

Deltares

**Plan van Aanpak 2de fase
onderzoek en monitoring TGG in
primaire waterkering te Perkpolder**



11200482-000

© Deltares, 2017, B

Titel

Plan van Aanpak 2de fase onderzoek en monitoring TGG in primaire waterkering te Perkpolder

Opdrachtgever Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving	Project 11200482-000	Kenmerk 11200482-000-GEO-0004	Pagina's 5
---	--------------------------------	---	----------------------

**Trefwoorden**

Type hier de trefwoorden

Samenvatting

Type hier de samenvatting

Referenties

Type hier de referenties

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
1	maa. 2017						

Status

concept

Dit document is een concept en uitsluitend bedoeld voor discussiedoeleinden. Aan de inhoud van dit rapport kunnen noch door de opdrachtgever, noch door derden rechten worden ontleend.

Inhoud

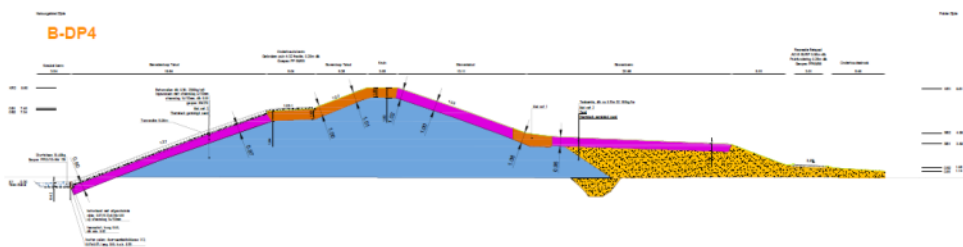
1 Inleiding	1
1.1 Achtergrond	1
1.2 Doelstelling van het onderzoek	2
1.3 Projectorganisatie	3
1.4 Leeswijzer	4
2 Terreinwerkzaamheden en (veld)monitoringsplan	5
2.1 Geofysische metingen	5
2.1.1 Geo-elektrische metingen	5
2.1.2 Tomografie metingen	5
2.1.3 Aanpak geofysische metingen	5
2.1.4 Doorlooptijd en planning	5
2.2 Boringen en monsternamen	6
2.2.1 Relatie met richtlijnen en voorschriften	6
2.2.2 Type boringen en afwerking	6
2.3 Plaatsen Peilfilters	7
3 Laboratoriumonderzoeken en Analyses	8
3.1 Chemische analyse op het (vaste) TGG materiaal	8
3.2 Geotechnische analyse op het vaste TGG materiaal	9
3.3 Chemische analyse op de grondwatermonsters	10
3.4 Chemische analyse op water uit kwelsloot	10
4 Interpretatie en rapportage	11
5 Geselecteerde onderaannemers en laboratoria	12
6 Planning	13
7 Kosten	14
8 Bijlage 1	15
9 literatuurlijst	19

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

In het project Natuurcompensatie Perkpolder is een nieuwe primaire kering bij Perkpolder (Zeeuws-Vlaanderen) aangelegd. In een deel van deze nieuwe primaire keringen is in de kern, in plaats van zand, thermisch gereinigde grond (TGG) gebruikt, afgedekt met een laag klei van minimaal 0,8 m dik.

In 2016 ontstond er enige ongerustheid bij de waterkeringsbeheerder Rijkswaterstaat (RWS) met betrekking op het toegepaste TGG materiaal in termen van reactiviteit, mogelijke ongewenste effecten op milieu en gezondheid en ook de lange termijn gevolgen van dit materiaal op de functionaliteit en waterkerend vermogen van de waterkering. RWS heeft toen Deltares gevraagd om een verkennend onderzoek uit te voeren op het TGG materiaal. Uit dit onderzoek eind 2016 blijkt met name sterke onzekerheden te bestaan over de civieltechnische aspecten (op lange termijn) en de milieutechnische aspecten van het bij Perkpolder toegepaste TGG, alsmede zorgen over de gezondheid van personen die in aanraking gekomen zijn met het materiaal tijdens de uitvoeringsfase. Het materiaal vertoonde verkitting (met gevaar op sterke monoliet vorming) en een erg hoge initiële pH (pH 11). De resultaten van dit eerste onderzoek zijn gerapporteerd in 'Analyse TGG Perkpolder, eindrapport; kenmerk: 1220438-000-GEO-0012-jvm, d.d. mei 2016'. Onderstaande figuur



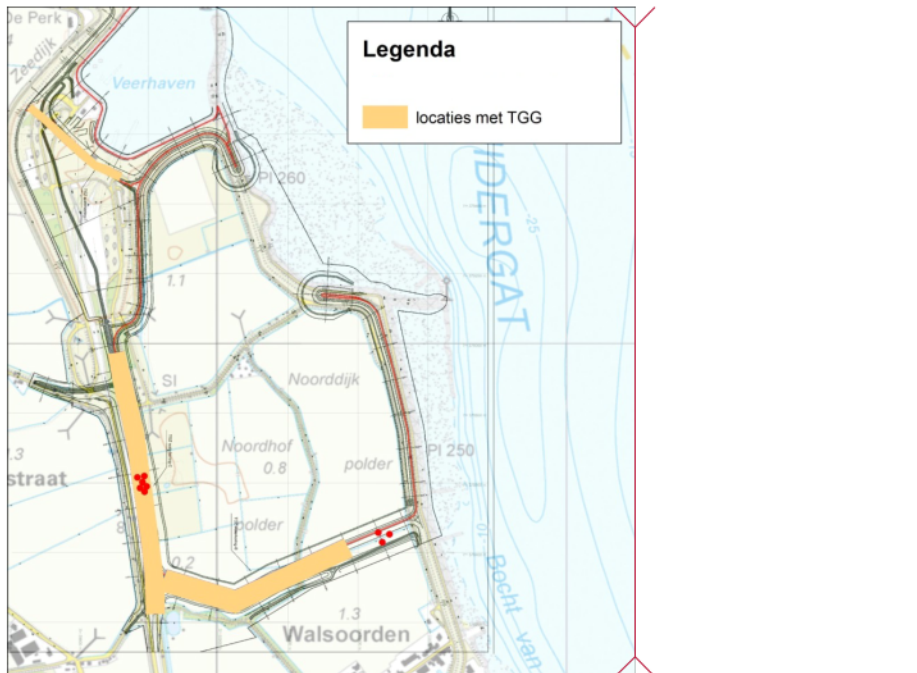
geeft een overzicht van de locatie.

Commented []:
Klopt dit wel? Want in mei 2016 is het eindrapport van het verkennend onderzoek opgeleverd. Daarna is alleen geïnvesteerd in de voorbereiding van het onderzoek dat nu is gestart.

Commented []: Wat is er gebeurd met de opmerkingen op dit rapport, met name het weglaten van de grindfractie irt de conclusies? Is dit nog bijgesteld betreft doolathendheid etc

Commented []: Wat onderzocht was voideed aan de normen echter mogelijk ontbraken wat parameters zowel bij de leverancier als in bij Deltares rapport. Is het rapport nog bijgesteld, op basis van het eerdere commentaar want er werd niet aan de juiste normen getoetst? Zeker niet voor uitloging metalen en normen metalen.

