



# **Verwerking staalslakken Averijhaven en motivatie achterlaten van restpartijen baggerspecie / staalslak**

Eindrapport

**3 december 2024**

## Verantwoording

<b>Titel</b>	Verwerking staalslakken Averijhaven en motivatie achterlaten van restpartijen baggerspecie / staalslak
<b>Opdrachtgever</b>	Rijkswaterstaat West Nederland Noord
<b>Projectleider</b>	[REDACTED]
<b>Auteur(s)</b>	[REDACTED] [REDACTED]
<b>Tweede lezer</b>	[REDACTED]
<b>Uitvoering meet- en inspectiewerk</b>	Niet van toepassing
<b>Kenmerk</b>	R001-1293250JJS-V01-los-NL
<b>Aantal pagina's</b>	63 (exclusief bijlagen)
<b>Datum</b>	3 december 2024
<b>Handtekening</b>	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](mailto:info.deventer@tauw.com)

## Inhoud

Samenvatting.....	6
1 Inleiding en doelstelling .....	8
2 Opzet en werkwijze .....	10
2.1 Opzet.....	10
2.2 Werkwijze.....	10
3 Duurzaamheid en innovatie.....	12
3.1 Duurzaamheid .....	12
3.2 Innovatie.....	12
4 Hoeveelheden en kwaliteit.....	13
4.1 Huidige toepassingen Averijhaven, hoeveelheden .....	13
4.2 Civieltechnische kwaliteit .....	14
4.3 Milieuhygiënische kwaliteit .....	15
4.4 Monitoringsresultaten.....	16
4.5 Overige aspecten .....	17
4.5.1 Achtergebleven partij staalslak + baggerspecie.....	17
4.5.2 Andere restpartijen baggerspecie .....	19
4.5.3 pH van staalslak in contact met slib.....	19
4.5.4 Andere materialen.....	19
4.6 Samenvatting en conclusies .....	20
5 Juridische en beleidsmatige aspecten.....	20
5.1 Regelgeving ten tijde van toepassing (verwijderplicht) .....	20
5.2 Besluit en Regeling bodemkwaliteit .....	21
5.3 Toepassen bouwstoffen onder de Omgevingswet.....	21
5.4 Zorgplicht .....	23
5.5 Eventuele aanvullende eisen aan de toepassing van staalslak .....	24
5.6 Status van het materiaal .....	26
5.7 Samenvatting en discussie .....	26
6 Mogelijke toepassingen van staalslakken .....	28
6.1 Algemeen .....	28
6.2 Andere toepassingen van secundaire bouwstoffen .....	28

7	Toepassingen van staalslak in de Energiehaven .....	29
7.1	Inleiding .....	29
7.2	Toepassingen staalslakken: beschrijving en functionaliteit .....	30
7.2.1	Fundering bedrijfsterrein - Nieuwe toepassing .....	30
7.2.2	Bodemversterking voor de kade, ten behoeve van werkschepen met hefpoten (spudcans) - Nieuwe toepassing .....	31
7.2.3	Westelijke ringdijk - Bestaande toepassing .....	33
7.2.4	Zuidelijke dam (scheidingsdijk) - bestaande toepassing .....	34
7.2.5	Resume van de toepassingen .....	35
7.3	Risico's bij toepassing van staalslakken .....	37
7.3.1	Inleiding .....	37
7.3.2	Conditie op de locatie .....	37
7.3.3	Kwaliteit van de toe te passen staalslak .....	39
7.3.4	Mitigerende maatregelen .....	41
7.3.5	Humane risico's - stofoverlast .....	43
7.3.6	Civieltechnische risico's .....	43
7.4	Monitoring .....	43
7.5	Terugneembaarheid .....	44
7.6	Samenvatting .....	44
8	Alternatieven voor toepassing staalslakken in de Energiehaven .....	45
8.1	Inleiding .....	45
8.2	Alternatieven voor toepassing staalslak .....	45
8.3	Afgekeurde partijen .....	47
8.4	Berekening CO <sub>2</sub> - en N-emissies varianten .....	48
8.5	Energiehaven gaat niet door .....	49
9	Restpartijen baggerspecie/staalslak .....	50
9.1	Inleiding .....	50
9.2	Restpartijen baggerspecie op taluds (A en B) .....	50
9.3	Restpartij staalslak / baggerspecie: kwalitatieve beoordeling .....	51
9.4	Restpartij staalslak / baggerspecie: kwantitatieve beoordeling .....	52
9.5	Partij C .....	55
9.6	Aanvullend onderzoek emissies organische verontreinigingen .....	55



9.7	Conclusies en aanbevelingen .....	57
9.8	Nazorg.....	57
10	Samenvatting en conclusies.....	58
10.1	Kwaliteit van de staalslak .....	58
10.2	Risico's voor mens en milieu bij de beoogde toepassingen van staalslakken .....	59
10.3	Achtergebleven partijen baggerspecie en mengsel staalslak/specie .....	60
10.4	Samenvattende conclusie .....	61
11	Referenties .....	62

Bijlage 1	Nadere beschouwing restpartijen baggerspecie en staalslak/specie
Bijlage 2	Beoordeling duurzaamheid en CO2-footprint verwerking partij baggerspecie / staalslak
Bijlage 3	Aeriusberekening verwerkingsopties partij baggerspecie/staalslak
Bijlage 4	Onderzoek buffercapaciteit grond
Bijlage 5	Monstername grond westelijk duin
Bijlage 6	Plattegrond Energiehaven (voorontwerp)
Bijlage 7	Berekening CO2-/N-emissies varianten voor de toepassing van staalslakken
Bijlage 8	Aanvullend onderzoek naar restpartijen baggerspecie door Diseo

## Samenvatting

Bij de bouw van het baggerdepot Averijhaven is bijna 800.000 m<sup>3</sup> staalslakken als bouwstof verwerkt in ringdijken en de (zuidelijke) scheidingsdijk. Aangezien het baggerdepot wordt ontmanteld en de dijken hun functie verliezen, moeten de staalslakken worden verwijderd. Voor de geplande aanleg van de Energiehaven op deze locatie zijn bouwstoffen nodig voor nieuwe werken. Verder kan een deel van de huidige constructies een nieuwe functie krijgen in de Energiehaven. De haalbaarheid van de beoogde toepassingen van de staalslakken is uitgebreid beoordeeld, mede als gevolg van op andere locaties geconstateerde problemen en de daaruit voortvloeiende vraag hoe het materiaal op een verantwoorde wijze kan worden toegepast.

De volgende werkzaamheden zijn uitgevoerd:

1. Literatuuronderzoek naar wat er bekend is over de huidige toepassingen (hoeveelheden, eigenschappen en kwaliteit van het materiaal, monitoring van het grondwater en dergelijke) en andere relevante literatuur, zoals onderzoeken van het RIVM, de ILT, Imares e.a. (hoofdstuk 4)
2. Juridische beschouwing over de eisen die worden gesteld aan de toepassing van bouwstoffen, zowel in het verleden (bij de aanleg van de huidige constructies) als momenteel. Hierbij is ook aandacht besteed aan de invulling van de zorgplicht, dit is relevant omdat problemen met toepassing van staalslakken primair het gevolg zijn van de hoge pH van het materiaal, dit is een niet genormeerde parameter. Parallel aan onze studie heeft ook Pels Rijcken de regelgeving in relatie tot de beoogde toepassingen beoordeeld (hoofdstuk 5)
3. Er is een overzicht gemaakt van gangbare toepassingen van staalslakken (hoofdstuk 6)
4. Op basis van het ontwerp van de Energiehaven zijn de beoogde toepassingen van staalslakken getoetst aan de huidige regelgeving, zijn alle denkbare risico's geëvalueerd en is de zorgplicht ingevuld (hoofdstuk 7)
5. Voor het geval de staalslakken (of een deel daarvan) niet kunnen worden toegepast in de Energiehaven, zijn alternatieven beschouwd, zowel in Nederland als in het buitenland. Hierbij zijn de implicaties voor het milieu in de vorm van CO<sub>2</sub>- en stikstofemissies gekwantificeerd (hoofdstuk 8)
6. Naast de staalslakken, bevinden zich in het depot nog restpartijen baggerspecie en een gemengde partij van baggerspecie en staalslakken. Twee partijen baggerspecie zijn achtergelaten in verband met de stabiliteit van de dijktafsluiting, de gemengde partij kon niet als baggerspecie worden afgevoerd. In hoofdstuk 9 wordt de argumentatie om deze partijen achter te laten besproken

Voor de realisatie van de Energiehaven zijn nieuwe constructies nodig, met name de fundering van het bedrijfsterrein en een bodemversterking onderwater. Omdat er zeer zware windmolen onderdelen worden opgeslagen en verplaatst, is een dikke fundering nodig. Deze bestaat uit een onderlaag van staalslakken en een bovenlaag van puingranulaat. De bodemversterking onderwater is nodig om schepen met hefpoten (spudcans) stabiel en veilig te kunnen afmeren.



Een deel van de aanwezige staalslak wordt onderdeel van nieuwe toepassingen:

- Het onderste deel van de zuidelijke dam wordt opgenomen in de nieuwe kade
- Een deel van de westelijke ringdijk krijgt een nieuwe functie als windwal (inclusief bescherming tegen stuivend zand)

De functionaliteit van alle nieuwe toepassingen is geotechnisch onderbouwd, voor de windwal zijn de effecten op de windsnelheden gemodelleerd. De vereiste dikte van de fundering is nog niet 100 % zeker omdat de verdichting van de onderliggende zandlagen pas na aanbrengen kan worden bepaald. De dichtheid van de slakken in de fundering is op voorhand ook niet exact bekend. Daarom zal de totale hoeveelheid staalslak die kan worden toegepast pas exact bekend zijn als de nieuwe werken zijn voltooid. De hoeveelheid staalslak die niet kan worden toegepast ligt bij de huidige ramingen tussen 0 en 100.000 m<sup>3</sup>. In totaal kan er in de nieuwe toepassingen maximaal circa 530.000 m<sup>3</sup> staalslak worden verwerkt, in bestaande toepassingen blijft minimaal circa 260.000 m<sup>3</sup> staalslak aanwezig.

Naast een aantoonbare functionaliteit, moet de kwaliteit van het materiaal aan de vigerende eisen voldoen en moet de zorgplicht in acht worden genomen. De kwaliteit zal worden bewaakt middels certificatie. Uit het toelatingsonderzoek van 5 partijen blijkt dat het materiaal ruimschoots aan alle eisen voldoet. Een deel van de slakken heeft een verhoogde chloride-emissie, dit materiaal kan wel worden toegepast in brak of zout water, zoals aanwezig op de locatie.

Voor de invulling van de zorgplicht is ook gekeken naar niet genormeerde parameters. Deze zijn niet aantoonbaar (chromaat) of ze vormen, gezien de aanwezigheid van brak tot zout water, geen probleem. Alleen de hoge pH resteert als aandachtspunt. Hoewel ook hiervoor geldt dat er op deze locatie geen duidelijke risico's aanwijsbaar zijn, worden aanvullende maatregelen genomen om het milieu te beschermen: drainage van het bedrijfsterrein om contact tussen fundering en grondwater te voorkomen, opvang en indien nodig behandeling van afstromend regenwater en drainagewater. Verder zal de bodemversterking onderwater worden afgedekt met grover materiaal om het wegspoelen van fijne slak te voorkomen. Voor humane risico's is het belangrijk dat stofvorming tijdens de aanleg wordt voorkomen. In de eindsituatie vormt dit geen risico.

Staalslak die (eventueel) niet toepasbaar is op de locatie kan elders in Nederland of in de Baltische staten worden toegepast. Deze alternatieven zijn in beginsel haalbaar (in elk geval afvoer naar de Baltische staten), maar gaan gepaard met een negatieve impact op het milieu omdat de emissies van CO<sub>2</sub> en stikstof fors toenemen en dat geldt ook voor de kosten.

Uit beoordeling van twee nog aanwezige restpartijen baggerspecie en een restpartij staalslak / baggerspecie blijkt dat verwijdering van de partijen baggerspecie niet mogelijk is door veiligheidsissues (risico op afschuiving). Voor de gemengde partij geldt dat de milieukosten en -baten van verwijdering veel hoger zijn dan van laten liggen. De risico's op verspreiding van verontreiniging zijn verwaarloosbaar, dit zal via monitoring van het grondwater gecontroleerd worden. De eventuele effecten van de staalslak toepassingen worden meegenomen in het monitorings-programma.

## 1 Inleiding en doelstelling

Het baggerdepot Averijhaven wordt ontmanteld. In 2022/2023 is de vervuilde bagger uit de Averijhaven verwijderd. De circa 800.000 m<sup>3</sup> staalslakken uit de ringdijk en de scheidingsdijk moeten nog verwijderd worden. De omgevingsdienst IJmond heeft als voorwaarde in de Omgevingsvergunning gesteld dat de staalslakken binnen 5 jaar moeten zijn verwijderd. Het consortium Energiehaven wil dat er uiterlijk in kwartaal 1 van 2025 een definitief plan is voor het verwijderen van de staalslakken uit de Averijhaven.

De huidige functies van de toegepaste staalslakken vervallen voor een groot deel als de haven wordt gedempt en wordt getransformeerd tot de Energiehaven (een locatie voor assemblage en onderhoud van windmolens en dergelijke). Dit betekent dat voor (een groot deel van) de staalslakken een andere bestemming moet worden gevonden. Rijkswaterstaat heeft TAUW gevraagd om haar te assisteren bij het vinden van technisch, juridisch en economisch uitvoerbare toepassings-mogelijkheden. Hierbij zijn de volgende randvoorwaarden en aandachtspunten genoemd:

- De grootste uitdaging is het vinden van een bestemming voor de staalslakken
- De uitwerking van de oplossingen dient te gebeuren in afstemming met IenW, RWS, TATA, OD's en consortium Energiehaven
- Hergebruik van het materiaal en hergebruik zo dicht mogelijk bij de Averijhaven heeft de voorkeur
- Een zo goedkoop mogelijke oplossing heeft de voorkeur
- Oplossing moet maatschappelijk aanvaardbaar zijn
- Oplossing moet voldoen aan wet- en regelgeving
- Oplossing moet passen binnen de planning van de Energiehaven
- Realisatie van de oplossing kan door andere partijen dan IenW uitgevoerd worden (bijvoorbeeld door het consortium in opdracht), vanaf de planuitwerking tot en met daadwerkelijke realisatie

Als scope voor het project is geformuleerd: het uitwerken van de meest haalbare oplossing voor het verwijderen van de staalslakken uit de Averijhaven (ringdijk en scheidingsdijk). Het project moet resulteren in een adviesrapport met een beschrijving van:

- De meest haalbare oplossing voor het verwijderen en toepassen van de staalslakken uit de Averijhaven
- De terugvaloptie voor het geval geen nuttige toepassing voor de staalslakken beschikbaar is en de staalslakken afgevoerd moeten worden

Voor dit project onderscheiden we de volgende doelstellingen:

1. Een overzicht maken van potentiële (bewezen) toepassingen van staalslakken, gebaseerd op de huidige praktijk en de mogelijkheid om grote volumina af te zetten (toepassingen die zich nog in het ontwikkelingsstadium bevinden worden vooralsnog niet meegenomen). Dit betreft dus ook toepassingen buiten de Energiehaven



2. In overleg met alle betrokken partijen een plan uitwerken voor (gedeeltelijke) toepassing van de staalslakken in de Energiehaven, inclusief een onderbouwing dat een deel van de bestaande constructies intact kan blijven. Hierbij moet voor het in stand houden van bestaande werken worden uitgegaan van het beleid dat geldig was op het moment van aanleg van het werk, dat wil zeggen het IPO Interimbeleid / Bouwstoffenbesluit. Voor nieuwe werken is het vigerende beleid van toepassing
3. In overleg met alle betrokken partijen een uitvoerbaar plan uitwerken voor de afzet van staalslakken die niet in de Energiehaven toegepast kunnen worden
4. Een analyse van de milieu-effecten en de financiële consequenties<sup>1</sup> van het verwijderen en afvoeren van staalslakken van de afsluitende dam en van de ringdijk
5. Een analyse van de mogelijkheden en implicaties om nog aanwezige restpartijen baggerspecie en een gemengde partij van staalslak en baggerspecie te verwijderen dan wel achter te laten in het depot

In figuur 1.1. is een artist impression van de Energiehaven afgebeeld.



Figuur 1.1 Artist impression toekomstige Energiehaven

<sup>1</sup> Kosten van diverse varianten zijn in een separate, niet openbare notitie gerapporteerd

## 2 Opzet en werkwijze

### 2.1 Opzet

Het project is opgedeeld in drie fasen:

- a. Een beknopte inventarisatie van toepassingsmogelijkheden van staalslakken en de bijbehorende functionele materiaaleisen (zoals de korrelgradering). Hierbij zullen praktijkvoorbeelden worden gegeven, ook van minder gangbare toepassingen van secundaire materialen, zoals een kunstduin, windwal, zichtwal en dergelijke. Tevens wordt de beschikbare informatie over kwaliteit en hoeveelheden geresumeerd en worden hiaten in kennis benoemd.
- b. Een inventarisatie van alle denkbare toepassingen van staalslak binnen de Energiehaven. Het consortium Energiehaven werkt deze uit in een ontwerp. Na bespreking met de betrokken partijen zullen potentieel haalbare opties in samenwerking verder worden uitgewerkt, waarbij hoeveelheden, eisen aan de kwaliteit, de eventuele noodzaak tot bewerking van het materiaal of het uitvoeren van nader onderzoek, de juridische onderbouwing en de kosten in beeld worden gebracht. In dit kader wordt ook ingegaan op de afweging van laten liggen versus verwijderen van het materiaal.
- c. Voor het deel van de staalslak dat niet toepasbaar is in de Energiehaven, zal een lijst worden gemaakt van de mogelijke toepassingen in relatie tot de kwaliteit van het materiaal. Vervolgens zal eerst met RWS, Tata en Pelt & Hooykaas worden besproken of zij concrete afzetmogelijkheden zien in projecten die binnen een redelijke (nader te bepalen) termijn worden uitgevoerd. Ook hierbij worden hoeveelheden, eisen aan de kwaliteit, de eventuele noodzaak tot bewerking van het materiaal of vooronderzoek, de juridische onderbouwing en de kosten besproken. Als geen van de hierboven genoemde partijen voldoende afzet kan garanderen, wordt in overleg verder onderzoek gedaan naar mogelijkheden bij andere partijen.
- d. Uitwerken van de terugvaloptie voor het geval in Nederland geen nuttige toepassing voor de staalslakken beschikbaar is en de staalslakken afgevoerd moeten worden, inclusief duurzaamheidsaspecten, zoals CO<sub>2</sub>- en stikstofemissies.

### 2.2 Werkwijze

Het project begint met een startoverleg met RWS en het consortium Energiehaven i.o.

De inventarisatie in fase 1 wordt gebaseerd op bestaande kennis en informatie, zowel bij RWS en andere consortiumleden als bij TAUW aanwezige kennis en praktijkervaring, plus de bestaande technische en milieuhygiënische eisen die aan de diverse toepassingen van staalslakken worden gesteld. Er wordt voortgeborduurd op de reeds door RWS en het consortium Energiehaven in opdracht opgestelde memo's en ontwerpdocumenten. Verder zullen de beschikbare gegevens over eerder uitgevoerde partijkeuringen en de monitoring van de waterkwaliteit in de Averijhaven door RWS worden aangeleverd. Een belangrijk aandachtspunt is dat de toegepaste staalslakken divers en deels niet gecertificeerd materiaal betreffen en dat een beperkt deel is gemengd met klei of baggerspecie. Een groot deel van de aanwezige slakken is bij aanbrengen wel gekeurd volgens de richtlijnen van het IPO Interimbeleid / het Bouwstoffenbesluit en later zijn ook enkele keuringen uitgevoerd conform het Besluit bodemkwaliteit. Er zal worden beschreven of er gegevens die cruciaal zijn voor de beoordeling van de toepasbaarheid ontbreken en op welke wijze die verkregen kunnen worden.



Voor fase 2 wordt eerst een discussiestuk gemaakt met alle denkbare toepassingen in de Energiehaven. Hiertoe dient het consortium zoveel mogelijk informatie aan te leveren over de inrichting van het terrein en lopende ontwerp werkzaamheden. Dit stuk vormt de basis voor een intensief overleg met de betrokken partijen. Vervolgens gaan we aan de slag met de uitwerking van realistische opties. Deze uitwerking wordt opnieuw voorgelegd aan de betrokken partijen. Aan het eind van deze fase moet duidelijk zijn welk deel van de staalslak herbruikbaar is binnen de Energiehaven en welk deel elders moet worden toegepast. Hierbij zal ook worden ingegaan op de afweging laten liggen / verwijderen, conform artikel 10 van het Bouwstoffenbesluit (de regelgeving die van toepassing was op het moment van aanbrengen van het grootste deel van de toegepaste staalslakken). Weliswaar is er een algemene verplichting om bouwstoffen terug te nemen als de functie van een werk vervalt, maar er is volgens dit artikel een mogelijkheid om de bouwstof te laten liggen als de verwijdering negatief uitpakt voor bodem of waterkwaliteit (zie voor verdere uitleg 5.1). Voor de juridische aspecten heeft RWS advies gevraagd aan Pels Rijcken, dit advies wordt meegenomen in de beschouwing van de haalbaarheid van toepassingen.

De mogelijkheden voor toepassing elders worden zoals verwoord in 3.1 eerst besproken met direct betrokkenen. Als dit onvoldoende oplevert zal TAUW de volgende opties verkennen:

- Geplande of nieuw op te zetten projecten, in samenwerking met bedrijven die secundaire grondstoffen verhandelen (zoals Heros, Afvalzorg) en RWS
- Export naar het buitenland
- Innovatieve toepassingen
- Storten in Nederland

Nadat de potentieel haalbare oplossingen zijn geselecteerd, zullen deze indicatief op kosten worden gezet. Hierbij zullen posten zoals ontgraven, laden en lossen, transport en toepassen in een werk of storten, worden onderscheiden. Ook zullen, voor zover relevant, specifieke bewerkingen worden meegenomen, zoals zeven of uitspoelen van baggerspecie. Bij nuttige toepassing in de Energiehaven (of elders) zullen RWS/Tata overleggen over een kostendeling tussen RWS/Tata en het consortium (of een andere toepasser). Hiervoor zal de noodzakelijke informatie worden gegenereerd. Immers, voor de aanleg van de Energiehaven zijn sowieso bouwstoffen nodig. Als er geen staalslakken voor een fundering beschikbaar zouden zijn, moeten andere materialen aangevoerd worden. NB De kostenramingen zijn in verband met vertrouwelijkheid opgenomen in een niet openbare notitie.

Het is denkbaar dat voor de beoordeling van sommige toepassingen onvoldoende informatie beschikbaar is. Dit zullen we dan benoemen, eventueel zou ook aanvullend onderzoek in gang gezet kunnen worden. Aanvullend onderzoek is uitgevoerd naar de volgende aspecten:

- Kwaliteit van de grond onder de beoogde verhoging van de windwal met staalslakken in het westelijke duin. Echter, deze verhoging is in een later stadium geschrapt (wel wordt de westelijke ringdijk, voor zover die bijdraagt aan het verlagen van de windsnelheid, gehandhaafd, dit wordt uitgewerkt in 7.2.3)
- Evaluatie van scenario's voor de verwerking van een restpartij staalslak/baggerspecie
- Uitloogonderzoek van restpartijen baggerspecie en staalslak/baggerspecie

## 3 Duurzaamheid en innovatie

### 3.1 Duurzaamheid

Het doel van de Energiehaven is om de transitie naar groene energie te faciliteren. Voor het realiseren van een duurzame maatschappij is het echter niet alleen nodig om over te stappen op groene energie, ook het verminderen van het grondstofgebruik is een belangrijk speerpunt. Dit betekent dat afval zoveel mogelijk wordt hergebruikt. Primaire grondstoffen (zand, grind, natuursteen) worden waar mogelijk en verantwoord, vervangen door secundaire grondstoffen, zoals staalslakken. Dit leidt tot besparing op het verbruik aan primaire grondstoffen, waarvan de beschikbaarheid in Nederland steeds verder afneemt. Hierdoor moet meer materiaal geïmporteerd worden en met name het transport over grotere afstanden leidt tot meer stikstof- en CO<sub>2</sub>-emissie. Het toepassen van secundaire grondstoffen past daarom niet alleen goed bij het imago van de Energiehaven, maar moet ook worden gezien als een opgave vanuit de nationale en Europese duurzaamheids- en circulariteitsdoelen.

Voor de aanleg van de Energiehaven zijn bouwstoffen nodig, het is duurzaam om zoveel mogelijk de op locatie aanwezige staalslakken hiervoor in te zetten. Het afvoeren en elders (wellicht op grote afstand) toepassen van de staalslakken, zal leiden tot sterk verhoogde emissies van CO<sub>2</sub> en stikstof, in vergelijking met het lokaal toepassen van het materiaal.

### 3.2 Innovatie

Bij de beoordeling van de mogelijkheden voor verwerking van de staalslak uit de Averijhaven, is als randvoorwaarde gesteld dat nieuwe ontwikkelingen buiten beschouwing worden gelaten. Dit omdat het naar verwachting te lang duurt voordat nieuwe producten voldoende getest zijn en door de markt worden geaccepteerd. Desondanks zou, mede gezien het doel van de Energiehaven, wel ruimte geboden kunnen worden aan een proeftuin voor innovatieve producten. Het langdurig uittesten van nieuwe bouwstoffen onder praktijkcondities is van groot belang voor de acceptatie door de markt. Bij nieuwe producten kan bijvoorbeeld gedacht worden aan:

- Producten met cement gemaakt met staalslakken
- Betonwaren waarin zand of grind deels zijn vervangen door staalslak
- Asfalt waarin zand, grind of natuursteen deels zijn vervangen door staalslak

Opgemerkt wordt dat er geen ruimte beschikbaar is voor een separate proeftuin, wel kunnen de genoemde producten verwerkt worden in civieltechnische onderdelen van de Energiehaven en kan het functioneren in de loop van de tijd worden gemonitord. Ook kan gedacht worden aan monitoring van het uitlooggedrag en de carbonatatie van staalslak gedurende lange tijd, onder praktijkcondities.



## 4 Hoeveelheden en kwaliteit

### 4.1 Huidige toepassingen Averijhaven, hoeveelheden

De staalslakken zijn toegepast in een ringdijk rondom het (voormalige) baggerspecie depot en in een scheidingsdijk, die het depot afsluit van het Noorderbuitenkanaal. De ringdijk ligt op het land (maaiveld is 5 m +NAP), de hoogte is 15 m +NAP. De ringdijk wordt onderverdeeld in een westelijk, noordelijk en oostelijk deel, het gaat hierbij steeds om een overeenkomstige constructie qua dimensies en soort staalslak. De scheidingsdijk ligt uiteraard deels in het water, de basis is op het diepste punt 16 m -NAP (uit boringen in het binnentalud van de scheidingsdijk blijkt dat staalslakken zijn aangetroffen tot 15 m -NAP, in één boring tot bijna 16 m -NAP [3]). De kruin van de scheidingsdijk ligt evenals de ringdijken op 15 m +NAP.

De scheidingsdijk is in drie fasen opgebouwd in de periode 1985 - 1999 [15]. De dijk werd hierbij steeds hoger en breder. De ringdijk is aangebracht in de periode 1998 - 2000 [7,8]. Het bovenste deel van de scheidingsdijk is met hetzelfde materiaal opgebouwd als de ringdijken.

De hoeveelheden staalslak in de ringdijken (tussen +5 en +15 m NAP) en de scheidingsdijk bedragen respectievelijk circa 295.000 en 487.000 m<sup>3</sup>, totaal 782.000 m<sup>3</sup>, dit wordt afgerond op 800.000 m<sup>3</sup> [15]. De massa van de staalslakken is niet precies bekend. Er is een hoeveelheid genoemd van twee miljoen ton, maar een onderbouwing hiervan is niet bekend. De aanwezige massa is afhankelijk van de mate van verdichting van het materiaal. Het is niet bekend of al het materiaal bij aanbrengen is verdicht. In [1] worden de volgende getallen genoemd voor de dichtheid van staalslakken:

- Los gestort materiaal: 1.700 - 2.000 kg/m<sup>3</sup>: maximaal is er dan  $800.000 \cdot 2 = 1,6$  miljoen ton aanwezig, op basis van het gemiddelde van los gestort materiaal is dit 1,48 miljoen ton
- Verdicht materiaal: 2.100 - 2.200 kg/m<sup>3</sup>: Gemiddeld is er dan  $800.000 \cdot 2,15 = 1,72$  miljoen ton aanwezig

Fugro [21] rekent voor de praktijksituatie in de Averijhaven standaard met een droge dichtheid van 2345 kg/m<sup>3</sup> en een waterverzadigde dichtheid van 2650 kg/m<sup>3</sup>. Maximaal zou op basis van de standaard droge dichtheid van Fugro 1,88 miljoen ton droge staalslak aanwezig zijn. Overigens stellen zij dat verdichting onder water maar in beperkte mate mogelijk is. Uit bepalingen aan enkele monsters blijkt dat de dichtheden in situ meestal wat lager zijn dan de hierboven genoemde waarden.

Uit laboratorium- en praktijkonderzoek in [22] blijkt een gemiddelde droge proctordichtheid (normale proef) van 2368 kg/m<sup>3</sup> voor de fractie 0-25 mm. De proctordichtheid van de fractie 0-4 mm is met 2094 kg/m<sup>3</sup> lager (1 waarneming). Bij praktijkproeven blijkt de dichtheid te variëren met het type materieel dat wordt ingezet (statische wals, trilrol of shovel), het aantal walsovergangen, de dikte van de laag die wordt verdicht (0,5 m dik wordt minder goed verdicht dan 0,3 m dik) en de locatie in het werk (talud wordt minder goed verdicht dan de kern van de dam). Het is daarmee duidelijk dat de dichtheid van de in de Averijhaven aanwezige staalslak van diverse factoren afhankelijk is en in de praktijk zal variëren.

Uit de proeven in [22] blijkt dat onder praktijk-omstandigheden de maximale proctordichtheid in het algemeen niet wordt bereikt, waarden van circa 90 % zijn meer realistisch. Dat zou op basis van de gerapporteerde proeven neerkomen op een droge dichtheid van circa 2130 kg/m<sup>3</sup>.

In de praktijk is het materiaal, ook bij een onverzadigde situatie, niet droog. Staalslak kan enkele procenten vocht bevatten. Als wordt uitgegaan van een vochtgehalte onder 'evenwichtscondities' van 2 % en 90 % van de proctordichtheid zoals hierboven genoemd, dan zou de situ-dichtheid van het materiaal inclusief vocht 2173 kg/m<sup>3</sup> bedragen. Dit komt voor 800.000 m<sup>3</sup> staalslak neer op 1,74 miljoen ton<sup>2</sup>.

Uit literatuur [5-7] volgen aanwijzingen dat in elk geval een deel van het materiaal is verdicht. Ook zal door de omvang van de constructies verdichting plaatsvinden door het gewicht van de aangebrachte laag staalslak. Vooralsnog wordt uitgegaan van een totaal aanwezige massa van 1,74 miljoen ton maar het zal duidelijk zijn dat er een onzekerheid zit in deze waarde. De onzekerheid in de toegepaste massa is van ondergeschikt belang als het materiaal op de locatie zelf een nieuwe, vergelijkbare, toepassing krijgt. De dichtheid zal dan in grote lijnen vergelijkbaar zijn met de huidige toepassing, er kan in dat geval gerekend worden met volumina. De massa wordt belangrijk als de dichtheid in nieuwe toepassingen afwijkt van de huidige situatie of als het materiaal moet worden afgevoerd, transport, storten en dergelijke wordt afgerekend op basis van tonnage.

**Nader onderzoek:** zeker als blijkt dat (een deel van) het materiaal moet worden afgevoerd, is het belangrijk om een goed beeld te krijgen van de dichtheid van het betreffende deel. Het is zinvol om bij boringen de (in situ) dichtheid van de boorkernen te bepalen. Bij de geplande monsterneming wordt dit meegenomen.

## 4.2 Civieltechnische kwaliteit

Er zijn geen bepalingen bekend van de civieltechnische kwaliteit (zoals korrelverdeling), wel is duidelijk dat het toegepaste materiaal divers is [16]. In het monsternemingsplan van Intron [2] is sprake van staalslak 0-25 mm, dit is echter maar een deel van het toegepaste materiaal (circa 800.000 ton). Uit de beschrijving van de boorstaten in [3], waarbij in het binnentalud van de scheidingsdijk werd geboord, volgt dat de gradering van de staalslak varieert met de diepte en dat laagsgewijs zowel fijner (< 40 mm) als grover materiaal aanwezig is (0-60; 0-80 en >76 mm). Daarnaast is op enkele plekken het aangebrachte kleischerm terug gevonden. Verder is waargenomen dat het materiaal aan het oppervlak sterk is verkit, op grotere diepte worden sommige lagen omschreven als licht gebonden. Overigens zijn in het kader van de aanleg van het depot wel diverse onderzoeken uitgevoerd, zoals proctorproeven, triaxiaalproeven en bepalingen van de dichtheid [21, 22].

<sup>2</sup> De staalslak die onder water aanwezig is bevat uiteraard meer vocht, maar dit gehalte zal bij ontgraven en tussenopslag in een depot op termijn afnemen. Verder is de droge dichtheid van staalslak die onder water is aangebracht mogelijk lager dan gemiddeld



**Nader onderzoek:** De exacte civieltechnische kwaliteit is niet van belang als het materiaal op een vergelijkbare wijze opnieuw wordt toegepast. De praktijk heeft immers bewezen dat het materiaal de functie van ringdijk / scheidingsdijk kan vervullen. Het is dus mogelijk om er een (stabiele) ophoging mee te construeren. Als het een andere bestemming krijgt dan een ophoging, moet worden nagegaan of hiervoor aanvullend onderzoek nodig is.

#### 4.3 Milieuhygiënische kwaliteit

Uit het keuringsplan van Intron uit 1997 [2] blijkt dat de kwaliteit van de slak werd getoetst aan het toenmalige IPO Interimbeleid, de voorloper van het Bouwstoffenbesluit. De gehanteerde grenswaarden voor de emissies zijn vrijwel steeds aanzienlijk lager dan de huidige eisen van het Besluit bodemkwaliteit. Uit informatie uit milieujaarverslagen [5-7] blijkt dat een deel van de gekeurde slakken voldeed aan de (toenmalige) categorie 1 eisen, aan ander deel aan categorie 2, op basis van de emissies van barium. Ook deze categorie 2 emissies voldoen echter ruimschoots aan de huidige eisen van het Besluit bodemkwaliteit. In 2011 zijn keuringen uitgevoerd door Certicon [4], dit betreft de volgende partijen:

- Ringdijk (RD) 1: circa 122.000 m<sup>3</sup>, oorspronkelijk gekeurd als categorie 1 bouwstof conform het IPO-interimbeleid / Bouwstoffenbesluit
- Ringdijk (RD) 2: circa 222.700 m<sup>3</sup>, oorspronkelijk gekeurd als categorie 2 bouwstof conform het IPO-interimbeleid / Bouwstoffenbesluit
- Scheidingsdijk (SD) 1: circa 446.000 m<sup>3</sup>. Het 'bovenste' deel van de scheidingsdijk. Dit klopt niet helemaal omdat in de keuringen RD 1 en RD 2 ook materiaal dat bovenin de scheidingsdijk ligt, is meegenomen. Wel is het grootste deel van het materiaal van de eerste twee keuringen afkomstig uit de ringdijken
- Scheidingsdijk (SD) 2: circa 45.000 m<sup>3</sup>. Het onderste deel van de scheidingsdijk, de drempel

Uit de rapportage van Certicon volgt dat het materiaal vrijwel volledig voldoet aan de eisen van het Besluit bodemkwaliteit wat betreft gehalten aan PAK en minerale olie en de uitloogemissies. De meeste emissies liggen beneden de bepalingsgrens, de emissies die (soms) wel aantoonbaar zijn en de waarden van vanadium, zijn samengevat in tabel 4.1. Duidelijk is dat alle emissies, uitgezonderd chloride in het materiaal uit de scheidingsdijk, ruimschoots voldoen aan eisen voor vrij toepasbare, niet vormgegeven bouwstoffen (vt NVG). Opmerkelijk zijn de lage emissies van vanadium, dit is in vers materiaal een van de parameters die altijd wel duidelijk aantoonbaar is. Dit betekent dat vanadium al is uitgelooagd en/of is vastgelegd door mineralisatie-processen. De verhoogde emissies van chloride in de slakken uit de scheidingsdijk, zijn het gevolg van contact met zout water.

Tabel 4.1 Resultaten partijkeuringen staalslakken 2011 [4], gemiddelde waarden van relevante parameters (zie tekst) per partij en eisen voor vrij toepasbare NVG bouwstoffen. RD = ringdijk, SD = scheidingsdijk

Component	RD 1	RD 2 #	SD boven	SD onder	Eis vt NVG
Barium	5,27		2,16	1,61	22
Chroom	0,13		<0,1	<0,1	0,63
Nikkel	0,24		<0,2	<0,2	0,44
Vanadium	<0,3		<0,3	<0,3	1,8
Chloride	<100		1.121	798	616
Fluoride	1,4		6,8	2,0	55
Sulfaat	<300		<300	<300	2.430

# Getalswaarden ontbreken, wel staat in het rapport van de keuring [4] dat de partij voldoet aan de eisen voor vrij toepasbare bouwstoffen

Materiaal met een verhoogde chloride-emissie is toepasbaar in gebieden met brak of zout oppervlaktewater. Dit is van toepassing op water in het aangrenzende Noorderbuitenkanaal. Echter, ook de Averijhaven is van oorsprong een zoutwater gebied en het (voormalige) slibdepot is volgestort met zoute baggerspecie. De kwaliteit van het grondwater in het depot wordt besproken in de volgende paragraaf. Hieruit volgt dat slakken met een verhoogde chloride-emissie ook in het zuidelijke deel van de toekomstige Energiehaven toegepast kunnen worden.

Resultaten van recenter onderzoek naar de kwaliteit, waarbij ook niet genormeerde parameters en de samenstelling zijn onderzocht, zijn opgenomen in 7.3.3.

#### 4.4 Monitoringsresultaten

In de milieujaarverslagen [5-9] worden de (gefaseerde) opbouw van het depot, de stortingen van baggerspecie, de voorzieningen, resultaten van monitoring en calamiteiten beschreven. De beschikbare meetgegevens zijn tamelijk summier, soms wordt verwezen naar andere (niet beschikbare) rapporten. Verder is de monitoring primair gerelateerd aan de kwaliteit van de gestorte baggerspecie, niet specifiek op eventuele invloeden van staalslakken. Wel werd de pH gemeten in het lozingswater. Deze is in de regel niet verhoogd, een aantal metingen geeft een gemiddelde van 9. Er is eenmaal een hoge pH van 11,7 geconstateerd kort na het aanbrengen van staalslakken. In verband met het storten van specie moest 100.000 m<sup>3</sup> van dit water uit het depot worden geloosd op het Noorderbuitenkanaal, dit is gedaan met een diffusor. Uit metingen bleek dat de pH van het water in het kanaal snel daalde naar 8. Ook in het depot is de pH snel gedaald naar een normaal niveau, wellicht door de neutraliserende werking van de gestorte baggerspecie. Resultaten van proeven in 4.5.3 illustreren dit effect.

Verder is er in een beperkte periode sprake geweest van stofoverlast door verwaaiing van staalslakstof. Er is papierpulp gebruikt om de stofoverlast te bestrijden.



Er zijn rondom het depot vier peilbuizen geplaatst om de grondwaterkwaliteit te kunnen monitoren. Rapport [19] bevat resultaten van de laatst bekende monitoringsronde (2019) en een overzicht van metingen uit de periode 2013 - 2018. Ook zijn gegevens uit 2007 bekend. De monitoring is gericht op verontreinigingen die uit de baggerspecie kunnen vrijkomen, niet specifiek op verontreinigingen uit staalslakken. Wel is de pH een bruikbare indicator voor invloed van staalslakken. De pH ligt vanaf het begin van de metingen in een range van licht zuur (6) tot licht basisch (8), dit zijn normale waarden voor grondwater.

Geconcludeerd wordt dat de monitoringsresultaten geen aanwijzingen bevatten dat de staalslakken een negatieve invloed hebben op de kwaliteit van het grondwater, dit op basis van gemeten pH-waarden. In het depot zelf zijn alleen kort na het aanbrengen van de staalslakken hoge pH-waarden gemeten. Proeven laten zien dat baggerspecie de hoge pH van water in contact met staalslakken, neutraliseert.

Uit de bepaling van chloride blijkt dat het grondwater in de filters van 18 - 19 m -mv licht brak tot zout is. De hoogste concentraties worden gemeten in de twee 'zuidelijke' peilbuizen<sup>3</sup>, in 2019 is daar 2.900 en 11.000 mg/l aan chloride gemeten (in een eerdere ronde 5.900 en 7.300 mg/l; de hoogste concentraties steeds in de ZW peilbuis). In de twee 'noordelijke' peilbuizen zijn de concentraties met 520 en 380 mg/l beduidend lager (2019). In de diepe filters (29 - 30 m -mv) liggen de concentraties in de range van 500 - 1.300 mg/l. Hoewel de concentraties in de tijd fluctueren, voldoet het 'ondiepe' grondwater in de zuidelijke peilbuizen aan de eis van brak of zout water (chloride minimaal 5.000 mg/l). Het oppervlaktewater in de Noorderbuitenkanaal voldoet aan deze eis. Dit betekent dat staalslakken met verhoogde chloride-emissies in het Noorderbuitenkanaal en aan de Zuidzijde van de toekomstige Energiehaven (tegen de huidige scheidingsdijk) toegepast kunnen worden.

