

---

# Corio Glana HL 20, Fase 2 te Sittard

Naar: Waterschap Limburg, Gemeente Sittard-Geleen, ViForis

CC: -

Van: Fugro

Datum: 10 November 2022

Ref nr.: 6422-220114.M01 (versie 2.0)

Onderwerp: Second opinion geohydrologisch onderzoek Corio Glana HL 20, Fase 2 te Sittard

Door Waterschap Limburg, de gemeente Sittard-Geleen en Provincie Limburg wordt onder de noemer Corio Glana de Geleenbeek heringericht. Voor fase 2 van dit project is door Geonius een effectenbeschouwing uitgebracht, waarin de effecten van de herinrichting op de omgeving zijn gepresenteerd. Op uw verzoek wordt in de deze memo een second opinion uitgevoerd op deze rapportage. Daarnaast wordt tevens ingegaan op vragen van de bewoners van de Parklaan 15, 27, 29, 31 en 33.

## Versiebeheer

De onderhavige versie van de memo betreft versie 2.0. Een overzicht van de eerdere versies alsmede de voorliggende versie zijn weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1: Versiebeheer

Versie	Datum	
0.1	25-10-2022	Eerste versie
1.0	07-11-2022	Archiefonderzoek toegevoegd, opmerkingen uit overleg met Projectteam/Geonius (25-10-2022) meegenomen
2.0	10-11-2022	Opmerkingen projectteam verwerkt en rapportage v3.0 Geonius beschouwd

## Archiefonderzoek

Door Fugro is een archiefonderzoek uitgevoerd naar de funderingswijze van de bebouwing langs de Geleenbeek. De resultaten zijn bijgevoegd als bijlage.

## Rapportage Geonius

Het door Geonius uitgebrachte onderzoek (Geohydrologische effecten Corio Glana HL20 fase 2) bestaat uit een grondonderzoek, een geohydrologisch modelonderzoek, en geotechnische berekeningen (zettingen en taludstabiliteit). Het doel van de rapportage is om inzicht te verkrijgen in de mogelijke verandering van de grondwaterstand en eventuele effecten hiervan op de omgeving te identificeren.

Door de opdrachtgever zijn in de initiële fase 2 versies van de rapportage aangeleverd, namelijk een conceptrapportage (GC180167.R02, versie 0.5, d.d. 29-06-2022) en een definitief rapport (GC180167.R02, versie 1.0, d.d. 30-09-2022). Ten opzichte van de conceptversie zijn in de definitieve versie door Geonius aanvullende handboringen toegevoegd en zijn enkele beperkingen en vervolgstappen van het onderzoek geïdentificeerd. Op basis van deze stukken zijn versie 0.1 en 1.0 gebaseerd van deze memo.

Na het overleg van 25-10-2022 met het projectteam en Geonius, is door Geonius een nieuwe versie uitgebracht waarin een aantal aanpassingen zijn doorgevoerd (GC180167.R02, versie 3.0, d.d. 03-11-2022). De voorliggende memo is gebaseerd op deze versie van het geohydrologisch rapport.

In Figuur 1 is het projectgebied weergegeven van de beek langs de Parklaan, tussen de Agricolastraat en de Brandstraat.



Figuur 1: Situatie Parklaan met woningen

## Vragen bewoners Parklaan

Door de bewoners van de Parklaan zijn een aantal vragen gesteld over de werkzaamheden aan Fugro. Deze zijn hieronder geparafraseerd:

1. Hoe verandert de waterhuishouding in de percelen van de woningen door het weghalen van de betonnen bak en welke invloed heeft dit invloed op de stabiliteit van de woningen? Onder deze vraag hangen meerdere sub-vragen zoals:
  - a. op welke hoogte en op welke wijze kan de waterhuishouding zo nodig beheerst worden;

- b. zijn de bodemmonsters in het eerdere onderzoek op de goede plek genomen; hoe reageert de grond in droge en in natte periodes (beide kunnen invloed hebben op de stabiliteit);
    - c. welke hoogte en waterdoordringbaarheid van een wal is nodig?
  2. In hoeverre is (a) het slopen van de betonnen bak (trillingen) en (b) het afgraven van een deel van de tuin een risico op scheuren en instabiliteit?
  3. Hoe kan tijdens de werkzaamheden de overlast tot een minimum beperkt worden? Zijn er adviezen met betrekking tot de uitvoering om trillingen te voorkomen en kan monitoring bijdragen aan een veilige uitvoering?