Commented []: Uit het onderzoek blijkt dat deze reactiviteit vnl bij zout water geldt en niet voor zoute wateromstandigheden bij Perkpolder? deze werd onder zoute omstandigheden ca pH 9. alleen het natsproeien tijdens de uitvoering is onduidelijk, maar toen is de pH geheel niet gemeten, als dit met zout wat is gedaan kan dit niet geleid hebben tot een pH 11 volgens het rapport van Deltares. maar ca pH 9. dus gelet op de resultaten uit het rapport is dit in de omstandigheden rondom Perkpolder niet juist



Figuur 1.1 Locatiekaart Primaire waterkering Perkpolder met TGG materiaal. *Wat doet dat blauwe blokje daar?*

In overleg met PPO en HWBP is door Rijkswaterstaat |WVL| besloten om uitgebreider (monitorings)onderzoek door Deltares en RIVM uit te laten voeren.

Commented []: WVL is hier niet vooraf bij betrokken .

Commented []: Heeft RWS-WVL hiertoe besloten? Dit is toch het voorstel van PPO en ZD?

1.2 Doelstelling van het onderzoek

De algemene doelstelling van het onderzoek is het bepalen van de geotechnische, chemische en milieukundige eigenschappen van het aangebrachte TGG materiaal en het effect en de risico's van het gebruik van dit materiaal in de primaire water kering te Perkpolder voorep de omgeving (milieu) en gezondheid. De interactie met de omgeving, met name tussen het TGG materiaal en het oppervlakte en grondwater, in welke mate zowel in tijd als ruimte vergt een uitgebreid monitoringsprogramma (geplande monitoringsduur van 2 jaar).

Commented []: Er is geen contact meer met het materiaal en gelet op de notitie van het RIVM is er gelet op gezondheid voor mensen zeker geen risico. Veedrenking is daar zer onwarschijnlijk dus ook daar lijkt geen gezondheidprobleem

Commented []: Dit is gelet op de term uitgebreid?? Dit is toch nog niet nog niet vastgesteld? Term uitgebreid is vooruitlopend op dit plan .Term schrappen

De algemene doelstelling kan binnen de drie (discipline)velden nog nader worden ingevuld.

De geotechnische aspecten:

Het geotechnische deel van dit onderzoek richt zich op het bepalen van de geotechnische eigenschappen van het materiaal die de functionaliteit van de waterkering kunnen beïnvloeden ten opzichte van conventioneel zand dat wordt gebruikt als ophoogmateriaal of kernmateriaal bij waterkeringen. Het gaat hier, naast de korrelverdeling en chemische samenstelling van het materiaal, in eerste instantie om de doorlatendheid en de eigenschap van dit materiaal tot verkitting. Deze zullen in eerste instantie onderzocht worden op genomen monster materiaal in het laboratorium volgens conventionele testmethoden. Indien de verkitting erg hoog en sterk is ontwikkeld zullen wellicht minder bekende laboratorium testen moeten worden ingezet ter bepaling van de sterkte en stijfheid.

Commented []: Tov van het eerdere onderzoek alle grindfractie meenemen en niet weglaten .Ook niet en opzichte van doorlatendheid of chemische kwaliteit .

De geotechnische eigenschappen hebben echter ook een grote relatie, of beter gezegd zijn een afgeleide van de reactiviteit van het materiaal. De chemische reactiviteit en omzettingsproducten in tijd en veranderende omgeving zullen hierdoor ook bepaald (en beproefd) moeten worden. Deze chemische samenstelling en reactiviteit hebben ook effect op de milieukundige aspecten van dit onderzoek.

Milieukundige aspecten:

Bij de milieukundige aspecten van dit onderzoek is het uitgangspunt de chemische samenstelling en reactiviteit van het TGG materiaal. Het onderzoek dient te bepalen of en welke chemische omzettingen in het TGG materiaal in de tijd zullen plaatsvinden, welke effecten dat heeft in termen van Ph en mogelijke elementen en 'verontreinigingen' die mobiel kunnen worden en kunnen uitloggen naar het grond- en/of oppervlaktewater. De elementen en chemische verbindingen die zullen worden meegenomen worden dienen minimaal alle elementen te beslaan die worden bepaald moeten worden voor toetsing van grond en toetsing van bouwstoffen conform de regeling bodemkwaliteit (Bijlages A en B). Indien er gaande het onderzoek of uit de eerste initiële bepaling van de chemische samenstelling volgt dat er mogelijk nog meer (potentieel milieuschadelijke) verbindingen aanwezig kunnen zijn zullen deze in overleg met de opdrachtgever ook in het monitoringsprogramma worden opgenomen.

Gezondheidskundige aspecten

De gezondheidskundige aspecten van het TGG materiaal zullen worden onderzocht door het RIVM. Het RIVM is natuurlijk wel belanghebbend in het monitoringsprogramma. Het monitoringsprogramma, op welke stoffen, de frequentie en locaties zal met het RIVM moeten worden afgestemd.

De onderstaande tabel geeft weer voor welke activiteiten welke richtlijnen en certificering zullen gelden. Zowel de terreinwerkzaamheden als de laboratorium werkzaamheden zullen uitgevoerd worden conform deze richtlijnen. De bedrijven die als onderaannemer fungeren voor deze werkzaamheden zullen ook de certificering (Kwaliteitsregeling) moeten hebben conform deze richtlijnen bij uitvoering van de verschillende activiteiten.

Korte naam	Naam	Versie	Datum	Gebruik
AP04-?	Accreditatieprogramma voor keuring van partijen grond, bouwstoffen en korrelvormige afvalstoffen	9	23-06-2016	Analyses waterkwaliteitsparameters, uitloog- en samenstellingsonderzoek
BRL1000	BRL SIKB 1000 Monsterneming voor partijkeuringen, met wijzigingsblad (10 maart 2016)	8.2	2-12-2014	Zie BRL1001
BRL1001	Protocol 1001 Monsterneming voor partijkeuringen grond en baggerspecie (10 maart 2016)	2.1	12-12-2013	Partijkeuring
BRL2000	BRL 2000 Veldwerk bij milieuhygiënisch bodemonderzoek (incl wijzigingsblad, versie 3)	5	12-12-2013	Zie BRL2001, BRL2002

Commented []: het materiaal is voor de zomer van 2014 aangebracht. Lijkt me goed om dat te noteren en in ons achterhoofd te houden tav reactiviteit.

Commented []: In het eerdere rapport staat al vermeld dat reactiviteit alleen in de beginfase is na contact met water en dan afneemt. Wat wordt hier bedoeld?

