650	36	0,81	45.300	72
's-Gravenhage	3,49	179.751	288	6,83	350.661	561
Vlaardingenv	0,40	21.001	34	0,80	42.002	67
Westland	0,42	21.437	34	0,84	42.874	69
Zoetermeer	0,60	32.823	53	1,21	65.646	105
Zoeterwoude	0,02	1.135	2	0,05	2.269	4
Eindtotaal	16,19	858.244	1.373	30,66	1.617.983	2.589

Als validatie van de aannames wordt de totale warmtevraag vergeleken met uitkomsten van de Provincie Zuid-Holland (PZH, 2017). Dat rapport geeft aan dat de totale warmtevraag in 2050 rond 75 PJ ligt. In ons model komt de totale warmtevraag van de gebouwde omgeving in de Provincie Zuid-Holland in 2050 op 46 PJ en die van de glastuinbouw op 32 PJ. Dit komt samen uit op 78 PJ, dichtbij het door de Provincie genoemde getal.

5.2.1 Temperatuurniveaus gebouwde omgeving

Voor aansluitingen op een warmtenet is het temperatuurniveau van de voorziene warmtelevering van belang. Het temperatuurniveau is in de gebouwde omgeving in grote mate afhankelijk van de ouderdom van de bebouwing. Buurten die overwegend gebouwd zijn vóór 1965 komen in aanmerking voor hoge temperatuurlevering. Hierbij is uitgegaan van dominante bouwperiodes in de vijftien buurttypen, beschreven in Paragraaf 2.3.

De volgende aannames zijn gedaan:

Bouwjaar	Temperatuurniveau
<1965	HT
1965-1990	MT
Na 1990	LT

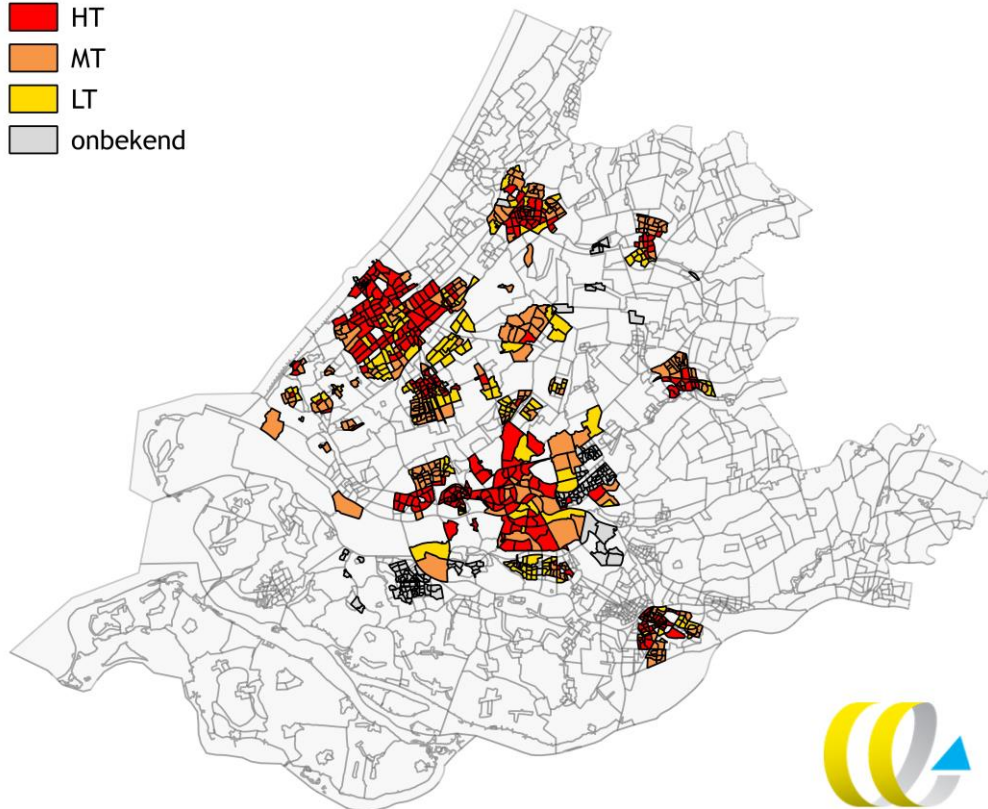
Voor de geselecteerde gebieden voor de Warmterotonde waar de warmtevraagdichtheid >500 GJ/ha is, zijn de temperatuurniveaus aangegeven in Figuur 15.

Figuur 15 - Temperatuurniveaus van warmtelevering in geïdentificeerde gebieden met warmtevraagdichtheid van >500 GJ/ha

Legenda

Temperatuurniveau kansrijke buurten

- HT
- MT
- LT
- onbekend



In deze methode zijn buurten volgens de CBS-indeling gehanteerd. De indeling is gemaakt op basis van woningbouw, niet utiliteit. Nader onderzoek van de gemeenten moet uitwijzen of de omslag van HT naar LT gemaakt kan worden, bijvoorbeeld op basis van nieuwbouwplannen.

5.3 Glastuinbouw

De ontwikkeling van de warmtevraag van de glastuinbouw is weergegeven in Tabel 11. Hierin zijn alleen de buurten met meer dan 20 ha glastuinbouw opgenomen.

Tabel 11 - Vraagontwikkeling glastuinbouw (parameters gegeven in Paragraaf 3.2)

Regio	2015		2035		2050	
	Warmtevraag (PJ)	Vermogen (MWth)	Warmtevraag (PJ)	Vermogen (MWth)	Warmtevraag (PJ)	Vermogen (MWth)
Den Haag en omgeving	0,6	26	0,5	22	0,4	20
Drechtsteden	0,1	6	0,1	5	0,1	5
Gouda en omgeving	0,7	33	0,6	28	0,5	24
Leiden en omgeving	0,6	28	0,5	24	0,4	21
Oostland	9,9	470	8,1	399	6,9	352
Overig	5,3	253	4,3	214	3,7	189
Rotterdam en omgeving	1,3	61	1,1	52	0,9	46
Westland	23,9	1.133	19,5	961	16,7	849
Totaal	42	2.010	35	1.705	30	1.507

6 Warmte-aanbod

Potentiële warmtebronnen worden opgedeeld in HT- en LT-bronnen. Hierbij kunnen HT-bronnen potentieel worden aangesloten op de hoofdinfrastructuur. Bij de LT-bronnen gaat het primair om lokale invoeding en mogelijk het opwaarderen van de retourleiding.

Tabel 12 - Potentiële warmtebronnen

	HT-warmte (>90°C)	LT-warmte (30-90°C)
Restwarmte	AVI's	Datacenters
	Energie	Koel-, vries- en slachthuizen
	Raffinaderijen	Zwembaden en schaatsbanen
	Chemie	Glastuinbouw
	Overige industrie	RWZI's
Hernieuwbare warmte	Geothermie	Oppervlaktewater
	Diepe geothermie	Ondiepe geothermie (250-1.500 m)

6.1 Toekomstpotentieel industriële restwarmte

Bij industriële restwarmte wordt hier gekeken naar HT-warmte. Er wordt aangenomen dat er in de toekomst voldoende warmte beschikbaar is die voldoet aan de toekomstige eisen aan CO₂-reductie.