Op 27 september 2022 heeft een overleg plaats gevonden waarbij de bewoner van de Parklaan 27 (dhr. Hobma) namens de bewoners in de Parklaan de vragen nader toe heeft kunnen lichten aan Fugro. Daarnaast is door de bewoners aangegeven dat er reeds ongelijkmatige verzakkingen bij enkele woningen opgetreden zijn met plaatselijk enkele scheuren in het metselwerk. Verder is meegegeven dat de woningen ondiepe funderingen hebben op vermoedelijk diepe putringen en aanbouwen op ondiepe strookfunderingen zijn gerealiseerd.

In deze memo zal naast het uitvoeren van een algemene second opinion ook een antwoord worden toegedicht op deze vragen van de bewoners. Voor de trillingsaspecten (vraag 2a, en 3 (gedeeltelijk)) wordt parallel aan deze memo een trillingsrisicoanalyse uitgevoerd door Fugro (rapportnummer 6422-220114-64-R01, d.d. 14-10-2022).

## Grondonderzoek en monitoring grondwaterstanden

### Inhoud rapportage Geonius

Het door Geonius uitgevoerde grondonderzoek heeft bestaan uit 23 slagsonderingen en 21 handboringen, waarbij een groot deel van de handboringen in de percelen van de naastgelegen bebouwing aan de Parklaan is gemaakt. Voorts is sinds juni 2021 in 5 geplaatste peilbuizen de grondwaterstand gemonitord voor de projectfase, en zijn 17 doorlatendheidsmetingen uitgevoerd van verschillende dieptes.

### Reactie Fugro

Om een inschatting van de geohydrologische situatie en de risico's voor de bebouwing in te schatten is het van belang dat er voldoende onderzoekspunten zijn over het projectgebied, en dat er voldoende bodeminformatie is nabij de panden. Met het uitgevoerde grondonderzoek, de doorlatendheidsmetingen en de grondwaterstandsmetingen wordt aan beide voorwaarden voldaan.

## Geohydrologische berekeningen

### Bepalen Gemiddeld Lage Grondwaterstand (GLG)

#### Inhoud rapportage Geonius

Door Geonius wordt geconstateerd dat de meetreeksen van de grondwaterstanden (sinds juni 2021) te kort zijn om de GLG te kunnen benaderen. Om een GLG te bepalen wordt daarom de laagste waarde van een al eerder aangebrachte peilbuis aan de zuidzijde van het projectgebied met data

sinds 2019 gebruikt als uitgangspunt. Waarbij aan de hand van deze waarde voor de verschillende peilbuizen op de aanname dat de overige peilbuizen een soortgelijk gedrag vertonen, de GLG wordt herleid. De resulterende GLG's zijn daarnaast vergeleken met gley-verschijnselen in boringen en een historische meetreeks van het Waterschap.

### Reactie Fugro

Op basis van de beschrijving van het bepalen van de GLG in de rapportage zijn de volgende opmerkingen geformuleerd door Fugro:

- De meetreeksen zijn niet bijgevoegd in de rapportage, waardoor deze niet gecontroleerd kunnen worden;
- De aanpak waarbij de laagste waarde van een peilbuis met 3 à 4 jaar aan data wordt vergeleken met de peilbuizen nabij het projectgebied met een kortere reeks, wordt door Fugro bij gebrek aan verdere metingen tot een redelijke inschatting van de GLG beschouwd en voor nu tot de best mogelijke methode.

