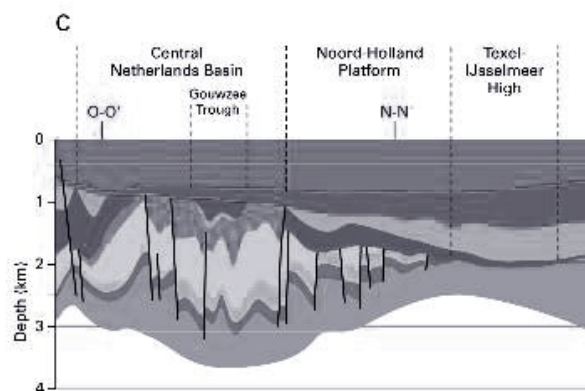

PURMEREND WIL DE EERSTE AARDGASVRIJE GEMEENTE VAN NEDERLAND ZIJN

De gevolgen voor het energie-
verbruik en de CO₂-reductie van het
warmtevoorzieningsbeleid van de
Gemeente Purmerend voor 2035.



DIEPE GEOTHERMIE IN PURMEREND ?

januari 2020

INHOUD

	Samenvatting	3
1.	Inleiding	5
2.	Ondergrond van Purmerend	8
3.	Aardbevingen rond Purmerend	15
4.	Risico's geothermie onderschat	17
5.	Ervaringen met geothermie	20
6.	Thermisch vermogend doublet(ten)	25
7.	Geothermie en de invloed op de totale CO₂-productie in Purmerend	27
8.	Duurzaamheid	28
9.	CO₂ – ladder	29
10.	Efficiënte inzet van brandstof	30
11.	Investerings	30
12.	Warmteprijs	31
13.	Klimaatwet en Stadsverwarming Purmerend	32
14.	Conclusie	33
 Bijlagen:		
A.	Geraadpleegde bronnen	36
B.	Schema aardwarmte	37

Samenvatting

“Biomassa is slechts een transitiebrandstof” is de mening van het college van Burgemeester en Wethouders van de Gemeente Purmerend. Deze opvatting deelde wethouder Rotgans, die verantwoordelijk is voor de Stadsverwarming Purmerend, mee tijdens een presentatie voor de raad van Purmerend. De toekomstige brandstoffen zijn volgens dit college aardwarmte (geothermie), aquathermie met seizoenopslag en bio/groen gas. In deze rapportage worden de mogelijkheden in Purmerend geschetst van aardwarmte, de consequenties hiervan en de te bereiken CO₂-reductie. Aquathermie met seizoenopslag en groen gas zijn buiten beschouwing gelaten omdat toepassing van deze combinatie van technieken alleen voor de toekomst op lange termijn geldt.

Uit de beschikbare openbare gegevens (zie bronnen) blijkt dat de ondergrond van Purmerend gevoelig is voor aardbevingen (Kwadijk 1989 en Warder 2018). Ook is er onvoldoende kennis beschikbaar om de gevolgen van de toepassing van geothermie volledig te overzien.

Hoe de bodemgeschiktheid voor aardwarmte onder Purmerend is samengesteld wordt duidelijk als diverse kaarten worden vergeleken. Voor een groot deel is de situatie van de ondergrond onzeker, deze is van slechte kwaliteit. Alleen in het noordelijk deel van Noord-Holland zijn er mogelijkheden.

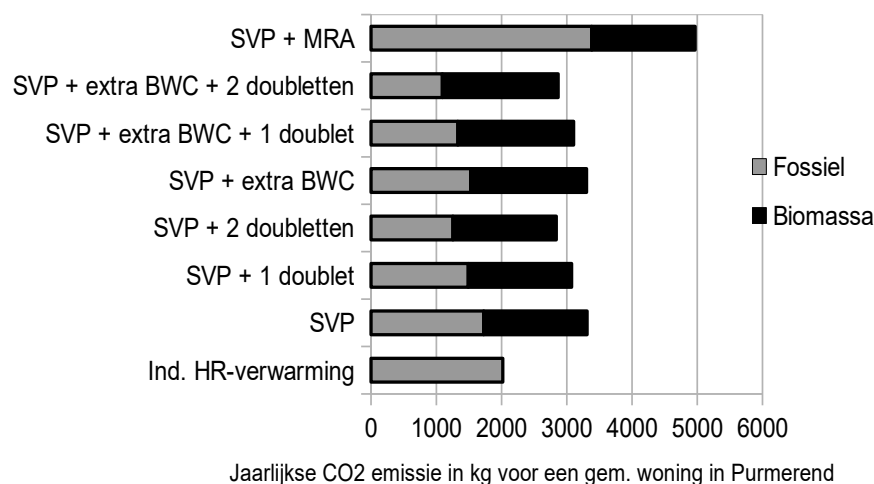
Stadsverwarming Purmerend heeft al eerder een onderzoek gedaan naar de mogelijkheden voor geothermie en heeft dit onderzoek na ruim 4 jaar gestaakt.

Voor Purmerend zijn de financiële gevolgen zowel tijdens de boorfase als tijdens een mogelijke exploitatieperiode zeer risicovol. Dit geldt voor de Gemeente maar zeker ook voor haar inwoners,

De doelstelling van de Klimaatwet eist 95% CO₂-reductie in 2050. Ondanks alle goede bedoelingen en mega-investeringen, die uiteindelijk door de inwoners van Purmerend opgebracht moeten worden, zal aan deze doelstelling nooit voldaan kunnen worden. Het is wensdenken te menen dat technologische ontwikkelingen de oplossing kunnen zijn en dat

over een aantal jaren de stadsverwarming in Purmerend hierin een belangrijke of zelfs een doorslaggevende rol zal spelen. Zelfs grootschalige toepassing van waterstof zal nog decennia op zich laten wachten.

Hieronder nogmaals het overzicht (zie notitie “Stadsverwarming in Purmerend”, (oktober 2019) van maatregelen die de Stadsverwarming Purmerend in principe mogelijk kan uitvoeren. Een gasgestookte individuele HR-verwarming heeft in vergelijking met alle andere varianten de laagste CO₂-uitstoot per jaar.



Geothermie, aquathermie en groen gas zijn in de Purmerendse situatie geen realistische opties om biomassa te vervangen (zie ook notitie “Stadsverwarming in Purmerend”). Biomassa is dus geen transitiebrandstof zoals het college van de Gemeente Purmerend stelt.

1. Inleiding

Voorafgaand aan de vergadering van de gemeentelijke commissie Algemene Zaken van de Gemeenteraad van Purmerend van 21 november 2019 is een werkbijeenkomst gehouden op 12 november 2019. Tijdens deze bijeenkomst is door het college een korte presentatie gegeven over de relatie van de gemeente Purmerend met Stadsverwarming Purmerend. Tijdens deze presentatie heeft het college de mening geuit dat biomassa slechts een transitiebrandstof is (contractduur Staatsbosbeheer 25 jaar!) en dat meerdere warmtebronnen kunnen worden aangesloten op het stadsverwarmingsnet. De uitgangspunten zijn dat de warmte duurzaam moet zijn en betaalbaar voor de inwoners van Purmerend en het dienen bewezen technieken te zijn om geen risico's te lopen. Momenteel wordt door het Alkmaarse HVC onderzocht of nieuwe brandstoffen zoals geothermie en aquathermie met seizoenopslag in de toekomst ingezet zouden kunnen worden als een definitieve duurzame vorm van energie.

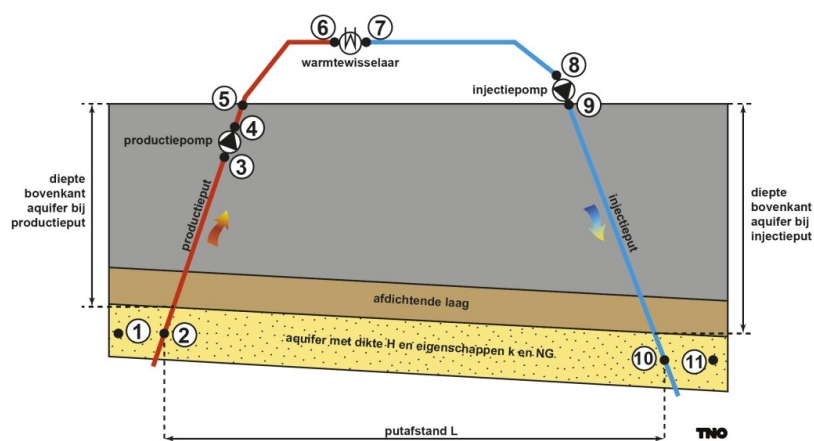
Aquathermie met seizoenopslag blijft buiten deze beschouwing. Het is namelijk niet duidelijk of hiermee warmte-opslag met lage of hoge temperatuur wordt bedoeld. Met lage temperatuuropslag (25 - 30°C) is in Nederland al voldoende ervaring opgedaan, we noemen dat warmte- en koudeopslag (WKO) en dit vindt maximaal 500 m diep onder het aardoppervlak plaats, zie bijlage B en de notitie "Stadsverwarming in Purmerend" van februari 2020. Bij **kleinschalige** WKO-projecten komen veel minder technische problemen voor dan bij hoge temperatuur warmteopslag. Hoge temperatuur (HT) warmte-opslag heeft bijvoorbeeld betrekking op warmte-opslag met een watertemperatuur van 50 - 60°C voor een periode van tenminste drie maanden. Dit is technisch gezien veel complexer dan een lage temperatuur opslag. Hoewel er in het verleden proefprojecten zijn geweest in Nederland zijn er negatieve ervaringen mee opgedaan bijvoorbeeld bij de universiteit van Utrecht. TNO zegt dat bij het opslaan van HT-warmte onvoorziene chemische processen op gang kunnen komen in de bodem, die mogelijk kunnen resulteren in 'scaling' (vorming van neerslag) of zwellen van klei. Voor zover bekend is er wereldwijd slechts één open hoge temperatuur warmteopslagsysteem actief: onder het Rijksdaggebouw in Berlijn wordt warmte van 70°C in de bodem opgeslagen.

Aardwarmte komt uit de kern van de aarde, die waarschijnlijk tussen 2.000 - 12.000°C warm is. Deze warmte stroomt langzaam weg naar het oppervlakte van de aarde. In Nederland neemt per kilometer diepte de temperatuur met ongeveer 30°C toe. In de ondergrond van Purmerend is deze aardwarmte beschikbaar in de vorm van warm water in zandlagen, zogenaamde aquifers. Het aanwezige water in een

aquiver neemt de aardwarmte van het gesteente op en de diepte van de aquiver in de ondergrond bepaalt in grote mate de watertemperatuur.

