



VANGUARD

ENERGY
MANAGEMENT

Weversbaan 1-3
Leiderdorp

[Linkedin PanTerra](#)
[Twitter @PanTerra_nl](#)

Paardenmarkt 1
2611 PA Delft

Risicoanalyse op traminfrastructuur van aardwarmteproject LEAN Nieuwegein

Project/Well	Studie Geothermie Risico's	Document Titel	Utrecht RA
Klant	Provincie Utrecht	Document No.	VEM2020-0137
Datum	09-09-2020	Versie	1

Autorisatie

De autorisaties zoals hieronder weergegeven in de tabel zijn van toepassing op de laatste versie van dit document, zoals omschreven in de revisielog.

Rol	Name	Functie/ Bedrijf	Handtekening	Date
Auteur		Manager Subsurface Evaluatie PanTerra Geoconsultants		09-09-2020
Auteur		Drilling Manager, Vanguard Energy Management		09-09-2020
Verificatie				
Goedkeuring				

Distributie

No	Locatie / Bedrijf	Naam	Functie	Hardcopy (H) Electr kopie (E)
1				E
2				E
3			Risk Analysis	E
4			Drilling Advisor	E

Revisie log

Versie	Status	Datum	Verandering(en)
1	Draft	09-09-2020	Eerste versie

Project/Well	Studie Geothermie Risico's	Document Titel	Utrecht RA
Klant	Provincie Utrecht	Document No.	VEM2020-0137
Datum	09-09-2020	Versie	1

1 Managementsamenvatting

Op dit moment is het consortium Warmtebron Utrecht bezig met de ontwikkeling van het aardwarmteproject LEAN in Nieuwegein. Aardwarmte is een vorm van duurzame energie waarbij warm water wordt opgepompt van dieptes tot 4000 meter uit daarvoor geschikte aardlagen (provincie Utrecht, 2021). De warmte uit dit water wordt onttrokken door warmtewisselaars en wordt geleverd aan een warmtenet voor woningen of industrie. Het afgekoelde water wordt weer teruggepompt in dezelfde aardlaag van waaruit het wordt gewonnen.

Voor de realisatie van het project LEAN zijn vijf potentiële (aardwarmte)locaties aangewezen, te weten het terrein van de tramremise, Hoek Zuidstede, Galecopperwetering, Symfonielaan en de Nedereindseweg.

PanTerra Geoconsultants en Vanguard Energy Management hebben voor dit project een risico-inschatting gemaakt van de effecten van de geplande aardwarmte-operaties op de integriteit van de tramlijnen en de technische installaties die deel uitmaken van de traminfrastructuur ter plaatse van de mogelijke boorlocaties die op dit moment in beeld zijn.

Samenvattend zijn de effecten van de risico's op trillingen bij de aanleg en operatie van de aardwarmte-installaties laag, als er voldoende voorzorgsmaatregelen zijn genomen, inclusief de hieronder genoemde voorbeelden.

Nadat de definitieve aardwarmtelocatie gekozen is, moeten ook de ondergrondse putlocaties worden bepaald voor de injectie- en productieput. Dit gaat in samenspel met het kiezen van de definitieve boortrajecten. Pas dan kunnen de definitieve (rest)risico's worden ingeschat. Met de definitieve plannen en definitieve risicoanalyse kan de Omgevingsvergunningaanvraag worden gestart. Het gehele vergunningentraject (inclusief een opsporings- en productievergunning) valt onder de verantwoordelijkheid van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat. SodM is daarin een belangrijk adviseur van EZK en is tevens toezichthouder en handhaver op de vergunningen. Voor het inrichten van de geothermielocatie, inclusief verkeersbewegingen, is een omgevingsvergunning nodig als onderdeel van de WABO. Alle vergunningen moeten door de geothermie-uitvoerder aangevraagd worden voordat een geothermielocatie gerealiseerd mag worden. De goedkeuring van de toezichthouder is hierin essentieel.

Voor dit aardwarmteproductieproject zijn de potentiële risico's opgedeeld in twee categorieën:

- Risico's bij de winningsboringen van de twee putten en de constructie van de productie-installatie
- Risico's na ingebruikname van de installatie; dit is de fase waar permanent water opgepompt en geïnjecteerd gaat worden.

Hieronder worden de risico's beschreven en voorbeelden van maatregelen gegeven die de risico's verlagen. De geothermie uitvoerder zal zelf het nodige doen om risico's te minimaliseren in het belang van een succesvol project. Bij vergunningsaanvragen kan de vergunningverlener eventueel aanvullende voorwaarden stellen om de risico's indien nodig verder te minimaliseren.

Het aanleggen van de boorlocatie en het boren van de putten neemt over het algemeen een periode van 25 weken in beslag. Hierbij wordt er door bouwverkeer materiaal aangevoerd dat nodig is voor het aanleggen van de locatie, het boren van de putten en het bouwen van de productie-installaties. Het risico van overlast, ongelukken, c.q. schade aan traminfrastructuur hierbij wordt laag geacht, onder de voorwaarde dat er bij de aardwarmtelocatie speciale toegangswegen voor dit verkeer worden aangelegd of aangewezen.

Voor het boren van de twee putten is een terrein benodigd van ongeveer 40 bij 60 meter. Voordat het boren kan beginnen wordt de boorkelder aangelegd waarbij heipalen in de grond voor een goede fundering moeten zorgen voor de boortoren. Het risico van schade door trillingen is hierbij laag, onder de voorwaarde dat deze palen niet geheid of ingetrild worden maar dat de gaten voor de heipalen voorgeboord worden, waarna de palen worden gestort. Dit is een bestaande techniek die ook is toegepast bij de verbouwing van Hoog Catharijne in Utrecht.

Vervolgens kunnen de injectie- en productieputten geboord worden, waarvoor een boortoren en boorgereedschap nodig is dat tot 4 km diep kan boren. Tijdens het boren kan het boorgereedschap vast

Project/Well	Studie Geothermie Risico's	Document Titel	Utrecht RA
Klant	Provincie Utrecht	Document No.	VEM2020-0137
Datum	09-09-2020	Versie	1

komen te zitten, waarbij normaal gesproken gebruik wordt gemaakt van technieken waarbij met hoge slagkracht het gereedschap los kunnen getrild kan worden, het zogenaamde "jarren". De krachten die optreden bij het jarren zijn groot en trillingen zullen hoogstwaarschijnlijk te voelen zijn aan de oppervlakte. Daarom wordt geadviseerd om voor het losmaken van boorgereedschap andere methoden te gebruiken, waardoor het risico op schadelijke trillingen laag kan worden gemaakt. Ook wordt geadviseerd om vroegtijdig hierover in gesprek te gaan met de geothermie uitvoerder.

Tijdens het boren zou men op een onverwacht gasreservoir langs het geplande boortraject kunnen stuiten. De kans dat hierbij een "blow-out" optreedt, waarbij gas of olie kan ontsnappen, is zeer laag, onder de voorwaarde dat het boortraject goed gepland is en men de juiste materialen op locatie heeft die de effecten van dit risico minimaliseren.

Tijdens de productie van de aardwarmte zal het te injecteren relatief koude water voor afkoeling van de ondergrondse aardlaag zorgen, waarbij gedurende een periode van vijftien tot dertig jaar – de verwachte looptijd van het aardwarmte project – bestaande breuken in de ondergrond kunnen afkoelen.

De kans op het optreden van ondergrondse bevingen (seismiciteit) kan gereduceerd worden tot laag, onder de voorwaarden dat:

- Het geïnjecteerde water in de operationele periode van 30 jaar niet in contact komt met een substantiële breuk, waarbij aangenomen wordt dat de temperatuur van het geïnjecteerde water 30 graden Celsius of hoger is.
- De injectiedruk, -temperatuur en het debiet goed beheerst worden, zodat er in de buurt van de put geen scheurvorming optreedt bij injectie.

Hierbij dient te worden opgemerkt dat dit een eerste globale inventarisatie is en het risico pas bepaald kan worden als de ondergrondse putlocaties bekend zijn. De geothermie uitvoerder zal gedurende het proces van het bepalen van de ondergrondse locaties en het boortraject proberen het risico te minimaliseren. Hierbij dient een operator zich te houden aan het hiervoor geldende beleidskader op moment van indiening van de winningsvergunning (minimaal 30 weken voor aanvang van de boring). De toezichthouder ziet hier op toe, evenals gedurende de uitvoerings- en operatiefases van het geothermieproject en handhaaft indien nodig. Het risico van het optreden van een aardbeving bestaat uit de kans van optreden vermenigvuldigt met het effect. De kans is klein als aan bovenstaande voorwaarden voldaan wordt. Het effect kan pas worden bepaald als de ondergrondse putlocaties bekend zijn.

Om een idee te geven wat de grootte van mogelijke trillingen kunnen zijn: een magnitude 1 aardbeving op 2000 m diepte geeft een horizontale trillingssnelheid vergelijkbaar met die van een trilling veroorzaakt door een rijdende tram op een afstand van 5 meter. Een magnitude 2 aardbeving op 2000 m diepte geeft een trillingssnelheid die twee keer zo groot is als die van een langsrijdende tram op 5 meter afstand (zie onderstaande tabel). In deze studie is de trillingsgrootte genomen van een tram op 5 meter afstand van de rails daar de trillingen ter hoogte van de trambaan zelf niet bekend zijn / niet beschikbaar gesteld zijn.

Activiteit	Trillingen mm/s		
	Op afstand 5m	Op afstand 25m	Op afstand 250m
Tram op spoor in ballast	0,4 - 0,8 mm/s		
Tram op spoor in beton	0,1 - 0,6 mm/s		
Heien (90 kN)	9 mm/s	5,7 mm/s	1,8 mm/s
Trillen (aannee idem als heien)	Idem	Idem	Idem
Boren		Nihil	Nihil

Overzicht trillingen gegenereerd door trams, heien, trillen en boren.

In Nederland worden alle seismische trillingen in kaart gebracht door het KNMI (KNMI, n.d.) en het rapport van TNO vermeldt dat bij geothermie in zandsteenreservoirs de kans op het voorkomen van geïnduceerde seismiek laag is – hoewel dit per situatie kan variëren (TNO, Review of worldwide geothermal projects: mechanisms and occurrence of induced seismicity, 2019). Met name in carbonaatgesteenten met breuken is het meer risicovol, waarvan er voorbeelden zijn uit bijvoorbeeld België en Duitsland – maar ook in Limburg, waar er seismiciteit is waargenomen dat door geothermie is veroorzaakt (BAN-groep, n.d.)

Ten slotte dient voor aanvang van de werkzaamheden bij het college van Gedeputeerde Staten een Wijt-vergunning te worden aangevraagd

Project/Well	Studie Geothermie Risico's	Document Titel	Utrecht RA
Klant	Provincie Utrecht	Document No.	VEM2020-0137
Datum	09-09-2020	Versie	1

2 Bibliografie

- Factsheet Aardwarmte in de Provincie Utrecht.* (2021). Provincie Utrecht.
- Arcadis. (2014). *Tram Vlaanderen Maastricht prognose trillingen, 9 januari 2014.*
- Arnold, H. (1971). *Exploration Well Resume Jutphaas-1.*
- BAN-groep. (sd). *overzicht onveiligheid geothermiesector.* Opgehaald van http://www.ban-groep.nl/OVERZICHT_VAN_DE_ONVEILIGHEID_IN_DE_GEOTHERMIE_SEC.pdf
- Bos, W. e. (2018). *Trillingsanalyse Project Windplan Blauw Opdrachtgever SwifterwinT B.V. en Nuon Wind Development, Projectcode UT615-46, 4 mei 2018.*
- CROW. (2015). *Kostenkengetallen regionaal openbaar vervoer.* Ede.
- Fokker, P. A. (2014). *Surface movement induced by geothermal operations.* 76th EAGE Conference and Exhibition 2014. Vol. 2014. No. 1. European Association of Geoscientists & Engineers, 2014.
- Grondmechanica, T. (2017). *Geotechnisch advies.* Teeuw Grondmechanica.
- IF-Technology, & Q-con. (2016). *Defining the Framework for Seismic Hazard Assessment in Geothermal Projects 5 V0.1.*
- Jan-Diederik van Wees (TNO/UU), H. V. (2020). *LEAN Deliverable 1.03: Pre-drill Reservoir Characterization Report.*
- KNMI. (sd). *Seismologie.* Opgehaald van <https://www.knmi.nl/nederland-nu/seismologie/aardbevingen>
- Provincie Utrecht, Y. d. (2019). *Brief aan het Ministerie van Economische Zaken, Opsporingsvergunningaanvraag aardwarmte Utrecht.* Utrecht: Provincie Utrecht.
- SodM. (2016). *Methodiek voor risicoanalyse omtrent geïnduceerde bevingen door gaswinning, tijdelijke leidraad voor adressering.*
- Soede, W. (2009). *Impact van trillingen door bouwactiviteiten op woningen en haar bewoners, ARDEA Acoustics & Consult te Leiden.* Leiden: geluid nummer 3, september 2009.
- Teeuw. (sd). *Geotechnisch advies, Teeuw Grondmechanica v.o.f., 17-5032, d.d. 14 december 2017.*
- TNO. (2016). *R10056 Integrated pressure information system for the onshore and offshore Netherlands.* TNO.
- TNO. (2019). *Review of worldwide geothermal projects: mechanisms and occurrence of induced seismicity.* Utrecht: TNO 2019 R100043.
- TNO. (2020). https://www.nlog.nl/sites/default/files/2020-10/190110_sha_level_ii_panterra_gelakt.pdf. Opgehaald van nlog.nl: https://www.nlog.nl/sites/default/files/2020-10/190110_sha_level_ii_panterra_gelakt.pdf
- TNO. (2020). *LEAN: Low cost Exploration And derisking of geothermal plays: the Rotliegend demonstrator - Deliverable 1.03: Pre-drill Reservoir Characterization Report. LEAN-D1.03.* TNO.
- TNO. (2020). *LEAN: Low cost Exploration And derisking of geothermal plays: the Rotliegend demonstrator - Deliverable 1.03: Pre-drill Reservoir Characterization Report. LEAN-D1.03.* TNO.
- TNO. (sd). *Dinoloket.* Opgehaald van DINoloket: www.dinoloket.nl
- TNO-AGE, S. &. (2013). *Protocol bepaling maximale injectiedrukken bij aardwarmtewinning – versie 2.* Den Haag: SodM.
- TNO-GSN. (2020). *Stratigraphic Nomenclature of the Netherlands, TNO – Geological Survey of the Netherlands .* TNO.

Project/Well	Studie Geothermie Risico's	Document Titel	Utrecht RA
Klant	Provincie Utrecht	Document No.	VEM2020-0137
Datum	09-09-2020	Versie	1

Utrecht, G. (2003). *Trillingen bij heien (criteria te stellen aan trillingen)*, Dienst Stadsontwikkeling Gemeente Utrecht, MT-BBH-besluit dd. 20-01-2003, B&W-besluit dd. 12-10-2004 .

Utrecht: .

v.o.f., T. G. (2017). *Geotechnisch advies*. Teeuw Grondmechanica.

Warmtebron.nu. (2020). *Warmtebron Utrecht - Haalbaarheids onderzoeksproject LEAN*. Provincie Utrecht.

Project/Well	Studie Geothermie Risico's	Document Titel	Utrecht RA
Klant	Provincie Utrecht	Document No.	VEM2020-0137
Datum	09-09-2020	Versie	1

Inhoudsopgave

1	MANAGEMENTSAMENVATTING	3
2	BIBLIOGRAFIE	5
	INHOUDSOPGAVE	7
3	INTRODUCTIE.....	8
3.1	ACHTERGROND.....	8
3.2	SCOPE VAN DE STUDIE	9
3.3	GEBRUIKTE AANNAMES	10
4	RISICO'S	10
4.1	RISICOCCLASSIFICATIE	10
4.2	RISICO'S VERKEERSBEWEGINGEN	12
4.3	RISICO'S BIJ HET AANLEGGEN VAN DE BOORLOCATIE	13
4.4	RISICO'S BIJ BOOROPERATIES - GEOLOGIE	14
4.5	RISICO'S BIJ BOOROPERATIES – BOREN BOORGAT	15
4.6	RISICO'S BIJ AARDWARMTE OPERATIES	16
5	RISICOANALYSE.....	17
5.1	METHODE RISICOANALYSE	17
5.2	RISICO'S OP DE RANGLIJST	19
5.3	VERSCHILLEN RISICO'S OP ANDERE LOCATIES	19
6	CONCLUSIES.....	20
7	REFERENTIES.....	21
8	APPENDIX – TECHNISCHE DETAILS	23
8.1	BOORPROGRAMMA	23
8.2	LOCATIES (OMSCHRIJVING EN FOTO'S).....	23
8.3	GEOLOGIE	29
8.3.1	Ondiepe ondergrond	29
8.3.2	Diepe ondergrond	30
8.4	KOOLWATERSTOFFENRISICO	34
8.5	BOOROPERATIES	34
8.5.1	Evaluatie van putten in de omgeving.....	34
8.6	VIBRATIE ANALYSE BOORLOCATIES.....	38
8.6.1	Locatie N3a - Tramremise	38
8.6.2	Locatie N11 – Hoek Zuidstede	43
8.6.3	Locatie N6 – Symfonielaan.....	44
8.6.4	Locatie N2 – Galecopperwetering.....	46
8.6.5	Locatie R1 – Nedereindseweg	47
8.7	RISICOANALYSE GEOTHERMIEOPERATIES.....	48
8.8	METHODE RISICOANALYSE	48
8.9	RISICOANALYSE SEISMICITEIT.....	49
8.10	RISICO'S OP RANGLIJST	51

Project/Well	Studie Geothermie Risico's	Document Titel	Utrecht RA
Klant	Provincie Utrecht	Document No.	VEM2020-0137
Datum	09-09-2020	Versie	1

3 Introductie

3.1 Achtergrond

In de provincie Utrecht is door Warmtebron Utrecht het onderzoeksproject LEAN gestart. Een consortium, bestaande uit de Universiteit Utrecht (UU), Eneco, IF, TNO, EBN, ENGIE, Huisman en WEP, houdt zich bezig met het onderzoek of geothermie (aardwarmte) een alternatief is voor aardgas voor warmtevoorziening. In 2019 heeft ENGIE als onderdeel van Warmtebron Utrecht een opsporingsvergunning gekregen voor een afgebakend zoekgebied rondom Utrecht voor de identificatie van een warmtebron (geologisch doelreservoir).

Voor de realisatie van een aardwarmteproject zullen er aardwarmtefaciliteiten gebouwd moeten worden en putten moeten worden geboord op een locatie die door het consortium in overleg met de gemeente Nieuwegein zal worden geselecteerd. Op dit moment zijn er vijf potentiële boorlocaties waaruit gekozen kan worden, waarvan er drie dichtbij tram-infrastructuur liggen. Verder liggen enkele mogelijke locaties dichtbij bebouwde omgeving. Op het moment van studie zijn er twee voorkeurslocaties: Locatie tramremise (N3a) en Hoek Zuidstede (N11).

Het doel van deze studie is het kwalificeren van risico's van trillingen en mogelijke verzakkingen op de tram-infrastructuur, als gevolg van activiteiten van het boren en het bouwen van de geothermiefaciliteiten. Vervolgens zal deze studie ook de risico's op trillingen en verzakkingen identificeren tijdens de operatiefase van produceren en injecteren van aardwarmte (hetgeen meestal plaatsvindt gedurende een periode van 15 tot 30 jaar).

De trammaatschappij (afdeling mobiliteit van de provincie Utrecht) heeft aangegeven dat er onder geen enkele voorwaarde sprake kan zijn van lokale verzakkingen, of trillingen in de buurt van de tramrails, of in de buurt van de tramremise.

De volgende vijf locaties worden overwogen, met als huidige voorkeurslocaties tramremise (N3a) en Hoek Zuidstede (N11) dichtbij tramrails, op 50-100m afstand.



Figuur 3-1 Locaties N3a Tramremise (links) en N11 Hoek Zuidstede (rechts).

De andere drie locaties zijn Galecopperwetering (N2), Symfonielaan (N6 - dichtbij tramrails) en Nedereindseweg R1.

Project/Well	Studie Geothermie Risico's	Document Titel	Utrecht RA
Klant	Provincie Utrecht	Document No.	VEM2020-0137
Datum	09-09-2020	Versie	1



Figuur 3-2 Locaties N2 Galecopperwetering (links), N6 Symfonielaan (midden), en R1 Nedereindseweg (rechts).

Een van de locaties (N3a) ligt bij het terrein van de tramremise die uitgerust is met zeer gevoelige apparatuur (voor het doen van wielmetingen), welke niet verstoord mag worden. Locatie N11 ligt op een afstand van 50-100m van de tramrails.

Het is daarom de wens van de provincie Utrecht om een evaluatie uit te laten voeren van de beoogde locaties, waarbij een duidelijk beeld wordt geschetst met betrekking tot de risico's als gevolg van de geplande booroperaties en aardwarmte-operaties.

Deze studie geeft aanbevelingen die voortkomen uit de risicoanalyse, om effecten en de kans van risico's te verlagen. Het is vervolgens aan het consortium om – indien gevraagd – aan te tonen dat deze maatregelen voldoende zijn, op basis van de uiteindelijke ontwerpen en plannen. Ten tijde van deze studie zijn de uiteindelijke ontwerpen niet bekend en zijn de risico's ingeschaald op basis van zeer voorlopige informatie.

3.2 Scope van de studie

PanTerra en Vanguard Energy Management (VEM) voeren in deze studie een risico-kwalificatie uit van negatieve effecten op de tram-infrastructuur en de tramremise, veroorzaakt door trillingen veroorzaakt door de geplande geothermie- en boor-operaties voor het project LEAN Nieuwegein.

Dit rapport zal de volgende zaken adresseren:

- Risico-evaluatie van algemene aspecten van boorprogramma's
- Risico-evaluatie van generieke werkzaamheden bij het opzetten van een boorlocatie
- Evaluatie van risico's die specifiek zijn voor de locaties (volgens huidige informatie), die betrekking hebben zowel op de oppervlakte locaties als wel de ondergrondse locaties
- Advies op de te nemen maatregelen die risico's zullen verkleinen.

We merken nogmaals op dat de constructie- en boorplannen voor project LEAN Nieuwegein nog niet zijn uitgewerkt en dat er dus beperkt informatie beschikbaar is. Dit rapport baseert zich op publiek beschikbare informatie en op de expertise uit de olie- en gasindustrie van de auteurs.

Niet inbegrepen in dit onderzoek zijn zaken die geen betrekking hebben op het te onderzoeken hoofdrisico, welke een positief, of negatief effect zouden kunnen hebben op de geschiktheid van de aangegeven locaties, zoals:

- Locatiegrootte (i.v.m. boorinstallatie maatvoering)
- Geschiktheid van locatie voor beoogde boortoren
- Effect van logistieke bewegingen op omgeving anders dan de traminfrastructuur
- Effect op omgeving van potentiële uitstoot van geproduceerd reservoir gas (QRA)
- Effect op omgeving van andere risico's door uitvoering van de boringen
- Effect van omgeving op de geplande booroperaties
- Effect van trillingen op gebouwde omgeving (anders dan de traminfrastructuur)
- Effecten op personen door ongelukken met zwaar verkeer
- Risico's met betrekking tot de economische haalbaarheid van het geothermieproject.

Mochten er zaken worden geconstateerd tijdens het onderzoek, die niet vallen onder de scope van dit rapport, maar die wel vraagtekens zouden kunnen zetten bij de geschiktheid van locaties, dan zullen deze worden aangegeven als een advies voor verder onderzoek.

Project/Well	Studie Geothermie Risico's	Document Titel	Utrecht RA
Klant	Provincie Utrecht	Document No.	VEM2020-0137
Datum	09-09-2020	Versie	1

3.3 Gebruikte aannames

De focus van deze studie is het bepalen óf en welk negatief effect de geplande booroperaties hebben op de traminfrastructuur in de nabijheid van de potentiële boorlocaties, om op basis daarvan tot een keuze te komen voor de meest geschikte boorlocatie.

Voor wat betreft de boorlocatie zijn de volgende aannames van toepassing:

- De globale positie en de maatvoering van de voorgestelde boorlocaties zijn zoals weergegeven in hoofdstuk 7 van dit rapport;
- De maatvoering van de boorlocatie is 40 x 60 m, behalve bij locatie Symfonielaan, waar deze 20 x 90 m bedraagt i.v.m. de geringe beschikbare ruimte ter plaatse;
- De positie van de boorkelder(s) op de boorlocaties is aangenomen als het middelpunt van de voorgestelde boorlocaties.

Om te bepalen of effecten van de booroperatie nadelig zijn voor de traminfrastructuur is het nodig te weten wat de maximaal toegestane trillingssniveaus van de traminfrastructuur zijn.

Daartoe wordt v_{max} bepaald; de maximale trillingssnelheid ter plaatse van de geëvalueerde locatie, veroorzaakt door de bron (booroperaties), waarbij de bronlocatie de boorkelder is. De twee boorkelders - één per put - zullen worden aangelegd op de boorlocatie en de booroperaties vinden plaats rond deze boorkelders, waarbij de eigenlijke boorgaten geboord worden door de bodem van de boorkelders. Voor wat betreft de gevoelige meetapparatuur in de tramremise is aangenomen dat er grenswaarde is van v_{max} van 0, hetgeen betekent dat er geen enkele (extra) trilling is toegestaan op locatie tramremise.

De maximaal toegestane trillingssnelheid voor de tramrails was niet voorhanden, en daarom zijn er een aantal aannames gedaan, die binnen de mogelijkheden van een desktopstudie liggen, en die toch een redelijk idee geven m.b.t. deze grenswaarden. De aanname die in deze studie is gemaakt om te komen tot een maximaal toelaatbare trillingssnelheid is dat de maximale trillingssnelheid ter plaatse van de tramrails, veroorzaakt door de booroperaties, de trillingssnelheid veroorzaakt door passerende trams niet mag overschrijden.

4 Risico's

In deze sectie zullen we de verschillende risico's ten gevolge van trillingen bespreken:

- Risico's ten gevolge van verkeersbewegingen zwaar verkeer
- Risico's bij het aanleggen van de boorlocatie
- Risico's bij de booroperaties
 - Ondiep (conductor, boorkelder, ondiepe ondergrond)
 - Diep (verliezen boorvloeistof, breuken, vermijden van eventuele olie- en gas- accumulaties)
- Risico's bij aardwarmteoperaties (injectie- en productiefase).

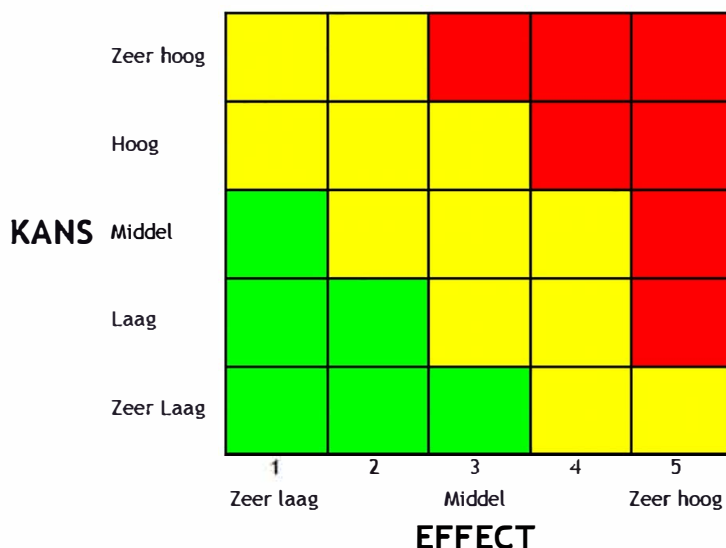
4.1 Risicoclassificatie

Het risico van een gebeurtenis wordt bepaald op basis van de kans dat de gebeurtenis zich voordoet en het potentiële effect dat deze gebeurtenis kan hebben, volgens de formule:

Risico = Kans x Effect

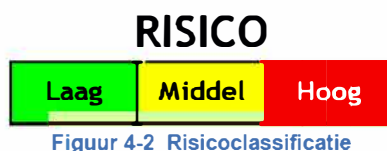
Tijdens een risico assessment worden de risico's van een aantal gebeurtenissen ingeschaald volgens onderstaande risicomatrix (Figuur 4-1).

Project/Well	Studie Geothermie Risico's	Document Titel	Utrecht RA
Klant	Provincie Utrecht	Document No.	VEM2020-0137
Datum	09-09-2020	Versie	1



Figuur 4-1 Risicomatrix.

Per gebeurtenis worden de Kans en het Effect van deze gebeurtenis ingeschat en daarna ingevuld in de matrix, waardoor zichtbaar wordt hoe het risico op deze gebeurtenis kan worden geclassificeerd. Er zijn verschillende manieren om dit te doen; voor deze studie zijn de risico's als volgt geclassificeerd:



Er zijn regels voor het vaststellen van de Kans en het Effect, die zijn gebaseerd op empirische data, of ervaringen uit het verleden.

Kans

De Kans op een bepaalde gebeurtenis hangt af van hoe vaak zo'n gebeurtenis problemen heeft veroorzaakt in het verleden in een vergelijkbare situatie, in de geothermie-industrie of in de olie- en gassector. De inschatting van de Kans in dit rapport is gebaseerd op:

- De frequentie waarmee zekere ongelukken in de olie- en gasindustrie (en geothermie-industrie) voorkomen (bijvoorbeeld ongelukken ten gevolge van verkeersbewegingen)
- De frequentie waarmee zekere gebeurtenissen zijn voorgekomen bij het boren van relevante putten in de omgeving; (bijvoorbeeld het verlies van boorspoeling bij het boren)
- De inschatting op basis van een berekening (de snelheden van de trillingen, trillingen ten gevolge van seismiteit)

De gebruikte waardering voor de kans is weergegeven in Figuur 4-3:

Project/Well	Studie Geothermie Risico's	Document Titel	Utrecht RA
Klant	Provincie Utrecht	Document No.	VEM2020-0137
Datum	09-09-2020	Versie	1

KANS	
Kans op gebeurtenis	Kans op gebeurtenis (in %)
Zeer laag	< 5%
Laag	5% - 20%
Middel	20% - 50%
Hoog	50% - 80%
Zeer hoog	> 80%

Figuur 4-3 Kanscategoriegrenzen

Effect

Het Effect van het optreden van een gebeurtenis is gedefinieerd door de verwachte schade aan personen of materiaal (kosten) of tijd (met name extra tijd van een boortoren):

EFFECT		
Impact	Op kosten	Op tijd boortoren
Zeer laag	< € 25k	< ½ dag
Laag	€ 25k - € 50k	½ – 1 dag
Middel	€ 50k - € 500k	1 dag – 1 week
Hoog	€ 500k - € 2m	1 wk – 1 mnd
Zeer hoog	> € 2m	> 1 maand

Figuur 4-4 Effectcategoriegrenzen

De effecten van ongelukken worden in dit rapport ingeschat op basis van bovenstaande tabel met de effecten van deze ongelukken uit de olie en gasindustrie (zoals een inschatting van vertraging op booroperaties) en de kostenkanten voor onderhoud aan openbaarvervoersinstallaties (CROW, 2015). De gebruikte waardering voor het verwachte/mogelijke effect is weergegeven in Figuur 4-4.

4.2 Risico's verkeersbewegingen

In deze sectie zullen we de verschillende risico's bespreken rondom de verkeersbewegingen, bij de booroperaties als wel bij de geothermie-operaties. De voorziene risico's zijn:

- Als gevolg van de zware verkeersbewegingen zouden mogelijk verkeersongelukken kunnen ontstaan met ander verkeer of personen – deze kunnen voorkomen worden door het aanstellen van een veiligheidstoezichthouder (en/of een beveiliging) zodat toezicht 24/7 gerealiseerd wordt. Een verdere maatregel kan zijn om de toe- en afrit van de locatie zo in te richten dat alle verkeersbewegingen volledig kunnen worden beheerst, waardoor er geen kans is op elkaar kruisende voertuigen en/of personen. Te denken valt aan het implementeren van eenrichtingsrijstroken, het aanleggen van verhoogde voetgangersovergangen, het realiseren van een laad- en oosterrein op de locatie, waarbij sprake is van eenrichtingsverkeer en toezicht tijdens laden en lossen en het tijdig informeren van de betreffende transporteurs en logistieke organisaties. Met bovenstaande maatregelen zouden de risico's tot de categorie laag teruggebracht moeten zijn.
- Als gevolg van de zware verkeersbewegingen zouden mogelijk ongelukken kunnen gebeuren met de trambovenleiding. Dit kan voorkomen worden door het beperken van de doorrijhoogte van het vrachtverkeer, waarbij de logistieke organisaties van tevoren goed hierover dienen te worden geïnformeerd. Ook kan dit risico worden voorkomen door het verkeer niet langs de trambovenleiding te geleiden naar de locatie, maar een alternatieve toegangsroute aan te leggen naar de locatie.
- Gezien het feit dat het tramremiseterrein niet geschikt is voor zware verkeersbewegingen zouden verzakkingen kunnen optreden, hetgeen leidt tot problemen met de tramoperaties en

Project/Well	Studie Geothermie Risico's	Document Titel	Utrecht RA
Klant	Provincie Utrecht	Document No.	VEM2020-0137
Datum	09-09-2020	Versie	1

mogelijk serieuze vertragingen van de booroperaties. Hiertoe zou een deel van het tramremiseterrein verstevigd moeten worden, of er zou een alternatieve toegangsweg aangelegd moeten worden.