### Modelberekening

#### Inhoud rapportage Geonius

Voor de geohydrologische berekeningen zijn op basis van de doorlatendheidsmetingen parameters gekozen. Hierbij is door Geonius opgemerkt dat de gemeten doorlatendheden in de zandgrindlaag relatief laag zijn. Op basis van REGIS en doorlatendheidsmetingen uit eerdere fases is een grotere doorlatendheid gekozen voor het uitvoeren van de modelberekeningen. Verder wordt door Geonius opgemerkt dat de beek lokaal de leemlaag zal doorsnijden. In de berekening is de drainageweerstand over het gehele beschouwde beektracé verwaarloosd. Het lage waterniveau in de beek wordt gelijkgesteld aan de ontwerphoogte van de beekbodem.

In het rapport zijn de verlagingen van de GLG gepresenteerd op een kaart, waarbij de 0,05 m-contour als afperking van het gebied waar effecten kunnen optreden als grens is gebruikt. In het grootste deel van het projectgebied worden verlagingen van de GLG berekend, met in een beperkt gebied aan de noordzijde beperkte verhogingen. Er wordt door Geonius opgemerkt dat er geen stijgingen worden verwacht van de gemiddelde hoge grondwaterstand (GHG).

### Reactie Fugro

Op basis van de beschrijving van het geohydrologische modelberekeningen zijn de volgende opmerkingen geformuleerd door Fugro:

- Beide aannames met betrekking tot de bodemparameters zijn conservatief en worden daarmee door Fugro als een goede insteek voor de berekeningen beschouwd. Voor de doorlatendheid van de topleemlaag en de zandgrindlaag is een bandbreedte aan doorlatendheden gepresenteerd. Door Geonius is in de reactie verduidelijkt dat de variatie gebaseerd is op de aangetroffen diktes van de watervoerende lagen. Het is Fugro niet duidelijk hoe dit vertaald is naar de modellering;
- Door het doorsnijden van de leemlaag zou het voor kunnen komen dat het waterniveau daalt tot onder het ontwerpniveau van de beekbodem. Ook wanneer in de huidige situatie altijd water

aanwezig is, kan door toenemende wegzijging naar het grind (door het (deels) verwijderen van de leemlaag) de waterstand verder dalen door een afname of volledige verwijdering van de bodemweerstand. Dit aspect is niet nader beschouwd door Geonius, en kan leiden tot grotere GLG-dalingen. Dit speelt op plaatsen waar de stijghoogte in het grindpakket lager is dan het beekpeil (het noordelijke deel). Geonius heeft aangegeven dat ze daar meer aanvulling naar het grondwater, en dus een hogere GLG verwachten. In hun rapportage dient nader te worden uiteengezet of dit tot een verminderde waterbeschikbaarheid van de beek kan leiden;

- Het vorige punt kan leiden tot (periodiek) minder waterbeschikbaarheid in de beek (met als uiterste het (periodiek) droogvallen van de beek) met mogelijk ecologische gevolgen;
- Het vorige punt kan leiden tot hogere stijghoogten in het grind, waardoor wateroverlast kan ontstaan. Ook op plekken in de omgeving waar de grindlaag dichter aan maaiveld voorkomt. Door Geonius is in hun reactie aangegeven dat dit met het aangetroffen grondwaterregime geen risico is. Dit dient nader in hun rapportage te worden verwerkt;
- Tevens is het ook mogelijk dat de freatische (ondiepe) (schijn)grondwaterstanden zullen dalen (na een periode van neerslag), omdat in de huidige situatie de betonnen goot een barrière vormt voor afstroming van grondwater naar de beek. Als deze wordt vervangen voor een "open" oever (talud of waterdoorlatende beschoeiing) kan het regenwater afstromen naar de beek en worden afgevoerd, waardoor er mogelijk minder water beschikbaar is voor beplanting en groen in tuinen en de bomen aan de straatzijde. Geonius heeft in hun reactie aangegeven dat de rand van de bak op ca. 1,5 m-mv van de tuin ligt, waardoor dit effect zeer beperkt zou zijn. Zekerheidshalve wordt geadviseerd de stapelstenen wand tot een vergelijkbare hoogte ondoorlatend te maken als de bestaande betonnen bak.

