

Second opinion monitoring 5 Rijkswaterstaats-werken waarin TGG is toegepast

16 mei 2023

Kenmerk R002-1285649MLX-V03-baw-NL

Verantwoording

Titel	Second opinion monitoring 5 Rijkswaterstaats-werken waarin TGG is toegepast
Opdrachtgever	Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving
Projectleider	Martijn Mekkink
Auteur(s)	Marian Langevoort (TAUW), Mark in ’t Veld (TAUW), Wouter van der Star (Deltares), Gijs van Dijk (B-WARE)
Projectnummer	1285649
Aantal pagina’s	26
Datum	16 mei 2023
Handtekening	Ontbreekt in verband met digitale verwerking. Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven.

Colofon

TAUW bv
Handelskade 37
Postbus 133
7400 AC Deventer
T +31 57 06 99 91 1
E info.deventer@tauw.com

Inhoud

1 Inleiding 4
2 Beoordeling methodiek 5
3 Beschouwing resultaten 7
3.1 Algemene eigenschappen van TGG 7
3.2 Gehanteerde methodiek bij beschouwing resultaten 9
3.3 Locatie specifieke beschouwing 10
3.3.1 A4 Omlegging Steenbergen 11
3.3.2 A5 Westrandweg Amsterdam 14
3.3.3 Kleine Zaag Krimpen a/d Lek 17
3.3.4 A2 Rondweg Den Bosch 18
3.3.5 A7 Hoorn 20
3.4 Samenvattende conclusie 22
4 Aanbevelingen functioneren en gebruik meetnet 24
4.1 Bron-pad-object benadering 24
4.2 Locatie specifieke aanbevelingen 25
4.3 Aanbevelingen voor vervolgmonitoring op locaties met verhoogd risico op effect TGG op de omgeving 26

Bijlage 1 Luchtfoto ter illustratie van A4 Steenbergen Zeelandweg-Oost en De Kleine Zaag tijdens de aanleg
Bijlage 2 Aanbevelingen Witteveen+Bos met kanttekeningen

1 Inleiding

Door Rijkswaterstaat is in 2017 een overzicht gemaakt in welke Rijkswaterstaats(RWS)-werken er mogelijk Thermisch Gereinigde Grond (TGG) is toegepast. In 2018 en 2019 heeft TAUW een inventariserend onderzoek[1] uitgevoerd, waarin informatie over de verschillende RWS-werken met TGG-toepassingen is verzameld. Daarnaast is een methode (Multi-Criteria Analyse) ontwikkeld, om per Rijkswaterstaatswerk de kans op mogelijke milieu- en civieltechnische effecten eenduidig en navolgbaar te kunnen beoordelen. Van alle bekende RWS-werken waarin TGG is toegepast én waar voldoende informatie van achterhaald kon worden, is de Multi-Criteria Analyse op uitgevoerd. Dit heeft geresulteerd in een rangorde, waarin de RWS-werken met de hoogste score de grootste kans op effecten hebben op grond van de aanwezige informatie en inschatting. Om na te gaan of daadwerkelijke effecten optreden ten gevolge van de aanwezigheid van de toegepaste TGG, is het nodig in het veld controleonderzoek uit te voeren. In eerste instantie richt het onderzoek zich op de top-5 van RWS-werken waar de grootste kans op effecten verwacht werd. Daarbij wordt hoofdzakelijk naar de eventuele effecten van verspreiding van stoffen uit de TGG naar het grond- en oppervlaktewater gekeken. Voor deze 5 RWS-werken zijn monitoringsplannen[2] opgesteld.

Doel van de monitoring is op 5 geselecteerde RWS-werken door periodieke monitoring verspreid over 2021 te controleren of er sprake is van een beïnvloeding van de milieuhygiënische kwaliteit van het grondwater en/of oppervlaktewater die gerelateerd kan worden aan de TGG-toepassing.

De monitoring van 5 RWS-werken waarin TGG is toegepast is uitgevoerd door Witteveen+Bos. In opdracht van Rijkswaterstaat is deze review opgesteld. Deze review richt zich op de rapportage ‘Monitoring van 5 Rijkswaterstaatswerken waarin TGG is toegepast’ van Witteveen + Bos met referentie 123017-018.736 d.d. 22 december 2022. De review is gezamenlijk uitgevoerd door TAUW, Deltares en B-WARE.

Leeswijzer
In hoofdstuk 2 is een beoordeling opgenomen van de door Witteveen+Bos gehanteerde methodiek. In hoofdstuk 3 is een beschouwing opgenomen van de gegenereerde monitoringsgegevens. Onderdeel van deze beschouwing is een locatie specifieke beoordeling of invloed van TGG op de omliggende grond- en oppervlaktewaterkwaliteit zichtbaar is. In hoofdstuk 4 zijn aanbevelingen opgenomen over het functioneren en gebruik van de meetnetten.

[1] Inventariserend onderzoek Thermisch Gereinigde Grond in Rijkswaterstaatwerken, TAUW, kenmerk R003-1248710RCT-V02-nij-NL d.d. 29 mei 2019
[2] Monitoringsplan 5 Rijkswaterstaatswerken waarin TGG is toegepast, TAUW, kenmerk: R004-1275550EWC-V03-sal-NL, d.d. 9 september 2020

2 Beoordeling methodiek

Wij hebben ons voor de review gebaseerd op de omschrijving van de gewenste toetsing van de monitoringsresultaten zoals opgenomen in het monitoringsplan[2]. In het monitoringsplan is aangegeven dat er 4 rondes van monitoring per werk moeten plaatsvinden, en dat de monitoringsresultaten worden getoetst door:

1. Beoordeling ten opzichte van vastgestelde wettelijke normen
2. Beoordeling van de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater ten opzichte van de kwaliteit van het grondwater/oppervlaktewater ter plaatse van de referentie
3. Beoordeling van de effecten op de omgeving (bron-pad-object)

In het monitoringsplan is aangegeven dat bij de beoordeling of de aangetroffen kwaliteit en effecten een gevolg zijn van de aanwezigheid van de TGG, in ogenschouw moet worden genomen dat bij alle locaties met wegen de kwaliteit van het afstromende hemelwater is beïnvloed door het gebruik van de wegen. Daarnaast is het mogelijk dat ter plaatse van landbouwgebied verhoogde uitloging aan metalen kan plaatsvinden. Er moet kortom een locatie specifieke beoordeling van de resultaten worden gemaakt.

Ad 1: Beoordeling ten opzichte van vastgestelde wettelijke normen
De toetsing aan de vastgestelde wettelijke normen voor grond- en oppervlaktewater is door Witteveen+Bos uitgevoerd. Naast wettelijke normen is ook getoetst aan gebruiksnormen (veedrenking). De toetsing op de wettelijk vastgestelde normen is naar onze mening juist uitgevoerd.

Ad 2: Beoordeling van de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater ten opzichte van de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater ter plaatse van de referentie
De vergelijking met de referentie is door Witteveen+Bos uitgevoerd op basis van maximale waarden die in de meetreeks zijn aangetroffen voor de onderzochte stoffen. De argumentatie daarbij is dat daarmee onderschatting van eventuele aan TGG te relateren effecten naar de omgeving wordt voorkomen.
Wij zijn het niet eens met deze keuze. In vrijwel elk onderzoek en meetreeks bij monitoring is sprake van incidentele verhoogde metingen. Juist meerdere metingen leveren een goed beeld op van de situatie en variatie ter plekke, en kunnen eventuele uitschieters in perspectief zetten. Door slechts te kiezen voor een toetsing op maximale concentraties wordt de beoordeling feitelijk uitgevoerd op basis van extremen, die juist ook ‘uitbijters’ zouden kunnen zijn. Bij een uitgebreide meetreeks zou een statische beoordeling voor de hand liggen.

Als daarvoor nog te weinig gegevens voor handen zijn is een toetsing op gemiddelden of mediaan-waarden gebruikelijk, of een analyse waarbij zowel naar maximumwaarden als de gemiddelden of mediaan wordt gekeken.
De argumentatie dat onderschatting moet worden voorkomen is ons inziens niet volledig. Ook overschatting moet worden voorkomen.

Wij constateren dat er niet locatie specifiek is beoordeeld of de gevonden concentraties in verband kunnen worden gebracht met de toepassing van TGG. Bij de beoordeling van de resultaten is vrijwel geen gebruik gemaakt van de voorinformatie die in het monitoringsplan van de betreffende locatie is opgenomen. Er is geen uitspraak gedaan in hoeverre op basis van de plaatsing van de meetpunten en de gemeten stijghoogten van het grondwater sprake kan zijn van beïnvloeding door de toepassing van TGG. Er is bij de vergelijking nauwelijks gekeken naar de stoffen die specifiek kunnen duiden op beïnvloeding door de toepassing van TGG. Ook is niet beoordeeld of vermeld in hoeverre de gevonden concentraties mogelijkerwijs zijn te relateren aan andere bronnen (bijvoorbeeld afstromende wegwater, toepassingen van andere bouwstoffen in het weglichaam zoals AEC-bodemassen of bronnen uit landbouw).

Bij veel locaties wordt uiteindelijk op basis van de vergelijking aan de hand van de maximale waarden de conclusies getrokken dat "*op basis van de afwijkende samenstelling van het grond- en oppervlaktewater ten opzichte van de referentie verspreiding van de stoffen vanuit de TGG-toepassing niet kan worden uitgesloten*". Dit is een conclusie die niet past bij de opzet en doel van de monitoring en die bij snelle lezing gemakkelijk verkeerd kan worden geïnterpreteerd. Om verspreiding van stoffen uit de TGG-toepassing uit te kunnen sluiten is een veel intensiever onderzoeksopzet nodig. Doel van dit onderzoek is zoals in de inleiding is benoemd om "*te controleren of sprake is van een beïnvloeding van de milieuhygiënische kwaliteit van het grondwater en/of oppervlaktewater die gerelateerd kan worden aan de TGG-toepassing".* De conclusie die bij deze doelstelling hoort is dat een beïnvloeding vanuit de TGG-toepassing op basis van de beschikbare meetresultaten al of niet is aangetoond.

Naar onze mening is op basis van de beschikbare resultaten een eerste locatie specifieke beoordeling wel degelijk te maken. Wij komen hier in ons volgende hoofdstuk bij de nadere beschouwing van de resultaten verder op terug.