- Als gevolg van de zware verkeersbewegingen zouden verzakkingen kunnen optreden in het railsysteem voor de trams. Gezien het feit dat de meeste tramrails die wij kennen zeer regelmatig worden belast met kruisend vrachtverkeer, lijkt dit risico verwaarloosbaar.

De kans op ongevallen en verzakkingen ten gevolge van zwaar verkeer zijn ingeschat van laag tot middelgroot (cf. Figuur 4-3 Figuur 4-4), omdat verkeersongelukken tijdens booroperaties in de industrie voorkomen (voor de precieze details van de classificatie zie Figuur 5-2). De precieze inschaling van de effecten hangt af van wat er precies gebeurt, maar bijvoorbeeld verzakkingen van tramrails hebben volgens (CROW, 2015) een middelgroot effect (categorie onderhoud).

Kortom, gezien bovenstaande effecten, en het feit dat er waarschijnlijk aanzienlijke investeringen nodig zijn om het tramremiseterrein geschikt te maken voor de geplande operaties, is de aanleg van een alternatieve toegangsroute een methode om de (negatieve) effecten verkeersbewegingen op de traminfrastructuur grotendeels te neutraliseren. Als deze maatregel van het aanleggen van een alternatieve toegangsroute buiten het remiseterrein om, wordt geïmplementeerd dan is de kans op ongelukken als gevolg van zware verkeersbewegingen zeer laag (en de effecten op tram-infrastructuur zijn ook zeer laag).

4.3 Risico's bij het aanleggen van de boorlocatie

Bij het aanleggen van de boorlocatie zal de boorkelder aangelegd worden en zal er een ondiepe buis, de conductor, geplaatst worden. De risico's die bij deze twee activiteiten spelen, worden in het vervolg besproken.

Uit de literatuur (Arcadis, 2014) is bekend dat trams onder bepaalde omstandigheden trillingssnelheden ter grootte van 0,8 mm/s voortbrengen (op 5 meter afstand van de tram). Daarom wordt aangenomen dat het effect van trillingen van 0,8 mm/s op tramrails geclassificeerd kan worden als zeer laag.

Ondiepe booroperaties - Conductor

Trillingscontouren ten gevolge van heien Secties **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** en Hoofdstuk REF_Ref56160921 \r \h * MERGEFORMAT 8.6 laten zien dat op locatie N3a, met een tramremise die op meer dan 250 meter vanaf de mogelijke boorlocatie ligt, de horizontale trillingssnelheid 1,8 mm/s bedraagt, ter plaatse van de tramremise. Op locatie Hoek Zuidstede liggen de tramrails op 50-100 m afstand tot de mogelijke boorlocatie, waarbij de trillingssnelheden 4 mm/s bedragen.

Als gevolg van het plaatsen van de conductor door middel van heien (of trillen) zouden trillingen kunnen optreden, hetgeen kan leiden tot verstoorde operaties van het trambedrijf.

Als de conductor wordt geheid dan levert dit trillingen op die zijn bij het gebouw van de tramremise. Daarom wordt het effect van heien als zeer hoog geclassificeerd op locatie tramremise. Op locatie Hoek Zuidstede wordt het effect van heien als hoog geclassificeerd, met trillingssnelheden van 4 mm/s op de tramrails. Als de conductor wordt geboord dan wordt het risico op trillingen voor de tramoperaties als laag ingeschat. De onderbouwing van deze inschatting van risico is dat boren (in de geothermie-, olie- en gasindustrie) in het verleden nooit heeft geleid tot trillingsoverlast. In het bijzonder, heeft het project Haagsche Aardwarmte Leyweg (HAL) in de bebouwde kom van Den Haag, op enkele meters van een trambaan, niet geleid tot schade, oponthoud voor trams of andere overlast.

Ondiepe booroperaties – boorkelder (bij aanleg locatie)

Voor aanvang van de booroperatie wordt de boorlocatie gerealiseerd. Een onderdeel hiervan is het aanleggen van de zogenaamde boorkelder. In deze boorkelder wordt de boorput geplaatst met de boortoren, door deze boven op de kelder te positioneren en daarna het gat te boren. Om het gewicht van de boortoren te kunnen dragen, dient de boorkelder en de nabije omgeving te worden gefundeerd. Meestal gebeurt dit door middel van heipalen, maar er zijn ook alternatieven mogelijk. We adviseren om te onderzoeken of ook palen kunnen worden voorgeboord, of in de grond kunnen worden gedraaid.

Echter op locatie tramremise is geen enkele trilling acceptabel. Vandaar dat voor beide locaties de aanbeveling is om alternatieve technieken te zoeken voor het realiseren van funderingen en conductorbuis.

Project/Well	Studie Geothermie Risico's	Document Titel	Utrecht RA
Klant	Provincie Utrecht	Document No.	VEM2020-0137
Datum	09-09-2020	Versie	1

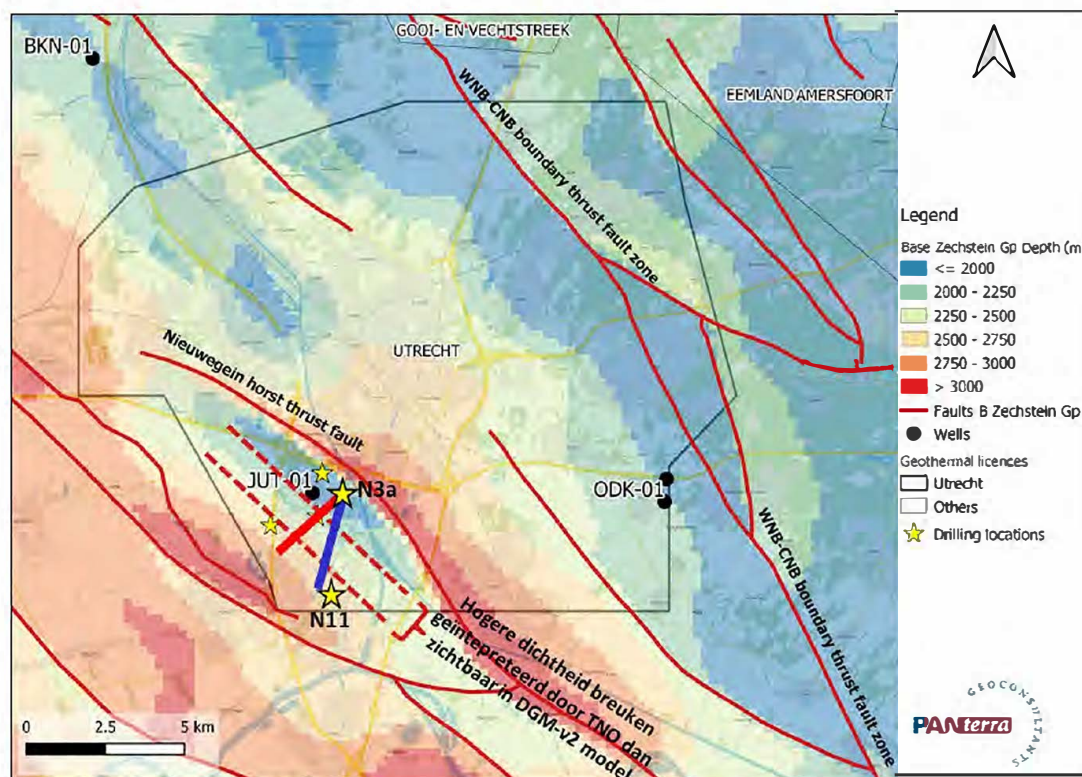
4.4 Risico's bij booroperaties - Geologie

In deze sectie zullen we de verschillende risico's bespreken bij booroperaties, zowel bij ondiepe als diepe operaties. Het onderwerp risico's bij booroperaties wordt opgedeeld in een geologisch gedeelte en een boor-operationeel gedeelte. Voor de analyse van de ondergrondse data wordt gebruik gemaakt van het Digitaal Geologisch Model (DGM) (TNO, Dinoloket, n.d.)

Ondiepe booroperaties - geologie

- Als gevolg van het boren van het doublet, zouden verzakkingen of trillingen kunnen ontstaan als gevolg van instabiliteit van de ondiepe ondergrond, dan wel door mechanische, hoogenergetische impact op de bodem veroorzaakt door de booroperaties en de voorbereidingen daarvoor.
- Bij een gelijkwaardig project Haagse Aardwarmte Leyweg (HAL), heeft men een geothermisch doublet op vijftien meter afstand van de trambaan geboord. We hebben de geologie van de ondiepe ondergrond van Nieuwegein vergeleken met die van het project HAL, met de conclusie dat geologisch gezien de ondergrond van beide projecten gelijkwaardig is. Het risico op trillingen of verzakkingen, gebaseerd op de samenstelling van de ondergrond, wordt ingeschat op laag. Zie voor meer informatie, sectie 8.3.1.

Diepe booroperaties – geologie



Figuur 4-5 Beoogde twee boorlocaties met meest passende boortrajecten en ondergrondse locaties (doublet weergegeven met rode en blauwe lijnen). Er zijn meer breuken gekarteerd in het gebied (gestippelde rode lijnen, locaties geschat uit LEAN-D1.03) dan gekarteerd in het DGM_v2 model (rode lijnen).

- Als gevolg van het boren van het doublet, zouden olie- of gas-accumulaties aangeboord kunnen worden, wat in uitzonderlijke gevallen kan leiden tot verlies van controle op de put of een blow-out.
Bij analyse van de ondergrond en analyse van gelijkwaardige putten uit het verleden (o.a. Jutphaas – 01) blijkt dat de kans op het aanboren van olie- of gas-accumulaties laag is. Als er olie- of gas-accumulaties aangeboord worden met een verhoogde druk ten opzichte van de hydrostatische kolom (het gewicht) van de gebruikte boorspoeling, dan zou als gevolg hiervan de olie of het gas uit de put kunnen stromen. Dit wordt voorkomen door het afsluiten van de put aan de bovenzijde d.m.v. het sluiten van de zgn. BOP's (Blow Out Preventers), waarna de spoeling zal worden verzwakt tot dat deze weer in balans is met de olie- of gasdruk in het te boren reservoir. Hiertoe zijn er chemicaliën zoals barietpoeder aanwezig op de locatie, die gemengd kunnen worden met de spoeling teneinde deze te verzwaken. Bovenstaande acties

Project/Well	Studie Geothermie Risico's	Document Titel	Utrecht RA
Klant	Provincie Utrecht	Document No.	VEM2020-0137
Datum	09-09-2020	Versie	1

zijn standaard maatregelen, die – als nodig - genomen dienen te worden bij elke diepe boring en daar worden de boorploegen regelmatig op getraind. Na het nemen van deze voorzorgsmaatregelen is er nog een zeer kleine resterende kans dat er een blow-out plaatsvindt die onder controle kan worden gebracht door specialistische bedrijven zoals Boots & Coots e.a. (Onderzocht moet worden door het consortium is of er een overeenkomst met een hiervoor geschikt bedrijf aangegaan moet worden.)

- Als gevolg van het boren van het doublet, zouden breuken aangeboord kunnen worden, waarbij boorvloeistof kan weglekken, hetgeen kan leiden tot het vastzitten van het boorgereedschap. Met de huidige informatie lijkt het aannemelijk dat er breuken aangeboord zullen worden vanaf locatie tramremise (N3a). Daarom geldt het advies om na vaststelling van het uiteindelijke eindpunt van de put en het uiteindelijke boor-traject, een studie te doen. De kans op weglekken van boorvloeistof wordt kleiner als de hoek waarop de breuk aangeboord wordt zoveel mogelijk loodrecht op de breuk is en als de breuk in één laag wordt aangeboord, versus over verschillende lagen. De aanbeveling is dan ook om bovenstaande studies te doen en om een review van de seismische interpretatie te laten doen op de precieze locatie van de breuken om zo de kans te reduceren dat breuken aangeboord gaan worden. Uit de informatie van geboorde olie- en gasputten uit het verleden in het gebied blijkt dat het minstens in vier van de negen olie- en gasputten voor is gekomen dat boorvloeistof lokaal weglekt en dat daardoor maatregelen moesten worden genomen. Vandaar dat de waarschijnlijkheid van lokale verliezen van boorvloeistof geclassificeerd is als “middel”, waarbij dit zou kunnen leiden tot het vast komen zitten van boorgereedschap.
- Het doorboren van breuken gedurende het boortraject op zich levert in het algemeen geen verhoogde kans op het voorkomen van seismiciteit.
- De ondergrondse risico's gerelateerd aan de ander oppervlakte-locaties vergelijken we met de risico's van locatie N3a – hiermee bespreken we de relatieve risicoverschillen van de 5 locaties met de risico's van N3a de tramremise.

Vanaf locatie N11 wordt verwacht dat er ook breuken aangeboord zullen worden, maar deze locatie lijkt met de huidige informatie (dat wil zeggen een boortraject dat we op dit moment aannemen) gunstiger dan N3a. Met de huidige informatie schatten we de kans van het weglekken van boorvloeistoffen ten gevolge van aanboren van breuken in op middel vanaf locatie N3a en op middel/laag vanaf locatie N11. Het is aan het consortium om door middel van een studie aan te tonen dat dit risico in werkelijkheid laag is – na vaststelling uiteindelijk boortraject. Tijdens het bepalen van het boortraject zal hier reeds naar gekeken worden want ook een aardwarmtebedrijf/geothermie uitvoerder zal verliezen willen beperken.

Geologie ondiepe ondergrond

Bij de inschatting van de risico's van de ondiepe ondergrond, vergelijken we de geologie van de ondiepe ondergrond in Nieuwegein met de ondergrond van een bestaande geothermie-locatie van Haagsche Aardwarmte Leyweg (HAL). Op deze locatie is in 2010 met succes een putdoublet geboord enkele meters van een trambaan, zonder schade of nadelige invloed op de trambaan of tram-operaties. De ondiepe geologie van het interessegebied over Nieuwegein is vergelijkbaar met die van de vergunning voor HAL, zie Sectie 8.3.1

Bij een voldoende diep gefundeerde boortoren zal de kans op onacceptabele trillingsniveaus laag zijn. Dit betekent dat de locatie op de plaats waar de toren zal worden geïnstalleerd, voorzien dient te worden van een adequate fundering, waarschijnlijk middels palen naar een diepere, competente onderlaag.

4.5 Risico's bij booroperaties – Boren boorgat

In deze sectie zullen we de verschillende risico's bespreken bij booroperaties, zowel bij ondiepe als diepe operaties.

Booroperaties – jarring operaties

Tijdens het boren wil het wel eens gebeuren dat de boorbuis of het boorgereedschap vast komt te zitten. Een beproefde methode om los te komen is het zgn. jarren, waarbij het vastzittende gereedschap met hoge impact los wordt geslagen. Deze operatie kan behoorlijke trillingen veroorzaken aan de oppervlakte, welke groter zijn dan die van heien. Alternatieve methoden om vastzittend gereedschap los te krijgen geven minder trillingen, zoals het gebruik van ondergrondse explosieven, of chemische substantie. We schatten het risico van het vastzitten van boorgereedschap in als middel, omdat in het verleden (in zeker vier van de negen olie- en gasputten) is voorgekomen dat er boorvloeistoffen verloren zijn gegaan – mogelijk leidend tot het vastzitten van boorgereedschap. Als jarren wordt vermeden, dan wordt het effect van trillingen ingeschat als zeer laag. Het effect van het vastzitten van boorgereedschap op booroperaties zelf is middel omdat dit een vertraging van één tot enkele dagen op kan leveren.

Project/Well	Studie Geothermie Risico's	Document Titel	Utrecht RA
Klant	Provincie Utrecht	Document No.	VEM2020-0137
Datum	09-09-2020	Versie	1

Booroperaties – blow-out

Het risico op een zogenaamde blow-out waarbij de put niet meer onder controle is, is bijzonder laag – met name omdat het gebruik is in de industrie om hiertegen van tevoren veel maatregelen te nemen zoals het plaatsen van een blow-out preventer (BOP), het op voorraad hebben, of snel kunnen maken van zware boorspoeling en cement om veel tegendruk te kunnen leveren en zo de ondergrondse drukken onder controle te houden. Ook al is de kans (zeer) laag, wordt dit risico hier echter genoemd omdat het effect van dit risico bijzonder hoog is.

4.6 Risico's bij aardwarmte operaties

In deze sectie vatten we de risico's samen die kunnen optreden bij geothermie-operaties:

Breukreactivatie

Als een breuk zich in het reservoir bevindt, zou injectie van koud water in het reservoir een zgn. breukreactivatie kunnen veroorzaken, als het koude water het reservoir ter hoogte van de breuk afkoelt, hetgeen kan leiden tot trillingen waarneembaar op het oppervlak. Het is aanbevolen om de injectie- en productieput in hetzelfde reservoir en breukblok te boren (dat wil zeggen dat injectie en productie putten niet gescheiden worden door een breuk), zie hoofdstuk 8.7. Hierdoor kunnen geen drukverschillen ontstaan over een breuk.

Als gevolg van koud-water injectie kan scheurvorming in het reservoir ontstaan, hetgeen zou kunnen leiden tot injectie buiten de reservoir-zone. Deze kansen op scheurvorming worden groter bij grotere uitkoeling (i.e. bij het injecteren van kouder water) en hangt af van de debieten (volume per uur) van geïnjecteerde vloeistoffen. Tijdens geothermie-operaties moet dit goed gesurveilleerd worden.

Bodemdaling

Als gevolg van koud-water injectie kan door thermische krimp bodemdaling optreden. Er wordt geen materie permanent aan de ondergrond onttrokken zoals bij olie & gas exploitatie waardoor de totale bodemdaling erg beperkt blijft. Over het algemeen kan worden gesteld dat dit aan de oppervlakte onder de 0,7 mm per jaar zal zijn (Fokker, 2014). Dit is minder dan natuurlijke fluctuaties in de bodem in de orde van 1-2 mm per jaar (<https://bodemdalingsskaart.nl/nl/>). Er wordt geen materie aan de ondergrond onttrokken zoals bij olie & gas exploitatie waardoor de winning zelf geen bodemdaling tot gevolg heeft. Een geothermie uitvoerder moet laten zien dat de verwachte daling miniem is in de aanvraag van de winningsvergunning.

Een zijdelingse opmerking is dat het injectiewater, na afkoelen in de warmtewisselaars ook zuurstof bevat dat verwijderd wordt door chemicaliën ("oxygen scavenging"). De operator zal een onderzoek moeten doen naar de compatibiliteit van ge-injecteerd water en reservoir water.

Risico op seismiciteit

Voor het vermijden van de risico's op breukreactivatie is het van belang dat de injector en producer in goede communicatie zijn. Het plaatsen van een injector en producer aan weerszijden van de breuk kan de communicatie tussen de putten zodanig verslechteren dat de warmteproductie gevaar loopt en een verhoogde kans op seismiciteit is. Hiervoor kan na de boring een interferentietest uitgevoerd worden. Het is standaard onderdeel van een projectontwikkeling om zeker te stellen dat de putten in hetzelfde breukblok geplaatst worden om deze risico's te vermijden.

Verder moeten de nieuwe putten (in de ondergrond) zo ver mogelijk van de gekarteerde breuken geplaatst worden. De meest logische ondergrondse locaties die bij de geplande boring locatie passen, zitten tussen enkele breuken. Hoewel gedetailleerde studie dit moet bevestigen, lijkt er genoeg ruimte tussen de breuken te zitten om een doublet te plaatsen. Het is van belang om met de afstand tot breuken rekening te houden bij het plannen van de ondergrondse locaties en putpaden. Het is ook noodzakelijk massabalans (gelijke injectie en productie) te handhaven en om te monitoren gedurende productie.

Op grond van Hoofdstuk 8.7 kan vastgesteld worden dat de kansen op het induceren van seismiciteit bij alle locaties N3a, N11, N6, N5, R1 laag tot middelgroot zijn. Voor deze analyse is géén rekening gehouden met de plaatsing van het doublet ten opzichte van de breuken. Als de definitieve oppervlakte en ondergrondse locaties bekend zijn, dan bevelen we aan een seismische hazard analyse (SHA) te doen. Ook dit is onderdeel van een winningsvergunning aanvraag.

De bandbreedte van de aardbevingsgrootte is een uitkomst van bovenstaande Seismic Hazard Analyse. Omtrent het effect van de trillingen, een magnitude 1 seismische trilling geeft een horizontale

Project/Well	Studie Geothermie Risico's	Document Titel	Utrecht RA
Klant	Provincie Utrecht	Document No.	VEM2020-0137
Datum	09-09-2020	Versie	1

trillingssnelheid vergelijkbaar met die van een tram op een afstand van 5 meter en een magnitude 2 seismische trilling geeft een trillingssnelheid die twee keer zo groot is als die van een tram op 5 meter afstand (Teeuw) (zie onderstaande tabel).

Activiteit	Trillingen mm/s		
	Op afstand 5m	Op afstand 25m	Op afstand 250m
Tram op spoor in ballast	0,4 - 0,8 mm/s		
Tram op spoor in beton	0,1 - 0,6 mm/s		
Heien (90 kN)	9 mm/s	5,7 mm/s	1,8 mm/s
Trillen (aannee idem als heien)	Idem	Idem	Idem
Boren		Nihil	Nihil

Figuur 4-6 Overzicht trillingen gegenereerd door trams, heien, trillen en boren.

In Nederland worden alle seismische trillingen in kaart gebracht door het KNMI (KNMI, n.d.) en het rapport van TNO vermeld dat bij geothermie in zandsteenreservoirs de kans op hete voorkomen van geïnduceerde seismiek laag is – hoewel dit per situatie kan variëren (TNO, 2019). Met name in carbonaatgesteenten met breuken is het meer risicovol, doordat het gesteente zelf veel minder doorlatend is dan een zandsteen buiten de breuken en eventuele oplossingsholten. Dat betekent dat de stroming van het water zich concentreert in de breuken en oplossingsholten. In de buurt van kritisch gespannen breuken kan dat dan sneller een beweging van de breuk veroorzaken waarvan er voorbeelden zijn uit bijvoorbeeld België en Duitsland – maar ook in Limburg, waar er seismiciteit is waargenomen dat door geothermie is veroorzaakt (BAN-groep, n.d.)

De kans voor het optreden van seismiciteit kan gereduceerd worden tot laag, onder de voorwaarden dat:

- Het front van geïnjecteerd water komt in de operationele periode (van 30 jaar) niet in contact met een substantiële breuk (de aanname is dat de temperatuur van het geïnjekteerde water 30 graden Celsius of hoger is).
- De injectiedruk en injectiesnelheden zijn dusdanig dat er in de buurt van de put geen scheurvorming optreedt bij injectie (het SodM controleert hierop).

Beide aspecten zullen meegenomen moeten worden in de SHA studie. De geothermie uitvoerder zal moeten aantonen dat het risico minimaal is. Uiteindelijk controleert SodM hierop in de winningsvergunningaanvraag voorafgaand aan het realiseren van de boringen.

5 Risicoanalyse

5.1 Methode risicoanalyse

Om te komen tot een afgewogen analyse van de risico's, waarbij deze worden gewogen om te komen tot een adequaat plan van aanpak:

Project/Well	Studie Geothermie Risico's	Document Titel	Utrecht RA
Klant	Provincie Utrecht	Document No.	VEM2020-0137
Datum	09-09-2020	Versie	1

Risk No.	Risk Description	Effect	Prob'y of Occur (1-5) Init.	Impact of Occur (1-5) Init.	Initial Risk Grade (H,M,L)	Prob'y of Occur (1-5) Final	Impact of Occur (1-5) Final	Final Risk Grade (H,M,L)	Mitigating Action(s)
Technical Design Risks									
1	als gevolg van de bewegingen met zwaar verkeer kunnen er aanrijdingen ontstaan met ander verkeer (incl tram)	leiden tot schade aan tram-infrastructuur of gebouwde omgeving	2	4	M	2	4	M	voorzien van een veiligheidsvoorziening (en/of een beveiliging) zodat bezocht 24/7 gereserveerd wordt.
2	als gevolg van de bewegingen met zwaar verkeer kunnen er aanrijdingen ontstaan met ander verkeer (incl tram)	leiden tot schade aan tram-infrastructuur of gebouwde omgeving	2	4	M	1	1	L	Alternatieve toe- en afrit van de lokale aanleggen dat tramwegovergangen worden vervoerd en zo in richtten dat alle verkeersbewegingen kunnen worden beheerd, waardoor er geen kans is op e klaar knisende voertuigen en/of personen. Implementeren van eenrichtingsrijden, het aanleggen van verhoogde voetgangersovergangen, het realiseren van een laad- en losstermijn op de lokale, waarbij sprake is van eenrichtingsverkeer en bezocht tijdens laden en lossen en het bijg informeren van de betrouwbare transporteurs en logistieke organisaties.
3	als gevolg van de bewegingen met zwaar verkeer kunnen er aanrijdingen ontstaan met de tramvoertuigen	leiden tot interruptie van tramservices	1	3	L	1	1	L	Tramwegovergangen worden vervoerd en zo in richtten dat alle verkeersbewegingen kunnen worden beheerd, waardoor er geen kans is op e klaar knisende voertuigen en/of personen. Implementeren van eenrichtingsrijden, het aanleggen van verhoogde voetgangersovergangen, het realiseren van een laad- en losstermijn op de lokale, waarbij sprake is van eenrichtingsverkeer en bezocht tijdens laden en lossen en het bijg informeren van de betrouwbare transporteurs en logistieke organisaties.
4	als gevolg van de bewegingen met zwaar verkeer kunnen er aanrijdingen ontstaan met de tramvoertuigen	leiden tot schade aan tram-infrastructuur of gebouwde omgeving	3	4	M	1	1	L	Tramwegovergangen worden vervoerd en zo in richtten dat alle verkeersbewegingen kunnen worden beheerd, waardoor er geen kans is op e klaar knisende voertuigen en/of personen. Geologische studie. Ondergrond Nieuwegein geassocieerd met die van H&M.
5	Als gevolg van het boren van het dubbeltracé zouden verzakkingen of trillingen kunnen ontstaan als gevolg van instabiliteit van de ondergrond	leidend tot onacceptabele interrupties van de tramoperaties	1	3	L	1	3	L	geen conductor en andere functies heien maar anders installeren
6	Als gevolg van het boren van de conductor (te hoge vibraties bij tram-infrastructuur of gebouwde omgeving)	leiden tot schade aan tram-infrastructuur of gebouwde omgeving	3	3	M	1	2	L	Het consortium moet een GVA doen installeer een BOP + geotechnische impact van BOP zwaarte spoeling + contract a welkomst specialis
7	Als gevolg van het boren van de putten kunnen olie- of gas-accumulaties aangeboren met hogere drukken	de leiden tot een blowout met grote schade voor tram-infrastructuur of gebouwde omgeving	1	5	M	1	3	L	afkonding bommelding hebben met LCM en cement zodat de controls op lokale zijn - voorloopt pompen
8	Als gevolg van het boren van de putten zouden breuken aangeboren kunnen worden, waarbij boortoestel kan wegdekken	leidend tot instabiliteit van de put met als gevolg dat boorgereedschap vast komt te zitten	4	3	M	4	1	M	Voor jaring operaties uit van 2-5 am als de tramoperaties sal ligen - of jaren met een explosie of een chemical cutter bij tramverkeer met apparatuur installeren voor aanjaring boortoestel en continu jellen tijds is boortoestel
9	Als gevolg van het boren van het dubbeltracé, zouden boortool of logging tools vast kunnen komen zitten waardoor jaring nodig is om dit op te lossen	wat leidt tot trillingen die tramverkeer operaties kunnen verstoren	3	3	M	1	1	L	Impact op de omgeving is klein maar op het project is groot - voor lokale symboliek aan kan i de boortoren op tramverkeer vallen en hoeft zultide zou de roien op de bovertelling of op de weg kunnen vallen
10	als gevolg van de aanwezigheid van een boortoren (36 m hoog) kan de boortoren omvallen	niet schade op locatie maar riel op remiseterm - bij hoek zultide of symboolaan leidt dit tot schade aan tramvoertuigen	1	1	L	1	1	L	SHA studie (geen onderdeel van dit rapport) Mitigatie: meten met als onderdeel SHA studie 1) injectoren producer boren in hetzelfde traject 2) geen breuk tussen injector en producer 3) voldoende afstand injector en producer tot breuk 4) temperatuurverhoging verhoging Ondersteuning van de control gedurende geothermie-operaties, wel tests en microseismisch monitoren
11	Als gevolg van Geothermie injectie en productie kan een verzakking optreden	wat kan leiden tot schade aan tram-infrastructuur of gebouwde omgeving	3	2	M	2	1	L	SHA studie (onderdeel van deze studie) Mitigatie: een tracé continuïteit studie doen en advies opvolgen 1) uitloeiingstemperatuur dijsten 2) injectieobjecten verlagen Control- gedurende geothermie-operaties, wel tests en microseismisch monitoren
12	Als gevolg van Geothermie injectie en productie kunnen er omringende situaties ontstaan - als gevolg van zwaar verkeer	wat kan leiden tot schade aan tram-infrastructuur of gebouwde omgeving	2	1	L	2	1	L	Mitigatie: opvolgen advies en gedurende geothermie-operaties, bodemverzakking monitoren - Control - temperatuur injectie/productie - verhoging uitloeiingstemperatuur
13	Als gevolg van onderhoud aan Geothermie infrastructuur kunnen er omringende situaties ontstaan - als gevolg van zwaar verkeer	wat kan leiden tot schade aan tram-infrastructuur of gebouwde omgeving	1	3	L	1	3	L	Mitigatie: planmatig onderhoud en zorgen voor veiligheidsmaatregelen op terrein om verkeersstromen te regelen gemiddeld eens in de 1,5 jaar moet een ESP pomp vervangen of gerepareerd worden, kan om een lezing gebuurt
14	Als gevolg van onderhoud aan Geothermie infrastructuur kunnen er omringende situaties ontstaan - als gevolg van zwaar verkeer	wat kan leiden tot schade aan tram-infrastructuur of gebouwde omgeving	1	3	L	1	3	L	

Figuur 5-1 Risico en Effecten- classificatie van gebeurtenissen
Methode van analyseren van risico's voor en na het nemen van maatregelen.

Zoals besproken in het vorige hoofdstuk wordt het risico berekend met de formule:

$$\text{Risico} = \text{Kans} \times \text{Effect}$$

De volgende stappen zijn ondernomen om de risico's in kaart te brengen:

- Identificeren van alle risico's per operatie
- Bepaling van de Kans op alle geïdentificeerde risico's
- Bepaling van het Effect van de risico's (consequenties)
- Classificeren van het uiteindelijke risico in een matrix

Vervolgens worden de Kans en het Effect opnieuw ingeschat, met inachtneming van te nemen maatregelen om de risico's te verkleinen. Ook de uitkomst van deze evaluatie wordt in de matrix weergegeven, zie Figuur 5-1.

De risico's worden laag middel of hoog ingeschat volgens de volgende methode – mede gebaseerd op hoe vaak een soortgelijk ongeluk of voorval is voorgekomen in de olie- gas- en aardwarmte-industrie.