Commented []: Algemeen Problemen tot nu toe zijn voor zoet water alleen sulfaat en bromide en de pH. metalen zijn tot nu toe geen probleem uit eerder onderzoek. metalen zijn niet aangetoond, ook niet in eerder rapport

Commented []: pH. deze is nu hoog dus loogt er weinig uit gelet op metalen. Sulfaat en bromide heeft dit weinig invloed. echter in de bodem zijn ook een aantal metalen niet aangetoond dus waarom meten? verantwoordings is niet duidelijk

Commented []: Wat wordt hier bedoeld? er zijn vele verontreinigingen die deels of grotendeels mobiel kunnen zijn. noemen wat hier het issue is.

Commented []: Alle elementen? dit is zeer onduidelijk. wordt hier nu organische en anorganisch elementen mee bedoeld? of worden hier de anorganische componenten bedoeld die verhoogd zijn en/ de elementen die door verandering pH kunnen uitloggen? of door pH veranderingen kunnen uitloggen?

Commented []: Nader toelichting dit is voor anorganisch dubbel. anionen bijlage A en metalen bijlage B? pH ontbreekt dan dus deze ook meenemen

Commented []: Hoe aantonen zie vorige opmerkingen ???

Commented []: Vindt deze afstemming al plaats? Dat het niet zo is dat RIVM wacht met de start op de nota van DG-RWS aan de ministers van I&M.

Commented [EV20]: Eens met de opmerkingen van RIVM heeft al een notitie opgesteld over sulfaat en pH. en risico's. Overige is gewoon standaard beleid en invulling zorgplicht. als er daadwerkelijk nieuwe knelpunten uit naar voren komen gaat dit via route beleid waar RIVM ook betrokken is.

Commented []: Waterkwaliteit is niet onder AP04 AS3000

Commented []: Wordt er dan een partijkeuring uitgevoerd? schrappen

Commented []: Moet dit niet het protocol BRL 1002 zijn? **MONSTERNEMING VOOR PARTIJKEURINGEN NIET-VORMGEGEVEN BOUWSTOFFEN**

Commented [EV24]: Zie 23? Nee is grond dus 2001

BRL2001	Protocol 2001 Plaatsen van handboringen en peilbuizen, maken van boorbeschrijvingen, nemen van grondmonsters en waterpassen (incl wijzigingsblad, versie 3)	3.2	12-12-2013	Plaatsing peilbuizen en nemen grondmonsters
BRL2002	Protocol 2002 Het nemen van grondwatermonsters	4	12-12-2013	Monsternamen in peilbuizen
BRL2100	BRL SIKB 2100 Mechanisch boren	3.3	16-04-2015	Zie BRL2101
BRL2101	Protocol 2101 Mechanisch boren	3.3	16-04-2015	kernboringen

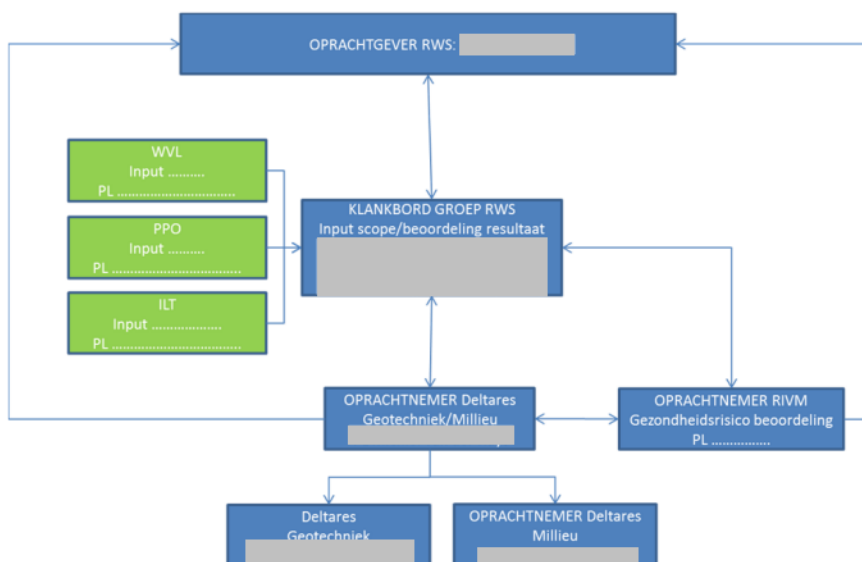
1.3 Projectorganisatie

Onderstaand organogram geeft een overzicht van de verschillende partijen, rollen en communicatielijnen. Rijkswaterstaat (RWS-[PPO](#)) in de persoon van [REDACTED] is de opdrachtgever naar Deltares en RIVM. Het RIVM heeft een aparte opdracht van RWS en valt buiten de opdracht van Deltares. Wel zal Deltares contact opnemen met het RIVM ter afstemming van de uit te voeren laboratoriumproeven en te meten stoffen in grondwater en vaste materie.

Vanuit RWS is een klankbord geformeerd met [REDACTED]. De klankbord fungeert als verzamelpunt en verzorgt de afstemming tussen de verschillende RWS diensten die een betrokkenheid hebben in dit project. Dit voorkomt het ontstaan van verschillende communicatielijnen en discussies [hetgeen voor de planning van het onderzoek een risico kan vormen die uit elkaar kunnen drijven](#).

Commented [REDACTED]: Is dit al gepland zodat RIVM op het juiste tijdstip meelift?

Commented [REDACTED]: Is dit nodig ??gaat alleen om pH, sulfaat en bromide welke al genormeerd zijn gelet op de vraag naar RIVM



1.4 Leeswijzer

Alle terreinwerkzaamheden en monitoringsactiviteiten worden beschreven in hoofdstuk 2. Hierin wordt toegelicht welke relatie de proeven hebben met de doelstelling(en), welke gerelateerde normen van toepassing zijn, wordt een voorstel gedaan voor uit te voeren aantallen en bemonsteringschema's. Alle laboratorium proeven en de analyse van de resultaten worden beschreven in Hoofdstuk 3.

2 Terreinwerkzaamheden en (veld)monitoringsplan

2.1 Geofysische metingen

In het plan van aanpak worden op dit moment Geo-elektrische metingen en crosshole tomografie voorzien. Bij Geo-elektrische metingen wordt een elektromagnetisch veld aan het oppervlakte de ondergrond ingestuurd. Opnemers uitgezet in een raai op het maaiveld (op de kruin van de waterkering bijvoorbeeld) meten feitelijk de weerstandsrespons van de onderliggende lagen. Het verschil in weerstand kan worden vertaald in verschillende eigenschappen.

De crosshole tomografie maakt gebruik van seismiek, waarbij in 1 boorgat een seismische (trilling) bron wordt gehangen en in een tweede boorgat een ontvanger. Ook hierbij wordt weer het verschil gemeten tussen de bron trillingen en de ontvangen trillingen waarbij het verschil duidt op verschillende eigenschappen.

2.1.1 Geo-elektrische metingen

De geo-elektrische metingen geven (in tegenstelling tot lineaire boorgat informatie) 2D informatie over de gehele lengte van de dijk of de ondergrond waarover gemeten wordt. Het geeft als het ware een **dwarsdoorsnede met waarden van verschillende weerstand in de ondergrond**. Deze verschillende weerstandswaarden geven een beeld van de variatie in **dichtheid, doorlatendheid en stijfheid(?)** binnen het TGG het materiaal weer. Tevens geeft het een zeer goed beeld van de mogelijke variatie in de klei afdekking en de onderkant van het TGG materiaal in de kern van de waterkering. De diepte en dikte van de ondergrond onder het TGG materiaal is erg van belang bij de plaatsingskeuze van de peilfilters.