Ad 3: Beoordeling van de effecten op de omgeving (bron-pad-object)
Deze beoordeling is door Witteveen+Bos niet uitgevoerd. De bron is slechts beperkt bekend (en niet geanalyseerd): het is immers niet altijd duidelijk waar de TGG precies ligt en soms zelfs óf TGG daadwerkelijk aanwezig is. Het pad is niet goed geïdentificeerd, omdat de lokale hydrologie in de schematische weergaven (CSM) slechts heel beperkt is weer gegeven. Tot slot zijn de (kwetsbare) objecten niet gedefinieerd, er is geen analyse gemaakt van het gebruik van de bodem, grondwater en oppervlaktewater in de omgeving.

3 Beschouwing resultaten

3.1 Algemene eigenschappen van TGG

Thermisch Gereinigde Grond (TGG) is grond die verhit is om het te ontdoen van voornamelijk organische verontreinigingen (zoals benzeen en PAK's). Daarbij veranderen de fysische eigenschappen en gaat het organische stofgehalte omlaag. Andere bodemeigenschappen veranderen niet of in veel minderen mate: de meeste zware metalen (met uitzondering van kwik) worden door verhitting niet verwijderd. De variatie in deze stoffen verschilt -net als bij niet gereinigde grond- van partij tot partij.

Vanuit de TGG kan uitloging plaatsvinden naar de omgeving. Dit vindt met name plaats indien het materiaal zich onder de grondwaterspiegel bevindt ofwel onder invloed van neerslag staat. Indien de TGG wordt omgeven door goed doorlatend grondtypes (zoals zand) verhoogt dit de kans op uitloging naar de omgeving. Of stoffen die in de TGG aanwezig zijn ook daadwerkelijk uitlogen, is stofafhankelijk; enkele karakteristieke stoffen voor TGG zoals de zouten kunnen gemakkelijk uitspoelen, andere stoffen zoals enkele zware metalen in veel mindere mate.

TGG die in de afgelopen jaren is toegepast, heeft vaak een hoge pH en ten opzichte van normale grond verhoogde zoutgehaltes (met name bromide[3] en sulfaat). Ook worden diverse zware metalen (zoals molybdeen[4], vanadium, barium en chroom) en vluchtige stoffen (zoals benzeen, fenanthreen en tolueen) regelmatig verhoogd aangetroffen. Deze eigenschappen hebben verschillende oorzaken:

- De hoge pH en waarschijnlijk ook een aantal van deze zware metalen wordt veroorzaakt door procesveranderingen bij de producenten, die andere stoffen mee zijn gaan reinigen met grond. Eén van deze materialen is Teerhoudend Asfalt Granulaat[5] (TAG), dat veel ongebluste kalk bevat en een mogelijk bron is van de genoemde zware metalen
- De aanwezigheid van vluchtige stoffen kan veroorzaakt worden door onvolledige verbranding of door herverontreiniging, bijvoorbeeld door het terugvoeren van proceswater uit de installatie na reiniging
- Verhoogde bromide-gehaltes worden veroorzaakt door de toevoeging van broom (Br_2) aan de rookgasreiniging om kwik te verwijderen. In de installaties waar dit proces wordt toegepast, bevat het proceswater verhoogde bromidegehaltes, die in contact kunnen komen met de gereinigde TGG
- Verhoogde sulfaatgehaltes kunnen afkomstig zijn van zwavelhoudende brandstoffen die zijn gebruikt, en direct of via de rookgasreiniging (en vervolgens het proceswater) in de TGG terechtkomen

Kortom, de precieze samenstelling van de TGG is afhankelijk van de ingaande grond, bijmengingen vóór het ingaan van de oven en toevoegingen nadat het materiaal in de oven is geweest (zoals proceswater en filterresiduen) en verschilt per tijdsperiode en producent.

[3] Niet bij elke producent is dat het geval. Bromide is voornamelijk afkomstig van TGG van ATM, waar het werd toegevoegd aan de kwikreiniging van het rookgas
[4] Bij antimoon, molybdeen en vanadium wordt de emissietoetswaarde in TGG vaak niet overschreden, maar is de emissiewaarde wel verhoogd. Daarom beveelt RIVM aan om bij deze stoffen analyse van de uitloging mee te nemen bij toepassing van TGG (RIVM-briefrapport 2021-0168, 2021)
[5] In deze rapportage wordt dit materiaal nog steeds aangeduid TGG, ongeacht de bijmengingen

Omdat ATM bij 4 van de 5 RWS-werken de producent van de TGG is (zie tabel 3.1), wordt het proces en de procesveranderingen bij ATM hieronder beschreven op basis van beschikbare informatie.

- ATM reinigt zowel TGG als TAG en deze bijmenging wordt in de Milieubeheervergunning[6] van 2009 al beschreven[7]
- ATM leidde in ieder geval vanaf dezelfde periode waswater uit de rookgasreiniging over de gereinigde TGG. Ook filterresidue werd over de gereinigde TGG geleid[6]
- ATM had een broom-gebaseerd kwikverwijderingsproces dat in 2000 startte met een capaciteit van 12 kg/uur. Deze capaciteit is in de periode 2011-2015 opgevoerd[8]

TGG afkomstig van ATM bevat dus vanaf 2000 bromide (en vanaf 2011-2015 in hogere gehaltes). Bromide is een goede gidsparameter die kan dienen om te beoordelen of het grondwater door TGG is beïnvloed, om de volgende redenen:

1. Het is een element is dat in hoge concentraties in TGG aangetroffen wordt
2. Het wordt in veel mindere mate in andere producten uit de grond verwerkende industrie toegepast. Omdat het wel in zeewater voorkomt, moet op plekken met invloed van zeewater en/of zout grondwater niet alleen naar de bromideconcentraties maar ook naar de bromide-chloride verhouding worden gekeken
3. Het loogt gemakkelijk uit bij contact met water en gedraagt zich als inerte stof in het milieu (het wordt omgezet)

Hiermee kan bromide als gidsparameter / indicatorwaarde gebruikt worden als aanwijzing voor uitloging uit TGG van ATM van na 2000. Op dat moment werd door ATM al een TGG-TAG mengsel verhandeld, zodat kan worden aangenomen dat bromide in de omgeving een indicator is voor toegepaste TGG met een hoge pH en eerder genoemde zware metalen.

Verspreiding van bromide betekent dat áls op een later moment ook andere met TGG-geassocieerde stoffen uitlogen, deze zich op dezelfde wijze zouden kunnen verspreiden. Daarmee is niet gezegd dat bromide op zichzelf een zorg vormt: dat is afhankelijk van het ontvangende milieu en de concentratie waarin het wordt aangetroffen.

[6] Provincie Noord Brabant. Beschikking aan Afvalstoffen Terminal Moerdijk BV: Vergunning ingevolge de Wet milieubeheer. Kenmerk 1538449. 25 mei 2009
[7] Het is mogelijk dat de bijmenging al eerder toegepast en vergund is
[8] ATM. Beperking van emissie van kwik in rookgassen met behulp van broom bij ATM. http://www.atm.nl/web/Over-ATM-4/Rookgasreiniging.htm (pagina niet meer beschikbaar). Versie 1. 27 juli 2016

3.2 Gehanteerde methodiek bij beschouwing resultaten

Bij de analyse van de monitoringsresultaten is in eerste instantie gekeken naar bromide als gidsparameter om de hierboven beschreven redenen. In tweede instantie is gekeken naar de aanwezigheid van een hoge pH in het grondwater en de uitloging van met TGG-geassocieerde zware metalen. Daarbij is niet zo dat bij elke verhoogde parameter, deze verhoging ook wordt veroorzaakt door de TGG: er zijn diverse andere bronnen denkbaar (uitloging van andere toegepaste bouwstoffen in het wegtracé, afstromend hemelwater van de weg of regionaal verhoogde achtergrondwaarden). Daarom wordt bij de vraag of TGG de grond- of oppervlaktewaterkwaliteit heeft beïnvloed, met name gekeken naar TGG-specifieke parameters zoals bromide, pH (en vanadium).

Voor de metalen die regelmatig verhoogd worden aangetroffen in relatie met TGG (vanadium, arseen, seleen, molybdeen, antimoon en kwik) geldt dat deze in meer en mindere mate in de bodem kunnen worden vastgelegd. Er is echter wel gekeken naar de gemeten concentraties van deze metalen. Zo kan het een aanwijzing zijn voor uitloging van TGG als deze metalen in het ondiepe grondwater verhoogd worden gemeten ten opzichte van de referentie en het diepere grondwater. Echter hierbij moet worden opgemerkt dat een aantal metalen ook van nature (zelfs in verhoogde concentraties (bijvoorbeeld bij invloed van zout grondwater ofwel bij uitspoeling uit pyriethoudende lagen)) in grond- en oppervlaktewater kunnen voorkomen of gemobiliseerd kunnen worden door veranderingen in geochemische samenstelling van het grondwater. Bij de analyse van TGG wordt regelmatig verhoogd arseen in het grondwater aangetroffen. Mogelijk wordt dit gemobiliseerd uit de onderliggend bodem, maar het mechanisme is niet goed bekend. Daarom worden verhoogde arseengehaltes gezien als mogelijk veroorzaakt door TGG.

Er is specifiek aandacht besteed aan de parameters die in het grondwater de I-waarde en in het oppervlaktewater de MAC-MKE (maximaal aanvaardbare concentratie voor kortdurende blootstelling) overschrijden. Zo zijn er enkele incidentele overschrijdingen van de I-waarde in grondwatermonsters die vermoedelijk geen relatie hebben met de TGG-toepassingen. Daarnaast is het opvallend dat kobalt, arseen en seleen (en in mindere mate zink) in veel oppervlaktewatermonsters de MAC-MKE overschrijden. Als deze stoffen een relatie hebben met TGG dienen de concentraties ook in het grondwater verhoogd te worden gemeten. Omdat dit niet het geval is, wordt geconcludeerd dat de verhoogde concentraties kobalt, arseen en seleen in het oppervlaktewater vermoedelijk worden veroorzaakt door een andere bron dan de TGG-toepassing. De concentratie sulfaat in het oppervlaktewater overschrijdt in een aantal gevallen de grenswaarde voor veedrinkwater. Voor sulfaat geldt dat er ook meer bronnen zijn naast een toepassing met TGG. Daarnaast kan de concentratie sulfaat veranderen als gevolg van redoxreacties.

De in volgende paragrafen opgenomen locatie specifieke beschouwing van de monitoringsresultaten zijn een aanvulling op de resultaten van de toetsingen zoals Witteveen+Bos die heeft opgenomen voor elke locatie.