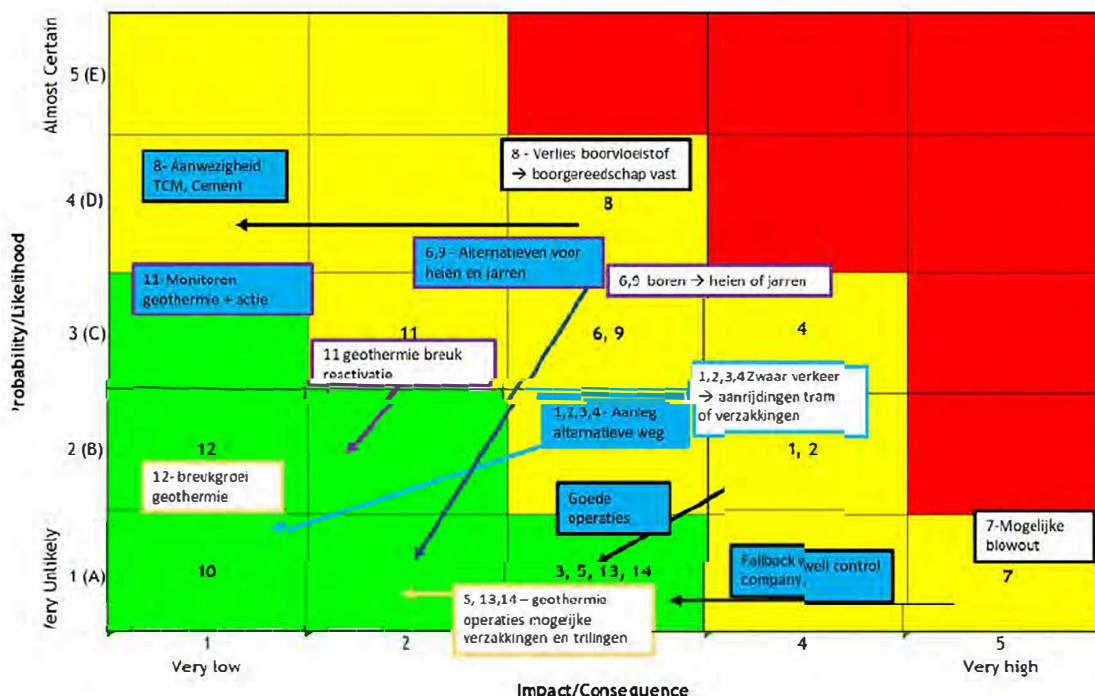
Project/Well	Studie Geothermie Risico's	Document Titel	Utrecht RA
Klant	Provincie Utrecht	Document No.	VEM2020-0137
Datum	09-09-2020	Versie	1

5.2 Risico's op de ranglijst

De belangrijkste risico's worden in onderstaande matrix (

Figuur 5-2), de zgn. 'Boston Square', gegroepeerd per risicocategorie, waarbij elk nummer of getal één risico vertegenwoordigt. Hierdoor ontstaat een goed overzicht van het aantal risico's per categorie, waarbij de Kans op de risico's wordt weergegeven op de verticale as en het Effect op horizontale.

In de witte rechthoeken worden groepen van de belangrijkste risico's weergegeven en in blauwe rechthoeken worden de maatregelen weergegeven die ervoor zorgen dat de kans op het gebeuren van het risico en/of het effect van het risico lager worden.

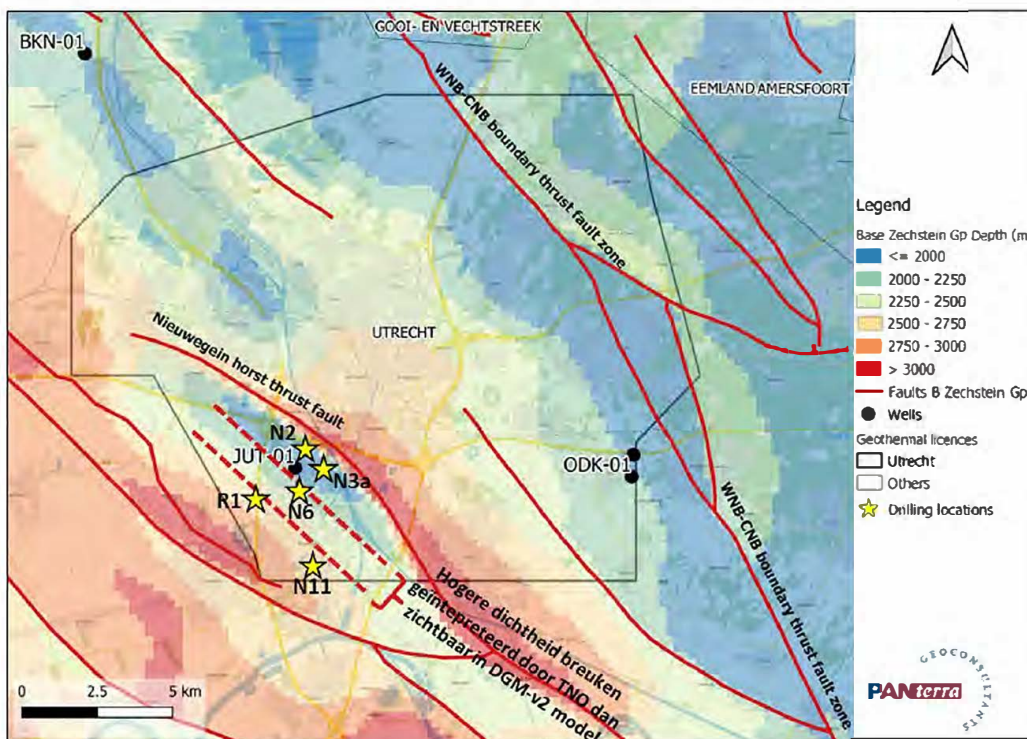


Figuur 5-2 'Boston Square' risicomatrix voor het LEAN-geothermie project Nieuwegein. In witte rechthoeken zijn groepen van risico's beschreven met de relevante maatregelen die ervoor zorgen dat de risico's kleiner worden.

5.3 Verschillen risico's op andere locaties

De beschrijving van deze risico's heeft zich geconcentreerd op de locatie tramremise. De aanwezigheid van breuken langs het boortraject hangt af van de vijf gekozen locaties. Bij de locaties tramremise N3a en Galecopperwetering N2 zullen waarschijnlijk meer breuken worden aangeboord dan de locaties Hoek Zuidstede N11 en Nedereindseweg R1. Daarom zijn de risico's gerelateerd aan het boren van breuken iets hoger bij locaties N3a en N2. Het aanboren van breuken op zich geeft zeer waarschijnlijk geen aanleiding tot seismiteit; echter het verhoogt wel de kans op het vast komen te zitten van boorgereedschap.

Project/Well	Studie Geothermie Risico's	Document Titel	Utrecht RA
Klant	Provincie Utrecht	Document No.	VEM2020-0137
Datum	09-09-2020	Versie	1



Figuur 5-3 Vijf mogelijke boorlocaties met meest passende boortrajecten en ondergrondse locaties (doublet weergegeven met rode en blauwe lijnen). Er zijn meer breuken gekarteerd in het gebied (gestippelde rode lijnen, locaties geschat uit LEAN-D1.03) dan gekarteerd in het DGM_v2 model (rode lijnen).

De effecten van risico's gerelateerd aan bijvoorbeeld het omvallen van de boortoren (van ongeveer 34 meter hoog) zijn op locaties Hoek Zuidstede en Symfonielaan het grootst omdat alleen op die locaties de boortoren mogelijk de tram-bovenleiding kan raken. Op locatie tramremise is dat niet mogelijk omdat de geothermielocatie te ver weg ligt voor dit risico.

6 Conclusies

Deze studie heeft een analyse gemaakt van de risico's van het optreden van trillingen met effecten op de tramremise en tram-infrastructuur voor het geothermie project LEAN Nieuwegein. Met name is aandacht besteed aan de risico's ten gevolge van booroperaties en ten gevolge van geothermie-operaties, te weten, gevolgen van zwaar transport, gevolgen van aanleg boorlocatie en boren van de geothermieputten, gevolgen van de geothermie-operaties en de risico's op seismiciteit.

PanTerra-Vanguard heeft de volgende belangrijkste risico's geïdentificeerd:

- Bij de aanleg en het boren van de geothermieputten, zal er voor een periode van enkele maanden zwaar verkeer nodig zijn. Ten gevolge van dit zwaar transport zijn er verhoogde risico's op aanrijdingen met ander verkeer, in het bijzonder trams, of risico's op ongelukken met personen. In het bijzonder zijn er risico's op verzakking bij de geothermielocatie tramremise ten gevolge van bewegingen zwaar verkeer. Op de locatie tramremise kunnen de meeste van deze risico's vermeden worden door het aanleggen van een aparte toegangsweg naar de geothermielocatie, zodat het terrein van de tramremise niet gebruikt wordt voor zwaar transport. Voor de overige risico's ten gevolge van zwaar transport, zullen deze risico's lager worden als er continu (24/7) toezicht is op de transportbewegingen.
- Met de huidige informatie over het boortraject, denken we dat vanaf locatie Hoek Zuidstede (N11) het iets beter mogelijk is breuken in het boortraject te vermijden dan vanaf de locatie tramremise (N3a). De aanbeveling aan het consortium is daarom om een goede breukinterpretatie te maken of een review te doen van de breukinterpretatie van de ondiepe ondergrond tot en met het doelreservoir.
- Bij het boren van de putten kan lokaal boorspoeling verloren gaan (bijvoorbeeld door het aanboren van breuken of hoog-permeabele lagen) met als gevolg dat de boorgereedschappen vast komen te

Project/Well	Studie Geothermie Risico's	Document Titel	Utrecht RA
Klant	Provincie Utrecht	Document No.	VEM2020-0137
Datum	09-09-2020	Versie	1

- zitten. Bij het inspecteren van putten in de omgeving (in een straal van om locatie Nieuwegein 20 km) is het in vier van de negen putten voorgekomen dat boorspoelingverliezen optraden. Vandaar dat de risicoclassificatie middel is. Als er alternatieven voor het "jarren" worden gebruikt zoals chemische methoden andere methodes, dan is het effect van deze gebeurtenis ook zeer laag.
- Het risico op een zogenaamde blow-out waarbij de put niet meer onder controle is, is zeer laag – met name omdat het gebruik is in de industrie om hiertegen van tevoren veel maatregelen te nemen zoals het plaatsen van een blow-out preventer (BOP), het op voorraad hebben van zware boorspoeling en cement om veel tegendruk te kunnen leveren en zo de ondergrondse drukken onder controle te houden. Ook al is de kans zeer laag, toch wordt dit risico hier wel genoemd omdat de impact van dit risico bijzonder hoog is.
 - Gedurende de productiefase van het geothermieproject zijn er mogelijk risico's van heractivatie van breuken. De kans op breuk re-activatie is laag als de temperatuur van het geïnjecteerde water niet te laag is (en men zich houdt aan de vereisten van de SodM), de afstand van de putten ver genoeg van breuken is.
 - De kansen op het induceren van seismiteit bij alle locaties zijn laag tot middelgroot omdat er met de huidige informatie de mogelijkheid bestaat dat breuken uitgeoeld worden. De classificatie van de effecten kan pas gedaan worden als de definitieve oppervlakte en ondergrondse locaties bekend zijn. Bij deze analyse in dit rapport is geen rekening gehouden met de plaatsing van het doublet ten opzichte van de breuken, omdat de informatie op dit moment niet beschikbaar is.

In de theorie van risicobeheersing zijn er verschillende manieren om met risico's om te gaan:

- Aanvaarden: het risico wordt als acceptabel gezien (dit zouden bijvoorbeeld bepaalde trillingsniveaus kunnen zijn voor locaties bij de tramrails);
- Vermijden: neem maatregelen die het risico in zijn geheel vermijden (bijvoorbeeld d.m.v. het aanleggen van alternatieve toegangswegen, die risico's van verkeersbewegingen op remiseterrein vermijden);
- Behandelen: neem maatregelen om de risico's of effecten te reduceren. (Bijvoorbeeld door heioperaties te vervangen door het trillen van de funderingspalen en conductor).

Het overzicht en de manieren om met de risico's om te gaan zoals beschreven in dit rapport vormen een goede basis om in gesprek te gaan met de geothermie uitvoerder over de risico's voor de traminfrastructuur. De risico analyse geeft daarbij aan welke risico's daarbij het belangrijkste zijn om te bespreken.

Het is belangrijk om op te merken dat deze studie uitgevoerd is in de verkennende fase van het LEAN Geothermieproject, waarin de definitieve plannen nog niet zijn gemaakt. Het doel van deze studie is de risico's in een vroege fase te identificeren, waarbij de maatregelen in de definitieve plannen verder moeten worden uitgewerkt. Vervolgstudies zullen hiertoe nodig zijn, bijvoorbeeld effecten van trillingen veroorzaakt bij de definitief gekozen methode van boren en bijvoorbeeld een Seismic Hazard Analyse voor de definitief gekozen ondergrondse locatie en definitief gekozen injectie- en productiesnelheden.

7 Referenties

- Aardwarmte in de Provincie Utrecht. (2021). Provincie Utrecht.
- Arcadis. (2014). *Tram Vlaanderen Maastricht prognose trillingen, 9 januari 2014.*
- Arnold, H. (1971). *Exploration Well Resume Jutphaas-1.*
- BAN-groep. (sd). *overzicht onveiligheid geothermiesector.* Opgehaald van http://www.ban-groep.nl/OVERZICHT_VAN_DE_ONVEILIGHEID_IN_DE_GEOTHERMIE_SEC.pdf
- Bos, W. e. (2018). *Trillingsanalyse Project Windplan Blauw Opdrachtgever Swifterwin T B.V. en Nuon Wind Development, Projectcode UT615-46, 4 mei 2018.*
- CROW. (2015). *Kostenkengetallen regionaal openbaar vervoer.* Ede.
- Fokker, P. A. (2014). *Surface movement induced by geothermal operations.* 76th EAGE Conference and Exhibition 2014. Vol. 2014. No. 1. European Association of Geoscientists & Engineers, 2014.
- Grondmechanica, T. (2017). *Geotechnisch advies.* Teeuw Grondmechanica.
- IF-Technology, & Q-con. (2016). *Defining the Framework for Seismic Hazard Assessment in Geothermal Projects 5 V0.1.*

Project/Well	Studie Geothermie Risico's	Document Titel	Utrecht RA
Klant	Provincie Utrecht	Document No.	VEM2020-0137
Datum	09-09-2020	Versie	1

- Jan-Diederik van Wees (TNO/UU), H. V. (2020). *LEAN Deliverable 1.03: Pre-drill Reservoir Characterization Report*.
- KNMI. (sd). *Seismologie*. Opgehaald van <https://www.knmi.nl/nederland-nu/seismologie/aardbevingen>
- Provincie Utrecht, Y. d. (2019). *Brief aan het Ministerie van Economische Zaken, Opsporingsvergunningaanvraag aardwarmte Utrecht*. Utrecht: Provincie Utrecht.
- SodM. (2016). *Methodiek voor risicoanalyse omtrent geïnduceerde bevingen door gaswinning, tijdelijke leidraad voor adressering*.
- Soede, W. (2009). *Impact van trillingen door bouwactiviteiten op woningen en haar bewoners, ARDEA Acoustics & Consult te Leiden*. Leiden: geluid nummer 3, september 2009.
- Teeuw. (sd). *Geotechnisch advies, Teeuw Grondmechanica v.o.f., 17-5032, d.d. 14 december 2017*.
- TNO. (2016). *R10056 Integrated pressure information system for the onshore and offshore Netherlands*. TNO.
- TNO. (2019). *Review of worldwide geothermal projects: mechanisms and occurrence of induced seismicity*. Utrecht: TNO 2019 R100043.
- TNO. (2020). https://www.nlog.nl/sites/default/files/2020-10/190110_sha_level_ii_panterra_gelakt.pdf. Opgehaald van nlog.nl: https://www.nlog.nl/sites/default/files/2020-10/190110_sha_level_ii_panterra_gelakt.pdf
- TNO. (2020). *LEAN: Low cost Exploration And derisking of geothermal plays: the Rotliegend demonstrator - Deliverable 1.03: Pre-drill Reservoir Characterization Report. LEAN-D1.03*. TNO.
- TNO. (2020). *LEAN: Low cost Exploration And derisking of geothermal plays: the Rotliegend demonstrator - Deliverable 1.03: Pre-drill Reservoir Characterization Report. LEAN-D1.03*. TNO.
- TNO. (sd). *Dinoloket*. Opgehaald van DINoloket: www.dinoloket.nl
- TNO-AGE, S. &. (2013). *Protocol bepaling maximale injectiedrukken bij aardwarmtewinning – versie 2*. Den Haag: SodM.
- TNO-GSN. (2020). *Stratigraphic Nomenclature of the Netherlands, TNO – Geological Survey of the Netherlands* . TNO.
- Utrecht, G. (2003). *Trillingen bij heien (criteria te stellen aan trillingen), Dienst Stadsontwikkeling Gemeente Utrecht, MT-BBH-besluit dd. 20-01-2003, B&W-besluit dd. 12-10-2004* . Utrecht: .
- v.o.f., T. G. (2017). *Geotechnisch advies*. Teeuw Grondmechanica.
- Warmtebron.nu. (2020). *Warmtebron Utrecht - Haalbaarheids onderzoeksproject LEAN*. Provincie Utrecht.

Project/Well	Studie Geothermie Risico's	Document Titel	Utrecht RA
Klant	Provincie Utrecht	Document No.	VEM2020-0137
Datum	09-09-2020	Versie	1

8 Appendix – Technische Details

8.1 Boorprogramma

Het boorprogramma zal bestaan uit het boren van twee putten tot een diepte van 2000-3000 meter, waarvan één zal worden gebruikt voor de productie van warm water en de andere put zal fungeren als injectie put, om het afgekoelde water te her-injecteren in het reservoir.

Voorafgaand aan het boren van de twee putten zal een boorlocatie worden aangelegd, die zal bestaan uit een harde oppervlaktelaag (waarschijnlijk asfalt), waarin een aantal boorkelders zullen worden geplaatst ten behoeve van de te boren putten. Omdat de boortoren komt te staan boven deze boorkelders, zal de directe omgeving van deze kelders voldoende stevig moeten zijn. Dit kan worden bereikt door het heien van een aantal palen in de grond om de kelders heen. Een trillingvrij en geluidsarm alternatief voor het heien van de locatiepalen is de drukpaalmethode of het voorboren gaten en daarna opvullen met cement of palen van een ander materiaal.

In de boorkelders zullen zgn. conductors worden geïnstalleerd (een per kelder), welke fungeren als basis voor een put. Conductors zijn grote stalen buizen met een diameter van ongeveer 40 tot 75 cm (afhankelijk van put ontwerp), die normaal gesproken worden geheid in de grond tot een diepte ergens tussen de 0 en 150 meter. Een alternatief - en trillingvrij - systeem voor het plaatsen van de conductors is het boren van een gat, waarna de conductor wordt geïnstalleerd in dit voorgeboorde gat en vervolgens wordt cement aangebracht aan de buitenzijde om de conductor te stabiliseren en om een afdichting rond de conductor te realiseren.

Als de locatie inclusief kelders en conductors gereed is, kan de boortoren en de aanverwante apparatuur worden aangevoerd naar de locatie. Dit betekent dat voor een periode van 6-10 dagen er een verhoogde vervoersactiviteit is, waarbij er ongeveer 100 vrachten zullen worden aangevoerd naar de locatie, afhankelijk van boorinstallatie en gekozen opstelling.

Het boren van de beide putten gebeurt door het boren van een grote diameter (bv 40 cm diameter) tot een bepaalde diepte, vaak zo rond de 1000 meter. Daarna wordt met de boortoren een buis, ook wel casing genoemd, van ongeveer 35 cm diameter geïnstalleerd in dit gat, waaromheen cement wordt gepompt om de buis goed vast te zetten. Dan wordt een iets kleiner gat van +/- 30 cm geboord tot ongeveer 2500 meter, en ook daar wordt een buis geïnstalleerd, deze keer van +/- 25 cm waaromheen weer cement wordt gepompt. Hierna wordt het laatste - en kleinste - gat geboord van +/- 20 cm diameter tot de einddiepte, door het reservoir, waarin het warme water zich bevindt. In dit laatste gat wordt meestal een buis met een filter geïnstalleerd waardoor het warme water de put in kan stromen en waarbij eventueel zand uit het water kan worden verwijderd. Dit omdat zand dat geproduceerd wordt schade kan veroorzaken aan de apparatuur op de locatie.

Bovenstaand ontwerp is slechts een voorbeeld van de vele opties die er zijn om een put te maken en zowel de dieptes, de gat- en casing maten als het aantal geboorde gaten per put kan variëren, al naar gelang de geplande einddiepte van de put en de verwachte formaties die doorboord moeten worden. Soms worden er drie putten geboord, waarbij een put fungeert als productieput en twee als injectieput.

Als de put geboord is tot einddiepte wordt er soms nog een extra buis geïnstalleerd om de put te beschermen tegen corrosie veroorzaakt door het zoute water uit het reservoir. Als deze beschermingsbuis is geplaatst wordt de pomp in de put aangebracht. De meeste geothermie putten produceren geen water uit zichzelf, omdat de druk van het water in het reservoir daar te laag voor is. Daarom is er een pomp nodig – een zgn. ESP (Electric Submersible Pump) om het water uit de put te produceren. Deze ESP ziet eruit als een buis, zodat de pomp in de put past en om de pomp aan te drijven wordt onder de pomp een motor geplaatst, die wordt gevoed via een stroomkabel, die ook in de put moet worden aangebracht. Verder wordt er vaak een extra pijpje in de put geïnstalleerd tot vlak boven het reservoir, waardoor later zgn. corrosie inhibitie vloeistof wordt gepompt om corrosie aan de put en de pomp te voorkomen.

8.2 Locaties (omschrijving en foto's)

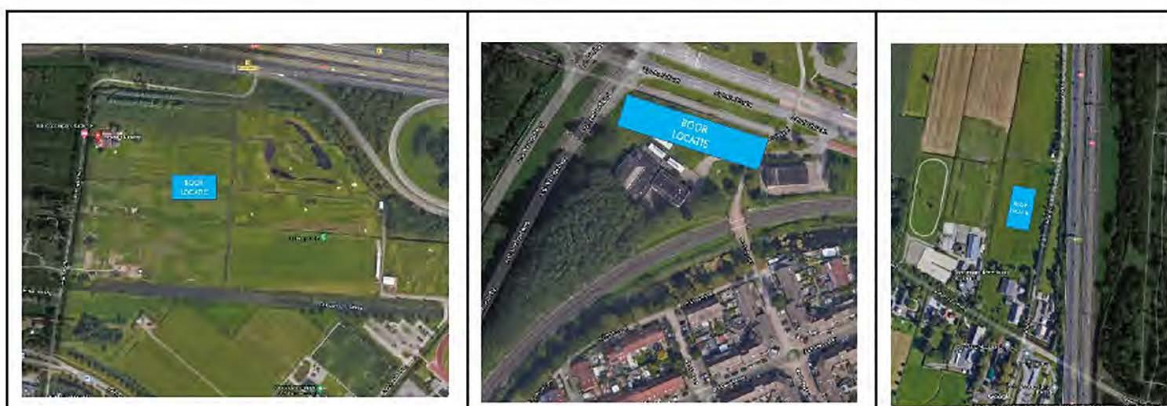
De geselecteerde locaties zijn N3a op het tramremise terrein, N11 Hoek Zuidstede, N2 Galecopperwetering, N6 Symfonielaan en R1 Nedereindseweg.

Project/Well	Studie Geothermie Risico's	Document Titel	Utrecht RA
Klant	Provincie Utrecht	Document No.	VEM2020-0137
Datum	09-09-2020	Versie	1

Hieronder geven we eerst de algemene locatie foto's en vervolgens bespreken we de locaties in meer detail, waarbij ook foto's bijgevoegd zijn van het bezoek op de locaties.



Figuur 8-1 Locaties N3a Tramremise (links) en N11 Hoek Zuidstede (rechts)



Figuur 8-2 Locaties N2 Galecopperwatering (links), N6 Svmfonielaan (midden), en R1 Nedereindsewee (rechts)

Locatie N3a – Tramremise

De boorlocatie op het terrein van de tramremise zal ongeveer 200 m verwijderd zijn van de locatie van het remisegebouw (waarin zich de sensoren bevinden) Figuur 8-1 en Figuur 8-3. De sensoren in het remisegebouw bevinden zich aan de oostzijde van het gebouw en de boorlocatie bevindt zich op het westelijke deel van het remiseterrein.



Project/Well	Studie Geothermie Risico's	Document Titel	Utrecht RA
Klant	Provincie Utrecht	Document No.	VEM2020-0137
Datum	09-09-2020	Versie	1



Figuur 8-3

Boven-Links: tramremisegebouw, de kant waar de sensoren zijn geplaatst

Boven-Rechts: tramremisegebouw gezien vanaf de zuidkant

Onder links: tramremise gebouw vanaf de westkant

Onder Rechts: doorkijk naar mogelijke boorlocatie

Betreffende de risico's van trillingen en invloed op de tram-operaties is deze locatie het gevoeligst, omdat de boorlocatie hier relatief dicht in de buurt is van gevoelige apparatuur in het remiseterrein Figuur 8-4.

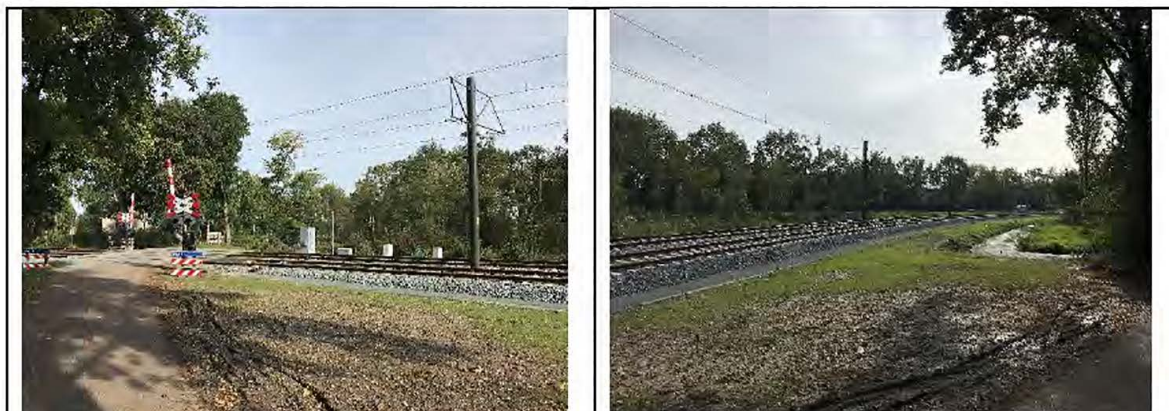
De boorlocatie bevindt zich op de plek van bosschages, die (tijdelijk) verwijderd zullen moeten worden. Er zal wellicht ook (tijdelijke) toegangs- en afvoerwegen gemaakt moeten worden. Tijdens de geothermie-operaties zal ook onderhoud gepleegd moeten worden – waarbij nagedacht moet worden op permanente toegangs- en afvoerwegen voor zwaar verkeer.



Figuur 8-4 Links: wiel-slijpinstallatie met sensoren voor trams – Rechts: sensoren voor geautomatiseerde metingen aan wielen

Locatie N11 – Hoek Zuidstede

Voor de booroperaties bij Hoek Zuidstede is de boorlocatie gelegen in bosschages (park). Dit park zal voor de booroperaties grotendeels weggehaald moeten worden. Verder zal er een permanente toegangsweg aangelegd moeten worden.



Project/Well	Studie Geothermie Risico's	Document Titel	Utrecht RA
Klant	Provincie Utrecht	Document No.	VEM2020-0137
Datum	09-09-2020	Versie	1



Figuur 8-5

Boven-Links: boorlocatie bevindt zich aan de overkant van de trambaan. Om de locatie te bereiken hoeft de tramwegovergang niet overgestoken te worden

Boven-Rechts en onder Links: boorlocatie bevindt zich in de bosschages aan de overkant van de trambaan

Onder Rechts: doorkijk naar mogelijke boorlocatie

Locatie N2 – Galecopperwetering

Voor trilling effecten van booroperaties op de bebouwde omgeving of op tramoperaties, zullen bij deze locatie deze effecten zeer klein (tot niet bestaand) zijn. Er zal echter wel een toegangsweg aangelegd moeten worden, zowel voor de booroperaties, maar ook voor het onderhoud en toegang van de geothermie-operaties zelf. Dit kan overlast voor het verkeer opleveren. De meeste verkeersoverlast zal plaatsvinden tijdens de booroperaties, waarbij veel verkeersbewegingen vereist zijn.



Project/Well	Studie Geothermie Risico's	Document Titel	Utrecht RA
Klant	Provincie Utrecht	Document No.	VEM2020-0137
Datum	09-09-2020	Versie	1

Figuur 8-6

Boven Links & rechts: fietspad langs de boorlocatie Galecopperwetering

Boven-Rechts: fietspad langs de boorlocatie Galecopperwetering

Locatie N6 – Symfonielaan

Deze locatie ligt dichtbij een woonwijk en Boven-Rechts redelijk grote toegangsweg. De locatie ligt ook dichtbij tramrails, maar om toegang te verkrijgen is het niet nodig om de tramwegoverweg over te steken. Voor de booroperaties en geothermie operaties is het nodig een kleine toegangsweg aan te leggen. Deze locatie is ook dichtbij een installatie van Eneco. De trillingsrisico's op de tram-infrastructuur zullen waarschijnlijk laag zijn – met name ook omdat er een geothermiedoublet in 2010 geboord is vlak naast een trambaan voor Haagse Aardwarmte Leyweg (HAL).



Figuur 8-7

Boven-Links en rechts: terrein ten noorden van trambaan

Onder links: doorkijk van boorlocatie naar trambaanovergang

Onder Rechts: Gebouw Eneco – dichtbij de boorlocatie

Locatie R1 – Nedereindseweg

Voor trillingseffecten van booroperaties op de bebouwde omgeving of op tramoperaties, zullen bij deze locatie deze effecten zeer klein (tot niet bestaand) zijn. Er zal echter wel een toegangsweg aangelegd moeten worden, zowel voor de booroperaties, maar ook voor het onderhoud en toegang van de geothermie-operaties zelf. Dit kan overlast voor het verkeer opleveren.

Project/Well	Studie Geothermie Risico's	Document Titel	Utrecht RA
Klant	Provincie Utrecht	Document No.	VEM2020-0137
Datum	09-09-2020	Versie	1



Figuur 8-8
 Boven-Links: uitzicht op weiland met potentiële boorlocatie
 Boven-Rechts: In de buurt van bebouwing Rijnenburg
 Onder: huidige toegangsweg lijkt ongeschikt voor zwaar verkeer

Locatiecoördinaten

Locatie	Coördinaten	
N3a Tramremise		Blokhoeve Nieuwegein 52.052773, 5.095448
N11 Hoek Zuidstede		Nieuwegein 52.024393, 5.090550
N2 Galecopperwetering		Nieuwegein 52.060431, 5.088314
N6 Symfonielaan		Nieuwegein 52.046720, 5.085209

Project/Well	Studie Geothermie Risico's	Document Titel	Utrecht RA
Klant	Provincie Utrecht	Document No.	VEM2020-0137
Datum	09-09-2020	Versie	1

R1 Nedereindseweg		Ringkade 3545 NK Utrecht 52.043267, 5.062621
-------------------	---	---

Figuur 8-9 Overzicht potentiële boorlocaties met coördinaten.

8.3 Geologie

Als achtergrond voor de inschatting van de risico's op risico's van het boren van het geothermisch dublet en de risico's bij de geothermie-operaties, geven we in deze sectie de geologische achtergrond. Bij de inschatting van de risico's, zullen we deze sectie als referentie gebruiken.