Om de warmte in dit water te benutten voor verwarming van woningen moet eerst dit warme water worden opgepompt via een zogenaamde productieput. De warmte in het water wordt via een warmtewisselaar overgedragen aan het stadsverwarmingswater. Om de totale waterhoeveelheid in de aquiver constant te houden, wordt dit afgekoelde water weer teruggepompt via een zogenaamde injectieput. In deze notitie wordt uitgegaan van het meest voorkomende geothermische systeem met veelal een diepte van ca. 1.600 - 2.700 meter onder N.A.P., zie figuur 1. Deze twee putten vormen uiteindelijk de basis van een geothermisch bronnensysteem en dit wordt een doublet genoemd. Om thermische interactie binnen ca. 30 jaar tussen de beide putten te voorkomen bedraagt de onderlinge afstand tussen de injectie- en zuig-opening ongeveer 1.500 m.

Omdat reservoir eigenschappen ruimtelijk kunnen variëren, kan het voorkomen dat de situatie 100 of 1.000 meter verderop totaal verschillend kan zijn.



Figuur 1: Schema geothermisch doubletsysteem

In Nederland zijn momenteel 17 van deze doubletten in bedrijf bij voornamelijk tuinbouwbedrijven die kassen verwarmen met behulp van aardwarmte. Er worden nog geen grootschalige woonwijken verwarmd door aardwarmte.

Om aardwarmte te kunnen leveren zal aan een aantal basisvoorwaarden moeten worden voldaan:

- Aanwezigheid van waterhoudende aardlagen (aquifers)
- Goede doorlatendheid (permeabiliteit)
- Voldoende water (porositeit)
- Voldoende hoge temperatuur

- Aardlagen met voldoende dikte
- Aardlagen moeten zoveel mogelijk aaneengesloten zijn
- Bovengronds moet er een warmtevraag zijn
- Beschikken over extra financiële middelen vanwege de vele onzekerheden tijdens het boren en de verdere exploitatie. Ook is het op commerciële basis verzekeren een kostbare aangelegenheid.

Bij onderzoeken naar de haalbaarheid van geothermie wordt gesproken over een zogenaamd P10, P50 of P90 scenario. De P10, P50 en P90 zijn benamingen uit de statistiek, het betekent dat bij een P90 scenario de verwachte opbrengst 90% kans van slagen heeft en de waarschijnlijkheid van de verwachte opbrengst voorzichtiger wordt voorgesteld dan met een P50 scenario waarbij de kans dat het zich voordoet slechts 50% is en in de haalbaarheidsstudie een optimistischer beeld geeft. Wanneer de ondergrond grotendeels onbekend is, is de onzekerheid nog heel groot en spreekt men van een P10 scenario.

Uitgangspunt moet dus bij voorkeur altijd een conservatief P90 scenario (bijv. 5 MW_{th}) zijn mede om te anticiperen op een eventueel productieverval tijdens de exploitatieperiode. Daarnaast lijken vooral de resultaten van de vooronderzoeken bijna altijd te rooskleurig te worden ingeschat. In haalbaarheidsstudies gaat men bij voorkeur uit van een P50 scenario (de 5 MW_{th} wordt dan 2,5 MW_{th}), dan is succes bij voorbaat al verzekerd vanwege de grote onzekerheid. In de praktijk blijkt dat succesvolle aardwarmtebronnen zich rond de P70 scenario's bevinden. Met andere woorden, de P50 scenario's lijken over de hele breedte te optimistisch ingeschat, ook vanwege te weinig kennis van de aquifers. P90 scenario's zijn tot dusver een degelijke basis gebleken voor investeringen in geothermie projecten. Ook verzekeringsmaatschappijen die betrokken worden bij deze projecten eisen een P90- scenario.

Ook voor de garantieregeling is een van de voorwaarden dat voor het boren naar aardwarmte eerst aan het P90 scenario moet worden voldaan. Als blijkt dat niet aan deze voorwaarde kan worden voldaan zal het risico op mislukking groter worden en de terugverdientijd zal veel langer zijn.

Op dit moment bekijkt men of het mogelijk is dat in een geothermische injectieput ook CO₂ kan worden opgeslagen. Dit CO₂ wordt opgelost in het te injecteren geothermische water. Men hoopt op deze manier dat het mogelijk is 35.000 ton CO₂ per jaar per doublet uit het milieu te onttrekken.

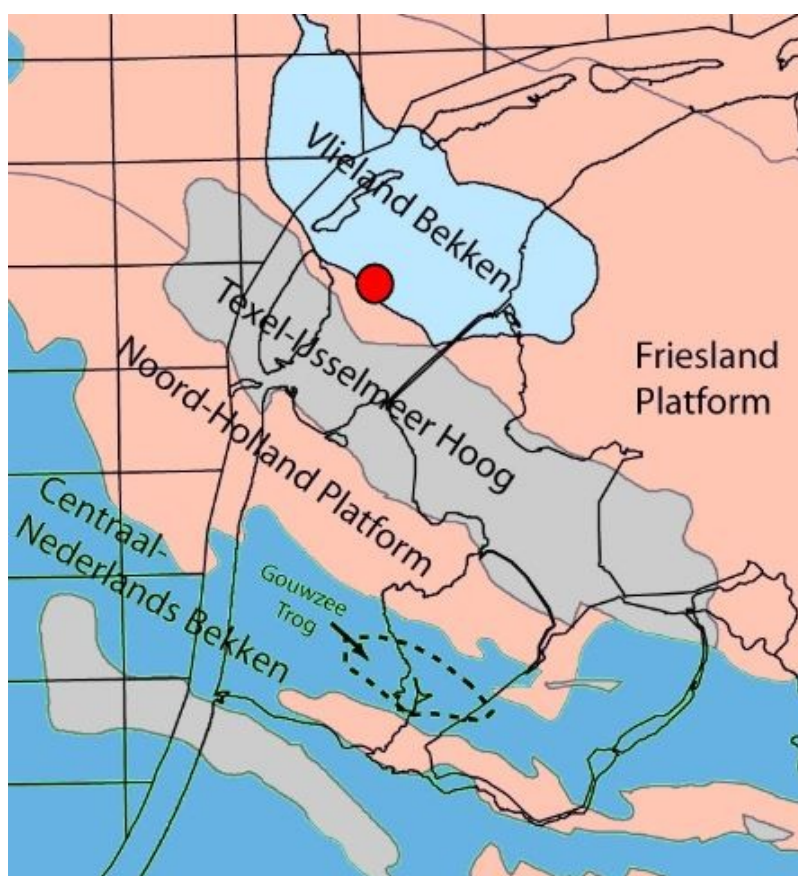
Groen of bio gas is besproken in de notitie "Stadsverwarming in Purmerend" (oktober 2019) en is geen realistische optie.

2. Ondergrond van Purmerend

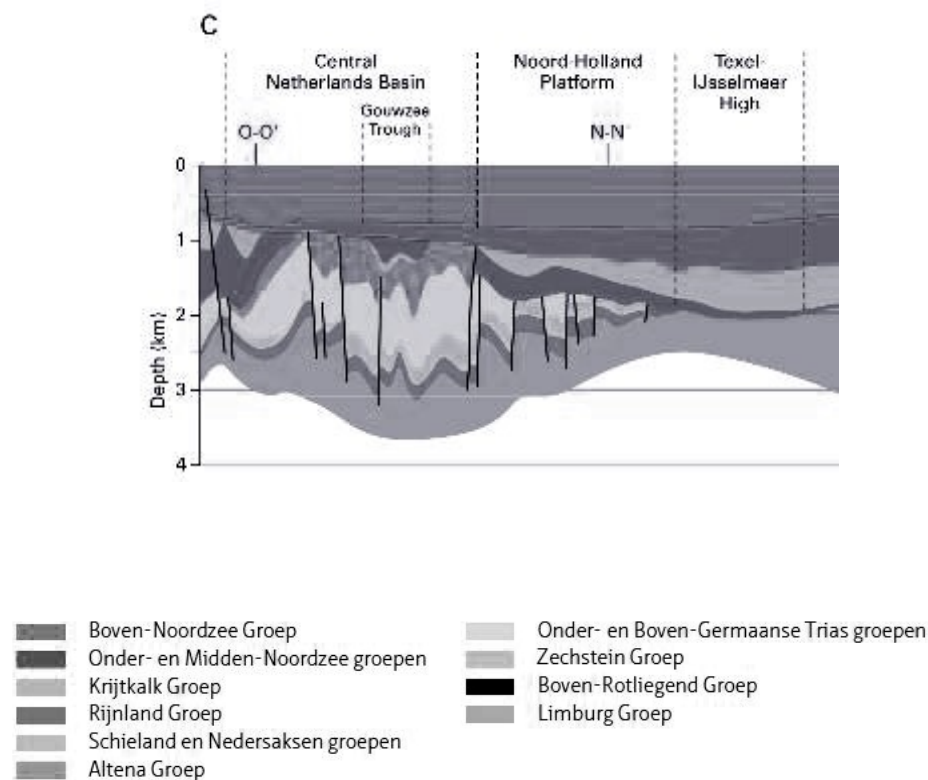
De geologische ondergrond van Nederland varieert sterk. Onder Noord-Holland ligt het Centraal-Nederlandse Bekken waaronder de meeste gasvelden van Noord-Holland te vinden zijn en die deel uitmaken van de Slochteren Formatie. Deze Formatie behoort weer tot de Boven Rotliegend Groep, zie tabel 1. Purmerend heeft een wat afwijkende bodem, er bevindt zich hier namelijk de zogenaamde Gouwzee Trog (zie figuur 1). Deze Gouwzee Trog maakt dus deel uit van de Slochteren Formatie maar is zo'n 1.600 tot 1.800 meter dieper dan de normale Slochteren Formatie.

Het kenmerkende van de Gouwzee Trog is dat door deze diepte hier warmte met hogere temperaturen beschikbaar kan zijn. Helaas is de goede doorlatendheid (permeabiliteit) van het warme water in het diepere deel van de Gouwzee Trog van mindere kwaliteit.

Zoals op onderstaande figuur 2 is te zien loopt de helling van de trog van het zuidoosten naar het noordwesten om Purmerend heen en weer terug naar het oosten en de grootste diepte van de Trog is aan de zuidzijde. Figuur 3 laat een beeld zien van een deel van de dwarsdoorsnede van geologische structuren in Nederland met daarin de Gouwzee Trog.



Figuur 2: Geografische ligging van de Gouwzee Trog.



Figuur 3: Doorsnede van een deel van Noord-Holland met belangrijke geologische structuren van de Gouwezee Trog.

In onderstaande tabel 1 is een overzicht gegeven van de belangrijkste geologische structuren die in Nederland voorkomen voor geothermie. De Onder Germaanse Trias Groep en de Boven Rotliegend Groep zijn voor geothermie de meest geschikte formaties en bestaan voor het grootste deel uit zandsteen dat meestal goed waterdoorlatend is. De ongeveer 200 meter dikke Boven Rotliegend Groep bestaat uit paarse en roodbruine wind- en rivierafzettingen. In de Rotliegende periode heerste er namelijk in Nederland een woestijnklimaat, hierdoor werden er woestijnen met duinafzettingen gevormd. Deze voormalige woestijnen zijn zeer geschikt als warmwater reservoir.