Commented []: , kun jij hier de exacte werking en wat het meet en hoe het vertaald wordt naar fysische eigenschappen en waarom het hier wel (of niet) goed zou werken? Invloed van zoet/zout water, penetratiediepte etc.

Commented [] (28): Krijgen we met deze techniek wel zicht op de materiaaleigenschappen in het dwarsprofiel van de waterkering? Ik krijg uit de beschrijving het beeld van een langdoorsnede.

Commented []: ? Welke afgeleide eigenschappen bepalen we met geo-elektrisch? Dichtheid, maar ook wellicht porositeit(?), stijfheid(?) en hoe groot moet het verschil in deze eigenschappen zijn willen we het als verschil kunnen duiden? Verschil klei/zand is duidelijk, maar variatie in TGG??

Commented []: , Idem als MvdR3

2.1.2 Tomografie metingen

- Iets uitvoerige beschrijving van de meting (kleine theorie, verschillende methoden etc).
- voorgestelde hardware van trilbron, voorgestelde trilbron, beoogde penetratiediepte
- welke directe resultaten en welke afgeleide eigenschappen met welke 'nauwkeurigheid'.
- De eisen aan de boorgaten

2.1.3 Aanpak geofysische metingen

Wat moet hier verder nog komen (raming uitgaande van 150k):

- Fasering: fase 1 (op dijk)
 - 5dagen 1 dag opzetten en instellen etc 4 dagen meten
 - Verschillende golven/frequenties
 - TGG deel/niet TGG deel voor referentie
 - Bepaling van maximale afstand tussen twee boorgaten voor tomografie
- Fase 2 (ook op dijk)
 - groter gedeelte geofysisch onderzoek
 - Hoeveel lengte langs de dijk
 - Hoeveel tomografie in hoeveel boorgaten (gebaseerd op begroting 150k totaal)

2.1.4 Doorlooptijd en planning

- Hierbij aangeven de 1^{ste} fase (5 dagen van 1d mobilisatie, 1 dag afregelen en drie dagen meten inclus demob)
- Tussenfase verfijnen planning en opzet 2^{de} fase meten, met meenemen van tomografie na plaatsen boorgaten voor monsternamen
- Onderverdeling kosten voor fase 1 en 2 met scheiding tussen veldmetingen en analyse

2.2 Boringen en monstername

In dit plan van aanpak (versie 1) worden 6 boringen voorzien in het TGG materiaal en 3 in een naastgelegen dijksectie waar geen TGG materiaal is aangebracht. Dit totaal aantal boringen van 9 stuks komt voort uit de aangeboden en gehonoreerde offerte (kenmerk 11200482-000-GEO-002). De boringen dienen verschillende doelen te weten:

1 Monstername ter:

1.1 bepaling van de geotechnische eigenschappen zoals (initiële) korrelverdelingen, doorlatendheid, sterkte en/of stijfheid van het TGG materiaal

1.2 bepaling van de chemische samenstelling en reactiviteit van het TGG materiaal

1.3 vergelijk van het TGG materiaal met klassiek zand zoals gebruikelijk in de kern van een waterkering

2 het uitvoeren van tomografische metingen ter bepaling van de stijfheid en mate van 'verkitting' van het TGG materiaal.

3 Het plaatsen van peilfilters ter bepaling van de waterstanden en water kwaliteit in het TGG materiaal en in de onderliggende grondlaag

2.2.1 Relatie met richtlijnen en voorschriften

Er ~~bestaan~~ bestaat voor de situatie als deze niet echt een richtlijn voor de minimale hoeveelheid en spatiele verdeling (onderlinge afstand) van de boringen als het gaat om het vaststellen van de geotechnische eigenschappen. De maximale afstand voor de tomografie metingen zal in deze bepalend zijn en volgt na het uitvoeren van de geo-elektrische metingen op de kruin van de waterkering. Hierbij moet gerekend worden op een maximale afstand van tussen de 10 a 20 meter. Dit betekent dat met zes boringen een totale lengte van circa 50m a 100m van de totale waterkering met TGG kan worden bemonsterd.

Voor chemische analyse wordt bemonsterd en geanalyseerd conform Besluit Bodemkwaliteit en Regeling Bodemkwaliteit. Daarbij is van belang om verschillende locaties bepalingen te doen en ruimtelijk zichtbaar te maken waar eventuele verschillen zitten. De verantwoordelijkheid voor de opstelling van het plan hiervoor ligt bij het BRL-gecertificeerde bedrijf, die daarvoor overlegt met Deltares.

Tevens is een bepaling van de staat van de dijk als geheel; daarvoor is een samenstellingsanalyse nodig conform BRL 1000 (protocol 1001), waarvoor 100 aselechte grepen nodig zijn per partij. Omdat onduidelijk is of er sterke heterogeniteit in het materiaal zit (en dus de partij niet als 1 partij kan worden aangemerkt), zullen de andere uitgevoerde boringen (en bepalingen) dienen als vooronderzoek om dit te beoordelen. Indien wordt vastgesteld dat de aangebrachte grond uit meerdere partijen bestaat, zullen meerdere mengmonsters genomen moeten worden.

2.2.2 Type boringen en afwerking

De boringen zijn zogeheten kernboringen waarmee een continue monstername wordt beoogd. Het doel is om een volledige continue kern over de gehele diepte van kruin tot circa 2 a 3 meter in het onderliggende pakket te verkrijgen. De diameter van deze kernboringen is 100mm. De reden van kernboringen versus meer conventionele boringen als Ackerman bussen of pulsborings is de verwachte 'verkitting'. De conventionele boommethodieken gebruikelijk voor monstername uit waterkeringen zijn niet toepasbaar bij verkit materiaal en zullen ook moeite hebben met de mogelijk grote diameter kiezels die in het TGG materiaal aanwezig zijn. Het voordeel van deze continue monstername is dat de variatie (in termen van het visueel waarneembare korrelverdelingen, verkitting en zeer afwijkende samenstelling) binnen het TGG materiaal zeer duidelijk wordt.

Commented []: Het zou mooi zijn als het boorplan gebaseerd kan worden op de uitkomsten van de geofysische/geoelectrische metingen

Commented []: zijn er beperkingen tav voertuigkeuze vs locatie?
Zwaarte van het boorequipment om door de TGG te komen?

Commented []: Hoe is het aantal boringen bepaald? Is dit aantal bepaald om een voldoende ruimtelijk beeld te krijgen of bepaalt het budget het aantal boringen?

Commented []: is het nodig om het zand te bemonsteren? Voor grondwater kan ik me een verificatielocatie wel voorstellen, maar niet voor monstername....