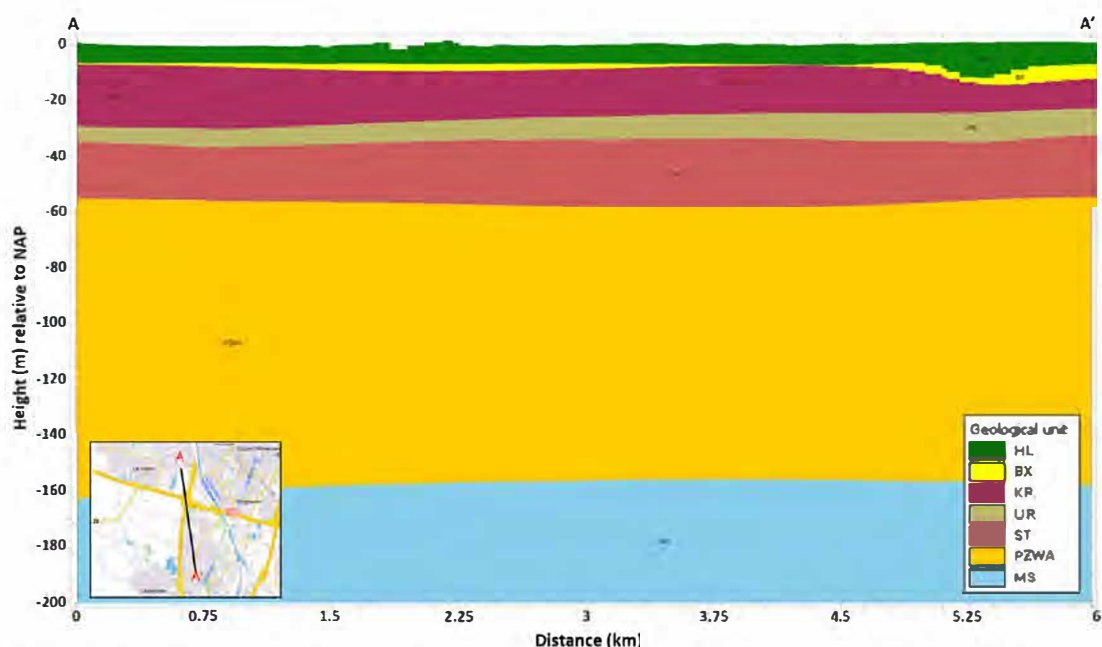
8.3.1 Ondiepe ondergrond

De ondiepere afzettingen die in het studiegebied worden aangetroffen, exclusief een eerste dunne laag Holocene (HL) sedimenten, behoren allemaal tot de Boven-Noordzeegroep (NU), een opeenvolging die voornamelijk bestaat uit fijn tot grof zand afgewisseld met kleinivelaus (Figuur 8-10, Figuur 8-11). Hieronder een korte lithologische beschrijving van de belangrijkste geologische eenheden zoals gerapporteerd in de literatuur (TNO-GSN, 2020).

- Boxtel Formatie (BX, ongeveer -5 tot -15 m beneden NAP): Lichtgeel tot donkerbruin zeer tot matig fijn zand (105-300 μm), ziltig. Grijsbruine tot donkergrijze leem, zandig. Dunne veen- en gyttjalagen, veelal zandig, deels detritisch. Plaatselijk, matig fijn tot zeer grof zand met lagen van fijn grind.
- Kreftenheye Formatie (KR, ongeveer -5 tot -30 m beneden NAP): geelgrijs tot grijsbruin matig tot uiterst grof zand (210-2000 μm), matig tot sterk grindhoudend. Plaatselijk, fijn tot zeer grof grind in lagen. In mindere mate ziltige kleilagen, sporadisch kleiige veenlaagjes.
- Urk Formatie (UR, ongeveer -25 tot -35 m beneden NAP): Grijs tot geelbruin matig fijn tot uiterst grof zand (150-2000 μm), matig tot sterk grindig, glimmerarm, kalkloos (in stuwwallen) tot kalkhoudend, met plantenresten (inclusief hout), met augiet en veel roze korrels. In mindere mate sterk zandige of ziltige kleilagen, plaatselijk humus. Fijn tot zeer grof grind gekenmerkt door grijze, bruine, groene en rode zandsteen en witte kwarts.
- Sterksel Formatie (ST, ongeveer -35 tot -55 m vanaf NAP): Grijsbruin matig tot uiterst grof zand (210-2000 μm), grindig, glimmerhoudend, roze en bonte componenten in zand- en grindfractie, instabiele zware mineralen, verfijning naar het noordwesten. Grijze tot blauwgrijze klei, siltig, plaatselijk dunne zandlaagjes. In mindere mate lagen van grijsbruin en roodbont fijn tot zeer grof grind (2-63 mm).
- Peize Formatie (PZ, ongeveer -55 tot -165 m vanaf NAP): Lichtgrijs tot wit matig tot uiterst grof zand (210-2000 μm), fijner naar het westen, kalkloos, grindig (kwarts dominant), lokaal hoekige stenen aan de top. In mindere mate kleilagen (talrijk in het Laagpakket van Balk) zonder mariene schelpen. Regionaal, lichtgrijs zeer tot matig fijn zand (105-210 μm) onderin.
- Waalre Formatie (WA, ongeveer -55 tot -165 m vanaf NAP): Gestapelde fining-upward sequenties. Grijs tot grijswit uiterst fijn tot uiterst grof zand (63-2000 μm), glimmerhoudend, deels bont met rode korrels in grove fractie, plaatselijk sterk grindig (o.a. lagen). Blauwgrijze tot bruin-grijze kleilagen en -laagjes, siltig tot zandig, met veeninschakelingen en sideriet.
- Maassluis Formatie (MS, ongeveer -160 tot -280 m vanaf NAP): Coarsening upward. Verfijning van zuidoost naar noordwest. Grijs uiterst fijn tot matig grof zand (63-300 μm), doorgaans glimmer-, kalk- en schelphoudend en glauconietarm. Ingebedde licht- tot donkergrijze kleilagen, veelal siltig of zandig, glimmer- en kalkhoudend, met mariene schelpen. Lokaal, grind aan de basis. Aan de top, zowel zoetwater- als mariene schelpen.

Typische boorrisico's verbonden aan dit soort formaties zijn: modderverliezen in zanderige bovengaten, zandholten, uitspoeling, krappe plekken, zwellende kleien, kleiballen, te veel trekken, vastzittende buizen, watten. Ook moet worden opgemerkt dat sommige eenheden (BR en KR) dunne, sporadische veenlagen kunnen bevatten.

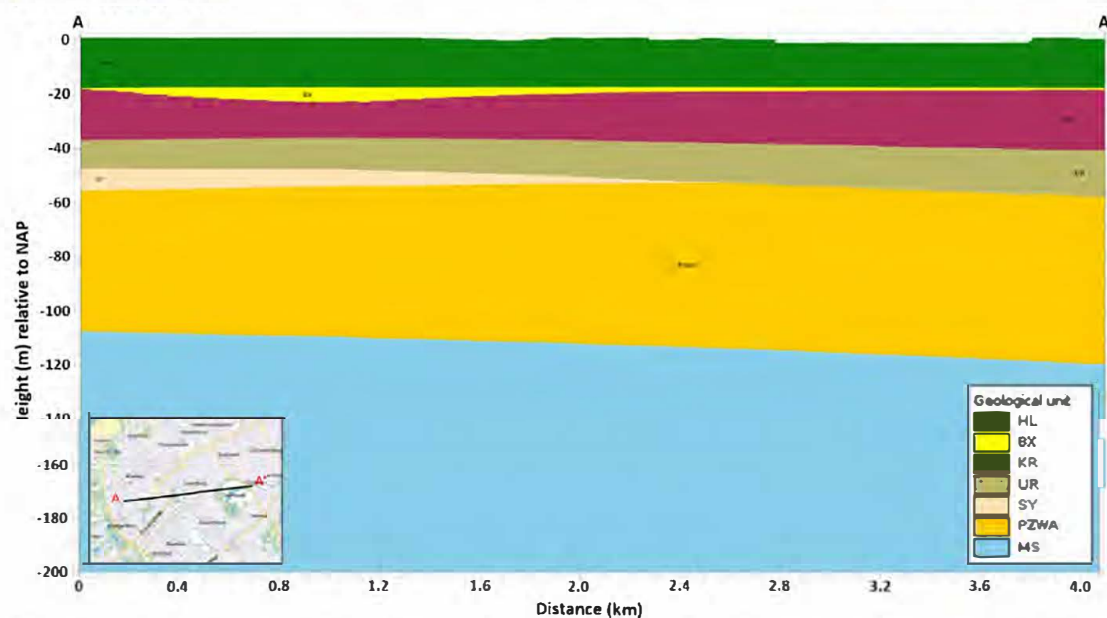
Project/Well	Studie Geothermie Risico's	Document Titel	Utrecht RA
Klant	Provincie Utrecht	Document No.	VEM2020-0137
Datum	09-09-2020	Versie	1



Figuur 8-10 NNW-ZZO ondiepe geologische doorsnede (maximum diepte -200 m vanaf NAP) over het gebied van interesse (TNO-GSN, 2020)

De ondiepe geologie van het interessegebied is vergelijkbaar met die van de vergunning voor aardwarmte in Den Haag (Figuur 8-11), waar in 2010 met succes een putdoublet naast de trambaan is geboord in het kader van het project Haagse Aardwarmte Leyweg (HAL).

Belangrijkste verschil voor de regio Utrecht is de aanwezigheid van ongeveer 20 m Sterksel Formatie (afwezig in HAL-gebied) en de afwezigheid van de Stramproy (SY) Formatie. Dit geologische verschil maakt de regio Utrecht echter veiliger, omdat door de afwezigheid van SY de mogelijkheid wordt voorkomen om langs het boorgat enkele veenlagen tegen te komen die lokaal in deze formatie zouden kunnen voorkomen.



Figuur 8-11 W-O ondiepe geologische doorsnede (maximum diepte -200 m vanaf NAP) over het HAL gebied (TNO-GSN, 2020).

8.3.2 Diepe ondergrond

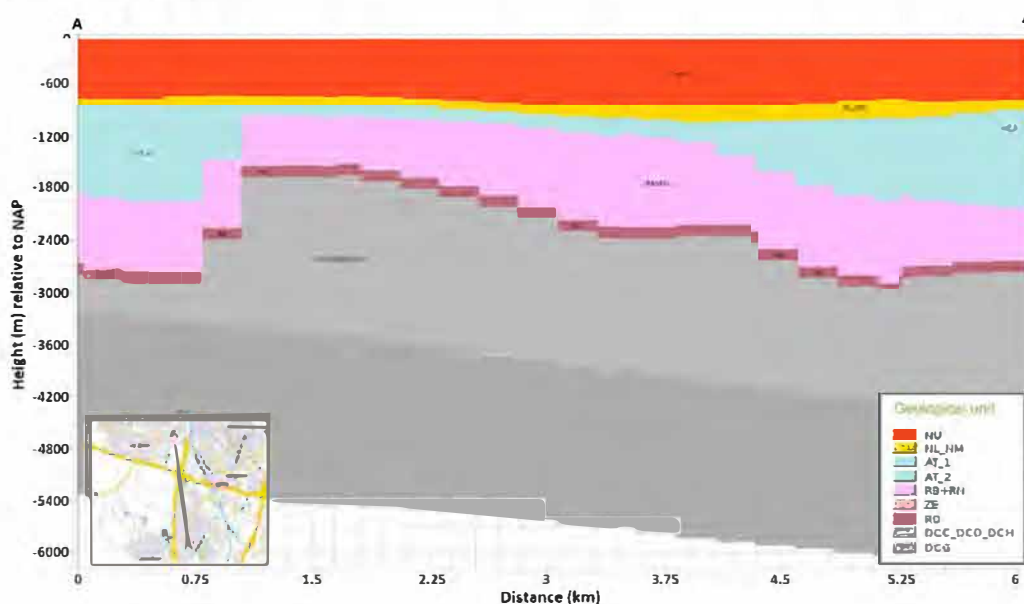
De diepere afzettingen die in het studiegebied worden gevonden, strekken zich uit van de Tertiair-Kwartair Boven-Noordzee Groep (NU) tot de Carboon Limburg Groep (DC) (Figuur 8-12, Figuur 8-13).

Project/Well	Studie Geothermie Risico's	Document Titel	Utrecht RA
Klant	Provincie Utrecht	Document No.	VEM2020-0137
Datum	09-09-2020	Versie	1

Hieronder een korte lithologische beschrijving van de belangrijkste geologische eenheden zoals gerapporteerd in de literatuur (TNO-GSN, 2020)).

- Boven-Noordzee Groep (NU, ongeveer -5 tot -750 m vanaf NAP): Klei en fijn- tot grofkorrelig zand, lokaal grind. Veen- en bruinkoollagen.
- Midden-Noordzee Groep (NM, ongeveer -600 tot -1000 m vanaf NAP): Zanden, silt en kleien van voornamelijk mariene oorsprong.
- Onder-Noordzee Groep (NL, ongeveer -600 tot -1000 m vanaf NAP): Een groep van formaties bestaand uit een afwisseling van grijze zanden, zandstenen en kleien.
- Altena Groep (AT, ongeveer -900 tot -1100 m vanaf NAP): Voornamelijk fijnkorrelige kleistenen met zo nu en dan zilt- en zandstenen. Sporadisch komen zeer organisch koolstofrijke concentraties voor.
- Boven-Germaanse Trias Groep (RN, ongeveer -1050 tot -2000 m vanaf NAP): Bonte, ziltige kleistenen, evaporieten, carbonaten en zandstenen.
- Onder-Germaanse Trias Groep (RB, ongeveer -1050 tot -2000 m vanaf NAP): Rode zandstenen ('red-beds'), siltstenen en kleistenen.
- Zechstein Groep (ZE, ongeveer -1750 tot -2000 m vanaf NAP): Opeenvolging bestaand uit evaporieten en carbonaten met enkele dunne kleisteen inschakelingen. De evaporieten bestaan uit anhydriet, steenzout en kleine hoeveelheden bitterzout en zijn lokaal sterk beïnvloed door halokinese.
- Boven-Rotliegend Groep (RO, ongeveer -1750 tot -2100 m vanaf NAP): Groep van formaties bestaand uit conglomeraten, kleistenen, evaporieten en rode zandstenen (voornamelijk 'red bed' type).
- Limburg Groep (DC, ongeveer -2000 tot -6000 m vanaf NAP): Een groep van klastische formaties die een dikke, monotone opeenvolging van voornamelijk grijze tot zwarte, fijnkorrelige siliciklastische afzettingen. Bevat vaak ingebedde steenkoollagen in het middelste en bovenste deel. Fossielhoudende mariene lagen zijn vaak ingebed in de oudere delen, maar worden zeldzamer in de middelste delen en zijn afwezig in het jongste interval. De groep bestaat ook uit lichtgekleurde, massieve zandstenen en primaire rode zandsteen ('red bed') intervallen zonder steenkoollagen. Vulkanische lagen (voornamelijk mm-dunne tuflagen) zijn lokaal ingebed. Het basale interval bestaat vaak uit zwarte, bitumineuze schalie, met plaatselijk verkiezelde kalksteenlaagjes.

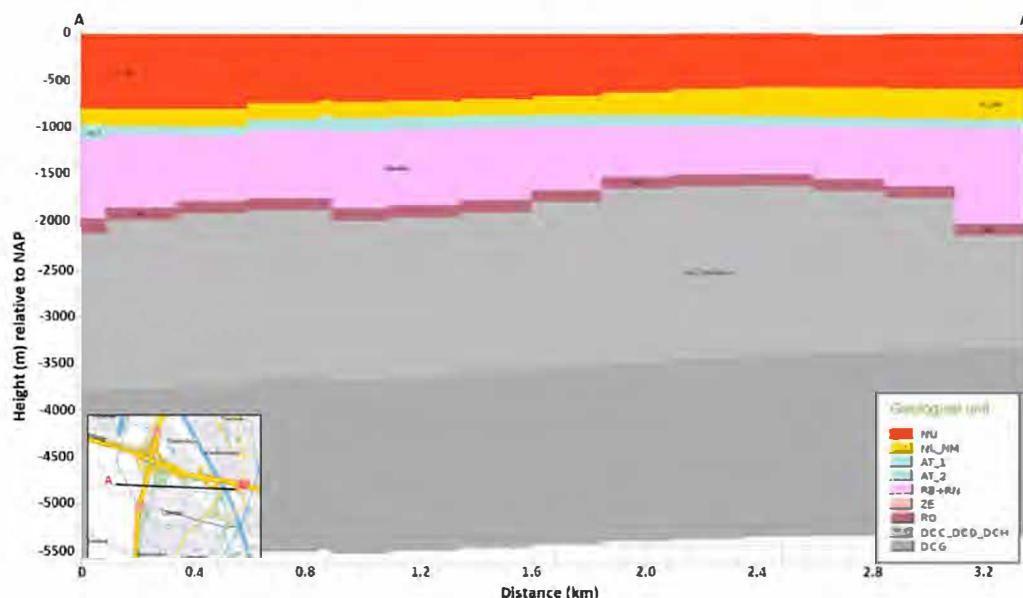
Typische boorrisico's verbonden aan dit type formatie zijn: holtes in het zand, uitspoelen, krappe plekken, zwellende klei, kleiballen, overmatig trekken, vastzittende buizen, wattenstaafjes, aanwezigheid van schalie-intervallen.



Figuur 8-12 NNW-ZZO geologische doorsnede over het gebied van interesse (TNO-GSN, 2020).

Project/Well	Studie Geothermie Risico's	Document Titel	Utrecht RA
Klant	Provincie Utrecht	Document No.	VEM2020-0137
Datum	09-09-2020	Versie	1

Volgens beschikbare literatuurinformatie (TNO-GSN, 2020) en op basis van de putontwerp beschrijving uit Juthphaas-01 (Arnold, 1971) is er geen zout(laag) aanwezig in de Zechstein Groep binnen het interessegebied. Daarom worden de aanwezigheid van intra-Zechstein floaters met mogelijke bijbehorende risico's op overdruk of aanwezigheid van olie- en gas in deze laag, niet verwacht.



Figuur 8-13 W-O geologische doorsnee over het gebied van interesse (TNO-GSN, 2020)

Met betrekking tot het structurele geologische plaatje van het gebied moet worden benadrukt dat de NO-grens van het beoogde horstblok onder Nieuwegein een SW-dipping-opschuivingsbreuk is (Figuur 8-14, rode stippellijn). De aanwezigheid van deze breuk is duidelijk, aangezien het de waargenomen structurele hoogte veroorzaakt en zijn positie vrij goed te interpreteren is op seismische doorsneden (Figuur 8-15 A). De opschuivingsbreuk in Nieuwegein markeert waarschijnlijk niet de overgang van West Netherland Basin (WNB) naar Central Netherland Basin (CNB), maar is eerder gekoppeld aan de vorming van een horst-block binnen de WNB. De overgang van WNB naar CNB vindt waarschijnlijk plaats richting het Noordoosten (Figuur 8-14), zoals ook blijkt uit het LEAN-rapport (TNO-GSN, 2020).

We raden aan deze breuk die het Nieuwegein-horstblok definieert niet aan te boren in de boorputtrajecten, omdat dit boorproblemen kan veroorzaken die verband houden met aanzienlijke drukverschillen aan verschillende zijden van de breukzone. Verder bevelen we aan om een seismische geveanalyse uit te voeren als het uiteindelijke boortraject en precieze eindpunt van de putten vastgesteld zijn.

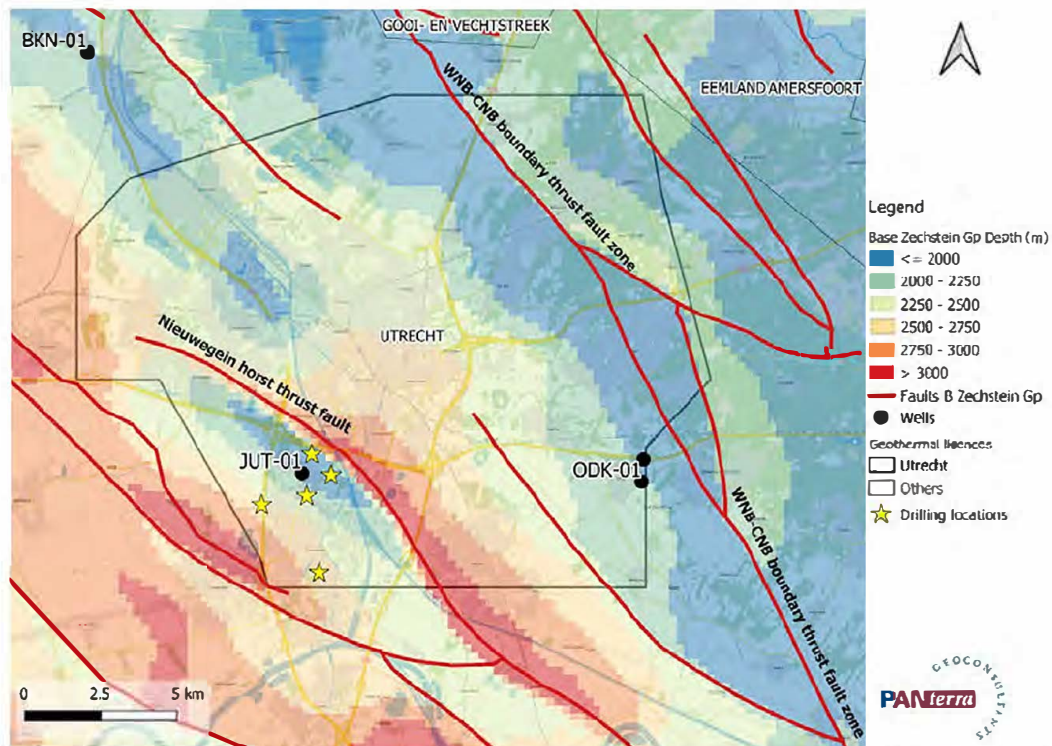
Seismische gegevens (Figuur 8-15, Figuur 8-16) geven aan dat het gebied een complexe geschiedenis van vervorming heeft doorgemaakt die kan worden samengevat in: 1) uitbreiding en bekkenontwikkeling met vorming van diepe afschuivingsbreuken, 2) laterale en compressiebewegingen met inversie van reeds bestaande breuken en vorming van nieuwe opschuivingsbreuken, 3) relaxatie gerelateerde extensie en vorming van ondiepere afschuivingsbreuken.

Om het risico met betrekking tot de aanwezigheid en interpretatie van breuken te verkleinen, raden we een peer review van beschikbare seismische gegevens aan.

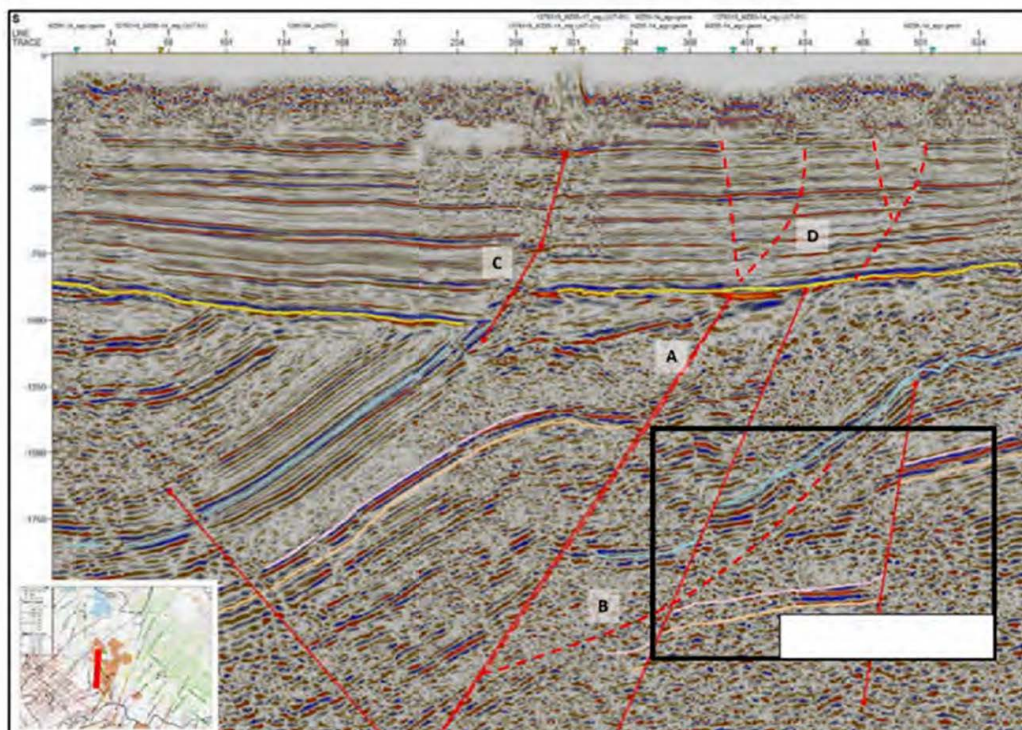
Het verkrijgen van nieuwe ondiepe seismische gegevens moet ook worden overwogen, aangezien dit zou kunnen helpen om ondiepe, mogelijk actieve fouten beter te identificeren en te lokaliseren (bijv. Figuur 8-15 C, D). De impact van het risico met betrekking tot deze fouten moet zorgvuldig worden beoordeeld tijdens meer gevorderde fasen van het onderzoek.

Risico's verbonden aan mogelijke aanwezigheid van koolwaterstof wordt in de volgende sectie in detail besproken. Er worden echter geen risico's bij het boren van koolwaterstoffen verwacht.

Project/Well	Studie Geothermie Risico's	Document Titel	Utrecht RA
Klant	Provincie Utrecht	Document No.	VEM2020-0137
Datum	09-09-2020	Versie	1

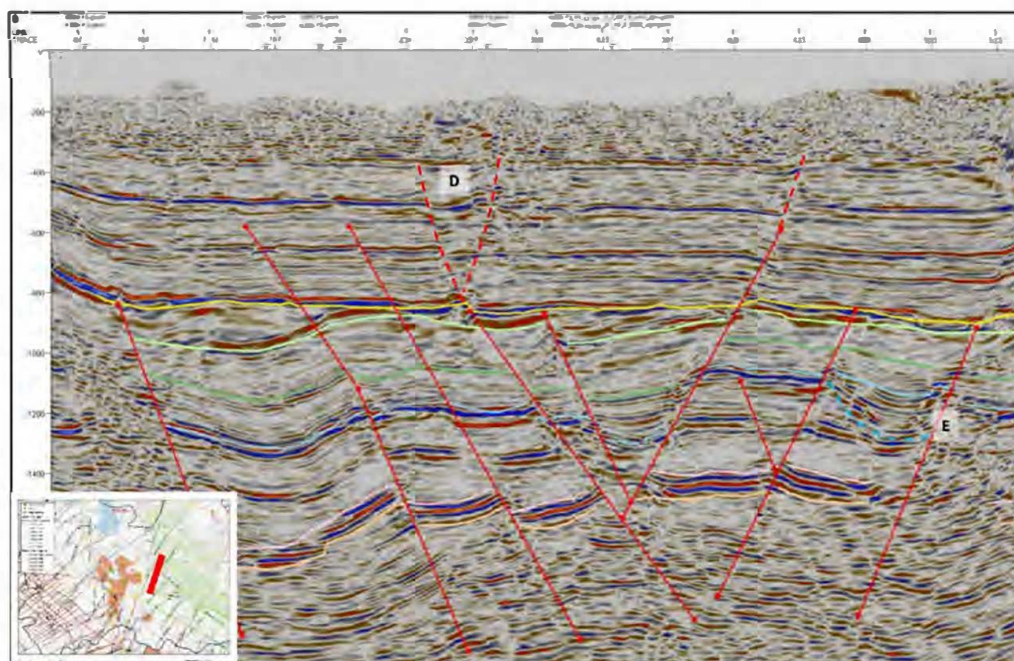


Figuur 8-14 Kaart met diepte van basis Zechstein/ top Rotliegend (DGM v5) en relatieve fouten (DGM v2, rode lijnen), potentiële boorlocaties (sterren), geothermische vergunningen (zwarte lijnen) en putten (zwarte stippen).



Figuur 8-15 Z-N doorsnede van de MZ85-14 seismische lijn met de belangrijkste stratigrafische markeringen en breuken aangegeven. A) Nieuwegein opschuivingsbreuk, B) Potentiële lage hoek opschuivingsbreuk, C) Ondiepe breuk, D) Potentiële ondiepe breuken. Gewijzigd naar (TNO, LEAN: Low cost Exploration And derisking of geothermal plays: the Rotliegend demonstrator - Deliverable 1.03: Pre-drill Reservoir Characterization Report. LEAN-D1.03, 2020)

Project/Well	Studie Geothermie Risico's	Document Titel	Utrecht RA
Klant	Provincie Utrecht	Document No.	VEM2020-0137
Datum	09-09-2020	Versie	1



Figuur 8-16: Z-N doorsnede van de seismische lijn MZ85-13 met de belangrijkste stratigrafische marekringen en geïnterpreteerde breuken. D) Potentiële ondiepe breuken, E) Potentiële late Trias erosie-gebeurtenis. Gewijzigd naar (TNO, LEAN: Low cost Exploration And derisking of geothermal plays: the Rotliegend demonstrator - Deliverable 1.03: Pre-drill Reservoir Characterization Report. LEAN-D1.03, 2020)

8.4 Koolwaterstoffenrisico

Het risico dat samenhangt met de mogelijke aanwezigheid van koolwaterstoffen is beoordeeld door het bekijken van openbaar beschikbare putgegevens (NLOG). Het interessegebied Nieuwegein is relatief ver verwijderd van ontdekte koolwaterstofvelden. Het dichtst is het gasveld Papekop, ongeveer 13 km ten westen van het studiegebied, dat koolwaterstof herbergt in de Trias zandstenen van de Hoofd-Bontzandsteen Subgroep. Dit gasveld bevindt zich echter in een apart structureel blok, niet direct gekoppeld aan het interessegebied Nieuwegein. De resultaten van de analyse zijn voornamelijk gebaseerd op gegevens van de put Jutphaas-1 (JUT-01), die het dichtst bij het interessegebied ligt (Figuur 8-14). Deze put doorkruiste het Rotliegend-reservoir en kwam uit op 3318 m NAP in de Carboon Westfaalse B-formatie. Er werden geen koolwaterstoffen ontdekt en een totaal gebrek aan gas werd geregistreerd tijdens de gehele sedimentaire sequentie (geen significante gasmetingen) (Arnold, 1971)

Vanwege de vergelijkbare geologische omstandigheden die op geplande boorputlocaties worden verwacht, kan het koolwaterstofrisico als laag worden beschouwd.

8.5 Booroperaties

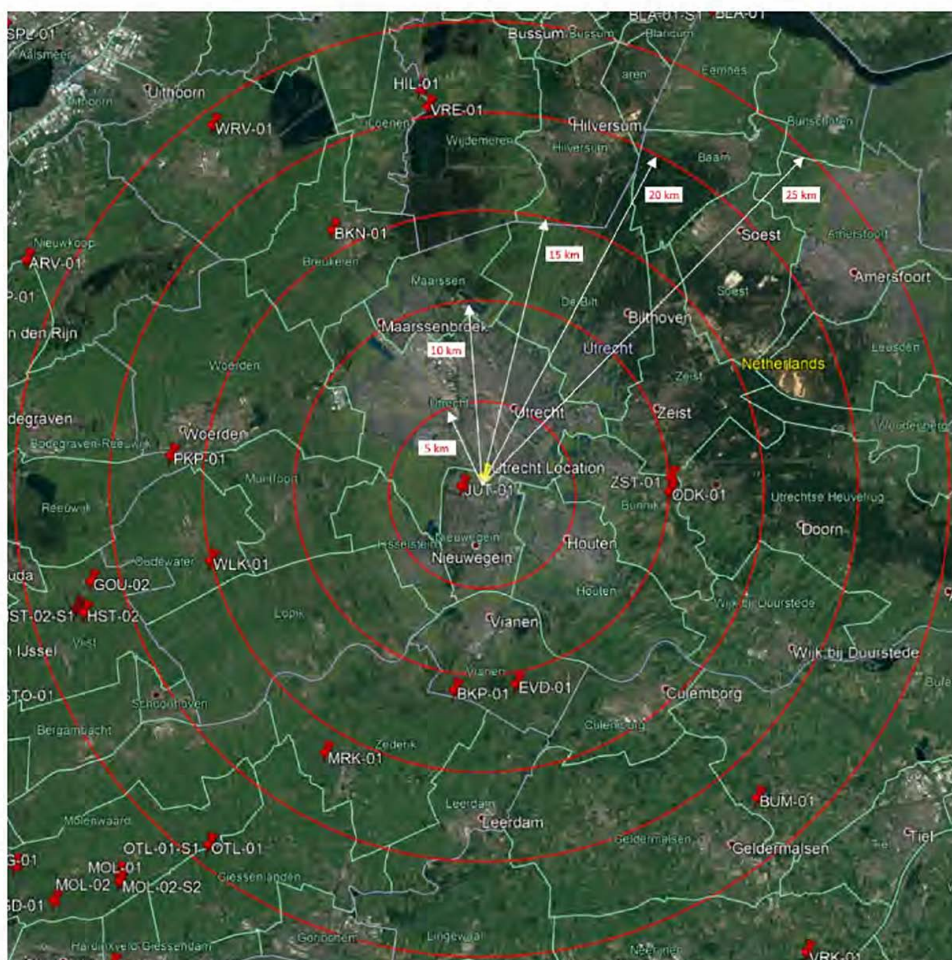
8.5.1 Evaluatie van putten in de omgeving

Een offset well review heeft als doel om de leerpunten van al geboorde putten in de omgeving van het geplande doublet te verzamelen. De offset well review is gedaan op geboorde putten in de omgeving van Utrecht en richt zich met name op de risico's die voor dit rapport van belang zijn.