3.3 Locatie specifieke beschouwing

In tabel 3.1 is een overzicht opgenomen van de verschillende locaties. Er zijn tussen de locaties een aantal overeenkomsten, maar ook verschillen. Van de locatie in Den Bosch is de herkomst van de TGG onbekend. Ten tijde van deze aanleg was het nog niet nodig meldingen in kader van Besluit bodemkwaliteit (Bbk) te verrichten. Het kan een aanbeveling zijn het papieren archief dat is gedigitaliseerd in mei 2019 nogmaals in te zien in het kader van de nu uitgevoerde monitoring. De TGG toegepast bij de overige locaties is afkomstig van ATM. De toepassing in Den Bosch is de oudste toepassing, waarna volgen Steenbergen/Amsterdam en de meer recentere toepassingen in 2015 in Hoorn en 2016 bij de Kleine Zaag. Hierbij dient te worden opgemerkt dat de aanlegdatum van een werk, niet noodzakelijkerwijs ook het jaar is waarin de TGG is geproduceerd. Bij de thermische reinigers zijn vaak voorraden aanwezig en het is dus mogelijk dat de TGG al eerder is geproduceerd.

Er zijn op alle locaties aanwijzingen dat TGG is toegepast, al zijn er geen verificatieboringen uitgevoerd om de aanwezigheid van TGG in het veld vast te stellen (er wordt in de rapportage van Witteveen+Bos wel gesproken over proefboringen en verificatie van het CSM maar het doel hiervan was de bodemopbouw te verifiëren).

Bij alle locaties is de TGG afgedekt met een leeflaag. Bij geen van de locaties zijn aanvullende isolatiemaatregelen genomen anders dan toevalligerwijs nodig waren voor de terreininrichting. De locaties in Steenbergen, Amsterdam, Den Bosch en Hoorn betreffen snelwegen. De locatie De Kleine Zaag betreft een waterbodem en heeft geen (weg)verharding.

Tabel 3.1 Algemene gegevens

Locatie	A4 Steenbergen (Triangel - Zeelandweg-Oost)	A5 Amsterdam (Vak C / Vak E)	De Kleine Zaag	A2 Den Bosch	A7 Hoorn (afrit 9)
Aanlegperiode	2010-2015	2011-2012	2016	2007-2009	2015
Bewijs aanwezigheid TGG	Bbk-meldingen	Bbk-meldingen	Bbk-melding	Foto's/verklaring medewerkers toepassing TGG	Bbk-melding
Herkomst TGG[#]	ATM	ATM (TGG)	Moerdijk	?	ATM-zand
Bijzonderheden		GBT Binnen vak G is ook AVI-bodemas toegepast	Toepassing als GBT. Talud bedekt met klasse B baggerspecie	Voor aansluiting A2-A59 is AVI-bodemas toegepast Steenenkamerplas deels gedempt. Er waren toen nog geen bbk-meldingen	TGG toegepast als GBT.
Isolatiemaatregelen	Asfalt aan bovenzijde	Asfalt aan bovenzijde	Leeflaag	Asfalt aan bovenzijde	Asfalt aan bovenzijde

[#] De terminologie uit de Bbk-melding is overgenomen. Daar waar een herkomst is vermeld, betreft het op deze locaties steeds een verwijzing naar ATM

De monitoringsnetwerken zijn in grote lijnen aangelegd conform het monitoringsplan. Er zijn wel een aantal aandachtspunten die hieronder per locatie worden besproken tezamen met de resultaten. Aanvullend hierop zijn er enkele generieke aandachtspunten:

- Er is een algemene opmerking ten aanzien van de referentie meetpunten. Hierbij dient te worden vermeld dat in de meeste gevallen, ervoor is gekozen de referentie niet nabij de weg te plaatsen. Dit zorgt ervoor dat ter plaatse van het referentiepunt enige beïnvloeding van de weg (als gevolg van andere gebruikte materialen in de weg, zoals bijvoorbeeld puin/granulaat ten behoeve van de fundering maar ook de kwaliteit van afstromend hemelwater als gevolg van het gebruik van de weg, zoals bijvoorbeeld het strooien van zout) niet in het grond-/oppervlaktewater wordt gemeten. Daarnaast betekent het dat er in de analyse veel afhangt van de condities en de lokale heterogeniteit van het geselecteerde referentielocatie en de omgeving. Het kan in de praktijk erg complex zijn een geschikte referentielocatie te vinden. Een aanpak met meerdere referentielocaties zou meer inzicht kunnen geven in de samenstelling van het grond- en oppervlaktewater in de omgeving (de referentiesituatie)
- Het monitoringsplan is gebaseerd op 4 momenten in het jaar, de kans is hierbij aanwezig dat er bepaalde momenten gedurende het jaar, bijvoorbeeld periode na veel neerslag, periode met hoge grondwaterstand ofwel juist droge momenten, gemist zijn. Dit zou ertoe kunnen leiden dat bepaalde momenten met verhoogde piek uitspoeling naar het grondwater ofwel naar nabijgelegen oppervlaktewater onderschat worden
- De grondwaterstanden in de peilbuizen zijn door Witteveen+Bos ingemeten ten opzichte van NAP. Een uitgebreide analyse (middels visuele weergave) van deze resultaten is niet gemaakt. Een korte beschouwing van de resultaten leert dat de gegevens waarschijnlijk te beperkt zijn, om een goed onderbouwd inzicht te geven in de lokale hydrologische situatie

Enige invloed van de TGG op de pH is in de huidige meetreeks niet zichtbaar. Dit is verklaarbaar omdat de bodem de capaciteit heeft de pH te bufferen en voor een verandering in de pH -waarde een aanzienlijke verandering in concentratie H^+-ionen moet optreden vanwege de logaritmische schaal.

3.3.1 A4 Omlegging Steenbergen

Het project betreft de A4 tussen Dinteloord en Halsteren en is 14 km lang. TGG is toegepast in ophoging en zandbed onder de weg. Uit meldingen aan Meldpunt bodemkwaliteit blijkt dat 2 meldingen betrekking hebben op TGG gemengd met TAG.

Triangel

Uit het vooronderzoek[9] is geen informatie naar voren gekomen over potentiële andere bronnen die de grondwaterkwaliteit hebben beïnvloed.

[9] Vooronderzoek NEN5725 monitoringslocatie A4 omlegging Steenbergen - Triangel, TAUW, kenmerk R005-1275550EWC-V01-lhl-NL, d.d. 28 augustus 2020

In figuur 3.1 is de gemeten concentraties bromide in grond- en oppervlaktewater weergegeven. In de referentiepeilbuis is zichtbaar dat het diepere grondwater ook bromide bevat en in hogere concentraties dan gemeten in het freatische grondwater. Van enige beïnvloeding van het diepere grondwater nabij de toepassing met TGG is geen sprake op basis van het vergelijk met de referentiepeilbuis. Er is wel beïnvloeding zichtbaar in het freatische grond- en oppervlaktewater bij de TGG-toepassing. De beïnvloeding van de freatische grond- en oppervlaktewaterkwaliteit als gevolg van de TGG is groter zichtbaar aan de zuidzijde van de A4 dan aan de noordzijde. Het verschil in afstand van de meetpunten ten opzichte van de toepassing aan noord- en zuidzijde is gering, waardoor het verschil vermoedelijk wordt veroorzaakt door de lokale geohydrologie. De hoogste gemeten concentraties bromide (circa 20 mg/l) worden gemeten in het grondwater van peilbuis 102.



Figuur 3.1 Gemeten concentraties bromide in grond- en oppervlaktewater voor locatie A4 Steenbergen Triangel[10]

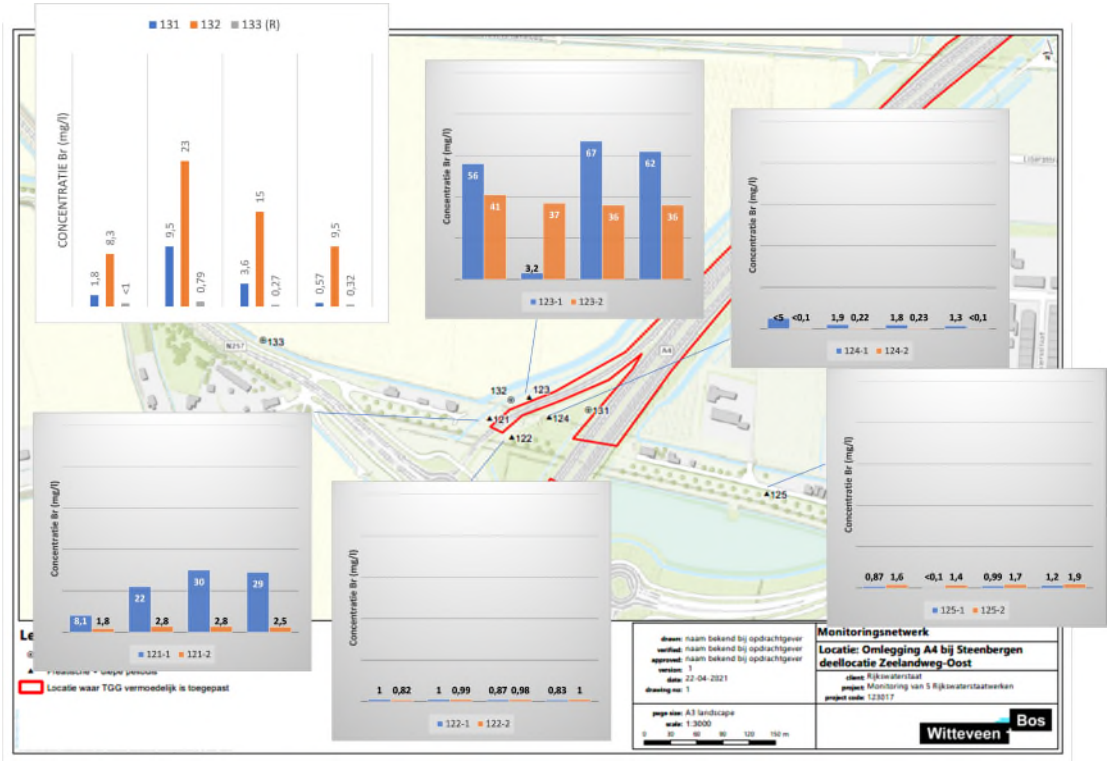
Vanadium is in het diepere grondwater in hogere concentraties aanwezig dan in het ondiepe grondwater. Dit is ook zo bij de referentiemeting. De overige metalen arseen, seleen, molybdeen, antimoon en kwik worden veelal gemeten in concentraties onder de rapportagegrens en een aantal malen in concentraties net boven de rapportagegrens. Enige uitzondering hierop is molybdeen in het ondiepe grondwater van peilbuis 103 dat viermaal een concentratie heeft, die hoger is dan de streefwaarde uit bijlage 1 van de Circulaire bodemsanering per 1 juli 2013. Dit is ook tweemaal zo in het ondiepe grondwater van de referentie, peilbuis 105. De toepassing met TGG heeft de concentraties metalen in het grond- en oppervlaktewater niet aanwijsbaar beïnvloed.