Onder Purmerend is alleen de Slochteren Formatie beschikbaar dat deel uitmaakt van de Boven Rotliegend Groep. **Het complexe verloop van de Slochteren Formatie door de Gouwezee Trog onder Purmerend heeft een grote hoeveelheid breuken in de hellingen en daardoor ontstaat een grote mate van onzekerheid over de geschiktheid en veiligheid van geothermie. Breuken in het gesteente**

kunnen een negatieve invloed hebben op de op te pompen hoeveelheid water maar ook het omgekeerde is het geval wanneer er nog warmer water uit de ondergelegen formaties naar boven kan vloeien. De diepe ondergrond heeft veel verrassingen in petto.

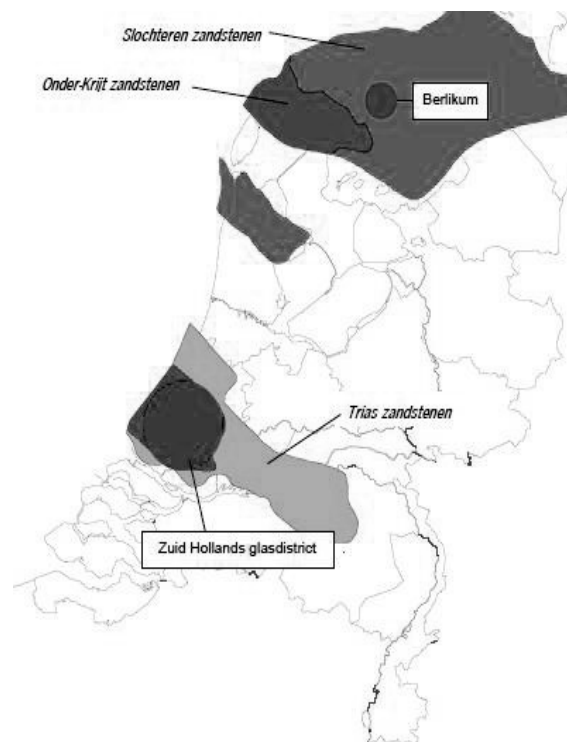
Periode	Groep	Tijd Ma	Formatie (s)	Diepte - mv ^{*)}	Gesteente
<u>Trias</u>	Boven-Germaanse Trias Groep	235-201		1200	Zand-, kleisteen, evaporieten
	Midden-Germaanse Trias Groep	245-235			
	Onder-Germaanse Trias Groep	252-245	Hardegens Formatie		
			Detfurth Formatie		
			Volpriehausen Formatie	1800	Zand- en kleisteen
			Onder Buntsandstein		
<u>Perm</u>	Zechstein	272-252		1800-2100	
	Boven Rotliegend Groep	299-272	Slochteren Formatie	2100-2200	Zandsteen
<u>Carboon</u>	Limburg Groep	359-299	Zeeland Formatie Baarlo Formatie Ruurlo Formatie	2200 en dieper	Klei- en zandsteen koollagen

Tabel 1: Belangrijkste geologische eenheden voor diepe geothermie.

*) De hier aangegeven diepten zijn uiteraard tamelijk willekeurig.

Het aardgas in de Slochteren Formatie is afkomstig uit de ondergelegen Limburg Groep uit de Carboon periode. Het wordt meestal in de Slochteren Formatie vastgehouden door de niet-doorlaatbare lagen van het Zechstein.

In het oostelijk deel van Noord-Holland heeft de Volpriehausen Formatie een te geringe dikte, minder dan 10 meter om als warmtebron te kunnen dienen.

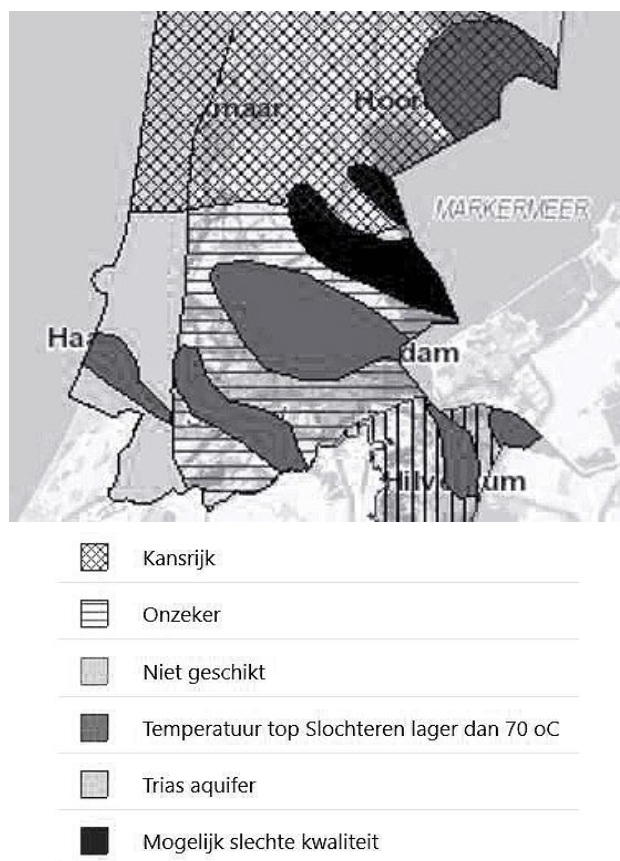


Figuur 4: Ligging van de meest geschikte gebieden voor de winning van aardwarmte in Nederland.

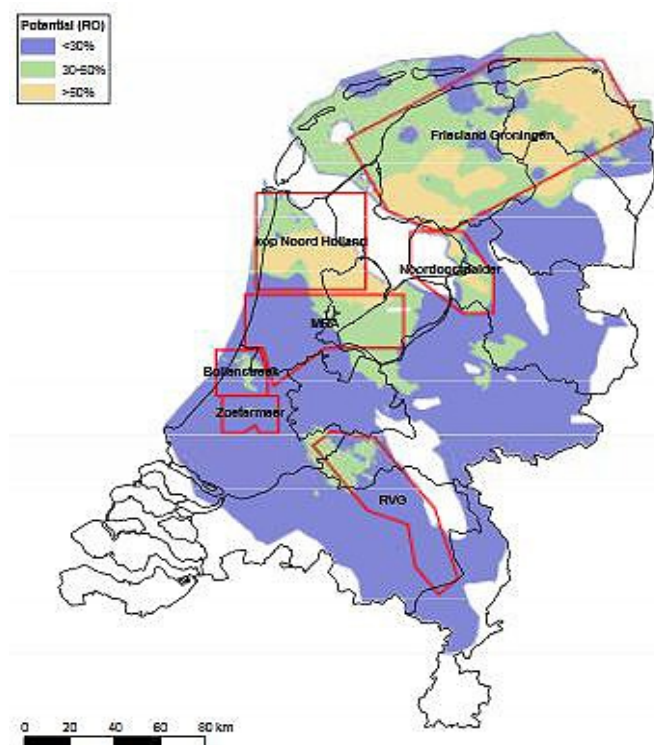
De Provincie Noord Holland heeft in 2008 door Grontmij Nederland B.V. een verkennend onderzoek laten doen naar de mogelijkheden van geothermie in de provincie. Met behulp van deze gegevens is een indicatieve kaart samengesteld met daarin de kansrijke en minder kansrijke gebieden voor geothermie, figuur 5.

Figuur 6 is gebaseerd op de mogelijkheid van een minimaal gewenst $10 \text{ MW}_{\text{th}}$ doublet en geeft aan dat zuidelijk van Purmerend (waarschijnlijkheid $< P10$) in de ondergrond een te lage temperatuur $< 70^\circ\text{C}$ heerst. Het grootste deel rond Purmerend is onzeker (waarschijnlijkheid varieert tussen $P30$ en $P50$). Daarnaast is er ten noorden van Purmerend een gebied waar de bodem mogelijk een slechte kwaliteit heeft voor geothermie en exploitatie is ook hier onzeker. Het te leveren vermogen zou op basis van deze gegevens waarschijnlijk dus niet voldoen aan een waarschijnlijke $P90$ voorspelling maar zal eerder in de buurt liggen van maximaal een $P10 - P50$.

Conclusie: De ondergrond van Purmerend heeft een te complexe samenstelling en zal niet voldoen aan de $P90$ garantie-eis en dat betekent een grote mate van onzekerheid als exploitatie-object.



Figuur 5: Indicatie van een deel van Noord-Holland dat, voor zover bekend, kansrijk, onzeker, dan wel kansarm is voor de winning van aardwarmte.

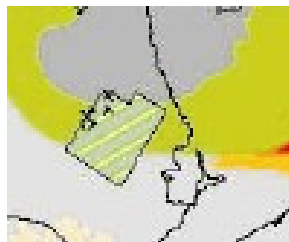


Figuur 6: Rotliegende ondergrond in Nederland met kansen op succesvolle geothermie.

Een belangrijk argument voor toepassing van geothermie is de beschikbaarheid van een warmtenet met een voldoende warmtevraag en om die reden heeft Stadsverwarming Purmerend (SVP) in 2010 een officiële opsporingsvergunning aangevraagd en hiervoor is destijds toestemming verleend.

Het aangevraagde gebied, zie figuur 7, ligt in de gemeenten Purmerend, Waterland, Landsmeer, Wormerland, Beemster, Zeevang en Edam-Volendam.

Het totale oppervlakte van het te onderzoeken gebied bedraagt bijna 60 km².



Figuur 7: Gebied opsporingsaanvraag SVP in 2010.

Op 5 december 2011 meldt de website van Energy Valley dat:

- Binnen het concessiegebied in Purmerend is het, gezien de bodemgesteldheid en het zoutgehalte, economisch niet rendabel om geothermie toe te passen;
- Buiten het concessiegebied, ten noorden van Purmerend, zijn de omstandigheden beter, maar dat gebied ligt in een NAM gasveld.

Dat dit gebied niet geschikt is wordt bevestigd op 12 december 2011 in de Burggolf te Purmerend door Stadsverwarming Purmerend tijdens een informatieavond georganiseerd voor omwonenden en belangstellenden over een nieuw te bouwen BioWarmteCentrale op de Baanstee Oost.

Vraag van een omwonende: De motivatie volgens de media om niet verder te gaan met geothermie is bijzonder vaag. Dat er zout in de bodem zit is bekend. Dat er een gasveld zit in Zeevang van de Gasunie is ook niet nieuw. Door met de Gasunie een convenant te sluiten over deze beloftevolle mogelijkheid is SVP duurzamer bezig dan met het energieverblindende houttransport.

Antwoord SVP: De door SVP beoogde geothermie leverde geen haalbare business case. Door Staatstoezicht op de Mijnen werd de (voor een haalbare business case) noodzakelijke uitbreiding van **de concessie voor aardwarmte geblokkeerd**.