Om een zo representatief mogelijk beeld te verkrijgen is het van belang om putten te evalueren die zo dicht mogelijk liggen bij het te boren doublet. Daartoe is gebruik gemaakt van de NLOG-dataset waarin alle geboorde putten in Nederland zijn opgeslagen. Er is een aantal afstandscirkels getrokken rondom Utrecht, met als middelpunt de mogelijke boorlocatie naast de tramremise. Daarna zijn de putten binnen de cirkels geëvalueerd, te beginnen bij de dichtstbijzijnde putten en daarna steeds een stapje verder vanaf het middelpunt, tot dat voldoende informatie m.b.t. de mogelijke boor risico's voorhanden was.

Een overzicht van de gebruikte cirkels is weergegeven in Figuur 8-17, met de olie- en gasputten die in de omgeving van Utrecht zijn geboord aangegeven d.m.v. rode 'pinnen' en daaronder worden de resultaten van de offset review behandeld.

Project/Well	Studie Geothermie Risico's	Document Titel	Utrecht RA
Klant	Provincie Utrecht	Document No.	VEM2020-0137
Datum	09-09-2020	Versie	1



Figuur 8-17 Plattegrond met afstandscirkels rond locatie N3a (tramremise)

Binnen de cirkel met een radius (straal) van 5 km vanaf de tramremise is alleen Jutphaas-01 (JUT-01) geboord. In het gebied tussen de 5 en 10 km cirkels zijn de volgende putten geëvalueerd:

- Odijk-01 (ODK-01)
- Zeist-01 (ZST-01)

In het gebied tussen de 10 en 15 km cirkels:

- Boeikop-01 (BKP-01)
- Everdingen-01 (EVD-01)

In het gebied tussen de 15 en 20 km cirkels:

- Breukelen-01 (BKN-01)
- Meerkerk-01 (MRK-01)
- Papekop-01 (PKP-01)
- Willeskop-01 (WLK-01)

De olie- en gasputten die verder weg liggen dan 20 km van de tramremise zijn niet meegenomen in de evaluatie, aangezien er voldoende informatie beschikbaar is van de putten die dichterbij zijn geboord. Tabel 8-1 geeft een overzicht van de geëvalueerde putten met een aantal hoofdkarakteristieken per put.

Putnaam	Operator	Afstand	Jaar	Einddiepte	Relevante Leerpunten
JUT-01	NAM	0-5 km	1968	3409 m	Nee
ZST-01	BPM	5-10 km	1948	1100 m	Nee
ODK-01	BPM	5-10 km	1943	650 m	Nee
BKP-01	NAM	10-15 km	1949	1000 m	Nee
EVD-01	NAM	10-15 km	1965	2181	Ja
BKN-01	BPM	15-20 km	1943	589 m	Nee

Project/Well	Studie Geothermie Risico's	Document Titel	Utrecht RA
Klant	Provincie Utrecht	Document No.	VEM2020-0137
Datum	09-09-2020	Versie	1

MRK-01	NAM	15-20 km	1989	2813 m	Ja
PKP-01	NAM	15-20 km	1986	2751 m	Ja
WLK-01	NAM	15-20 km	1988	2666 m	Ja

Tabel 8-1 Overzicht van geëvalueerde putten in de omgeving

De bevindingen van de offset review staan hieronder gedocumenteerd; de resultaten die betrekking hebben op dit onderzoek zullen worden meegenomen in de risicoanalyse.

Jutphaas-01 (JUT-01):

Bestudering van deze boring levert geen onregelmatigheden op van belang voor deze studie. De booroperaties werden uitgevoerd zonder boortechnische problemen

Zeist-01 (ZST-01):

Van deze relatief oud en ondiepe boring is weinig informatie beschikbaar en als zodanig is deze boring geen goede bron van informatie.

Odijk-01 (ODK-01):

Gebrek aan gegevens van deze oude en ondiepe boring maakt het geen geschikte offset put.

Boeikop-01 (BKP-01):

Ook hier is de aanwezige documentatie gelimiteerd, dus zal bij andere projecten worden gekeken of er leerpunten zijn.

Everdingen-01 (EVD-01):

Bij deze boring was er sprake van spoeling verliezen op +/- 300 m (zie Figuur 8-18 met een fragment van de rapportage), waarschijnlijk veroorzaakt door ondiepe zandlagen. Deze verliezen stopten door het afpeistereffect van de boorspoeling. Het risico op verliezen ligt hierin dat de stabiliteit van gat verloren kan gaan, helemaal op ondiepe plaatsen, zoals in dit voorbeeld. Gevolg hiervan zou weer kunnen zijn dat het boorgat instort, waardoor de boorpijp vast komt te zitten en er dan moet worden ge'jarred' om los te komen. Dit betekent het slaan met grote impact op het boorgereedschap, hetgeen behoorlijke risico's met zich mee kan brengen voor dit project, zie ook het verhaal bij MRK-01 en de risicoanalyse.

778	300	Grofsandige klei	Verder geboord 18 1/2" no. 1 tot 300 m. Gecirculeerd. Circa 4 m3 spoeling verloren. Spoeling geconditioneerd. Getrokken. RT. Boorgat geschablonneerd. Geen verlies meer. Schlumberger: Induction Electrical Log 300, 8 -
-----	-----	------------------	--

Figuur 8-18 Fragment van boorrapport EVD-01

Er wordt een aantal keren melding gemaakt van een 'doorgespoten' drill collar (bv op 1502 m, zie Figuur 8-19), hetgeen een indicatie kan zijn van een abrasieve formatie. Dit kan een effect hebben op de booroperaties; het zou kunnen resulteren in 'vis' operaties als gevolg van. Het verloren boorgereedschap (de zgn. 'vis'). Bij het vissen (fishing) wordt er getracht om de vis terug te krijgen uit het boorgat, door met een ander gereedschap (visgereedschap) te proberen de vis te bevrijden en naar boven te halen. Hierbij wordt vaak met hoge impact (slagkracht) op de vis geslagen (ge'jarred') om deze los te krijgen, met mogelijk onacceptabele trillingen als gevolg.

5170	1771	Kleinsteent, allig, dol., zandsteen, dol.	Verder geboord 8 1/2" no. 9 - 1475 m. RT. Geboord 8 1/2" no. 10 - 1502 m. Getrokken i.v.m. pompdrukverlies. Tool joint 2e single dbp boven DC's door-gespoten. Geboord 8 1/2" no. 11. Spoeling: 1, 19-38-(13-7-3/8)-9, 5-5, 8-0, 5-11-2, 3.
------	------	---	---

Figuur 8-19 Fragment boorrapportage EVD-01

Verder komen er verliezen van boorspoeling voor op 1771 m (45 m³ spoeling verloren), hetgeen kan resulteren in verdere boorproblemen, zoals vast komen te zitten. Bij vastzitten is het gebruikelijk dat er moet worden ge'jarred' om los te komen, hetgeen onwenselijke trillingen kan veroorzaken (zie ook MRK-01).

Breukelen-01 (BKN-01):

Van deze ondiepe en oude put is er weinig informatie beschikbaar op NLOG, dus deze put is ongeschikt voor deze offset review.

Project/Well	Studie Geothermie Risico's	Document Titel	Utrecht RA
Klant	Provincie Utrecht	Document No.	VEM2020-0137
Datum	09-09-2020	Versie	1

Meerkerk-01 (MRK-01):

Wat opvalt bij Meerkerk-01 is dat er op een gegeven moment overlast ontstaat in de omgeving door de booroperaties. Oorzaak is dat er tijdens het boren van een zandlaag (Lower Volpriehausen Sandstone Member) spoeling verliezen ontstaan, waarna het spoeling gewicht wordt gereduceerd. Bij spoeling verliezen verdwijnt er een deel van de gebruikte boorspoeling in de ondergrond, hetgeen zeer onwenselijk is. Door het lichter maken van de spoeling kan dit worden voorkomen of opgelost, hetgeen ook gebeurde op MRK-01. Echter had het gereduceerde spoeling gewicht negatieve gevolgen voor de operatie, want als gevolg van de lichtere vloeistof in de put kon een kleilaag gaan zwellen, waardoor het boorgereedschap vast kwam te zitten. Om los te komen, is er getracht d.m.v. een hoge impact (het zgn. 'jarren') op het boorgereedschap deze los te laten schieten. Dit proces veroorzaakte dermate hoge trillingen dat deze binnen een straal van 2 km van de boring werden gevoeld. Zie ook Figuur 8-20 voor het relevante stukje uit de toenmalige dagelijkse rapportage.

26-12-'89	2425.0	14 M3 PIPELAX PILL AANGEMAAKT EN INGEPOMPPT. GETRACHT STRING VRIJ TE WERKEN.GEEN SUCCES. NAAR BOVEN JARREN TOT MINIMUM BEPERKT IVM GELUIDS OVERLAST EN VIBREREN BODEM(2 KM VAN LOC NOG TE VOELLEN)
-----------	--------	--

Figuur 8-20 Fragment boorrapportage MRK-01

In het licht van dit onderzoek is dit een duidelijke aanwijzing dat bij bepaalde booroperaties wel degelijk overlast kan worden veroorzaakt.

Papekop-01 (PKP-01):

De boring van Papekop had een aantal boortechnische problemen. Zo waren er problemen met het boren van de 'agressieve' Altena formaties op +/- 1000 m, waardoor de boorpijp extra vaak getrokken moest worden en er meer zgn. checktrips moesten worden uitgevoerd. Dit kan als risico hebben dat de pijp vast kan komen te zitten, te meer omdat ook werd aangegeven in deze boorrapportage dat het boorgereedschap regelmatig last had van hoge draaimomenten (torque) en af en toe de neiging had om vast te lopen in het gat (overpulls). Ook dit kan als gevolg hebben dat er ge'jarred' moet gaan worden.

Dieper in dit gat – op 1357 m – waren er wederom problemen met vastzittend boorgereedschap, hetgeen twee keer in verlies van een deel daarvan resulteerde. Ook verderop in het gat waren er problemen met abrasieve Trias formaties en vastzittend boor- en meetgereedschap. Al met al vormt zich het beeld dat de toegepaste boortechnieken erg belangrijk zijn, niet alleen voor een succesvolle boring, maar ook voor een situatie waarbij jarren niet nodig zal zijn. Hier wordt elders in het rapport verder over uitgeweid.

Willeskop-01 (WLK-01):

Hoewel deze boring succesvol is uitgevoerd, was er (wederom) sprake van spoeling verliezen, variërend van bescheiden (2-6 m³/hr.) tot groot (35-40 m³/hr.). Ingrijpen door spoeling lichter te maken bracht geen soelaas en dat betekende dat er gedurende een groot deel van de booroperaties sprake was van spoeling verliezen. Een van de risico's van zo'n operatie is dat de stabiliteit van het boorgat wordt aangetast, waardoor het instort en boorgereedschap vast komt te zitten. In dat geval zal er moeten worden 'gevist', waarbij, zoals eerder al uitgelegd, er een behoorlijke impact kan zijn op de omgeving.

Project/Well	Studie Geothermie Risico's	Document Titel	Utrecht RA
Klant	Provincie Utrecht	Document No.	VEM2020-0137
Datum	09-09-2020	Versie	1

8.6 Vibratie analyse Boorlocaties

8.6.1 Locatie N3a - Tramremise



Figuur 8-21 Plattegrond van locatie N3a met mogelijke plaats voor boorlocatie

Locatie specifieke kenmerken

De bodemopbouw is overgenomen uit het geotechnisch advies en op basis van de veertien op de Remiseweg 1 uitgevoerde sonderingen kan de bodemopbouw globaal omschreven worden zoals gegeven in Tabel 8-2 – (Teeuw).

Diepte [m N.A.P.]		Bodembeschrijving
+0,8 à +0,7	tot -0,5 à -0,8	Zand, matig vast tot vast
-0,5 à -0,8	tot -2,5 à -3,8	Klei, humeus, lokaal doorsneden door veen
-2,5 à -3,8	tot -24,2*	Zand**

Tabel 8-2 Schematische bodemopbouw

* Maximaal verkende diepte

** In dit zandpakket komen enkele scherpe teruggangen in de geregistreerde conusweerstand voor.

Dergelijke teruggangen in de geregistreerde conusweerstand worden veelal veroorzaakt door verschillende pakking van het zandpakket en/of het voorkomen van bij bestanddelen zoals klei en/of leem.

De grondwaterstand is ten tijde van het grondonderzoek op 9 februari 2017 ter plaatse van de uitgevoerde boringen vastgesteld op een niveau van circa 0,33 m-mv (komt overeen met circa N.A.P. +0,2 m). Deze waarneming is een momentopname geweest en zegt niets over het verloop van de grondwaterstand over een langere periode.

Project/Well	Studie Geothermie Risico's	Document Titel	Utrecht RA
Klant	Provincie Utrecht	Document No.	VEM2020-0137
Datum	09-09-2020	Versie	1

Vibratieanalyse

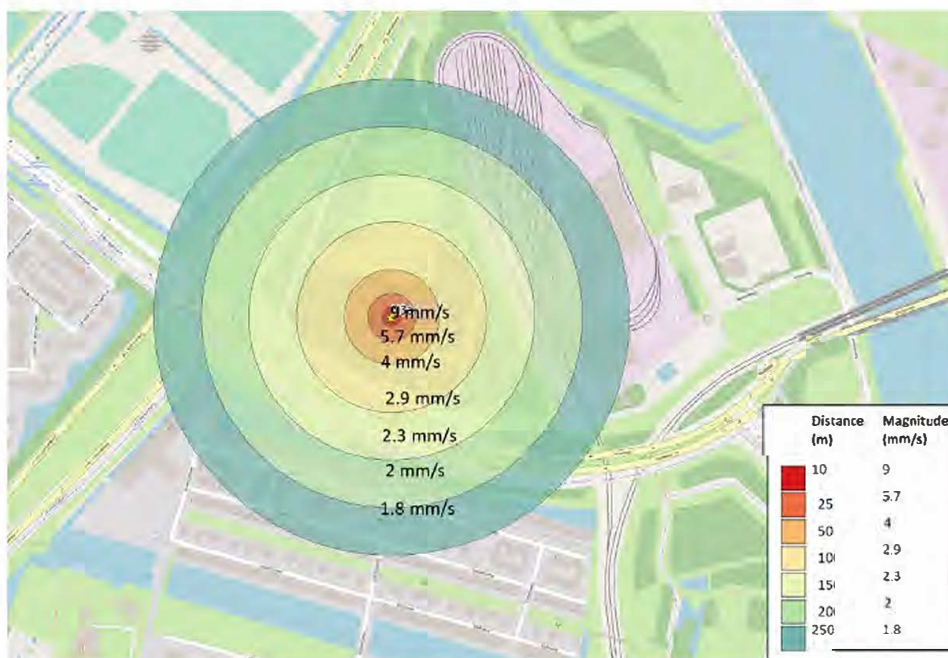
Bij de uit te voeren boorwerkzaamheden zullen over het algemeen trillingen in de ondergrond ontstaan. De mate waarin deze trillingen worden overgedragen naar belendende bebouwing en de hieruit voortvloeiende kans op schadelijke effecten is afhankelijk van een groot aantal factoren. Hierbij valt te denken aan de bodemopbouw, de afstand tot het boorwerk, de lengte van de boring, de toe te passen slagkracht om de boring op diepte te krijgen, de funderingswijze van de belendende bebouwing (fundering op palen of fundering op staal), de bouwwijze (beton, metselwerk en/of hout) en de bouwkundige staat waarin de bebouwing zich bevindt e.d. Gezien het grote aantal factoren welke van invloed zijn op de grootte van de optredende trillingsniveaus is het op voorhand bijzonder lastig de exact optredende trillingsniveaus aan te geven. Wel kan aan de hand van relatief eenvoudige rekenmodellen een indicatieve predictie worden gedaan. Het effect van trillingen op de gebouwde omgeving is geen onderdeel van deze studie, omdat deze zich concentreert op de effecten op de traminfrastructuur.

Bij het opstellen van de trillingsprognose is gebruik gemaakt van een empirisch model, waarmee aan de hand van een karakteristiek bodemprofiel de trillingssterkte worden berekend die met een bepaalde kans niet wordt overschreden. De parameters zijn vastgesteld aan de hand van meetresultaten en literatuurgegevens. Met behulp van deze methode is het mogelijk de trillingsintensiteit te berekenen op een bepaalde afstand tot het punt, waar de trillingen geïnitieerd worden. Opgemerkt dient te worden dat het rekenmodel geldig is tot maximaal 15 à 25 m-maaiveld.

Gebaseerd op de resultaten van het op de projectlocatie uitgevoerde grondonderzoek is voor onderhavig project uitgegaan van de bodemparameters voor de karakteristieke bodemprofielen van Amsterdam, Rotterdam en Tiel. In deze karakteristieke bodemprofielen is er sprake van een dikke Holocene deklaag met daaronder een matig vast zandpakket.

De verwachtingswaarde van de trillingsniveaus is onder andere afhankelijk van de slagkracht die benodigd is om de conductor op diepte te krijgen. Voor deze analyse gaat gebruik gemaakt worden van een Hydrohammer S90, waarvan de maximale slagkracht 90 kN bedraagt. De S90 wordt gebruikt voor de installatie van zowel 30" als 20" conductors. Gezien het feit dat de verschillende opties voor het putontwerp uitgaan van een 20", ofwel een 16" conductor, is het gebruik van de S90 hamer op volle capaciteit het worstcasescenario voor de installatie van de conductor.

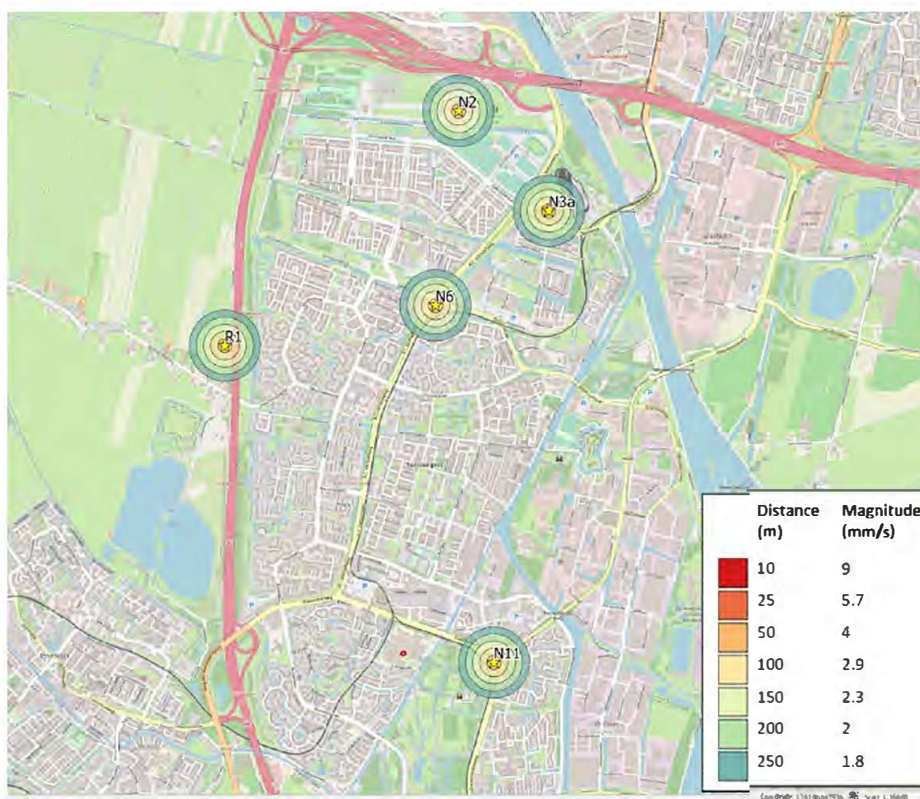
De verwachte trillingsintensiteiten zijn berekend voor een divers aantal afstanden en zijn grafisch weergegeven voor locatie tramremise N3a in Figuur 8-22.



Figuur 8-22 Verticale / Horizontale verwachte trillingssnelheden.

De contouren berekend voor locatie de tramremise N3a zijn als indicatie rond de 4 andere locaties weergegeven als een eerste orde benadering van de propagatie van de trillingen ten gevolge van heien.

Project/Well	Studie Geothermie Risico's	Document Titel	Utrecht RA
Klant	Provincie Utrecht	Document No.	VEM2020-0137
Datum	09-09-2020	Versie	1



Figuur 8-23 Overzicht van contouren op de 5 locaties - deze contouren zijn specifiek berekend op de locatie N3a-tramremise

Verder zullen we (dezelfde) trillingscontouren op de andere locaties tekenen. De locatie N3a is hiervoor uiteraard het meest kritisch omdat bij een tramlijn het op dit moment niet verwacht wordt dat trillingen een essentieel probleem zijn.

Verwachte overschrijdingskans slagkracht 90 kN					
Afstand		Berekende trillingsnelheid			
		[mm/s]			
		Verwachting = 50%	10% kans	5% kans	1% kans
10	Verticaal	0.54	1.23	1.53	2.35
	Horizontaal	0.79	3.10	4.43	9.05
25	Verticaal	0.34	0.78	0.97	1.49
	Horizontaal	0.50	1.96	2.80	5.72
50	Verticaal	0.24	0.55	0.68	1.05
	Horizontaal	0.35	1.39	1.98	4.05
100	Verticaal	0.17	0.39	0.48	0.74
	Horizontaal	0.25	0.98	1.40	2.86
150	Verticaal	0.14	0.32	0.40	0.61
	Horizontaal	0.20	0.80	1.14	2.34
200	Verticaal	0.12	0.28	0.34	0.53
	Horizontaal	0.18	0.69	0.99	2.02
250	Verticaal	0.11	0.25	0.31	0.47
	Horizontaal	0.16	0.62	0.89	1.81

Tabel 8-3 Trillingssnelheden bij 90kN slagkracht op boorlocatie (conductor heien in boorkelder) -- met een dominante trillingsfrequentie van 30 Hz.

- De trillingsintensiteiten veroorzaakt door trams worden bepaald door gebruik te maken van beschikbare gegevens uit bestaand literatuuronderzoek (Arcadis, 2014), dat betrekking heeft op trillingen veroorzaakt door trams, gemeten op 5 m afstand van de tramrails, zie ook Figuur 8-24.

Project/Well	Studie Geothermie Risico's	Document Titel	Utrecht RA
Klant	Provincie Utrecht	Document No.	VEM2020-0137
Datum	09-09-2020	Versie	1

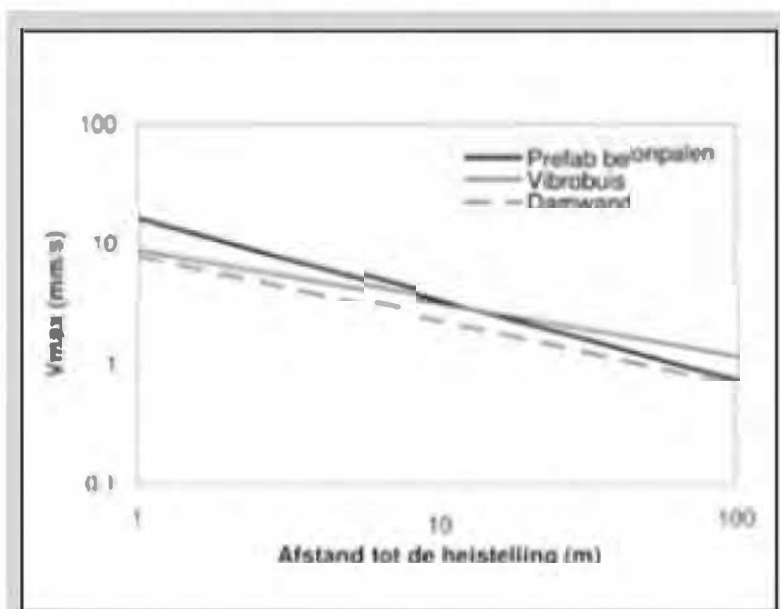
De eigenlijke bronwaarde zal aanzienlijk hoger liggen dan de aangegeven waarden, maar omdat deze extrapolatie behoorlijk onnauwkeurig kan zijn, én om een benadering te kiezen die maximale veiligheid biedt voor de tramrails, is ervoor gekozen om de waarden van de tabel aan te houden als toegestane grenswaarden. Hierbij dient te worden opgemerkt dat het de ondergrond in het gebied bestaat uit klei en zand en dat daarom de volgende waarden uit de tabel van toepassing zijn:

- o Spoor in ballast: 0,4 mm/s - 0,8 mm/s
- o Spoor in beton: 0,12 mm/s - 0,63 mm/s

Type spoor	grondopbouw	$v_{\max, \text{tram}}$ [-] op 5 m uit spoor	Opmerkingen
Spoor in ballast	Veen/klei lagen	3,48	Lightrail met 'vierkante' wielen.
		0,71 – 1,81	Lightrail.
	Zand en klei	0,40 mm/s - 0,80 mm/s	Rms.
		0,39 mm/s	Op staal gefundeerde woning.
Spoor in beton (ballastloos)	Veen/klei lagen	0,24	Vrije baan.
	Veen/klei lagen	0,34	Wissel.
	Klei op zand	0,12 mm/s – 0,63 mm/s	Afhankelijk van werking eventuele maatregelen (depend of opslingerend effect).
	Klei/veen lagen	0,2 mm/s	Tram nabij halte (rms), geschatte snelheid 10 km/uur

Figuur 8-24 Trillingsintensiteit tram gemeten op 5 m uit het spoor (op basis van literatuuronderzoek) (Arcadis, 2014)

De verschillen van trillingsintensiteiten veroorzaakt door het trillen van funderingen en palen in vergelijking met heien worden bepaald door verschillende factoren. Zo zijn bijvoorbeeld de dominante voortplantingsfrequenties anders voor trillen dan voor heien, waardoor de waargenomen geluids- en trillingsoverlast kan verschillen. In deze desktopstudie beperken we ons tot de trillingsoverlast (dat wil zeggen de voortplantingssnelheden) en voor meer informatie verwijzen we naar (Soede, 2009).



Figuur 8-25 Prognosegrafiek voor het heien van standaard betonpalen, vibro-buizen en in- en uittrillen damwanden (naar muller, 2007). De grafiek geeft de beste rechte op basis van metingen van IfCo vanaf 1988. Afhankelijk van de situatie dient nog rekening geboden te worden met een spreidingsfactor van 0.2 – 2.0. (Soede, 2009)

Bovenstaande figuur geeft aanleiding tot onze huidige aanname dat de trillingsniveaus (i.e. trillingssnelheden) voor heien en trillen gelijk zijn.

De toegestane waarden in verband met schade aan gebouwen, zijn (Utrecht, 2003) weergegeven in onderstaande tabel.

Project/Well	Studie Geothermie Risico's	Document Titel	Utrecht RA
Klant	Provincie Utrecht	Document No.	VEM2020-0137
Datum	09-09-2020	Versie	1

Overzicht type bouwwerken, karakteristieke waarden, partiele veiligheidsfactoren e.d. volgens de SBR 2002 om de grenswaarde van de verschillende metingen te bepalen.

Categorie bouwwerk	Vkar. (beg. gr. niveau) bij				Vkar. (ophoogsta. vord.)	γ _I	γ _I	γ _V	γ _V	γ _V
	≤10Hz	20Hz	30Hz	40Hz	voor alle frequenties	heien	trillen	ind m	beg m	Uitg m
1 (beton, staal, hout)	20	25	30	35	40	1,5	2,5	1,6	1,4	1,0
2 (metselwerk)	5	7,5	10	12,5	15	1,5	2,5	1,6	1,4	1,0
3 (monument)	3	4,25	5,5	6,75	8	1,5	2,5	1,6	1,4	1,0
Trillingsgoevoelige fundering (cal. 1 t/m 3)	15,92	7,96	5,31	3,98	n.v.t.	1,0	1,0	1,6	1,4	1,0

Vkar. = Karakteristieke grenswaarde op begane grond c.q. hoogste verdieping niveau in mm/sec

γ_I = Partiele veiligheidsfactor die het type trilling in rekening brengt. (b.v. heien, trillen)

γ_V = Partiele veiligheidsfactor die het type meting in rekening brengt. (b.v. indicatieve-, beperkte- en uitgebreide meting)

De frequentie (10 t/m 40Hz) is de opgedrongen frequentie aan het bouwwerk of onderdeel door het heien.

De lagere frequenties komen voornamelijk voor bij het heien, de hogere frequenties bij trillen.

Figuur 8-26 Toegestane trillingsniveaus ten gevolge van heien, (Utrecht, 2003) per frequentie.

Op basis van de bovenstaande gegevens zal in de trillingsanalyse de volgende tabel aangehouden worden. Uit bovenstaande tabel, blijkt dat op een voldoende veilige afstand, heien toegestaan zou zijn volgens bovenstaande regelgeving. We willen onderscheid maken tussen trillingen die overlast veroorzaken en die schade veroorzaken. In het algemeen worden trillingen van zwaar verkeer met ongeveer een trillingssnelheid van 0,6 mm/s als acceptabel gezien. Dit rapport concentreert zich op het effect op traminfrastructuur, zoals het remiseterrein en tramrails. Afhangende van de snelheid die een tram heeft, en afhankelijk van de ondergrond, veroorzaakt een tram een maximale trillingssnelheid van 0,8 mm/s, op een afstand van 5 m. We nemen daarom in dit rapport aan dat het effect van een trilling met een snelheid van 0,8 mm/s "zeer laag" is. Uit ervaringen met boringen uit de geothermie-industrie (inclusief Haagsche Aardwarmte Leyweg) en ervaringen met boringen uit de olie en gasindustrie, zijn er geen gevallen bekend waarbij er trillingen waarneembaar waren. Daarom nemen we aan dat trillingen ten gevolge van boringen nihil zijn. Tijdens geothermische operaties (injectie en productie) is er een risico op seismiciteit. Een gedetailleerd seismisch hazard analyse dat uitgevoerd is voor een vergelijkbaar project liet een nihil seismisch risico zien – vandaar dat de voorwaarde voor het LEAN project is het uitvoeren van een seismisch hazard analyse. Omtrent de grootte van de trillingen, een magnitude 1 seismische trilling geeft een horizontale trillingssnelheid vergelijkbaar met die van een tram op een afstand van 5 m en een magnitude 2 seismische trilling geeft een trillingssnelheid die twee keer zo groot is als die van een tram op 5 meter afstand (Teeuw) (zie onderstaande tabel).