## Geotechnische berekeningen

### Zettingen door dalingen GLG

#### Inhoud rapportage Geonius

Op basis van de verwachte GLG-dalingen (van 0,10 m tot maximaal 0,40 m) zijn door Geonius zettingsberekeningen gemaakt volgens de methode NEN-Bjerrum. Per woonadres (huisnr.) is een maatgevende bodemopbouw bepaald (deze zijn afgeleid uit de uitgevoerde handboringen en slagsonderingen). Voor de zettingsberekeningen is van een funderingsniveau uitgegaan van 0,6 m-mv en is een funderingsdruk van 120 kN/m<sup>2</sup> aangehouden. Door de geringe toename van korrelspanning door de verlaging van de GLG-grondwaterstand ten opzichte van de aangehouden funderingsdruk, worden volgens Geonius geringe zettingen berekend van 0 tot 1 mm. Echter in de als bijlage toegevoegde zettingsberekening (voor Kleine Steeg 13) is een zetting berekend van 65 mm (inclusief achtergrondzetting). In versie 3.0 is aanvullend door Geonius een (verschil)zettingsberekening uitgevoerd voor de Parklaan 13, waar de maatgevende verschillen in funderingsniveaus zijn aangetroffen bij het funderingsonderzoek. Hieruit volgt een verschilzetting van 1 mm.

Desondanks merkt Geonius sinds versie 3.0 op dat niet valt uit te sluiten dat recent (< 30 jaar) gerealiseerde uitbreidingen/aanbouwen niet nog restzettingen ondervinden, waardoor verschilmetingen ontstaan met de hoofdbebouwing. De huidige schades worden gewijld aan zettingen

als het gevolg van de peilverlaging in de jaren 60, en zetting als gevolg van de funderingsdruk op ondiepe cohesieve (slappe) lagen.

Aangegeven wordt dat de huidige GLG grotendeels onder de zettingsgevoelige lagen ligt, waardoor een verdere grondwaterstandsverlaging in weinig aanvullende zettingen resulteert. Verdere oxidatie van (al droog staande) veenresten, en nog niet volledig opgetreden zettingen van de bestaande bouw, kunnen wel leiden tot een toename van de bestaande schades. De reststerkte wordt gezien de bestaande schades beperkt geacht.

### Reactie Fugro

Op basis van de uitgevoerde beschouwing van de zettingen zijn door Fugro de volgende opmerkingen geformuleerd:

Het risico op schade aan woningen langs de beek is, naast de bodemopbouw, afhankelijk van de constructie en funderingen. Het hanteren van een ondiep funderingsniveau is in principe een conservatief uitgangspunt. In de eerdere versies van het rapport van Geonius is geen rekening gehouden met het eventueel optreden van verschrompingszakkingen van de bebouwing.

Op basis van het archiefonderzoek naar de funderingen blijkt dat de woningen vermoedelijk op relatief diepe puttenfunderingen zijn gebouwd en dat de kelders en aanbouwen aan de woningen hoger zijn aangelegd, waardoor risico op geringe toename van scheuren en verzakking niet kan worden uitgesloten. Door bewoners is reeds aangegeven dat er scheurvorming in het metselwerk aanwezig is bij meerdere gebouwen, wat duidt op zettingsgevoeligheid van in ieder geval een deel van de funderingen. Deze combinatie van funderingen vergroot het risico op schade met name nabij de aansluiting van de aanbouw op de woning.

In versie 3.0 is door Geonius een aanvullende berekening uitgevoerd voor de Parklaan 13, waar grote verschillen in funderingsniveaus zijn gebleken uit het archiefonderzoek. In de berekening is een gelijke funderingsdruk aangehouden voor de aanbouw, en de hoofdbebouwing. Een kleinere funderingsdruk voor de aanbouw zou theoretisch kunnen leiden tot grotere zettingen. Deze zullen (rekenkundig) echter beperkt blijven, door de constatering dat de slappe lagen zich reeds boven de GLG bevinden.