De beschikbare restwarmte is afgeleid uit de kaart 'Ligging industrie en CO₂-emissies' van RVO (Nationaal Georegister, 2017). Deze bevat een inschatting van de energievraag voor warmte op basis van de CO₂-emissiegegevens van de nationale emissieregistratie.

Het vermogen van de energievraag voor warmte is ingeschat uitgaande van 7.884 vollasturen (90% van het jaar). De beschikbaarheid van restwarmte wordt ingeschat door per doelgroep (type industrie) een percentage van de warmtevraag aan te nemen, zie Tabel 13.

In de Nationale Energieverkenning wordt uitgegaan van een constante energievraag van de industrie. Hier worden twee scenario's geschetst.

Alleen industrie in de gemeente Rotterdam wordt hier meegenomen in de 'netto' berekening.

Tabel 13 - Scenario's voor restwarmtepotentieel Rotterdamse haven: Percentage van de warmtevraag die als restwarmte beschikbaar is

Industrie	Scenario Hoog	Scenario Laag
Afvalverwijdering	60%	30%
Energiesector	60%	30%
Raffinaderijen	20%	10%
Overige industrie (inclusief chemie)	40%	20%
Bouw, Handel en Luchtvaart	0%	0%

Bron: Expert opinion CE Delft

Met het percentage beschikbare restwarmte van raffinaderijen ligt het lage scenario in de bandbreedte van de studie van de VNPI, die uitgaat van een beschikbare restwarmte van 8,5 PJ (5,5% van de warmte) tot 17,5 PJ (11,3% van de warmte).

Met deze aannames komen we tot een potentieel aan restwarmte in de gemeente Rotterdam zoals aangegeven in Tabel 14. Deze aannames zijn vergeleken met prognoses voor beschikbare restwarmte gedaan door Havenbedrijf Rotterdam en Gasunie (Tabel 14). Het LAAG-scenario valt tussen de 'laag plausibel' en 'midden plausibel'-scenario's van deze partijen.

Hoewel de industrie een grote transitie verwacht te maken naar bijvoorbeeld een meer circulaire economie, biobased chemie en CO₂-arme productie, wordt hier aangenomen dat nieuwe industriële activiteiten (deels) verdwijnende activiteiten zullen compenseren.

Op dit moment zijn er onvoldoende gegevens om hiervoor een realistisch tijdspad aan te geven. Voor het realiseren van dit warmte-aanbod zullen uiteindelijk ook de kosten van de warmte, betrouwbaarheid en maatschappelijk draagvlak een rol spelen. Op dit moment zijn assetmanagement binnen deze bedrijven en infrastructuur voor afname de centrale factoren. Er kan op versnelling gestuurd worden door additionele financiering en/of regelgeving.

Tabel 14 - Scenario's voor beschikbare restwarmte uit gemeente Rotterdam volgens deze studie (geen zichtjaar)

Sector	LAAG scenario		HOOG scenario	
	PJ	MWth	PJ	MWth
Afvalverwijdering	6	254	13	509
Chemische Industrie	9	362	18	724
Energiesector	21	816	42	1632
Overige industrie	1	55	3	110
Raffinaderijen	10	405	21	809
Totaal	48	1892	97	3783

Tabel 15 - Scenario's voor warmte-aanbod uit Rotterdamse haven (bron: HbR/Gasunie). De waarden in het 'Laag plausibel scenario' zijn het hoogst, maar hebben de minste zekerheid. De waarden in het 'Hoog plausibel scenario' zijn het laagst, maar hebben de meeste zekerheid

	Laag plausibel scenario (PJ)	Midden plausibel scenario (PJ)	Hoog plausibel scenario (PJ)
Raffinaderijen (4 partijen)	42,0	17,5	8,5
Afvalverwerking (2 partijen)	8,5	8,5	7,5
Chemie (ca. 20 partijen)	10,1	7,9	2,6
Toekomstige ontwikkelingen (biobased industry, ca. 7 partijen)	12,5	6,4	2,0
Geothermie (ca. 3 bronnen)	15,9	11,4	4,3
Overige industrie (ca. 10 partijen)	8,8	5,6	2,4
Totaal	97,8	57,3	27,3

In de berekening van het totale warmte-aanbod van de provincie is alleen de gemeente Rotterdam meegenomen. In Tabel 16 is de beschikbare restwarmte in de overige gemeenten getoond.

Tabel 16 - Beschikbare restwarmte in alle gemeenten met meer dan 0,05 PJ (50.000 GJ) restwarmte volgens HOOG-scenario

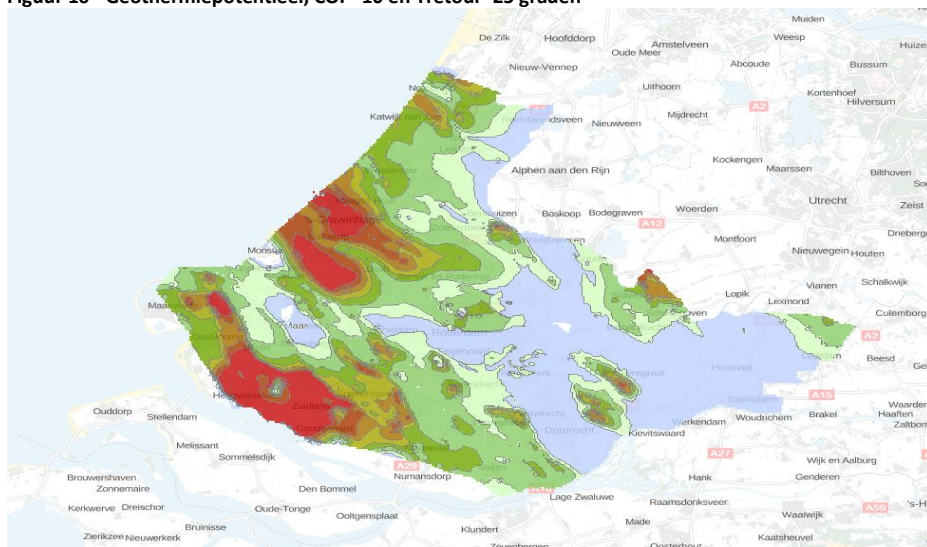
Gemeente	Beschikbare warmte (PJ)
Alblasserdam	0,2
Alphen aan den Rijn	0,1
Capelle aan den IJssel	0,1
Delft	0,4
Dordrecht	4,7
Gorinchem	0,3
Gouda	0,3
Krimpen aan den IJssel	1,5
Leerdam	0,6
Leiden	0,6
Midden-Delfland	0,2
Nissewaard	0,2
Oud-Beijerland	0,1
Rotterdam	96,7
Schiedam	0,3
's-Gravenhage	0,9
Vlaardingen	0,1
Zoetermeer	0,1
Zoeterwoude	0,3
Zwijndrecht	0,4

6.2 Geothermievotentieel

De huidige en geplande geothermieputten zijn getoond in Figuur 16.

Het maximale geothermievotentieel is door IF Technology voor de Provincie Zuid-Holland in kaart gebracht. Het maximum potentieel is daarbij ingeschat op 88 PJ.

Figuur 16 - Geothermievotentieel, COP=10 en Tretour=25 graden



Bron: Bodematlas en IF Technology

6.3 Overzicht HT-aanbod

De locatie van restwarmtebronnen en geothermieputten is in Figuur 17 aangegeven.