## 4.5 Overige aspecten

### 4.5.1 Achtergebleven partij staalslak + baggerspecie

Een beperkt deel van de staalslakken is vermengd met verontreinigde baggerspecie [16]. Bij het ontgraven van de baggerspecie uit het (voormalige) baggerspeciedepot Averijhaven is centraal een hoeveelheid van circa 130.000 m<sup>3</sup> baggerspecie vermengd met staalslakken aangetroffen. Oorsprong van deze staalslakken is onduidelijk; bij de eerste verbreding/verhoging van de scheidingsdam van 5 m -NAP naar 5 m +NAP zijn staalslakken uit het onderste deel van de dam mogelijk vermengd geraakt met al aanwezige baggerspecie en is dit mengsel omgezet naar een plek centraal in het depot. Tijdens het ontgraven van de baggerspecie uit het depot zijn circa 40.000 m<sup>3</sup> staalslakken uit deze partij afgescheiden en in overleg met BG ODIJ gestort in de noordelijke hoek van het depot. Dit materiaal is vervolgens bemonsterd en onderzocht [20]. Een deel van het materiaal is schoongespoeld, zie als voorbeeld figuur 4.1. De onderzoekers schatten dat in het oorspronkelijke materiaal circa 40 volumepercent baggerspecie aanwezig is.

<sup>3</sup> De vier peilbuizen staan globaal in de hoeken van het depot

De schoon gespoelde staalslak bestaat uit circa 5 % zeer fijne slak, 80 % slak < 25 mm en 15 % grovere slak, alles op basis van volume. Na *drogen* van het materiaal is een zieving uitgevoerd om de korrelverdeling te bepalen. Hieruit blijkt dat 29 % van de droge massa < 2 mm is, 35 % < 4 mm, 82 % < 31,5 mm en 16 % > 63 mm. Aangezien fijn (slibachtig) materiaal veel meer water vasthoudt dan grover, steenachtig materiaal, zal het aandeel < 2 mm op basis van nat zeven relatief fors hoger zijn dan nu is bepaald. Bij afscheiden van de staalslak door nat zeven zal fijne slak ook in de fractie baggerspecie terecht komen. Er zal daarom in de praktijk aanzienlijk meer materiaal dan alleen de baggerspecie worden afgescheiden. Op basis van de beschikbare gegevens is niet exact aan te geven hoeveel slak is terug te winnen, maar naar schatting is dit in het meest gunstige geval circa 50 % van het aanwezige volume, ofwel circa 20.000 m<sup>3</sup>.



Figuur 4.1 Foto gespoelde fractie < 25 mm van staalslak vermengd met baggerspecie [20]

De uitloogemissies van de afgescheiden staalslak voldoen zeer ruim aan de eisen voor niet vormgegeven bouwstoffen, uitgezonderd chloride, dit ligt een factor 2 boven de eis. Dit betekent dat het materiaal alleen toepasbaar is in gebieden met brak of zout water, zie 4.4. voor de beschrijving van de chloride-concentraties op de locatie. De gehalten aan PAK, PCB en minerale olie voldoen eveneens zeer ruim aan de eisen. De onderzochte monsters betreffen intensief gespoeld materiaal.

De staalslakken die zijn vermengd met baggerspecie kunnen in beginsel via natte zieving worden afgescheiden en tot een herbruikbare bouwstof (in een brak of zout gebied) worden opgewerkt. Nat zeven is mogelijk met onder meer schudzeven en zeeftrommels. Er zijn voorbeelden van wasinstallaties voor AEC-bodemas, grind en grond. Het fijne materiaal (bijvoorbeeld < 2 mm), dat voor een groot deel uit baggerspecie bestaat maar ook uit fijne slak, kan als verontreinigde specie worden afgevoerd. Benadrukt wordt dat nog moet worden geverifieerd of opwerking van deze partij staalslak tot een herbruikbare bouwstof in de praktijk uitvoerbaar is en welke inspanningen hiervoor nodig zijn. Dit wordt verder uitgewerkt in hoofdstuk 9.



#### 4.5.2 Andere restpartijen baggerspecie

In verband met de stabiliteit en veiligheid van de dijken is er, naast de met staalslakken vermengde baggerspecie, op twee plaatsen baggerspecie achtergelaten op binnentaluds van de scheidingsdijk en de westelijke ringdijk. Gezien het plan om de westelijke ringdijk en het onderste deel van de scheidingsdijk een nieuwe functie te geven en daarmee dus intact te laten, is het verwijderen van deze restanten baggerspecie uit constructief oogpunt een onveilige actie. Er zal met de OD nader worden afgestemd in hoeverre deze restanten baggerspecie op de locatie aanwezig kunnen blijven, waarbij de risico's beoordeeld moeten worden en via een nazorgplan moeten worden gemonitord. Dit sluit aan bij de aanwezigheid van een oudere partij verontreinigde baggerspecie van 5.000 m<sup>3</sup>, op een diepte van meer dan 18 m -NAP, hiervan is door de OD al vastgelegd dat deze niet verwijderd mag worden. In hoofdstuk 9 wordt het achterlaten van partijen baggerspecie nader uitgewerkt.

Er zal ook nieuw slib zijn afgezet tegen de dijk aan de zijde van het Noorderbuiten kanaal maar het is niet bekend hoeveel dit betreft en welke kwaliteit dit slib heeft.

#### 4.5.3 pH van staalslak in contact met slib

Door Deltares [31] is onderzoek gedaan naar de mogelijkheid om staalslak uit de Averijhaven toe te passen in het IJsseloog depot. Daartoe zijn (stilstaande) kolommen gevuld met staalslak, slib en water onderzocht. Als de staalslak niet is afgedekt, worden in het bovenstaande water pH-waarden tussen 9,9 en 11,2 gemeten. Als de staalslak is afgedekt met 15 cm baggerspecie, dan daalt de pH naar waarden tussen 7,4 en 8,6. Er wordt niet beschreven waar het staalslak monster precies is genomen maar blijkbaar is het materiaal (waarschijnlijk een mengmonster) nog maar voor een deel geneutraliseerd. De pH is wel lager dan in verse staalslak, met pH-waarden van rond de 12. Verder is duidelijk dat het water met de hoge pH in een statisch systeem vrij eenvoudig geneutraliseerd kan worden door de staalslak af te dekken met een laagje slib.

#### 4.5.4 Andere materialen

Om de baggerspecie in het depot te isoleren, is op de staalslakken een 'bitumendoek' aangebracht. Volgens [5-7] is dit een composiet van 2 mm dik HDPE folie met aan beide zijden een geotextiel, dat is afgestroken met bitumen. Dit doek ligt op de binnentaluds tussen circa 0 en 15 m +NAP. Ter bescherming van de dijk aan de zeezijde zijn zinkstukken en stortsteen toegepast. Het bitumendoek zal verwijderd en afgevoerd moeten worden, de stortsteen kan wellicht op of nabij de locatie een nieuwe bestemming vinden. In elk geval is dit herbruikbaar materiaal.

In de scheidingsdijk is een kleischerm aangebracht. Aangenomen wordt dat dit schoon materiaal is. Afhankelijk van wat er precies met deze constructie wordt gedaan, kan de klei blijven zitten of met de staalslakken worden ontgraven. Voor de toepassing van de staalslak als bijvoorbeeld ophoogmateriaal is een beperkte gehalte aan klei niet schadelijk. Juridisch is een bijmenging van maximaal 20 % grond of baggerspecie in een bouwstof toegestaan.

**Nader onderzoek:** er moet nader worden afgewogen of de inspanningen die nodig zijn om staalslak terug te winnen uit de restpartij staalslak/baggerspecie, in verhouding staan tot de relatief beperkte opbrengst. Dit kan door een afweging van de milieukosten en -baten.

Als het terugwinnen zinvol lijkt, moet nader worden onderzocht met welke apparatuur de staalslak praktisch gezien het beste kan worden afgescheiden en of hiermee onder realistische condities een herbruikbare kwaliteit wordt verkregen. Zie verder hoofdstuk 9.

#### 4.6 Samenvatting en conclusies

Er zijn gegevens beschikbaar over de opbouw van de constructies, de hoeveelheden staalslakken, de milieuhygiënische kwaliteit, civieltechnische parameters en monitoring van het depot- en grondwater. Er is voor een **eerste** beoordeling van de mogelijkheden voor hergebruik van de aanwezige staalslak voldoende informatie beschikbaar. De gegevens over met name de civieltechnische kwaliteit van de staalslak zijn niet volledig maar in hoeverre nader onderzoek nodig is, is afhankelijk van de aard van nieuwe toepassingen van het materiaal. Indien nodig, kan dit nader onderzoek in de fase van (pre-)engineering worden uitgevoerd. Uit de beschikbare gegevens over de milieuhygiënische kwaliteit blijkt dat het materiaal voldoet aan de eisen van het Besluit bodemkwaliteit voor NVG-bouwstoffen, een deel van de slak mag qua chloride-emissie alleen worden toegepast in gebieden met brak of zout water. Het oppervlaktewater en een deel van het grondwater op de locatie voldoen aan deze eis.

## 5 Juridische en beleidsmatige aspecten

Dit hoofdstuk bevat een beschrijving en beoordeling van juridische en beleidsmatige aspecten, zoals TAUW die interpreteert. Daarnaast is Pels Rijcken om advies gevraagd [36]. Er zijn geen wezenlijke afwijkingen tussen de beoordelingen van TAUW en Pels Rijcken. Op een enkel punt is er een verschil van inzicht, dat wordt genoemd. In zo'n geval wordt het advies van Pels Rijcken aangehouden.

### 5.1 Regelgeving ten tijde van toepassing (verwijderplicht)

Voor de huidige constructies geldt de wet- en regelgeving zoals die was ten tijde van de aanleg, dat wil zeggen het IPO interimbeleid en het Bouwstoffenbesluit. Dit geldt ook voor de vraag of er al dan niet sprake is van een verwijderingsplicht en onder welke voorwaarden.

In het IPO interimbeleid is al wel sprake van een verplichting om bouwstoffen zodanig toe te passen dat de toegepaste materialen kunnen worden verwijderd als het werk zijn functie verliest en is sprake van een verwijderingsplicht.

Onder het Bouwstoffenbesluit (Bsb) is na 1995 sprake van een verwijderingsplicht (art 10). De inhoud en strekking van artikel 10 Bsb en art 33 Bbk komen in veel opzichten overeen, namelijk dat de staalslak in beginsel moet worden verwijderd, tenzij het bouwwerk een nieuwe functie krijgt of aantoonbaar is dat de effecten van verwijderen negatiever zijn dan de effecten van niet verwijderen. Er is wel een verschil in formulering, in het Bsb (artikel 10 lid 1c) staat dat: de bouwstof.... Wordt verwijderd in geval het deel van het werk waarvan de bouwstof uitmaakt, wordt verwijderd. In art 33 Bbk staat dat de bouwstof .... Wordt verwijderd in geval het werk of het deel van het werk waarvan de bouwstof deel uitmaakt niet meer als functionele toepassing kan worden beschouwd. Het Bbk gaat hierin een stap verder dan het Bsb, omdat in artikel 10 lid 1c van het Bsb het verlies van de functie niet als criterium wordt genoemd.



In de nota van toelichting (paragraaf 3.3.1) wordt functieverlies wel genoemd, maar staat vervolgens dat de eigenaar dan de *keuze* heeft 'om het werk te slopen of anderszins te verwijderen, dan wel om het werk te blijven beheren of onderhouden'. Er is dus geen eis om de bouwstof ten allen tijde te verwijderen als het werk zijn functie verliest.

Wat betreft het niet verwijderen als de effecten daarvan negatiever zijn dan wel verwijderen wordt in de toelichting bij artikel 10 Bsb (Nota van toelichting, hoofdstuk 9) als voorbeeld genoemd:

'Heipalen als onderdeel van de fundering van een bouwwerk, die uit categorie 1-bouwstoffen zijn opgebouwd, en die zodanig in de bodem zijn aangebracht dat zij waterafsluitende lagen doorboren, zouden bij het verwijderen meer schade aan de bodem veroorzaken dan bij het niet-verwijderen. In zo'n geval worden dergelijke objecten op grond van het tweede lid in de bodem achtergelaten.'

Als met materiaal uit een oude toepassing een nieuw werk wordt aangelegd, dan gelden de regels van het huidige beleid. Als delen van de huidige toepassingen van de staalslakken hun functie blijven behouden, verandert er voor dat deel niets. Onder het Bouwstoffenbesluit was het mogelijk om een bestaand werk een nieuwe functie te geven, zonder dat nieuwe onderzoeksverplichtingen werden opgelegd.

## 5.2 Besluit en Regeling bodemkwaliteit

Eisen aan de toepassing van bouwstoffen op of in de bodem of in oppervlaktewater, zijn beschreven in het Besluit en de Regeling bodemkwaliteit. Hierin staat ook hoe monsterneming en laboratoriumonderzoek moeten worden uitgevoerd. De regels gelden nog volledig voor toepassingen die onder dit regime zijn aangebracht, voor nieuwe toepassingen gelden de per 01.01.24 aangepaste versies van het Besluit en de Regeling en aanvullend ook het Bal, zie verder 5.3. Regels over keuring en dergelijke staan nog steeds in het Bbk/Rbk, niet in het Bal.

## 5.3 Toepassen bouwstoffen onder de Omgevingswet

De Omgevingswet leidt per 1 januari 2024 tot een aantal wijzigingen ten opzichte van de regels uit het Besluit bodemkwaliteit. Zo verandert een aantal termen en zijn er wijzigingen voor het toepassen van bouwstoffen. Een aantal definities is aangepast aan de Omgevingswet. Zo heet de milieuhygiënische verklaring nu milieuverklaring bodemkwaliteit. De erkenning in het kader van kwalibo is nu erkenning bodemkwaliteit. Een nuttige en functionele toepassing heet nu functionele toepassing.

Het toepassingsbereik, de melding en de inhoudelijke regels staan in paragraaf 4.123 van het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal) [33]. Onder het Bal is het mogelijk om gebruik te maken van maatwerkregels en -voorschriften. Het Besluit bodemkwaliteit kende deze mogelijkheid niet voor het toepassen van bouwstoffen.

Er geldt vooraf geen meldings- of informatieplicht meer. De kwaliteit van de bouwstoffen moet op het moment van toepassen bekend zijn. Om dit te kunnen aantonen moet de initiatiefnemer tijdens en na de activiteit gegevens en bescheiden beschikbaar hebben.

De initiatiefnemer heeft de volgende gegevens en bescheiden beschikbaar:

- milieuverklaring bodemkwaliteit waaruit blijkt dat de bouwstof voldoet aan de kwaliteitseisen uit artikel 25d, lid 1, van het Besluit bodemkwaliteit, en
- afleverbon afgegeven op grond van het Besluit bodemkwaliteit

De afleverbonnen en milieuverklaringen bodemkwaliteit bewaart de initiatiefnemer minimaal vijf jaar na het aanbrengen van de bouwstof.

Voor de volgende situaties hoeft de initiatiefnemer geen milieuverklaring bodemkwaliteit en afleverbon te hebben:

- Toepassen van metselmortel of een natuursteenproduct
- Vormgegeven bouwstoffen als bedoeld in het Besluit bodemkwaliteit die zonder verandering van eigenschappen of samenstelling onder dezelfde omstandigheden opnieuw worden toegepast
- Niet-teerhoudend asfalt of asfaltbeton
- Tijdelijk uit een werk wegnemen (dit is de zogenaamde op-of-nabij-regeling: bouwstoffen die tijdelijk zijn weggenomen, maar later in of nabij dat werk ongewijzigd en onder dezelfde omstandigheden opnieuw worden toegepast. En dan zonder dat het eigendom wordt overgedragen. Bijvoorbeeld bij het graven van een sleuf voor een kabel. Of hergebruik van bouwstoffen bij een verbreding van een (vaar)weg)

Een initiatiefnemer mag een bouwstof alleen maar toepassen voor het in stand houden, herstellen, veranderen of uitbreiden van een werk. Evenals in het Bbk, moet de toepassing **functioneel** zijn en mag niet meer materiaal worden toegepast worden dan 'volgens gangbare civieltechnische, bouwtechnische, milieuhygiënische, ecologische of esthetische maatstaven redelijkerwijs nodig is' (art. 4.1261 Bal). NB: ook ecologische en esthetische maatstaven worden hier genoemd. De eis van **terugneembaarheid** is evenmin veranderd, in artikel 4.1262 van het Bal staat dat de bouwstoffen a. niet met de bodem vermengd; en b. zo toegepast worden dat ze kunnen worden verwijderd. Verder staat in lid 2: Bouwstoffen worden verwijderd als het werk waarin ze zijn toegepast buiten gebruik is gesteld, tenzij het verwijderen van de bouwstoffen grotere nadelige gevolgen voor de fysieke leefomgeving heeft dan het niet verwijderen.

Evenals in het oude Bbk, mag een bouwstof vermengd zijn met ten hoogste 20 % grond of baggerspecie (bijvoorbeeld als gevolg van het ontgraven van het materiaal; artikel 4.1263 Bal). Dat een deel van de staalslak vermengd is met klei uit het kleischerm, hoeft dus geen probleem op te leveren. Als er sprake is van vermenging met verontreinigde baggerspecie, zal wel gecontroleerd moeten worden of wordt voldaan aan de eisen van het Bbk, vooral wat betreft samenstelling.



**Situaties waarin toepassing bouwstoffen niet (meer) is toegestaan**

Er zijn twee situaties waarbij het niet is toegestaan om een bouwstof te gebruiken voor een toepassing in een werk:

- Verondiepen van een oppervlaktewaterlichaam of ontwikkelen tot landbodem; of
- Ophogen van de bodem voor het aanleggen van bedrijventerreinen, woningbouwlocaties, landbouwgronden, natuurgronden, tuinen of recreatieterreinen

Toepassingen met bouwstoffen zijn in deze twee situaties niet toegestaan. Bij dit soort toepassingen zijn vaak grote hoeveelheden nodig. Het is niet gewenst om hier bouwstoffen voor te gebruiken. Deze toepassingen kunnen met grond of baggerspecie plaatsvinden. Daarnaast is het lastig om te kunnen voldoen aan de terugneembaarheidsplicht die voor bouwstoffen geldt. Functionele toepassingen op woningbouwlocaties en bedrijfsterreinen met bouwstoffen zijn wel toegestaan als er een ander oogmerk is dan enkel het ophogen van de bodem.

*Overgangsrecht*

Is er sprake van bouwstoffen die vóór de inwerkingtreding van de Omgevingswet zijn aangebracht? Dan blijft het oude recht van toepassing. Dus het recht dat gold op het moment dat de bouwstof werd toegepast. Dit volgt uit onderdeel 2 van artikel XVI van het Aanvullingsbesluit bodem Omgevingswet.

Dit houdt in dat zowel het Besluit bodemkwaliteit (oud) als het Bouwstoffenbesluit (en zelfs eerdere regelgeving) relevant blijven. Voor bouwstoffen van vóór het Bouwstoffenbesluit, gold meestal geen specifieke landelijke regelgeving. Wel kunnen de dan geldende verplichtingen relevant zijn, zoals zorgplichten en de afvalstoffenregelgeving. Het overgangsrecht geldt alleen voor het 'in toepassing houden', inclusief de eventuele verwijderingsplicht als het werk zijn functie verliest. Het overgangsrecht geldt dus niet voor uitbreidingen van bestaande toepassingen.

**5.4 Zorgplicht**

Bij de toepassing van bouwstoffen is ook de zorgplicht van belang. Die was eerder beschreven in artikel 13 van de Wet Bodembescherming maar is nu onderdeel van de Omgevingswet.

De zorgplicht komt onder meer aan de orde in art. 2.11 eerste lid van het Bal:

Degene die een milieubelastende activiteit, of een lozingsactiviteit op een oppervlaktewaterlichaam of een lozingsactiviteit op een zuiveringstechnisch werk verricht en weet of redelijkerwijs kan vermoeden dat die activiteit nadelige gevolgen kan hebben voor de belangen, bedoeld in artikel 2.2, is verplicht:

1. Alle maatregelen te nemen die redelijkerwijs van diegene kunnen worden gevraagd om die gevolgen te voorkomen
2. Voor zover die gevolgen niet kunnen worden voorkomen: die gevolgen zoveel mogelijk te beperken of ongedaan te maken
3. Als die gevolgen onvoldoende kunnen worden beperkt: die activiteit achterwege te laten voor zover dat redelijkerwijs van diegene kan worden gevraagd

Dit artikel is van belang als het gaat om niet genormeerde stoffen / parameters, waarvan bekend is dat deze negatieve effecten kunnen hebben, zoals een hoge pH. In art. 4.2c van de Regeling bodemkwaliteit is ook omschreven dat bij keuring van een bouwstof onderzocht moet worden of de bouwstof 'andere verontreinigde stoffen dan in bijlage A vermeld of andere relevante parameters bevat' (bijlage A is de lijst met stoffen die standaard onderzocht worden). In verband met geconstateerde problemen bij sommige toepassingen van staalslakken is er vanuit de ILT veel aandacht voor niet genormeerde stoffen of parameters, zie volgende.

In de 'Circulaire Toepassing van staalslak en hoogovenslak(zand) als bouwstof in een werk' [42] wordt de zorgplicht in relatie tot onder meer toepassing van staalslakken nader uitgewerkt. Er wordt gewezen op de aanwezigheid van niet genormeerde parameters, de noodzaak om risico's bij het ontwerp van toepassingen locatie-specifiek te beschouwen en de toepassing af te stemmen met het bevoegde gezag. Deze aanbevelingen passen we toe in de vorm van uitbreiding van het analysepakket bij onderzoek naar de kwaliteit van de slak (7.3.3), beschouwing van de mogelijke risico's per nieuwe toepassing (onder andere 7.3.4) en overleg met de omgevingsdienst IJmond, die de plannen beoordeelt.

## 5.5 Eventuele aanvullende eisen aan de toepassing van staalslak

In de afgelopen jaren zijn diverse problemen geconstateerd met grootschalige toepassingen van staalslakken op het land (veelal ophogingen). Om toepassingen van staalslakken vooraf beter te kunnen beoordelen, is de Rijksoverheid voornemens om een meldplicht in te voeren. Vanuit de zorgplicht is er ook nu al reden om na te gaan of aanvullende eisen aan de beoogde toepassingen van staalslakken noodzakelijk zijn.

De eerder geconstateerde problemen zijn als volgt:

1. Omwonenden of passanten zijn blootgesteld aan staalslak stof, door de hoge pH resulteert dit in (ernstige) irritatie van huid, ogen en slijmvliezen<sup>4</sup>
2. Het percolaat van staalslakken heeft een hoge pH (tot circa 12), als aanzienlijke hoeveelheden percolaat in klein oppervlaktewater (sloten en dergelijke) terecht komen, leidt dit tot sterfte van vissen en andere organismen
3. Als de pH van de bodem/het grondwater sterk stijgt door infiltratie van staalslak percolaat, is dit eveneens schadelijk voor aanwezige organismen en kan dit leiden tot mobilisatie van stoffen die van nature in de bodem aanwezig zijn
4. Ten slotte bevat het percolaat stoffen die niet zijn genormeerd in het Bbk (de pH is ook een niet genormeerde parameter) en wordt gesteld dat bij de afleiding van de eisen voor stoffen waarvoor wel normen zijn, is uitgegaan van een geringere laagdikte dan wordt toegepast in grootschalige werken

De geconstateerde problemen waren voor de ILT aanleiding om het RIVM te vragen een literatuuronderzoek uit te voeren naar de kwaliteit van LD-staalslakken [24]. Naast de bovengenoemde aspecten wordt op basis van theoretische aannamen geconcludeerd dat het materiaal gevaarlijk afval kan zijn.

<sup>4</sup> Hierbij is ook melding gemaakt van bloedneuzen



De worst-case aannamen die hiervoor zijn gedaan (zoals de aanwezigheid van chroom in de zeswaardige vorm) kloppen niet met de werkelijkheid, dit wordt onderbouwd in het toelatingsonderzoek voor de certificering van de aanwezige slakken [40], zie voor een samenvatting 7.3.3.

Het RIVM rapport bevat diverse niet goed onderbouwde suggesties maar het is wel duidelijk dat de hoge pH tot problemen kan leiden. Daarnaast worden enkele stoffen genoemd die, naast het standaardpakket van het Bbk, ook kunnen uitlogen. Concentraties of risicobeoordelingen van deze emissies ontbreken echter, waardoor het onduidelijk is of hier nu sprake is van een reëel probleem of niet. Het gaat om enkele macro-componenten (zoals Ca, Al) en elementen als strontium en boor. Het nut van normering van stoffen als calcium en aluminium<sup>5</sup>, die van nature in hoge gehalten in de bodem aanwezig zijn, is aanvechtbaar, temeer omdat de onderhavige locatie beïnvloed is door het storten van zoute specie en het grondwater in hoofdzaak naar zout water stroomt. Zout water bevat van nature veel hogere concentraties van allerlei elementen dan zoet grond- of oppervlaktewater, bijvoorbeeld 400 mg/l aan calcium, 13 mg/l aan strontium, circa 1 mg/l aan aluminium en 4,6 mg/l aan boor [10]. Daarom zal 'lozing' van percolaat van staalslakken wat betreft de hierboven genoemde stoffen geen aantoonbare invloed hebben op de kwaliteit van het aangrenzende oppervlaktewater terwijl invloed op de kwaliteit van het oppervlakkige grondwater evenmin waarschijnlijk is.

De stelling dat het materiaal in grotere laagdikten wordt toegepast dan waar de afleiding van de normen op is gebaseerd, is op zichzelf juist. Echter, de gemeten emissies van de staalslak liggen in de regel ver beneden de eisen. Dit betekent dat er ruimte is voor een grotere laagdikte, zonder dat dit leidt tot een overschrijding van de beoogde grenswaarden in grond of grondwater (zie ook tabel 4.1 en 7.3.3).

Op basis van het RIVM rapport heeft het ILT een signaalrapportage opgesteld die door middel van een brief aangeboden is aan de Tweede Kamer [25, 26]. De signaalrapportage bevat vooral een herhaling van de conclusies van het RIVM. Er wordt onderzoek aangekondigd naar de indeling van staalslakken als niet gevaarlijk materiaal (op basis van de CLP en Reach regelgeving) maar verder zijn er weinig concrete acties mogelijk, aangezien hier geen wettelijke basis voor is. In de kamerbrief wordt onderzoek aangekondigd naar de invoering van een meld- of vergunningplicht en herziening van de toepassingseisen, bijvoorbeeld normen voor de pH en de laagdikte. Deze eventuele aanpassingen worden, uitgezonderd een meldplicht, niet op korte termijn verwacht. De beoordeling van de indeling van staalslakken zou wel redelijk snel kunnen plaatsvinden, maar het is niet aannemelijk dat hieruit een andere indeling (dat wil zeggen, als gevaarlijk materiaal) volgt. Een verandering van de status van bijproduct naar afvalstof is in theorie mogelijk maar ook in dat geval blijft de toepassing als bouwstof mogelijk, zie verder 5.6.

Algemeen geldt dat het wel of niet ontstaan van problemen in de praktijk sterk afhankelijk is van het type toepassing, de condities op de locatie en de kwaliteit van ontwerp en uitvoering. Bij de beoogde toepassingen in de Energiehaven zal worden besproken in hoeverre de eerder genoemde problemen kunnen optreden, zie hiervoor hoofdstuk 7.

<sup>5</sup> De mobiliteit van aluminium is gerelateerd aan de hoge pH. Als de pH daalt tot licht basische waarden, slaat aluminium neer als hydroxide en verdwijnt het uit het grondwater.

Indien nodig kunnen mitigerende maatregelen worden getroffen, bijvoorbeeld om stofoverlast tegen te gaan en de infiltratie van water te beperken.

## 5.6 Status van het materiaal

Staalslak heeft de status van bijproduct en is geclassificeerd als niet gevaarlijk op basis van de CLP- en Reach-regelgeving. Zoals hierboven beschreven, wil ILT gaan onderzoeken of deze classificatie juist is. Verder speelt een discussie over de status van materiaal dat vrijkomt bij ontmanteling van een werk. In het RIVM-rapport [24, pag. 59] staat 'dat bij onduidelijkheid over een nieuwe toepassing de status van de LD-staalslakken na verwijdering of terugneming verandert van product naar afvalstof'. In dit geval zijn er concrete plannen om de slakken een nieuwe functie te geven als bouwstof. Immers, RWS wil zich niet ontdoen van het materiaal maar wil het opnieuw toepassen in werken op dezelfde locatie. Er is wel sprake van de ontmanteling van een bestaand bouwwerk en Pels Rijcken beschouwt de vrijkomende staalslak als afvalstof [36]. Wij gaan hier bij de beoordeling van de kwaliteit van het materiaal ook vanuit.

Echter, ook een materiaal dat de status heeft van afvalstof kan als bouwstof worden toegepast, mits wordt voldaan aan de eisen uit het Bbk [28]. Het is zelfs zo dat voor een hele reeks aan afvalstoffen een stortverbod geldt, deze afvalstoffen moeten, al dan niet na bewerking, nuttig worden toegepast of gerecycled. Dit is onder meer geregeld in het LAP en het Besluit vrijstellingen stortverbod buiten inrichtingen [29]. In artikel 2 lid 1b van dit besluit staat expliciet dat toepassen van bouwstoffen conform het Besluit bodemkwaliteit onder deze vrijstelling valt. Dit beleid verandert niet met de invoering van de Omgevingswet, in het Bal wordt dit ook genoemd.

Als het materiaal dat vrijkomt op de locatie als afvalstof wordt beschouwd, blijft het dus toepasbaar als bouwstof, mits wordt voldaan aan de vigerende eisen voor bouwstoffen. Verder is onderzoek nodig naar het gevaarskarakter van het materiaal, zoals de aanwezigheid van ZS stoffen en de risico's van verspreiding van / blootstelling aan deze stoffen. Dit onderzoek wordt meegenomen bij de geplande certificering van het materiaal.

## 5.7 Samenvatting en discussie

Voor de huidige constructies met staalslakken geldt het vigerende beleid op het moment van aanleg. Voor het grootste deel van de slakken is dat het Bouwstoffenbesluit, een kleiner deel (in de zuidelijke dijk) is eerder aangelegd en valt onder het IPO Interimbeleid of oudere wetgeving. Het Bouwstoffenbesluit stelt niet de expliciete eis dat een bouwstof moet worden verwijderd als het werk zijn functie verliest. Als de bouwstof niet wordt verwijderd, moet de eigenaar het werk 'blijven beheren of onderhouden'. Als de huidige toepassing een nieuwe functie krijgt, blijven voor dit deel ook de regels van het Bouwstoffenbesluit (of andere oude regelgeving) van toepassing. Als de staalslak wordt verwijderd uit het oude werk en in nieuwe constructies wordt verwerkt, is de op het moment van aanleg geldende regelgeving van toepassing op de nieuwe constructies. In hoeverre de in de Averijsaven toegepaste staalslak de status van afvalstof kan krijgen is discutabel maar er wordt vanuit gegaan dat, aangezien een oud werk wordt ontmanteld, er sprake is van een afvalstof. Echter, een afvalstof kan als bouwstof worden toegepast, mits deze aan de eisen van het Bbk voldoet en ook civieltechnisch geschikt is voor de beoogde toepassing.



Gezien het tijdstip waarop de nieuwe toepassingen worden gerealiseerd, moet rekening worden gehouden met veranderingen die gepaard gaan met de invoering van de Omgevingswet per 1.1.2024. Naast het Bbk moeten ook de regels van het Bal in acht worden genomen. Veel regels blijven hetzelfde maar een wezenlijke verandering is dat de 'op en nabij' clause is ingeperkt. Dit betekent dat voor de beoogde nieuwe toepassingen van de staalslak opnieuw moet worden aangetoond dat wordt voldaan aan de milieuhygiënische kwaliteitseisen. Van staalslak is bekend dat er naast de standaardlijst van stoffen die getoetst moeten worden, nog andere stoffen kunnen uitlogen en dat ook de hoge pH problemen kan geven. In hoofdstuk 7 wordt ingegaan op eventuele risico's en de noodzaak van mitigerende maatregelen ter bescherming van de kwaliteit van bodem en water.

Samenvattend resulteren nieuwe wetgeving en/of de zorgen die er leven over staalslakken in het volgende extra onderzoek:

1. Voor nieuwe toepassingen moet het materiaal opnieuw worden gekeurd. In een separaat traject is onderzoek gestart om te komen tot certificering op basis van BRL 9345
2. Aanvullend op het standaardpakket van stoffen dat volgens BRL 9345 moet worden onderzocht, worden ook gehalten van PAK en PCB's bepaald (in verband met eventueel contact met verontreinigde baggerspecie) en wordt het eluaat van de kolomproeven aanvullend geanalyseerd op aluminium, calcium, natrium, strontium en chromaat (Cr(VI)). Dit analysepakket is afgestemd met de Omgevingsdienst IJmond
3. Omdat het materiaal uit een bestaand werk vrijkomt, wordt het formeel als een afvalstof beschouwd. Dit betekent dat in het kader van de certificering ook een Eural beoordeling wordt uitgevoerd (toetsing of er al dan niet sprake is van gevaarlijk afval). Hiertoe worden gehalten en beschikbaarheid van uitloging van een breed scala aan stoffen bepaald en wordt ook het gehalte aan ongebluste kalk (CaO) onderzocht
4. Er moet worden beoordeeld of mitigerende maatregelen, die emissies beperken, nodig zijn

De certificering van het materiaal is gestart met een toelatingsonderzoek, hierin worden bovengenoemde analyses meegenomen. De resultaten van nieuwe keuringen worden gepresenteerd in 7.3.3. Verder is er afstemming met de Omgevingsdienst IJmond over de eisen waaraan de nieuwe toepassingen moeten voldoen.

## 6 Mogelijke toepassingen van staalslakken

### 6.1 Algemeen

Staalslakken worden al lange tijd toegepast als bouw materiaal. De belangrijkste toepassingen zijn:

- Wegfunderingen (ook halfverhardingen)
- Steenbestorting in de waterbouw
- Toeslagmateriaal, bijvoorbeeld als stabilisator van puingranulaat
- Ophoogmateriaal (ophogingen voor wegen, bruggen, geluidswallen)

De genoemde bouwstoffen worden onder certificaat geproduceerd door Pelt & Hooykaas in IJmuiden [11]. Er moet niet alleen worden voldaan aan de milieuhygiënische eisen van het Bbk, maar ook aan specifieke civieltechnische eisen, zoals de korrelverdeling en, afhankelijk van de toepassing, aan eisen voor de volume-expansie, LA-coëfficiënt en andere parameters. Voor steenbestorting worden alleen grove fracties gebruikt, een stabilisator bestaat juist uit fijn materiaal. Voor ophoogmateriaal gelden civieltechnisch gezien relatief lichte eisen.

Zoals beschreven in 4.2 is de civieltechnische kwaliteit van het materiaal dat is toegepast in de Averijhaven niet in detail bekend, duidelijk is wel dat deze qua korrelverdeling divers is [3]. Behalve voor toepassing in ophogingen, zou het materiaal eerst opgewerkt moeten worden voordat het bruikbaar is voor andere van de bovengenoemde toepassingen. Het is onzeker of dit lukt, diverse soorten slakken zijn met elkaar vermengd en het is aannemelijk dat in elk geval aanzienlijke delen van de partij niet aan de gestelde eisen zullen voldoen (voor andere toepassingen dan ophoogmateriaal). Verder is er al een overschot aan staalslakken. Het lukt momenteel niet om de huidige productie van Tata volledig binnen Nederland af te zetten, vooral de afzet als ophoogmateriaal stagneert. Ook kan er een imago probleem optreden, het is immers materiaal uit een depot voor sterk verontreinigde baggerspecie. Als bijvoorbeeld een waterbouwslak geproduceerd zou kunnen worden, dan zou toepassing in een natuurgebied zoals de Oosterschelde op (extra) weerstand kunnen rekenen.

Voorlopig wordt geconcludeerd dat opwerking tot reguliere, gecertificeerde producten (anders dan ophoogmateriaal) praktisch gezien niet haalbaar is. Indien nodig uit oogpunt van afzet, dan moet door middel van uitgebreid materiaaltechnisch en milieuhygiënisch onderzoek worden vastgesteld of een deel van het aanwezige materiaal kan worden opgewerkt tot een gecertificeerde bouwstof.

### 6.2 Andere toepassingen van secundaire bouwstoffen

Naast reguliere toepassingen van bouwstoffen zijn er ook andere opties waar ervaring mee is, met name als het gaat om de grootschalige toepassing van AEC-bodemas:

- Callandwindscherm: een 730 m lange windwal naast het Calland kanaal. Deze wal is gebouwd om hoge schepen die door dit kanaal varen te behoeden voor sterke zijwind, waardoor ze uit de koers kunnen raken. In deze wal is 650.000 ton AEC-bodemas verwerkt [12]



- Kunstduin Maasvlakte: hierin is 290.000 ton AEC-bodemas verwerkt. Dit duin is later weer ontmanteld in verband met de behoefte aan materiaal voor andere toepassingen
- Het Groene Schip: een zichtwal bestaande uit drie 30 m hoge terpen, waarin inmiddels drie miljoen m<sup>3</sup> aan secundaire grondstoffen is verwerkt [13]. De wal dient als afscherming tussen het westelijk havengebied en het aangrenzende natuur- en recreatieterrein. Het is de bedoeling dat de terpen zelf ook een recreatieve bestemming krijgen. Een deel van deze constructie is gereed, een ander deel is nog in opbouw
- De VAM-berg in Wijster: deze 'berg' vormt een afscheiding tussen het oude en nieuwe gedeelte van de stortplaats van Attero in Wijster. Er is 2,8 miljoen ton AEC-bodemas verwerkt in een wal van 800 m lang. Op de berg, met een maximale hoogte van 48 m, is een parcours aangelegd voor wielrenners en een voor mountainbikers [14]. Verder wordt er op de locatie ook een zonnepark aangelegd
- Kunstduin op Tata-terrein: Tata wil aan de noordzijde van haar terrein in het kader van natuurcompensatie een kunstduin realiseren dat grotendeels wordt opgebouwd met staalslakken. Hiervoor zijn WABO en Wn vergunningen verleend maar de aanleg is nog niet gestart

Deze werken zijn gerealiseerd met instemming van het bevoegd gezag. Dit laat zien dat er mogelijkheden zijn voor de grootschalige toepassing van bouwstoffen op het vlak van afscherming voor wind, voor recreatieve doeleinden en voor natuurontwikkeling.

## 7 Toepassingen van staalslak in de Energiehaven

### 7.1 Inleiding

Door het consortium Energiehaven i.o. diverse mogelijkheden geïdentificeerd om de aanwezige staalslakken een nieuwe, nuttige bestemming te geven in de Energiehaven [17, 39]. Bijlage 6 bevat een plattegrond van het ontwerp.

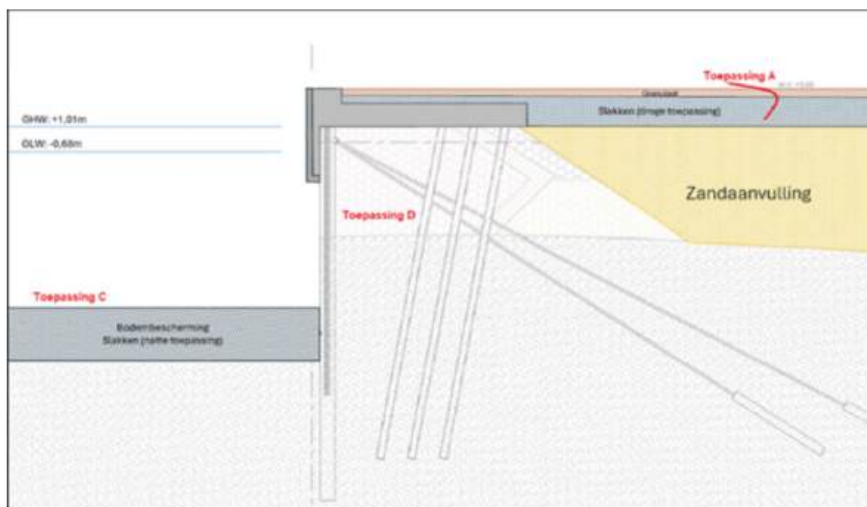
De nieuwe toepassingen betreffen:

1. Fundering bedrijfsterrein (voormalige Averijhaven + deel voormalige Werkhaven)
2. Bodemversterking voor de kade in verband afmeren schepen met hefpoten

Daarnaast krijgt een deel van de bestaande toepassingen een nieuwe functie, te weten:

- a. Een deel van de westelijke ringdijk (windwal, bescherming tegen stuivend zand, nieuwe duinnatuur)
- b. Een groot deel van de zuidelijke scheidsdijk wordt onderdeel van de nieuwe kade. Aan de oostzijde moet hiervoor, in verband met de ligging van de nieuwe kade, een deel van de aanwezige staalslak landinwaarts worden verplaatst

In figuur 7.1 zijn de verschillende nieuwe toepassingen / functies afgebeeld.



Figuur 7.1 Schematisch beeld toepassingen staalslakken: A = fundering bedrijfsterrain, B (westelijke ringdijk, niet afgebeeld) = windwal, C = bodembescherming onder water, D = kade

In de volgende paragraaf worden de toepassingen meer in detail beschreven en wordt de functionaliteit onderbouwd. Vervolgens wordt uitgebreid ingegaan op mogelijke risico's van de toepassing van staalslak en de noodzaak van mitigerende maatregelen (7.3), monitoring (7.4) en terugneembaarheid (7.5). Deze paragraaf eindigt met een korte samenvatting (7.6).

## 7.2 Toepassingen staalslakken: beschrijving en functionaliteit

### 7.2.1 Fundering bedrijfsterrain - Nieuwe toepassing

De Energiehaven wordt een terrein voor het op- en overslaan van zware onderdelen van windturbines. Voor de opslag en het vervoer van de onderdelen op en over het terrein is een minimale draagkracht van het terrein nodig van 600 kN/m<sup>2</sup>. Deze draagkracht is op het gehele terrein nodig omdat het terrein vrij indeelbaar wordt voor de klant om windturbinedelen op te slaan, te assembleren en te verrijden over het terrein. Zie figuur 7.2 voor een voorbeeld van hoe de terreinindeling er uit kan zien. Om de bovenbelasting te kunnen afdragen naar de ondergrond zonder verzakkingen te veroorzaken, dient het terrein van een goede funderingslaag voorzien te worden. Hiervoor worden staalslakken en menggranulaat gebruikt. Adviesbureau CRUX heeft een studie gedaan naar de minimaal benodigde dikte van de laag staalslakken als funderingslaag onder het terrein [37]. Het terrein wordt verticaal opgebouwd uit eerst zand, daarbovenop de funderingslaag van staalslakken van minimaal 1,5 m en daarboven 0,5 meter menggranulaat (zie ook figuur 7.1). De staalslakken worden niet tot het maaiveld doorgezet om mogelijke verstuing van staalslakkenstof te voorkomen.