Commented []: Maar 50-100 m dijk lengte is slechts 4,5 % van de totale dijk lengte. Is dit dan wel representatief? Volgens 2.2 worden in 6 boorgaten geofysische metingen in de TGG uitgevoerd. Ik neem aan dat deze over de 2,2 km TGG dijk worden verdeeld om een goed ruimtelijk beeld te krijgen van de meetresultaten. Maar deze boorverdeling lijkt niet consistent met die nodig is voor de geoelectrische metingen. Hoe zit dit?

Commented []: Partijonderzoeken bieden geen ruimtelijk inzicht dit is gemiddelde kwaliteit per 10000 tont

Commented []: ? dit plan gaat toch over monitoren grondwater en water ? zie inleiding is het echt de bedoeling partijonderzoeken opnieuw uit te voeren ? Wat is de aanleiding ?? en wat is het doel

1 partijonderzoek is per 10000 ton dit 100 grepen en twee analyses bepaald de gemiddelde kwaliteit een partij mag heterogeen zijn1 partij onderzoek ?? Partij onderzoeken zijn al verricht voor aanlevering. Deze gegevens zijn er dus wat is het doel .Verhaals kosten ??

Commented []: Zie ook opmerking 12. Dijk als geheel beschrijven met alle metingen tesamen.

Commented []: partijen zijn niet te herkennen gezien de bouwwijze. De keringen zijn laagsgewijs in verschillende delen opgebouwd. De dijk is dus 1 groot mengmonster. Verschillen tussen de monsters zijn volgens mij eerder toe te wijzen aan de heterogeniteit van het materiaal (in de tijd) dan aan verschillende partijen.

Commented []: De kruin ligt op ca. NAP +10 m en het maaiveld tussen -0,5 en +1,25 m. Dus de boordiepte varieert dan tussen de 11 en 14 m!

Commented []: Maar wel de conventionele boortechnieken voor schrijven volgens accreditatie ?/certificering ? dit rijmt niet .Ik vraag dit mij af want deze zijn er wel en zijn toegestaan

In de boorgaten zullen minimaal 2, maar maximaal 3 peilfilters geplaatst worden. In ieder geval zal 1 van de te plaatsen peilfilters in de grondlaag onder het TGG geplaatst worden. Hiervoor moet deze afsluitende laag boven het peilfilter worden hersteld om directe lekkage uit de TGG kern te voorkomen. De afdichting zal plaatsvinden met zogeheten mikoliet (een klei met zwellende eigenschappen).
 Additioneel materiaal buiten de boorkernen zal worden afgevoerd conform regelgeving.

De monsternamen en monsterbehandeling zal plaatsvinden conform BRL9335, tenzij onder dit certificaat het onmogelijk blijkt om de monsters met de juiste kwaliteit boven te halen.

2.3 Plaatsen Peilfilters

Er zijn in dit plan van aanpak in het totaal 18 peilfilters voorzien (2 per voorziene boring) zowel in het TGG als buiten de locatie waar TGG is toegepast. Peilfilters worden in den beginne iedere 3 maanden bemonsterd, waarbij tevens geleidbaarheid en pH wordt bepaald.

De exacte hoeveelheid en locatie van de peilfilters (en de bemonsteringsfrequentie) is afhankelijk van de verwachte grondwaterstroming en voortschrijding van uitgeloopte elementen. Deltares beheert een grondwater meetnet ter bepaling van de zoutinvasie als gevolg van het verplaatsen van de waterkering. Deze gegevens zijn van essentieel belang voor de bepaling van het grondwatermonitorsmeetnet. Dinsdag 11 april zal intern Deltares een overleg plaatsvinden met analyse van het bestaande monitoringsnetwerk om het noodzakelijk geachte en de locaties van de additionele peilfilters te bepalen.

Commented []: Oke, maar krijg je de zwelklei gelet boven de onderste filters, gelet op de boordiepte, wel goed aangebracht?

Commented []: geldt deze BRL ook voor bescherming? Geen mannen in witte pakken, maar wel handschoenen/(mondkapje?). Zie voorschriften verwerking bodemas (volgens mij); ook pH 11-12.

Commented []: onder punt 5 van BRL 1002 is vermeld dat bij de monsterneming zo nodig persoonlijke beschermingsmiddelen gebruikt moeten worden.

Commented []: Wat is de reden dat we BRL 9335 van toepassing verklaren? Want deze BRL is bedoeld voor de keuring van grond en baggerspecie die onder certificaat geleverd gaat worden. De certificaathouder moet ook een eigen kwaliteitssysteem inrichten! Dit lijkt me niet de bedoeling.

Commented []: Waarom BRL 9335 gaat over samengevoegde partijen er was toch eerder verwezen naar de 1001?

Commented []: plaatsing hiervan zou gebruikt kunnen worden om te kijken waar de TGG stop in waterkering B. Of is dat handmatig te doen; guts?

3 Laboratoriumonderzoeken en Analyses

Commented []: Herzien!!!

De laboratoriumanalyses zullen zich richten op de chemische samenstelling en reactiviteit en de geotechnische eigenschappen van het vaste TGG materiaal zoals het op dit moment in de waterkering aanwezig is, maar ook op de watermonsters die gedurende het monitoringsprogramma uit de TGG kern van de waterkering en van het grondwater zullen worden genomen.

3.1 Chemische analyse op het (vaste) TGG materiaal

Van het vaste TGG wordt zowel samenstellings- en uitloogonderzoek gedaan. Samenstellingsonderzoek vindt plaats conform NEN7371, zoals genoemd in de Regeling Bodemkwaliteit terwijl het uitloogonderzoek volgens NEN7383 plaatsvindt en bepaling van concentraties vindt plaats conform AP04.

Commented []: Dit is uitlooging??checken want t dit is niet samenstellingwaarden

Commented []: Fout dit moet volgens grond en de uitlooging volgens NV grond en bouwstoffen

Bij het te bepalen stoffenpakket wordt rekening gehouden met de analyses die benodigd zijn voor analyse van grond (bijlage B, Regeling bodemkwaliteit).

Commented []: Zeer vaag 3000 sofften ?

Tevens is een aantal stoffen geïdentificeerd die door het thermische reinigingsproces en mogelijke menging met andere stoffen materialen een rol kunnen spelen. Omdat geen informatie beschikbaar is over de precieze herkomst van de grond (voordat die gereinigd werd) plus natuurlijk de bijmenging van TAG, wordt het voorzorgsprincipe hier ruim ingevuld en worden tevens alle stoffen bepaald die ook worden bepaald bij bepaling van de maximale emissie- en samenstellingswaarden van bouwstoffen (Bijlage A, Regeling Bodemkwaliteit, groep 1, 2, 3, 4). Bovendien zullen voor PAKs, een groep van 16 worden bepaald volgens de standaard van Environmental Protection Agency.