Op grond van deze inzichten heeft SVP begin 2015 besloten om verder onderzoek naar de toepassing van geothermie te staken.

Hoewel er nog geen nieuwe opsporingsvergunning voor geothermie is aangevraagd melden wethouder Rotgans en de directeur van Stadsverwarming Purmerend dat er nieuwe onderzoeken naar de mogelijkheden van toepassing van aardwarmte zijn gestart door de HVC in Alkmaar.

“Geothermie in Noord-Holland” een studie in opdracht van de Provincie Noord-Holland uit 2008 stelt nog wel dat Purmerend een goede kans maakt voor geothermie maar de complexe structurele opbouw van de ondergrond zorgt voor meer onzekerheid (breuken). De onzekerheden zijn dus groot. De uitkomsten van deze studie dienen dan ook louter om een algemene indruk te geven van de potentie, waarbij de verschillende locaties onderling vergeleken kunnen worden. Uiteindelijk kan alleen een boring ter plekke uitsluitend geven over de eigenschappen van de Slochteren zandsteen op de beoogde locatie.

3. Aardbevingen rond Purmerend

In een gebied met ondergrondse breuken komen aardbevingen voor. Er zijn twee soorten aardbevingen, natuurlijke aardbevingen en bevingen die ontstaan bijvoorbeeld door ondergrondse werkzaamheden. Bij dit laatste kan een breuk “kritisch gespannen” raken en kan een verschuiving plaatsvinden.

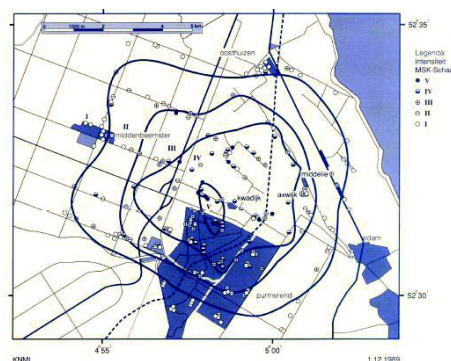
Hieronder een overzicht van aardbevingen in de laatste jaren in de regio van Purmerend.

Plaats	Kwadijk	Alkmaar	Alkmaar	Jisp	Alkmaar	Alkmaar	Warder
Datum	1-12-1989	6-8-1994	21-9-1994	24-12-1995	9-9-2001	10-9-2001	5-6-2018
Tijdstip h	21.09	20.02	03.12	14.26	8.58	6.30	1.01
Kracht R	2,7	3,0	3,2	2,3	3,5	3,2	2,5
Diepte km	1,2	2,5	2,5	3,0	2,0	2,0	3,0

Tabel 2: Overzicht aardbevingen in de regio Purmerend.

Het KNMI stelde samen met de Rijks Geologische Dienst een onderzoek in naar de oorzaak van de aardbeving bij Purmerend (Kwadijk). Dr. H. Haak, hoofd van de afdeling seismologie van het meteorologisch instituut, zegt geen aanknopingspunten te hebben kunnen vinden voor een directe relatie tussen de aardschok en de gaswinning van de NAM bij Middelie. Toch acht hij deze niet helemaal uitgesloten, omdat het tegendeel niet is bewezen. Purmerend ligt in een gebied dat aansluit op een breukenpatroon in de aardkorst. Dit loopt van Zuid-Limburg via Den Bosch en Utrecht verder Noord-Holland in. De aardbeving bij Purmerend is dan ook van natuurlijke oorsprong, ook al is het niet uitgesloten volgens het KNMI dat de ”gaswinning bij Middelie daar een aandeel in had”.

(Bron: Digibron.nl)



Figuur 8: Kaart van Purmerend met de inwoners-ervaring van de aardbeving van december 1989 in Kwadijk vlakbij Purmerend.

De beving van 1989 in Purmerend is zelfs gevoeld op 700 km afstand, geregistreerd door een aantal Franse meetstations.

Staatstoezicht op de Mijnen adviseert terughoudend te zijn met geothermie in gebieden waar aardbevingen voorkomen als gevolg van gaswinning of op locaties die gelegen zijn dicht bij actieve breuken in de diepe ondergrond.

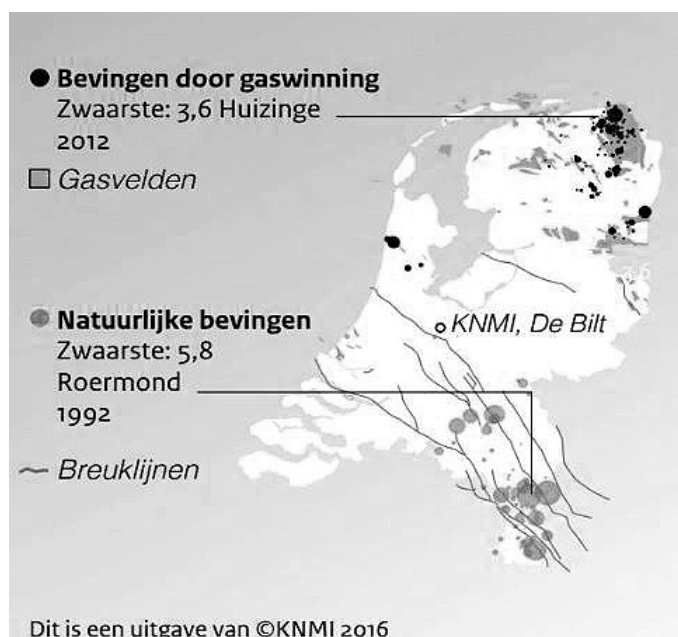
Boren in de ondergrond kan trillingen en aardbevingen veroorzaken.

In de productieput kan door de afkoeling van het zandsteen een extra spanning op de breukvlakken gaan optreden.

Een “slecht werkende” watervoerende zandlaag in de ondergrond kan soms verbeterd worden door een verhoging van de injectiedruk (> 60 bar) of door fracking (water, zand en chemicaliën worden onder zeer hoge druk, zelfs van 400 tot 1000 bar, in een boorput gepompt en veroorzaken kleine explosies) waardoor de kans op extra spanningen in de bodem zal toenemen. Bij een eventuele exploitatieverlening voor geothermie, zou dit op voorhand in Purmerend al uitgesloten moeten worden. N.B. Wanneer dit geen aardwarmte zou zijn maar schaliegas dan zou hiervoor in Nederland nooit toestemming worden gegeven.

Aardbevingsrisico's zijn te verwaarlozen voor projecten die:

- produceren vanuit goed doorlatende lagen en dat is onzeker in Purmerend,
- niet in de buurt liggen van actieve breukzones en dat laatste geldt dus niet voor Purmerend, zie onderstaande figuur 9.



Figuur 9: Overzicht van aardbevingen in Nederland

4. Risico's geothermie onderschat

“Geothermie is een duurzame vorm van energie, maar deze aardwarmte moet veilig gewonnen kunnen worden voor mens en milieu”, dat concludeert Harry van der Meijden, Inspecteur-generaal van Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) in het rapport “De Staat van de sector Geothermie”. Veel risico's bij het boren naar geothermie zijn vergelijkbaar met die in de olie- en gassector. Daar zou de geothermiesector van kunnen leren. Maar de relatief jonge en nog kleine en kleinschalige sector heeft moeite om de benodigde deskundigheid en ervaring te mobiliseren, toe te passen en te borgen voor volgende projecten. De sector heeft een zwakke veiligheidscultuur, de veiligheids- en milieurisico's worden in het algemeen onvoldoende herkend en beheerst en wet- en regelgeving worden niet goed genoeg nageleefd.

Het valt SodM op dat het duurzaamheidslabel van geothermie projecten breed wordt uitgedragen. Maar een veilige winning van geothermie is wel een voorwaarde voor succes. Er lijkt weinig oog te zijn voor financiële reserves voor het opvangen van tegenvallers. Dat geldt ook voor de toekomstige ontmanteling van installaties.

Het rapport “Evaluatie Algemeen instrumentarium geothermie” van het ministerie van Economische Zaken beschrijft de volgende risico's:

- **HET GEOLOGISCH RISICO.** Het risico dat een put minder warmte produceert dan verwacht. Omdat de eigenschappen van de locale ondergrond bij voorbaat niet nauwkeurig bekend zijn (misboring), is er een risico aanwezig dat de eigenschappen van het geothermisch reservoir anders zijn dan verwacht. Dit heeft met name vervelende gevolgen als er minder vermogen uit de put kan worden geproduceerd (temperatuur en waterhoeveelheid). Dit risico wordt grotendeels (maar dus niet voor 100%) ondervangen door de bestaande “Regeling Nationale EZ – Subsidies (RNES) - Risico's dekken voor aardwarmte”. Dit is beter bekend onder de naam Garantiefonds.
- **HET BOORRISICO.** Er zijn bijna geen partijen op de markt die bereid zijn om een geothermieput of een geothermieproject *turn key* te realiseren. **Een groot deel van de maakrisico's, zoals de tijd die de boorfirma er over doet om een put te maken, ligt bij de opdrachtgever. De boorrisico's kunnen deels verzekerd worden, maar in de praktijk is tot op heden gebleken dat opdrachtgevers voor hoge onverwachte kosten kunnen komen te staan tijdens het boren, die niet gedekt worden door de boorfirma, niet door de verzekeraar en niet door het RNES. Hierdoor eisen de banken van de opdrachtgever (Stadsverwarming Purmerend) een aanzienlijke hoeveelheid eigen vermogen om onvoorziene kosten te kunnen dekken. De beschikbaarheid is echter beperkt, het is een budget dat ter beschikking wordt gesteld aan projecten in volgorde van aanvraag. En per project gelden ook maximale bedragen omdat de overheid van mening is dat operators een eigen risico behoren**

te lopen. Onder de regeling wordt maximaal 85% van de ‘burgerrelateerde kosten’ uitgekeerd (dus niet 85% van de investeringen want de bovengrondse leidingen en installaties worden niet gezien als burgerrelateerd). Dit percentage is voldoende om op dat moment in het boorproces de financiering te dekken mits eerst het privaat vermogen-principe wordt toegepast.

- **HET EXPLOITATIE RISICO.** Bij bestaande geothermieprojecten is uit ervaring gebleken dat er tijdens exploitatie soms onverwachte problemen voorkomen, zoals een verstopte put, neerslag van zouten en corrosie van metalen etc. Dit kan leiden tot aanzienlijke niet begrote kosten voor de exploitant. Niet alleen moet het probleem verholpen worden, maar de stilstand zorgt er ook voor dat er tijdens het probleem geen inkomsten zijn, terwijl de vaste lasten wel doorgaan met extra kosten voor het kopen van aardgas voor de beide HulpWarmteCentrales in Purmerend. Banken eisen dat er ook tijdens de exploitatie voldoende eigen vermogen beschikbaar is.