Figuur 7.2 Gebruik Energiehaventerrein voor op- en overslag windturbine onderdelen. Voorbeeld uit Denemarken

De uitvoeringswijze van het aanbrengen van het zand bepaalt de eigenschappen van het aangebrachte zand. Zand onder water is namelijk niet te verdichten tijdens het aanbrengen, dat zou alleen achteraf kunnen met bijvoorbeeld dynamische compactie. Hiermee is op voorhand niet te garanderen dat tot op een diepte van NAP -9,0 m de benodigde mate van verdichting wordt gehaald. De mate van verdichting van het zand / de aanvulling is bepalend voor de sterkte-eigenschappen en daarmee bepalend voor de draagkracht. Wanneer de zandlaag niet goed kan worden verdicht dient de staalslakkenlaag 2,0 meter dik te zijn om de bovenbelasting te kunnen afdragen. Wanneer het zandpakket goed kan worden verdicht, voldoet een laagdikte van 1,5 meter staalslakken.

Verder dient te worden opgemerkt dat lokaal nog baggerspecie aanwezig is. Afhankelijk van de diepte waarop deze sliblaag aanwezig is, is de draagkracht van het terrein hier minder dan berekend en zal er mogelijk lokaal een dikkere funderingslaag van staalslakken nodig zijn.

Op basis van de uitgangspunten van CRUX is de dichtheid van de fundering (bij 4 % vocht) 2,45 ton/m<sup>3</sup>. Voor de dichtheid van de huidige toepassingen rekenen we met 2,17 ton/m<sup>3</sup>. Ten opzichte van de huidige toepassing is er dus een factor 1,13 meer materiaal nodig voor de fundering. De oppervlakte van het nieuwe bedrijfsterrein is 15,8 ha, dit betekent dat er 238.000 - 319.000 m<sup>3</sup> staalslak in de fundering wordt toegepast (bij 1,5 respectievelijk 2 m dik). In verband met de hogere dichtheid in de fundering, komt dit overeen met 269.000 - 360.000 m<sup>3</sup> staalslak met de dichtheid in de bestaande constructies.

### 7.2.2 Bodemversterking voor de kade, ten behoeve van werkschepen met hefpoten (spudcans) - Nieuwe toepassing

De te realiseren kademuur voor de Energiehaven zal gebruikt worden voor de overslag van zeer zware windturbine onderdelen. Dit gebruik zorgt voor zeer hoge bovenbelastingen op het terminalterrein. Voor de overslag, het transport én de installatie van de windturbine onderdelen zullen specifieke offshore werkschepen worden gebruikt. Deze werkschepen zijn uitgerust met zogenaamde spudcans. Dit zijn vier poten waarop het schip zich op de bodem van de zee op kan tillen om zodoende een stabiel werkplatform te vormen.

Ook bij de overslag van de zware windturbine onderdelen aan de kade zal het schip zich positioneren op zijn spudcans om op een veilige manier gebruikt te kunnen maken van de zware kraan aan boord.

Door de grote belastingen op de spudcans zullen deze zonder maatregelen enkele meters in de bodem doordringen. Bij het omhoogtrekken van de spudcans wordt een grondmoot aan de passieve zijde van de kademuur losgetrokken. Deze passieve zijde zorgt voor de stabiliteit van de kademuur. Als deze grondlaag wordt losgetrokken heeft dit grote gevolgen voor de stabiliteit en constructieve onderdelen van de kademuur.

Voor de bodemdiepte van de diepzeekade is een ontwerpbodempligging vastgesteld van NAP -16,4 m. Op basis van grondonderzoek is bekend dat zich tot een diepte van circa NAP -20 m slappe lagen bevinden, ook onder de slakkendam (tussen NAP -18 en NAP -20 komt veen voor).

Door Witteveen+Bos is onderzoek gedaan naar de indringing van spudpalen in de ondergrond [38]. Op basis van dat onderzoek, waarbij nog uitgegaan werd van een hogere bodempligging (NAP -13,5 m), werd al berekend dat een spudcan indringing tot NAP -20 m optreedt. Hierbij is het doorponsen van de bovenliggende zandlaag als maatgevend mechanisme benoemd. Bij een ontwerpbodempligging op NAP -16,4 m is het zeker dat doorponsen plaats zal vinden. Doorponsen leidt tot instantaan bezwijken van de ondergrond, wat tot gevaarlijke situaties leidt bij het hijsen van zware elementen. Om doorponsen te voorkomen, dient het pakket slappe lagen tot NAP -20 m weg gebaggerd te worden aan de passieve zijde van de kademuur. Daarna moet een laag staalslakken worden teruggebracht tot NAP -16,4 m om een stabiele basis te vormen voor de positionering van de spudcans én de korrelspanning voor de diepere zandlagen te behouden. Naast het creëren van een stabiele basis, geeft de laag staalslakken ook bescherming tegen eroderen van de bodem door stromingen en schroefstraalbelasting.

Gezien de grote variëteit aan afmetingen van werkschepen, het feit dat deze schepen bij het gebruik van spudcans zich altijd enkele meters van de kade bevinden en de benodigde verdeling van de druk onder de spudcans, is het nodig de laag staalslakken over een breedte van 75 m voor de kademuur van de diepzeekade aan te brengen.

Naast de diepzeekade wordt er ook een coasterkade gebouwd. Deze kademuur zal niet gebruikt worden voor het overslaan van windturbine onderdelen. Echter zal hier wel sprake zijn van stromingen (vanuit het spuikanaal van het sluizencomplex) en schroefstraalbelasting. Om erosie van de bodem tegen te gaan, wordt geadviseerd een bodembescherming aan te brengen om de passieve grondwig van de coasterkade te beschermen tegen erosie. Deze bodembescherming kan worden uitgevoerd middels het aanbrengen van een laag staalslakken op een zinkstuk met een dikte van ca. 0,6 m. Deze dikte is gangbaar voor dergelijke toepassingen.



Samengevat bestaat de nuttige toepassing van staalslakken aan de waterzijde van de kademuren uit de volgende onderdelen:

- Erosiebescherming bij de coasterkade
- Funderingslaag voor jack-up werkschepen
- Voorkomen van doorponsen en onveilige situaties tijdens het hijsen
- Voorkomen van het lostrekken van de passieve grondwig bij het verwijderen van de spudcans

Berekend is dat voor deze toepassing 171.000 m<sup>3</sup> slak nodig is. De dichtheid van de slak in deze toepassing wordt gelijk verondersteld aan de dichtheid in de bestaande situatie.

### 7.2.3 Westelijke ringdijk - Bestaande toepassing

Een deel van de westelijke ringdijk wordt verwijderd door de dijk smaller te maken: aan de zijde van de Energiehaven wordt materiaal verwijderd. Het talud aan de havenzijde schuift daarmee op in westelijke richting. De kruinhoogte blijft gelijk en het bestaande westelijke talud, waar het duin tegenaan ligt, blijft intact. De ringdijk moet dus in samenhang met het daartegen gelegen duin worden beschouwd.

De westelijke dijk plus het naastgelegen duin heeft de functie van windbeschermer voor het Energiehaventerrein. Pondera [27] heeft een impactstudie gedaan van het westelijk duin waarin drie varianten zijn vergeleken: de bestaande situatie, de situatie zonder dijk/duin en de situatie met een verhoogd duin (nieuwe windwal). Het effect is berekend voor drie posities: dichtbij de westelijke dijk, aan de oostzijde van het depot en aan de noordzijde (posities 1, 2 respectievelijk 3; zie figuur 3.1 van het Pondera rapport).

Op basis van de studie kan geconcludeerd worden dat zonder de huidige dijk/duin de windsnelheden op het Energiehaven-terrein toenemen, waarbij de effecten dichtbij de dijk het grootst zijn met een toename van 1,0 tot 1,5 m/s ([27], Figuur 3.2). Het procentuele verschil in windsnelheid ten opzichte van de huidige situatie is maximaal circa 35 % ([27], Figuur 3.11) en ook de nemen de piekwindsnelheden toe ([27], Figuur 3.15).

Tabel 4.2 van het Pondera rapport laat zien dat het aantal werkbare dagen bij verwijdering van de westelijke dijk vooral op positie 1 zeer sterk afneemt. Op een hoogte van 15 m +NAP daalt het aantal werkbare dagen voor de posities 1-3 met respectievelijk 48, 7 en 14 %, voor een hoogte van 25 m +NAP is dit 37, 2 en 19 %.

Tevens zorgen verhoogde windsnelheden voor grotere schades door met wind meegevoerd zand aan de onderdelen van de windturbines die worden opgeslagen in de Energiehaven.

Het westelijke duin is vaak hoger dan de dijk zelf, maar omdat het duin tegen de dijk ligt, zou het duin afschuiven als de dijk wordt verwijderd.

Hoewel het ophogen van het duin (zoals eerder het plan was) tot een verdere afname van de windsnelheid en méér werkbare dagen leidt, wordt ervoor gekozen om deze variant niet uit te voeren, onder meer in verband met verstoring van de aanwezige duinnatuur en het risico op stofoverlast op de openbare weg en de gebruikers daarvan.

Samenvattend geldt dat de westelijke ringdijk de volgende nieuwe functies krijgt:

- Windwal (in combinatie met het bestaande duin), verlaging windsnelheid resulteert in meer werkbare uren
- Bescherming opgeslagen windmolen onderdelen tegen stuivend zand

Aanvullend geldt dat op en tegen de dijk nieuwe (duin)natuur is ontstaan die bescherming verdient en dat het uitzichtpunt op het ZW uiteinde recreatieve waarde heeft (dit uitzichtpunt is onderdeel van de westelijke ringdijk). Met uitzicht op de activiteiten in de Energiehaven, zal deze recreatieve waarde nog toenemen. Bij de geplande inrichting blijven zowel het duin als het uitzichtpunt intact.

Als de westelijke ringdijk zou worden verwijderd, dan leidt dit tot schade aan de aanwezige duinnatuur en zou een nieuwe constructie (bijvoorbeeld een muur) gebouwd moeten worden om de windsnelheid omlaag te brengen en stuivend zand tegen te gaan. De productie van deze muur kost veel energie en daarmee emissies van CO<sub>2</sub> en N, terwijl met het handhaven van de bestaande dijk hetzelfde resultaat wordt verkregen, zonder extra emissies. Daarom is gekozen voor het handhaven van (een deel van) de bestaande dijk.

#### 7.2.4 Zuidelijke dam (scheidingsdijk) - bestaande toepassing

De nieuwe kademuur wordt in de scheidingsdijk gerealiseerd, zie figuur 7.3. Een groot deel van de slakken in de scheidingsdijk kan worden opgenomen in de nieuwe kadeconstructie. Dit geldt in grote lijnen voor de kern en het talud aan de landzijde. De staalslakkendam vormt een stabiele en goed verdichte ondergrond met een hoge hoek van interne wrijving, wat gunstig is voor een constructie en terminal waar hoge bovenbelastingen op zullen treden. Het heeft vanuit deze optiek de voorkeur om staalslakken die niet weggehaald moeten worden te laten zitten. Wanneer deze wel weggehaald worden, zal een nieuwe aanvulling gedaan moeten worden die zich slecht zal laten verdichten omdat deze zich grotendeels onder water bevindt. Er ontstaat daardoor een minder gunstige situatie (24 % hogere momenten in de kademuur), waarbij er wel een aanzienlijke inspanning verricht moet worden om alle slakken af te graven en vervolgens weer aan te vullen met zand.



Figuur 7.3 Ligging toekomstige kadewand (trajecten A - D) ten opzichte van huidige dijken



De kadewand loopt grotendeels door de kern van de zuidelijke dam maar door de geplande ligging van de kademuur, moet er in de oostelijke hoek (traject B) relatief veel staalslak aan de zeezijde worden verwijderd. De kadewand staat daar meer in het talud aan de landzijde dan in de kern van de dam. Hierdoor ontstaat er een tekort aan materiaal achter de wand. Dit wordt aangevuld door staalslak te verplaatsen, zodat overal een vergelijkbare situatie ontstaat.

Wanneer het deel van de slakken wat zich achter de toekomstige kademuur bevindt kan blijven liggen, zal dit ook een efficiëntere uitvoering opleveren (kan veelal in den droge plaatsvinden), waarbij er wel maatregelen moeten worden genomen ten aanzien van de installatie van onderdelen (van de damwand) door de slakkenlaag. Samengevat bestaat de nuttige toepassing uit:

1. Het handhaven van een stabiele en goed verdichte ondergrond
2. Voorkomen van veel onnodige extra inzet van materieel en materiaal (zand)
3. Voorkomen van hogere krachten in de kademuur en extra zware elementen (meer materiaalgebruik) in de constructie van de kademuur

De technische haalbaarheid van het aanbrengen van een kadewand door de staalslakken is onderzocht middels een heiproef. Uit deze proef blijkt dat het heien van een damwand in de staalslakken in principe uitvoerbaar is maar wel zal leiden tot meerkosten. Anderzijds zal de aanwezigheid van een stabiele ondergrond ook tot besparingen leiden, zie boven.

#### **7.2.5 Resume van de toepassingen**

Bij de inrichting van de Energiehaven verliest een deel van de huidige toepassingen van staalslakken hun functie, deze worden verwijderd en (voor zover mogelijk) hergebruikt in nieuwe toepassingen. Dit betreft de noordelijke en oostelijke ringdijk, een deel van de westelijke ringdijk, het bovenste deel van de zuidelijke dam en het zuidelijke talud, voor zover dit voor de nieuwe kademuur komt te liggen. Nieuwe werken in de Energiehaven zijn een dikke terreinfundering en een waterbodemversterking voor schepen met hefpoten (spudcans), voor de kade. Ten slotte worden beperkte aanpassingen gedaan aan de ligging van de zuidelijke dam, zodat overal een vergelijkbare fundering voor de kade wordt verkregen.

De massa-balans van de vrijkomende slak ziet er als volgt uit:

Tabel 7.1 Massa-balans staalslakken Averijhaven / Energiehaven, in m<sup>3</sup>

Locatie	Hoeveelheid in m <sup>3</sup> * 1000
Nieuwe toepassing in terreinfundering (range bij 1,5 - 2 m dikte)	269 - 360 #
Nieuwe toepassing in waterboderversterking	171
<b>Totaal nieuwe toepassingen</b>	<b>440 - 531</b>
Oude toepassing in westelijke ringdijk	41
Oude toepassing in zuidelijke dam	218 + X \$
<b>Totaal oude toepassingen</b>	<b>259 + X</b>
<b>Totaal toepasbaar</b>	<b>699 - 790 + X</b>
<b>Totaal aanwezig</b>	<b>783</b>
<b>Restant (af te voeren)</b>	<b>0 - (84-X)</b>

# Op basis van de dichtheid in de huidige toepassingen. De dichtheid in de fundering is groter dan de huidige dichtheid in de dijken. Hiervoor is gecorrigeerd, zie verder 7.2.1

\$ De hoeveelheid slak die aan de oostzijde landinwaarts verplaatst kan worden (zie 7.2.4) is nog niet gekwantificeerd, deze wordt aangeduid met X

In de totaal toepasbare hoeveelheid staalslakken zit nu nog onzekerheid omdat de dikte van de fundering afhankelijk is van de verdichting van het onderliggende zand en die is pas na aanbrengen van het zand bekend. Vervolgens kan de benodigde dikte van de fundering definitief worden vastgesteld. Daarnaast is de verdichting van de staalslak in de nieuwe werken op voorhand niet 100 % zeker, wel is duidelijk dat de dichtheid van de fundering groter zal zijn dan de dichtheid van de huidige toepassingen. Een en ander betekent dat de hoeveelheid staalslak die kan worden toegepast pas na aanbrengen in het werk exact bekend is. Verder is ook nog niet gekwantificeerd hoeveel slak aan de oostzijde van de zuidelijke dam landinwaarts kan worden verplaatst, als fundering voor de kadewand. Het is daarom nu nog niet zeker of alle vrijkomende slak kan worden toegepast, mogelijk moet een beperkt deel worden afgevoerd. Witteveen + Bos gaat op basis van een 3D terreinmodel uit van de aanwezigheid van in totaal **783.000 m<sup>3</sup>** staalslak. In het geval van een terreinfundering van 2 m dikte, kan alle vrijkomende slak worden toegepast en is geen afvoer nodig. Bij een terreinfundering van 1,5 m dik, is de hoeveelheid af te voeren slak afhankelijk van de hoeveelheid slak die nodig is voor de fundering van de kademuur aan de oostzijde van de haven. Naar verwachting is deze hoeveelheid beperkt tot < 50.000 m<sup>3</sup>. NB: de dikte van de terreinfundering is afhankelijk van de verdichting van de ondergrond, die is op voorhand niet exact bekend.

De volgorde van de werkzaamheden voor de aanleg van de Energiehaven is als volgt:

1. Oostelijk deel scheidingsdijk iets opschuiven in noordelijke richting
2. Aanvullen Averijhaven met zand, zandlaag verdichten, mate van verdichting bepalen, vereiste dikte staalslak fundering berekenen
3. Ringdijken verwijderen en uitspreiden over terrein als funderingslaag
4. Kade bouwen, talud zeezijde ontgraven en toepassen in onderwater fundering
5. Eventueel restant slakken afvoeren



## 7.3 Risico's bij toepassing van staalslakken

### 7.3.1 Inleiding

Bij toepassing van staalslakken kunnen ongewenste effecten optreden in het milieu door emissies van stoffen of een toename van de pH. In hoeverre deze risico's reëel zijn, is sterk afhankelijk van de aard van de toepassingen en de condities op de locatie. Deze condities zijn gunstig, zie verder 7.3.2. Voor een verantwoorde toepassing moet duidelijk zijn dat de kwaliteit voldoet aan de vigerende eisen, zie hiervoor 7.3.3. In 7.3.4 wordt per toepassing ingegaan op mogelijke risico's en de mitigerende maatregelen die hierbij mogelijk zijn. In 7.3.5 wordt gesproken over humane risico's in de vorm van stofoverlast en in 7.3.6 wordt ingegaan op civieltechnische risico's.

### 7.3.2 Condities op de locatie

#### Kwaliteit toe te passen staalslak

De staalslak die wordt toegepast bevindt zich reeds 25 jaar of meer op de locatie, zodat een deel van de uitloging al is opgetreden. Dit wordt bevestigd door de lage emissies die bij eerdere keuringen zijn gevonden (zie tabel 4.1) en de resultaten van nieuwe keuringen, zie verder 7.3.3.

#### Grondwaterstand en -stroming

Het freatische grondwater op de locatie staat onder invloed van het getij. Bij een (toekomstige) maaiveldhoogte van 5 m +NAP, rekent CRUX [37] met een grondwaterstand van 2,5 m +NAP. Dit betekent dat de beoogde fundering droog ligt, de afstand tussen de onderzijde en het grondwater is 0,5 m bij een funderingsdikte van 1,5 m staalslak + 0,5 puingranulaat. Als blijkt dat de staalslakfundering dikker moet zijn dan 1,5 m, wordt de drooglegging minder dan 0,5 m. In dat geval zal de grondwaterstand worden verlaagd door drainage. Er zal geen direct contact zijn tussen staalslak en grondwater. Overigens is de grondwaterstand in de nieuwe situatie nog niet 100 % zeker, aanleg van drainage kan daarom als een no-regret maatregel worden beschouwd. Drainage wordt bij de mitigerende maatregelen in 7.3.4 meer in detail beschreven. Verder stroomt het freatische grondwater via het onderliggende duinzand pakket in hoofdzaak naar het Noorderbuitenkanaal, dit is geen kwetsbaar object. Als de pH al verhoogd raakt, zal er in het Noorderbuitenkanaal snel<sup>6</sup> neutralisatie optreden. Volgens [7] infiltreert er 5 - 10 % van het grondwater door een circa 3 m dikke scheidende laag van klei/veen naar het volgende watervoerende pakket. Echter, de druk in het diepere watervoerende pakket is met name aan de noordzijde van het terrein duidelijk hoger dan in het eerste pakket, zodat de stroming opwaarts is gericht (aan de zuidzijde is het verschil in stijghoogte klein). Er zal daarom geen of een minimale infiltratie optreden en voor zover die al optreedt, kan de klei/veenlaag een eventuele verhoogde pH-waarde neutraliseren. Voor het diepere grondwater is er daarom geen risico op een verhoogde pH. De langjarige monitoring (tot 25 jaar na aanleg) van het grondwater bevestigt dat er geen verhoging van de pH optreedt.

<sup>6</sup> Snel is binnen een tijdsbestek van enkele uren tot 1 dag. Overigens zijn bij Imares studie [32] bij de normale verversing nooit extreme pH-waarden gemeten

**Kwaliteit grondwater en oppervlaktewater**

Het grondwater is brak en het oppervlaktewater is zout. Dit betekent dat emissies van macrocomponenten en stoffen zoals strontium geen probleem vormen (zie ook 5.5). Verder zijn slakken met een verhoogde chloride-emissie toepasbaar (op het land alleen in de zuidelijk zone).

**Verversing van het Noorderbuitenkanaal**

Het Noorderbuitenkanaal is een groot oppervlaktewater waarin staalslak mag worden toegepast. Door de eb- en vloedstroom en de spui van water vanuit het Noordzeekanaal is de verversing van het water aanzienlijk groter dan in de Oosterschelde, waar door Imares eerder onderzoek is gedaan naar effecten van staalslakken op organismen [32]. Bij het onderzoek naar de situatie in de Oosterschelde is een verversingssnelheid van 430 % van het volume per dag gehanteerd (dit is de laagste waarde van een aantal onderzochte locaties op de Oosterschelde). Voor het Noorderbuitenkanaal gelden hogere stroomsnelheden dan in de Oosterschelde. In rapport [34] worden resultaten van een uitgebreide meetcampagne gepresenteerd. Er is op twee dagen gemeten gedurende zowel eb als vloed en bij een wisselend spui-regime van 0, 80 en 200 m<sup>3</sup>/s. Op de dag met de laagste stroomsnelheid is deze gemiddeld 396 m/h. Hieruit volgt een verversing van veel meer dan 1000 % per dag (de verversing kan over het havenprofiel variëren, daarom is een lage waarde aangehouden). Dit betekent dat condities aanzienlijk gunstiger zijn dan bij het Oosterschelde onderzoek [32]. Bij deze proef waren alleen kortdurend (2 weken) beperkte effecten waarneembaar op de pH en de vanadiumconcentratie. Analyses van organismen in de modelsystemen laten alleen voor vanadium in mosselen een (ten opzichte van breuksteen en grind) niet significante toename van het gehalte gezien. Daar komt nog bij dat de toe te passen slak al lang in het water heeft gelegen, waardoor de emissie lager is dan van vers materiaal (zoals onderzocht door Imares). Gezien de (zeer) hoge verversing in het Noorderbuitenkanaal en de kwaliteit van de toe te passen slak, worden er geen risico's verwacht voor organismen. Een en ander wordt nog eens bevestigd in een recenter rapport van de WUR, waarin ook is aangetoond dat er geen effect is op de pH in de Oosterschelde [43].

Deze resultaten sluiten aan bij het huidige beleid, dat staalslak wel in groot maar niet in klein oppervlaktewater mag worden toegepast.

**Klein oppervlaktewater**

Klein oppervlaktewater (sloten, vijvers en dergelijke) is gevoelig voor pH-verhoging als dit in aanraking komt met staalslak percolaat. Echter, in de toekomstige Energiehaven zijn dergelijke elementen niet aanwezig. Mogelijk wordt er een greppel aangelegd om afstromend regenwater op te vangen, dit water zal worden gemonitord en zo nodig worden behandeld, zie verder 7.3.4.

**Samenvatting**

Uit het voorgaande blijkt dat de condities op de locatie gunstig zijn voor de toepassing van staalslakken. Een aantal risico's kunnen op voorhand worden uitgesloten. Per beoogde nieuwe toepassing zal in 7.3.4 worden ingegaan op resterende (specifieke) risico's.



### 7.3.3 Kwaliteit van de toe te passen staalslak

Aan de kwaliteit van de in nieuwe werken toe te passen staalslak worden de volgende eisen gesteld:

- Genormeerde parameters moeten voldoen aan de eisen van het Bbk
- Het materiaal mag geen gevaarlijk afval zijn
- Materiaal met een verhoogde emissie van chloride mag alleen worden toegepast in de versterking van de waterbodem en in het zuidelijke deel van de terreinfundering
- De emissies van niet genormeerde parameters zullen nader worden beoordeeld maar het is gezien de aanwezigheid van brak en zout water niet aannemelijk dat hiervoor specifieke eisen noodzakelijk zijn. De hoge pH is kenmerkend voor dit materiaal en eventuele negatieve effecten moeten met mitigerende maatregelen worden beheerst, dit kan niet via normstelling
- Volgens het Bal mag een bouwstof maximaal 20 % grond of baggerspecie bevatten, enige vermenging met klei of baggerspecie is dus toegestaan, mits wordt voldaan aan de milieu-hygiënische eisen

De kwaliteit van het materiaal dat in nieuwe werken wordt toegepast, wordt gecontroleerd middels certificatie op basis van BRL 9345. Het toelatingsonderzoek is uitgevoerd [40]. Er zijn vijf partijen van 10.000 ton bemonsterd volgens de geldende richtlijnen, over de volledige diepte van de scheidingsdijk (zuidelijke dam) en de ringdijk. Het materiaal is geanalyseerd op de gehalten aan PAK, PCB en minerale olie. Deze gehalten voldoen ruimschoots aan de geldende eisen en hiermee is tevens aangetoond dat de invloed van vermenging met baggerspecie gering is (de belangrijkste verontreiniging van de baggerspecie is PAK). Verder is de uitloging van de staalslak bepaald met kolomproeven in duplo, hierbij zijn de voorgeschreven 15 metalen en 4 zouten bepaald plus de niet genormeerde parameters chroom (VI), aluminium, calcium, natrium en strontium. Tata Steel, RWS, TAUW en de OD hebben naar aanleiding van vragen uit de samenleving, het rapport van het RIVM en de Staalslakken circulaire 2024 het stoffenpakket waarop geanalyseerd is nog een keer onder de loep genomen op basis van de parameters die in den lande zijn aangetroffen. Dit heeft geleid tot een uitbreiding van het stoffenpakket, die vooraf is afgestemd met de Omgevingsdienst IJmond.

De resultaten van dit onderzoek zijn samengevat in tabel 7.2 en 7.3 (genormeerde respectievelijk niet genormeerde parameters). Tabel 7.2 laat zien dat de genormeerde parameters ruimschoots voldoen aan alle eisen, behalve chloride in 1 partij, deze is wel toepasbaar in brak of zout water. De emissies zijn dermate laag dat er ruimte is voor de toepassing van dikkere lagen, standaard is bij de afleiding van eisen gerekend met een dikte van 0,5 m. Verder blijkt dat de variatie in de emissies gering is<sup>7</sup>, dit betekent dat de kans klein is dat er bij aanvullend onderzoek afkeur van materiaal zal optreden.

<sup>7</sup> Behalve chloride en in mindere mate bromide, materiaal met verhoogde emissies is echter wel toepasbaar op deze locatie.

*Tabel 7.2 Emissies kolomproeven van genormeerde parameters en eisen voor vrij toepasbare bouwstoffen, in mg/kg ds. Ranges van vijf partijen*

Parameter	Range emissies 5 partijen	Eis
Antimoon (Sb)	< 0,009 - < 0,009	0,32
Arseen (As)	< 0,2 - < 0,2	0,9
Barium (Ba)	4,0 - 12,0	22
Bromide (Br)	< 0,8 - 10,4	20 / geen eis#
Cadmium (Cd)	< 0,007 - < 0,007	0,04
Chloride (Cl)	185 - 360 / 1.900 (4 partijen / 1 partij)	616 / geen eis#
Chroom (Cr)	< 0,1 - < 0,1	0,63
Fluoride (F)	1,1 - 3,5	55
Kobalt (Co)	< 0,07 - < 0,07	0,54
Koper (Cu)	< 0,1 - < 0,1	0,90
Kwik (Hg)	< 0,005 - < 0,005	0,02
Lood (Pb)	< 0,3 - < 0,3	2,3
Molybdeen (Mo)	< 0,05 - < 0,06	1,0
Nikkel (Ni)	< 0,2 - < 0,2	0,44
Seleen (Se)	< 0,009 - 0,018	0,15
Sulfaat (SO <sub>4</sub> )	< 20 - 65	1.730
Tin (Sn)	< 0,02 - < 0,02	0,4
Vanadium (V)	< 0,3 - < 0,3	1,8
Zink (Zn)	< 0,7 - < 0,7	4,5

# Bij toepassing in brak of zout water gelden geen eisen voor chloride en bromide en zijn de eisen voor fluoride en sulfaat een factor 4 hoger

De niet genormeerde parameters zijn als eluaatconcentraties weergegeven in tabel 7.3. Behalve chroom (VI) en de pH, worden ze vergeleken met concentraties in zeewater. Chroom (VI) is niet aantoonbaar. De pH (van het gebroken materiaal) is vergelijkbaar met die van verse staalslak, er is blijkbaar nog weinig neutralisatie opgetreden, uitgezonderd in de buitenste korst (zie verder 10.1). Wel is het mogelijk dat de pH van gebroken materiaal, zoals die bij de kolomproef wordt gemeten, hoger is dan de pH van het niet gebroken materiaal in situ.

De concentraties van aluminium, natrium en strontium liggen ver onder de concentraties in zeewater, calcium in ongeveer twee keer zo hoog. Calcium is geen toxische stof en het grondwater stroomt af richting het Noorderbuitenkanaal, daar is de verversing zodanig hoog, dat de calciumconcentratie in korte tijd zal dalen tot het natuurlijke niveau van zeewater. Dit geldt ook voor de pH. De mogelijke effecten op de pH van het grondwater worden in de volgende paragraaf besproken.



Tabel 7.3 Eluaatconcentraties van niet genormeerde parameters en concentraties in zeewater. Gegevens van 3 - 5 partijen

Parameter	Concentratie eluaat L/S 10 (mg/l)	Concentratie in zeewater
Aluminium	0,1 - 0,1	Circa 1
Calcium	855 - 905	400
Natrium	3,6 - 26	10.560
Strontium	1,85 - 3,85	13
Chroom (VI)	< 0,01 - < 0,01	-
pH	12,6 - 12,7	-

Uit de Eural beoordeling blijkt dat het materiaal geen gevaarlijk afval is. Voor chroom geldt dat slechts sporen van zeswaardig chroom zijn aangetroffen (< 10 mg/kg ds) en dat vanadium op basis van literatuur hoofdzakelijk in de vierwaardige vorm aanwezig is. De gehalten van de meer toxische elementen arseen, cadmium, beryllium, kwik, lood, nikkel en kobalt zijn alle (zeer) laag:

- Gehalten < 1 -2 mg/kg ds: arseen, beryllium, kwik
- Gehalten < 10 - 20 mg/kg ds: antimoon, kobalt, koper, lood, molybdeen, nikkel, seleen, tin (lood is in 1 van de 5 onderzochte partijen 32 mg/kg ds)
- Gehalten < of rond 100 mg/kg ds: barium en zink

De gehalten liggen onder de grenswaarden voor een indeling als ZZS materiaal. Standaard is de grenswaarde 0,1 % (1.000 mg/kg) maar voor enkele metaalverbindingen en sommige organische stoffen gelden lagere drempels. Organische stoffen zijn nauwelijks aanwezig en de gehalten van de meest kritische metalen zijn dermate laag dat ook aan de betreffende verlaagde drempelwaarden wordt voldaan. Voor de volledige gegevens wordt verwezen naar [40].

#### 7.3.4 Mitigerende maatregelen

##### Fundering bedrijfsterrein

De emissies van stoffen zullen, gezien de beperkte laagdikte van 1,5 - 2 m in combinatie met de gunstige kwaliteit van de slak (tabel 7.2) en het brakke grondwater, voldoen aan de uitgangspunten van het Bbk [35]. Er is sprake van een open verharding zodat regenwater in beginsel kan infiltreren. Door de verdichting van de staalslak, het optreden van puzzolane reacties (ook hydratatie genoemd) en eventuele carbonatatie, zal de doorlatendheid naar verwachting gering zijn. Vorming van een volledig dichte korst, zoals zichtbaar is in de huidige toepassing, is minder aannemelijk<sup>8</sup>. Toch zal regenwater, zeker bij meer intensieve buien, naar verwachting grotendeels over de staalslak fundering afstromen. De fundering wordt onder afschot aangelegd. De voorzieningen voor de opvang van regenwater zijn nog niet in detail ontworpen, maar zullen bestaan uit greppels en/of drainkoffers. Bij de drains wordt rekening gehouden met het risico op verstopping door ze te plaatsen in grindkoffers. Ook zullen voorzieningen worden aangebracht voor het reinigen van de drains. Dit geldt ook indien de grondwaterstand verlaagd zou moeten worden.

<sup>8</sup> Enerzijds zal CO<sub>2</sub> uit de atmosfeer ook reageren met het bovenliggende puingranulaat, anderzijds kan de korst beschadigd raken door de zware terreinbelasting

Aangezien de nieuwe kadewand een barrière vormt voor het afstromende grondwater, moeten bij de kadewand ontlastdrains worden aangebracht. Daarvoor gelden dezelfde voorzorgsmaatregelen tegen verstopping.

De kwaliteit van het grondwater en het afstromende regenwater zal worden gemonitord. Gezien de uitloogkwaliteit van de staalslak zullen de emissies van metalen binnen de achterliggende uitgangspunten van het Bbk blijven, een effect op de pH is echter niet uit te sluiten. Bij lozing van het water op het Noorderbuitenkanaal zullen, door de sterke verdunning, geen verhoogde pH-waarden ontstaan. Invloed op het diepere grondwater is, door de aanwezigheid van een scheidende laag en een grotere stijghoogte in het tweede watervoerende pakket, uit te sluiten. Hoewel schadelijke effecten op de waterkwaliteit van het Noorderbuitenkanaal onwaarschijnlijk zijn, zal overleg plaatsvinden over de eisen waaraan het te lozen water moet voldoen. Indien noodzakelijk kan het te lozen water worden behandeld alvorens het wordt geloosd, bijvoorbeeld door neutralisatie via injectie van CO<sub>2</sub>.

Een maatregel om de infiltratie van regenwater te beperken in de vorm van een toplaag van bijvoorbeeld asfalt, is niet haalbaar gezien de zeer zware belasting op het terrein.

#### **Bodemversterking onder water**

Staalslakken mogen worden toegepast in groot oppervlaktewater, er worden geen risico's verwacht wat betreft een verhoogde pH of verhoogde concentraties van opgeloste metalen. Aanbevolen wordt om het wegspoelen van fijn materiaal uit de constructie te voorkomen door de laag staalslak af te dekken met grovere staalslak of natuursteen. De buitenzijde van de huidige dam is afgewerkt met stortsteen, mogelijk is dit bruikbaar maar er moet worden gecheckt of dit geen risico met zich meebrengt op beschadiging van de spudcans (hefpoten). Als dit risico reëel blijkt te zijn, is het een optie om de staalslak af te dekken met een laag minder grof gegradeerd materiaal (minder grof dan de aanwezige stortsteen), bijvoorbeeld 45 - 90 mm. Dit kan staalslak zijn, maar ook gebroken natuursteen.

#### **Aanpassing westelijke ringdijk**

Waar een deel van de westelijke ringdijk wordt verwijderd, ontstaat een nieuw oppervlak, zonder de korst die in het verleden aan het oppervlak is ontstaan. Deze slecht doorlatende korst is gevormd door reactie van de staalslak met CO<sub>2</sub> en dit beperkt de infiltratie van regenwater in sterke mate. In een vers ontgravingsvlak zal naar verwachting een nieuwe korst worden gevormd maar dit kost wel tijd. Fijne staalslak reageert aanzienlijk sneller dan grovere fracties. Daarom wordt aanbevolen om het nieuwe talud af te werken met een laag fijne staalslak (< circa 8 mm), die op locatie uit vrijkomend materiaal kan worden afgescheiden. Deze fijne staalslak wordt in een toplaag van 0,3 m dik toegepast.

#### **Bestaande toepassingen**

Omdat de langlopende grondwatermonitoring geen pH-effecten laat zien, worden voor de bestaande toepassingen, behalve het hierboven genoemde, geen aanvullende maatregelen genomen. De buitenzijde van het slakkenlichaam is verkit en geneutraliseerd, waardoor er weinig water zal infiltreren. Het materiaal dat achterblijft in de scheidingsdijk wordt in de nieuwe situatie afgeschermd door de kademuur en aan de bovenzijde door een funderingslaag.



Deze nieuwe situatie geeft daarom wellicht meer afscherming dan de oude. Verder geldt dat uitloging van de aanwezige staalslak (in elk geval voor een deel) in het verleden al heeft plaatsgevonden.

### 7.3.5 Humane risico's - stofoverlast

Stofoverlast vormt mogelijk een humaan risico in de aanlegfase (dit geldt primair voor recreanten, die in de directe omgeving van de locatie aanwezig kunnen zijn). In de uiteindelijke situatie zijn alle toepassingen afgedekt met lagen van andere materialen<sup>9</sup>, zodat er geen blootstelling aan staalslakstof meer mogelijk is. In de aanlegfase kan stof vrijkomen bij (droog) ontgraven, transport, aanbrengen en als het materiaal onafgedekt in depot of in een werk ligt. Bij natte ontgraving en het aanbrengen van de bodemversterking onder water is stofoverlast onwaarschijnlijk. Stofoverlast is relatief eenvoudig te bestrijden door het materiaal te bevochtigen. Ook kan, indien bevochtigen met water niet volstaat, een laag cellulose (papierpulp) worden aangebracht. Zowel bevochtigen als aanbrengen van een laag cellulose worden bij de opslag en verwerking van stuifgevoelige bulkgoederen al tenminste 20 jaar met succes toegepast om stofverspreiding te minimaliseren.

Er is monitoring van stofvorming nodig en aannemers dienen er zorg voor te dragen dat apparatuur/middelen voor stofbestrijding voorhanden zijn (dat wil zeggen sproeiapparatuur, waterwagens, voldoende water, eventueel cellulose pulp). Verder dient er naar gestreefd te worden om afdekkende lagen zo snel mogelijk aan te brengen. Een en ander dient in werkplannen te worden beschreven.

### 7.3.6 Civieltechnische risico's

Er zijn geen expliciete civieltechnische risico's aanwijsbaar. Door het uitvoeren van een heiproef is inzicht verkregen in de randvoorwaarden bij het heien van de kadewand elementen door de staalslakken. Hierbij zijn maatregelen zoals voorboren nodig.

Van staalslakken is bekend dat er expansie kan optreden door hydratatie van ongebluste kalk. Dit kan tot schade leiden aan een verharding. Echter, het bedrijfsterrein wordt voorzien van een toplaag van 0,5 m puingranulaat, die kan oneffenheden opvangen. Verder zal het materiaal, gezien de ouderdom, minder reactief zijn dan verse slak.

## 7.4 Monitoring

Monitoring tijdens de werkzaamheden zal nader worden uitgewerkt door de aannemer. Hierbij valt te denken aan controle op eventuele stofvorming en de kwaliteit van te lozen water (water uit het depot, afstromend regenwater, eventueel drainagewater).

Monitoring na realisatie van de Energiehaven zal in detail worden uitgewerkt in een aangepaste versie van het Nazorgplan. In het huidige Nazorgplan is al voorzien dat de monitoring van het grondwater met de bestaande vier peilbuizen wordt voortgezet, aangezien een restpartij baggerspecie in het depot aanwezig blijft.

Dit Nazorgplan zal worden aangepast op basis van het achterlaten van baggerspecie/staalslak op meerdere plaatsen (voor zover dit vergund wordt) en het ontwerp van de Energiehaven, en (als afzonderlijke document) in een later stadium aan de Omgevingsdienst worden voorgelegd.

<sup>9</sup> Voor nieuw oppervlak van de westelijke dijk geldt dat dit zal verkitten tot een dichte korst

Nazorg in relatie tot achtergebleven materiaal uit het Averijhaven depot wordt dus gecombineerd met monitoring van emissies van staalslakken in de nieuwe situatie, zie ook 9.8. Dit is mogelijk door keuze van de juiste monitoringsparameters, voor staalslak zijn bv pH, vanadium en barium karakteristiek, voor baggerspecie zijn dit vooral organische verontreinigingen, zoals PAK.

Vooralsnog denken wij aan het volgende:

- Plaatsing van twee extra peilbuizen in het eerste wvp om de kwaliteit van het grondwater onder de fundering meer gedetailleerd in beeld te brengen
- Op basis van analyses van afstromend regenwater en eventueel drainagewater tijdens de aanlegfase, wordt in overleg besloten of voortgaande monitoring van deze stromen noodzakelijk is
- Verder zal worden besproken of (tijdelijke) monitoring van het water in het Noorderbuitenkanaal gewenst is

In het nieuwe Nazorgplan zullen tevens fall back scenario's beschreven worden voor het geval er in de toekomst toch verontreiniging wordt aangetroffen.

## 7.5 Terugneembaarheid

Zowel onder de oude als de nieuwe regelgeving geldt dat bouwstoffen terugneembaar moeten zijn. Dit betekent dat ze bij ontmanteling van een werk verwijderd moeten kunnen worden. In de praktijk worden hiervoor geen extra voorzieningen aangebracht (zoals een doek als begrenzing van de bouwstof). De argumentatie hierbij is dat bouwstoffen visueel gemakkelijk te onderscheiden zijn van grond. Je kunt dus op het oog afgraven tot op de oorspronkelijk bodem en als daarbij wat grond wordt meegenomen is dat geen probleem, bouwstoffen mogen tot 20 % grond als bijmenging hebben. Bij een eventuele verwijdering van de bodemversterking onder water is directe visuele controle niet mogelijk, wel kan op basis van boringen de ligging van de staalslak worden geverifieerd en kan op basis hiervan de diepte van de ontgraving worden bepaald.