Activiteit	Trillingen mm/s		
	Op afstand 5m	Op afstand 25m	Op afstand 250m
Tram op spoor in ballast	0,4 - 0,8 mm/s		
Tram op spoor in beton	0,1 - 0,6 mm/s		
Heien (90 kN)	9 mm/s	5,7 mm/s	1,8 mm/s
Trillen (aanneem idem als heien)	Idem	Idem	Idem
Boren		Nihil	Nihil

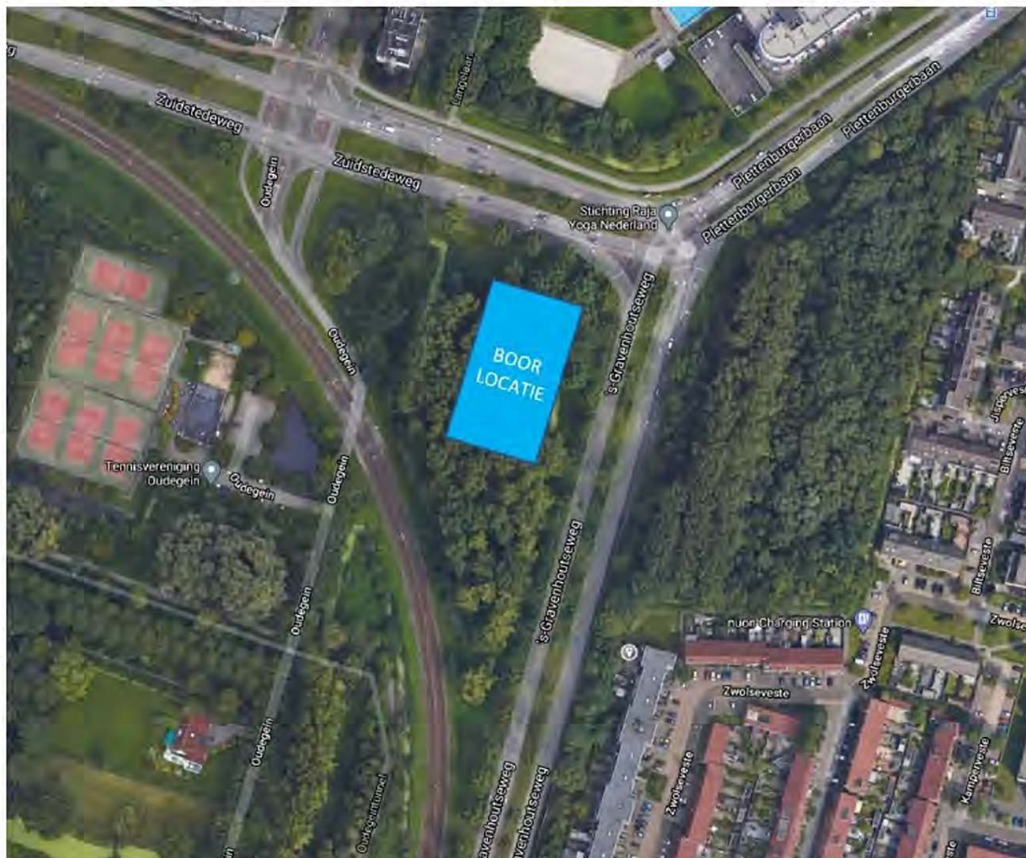
Figuur 8-27 Overzicht trillingen gegenereerd door trams, heien, trillen en boren.

Vibratieanalyse resterende locaties

Aangezien er geen sonderingen beschikbaar zijn voor de resterende locaties, wordt aangenomen dat het trillingsanalyse model voor het tramremiseterrein ook kan worden toegepast voor deze locaties, hetgeen zichtbaar is gemaakt in Figuur 12-3.

Project/Well	Studie Geothermie Risico's	Document Titel	Utrecht RA
Klant	Provincie Utrecht	Document No.	VEM2020-0137
Datum	09-09-2020	Versie	1

8.6.2 Locatie N11 – Hoek Zuidstede



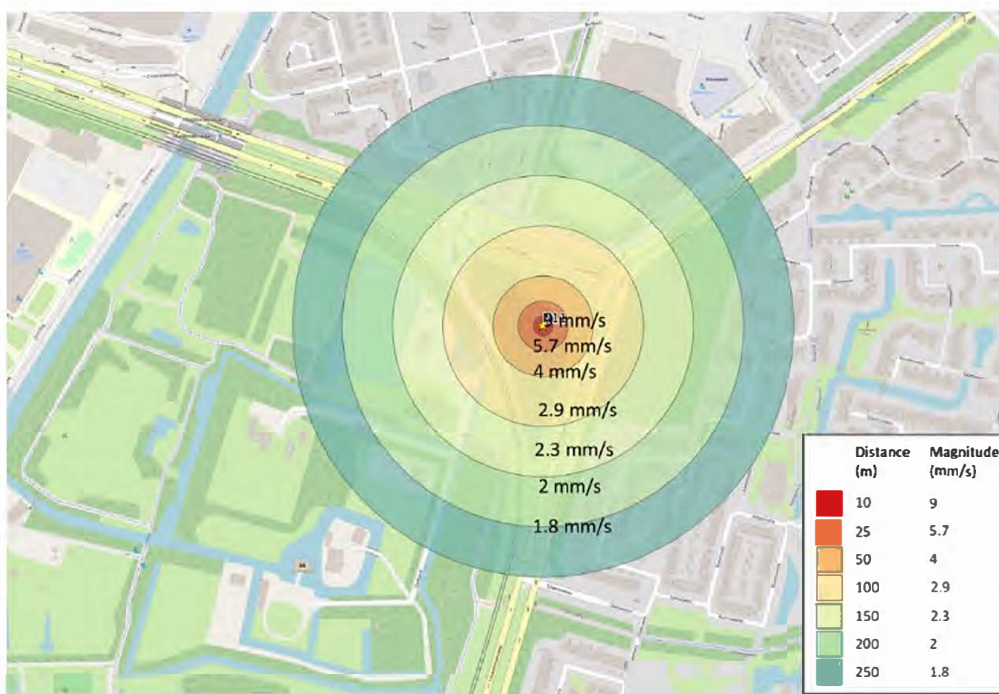
Figuur 8-28 Plattegrond van locatie N11 met mogelijke plaats voor boorlocatie.

Locatie specifieke kenmerken

Locatie Hoek Zuidstede kenmerkt zich doordat zij is ingesloten door wegen aan de noord- en oostzijde en door tramrails aan de zuid en zuidwestzijde, zoals ook te zien is in Figuur 8-28. Verder is er sprake van bebouwing aan de noord- en oostzijde en is er een tennisbaan aan de westzijde van de locatie. De afstand van de booroperaties (boortoren) tot de tramrails bedraagt slechts 60 meter en het effect van trillingen op de tramrails zal daardoor aanzienlijk groter zijn dan bij locatie N3a (tramremise).

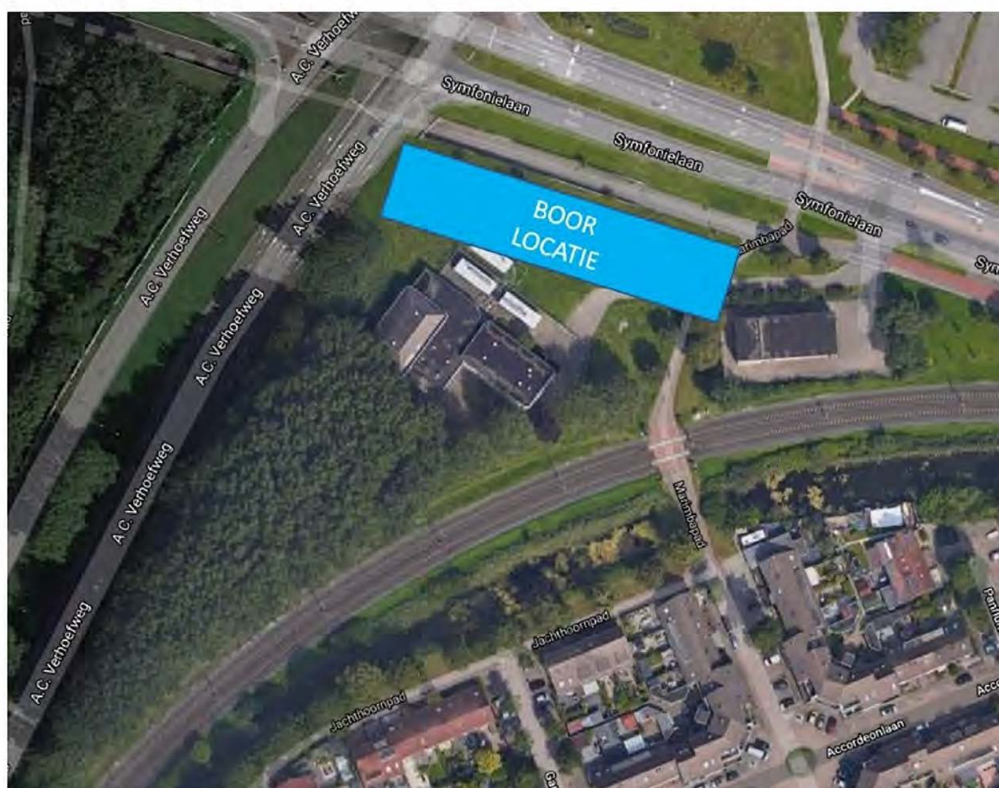
Hoewel er in de omgeving van deze locatie sprake is van een duidelijk groter merkbaar effect als gevolg van bodem impact ter plaatse van de boorlocatie, zijn de consequenties daarvan voor wat betreft mogelijke schade aan tramrails te verwaarlozen. Dit gezien het feit dat er op deze locatie geen sprake is van gevoelige apparatuur, zoals de sensoren in de tramremise, en dat de tramrails zodanig zijn gefundeerd dat significante trillingen zoals bijvoorbeeld veroorzaakt door passerende trams, goed kunnen worden opgevangen.

Project/Well	Studie Geothermie Risico's	Document Titel	Utrecht RA
Klant	Provincie Utrecht	Document No.	VEM2020-0137
Datum	09-09-2020	Versie	1



Figuur 8-29 Contouren verticale trillingsnelheden locatie N11 Hoek Zuidstede (berekening uitgevoerd voor grondsituatie N3a).

8.6.3 Locatie N6 – Symfonielaan



Figuur 8-30 Plattegrond van locatie N6 met mogelijke plaats voor boorlocatie.

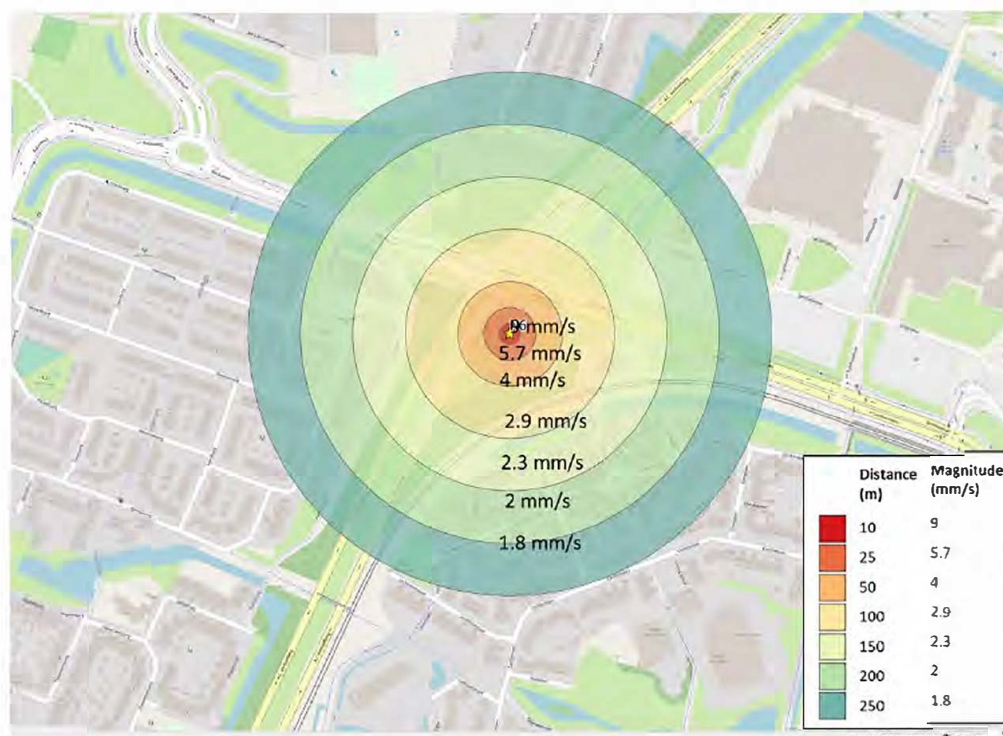
Locatie specifieke kenmerken

Locatie N6 – Symfonielaan kenmerkt zich doordat zij is ingesloten door wegen aan de noord- en westzijde en door tramrails aan de zuid en zuidoostzijde, zoals ook te zien is in Figuur 8-2. Er is sprake van bebouwing aan de zuidzijde van de locatie en verder staat er een Eneco op de locatie. De

Project/Well	Studie Geothermie Risico's	Document Titel	Utrecht RA
Klant	Provincie Utrecht	Document No.	VEM2020-0137
Datum	09-09-2020	Versie	1

afstand van de booroperaties (boortoren) tot de tramrails bedraagt ongeveer 75 meter en het effect van trillingen op de tramrails zal daardoor aanzienlijk groter zijn dan bij Locatie N3a (tramremise).

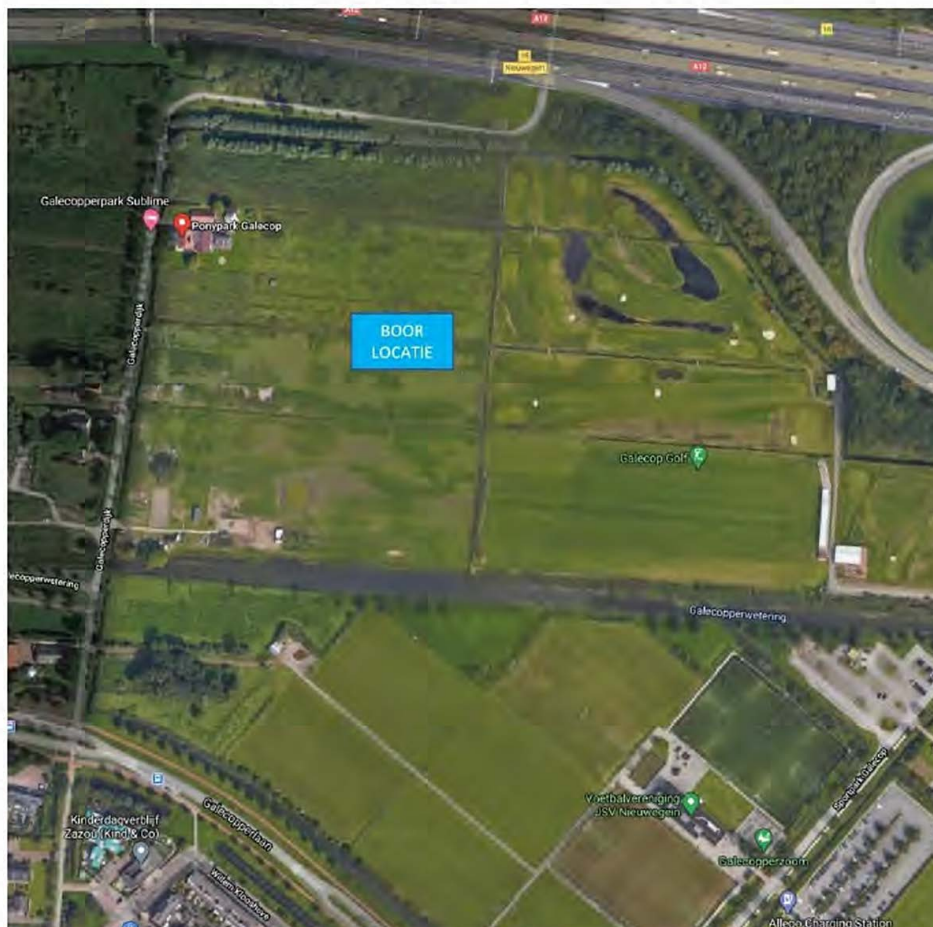
Ook hier geldt dat er in de omgeving van deze locatie sprake is van een duidelijk groter merkbaar effect als gevolg van bodem impact ter plaatse van de boorlocatie, echter zijn de consequenties daarvan voor wat betreft mogelijke schade aan tramrails te verwaarlozen. Dit gezien het feit dat er op deze locatie geen sprake is van gevoelige apparatuur, zoals de sensoren in de tramremise, en dat de tramrails zodanig zijn gefundeerd dat significante trillingen zoals bijvoorbeeld veroorzaakt door passerende trams, goed kunnen worden opgevangen.



Figuur 8-31 Contouren verticale trillingssnelheden N6 – Symfonielaan.

Project/Well	Studie Geothermie Risico's	Document Titel	Utrecht RA
Klant	Provincie Utrecht	Document No.	VEM2020-0137
Datum	09-09-2020	Versie	1

8.6.4 Locatie N2 – Galecopperwetering



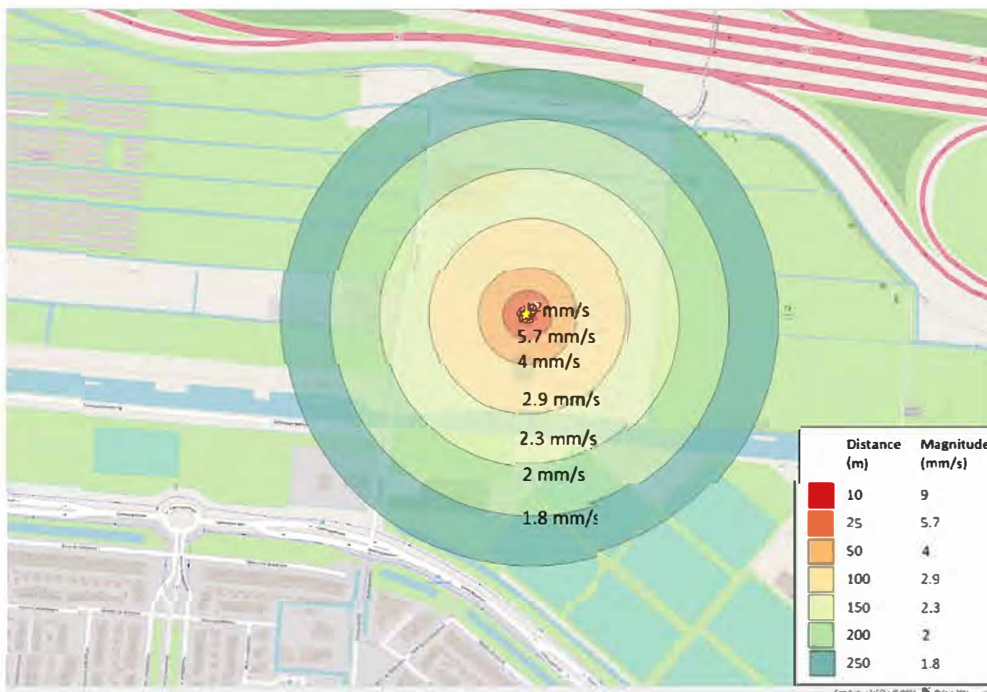
Figuur 8-32 Plattegrond van locatie N2 met mogelijke plaats voor boorlocatie.

Locatiespecifieke kenmerken

Locatie N2 – Galecopperwetering kenmerkt zich doordat zij is ingesloten door snelweg A12 (inclusief afrit) aan de noord/noordoost zijde en door kleinere wegen aan de zuid en zuidoostzijde, zoals ook te zien is in Figuur 8-32. Ten zuiden van de Galecopperwetering is sprake van bebouwing. Er zijn geen tramrails in de directe omgeving van deze locatie.

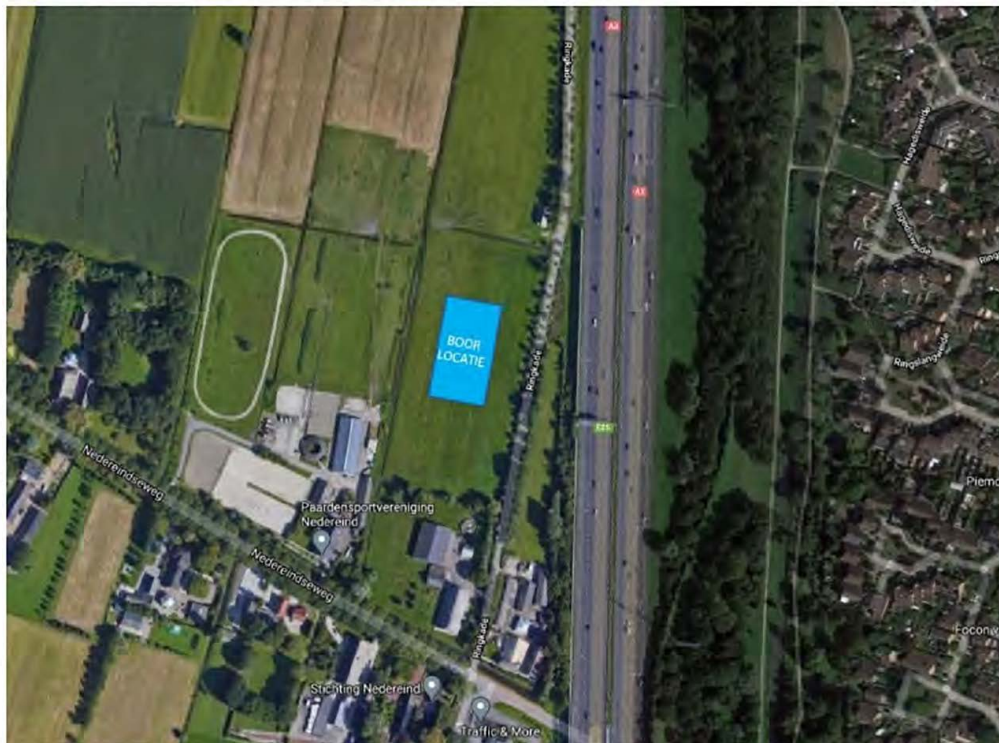
Door de gunstige ligging zijn consequenties van impact op de bodem veroorzaakt door de booroperaties en de voorbereidingen daarvan voor wat betreft mogelijke schade aan tramrails te verwaarlozen.

Project/Well	Studie Geothermie Risico's	Document Titel	Utrecht RA
Klant	Provincie Utrecht	Document No.	VEM2020-0137
Datum	09-09-2020	Versie	1



Figuur 8-33 Contouren verticale trillingsnelheden locatie N2 – Galecopperwetering.

8.6.5 Locatie R1 – Nedereindseweg



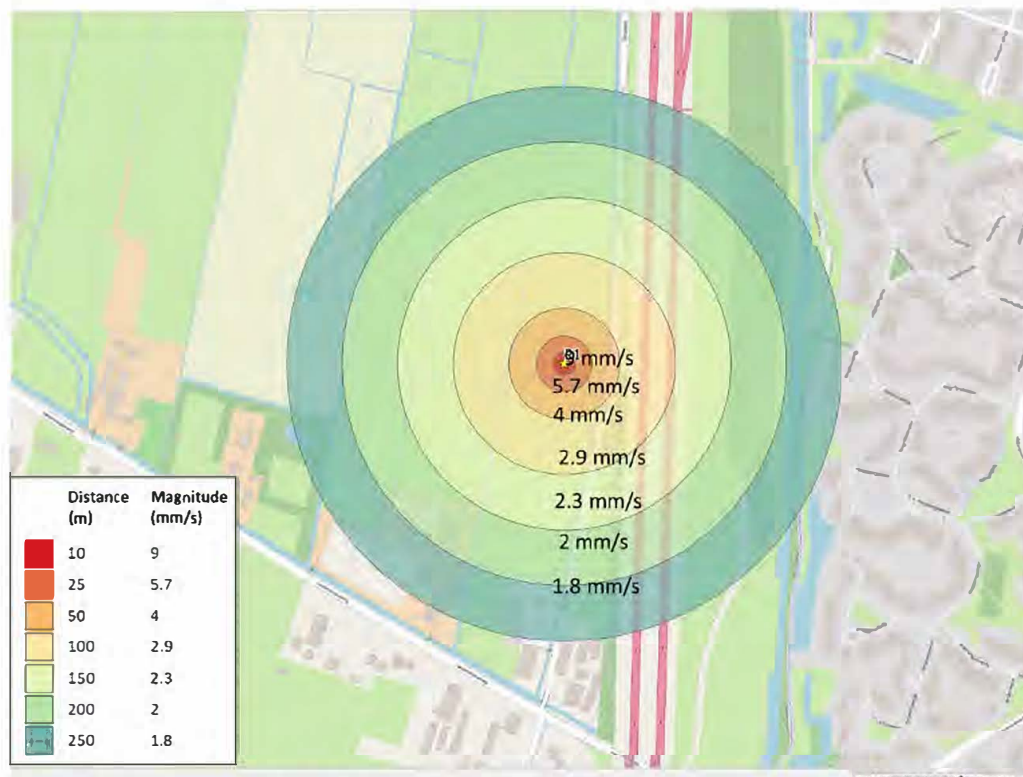
Figuur 8-34 Plattegrond van locatie R1 met mogelijke plaats voor boorlocatie

Locatie specifieke kenmerken

Locatie R1 – Galecopperwetering ligt in de weilanden ten westen van snelweg A2. Aan de zuidzijde loopt de Nedereindseweg, met aan beide zijden bebouwing en verdere bebouwing ligt ten oosten van de A2; zie ook Figuur 8-34. Er zijn geen tramrails in de directe omgeving van deze locatie.

Project/Well	Studie Geothermie Risico's	Document Titel	Utrecht RA
Klant	Provincie Utrecht	Document No.	VEM2020-0137
Datum	09-09-2020	Versie	1

Door de gunstige ligging zijn consequenties van impact op de bodem veroorzaakt door de booroperaties en de voorbereidingen daarvan voor wat betreft mogelijke schade aan tramrails te verwaarlozen.



Figuur 8-35 Contouren verticale trillingssnelheden locatie R1 – Nedereindseweg.

8.7 Risicoanalyse Geothermieoperaties

Het seismisch risico wordt bepaald op basis van het protocol "Defining the Framework for Seismic Hazard Assessment in Geothermal Projects 5 V0.1" (IF-Technology & Q-con, 2016) en de leidraad "Methodiek voor risicoanalyse omtrent geïnduceerde bevingen door gaswinning, tijdelijke leidraad voor adressering" (SodM, 2016). Het IF/Q-CON protocol beschrijft een aantal criteria die bepalend zijn voor seismisch risico. Bepalende factoren hier zijn o.a. communicatie tussen de putten, de afstand tot de breuken, injectiedruk en debiet van het geothermisch project. Hierbij wordt de kans 'laag', 'medium' of 'hoog' ingeschat waarbij de laatste twee extra stappen vereisen. De SodM methodiek beschrijft een screening van het potentiële vermogen van een gasveld om seismiciteit te induceren. Als de kans op beven verwaarloosbaar of $M < 2.5$ is voldoet monitoring d.m.v. het KNMI-netwerk.

In deze studie geven we een analyse van het risico op seismiciteit voor het Project LEAN met de huidige informatie, die gebaseerd is op aangenomen put-trajecten en aangenomen doel-locaties. Daarom wordt het aangeraden tijdig een "level-1 SHA" studie uit te voeren volgens het IF/Q-Con protocol om het seismisch risico in te schatten van de uiteindelijk geplande put-trajecten en uiteindelijke doel-locaties.

De maximale injectiedruk wordt gedefinieerd door "Protocol bepaling maximale injectiedrukken bij aardwarmtewinning – versie 2" (TNO-AGE, 2013). Zonder additioneel onderzoek is het aangeraden binnen dit protocol te blijven. Bij het toepassen van hogere drukken dan gedefinieerd in het protocol, of uitkoelingen van lager dan 40°C , zullen berekeningen op scheurvorming kunnen bepalen of dit binnen de veiligheidsnormen past en hierbij verwijzen we naar de regelgeving van de SodM.

8.8 Methode risicoanalyse

De uiteindelijk ondergrondse locatie is afhankelijk van de keuze voor de oppervlaktelocatie. Er is een inschatting gemaakt van de mogelijke ondergrondse locaties op basis van de beschikbare geologische data. Voor de ondergrondse locaties zijn twee verschillende concepten toegepast:

1. De injectieput wordt verticaal geboord vanaf de oppervlaktelocatie of
2. De putten worden geplaatst op de meest gunstige ondergrondse locaties, in acht nemend standaard technische beperkingen op het boortraject zoals lengte, deviatie en kick-off point.

Project/Well	Studie Geothermie Risico's	Document Titel	Utrecht RA
Klant	Provincie Utrecht	Document No.	VEM2020-0137
Datum	09-09-2020	Versie	1

Uit concept 1) komt naar voren dat de ondergrondse locaties sterk van diepte verschillen. Hierbij worden op locaties N3a en N11 het reservoir op 1750m verwacht, in N6 op 2000m en op N11 en R1 op 2500m. Voor concept 2) kunnen de boringen vanaf N3a en N2 hoogstwaarschijnlijk niet het diepste doel bereiken van 2750m en wordt als diepste doel 2500m verwacht. Vanaf locaties N6, R1 en N11 zou de 2750m wel bereikt moeten kunnen worden.

Voor de bovengenoemde ondergrondse locaties is de potentie voor seismiciteit ingeschat met behulp van een Mohr Coulomb model. In dit model beschrijft een Mohr cirkel de staat van ondergrondse spanning. In de nabijheid van een breuk, kan deze spanning het bezwijk-criterium van de breuk overschrijden ("breukreactivatie"). Dit kan vervolgens beweging langs de breuk mogelijk maken. Het doel van de Mohr Coulomb exercitie is om te bepalen onder welke omstandigheden een breuk kan bezwijken. Voor LEAN worden er verschillende Mohr cirkels opgesteld voor de ondergrondse locaties hetgeen de relatieve potentie voor seismisch risico aan geeft. Mohr-Coulomb adresseert niet de specifieke geometrie en bijbehorende stress concentraties van specifieke breuken en moet niet op zichzelf gebruikt worden om het seismisch risico in te schatten. Daarvoor moet er bij een specifieke locatie altijd een seismische risicoanalyse volgens het IF/Q-Con protocol uitgevoerd worden.

8.9 Risicoanalyse Seismiciteit

Voor een Mohr Coulomb analyse moeten een aantal parameters van de ondergrond bepaald worden.

- De meest kritische input is het regionale in-situ spanningsveld en bijbehorende diepte-afhankelijke spanningsgradiënten. Dit is voor de regio Utrecht bepaald aan de hand van de Pressure SNS database (TNO, R10056 Integrated pressure information system for the onshore and offshore Netherlands, 2016).
- Voor de oppervlaktelocaties is afhankelijk van het concept een diepte toegekend.
- Standaard waardes zijn aangenomen voor de afname van horizontale in-situ spanning van het gesteente als gevolg van de temperatuurafname (1.0 bar/°C). Het bezwijk-criterium wordt bepaald door de cohesie van een breuk (30 bar) en de frictiecoëfficiënt (0.60).
- Een herinjectie temperatuur van 35°C is aangenomen en op basis van algemene modelleringen kan de druk in het reservoir oplopen met zo'n 10 bar.

Tabel 8-4 Inputparameters voor de risicoanalyse voor seismiciteit. Dieptewaardes met een (v) geeft aan dat dit gebaseerd is op een concept met een verticaal boortraject.