De verwachting van Geonius dat toekomstige zettingen/scheurvorming niet kunnen worden uitgesloten in de toekomst, wordt onderstreept door Fugro. Een geringe toename van scheuren kan veroorzaakt worden door de genoemde redenen door Geonius (veenoxidatie en nazakking van bestaande fundering op slappe lagen). Daarnaast kan ook niet geheel worden uitgesloten dat lokaal ook ondieper slappe lagen onder de huidige GLG aanwezig zijn, waardoor door een daling van de GLG na de sloop van de betonnen goot in de Geleenbeek, maar ook na een periode van langdurige droogte (met behoud van de betonnen goot) toch zakkingen kunnen optreden.

## Taludstabiliteit en stapelmuur

### Inhoud rapportage Geonius

In het hoofdstuk van het rapport met de taludstabiliteit zijn berekeningen uitgevoerd bij de Parklaan 31 en 33, omdat hier extra grond is aangebracht in de voortuinen, in het verleden. Verder wordt door Geonius opgemerkt dat het ontwerp voor de westoever (zijde voortuinen) inmiddels gewijzigd is. Hier wordt nu een muur van stapelstenen voorzien in plaats van een talud.

### Reactie Fugro

De stabiliteit van de oevers (met de muur van stapelstenen) dient getoetst te worden aan het meest recente ontwerp. De opbouw en aanlegniveau van de stapelmuur met steunberen is niet bekend. Risico op verlies van stabiliteit van de woningen is niet aan de orde, maar wel een gering risico op verlies van stabiliteit van de stapelmuren langs de Geleenbeek;

## Conclusie en aanbevelingen

### Inhoud rapportage Geonius

In versie 3.0 van het rapport van Geonius worden de volgende conclusies getrokken en aanbevelingen gedaan:

- De waterdichtheid van het noordelijk deel van de bestaande u-bak dient te worden geverifieerd. Als deze in de huidige situatie draineert, kan een nieuwe u-bak resulteren in een verhoging van de grondwaterstand;
- Aanbevolen wordt een bouwkundige vooropname uit te voeren binnen de risicocontour (de 5 cm-contour in de afbeelding met de modelresultaten);
- Minimaal bij kwetsbare panden (met bestaande schades) een nulmeting en monitoring middels zettingsbouten (deformatiemetingen) en peilbuizen uit te voeren;
- De taludstabiliteit met de stapelstenen dient nader te worden beschouwd;
- De status van de geïnventariseerde verontreinigingen dient te worden vastgesteld en de risico's op verspreiding van eventuele verontreinigingen dient te worden getoetst.

Als mitigerende maatregel wordt een kleibekleding aangedragen, waarbij tevens wordt opgemerkt dat ook de bodem van de bestaande betonnen bak gehandhaafd kan worden om hetzelfde effect te verkrijgen.

### Reactie Fugro

De constatering van Geonius dat aanvullende zakking en/of scheurvorming in de toekomst niet kan worden uitgesloten, ondanks de beperkt berekende zettingen, wordt gedeeld door de Fugro. Dit hoeft niet per se het resultaat te zijn van het verwijderen van de beekbodem, maar kan ook het gevolg zijn van aanhoudende droogte, oxidatie van veenresten of nazakking van de fundering door ondiepe slappe lagen.

Om schade als gevolg van het verwijderen van de beekbodem te voorkomen, adviseren wij de bestaande betonnen bodem te handhaven (voor zover mogelijk) en de uitbreiding van de Geleenbeek

uit te voeren met een ondoorlatende laag (van beton of gerijpte klei). Door de weerstand van de betonnen bak en/of een kleilaag wordt voorkomen dat de beek een directe verbinding vormt met het grindpakket, en de grondwaterstand nabij de woningen kan beïnvloeden. Het toepassen van een onderafdichting voorkomt tevens dat beekwater wegzijgt en de waterbeschikbaarheid stroomafwaarts vermindert. De verticale stabiliteit van de kleilaag tegenover de waterdruk in de grindlaag, zoals Geonius ook opmerkt, maar ook die van de betonbodem dient te worden gegarandeerd in de nadere uitwerking.