## 7.6 Samenvatting

Er zijn voor de slak die vrijkomt bij de ontmanteling van het Averijhaven depot twee nieuwe toepassingen geïdentificeerd: een zware fundering van het bedrijfsterrein en een bodemversterking onder water (voor de kade). Een groot deel van de staalslak uit de scheidingsdijk kan worden opgenomen in de nieuwe kadeconstructie. Afhankelijk van de vereiste dikte van de fundering en de in de praktijk bereikte verdichting, kan alle staalslak op locatie een nieuwe nuttige toepassing krijgen of moet mogelijk een beperkt deel worden afgevoerd.

Dit kan pas definitief worden beoordeeld als de nieuwe toepassingen gerealiseerd zijn.

De toepassingen zijn beoordeeld op functionaliteit, risico's, het juridische kader en eventuele mitigerende maatregelen op basis van de zorgplicht. Hieruit volgt dat deze toepassingen aan de vigerende eisen kunnen voldoen. De milieuhygiënische kwaliteit van het nieuw toe te passen materiaal wordt geverifieerd middels certificatie en moet aan de vigerende eisen voldoen.

In totaal kan er in de nieuwe toepassingen maximaal circa 530.000 m<sup>3</sup> staalslak worden verwerkt, in bestaande toepassingen blijft minimaal circa 260.000 m<sup>3</sup> staalslak aanwezig.



## 8 Alternatieven voor toepassing staalslakken in de Energiehaven

### 8.1 Inleiding

De slak die vrijkomt bij de ontmanteling van het baggerspecie depot Averijhaven kan, zoals beschreven in het vorige hoofdstuk, volledig of grotendeels worden hergebruikt in nieuwe toepassingen. Verder krijgt een deel van de aanwezige slak een nieuwe functie, deze wordt niet verwijderd. Hoewel de nieuwe toepassingen functioneel zijn, zijn er momenteel nog onzekerheden wat betreft de vereiste dikte van de fundering, de verdichting die in de praktijk wordt behaald en de hoeveelheid slak die aan de oostzijde van de scheidingsdijk moet worden verplaatst om in de nieuwe situatie over de gehele lengte van de kadewand een gelijk profiel te verkrijgen. Uit de massabalans blijkt dat de eventuele afvoer van slakken tussen 0 en 100.000 m<sup>3</sup> kan liggen. Daarom worden in dit hoofdstuk alternatieven behandeld. Daarna wordt in 8.3 besproken welke opties er zijn bij afkeur van een partij.

Aangezien toepassingen elders gepaard gaan met (veel) meer transport en er hoe dan ook bouwstoffen nodig zijn voor het realiseren van de Energiehaven, zijn de implicaties van het eventueel niet kunnen toepassen van staalslakken geëvalueerd door berekeningen van de CO<sub>2</sub>- en N-emissies, zie hiervoor 8.4. Deze cijfers zijn toepasbaar op het deel van de slakken dat moet worden afgevoerd, maar de basis van de berekeningen is de theoretische situatie dat alle staalslak moet worden afgevoerd.

Hoewel we hier niet vanuit gaan, is het in theorie nog mogelijk dat de Energiehaven niet wordt gerealiseerd. Voor de volledigheid wordt dit aangestipt in paragraaf 8.5.

### 8.2 Alternatieven voor toepassing staalslak

Mogelijke alternatieve toepassingen zijn besproken met Rijkswaterstaat, Pelt & Hooykaas, Heros en Afvalzorg. De resultaten van dit overleg worden navolgend samengevat:

#### **Toepassing in geplande nieuwe werken (zoals ophogingen voor wegen, geluidswallen en dergelijke)**

De benaderde partijen zien momenteel geen mogelijkheden voor toepassing van de staalslak in nieuwe werken. Hierbij speelt de weerstand die is ontstaan door problemen bij een aantal werken en de negatieve framing van staalslakken in de media een belangrijke rol. Voor RWS geldt dat de uitbreiding van het hoofdwegennet voorlopig stil ligt als gevolg van de stikstofproblematiek en budgettaire beperkingen.

#### **Toepassing in immobilisaten**

Reststoffen zoals AEC-bodemas, verontreinigde grond en zeefzand worden verwerkt in immobilisaten. Dit product wordt gebruikt voor funderingen van bijvoorbeeld wegen, bedrijfsterreinen en zonneparken. De benaderde partijen zien geen mogelijkheden voor de inzet van staalslakken. Een partij noemt het zwelgedrag als probleem. Wellicht speelt ook een rol dat de markt voor dit product al verzadigd is en dat voorrang wordt gegeven aan de inzet van bestaande stromen, zoals AEC-bodemas.

**Toepassing in het Groene Schip**

Het Groene Schip is een zichtwal tussen het westelijk havengebied van Amsterdam en Spaarnwoude, die na voltooiing zal bestaan uit drie 30 m hoge terpen. Een terp is gereed, de tweede is in opbouw, met de derde moet nog worden begonnen. In theorie kan in deze wal nog een forse hoeveelheid staalslak worden toegepast. Theoretisch kan het gaan om enkele miljoenen tonnen, hoewel niet bekend is of er al afspraken zijn met andere partijen over de acceptatie van reststoffen. Uit overleg met Afvalzorg blijkt dat momenteel geen harde toezeggingen gedaan kunnen worden omdat eerst instemming van het bevoegd gezag en de terreineigenaar (Staatsbosbeheer) moet worden verkregen. Verder spelen nieuwe ontwikkelingen in het gebied mogelijk een beperkende rol. De toepassing van staalslak in het Groene Schip is daarmee onzeker maar niet uitgesloten.

**Tijdelijke opslag**

Uit overleg met Pelt & Hooykaas blijkt dat men tijdelijke opslag van een deel van het materiaal niet uitsluit maar dan moeten er wel strikte afspraken gemaakt worden over de termijn. Dit betekent dat er van te voren al zicht moet zijn op de eindbestemming. Tijdelijke opslag betekent extra transport, laden en lossen, dit heeft negatieve milieueffecten en werkt kostenverhogend. Dit moet daarom zoveel mogelijk worden vermeden. Andere geraadpleegde partijen zien geen mogelijkheden voor tijdelijke opslag.

**Ontwikkeling van een nieuw project**

Het is denkbaar dat een private partij (of partijen in een publiek-private samenwerking) een nieuw project ontwikkelt dat specifiek is bedoeld om de vrijkomende staalslak nuttig toe te passen. Hierbij kan worden gedacht aan projecten vergelijkbaar met het Groene Schip of de VAM berg, waarbij recreatie, buitensport en/of natuurontwikkeling worden beoogd. Een concreet project is er momenteel niet, dit zou dus nog volledig ontwikkeld moeten worden. Wij zien deze optie als potentieel haalbaar, het tijdspad is onzeker.

**Overige toepassingen**

Zoals eerder betoogd, is het onzeker of het (grootste deel van het) vrijkomende materiaal kan worden omgezet in andere producten dan ophoogmateriaal. Als al kan worden voldaan aan de technische eisen zal de markt dergelijke grote hoeveelheden niet op afzienbare termijn kunnen opnemen. Voor innovatieve toepassingen, zoals toepassing in cement, is de kwaliteit nog onvoldoende duidelijk en is de marktvraag (voor zover ons bekend) nog gering. Daarom bieden 'overige toepassingen' waarschijnlijk alleen voor een klein deel van de toegepaste slakken perspectief.

**Storten als afvalstof in Nederland**

Ook als staalslak juridisch gezien een afvalstof zou zijn, mag je het niet storten. Voor allerlei stromen (zoals 'steenachtige bouwstoffen') gelden stortverboden. Afvalzorg heeft dit bevestigd.



**Export naar de Baltische staten**

Door de stagnatie in de afzet van staalslak als ophoogmateriaal, is Pelt & Hooykaas overgegaan op export naar de Baltische staten. De staalslak wordt daar ingezet als bouwstof. Export is haalbaar gebleken maar wel tegen relatief hoge kosten. Verder leidt dit tot een aanzienlijke toename van emissies, immers, de transportafstand is vele malen groter dan bij toepassing in Nederland. De staalslak kan afgeleverd worden in de haven van IJmuiden en dient gecertificeerd / gekeurd te zijn.

**Randvoorwaarden bij alternatieve toepassingen**

Naast de al besproken aspecten, zal de staalslak bij zowel toepassing in Nederland als in de Baltische staten, moeten voldoen aan de gebruikelijke kwaliteitseisen (i.c. voldoen aan de voorwaarden voor certificatie). De zorgplicht geldt alleen voor toepassing in Nederland. Daaruit voortvloeiende mitigerende maatregelen dienen per locatie te worden ingevuld. Het is bekend dat het grondwater in de omgeving van het Groene Schip brak is, maar of staalslak met een verhoogde chloride-emissie kan worden toegepast, zal nader moeten worden beoordeeld op basis van onderzoek van het grondwater. Verder zien wij uit oogpunt van kwaliteit geen beperkingen voor de toepassing van staalslak in Nederland. In hoeverre staalslak met een verhoogde chloride-emissie toepasbaar is in de Baltische staten is onzeker, vooralsnog wordt dit uitgesloten.

Juridisch gezien zijn beide toepassingen mogelijk. In Nederland is vooral de invulling van de zorgplicht belangrijk. Eventuele extra mitigerende maatregelen kunnen in hogere kosten resulteren, maar die zijn niet op voorhand in te schatten (kosten voor transport en dergelijke zijn wel bekend en Afvalzorg heeft ook kosten genoemd voor verwerking, deze zijn in een separate notitie opgenomen).

Behalve de hierboven genoemde kwaliteitseisen, zijn er op voorhand geen andere eisen wat betreft korrelgradering of voorbewerking van de slak.

**Samenvatting**

In volgorde van wat nu al bewezen is, de realisatie-termijn, de juridische eisen en de voorwaarden aan de kwaliteit van de staalslak, zijn de volgende opties haalbaar, echter zie de opmerkingen tussen haakjes achter de opties:

- Export naar de Baltische staten
- Toepassing in het Groene Schip (afhankelijk instemming bevoegd gezag en terreineigenaar en van nieuwe ontwikkelingen in het gebied)
- Ontwikkeling van een nieuw project (vooral tijdspad is onzeker)

**8.3 Afgekeurde partijen**

Aangezien de emissies van de tot nu toe onderzochte partijen ver beneden de eisen liggen en er ook weinig variatie is tussen de partijen, is de kans op afkeur klein. Mocht dit toch optreden, dan is toepassing elders in Nederland uiteraard ook niet mogelijk en toepassing in de Baltische staten evenmin.

Afhankelijk van de oorzaak van de afkeur, is het denkbaar dat de partij na bewerking alsnog toepasbaar is als bouwstof, bijvoorbeeld na wassen of immobilisatie. Als dit geen oplossing biedt, dan resteert storten als verwerkingsoptie.

#### 8.4 Berekening CO<sub>2</sub>- en N-emissies varianten

Om meer inzicht te krijgen in de impact op het milieu, zijn voor drie varianten de emissies van CO<sub>2</sub> en N (NO<sub>x</sub> en NH<sub>3</sub>) berekend:

1. Staalslakken toepassen op locatie
2. Staalslakken afvoeren naar Groene Schip
3. Staalslakken afvoeren naar Baltische staten

Dit betreft de **totale** emissies als gevolg van afgraven, transport en toepassen van de staalslakken die uit de oude toepassing verwijderd moeten worden, te weten 565.000 m<sup>3</sup>. Deze hoeveelheid is voor alle varianten gelijk. Wat betreft stikstof is de aanpak anders dan bij een Aerius-berekening, die beperkt zich tot emissies binnen projectgrenzen.

Aangezien er sowieso bouwstoffen nodig zijn voor het realiseren van de Energiehaven en er daarom andere bouwstoffen aangevoerd moeten worden als er geen staalslakken worden gebruikt, is ook een berekening uitgevoerd waarbij de emissies bij het toepassen van staalslakken worden gecorrigeerd voor de emissies van de alternatieve bouwstoffen. Aangezien de aanvoer van deze materialen meer transport vereist, kunnen bij deze correctie negatieve waarden ontstaan. Bij de toepassing in de Baltische staten is deze correctie ook gehanteerd, omdat het gaat om toepassingen die hoe dan ook gerealiseerd zullen worden. Bij het Groene Schip is dit niet gedaan, realisatie is namelijk afhankelijk van de beschikbaarheid van materialen waarvoor geen andere bestemming is.

De uitgangspunten, werkwijze en volledige resultaten van de berekeningen zijn opgenomen in bijlage 7. De resultaten zijn samengevat in tabel 8.1. Hierin zijn eerst de werkelijke emissies van de varianten vermeld en vervolgens de emissies na correctie voor vermeden materialen.

Uit de vergelijking volgt dat scenario 1 het beste scoort, met zelfs negatieve emissies als rekening wordt gehouden met vermeden emissies bij de toepassing van alternatieve materialen. Er worden dus meer CO<sub>2</sub> en stikstof-emissies vermeden dan dat er vrijkomen als in plaats van staalslakken andere materialen (zoals puingranulaat) worden gebruikt. Hierna volgt scenario 2 en scenario 3 scoort het slechtst, met de hoogste emissies. Dit komt door het transport naar Riga. De resultaten zijn vergelijkbaar voor CO<sub>2</sub> en NO<sub>x</sub>. Voor NH<sub>3</sub> komt er voor scenario 3 vermeden emissie uit, maar dit heeft te maken met de methode die de NH<sub>3</sub> emissie voor zeeschepen niet meeneemt.

Bij het interpreteren van de NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissies is het van belang om rekening te houden met de locatie waar de emissie plaatsvindt. Deze emissie is namelijk niet schadelijk op zichzelf, zoals CO<sub>2</sub>, maar wordt schadelijk zodra het in de leefomgeving van mensen komt, of depositie veroorzaakt op stikstofgevoelige natuur. Met deze ruimtelijke verdeling van de emissies is in dit onderzoek geen rekening gehouden, maar dit kan wel een rol spelen bij scenario-afwegingen.



Tabel 8.1 Samenvatting resultaten berekening **totale** CO<sub>2</sub>- en N-emissies, scenario 1 en 3 voor en na correctie voor **vermeden materialen**. Zie tekst voor toelichting

Scenario	CO <sub>2</sub> (ton)	NO <sub>x</sub> (kg)	NH <sub>3</sub> (kg)
<b>Werkelijke emissies</b>			
Scenario 1: hergebruik op locatie	259	804	19
Scenario 2: Toepassing Het Groene Schip	1.123	10.067	65
Scenario 3: Toepassing in Baltische Staten	12.188	192.066	46
<b>Emissies na correctie voor vermeden materialen</b>			
Scenario 1: hergebruik op locatie	- 1.130	- 7.422	-167
Scenario 2: Toepassing Het Groene Schip	1.123	10.067	65
Scenario 3: Toepassing in Baltische Staten	10.799	183.840	-140#

# Emissies ammoniak van zeeschepen zit niet in de gebruikte database, is niet meegenomen

*NB In de praktijk zijn er geen negatieve emissies, ook bij de toepassing van staalslakken vinden emissies plaats, zie tabel 8.1. De negatieve emissies ontstaan als de toepassing van alternatieve materialen wordt afgetrokken van de emissies die bij de toepassing van staalslakken plaatsvinden. De verschillende scenario's kunnen hiermee goed met elkaar worden vergeleken. In werkelijkheid worden ofwel staalslakken, ofwel vervangende materialen toegepast die beide emissies veroorzaken, de alternatieve materialen geven echter hogere emissies dan de staalslakken.*

Samenvattend is toepassing van de staalslakken in de Energiehaven uit oogpunt van belasting van het milieu met CO<sub>2</sub> en stikstof duidelijk te prefereren boven toepassing elders. Dit omdat vervangende materialen meer emissies veroorzaken en afzet elders in extra transport resulteert. Dit geldt zeker voor toepassing in de Baltische staten, hetgeen momenteel praktisch gezien het meest reële alternatief is.

## 8.5 Energiehaven gaat niet door

De realisatie van de Energiehaven is momenteel nog niet 100% zeker. In een worst case scenario zouden resterende onderdelen van het Averijhaven depot verwijderd moeten worden, maar daarbij is er geen bestemming voor de vrijkomende staalslak op locatie en dan zou alle staalslak afgevoerd moeten worden. Het is echter de vraag of dit een realistisch uitgangspunt is. Als de Energiehaven niet doorgaat, dienen andere bestemmingen voor de locatie te worden verkend. Mogelijkheden zijn:

- Het depot wordt gedempt en het terrein krijgt een andere bestemming, bijvoorbeeld opslag of recreatie. In dit scenario kan de scheidsdijk voor het grootste deel blijven liggen. Het materiaal uit de ringdijken en een deel van de scheidsdijk moet een andere functie krijgen. Afhankelijk van de bestemming van het terrein, kan een deel worden verwerkt in een fundering, kan een mountainbike circuit worden gerealiseerd en / of een kunstduin

- Realisatie van een natuurgebied in de vorm van een brak-/zoutwater lagune. Dergelijke gebieden zijn zeldzaam geworden door versterking van de kustverdediging, de Deltawerken en ontwikkeling van havens en industriegebieden. In dit scenario kan de scheidingsdijk voor een groot deel intact blijven. Uitwisseling van zout water is mogelijk via de aanleg van een duiker door de dijk. In het bestaande depot moeten eilanden gerealiseerd worden waar kustvogels kunnen broeden en rusten. Voor deze eilanden kunnen staalslakken worden gebruikt omdat kustvogels op onbegroeide terreinen broeden (van nature op zandstranden)

De uitwerking van deze scenario's vormt geen onderdeel van de huidige opdracht.

## 9 Restpartijen baggerspecie/staalslak

### 9.1 Inleiding

Bij het verwijderen van de vervuilde bagger uit het Averijhavendepot is op enkele plaatsen baggerspecie achtergebleven. Verder zijn mengsels van staalslakken en bagger aangetroffen, deze zijn zoveel mogelijk gescheiden, een restant hiervan is achtergebleven. Momenteel zijn de volgende restpartijen aanwezig, deze zijn ook vermeld in het Nazorgplan:

A Restant **baggerspecie** talud zuid dam 25.254 m<sup>3</sup>

B Restant **baggerspecie** talud zuidwest bermconstructie 28.804 m<sup>3</sup>

C **Harde constructies** waterbouwsteen: 14.106 m<sup>3</sup>

D Depot **steenachtig materiaal** op noordflank: 40.777 m<sup>3</sup>. De 45 % holle ruimte binnen de skeletstructuur van dit steenachtig materiaal (voornamelijk staalslak) is opgevuld met baggerspecie.

E **Niet verwijderbare baggerspecie aanwezig op de bodem** onder het niveau van 18 m -NAP: circa 5.000 m<sup>3</sup> (volgens voorschrift mocht niet dieper worden gebaggerd in verband met kans op aantasting van de afsluitende klei/veenlaag). Het achterlaten van dit materiaal is al vergund en wordt verder niet besproken.

Behalve partij E, moet de rest van de baggerspecie en de gemengde partij D volgens de huidige vergunning worden verwijderd. Navolgend wordt beargumenteerd dat dit voor de partijen A, B, C en D niet mogelijk en/of niet zinvol is.

Voor een meer uitgebreide onderbouwing van de situatie en (ontbrekende) risico's wordt verwezen naar bijlage 1. Verder wordt er in de bijlagen 2 en 3 uitgebreider ingegaan op de opties voor partij D, te weten een PPP beoordeling (bijlage 2) en een Aerius berekening (bijlage 3).

### 9.2 Restpartijen baggerspecie op taluds (A en B)

Het laten liggen van de partijen **A en B** is nodig voor de stabiliteit van de taluds. Andersom gesteld; het (alsnog) ontgraven van de partijen A en B:

- a. Kan niet op een veilige manier worden uitgevoerd, uit eerder onderzoek blijkt dat dit zou leiden tot instabiliteit (afschuiving) van de betreffende taluds
- b. Zou leiden tot vernietiging van elementen, die een waarde hebben voor de vormgeving van de Energiehavenplannen



Het weggraven van partij A zou leiden tot afschuiving van het talud met staalslakken, voor partij B geldt dat eerst het zandige talud onderin zou afschuiven, waarna de ringdijk met uitzichtpunt zou bezwijken. Een en ander is gebaseerd op onderzoek van Fugro [21] en uit Plaxis berekeningen van Van Oord Nederland en daaruit voortkomend eerder overleg met BG ODIJ tijdens het verwijderen van de baggerspecie uit het depot. Bij een afschuiving kan materieel en daarin/-op aanwezig personeel meegesleurd worden in de diepte van het depot.

Het voorafgaand aan deze ontgraving aanbrengen van stabiliserende maatregelen in de vorm van een damwandscherm, introduceert eigen risico's. Het talud, waarin dit zou moeten gebeuren, is al maximaal steil aangelegd en gebaggerd. Hierin trillingen introduceren tijdens het aanbrengen van een damwand leidt opnieuw tot afschuifrisico's met risico's voor mens en materieel tot gevolg.

Zoals beschreven in hoofdstuk 7 krijgen de betreffende constructies een nieuwe functie, bezwijken leidt tot (kapitaal-)vernietiging van infrastructuur, die een waarde heeft voor de realisatie van de Energiehaven-plannen. Voor de volledigheid wordt opgemerkt dat het verwijderen van het talud van de zuidelijke dijk pas gebeurt nadat de kadewand is aangelegd. Deze wand geeft stabiliteit aan de staalslakken die achterblijven, tevens is dan het depot al opgevuld met zand.

De restpartijen maken onderdeel uit van het lopende nazorgplan voor het gebied. De risico's van het achterlaten van de baggerspecie zijn verwaarloosbaar, zie volgende.

### **9.3 Restpartij staalslak / baggerspecie: kwalitatieve beoordeling**

Het achtergebleven mengsel was onderdeel van een veel grotere partij van 135.000 m<sup>3</sup> baggerspecie met daarin staalslakken. Voor het verminderen van deze partij heeft tijdens de verwijdering van baggerspecie uit depot Averijhaven al een enorme inspanning plaatsgevonden. Via intensief cutteren en spoelen is deze 135.000 m<sup>3</sup> baggerspecie met staalslakken 'ingedikt' tot de onder partij D genoemde hoeveelheid van ruim 40.000 m<sup>3</sup>. Dit betekent dat 95.000 m<sup>3</sup> van de oorspronkelijke, niet verwijderbare partij alsnog is afgevoerd. Verder kan worden geconcludeerd dat de baggerspecie die nog is achtergebleven blijkbaar sterk is gebonden, als dit niet zo was had deze ook wel door spoelen verwijderd kunnen worden. Deze specie zit wellicht diep in de holle ruimte van de staalslakken. Kleinschalig laboratoriumonderzoek bevestigt dat het niet eenvoudig is om de slakken schoon te spoelen, hiervoor waren meerdere intensieve stappen nodig. Het is daarom in theorie mogelijk om de grovere staalslak middels zeven en spoelen af te scheiden van de baggerspecie maar of dit in de praktijk ook lukt is onzeker. Er is hier geen ervaring mee en het is goed mogelijk dat hiervoor een speciale installatie moet worden ontwikkeld of dat een bestaande installatie moet worden aangepast. Daarmee zijn de planning en kosten zeer onzeker. Verder is het de vraag hoeveel staalslak kan worden opgewerkt tot een herbruikbare bouwstof. Afscheiding van de fijnere fracties, die een aanzienlijk deel van het totaal vormen, is praktisch gezien niet uitvoerbaar. Er zal daarom naar verwachting maar een beperkt deel van het totale mengsel kunnen worden afgescheiden, maximaal circa 50 %. Bij de beoordeling van de navolgende opties moet dus rekening worden gehouden met onzekerheden wat betreft de opwerking en een beperkt rendement als het gaat om het percentage herbruikbaar materiaal.

Er zijn drie mogelijkheden om met het mengsel van staalslakken en bagger om te gaan:

1. In zijn geheel opbaggeren en afvoeren naar een scheidingsinstallatie elders
2. In zijn geheel opbaggeren en op locatie Averijhaven scheiden
3. Laten liggen

Optie 3 heeft de voorkeur omdat:

1. Scheiding van staalslakken en baggerspecie is met bestaande installaties waarschijnlijk niet haalbaar. Er is geen ervaring met verwerking van dit materiaal en uit marktconsultatie blijkt dat dit mengsel dermate afwijkend is, dat bestaande scheidingsinstallaties voor baggerspecie dit naar verwachting niet kunnen verwerken. De opbrengst van de bewerking is sowieso beperkt, een groot deel van het materiaal (globaal 50 % of meer) moet alsnog worden gestort
2. De kosten zullen hoog zijn, naar schatting tussen de 6 en 9 miljoen euro
3. Behandeling resulteert in weinig opbrengsten voor het milieu maar hoge belastingen in de vorm van emissies van N en CO<sub>2</sub> en belasting van het water in het depot of op een andere locatie (ook bij zuivering resteren restemissies)
4. Afvoer van de uitgespoelde baggerspecie naar het Slufter depot is niet mogelijk omdat de Sluftervergunning alleen baggerspecie accepteert die rechtstreeks van de waterbodem komt (niet bewerkt is) en de wel bewerkte, uitgespoelde baggerspecie waarschijnlijk te veel slakkenzand zal bevatten
5. Bij optie 1 en 2 is geen sprake van risico-reductie omdat er in de huidige en toekomstige situatie geen direct contact mogelijk is van het materiaal met mensen, dieren of planten en er in het grondwater geen verspreiding is opgetreden van verontreinigingen. Dit laatste wordt bevestigd door laboratoriumonderzoek: de concentraties van metalen in het poriewater van de baggerspecie zijn laag en dat geldt ook voor de emissies van de staalslak. Er is onderzoek gedaan naar de uitlozing van organische verontreinigingen, hieruit volgt dat de gemeten emissies op een acceptabel niveau liggen, zie verder 9.6

#### **9.4 Restpartij staalslak / baggerspecie: kwantitatieve beoordeling**

Om tot een meer gedegen onderbouwing te komen van de opties zijn drie aanvullende beoordelingen uitgevoerd:

- a. Semi-quantitatieve beoordeling op basis van duurzaamheidsindicatoren
- b. Berekening CO<sub>2</sub>-footprint
- c. Aerius-berekeningen

Voor de volledige resultaten wordt verwezen naar bijlage 2 (a en b) en 3 (c; uitgevoerd door Witteveen + Bos). Hier volgt een samenvatting van de werkwijze en de resultaten.

De omvang van de partij is iets hoger ingeschat op 44.000 m<sup>3</sup>, daarvan is 45 % slib en ander fijn materiaal, 55 % is staalslak. Verondersteld is dat een ideale scheiding wordt bereikt in 45 % slib en 55 % staalslak. Zoals eerder besproken, is het onzeker of dat in de praktijk lukt. Het slib wordt gestort, de staalslak wordt nuttig toegepast in de Energiehaven.



Bij optie 1 wordt het mengsel ontgraven met een kraan op een ponton, die het materiaal in een beunbak stort. Deze bak wordt naar de wal gevaren, daar wordt het mengsel met een kraan overgeladen in een vrachtauto en vervolgens vervoerd naar een scheidingsinstallatie op Nauerna. Na scheiding wordt het slib afgevoerd naar de stortplaats Middenmeer en de staalslak gaat retour naar de Energiehaven.

Bij optie 2 zijn de eerste stappen gelijk aan optie 1, maar het mengsel wordt vervoerd naar een ter plaatse opgestelde zeefinstallatie. Water en slib worden verpompt naar een bak, die met een duwboot naar de Slufter wordt gevaren. Daar wordt het gehele mengsel gelost. Het is logischer om het water ter plekke te zuiveren, maar de verwachting is dat het aanvragen en verkrijgen van een lozingsvergunning niet haalbaar is binnen de planning van de aanleg van de Energiehaven.

De berekeningen van de CO<sub>2</sub>-footprint zijn uitgevoerd voor het totaal aan activiteiten, inclusief het volledige transport. Voor Aeries-berekeningen gelden projectgrenzen, waardoor een groot deel van het transport en de bewerking op Nauerna buiten de scope valt. De totale N-emissies zijn dus aanzienlijk hoger dan nu zijn berekend.

De beoordeling van de duurzaamheid is gebaseerd op een door TAUW ontwikkeld model, met de dimensies People, Planet en Prosperity. De indicatoren die van belang zijn, zijn met name 'Veiligheid- en gezondheid', 'Overlast', 'Verbetering van grond- en grondwaterkwaliteit', 'Effect op luchtkwaliteit', 'Gebruik van energie', 'CO<sub>2</sub>-footprint', 'Productie van afval', 'Kosten van sanering', 'Financiële projectrisico's' en 'Tijdsduur'.

Per verwerkingsoptie krijgt een indicator een score tussen 0 tot 5. De laagste score is 0, de beste score is 5. Een score van 0 betekent ofwel helemaal geen toegevoegde waarde ofwel een negatieve last. Hoe hoger de score, hoe lager de last of hoe hoger het voordeel in termen van duurzaamheid. De duurzaamheidsindicatoren hebben een standaardgewicht variërend tussen 1 en 3. Het maximale gewicht van 3 wordt toegekend aan de indicatoren waarvan het belang het grootst wordt geacht. Het product van score en gewicht levert een eindwaarde op voor elke afzonderlijke duurzaamheidsindicator, per verwerkingsalternatief. Deze waarden worden per dimensie (People, Planet en Prosperity) bij elkaar opgeteld, zodat de opties met elkaar vergeleken kunnen worden. Het resultaat is samengevat in figuur 9.1.

Assessment tool TAUW on sustainability indicators remediation and other soil works								
Dimension	Sustainability Indicator	Assessment score	Assessment score	Assessment score	Weight	Final score	Final score	Final score
		1: Baggeren en afvoeren	2: Baggeren en scheiden	3: Laten liggen		1: Baggeren en afvoeren	2: Baggeren en scheiden	3: Laten liggen
People	Health & safety risks (regarding execution remediation)	3	2	5	3	9	6	15
	Nuisance (odor, noise, dust, movements, vibrations, light, road closure)	2	3	5	3	6	9	15
	Community involvement	0	0	0	1	0	0	0
	Aesthetic impact of works (permanent)	0	0	0	1	0	0	0
	Uplift in public value of site (beyond cultural heritage, etc)	0	0	0	1	0	0	0
Subscore dimension People						15	15	30
Planet	Uplift in soil & groundwater quality	2	2	0	3	6	6	0
	Uplift in surface water quality	0	0	0	3	0	0	0
	Impact on air quality (fine particles (PM10) and NOx)	3	0	5	2	6	0	10
	Physical landscape disturbance (permanent)	4	5	5	1	4	5	5
	Biodiversity impact (macro and micro)	4	3	5	2	8	6	10
	Climate adaptation impact (water management)	0	0	0	1	0	0	0
	Use of energy (fossil or green; fuel and electricity)	3	0	5	2	6	0	10
	CO2 footprint (energy, materials, chemicals, redox)	3	0	5	3	9	0	15
	Use of external backfill material / soil	1	1	5	1	1	1	5
	Production of waste	0	0	5	2	0	0	10
Subscore dimension Planet						40	18	65
Prosperity	Cost of remediation	2	0	5	3	6	0	15
	Land use restrictions (with regard to excavation and extraction)	0	0	0	1	0	0	0
	Business interruption	3	4	5	2	6	8	10
	Financial project risks	2	1	5	2	4	2	10
	Time span (from start to end of remediation work)	4	2	5	1	4	2	5
Subscore dimension Prosperity						20	12	40

Figuur 9.1 Beoordeling duurzaamheidsindicatoren voor aanpak partij staalslak / baggerspecie Averijhaven

Het is duidelijk dat de optie 3, Laten liggen, in vrijwel alle opzichten beter scoort dan de andere opties. Alleen als het gaat om 'Verbetering grond- en grondwaterkwaliteit' scoort optie 3 minder goed dan de andere opties. Hierbij wordt opgemerkt dat er geen vervuiling in het grondwater is aangetroffen en er geen verspreidingsrisico's bekend zijn, wel is het slib verontreinigd.

Op aspecten als veiligheid en gezondheid, hinder, effect op luchtkwaliteit, energieverbruik, CO<sub>2</sub>-footprint, gebruik van extern aanvulmateriaal (als het materiaal uit de Averijhaven wordt verwijderd, moet 44.000 m<sup>3</sup> zand extra worden aangevoerd), afvalproductie, kosten, financiële projectrisico's en tijdsduur scoren de verwerkingsopties steeds slechter dan optie 3. Van de verwerkingsopties is 1 (elders scheiden) de beste.

De resultaten van de berekening van de CO<sub>2</sub> footprint en de emissies en depositie van stikstof, zijn samengevat in tabel 9.1. De stikstofemissies zijn conform de uitgangspunten van Aerius alleen berekend voor de projectgrenzen. De totale emissies zullen nog aanzienlijk hoger zijn en optie 2 zal ook in dit geval negatiever scoren dan optie 1.

Tabel 9.1 CO<sub>2</sub> footprint en N-emissies en depositie per optie. Optie 1 = ontgraven en elders scheiden, Optie 2 = ontgraven, ter plaatse scheiden, slib + water afvoeren en Optie 3 = laten liggen

Parameter	Optie 1	Optie 2	Optie 3
CO <sub>2</sub> -emissie totaal (ton)	530	2.650	0
NO <sub>x</sub> -emissie project (kg/j)	611	760	0
NH <sub>4</sub> -emissie project (kg/j)	6,7	4,5	0
Maximale N-depositie (mol/ha, jaar)	0,07	0,06	0,00



Voor stikstofdepositie geldt dat op basis van deze resultaten op voorhand niet uitgesloten kan worden dat er negatieve effecten op Natura 2000-gebieden optreden voor optie 1 en 2. Maatregelen zijn nodig om deze opties uit te voeren. In het kader van de voorschriften van de Omgevingswet voor wat betreft stikstofdepositie is het steenachtig materiaal laten liggen het scenario met de minste impact (resulteert niet in een toename van stikstofdepositie).

## 9.5 Partij C

Zoals beschreven in het Nazorgplan [41], zijn tijdens het leegmaken van het depot op verschillende plaatsen steenachtige materialen aangetroffen. Dit betreft restanten van de oude taludbekleding van de Averijhaven (toen deze nog als haven in gebruik was). Bij de constructie van het baggerspecie depot zijn deze taluds verwijderd, maar blijktbaar is dit niet volledig gelukt. Bij het leeghalen van het baggerspeciedepot is het evenmin gelukt om dit materiaal te verwijderen. Wij gaan er vanuit dat dit ook nu niet haalbaar is, zeker niet op plekken waar de stabiliteit van de taluds kritisch is. Algemeen geldt dat het materiaal wellicht diep is weggezonden in de bodem en verwijdering onevenredige inspanningen met zich mee zou brengen. Dit geldt temeer omdat het materiaal onder water ligt waardoor de precieze ligging niet duidelijk is. Als het depot voor een groot deel is opgevuld met zand, waardoor de taluds zijn gestabiliseerd en het opbarstisico van de bodem is weggenomen, zou, na verlaging van de waterstand, alsnog beoordeeld kunnen worden of (een deel van) deze oude taludbekleding verwijderd kan worden. Waarschijnlijk kan dit materiaal aan de zeezijde worden hergebruikt als bodembescherming. Overigens zijn de risico's van het achterlaten van dit materiaal aanvaardbaar omdat de uitloging van stortsteen gering is en bovendien al voor het grootste deel zal hebben plaatsgevonden. Daarom is er vanuit milieu-oogpunt geen bezwaar om dit materiaal achter te laten.

## 9.6 Aanvullend onderzoek emissies organische verontreinigingen

De restpartijen A, B en D bestaan geheel (A+B) of gedeeltelijk (D) uit verontreinigde baggerspecie. Eerder onderzoek heeft aangetoond dat de emissies van metalen laag zijn maar de emissies van organische verontreinigingen zijn niet als zodanig bepaald. Wel volgt uit de langjarige monitoring van het grondwater dat organische verontreinigingen zoals PAK in de regel niet aantoonbaar zijn, met andere woorden, er zijn geen significante emissies aantoonbaar. Naast de geringe oplosbaarheid en de sterke adsorptie van de meeste verontreinigingen, zal ook de slechte doorlatendheid van de baggerspecie een belangrijke rol spelen.

In de beoogde nieuwe situatie zijn op enkele plekken nog restanten baggerspecie aanwezig, verder wordt het depot opgevuld met zand. Het grondwater zoekt de weg van de minste weerstand en zal preferent door het zand stromen. Contact zal er met name zijn op het grensvlak baggerspecie / zand. Daarom is voor onderzoek naar de eventuele emissies vanuit de baggerspecie, de buitenste 30 cm van de partijen A, B en D bemonsterd. De bemonstering is uitgevoerd door Diseo op 13/14 augustus 2024. De partijen A en B zijn vanwege de overeenkomstige samenstelling gecombineerd onderzocht. Van zowel A+B als D zijn 12 deelmonsters genomen, deze zijn aselekt verdeeld over 2 mengmonsters per locatie. De mengmonsters zijn geanalyseerd door SGS op zowel samenstelling als uitloging.

Bijlage 8 bevat een volledige beschrijving van de werkzaamheden en de analyseresultaten. Deze worden navolgend samengevat en geïnterpreteerd.

De gehalten aan minerale olie, PAK en PCB's in de vaste stof laten een gangbaar beeld zien voor onderhavige baggerspecie, met gehalten in de orde van grootte van 1000, 100 en 0,1 mg/kg ds. De uitloging is bepaald met kolomproeven. De pH van het eluaat is met waarden rond de 8 vrijwel neutraal. Minerale olie ligt meestal beneden de rapportage-grens en dit geldt ook voor een aantal PAK. Andere PAK zijn wel meetbaar. Voor de toetsing geldt dat het uitloogwater geen grondwater is, er zal op basis van de doorlatendheid slechts een gering percentage van het grondwater door het slib zelf stromen (een ruwe indicatie is 1 %) en er kan, vooral via diffusie, emissie optreden op het grensvlak. Deze emissies worden sterk verdund met het overige grondwater, waardoor de concentraties fors dalen (op basis van de grondwater monitoring tot niet aantoonbare waarden). Als voorzichtige benadering van het verdunningseffect, worden de eluaatconcentraties door een factor 10 gedeeld en vervolgens vergeleken met de I- en T-waarden voor grondwater. Stoffen die niet aantoonbaar zijn worden niet vermeld. Voor minerale olie geldt dat de som steeds < 50 µg/l is, de streefwaarde voor grondwater is 50 µg/l en daarmee vormt minerale olie geen risico.

*Tabel 9.2 Eluaatconcentraties bij kolomproeven met baggerspecie op basis van verdunningsfactor 10, in µg/l.*

*Gemiddelden van twee mengmonsters per partij. Zie tekst voor toelichting*

Stof	Partij A+B	Partij D	T-waarde	I-waarde
fenantreen	0,004	0,029	2,5	5
antracene	0,0026	0,0030	2,5	5
fluorantheen	0,01	0,0067	0,50	1
chryseen	0,0045	<0,0029#	0,10	0,2
benzo(a)antracene	0,0047	0,0031	0,25	0,5
benzo(a)pyreen	0,0082	0,0063	0,0253	0,05
benzo(k)fluorantheen	0,0038	0,0040	0,0252	0,05
indeno(1,2,3cd)pyreen	0,0025	<0,0025	0,0252	0,05
benzo(ghi)peryleen	<0,0023	<0,0025	0,0252	0,05

# Bij een <-teken is een van de concentraties < rapportage-grens, de ander is wel meetbaar. Voor de gemiddelde waarde is de rapportage-grens meegenomen als concentratie

Tabel 9.2 laat zien dat alle concentraties ver beneden de interventiewaarden liggen en ook ruim onder de tussenwaarden. Daarbij geldt dat de gehanteerde verdunningsfactor van 10 een heel voorzichtige benadering is, in de praktijk is de verdunning wellicht hoger. Verder geldt dat de grondwaterkwaliteit ook in de toekomst gemonitord zal worden, zie ook 9.8. Het achter laten van de baggerspecie vormt daarom geen risico voor de grondwaterkwaliteit.



## 9.7 Conclusies en aanbevelingen

Per partij wordt het volgende geconcludeerd:

**A** Restant baggerspecie talud zuid dam 25.254 m<sup>3</sup>: deze moet aanwezig blijven in verband met de stabiliteit van het onderwatertalud van deze dam, die in de nieuwe situatie wordt gehandhaafd

**B** Restant baggerspecie talud zuidwest bermconstructie 28.804 m<sup>3</sup>: als partij A, maar heeft betrekking op de westelijke ringdijk en het uitzichtpunt.

**C** Harde constructies waterbouwsteen: 14.106 m<sup>3</sup>: terugwinning wordt momenteel als onhaalbaar beschouwd, daarom kan dit materiaal het beste worden achtergelaten. Tijdens het opvullen van het depot met zand kan alsnog worden nagegaan of (een deel van) het materiaal eventueel kan worden verwijderd en opnieuw kan worden ingezet.

**D** Depot steenachtig materiaal op noordflank: 40.777 m<sup>3</sup>: verwijderen/verwerken heeft negatieve gevolgen voor het milieu (meer dan laten liggen); ook is er geen installatie beschikbaar die dit materiaal kan verwerken en moet  $\geq 50$  % van het materiaal alsnog gestort worden.

Samenvattend is de conclusie dat de nog in het depot aanwezige partijen baggerspecie A en B, de restanten van de oorspronkelijke taludbekleding van de Averijhaven (C) en het mengsel van baggerspecie en staalslakken (D) uit oogpunt van constructieve veiligheid, milieueffecten (opbrengsten vs kosten voor het milieu), technische haalbaarheid en kosten, noodzakelijkerwijze in het depot moeten blijven (A en B) of dat dit, na afweging van (milieu-)kosten en baten, de beste keuze is.

Voor zover nodig, moeten IBC-maatregelen worden getroffen om (theoretische) risico's te beheersen. Wat betreft Isolatie, zijn er op de locatie al 'voorzieningen' aanwezig:

- Een slecht doorlatende onderlaag van klei/veen. Deze verhindert de infiltratie vrijwel volledig en heeft bovendien een aanzienlijke capaciteit om verontreinigingen te binden
- In de zuidelijke dam is een kleischerm aanwezig, dit blijft voor een groot deel intact. Bovendien zal de nieuwe kadewand uitwisseling met het oppervlaktewater tegen gaan

In een aangepast Nazorgplan zullen controle en fall back scenario's worden uitgewerkt, zie volgende.