De daadwerkelijke aanleg van een doublet blijft een investering met een ongunstig risicoprofiel en pas na- dat de eerste boring volledig is uitgevoerd bestaat er enige zekerheid over het debiet en de temperatuur waarmee water naar boven kan worden gepompt. Maar op dat moment zijn al ongeveer de helft van de totale kosten van een geothermie bron uitgegeven.

In verband met financiering van deze projecten stellen ook de Nederlands banken, dat zich bij vrijwel alle projecten incidenten hebben voorgedaan tijdens of na het boren. Hieronder een aantal incidenten bij de verschillende projecten:

- Lost in hole: een boorkop komt vast te zitten in een diepliggende aardlaag en moet als verloren beschouwd worden. Dit is een flinke schadepost voor een boormaatschappij.
- Niet passende koppelingen waardoor zout water vrij spel kreeg hetgeen tot corrosie leidde en uiteindelijk tot kortsluiting.
- Water met een zodanig hoog loodgehalte dat filters verstopt raken.
- Sidetrack (nieuwe boorroute) omdat men tijdens het boren op een breuklijn stuit. Met discussies tot gevolg tussen operator en boorbedrijf over de vraag voor wiens rekening en risico dit is.
- Injectiviteit: het lukt niet om het water terug te pompen in de aardlaag van waaruit het is opgepompt.
- Er komen beperkte hoeveelheden koolwaterstoffen mee. In de meeste installaties is dat gas en soms ook olie.

Uit andere onderzoeken bleek dat de meest voorkomende problemen tijdens exploitatie ook moeilijk te verzekeren zijn, zoals:

- neerslag van vaste delen (Scaling)
- kalk
- neerslag natuurlijke radioactieve stoffen (LSA materialen)
- corrosie (roestvorming)
- erosie (uitslijten)
- verstopping (het verhelpen van een verstopping kan oplopen tot meer dan 1 miljoen euro).

In de omgeving van Purmerend zijn gasvelden aanwezig. De kans dat ook een hoeveelheid gas wordt opgepompt is niet ondenkbeeldig.



Figuur 11: Gasveld Middelie

In de toekomst kan het lege Middelie-gasveld bij een geothermieproject in Purmerend van groot belang zijn. Lagere drukken in het gasveld kunnen spanningen in de ondergrond veroorzaken. Hiernaar moet op voorhand veel onderzoek gedaan worden en er dient gecommuniceerd te worden met de inwoners in de regio.

5. Ervaringen met geothermie

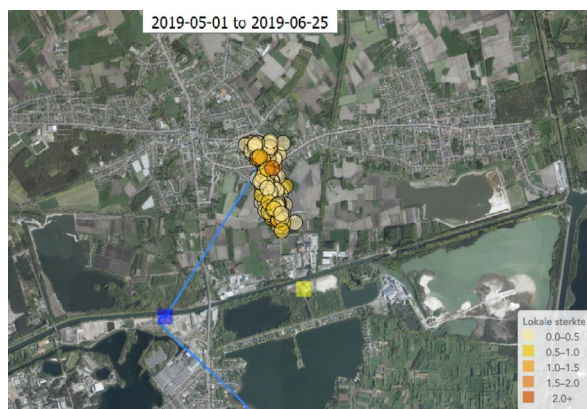
Een aantal berichten over geothermie:

Mol-Donk België

Er is al meer dan 30 jaar ervaring wereldwijd met geothermie en de praktijk toont aan dat aardbevingsactiviteit inherent is aan geothermie. Het Vlaams Instituut voor Technologie (VITO) is in 2019 een project gestart bij het Kempense Mol-Donk op het eigen terrein van de VITO. Dit staat bekend als het Balmattproject en men test het gebruik van geothermie. Van de ondergrond zijn vele 3-dimensionale seismische onderzoeken gedaan zodat alle kennis bekend zou moeten zijn voor verdere stappen. Op 24 juli 2019 vond er 's avonds om 19.30 uur een aardstok plaats met een magnitude van 2,1 en hiervoor waren er nog nooit aardbevingen geweest in dit gebied. Recent waren er wel twee bevingen met magnitudes van 0,9 en 1,2. Sinds eind juni ligt de geothermiecentrale stil en men hoopte dat voor 9 december 2019 de installatie weer in bedrijf kan worden genomen.

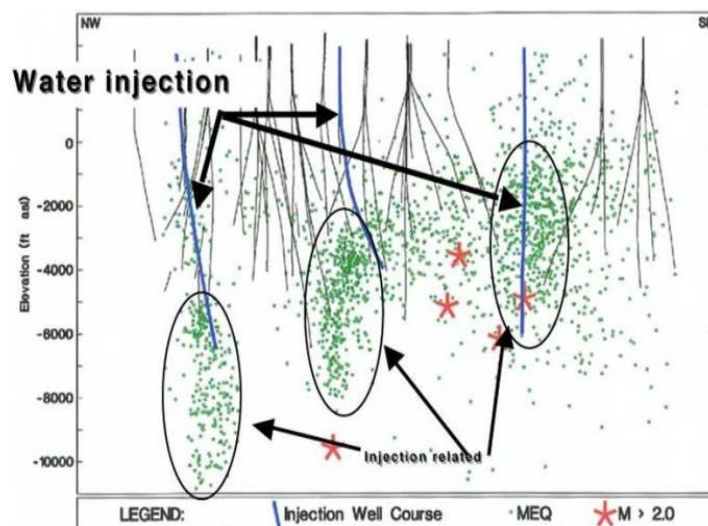
Tot op heden zijn drie diepboringen (van de vijf geplande) gerealiseerd in het Balmattproject.

Dat seismisch onderzoek niet voldoende is bleek bij de derde diepteboring toen een geologische verrassing werd ontdekt. De put bleek “**droog**” te staan, waardoor het gewenste vermogen niet kon worden geleverd. Het ambitieuze plan om via een 30 km lang warmtenet duizenden gebouwen in Mol en Dessel van warmte te voorzien, werd dan ook teruggedroefd.



Figuur 12: Overzicht aardbevingen in Mol België als gevolg van geïnduceerde seismiteit.

Het VITO meldde daarna dat geothermie aardbevingen kan veroorzaken en dat wordt voornamelijk veroorzaakt door het in de bodem weer injecteren van het afgekoelde water. Dit veroorzaakt kleine bewegingen, microaardbevingen of geïnduceerde seismiteit, die weer aanleiding kunnen zijn voor aardbevingen.



Figuur 13: Microseismische activiteit in **The Geysirs** geothermisch veld (Californië). Elk puntje vertegenwoordigt een aardbevingshaard van een microaardbeving. De sterren een aardbeving met een magnitude groter dan 2.0 op de Richterschaal. Deze zwermen van microseismiciteit concentreren zich voornamelijk rond de injectieputten.

Deze nauwelijks te voorspellen aardbevingsdreiging zou wel eens de doodsteek kunnen betekenen voor dit Balmattproject, althans als een operationele geothermiecentrale. Niemand kan immers met de huidige kennis met enige zekerheid beweren dat de aardbevingsactiviteit, veroorzaakt wordt door de injectie van het retourwater, met een of ander meet- en regelprotocol volledig onder controle kan gehouden worden. Een aardbeving, die mogelijk niet alleen voelbaar is maar ook schade kan veroorzaken, is niet uit te sluiten.

Het weer terugpompen van het afgekoelde water is dus noodzakelijk omdat dit water een hoog zoutgehalte heeft en om die reden wordt lozing op oppervlaktewater niet toegestaan. Bovendien wordt door de injectie de druk in de aquifer op peil gehouden. Het terugvoeren van retourwater heeft ook een aantal nadelen. In de eerste plaats kost het elektriciteit en het injectieproces zelf verloopt ook niet zonder risico. Vooral sommige zandsteenreservoirs, die rijk zijn aan kleimineralen, zijn soms gevoelig voor verstopping ten gevolge van fijne deeltjes die in het water zweven. Verstopping van een injectieput vermindert de doorlatendheid. Dit heeft weer tot gevolg dat de benodigde druk om het water te injecteren verhoogd moet worden, waardoor de elektriciteitskosten van de injectiepomp toenemen en de rentabiliteit van de geothermische installatie afneemt.

Pijnacker

Het Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) stelt dat bij aardwarmteprojecten zoals The Green Innovator van de potplantenkwekerij van de gebroeders Ammerlaan in Pijnacker de risico's van het winnen van aardwarmte werden onderschat.

De overheid moet met gericht beleid en betere regelgeving komen om de veiligheid in de sector te waarborgen, zo meent de toezichthouder. SodM neemt voor de eerste keer aardwarmte onder de loep.

Omdat het om relatief nieuwe technieken gaat, is er volgens het SodM nog te weinig aandacht voor risico's, zowel op het gebied van veiligheid als milieu.

In oktober 2017 werd door een breuk op 1 km diepte in de productieleiding de aardwarmteproductie stilgelegd. De potplantenkwekerij uit Pijnacker loopt tegen een miljoenenstrop aan. In 2011 en 2012 lag de aardwarmtewinning ruim een jaar stil vanwege de **bijvangst van olie en gas**. Aanpassing van de installatie vergde toen al ettelijke miljoenen.

Over de oorzaak van de breuk in de leiding tast de kwekerij nog in het duister. Vermoedens zijn er wel. „De leiding kan zijn gecorrodeerd of geërodeerd, maar wij denken zelf dat de buis uit de mof is gezakt door rek en krimp van de leiding als gevolg van temperatuurverschillen, want de breuk is heel mooi recht. Een constructiefout dus”, aldus Leon Ammerlaan.

De kwekerij, die 6 ha glas telt, leverde ook aardwarmte aan dertien nabijgelegen glastuinbouwbedrijven, 470 appartement, een zwembad, een scholencomplex, een sporthal en een fitnesscentrum. Nu de geothermiewinning stilligt, wordt in de warmtevraag van de aangesloten tuinbouwbedrijven voorzien door de inzet van gasgestookte ketels en WKK's.

De gebroeders Ammerlaan moeten een nieuwe aardwarmteput laten boren, omdat de eerste door een ondergrondse leidingbreuk buiten gebruik is gesteld.

De gemeenteraad van Pijnacker-Nootdorp heeft ingestemd met het verlenen van een lening van vijf miljoen euro aan het bedrijf Ammerlaan voor het slaan van een nieuwe aardwarmtebron. Die is nodig omdat de bestaande bron afgelopen jaar onbruikbaar is geworden door de ondergrondse leidingbreuk.

Nieuwe tegenslag bij het aardwarmteproject van Ammerlaan.

Het zit niet mee bij Ammerlaan The Green Innovator in Pijnacker. Opnieuw is er een probleem met een van de aardwarmteputten op het terrein van het bedrijf aan de Nootdorpseweg. Het nieuwe doublet, waaraan sinds afgelopen zomer wordt gewerkt, kan door technische problemen niet in gebruik worden

genomen. Op dit moment is nog niet duidelijk wanneer wel weer aardwarmte kan worden opgepompt. Pas in het voorjaar van 2020 hoopt het bedrijf daar meer over te kunnen zeggen.