[10] Resultaten zijn weergegeven voor de 4 meetrondes van 2021. Oppervlaktewater is weergegeven tegen een witte achtergrond, en grondwater tegen een grijze achtergrond. Deze systematiek is voor alle figuren toegepast

Zeelandweg-Oost

Uit het vooronderzoek[11] is naar voren gekomen dat op basis van onderzoeksresultaten in de omgeving in het grondwater licht tot matig verhoogde concentraties barium kunnen worden verwacht. Daarnaast zijn ook zink, kwik, molybdeen, xylenen en nikkel licht verhoogd aangetoond in het grondwater.

In figuur 3.2 is de gemeten concentraties bromide in grond- en oppervlaktewater weergegeven. De peilbuizen ten noorden van de toepassing, peilbuizen 121 en 123 bevatten hoge concentraties bromide (> 10 mg/l) en is beïnvloeding van de toepassing met TGG zichtbaar in de kwaliteit van het grondwater. Zelfs in het diepere grondwater ter plaatse van peilbuis 123 in beïnvloeding van de TGG zichtbaar (ordegrootte 40 mg/l bromide). Ter plaatse van peilbuis 121 betreft het voornamelijk het freatische grondwater en is het diepere grondwater beperkt beïnvloed. De peilbuizen 121 en 122 zijn aan de zuidelijke rand de toepassing van de TGG geplaatst, wat mogelijk verklaard waarom de gemeten concentraties in het grondwater ter plaatse van peilbuis 121 lager zijn dan ter plaatse van peilbuis 123. Peilbuis 122 ligt mogelijk net ten zuiden van de TGG-toepassing en laat weinig verhoogde bromideconcentraties zien. De invloed op het grondwater ter plaatse van peilbuis 124 is eveneens beperkt. In bijlage 1 is een luchtfoto opgenomen van de locatie ten tijde van de aanleg van de toepassing.



Figuur 3.2 Gemeten concentraties bromide in grond- en oppervlaktewater voor locatie A4 Steenbergen Zeelandweg-Oost

[11] Vooronderzoek NEN5725 monitoringslocatie A4 omlegging Steenbergen - Zeelandweg-Oost, TAUW, kenmerk R006-1275550EWC-V01-lhl-NL, d.d. 28 augustus 2020

Het oppervlaktewater (in figuur 3.2 weergegeven in 1 grafiek linksboven) is beïnvloeding zichtbaar bij monsterpunt 132. Monsterpunt 131 is minder beïnvloed en ter plaatse van de referentie worden de laagste concentraties bromide gemeten.
Zowel meetpunt 124 als 131, aan de zuidzijde van de toepassing, liggen op iets grotere afstand van de toepassing met TGG dan de meetpunten aan de noordzijde van de toepassing. Mogelijk speelt dit een rol bij dat de invloed van de TGG meer zichtbaar is aan de noordzijde. Het is ook mogelijk dat de lokale geohydrologie maakt dat effecten van de TGG aan de noordkant meer zichtbaar zijn.

In een 8 van de 40 geanalyseerde grondwatermonsters wordt de I-waarde van arseen overschreden. Arseen komt ook verhoogd voor in het grondwater van de referentie peilbuis. In de peilbuizen 121 en 123, waarin op basis van de concentratie bromide invloed van de TGG zichtbaar is, is alleen arseen in het diepere grondwater aanwezig van peilbuis 121. De arseen in het grondwater van de peilbuizen in dit meetnet heeft vermoedelijk geen relatie met de TGG. Ook andere TGG-gerelateerde metalen zijn niet aanwijsbaar beïnvloed door de TGG-toepassing.

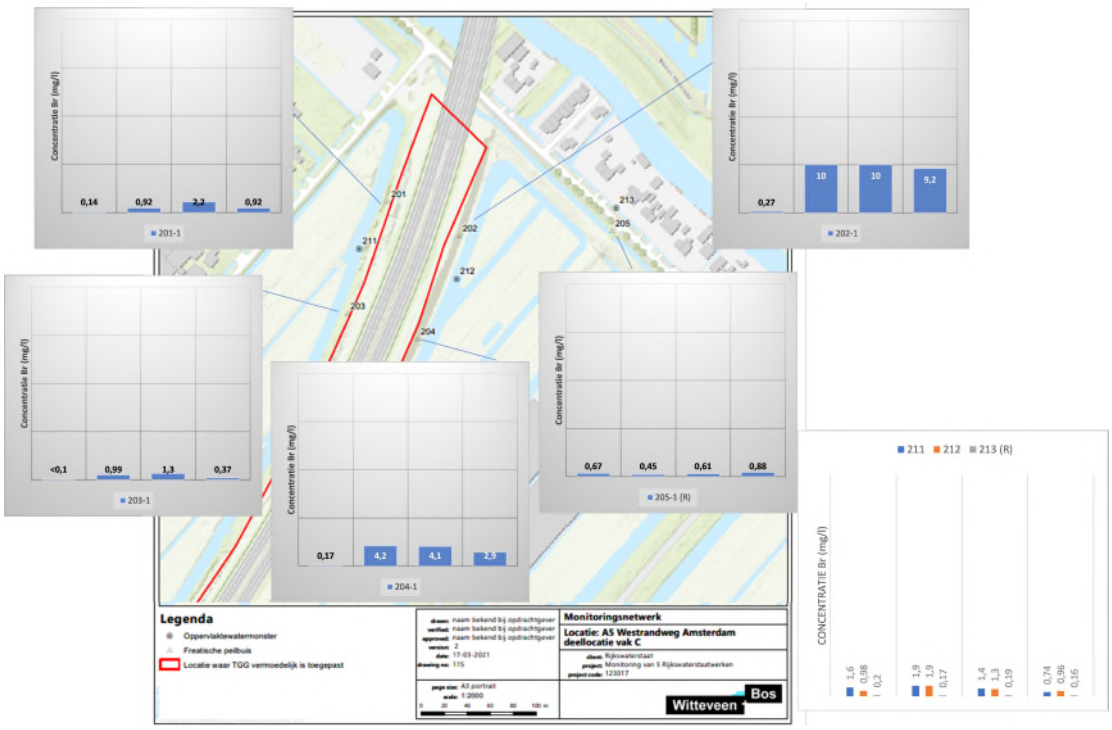
3.3.2 A5 Westrandweg Amsterdam

Tussen 2009 en 2013 is de A5 doorgetrokken van het knooppunt Raasdorp bij Schiphol naar de tweede Coentunnel. Een deel van de weg ligt verhoogd op viaducten. Bij een deel van de vakken is TGG toegepast.

Vak C
Uit het vooronderzoek[12] blijkt dat in de omgeving in het grondwater licht verhoogde concentraties barium, zink, chroom en arseen zijn aangetoond. In de omgeving zijn plaatselijk ook lichte grondwaterverontreinigingen met aromaten aangetoond, deze zijn echter gerelateerd aan plaatselijke bedrijfsactiviteiten.

In figuur 3.3 is de gemeten concentraties bromide in grond- en oppervlaktewater van het monitoringsnetwerk bij vak C weergegeven. Er worden in het oppervlaktewater enige lage concentraties aan bromide gemeten en mogelijk ook iets hoger dan in het oppervlaktewater van het referentiemeetpunt, maar de effecten zijn zo klein dat deze niet direct worden toegeschreven aan de toepassing van TGG. De beïnvloeding zou ook door het wegtracé kunnen komen. Mogelijk bevat het grondwater ter plaatse van meetpunt 202 enig effect van de TGG-toepassing, maar deze is beperkt (maximaal gemeten concentratie Br 10 mg/l). Als wordt gekeken naar de metalen valt op, dat juist in het grondwater van peilbuis 202 de metalen veelal worden gemeten in concentraties lager dan de rapportagegrens. Vanadium wordt gemeten in het grondwater van de peilbuizen 201, 203 en 204 (maximale concentratie 5,7 µg/l vanadium; ter vergelijk voor diep grondwater > 10 m -mv is er een streefwaarde voor vanadium van 1,2 µg/l). De overige metalen die gerelateerd kunnen worden aan TGG zijn veelal lager dan de rapportagegrens. Dus op basis van de metalen is de beïnvloeding van het grondwater door de TGG-toepassing niet aantoonbaar.