## 9.8 Nazorg

Aangezien al besloten was dat er baggerspecie (partij E) in het depot moest achterblijven, is er een nazorgplan opgesteld [41]. In dit plan is voorzien dat de monitoring van het grondwater met de bestaande vier peilbuizen wordt voortgezet. Mede in verband met monitoring van de nieuwe staalslakfundering, worden er in het eerste wvp twee extra peilbuizen geplaatst om de situatie meer gedetailleerd in beeld te brengen.

In het nazorgplan zullen tevens fall back scenario's beschreven worden voor het geval er in de toekomst toch verontreiniging wordt aangetroffen en onderhoudsverplichtingen, voor zover deze extra zijn ten opzichte van het normale onderhoud van civieltechnische constructies.

Nazorg in relatie tot achtergebleven materiaal uit het Averijhaven depot wordt gecombineerd met controle op de emissies van staalslakken in de nieuwe situatie, dit is uitgebreider beschreven in 7.4.

## 10 Samenvatting en conclusies

### 10.1 Kwaliteit van de staalslak

Uit partijkeuringen in 2011 en 2024 blijkt dat de aanwezige staalslak ruimschoots voldoet aan de eisen van het Besluit bodemkwaliteit qua samenstelling en emissies. Alleen chloride in materiaal uit het onderste deel van de scheidingsdijk voldoet niet aan de eis voor vrij toepasbare bouwstoffen, deze staalslak mag wel worden toegepast in brak en zout water, zoals aanwezig in het Noorderbuitenkanaal. Het materiaal voldoet aan de wettelijke eisen voor toepassing van bouwstoffen en kan daarom opnieuw worden toegepast in de Energiehaven.

De recent uitgevoerde keuringen van 5 partijen dienen als basis voor certificering van de slakken volgens BRL 9345. In dat kader zullen gedurende de uitvoering van de werkzaamheden aanvullende controles worden uitgevoerd.

Visueel is duidelijk dat de buitenste laag van de staalslak in de bestaande toepassingen is 'verhard' door carbonatatie (reactie met  $\text{CO}_2$ ), ook dieper in de constructie zijn soms verkitte lagen aangetroffen. Uit indicatieve metingen door TAUW blijkt dat alleen de buitenste korrels volledig gecarbonateerd zijn (pH circa 8), binnenin de korst is het materiaal wel grotendeels gecarbonateerd (pH circa 9,5) maar de omzetting is nog niet 100 %. Uit de partijkeuringen blijken hoge pH-waarden van circa 12, dit betreft mengmonsters van verschillende diepten, die gebroken zijn tot < 4 mm. Blijkbaar is de omzetting hier nog verre van volledig, wel kan er een verschil zijn tussen de pH in situ (die is niet gemeten) en de pH van de kolomproef. In situ is het materiaal niet gebroken en staat het water in contact met het oppervlak van de korrels, dit oppervlak kan al wel (deels) zijn geneutraliseerd.

Bij afgraven worden de verschillende lagen van het materiaal gemengd, we kunnen er vanuit gaan dat de pH van dit mengsel nog relatief hoog zal zijn. Bij hergebruik van de slak zal het carbonatatie- (= neutralisatie-) proces langzaam voortschrijden, afhankelijk van factoren als de toevoer van  $\text{CO}_2$  uit de atmosfeer, de bodem en het water (dit laatste vooral in de vorm van bicarbonaat) en de laagdikte van de toepassing. Onder water gaat de carbonatatie aanzienlijk trager dan in onverzadigd milieu op het land, wel is het zo dat de stof die verantwoordelijk is voor de maximale pH (calciumhydroxide) bij voldoende doorspoeling relatief snel uitspoelt, waardoor de pH kan dalen naar globaal 10. Bij voldoende verversing van het water, zoals in het Noorder-buitenkanaal, zullen sowieso geen hoge pH-waarden ontstaan.



De situatie in de praktijk kan om verschillende redenen gunstiger zijn dan volgt uit een laboratoriumproef met gebroken slak:

1. Het materiaal is in de praktijk niet gebroken
2. Aan het oppervlak vindt (in elk geval in een onverzadigd milieu) carbonatatie, verkitting en vorming van een slecht doorlatende laag plaats, het water stroomt dan grotendeels over deze laag weg, in plaats van door de diepere slaklagen met een hoge pH
3. Ook bij onderwater toepassingen zal het contact met het oppervlaktewater vooral in de bovenste laag plaatsvinden, de pH hiervan zal afnemen door uitspoeling en carbonatatie

## **10.2 Risico's voor mens en milieu bij de beoogde toepassingen van staalslakken**

In het verleden zijn op diverse locaties waar staalslakken grootschalig zijn toegepast problemen geconstateerd. Dit betreft:

- Blootstelling van omwonenden aan stof, dit heeft geleid tot ernstige irritatie van huid en slijmvliezen
- Verspreiding van percolaat met een hoge pH in aangrenzende sloten en naar het grondwater. De hoge pH kan zowel direct als indirect schadelijk zijn voor organismen
- Emissies van niet genormeerde stoffen. Hoewel dit als problematisch wordt gepresenteerd, is niet aangetoond dat dit schadelijke effecten heeft gehad en het is ook de vraag of dit een reëel risico is, het gaat om stoffen die niet of weinig toxisch zijn

Genoemde problemen zijn bekend en het is mogelijk om deze te voorkomen. Dit komt neer op:

- Maatregelen nemen om stofvorming te voorkomen
- Beheersing van emissies via een goed ontwerp van de constructies
- Waar nodig aanvullende maatregelen nemen, zoals (tijdelijke) behandeling van vrijkomend percolaat, infiltratie van regenwater zoveel mogelijk beperken, et cetera

In hoeverre maatregelen nodig zijn is in sterke mate afhankelijk van de condities op de locatie, met name:

- Aanwezigheid van klein oppervlaktewater dat in contact kan komen met percolaat
- Afstand onderzijde staalslakken tot het grondwater
- Kwaliteit van het grondwater (zoet of brak/zout)
- Stroming van het grondwater (naar een kwetsbaar object of niet)
- Eigenschappen van de onderliggende bodem, met name buffercapaciteit (vermogen om water met een hoge pH te neutraliseren)
- Bij toepassing in het water: de verversingssnelheid

De condities op de locatie zijn gunstig, dat wil zeggen dat er weinig tot geen risico's zijn:

- Er is geen direct contact met het grondwater, de afstand is voor de fundering circa 0,5 m. Verder geldt dat de dikte van de toepassing beperkt is
- Het grondwater is brak, bevat van nature verhoogde gehalten aan diverse metalen en zouten. Emissies van de niet genormeerde parameters (zoals Ca, Al, Sr) vormen daarom op deze locatie geen risico

- Het grondwater stroomt naar het Noorderbuitenkanaal, dit is geen kwetsbaar object
- Het water in het Noorderbuitenkanaal heeft een hoge stroomsnelheid, daarom is uit te sluiten dat de toepassing van staalslak tot een verhoogde pH of verhoogde metaalconcentraties zal leiden

Hoewel de condities op zichzelf dus gunstig zijn, worden nog enkele mitigerende maatregelen getroffen om de risico's verder in te perken:

- Op plaatsen waar de westelijke ringdijk (windwal) deels wordt afgegraven, wordt het nieuwe oppervlak afgewerkt met een laag fijne staalslak, die relatief snel verkit (korstvorming), waardoor de infiltratie op een termijn van enkele jaren zal dalen tot een gering niveau
- De bodemversterking onder water wordt afgedekt met een laag grovere slak of natuursteen, om wegspoelen van fijne staalslak te voorkomen
- De grondwaterstand onder de fundering wordt (indien nodig) verlaagd door drainage.
- Afstromend regenwater en te lozen grondwater zal worden gemonitord en indien nodig worden behandeld

Ten slotte wordt opgemerkt dat de staalslak al 25 jaar op locatie aanwezig is, waardoor een deel van de emissies al heeft plaatsgevonden. De resterende emissies zijn beduidend lager dan de grenswaarden, hierdoor kan toepassing plaatsvinden in een grotere laagdikte dan het basis uitgangspunt bij de afleiding van de normen (0,5 m), zonder dat deze normen worden overschreden.

Op basis van de voorgaande beschouwing wordt geconcludeerd dat het mogelijk is om de staalslakken op een verantwoorde wijze toe te passen op de locatie. Aanvullend geldt dat ook moet worden verzekerd dat schadelijke stofvorming wordt voorkomen.

### **10.3 Achtergebleven partijen baggerspecie en mengsel staalslak/specie**

In het Averijhaven depot zijn op twee plaatsen restpartijen baggerspecie aanwezig op taluds aan de ZW zijde en er ligt een gemengde partij staalslak/baggerspecie in de noordelijke hoek.

De restpartijen baggerspecie zijn achter gelaten omdat bij verwijdering de taluds/dijken instabiel worden en er een reëel risico is op afschuiving. In verband met veiligheid en de wens om de aanwezige constructies te behouden voor nieuwe functies, kan deze baggerspecie niet worden verwijderd. Na het opvullen van het depot met zand wordt de situatie wel stabiel.

Voor de gemengde partij staalslak / baggerspecie is het de vraag of verwijdering zinvol is uit oogpunt van duurzaamheid. Het slib is verontreinigd maar er treedt volgens de monitoring van het grondwater geen verspreiding van verontreinigingen op en uit onderzoek blijkt dat de emissies op een laag, acceptabel niveau liggen. Het depot is door een scheidende klei/veen laag geïsoleerd en de nieuwe kadewand draagt ook bij aan de isolatie.

Het is onzeker in hoeverre in de praktijk een goede scheiding van staalslak en slib gerealiseerd kan worden, er is geen ervaring met een dergelijk mengsel en de opbrengst aan herbruikbaar materiaal is waarschijnlijk gering.

Uit beschouwingen van duurzaamheidsindicatoren, de CO<sub>2</sub>-footprint en N-emissies blijkt dat verwerking in vrijwel alle opzichten (veel) negatiever scoort dan laten liggen.



Gezien het voorgaande stellen wij voor om de nog in het depot aanwezige partijen baggerspecie en het mengsel van baggerspecie en staalslakken daar te laten en, voor zover nodig, IBC-maatregelen te treffen om (theoretische) risico's te beheersen. In het huidige Nazorgplan is al voorzien dat de monitoring van het grondwater met de bestaande 4 peilbuizen wordt voortgezet. Er zullen in het eerste watervoerende pakket twee extra peilbuizen geplaatst om de situatie meer gedetailleerd in beeld te brengen. In het Nazorgplan zullen tevens fall back scenario's beschreven worden voor het geval er in de toekomst toch verontreiniging wordt aangetroffen, wat we overigens niet verwachten.

In het depot is ook nog een deel van de oude taludbekleding van de Averijhaven aanwezig (van natuursteen) die in het verleden niet verwijderd kon worden (partij C). Waarschijnlijk is dit materiaal te diep weggezonden. Ons voorstel is om de mogelijkheden van verwijdering nader te beoordelen als het depot grotendeels is gevuld met zand en de waterstand kan worden verlaagd.

#### **10.4 Samenvattende conclusie**

Het is mogelijk om de staalslak die vrijkomt bij ontmanteling van het baggerdepot Averijhaven toe te passen in nieuwe constructies in de Energiehaven, namelijk de fundering van het bedrijfsterrein en een bodemversterking onderwater. Een deel van de aanwezige staalslak wordt niet verplaatst maar wordt onderdeel van nieuwe toepassingen, namelijk de kademuur en een windwal. Deze toepassingen zijn mogelijk binnen de vigerende regelgeving. De totale hoeveelheid staalslak die kan worden toegepast is pas volledig duidelijk als de nieuwe werken zijn voltooid, dit heeft te maken met onzekerheid over de te bereiken verdichting van onderliggend zand en de staalslak. Het is denkbaar dat een restant staalslak niet kan worden toegepast en moet worden afgevoerd.

De condities op de locatie zijn zodanig dat er geen duidelijke risico's zijn voor het milieu, dit geldt ook als rekening wordt gehouden met niet genormeerde parameters. Desondanks zullen uit oogpunt van de zorgplicht aanvullende maatregelen worden genomen om het milieu te beschermen.

Voor het geval dat een deel van de staalslak niet toegepast kan worden op de locatie, zijn alternatieven (afvoer van het materiaal naar een toepassing in Nederland of in de Baltische staten) onderzocht. Deze alternatieven zijn in beginsel haalbaar (in elk geval afvoer naar de Baltische staten), maar gaan wel gepaard met veel hogere kosten en een negatieve impact op het milieu omdat de emissies van CO<sub>2</sub> en stikstof toe zullen nemen.

Uit beoordeling van twee nog aanwezige restpartijen baggerspecie en een restpartij staalslak / baggerspecie blijkt dat verwijdering van de partijen baggerspecie niet mogelijk is door veiligheids-issues (risico op afschuiving). Voor de gemengde partij geldt dat de milieukosten en -baten van verwijdering veel hoger zijn dan van laten liggen. De risico's op verspreiding van verontreiniging zijn verwaarloosbaar, via monitoring van het grondwater kan dit gecontroleerd worden.

## 11 Referenties

1. <https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/bodemassen-en-slakken/eigenschappen-bodemassen-e105504/materiaaleigenschappen-staalslak> (geraadpleegd op 27.11.2023)
2. Intron (1997): Keuring van LD-staalslak, project Averijhaven. Rapport 97074, Intron, Houten. In opdracht van Pelt & Hooykaas, IJmuiden
3. Certicon (2013): Aanvullende boringen Averijhavendepot Velsen-Noord. Rapport P2013-0042, Certicon, Ede. In opdracht van RWS Noord-Holland
4. Certicon (2011): Averijhaven partijkeuringen staalslakken. Rapport 1: keuringen P2011-0195 en -0196. Rapport 2: keuringen P2011-1367 en -1370. In opdracht van DHV, Amersfoort
5. CSO (1998): Milieujaarverslag 1997 Baggerspecie depot Averijhaven. Rapportnr. 98.A023. In opdracht van RWS Noord-Holland
6. CSO (1999): Milieujaarverslag 1998 Baggerspecie depot Averijhaven. Rapportnr. 99.A023. In opdracht van RWS Noord-Holland
7. CSO (2000): Milieujaarverslag 1999 Baggerspecie depot Averijhaven. Rapportnr. 00.A18. In opdracht van RWS Noord-Holland
8. CSO (2001): Milieujaarverslag 2000 Baggerspecie depot Averijhaven. Rapportnr. 01.A061. In opdracht van RWS Noord-Holland
9. RWS, Waterdistrict Noord-Holland (2006): Milieujaarverslag 2004 en 2005 Baggerspecie depot Averijhaven
10. CRC (1971): Handbook of Chemistry and Physics, 52<sup>nd</sup> edition. CRC, Cleveland, USA
11. <https://pelt-hooykaas.nl/producten/> (geraadpleegd op 29.11.2023)
12. [REDACTED] (1988): Resten zijn geen afval (meer) - Afvalverbrandingsslakken. Publicatie 15, CROW. Ede
13. <https://www.afvalzorg.nl/projecten/het-groene-schip/> (geraadpleegd op 29.11.2023)
14. <https://www.drenthe.nl/locaties/61224200/vam-berg> (geraadpleegd op 29.11.2023)
15. Notitie [REDACTED] (RWS), 2023, 'Info over de aanwezige staalslakken'. Informatie over hoeveelheden is gebaseerd op Ontmantelingsplan DHV uit 2011
16. Notitie [REDACTED] (RWS), 10-10-2023, 'Nadere info van RWS over de aanwezige staalslakken'. Plus mondelinge toelichting
17. Port of Amsterdam, [REDACTED] (10.10.2023): Memo Energiehaven - Onderbouwing toepassing staalslakken wet- regelgeving
18. Witteveen + Bos (2023): Notitie Hoeveelheden Energiehaven. Ref. 139484/23-017.437
19. TAUW (2019): Grondwatermonitoring Averijhavendepot 2019 te Velsen-Noord. Rapportnr. R001-1271176RMH-V01-sal-NL, TAUW, Amsterdam
20. Diseo BV (2022): Briefrapport monsternamen onderwaterdepot steenachtig materiaal Averijhaven. Kenmerk D2022-069+070V1. In opdracht van Van Oord BV.
21. Fugro (2019): Rapportage Waterbouw. Geotechnisch (vervolg)onderzoek Averijhavendepot. Documentnr.1218-0096-120, Fugro NL Land bv, Utrecht
22. Rijkswaterstaat, Projectbureau Depotbouw / Directie Noord-Holland (1995): Praktijkproef staalslak/HDPE-folie Averijhaven. Rapportnr. PDB.PISA-4-95033, projectbureau Depotbouw, Leusden



23. <https://www.bodemplus.nl/onderwerpen/wet-regelgeving/bbk/vragen/> (geraadpleegd op 12.12.23)
24. RIVM, [REDACTED] (2023); Milieuhygiënische kwaliteit LD Staalslakken - Literatuurstudie. Rapportnr 2022-0180, RIVM, Bilthoven
25. ILT (19.04.23): Wettelijke regels toepassen staalslakken dekken risico's voor mens en milieu niet af | Signaalrapportage | Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) (ilent.nl)
26. Ministerie van I&W (2023): Kamerbrief aanbieding signaalrapportage staalslakken ILT, herijking bodemregelgeving en enkele toezeggingen. Ref. IENW/BSK-2023/ 94876
27. Pondera (2024): Impactstudie verhoogde duin op Energiehaven. Rapportnr. 722011 v4.0, Pondera, Arnhem. In opdracht van Provincie Noord-Holland
28. <https://www.bodemplus.nl/onderwerpen/wet-regelgeving/bbk/vragen/bouwstoffen-algemeen/faq/welke-gevallen-mag/>
29. wetten.nl - Regeling - Besluit vrijstellingen stortverbod buiten inrichtingen - BWBR0009093 (overheid.nl). (geraadpleegd op 14.12.2023)
30. S. [REDACTED] (2020): Quick Scan Wet Natuurbescherming Energiehaven Velsen. Natuurlijke zaken, Heiloo
31. Deltares, [REDACTED] (2015): Onderzoek toepassing staalslakken in IJsseloog. Kenmerk 1210144-000-ZWS-0004. In opdracht van RWS - WVL
32. Imares (2016): Uitloging en effecten van metalen uit staalslakken beoordeeld in mesocosms. Rapport C063/16, IMARES, Wageningen UR. In opdracht van RWS WVL
33. <https://iplo.nl/regelgeving/omgevingswet/inhoud/besluit-activiteiten-leefomgeving/> (geraadpleegd op 22.12.2023)
34. Aqua Vision BV (2005): Verwerking van stroom-, sediment- en saliniteitmetingen in de buitenhaven van IJmuiden. Document AV\_DOC\_050111, Aqua Vision, Utrecht. In opdracht van RWS, directie Noord-Holland
35. RIVM/ECN/RIZA (2006); Kritische emissiewaarden van Bouwstoffen. Rapport 711701043, RIVM, Bilthoven
36. Pels Rijcken (8 november 2024): Toepassingsmogelijkheden staalslakken uit Averijhaven depot. Zaaknummer 11021524
37. CRUX Engineering BV (2024): Draagkracht toekomstig terrein bij voormalig slibdepot Averijhaven. Notitie, projectnr. 23371, CRUX Engineering, Amsterdam
38. Witteveen+Bos (2024): Onderzoek indringing spudcans. Document 123839/21-013.573
39. Port of Amsterdam, [REDACTED] (2024): Memo onderbouwing nuttige toepassing staalslakken
40. TAUW (2024): Kwaliteit staalslak Averijhaven. Toelatingsonderzoek voor certificering volgens BRL 9345. In uitvoering
41. Van Oord (2022): Nazorgplan. Bijlage 10 bij Opleverdossier Averijhaven. Documentnr. 154256-PM-OAD-002, Van Oord, Rotterdam
42. Circulaire Toepassing van staalslak en hoogovenslak(zand) als bouwstof in een werk. Geradpleegd op 18 november 2024
43. [REDACTED] (2024): Uitloging LD staalslakken - Overzicht bestaande kennis van de effecten bij toepassing in de Ooster- en Westerschelde. Rapport C025/24, Wageningen Marine Research, Yerseke

**Bijlage 1****Nadere beschouwing restpartijen  
baggerspecie en staalslak/specie**



## 1 Inleiding en doelstelling

Bij het verwijderen van de vervuilde bagger uit het Averijhavendepot is op enkele plaatsen baggerspecie achtergebleven. Verder zijn mengsels van staalslakken en bagger aangetroffen, deze zijn verplaatst naar de Noordzijde van het depot. Bij het destijds verplaatsen van de mengsels is zo veel mogelijk vervuilde bagger uit de staalslakken gespoeld, waarna de baggerspecie is afgevoerd. Uiteindelijke resteerde een hoeveelheid staalslak + baggerspecie van circa 40.000 m<sup>3</sup>. De vervuilde bagger die nog aanwezig is in dit mengsel, zit diep in de holtes van de staalslakken. Beoogd wordt om dit mengsel verder te scheiden, waarbij de staalslak wordt gereinigd tot herbruikbaar materiaal en de baggerspecie wordt afgevoerd. Het is echter de vraag of dit technisch haalbaar is en zo ja, of dit vanuit een kosten/baten benadering zinvol is en deze vraag geldt ook voor het eventueel alsnog verwijderen van baggerspecie die op de taluds is achtergebleven.

Doelstellingen van deze memo zijn:

1. Het beschrijven van de huidige situatie (hoofdstuk 2)
2. Het beschrijven van de technische motivatie om partijen baggerspecie achter te laten op de bodem van het depot en op sommige taluds (hoofdstuk 3)
3. Het schetsen van de mogelijkheden om met het mengsel van staalslakken en baggerspecie om te gaan (hoofdstuk 4)
4. Het beoordelen van de milieurisico's van het achterlaten van baggerspecie en staalslakken (hoofdstuk 5)

Afsluitend volgt in hoofdstuk 6 een discussie op basis van een RMK-benadering<sup>10</sup>, zoals die ook bij de evaluatie van bodemsaneringsvarianten wordt toegepast (RMK = Risicoreductie, milieuverdienste en kosten).

## 2 Beschrijving huidige situatie

Volgens het Nazorgplan zijn de volgende restanten in de Averijhaven aanwezig:

A Restant **baggerspecie** talud zuid dam 25.254 m<sup>3</sup>

B Restant **baggerspecie** talud zuidwest bermconstructie 28.804 m<sup>3</sup>

C **Harde constructies** waterbouwsteen etc. 14.106 m<sup>3</sup>

D Depot **steenachtig materiaal** op noordflank: 40.777 m<sup>3</sup>

- Dit bestaat voor 45 % = 17.773 m<sup>3</sup> uit verontreinigde baggerspecie in de holle ruimten van de partij steenachtig materiaal
- Dit bestaat voor 55 % = 23.003 m<sup>3</sup> uit voornamelijk staalslakken

Daarnaast is (restant E) niet verwijderbare baggerspecie aanwezig onder het niveau van 18 m-NAP, resterende **baggerspecie op de bodem**: circa 5.000 m<sup>3</sup>

<sup>10</sup> <https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bodemsaneringstechnieken/>

**Kenmerk** R001-1293250JJS-V01-Ios-NL

Oorspronkelijk was 850.000 m<sup>3</sup> verontreinigde baggerspecie aanwezig in het Averijhaven depot. Op basis van de voorgaande opsomming resteert hiervan nog 9 %, die als volgt is opgebouwd:

- ➔ 6 % resterende baggerspecie in de Z en ZW taluds,
- ➔ 1 % resterende baggerspecie in bodem,
- ➔ 2 % resterende baggerspecie in steenachtig materiaal

### **3 Technische motivatie om partijen baggerspecie achter te laten**

Het laten liggen van de partijen **A en B** (tezamen 6% van de oorspronkelijk bron) is nodig voor de stabiliteit van de taluds. Andersom gesteld; het (alsnog) ontgraven van de partijen A en B:

- c. kan niet op een veilige manier worden uitgevoerd; met de kennis van de (in-) stabiliteits-issues kan een deskundig Opdrachtgever geen opdracht geven tot het simpelweg ontgraven van de partijen A en B onderin deze taluds
- d. zou leiden tot vernietiging van elementen, die een waarde hebben voor de vormgeving van de Energiehavenplannen

Ad. a. Wel opdracht geven leidt tot een onveilige ontgraving.

Het weggraven van geconsolideerde baggerspecie:

- Onderin het zuidelijke staalslakkentalud tot een taludhelling steiler dan 1:2 leidt tot afschuiving van het staalslakkentalud
- Onderin het zuidwestelijke zandige talud een taludhelling steiler dan 1:4 leidt tot afschuiving van dit zandige talud tot het niveau van 5 m +NAP en bezwijken van de staalslakkenringdijk met uitzichtpunt tot 18 m +NAP

Deze risico's en daaruit voortkomende beperkende eisen worden benoemd in het specialistisch grondonderzoek van Fugro, uitgevoerd en gerapporteerd voorafgaand aan de werkzaamheden voor het verwijderen van de baggerspecie (zie contractdocument B-19 Geotechnisch onderzoek stabiliteit dammen Averijhaven, Paragraaf 8.3 uit Fugro Rapportage Waterbouw, Geotechnisch (vervolg)onderzoek Averijhavendepot, d.d. 27 aug. 2019). Bij een afschuiving kan materieel en daarin/-op aanwezig personeel meegesleurd worden in de diepte van het depot.

Het voorafgaand aan deze ontgraving aanbrengen van stabiliserende maatregelen in de vorm van een damwandscherm, introduceert eigen risico's. Het talud, waarin dit zou moeten gebeuren, is al maximaal steil aangelegd en gebaggerd. Hierin trillingen introduceren tijdens het aanbrengen van een damwand leidt opnieuw tot afschuifrisico's met risico's voor mens en materieel tot gevolg.

Ad. b. In de plannen voor aanleg van de Energiehaven maakt de depotzijde van de zuidelijke dam onderdeel uit van de kade en maakt de zuidwestelijke ringdijk onderdeel uit van de westelijke afscherming van de Energiehaven met het uitkijkpunt.

Het bezwijken van de zuidelijke dam af de zuidwestelijke ringdijk door taludafschuivingen, die worden geïntroduceerd door afgraven van de partijen A en B, leidt tot (kapitaal-)vernietiging van infrastructuur, die een waarde heeft voor de realisatie van de Energiehaven-plannen.



Het laten liggen van **partij E, verontreinigde baggerspecie op de bodem** (5.000 m<sup>3</sup>) is een verplichting vanuit het Bevoegd Gezag. Deze verontreinigde baggerspecie mocht en mag op aanwijzing van BG ODIJ niet worden verwijderd en werd daarom niet opgedragen in het contract. Deze eis werd door BG gesteld om er zeker van te zijn dat, bij het verwijderen van de baggerspecie tot een niveau van 18 m -NAP de waterscheidende functie in stand zou blijven (en blijft) van de onderliggende klei/veenlaag (op 19-20 m -NAP); deze klei/veen-laag verzorgt de scheiding tussen het ondiepe en diepe grondwatervoerende pakket.

Met de hierboven genoemde partijen blijft circa 55.000 m<sup>3</sup> verontreinigde baggerspecie op locatie. Dit is circa 7 % van de oorspronkelijke bron voor verspreiding van verontreinigingen vanuit de baggerspecie, die depot Averijhaven oorspronkelijk vormde.  
De restpartijen maken onderdeel uit van een lopende nazorgplan voor het gebied.

#### **4 Hoe omgaan met mengsel staalslakken/baggerspecie Noordzijde depot**

Er zijn drie mogelijkheden om met het mengsel van staalslakken en bagger om te gaan:

1. In zijn geheel opbaggeren en afvoeren naar een scheidingsinstallatie elders
2. In zijn geheel opbaggeren en op locatie Averijhaven scheiden
3. Laten liggen

Het achtergebleven mengsel was onderdeel van een veel grotere partij van 135.000 m<sup>3</sup> baggerspecie met daarin staalslakken. Voor het verminderen van deze partij heeft tijdens de verwijdering van baggerspecie uit depot Averijhaven al een enorme inspanning plaatsgevonden. Via intensief cutteren en spoelen is deze 135.000 m<sup>3</sup> baggerspecie met staalslakken 'ingedikt' tot de onder partij D genoemde hoeveelheid van ruim 40.000 m<sup>3</sup>. Dit betekent dat 95.000 m<sup>3</sup> van de oorspronkelijke, niet verwijderbare laag van 135.000 m<sup>3</sup> door uitspoeling alsnog is verwijderd, afgevoerd naar en geborgen in depot Slufter; een mooie prestatie. Verder kan worden geconcludeerd dat de baggerspecie die nog is achtergebleven blijkbaar sterk is gebonden, als dit niet zo was had deze ook wel door spoelen verwijderd kunnen worden. Deze specie zit wellicht diep in de holle ruimte van de staalslakken. Kleinschalig laboratoriumonderzoek bevestigt dat het niet eenvoudig is om de slakken schoon te spoelen, hiervoor waren meerdere intensieve stappen nodig (zie Diseo-rapport D2022-069-070, Briefrapport monsternamen onderwaterdepot steenachtig materiaal). Het is daarom in theorie mogelijk om de grovere staalslak middels zeven en spoelen af te scheiden van de baggerspecie maar of dit in de praktijk ook lukt is onzeker. Er is hier geen ervaring mee en het is goed mogelijk dat hiervoor een speciale installatie moet worden gebouwd of dat een bestaande installatie moet worden aangepast. Daarmee zijn ook kostenramingen onzeker. Verder is het de vraag hoeveel staalslak kan worden opgewerkt tot een herbruikbare bouwstof. Afscheiding van de fijnere fracties, die een aanzienlijk deel van het totaal vormen, is praktisch gezien niet uitvoerbaar. Er zal daarom naar verwachting hooguit een beperkt deel van het totale mengsel kunnen worden afgescheiden, naar schatting 35 %. Bij de beoordeling van de navolgende opties moet dus rekening worden gehouden met onzekerheden wat betreft de opwerking en een beperkt rendement als het gaat om het percentage herbruikbaar materiaal.

**Ad 1) In zijn geheel opbaggeren en afvoeren**

Het achtergebleven mengsel van staalslakken en bagger wordt afgevoerd naar een verwerkingsbedrijf voor afval met als doel om de twee vrijkomende stromen (staalslakken en bagger) van elkaar te scheiden en af te voeren en/of elders te hergebruiken.

Het mengsel van staalslakken en bagger wordt door middel van een kraan op een ponton opgegraven. Het materiaal kan middels een beunbak naar de kant van het depot worden gebracht. Daar overgezet in een voertuig en naar de steiger van Pelt & Hooykaas worden gereden waar het in een beunschip wordt gebracht voor transport naar een verwerkingslocatie. Op deze verwerkingslocatie moet een geschikte scheidings- en reinigingsinstallatie aanwezig zijn inclusief waterzuivering (vervuild spoelwater) voor de verdere verwerking.

**Ad 2) In zijn geheel opbaggeren en op locatie Averijhaven scheiden**

De scheiding van het mengsel van staalslakken en bagger vindt ter plaatse plaats. Hiertoe moet ter plaatse een scheidingsinstallatie en zuiveringsinstallatie worden opgebouwd. De afgescheiden bagger moet afgevoerd worden naar een stortlocatie. De staalslakken kunnen ingezet worden als bouwstof in het project Energiehaven indien alle vervuilde bagger uit de staalslakken is verwijderd.

Voor de bouw van de installaties en het scheiden van de afvalstromen zijn waarschijnlijk omgevingsvergunningen nodig omdat het hier het bewerken van afvalstoffen betreft. De oude vergunning van de voormalige werkhaven, die hierin voorzag, is reeds lang geleden beëindigd.

**Ad 3) Laten liggen**

Technisch gezien is het mogelijk om het mengsel op deze locatie te laten liggen. Het mengsel hoeft dan niet te worden verplaatst en blijft achter. Dit is geen wezenlijke verandering van de beoogde toekomstige situatie. Er blijven immers al meerdere partijen baggerspecie achter en bij de voorgenomen ontwikkeling blijft circa 800.000 m<sup>3</sup> staalslakken aanwezig op de locatie, deels in bestaande, deels in nieuwe toepassingen. De circa 23.000 m<sup>3</sup> staalslakken in het mengsel zijn dus een geringe verhoging van deze hoeveelheid.

In hoofdstuk 6 zal verder worden ingegaan op de (milieu)kosten en baten van de verschillende opties maar het is op voorhand duidelijk dat het scheiden van de met baggerspecie gemengde partij staalslakken technisch gezien aanzienlijk inspanningen vereist, met onzekerheden omgeven is en dat de opbrengst in de vorm van herbruikbaar materiaal beperkt is. Verder gaat bewerking met hoge kosten gepaard en is de afweging van milieukosten en baten discutabel, de emissies zijn in de huidige situatie gering (blijkt uit de monitoring van het grondwater) terwijl bewerking in forse emissies zal resulteren, zowel waar het gaat om energieverbruik (CO<sub>2</sub> en stikstof), afvalwater als storten van afvalstoffen.

**5 Beoordeling milieurisico's achterlaten van baggerspecie en staalslakken**

In hoeverre het achterlaten van baggerspecie en staalslakken op locatie tot milieurisico's leidt, kan op verschillende manieren worden ingeschat:

1. De resultaten van de lopende grondwatermonitoring
2. De geohydrologische situatie
3. De eigenschappen van de baggerspecie



#### 4. de eigenschappen van de staalslakken

ad 1) Uit de reeds lange tijd lopende grondwatermonitoring blijkt geen beïnvloeding van de kwaliteit van het grondwater door emissies vanuit de baggerspecie of staalslakken (dit laatste op basis van de pH).

Ad 2) Het grondwater in het eerste watervoerende pakket stroomt in hoofdzaak naar het Noorder buitenkanaal. Infiltratie via de slecht doorlatende klei/veenlaag naar het tweede watervoerende pakket infiltreren is onwaarschijnlijk, gezien de grotere stijghoogte in het tweede watervoerende pakket. Aan de kanaalzijde is het verschil in stijghoogte gering en zou misschien geringe infiltratie kunnen optreden maar gezien de eigenschappen van klei en veen, kunnen eventueel aanwezige verontreinigingen in het infiltrerende water in deze laag worden afgevangen. In de toekomstige situatie wordt het voormalige depot opgevuld met zand. Het grondwater zal dan preferent door het zand stromen, dat is veel beter doorlatend dan de baggerspecie. Het grondwater zal daarom om de restanten baggerspecie heen stromen, eventuele uitwisseling van verontreinigingen zal hoofdzakelijk op het grensvlak baggerspecie / zand plaatsvinden, maar zal naar verwachting gering zijn.

Ad 3) Door Deltares<sup>11</sup> is uitgebreid onderzoek gedaan naar de samenstelling van de vaste stof van de baggerspecie en het poriewater. Uit 25 metingen blijkt dat de concentraties van alle onderzochte metalen gemiddeld ver beneden de interventiewaarden liggen<sup>12</sup>. Hieruit volgt dat emissies van metalen geen bedreiging vormen voor de grondwaterkwaliteit. Organische stoffen zijn niet in het poriewater gemeten, wel blijken uit de vaste stofanalyses aanzienlijke gehalten van met name PAK en minerale olie. Veel van deze stoffen zijn slecht wateroplosbaar, maar dat geldt niet voor de lichtste PAK en olie-fracties. Daarom zijn risico's van emissies van sommige organische verontreinigingen niet op voorhand uit te sluiten. Gunstig is wel dat de baggerspecie met gemiddeld 15,1 % (m/m van ds) organische stof een hoge bindingscapaciteit heeft voor organische verontreinigingen.

Ad 4) Uit alle tot nu toe bekende onderzoeken blijkt dat de staalslakken ruimschoots voldoen aan de eisen voor vrij toepasbare bouwstoffen, dat geldt ook voor de gemengde partij, als de staalslakken via spoelen worden gescheiden van de baggerspecie (uitgezonderd chloride, hiervoor geldt echter geen eis bij toepassing van bouwstoffen in brak / zout water). Los van de bijmenging van verontreinigde baggerspecie, is er ook geen argumentatie waarom de staalslak in de gemengde partij anders zou zijn dan de rest, ook de pH is vergelijkbaar.

Samengevat zijn de risico's op emissies van verontreinigingen als gevolg van het achterlaten van een beperkt percentage baggerspecie (in totaal circa 9% van de oorspronkelijke hoeveelheid) en staalslak (circa 3 % van de totale hoeveelheid) gering. Voor de baggerspecie en staalslakken geldt dat tot nu toe geen emissies in het grondwater zijn aangetoond. Als het uitloogonderzoek op emissierisico's zou wijzen, kunnen zo nodig isolatiemaatregelen worden getroffen in de vorm van een afdekking.

<sup>11</sup> Deltares, [REDACTED] (2015): Onderzoek toepassing staalslakken in IJsseloo. Kenmerk 1210144-000-ZWS-0004. In opdracht van RWS - WWL

<sup>12</sup> Voor arseen is er in de 25 individuele monsters 1 overschrijding, wellicht treedt er onder reducerende condities mobilisatie op (een natuurlijk proces). Kwik is niet te beoordelen door een onjuiste meetmethode; de gehalten aan kwik zijn echter beperkt (1,3 – 3 mg/kg ds)

Vanwege de ontwikkeling als Energiehaven moet dit afdek materiaal niet zettingsgevoelig zijn. Een geschikt isolerend materiaal is bijvoorbeeld Greenbase van de fa. Granietimport. Deze fijne fractie van het breken van graniet heeft een zeer lage doorlatendheid gecombineerd met een hoge haakweerstand (spoelt niet weg) en is zettingsvrij.

## **6 Discussie, conclusies en aanbevelingen**

In het voormalige baggerspecie depot Averijhaven zijn enkele partijen baggerspecie en een gemengde partij staalslak / baggerspecie achtergebleven. In deze bijlage zijn de (on)mogelijkheden van verwijdering of laten liggen besproken. Voor de baggerspecie geldt dat de partij die op de bodem is achtergebleven daar moet blijven omdat er anders een risico is op beschadiging van de slecht doorlatende scheidende laag tussen het eerste en tweede wervoerende pakket. De baggerspecie die is achtergebleven op taluds van de zuidelijke dam en de ZW zijde van het depot moet daar blijven liggen in verband met de stabiliteit van de taluds. De gemengde partij staalslak / baggerspecie kan in de toekomstige situatie als opvulmateriaal dienen, hierdoor wordt bespaard op zand. Het scheiden en verwerken van deze partij is technisch onzeker en kostbaar, terwijl het weinig of niets oplevert. Dit wordt navolgend onderbouwd verder onderbouwd. Deze beoordeling is in grote lijnen ook van toepassing op de restpartijen baggerspecie.

### **Risicoreductie**

In de huidige situatie zijn er geen aantoonbare risico's. In de nieuwe situatie (Energiehaven) veranderen de risico's niet of nauwelijks als de genoemde materialen in het depot blijven liggen:

- Er is geen direct contact mogelijk met de verontreiniging, dit geldt zowel voor mensen, dieren als planten
- Verspreiding via het grondwater is op basis van historische gegevens niet opgetreden, ook blijkt uit poriewater onderzoek dat in de baggerspecie aanwezige metalen geen bedreiging vormen voor het grondwater. Emissies van enkele organische verontreinigingen zijn niet voor 100 % uit te sluiten

Het verwijderen van de restpartijen zal niet leiden tot reductie van blootstellingsrisico's.

Verspreiding is niet voor 100 % uit te sluiten maar dit kan worden gemonitord en als voorzorgsmaatregel kan de gemengde partij staalslak / baggerspecie worden afgedekt met een laag slecht doorlatend materiaal.

### **Milieuverdienste**

Positief is dat globaal 20.000 m<sup>3</sup> staalslak kan worden opgewerkt tot een nuttig toepasbare bouwstof. Het is echter nog niet aangetoond dat dit ook onder praktijkcondities lukt. Negatieve aspecten zijn: verbruik grondstoffen zoals chemicaliën voor ontwatering en waterzuivering, energieverbruik als gevolg van opbaggeren, transport en scheiding, emissies van CO<sub>2</sub> en stikstof, lozing van afvalwater (ook als het gezuiverd wordt zijn er rest-emissies), storten van afval (de baggerspecie en de fijne staalslak die worden afgescheiden, moeten gestort worden).



**Kenmerk** R001-1293250JJS-V01-Ios-NL

### **Kosten**

Uit overleg met verwerkers en andere gegevens blijkt dat de kosten voor het verwerken van de gemengde partij hoog zijn. Deze bestaan uit kosten voor opbaggeren, transport, scheiden en storten van reststromen, inclusief stortbelasting. Indicatief bedragen de kosten 100 - 150 euro per ton. Op basis van een dichtheid van 1,5 ton/ m<sup>3</sup>, zijn de kosten 6 - 9 miljoen euro.

Gezien de zeer beperkte opbrengst van het opwerken van de gemengde partij, de negatieve aspecten van inzet van grondstoffen, energie, et cetera en de hoge kosten, is het totale plaatje van (milieu)kosten en baten negatief. In bijlage 2 wordt dit verder uitgewerkt. Daarnaast noemen we nog het volgende:

- Gezien het ontbreken van ervaring zal de doorlooptijd voor verwerking aanzienlijk zijn, dit kan problemen opleveren met betrekking tot de realisatie van de Energiehaven
- Uitgespoelde baggerspecie dient te worden gestort of alsnog te worden afgevoerd naar depot Slufter. Dit laatste is waarschijnlijk geen optie omdat de Sluftervergunning alleen baggerspecie accepteert die rechtstreeks van de waterbodem komt (niet bewerkt is) en de wel bewerkte, uitgespoelde baggerspecie waarschijnlijk te veel slakkenzand zal bevatten.
- Is het maatschappelijk te verantwoorden wanneer we zoveel kosten maken op dit onderdeel en/of kunnen we dit budget beter besteden als impuls voor een groene Energiehaven of andere groene infrastructuur in Nederland?

Gezien het voorgaande is ons voorstel om de nog in het depot aanwezige partijen baggerspecie en het mengsel van baggerspecie en staalslakken daar te laten en, voor zover nodig, IBC-maatregelen te treffen om (theoretische) risico's te beheersen. Wat betreft Isolatie, zijn er op de locatie al 'voorzieningen' aanwezig:

- Een slecht doorlatende onderlaag van klei/veen. Deze beperkt de infiltratie in sterke mate en heeft een aanzienlijke capaciteit om verontreinigingen te binden
- In de zuidelijke dam is een kleischerm aanwezig, dit blijft voor een groot deel intact

Aanvullend kan indien noodzakelijk afdekking plaatsvinden met een laag slecht doorlatend materiaal.