Groningen

Groningen wil stoppen met aardgas. Jarenlang trof de stad voorbereidingen voor de winning van groene aardwarmte voor huizen. Er moet een meetsysteem onder de grond komen, om eventuele trillingen direct te signaleren. Warmtestad denkt zo het onderwerp “veiligheid” te kunnen afvinken. Een tunnel visie? Het bevingrisico is ‘nihil’, klinkt het voortdurend. Op 2 november 2017 gaat per direct de stekker uit het boorplan van Warmtestad, nog voordat de boor de grond in ging en ‘Warmtestad’ eindigde als een fiasco. De kans op aardbevingen was te groot.

Den Haag

Medio 2007. Den Haag besluit de eerste Nederlandse gemeente met geothermisch gevoed warmtenet te worden en om circa 46 M Euro te investeren in een grootschalig wijkvernieuwingsproject, waarbij in de eerste fase 4.000 woningen worden aangesloten op een met geothermie gevoed warmtenet. De genoemde investeringen betreffen de gehele keten van warmtelevering vanaf de bron, buffervat, reserve- en piekvermogen, de aanleg van een warmtedistributienetwerk en lage temperatuur verwarmingssystemen in 4.000 huizen. Den Haag wordt zo de eerste Nederlandse gemeente die geothermische energie om gaat zetten om een woonwijk te verwarmen. Echter het project met twee doubletten werd stilgelegd omdat naast een aantal financiële problemen er van het begin ook technische problemen waren. Zo kwam er aardgas met het grondwater naar boven. In 2019 is het project weer opnieuw opgestart met andere partners.

Grubbenvorst

In Grubbenvorst wordt het warme water wel vanuit een gebied met breuken gepompt maar het wordt daarna niet meer in deze zone geïnjecteerd, maar daarbuiten. Deze warmtewinning wordt op last van het Staatstoezicht ‘real time’ seismisch gemonitord zodat tijdig ingegrepen kan worden als de veiligheid eventueel in het geding zou komen.

Dagblad Trouw

In 2019 dreigen er bij alle 23 Nederlandse aardwarmteprojecten ondergrondse lekkages, zegt Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) tegen Trouw. De toezichthouder komt snel met extra veiligheidseisen voor boorbedrijven.

Nu roesten de metalen buizen, die warm water vanaf een kilometer diepte oppompen, kapot door het zout in de bodem. Daardoor kunnen vuile, licht-radioactieve bodemstoffen vrijkomen en de ondiepe bodem verontreinigen. Drie projecten moesten hun energiesysteem stilleggen en repareren, zegt SodM-directeur Theodor Kockelkoren. De andere boorbedrijven proberen de lekkage met 'anti-lek'-chemicaliën te stoppen. "Dat is geen duurzame oplossing", zegt Kockelkoren. Als het chemische goedje er tóch uitlekt, vervuult het de bodem.

Vorig jaar legde SodM twee Limburgse bedrijven stil die schone bodemenergie winnen voor tuinbouwkassen, allebei nabij Grubbenvorst. Een (lichte) aardbeving geeft aanleiding om het verband met de schone energiewinning te onderzoeken, zegt Kockelkoren. De toezichthouder zegt dat een actieve breuklijn in de Limburgse bodem kan zorgen voor een beving.

Op plekken met andere mijnbouw, zoals gaswinning, kan een verhoogd risico bestaan, zegt Kockelkoren. SodM keurde zelfs vorig jaar daarom een groot initiatief in Groningen af, Warmtestad genoemd, waarbij aardwarmte huizen moest gaan verwarmen. Dat dit geen beving zou geven stond onvoldoende vast.

Politieke reactie op deze berichten in Trouw

Vraag van het Kamerlid Beckerman (SP) aan de minister van EZK: Kunt u toezeggen dat deze problemen met geothermie niet leiden tot een prijsverhoging voor de huishoudens aangezien de kosten van de huidige warmte in woningen al zo hoog zijn.

Antwoord van minister Wiebes: **Op dit moment** is de warmteprijs voor eindgebruikers gemaximeerd op basis van de gasreferentie. Daarmee is voor eindafnemers verzekerd dat zij niet meer gaan betalen vanwege deze problemen.

Vraag Kamerleden Van Brenk en Geleijnse (50 plus) aan de minister van EZK: Kunnen boringen naar aardwarmte leiden tot extra aardbevingen?

Antwoord: In gebieden waar van nature aardbevingen optreden en in gebieden waar al geïnduceerde aardbevingen hebben plaatsgevonden, moet expliciet gekeken worden of er additionele seismische risico's zijn als gevolg van de toepassing van geothermie.

Geothermieputten vormen een groter risico dan gas- of olieputten.

Ondanks het feit dat de staat voor 85% garant staat voor de booractiviteiten betekent dit niet dat de inwoners van Purmerend geen risico lopen. **In de toekomst wordt de warmteprijs gebaseerd op de kostprijs+ en dat betekent dat de consumenten wel moeten gaan bijdragen bij bijvoorbeeld een calamiteit of lagere productiecapaciteit van de bron in Purmerend.** Op dit moment (2020) is de warmteprijs voor eindgebruikers gemaximeerd op basis van de gasreferentie. Daarmee is voor eindafnemers verzekerd dat zij niet meer gaan betalen vanwege mogelijke problemen.

6. Thermisch vermogen doublet(ten)

Het thermische vermogen van een doublet is niet alleen afhankelijk van de opgeslagen hoeveelheid warmte in de aquifer en de hoeveelheid op te pompen warmwater maar ook het verschil tussen aanvoer- en retourtemperatuur is van groot belang. Hoe groter dit verschil hoe meer warmte er geleverd kan worden aan de stadsverwarming.

De periode tussen het maken van geothermische plannen en het werkelijk oppompen van warmte neemt een zeer lange tijd in beslag (circa 10 jaar). Dit wordt onder andere veroorzaakt doordat er nog relatief weinig ervaring is met het realiseren van geothermische installaties.

Zo moet er eerst specifiek seismisch bodemonderzoek plaatsvinden op de locatie om de onzekerheid met betrekking tot de ondergrond te minimaliseren (P90-eis). Eigenlijk hoort hier ook een proefboring bij waarbij de diepte en dikte van de watervoerende laag, de temperatuur van het water en de hoeveelheid en de doorlatendheid van de bodem op die plaats nauwkeuriger wordt vastgesteld. Pas als de resultaten van de proefboring positief uitvallen en de veiligheid optimaal kan worden geborgd, kan worden begonnen met de realisatie van de installatie. Echter een proefboring is een te kostbare zaak zodat deze fase in werkelijkheid wordt overgeslagen en het risico op een niet geschikte bron toeneemt.

In de volgende resultaten van berekeningen gaan we uit van het meest optimistische scenario dat nauwelijks in Purmerend gerealiseerd kan worden omdat dit een niet kansrijke omgeving is. Bij een

debiet van 200 m³/uur, een warmtecapaciteit van 4,5 x 10⁶ J/m³.K en een afkoeling van 80°C naar 40°C levert dit een vermogen van **10 MW_{th}** (P50-scenario).

Men moet zich wel realiseren dat van deze optimale 10 MW_{th} nog slechts ca. 7 MW_{th} beschikbaar is voor de consument, het verschil (ca. 3 MW_{th}) is het warmteverlies in het distributienet.

Een geothermie-installatie is door zijn regeltechnische beperkingen een **aanbodgestuurde installatie** en alleen geschikt om als basislast van de warmteproductie te dienen. Door het gebruik van warmtebuffers kunnen deze beperkingen deels worden opvangen.

Wanneer één doublet in gebruik zou worden genomen gaat deze warmte een rol spelen in de stadsverwarmingsinstallatie en zal dit van invloed zijn op het aandeel fossiele energie. Zoals in tabel 3 is te zien levert één doublet een daling op van 15% of 150 m³ a.e. fossiele energie.

Situatie in Purmerend		2035	+1 doublet	+2 doubletten	Ref. HR-ketel
Input	Duurzaam	681	801	922	
	Fossiel	(-21%) 795	(-36%) 645	(- 51%) 495	(100 %) 1.000
Totaal bruto energie woning		1.476	1.446	1.417	1.000
Output	Netto warmte	800	800	800	800
	Totaal verlies	676	646	617	
Benodigde elektriciteit in kWh		345	418	491	200

Tabel 3: Energie-inzet en energieconsumptie in 2035 bij toepassing geothermie.
Uitgedrukt in m³ aardgasequivalenten per jaar per gemiddelde woning in Purmerend.

Wanneer de stadsverwarming wordt uitgebreid met een tweede BioWarmteCentrale ontstaat een iets andere situatie, tabel 4 geeft dit weer.

Situatie in Purmerend 2035		SVP	SVP + 1 doublet	SVP + 2 doubletten	Ref. HR-ketel
Input	Duurzaam	765	885	1.006	
	Fossiel	(– 29 %) 711	(– 44 %) 560	(– 59 %) 409	(100 %) 1.000
Totaal bruto energie woning		1.476	1.445	1.415	1.000
Output	Netto warmte		800	800	800
	Totaal verlies	676	675	615	200
Benodigde elektriciteit in kWh		345	418	491	200

Tabel 4: Energie-inzet en energieconsumptie in 2035 bij uitbreiding BWC en toepassing geothermie.
Uitgedrukt in m³ aardgasequivalenten per jaar per gemiddelde woning in Purmerend bij gewijzigd beleid met een extra BWC.

7. Geothermie en de invloed op de totale CO₂-productie in Purmerend

Zoals al eerder berekend (zie notitie Stadsverwarming in Purmerend) neemt de totale CO₂ productie per jaar door de stadsverwarming toe met 55.000 ton. Wanneer één doublet in gebruik zou worden genomen en deze aardwarmte een rol zou gaan spelen in de stadsverwarmingsinstallatie zal dit in het meest gunstigste geval een daling van 10.000 ton CO₂ opleveren. Per gemiddelde woning is in het meest kansrijke geval een daling van slechts 7% of 237 kg CO₂ mogelijk.

Situatie in Purmerend 2035	SVP	SVP + 1 doublet	SVP + 2 doubletten	Ref. HR-ketel
Duurzaam	1.584	1.584	1.584	
Fossiel	(– 15 %) 1.727	(– 26 %) 1.490	(– 38 %) 1.255	(100 %) 2.020
Totaal emissie kg CO₂	3.311 (+ 64 %)	3.074 (+ 52 %)	2.839 (+ 41 %)	2.020 (100 %)

Tabel 5: Geproduceerde kg CO₂ per jaar per gemiddelde woning in Purmerend in 2035 bij toepassing geothermie.