Figuur 17 - Locaties van restwarmtebronnen en geothermieputten

Legenda

Potentie restwarmte (hoog)

- < 1 PJ
- 1 - 5 PJ
- 5 - 10 PJ
- 10 - 20 PJ
- 20 - 30 PJ

Geothermieputten

- ▲ Actief
- ▲ Gepland



In Tabel 17 wordt een overzicht gegeven van het lokale warmte-aanbod per regio.

Tabel 17 - Scenario's voor lokaal warmte-aanbod

Regio	Scenario laag	Scenario hoog	Bron
Den Haag	Geothermie 3,5 PJ (130 MWth basislast)	Geothermie 5,25 PJ (195 MWth basislast)	IF Technology, Quicksan potentieel geothermie gemeente Den Haag (2016)
Delft (bij Den Haag)	Geothermie: 0,2 PJ 12,5 MWth	Geothermie: 0,4 PJ 25 MW	Provincie Zuid-Holland
Pijnacker (bij Den Haag)	Geothermie: 0,4 PJ 25 MW	Geothermie: 0,8 PJ 50 MW	Provincie Zuid-Holland
Rotterdam	Restwarmte: 48 PJ (1.900 MWth basislast) (zie Tabel 4)	Restwarmte: 97 PJ (3.800 MWth basislast) (zie Tabel 4)	Nationaal Georegister; Expert opinion CE Delft; HbR/Gasunie
Leiden	Geothermie: 0,21 PJ (12,5 MWth) 2 putten in gemeente Leiden	Geothermie: 0,83 PJ (100 MWth) 8 putten, ook in buurgemeenten	Warmte Transitie Atlas Leiden; POSAD Gebiedstrategie Holland Rijnland
Zoetermeer	Geen lokaal aanbod	Geothermie: 0,1 PJ (5 MWth) 1 put	Kaart IF technology Zelfde levering en vermogen als Leiden
GTB Westland	Geothermie ~40% van eigen basislast: 8 PJ (400 MW _{th})	Geothermie: 80% van basislast: 16 PJ (800 MW _{th})	Aanname; Levering en vermogen gemiddelde van huidige geothermieputten (per put 12,4 MWth en 0,20 PJ)
GTB Oostland	Geothermie ~15% van eigen basislast: 1,2 PJ (75 MW)	Geothermie ~30% van eigen basislast: 2,4 PJ (150 MW)	

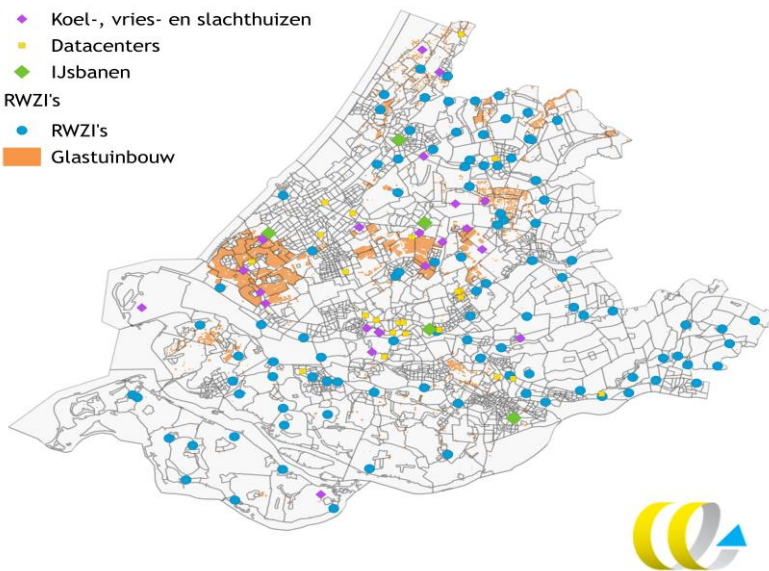
6.4 LT-aanbod

De locaties van potentieel lokaal aanbod van lage temperatuurwarmte zijn weergegeven in Figuur 18.

Figuur 18 - Locaties van potentiële LT-warmtebronnen

Legenda

- ◆ Koel-, vries- en slachthuizen
- Datacenters
- ◆ IJsbanen
- RWZI's
- RWZI's
- Glastuinbouw



Tabel 18 - Aantal LT-bronnen in Zuid-Holland per type

	Aantal
Koel-, vries- en slachthuizen	24
RWZI's	159
Datacenters	26
IJsbanen	5

7 Nettobeeld warmtelevering

Om de warmtevraag met het aanbod te 'matchen' wordt berekend wat de regionale restvraag is als het lokale aanbod van de vraag wordt afgehaald. Deze regionale restvraag is de warmtevraag waarvoor interregionale warmte-uitwisseling via de Warmteronde toegevoegde waarde brengt.

Voor verschillende variabelen zijn scenario's voorgesteld.

Tabel 19 - Overzicht scenario's voor warmtevraag en –aanbod

Variabele	Scenario's
Energiebesparing gebouwde omgeving	2% per jaar (opgenomen in kaarten) 3% per jaar (opgenomen in databestand)
Energiebesparing glastuinbouw	25% vermogensreductie en 30% vraagreductie in 2050
Aansluiting warmtenet	2025: Warmtebuurten doelgemeenten 2035: 50 en 80% van buurten boven warmtevraagdichtheidscriterium 2050: 50 en 100% van buurten boven warmtevraagdichtheidscriterium
Lokaal warmteaanbod (2035)	LAAG HOOG

In Tabel 7 en 8 zijn de bandbreedtes op de vraag- en aanbodontwikkeling gegeven. De vraag varieert van 52 tot 63 PJ. Het totale aanbod varieert van 69 tot 137 PJ. Hiermee is volgens deze modellering het aanbod van warmte ruim voldoende om de warmtevraag te dekken.

Tabel 20 - Bandbreedte van vraagontwikkeling (PJ)

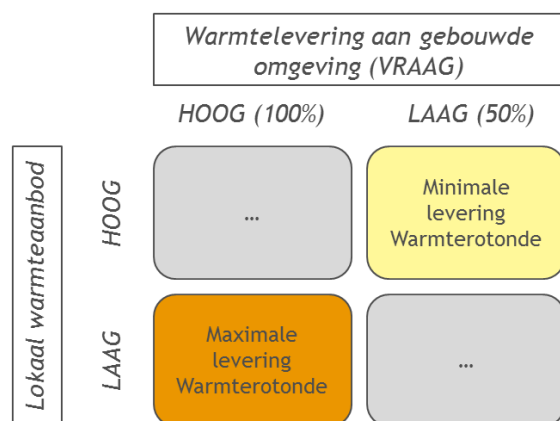
Vraag	Scenario 50%			Scenario 80%		
	Gebouwde omgeving	Glastuinbouw	Totaal	Gebouwde omgeving	Glastuinbouw	Totaal
Den Haag en omgeving	7,05	0,46	7,51	11,13	0,46	11,58
Drechtsteden	0,91	0,11	1,02	1,46	0,11	1,57
Gouda en omgeving	0,57	0,56	1,13	0,91	0,56	1,47
Leiden en omgeving	1,57	0,49	2,06	2,41	0,49	2,90
Oostland	0,60	8,09	8,69	0,92	8,09	9,01
Rotterdam en omgeving	9,17	1,05	10,22	13,41	1,05	14,47
Westland	0,57	19,50	20,07	0,91	19,50	20,41
Zoetermeer	0,82	0,00	0,82	1,31	0,00	1,31
Totaal	21,26	30,25	51,52	32,46	30,25	62,71
Totaal WEQ gebouwde omgeving	858.244 WEQ			1.307.156 WEQ		

Tabel 21 - Bandbreedte van aanbodontwikkeling (PJ)

Aanbod	LAAG-scenario	HOOG-scenario
Den Haag en omgeving	4,10	6,45
Drechtsteden	-	-
Gouda en omgeving	-	-
Leiden en omgeving	0,21	0,83
Oostland	1,20	2,40
Rotterdam en omgeving	48,37	96,75
Westland	8,00	16,00
Zoetermeer	-	0,10
Totaal	61,88	122,53

Voor het zichtjaar 2035 is de bandbreedte in de scenario's weergegeven op basis van combinaties van hoge/lage warmtevraag/aanbod. Maximale warmtelevering door de warmterotonde wordt bijvoorbeeld geëist door een *LAAG* lokaal warmteaanbod in combinatie met een *HOGE* (100%) warmtevraag.