[12] Vooronderzoek NEN5725 monitoringsvak C, A5 Westrandweg, Amsterdam, TAUW, kenmerk R007-1275550EWC-V01-lhl-NL, d.d. 28 augustus 2020



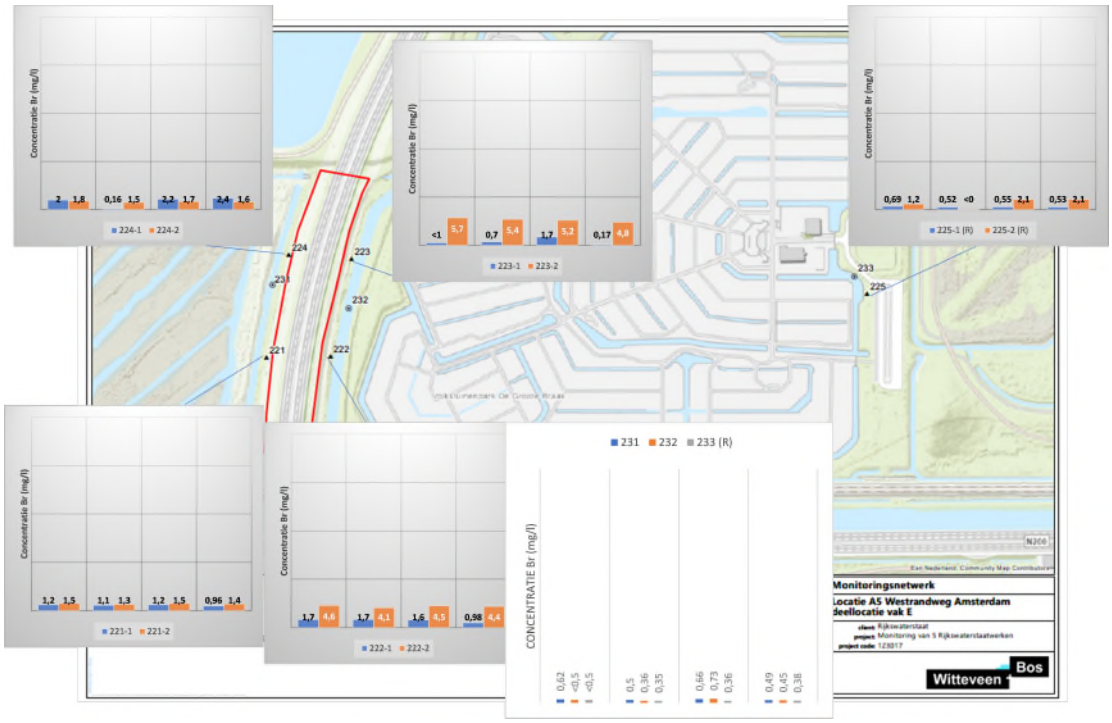
Figuur 3.3 Gemeten concentraties bromide in grond- en oppervlaktewater voor locatie A5 Amsterdam Vak C

Vak E

Uit het vooronderzoek[13] volgt dat in het grondwater lichte verhogingen met arseen, chroom, minerale olie, aromaten en alkylfenolen voor kunnen komen in het opgehoogde gebied. Plaatselijk zijn matige grondwaterverontreiniging met arseen, benzeen, tolueen, bisfenol en monochloorbenzeen aangetoond. Deze spots komen verspreid over het gebied voor en worden gerelateerd aan de ophooglaag.

In figuur 3.4 is de gemeten concentraties bromide in grond- en oppervlaktewater van het monitoringsnetwerk bij vak E weergegeven. Op basis van deze gemeten concentraties bromide is geen invloed van de TGG zichtbaar. In het diepere grondwater van peilbuis 222 en 223 is de concentratie bromide hoger dan in het freatische grondwater. Als de bromide afkomstig zou zijn van de TGG-toepassing, zou ook het freatische grondwater verhoogde concentraties bromide moeten bevatten.

[13] Vooronderzoek NEN5725 monitoringslocatie vak E, A5 Westrandweg, Amsterdam, TAUW, kenmerk R008-1275550EWC-V01-lhl-NL, d.d. 28 augustus 2020



Figuur 3.4 Gemeten concentraties bromide in grond- en oppervlaktewater voor locatie A5 Amsterdam Vak E

Als de concentratie metalen die gerelateerd worden aan TGG in het ondiepe grondwater worden vergeleken met het diepe grondwater valt op dat de concentratie arseen, barium en vanadium en in mindere mate chroom hoger is in het ondiepe grondwater. In de referentiepeilbuis is de concentratie barium ook hoger in het ondiepe grondwater ten opzichte van het diepere grondwater. In de referentiepeilbuis is de concentratie chroom in ondiepe grondwater in dezelfde ordegrootte als in het diepere grondwater. Voor arseen en vanadium geldt dat deze niet tot nauwelijks worden aangetoond in het grondwater uit de referentiepeilbuis. Arseen en vanadium zijn parameters die gerelateerd kunnen worden aan TGG. Echter de concentratie bromide is in het grondwater beperkt verhoogd aanwezig. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat de TGG is geproduceerd voordat het productieproces is aangepast. Enige beïnvloeding van de TGG op de grondwaterkwaliteit is zichtbaar in de concentraties arseen en vanadium (hierbij wordt opgemerkt dat de concentraties vanadium maximaal 17 µg/l vanadium bedragen en de concentraties arseen de streefwaarde in een aantal gevallen overschrijden).

3.3.3 Kleine Zaag Krimpen a/d Lek

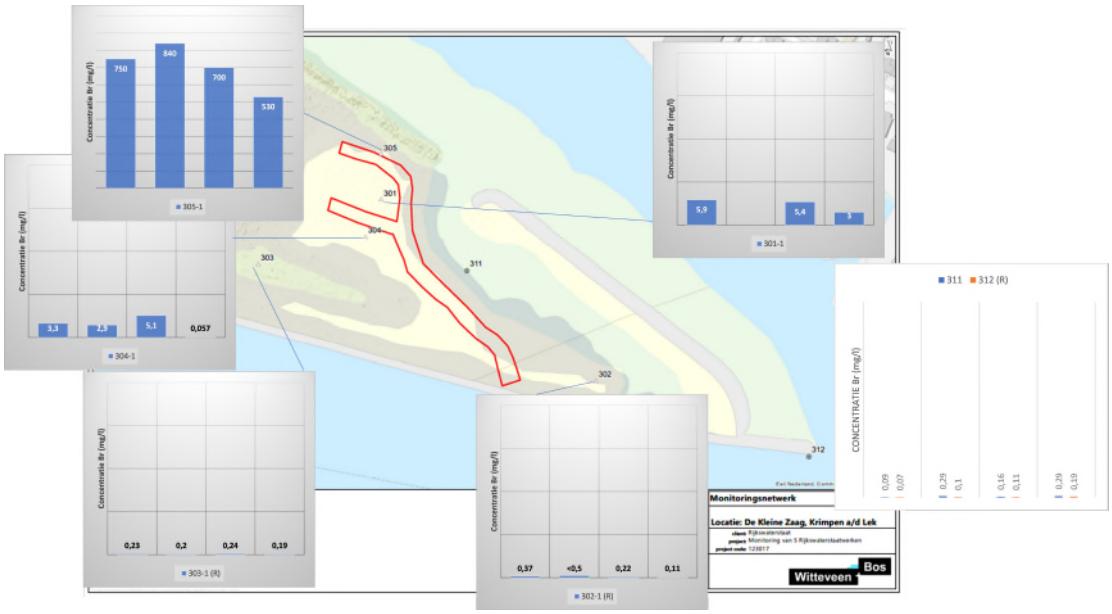
Ter plaatse van de Kleine Zaag heeft, in het kader van natuurcompensatie, verondieping van de waterbodem plaatsgevonden om moeras en wilgenvloed bos te realiseren. Er is TGG toegepast in zandbanen die ten behoeve van het graven van de geulen zijn aangelegd. De zandbanen zijn blijven liggen als grootschalige bodemtoepassing (GBT).

Uit het vooronderzoek[14] blijkt dat wordt verwacht dat de waterbodem in kan worden gedeeld in kwaliteitsklasse B tot Niet Toepasbaar. Bepalende parameters hierbij zijn diverse zware metalen en plaatselijk PAK, PCB en individuele OCB's. Verder kan de waterbodemkwaliteit zijn beïnvloed door scheepverkeer, sediment dat door de Nieuwe Maas wordt aangevoerd en bedrijvigheid op de oevers.

In figuur 3.5 is de gemeten concentraties bromide in grond- en oppervlaktewater weergegeven. Er zijn zeer hoge concentraties bromide (> 100 mg/l) gemeten in het grondwater van peilbuis 305. Deze peilbuis lijkt zeer dichtbij, mogelijk in de TGG, te zijn geplaatst. Zowel peilbuis 302 als 303 zijn meegenomen als referentie en bevatten zeer weinig bromide. Naast 305 vertonen ook de peilbuizen 301 en 304 hogere concentraties bromide dan gemeten bij de referentiemeetpunten. De beïnvloeding door de toepassing met TGG is ter plaatse van 301 en 304 minder duidelijk aanwezig dan ter plaatse van peilbuis 305. Mogelijk is de ligging van de toepassing met TGG in de praktijk iets groter/anders dan op kaart aangegeven. Ter visualisatie is in bijlage 1 een luchtfoto opgenomen van de locatie tijdens de aanleg van de toepassing met TGG met het monitoringsnetwerk.

In het oppervlaktewater is geen verhoogde bromideconcentratie gemeten. Gezien de grote omvang en korte verblijftijd van het oppervlaktewater, wordt geconcludeerd dat zoveel verdunning optreedt dat de verwachting is dat een effect van de TGG niet in het oppervlaktewater van deze locatie gaat worden gemeten.

[14] Vooronderzoek oostelijk balkengat, Kleine Zaag, Krimpen aan de Lek, TAUW, kenmerk R009-1275550EWC-V01-lhl-NL, d.d. 28 augustus 2020



Figuur 3.5 Gemeten concentraties bromide in grond- en oppervlaktewater voor locatie De Kleine Zaag (let op deze staafdiagrammen hebben een andere schaal dan de staafdiagrammen van de andere locaties)

In de referentiepeilbuis 302 worden S-waarde overschrijdingen aangetoond van arseen en barium en verhoogde concentratie sulfaat (boven de streefwaarde uit Normen voor het Waterbeheer). Deze verhoogde concentraties hebben vermoedelijk een andere herkomst, maar zijn wel parameters die gerelateerd kunnen worden aan TGG. Vanuit het vooronderzoek volgt al dat diverse zware metalen verwacht kunnen worden als gevolg van scheepverkeer, sediment dat door de Nieuwe Maas wordt aangevoerd en bedrijvigheid op de oevers.