Parameter	Waarde					Bron
Diepte reservoir (mTVD)	N3a	N11	N2	N6	R1	DGM-Diep_v5
	2500	2750	2500	2750	2750	
	1750(v)	2500(v)	1750(v)	2000(v)	2500(v)	
Hydrostatische gradiënt (bar/m)	0.104					PSNS
Verticale spanningsgradiënt (bar/m)	0.225					PSNS
Minimale horizontale spanningsgradiënt (bar/m)	0.168					PSNS
Temperatuurgradiënt (°C/m)	0.036					Aanname
Thermo-elastische constante (bar/°C)	1.0					Typische waarde voor Rotliegend zandsteen
Thermische arching	Niet toegepast in berekening					Typische waardes voor breuken in het Rotliegend zandsteen
Cohesie van de breuk (bar)	15					
Frictie coëfficiënt van de breuk (-)	0.60					
Verwachte drukverschil reservoir (bar)	10					Aanname

Project/Well	Studie Geothermie Risico's	Document Titel	Utrecht RA
Klant	Provincie Utrecht	Document No.	VEM2020-0137
Datum	09-09-2020	Versie	1

Temperatuur van het geinjecteerde water (°C)

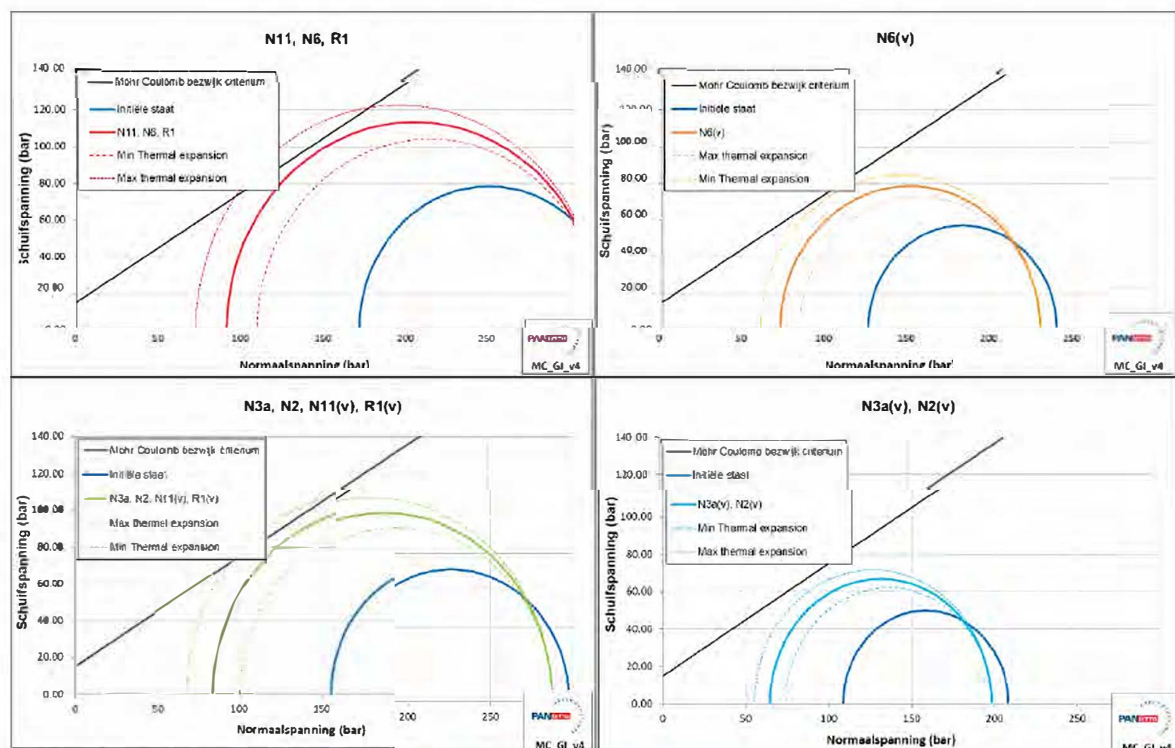
35

Aanname

De resultaten van de Mohr Coulomb modellering zijn weergegeven in Figuur 8-36. Hier worden de gegeven Mohr Cirkels getoond van de verschillende locaties en concepten. Elke cirkel geeft de mogelijke combinaties van normaalspanning op de breuk en schuifspanning langs de breuk als functie van de breukoriëntatie in de ondergrond. Hoe dichter een cirkel bij de lijn van het Mohr-Coulomb bezwijkcriterium komt, hoe hoger het risico op het induceren van seismiteit. De trend geeft aan dat het risico op induceren van seismiteit stijgt met de diepte van de ondergrondse locatie. De grote rode cirkel representeert locaties N11, N6 en R1 die een maximale diepte van 2750m kunnen bereiken. Locaties N3a(v) en N2(v) zijn representatief voor een diepte van de injector op 1750m (kleine blauwe cirkel). N6(v) is het enige concept met een diepte van 200m is (oranje). N3a, N2, N11(v) en R1(v) zijn naar verwachting 2500m (groen).

De uitkoeling in met name voor diepere secties is relatief groot (dT van 74°C), hetgeen resulteert in een relatief grote stressverandering. Dit vertaalt zich alleen dan naar een hoger risico op geïnduceerde seismiteit als er daadwerkelijk breuken in de afkoelingszone van het project zitten. Mochten er breuken afgekoeld worden, moet er in meer detail naar de spanningsveranderingen van de breuk gekeken worden.

Het wordt in elk geval aangeraden om de nieuwe putten zo ver mogelijk van breuken geplaatst worden. De meest logische ondergrondse locaties die bij de geplande boring locatie passen bevinden zich in de buurt van enkele gekarteerde breuken. Hoewel een gedetailleerde studie dit moet bevestigen, lijkt er genoeg ruimte tussen de breuken te zitten om een doublet te plaatsen. Het is van belang om met de afstand tot breuken rekening te houden bij het plannen van de ondergrondse locaties en putpaden.

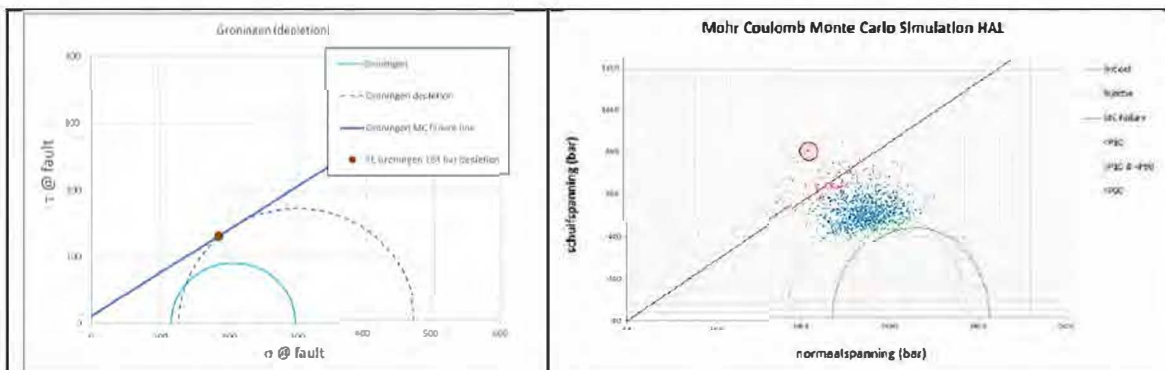


Figuur 8-36 Mohr Coulomb model voor de verschillende ondergrondse locaties. Er zijn verticale putten aangenomen. De cirkels aangegeven met (v) zijn gebaseerd op een concept met een verticaal boortraject.

Ter vergelijking geven we de Mohr-Coulomb cirkels voor het Groningen gasveld en voor Haagsche Aardwarmte Leyweg (TNO, https://www.nlog.nl/sites/default/files/2020-10/190110_sha_level_ii_panterra_gelakt.pdf, 2020).

Het grote verschil tussen geothermie en gaswinning is dat bij geothermie alleen een koelingseffect plaatsvindt, en geen (significant) drukverval in het reservoir wordt bewerkstelligd. Bij gaswinning is juist dit drukverval de oorzaak van mogelijke seismiteit. De mechanismen die seismiteit veroorzaken bij olie- en gaswinning zijn dus heel anders dan de oorzaken van seismiteit bij geothermie.

Project/Well	Studie Geothermie Risico's	Document Titel	Utrecht RA
Klant	Provincie Utrecht	Document No.	VEM2020-0137
Datum	9-09-2020	Versie	1



Figuur 8-37 Mohr Coulomb model voor Groningen (links) waarbij de Mohr-Coulomb cirkels dichtbij de breukreactivatielijn liggen. Mohr-Coulomb model Haagsche Aardwarmte Leyweg met een stochastische analyse, waarbij de cirkels ver weg van de breukreactivatielijn liggen. De stochastische analyse laat zien dat de kans op het optreden van breukreactivatie zeer laag is. Er zijn verticale putten aangenomen. De cirkels aangegeven met (v) zijn gebaseerd op een concept met een verticaal boortraject.

Het is van belang dat de injector en producer in goede communicatie zijn. Het plaatsen van een injector en producer aan weerszijden van een breuk kan de communicatie tussen de putten zodanig verslechteren dat er een verhoogde kans op seismisch risico is. Hiervoor kan na de boring een interferentietest uitgevoerd worden. Het wordt aangeraden de putten in hetzelfde breukblok te plaatsen om risico's te vermijden. Het is ook noodzakelijk massabalans (gelijke injectie en productie) te handhaven en om te monitoren gedurende productie.

Voor de uiteindelijke locatie moet het seismisch risico worden bepaald op basis van het protocol "Defining the Framework for Seismic Hazard Assessment in Geothermal Projects 5 V0.1" (IF-Technology & Q-con, 2016) en de leidraad "Methodiek voor risicoanalyse omtrent geïnduceerde bevingen door gaswinning, tijdelijke leidraad voor adressering" (SodM, 2016). De IF/Q-Con methode kijkt specifiek naar de breuken in het gebied en zodoende kan voldoende rekening wordt gehouden met o.a. de afstand tot de breuken en de communicatie tussen de putten.

8.10 Risico's op ranglijst

Bij deze analyse is aangenomen dat de injectoren en productieputten in één breukblok geboord zijn en dat de injectie- en productieputten voldoende ver van breuken worden geboord. Voor het risico op seismiciteit is ook de uitkoelingstemperatuur (injectiewater temperatuur) van belang: een lagere uitkoelingstemperatuur zal het risico op breukreactivatie in het algemeen verhogen. In deze studie is een uitkoelingstemperatuur van 35 °C aangenomen. Op grond van Figuur 8-36 kan vastgesteld worden dat het risico op het induceren van seismiciteit middelgroot is als de afkoelingszone van het project breuken bereikt. Met informatie die beschikbaar is, voor LEAN Nieuwegein, zien we dat De Mohr-Coulomb cirkels dichterbij de breukreactivatielijn liggen dan die van HAL, Figuur 8-36.

De kans op het optreden van seismiciteit kan gereduceerd worden tot laag, onder de voorwaarden dat:

- Het front van geïnjecteerd water komt in de operationele periode (van 30 jaar) niet in contact met een substantiële breuk (de aanname is dat de temperatuur van het geïnjecteerd water 30 graden Celsius of hoger is).
- De injectiedruk en injectiesnelheden zijn dusdanig dat er in de buurt van de put geen scheurvorming optreedt bij injectie (SodM controleert hierop).

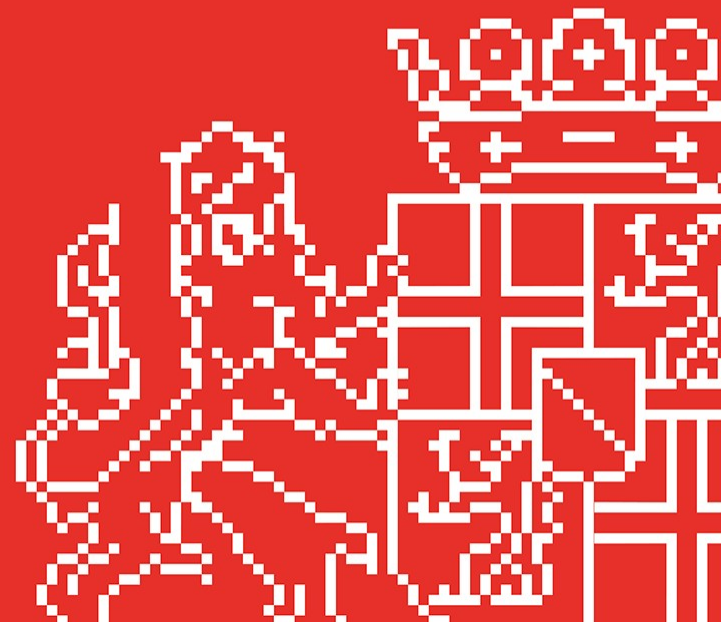
Beide aspecten zullen meegenomen moeten worden in de SHA studie. Door de temperatuurverschillen tussen de aardlaag en de lagere temperatuur van het geïnjecteerd water, is er een kans dat er haarscheurtjes ontstaan. De geothermische operator moet binnen het protocol van de SodM aantonen dat deze scheurtjes binnen de gestelde grenzen vallen.



PROVINCIE ■■ UTRECHT

BESTUURLIJK OVERLEG AARDWARMTEPROJECT LEAN

4 februari 2021





Agenda

1. Introductie project LEAN
2. Stand van zaken en planning
3. Rol van de provincie Utrecht in het project
4. Analyse aandachtspunten provincie Utrecht
5. Gezamenlijk standpunt

Bijlage: afbeelding locatie Hoek Zuidstede



Introductie project LEAN

In de provincie Utrecht wordt onderzoek uitgevoerd naar (diepe) aardwarmte onder meer via het demonstratieproject LEAN.

Het doel is het uitvoeren van een exploratieboring voor het winnen van aardwarmte. De warmte wordt geleverd aan het warmtenetwerk van Eneco.

Het consortium Warmtebron Utrecht dat de boring wil uitvoeren bestaat uit een aantal partijen waaronder ENGIE, Huisman, TNO, Universiteit Utrecht, IF Technology, EBN, WEP en Eneco.

Het project is gestart eind 2016. Begin 2021 is er op basis van een locatieonderzoek door RH DHV binnen de opsporingsvergunning een definitieve locatie voor de boring geselecteerd, namelijk Hoek Zuidstede in Nieuwegein. De gemeente Nieuwegein is eigenaar van de grond.

In de afgelopen maanden is door de provincie onderzocht of er adverse effecten zijn te verwachten van de boring. Deze presentatie vat deze samen, en stelt voorwaarden voor vanuit de provincie aan Warmtebron om negatieve gevolgen zoveel mogelijk te voorkomen.

De provincie Utrecht ondersteunt het project met een subsidie van 300 k€.



Rol van de provincie

Zoals vermeldt ondersteunt de provincie Utrecht LEAN met een subsidie van 300 k€. De subsidie is bedoeld voor de analyse van bestaande geologische data en de boring van het eerste doublet. Aanvullend ondersteunt de gemeente Utrecht het project LEAN eveneens met een subsidie van 300 k€.

Aanvullend is de provincie het bevoegde gezag voor de Wet natuurbescherming.

Ten slotte moet voor werkzaamheden in de nabijheid van de tram bij de provincie een WJT-vergunning worden aangevraagd.

De provincie heeft verder een beperkte rol:

- Voor de milieuvergunning is het ministerie van EZK het bevoegde gezag. De provincie heeft een adviserende rol.
- Het wijzigen van het bestemmingsplan is de verantwoordelijkheid van de gemeente Nieuwegein. Ook hier wordt de provincie om advies gevraagd.
- De locatie is geen onderdeel van Natura 2000 of het Natuurnetwerk Nederland en ligt evenmin in een beschermingszone voor de openbare drinkwatervoorziening.

Stand van zaken en planning

- Begin januari is een persbericht verstuurd en zijn de omwonenden van locatie Hoek Zuidstede middels een brief geïnformeerd dat mogelijk op deze locatie een exploratieboring zal plaatsvinden.
- Begin januari is eveneens de raad van Nieuwegein verzocht de locatie ter beschikking te stellen, het bestemmingsplan te wijzigen en een huurovereenkomst op te stellen.
- Eind januari stelt de raad een afwegingskader vast op basis waarvan een besluit kan worden genomen over dit verzoek. Het besluit zelf wordt niet voor eind april genomen.
- Eind februari nemen de aandeelhouders van LEAN een go/nogo besluit. Voor een positief besluit is in ieder geval nodig:
 - Een vastgesteld afwegingskader dat geen criteria bevat waar LEAN niet aan kan voldoen
 - Uitstel van de HER-subsidie met ten minste één jaar
 - Een positieve SDE++ beschikking
 - Het uitbetalen van de provinciale en gemeentelijke subsidies
 - Uitzicht op vrijstelling van het opstellen van een MER
 - Vooronderzoek dat niet duidt op de aanwezigheid van beschermde plant- en diersoorten
 - Vooronderzoek dat niet duidt op de aanwezigheid van (bijzondere) archeologische of aardkundige waarden.
- Een positief besluit van de aandeelhouders houdt vervolgens in dat de milieuvergunning wordt aangevraagd.



Analyse aandachtspunten provincie Utrecht (1/3)

Via onder meer PRIP-bijeenkomsten is nagegaan of er aandachtspunten zijn vanuit de provincie.

Zo is er gekeken naar onder meer grondwaterbescherming, ecologie, aardkundige waarden en archeologie. Er zijn twee aandachtspunten naar voren gekomen die een knelpunt zouden kunnen opleveren voor de boring:

- 1) Ecologie: mogelijk zijn er (beschermde) vleermuissoorten aanwezig. Dit ligt voor de hand omdat de locatie Hoek Zuidstede door de gemeente Nieuwegein is bestempeld als ecologische verbindingszone. Door bureau RH DHV is een quickscan uitgevoerd naar de aanwezigheid van vleermuizen met een negatief resultaat. Voor uitsluitel dient echter een uitgebreider onderzoek volgens protocol te worden uitgevoerd met een doorlooptijd van ongeveer een jaar.
- 2) Risico op trillingen, bevingen en verzakkingen: omdat de locatie over de volle lengte aan de trambaan grenst is de provincie ook één van de belanghebbenden.

De provincie heeft derhalve geologisch bureau PanTerra verzocht om de effecten van trillingen, bevingen en verzakkingen op de traminfrastructuur in kaart te brengen, en mogelijke mitigerende maatregelen op te stellen.

Dit rapport is in conceptvorm gereed. Na afronding is dit rapport, in principe, publiek.



Analyse aandachtspunten provincie Utrecht (2/3)

Trillingen kunnen worden opgewekt door o.a. het heien, zwaar verkeer of door 'jarring' waarbij het vastzittende gereedschap met hoge impact los wordt geslagen.

Bij een gelijkwaardig project Haagse Aardwarmte Leyweg (HAL) heeft men een geothermisch doublet op enkele meters afstand van de trambaan geboord. De geologie van de ondiepe ondergrond van Nieuwegein is vergelijkbaar met die van het project HAL. Trillingen kunnen voorts worden verminderd door voor de boorconstructie niet te heien maar te boren, te trillen of te drijven en trillingvrije technieken toe te passen als het boorgereedschap komt vast te zitten.

PanTerra concludeert specifiek voor locatie Hoek Zuidstede dat:

"Hoewel er in de omgeving van deze locatie sprake is van een duidelijk groter merkbaar effect als gevolg van bodem impact ter plaatse van de boorlocatie, zijn de consequenties daarvan voor wat betreft mogelijke schade aan de tramrails te verwaarlozen. Dit gezien het feit dat er op deze locatie geen sprake is van gevoelige apparatuur, zoals de sensoren in de tramremise, en dat de tramrails zodanig zijn gefundeerd dat significante trillingen zoals bijvoorbeeld veroorzaakt door passerende trams, goed kunnen worden opgevangen".

Samenvattend kan dus gesteld worden dat het risico op schade ten gevolge van trillingen aan de oppervlakte voor de tramoperaties bij Hoek Zuidstede als 'laag' kan worden geclassificeerd, mits mitigerende maatregelen worden toegepast.

Analyse aandachtspunten provincie Utrecht (3/3)

Geothermieoperaties kunnen bevingen en verzakkingen veroorzaken. De reden hiervoor is dat de druk in het ondergrondse gesteente verandert onder invloed van temperatuurverschillen die ontstaan als gevolg van het her-injecteren van het relatief koude grondwater. Dit kan in de loop van de tijd leiden tot het afkoelen en vervolgens activeren van niet-actieve breuken. Aanvullend is er het (onbekende) effect van de chemische verstoringen.

Op basis van onder meer de geschatte samenstelling van de ondergrond, de diepte van de boring, het debiet en temperatuur van het her-injecteerde water heeft PanTerra de kans op gebeurtenissen gerelateerd aan bevingen voor LEAN geclassificeerd als 'medium'.

Om de analyse van het risico op seismiciteit nauwkeuriger te bepalen wordt aangeraden een Seismic Hazard Assessment (SHA) uit te voeren. Aanvullend wordt geadviseerd middels vibroseis een extra lijn te schieten door de uiteindelijke doubletlocatie die relevante informatie toevoegt met name over de aanwezigheid van breuken.

Warmtebron heeft aangegeven geen aanvullende seismiek meer te willen uitvoeren, voornamelijk omdat in de uitvoering geen vertraging meer mogelijk is. Wel is aangeboden om op vrijwillige basis een SHA uit te voeren.

Gezamenlijk standpunt

De provincie stelt voorwaarden aan de geselecteerde locatie Hoek Zuidstede met betrekking tot de boring naar aardwarmte. De provincie stelt zich op het standpunt dat zij niet verantwoordelijk is indien economische schade optreedt als gevolg van trillingen, bevingen of verzakkingen indien deze toe te rekenen zijn aan activiteiten die samenhangen met de door het consortium uitgevoerde boring.

Wij verzoeken Warmtebron Utrecht dan ook opheldering te geven over de garanties / garantstellingen in deze.

Aanvullend verzoeken wij het consortium om haast te maken met:

- Het uitvoeren van de benodigde ecologische studies (Wnb) voor locatie Hoek Zuidstede.
- Het schieten van een seismische lijn over de (finale) doubletlocatie middels vibroseis-metingen.
- Het maken van werkafspraken met de provincie voor de komende maanden.
- Het verbreden van het zoekgebied naar delen binnen de opsporingsvergunning die tot nu toe nog niet of nog niet in detail onderzocht zijn met betrekking tot de geschiktheid voor een boring naar aardwarmte.

Omdat de subsidie ad 300 k€ door de provincie reeds is uitbetaald, beschikt het consortium over de benodigde financiële middelen deze activiteiten uit te voeren. Formeel gezien heeft de provincie beperkte mogelijkheden dit af te dwingen. In de praktijk zal Warmtebron echter het project LEAN beëindigen als er niet of nauwelijks draagvlak is bij de provincie.

Bijlage

De locatie N11 is in gemeentelijk eigendom en is momenteel in gebruik als gemeentelijke groenvoorziening die als ecologische verbindingszone is bestemd in het vigerende bestemmingsplan.



DATUM 2-2-2021

AAN Huib van Essen, Arne Schaddelee, Hanke Bruins Slot

VAN [REDACTED]

DOORKIESNUMMER +316 [REDACTED]

ONDERWERP Annotatie intern bestuurlijk overleg (BO) over de voortgang van het aardwarmteproject LEAN donderdag 4 februari 2021 van 10⁰⁰ tot 11⁰⁰.
Locatie: provinciehuis Utrecht, via MS Teams.

- dit document bevat vertrouwelijke informatie en is alleen bedoeld voor interne besluitvorming -

Aanleiding voor het overleg

Donderdag 4 februari vindt van 10⁰⁰ tot 11⁰⁰ uur het interne bestuurlijk overleg plaats over de voortgang van het aardwarmteproject LEAN. Aanwezig zijn de gedeputeerden van Energietransitie, Natuur, Bodem & Water en Mobiliteit. Het overleg is bedoeld om als provincie een gezamenlijk standpunt in te nemen over het vervolg van het project.

Inleiding

Het aardwarmteproject LEAN wordt uitgevoerd door het consortium Warmtebron. Dit consortium heeft recent een locatie geselecteerd in Nieuwegein om een proefboring naar aardwarmte uit te voeren en heeft de gemeente Nieuwegein inmiddels verzocht een besluit te nemen over het aangaan van de huurovereenkomst. Begin 2021 wil het consortium bij EZK de omgevingsvergunning aanvragen.

Risico's bij de boring

De locatie 'Hoek Zuidstede' bevindt zich in de directe nabijheid van het tramsysteem. Er is een rapportage opgesteld waaruit blijkt dat de risico's op trillingen, bevingen en verzakkingen als gevolg van de (diepe) geothermie-operatie als 'laag' kunnen worden geclassificeerd, mits mitigerende maatregelen worden toegepast. Toch zijn de risico's niet te verwaarlozen.

Wie betaalt voor de eventuele schade?

Omdat er in het geval van LEAN een specifieke BV voor de boring wordt opgericht, is het niet mogelijk eventuele schade op deze BV te verhalen. Na faillissement is dit voor rekening van de eigenaar van de opsporingsvergunning tenzij er aanvullende garanties worden afgegeven door de aandeelhouders of het Rijk. Het consortium kijkt daarvoor naar de provincie.

Om welke risico's gaat het?

De boring heeft verschillende effecten op de omgeving zoals ecologie (kappen van de bosschages, impact op zeldzame en/of beschermde soorten), hydrologie (grondwaterstand), geluidsoverlast en verkeersbewegingen (met name zwaar vrachtverkeer bij de aanleg van de boorconstructie). Mogelijk krijgt men te maken met archeologie en effecten ten gevolge van het affecteren van de diepe ondergrond (trillingen, eventueel bevingen en verzakkingen, drinkwatervoorzieningen). De boring ligt buiten de grondwaterbeschermingsgebieden en de strategische grondwatervoorraad voor de openbare drinkwatervoorziening.

Rol van de provincie

De provincie Utrecht is eigenaar van het trambedrijf. Voor werkzaamheden in de nabijheid van de tram moet bij de provincie een WijT-vergunning worden aangevraagd. De provincie Utrecht is geen eigenaar van de grond. Evenmin is de provincie bevoegd gezag met betrekking tot de vergunningaanvraag. Wel wordt de provincie om advies gevraagd als het gaat om het wijzigen van het bestemmingsplan en de aanvraag milieuvergunning. Ten slotte ondersteunt de provincie het project met een subsidie van 300k€. Deze subsidie is eind december 2020 reeds als voorschot uitgekeerd.

Vervolgproces

Op 8 februari is er bestuurlijk overleg met het consortium gepland. De provincie kan hierin voorwaarden voor het vervolg inbrengen. Eind februari beslissen de aandeelhouders van het consortium over het voortzetten of het stopzetten van dit project.

Voorstel : Voorwaarden provincie Utrecht voor vervolg

De provincie stelt voorwaarden aan de geselecteerde locatie Hoek Zuidstede met betrekking tot de boring naar aardwarmte. De provincie stelt zich op het standpunt dat zij niet verantwoordelijk is indien economische schade optreedt als gevolg van trillingen, bevingen of verzakkingen indien deze toe te rekenen zijn aan activiteiten die samenhangen met de door het consortium uitgevoerde boring. Wij verzoeken Warmtebron Utrecht dan ook opheldering te geven over de garanties / garantstellingen in deze.

Aanvullend verzoeken wij het consortium om haast te maken met:

- Het uitvoeren van de benodigde ecologische studies (Wnb) voor locatie Hoek Zuidstede.
- Het schieten van een seismische lijn over de (finale) doubletlocatie middels vibroseis-metingen.
- Het maken van werkafspraken met de provincie voor de komende maanden.
- Het verbreden van het zoekgebied naar delen binnen de opsporingsvergunning die tot nu toe nog niet of nog niet in detail onderzocht zijn met betrekking tot de geschiktheid voor een boring naar aardwarmte.

Achtergrond:

Inhoudsopgave

Algemene inleiding aardwarmte

Stand van zaken van het project LEAN

- Kansrijkheid

Provinciale taken en rollen

- Benodigde vergunningen
- Wettelijke adviesrol Mijnbouwwet
- Rol van aardwarmte en LEAN in de warmtetransitie

Verdieping in de risico's

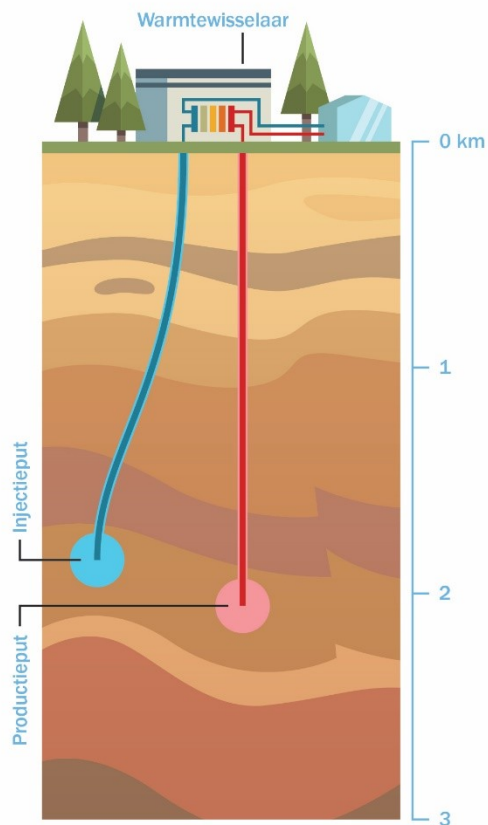
Samenvatting en besluitvorming

Bijlagen:

1. Informatie voorgeschiedenis project LEAN
2. Conceptrapport PanTerra

Algemene inleiding aardwarmte

Aardwarmte (of geothermie) is een relatief nieuwe vorm van mijnbouw die als hernieuwbare energiebron een bijdrage kan leveren aan de warmtetransitie. Aardwarmte is lokale warmte die uit de diepe ondergrond kan worden gewonnen. In de ondergrond zit water opgeslagen in verschillende bodem- en gesteentelagen, dat met toenemende diepte steeds warmer wordt (circa 30°C per kilometer diepte). Om deze warmte uit de ondergrond te halen worden er twee diepe putten geboord tot in een geschikte gesteentelaag (voldoende poreus en doorlatend). De eerste put pompt het (zeer) warme water omhoog (figuur 1). Via een warmtewisselaar vindt de overdracht van warmte naar een bovengronds warmtenet plaats. Het afgekoelde water gaat via de andere put weer terug in de grond in dezelfde diepe gesteentelaag. De gewonnen warmte stroomt via een netwerk van buizen (een warmtenet) naar woningen, gebouwen, industrie en/of kassen voor verwarming. We spreken van aardwarmte als de warmwaterbron zich dieper dan 500 meter bevindt.



Figuur 1: aardwarmte uitgebeeld.

In de provincie Utrecht zijn op dit moment zes projecten in ontwikkeling die vallen onder vijf verschillende opsporingsvergunningen:

- Gemeente Utrecht (projecten LEAN en GOUD)
- Amersfoort
- Regio Eemland
- Renkum (Gelderland; deel ligt in Renswoude, Veenendaal en Rhenen)
- Nieuwe aanvraag "Westeinder 1" (Noord-Holland; deel ligt in De Ronde Venen).



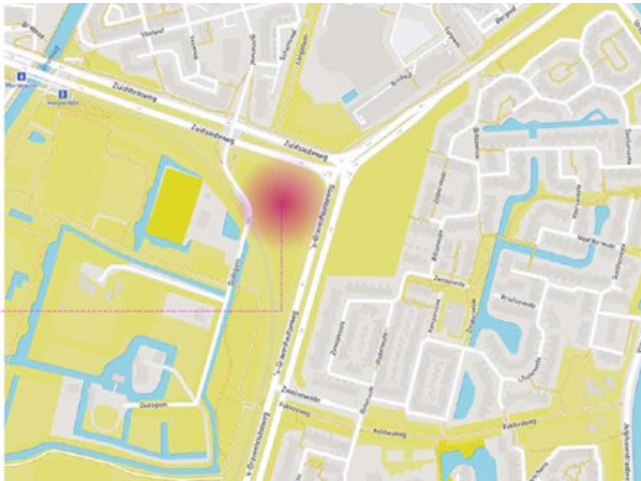
Figuur 2: kaart ligging verleende en aangevraagde opsporingsvergunningen aardwarmte in de provincie Utrecht.

Aardwarmte is een mijnbouwactiviteit, dat valt onder de mijnbouwwet waarvoor het ministerie van EZK het bevoegd gezag is. Het Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) houdt toezicht op de veiligheid voor mens en milieu bij de winning van geothermie. Er zijn meerdere vergunningen nodig om te kunnen boren naar aardwarmte.

Stand van zaken van het project LEAN

Het afgelopen jaar heeft bureau RH DHV een quickscan locatiestudie uitgevoerd. Er zijn ruim 20 mogelijke locaties onderzocht in en rondom de gemeente Nieuwegein. De meeste bovengrondse locaties zijn afgefallen vanwege de bijbehorende ondergrondse (warmtereservoir) locaties – het bleek niet mogelijk een uitvoerbaar boortraject te bepalen dat de bovengrondse locatie met het ondergrondse reservoir verbindt. Een aantal locaties zijn afgefallen omdat de afstand tot het warmtenet te groot bleek en het project de additionele kosten van de infrastructuur niet kan dragen. Ten slotte zijn er locaties afgefallen om diverse redenen: het vrij beschikbare grondoppervlak bleek te klein voor het opstellen van de boortoren en omringende verharding, het bestemmingsplan staat geen nieuwbouw toe, er bevinden zich beschermde plant- of diersoorten, de locatie is niet bereikbaar voor zwaar vrachtverkeer en etcetera.

Uiteindelijk is locatie Hoek Zuidstede (zie figuur 3) geselecteerd voor de eerste boring. Deze locatie in het zuidoosten van Nieuwegein is gelegen aan de kruising van de Zuidstedeweg en de 's-Gravenhoutseweg en grenst over de volle lengte aan de trambaan: op ongeveer 200 meter bevindt zich de tramhalte Merwestein en aan de zuidkant bevindt zich de onbewaakte trambaanovergang Oudegein. Op ongeveer 400 meter afstand bevindt zich het St. Antonius Ziekenhuis. De grond is in eigendom van de gemeente Nieuwegein. Ten slotte is de locatie door de gemeente Nieuwegein bestempeld als ecologische verbingszone.



Figuur 3: locatie Hoek Zuidstede in Nieuwegein. De exploratieboring is voorzien aan de noordoost kant van park Oudegein.