Figuur 19 - Bandbreedte in scenario's voor 2050



Tabel 22 - Bandbreedte in netto warmtevraag. Maximale nettovraag is hoge warmtevraag en laag lokaal warmteaanbod; minimale nettovraag is lage warmtevraag en hoog lokaal aanbod

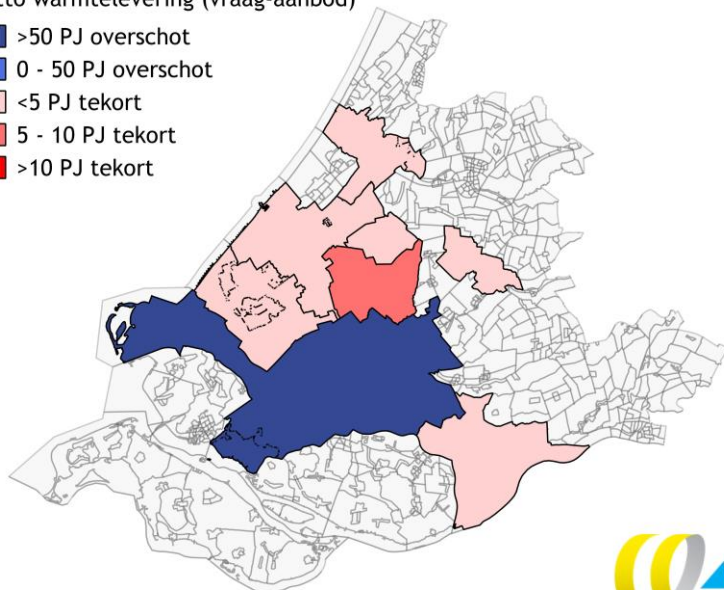
Netto	Maximale nettovraag (PJ)	Minimale nettovraag(PJ)
Den Haag en omgeving	7,5	1,1
Drechtsteden	1,6	1,0
Gouda en omgeving	1,5	1,1
Leiden en omgeving	2,7	1,2
Oostland	7,8	6,3
Rotterdam en omgeving	-33,9	-86,5
Westland	12,4	4,1
Zoetermeer	1,3	0,7
Totaal	0,8	-71,0

Figuur 20 - Netto warmtelevering 2035 in minimaal scenario

Legenda

Netto warmtelevering (vraag-aanbod)

- >50 PJ overschot
- 0 - 50 PJ overschot
- <5 PJ tekort
- 5 - 10 PJ tekort
- >10 PJ tekort

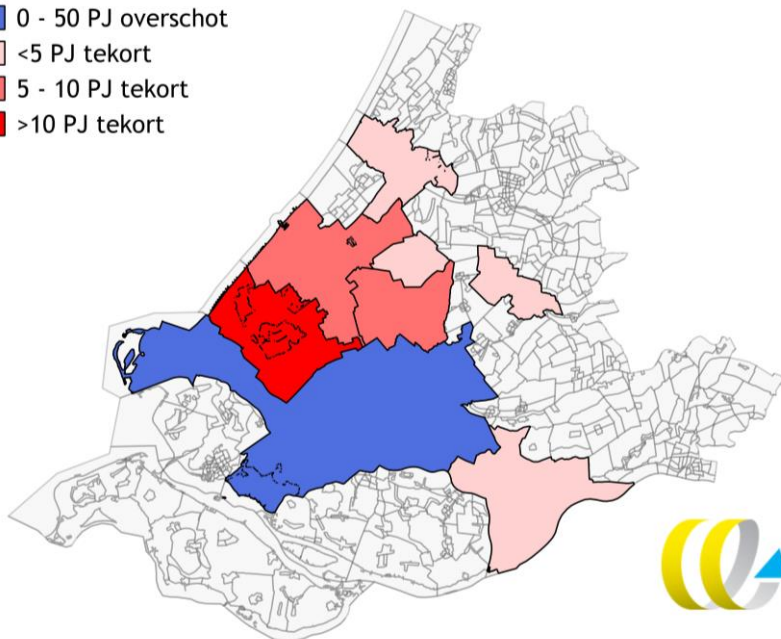


Figuur 21 - Netto warmtelevering 2035 in maximaal scenario

Legenda

Netto warmtelevering (vraag-aanbod)

-  >50 PJ overschot
-  0 - 50 PJ overschot
-  <5 PJ tekort
-  5 - 10 PJ tekort
-  >10 PJ tekort



A Toelichting technieken

In deze bijlage wordt een overzicht gegeven van de diverse warmtebronnen. Naast de eigenschappen van de bronnen wordt ingegaan op de risico's en emissies ervan.

A.1 Industriële restwarmte

A.1.1 Techniekbeschrijving (incl. temperatuurniveaus)

Restwarmte uit de industrie is warmte die vrijkomt bij industriële processen, elektriciteitsproductie en afvalverbranding. Hierbij kan onderscheid worden gemaakt in de restwarmte die niet meer nuttig gebruikt kan worden in het proces ('zuivere restwarmte') en restwarmte die wordt afgetapt uit processen en daarbij ook invloed heeft op die processen ('aftap restwarmte'). Deze restwarmte kan via een warmteleidingen getransporteerd worden naar een locatie waar deze warmte nog wel gebruikt kan worden, bijvoorbeeld naar woningen en kantoren.

De huidige warmtenetten maken veelal gebruik van hoge temperatuur (rest-)warmte (rond 100°C). De transportinfrastructuur en het verwarmingssysteem in huizen is hierop aangelegd. In de toekomst zullen warmtenetten naar verwachting steeds lagere temperatuur hebben, waardoor restwarmte van onder de 60°C ook bruikbaar kan zijn.

Bij collectieve warmtelevering wordt het onderscheid gemaakt in de warmtevraag voor basislast en warmtevraag voor de pieklast. De basislast is de vraag die gedurende het hele jaar min of meer constant is. Het grootste deel van de energievraag voor warmte wordt voorzien door de basislast (70-90%). Deze basislast heeft een laag vermogen, maar kan wel gedurende het hele jaar warmte leveren. Op die momenten dat de vraag hoog is (bijvoorbeeld in de ochtend en avond, of wanneer het heel koud is), dan is daarvoor de pieklast. Deze is qua vermogen veel groter dan de basislast (factor 2-5), maar omdat deze veel minder vaak gebruikt wordt, komt maar 10-30% van de energievraag voor warmte uit de pieklasteenheden.