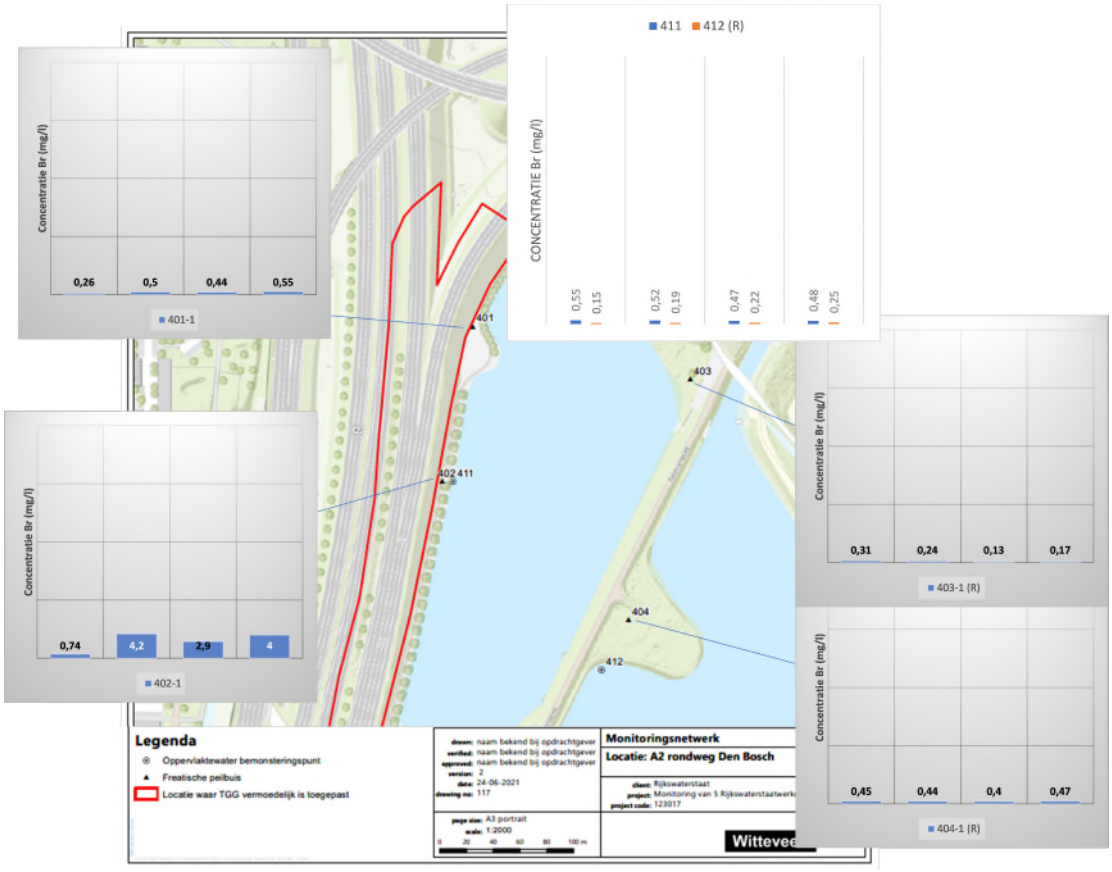
3.3.4 A2 Rondweg Den Bosch

Het project betreft de verbreding van de A2 over een lengte van circa 12 km, van knooppunt Vught tot aan de Maasbrug in de periode 2007-2009. De knooppunten Empel en Hintham zijn daarbij volledig herontworpen. Bij dit laatste knooppunt is TGG toegepast in de ophoging onder het wegdek en is een monitoring uitgevoerd. Ten behoeve van de verbreding is de westelijke rand van de Steenenkamperplas gedempt. In de demping zou naast TGG ook andere gereinigde grond (zoals extractief gereinigde grond) zijn toegepast. Ten noorden van de vermoedelijke toepassing met TGG is AVI-bodemas toegepast in de ophoging voor de aansluiting van Rijksweg A2 op Rijksweg A59.

Uit het vooronderzoek[15] volgt dat de in het grondwater licht verhoogde concentraties kunnen voorkomen van barium, cadmium, chroom, kwik, xylenen, naftaleen, minerale olie en VOCl.

[15] Vooronderzoek monitoringslocatie A2 Rondweg Den Bosch, TAUW, kenmerk R010-1275550EWC-V01-lhl-NL, d.d. 28 augustus 2020

In figuur 3.6 is de gemeten concentraties bromide in grond- en oppervlaktewater weergegeven. Ter plaatse van peilbuizen 401, 403 en 404 worden lage concentraties bromide gemeten (< 1 mg/l). Omdat de leverancier van de TGG niet bekend is, kan dat overigens ook betekenen dat de TGG zelf geen of weinig bromide bevatte. Alleen in het grondwater van peilbuis 402 wordt circa 4 mg/l bromide gemeten.
Er is naast bromide ook gekeken naar overige parameters (die verhoogd worden gemeten) en de verhoging in de concentratie bromide in het grondwater ter plaatse van peilbuis 402 wordt niet toegekend aan de toepassing met TGG. Ter plaatse heeft een gedeeltelijke demping van de Steenenkamerplas plaatsgevonden en mogelijk hebben deze werkzaamheden de kwaliteit van de omliggende bodem beïnvloed.



Figuur 3.6 Gemeten concentraties bromide in grond- en oppervlaktewater voor locatie A2 Den Bosch

In de referentiepeilbuizen bevat het grondwater met uitzondering van magnesium, arseen en barium nauwelijks metalen in concentraties hoger dan de rapportagegrens. In het grondwater van peilbuizen 401 en 402 worden echter heel wat meer metalen gemeten in concentratie hoger dan de rapportagegrens. Hiervan zijn chroom, arseen en een enkele meting met zink een overschrijding van de streefwaarde. De verhoogde concentraties metalen ten opzichte van de referentiemetingen zijn niet aantoonbaar een gevolg van de TGG-toepassing.

Het is ook mogelijk dat deze een gevolg zijn van materiaal waarmee de demping, anders dan TGG, is uitgevoerd of andere oorzaak heeft. Zo wordt vanuit het vooronderzoek gewezen op de mogelijkheid dat chroom en barium verhoogd in het grondwater voorkomt.

3.3.5 A7 Hoorn

Ter hoogte van Hoorn is er een ongelijkvloerse kruising gerealiseerd (in de periode 2014-2018) om de Westfrisiaweg aan te laten sluiten op de A7 (afrit 9). Er is TGG toegepast in deze aansluiting van de Westfrisiaweg op de A7. Aangrenzend op de toepassing van TGG in de bruggenhoofden is ook TGG toegepast in de Westfrisiaweg zelf, dit valt buiten beheergebied van RWS.

Uit het vooronderzoek[16] volgt dat in het grondwater licht tot sterk verhoogde concentraties arseen worden verwacht. Deze zijn van natuurlijke herkomst. Daarnaast is in voorgaand onderzoek molybdeen licht verhoogd aangetoond.

In figuur 3.7 zijn de gemeten concentraties bromide in grond- en oppervlaktewater weergegeven. Witteveen + Bos geeft aan dat na 2 meetronden is besloten dat op basis van afwijkende concentraties in het grondwater, de peilbuizen 502-1[17] en 502-2 niet langer als referenties worden gebruikt en zijn vervangen door 506-1 en 506-2. Meer detail over de afwijkende concentraties wordt in de rapportage van Witteveen + Bos niet gegeven. Ons inziens staat peilbuis 502 buiten de invloedssfeer van de toepassing met TGG en nabij de weg. Hierdoor wordt eventuele invloed van de weg op de omliggende waterkwaliteit ter plaatse van peilbuis 502 wel meegenomen ter plaatse. Daar waar de referentiepeilbuizen ter plaatse van de overige locaties met een weg op enige afstand van de weg gesitueerd zijn, is peilbuis 502 in staat om ook de invloed van de weg (zonder toepassing van TGG) op de grondwaterkwaliteit mee te nemen. Peilbuis 502 zou daardoor juist een goed referentiemeetpunt zijn.

Ter plaatse van peilbuis 501 is alleen het bovenste filter geplaatst omdat het niet mogelijk is het diepere filter ter plaatse handmatig te plaatsen (er is in deze oksel sprake van een talud en hoger maaiveldniveau ten opzichte van de omgeving). Het filter van peilbuis 501 diende in het freatische grondwater te worden geplaatst en de filterstelling diende te worden afgestemd op de maaiveldhoogte ter plaatse. Wij concluderen dat het filter dieper in het grondwater staat dan de andere ondiepe filters die wel in het freatische grondwater staan. Het filter van 501-1 staat dus dieper dan de andere filters -1 in het monitoringsnetwerk en ondieper dan de andere filters -2.

Peilbuis 505 staat niet naast de toepassing met TGG. In zowel de beide filters van 505 als het filter van peilbuis 501 worden lage concentraties bromide gemeten. Eveneens worden lage concentraties bromide gemeten in het grondwater van de referentiepeilbuizen 502 en 506. In de peilbuizen 503 en 504 worden echter hoge concentraties bromide (100 tot 200 mg/l) gemeten. Zowel in het ondiepe grondwater, als in het diepere grondwater, waarbij wordt opgemerkt dat de concentratie bromide in het ondiepe grondwater hoger is dan in het diepere grondwater.

[16] Vooronderzoek monitoringslocatie A7 Hoorn, afrit 9, TAUW, kenmerk R011-1275550EWC-V01-lhl-NL, d.d. 28 augustus 2020
[17] Daar waar meerdere peilbuizen zijn geplaatst op dezelfde locatie worden de meest ondiep gelegen peilbuizen met -1 weergegeven, en de dieper gelegen peilbuizen met -2. Het gaat in beide gevallen overigens om ondiep grondwater in de zin van de Circulaire bodembodemsanering

Dit bevestigt dat de bron van de bromide van boven komt. Ook in het oppervlaktewatermonster 511 is de concentratie bromide verhoogd gemeten met ordegrootte van 10 mg/l bromide.

In het oppervlaktewatermonster 511 worden incidenteel verhoogde concentraties bromide gemeten, welke mogelijk zijn toe te wijzen aan de toepassing met TGG. Hierbij moet worden opgemerkt dat de lokale geohydrologie niet helder is.



Figuur 3.7 Gemeten concentraties bromide in grond- en oppervlaktewater voor locatie A7 Hoorn afrit 9 (let op deze staafdiagrammen hebben een andere schaal dan de staafdiagrammen van de andere locaties)

Ter plaatse van peilbuizen 503 en 504, die op basis van de concentratie bromide zijn beïnvloed door de TGG-toepassing, worden de metalen vanadium, chroom, arseen en barium gemeten in concentraties hoger dan in het grondwater van de andere peilbuizen (de concentratie van chroom, en barium betreft veelal een overschrijding van de S-waarde en voor arseen in een aantal gevallen). Deze metalen zijn gemeten in concentratie nabij of lager dan de rapportagegrens in de nieuw geplaatste referentiepeilbuis 506. Er is ook nog peilbuis 502 die wel naast de weg staat, maar niet nabij de TGG. In grondwater uit deze peilbuis wordt incidenteel vanadium, chroom, arseen en barium gemeten, vooral in het ondiepe grondwater. De gemeten metalen ter plaatse van peilbuizen 503 en 504 hebben daarmee niet direct een aanwijsbare relatie met de TGG-toepassing.

3.4 Samenvattende conclusie

Doel van de monitoring is "*te controleren of sprake is van een beïnvloeding van de milieuhygiënische kwaliteit van het grondwater en/of oppervlaktewater die gerelateerd kan worden aan de TGG-toepassing".* In tabel 3.2 is de locatie specifieke conclusie opgenomen.