Commented []: Fout dit moet conform grond bijlage B

Commented []: Fout de metalen kunnen via bijlage B

Commented []: Geheel niet mee eens. samenstelling waarden moeten volgens bijlage B niet volgens A dit moet volgens bijlage A, behalve de anionen

Commented []: Waarom ?? deze zijn geheel niet aangetoond in .onzinnig liggen vrijwel alle onder AW

De bepalingen zullen plaatsvinden op 4 vaste stofmonsters per boring. Afhankelijk van het resultaat van de eerste groep boringen, kan in overleg het aantal proeven worden teruggebracht. Bovendien zullen deze analyses plaatsvinden op 2 samengestelde mengmonsters van de partijkeringmonsters genomen conform BRL1000.

Commented []: hoe wil Deltares dit praktische laten uitvoeren?

Voor niet vormgegeven bouwstof is BRL 1002
MONSTERNEMING VOOR PARTIJKERINGEN NIET-VORMGEGEVEN BOUWSTOFFEN
Van toepassing.

Hoe denkt Deltares uit plaatvast TGG afkomstig uit de boorkernen een fatsoenlijk mengmonster samen te kunnen stellen? Dan moet je de monsters uit de kernen gaan crushen. Dit is erg bewerkelijk.

Kan niet worden volstaan met het samenstellings- en uitloogonderzoek?

Verkittingspotentieel

Door de hoge pH in het uitloogende materiaal en de aanwezigheid van ongebluste kalk ($\text{CaO}/\text{Ca}(\text{OH})_2$) en mogelijk reactieve zwavelcomponenten kan mobilisatie plaatsvinden van calcium, zwavel ionen en (bij een pH boven de 12) ook aluminium en silicium. Als omstandigheden in de dijk veranderen (bijvoorbeeld door infiltratie van (regen)water), of indien de mobiele stoffen migreren naar zones in de dijk of buiten de dijk gelegen locaties, kunnen deze stoffen weer neerslaan en daar verbindingen vormen met de aanwezige grond. Van belang daarvoor zijn vooral die wijzigingen in omstandigheden, waarbij:

- Een overgang plaatsvindt tussen grondtypen (of overgang van grond naar een waterlichaam)
- Een wijziging in redox-condities, die de oplosbaarheid van zware metalen en microbiële activiteit sterk beïnvloeden
- Wijziging in watergehalte
- Wijziging in concentratie (door verdunning of menging)

Commented []: Zoute omgeving was aangetoond dat dit ph 9 is rapport deltars.

Commented []: houd ook rekening met het getijdenverschil!

Commented []: Alleen n zinvol als deze in de bodem aanwezig zijn en de emissietoetswaarden overschrijden

Deze processen kunnen leiden tot verkitting of een afname van de doorlatendheid. Om hierin meer inzicht te krijgen wordt bekeken naar het gedrag van deze mobiele componenten onder die condities waarbij de grootste kans is op verkitting het grootste is.

Ten behoeve van de beoordeling van het verkittingspotentieel worden op alle boringen ook analyse gedaan ter bepaling van

- het gehalte ongebluste en gebluste kalk
- gehalten reactieve en niet reactieve zwavel
- Effect van pH en EC bij contact met water

Om het risico van verkitting beter te interpreteren wordt tevens voor boring de volgende analyses uitgevoerd:

- Effect van pH en geleidbaarheid van verschillende afgezeefde fracties (1 boring)
 - Hierbij wordt beoordeeld in welke fractie de reactiviteit het hoogst is. Deze bepaling is nodig ter interpretatie van de duur van de uitloging.
- Effect van wisselende Redox condities
 - Hierbij wordt gekeken hoe het mobiliseren en demobiliseren van ionen mogelijk leidt tot verkitting
- Effect van droog-nat variatie
 - Ook hierbij wordt gekeken naar mobiliseren en demobiliseren (oa door neerslaan) en de resulterende mogelijke verkitting.

De voor verkittingsanalyse toe te passen proeven kunnen niet conform bovengenoemde protocollen worden uitgevoerd en worden in het Deltares-laboratorium uitgevoerd onder de daar geldende kwaliteitssystemen. Bemonsteringen vinden wel plaats conform de vigerende BRL.

3.2 Geotechnische analyse op het vaste TGG materiaal

De chemische processen binnen het TGG materiaal kunnen tot omzettingen leiden met fysische veranderingen en veranderende geotechnische eigenschappen tot gevolg. De geotechnische veranderingen, met name als gevolg van de verkitting zijn een lagere doorlatendheid en een (verhoogde) sterktoename. Op locaties waar in het verleden TGG materiaal is toegepast is een dermate verkitting geobserveerd dat er sprake was van sterke monolietvorming waarbij het materiaal zich niet meer als los korrelig materiaal gedraagt maar eerder als een (licht) gecementeerd blok met eerder een druk- en treksterkte dan dat sprake is van een zand met een sterkte als gevolg van een interne frictiehoek. Hierdoor zullen de volgende geotechnische proeven worden uitgevoerd:

- Korrelverdeling, soortelijk gewicht van het materiaal
- Proctor dichtheden
- Doorlatendheidsproeven
- Triaxiaal proeven
- UCS/vrije prisma proef (indien hoge mate van verkitting)
- Treksterkte proeven (indien hoge mate van verkitting)

Korrelverdeling bepalingen en soortelijke massa

De korrelverdeling, soortelijke massa en proctor dichtheden zijn standaard proeven die worden uitgevoerd voor loskorrelig zand gebruikt als constructie materiaal. Deze proeven worden uitgevoerd om een vergelijk in (initiële) fysische eigenschappen ten opzichte van 'gewoon' zand te maken.

Doorlatendheidsproeven

De doorlatendheidsproeven zullen worden uitgevoerd conform standaard doorlatendheidsproeven zoals gebruikelijk voor de bepaling van zand. Deze proeven dienen (tezamen met de korrelverdelingen, soortelijk gewicht en proctordichtheden) met name om

een compleet beeld te vormen van de classificatie eigenschappen het TGG materiaal ten opzichte van 'normaal' zand.

De sterkte eigenschappen van 'normaal' zand worden uitgedrukt in cohesie en phi, waarbij de cohesie normaal gesproken 0 is en de phi wordt bepaald door middel van gedraineerde Triaxiaal proeven. Deze waarde dient enerzijds ter vergelijking van het TGG materiaal met 'normaal' zand anderzijds is het natuurlijk een parameter die erg van belang is in de bepaling van de standzekerheid van het dijklichaam.

Commented []: graag vergelijking trekken met Fugro rapport(en)

Indien de mate van verkitting echter zo hoog is (zoals bv bij fietsovergang over de A4 te Leidschendam) dat het materiaal zullen UCS en/of treksterkte (brazilian tensile strength test) proeven worden gedaan. Hieruit zal ook een stijfheidsmodulus bepaald worden die benodigd is voor bv eindige elementen methoden berekeningen ter bepaling van de veiligheid van de waterkering omdat de doorgaans gebruikte D-Geostability niet goed kan omgaan met zeer stijve monoliet achtige elementen.

Commented []: hier is een woord weg gevallen.