Het provinciale transportnet van de Warmtealliantie is primair gericht op het leveren van de basislast.

Om de thermische capaciteit van een leidingnetwerk maximaal te benutten is het van belang het temperatuurverschil tussen de aanvoer- en retourtemperatuur te maximaliseren. Een toename van temperatuurverschil kan bereikt worden door gebruik te maken van het principe van cascaderen. Een praktisch voorbeeld van een cascadering is dat de retour van een warmtenet een temperatuur heeft van circa 70°C. Deze retourtemperatuur is vervolgens een aanvoertemperatuur voor bijvoorbeeld woningen of kassen. De retourtemperatuur zal dalen naar bijvoorbeeld 40°C. Hierdoor wordt de thermische capaciteit van het warmtenet vergroot doordat het temperatuurverschil toeneemt. Daarnaast is het een waardevolle maatregel in de energietransitie, waarbij functies met een lage-temperatuurvraag ook aan kunnen sluiten op een warmtenet.

A.1.2 Emissies van industriële restwarmte

Door afvalwarmte uit processen nuttig te gebruiken, wordt er optimaal gebruik gemaakt van de beschikbare energie in de regio en wordt er dus bespaard op het totale energiegebruik en nemen de CO₂-emissies af. Echter, alleen als de warmte in de industrie geproduceerd wordt met hernieuwbare energie, kan de restwarmte als hernieuwbaar worden bestempeld.

CE Delft (2015): Ketenemissies van warmtelevering

Voor het beschikbaar krijgen van zuivere restwarmte, is extra energie nodig. In de EMG en de Uniforme Maatlat wordt hiervoor een forfaitaire waarde van $0,1 \text{ GJ}_{\text{primaire}}/\text{GJ}_{\text{th}}$ genomen. Voor $\text{GJ}_{\text{primaire}}$ wordt de primaire emissie van aardgas genomen. De emissies komen daarmee op $5,7 \text{ kg}/\text{GJ}_{\text{th}}$.

A.1.3 Leveringszekerheid

De industrie is constant in ontwikkeling en het aanbod van de restwarmte hangt af van ontwikkelingen in de interne productieprocessen, energiebesparing, groeien/krimpen van de sector, en vele andere factoren.

Met name over de fossiele industrie (raffinaderijen) en afvalverwerking (AVI's) zijn vragen over de beschikbaarheid van warmte op lange termijn. De huidige raffinage is gebaseerd op aardolie, en de verwachting is dat het gebruik van aardolie als energiebron in de toekomst afneemt richting nul. Echter, deze industrie zou op termijn om kunnen schakelen naar de raffinage van biobrandstoffen en aanverwante processen. Daarom wordt niet verwacht dat deze industrie zal verdwijnen, maar wel in omvang afneemt. Voor de afvalverwerking geldt dat er weliswaar steeds meer gerecycled wordt, maar dat de behoefte aan afvalinstallaties niet zal verdwijnen.

A.1.4 Maatschappelijke discussie: warmte van kolencentrales

In de Intentieovereenkomst Warmterotonde Zuid-Holland wordt niet voorzien in de inzet van kolenwarmte

Intentieovereenkomst Warmterotonde Zuid-Holland, maart 2017

Partijen streven naar de inzet van maatschappelijk geaccepteerde en zo duurzaam mogelijke warmtebronnen, het zo veel mogelijk lokaal benutten van warmte zoals geothermie en mogelijk gebruik maken van (rest)warmte uit het Haven Industrieel Complex. Dit stelt eisen onder andere op het gebied van CO₂-uitstoot en luchtkwaliteit.

Partijen houden er daarbij rekening mee dat (i) in de gemeenteraden van Den Haag, Westland en Rotterdam besluiten respectievelijk moties zijn (aan)genomen waarin de levering van warmte uit kolencentrales wordt uitgesloten en/of wordt afgeraden, en (ii) organisaties in het leveringsgebied eveneens hebben aangegeven dat zij geen warmte uit kolencentrales wensen, en (iii) er aanhoudende politieke discussie over de toekomst van kolencentrales gaande is, en (iv) het onzekere perspectief van de kolencentrales en de klantvraag naar duurzame warmte maakt dat er grote investeringsonzekerheid is en een sluitende business case voor de warmterotonde gebaseerd op kolenwarmte niet haalbaar is. Bij de uitwerking van de warmterotonde is de inzet van kolencentrales als bron voor warmte, om de hiervoor genoemde redenen, niet voorzien.

(Bron: staten.zuid-

holland.nl/DMS_Import/Statencommissie_Duurzame_Ontwikkeling/2017/Duurzame_Ontwikkeling_12_april_2017/Opening_procedurevergaadering/Ingekomen_stukken/Stuknr_584869970

A.2 Geothermie

A.2.1 Techniekbeschrijving

Bij aardwarmte wordt warmte gewonnen uit de ondergrond. Vanaf een diepte van 500 meter vallen boringen onder de Mijnbouwwet (Ecofys, 2016, collectieve warmte naar lage temperatuur). Grofweg bestaan er drie soorten:

- ondiepe geothermie (500–1500 meter diep):
 - warmte van ca. 40°C;
 - geschikt voor lage temperatuurverwarming van woningen.
- diepe geothermie (1.500–4.000 meter diep):
 - warmte van 70-120°C afhankelijk van de diepte;
 - door hoge temperaturen ook geschikt voor HT-warmtenetten en industriële processen;

- ultradiepe geothermie (meer dan 4.000 meter diep):
 - temperatuurniveau kan oplopen tot $>180^{\circ}\text{C}$;
 - geschikt voor industriële processen en elektriciteitsproductie.

In alle gevallen worden er ten minste twee putten (doublet) in de bodem geboord tot een water-voerende bodemlaag (aquifers) (Platform Geothermie, 2016). Via de ene put wordt warm water omhoog gepompt, de warmte wordt via een warmtewisselaar onttrokken voor bovengrondse toepassing en het afgekoelde water wordt vervolgens via de tweede put weer in dezelfde bodemlaag geïnjecteerd. Door het water weer in dezelfde bodemlaag terug te brengen wordt bodemdaling voorkomen (Platform Geothermie, 2016a). Niet overal in Nederland is de bodem geschikt voor geothermie.

Op dit moment worden ook de eerste proeven gedaan met ultradiepe geothermie (UDG). Hierbij gaat het om dieptes van meer dan 4.000m. De temperaturen kunnen daarbij oplopen tot boven de 180°C . Voor Zuid-Holland zijn 2 projectvoorstellen ingediend: Maasvlakte (Havenbedrijf) en Schiedam (Bron: GS-brief Studie potentieel Geothermie in Zuid-Holland). In juni 2017 is een Green Deal UDG ondertekend.

A.2.2 Emissies van geothermie

De CO_2 -emissies van geothermie zijn bepaald door CE Delft (2015): in het rapport 'Ketenemissies van warmtelevering'. Behalve directe emissies door elektriciteitsgebruik van de pomp aan de geothermie-bron, zijn er emissies ten gevolge van transportverlies, hulpenergie in het warmtenet en bijstook in piekketels.