Wanneer uit wordt gegaan van een combinatie met extra BioWarmteCentrale en geothermie, verandert er weinig aan de totale CO₂ besparing, die wordt nu bijna 13% of 425 kg CO₂.

Siutatie in Purmerend 2035	SVP + BWC	SVP + BWC + 1 doublet	SVP + BWC + 2 doubletten	Ref. HR-ketel
Duurzaam	1.762	1.562	1.584	
Fossiel	(– 22%) 1.577	(– 34 %) 1.330	(– 46 %) 1.092	(100 %) 2.020
Totaal emissie kg CO₂	3.339 (+64%)	2.914 (+44%)	2.676 (+33%)	2.020 (100%)

Tabel 6: Geproduceerde kg CO₂ per jaar per gemiddelde woning in Purmerend in 2035 bij gewijzigd beleid met een tweede BWC en toepassing geothermie.

8. Duurzaamheid

In de notitie “Stadsverwarming in Purmerend” is in par. 7 uiteengezet dat het equivalent opwekkingsrendement (EOR) van een stadsverwarmingsinstallatie een maat is voor de duurzaamheid. Deze EOR varieert tussen een slechte waarde van 100% en een uitstekende waarde van meer dan 350%.

Duurzaamheid in 2035	BWC + HWC	BWC + HWC + extra BWC
SVP	90 %	100 %
SVP met één doublet	106 %	120 %
SVP met twee doubletten	128 %	149 %

Tabel 7: Overzicht duurzaamheid in 2035 d.m.v. equivalente opwekkingsrendementen (EOR) in de verschillende varianten.

Uit dit overzicht blijkt duidelijk dat de duurzaamheid van de stadsverwarming iets verbetert maar nog ver onder een gewenste situatie blijft van 350%. Uitbreiding met één of twee geothermische installaties levert geen substantiële bijdrage aan een duurzame warmtevoorziening in Purmerend.

9. CO₂ – ladder

De door ECN/TNO ontwikkelde CO₂-ladder geeft een indicatief beeld van de CO₂ uitstoot van een stadsverwarmingsinstallatie. In de notitie “Stadsverwarming in Purmerend” is in par 8 een correctie gegeven op de waarden uit het rapport “Routekaart” van het Stadsverwarmingsbedrijf Purmerend. De gecorrigeerde waarden zijn gebaseerd op de gegevens uit dit rapport en geven een ander beeld. Wanneer geothermie onderdeel zou uitmaken van het stadsverwarmingssysteem (extra geaccentueerd) zal dit van weinig invloed zijn op de gecorrigeerde CO₂-ladder. Zoals al eerder is aangetoond zal geothermie geen echt duurzaam systeem opleveren. Stadsverwarming Purmerend blijft een combinatie van verschillende warmtebronnen .

Warmtebron	CO ₂ – emissie in kg/GJ	
	Alleen warmtebron	Inclusief warmtenet
Biomassacentrale (BWC) volgens MRA	0,0	13,0
Uitsluitend biomassa toegepast in Purmerend	8,8	14,2
Uitsluitend geothermie in Purmerend	11,1	16,5
Geothermiebron > 4 km volgens MRA	6,0	20,0
Afvalcentrale	11,4	25,7
Restwarmte Tata-steel	11,9	26,4
WKC gestookt op aardgas	17,0	32,0
SVP met een extra BWC en twee doubletten	61,0	41,0
WKC gestookt op kolen	28,0	45,0
SVP met twee doubletten	61,0	49,0
SVP met een extra BWC en één doublet	61,0	52,0
SVP met één doublet	61,0	62,0
SVP met een extra BWC	61,0	65,0
SVP	61,0	72,0
Hulpketel op aardgas	61,0	81,0

Tabel 8: Aangepast totaal overzicht resultaten oorspronkelijke CO₂-ladder voor de MRA verschillende centrale opwekkingseenheden (zie ook notitie “Stadsverwarming in Purmerend”).

In deze tabel is ook een situatie opgenomen van de stadsverwarmingsinstallatie in Purmerend die uitsluitend op aardwarmte is gebaseerd. De CO₂-uitstoot wordt in dit geval geheel bepaald door de elektriciteit nodig om al het water in de doubletten en het distributienet rond te pompen.

10. Efficiënte inzet van brandstof

De efficiënte energie inzet van een stadsverwarmingsinstallatie verandert nauwelijks door extra inzet van geothermische bronnen.

Verwarmingsopties in Purmerend	Energie efficiëntie
Referentie individuele HR-ketel	80 %
75 % stadsverwarming en 25 % ind. HR-ketel (2016)	60 %
SVP (2035)	54 %
SVP met één doublet	55 %
SVP met twee doubletten	57 %
SVP aangesloten op een regionaal warmtenet	36 %

Tabel 9: Verschillende opties beoordeeld naar hun efficiënte energie-inzet.

11. Investerings

Zoals eerder genoemd in dit rapport zijn de investeringen van een geothermisch doublet hoog, deze worden geraamd op 13 à 17 miljoen euro bij een 10 MW_{th} bron.

Voor een project moet zoals genoemd een extra reserve gereserveerd worden van 20 à 40% van de totale boringskosten.

Deze grote projecten brengen nogal wat andere risico's met zich mee. Ondanks uitgebreide onderzoeken is het mogelijk dat bij een proefboring blijkt dat de bron minder productief is dan in eerste instantie geschat, zie bijvoorbeeld het Balmattproject in Mol. De verwachte watercapaciteit kan dus in werkelijkheid minder zijn doordat de doorstroom van het gesteente minder is dan verwacht. Aanvullende investeringen voor het stimuleren van de ruimte in het gesteente zou een gevolg hiervan kunnen zijn, zie ook paragraaf 4. Daarnaast kan bijvoorbeeld vervuiling van één van de putten optreden met klei of er kan "scaling" (chemische afzetting) ontstaan in de putten en/of de installatie. Deze financiële risico's kunnen worden opgevangen door een garantstelling van de Gemeente Purmerend. Het onderbrengen van deze risico's bij commerciële verzekeringsmaatschappijen maken het project alleen maar duurder.

De raad en de inwoners van Purmerend moeten zich deze grote financiële consequenties aan het begin van een dergelijk project goed realiseren.

12. Warmteprijs

In Nederland worden in het algemeen op de winning van delfstoffen accijnzen geheven. In het belang van de promotie van aardwarmte wordt hierop afgeweken en is "Aardwarmte belastingvrij".

Zoals gezegd zijn de investeringen in een geothermie-installatie erg hoog. Alleen bij een goed veilige functionerende waterhoudende aardlaag met een goede doorlatendheid en die over voldoende water met hoge temperatuur beschikt zou dit een goede investering kunnen zijn. Helaas kunnen deze randvoorwaarden pas in de praktijk getoetst worden als de meeste investeringen gedaan zijn.

Uit diverse onderzoeken blijkt dat er extra geld moeten worden bijgedragen om het project financieel af te dekken. Dat kan door een:

- Hoge financiële bijdrage van gemeente
- **Hogere aansluitbijdrage. Een hogere GJ-prijs of een hoger bijdrage vastrecht zal zeker aan de consument doorberekend worden. De inwoners van Purmerend kunnen hiervan verzekerd zijn als het nieuwe kostprijs+ systeem, dat door de stadsverwarmingsbedrijven zo hartstochtelijk gepromoot wordt, is ingevoerd waardoor de GJ-prijs hoger voor de burgers zal worden.**

Door toepassing van geothermie kunnen projectontwikkelaars een financieel voordeel realiseren met betrekking tot de te nemen maatregelen op het gebied van de energieprestatie, er wordt een lagere Energie Prestatie Coëfficiënt gecreëerd. De ontwikkelaars behoeven hierdoor minder te investeren in de isolatiemaatregelen. De bewoners ondervinden hier dan wel weer een nadeel van. Minder isolatie betekent een hoger energieverbruik dus hogere maandlasten, maar dit is dan wel weer gunstig is voor de winstgevendheid van de Stadsverwarming Purmerend, maar ook de huidige SDE⁺-subsidie van € 5 per GJ is interessant voor de SVP.

13. Klimaatwet en Stadsverwarming Purmerend

Hieronder een overzicht van alle varianten van de stadsverwarming in relatie tot de doelstellingen uit de Klimaatwet.

	Jaar	Emissie kg CO2	Reductie
Referentie STEG + HWC	1990	1.865	100 %
75 % SVP / 25% ind. HR (2016)	2016	1.704	91 %
Doelstelling Klimaatwet	2020	1.400	75 %
Doelstelling Klimaatwet	2030	950	51 %
SVP	2035	1.727	92 %
SVP en een extra BWC	2035	1.577	84 %
SVP met één doublet	2035	1.490	80 %
SVP met een extra BWC en één doublet	2035	1.330	71 %
SVP met twee doubletten	2035	1.255	67 %
SVP met een extra BWC en twee doubletten	2035	1.092	58 %
Doelstelling Klimaatwet	2050	93	5 %

Tabel 10: Fossiele CO2-emssiereductie in kg per jaar voor een gemiddelde woning in Purmerend met verschillende centrale opwekkingseenheden.

Uit deze tabel blijkt dat aan de doelstellingen in 2020, 2030 en 2050 met de huidige en alternatieve varianten niet kan worden voldaan en waarschijnlijk zal dit nooit lukken. De woningen in Overwhere-Noord aansluiten op het stadsverwarmingsnet heeft geen invloed, ook het uitbreiden met een tweede BioWarmteCentrale (BWC) levert nauwelijks winst op. Gebruik maken van geothermie in Purmerend, zelfs in combinatie met de extra BioWarmteCentrale zal nooit in de buurt komen van de doelstellingen uit de Klimaatwet.

14. Conclusie

- **Stadsverwarming Purmerend hanteert als uitgangspunt dat warmtebronnen betaalbaar moeten zijn voor de inwoners en het moeten bewezen technieken zijn. Met diepe geothermie loopt het Stadsverwarmingsbedrijf vooral risico's , zowel financieel en ook wanneer het gaat om veiligheid voor de inwoners van Purmerend.**
- **Biomassa is volgens het college van de Gemeente Purmerend een “transitiebrandstof” op weg naar “duurzame energie” met behulp van geothermie, aquathermie en groen gas. Echter zowel geothermie, aquathermie als groen gas zijn voor Purmerend geen realistische opties (zie ook notitie “Stadsverwarming in Purmerend”).**
- Het noordelijk deel van Noord-Holland biedt mogelijkheden en zekerheid om aardwarmte te benutten. In en om Purmerend variëren de boorscenario's waarschijnlijk tussen de P10 en P50. Een P90 scenario overeenkomstig de eis van verzekeringsmaatschappijen lijkt niet realistisch. De ondergrond bestaat voor een groot deel uit onzekere watervoerende lagen en een ander deel is van slechte kwaliteit.
- Het ontbreekt aan voldoende kennis om op voorhand met enige zekerheid te kunnen zeggen dat ondergrondse activiteiten onder controle kunnen worden gehouden. Zoals in paragraaf 5 is beschreven geven twee- of driedimensionale seismische onderzoeken geen enkele zekerheid over goed functionerende aardwarmte-installaties over 30 jaar. Deze controle is geheel op **wensdenken** gebaseerd waarbij de Gemeente Purmerend de volledige verantwoordelijkheid draagt voor alle consequenties.
- Natuurlijke aardbevingen in Purmerend en Warder tonen aan dat de bodemgesteldheid onder Purmerend gevoelig is voor seismiciteit. Gevolgen van ondergrondse werkzaamheden, zoals boren en injecteren van retourwater, zijn onvoorspelbaar en de risico's zullen dan dus toenemen. Aardwarmte is op voorhand geen veilige warmtebron in Purmerend.