3.3 Chemische analyse op de grondwatermonsters

Van grondwatermonsters wordt iedere 3 maanden de pH en geleidbaarheid bepaald. Bovendien worden monsters genomen voor bepalen van uitspoelende materialen. Daarbij worden in ieder geval de stoffen bepaald uit Bijlage B, Tabel 1, stofgroep 1-4 van de Regeling bodemkwaliteit, sulfaat, chloride, fluoride, Bromide en de 16 EPA PAKs.

Commented []: Is dit in overeenstemming met hetgeen is aangedragen/voorgesteld door Hans Gerritsen?

3.4 Chemische analyse op water uit kwelsloot

Van het water in de kwelsloot wordt de zelfde bepalingen uitgevoerd als genoemd in paragraaf 3.3.

4 Interpretatie en rapportage

Gezien dit project uit verschillende delen, onderzoeken bestaat met een gestage informatiestroom gedurende de doorlooptijd (nu voorzien voor twee jaar) zullen er verschillende rapportages worden opgeleverd.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de verschillende projectdelen en activiteiten met de voorgestelde rapportage vormen en frequentie.

Activiteit	Rapportage	Frequentie
1 ^{ste} fase geofysisch onderzoek	Memo met voorstel 2 ^{de} fase geofysisch onderzoek en detail boorlocaties	1 maal na afronding (doorlooptijd 1 week)
Boorprogramma en plaatsen peilfilters	Feitelijke rapportage	1 maal na afronding
2 ^{de} fase geofysisch onderzoek	Rapport geofysisch onderzoek, inclusief analyse	1 maal na afronding
Geotechnische en chemische uitkomsten laboratorium onderzoek	Feitelijke rapport	1 maal na afronding
Analyse geotechnische aspecten TGG	Rapport met de bevindingen en het vergelijk van het TGG materiaal in vergelijking met 'normaal' zand en mogelijke consequenties voor standzekerheid van de waterkering (inclusief mogelijke berekeningen)	1 maal na afronding van lab onderzoek
Analyse chemische aspecten TGG	Rapport met de bevindingen en het vergelijk van de chemische aspecten van het TGG materiaal in vergelijking met normaal zand en de chemische samenstelling in vergelijking met voorschriften	1 maal na afronding van labonderzoek
Grondwater bemonstering	Memo met gemeten waarden en vergelijk met waarden uit richtlijnen	Elke 3 maanden na plaatsing van peilfilters tenzij in onderling overleg met de opdrachtgever veranderingen optreden in monsternamen frequentie
Alle metingen en rapportages zullen in overleg met de opdrachtgever gedeeld worden met het RIVM.		

5 Geselecteerde onderaannemers en laboratoria

Een aantal werkzaamheden kan Deltares niet uitvoeren omdat Deltares niet over de specifieke certificering beschikt die nodig is voor het uitvoeren van bepaalde laboratorium onderzoeken en terrein activiteiten. Hiervoor zullen gecertificeerde onderaannemers gezocht worden met de benodigde BRL1000/BRL2000 (veldwerk [en monsterneming](#)), BRL9335 (boringen) of AP04 (bepalingen).

Verder zullen geen bedrijven benaderd worden die in het verleden werkzaamheden hebben uitgevoerd waardoor zij nu hun eigen werk zouden moeten gaan overdoen. Dit zou een mogelijke conflict van interesse betekenen en de kwaliteit van het onderzoek nadelig beïnvloeden.

Een viertal bedrijven zal worden beschouwd om ~~het~~ de boringen te [zettenmaken](#), de peilbuizen te installeren en de chemische/milieukundige laboratoriumonderzoeken uit te voeren. Op dit moment is zijn de bedrijven SGS Intron en Fugro vanwege hun betrokkenheid bij de aanleg van de Perkpolder kering uitgesloten om als onderaannemer te vragen.

De bedrijven die nu in aanmerking lijken te komen zijn, Tauw, Anteagroep, Certicon, LieveenseCSO en Analytico. Enerzijds lijkt het efficiënt om een bedrijf als Tauw uit te nodigen voor zowel het terreinwerk als het laboratoriumwerk, maar dit is wellicht niet wenselijk. In de week van 11-15 april zal de shortlist worden gefinaliseerd om daarna in overleg met de opdrachtgever te bepalen welke bedrijven om een offerte zal worden gevraagd. Het streven is om 3 offertes te hebben.

Commented [

Dit concreter maken. Waarschijnlijk wordt bedoeld: bedrijven die tijdens de uitvoering in opdracht van Van Oord bodemonderzoek/geotechnisch onderzoek hebben uitgevoerd.

6 Planning

De onderstaande tabel geeft een overzicht van de geplande werkzaamheden.

Activiteit	Doel	Planning
Afstemmen locatie en aantal peilfilters	T.b.v PvA	11-15 april
Opstellen shortlist onderaannemers	Voorleggen en check met OG	11-15 april
Opstellen uitvraag onderaannemers	Voorleggen en check met OG	18-22 april
Finaliseer PvA	Goedkeuring OG	22-29 april
Uitvraag terreinwerkzaamheden en chemische analyses		22-29 april
1 ^{ste} fase geofysisch onderzoek	Detail bepaling techniek en instelling 2 ^{de} fase geofysisch onderzoek, eerste bepaling heterogeniteit in dijklichaam en bepaling maximale afstand boorgaten tbv boorgat geofysica	n.t.b
Uitvoeren boringen en plaatsing peilfilters	Monsternamen en ter bepaling migratie uitlogingsproducten	n.t.b
Geotechnische laboratorium onderzoeken	Sterkte eigenschappen, doorlatendheid, classificatieproeven	n.t.b
Chemische laboratorium onderzoeken	Bepaling Chemische samenstelling	n.t.b
Analyse geotechnische eigenschappen TGG en vergelijk met 'normaal' zand		n.t.b
Analyse chemische eigenschappen en milieukundige aspecten TGG in vergelijk met 'normaal' zand		n.t.b
Grondwater bemonsteringsprogramma		Elke 3 maanden

7 Kosten

Nog nader in te vullen na afstemming met onderaannemer/monitoringsplan en detail geofysisch terreinwerk.

Commented [YP62]: op basis van gemaakte kosten/uren nav/obv offerte

8 Bijlage 1

Relevante tabellen voor bepaling van te bepalen stoffen (zoals geldend vanaf 1 januari 2017) zijn hieronder opgenomen. Voor verwijzingen en verdere noten wordt verwezen naar de Regeling Bodemkwaliteit.