CE Delft (2015): Ketenemissies van warmtelevering

Directe emissies bij conversie:

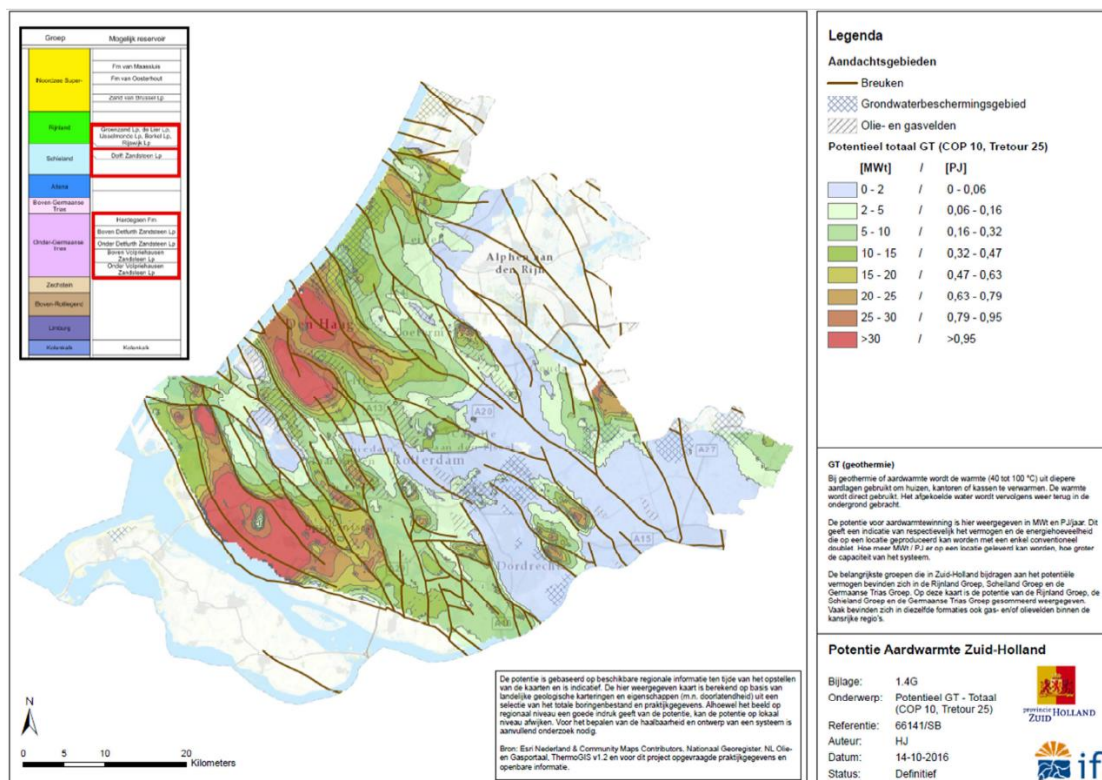
Bij geothermie wordt warmte uit de diepere lagen van de bodem gepompt. Het elektriciteitsgebruik van de pompen gaat gepaard met emissies van de gebruikte elektriciteit. Het rendement van de pompen (de COP) is bepaald op basis van de EMG: $20 \text{ GJ}_{\text{th}}/\text{GJ}_{\text{e}}$ (NVN7125:2011) (NEN, 2011). Dus voor iedere twintig GJ warmte is één GJ elektriciteit nodig om te 'produceren'. Dit betekent dat een GJ warmte uit alleen geothermie een CO_2 -emissie heeft van $8,6 \text{ kg}/\text{GJ}_{\text{th}}$.

De emissiefactor van geothermie (Conversie) is $6,9 \text{ kg CO}_2/\text{GJ}_{\text{th}}$.

A.2.3 Potentie van geothermie

De potentie van geothermie in Zuid-Holland is in 2016 door IF Technology in kaart gebracht.

Figuur 22 - Geothermievorming in Zuid-Holland. (IF Technology 2017, Bron: Anders Verwarmen 2017)



A.2.4 Risico's van geothermie

Ondanks de hoge potentie van geothermie in Nederland, brengt geothermie enige risico's met zich mee.

Twee financiële risico's worden beschreven in (Ecofys ; Greenvis , 2016):

Allereerst is de kans aanwezig dat er na boring een lager vermogen uit de bodem wordt gehaald dan vooraf verwacht, terwijl juist het boren van de bron de grootste investering vraagt. Gezien de investeringen die nodig zijn voor het doen van de boring heeft de overheid een garantieregeling (RNES) tegen het risico van misboring (P50-90 vermogen 8). Deze regeling zorgt ervoor dat partijen meer zekerheid hebben bij het investeren in geothermie.

Verder is het mogelijk dat tijdens het oppompen van het bodemwater gas of olie mee omhoog komt. Dit is voorafgaand aan de boring lastig in te schatten en kan leiden tot eventuele extra kosten voor het investeren in een scheidingsinstallatie of het tijdelijk stilleggen van de warmteproductie (wat indirect gevolgen heeft voor de aangesloten afnemers). Een vaak toegepaste optimalisatie ontstaat wanneer het gas wordt verstookt in een lokale WKK om de pompen van de geothermie-installatie van elektriciteit te voorzien.

De milieu- en veiligheidsrisico's van geothermie worden beschreven in het rapport 'Staat van de Sector Geothermie' (Staatstoezicht op de Mijnen, 2017). De instantie concludeert in dit rapport dat de sector geothermie nog onervaren is vergeleken met de olie- en gassector, en dat er verbeteringen nodig zijn op gebied van veiligheidscultuur, financiële regelingen en wet- en regelgeving rondom geothermie.

Risico's van geothermie (SodM, 2017)

De opsporing en winning van aardwarmte brengt milieu- en veiligheidsrisico's met zich mee. De mijnbouwkundige processen bij een geothermieproject kunnen vergelijkbaar zijn met veel aspecten van bijvoorbeeld een aardgasproject. De belangrijkste milieu- en veiligheidsrisico's bij de opsporing en winning van aardwarmte zijn in willekeurige volgorde:

1 Aardbevingen

De kans op aardbevingen bij geothermiewinning is in Nederland klein als voldoende rekening wordt gehouden met natuurlijke breuken in de ondergrond. Maar in gebieden waar seismiteit voorkomt als gevolg van gaswinning, zoals in en rondom het Groningenveld, is ook gepaste terughoudendheid op z'n plaats. Bij het merendeel van de bestaande geothermieprojecten met name in Zuid-Holland is echter de kans op aardbevingen zeer gering omdat ze in gebieden liggen met een stabiele ondergrond. [...]

De seismische risico's specifiek geassocieerd met ultradiepe geothermie zijn eveneens groter en moeilijker te beheersen. [...]

3.2 Milieu- en letselschade bij een (ongecontroleerde) uitstroom van gas of olie tijdens putwerkzaamheden en productie

Bij het boren van een put kan men onverwacht toch een olie- of gashoudend reservoir aanboren dat onder een hogere druk staat dan men vooraf verwachtte. Dit kan leiden tot een ongecontroleerde uitstroom van olie en gas aan het maaiveld. Dit verschijnsel heet 'blow-out'. Een blow-out in de olie en gasindustrie brengt als hij niet spoedig onder controle wordt gebracht, naast de schade aan het milieu, een aanzienlijk risico op brand- en explosiegevaar met zich mee en kan zodoende letselschade veroorzaken.