In het huidige Nazorgplan is al voorzien dat de monitoring van het grondwater met de bestaande 4 peilbuizen wordt voortgezet. Er zullen twee extra peilbuizen geplaatst worden tussen de bestaande twee op de hoeken van het depot, om de situatie meer gedetailleerd in beeld te brengen.

In het nazorgplan zullen tevens fall back scenario's beschreven worden voor het geval er toch verontreiniging aangetroffen wordt in de toekomst, wat we overigens op basis van de afgelopen jaren niet verwachten.

**Bijlage 2****Beoordeling duurzaamheid en  
CO2-footprint verwerking partij  
baggerspecie / staalslak**



## Beoordeling duurzaamheid aanpak partij staalslak / baggerspecie Averijhaven

### Inleiding

Voor het project met betrekking tot de aanpak van de gemengde partij met staalslak en baggerspecie van in totaal van 44.000 m<sup>3</sup> in de Averijhaven is een aantal opties tegen elkaar afgewogen op duurzaamheidsindicatoren.

TAUW heeft een semi-kwantitatieve tool ontwikkeld om de duurzaamheid van saneringsopties te beoordelen door gewichten en scores toe te kennen aan duurzaamheidsindicatoren (zie figuur 1). De duurzaamheidsindicatoren zijn ingedeeld in de drie dimensies People, Planet en Prosperity (mens, milieu & welvaart). De geselecteerde duurzaamheidsindicatoren zijn mede gebaseerd op de internationale standaard voor duurzaam saneren ISO 18504, de VN-doelstellingen voor duurzame ontwikkeling, SuRF-UK-documenten en enkele andere relevante literatuurbronnen.

De duurzaamheidsindicatoren hebben een standaardgewicht variërend tussen 1 en 3. Het maximale gewicht van 3 wordt toegekend aan de indicatoren waarvan het belang het grootst wordt geacht.

De score per verwerkingsoptie voor elke duurzaamheidsindicator kan een waarde aannemen van 0 tot 5. De laagste score is 0, de beste score is 5. Een score van 0 betekent ofwel helemaal geen toegevoegde waarde ofwel een negatieve last. Hoe hoger de score, hoe lager de last of hoe hoger het voordeel in termen van duurzaamheid.

Het product van score en gewicht levert een eindwaarde op voor elke afzonderlijke duurzaamheidsindicator, per verwerkingalternatief. De eindwaarden van de individuele duurzaamheidsindicatoren worden bij elkaar opgeteld voor een totaalscore per dimensie. De uiteindelijke afweging van verwerkingsopties vindt plaats op basis van de vergelijking van deze totaalscore per dimensie.

TAUW Assessment on sustainability indicators remediation and other soil works	
Dimension	Sustainability Indicator
People	Health & safety risks (regarding execution remediation)
	Nuisance (odor, noise, dust, movements, vibrations, light, road closure)
	Community involvement
	Aesthetic impact of works (permanent)
	Uplift in public value of site (leisure, cultural historic, etc)
Subscore dimension People	
Planet	Uplift in soil & groundwater quality
	Uplift in surface water quality
	Impact on air quality (fine particles (PM10) and NOx)
	Physical landscape disturbance (permanent)
	Biodiversity impact (macro and micro)
	Climate adaptation impact (incl extraction of groundwater resources)
	Use of energy (fossil or green fuel and electricity)
	CO2 footprint (energy, materials, chemicals, redox)
	Use of external backfill material / soil
	Production of waste
Subscore dimension Planet	
Prosperity	Cost of remediation
	Land use restrictions (with respect to excavation and extraction)
	Business interruption
	Financial project risks
	Impact on brand value
	Time span (from start to end of remediation work)
Subscore dimension Prosperity	

Tabel 1 Overzicht duurzaamheidsindicatoren beoordelingstool TAUW

## Beoordeelde opties en uitgangspunten

Er zijn 3 opties:

- Optie 1: Baggeren en afvoeren
- Optie 2: Baggeren, scheiden en afvoeren
- Optie 3: Laten liggen

Voor optie 1 en 2 is het volgende algemene uitgangspunt bepaald door Rijkswaterstaat met betrekking tot de uitkomende partij:

- We hebben een partij staalslakken van 44.000m<sup>3</sup> met 45 % 'holle ruimte' in de skeletstructuur, die volledig is op gevuld met baggerspecie (en slakkenzand)
- Wanneer de fijne fractie uit deze grove structuur wordt uitgespoeld, blijft het volume van de partij staalslakken gelijk, maar nu met luchtge vulde holle ruimte in de skeletstructuur
- De hoeveelheid uit te spoelen baggerspecie (en slakkenzand) bedraagt 18.350 m<sup>3</sup>

In onderstaande volgt een nadere beschrijving van de opties

### Optie 1: 'Baggeren en afvoeren'

- Het in zijn geheel opbaggeren van de partij door middel van een kraan op een ponton
- Het vervoeren middels een beunbak naar de oever van de Averijhaven (afstand 200 m)
- Overslag van materiaal uit beunbak in vrachtwagens met behulp van walkraan (HGM)
- Transport per as naar externe verwerkingslocatie Nauerna (3.165 vrachtwagens, afstand one way 19 km)
- Het scheiden van staalslakken en bagger middels een geschikte scheidingsinstallatie (schud- of trommelzeef, hydrocycloon en zeefbandpers) ter plaatse van Nauerna
- Zuivering van proceswater en poriewater ter plaatse van Nauerna
- Retour transport per as van afgescheiden staalslakken voor gebruik als bouwstof in de Energiehaven (2.200 vrachtwagens, afstand one way 19 km)
- Afvoer (ontwaterd) slib naar stortplaats Middenmeer (918 vrachtwagens, afstand one way 53 km)

### Optie 2: 'Baggeren, scheiden en afvoeren'

- Het in zijn geheel opbaggeren van de partij door middel van een kraan op een ponton
- Het vervoeren middels een beunbak naar de oever van de Averijhaven (afstand 200 m)
- Overslag van materiaal uit beunbak in vrachtwagens met behulp van walkraan (HGM)
- Transport per as naar zeef on site (3.165 vrachtwagens, afstand 200 m)
- Overslag met HGM vanuit vrachtwagens op zeefinstallatie
- Scheiding baggerslib en slakken on site
- Overladen slakken met HGM vanuit zeefinstallatie op vrachtwagens
- Transport slakken on site naar toepassing werk (2.200 vrachtwagens, afstand 200 m)
- Verpompen van slib en spoelwater (385.350 m<sup>3</sup>) richting beunschip (steiger Pelt&Hooykaas)
- Transport per beunschip van slib en spoelwater richting Slufter (493 tochten, afstand 100 km)
- Verpompen van slib en spoelwater uit beunschip naar depot Slufter (uitgangspunt: geen verdere behandeling in de vorm van scheiding en zuivering)



### Optie 3: 'Laten liggen'

- Het mengsel blijft op de locatie liggen en wordt daarmee onderdeel van het bedrijfsterrein Energiehaven (demping Averijhaven)

### Resultaat

Tabel 2 toont de beoordeling voor de drie opties met betrekking tot de aanpak van de gemengde partij staalslak en baggerspecie in de Averijhaven.

Een korte toelichting na tabel 2 geeft per duurzaamheidsindicator een ondersteunende motivering voor de behaalde scores. Daarbij ook een toelichting voor duurzaamheidsindicatoren die als niet relevant voor dit project worden gezien en dus niet beoordeeld zijn.

Tabel 2 Beoordeling duurzaamheidsindicatoren voor aanpak partij staalslak / baggerspecie Averijhaven

Assessment tool TAUW on sustainability indicators remediation and other soil works								
Dimension	Sustainability Indicator	Assessment score	Assessment score	Assessment score	Weight	Final score	Final score	Final score
		1. Baggeren en afvoeren	2. Baggeren en scheiden	3. Laten liggen		1. Baggeren en afvoeren	2. Baggeren en scheiden	3. Laten liggen
People	Health & safety risks (regarding execution remediation)	3	2	5	3	9	6	15
	Nuisance (odor, noise, dust, movements, vibrations, light, road closure)	2	3	5	3	6	9	15
	Community involvement	0	0	0	1	0	0	0
	Aesthetic impact of works (permanent)	0	0	0	1	0	0	0
	Uplift in public value of site (recreo, natural history, etc)	0	0	0	1	0	0	0
	<b>Subscore dimension People</b>					<b>15</b>	<b>15</b>	<b>30</b>
Planet	Uplift in soil & groundwater quality	2	2	0	3	6	6	0
	Uplift in surface water quality	0	0	0	3	0	0	0
	Impact on air quality (fine particles (PM10) and NOx)	3	0	5	2	6	0	10
	Physical landscape disturbance (permanent)	4	5	5	1	4	5	5
	Biodiversity impact (macro and micro)	4	3	5	2	8	6	10
	Effect on water quality (macro and micro)	0	0	0	1	0	0	0
	Use of energy (fossil or green; fuel and electricity)	3	0	5	2	6	0	10
	CO2 footprint (energy, materials, chemicals, redox)	3	0	5	3	9	0	15
	Use of external backfill material / soil	1	1	5	1	1	1	5
	Production of waste	0	0	5	2	0	0	10
	<b>Subscore dimension Planet</b>					<b>40</b>	<b>18</b>	<b>65</b>
Prosperity	Cost of remediation	2	0	5	3	6	0	15
	Land use restrictions (with respect to excavation and extraction)	0	0	0	1	0	0	0
	Business interruption	3	4	5	2	6	8	10
	Financial project risks	2	1	5	2	4	2	10
	Effect on social context	0	0	0	1	0	0	0
	Time span (from start to end of remediation work)	4	2	5	1	4	2	5
	<b>Subscore dimension Prosperity</b>					<b>20</b>	<b>12</b>	<b>40</b>

De uitkomst van de duurzaamheidsbeoordeling is als volgt:

- Op de dimensie 'People' scoort optie 3 ('Laten liggen') ruim beter dan optie 1 ('Baggeren en afvoeren') en optie 2 ('Baggeren en scheiden') vanwege de indicatoren 'Veiligheid- en gezondheid' en 'Overlast'
- Op de dimensie 'Planet' scoort optie 3 ruim beter dan optie 1 en 2, met name vanwege de indicatoren 'Effect op luchtkwaliteit', 'Gebruik van energie', 'CO2-footprint' en 'Productie van afval'
- Op de dimensie 'Prosperity' scoort optie 3 ruim beter dan optie 1 en optie 2, met name vanwege de indicatoren 'Kosten van sanering' en 'Financiële projectrisico's'

**Kenmerk** R001-1293250JJS-V01-Ios-NL

- Optie 1 en 2 scoren slechts op één duurzaamheidsindicator beter dan optie 3: '*Verbetering van grond- en grondwaterkwaliteit*'
- Optie 1 en 2 scoren onderling gelijkwaardig op de dimensie 'People'
- Optie 1 scoort op de dimensies 'Planet' en 'Prosperity' ruim beter dan optie 2

Geconcludeerd wordt dat voor de aanpak van de gemengde partij staalslak en baggerspecie in de Averijhaven de optie 'Laten liggen' de meest duurzame keuze is.

## **Toelichting op onderdelen**

### *Health and safety / Veiligheid en gezondheid*

Bij optie 3 ontstaan geen risico's omdat er geen werk wordt uitgevoerd.

Bij optie 1 en 2 worden aanzienlijke baggerwerkzaamheden uitgevoerd, vinden overstort en meerdere transportbewegingen plaats, met bijgevolg een groter V&G-gerelateerd risico. Het aantal bewegingen met vrachtwagen is nagenoeg gelijk. In optie 2 worden zeer veel vaarkilometers afgelegd (verkeersrisico's) en wordt bovendien gescheiden op de locatie met een te bouwen scheidingsinstallatie (minder ervaring dan bij Nauerna). Vandaar dat optie 2 wat slechter scoort dan optie 1.

### *Nuisance / Hinder voor omgeving*

Eenzijds is er meer overslag activiteit op het terrein (industriële omgeving) in het kader van optie 2, anderzijds zijn er meer vrachtwagenbewegingen buiten het terrein (ook woonomgeving) in het kader van optie 1. De overlast buiten het terrein als gevolg van de vrachtwagenbewegingen met daarmee gepaard gaande verkeershinder, lawaai, stof, bewegingen en trillingen wordt optie 1 zwaarder aangerekend.

### *Community involvement / Betrokkenheid van gemeenschap*

Deze indicator is voor dit geval niet relevant als gevolg van het ontbreken van direct omwonenden.

### *Aesthetic impact of works / Esthetische gevolgen van werk, permanent*

Deze indicator is voor dit geval niet relevant als gevolg van de industriële omgeving en het ontbreken van direct omwonenden.

### *Uplift in public value of site / Verhoging publieke waarde van gebied: recreatie, cultuurhistorisch, enz.*

Deze indicator is voor dit geval niet relevant als gevolg van de industriële omgeving en het ontbreken van direct omwonenden.

### *Uplift in soil & groundwater quality / Verbetering van grond- en grondwaterkwaliteit*

Hier scoren optie 1 en optie 2 beter dan optie 3. Er is immers sprake van verontreinigd baggerslib met PAK en minerale olie; in het geval van optie 1 en 2 wordt dit verwijderd waardoor met name de (water)bodemkwaliteit wordt verbeterd (oppervlaktewater en/of grondwater zijn niet verontreinigd). Tegelijkertijd is de score niet maximaal door het ontbreken van humane,



Kenmerk R001-1293250JJS-V01-Ios-NL

ecologische of verspreidingsrisico's. Op basis van onderzoek van het poriewater vormen de metalen geen bedreiging (<I-waarde, lage concentraties). Bij de langjarige grondwatermonitoring zijn nooit verhoogde concentraties gevonden. De staalslakken hebben een lage uitloging en voldoen aan de eisen voor een vrij toepasbare bouwstof. De Averijhaven is nu met een dijk afgesloten van het Noorderbuitenkanaal (verlengde Noordzeekanaal), die dijk blijft deels intact en er komt een nieuwe kadewand, het materiaal blijft dus ingesloten.

*Uplift in surface water quality / verbetering van oppervlaktewaterkwaliteit*

Deze indicator is niet relevant, aangezien de Averijhaven zal worden gedempt en worden omgezet in een bedrijfsterrein voor opslag van windmolenonderdelen.

*Impact on air quality / effect op luchtkwaliteit: fijnstof (PM10) en NOx*

Er wordt vanuit gegaan dat alle voer- en vaartuigen die nodig zijn voor baggeren, overslag en transport fossiele brandstoffen gebruiken, met name diesel. Dit veroorzaakt uitstoot van fijnstof en NOx in het geval van optie 1 en 2. In het geval van optie 2 wordt echter een veelvoud van diesel verbruikt door het grotere transport richting Slufter, waardoor optie 2 ruim slechter scoort dan optie 1. NB: voor NOx is een aparte calculatie uitgevoerd door Witteveen+Bos met AERIUS.

*Physical landscape disturbance / permanent verstoring van het fysieke landschap*

Het afgescheiden baggerslib (circa 18.000 m<sup>3</sup>) wordt in het geval van optie 1 gestort op stortplaats Middenmeer en leidt daar tot een beperkte verstoring van het landschap (ophoging landbodem). In het geval van optie 2 wordt de reststroom onder waterniveau in de Slufter gebracht (geen visuele verstoring).

*Biodiversity impact / gevolgen voor biodiversiteit, macro- en microflora en -fauna*

De ontgravings- en overslaglocatie bevindt zich in een industriële omgeving zonder Natura 2000 status en buiten de ecologische hoofdstructuur (EHS) (bron: Atlas Leefomgeving). Wel is het gebied ten westen van de Reyndersweg (duinen) onderdeel van de ecologische hoofdstructuur op ruim 100 meter afstand. De impact van de voorziene activiteiten ten opzichte van de huidige industriële activiteiten (bewegingen, geluid, etc) op de biodiversiteit van de EHS wordt als beperkt ingeschat. Bovendien vormt het onder water gelegen mengsel van baggerslib en staalslakken voor geen habitat voor bijzondere soorten. Op basis van voorgaande scores optie 1 en 2 slechts in beperkte mate negatief. Daarbij is nog wel rekening gehouden met een iets grotere impact van optie 2 door de aanwezigheid en werking van de scheidings- en zuiveringsinstallatie en grotere overslagactiviteit (meer geluid en bewegingen).

*Climate adaptation impact / klimaatadaptatie impact*

Deze indicator is niet relevant, aangezien er door de uitvoering van het werk geen aanslag wordt gedaan op grondwatervoorraden, er vindt geen verstening plaats, er wordt geen verkoelend groen verwijderd, et cetera.

**Kenmerk** R001-1293250JJS-V01-Ios-NL

*Use of energy / gebruik van energie*

Het gaat hierbij om het gebruik van welke vorm van energie dan ook (groen en/of fossiel, elektriciteit of brandstof) met het oog op schaarste. Hier zit een groot onderscheid tussen optie 1, 2 en 3. Bij optie 3 wordt geen energie verbruikt. Bij optie 2 wordt zeer veel energie verbruikt (in de vorm van brandstof) door het enorme transport richting Slufter; dit is alles bepalend en doet het beperktere energieverbruik door scheiding (on site) en lozing van slib en water zonder zuivering teniet.

*CO<sub>2</sub> footprint (energie, materialen, chemicaliën, redox)*

Alle machinerie en voer- en vaartuigen nodig voor ontgraving, overslag, transport en gebruiken brandstof dan wel elektriciteit. Hiertoe is een separate CO<sub>2</sub>-calculatie uitgevoerd voor de opties 1 en 2; voor de rapportage wordt verwezen naar notitie N002-1293250TFP-V01. Hieruit volgt dat optie 1 een CO<sub>2</sub>-footprint heeft van circa 530 ton CO<sub>2</sub> en optie 2 van circa 2.560 ton CO<sub>2</sub>. De grootste CO<sub>2</sub>-uitstoot bij optie 1 wordt bepaald door de scheiding en zuivering van staalslakken en slib on site (uitgaande van elektrisch materieel). Veruit de grootste CO<sub>2</sub>-uitstoot bij optie 2 wordt bepaald door transport van slib en spoelwater naar de Slufter (uitgaande van diesel).

*Use of external backfill material or soil / Gebruik van extern aanvulmateriaal of - zand*

Voor aanvulling in de toekomst voor de demping van de Averijhaven is er in het geval van optie 1 en 2 ten opzichte van optie 3 aanvullend circa 44.000 m<sup>3</sup> extern materiaal of zand nodig dat in de plaats moet komen van het verwijderde mengsel van slakken en baggerslib.

*Production of waste / Productie van afval*

Voor beide opties zal het baggerslib (18.350 m<sup>3</sup>), al dan niet ontwaterd, worden gestort. Bovendien ontstaat er een afvalstroom uit de waterzuiveringsinstallatie (beladen actief kool) in het geval van optie 1 en een (nog) niet-gezuiverde waterstroom in het geval van optie 2.

*Cost of remediation / Kosten van sanering*

In het geval van optie 3 worden geen kosten gemaakt. De kosten voor variant 1 zullen beperkter zijn dan optie 2 door sterk verminderd transport en brandstofverbruik. Bovendien moet on site een scheidingsinstallatie worden opgebouwd.

*Land use restrictions / Beperkingen van landgebruik*

Dit onderdeel is niet relevant. In alle gevallen is de voorgenomen inrichting tot opslagterrein volledig mogelijk.

*Business interruption / Bedrijfsonderbreking*

Hier zal beperkt sprake van zijn door lokale verkeershinder als gevolg van opbouw scheidingsinstallatie (optie 2) en transporten per as (optie 1 en 2). In het geval van optie 1 is er over een grotere afstand sprake van verkeer over de industriële locatie, waardoor deze optie wat slechter scoort.



**Kenmerk** R001-1293250JJS-V01-Ios-NL

*Financial project risks / Financiële projectrisico's*

Een groot werk leidt altijd tot een financieel risico. Bij extern transport en verwerking, zowel in het geval van optie 1 als 2, zal dat risico mogelijk zelfs nog wat groter zijn door afhankelijkheid van (schommelende) marktprijzen en capaciteit bij de externe partijen (transporteur en verwerker). In absolute zin is het financiële risico voor optie 2 nog wat groter; allereerst door de grotere omvang/kosten van het werk, maar ook door de huidige aanname dat bij de Slufter geen verdere scheiding/zuivering van slib en water nodig is. Verder telt mee dat er met de scheiding van dit specifieke mengsel geen praktijkervaring is. Dit kan betekenen dat de kosten hoger worden en/of het scheidingsrendement tegen valt.

*Impact on brand value / Impact op merkwaarde*

Deze indicator is niet relevant, aangezien het project niet innovatief is, weinig zichtbaar is en niet direct een maatschappelijke waarde heeft.

*Time span / Tijdsduur (van begin tot einde van sanering)*

Ontgraven en directe afvoer zonder scheiding en reiniging en een veel beperktere overslag op site bij optie 1 gaat naar verwachting sneller dan variant 2, waarvoor ook nog een scheidingsinstallatie dient te worden opgebouwd en verwijderd. De doorlooptijd (voorbereiding werkterrein, opbouw, ontgraving, afvoer, afbouw) is in theorie over het geheel genomen beperkt (< 3 maanden). Echter, omdat er geen ervaring is met de verwerking van dit specifieke materiaal, zijn er met name bij verwerking on site risico's voor de uitvoeringsduur (bij optie 1 is dit ook zo, maar dit heeft geen consequenties voor het werk op de locatie). Verder geldt voor optie 2 onzekerheid over het vergunningetraject voor de scheidingsinstallatie. Optie 2 scoort daarom het minst.

*Uplift in land values / Stijging van perceelwaarde (herbruikbare perceeldelen, verkoopbaarheid, enzovoort)*

Dit onderdeel is niet relevant. De Averijhaven wordt in alle gevallen gedempt en zal worden gebruikt voor opslag (van windmolen onderdelen).

## Berekening carbon footprint aanpak partij staalslak / baggerspecie Averijhaven

### Inleiding

TAUW beschikt over een carbonfootprint model voor bodemsaneringen (CARBONAS, versie 2.0, 2024). Het werk met betrekking tot de verwijdering en verwerking van de gemengde partij staalslak en baggerspecie uit de Averijhaven is echter dermate afwijkend dat gekozen is voor het opzetten van een afzonderlijke rekensheet. Hierin zijn enkele kentallen overgenomen uit CARBONAS, waaronder de carbonfootprint van diesel en elektriciteit en enkele verbruikswaarden van materieel.

### Beoordeelde opties

Er zijn 3 opties voor de aanpak van de partij staalslak/baggerslib in de Averijhaven beoordeeld:

- Optie 1: Baggeren en afvoeren
- Optie 2: Baggeren, scheiden en afvoeren
- Optie 3: Laten liggen.

Voor optie 1 en 2 is het volgende algemene uitgangspunt bepaald door Rijkswaterstaat met betrekking tot de uitkomende partij:

- We hebben een partij staalslakken van 44.000 m<sup>3</sup> met 45 % 'holle ruimte' in de skeletstructuur, die volledig is op gevuld met baggerspecie (en slakkenzand)
- Wanneer de fijne fractie uit deze grove structuur wordt uitgespoeld, blijft het volume van de partij staalslakken gelijk, maar nu met luchtgevulde holle ruimte in de skeletstructuur
- De hoeveelheid uit te spoelen baggerspecie (en slakkenzand) bedraagt 18.350 m<sup>3</sup>

In onderstaande volgt een nadere beschrijving van de opties.

#### Optie 1: 'Baggeren en afvoeren'

- Het in zijn geheel opbaggeren van de partij door middel van een kraan op een ponton
- Het vervoeren middels een beunbak naar de oever van de Averijhaven (afstand 200 m)
- Overslag van materiaal uit beunbak in vrachtwagens met behulp van walkraan (HGM)
- Transport per as naar externe verwerkingslocatie Nauerna (3.165 vrachtwagens, afstand one way 19 km)
- Het scheiden van staalslakken en bagger middels een geschikte scheidingsinstallatie (schud- of trommelzeef, hydrocycloon en zeefbandpers) ter plaatse van Nauerna
- Zuivering van proceswater en poriewater ter plaatse van Nauerna
- Retour transport per as van afgescheiden staalslakken voor gebruik als bouwstof in de Energiehaven (2.200 vrachtwagens, afstand one way 19 km)
- Afvoer (ontwaterd) slib naar stortplaats Middenmeer (918 vrachtwagens, afstand one way 53 km).



**Optie 2: 'Baggeren, scheiden en afvoeren'**

- Het in zijn geheel opbaggeren van de partij door middel van een kraan op een ponton
- Het vervoeren middels een beunbak naar de oever van de Averijhaven (afstand 200 m)
- Overslag van materiaal uit beunbak in vrachtwagens met behulp van walkraan (HGM)
- Transport per as naar zeef on site (3.165 vrachtwagens, afstand 200 m)
- Overslag met HGM vanuit vrachtwagens op zeefinstallatie
- Scheiding baggerslib en slakken on site
- Overladen slakken met HGM vanuit zeefinstallatie op vrachtwagens
- Transport slakken on site naar toepassing werk (2.200 vrachtwagens, afstand 200 m)
- Verpompen van slib en spoelwater (385.350 m<sup>3</sup>) richting beunschip (steiger Pelt&Hooykaas)
- Transport per beunschip van slib en spoelwater richting Slufter (493 tochten, afstand 100 km)
- Verpompen van slib en spoelwater uit beunschip naar depot Slufter (uitgangspunt: geen verdere behandeling in de vorm van scheiding en zuivering)

**Optie 3: 'Laten liggen'**

- Het mengsel blijft op de locatie liggen en wordt daarmee onderdeel van het bedrijfsterrein Energiehaven (demping Averijhaven)

**Uitgangspunten**

Aanvullend op de eerder genoemde ontwerpgrondslagen onder hoofdstuk 2 voor de saneringsopties 1 en 2, zijn voor de CO<sub>2</sub>-footprint zijn de volgende uitgangspunten bij de berekeningen gehanteerd:

- Het gebruik van diesel voor voertuigen (hijskraan/HGM, vrachtwagens en schepen)
- Het gebruik van grijze stroom voor pompen, reinigings- en scheidingsinstallaties
- De CO<sub>2</sub>-uitstoot als gevolg van oxidatie van uitkomend materiaal uit de Averijhaven wordt als verwaarloosbaar beschouwd (uitgangspunt: beperkte hoeveelheid organisch materiaal en gereduceerde mineralen) op de totale uitstoot
- Voor optie 1 wordt bij de waterzuivering gebruik gemaakt van geregenereerd actief kool en gerekend met de bijbehorende productie energie
- Bij transport wordt voor de volgeladen heenweg met een hoger brandstofverbruik gerekend dan voor de terugweg
- De CO<sub>2</sub>-uitstoot als gevolg van het in- en uithijzen van een hijskraan, ponton en beunbak met duwboot in de Averijhaven wordt als verwaarloosbaar beschouwd op de totale uitstoot

**Resultaat**

In bijlage B2.1 en B2.2 is een overzicht opgenomen van de activiteiten, het materieel, de energie, de afstanden, draaiuren, inhoud en debieten evenals het resultaat per activiteit in CO<sub>2</sub>-uitstoot.

**CO<sub>2</sub>-footprint 'Baggeren en afvoeren' (optie 1)**

In bijlage 1 is de modelinvoer en -uitvoer opgenomen van deze optie.

De totale CO<sub>2</sub>-footprint van optie 1 wordt geraamd op ongeveer 525 ton CO<sub>2</sub>. Hierbij ligt het zwaartepunt bij de verwerking van staalslakken en baggerslib (scheiding, ontwatering en waterzuivering) bij Nauerna - Afvalzorg (326 ton CO<sub>2</sub>). Het transport van het mengsel per as richting de verwerker staat op de tweede plaats (75 ton CO<sub>2</sub>).

Kenmerk R001-1293250JJS-V01-Ios-NL

### **CO<sub>2</sub>-footprint 'Baggeren, scheiden en afvoeren' (optie 2)**

In bijlage 2 is de modelinvoer en -uitvoer opgenomen van deze optie.

De totale CO<sub>2</sub>-footprint van optie 2 wordt geraamd op ongeveer 2.560 ton CO<sub>2</sub>. Hierbij ligt het zwaartepunt bij het transport per boot van slib en spoelwater richting Slufter (2.447 ton CO<sub>2</sub>), met name ten gevolge van de grote hoeveelheid af te voeren spoelwater over een relatief grote afstand.



## **Bijlage B2.1 Rekenblad CO<sub>2</sub>-footprint optie 1**

## Optie 1

Activiteit	Eenheid	Opmerking
<b>1a Baggerwerk met kraan op ponton en beunbak</b>		
Totale hoeveelheid bagger en slakken	44.000 m3	
Dagelijkse hoeveelheid bagger en slakken	2.000 m3/d	
Totaal benodigde tijd	22 dagen	
Totaal benodigde tijd	176 uur	
Brandstofverbruik kraan	12 l diesel / uur	
Totaal brandstofverbruik	2.112 l diesel totaal	
Carbonfootprint	6.991 kg CO2	
<b>1b Vervoer beunbak naar walkraan (oever Averijhaven)</b>		
Dagelijkse inhoud beunbak	2000 m3	
Aantal ritten	22	
Afstand enkele reis	0,2 km	
Totale afstand	8,8 km	
Brandstofverbruik duwboot (incl. manoeuvreren)	22 l diesel / km	
Totaal brandstofverbruik	193,6 l diesel totaal	
Carbonfootprint	641 kg CO2	
<b>1c Overtladen van beunbak naar vrachtwagens met HGM</b>		
Totale hoeveelheid bagger en slakken	44.000 m3	
Snelheid overladen	375 m3/uur	Uitgaande van 3 m3 bak
Duur activiteit	117 uur	
Brandstofverbruik HGM	12 l diesel / uur	
Totaal brandstofverbruik	1408 l diesel totaal	
Carbonfootprint	4.660 kg CO2	
<b>1d Transport richting verwerker</b>		
Totale hoeveelheid bagger en slakken	44.000 m3	
Inhoud vrachtwagens	13,9 m3	2,3 ton/m3 (volledig met bagger gevulde skeletstructuur)
Totaal aantal ritten vrachtwagens	3.165	
Afstand enkele reis tot verwerker (Nauerna)	19 km	
Brandstofverbruik volle vrachtwagen	0,25 l diesel / km	
Totaal brandstofverbruik (gerekend met leeg terug)	22.554 l diesel totaal	
Carbonfootprint	74.654 kg CO2	
<b>1e Scheiding en zuivering baggerslib en slakken bij Nauerna (Afvalzorg)</b>		
Totale hoeveelheid bagger en slakken	44.000 m3	
Gewicht	101.200 ton	
Natte scheiding: zeven	5 kWh/ton	
Carbonfootprint	85.008 kg CO2	Grijze stroom
Totale hoeveelheid slib en water	385.350 m3	
Gewicht	389.974 ton	
Centrifugeren	2,5 kWh/ton	
Carbonfootprint	163.789 kg CO2	Grijze stroom
Totale hoeveelheid slib	18.350 m3	
Gewicht	22.938 ton	
Ontwateren (zeefbandpers)	7,5 kWh/ton	
Carbonfootprint	28.901 kg CO2	Grijze stroom
Water	367.000 m3	
Waterzuivering obv precipitatie, zandfilter en waterzijdig actief kool	0,7 kWh/m3	
Carbonfootprint	43.159 kg CO2	Grijze stroom
Actief kool	7.340 kg	
Carbonfootprint	5.138 kg CO2	Uitgaande van gebruik geregenereerd actief kool
Totale carbon footprint scheiding en zuivering	325.996 kg CO2	



**1f Retourtransport slakken van verwerker naar Averijhaven**

Totale hoeveelheid slakken	44.000 m3	
Inhoud vrachtwagens	20 m3	1,6 ton/m3 (holle skeletstructuur)
Totaal aantal ritten vrachtwagens	2.200	
Afstand enkele reis tot verwerker (Nauema)	19 km	
Brandstofverbruik volle vrachtwagen	0,25 l diesel / km	
Totaal brandstofverbruik (gerekend met leeg terug)	15.675 l diesel totaal	
Carbonfootprint	51.884 kg CO2	

**1g Transport ontwaterd slib naar stortplaats Middenmeer**

Totale hoeveelheid ontwaterd slib	18.350 m3	
Inhoud vrachtwagens	20 m3	
Totaal aantal ritten vrachtwagens	918	
Afstand enkele reis tot verwerker (Middenmeer)	53 km	
Brandstofverbruik volle vrachtwagen	0,25 l diesel / km	
Totaal brandstofverbruik (gerekend met leeg terug)	18.235 l diesel totaal	
Carbonfootprint	60.359 kg CO2	

**Totale carbonfootprint 525 ton CO2**

## **Bijlage B2.2 Rekenblad CO<sub>2</sub>-footprint optie 2**



## Optie 2

Activiteit	Eenheid	Opmerking
<b>1a Baggerwerk met kraan op ponton en beunbak</b>		
Totale hoeveelheid bagger en slakken	44.000 m3	
Dagelijkse hoeveelheid bagger en slakken	2.000 m3/d	
Totaal benodigde tijd	22 dagen	
Totaal benodigde tijd	176 uur	
Brandstofverbruik kraan	12 l diesel /uur	
Totaal brandstofverbruik	2.112 l diesel totaal	
Carbonfootprint	6.991 kg CO2	
<b>1b Vervoer beunbak naar wal kraan (oever Averijhaven)</b>		
Dagelijkse inhoud beunbak	2000 m3	
Aantal ritten	22	
Afstand enkele reis	0,2 km	
Totale afstand	8,8 km	
Brandstofverbruik duwboot (incl. manoeuvreren)	22 l diesel /km	
Totaal brandstofverbruik	193,6 l diesel totaal	
Carbonfootprint	641 kg CO2	
<b>1c Overladen van beunbak naar vrachtwagens met HGM</b>		
Totale hoeveelheid bagger en slakken	44.000 m3	
Snelheid overladen	375 m3/uur	Uitgaande van 3 m3 bak
Duur activiteit	117 uur	
Brandstofverbruik HGM	12 l diesel /uur	
Totaal brandstofverbruik	1408 l diesel totaal	
Carbonfootprint	4.660 kg CO2	
<b>1d Transport per as naar zeef</b>		
Totale hoeveelheid bagger en slakken	44.000 m3	
Inhoud vrachtwagens	13,9 m3	2,3 ton/m3 (volledig met bagger gevulde skeletstructuur)
Totaal aantal ritten vrachtwagens	3.165	
Afstand enkele reis tot zeef	0,2 km	Aanname dat zeef op 200 meter van oever Averijhaven ligt
Brandstofverbruik volle vrachtwagen	0,25 l diesel / km	
Totaal brandstofverbruik (gerekend met leeg terug)	237 l diesel totaal	
Carbonfootprint	786 kg CO2	
<b>1e Overladen met HGM vanuit vrachtwagens op zeefinstallatie</b>		
Totale hoeveelheid bagger en slakken	44.000 m3	
Snelheid overladen	375 m3/uur	Uitgaande van 3 m3 bak
Duur activiteit	117 uur	
Brandstofverbruik HGM	12 l diesel /uur	
Totaal brandstofverbruik	1408 l diesel totaal	
Carbonfootprint	4.660 kg CO2	
<b>1f Scheiding baggerslib en slakken on site</b>		
Totale hoeveelheid bagger en slakken	44.000 m3	
Gewicht	101.200 ton	
Natte reiniging; zeven	5 kWh/ton	
Carbonfootprint	85.008 kg CO2	Grijze stroom; Exclusief optuigen zeefinstallatie

**1g Overladen slakken met HGM vanuit zeefinstallatie op vrachtwagens**

Totale hoeveelheid slakken	44.000 m3	holle skeletstructuur
Snelheid overladen	375 m3/uur	Uitgaande van 3 m3 bak
Duur activiteit	117 uur	
Brandstofverbruik HGM	12 l diesel / uur	
Totaal brandstofverbruik	1408 l diesel totaal	
Carbonfootprint	4.660 kg CO2	

**1h Transport slakken on site**

Totale hoeveelheid slakken	44.000 m3	
Inhoud vrachtwagens	20 m3	1,6 ton/m3 (holle skeletstructuur)
Totaal aantal ritten vrachtwagens	2.200	
Afstand enkele reis tot toepassing	0,2 km	Afstand is aanname
Brandstofverbruik volle vrachtwagen	0,25 l diesel / km	
Totaal brandstofverbruik (gerekend met leeg terug)	165 l diesel totaal	
Carbonfootprint	546 kg CO2	

**1i Verpompen slib en spoelwater richting beunschip (steiger Pelt&Hooykaas)**

Totale hoeveelheid slib en spoelwater	385.350 m3	
Capaciteit	2.190 m3/h	Uitgaande van 22 dagen en 8 uur per dag pompen
Vermogen pomp	110 kW	
Totaal verbruik	19.360 kWh	
Carbonfootprint	3.252 kg CO2	

**1j Transport per boot van slib en spoelwater richting Slufter**

Totale hoeveelheid slib en spoelwater	385.350 m3	
Inhoud beunbak	782 m3	
Hoeveelheid ritten	493	
Afstand enkele reis tot verwerker (Slufter)	100 km	
Brandstofverbruik duwboot	10 l diesel / km	
Totaal brandstofverbruik (gerekend met leeg terug)	739.162 l diesel totaal	
Carbonfootprint	2.446.626 kg CO2	

**1k Verpompen slib en spoelwater uit beunbak in Slufter**

Totale hoeveelheid slib en spoelwater	385.350 m3	
Capaciteit	2.190 m3/h	Uitgaande van 22 dagen en 8 uur per dag pompen
Vermogen pomp	110 kW	
Totaal verbruik	19.360 kWh	
Carbonfootprint	3.252 kg CO2	

**Totale carbonfootprint 2.561 ton CO2**



**Bijlage 3****Aeriusberekening verwerkingsopties  
partij baggerspecie/staalslak**

## NOTITIE

Onderwerp Stikstofdepositie-onderzoek steenachtig materiaal Averijhaven  
Project Stikstofdepositie-onderzoek steenachtig materiaal Averijhaven  
Opdrachtgever Rijkswaterstaat West-Nederland Noord  
Projectcode 143275  
Status Definitief  
Datum 15 juli 2024  
Referentie 143275/24-010.457  
Auteur(s) Ir. [REDACTED]

Gecontroleerd door [REDACTED] MSc  
Goedgekeurd door [REDACTED] MSc  
Paraaf [REDACTED]

Bijlage(n) AERIUS berekening scenario 1  
AERIUS berekening scenario 2

Aan Rijkswaterstaat West-Nederland Noord [REDACTED]  
Kopie

## 1 INLEIDING

Het plan is om de Averijhaven te dempen en een Energiehaven op de locatie van de Averijhaven aan te leggen. In de Averijhaven was vervuilde bagger aanwezig. Deze vervuilde bagger is inmiddels uit het depot verwijderd. Hierbij is circa 44.000 m<sup>3</sup> steenachtig materiaal (mengsel van staalslakken en vervuilde bagger) achtergebleven in de Averijhaven. Om te onderzoeken hoe met deze partij moet worden omgegaan, laat Rijkswaterstaat een milieu kosten/baten analyse uitvoeren. In deze analyse wordt gekeken naar 3 mogelijkheden om met het steenachtig materiaal om te gaan:

- in zijn geheel opbaggeren en afvoeren. Het steenachtig materiaal wordt afgevoerd naar een erkend verwerkingsbedrijf waar het wordt gereinigd voor hergebruik;
- in zijn geheel opbaggeren en op locatie Averijhaven het mengsel van staalslakken en bagger scheiden. Hiertoe moet ter plaatse een scheidingsinstallatie en zuiveringsinstallatie worden opgebouwd;
- laten liggen. Het mengsel wordt niet verplaatst en blijft achter.

Deze activiteiten leiden mogelijk tot significante effecten op omliggende Natura 2000-gebieden ten gevolge van de emissies van stikstofoxiden (NO<sub>x</sub>) en ammoniak (NH<sub>3</sub>). In het kader van de Omgevingswet - Natura 2000-activiteiten dienen deze effecten onderzocht te worden. Deze notitie voorziet in deze vraag door de effecten van NO<sub>x</sub> en NH<sub>3</sub> van de werkzaamheden te kwantificeren.

De effecten worden in kaart gebracht op de locatie van het project. Verdere verwerking van het materiaal op een (nader te bepalen) afvoerlocatie is geen onderdeel van het project. Dit is in lijn met de voorschriften van



de Omgevingswet voor stikstofdepositie. De effecten rijken daardoor verder dan het huidige project en de resultaten in de onderliggende notitie. In de eerste optie wordt het steenachtig materiaal namelijk vervoerd naar een verwerker, waar het verwerkt wordt. De staalslakken kunnen elders worden gebruikt, wat resulteert in transport en het baggerspecie met slakkenzand zal gestort moeten worden. In de tweede optie wordt de bagger naar de slufte vervoerd en aldaar gelost en geborgen in het depot met een bakkenlosser. Deze handelingen zijn dus niet meegenomen in de stikstofdepositieberekeningen.

In de onderstaande afbeelding is de locatie van het materiaal weergegeven.

Afbeelding 1.1 Locatie steenachtig materiaal



## 2 WETTELIJK KADER

Op grond van artikel 5.1, eerste lid, onder e van de Omgevingswet is een vergunning vereist voor een project waar op voorhand significante negatieve gevolgen op Natura 2000-gebieden niet zijn uit te sluiten. Specifiek voor het aspect stikstof geldt dat sinds de rechterlijke uitspraak van de Raad van State van 29 mei 2019<sup>1</sup> de ecologische gevolgen van iedere berekende depositie toename meer dan 0,00 mol N/ha/jaar beoordeeld moet worden. Deze voorwaarde geldt voor zowel de aanlegfase als voor de gebruiksfase van een plan of activiteit. De berekening moet uitgevoerd worden met de meest actuele versie van het rekeninstrument AERIUS Calculator.