Bijlage A. , behorende bij [paragraaf 3.3](#) van de Regeling bodemkwaliteit

Maximale samenstellings- en emissiewaarden bouwstoffen

Tabel 1. Maximale emissiewaarden anorganische parameters

Parameter	Vormgegeven (E _{64d} in mg/m ²)	Niet-vormgegeven (mg/kg d.s.)	IBC-bouwstoffen (mg/kg d.s.)
antimoon (Sb)	8,7	0,32	0,7
arseen (As)	260	0,9	2
barium (Ba)	1.500	22	100
cadmium (Cd)	3,8	0,04	0,06
chrom (Cr)	120	0,63	7
kobalt (Co)	60	0,54	2,4
koper (Cu)	98	0,9	10
kwik (Hg)	1,4	0,02	0,08
lood (Pb)	400	2,3	8,3
molybdeen (Mo)	144	1	15
nikkel (Ni)	81	0,44	2,1
seleen (Se)	4,8	0,15	3
tin (Sn)	50	0,4	2,3
vanadium (V)	320 ¹	1,8 ¹	20
zink (Zn)	800	4,5	14
bromide (Br)	670 ²	20 ²	34
chloride (Cl)	110.000 ²	616 ^{1, 2}	8.800
fluoride (F)	2.500 ²	55 ²	1.500
sulfaat (SO ₄)	165.000 ²	2.430 ²	20.000

¹ In afwijking van de in tabel 1 opgenomen maximale emissiewaarden geldt bij toepassing van bouwstoffen in grote oppervlaktewaterlichamen als bedoeld in bijlage O bij deze regeling een maximale waarde voor vanadium van 460 mg/m² (vormgegeven) en 4,6 mg/kg droge stof (niet-vormgegeven), en voor chloride van 1070 mg/kg droge stof (niet-vormgegeven).

² In afwijking van de in tabel 1 opgenomen maximale emissiewaarden, gelden bij de toepassing van bouwstoffen op plaatsen waar een direct contact (mogelijk) is met zeewater of brak water met van nature een chloride-gehalte van meer dan 5.000 mg/l: a) geen maximale emissiewaarden voor chloride en bromide, en b) de in de tabel opgenomen maximale emissiewaarden voor fluoride en sulfaat vermenigvuldigd met een factor 4.

Tabel 2. Maximale samenstellingswaarden organische parameters

Parameter	maximale waarde (mg/kg d.s.)
Aromatische stoffen	
benzeen	1 ¹
ethylbenzeen	1,25 ¹
tolueen	1,25 ¹
xylenen (som)	1,25 ^{1, 7}
fenol	1,25 ²
Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's)	
naftaleen	5 ³
fenantreen	20 ³
antraceen	10 ³
fluoranteen	35 ³
chryseen	10 ³
benzo(a)antraceen	40 ³
benzo(a)pyreen	10 ³
benzo(k)fluoranteen	40 ³
indeno (1,2,3cd) pyreen	40 ³
benzo(ghi)peryleen	40 ³
PAK's (som)	50 ^{4, 7}
Overige parameters	
PCB's (som)	0,5 ⁷
minerale olie	500 ⁵
asbest	100 ⁶

¹ deze maximale samenstellingswaarden gelden niet voor polymeerbeton voor een periode als opgenomen in [artikel 5.1.8, tweede lid](#), of voor bitumenproducten ¹.

² voor vormzand geldt een maximale waarde van 3,75 mg/kg droge stof.

³ deze maximale samenstellingswaarden gelden niet voor voor bitumenproducten ¹, asfaltproducten ² en granulaten ³.

⁴ voor bitumenproducten ¹ en asfaltproducten ² geldt een maximale samenstellingswaarde van 75 mg/kg d.s. voor PAK's (som).

⁵ deze maximale samenstellingswaarde geldt niet voor rubberproducten¹, toegepast op of onder kunstgrasvelden, bitumenproducten² en asfaltproducten³. Voor granulaten⁴ en vormzand geldt een maximale waarde van 1.000 mg/kg droge stof.

Bijlage B. , behorende bij hoofdstuk 4 van de Regeling bodemkwaliteit
Achtergrondwaarden en maximale waarden voor grond en baggerspecie

Tabel 1. Normwaarden voor toepassen van grond of baggerspecie op of in de bodem, voor de bodem waarop grond of bagger wordt toegepast en voor verspreiden van baggerspecie over het aangrenzende perceel (voor standaardbodem, in mg/kg/ds).

Stof (1)	Achtergrondwaarden	Maximale waarden voor verspreiden van baggerspecie over aangrenzend perceel ²	Maximale waarden bodemfunctieklasse wonen	Maximale waarden bodemfunctieklasse industrie	Maximale waarden grootschalige toepassingen op of in de bodem	Emisietoetswaarden
	mg/kg ds	mg/kg ds	mg/kg ds	mg/kg ds	mg/kg L/5 10	
1. Metalen						
antimoon (Sb)	4,0*	X	15	22	0,070	9
arsen (As)	20	X	27	76	0,61	42
barium (Ba)		X				
cadmium (Cd)	0,60	X en 7,5	1,2	4,3	0,051	4,3
chrom (Cr)	55	X	62	180	0,17	180
kobalt (Co)	15	X	35	190	0,24	130
koper (Cu)	40	X	54	190	1,0	113
kwik (Hg)	0,15	X	0,83	4,8	0,49	4,8
lood (Pb)	50	X	210	530	15	308
molybdeen (Mo)	1,5*	X	88	190	0,48	105
nikkel (Ni)	35	X	39	100	0,21	100
tin (Sn)	6,5	X	180	900	0,093	450
vanadium (V)	80	X	97	250	1,9	146
zink (Zn)	140	X	200	720	2,1	430
2. Overige anorganische stoffen						
chloride ³					-	
cyanide (vrij) ⁴	3,0		3,0	20	nvt	nvt
cyanide (complex) ⁵	3,5		3,5	50	nvt	nvt
thiocyanaten	6,0		6,0	20	nvt	nvt
3. Aromatische stoffen						
benzeen	0,20*		0,20	1	nvt	nvt
ethylbenzeen	0,20*		0,20	1,25	nvt	nvt
tolueen	0,20*		0,20	1,25	nvt	nvt
xylenen (som)	0,45*		0,45	1,25	nvt	nvt
styreen (vinylbenzeen)	0,25*		0,25	2,5	nvt	nvt
fenol	0,25		0,25	1,25	nvt	nvt
cresolen (som)	0,30*		0,30	5	nvt	nvt
dodecylbenzeen	0,35*		0,35	0,35	nvt	nvt
aromatische oplosmiddelen (som) ⁶	2,5*		2,5	2,5	nvt	nvt
4. Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's)						
naftaleen		X			nvt	nvt
fenantreen		X			nvt	nvt
antraceen		X			nvt	nvt
fluorantheen		X			nvt	nvt
chryseen		X			nvt	nvt
benzo(a)antraceen		X			nvt	nvt
benzo(a)pyreen		X			nvt	nvt
benzo(k)fluorantheen		X			nvt	nvt
indeno(1,2,3cd)pyreen		X			nvt	nvt
benzo(ghi)peryleen		X			nvt	nvt
PAK's totaal (som 10)	1,5		6,8	40	nvt	nvt

De 16 PAK's aanbevolen door de Environmental Protection Agency (VS)

acenaftheen
acenaftyleen
anthraceen
benzo[a]anthraceen
benzo[a]pyreen
benzo[b]fluorantheen
benzo[g,h,i]peryleen
benzo[k]fluorantheen
chryseen
dibenzo[a,h]anthraceen
fenanthreen
fluorantheen
fluoreen
indeno[1,2,3-cd]pyreen
naftaleen
pyreen

9 literatuurlijst