Het risico op een blow-out bij olie- en gasputten is in Nederland aanwezig, maar zeer beperkt. Er zijn honderden putten geboord op land en op zee en er is heel veel informatie van de ondergrond aanwezig. Er is in Nederland sedert de jaren zeventig van de vorige eeuw geen blow-out meer voorgekomen. De beperkte risico's zijn hoogstwaarschijnlijk ook een gevolg van de beheersmaatregelen die in de industrie zijn genomen om blow-outs te voorkomen. [...]

Bij veel geothermieputten komt sowieso opgeloste olie of gas mee met het opgepompte water. Het is daarom zaak bedacht te blijven op het aanboren van onverwachte gasreservoirs en maatregelen te treffen om een blow-out te voorkomen en de effecten ervan te beperken. [...]

3.3 Vermenging en/of verontreiniging van zoet watervoerende lagen of oppervlaktewater met zout formatiewater

Zoet watervoerende lagen in de ondergrond zijn van groot belang voor onze drinkwaterwinning. Deze lagen kunnen bij de opsporing en winning van aardwarmte vermengd raken met zout formatiewater, hetgeen zeer ongewenst is. [...] Het risico van vermenging van zoet water met zout formatiewater is aanzienlijk. Strengere wet- en regelgeving met betrekking tot materiaal keuzes en putontwerpen acht SodM belangrijk om risico's van vermenging beter te beheersen in de toekomst. Naast vermenging van zoet en zoutwater door "doorroesten" van stalen verbuizingen kan er ook op andere manieren vermenging optreden:

- het doorboren en daarbij versmeren van grondverontreiniging die dieper in de bodem is gezakt (zogenaamde zaklagen) naar onderliggende zoete watervoerende lagen in de ondergrond.
- onvoldoende afdichting van scheidende lagen, waardoor stroming kan optreden tussen boven- en onderliggende lagen en verontreiniging van zoete watervoerende lagen met zout water kan plaatsvinden.

Behalve het risico van ondergrondse vermenging zoals boven beschreven, kan op maaiveld niveau zout testwater dat vrijkomt bij het testen van een geothermieput, voor verontreiniging zorgen aan bodem, grond- en/of oppervlaktewater. Dit kan gebeuren door morsen maar belangrijker nog door onvoldoende beheersmaatregelen bij opslag van dat testwater. Dit heeft de afgelopen jaren voor enige incidenten gezorgd waarbij SodM of andere toezichhouders handhavend hebben moeten optreden. Intussen worden voor de opslag van testwater aanvullende eisen gesteld. Er moet een aparte BARMM voor het testen worden ingediend met een duidelijke einddatum voor de opslag van stoffen zoals testwater. Ook dienen er meerdere opties uitgewerkt te worden voor het uiteindelijk op een milieuvriendelijke manier afvoeren en verwerken van het testwater.

3.4 Arbeidsveiligheidsrisico's

Er zijn verschillende arbeidsrisico's voor medewerkers werkzaam op locaties waar geothermieprojecten uitgevoerd worden. Zij kunnen in aanraking komen met heet, zout water, werken met zwaar en soms risicovol gereedschap en lopen ook een risico van vallende voorwerpen. Ook kunnen zij in aanraking komen met radioactiviteit die van nature in de ondergrond kan voorkomen. Zo kunnen bijvoorbeeld radioactieve elementen zoals radium en radon oplossen in water en mee worden geproduceerd in de productieput. Daar kunnen ze neerslaan op delen van de bovengrondse installatie. Bij onderhoud kan personeel aan straling worden blootgesteld of kunnen zij radioactieve stofdeeltjes inademen.

Deze risico's verschillen niet wezenlijk van die in de olie- en gassector en kunnen goed beheerst worden. Mits het project goed is voorbereid en werkzaamheden zorgvuldig zijn gepland, het personeel gekwalificeerd is en het projectmanagement en kwaliteitsbewustzijn op orde.

Het risico op aardbevingen wordt door branchevereniging Platform Geothermie beschreven (Stichting Platform Geothermie, 2017).

Kan geothermie tot aardbevingen leiden?

Gaswinning veroorzaakt drukverschillen in de ondergrond, waardoor soms aardbevingen ontstaan. Omdat bij geothermie de drukverschillen erg klein zijn, is het zeer onwaarschijnlijk dat hierdoor aardbevingen worden veroorzaakt.

Geïnduceerde seismiteit verwijst naar kleinere aardbevingen en trillingen die veroorzaakt worden door menselijk handelen in de ondergrond, zoals boren en hydraulisch stimuleren. De krachten die een geothermische boring of bron op de ondergrond uitoefent, zijn van zichzelf te klein om (circa 2,5 kilometer 'hoger') tot voelbare trillingen aan maaiveld te leiden. Dat is anders in gebieden waar al natuurlijke seismiteit is ('aardbevingsgevoelige gebieden'). In tektonisch actieve of vulkanische gebieden kan boren of injectie van vloeistoffen een beving veroorzaken. [...]

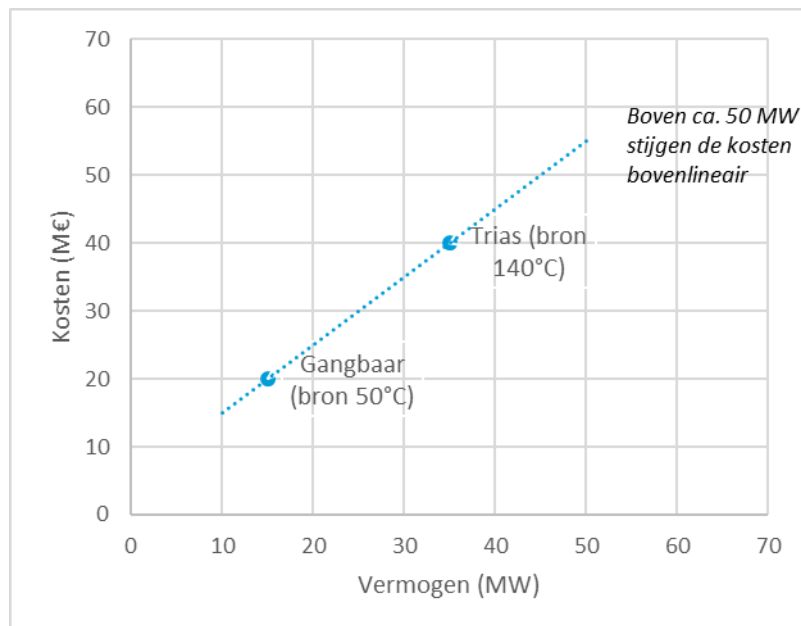
Door de continue metingen die uitgevoerd worden door het KNMI en de geologische modelleringen van TNO is het bekend waar zich spanningen bevinden in de ondergrond. In Nederland komt natuurlijke seismiteit voornamelijk voor in de buurt van Midden- en Zuid-Limburg. Uit voorzorg stellen de wetgever en toezichthouder aanvullende eisen aan geothermische activiteiten in dergelijke gebieden, zoals monitoring van de activiteiten in de boor- en productiefase. Een geothermiebedrijf in Nederland dient daarom vóór het begin van elk project een zogenoemde Seismische Risico Analyse in bij de toezichthouder (Staatstoezicht op de Mijnen) waarin hij aangeeft hoe het risico op aardbevingen is bepaald, hoe zijn ontwerp de kans op optreden minimaliseert, hoe hij de juiste uitvoering controleert en hoe eventuele effecten worden geminimaliseerd. Voorts is de kennis van de Nederlandse ondergrond internationaal gezien van hoog niveau. Deze kennis is bovendien openbaar en wordt bij het ontwerp en de analyses van geothermieprojecten betrokken.