### Kader vergunningverlening stikstof

Momenteel geldt het volgende kader voor de vergunningverlening in het kader van de gebiedsbescherming van Natura 2000-gebieden:

- er is een vergunning vereist voor projecten die een significant gevolg kunnen hebben voor een Natura 2000-gebied<sup>2</sup>. Dit is dus niet het geval indien significante gevolgen op voorhand zijn uit te sluiten. Dit is voor stikstof bijvoorbeeld het geval indien er volgens de stikstofberekeningen geen toename van stikstofdepositie plaatsvindt naar aanleiding van het te realiseren plan/activiteit of indien significante gevolgen kunnen worden uitgesloten in de voortoets (bijvoorbeeld door interne saldering);
- indien niet op voorhand kan worden uitgesloten dat mogelijke significante gevolgen optreden, dient een Passende Beoordeling te worden opgesteld om in beeld te brengen of er daadwerkelijk significante gevolgen aan de orde zijn. In een Passende Beoordeling mogen ook mitigerende maatregelen (zoals

<sup>1</sup> ABRvS 29 mei 2019, ECLI:NL: RVS:2019:1603.

<sup>2</sup> Artikel 5.1 Omgevingswet.

externe saldering) betrokken worden. De vergunning kan worden verleend indien (eventueel met toepassing van deze mitigerende maatregelen) de voorgenomen activiteit de natuurlijke kenmerken van het Natura 2000-gebied niet zal aantasten<sup>1</sup>;

- als uit de Passende Beoordeling blijkt dat significante gevolgen niet kunnen worden uitgesloten, kan een vergunning enkel worden verleend indien de ADC-toets succesvol wordt doorlopen:
  - A: er zijn geen alternatieve oplossingen;
  - D: het project is nodig om dwingende redenen van groot openbaar belang;
  - C: door middel van compenserende maatregelen wordt gewaarborgd dat de algehele samenhang van Natura 2000 bewaard blijft<sup>2</sup>.

### 3 UITGANGSPUNTEN

De werkzaamheden voor scenario 1 en 2 worden naar verwachting in enkele weken uitgevoerd (circa 1 maand) en vinden niet gelijktijdig plaats met overige werkzaamheden, zoals de beoogde ontwikkeling van de Averijhaven/Energiehaven. De werkzaamheden worden worst case gemodelleerd in 2024.

#### 3.1 Scenario 1: opbaggeren en afvoeren

In scenario 1 wordt een kraanponton in het depot geplaatst om vervolgens het materiaal op te baggeren en volledig af te voeren per as. De inzet van materieel en de transportbewegingen zijn bepaald op basis van de werkzaamheden (en de hoeveelheid en type te verwerken steenachtig materiaal). In deze paragraaf worden de uitgangspunten met berekeningswijze en modellering verder uitgewerkt.

##### 3.1.1 Mobiele werktuigen

###### Berekeningswijze

Emissies van mobiele werktuigen worden berekend via de AUB-methode<sup>3</sup>. Deze methode is door TNO uitgewerkt en beschikbaar gesteld voor AERIUS. Voor de emissieberekeningen zijn drie gegevens nodig: het AdBlue-verbruik in liters per jaar, het aantal draaiuren per jaar en het brandstofverbruik in liters per jaar.

Gebaseerd op het bouwjaar en het maximale motorvermogen kan aan de hand van de publicatie van TNO<sup>4</sup> een inschatting gemaakt worden van het brandstofverbruik in liters per uur. Voor de hoeveelheid AdBlue per werktuig voor STAGE IV materieel is conform de aanwijzing van de Instructie gegevensinvoer uitgegaan van 6 % van het totale brandstofverbruik per werktuig.

###### Modellering

De inzet van mobiele werktuigen is in onderstaande tabel opgenomen. Voor alle mobiele werktuigen is uitgegaan van minimaal STAGE IV (bouwjaar 2014). De vrachtauto's met slibtrailer en de bijbehorende emissies op locatie (stationair draaien en manoeuvreren) zijn meegenomen als zwaar utiliteiten werktuig (ZUT).

---

<sup>1</sup> Artikel 16.53c lid 1 Omgevingswet. Artikel 8.74b Besluit kwaliteit leefomgeving.

<sup>2</sup> Artikel 10.24 Besluit kwaliteit leefomgeving.

<sup>3</sup> AUB = AdBlue-verbruik, Uren, Brandstofverbruik.

<sup>4</sup> TNO rapport 2021 R12305.



Tabel 3.1 Inzet van mobiele werktuigen scenario 1

Materieel	Stage-klasse	V (kW)	Inzet (uren)	Brandstofverbruik (L)	AdBlue-verbruik (L)
Kraan op ponton	IV	261	176	4.459	268
HGM	IV	204	176	3.506	210
Vrachtauto met slibtrailer	ZUT	--	1.582	--	--

De inzet van mobiele werktuigen is gemodelleerd als algemene vlakbron op de beoogde werklocatie. De inzet van de mobiele werktuigen resulteert in 361,1 kg NO<sub>x</sub> en 4,2 kg NH<sub>3</sub>.

### 3.1.2 Wegverkeer

#### Aantallen en routing

##### Berekeningswijze

Op basis van de intensiteiten, afstand van het traject, type voertuig, type weg en de daaruit volgende emissiefactoren berekent AERIUS de emissies van het wegverkeer. De rijroute dient hierbij ingetekend te worden tot het punt waar het verkeer opgaat in het heersende verkeerbeeld<sup>1</sup>. Het verkeer van en naar de inrichting gaat op in het heersend verkeersbeeld wanneer:

- het verkeer door de snelheid en het rij- en stopgedrag niet meer onderscheidend is ten opzichte van het overige verkeer, en;
- wanneer de intensiteit van het verkeer is gereduceerd tot enkele procenten ten opzichte van het overige verkeer.

##### Modellering

De route is ingetekend als enkele lijnbron zodat elk voertuig twee bewegingen maakt.

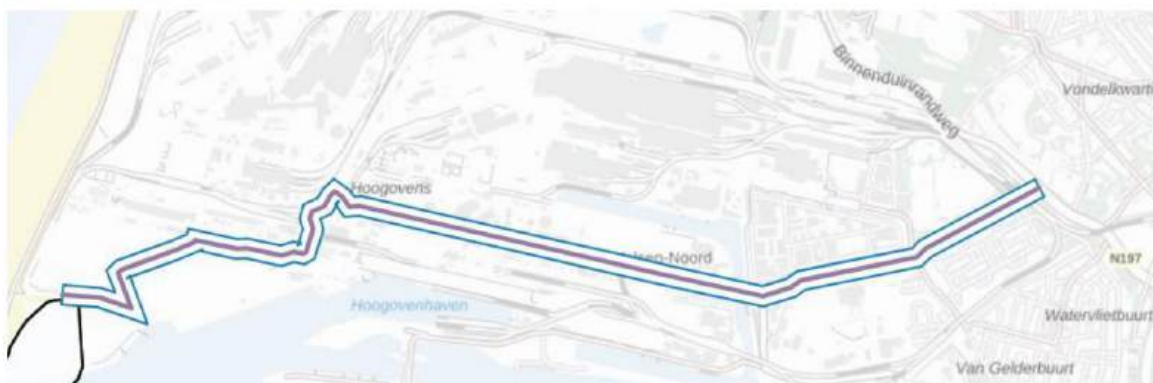
Tabel 3.2 Inzet van wegverkeer

Wegverkeer	Voertuigen totaal	Bewegingen totaal
zwaar wegverkeer	3.163	6.326

Het wegverkeer is gemodelleerd vanaf de projectlocatie via de weergegeven route in de onderstaande afbeelding. Aldaar gaat het wegverkeer qua aantallen en rijgedrag op in het heersend verkeersbeeld conform de voorschriften van de instructie gegevensinvoer van AERIUS Calculator. De totale emissie van wegverkeer is 132,5 kg NO<sub>x</sub> en 2,5 kg NH<sub>3</sub>.

<sup>1</sup> Expertiseteam Stikstof en Natura 2000 van BIJ12. (december 2023). Instructie gegevensinvoer voor AERIUS Calculator 2023, versie 3.

Afbeelding 3.1 Route wegverkeer



### Stationair draaien

Emissies van stationair draaien zijn meegenomen in de modellering van ZUT.

## 3.1.3 Werkschepen

### Berekeningswijze

Tijdens de werkzaamheden zijn diverse werkschepen operationeel op de verschillende deelsectiegebieden waarbij stikstofemissies vrijkomen. De stikstofemissies van de scheepsmotoren zijn berekend aan de hand van de volgende formule:

$$\text{Emissie} = \text{uren} \times \text{belasting} \times \text{vermogen} \times \text{emissiefactor}$$

waarbij:

- emissie = stikstofemissie (g/jaar);
- uren = het aantal uren per jaar dat een bepaalde machine wordt gebruikt (uur);
- belasting = deel van het volle vermogen van de betreffende machine dat gemiddeld wordt gebruikt (%);
- vermogen = het gemiddelde volle vermogen van het machinetype (kW);
- emissiefactor = de gemiddelde emissiefactor behorende bij het bouwjaar (g/kWh).

Het vermogen en de totale ureninzet van de werkschepen zijn ingeschat op basis van de opgestelde kostenraming voor dit project. Op basis van de ingeschatte cilinderinhoud zijn de emissiefactoren van de werkschepen bepaald. Hierbij is aangesloten bij de emissiestandaarden voor de voortstuwing van binnenvaartschepen<sup>1</sup>.

### Modellering

In onderstaande tabel is het overzicht van de werkschepen weergegeven.

Tabel 3.3 Emissieberekening van werkschepen scenario 1

Materieel	Klasse	V (kW)	Inzet (uur)	Belasting (%)	NO <sub>x</sub> -emissie factor (g/kWh)	NO <sub>x</sub> -emissie (kg)
Drijvende bok (Hebolift-10)	Tier III	2.880	48	20	1,96	54,2

<sup>1</sup> Publicatieblad van de Europese Unie, Richtlijn 2004/26/EG, d.d. 21 juni 2004, p. 15. Opgehaald via <https://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:225:0003:0107:NL:PDF>.



Materieel	Klasse	V (kW)	Inzet (uur)	Belasting (%)	NO <sub>x</sub> -emissie factor (g/kWh)	NO <sub>x</sub> -emissie (kg)
Duwboot met bak	STAGE III	221	176	20	7,8	60,7

De stikstofemissies afkomstig van de werkschepen zijn in AERIUS Calculator ingevoerd als oppervlaktebron 'Anders'. Voor de bronkenmerken is aangesloten bij de bronkenmerken van het type 'Europa I'.<sup>1</sup>

### 3.1.4 Scheepvaart

De werkschepen moet daarnaast naar de locatie komen. Voor de volledigheid zijn een aantal scheepsbewegingen meegenomen voor het komen en gaan van deze schepen.

#### Berekeningswijze

De scheepsbewegingen worden in AERIUS Calculator gemodelleerd als lijnbron 'Scheepvaart Binnenvaart - Vaarroute'. Hierbij wordt uitgegaan van de standaardwaarden voor de emissiehoogte, spreiding, warmte-inhoud en temporele variatie van dit type bron. De scheepsbewegingen worden gemodelleerd tot aan het heersende vaarbeeld. Ook hiervoor geldt dat dit het punt is waarop de schepen door de snelheid én intensiteit zich verhoudingsgewijs niet meer onderscheiden van de reeds aanwezige scheepvaart.

#### Modellering

In de onderstaande tabel zijn de scheepsbewegingen weergegeven.

Tabel 3.4 Inzet van scheepvaart tijdens de aanlegfase 2025

Materieel	Aantallen totaal	Bewegingen totaal	Laden/lossen (uren)
Werkschepen	2	4	0

De scheepsbewegingen zijn gemodelleerd vanaf de projectlocatie via de weergegeven route in de afbeelding 3.2 (links). De scheepsbewegingen van de duwboot met bak is gemodelleerd als 'Binnenvaart - Vaarroute'. De schepen zijn gemodelleerd als 'Duwstel - Europa I'. De totale emissie van scheepvaart is 2,2 kg NO<sub>x</sub> en 0,0 kg NH<sub>3</sub> per jaar.

## 3.2 Scenario 2: opbaggeren, scheiden en afvoeren

In scenario 2 wordt een kraanponton in het depot geplaatst om vervolgens het materiaal op te baggeren, eerste te scheiden/zeven op locatie Averijhaven en vervolgens af te voeren per schip. De inzet van materieel en de transportbewegingen zijn bepaald op basis van de werkzaamheden (en de hoeveelheid en type te verwerken steenachtig materiaal). In deze paragraaf worden de uitgangspunten met berekeningswijze en modellering verder uitgewerkt.

### 3.2.1 Mobiele werktuigen

#### Berekeningswijze

Zie paragraaf 3.1.1.

<sup>1</sup> TNO, Getallen voor AERIUS 2021 v2 binnenvaart.

### Modellering

De inzet van mobiele werktuigen is in onderstaande tabel opgenomen. Voor alle mobiele werktuigen is uitgegaan van minimaal STAGE IV (bouwjaar 2014).

Tabel 3.5 Inzet van mobiele werktuigen scenario 2

Materieel	Stage-klasse	V (kW)	Inzet (uren)	Brandstofverbruik (L)	AdBlue-verbruik (L)
kraan op ponton	IV	261	176	4.459	268
zeefinstallatie (Zemmler MS6700)	IV	75	176	1.349	81
HGM	IV	204	488	9.721	583
pompstation (Damen SPS 2020)	IV	120	176	2.101	126
8x8 dumpauto	ZUT	--	160	--	--

De inzet van mobiele werktuigen is gemodelleerd als algemene vlakbron op de beoogde werklocatie. De inzet van de mobiele werktuigen resulteert in 132,2 kg NO<sub>x</sub> en 4,5 kg NH<sub>3</sub>.

### 3.2.2 Wegverkeer

De 8x8 dumpauto moet daarnaast naar het terrein komen. Voor de volledigheid zijn een aantal verkeersbewegingen meegenomen voor het komen en gaan van deze vrachtwagen.

#### Aantallen en routing

##### Berekeningswijze

Zie paragraaf 3.1.2.

##### Modellering

De route is ingetekend als enkele lijnbron zodat elk voertuig twee bewegingen maakt.

Tabel 3.6 Inzet van wegverkeer

Wegverkeer	Voertuigen totaal	Bewegingen totaal
zwaar wegverkeer	20	40

Het wegverkeer is gemodelleerd vanaf de projectlocatie via de weergegeven route in de afbeelding 3.1. Aldaar gaat het wegverkeer qua aantallen en rijgedrag op in het heersend verkeersbeeld conform de voorschriften van de instructie gegevensinvoer van AERIUS Calculator. De totale emissie van wegverkeer is 0,8 kg NO<sub>x</sub> en 0,0 kg NH<sub>3</sub>.

#### Stationair draaien

Emissies van stationair draaien zijn meegenomen in de modellering van ZUT.



### 3.2.3 Werkschepen

#### Berekeningswijze

Zie paragraaf 3.1.3

#### Modellering

In onderstaande tabel is het overzicht van de werkschepen weergegeven.

Tabel 3.7 Emissieberekening van werkschepen scenario 2

Materieel	Klasse	V (kW)	Inzet (uur)	Belasting (%)	NO <sub>x</sub> -emissie factor (g/kWh)	NO <sub>x</sub> -emissie (kg)
Drijvende bok (Hebolift-10)	Tier III	2.880	48	20	1,96	54,2
Duwboot met bak	STAGE III	221	176	20	7,8	60,7

De stikstofemissies afkomstig van de werkschepen zijn in AERIUS Calculator ingevoerd als oppervlaktebron 'Anders'. Voor de bronkenmerken is aangesloten bij de bronkenmerken van het type 'Europa I'.<sup>1</sup>

### 3.2.4 Scheepvaart

#### Berekeningswijze

Zie paragraaf 3.1.4.

#### Modellering

In de onderstaande tabel zijn de scheepsbewegingen en laad/lostijd per schip weergegeven.

Tabel 3.8 Inzet van scheepvaart tijdens de aanlegfase 2025

Materieel	Aantallen totaal	Bewegingen totaal	Laden/lossen (uren)
duwboot met bak	493	986	2
werkschepen	2	4	0

De scheepsbewegingen zijn gemodelleerd vanaf de projectlocatie via de weergegeven route in de onderstaande afbeelding. De scheepsbewegingen zijn gemodelleerd als 'Binnenvaart - Vaarroute' en het laden/lossen als 'Scheepvaart - Aanlegplaats'. Het schip is gemodelleerd als 'Duwstel - Europa I'. De totale emissie van scheepvaart is 514,4 kg NO<sub>x</sub> en 0,0 kg NH<sub>3</sub> per jaar.

<sup>1</sup> TNO, Getallen voor AERIUS 2021 v2 binnenvaart.

Afbeelding 3.2 Route scheepvaart (links: aanlegplaats werkschepen/drijvende bok; rechts: aanlegplaats transportbewegingen)



### 3.3 Scenario 3: laten liggen

In dit scenario zijn er geen aanvullende handelingen nodig. Er is derhalve geen sprake van stikstofemissies.

### 3.4 Rekenmethode

De stikstofdepositieberekeningen zijn met het wettelijk rekeninstrument AERIUS Calculator versie 2023.2.1 uitgevoerd. De rekenmethode is in beheer van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM). AERIUS berekent de bijdrage aan de stikstofdepositie (in mol/ha/jr) op alle stikstofgevoelige habitattypen binnen Natura 2000-gebieden en geeft weer waar deze bijdragen hoger dan 0,00 mol/ha/j zijn. Bij het beoordelen van een stikstofdepositie onderzoek gaat het bevoegd gezag uit van de meest recente versie van AERIUS, zoals beschikbaar op [www.aerius.nl](http://www.aerius.nl). Versie 2023.2.1 van AERIUS is op het moment van schrijven van dit rapport de meest actuele versie.

## 4 RESULTATEN EN CONCLUSIE

Uit de AERIUS berekeningen voor scenario 1 en 2 blijkt dat de scenario's 1 en 2 leiden tot een toename van stikstofdepositie op beschermde Natura 2000-gebieden. De AERIUS berekeningen zijn opgenomen in bijlage I en II van deze notitie.

Tabel 4.1 Resultaten AERIUS berekeningen

	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
emissie NO <sub>x</sub>	610,7 kg /jaar	762,3 kg /jaar	0 kg /jaar
emissie NH <sub>3</sub>	6,7 kg /jaar	4,5 kg /jaar	0 kg /jaar
maximale depositie	0,07 mol/ha/jaar	0,06 mol/ha/jaar	0,00 mol/ha/jaar



Op basis van deze resultaten kan op voorhand niet uitgesloten worden dat er negatieve effecten op Natura 2000-gebieden optreden ten gevolge van stikstofdepositie voor scenario 1 en 2. Maatregelen zijn nodig om de scenario's uit te voeren.

In het kader van de voorschriften van de Omgevingswet voor wat betreft stikstofdepositie is het steenachtig materiaal laten liggen het scenario met de minste impact (resulteert niet in een toename van stikstofdepositie).



## BIJLAGE: AERIUS BEREKENING SCENARIO 1



# Projectberekening

Dit document geeft een overzicht van de invoer en rekenresultaten van een Projectberekening met AERIUS Calculator. De berekening is uitgevoerd binnen Natura 2000-gebieden, op rekenpunten die overlappen met stikstofgevoelige habitattypen en/of leefgebieden, gekoppeld aan een aangewezen soort, of nog onbekend maar mogelijk wel relevant, en waar tevens sprake is van een overbelaste of bijna overbelaste situatie voor stikstofdepositie.



- [Overzicht](#)
- [Samenvatting situaties](#)
- [Resultaten](#)
- [Detailgegevens per emissiebron](#)

*Deze PDF is een digitaal bestand dat weer in te lezen is in AERIUS. Meer toelichting over de PDF en AERIUS kunt u vinden in de handleidingen of op onze website.*



Contactgegevens

Rechtspersoon	--
Inrichtingslocatie	--, ---

Activiteit

Omschrijving	--
Toelichting	--

Berekening

AERIUS kenmerk	RavAiaXTb69E
Datum berekening	15 juli 2024, 21:59
Rekenconfiguratie	OwN2000-rekengrid

Totale emissie

Verwijderen afvoeren slakken - Beoogd	Rekenjaar	Emissie NH <sub>3</sub>	Emissie NO <sub>x</sub>
	2024	6,7 kg/j	610,7 kg/j

Resultaten

Verwijderen afvoeren slakken - Beoogd	Hoogste bijdrage	Hexagon	Gebied
	0,07 mol/ha/j	5792377	Noordhollands Duinreservaat
Gekarteerd oppervlak met toename (ha)	2.085,65 ha		
Gekarteerd oppervlak met afname (ha)	0,00 ha		
Grootste toename	0,07 mol/ha/j		
Grootste afname	-		



Verwijderen afvoeren slakken (Beoogd), rekenjaar 2024

Emissiebronnen

	Emissie NH <sub>3</sub>	Emissie NO <sub>x</sub>
1 Anders...   Anders...   Drijvende bok	-	54,2 kg/j
2 Mobiele werktuigen   Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning   Materieel	4,2 kg/j	361,1 kg/j
3 Anders...   Anders...   Duwboot	-	60,7 kg/j
5 Scheepvaart   Binnenvaart: Vaarroute   Binnenvaart	-	2,2 kg/j
 Verkeersnetwerk	2,5 kg/j	132,5 kg/j

The map displays the Velsen area, including the Duinreservaat (Dune Reserve) to the north and the Oude Buitenhaven/Noordzeehaven (Old Outer Harbour/North Sea Harbour) to the west. Four drinking water sources (PB) are marked with icons: a purple star in a circle (PB) in the Dune Reserve, a pink plus in a circle (PB) near the harbour, a pink plus in a circle (PB) near the Velsen-Noord area, and a purple star in a circle (PB) near the Velsen-Zuid area. A black line indicates a route or boundary. The map also shows various streets and neighborhoods, including Heemskerk, Westrand, and Velsen-Noord. A scale bar indicates 2 km, and the map is credited to OSM & Kadaster.

- |   |                                  |   |  |
|---|----------------------------------|---|--|
|  | Habitatrichtlijn                 |  | Grootste toename (projectberekening)             |
|  | Vogelrichtlijn                   |  | Grootste afname (projectberekening)              |
|  | Vogelrichtlijn, Habitatrichtlijn |  | Hoogste totaal (achtergrond + projectberekening) |
|  | Niet bepaald                     |   |  |

RavAiaXTb69E (15 juli 2024)

## Resultaten stikstofgevoelige Natura 2000 gebieden situatie "Verwijderen afvoeren slakken " (Beoogd) incl. saldering e/o referentie

	Berekend (ha gekarteerd)	Hoogste totale depositie (mol N/ha/jr)	Met toename (ha gekarteerd)	Grootste toename (mol N/ha/jr)	Met afname (ha gekarteerd)	Grootste afname (mol N/ha/jr)
Totaal	2.085,65	3.355,31	2.085,65	0,07	0,00	-

Per gebied	Berekend (ha gekarteerd)	Hoogste totale depositie (mol N/ha/jr)	Met toename (ha gekarteerd)	Grootste toename (mol N/ha/jr)	Met afname (ha gekarteerd)	Grootste afname (mol N/ha/jr)
Noordhollands Duinreservaat (87)	1.117,89	3.355,31	1.117,89	0,07	0,00	-
Kennemerland-Zuid (88)	967,76	2.294,04	967,76	0,03	0,00	-



## Verwijderen afvoeren slakken , Rekenjaar 2024

## 1 Anders... | Anders...

Naam	Drijvende bok	Uittreedhoogte	2,7 m	NO <sub>x</sub>	54,2 kg/j
Locatie	X:99917,08 Y:498234,24	Warmteinhoud	0,100 MW		
Lengte	338,40 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

## 2 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	Materieel	NO <sub>x</sub>				361,1 kg/j	
Locatie	X:100035,43	NH <sub>3</sub>				4,2 kg/j	
Oppervlakte	Y:498619,1						
	2,47 ha						
Naam	Stageklasse	Brandstof- verbruik	Draaiuren	AdBlue verbruik	Stof	Emissie	
Kraan op ponton	Stage-IV, 2014-2018, 75-560 kW, diesel, SCR: ja	4459 l/j	176 u/j	268 l/j	NO <sub>x</sub>	24,7 kg/j	
					NH <sub>3</sub>	1,1 kg/j	
HGM	Stage-IV, 2014-2018, 75-560 kW, diesel, SCR: ja	3506 l/j	176 u/j	210 l/j	NO <sub>x</sub>	20,0 kg/j	
					NH <sub>3</sub>	0,8 kg/j	
Vrachtauto met slibtrailer	Zware utiliteitsvoertuigen (meer dan 6L cilinderinhoud) op diesel		1582 u/j		NO <sub>x</sub>	316,4 kg/j	
					NH <sub>3</sub>	2,3 kg/j	

## 3 Anders... | Anders...

Naam	Duwboot	Uittreedhoogte	2,7 m	NO <sub>x</sub>	60,7 kg/j
Locatie	X:100025,98 Y:498603,23	Warmteinhoud	0,100 MW		
		Spreiding	1 m		
Oppervlakte	1,37 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

## 4 Wegverkeer | Weg

Naam	Wegverkeer	Links	Rechts	NO <sub>x</sub>	132,5 kg/j
Locatie	X:102088,44 Y:498956,42	Type scherm	-	NO <sub>2</sub>	38,8 kg/j
Lengte	5.182,16 m	Hoogte	-	NH <sub>3</sub>	2,5 kg/j
Wegtype	Binnen bebouwde kom (doorstromend)	Afstand tot de weg	-		
Rijrichting	Beide richtingen				
Tunnelfactor	1				
Type hoogteligging	Normaal				
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m				
Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file		
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar			0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar			0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	6.326,0 /jaar			0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar			0,0 %

## 5 Scheepvaart | Binnenvaart: Vaarroute

Naam	Binnenvaart	Vaarwater	CEMT_VIb	NO <sub>x</sub>	2,2 kg/j		
Locatie	X:100832,01 Y:498099,85	Van A naar B	Irrelevant				
Lengte	1.886,63 m						
Beschrijving	Type	Van A naar B	Beladen	Van B naar A	Beladen	Stof	Emissie
Werkschepen	Duwstel – BI (Europa I)	2 /jaar	50 %	2 /jaar	50 %	NO <sub>x</sub>	2,2 kg/j
						NH <sub>3</sub>	0,0 kg/j

### Disclaimer

Hoewel verstrekte gegevens kunnen dienen ter onderbouwing van een vergunningaanvraag, kunnen er geen rechten aan worden ontleend. De eigenaar van AERIUS aanvaardt geen aansprakelijkheid voor de inhoud van de door de gebruiker aangeboden informatie. Bovenstaande gegevens zijn enkel bruikbaar tot er een nieuwe versie van AERIUS beschikbaar is. AERIUS is een geregistreerd handelsmerk in Europa. Alle rechten die niet expliciet worden verleend, zijn voorbehouden.

### Rekenbasis

Deze berekening is tot stand gekomen op basis van

AERIUS versie 2023.2.1\_20240702\_c9370194cb

Database versie 2023.2.1\_c9370194cb\_calculator\_nl\_stable

Voor meer informatie over de gebruikte methodiek en data zie:

<https://link.aerius.nl/website>



## BIJLAGE: AERIUS BEREKENING SCENARIO 2



# Projectberekening

Dit document geeft een overzicht van de invoer en rekenresultaten van een Projectberekening met AERIUS Calculator. De berekening is uitgevoerd binnen Natura 2000-gebieden, op rekenpunten die overlappen met stikstofgevoelige habitattypen en/of leefgebieden, gekoppeld aan een aangewezen soort, of nog onbekend maar mogelijk wel relevant, en waar tevens sprake is van een overbelaste of bijna overbelaste situatie voor stikstofdepositie.



- [Overzicht](#)
- [Samenvatting situaties](#)
- [Resultaten](#)
- [Detailgegevens per emissiebron](#)

*Deze PDF is een digitaal bestand dat weer in te lezen is in AERIUS. Meer toelichting over de PDF en AERIUS kunt u vinden in de handleidingen of op onze website.*



Contactgegevens

Rechtspersoon	--
Inrichtingslocatie	--, ----

Activiteit

Omschrijving	--
Toelichting	--

Berekening

AERIUS kenmerk	S5R87eSTh3Tn
Datum berekening	15 juli 2024, 22:29
Rekenconfiguratie	OwN2000-rekengrid

Totale emissie

Verwijderen zeven slakken - Beoogd	Rekenjaar 2024	Emissie NH <sub>3</sub> 4,5 kg/j	Emissie NO <sub>x</sub> 762,3 kg/j
------------------------------------	-------------------	-------------------------------------	---------------------------------------

Resultaten

Verwijderen zeven slakken - Beoogd	Hoogste bijdrage 0,06 mol/ha/j	Hexagon 5792377	Gebied Noordhollands Duinreservaat
Gekarteerd oppervlak met toename (ha)	2.127,57 ha		
Gekarteerd oppervlak met afname (ha)	0,00 ha		
Grootste toename	0,06 mol/ha/j		
Grootste afname	-		

Verwijderen zeven slakken (Beoogd), rekenjaar 2024

### Emissiebronnen

	Emissie NH <sub>3</sub>	Emissie NO <sub>x</sub>
1 Anders...   Anders...   Drijvende bok	-	54,2 kg/j
2 Mobiele werktuigen   Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning   Materieel	4,5 kg/j	132,2 kg/j
3 Anders...   Anders...   Duwboot	-	60,7 kg/j
4 Scheepvaart   Binnenvaart: Vaarroute   Binnenvaart	-	418,5 kg/j
5 Scheepvaart   Binnenvaart: Aanlegplaats   Binnenvaart: Aanlegplaats	-	93,7 kg/j
7 Scheepvaart   Binnenvaart: Vaarroute   Binnenvaart - werkschepen	-	2,2 kg/j
 Verkeersnetwerk	15,5 g/j	0,8 kg/j



The map shows the Velsen area in Kennemerland-Zuid. A black line highlights a specific route or boundary. Six drinking water sources (bronnen) are marked with pink plus signs and 'PB' labels. The map includes the Duinreservaat to the north and the Oude Buitenhaven/Noordzeehaven to the west. A scale bar indicates 2 km. The map is credited to OSM & Kadaster.

- |   |                                  |   |  |
|---|----------------------------------|---|--|
|  | Habitatrichtlijn                 |  | Grootste toename (projectberekening)             |
|  | Vogelrichtlijn                   |  | Grootste afname (projectberekening)              |
|  | Vogelrichtlijn, Habitatrichtlijn |  | Hoogste totaal (achtergrond + projectberekening) |
|  | Niet bepaald                     |   |  |

S5R87eSTh3Tn (15 juli 2024)

## Resultaten stikstofgevoelige Natura 2000 gebieden situatie "Verwijderen zeven slakken" (Beoogd) incl. saldering e/o referentie

	Berekend (ha gekarteerd)	Hoogste totale depositie (mol N/ha/jr)	Met toename (ha gekarteerd)	Grootste toename (mol N/ha/jr)	Met afname (ha gekarteerd)	Grootste afname (mol N/ha/jr)
Totaal	2.127,57	3.355,31	2.127,57	0,06	0,00	-

Per gebied	Berekend (ha gekarteerd)	Hoogste totale depositie (mol N/ha/jr)	Met toename (ha gekarteerd)	Grootste toename (mol N/ha/jr)	Met afname (ha gekarteerd)	Grootste afname (mol N/ha/jr)
Noordhollands Duinreservaat (87)	1.128,51	3.355,31	1.128,51	0,06	0,00	-
Kennemerland-Zuid (88)	999,06	2.294,04	999,06	0,03	0,00	-

## Verwijderen zeven slakken, Rekenjaar 2024

## 1 Anders... | Anders...

Naam	Drijvende bok	Uittreedhoogte	2,7 m	NO <sub>x</sub>	54,2 kg/j
Locatie	X:99917,08 Y:498234,24	Warmteinhoud	0,100 MW		
Lengte	338,40 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

## 2 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	Materieel			NO <sub>x</sub>	132,2 kg/j	
Locatie	X:100149,55			NH <sub>3</sub>	4,5 kg/j	
	Y:498603,82					
Oppervlakte	3,43 ha					
Naam	Stageklasse	Brandstof- verbruik	Draaiuren	AdBlue verbruik	Stof	Emissie
Kraan op ponton	Stage-IV, 2014-2018, 75-560 kW, diesel, SCR: ja	4459 l/j	176 u/j	268 l/j	NO <sub>x</sub>	24,7 kg/j
					NH <sub>3</sub>	1,1 kg/j
Zeefinstallatie	Stage-IV, 2014-2018, 75-560 kW, diesel, SCR: ja	1349 l/j	176 u/j	81 l/j	NO <sub>x</sub>	8,1 kg/j
					NH <sub>3</sub>	0,3 kg/j
HGM	Stage-IV, 2014-2018, 75-560 kW, diesel, SCR: ja	9721 l/j	488 u/j	583 l/j	NO <sub>x</sub>	55,1 kg/j
					NH <sub>3</sub>	2,3 kg/j
Pompstation	Stage-IV, 2014-2018, 75-560 kW, diesel, SCR: ja	2101 l/j	176 u/j	126 l/j	NO <sub>x</sub>	12,3 kg/j
					NH <sub>3</sub>	0,5 kg/j
8x8 dumpauto	Zware utiliteitsvoertuigen (meer dan 6L cilinderinhoud) op diesel		160 u/j		NO <sub>x</sub>	32,0 kg/j
					NH <sub>3</sub>	0,2 kg/j

## 3 Anders... | Anders...

Naam	Duwboot	Uittreedhoogte	2,7 m	NO <sub>x</sub>	60,7 kg/j
Locatie	X:100025,98 Y:498603,23	Warmteinhoud	0,100 MW		
		Spreiding	1 m		
Oppervlakte	1,37 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

## 4 Scheepvaart | Binnenvaart: Vaarroute

Naam	Binnenvaart	Vaarwater	CEMT_Vib	NO <sub>x</sub>	418,5 kg/j			
Locatie	X:101055,68 Y:498144,73	Van A naar B	Irrelevant					
Lengte	1.446,40 m							
Beschrijving	Type	Van A naar B	Beladen	Van B naar A	Beladen	Stof	Emissie	
Transport duwboot met bak	Duwstel – BI (Europa I)	493 /jaar	100 %	493 /jaar	0 %	NO <sub>x</sub>	418,5 kg/j	
						NH <sub>3</sub>	0,0 kg/j	



## 5 Scheepvaart | Binnenvaart: Aanlegplaats

Naam	Binnenvaart:					NO <sub>x</sub>		93,7 kg/j
	Aanlegplaats							
Locatie	X:100441,31							
	Y:498482,25							
Lengte	155,26 m							
Beschrijving	Type	Beladen	Bezoeken	Verblijftijd	Walstroom	Stof	Emissie	
Duwboot met bak	Duwstel – BI (Europa I)	50,0 %	493 /jaar	2u	0,0 %	NO <sub>x</sub>	93,7 kg/j	
						NH <sub>3</sub>	0,0 kg/j	

## 6 Wegverkeer | Weg

Naam	Wegverkeer	Links	Rechts	NO <sub>x</sub>	0,8 kg/j
Locatie	X:102088,44 Y:498956,42	Type scherm	-	-	NO <sub>2</sub> 0,2 kg/j
Lengte	5.182,16 m	Hoogte	-	-	NH <sub>3</sub> 15,5 g/j
Wegtype	Binnen bebouwde kom (doorstromend)	Afstand tot de weg	-	-	
Rijrichting	Beide richtingen				
Tunnelfactor	1				
Type hoogteligging	Normaal				
Weghoogte t.o.v. maaiveld	0 m				
Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigbewegingen	In file		
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %		
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %		
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	40,0 /jaar	0,0 %		
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0,0 /jaar	0,0 %		

## 7 Scheepvaart | Binnenvaart: Vaarroute

Naam	Binnenvaart - werkschepen	Vaarwater	CEMT_Vib	NO <sub>x</sub>	2,2 kg/j		
Locatie	X:100832,01 Y:498099,85	Van A naar B	Irrelevant				
Lengte	1.886,63 m						
Beschrijving	Type	Van A naar B	Beladen	Van B naar A	Beladen	Stof	Emissie
Werkschepen	Duwstel – BI (Europa I)	2 /jaar	50 %	2 /jaar	50 %	NO <sub>x</sub>	2,2 kg/j
						NH <sub>3</sub>	0,0 kg/j

### Disclaimer

Hoewel verstrekte gegevens kunnen dienen ter onderbouwing van een vergunningaanvraag, kunnen er geen rechten aan worden ontleend. De eigenaar van AERIUS aanvaardt geen aansprakelijkheid voor de inhoud van de door de gebruiker aangeboden informatie. Bovenstaande gegevens zijn enkel bruikbaar tot er een nieuwe versie van AERIUS beschikbaar is. AERIUS is een geregistreerd handelsmerk in Europa. Alle rechten die niet expliciet worden verleend, zijn voorbehouden.

### Rekenbasis

Deze berekening is tot stand gekomen op basis van

AERIUS versie 2023.2.1\_20240702\_c9370194cb

Database versie 2023.2.1\_c9370194cb\_calculator\_nl\_stable

Voor meer informatie over de gebruikte methodiek en data zie:

<https://link.aerius.nl/website>

## **Bijlage 4      Onderzoek buffercapaciteit grond**

## Inleiding en doelstelling

Staalslakken zijn sterk basisch en bij omvangrijke toepassingen op het land is een negatieve invloed op bodem of grondwater niet uit te sluiten. Omdat het in eerste instantie de bedoeling was om aan de westzijde van de geplande Energiehaven een hoge windwal te creëren, is onderzoek gedaan naar de buffercapaciteit van de ter plaatse aanwezige zandige grond. In een later stadium is de windwal geschrapt, de resultaten van dit onderzoek zijn daarom niet direct toepasbaar omdat (1) de resterende toepassingen (funderingen) op een andere ondergrond plaatsvinden en (2) de dikte van de terreinfunderingen veel minder is dan de hoogte van de windwal. Vanuit de praktijk zijn geen negatieve effecten op de bodemkwaliteit bekend van de toepassing van staalslakken in funderingen (de beoogde fundering van het bedrijfsterrein is wel dikker dan een standaard-fundering). Doelstellingen van dit onderzoek zijn:

- Bepalen van de buffercapaciteit van de grond ter plekke van de eerder geplande windwal
- Uittesten van het effect van compostadditie als mitigerende maatregel

## Werkwijze

De grond is bemonsterd door BK Ingenieurs, zie bijlage 5 voor een verslag van de monsternamen. Omdat volgens het oorspronkelijke plan de toplaag zou worden verwijderd en later weer terug geplaatst bovenop de windwal, zijn de monsters genomen van 0,3 - 1,3 en 1,3 - 2,3 m -mv. De 12 deelmonsters van beide diepten zijn op het proeflaboratorium van TAUW samengevoegd tot 2 mengmonsters (van beide lagen).

Er is verondersteld dat het percolaat van de staalslak als een verzadigde oplossing van calciumoxide kan worden beschouwd. Daarom is een oplossing van 1 g CaO/l demiwater aangemaakt (in contact met water wordt CaO omgezet in  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , calciumhydroxide). Met deze oplossing is een slurry van demiwater en 100 gram grond bij een vloeistof vaste stof (d.s.) verhouding van 5 getitreerd, door in stappen van pH 0,2 - 0,3 een bekend volume van de CaO-oplossing toe te voegen, een kwartier te wachten, de pH opnieuw te meten, enzovoorts.

Er is getitreerd vanaf de eigen pH van de grond tot een pH van circa 11 is bereikt. Vervolgens zijn op overeenkomstige wijze titraties uitgevoerd met grond, waaraan 10 % compost (op droge stof basis) is toegevoegd. Deelmonsters van de gemengde grond zijn aangeboden aan het laboratorium ALWest voor bepaling van lutum en organische stof.

## Resultaten

De pH en de samenstelling van de grond zijn samengevat in onderstaande tabel. De grond is beschreven als zandig materiaal met kleibrokjes.

Tabel B3.1 pH en samenstelling van de onderzochte grondmonsters

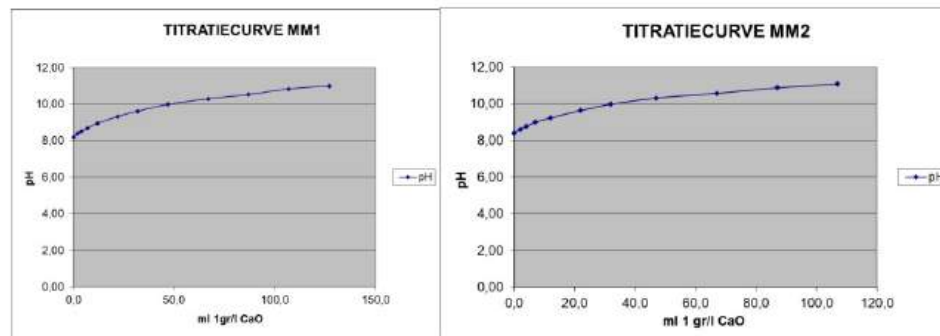
Parameter	MM1 (0,3-1,3 m -mv)	MM2 (1,3-2,3 m -mv)
pH-H <sub>2</sub> O	8,19	8,39
Lutum (% van ds)	4,7	3,9
Organische stof (% van ds)	2,4	2,3

De resultaten van de titraties zijn samengevat in tabel B3.2, de volledige curves zijn afgebeeld in de figuren B3.1 en B3.2. De zandige grond bezit een bepaalde buffercapaciteit, deze kan fors worden verhoogd door de additie van 10% compost (globaal een factor 4 bij een pH van 10).