Om een vergrote freatische (ondiepe) afstroom met mogelijk verdroging tot gevolg te voorkomen, wordt zekerheidshalve geadviseerd de stapelstenen wand tot een vergelijkbare hoogte ondoorlatend te maken als de bestaande betonnen bak. Aan de straatzijde zullen de gevolgen hiervan kleiner zijn. Enkel voor de bomen zou een vergrote ondiepe afstroom, kunnen leiden tot een verminderde waterbeschikbaarheid in de zomer.

Eventuele risico op schade door sloop van de betonnen goot, zou in de praktijk voorkomen moeten kunnen worden door een behoedzame uitvoering.

### **Verwijderen bestaande beekbodem**

Indien toch gekozen wordt voor het verwijderen van de beekbodem, dient aan de hand van de bouwkundige vooropnames, zoals Geonius aanbeveelt, een monitoringsplan te worden opgesteld voor de monitoring van de hoogteligging en eventueel grondwaterstandsmetingen. Hiervoor dient nader een plan uitgewerkt te worden.

Door het doorsnijden van de leemlaag zou het voor kunnen voorkomen dat beekwater wegzijgt naar het grindpakket. Ook wanneer in de huidige situatie altijd water aanwezig is, kan door toenemende wegzijging naar het grind (door het (deels) verwijderen van de leemlaag) de waterstand verder dalen door een afname of volledige verwijdering van de bodemweerstand. Dit speelt op plaatsen waar de stijghoogte in het grindpakket lager is dan het beekpeil (het noordelijke deel). Dit kan leiden tot een verminderde waterbeschikbaarheid voor de beek stroomafwaarts.

Tenslotte moet ook het risico op erosie van leemgrond tijdens piekafvoeren worden beschouwd, omdat na perioden van intensieve en langdurige neerslag een turbulente stroming met hoge waterstand in de Geleenbeek kan optreden (erosie of uitspoeling van leem is dan een reëel risico). Door het projectteam is aangegeven dat dit risico geïdentificeerd is, maar de exacte oplossingsrichting hiervoor nog gekozen dient te worden.



## Bijlage: Samenvatting Archiefonderzoek Fugro

Origineel gebouw: poeren en stroken op verschillende constructieniveau's (t.o.v. PEIL onbekend).  
Aangebouwde appartementen op palen (Avegaar rond 550). Aangebouwde garages Poeren 1,07 m - PEIL.

Parklaan 13

Parklaan 15  
Funderingsniveau 1,5 m - PEIL  
Keldervloer 2,05 m - PEIL

Parklaan 25  
Funderingsniveau  
2,38 m - PEIL

Parklaan 27  
Keldervloer 2,2, - 2,4 m - PEIL  
Poeren 4,8 m - PEIL

Parklaan 29  
Poeren 3,  
5 m - PEIL

Parklaan 31  
Funderingsniveau poeren onbekend  
Keldervloer 2,4 m - PEIL

Parklaan 33  
Funderingsniveau poeren onbekend  
Keldervloer 2,4 m - PEIL

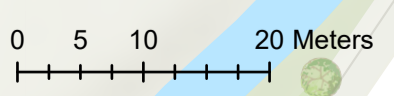
De Hoefer

Parklaan

Beukenlaan

Parklaan

Parklaan



Sources: Esri, Airbus DS, USGS, NGA, NASA, CGIAR, N Robinson, NCEAS, NLS, OS, NMA, Geodatastyrelsen, Rijkswaterstaat, GSA, Geoland, FEMA, Intermap and the GIS user community; Esri Community Maps Contributors, Kadaster, Esri, HERE, Garmin, Foursquare, GeoTechnologies, Inc, METI/NASA, USGS