A.2.5 Kosten

De kosten van geothermie worden voor een groot deel bepaald door investeringen aan de voorkant. Om te bepalen of de bodem geschikt is, zijn proefboringen nodig. De kosten voor het boren zijn afhankelijk van de diepte, omdat deze bepaalt hoeveel tijd er nodig is voor het boren. Dit is weer gegeven in Figuur 23.

Voor ultradiepe geothermie blijkt uit historische data (NAM, 2001 in TNO, 2016) dat er voor een boring naar 5–7 kilometer diepte doorgaans 200 tot 300 dagen nodig zijn, wat overeenkomt met een gemiddelde investering tussen de 15 en 35 miljoen euro per put. De totale kosten van een geothermische installatie op deze diepte wordt ingeschat rond de 60 M€ (KCPK, [2017]). Buiten de eenmalige investeringskosten zijn er variabele kosten die gepaard gaan met het elektriciteitsgebruik van de waterpomp.

Figuur 23 - Indicatief verloop van de kosten van een geothermiedoublet



A.3 Overige warmtetechnieken

Geothermie en restwarmte zijn op dit moment de verst ontwikkelde grootschalige technieken voor de levering van hoge temperatuur (HT) warmte die relevant zijn voor de Warmterotonde. In de toekomst kunnen ook andere warmtetechnieken worden ontwikkeld.

A.3.1 (Seizoens) opslag

Thermische energieopslag heeft grote potentie omdat de warmtevraag van de gebouwde omgeving zeer sterk seizoensafhankelijk is. Opslag in de bodem is in de laatste jaren sterk gegroeid. Hierbij wordt warmte opgeslagen in WKO (warmte-koudeopslag), MTO (middelhoge temperatuuropslag) of HTO (hoge temperatuuropslag). Ook kan de warmte worden opgeslagen in PCMs (phase changing materials) of chemische overgangen (thermochemische opslag).

Uit: CE Delft 2017, Net voor de Toekomst achtergrondrapport (CE Delft, 2017)

Warmte-koudeopslag (WKO) is een inmiddels goed ontwikkelde techniek om energie (in de vorm van warmte of koude) op te slaan en op een ander tijdstip te gebruiken. Vele gebouwen zijn en worden met dergelijke installaties uitgerust. WKO kan zowel op individueel gebouwniveau als in collectieve warmtenetten worden gebruikt. In 2013 was 0.8% van de warmtetoevoer naar stadswarmtenetten afkomstig van WKO (ECN ; Energie-Nederland ; Netbeheer Nederland, 2016).

MTO en HTO maken net als WKO gebruik van warmteopslag in de ondergrond, maar maken gebruik van grotere dieptes en hogere temperaturen: 30-60 °C voor MTO en >60 °C bij HTO. Bij HTO-systemen is geen warmtepomp nodig, maar is vaak waterbehandeling nodig vanwege kalkneerslag bij de hoge temperatuur. HTO is het meest geschikt voor industriële restwarmte, AVI's en energiecentrales en is te combineren met (stads)warmtenetten. MTO is geschikt voor kassen met WKK, warmte van koelsystemen en zonnepanelen. Op dit moment zijn er enkele MTO- en HTO-installaties actief. De grootste belemmering voor MTO en HTO is dat opslag van temperaturen boven 25°C in de ondergrond, of een warmte-overschot (onbalans) in de ondergrond, niet is toegestaan. (IF Technology bv, 2014)

Phase Change Materials (PCM) en Thermochemische warmteopslag hebben een grotere energiedichtheid dan water en kunnen in theorie dus meer warmte opslaan dan water. Hoewel het onderzoek naar TCS vorderingen maakt en er een aantal prototypes gebouwd zijn blijft commerciële toepassing vooralsnog uit.

A.3.2 Conversie: Power-to-Heat en Heat-to-Power

Power-to-Heat is het gebruiken van elektriciteit voor warmte tot circa 250°C door middel van industriële elektrische boilers. Deze warmte kan worden toegepast in industriële processen, warmtenetten en glastuinbouw. Deze technologie is volwassen, en biedt vooral potentie op tijdstippen wanneer de kosten van elektriciteitsproductie laag zijn en is een manier om flexibiliteit in het elektriciteitssysteem te brengen. In een studie van CE Delft is het technisch potentieel voor Power-to-Heat in Nederland ingeschat op 5.5 GW in de winter en 3 GW in de zomer voor industrie. In grote warmtenetten is het potentieel in de zomer 95 MW en 475 MW in de winter (CE Delft, 2015b).

B WarmteAtlassen

B.1 Oordeel over de bruikbaarheid van WarmteAtlassen

Onderdeel van het onderzoek is een beknopte analyse van de bruikbaarheid van de reeds beschikbare energieatlassen in Zuid-Holland. In deze analyse is gekeken naar de volgende atlassen:

- Warmteatlas Nederland (RVO).
- Warmte-atlassen Zuid-Holland (OverMorgen).

Op hoofdlijnen kan worden geconcludeerd dat beide atlassen niet direct bruikbaar zijn voor de analyse van de Warmterotonde. Dit komt onder andere door:

- Warmteatlas Nederland (RVO):
 - De gegevens worden niet op buurtniveau ontsloten, de potentiëlen (bijv. geothermie, WKO) worden alleen geografisch weergegeven en niet kwantitatief (in PJ/ha).
 - De gegevens over de beschikbare restwarmte zijn o.a. gebaseerd op de CO₂-emissies en zeggen an sich niet heel veel over de werkelijk beschikbare restwarmte.
- Warmte-atlassen Zuid-Holland (OverMorgen):
 - De gegevens zijn per gemeente ontsloten en niet in één kaart, waardoor het clusteren in regio's niet mogelijk is.
 - Per gemeente verschilt de informatie en vorm van de data die ontsloten wordt.
 - Niet alle gegevens zijn even bruikbaar. Zo is bijvoorbeeld van het gasnet wel aangegeven wat het aanlegjaar is, maar niet wat het potentiële vervangingsjaar gaat zijn.
 - Het detailniveau van de informatie is beperkt en niet bij alle gemeenten gelijk.
 - Transformaties in de gebouwvoorraad ontbreken in veel van de kaarten (dit is logisch, want het is vertrouwelijke informatie, maar het is wel zeer bruikbaar voor de analyse voor de Warmterotonde).

Deze, en andere aspecten, leiden ertoe dat de kaarten niet eenvoudig bruikbaar zijn voor een totaal-overzicht voor de Warmterotonde of de analyses die uitgevoerd zijn om de potentiëlen te bepalen.

C Samenstelling werkgroep

De werkgroep Vraag & Aanbod van de warmtealliantie bestaat uit:

- M. Akkers (Havenbedrijf/Gasunie);
- T. Haring (provincie Zuid-Holland);
- P. Hamelijnck (provincie Zuid-Holland);
- A. Madsen (gemeente Rotterdam);
- W.J. de Raaf (Eneco);
- J.G.M. Schouffoer (provincie Zuid-Holland);
- W. Verhoeven (Warmtebedrijf Rotterdam).