Voor monitoringslocatie vak C in Amsterdam en in Den Bosch is de beïnvloeding als gevolg van de TGG-toepassing niet aangetoond met de huidige meetgegevens.

Voor de monitoringslocatie vak E in Amsterdam is enige beïnvloeding van de TGG op de grondwaterkwaliteit aannemelijk op basis van de concentratie arseen en vanadium. De verhoging van deze concentraties zijn minimaal en een bijdrage vanuit andere bronnen kan ook niet worden uitgesloten. Op basis van de concentratie bromide kan beïnvloeding vanuit de TGG-toepassing niet worden aangetoond.

Bij de locaties in Steenbergen, Krimpen a/d Lek en Hoorn is beïnvloeding van de TGG-toepassing aangetoond op basis van de concentratie bromide. Het meeste effect is zichtbaar in Krimpen a/d Lek en Hoorn.

Tabel 3.2 Locatie specifieke conclusie beïnvloeding grond- en oppervlaktewater als gevolg van de TGG-toepassing

Locatie	Aanlegperiode	Beïnvloeding grondwater door TGG aangetoond	Beïnvloeding oppervlaktewater door TGG aangetoond
A4 Omlegging Steenbergen, deellocatie Triangel	2010-2015	Ja, wat betreft het freatische grondwater wel; nee wat betreft het diepere grondwater	Beperkt
A4 Omlegging Steenbergen, deellocatie Zeelandweg-Oost	2010-2015	Ja, freatisch en diepere grondwater	Ja
A5 Westrandweg Amsterdam, Vak C	2011-2012	Nee	Nee
A5 Westrandweg Amsterdam, Vak E	2011-2012	Nee niet aangetoond, maar wel indicaties voor beïnvloeding	Nee
De Kleine Zaag Krimpen a/d Lek	2016	Ja, grondwater in peilbuis 305 sterk beïnvloed door TGG	Nee
A2 Rondweg Den Bosch	2007-2009	Nee	Nee
A7 Hoorn afrit 9	2015	Ja, ten noordwesten (pb 504/503, freatisch en diepere grondwater). Monitoringsnetwerk ten zuidoosten niet optimaal; invloed is minder zichtbaar (pb 501-505)	Ja

Er is een locatie specifieke beoordeling van de monitoringsresultaten gemaakt. In het monitoringsplan is opgenomen dat er bij interventiewaarde overschrijdingen moet worden beoordeeld of dit een gevolg is van de aanwezigheid van TGG. De huidige monitoringsresultaten tonen beïnvloeding van de grond- en plaatselijk oppervlaktewaterkwaliteit, maar niet zodanig dat concentraties de interventiewaarde overschrijden. Er zijn plaatselijk wel interventiewaarde overschrijdingen aanwezig, maar het is aannemelijk dat deze niet te herleiden zijn aan de toepassing met TGG.

Voor de locaties Steenbergen, De Kleine Zaag en Hoorn is beïnvloeding van de grond- en soms oppervlaktewaterkwaliteit door de toepassing met TGG aantoonbaar op basis van de gemeten concentraties bromide. Bromide is als gevolg van een wijziging in het productieproces van TGG een kritische parameter geworden. De locaties Amsterdam en Den Bosch vertonen geen verhoogde concentraties bromide. Deze locaties zijn eerder in de tijd aangelegd dan de andere locaties. Het vermoeden bestaat dat deze TGG is geproduceerd onder het ‘oude’ werkproces, waarbij de verhoogde concentraties bromide nog niet aanwezig waren in de TGG.

Bij de locaties Steenbergen de Triangel en A7 Hoorn is aannemelijk dat er een verband is tussen de toepassing van TGG en overschrijding van veedrenknormen voor sulfaat in oppervlaktewater.

4 Aanbevelingen functioneren en gebruik meetnet

In bijlage 2 zijn de aanbevelingen die door Witteveen+Bos zijn gedaan opgenomen met enkele kanttekeningen. Hieronder volgen in paragraaf 4.1 onze aanbevelingen om af te kunnen wegen of voorzetting van de monitoring zinvol is. In paragraaf 4.2 zijn de aanbevelingen geconcretiseerd voor de locaties en in paragraaf 4.3 zijn enkele aanbevelingen opgenomen voor vervolgmonitoring op locaties met verhoogd risico op effect TGG op de omgeving.

4.1 Bron-pad-object benadering

Om het af te kunnen afwegen of voortzetting van de monitoring zinvol is en om het functioneren van de meetnetten te optimaliseren, wordt aanbevolen een bron-pad-object benadering uit te voeren. Hieronder wordt op elk onderdeel van deze redeneerlijn ingegaan. Deze benadering maakt dat inzicht wordt verkregen in de gehele situatie en het eventuele doel van vervolgmonitoring daarop kan worden afgestemd. Heel concreet beschouwd is het doel van de uitgevoerde monitoring (vaststellen of de grond- en oppervlaktewaterkwaliteit is beïnvloed door de TGG-toepassing) ingevuld. Op basis van de gegenereerde gegevens is de indicatie dat er geen trend aanwezig is en dat de seizoensinvloeden en spreiding in getallen eventuele verschillen veroorzaken. Dit betekent dat voorzetting van de monitoring met het huidige doel alleen leidt tot een grotere dataset waarop bijvoorbeeld een statistische analyse uitgevoerd kan worden. De inschatting is dat weinig nieuwe inzichten worden verkregen.
Alvorens te komen tot invulling van eventuele vervolgmonitoring dient het doel van deze monitoring te worden geformuleerd. Richt die monitoring zich op eventuele kwetsbare objecten of is de wens eventuele toekomstige ontwikkeling in uitloging uit de TGG en verspreiding van stoffen in omgeving TGG inzichtelijk te maken? De inrichting (tijdsduur, frequentie, locatie) van eventuele vervolg monitoring is afhankelijk van de bron-pad-object benadering.

Bron
De bron is slechts beperkt bekend (en niet geanalyseerd): het is immers niet altijd duidelijk waar de TGG precies ligt en soms zelfs óf TGG aanwezig is. Er wordt aanbevolen middels een beperkt aantal verificatieboringen vast te stellen of TGG is toegepast. Indien dit het geval is, kan de samenstelling van de TGG worden geanalyseerd ter verificatie van de in deze rapportage gekozen gidsparameters.

Zoals al eerder opgemerkt is de situering van de referentiemeetpunten niet optimaal. Doordat de referenties veelal gekozen zijn op enige afstand van de weg, wordt beïnvloeding van de grond- en oppervlaktewaterkwaliteit door gebruik en opbouw van de weg (anders dan TGG) niet meegenomen. Bovendien is niet helder of alle referentiepunten ‘stroomopwaarts’ zijn geplaatst, zodat beïnvloeding door TGG kan worden uitgesloten. Het kan in de praktijk erg complex zijn een geschikte referentielocatie te vinden. Een aanpak met meerdere referentielocaties zou meer inzicht kunnen geven in de samenstelling van het grond- en oppervlaktewater in de omgeving (de referentiesituatie).

Eventueel kan worden bepaald wat de afstand is van de meetpunten ten opzichte van de TGG. Uit de meetnetten volgt dat soms aan 1 zijde wel beïnvloeding zichtbaar is terwijl dat aan de andere zijde niet te zien is. Dit sluit aan bij het onderdeel uit van de volgende stap in de benadering, het pad.

Pad
Het pad is niet goed geïdentificeerd. Het hydrologisch functioneren (waterstromingsrichting, debieten, stofstromen, bodemsamenstelling etc.) van de locaties met meetnetten is zeer summier bekend. In de conceptual site models (CSM) is de hydrologie voornamelijk gebaseerd op openbare gegevens verkregen tijdens het vooronderzoek, die voornamelijk betrekking hebben op de regio. De meetnetten zijn ingemeten ten opzichte van NAP en ook de grondwaterstanden kunnen worden uitgedrukt ten opzichte van NAP. Een nadere analyse van de stijghoogte van het grondwater (in combinatie met meten van de waterstand van het oppervlaktewater) zou aanwijzingen kunnen geven over de lokale hydrologie. De lokale hydrologische situatie zou in het CSM hiermee kunnen worden aangescherpt. Deze analyse kan ook inzicht verschaffen in waar eventueel peilfilters bijgeplaatst kunnen worden om de lokale hydrologie beter in beeld te krijgen. Een aanbeveling in deze is ook tijdens grondwatermonsternames de hoogte van het oppervlaktewaterpeil te meten ten opzichte van NAP.

Object
Tot slot zijn de (kwetsbare) objecten niet gedefinieerd en is ook geen analyse gemaakt van het gebruik van de bodem, grondwater en oppervlaktewater in de omgeving. Gedetailleerde informatie over de aanwezige objecten kan inzicht verschaffen in nut, noodzaak en richting van eventuele vervolgstappen.

4.2 Locatie specifieke aanbevelingen

Voor de monitoringsnetwerken die zijn aangelegd op de 5 locaties geldt dat wordt aanbevolen te verifiëren of TGG aanwezig is en of de samenstelling van de TGG indicatief kan worden vastgesteld zodat de gekozen benadering door middel van gidsparameters kan worden getoetst. Na analyse van de bron-pad-object benadering voor Hoorn en De Kleine Zaag zou kunnen volgen dat monitoring moet worden voortgezet met als doel meer inzicht te verkrijgen in verspreiding/bedreiging kwetsbare objecten.

De concentraties bromide in het grondwater bij Hoorn en De Kleine Zaag zijn hoog (ook hoger dan zeewater en meer dan 100 maal de streefwaarde zoals opgenomen in de Normen voor het waterbeheer[18]). Er is weinig bekend over de toxicologische waarden voor bromide[19]. Het wordt aanbevolen in relatie met het pad en object op de locaties Hoorn en De Kleine Zaag aandacht hieraan te schenken en te beoordelen of voortgezette monitoring raadzaam is.