Over de locatie is verder weinig bekend. Het consortium stelt in haar locatiestudie samenvattend dat:¹

“N11 (Hoek Zuidstede): voornaamste uitdaging is de grotere benodigde diepte van de putten. Ook is de locatie aangemerkt als locatie met middelhoge cultuurhistorische waarde en als ecologische stapsteen.”

Het consortium Warmtebron heeft deze locatie aangaande geologische geschiktheid als ‘oranje’ beoordeeld.² In het verre verleden zijn in de provincie Utrecht een aantal boringen uitgevoerd. De hierbij vrijgekomen ruwe seismologische data worden door het consortium de komende tijd geanalyseerd: een proces dat bekend staat als ‘re-processing’. Deze analyse geeft ten dele meer inzicht in de structuur van de ondergrondse rotsformaties en de aanwezigheid van breuken.

Het consortium heeft aangegeven vooralsnog geen nieuwe seismische metingen te willen uitvoeren: zij achten de kosten te hoog in relatie tot de meerwaarde van het onderzoek ook al omdat de provincie Utrecht historisch gezien niet bekend staat als een regio die gevoelig is voor bevingen.³ Overige criteria als milieu- en omgevingsfactoren zijn door het consortium beoordeeld als ‘groen’ of ‘geel’. Er zijn tot op heden nog geen gesprekken geweest met de omwonenden⁴ of andere belanghebbenden als het trambedrijf en het ziekenhuis.

Kansrijkheid

Er zijn verschillende factoren die kunnen leiden tot het stopzetten van het project:

- De aanwezigheid van beschermde plant- of diersoorten (vleermuizen, reptielen, amfibieën en dergelijke). De deskstudie van RH DHV suggereert dat de kans klein is dat beschermde soorten worden aangetroffen.
- Archeologische vondsten. Dit is niet de verwachting omdat zich op deze locatie naar verwachting geen archeologische of aardkundige waarden bevinden.⁵
- De weerstand van de belanghebbenden (omwonenden, milieuorganisaties, bepaalde politieke partijen) is dusdanig groot dat de reputatieschade zwaarder weegt dan het commercieel belang, of dat het project hierdoor een dusdanig ernstige vertraging oploopt dat voortzetting niet meer zinvol is.
- Vertraging in het project anderszins dat kan leiden tot het missen van de HER-subsidie. Of het (nogmaals) uitstellen van deze subsidie of een nieuwe aanvraag haalbaar is, is niet bekend. Er is nog geen formeel verzoek aan RVO gedaan de HER-subsidie uit te stellen.
- De raad van de gemeente Nieuwegein gaat niet akkoord met de wijziging van het bestemmingsplan. Dit besluit wordt niet verwacht voor mei 2021.
- Een in financiële zin onhaalbare business-case:

¹ Haalbaarheidsstudie LEAN, pagina 77 (RH DHV, 2020).

² Haalbaarheidsstudie LEAN, pagina 96 (RH DHV, 2020). De mogelijke scores zijn groen, geel, oranje en rood. Maximaal één oranje score voor een bepaalde locatie betekent haalbaar, maar met een grote uitdaging, in dit geval dus de geologische geschiktheid. Met haalbaarheid in deze context wordt bedoeld de kans op succesvolle warmtewinning.

In een eerdere (niet-publieke) versie van de haalbaarheidsstudie LEAN zijn zowel de thema's geologie als ecologie oranje gekleurd.

³ In 1932 heeft zich voor het laatst een zware aardbeving (sterkte 4,0 op de schaal van Richter) voorgedaan nabij Tiel. In 1978 werd De Bilt getroffen door een lichtere beving met een sterkte van 1,5.

⁴ De omwonenden zijn begin januari middels een brief op de hoogte gesteld dat locatie N11 is geselecteerd.

⁵ Karin van den Broek en Hester van de Ende (LLO), interne communicatie.

- [REDACTED]
- De warmte uit de ondergrond wordt aangevuld met warmte opgewekt bovengronds met behulp van aardgas (bijvangst) en warmtepompen. Mogelijk is dit niet vergunbaar (bv op basis van stikstofuitstoot, geluidsoverlast of een (te) hoge CO₂ uitstoot⁶).
- Er is nog geen huurovereenkomst. De business case gaat ervan uit dat de gemeente Nieuwegein geen huur in rekening brengt.
- Er is nog geen overeenkomst met Eneco over de warmteafname en de prijs van de warmte. Dit issue wordt later in dit memo behandeld.

Eind februari overleggen de aandeelhouders van het consortium intern over de haalbaarheid van de business-case van LEAN.

- [REDACTED]

Provinciale taken en rollen

Deze sectie gaat in op de benodigde vergunningen en de rol van de provincie Utrecht in het dossier aardwarmte:

- Benodigde vergunningen
- Wettelijke adviesrol Mijnbouwwet
- Rol van aardwarmte in de energietransitie.

Benodigde vergunningen

Om te mogen boren naar aardwarmte zijn meerdere vergunningen en beoordelingen van het bevoegd gezag EZK en de toezichthouder SodM nodig:

- Opsporingsvergunning: marktordeningsvergunning die een initiatiefnemer voor een bepaald gebied en een bepaald tijdvak het alleenrecht geeft voor het uitvoeren van opsporingsactiviteiten voor aardwarmte. EZK verleent de vergunning als bevoegd gezag. Provincie heeft een adviserende rol.
- Omgevingsvergunning: voor het inrichten van een mijnbouwlocatie is een omgevingsvergunning van EZK nodig. Voorafgaand aan deze aanvraag beoordeelt EZK of er ook een Milieu Effect Rapportage (MER) moet worden opgesteld. De omgevingsvergunning is nodig om de locatie aan te leggen en daarop een mijnbouwwerk op te richten om te kunnen boren, testen en winnen. Daarin zijn de aspecten ruimtelijke ordening, milieu en bouwen meegenomen. Deze vergunning wordt afgegeven door EZK.
- Provincie heeft een adviserende rol.
- Winningsvergunning: Als uit een proefboring blijkt dat een veld economisch winbaar is, dan heeft de vergunninghouder een winningsvergunning nodig om de warmte te kunnen winnen. De winningsvergunning is wederom gericht op marktordering en staat los van de toestemming om op een specifieke locatie een productieboring te doen, een installatie voor de winning op te richten en in werking te hebben of te starten met winnen. Hiervoor is een omgevingsvergunning, goedgekeurd werkplan winning en winningsplan nodig.
- Beoordeling werkprogramma boringen: voordat een boring kan aanvangen op een locatie dient de operator een werkprogramma voor het uitvoeren van de boring te beoordelen in te dienen bij SodM.

Verder zijn voor specifieke werkzaamheden specifieke vergunningen vereist (denk aan bijv. zwaar transport, kabels en leidingen) en zijn er ook andere wet- en regelgevingen van toepassing op een locatie (denk aan bijv. de Waterwet, de Wet Natuurbescherming en de Wet bodembescherming). Ten slotte zijn er diverse provinciale belangen die in samenhang met de ontwikkeling en toepassing van aardwarmte bekeken moeten worden. Voor werkzaamheden in de nabijheid van de tram moet bij de provincie een WjT-vergunning worden aangevraagd.

Adviesrol Mijnbouwwet

De provincie heeft op grond van de Mijnbouwwet een adviserende rol bij vergunningaanvragen. In de advisering op vergunningaanvragen aardwarmte richting EZK en in de gesprekken met initiatieven van aardwarmteprojecten brengen wij diverse aandachtspunten, randvoorwaarden en adviezen in. Centraal hierbij staan de volgende aspecten:

- De opsporing en uiteindelijk winning van aardwarmte wordt veilig, milieuhygiënisch verantwoord en ruimtelijk goed ingepast gerealiseerd.

⁶ In het Klimaatakkoord is een gemiddelde uitstoot van warmtenetten in de gebouwde omgeving in 2030 lager dan 18,9 kg CO₂/GJ afgesproken. Geothermienetten voldoen hier mogelijk niet aan, zie bv <https://energeia.nl/energeia-artikel/40090806/extra-inspanning-nodig-voor-vermindering-co-uitstoot-geothermie>.

- Naast landelijke wet- en regelgeving voor aardwarmte worden ook lokale en regionale belangen, inclusief de provinciale, gemeentelijke en waterschapsregels meegenomen in alle fases van een aardwarmteproject.
- De omgeving en met name de inwoners worden zorgvuldig betrokken bij de voorbereiding en realisatie van een aardwarmteproject.

Op 5 februari 2019 hebben wij advies op een opsporingsvergunningaanvraag aardwarmte Utrecht (waar project LEAN onder valt) uitgebracht aan EZK (gebied Utrecht). De aanvraag heeft betrekking op grondgebied van de gemeenten Bunnik, De Bilt, Houten, Nieuwegein, Stichtse Vecht, Utrecht, Woerden en Zeist. Op 29 oktober 2019 heeft EZK via besluit de opsporingsvergunning aardwarmte Utrecht verleend. Onze ingebrachte adviespunten zijn, voor zover deze van toepassing waren op de opsporingsvergunning, opgenomen in de verleende opsporingsvergunning van EZK.

Rol van aardwarmte en LEAN in de warmtetransitie

In deze sectie bespreken we de verwachte bijdrage van geothermie aan de warmtetransitie in het algemeen en het project LEAN in het bijzonder.

De bijdrage van geothermie aan de warmtetransitie

Recent heeft bureau Ecorys in opdracht van de provincie met behulp van het Vesta-MAIS model doorgerekend hoe de (collectieve) warmtetransitie in de provincie Utrecht zou kunnen verlopen.⁸ Hiertoe zijn drie scenario's doorgerekend (laag, midden, hoog). Het blijkt dat, in tegenstelling tot voor Nederland, geothermie door het model niet wordt geselecteerd als warmtebron in de provincie Utrecht, ook niet als de ondergrond geen beperkingen kent en er subsidies voor beschikbaar zijn. Blijkbaar zijn volgens het model in ieder scenario alternatieven als aquathermie, inzet van grootschalige WKO en restwarmte kosteneffectiever en in voldoende mate beschikbaar.

Dit laat onverlet dat het wenselijk is geothermie toe te voegen aan het aanbod van warmtebronnen. Immers, indien een producent van warmte kan kiezen uit meerdere bronnen, kan deze voor ieder moment een optimale inzet bepalen. Dit draagt bij aan de leveringszekerheid en gemiddeld lagere productiekosten, zeker in de winterperiode waar het onttrekken van warmte aan de omgeving (lucht, oppervlaktewater) niet altijd mogelijk is. Voor relatief kleine woonkernen is het eveneens niet altijd mogelijk voldoende lokale alternatieven te vinden voor aardwarmte. Het Vesta-MAIS model is echter te beperkt om een complexe en flexibele bronnenstrategie te kunnen berekenen.

Het jaarlijks warmteverbruik in de provincie bedraagt ongeveer 45 PJ waarvan in 2018 ongeveer 1,4 PJ duurzaam werd opgewekt. Dit geeft aan dat er nog een lange weg is te gaan in het verduurzamen van de warmtevraag en we in de provincie alle bronnen goed kunnen gebruiken.

Samenvattend kan gesteld worden dat aardwarmte een bijdrage kan leveren aan de verduurzaming van onze energievoorziening maar in welke mate is (nog) niet bekend. Daarom zijn wij voorstander van het continueren van onderzoek naar aardwarmte en is het streven de eerste projecten mogelijk te maken.

De bijdrage van project LEAN aan de warmtetransitie

De hoeveelheid warmte die jaarlijks door LEAN geproduceerd gaat worden bedraagt ongeveer 0,1 PJ. De warmtebehoefte in het warmtenetwerk van de stad Nieuwegein is ongeveer 0,7 PJ. Het project draagt in potentie significant bij aan het verduurzamen van de collectieve warmtevraag in Nieuwegein.



Deze projecten zijn qua warmteproductie naar verwachting weliswaar groter maar qua ontwikkeling minder ver gevorderd dan LEAN. Omdat Eneco de keuze heeft uit meerdere bronnen waarvan een aantal in eigen beheer, is het echter de vraag wat Eneco bereid is voor de warmteafname vanuit LEAN te betalen.⁹

Mocht aardwarmteproject LEAN nu niet gerealiseerd worden zijn er vanuit het perspectief van de provincie nog de volgende mogelijkheden met betrekking tot de ontwikkeling van aardwarmte:

⁸ Scenario's voor energievraag en energieaanbod en doelstellingen (Ecorys/TNO, 2020).

⁹ Het gebruik van vrijkomende restwarmte vanuit de STEG bij Lage Weide is voor Eneco vrijwel kosteloos bezijden distributiekosten en een gering verlies aan elektriciteitsproductie.

- Het consortium Warmtebron verbreedt het zoekgebied binnen de huidige opsporingsvergunning richting onder meer Houten en Maarssen; iets wat het ICO ook recentelijk heeft geadviseerd.¹⁰ Deze inspanning kan er ook toe leiden dat er meer locaties worden geïdentificeerd; onderdeel van de activiteiten gelieerd aan de provinciale subsidie aan Warmtebron is het demonstreren van een portfolio-aanpak.
- De eerste boring vindt plaats in het kader van één van de andere opsporingsvergunningen.
- Er wordt gezocht naar mogelijkheden voor het toepassen van alternatieve aardwarmtetechnieken als ondiepe geothermie en eventueel het Eavor-concept.¹¹ Op dit moment zijn er overigens voor zover bekend geen initiatiefnemers actief in de provincie Utrecht die deze concepten zouden willen ontwikkelen.¹²

Verdieping in de risico's

Een aardwarmteboring heeft meerdere effecten op de omgeving. De twee belangrijkste zijn het opwekken van trillingen, vooral bij de aanleg van de boorconstructie en het kunnen veroorzaken van bevingen en verzakkingen tijdens de winningsfase. Sommige aardbevingen kunnen leiden tot schade. Omdat locatie N11 aan de trambaan grenst is de provincie één van de belanghebbenden.

Effect van trillingen

Door PanTerra zijn schattingen gemaakt van de sterkte van de trillingen als gevolg van de boring op basis van een empirisch model. Trillingen kunnen worden opgewekt door o.a. het heien, zwaar verkeer of door 'jarring' waarbij het vastzittende gereedschap met hoge impact los wordt geslagen. PanTerra concludeert voor N11 dat:

"Hoewel er in de omgeving van deze locatie sprake is van een duidelijk groter merkbaar effect als gevolg van bodem impact ter plaatse van de boorlocatie, zijn de consequenties daarvan voor wat betreft mogelijke schade aan de tramrails te verwaarlozen. Dit gezien het feit dat er op deze locatie geen sprake is van gevoelige apparatuur, zoals de sensoren in de tramremise, en dat de tramrails zodanig zijn gefundeerd dat significante trillingen zoals bijvoorbeeld veroorzaakt door passerende trams, goed kunnen worden opgevangen".

Bij een gelijkwaardig project Haagse Aardwarmte Leyweg (HAL), heeft men een geothermisch doublet op enkele meters afstand van de trambaan geboord. De geologie van de ondiepe ondergrond van Nieuwegein is vergelijkbaar met die van het project HAL. Trillingen kunnen voorts worden verminderd door de conductor niet te heien maar te boren, te trillen of te drijven en trillingvrije technieken toe te passen als het boorgereedschap komt vast te zitten.

Samenvattend kan dus gesteld worden dat het risico op schade ten gevolge van trillingen aan de oppervlakte voor de tramoperaties bij N11 als 'laag' kan worden geclassificeerd, mits mitigerende maatregelen worden toegepast.

Effect van bevingen en verzakkingen

Geothermieoperaties kunnen bevingen en verzakkingen veroorzaken. De reden hiervoor is dat de druk in het ondergrondse gesteente verandert onder invloed van temperatuurverschillen die ontstaan als gevolg van het herinjecteren van het relatief koude grondwater. Dit kan in de loop van de tijd leiden tot het afkoelen en vervolgens activeren van niet-actieve breuken. Aanvullend is er het effect van de chemische verstoringen. Het water op deze diepte is anaeroob, na circulatie wordt het water aeroob. Dit kan effecten opleveren bijvoorbeeld in de doorlatendheid als gevolg van het neerslaan van elementen door oxidatie. Het effect als gevolg hiervan is niet bekend.

Recent zijn enkele projecten door de autoriteiten stilgelegd waaronder Venlo (twee projecten), Mol in België en enkele weken geleden Alsace nabij Straatsburg. Recente gebeurtenissen nabij onder andere München en Unterhaching leidden tot een tijdelijke opschorting, gevolgd door een lagere productie. Andere bekende voorbeelden van ernstige verzakkingen met grote economische schade tot gevolg zijn Bazel en Sankt Gallen (Zwitserland), Pohang (Zuid-Korea) en Stauf en Landau in Duitsland. Hier staat tegenover dat er ook meer dan 20 aardwarmteprojecten in Noordwest-Europa (voornamelijk in Duitsland) al meerdere jaren probleemloos draaien.¹³ Bovendien zijn optredende bevingen in relatief poreus sedimentair en ondiep gesteente, zoals in Nederland, over het algemeen minder zwaar dan in hard en diep gelegen rotsgesteente.¹⁴

Het voorspellen van de impact, kans maal effect, van bevingen is lastig. Op basis van onder meer de samenstelling van de ondergrond, de diepte van de boring, het debiet en temperatuur van het her-injecteerde

¹⁰ Advies ICO Aardwarmte aan gemeente Nieuwegein (ICO, oktober 2020).

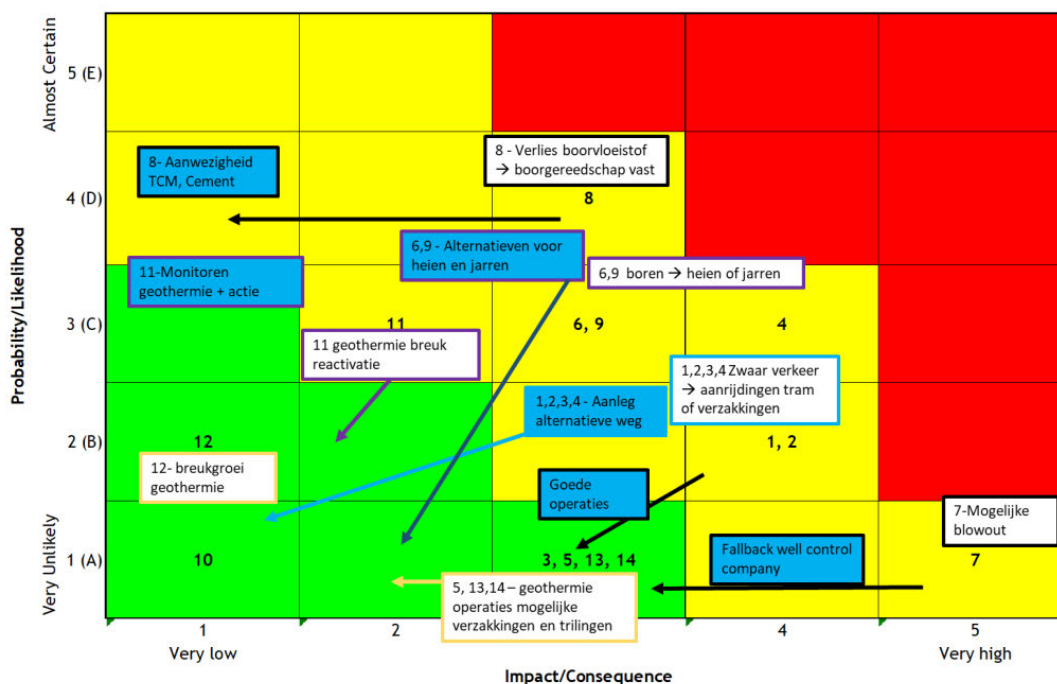
¹¹ <https://eavor.com/>

¹² In opdracht van de provincie voert bureau PanTerra een vereenvoudigde haalbaarheidsstudie uit naar het concept van Eavor. De resultaten hiervan zijn nog niet bekend.

¹³ <https://www.nlog.nl/sites/default/files/2019-09/worldwidegeothermalprojectsrelationinducedseismicity-tno-2019-r10043.pdf>

¹⁴ Review of induced seismicity in geothermal systems worldwide and implications for geothermal systems in the Netherlands (TNO, 2019).

water heeft PanTerra de kans op gebeurtenissen gerelateerd aan bevingen voor LEAN vooralsnog gelokaliseerd linksonder in de risicomatrix:¹⁵



Figuur 4-2 'Boston Square' risico matrix voor het LEAN-geothermie project Nieuwegein
In witte rechthoeken zijn groepen van risico's beschreven met de relevante maatregelen die ervoor zorgen dat risico's kleiner worden in rechthoeken met blauwe rechthoeken.

Om de analyse van het risico op seismiciteit voor LEAN nauwkeuriger te bepalen wordt aangeraden een locatie-specifieke Seismic Hazard Assessment (SHA) uit te voeren. Dit vereist wel additionele informatie vanuit het consortium zoals nauwgezette boortrajecten, die op dit moment nog niet bekend zijn. Aanvullend wordt geadviseerd middels vibroseis een extra lijn te schieten door de uiteindelijke doubletlocatie die relevante informatie toevoegt met name over de nabijheid van breuken. De kosten van deze aanvullende studies zijn van de orde van een paar honderdduizend euro.

De projectorganisatie heeft aangegeven geen aanvullende seismiek meer te willen uitvoeren, voornamelijk omdat vertraging kan leiden tot stopzetting zoals eerder is besproken. Deze attitude stuit echter op weinig begrip vanuit de bewonersverenigingen, ook al omdat er een innovatieve boortechniek wordt ingezet.¹⁶

Samenvatting en besluitvorming

Op basis van de huidige informatie kan geen (definitief) advies worden gegeven om als provincie de steun aan het project in te trekken. Enerzijds zijn er op basis van de RH DHV haalbaarheidsstudie, interne correspondentie en het PanTerra rapport geen significante effecten te verwachten, zeker niet na het nemen van mitigerende maatregelen, op de omgeving als het gaat om bijvoorbeeld geluid, oppervlaktetrillingen of schadelijke emissies naar lucht, bodem en water. Evenmin is de locatie van cultuurhistorisch belang. Anderzijds zijn deze wel te verwachten als het gaat om ecologie, omdat de locatie Hoek Zuidstede is bestempeld als ecologische verbindingsszone, alsmede als het gaat om bodembewegingen, omdat de analyse van PanTerra uitwijst dat de risico's op trillingen, bevingen en verzakkingen als gevolg van de (diepe) geothermie-operatie niet te verwaarlozen zijn.

Ook het belang voor de energietransitie is ambigu: enerzijds is het noodzakelijk dat er in de provincie enkele aardwarmteprojecten van de grond komen (i.e. om meer kennis over de diepe ondergrond te vergaren), anderzijds zijn er voor de gemeente Nieuwegein meerdere alternatieven de lokale warmtevoorziening te verduurzamen en zijn er binnen de provincie ook meerdere opsporingsvergunningen verleend op basis waarvan men eveneens boringen kan uitvoeren.

In de uiteindelijke afweging zijn de volgende observaties van doorslaggevend belang:

¹⁵ Deze risicomatrix is voor locatie Tramremise West. Risico's gerelateerd aan bevingen zijn echter niet afhankelijk van de locatie.

¹⁶ http://www.ban-groep.nl/Visie_aardwarmte_bewoners_230220.pdf

- De definitief geselecteerde locatie Hoek Zuidstede is relatief laat in de vierjarige zoektocht naar een geschikte locatie naar voren gekomen en er is nog weinig over bekend. De locatie is geselecteerd niet op basis van geschiktheid maar omdat de overige locaties technisch of financieel niet haalbaar zijn gebleken. Dit roept ook vragen op over het vervolgpotentieel binnen het door RH DHV onderzochte gebied terwijl het demonstreren van een portfolio van warmteputten juist een randvoorwaarde is voor de provinciale subsidie.
- Het is de vraag of het wenselijk is de eerste geothermieboring in de provincie uit te voeren op een locatie die door de projectontwikkelaar zelf op basis van geologische geschiktheid als 'oranje' is bestempeld en ook als zodanig hierover heeft gecommuniceerd.
- De partijen zijn op risico's lastig aanspreekbaar, en dekken zich misschien zelfs in. Dan heb je eigenlijk de vraag aan de orde of de provincie zich als risicodragers wil lenen. Is dat onze rol, ons belang? En waarom zou je het risico dan willen nemen in deze stedelijke omgeving? Locaties met een lager risicoprofiel zijn dan vanuit maatschappelijk wellicht beter.
- Aanvullend, omdat er in het geval van LEAN een specifieke BV (SPV LEAN) voor de boring wordt opgericht, is het niet mogelijk eventuele schade op deze BV te verhalen. Na faillissement is dit voor rekening van de eigenaar van de opsporingsvergunning¹⁷ tenzij er aanvullende garanties worden afgegeven door de aandeelhouders of het Rijk. EZK heeft weliswaar in een kamerbrief¹⁸ aangegeven aan een nadere vormgeving van het risicobeleid voor geothermie te werken, maar vooralsnog is er nog geen garantieregeling.¹⁹
- Wanneer er toch tot een start van de boring zou worden besloten, dan dienen er aanvullend duidelijke afspraken over monitoring en beheersing te worden gemaakt. Uiteindelijk zal de overheid worden aangesproken op haar controlerende macht.

Samengevat stelt de provincie voorwaarden aan de geselecteerde locatie Hoek Zuidstede met betrekking tot de boring naar aardwarmte. De provincie stelt zich op het standpunt dat zij niet verantwoordelijk is indien economische schade optreedt als gevolg van trillingen, bevingen of verzakkingen indien deze toe te rekenen zijn aan activiteiten die samenhangen met de door het consortium uitgevoerde boring. Wij verzoeken Warmtebron Utrecht dan ook opheldering te geven over de garanties / garantstellingen in deze.

Aanvullend verzoeken wij het consortium om haast te maken met:

- Het uitvoeren van de benodigde ecologische studies (Wnb) voor locatie Hoek Zuidstede.
- Het schieten van een seismische lijn over de (finale) doubletlocatie middels vibroseis-metingen.
- Het maken van werkafspraken met de provincie voor de komende maanden.
- Het verbreden van het zoekgebied naar delen binnen de opsporingsvergunning die tot nu toe nog niet of nog niet in detail onderzocht zijn met betrekking tot de geschiktheid voor een boring naar aardwarmte.

Omdat de leningen ad 300 k€ door de provincie reeds zijn uitbetaald, beschikt het consortium over de benodigde financiële middelen deze activiteiten uit te voeren.

¹⁷ De opsporingsvergunning staat op naam van ENGIE Energy Solutions BV.

¹⁸ <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2020/05/28/kamerbrief-over-voortgang-geothermie>

¹⁹ Zie bijvoorbeeld: <https://www.hortipoint.nl/vakbladvoordebloemisterij/limburgse-aardwarmtebron-failliet-sector-wil-garanties/> of <https://www.californie.nu/nieuws/clg-geothermie-bv-vraagt-faillissement-aan/110>

Bijlagen

1. Informatie voorgeschiedenis project LEAN

2017

Medio 2017 diende ENGIE zich aan om een tweetal aardwarmte-doubletten te realiseren (projecten LEAN en GOUD). Inmiddels hebben beide projecten zich verenigd tot Warmtebron Utrecht. Mei 2018 heeft ENGIE voor een groot opsporingsgebied rondom de gemeente Utrecht een opsporingsvergunning aardwarmte aangevraagd bij het bevoegd gezag (ministerie van EZK). Vervolgens is Warmtebron Utrecht met behulp van de volgende stappen tot een definitieve locatiekeuze gekomen:

Begin 2019

Op basis van een herinterpretatie van oude geologische onderzoeksgegevens is onderzocht waar in het opsporingsgebied op welke diepte potentieel geschikte aardlagen voor aardwarmte aanwezig zijn, wat de te verwachten temperatuur is van deze aardlagen en/of deze aardlagen breuken vertonen. April: De potentie van de ondergrond is vervolgens geprojecteerd op de ligging van het warmtenet van ENECO in Utrecht en Nieuwegein. Er is daarbij rekening gehouden met plekken waar de aardwarmte eenvoudig aan het warmtenet toegevoegd kan worden. De gebieden die door de provincie als grondwaterbeschermingszones zijn aangewezen zijn weggestreept, omdat in deze gebieden niet naar aardwarmte geboord mag worden. Nieuwegein Noord en Utrecht Zuid bleven toen over.

Mei-juni 2019

De gemeenten Utrecht en Nieuwegein en de provincie Utrecht zijn vervolgens betrokken geweest bij het zoeken van potentiële locaties die buiten de boringsvrije zones liggen en niet verontreinigd zijn en een grootte hebben van ongeveer een voetbalveld. Twaalf locaties bleven over.

Zomer 2019

Warmtebron Utrecht heeft deze zomer deze twaalf locaties beoordeeld op basis van:

- a. Aansluitbaarheid stadsverwarming;
- b. Afstand tot bebouwing;
- c. Bovengrondse ruimte;
- d. Afstand tot geologisch doel;
- e. Logistieke ruimte.

Op basis van deze analyse bleven drie locaties over. Een hiervan bevindt zich in de gemeente Utrecht en twee in de gemeente Nieuwegein. De gemeenten Utrecht en Nieuwegein en de provincie Utrecht zijn ambtelijk van deze analyse regelmatig op de hoogte gehouden.

Zomer-september 2019

Warmtebron Utrecht heeft de overgebleven drie locaties technisch en economisch beoordeeld en getoetst op onoverkomelijke belangenconflicten. Warmtebron Utrecht is tot de conclusie gekomen dat locatie Symphonielaan haar keuze wordt voor de proefboring. Eneco heeft echter aangegeven deze locatie te willen benutten voor de bouw van een warmtebuffer.

Januari 2020

Warmtebron heeft twee stakeholdersbijeenkomsten georganiseerd in Nieuwegein. Strekking was aangeven dat men van plan was aan de Symphonielaan de boring uit te voeren. De bouw van de warmtebuffer is niet besproken.

Medio 2020

Begin 2020 heeft Warmtebron een nieuw locatieonderzoek gestart. Het onderzoek wordt uitgevoerd door bureau RH DHV. Als tussenresultaat zijn in en rondom Nieuwegein vijf locaties geselecteerd waaronder de Symphonielaan, Tramremise West, Galecopperwetering, Nedereindseweg en Hoek Zuidstede.

Najaar 2020

Het consortium laat weten dat drie van de vijf locaties definitief zijn afgefallen. Er resteren de locatie Tramremise West (N3a, in eigendom van de provincie) en de locatie Hoek Zuidstede (N11, in eigendom van de gemeente). De provincie start een onderzoek naar de effecten van trillingen en bevingen op de traminfrastructuur voor deze vijf locaties met de nadruk op N3a.

November 2020

De locatie Tramremise West valt definitief af: er blijken geen mogelijkheden te zijn de extra kosten van de benodigde warmteleiding van N3a naar het warmtenet terug te verdienen. Evenmin zijn er subsidiemogelijkheden hiertoe. Als enige blijft locatie N11 over. Warmtebron verzoekt de gemeente Nieuwegein schriftelijk de locatie ter

beschikking te stellen voor aardwarmte, toestemming om de vergunningaanvraag te starten alsmede de onderhandelingen over de huurovereenkomst. Ook wil het consortium toegang tot de locatie voor een aantal onderzoeken (bepalen samenstelling van de bodem, archeologie, grondwaterstand, etc.). De keuze voor N11 is vooralsnog vertrouwelijk.

December 2020

De provincie besluit eind december het restant van de renteloze lening van 300 k€ als voorschot uit te betalen.

Januari 2021

De definitieve locatiekeuze Hoek Zuidstede (N11) wordt begin januari door Warmtebron en de gemeente Nieuwegein middels een persbericht openbaar gemaakt. De omwonenden worden met een brief in kennis gesteld.

Januari-februari 2021 (verwacht)

De raad van de gemeente Nieuwegein stelt eind januari naar verwachting een afwegingskader vast voor aardwarmteprojecten. Onderdeel hiervan zou kunnen zijn dat aardwarmteprojecten niet gerealiseerd mogen worden binnen een bepaalde afstand van de gebouwde omgeving.

Februari 2021 (verwacht)

Februari 2021 (verwacht)

De aandeelhouders van LEAN nemen eind februari een beslissing over de voortzetting van het project.

Mei 2021 (verwacht)

De raad van de gemeente Nieuwegein beslist op basis van het vastgestelde afwegingskader over het verzoek locatie N11 ter beschikking te stellen voor de boring, het bestemmingsplan te wijzigen en een huurovereenkomst op te stellen.