- De ondergrond van Purmerend ligt in een gebied dat aansluit op een breukenpatroon dat loopt van Zuid-Limburg naar het noorden van Nederland en verder. Het Staatstoezicht op de Mijnen benadrukt om die reden terughoudendheid met de ontwikkeling van aardwarmte in deze gebieden.
- Aardbevingen zijn niet alleen voelbaar maar kunnen ook direct of indirect schade veroorzaken. Duidelijkheid over de aansprakelijkheid van de gevolgen van toepassing van aardwarmte worden meestal niet of onvoldoende door de exploitant besproken. Informatie, harde afspraken en procedures etc. om verhaal te halen dienen allemaal van tevoren aan de inwoners van Purmerend uitgebreid te worden gedeeld. Er zou tevens een enquête onder de inwoners dienen te worden gehouden en de uitslag hiervan moet een doorslaggevende rol spelen in de gemeenteraad die uiteindelijk een definitieve beslissing neemt over de toepassing van geothermie in Purmerend.
- Duurzaamheid is kennelijk het enige en belangrijkste aspect van toepassing van aardwarmte. De belangrijkste argumenten als risico's en veiligheid lijken nauwelijks een rol van betekenis te spelen in de discussie. Rapporten en haalbaarheidsstudies van vele adviesbureaus kenmerken zich door een optimistische benadering. Uit de vele voorbeelden blijkt overduidelijk dat opdrachtgevers door deze adviseurs bij onvoldoende succes vaak blijven zitten met grote problemen en extra kosten.
- In alle overwegingen moet op voorhand ook de lange termijnvisie betrokken worden. Wat moet er bijvoorbeeld gebeuren na een exploitatie van 30 jaar of eerder. Kan de ondergrond van Purmerend nog meer boringen aan of wordt Purmerend voor een voldongen feit gesteld en moet naar andere mogelijkheden worden omgekeken.
- Stadsverwarming Purmerend heeft in de periode 2010 – 2015 een opsporingsvergunning gehad van het Staatstoezicht op de Mijnen. Dit leverde geen haalbare aardwarmte-exploitatie op en de Stadsverwarming Purmerend heeft toen alle verdere activiteiten gestaakt.

- Financiële tegenvallers die niet verzekeraar zijn door een financiële reserve van + 40% van de investeringen te vormen zijn voor de Gemeente Purmerend nauwelijks of niet op te brengen. De kans hierop is echter reëel en deze kosten mogen nooit verhaald worden op de inwoners van Purmerend. Zowel niet direct door middel van een kostprijs+ warmtevergoedingssysteem of indirect middels een verhoging van de jaarlijkse Onroerend Zaak Belasting.
- Geothermie draagt nauwelijks iets bij aan een CO₂-vrije samenleving volgens de Klimaatwet in 2050 en het totale Equivalente Opwekkings Rendement (= duurzaamheid) stijgt tot een schamele 120 tot 150 % terwijl 350 % het streven is. Daarbij gaan ook nog alle berekeningen in dit rapport uit van een maximale warmteproductie bij een doubletvermogen van 10 MW_{th} . Volgens de huidige beschikbare gegevens is dit in Purmerend eigenlijk niet mogelijk De kans dat de productie in de buurt komt van 6 MW_{th} is 90% en dat betekent dat maar 4MW_{th} effectief benut wordt vanwege het grote warmtedistributieverlies.
- De doelstelling van de Klimaatwet van 95% CO₂-reductie in 2050 zal ondanks alle enorme investeringen in alternatieve brandstoffen nooit gerealiseerd kunnen worden.
- Grootschalige toepassing van aardwarmte in Nederland kan grote structurele gevolgen hebben (zie par 5). De eerste projecten in Nederland tonen dit al aan. Ook het Staatstoezicht op de Mijnen wijst hier op en stelt dat duurzaamheid geen doorslaggevende factor mag zijn in de besluitvorming. Dit geldt in het bijzonder in gebieden waar de aardwarmtepotentie al twijfelachtig is.

Bijlage A: Geraadpleegde bronnen

- *Stadsverwarming in Purmerend*. Notitie energieverbruik en CO₂ reductie, januari 2020.
- *Website Gemeente Purmerend*.
- *Website Stadsverwarming Purmerend*.
- *Evaluatie Algemeen instrumentarium geothermie*. Ministerie van Economische Zaken, mei 2016.
- *De Staat van de sector Geothermie*. Staatstoezicht op de Mijnen (SodM), juli 2017.
- *Masterplan Aardwarmte in Nederland*. DAGO, SPG, Stichting Warmtenetwerk en EBN, mei 2018.
- *Diepe geothermie 2050*. Agentschap NL, maart 2011.
- *Geothermie in Noord-Holland*. Provincie Noord-Holland, augustus 2008.
- *Potentieel geothermie in Zuid-Holland*. Provincie Zuid-Holland, november 2016.
- *Potentieel diepe geothermie Flevoland: Warm aanbevolen!* Provincie Flevoland, september 2007.
- *Geothermie en het potentieel in Vlaanderen*. VitoNV, januari 2010.
- *Ultra-diepe geothermie*. TNO-rapport, oktober 2016.
- *Play-based portfoliobenadering, eerste inzicht in zes voordelen voor veilig en verantwoord, kosteneffectief versnellen van geothermie*. TNO en EBN, mei 2018.
- *WarmteAtlas*. Economische Zaken, Landbouw en Innovatie, maart 2011.
- *Hoge temperatuur opslag in de ondiepe ondergrond*. TNO, november 2013.
- Dagbladen: Noord-Hollands Dagblad, Algemeen Dagblad, Trouw, De Tijd.
- *Financiering en financierbaarheid van geothermie projecten*. Nederlandse Vereniging van Banken, 2015.
- *Staatscourant van het Koninkrijk der Nederlanden*.
- *Delfstoffen en aardwarmte in Nederland, 2015*. Ministerie van Economische Zaken (EZ).
- *Website ThermoGIS*. <https://www.thermogis.nl>.
- *Website Dutch Association Geothermal Operators*. <https://www.dago.nu>.
- *Website Stichting Platform Geothermie*. <https://geothermie.nl/index.php/nl/>
- *Website Staatstoezicht op de Mijnen*. <https://www.sodm.nl/>
- *Website Voorlichting TNO en Ministerie EZ*. <https://www.nlog.nl/geothermie>

Bijlage B: Schema aardwarmte

Tot 500 meter spreekt men over bodemenergie:

Elektrische warmtepompen. Bodemlus voor een individuele warmtepomp (tot ca. 100 meter)

Toepassing: woning

“Lage” temperatuur warmte- en “hoge” temperatuur koude-opslag in watervoerende zandlagen of aquifers in het tertiair (ca. 300 meter)

Toepassing: Utiliteitsgebouw(en)

Vanaf 500 meter onder het aardoppervlak spreekt men over geothermie of aardwarmte (Mijnbouwwet):

-Ondiep: 500 – 1.500 meter

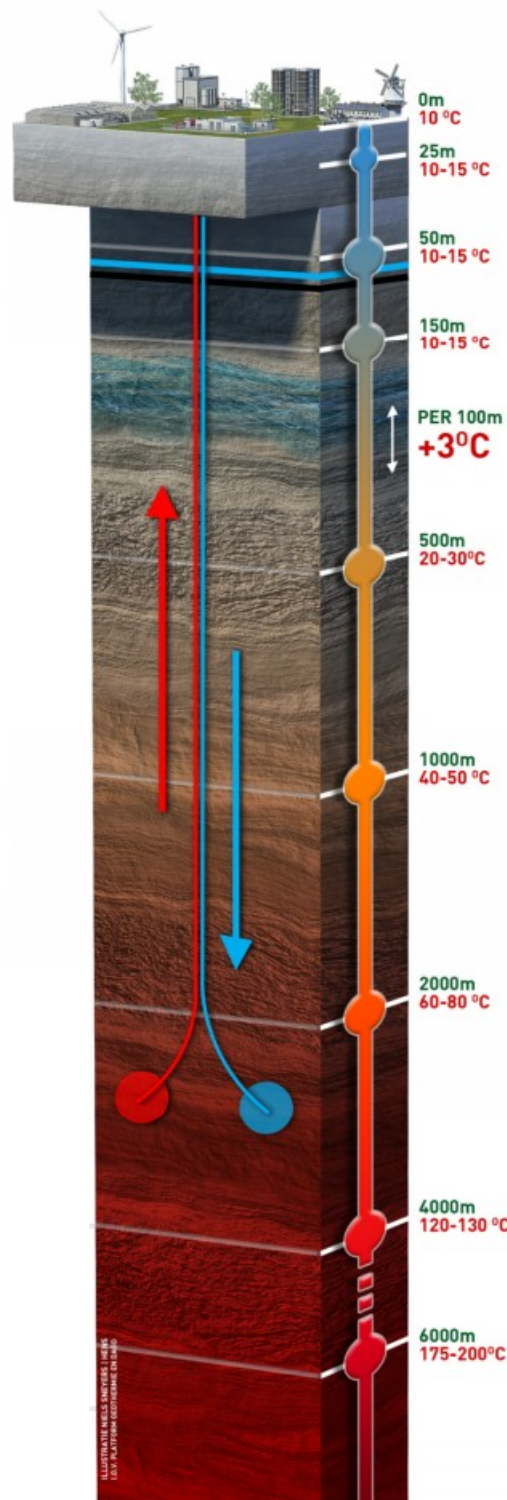
-Diep: 1.500 – 4.000 meter

-Ultra-diep: > 4.000 meter

Diepe geothermie in Purmerend.
Aardwarmte onttrekken uit watervoerende zandlagen. Basislast stadsverwarming (ca. 2.000 meter)
Gemiddeld vermogen 10 – 15 MW.
Toepassing: Stadsverwarming, tuinbouwkassen

Ultra-diepe geothermie is een combinatie van grote diepte (ca. 4.000 meter en dieper) en een temperatuur hoger dan 120°C.

Toepassing: Elektriciteitscentrale(s) etc.



(Afbeelding: Royal Haskoning DHV)