[18] Commissie Integraal Waterbeheer CIW mei 2000
[19] Voor vissen en ongewervelde invertebraten zijn grenswaarden afgeleid voor natriumbromide 10 mg/l (7 mg Br/l) en 2.8 mg/l (1.8 mg Br/l) bij kortstondige blootstelling (https://echa.europa.eu/nl/registration-dossier/-/registered-dossier/8231/6/2/2, geraadpleegd 25 januari 2023)

4.3 Aanbevelingen voor vervolgmonitoring op locaties met verhoogd risico op effect TGG op de omgeving

Indien er risico blijkt te zijn voor uitspoeling van sulfaat en bromide vanuit TGG naar omliggend oppervlaktewater en hier potentiële negatieve effecten op de aquatische ecologie en bij gebruik voor veedrenking te verwachten zijn, is het verstandig inzicht te verschaffen in niet alleen de concentraties en mate van normoverschrijding in het oppervlaktewater, maar ook de verblijftijd (en hiermee stofstromen) in het ontvangende oppervlaktewater. Hierbij kan gedacht worden aan het met hogere frequentie verzamelen van oppervlaktewatermonsters, maar ook aan het installeren van dataloggers om parameters als het EGV of het zuurstofgehalte continu te monitoren. Een andere potentieel risico bij verhoogde uitspoeling van sulfaat is verhoogde sulfaatreductie in de waterbodem van het ontvangende water met zuurstofloosheid en sulfideproductie als gevolg (Lamers et al. 2013[20]). Analyses van het zuurstofgehalte in het oppervlaktewater en analyses van de waterbodem (zwavel, ijzer, sulfide, zuurstofverbruik et cetera) kunnen inzicht geven in welke mate deze processen een rol spelen.

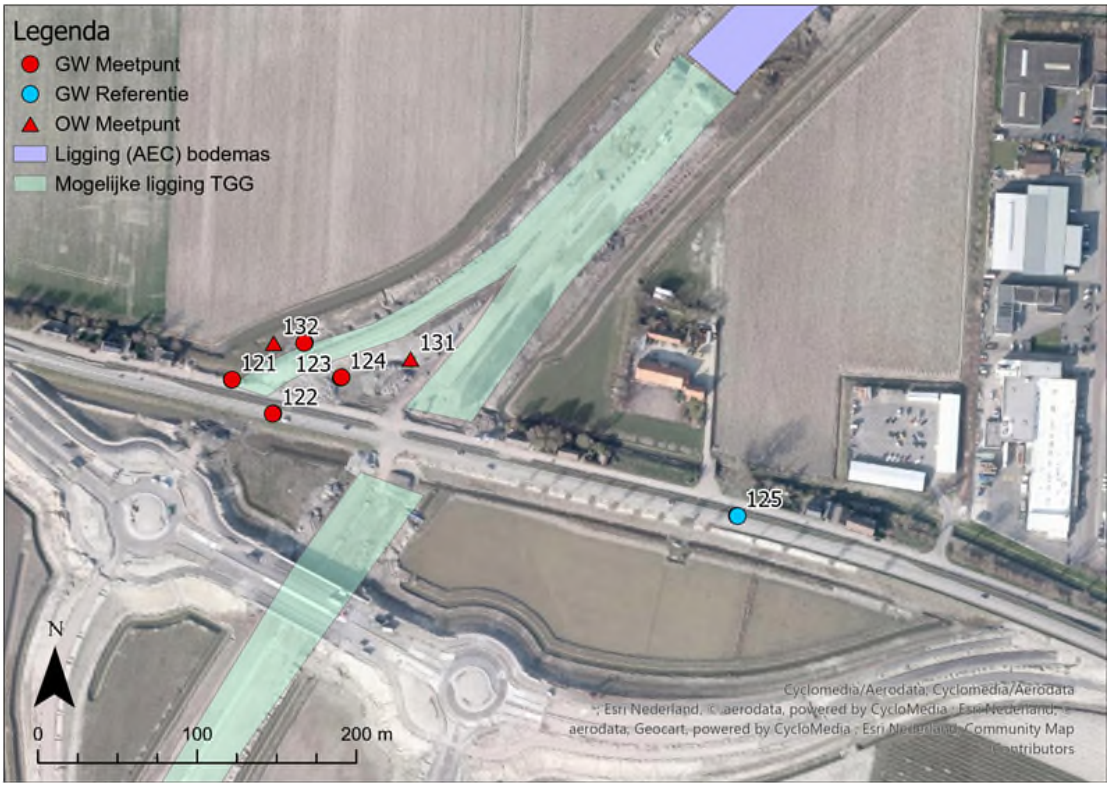
Met behulp van een intensievere monitoring en/of de inzet van semi-continu dataloggers[21] zouden afwijkende fluctuaties in het EGV of het zuurstofgehalte door de tijd kunnen worden vastgesteld. Deze kunnen dan als indicatie gebruikt kunnen worden voor het vaststellen van uitspoeling van zouten uit de TGG en/of potentiële effecten op het ontvangen oppervlaktewater.

[20] L.P.M. Lamers, L.L. Govers, I.C.J.M. Janssen, J.J.M. Geurts, M.E.W. Van der Welle, M.M. Van Katwijk, T. Van der Heide, J.G.M. Roelofs en A.J.P. Smolders, Sulfide as a soil phytotoxin - a review, Front. Plant Sci., 22 July 2013, Volume 4 - 2013 | https://doi.org/10.3389/fpls.2013.00268

[21] Bijvoorbeeld piëzometers in de peilbuizen en oppervlaktewater. De piëzometers voor oppervlaktewater zouden uitgevoerd kunnen worden met EGV- of zuurstofsensoren

Kenmerk R002-1285649MLX-V03-baw-NL

Bijlage 1 Luchtfoto ter illustratie van A4 Steenbergen Zeelandweg-Oost en De Kleine Zaag tijdens de aanleg



Figuur B1.1 Luchtfoto uit 2014 van A4 Steenbergen deellocatie Zeelandweg-Oost tijdens de aanleg met in groen de contour van de waarschijnlijke ligging van de TGG en punten van het monitoringsnetwerk. NB monsterpunt 133 voor het oppervlaktewater bevindt zich niet op de kaart (is meer naar het westen gesitueerd)



Figuur B1.2 Luchtfoto uit 2016 van De Kleine Zaag tijdens de aanleg met daarop de contour van de TGG. Het monitoringsnetwerk is weergegeven met in blauwe bollen referentiepeilbuizen, rode/gele bollen de peilbuizen en rode driehoek bemonsteringspunt voor het oppervlaktewater). NB monsterpunt 312 voor het oppervlaktewater bevindt zich niet op de kaart (is meer naar het oosten gesitueerd)

Bijlage 2 Aanbevelingen Witteveen+Bos met kanttekeningen

Witteveen+Bos heeft in hun rapportage een aantal aanbevelingen gedaan voor vervolgonderzoek. Deze aanbevelingen zijn onderstaand in cursief weergegeven en voorzien van kanttekeningen:

- *Voor alle locaties wordt aanbevolen de monitoring te continueren zodat er een grotere dataset wordt verkregen op basis waarvan statistische gevolgtrekkingen verantwoord zijn.* Er kan worden gekozen voor voortzetten van de monitoring, maar de inschatting is dat dit niet zal leiden tot andere conclusies. Het wordt aanbevolen het doel van eventuele vervolgmonitoring helder te formuleren en daarop de eventuele voortzetting ofwel aanpassing van de monitoring in te richten
- *Tevens wordt aanbevolen het te analyseren stoffenpakket uit te breiden met voor TGG relevante organische parameters. Aanbevolen wordt om in eerste instantie uit te gaan van het pakket zoals is beschreven in het monitoringsplan.* Indien het wenselijk is locaties met TGG-toepassing te monitoren, bevelen wij aan de volgende stoffen te analyseren: vluchtige aromaten, PAK, 15 metalen, fluoride, bromide, sulfaat, chloride (en herbemonsteringen uit te voeren bij hoge concentraties bromide)
- *Voor de locatie A4 Steenbergen deellocatie Zeelandweg-Oost wordt aanbevolen het monitoringsnetwerk in het grondwater met enkele peilbuizen uit te breiden vanwege de structurele interventiewaarde overschrijding voor arseen.* De concentraties arseen lijken van natuurlijke oorsprong en geen relatie te hebben van de TGG-toepassing. Uitbreiding van het netwerk is derhalve niet nodig
- *Voor de locatie A2 Rondweg Den Bosch wordt aanbevolen om het monitoringsnetwerk aan de westzijde uit te breiden met enkele peilbuizen tussen de A2 en de parallelbaan in. Hierbij kan gebruik gemaakt worden van de aanwezige Calamiteiten Doorgang (CADO).* Alvorens over te gaan tot uitbreiding van het netwerk wordt aanbevolen de doelstelling van eventuele monitoring te formuleren. Middels verificatie van de samenstelling van de aanwezige TGG kan worden beoordeeld in hoeverre de huidige aannames die leiden tot de conclusies over deze locatie standhouden. Daarbij kan ook aandacht worden besteed aan de lokale hydrologie en plaatsing van het meetnet uitsluitend ten oosten van de TGG
- *Op basis van de aangetroffen interventiewaarde overschrijdingen in het grondwater, MAC-MKE overschrijdingen in het oppervlaktewater en/of overschrijdingen in het oppervlaktewater van de grenswaarden voor veedrinkwater wordt voor de locaties A4 Omlegging Steenbergen, deellocaties Triangel en Zeelandweg-Oost, A5 Westrandweg Amsterdam, deellocaties vak C en vak E en A7 Hoorn afrit 9 aanbevolen risicobeoordelingen uit te voeren, waarbij het actuele gebruik van de locatie en van het oppervlaktewater in de beoordeling wordt betrokken.* Het uitvoeren van risicobeoordelingen sluit aan bij de bron-pad-object benadering zoals hiervoor is verwoord. Er is niet aangegeven waarom de locaties De Kleine Zaag en Den Bosch worden uitgesloten. Deze zouden ook in de bron-pad-object benadering moeten worden meegenomen. Overigens kunnen op basis van de onderzoeksresultaten de aangetroffen incidentele overschrijdingen van de interventiewaarde in het grondwater vermoedelijk niet worden gerelateerd aan de toepassing met TGG.

Vervolgonderzoek naar interventiewaarde overschrijdingen is in het kader van onderzoek naar TGG niet nodig

- *Tevens wordt aanbevolen om aanvullend onderzoek te verrichten naar de causaliteit tussen de ten opzichte van de referenties gemeten verhoogde waarden in het grond- en oppervlaktewater en de aanwezige TGG-toepassingen.* Middels de uitgevoerde locatie specifieke beoordeling die in deze rapportage is uitgevoerd, wordt meer invulling gegeven aan de relatie tussen verhoogde waarden in grond- en oppervlaktewater en de TGG-toepassing. Middels indicatief brononderzoek naar de kwaliteit van de TGG kunnen de gehanteerde hypothesen worden geverifieerd