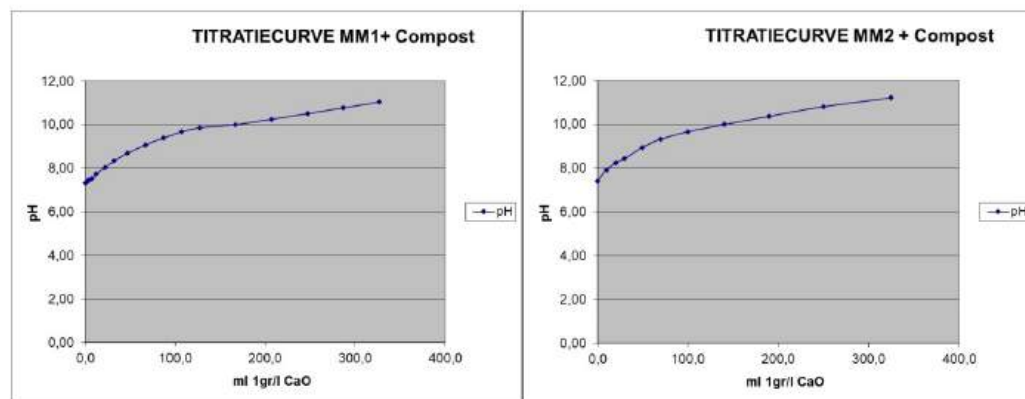


Tabel B3.2 Start-pH en cumulatief verbruik ml 1% CaO oplossing om een aangegeven pH te bereiken, in ml/kg ds

	MM1 (0,3-1,3 m -mv)	MM2 (1,3-2,3 m -mv)	MM1+10% compost	MM1+10% compost
Start pH	8,19	8,39	7,32	7,41
pH circa 9	140	70	670	530
pH circa 10	470	320	1.670	1.400
pH circa 11	1.270	1.070	3.270	2.875



Figuur B3.1 Titratiecurves mengmonsters grond (inzet 100 g ds)



Figuur B3.2 Titratiecurves mengmonsters grond + 10 % compost (inzet 100 g ds)

## Interpretatie

Het ontwerp van de windwal stelt dat deze wordt afgewerkt met een laag fijne staalslak, die na carbonatatie een vrijwel gesloten laag vormt. Verondersteld wordt dat deze laag na 5 jaar zodanig effectief is dat dat nog maar 10 % van het neerslagoverschot infiltreert. Voor het neerslagoverschot en de dichtheid van de grond worden uitgangspunten van de afleiding van de normen voor het Bbk aangehouden, dat wil zeggen, een neerslagoverschot van 300 mm/j en een droge dichtheid van de ondergrond van 1.440 kg/m<sup>3</sup> [35]. Bij een levensduur van 100 jaar, infiltreert er dus  $5 \cdot 300 + 95 \cdot 30 = 4.350$  l percolaat per m<sup>2</sup>. Eerst wordt als worst case benadering uitgegaan van een constante samenstelling van het percolaat als verzadigde oplossing van CaO. Het is de vraag of dit klopt, op enig moment is het CaO uitgespoeld en daarnaast zal er ook carbonatatie optreden in de staalslak en/of in het percolaat.

Verder bevat bodemlucht verhoogde CO<sub>2</sub>-concentraties en dit heeft ook een neutraliserende werking, hiermee wordt eerst geen rekening gehouden.

In het ontwerp wordt de toplaag van 30 cm verrijkt met compost. Een laag van 30 cm bevat  $0,3 \cdot 1.440 = 432$  kg droge grond. Dit betekent dat gedurende 100 jaar, de grond met compost in aanraking komt met  $4350/432 = 10$  l percolaat/kg. Als dit wordt vergeleken met tabel B3.2, betekent dit dat de buffercapaciteit van deze laag tot een pH van 11 volledig wordt verbruikt, de pH kan maximaal op circa 12 uitkomen (= de pH van het percolaat). Extrapolatie van de titratiecurve tot pH 12, levert een buffercapaciteit van bijna 5 l percolaat per kg droge grond + compost. Als men een hoge pH wil beperken tot een laag van 30 cm, moet de compostdosering globaal worden verdubbeld en als veiligheid moet de onderliggende laag van 30 - 60 cm -mv worden verrijkt met 10 % compost.

Een minder worst case benadering is om ervan uit te gaan dat de pH na 25 jaar is gedaald naar 11 doordat het oplosbare CaO opraakt en carbonatatie van de buitenste schil van de staalslak korrels optreedt. Bij dit uitgangspunt wordt de pH in de bovenste 30 cm nog steeds 12 en is het daarom nodig om ook de laag van 30 cm daaronder met compost te verrijken.

Als rekening wordt gehouden met het vrijkomen van CO<sub>2</sub> als gevolg van gedeeltelijke biologische afbraak van de toegevoegde compost (en eventueel al in de bodem aanwezige organische stof), wordt de situatie anders. In het vrijkomende percolaat bevindt zich maximaal circa 44 mol OH<sup>-</sup>, dit kan met 22 mol CO<sub>2</sub> worden geneutraliseerd. Op basis van de aerobe afbraak van koolhydraten, levert 654 gram koolhydraat voldoende CO<sub>2</sub>. Als in een laag van 30 cm 10 % compost wordt toegevoegd, komt dit overeen met 43 kg organische stof. Daarvan hoeft dus maar 1,5 % te worden afgebroken om het benodigde CO<sub>2</sub> te leveren. Dit potentieel is zeker aanwezig. Mocht zuurstof uitgeput raken, dan kan ook anaerobe afbraak voldoende CO<sub>2</sub> leveren voor neutralisatie.

## **Discussie, conclusies en aanbevelingen**

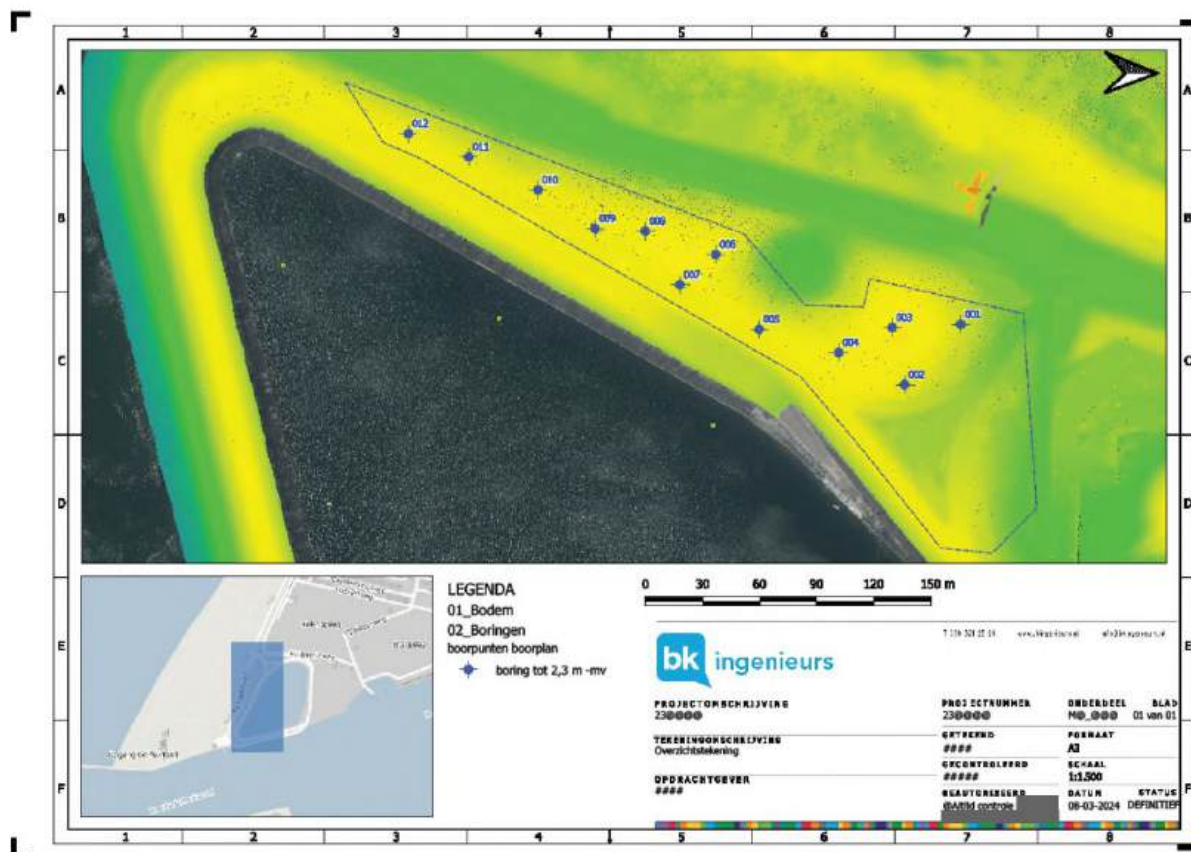
Voor de pH zijn geen normen maar helder is dat, analoog aan de stoffen die wel genormeerd zijn, een zekere emissie geaccepteerd kan worden. Een acceptabele zone met verhoogde pH-waarden zou op 1 meter gesteld kunnen worden, hierin zal een gradiënt ontstaan. Omdat CO<sub>2</sub>, dat van nature altijd aanwezig is in de atmosfeer en in de bodemlucht, een neutraliserend effect heeft, zal de pH op langere termijn afnemen. De beïnvloeding van de bodemkwaliteit is daarmee reversibel. Desondanks worden in het geval van grote ophogingen, zoals de windwal, mitigerende maatregelen aanbevolen. Naast beperking van de infiltratie is additie van organische stof aan de bodem een optie. Dit verhoogt de buffercapaciteit, maar het vrijkomen van CO<sub>2</sub> als gevolg van biologische afbraak heeft een groter effect. Een beperkte afbraak van de toegevoegde organische stof levert voldoende CO<sub>2</sub> om de vrijkomende base te neutraliseren. Afhankelijk van de condities op een locatie, kan een bodem ook van nature al voldoende bufferend vermogen bezitten (mede door het vrijkomen van CO<sub>2</sub>), maar voor duinzand geldt dit niet.

**Bijlage 5****Monstername grond westelijk duin**



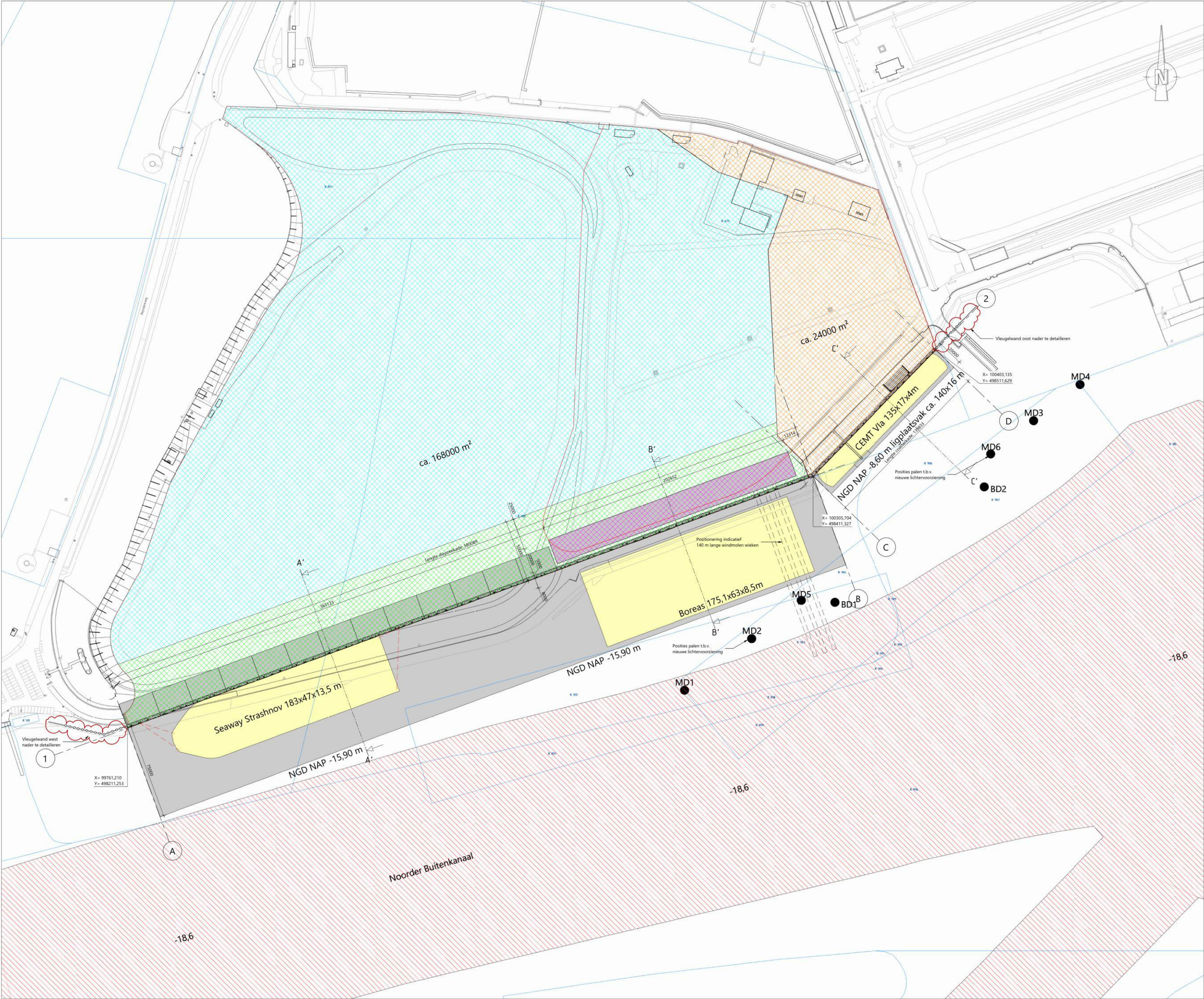
Kenmerk R001-1293250JJS-V01-los-NL

Overzicht van de boorpunten. Alle boringen zijn geplaatst van 0,3 - 2,3 m -mv.



**Bijlage 6****Plattegrond Energiehaven  
(voorontwerp)**





## REFERENTIE TEKENING

Tekeningnummer:	Tekeningnaam:
12_2001	Bestaande situatie
12_2002	Grondonderzoek
12_2101	Diepzeekade indeling boven- en vooraanzicht
12_2102	Diepzeekade dwarsdoorsnede ontlastvloer gecombineerd
12_2103	Diepzeekade dwarsdoorsnede ontlastvloer los
12_2104	Diepzeekade fasering ontlastvloer gecombineerd
12_2105	Diepzeekade fasering ontlastvloer gecombineerd
12_2111	Diepzeekade moot type A
12_2112	Diepzeekade moot type B
12_2113	Diepzeekade moot type C
12_2114	Diepzeekade moot type D
12_2201	Coasterkade indeling boven- en vooraanzicht
12_2202	Coasterkade dwarsdoorsnede
12_2204	Coasterkade fasering
12_2211	Coasterkade moot type A
12_2212	Coasterkade moot type B
12_2301	Aansluiting coasterkade en diepzeekade
12_2401	Baggerontwerp
12_2402	Bodem- en taludbescherming

## ASSENVERKLARING

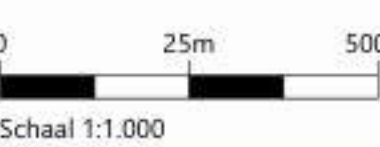
Naam	Omschrijving
1	Voorkant Diepzeekade
2	Voorkant Coasterkade
A	Begin/eind diepzeekade
B	Begin/eind diepzeekade
C	Begin/eind coasterkade
D	Begin/eind coasterkade

## LEGENDA

	Terreinbelasting 40 kN/m²
	Terreinbelasting 200 kN/m²
	Terreinbelasting 400 kN/m²
	Terreinbelasting 600 kN/m²
	NGD vak
	Accering peilvak

## OPMERKINGEN

- Maten in millimeters, tenzij anders vermeld
- Peilmaten in meters t.o.v. N.A.P., tenzij anders vermeld
- Diameters in millimeters, tenzij anders vermeld
- Coördinaten in meters in het RD-stelsel (Netherlands-RD, oblique stereographic projection)
- Dwarsdoorsnede staan weergegeven op tekening: 12\_2103, 12\_2104 en 12\_2203.



Schaal 1:1.000



<b>Witteveen</b>	<b>Bos</b>	<b>Port of Amsterdam</b>
Wjz.	Getek.	Datum
A		

**CONCEPT**

Opdrachtgever  
Port of Amsterdam  
Project  
Energiehaven  
Voortontwerp  
Onderwerp  
Nieuwe situatie  
Bovenaanzicht

Status  
Concept  
Datum  
15-07-2024

Getekend  
Goedgekeurd  
Goedgekeurd

Formaat  
A0  
Schaal  
1:1000  
Projectcode  
140341  
Tekeningnummer  
12\_2003  
Bladnummer  
1/1

BOVEAANZICHT NIEUWE SITUATIE

schaal: 1 : 1000

Witteveen Bos  
Postbus 22  
1100 AB Amsterdam  
T 020 68 79 11 | www.witteveenbos.com | Kvk 38020751



**Bijlage 7****Berekening CO<sub>2</sub>-/N-emissies varianten  
voor de toepassing van staalslakken**

## Notitie

Contactpersoon

Datum

2 september 2024

Kenmerk

N001-1293250CRM-V01

# CO<sub>2</sub> en N- emissies berekening staalslakken Averijhaven

De notitie is gemaakt met als doel om de **totale** CO<sub>2</sub>- en stikstofemissies van 3 mogelijke scenario's met elkaar te vergelijken. De scenario's gaan over het toepassen van staalslakken die ontgraven gaan worden bij de Averijhaven. Tevens is gekeken naar de emissies van vermeden materialen: als geen staalslakken toegepast kunnen worden, zijn andere materialen nodig die ook emissies veroorzaken. Wat betreft stikstof is dit geen Aerijs-berekening, waarbij de impact binnen een bepaald gebied wordt berekend. Dit gaat om totale emissies, ook buiten projectgrenzen.

## 1. Inleiding

Op de locatie Averijhaven komen staalslakken vrij. De vrijkomende staalslakken zijn verdeeld over de noordelijke, oostelijke en een deel van de westelijke ringdijk om het voormalige baggerspecie depot en een deel van de zuidelijke (afsluitende) dam. De ringdijken en het bovenste deel van de zuidelijke dam kunnen droog worden ontgraven, delen van de zuidelijke dam die in het water liggen moeten nat worden ontgraven. De ligging van de bestaande constructies is aangegeven in onderstaande figuur.



Figuur 2 Ligging Averijhavendepot, luchtfoto 2023, bron Cyclomedia

## 2. Scenario's

Op de locatie Averijhaven komen 565.000 m<sup>3</sup> staalslakken vrij. Qua massa wordt een dichtheid van 2,17 ton/m<sup>3</sup> gehanteerd. Hierdoor komt het totaal gewicht van de slakken op 1.226.050 ton. Er zijn drie opties voor wat er moet gebeuren met de staalslakken nadat ze zijn opgegraven:

1. Hergebruiken op locatie in nieuwe constructies voor de Energiehaven
2. Afvoeren naar locatie het Groene Schip
3. Afvoeren naar de Baltische staten (Riga)

De ontgraving van de staalslakken gebeurt in alle drie de scenario's. Een deel wordt droog ontgraven (356.000 m<sup>3</sup>) en een deel wordt nat ontgraven (209.000 m<sup>3</sup>). Voor de droge ontgraving wordt een grote graafmachine gebruikt. Hierna worden de staalslakken op een vrachtauto geladen en worden deze naar de nieuwe toepassing gebracht. Voor scenario 2 en 3 worden de staalslakken vervoerd naar de steiger Pelt & Hooykaas. De natte ontgraving wordt uitgevoerd met een grote kraan vanaf ponton die in het Noorderbuitenkanaal ligt (voor de zuidelijke dam). De staalslakken worden grotendeels ter plekke opnieuw toegepast als bodemversterking (scenario 1) of ze worden met de kraan rechtstreeks gestort in een binnenvaartschip (optie 2 en 3).

### Optie 1 Hergebruik op locatie

Er zijn nieuwe constructies nodig voor de Energiehaven. Deze nieuwe constructies zijn sowieso nodig, ongeacht het scenario. Als er geen staalslakken worden gebruikt, dan heb je andere bouwstoffen nodig. Extra voor staalslakken is alleen dat je bestaande toepassingen moet ontgraven. Na de ontgraving kunnen de staalslakken worden hergebruikt op de locatie:

- **Terreinfundering van 1,75<sup>13</sup> m.** Dit betreft staalslakken uit droge ontgraving. Het terrein bestaat grotendeels uit een oud baggerspecie depot, maar ook een deel naastgelegen terrein. De staalslakken wordt verdicht met een wals.
- **Onderwaterfundering voor hefschepen.** Dit betreft staalslakken uit natte ontgraving. De slakken worden met een kraan in gaten gestort. Hierna wordt het in een onderlosser gestort, en vervolgens na een geringe afstand varen gelost.
- **Aanvullingen zuidelijke dam achter nieuwe kademuur.** Dit betreft staalslakken uit natte ontgraving. De slakken kunnen met een grote kraan direct worden verplaatst.

	Hoeveelheid (m3)	Materieel
Droge ontgraving	356.000	Graafmachine
Natte ontgraving	209.000	Kraan
Terreinfundering	356.000	Wals
Onderwaterfundering - lossen	171.000	Kraan
Onderwaterfundering - transport	171.000	Boot
Aanvullen dam	38.000	Kraan

<sup>13</sup> Momenteel wordt gerekend met een dikte van 1,5 – 2 m, afhankelijk van de in de praktijk bereikte verdichting van het onderliggende zand. Er is voor deze berekening uitgegaan van een gemiddelde van 1,75 m.



### Optie 2 Afvoer naar Groene Schip

Het Groene Schip is een natuurlijke grens tussen het recreatiegebied in de Houtrakpolder en het drukke aangrenzende Westelijke Havengebied van Amsterdam. Het groene schip bestaat uit secundaire bouwstoffen en (licht) verontreinigde grond. De staalslakken kunnen hier mogelijk ook worden toegepast, hoewel dit momenteel niet zeker is.

Na de ontgraving van de staalslakken, worden deze getransporteerd naar de steiger. Hier worden ze geladen op binnenvaartschepen die ze naar de Afrikahaven varen. Vervolgens worden de slakken gelost in vrachtauto's met behulp van een kraan. Daarna worden deze naar het Groene Schip vervoerd. Hier worden de staalslakken gelost en daarna geprofileerd met een shovel.

	Hoeveelheid (m3)	Materieel
Transport naar steiger	356.000	Vrachtwagen
Storten in binnenvaartschip	209.000	Kraan
Transport naar Afrikahaven	565.000	Binnenvaart
Lossen	565.000	Kraan
Transport naar Groene Schip	565.000	Vrachtwagen
Profileren	565.000	Shovel

### Optie 3 Afvoer naar Baltische staten (Riga)

De derde optie die wordt onderzocht is het vervoeren van de staalslakken naar de Baltische staten, Riga om specifiek te zijn. Hier worden de staalslakken ook toegepast als secundaire bouwstoffen. Omdat we geen precieze data hebben over wat er met de staalslakken daar gebeurt, wordt er voor deze berekening vanuit gegaan dat ze op dezelfde manier worden toegepast als de toepassingen op de Energiehaven.

Na de ontgraving van de staalslakken, worden deze getransporteerd naar de steiger. Hier worden ze geladen op binnenvaartschepen die ze naar de haven van Amsterdam varen. Hier worden de staalslakken overgeladen in zeeschepen die ze naar Riga varen. Daar worden de staalslakken gelost en toegepast in de Baltische staten als secundaire bouwstoffen.

	Hoeveelheid (m3)	Materieel
Transport naar steiger	356.000	Vrachtwagen
Storten in binnenvaartschip	209.000	Kraan
Transport naar Amsterdam	565.000	Binnenvaart
Overslaan	565.000	Kraan
Transport naar Riga	565.000	Zeevaart
Lossen	565.000	Kraan

### 3. De vergelijking

De vergelijking tussen de 3 scenario's is het doel van de CO<sub>2</sub>- en stikstofberekening. In alle 3 de scenario's zullen de staalslakken ontgraven moeten worden. Deze impact wordt dus meegerekend voor elk scenario, maar je zou deze ook tegen elkaar weg kunnen strepen. Daarnaast worden de staalslakken in twee van de drie scenario's getransporteerd naar elders. De staalslakken worden dan op andere locaties toegepast dan de Energiehaven. Ook moeten de constructies op de Energiehaven voltooid worden. Dit is weer hetzelfde voor alle drie de scenario's en kan je dus ook tegen elkaar wegstrepen. Wanneer de constructies worden gebouwd zonder het gebruik van de staalslakken, zal materiaal van elders gebruikt moeten worden. Als laatste wordt er nog gekeken naar vermeden emissies. Deze hangt sterk samen met de vorige categorie 'extra materialen'. Hier kan je scenario 1 en 3 tegen elkaar wegstrepen, omdat de scenario's dezelfde constructies maken met de staalslakken en daardoor ook dezelfde extra materialen vermijden.

	Ontgraving	Vervoer elders	Energiehaven	Extra materialen	Vermeden emissies
Scenario 1	X		X		X
Scenario 2	X	X	X	X	
Scenario 3	X	X	X	X	X

### 4. Aannames

Voor de CO<sub>2</sub>- en stikstof berekening van de 3 scenario's zijn de volgende aannames gemaakt:

- Het verbruik voor het materieel en het transport per vrachtwagen is teruggerekend naar liters diesel.
- Bij transport per vrachtwagen wordt voor de volgeladen heenweg met een hoger brandstofverbruik gerekend dan voor de terugweg
- Er zijn aannames gemaakt voor hoeveelheid m<sup>3</sup> die het materieel per dag kan verwerken. Voor droge ontgraving ligt dit bijvoorbeeld hoger dan voor natte ontgraving
- Het transport van Riga naar de locatie van de toepassing in de Baltische staten (scenario 3) wordt niet meegerekend. Deze emissies zullen er wel zijn en zullen zorgen voor meer CO<sub>2</sub>- en stikstofemissies voor dit scenario.
- Voor scenario 2 is er geen vermeden impact berekend, omdat het Groene schip ook andere secundaire materialen kan gebruiken. Ook is het niet nodig, wat betreft de constructie, om de materialen daar te plaatsen. Wel worden de materialen niet dubbel gerekend en is er dus geen extra impact gerekend voor de materialen die wel nodig zijn voor de Energiehaven.

#### CO<sub>2</sub>-berekening

- Emissiefactoren voor materieel worden berekend op basis van het aantal liter diesel wat wordt gebruikt. De CO<sub>2</sub>-emissiefactor voor diesel komt van een carbon footprint model voor bodemsaneringen (CARBONAS, versie 2.0, 2024)
- Voor transport met zeeschip of binnenvaartschip komt de CO<sub>2</sub> emissiefactor van CO<sub>2</sub>emissiefactoren.nl

- Voor de emissiefactoren van puingranulaat en zand (vermeden materialen) is gebruik gemaakt van Dubocalc data. De 30% toeslag voor cat.3 productkaarten is hier afgehaald. Voor puingranulaat is de productkaart menggranulaat gebruikt.

#### Stikstofemissie

- Voor de stikstofemissie van mobiele werktuigen en zware utiliteitsvoertuigen is gebruikgemaakt van de AUB-methode van TNO.<sup>14</sup> De NH<sub>3</sub> emissie bij zeeschepen wordt niet beschouwd door de methode en is in dit onderzoek niet meegenomen.
- Voor stikstofemissies van schepen is gebruik gemaakt van AERIUS calculator versie 2023.2.1.<sup>15</sup>
- Voor de emissies die vrij zouden komen bij het puingranulaat is aangenomen dat een puinbreker van 250 kW maximaal 300 ton puin per uur kan breken.
- Voor de zandwinning is uitgegaan van winning per schip (zandzuiger).

## 5. CO<sub>2</sub> en stikstof berekening

#### Scenario 1

De totale impact van scenario 1 is ongeveer 259 ton CO<sub>2</sub>. De grootste impact zit in de ontgraving van de staalslakken en het hergebruik als terreinfundering. Door de toepassing van staalslakken op het terrein wordt, in totaal, 1.389 ton CO<sub>2</sub> bespaard. De totale CO<sub>2</sub> emissies die vrijkomen in dit scenario zijn - **1.130 ton CO<sub>2</sub>**. Er wordt dus meer CO<sub>2</sub> vermeden met scenario 1, dan de impact die het heeft om de staalslakken af te graven en toe te passen.

Emissies	CO <sub>2</sub> (t)	NO <sub>x</sub> (kg)	NH <sub>3</sub> (kg)
Ontgraving	101	529	7
Terreinfundering	113	199	8
Onderwaterfundering	37	72	3
Aanvullen dam	8	14	1
<b>Totaal</b>	<b>259</b>	<b>804</b>	<b>19</b>

De stikstofimpact is uitgedrukt in NO<sub>x</sub> en NH<sub>3</sub>. Voor de ontgraving en de bouw van de constructies wordt 804 kg NO<sub>x</sub> en 19 kg NH<sub>3</sub> uitgestoten. Er wordt ook stikstof vermeden, omdat de staalslakken worden hergebruikt en geen nieuwe materialen nodig zijn voor de constructie. In totaal worden er 8.226 kg NO<sub>x</sub> en 186 kg NH<sub>3</sub> vermeden. Dat brengt het totaal, wat betreft stikstof, op **-7.422 kg NO<sub>x</sub>** en **-167 kg NH<sub>3</sub>**.

Vermeden materialen	CO <sub>2</sub> (t)	NO <sub>x</sub> (kg)	NH <sub>3</sub> (kg)	Hoeveelheid (m <sup>3</sup> )	Toepassing
Zand	- 919	- 1.246	- 12	38.000	Aanvullen dam
Puingranulaat	- 318	- 4.715	- 118	356.000	Terreinfundering

<sup>14</sup> Microsoft Word - TNO 2021 R12305 AUB een robuuste schatting van NO<sub>x</sub> en NH<sub>3</sub> uitstoot van mobiele werktuigen.docx

<sup>15</sup> <https://calculator.aerius.nl/>



Vermeden materialen	CO <sub>2</sub> (t)	NO <sub>x</sub> (kg)	NH <sub>3</sub> (kg)	Hoeveelheid (m <sup>3</sup> )	Toepassing
Puinggranulaat	- 153	- 2.265	- 56	171.000	Onderwaterfundering
<b>Totaal</b>	<b>- 1.389</b>	<b>- 8.226</b>	<b>- 186</b>		

### Scenario 2

De totale impact van scenario 2 is ongeveer 1.119 ton CO<sub>2</sub>. De grootste impact zit in het transport van de staalslakken naar het Groene schip. Naast de CO<sub>2</sub> impact heeft scenario 2 geen vermeden emissies. Er zijn daarentegen extra materialen nodig om de constructies te voltooien op de Energiehaven. Hier kunnen immers de staalslakken niet meer voor gebruikt worden. Deze worden niet dubbel mee gerekend. Voor scenario 2 worden dus geen vermeden emissies gerekend.

De totale CO<sub>2</sub> emissies die vrijkomen in dit scenario zijn **1.123 ton CO<sub>2</sub>**.

De stikstofimpact is uitgedrukt in NO<sub>x</sub> en NH<sub>3</sub>. De meeste emissies komen vrij bij het transport van de staalslakken naar het Groene schip. In totaal komen er **10.067 kg NO<sub>x</sub> en 65 kg NH<sub>3</sub>** vrij in scenario 2.

Emissies	CO <sub>2</sub> (t)	NO <sub>x</sub> (kg)	NH <sub>3</sub> (kg)
Ontgraving	101	529	7
Vervoer en toepassing Groene schip	864	9.253	46
Terrein fundering	113	199	8
Onderwaterfundering	37	72	3
Aanvullen dam	8	14	1
<b>Totaal</b>	<b>1.123</b>	<b>10.067</b>	<b>65</b>

### Scenario 3

De CO<sub>2</sub> impact van scenario 3 is ongeveer 12.188 ton CO<sub>2</sub>. De grootste impact zit in het transport van de staalslakken naar Riga. Dit is bijna de volledige impact voor dit scenario. Dit is ook niet gek als je beseft dat er over 1.300 kilometer 1.226.050 ton materiaal vervoerd moet worden. In dit scenario zijn er materialen nodig om de constructies te voltooien op de Energiehaven. Hier kunnen immers de staalslakken niet meer voor gebruikt worden. Desalniettemin, worden deze niet geteld aangezien de constructies in de Baltische Staten ook weer input van andere materialen vermijden. In totaal, is er dus 1.389 ton CO<sub>2</sub> die vermeden wordt. Dit weegt niet op tegen de impact van het transport van de staalslakken naar Riga. De totale CO<sub>2</sub> emissies die vrijkomen in dit scenario zijn **10.799 ton CO<sub>2</sub>**.

De stikstofimpact voor dit scenario is ook bijna volledig toe te schrijven aan het transport naar Riga. Er komt in dit scenario 192.066 kg NO<sub>x</sub> en 46 kg NH<sub>3</sub> vrij. Er wordt ook stikstof vermeden, omdat de staalslakken worden hergebruikt en geen nieuwe materialen nodig zijn voor constructies. Er wordt hiermee 8.226 kg NO<sub>x</sub> en 186 kg NH<sub>3</sub> vermeden. Dat brengt het totaal op **183.840 kg NO<sub>x</sub> en -140 kg NH<sub>3</sub>**. Er wordt dus wel NH<sub>3</sub> vermeden in dit scenario. Dat komt omdat de NH<sub>3</sub> emissie bij zeeschepen niet wordt beschouwd door de AUB- methode van TNO.

Emissies	tCO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub> (kg)	NH <sub>3</sub> (kg)
Ontgraving	101	529	7
Vervoer en toepassing Riga	11.929	191.252	27
Terreinfundering	113	199	8
Onderwaterfundering	37	72	3
Aanvullen dam	8	14	1
<b>Totaal</b>	<b>12.188</b>	<b>192.066</b>	<b>46</b>

Vermeden materialen	tCO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub> (kg)	NH <sub>3</sub> (kg)	Hoeveelheid (m <sup>3</sup> )	Toepassing
Zand	- 919	- 1.246	- 12	38.000	Aanvullen dam
Puinggranulaat	- 318	- 4.715	- 118	356.000	Terreinfundering
Puinggranulaat	- 153	- 2.265	- 56	171.000	Onderwaterfundering
<b>Totaal</b>	<b>- 1.389</b>	<b>- 8.226</b>	<b>- 186</b>		

## 6. Conclusie

Er zijn voor de drie scenario's CO<sub>2</sub>- en stikstof-berekeningen uitgevoerd. De bijlage bevat een Excel met de volledige berekeningen. Zoals in hoofdstuk 3 is uitgelegd kunnen bepaalde onderdelen tegen elkaar worden weggestreept. Zoals het ontgraven van de staalslakken voor alle drie de scenario's. Door het wegstrepen worden de verschillen tussen de scenario's veroorzaakt door het transport van de staalslakken en de vermeden emissies doordat er geen extra materialen nodig zijn. De resultaten zijn samengevat in tabel 6.1.

Tabel 11.1 Samenvatting resultaten berekening CO<sub>2</sub>- en N-emissies. Scenario 1 en 3 zijn gecorrigeerd voor vermeden materialen.

Scenario	CO <sub>2</sub> (ton)	NO <sub>x</sub> (kg)	NH <sub>3</sub> (kg)
Scenario 1: hergebruik op locatie	- 1.130	- 7.422	-167
Scenario 2: Toepassing Het Groene Schip	1.123	10.067	65
Scenario 3: Toepassing in Baltische Staten	10.799	183.840	-140

Uit de vergelijking volgt dat scenario 1 het beste scoort, met zelfs negatieve emissies. Er worden dus meer CO<sub>2</sub> en stikstof emissies vermeden dan dat er vrijkomen. Hierna volgt scenario 2 en scenario 3 scoort het slechtst, met de hoogste emissies. Dit komt door het transport naar Riga. De resultaten zijn vergelijkbaar voor CO<sub>2</sub> en NO<sub>x</sub>. Voor NH<sub>3</sub> komt er voor scenario 3 vermeden emissies uit, maar dit heeft te maken met de methode die de NH<sub>3</sub> emissie voor zeeschepen niet meeneemt. Bij het interpreteren van de NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissies is het van belang om rekening te houden met de locatie waar de emissie plaatsvindt. Deze emissie is namelijk niet schadelijk op zichzelf, zoals CO<sub>2</sub>, maar wordt schadelijk zodra het in de leefomgeving van mensen komt, of depositie veroorzaakt op stikstofgevoelige natuur. Met deze ruimtelijke verdeling van de emissies

is in dit onderzoek geen rekening gehouden, maar dit kan wel een rol spelen bij scenario-afwegingen.

*NB In de praktijk zijn er geen negatieve emissies, ook bij de toepassing van staalslakken vinden emissies plaats, zie hiervoor de twee verschillende tabellen bij scenario 1 in hoofdstuk 5. De negatieve emissies ontstaan als de toepassing van alternatieve materialen wordt afgetrokken van de emissies die bij de toepassing van staalslakken plaatsvinden. De verschillende scenario's kunnen hiermee goed met elkaar worden vergeleken. In werkelijkheid worden ofwel staalslakken, ofwel vervangende materialen toegepast die beide emissies veroorzaken, de alternatieve materialen geven echter hogere emissies dan de staalslakken.*

Samenvattend is toepassing van de staalslakken in de Energiehaven uit oogpunt van belasting van het milieu met CO<sub>2</sub> en stikstof duidelijk te prefereren boven toepassing elders. Dit omdat vervangende materialen meer emissies veroorzaken en afzet elders in extra transport resulteert. Dit geldt zeker voor toepassing in de Baltische staten, hetgeen momenteel praktisch gezien het meest reële alternatief is.



## **Bijlage Excelsheet CO2- en N-berekening**

Optie 1			
Activiteit	Eenheid	Opmerking	
Droge ontgraving			
Totale hoeveelheid slakken	356.000 m3		
Dagelijkse hoeveelheid bagger en slakken	2.000 m3/d	Aanname: 2000m3 per dag	
Totaal benodigde tijd	178 dagen		
Totaal benodigde tijd	1.424 uur	Aanname: 8 uur per dag	
Brandstofverbruik kraan	12 l diesel / uur	Aanname: 12 liter per uur	
Totaal brandstofverbruik	17.088 l diesel totaal	Kentat: 2,514+0,796 voor CO2 per Liter Diesel	
AdBlue (6%)	1.029		
Vermogen (kW)	261		
Stage-Klasse	IV	Uit rapport Witteveen en Bos	
NOx	451 kg		
NH3	4 kg		
Carbonfootprint	56.561 kg CO2		
Natte ontgraving			
Totale hoeveelheid slakken	269.000 m3		
Dagelijkse hoeveelheid slakken	1.500 m3/d	Aanname: 1500m3 per dag	
Totaal benodigde tijd	139 dagen		
Totaal benodigde tijd	1.115 uur	Aanname: 8 uur per dag	
Brandstofverbruik kraan	12 l diesel / uur	Aanname: 12 liter per uur	
Totaal brandstofverbruik	13.376 l diesel totaal	Kentat: 2,514+0,796 voor CO2 per Liter Diesel	
AdBlue (6%)	803		
Vermogen (kW)	261		
Stage-Klasse	IV	Uit rapport Witteveen en Bos	
NOx	78 kg		
NH3	3 kg		
Carbonfootprint	44.375 kg CO2		
totaal	100.936 kg CO2		
	181 tCO2		
	529 NOx		
	7 NH3		
Gebruik			
Terreinrundering (walts)			
Totale hoeveelheid slakken	356.000 m3		
Wals	125 m3/uur	Aanname: 125m3 per uur	
Duur activiteit	2848 uur		
Brandstofverbruik	12 l diesel / uur		
Totaal brandstofverbruik	34176 l diesel totaal		
AdBlue (6%)	2.061		
Vermogen (kW)	110	Niet in rapport Witteveen en Bos	
Stage-Klasse	V	aanname VOLVO SD135B (110 kW, STAGE V)	
NOx	199 kg		
NH3	8 kg		
Carbonfootprint	115.123 kg CO2	Kentat: 2,514+0,796 voor CO2 per Liter Diesel	3,319
Onderwater fundering (Kraan + boot transport)			
Totale hoeveelheid slakken	171.000 m3		
Dagelijkse hoeveelheid slakken	1.500 m3/d	Aanname: 1500m3 per dag	
Totaal benodigde tijd	114 dagen		
Totaal benodigde tijd	912 uur	Aanname: 8 uur per dag	
Brandstofverbruik kraan	12 l diesel / uur	Aanname: 12 liter per uur	
Totaal brandstofverbruik	10.944 l diesel totaal	Kentat: 2,514+0,796 voor CO2 per Liter Diesel	
AdBlue (6%)	657		
Vermogen (kW)	204		
Stage-Klasse	IV	Uit rapport Witteveen en Bos	
NOx	64 kg		
NH3	3 kg		
Carbonfootprint	36.325 kg CO2		
Totale hoeveelheid slakken	171.000 m3		
Inhoud boot	100.000,0 ton	Aanname: Inhoud boot	Transport per zeevrachtschip: 0,01466 CO2/ tkm
Totaal aantal ritten boot	7,421		1,48426 373070 t
Afstand enkele reis tot locatie	0,2 km	Aanname dat de plek waar het wordt toegebracht op 200 meter ligt	0,2 km
Brandstofverbruik	0,25 liter / km	Aanname: 0,25 liter diesel per km	74214 liter
Totaal brandstofverbruik (gerekend met jeeg terug)	1 diesel totaal		1887,977 CO2 totaal
AdBlue (6%)			
Vermogen (kW)		Niet in rapport Witteveen en Bos	
Stage-Klasse	2,07	Aanname: elke rit duurt 10 minuten	
NOx	8 kg NOx		1
NH3	0		
Carbonfootprint	1,088 kg CO2	Kentat: 2,514+0,796 voor CO2 per Liter Diesel	
Aanvullen dam (Kraan)			
Totale hoeveelheid slakken	38.000 m3		
Dagelijkse hoeveelheid bagger en slakken	1.500 m3/d	Aanname: 1500m3 per dag	
Totaal benodigde tijd	25 dagen		
Totaal benodigde tijd	203 uur	Aanname: 8 uur per dag	
Brandstofverbruik kraan	12 l diesel / uur	Aanname: 12 liter per uur	
Totaal brandstofverbruik	2.432 l diesel totaal		
AdBlue (6%)	168		
Vermogen (kW)	204		
Stage-Klasse	IV	Uit rapport Witteveen en Bos	
NOx	14 kg		
NH3	1 kg		
Carbonfootprint	8.060 kg CO2	Kentat: 2,514+0,796 voor CO2 per Liter Diesel	
Totale carbonfootprint	158 ton CO2	Scenario 1	
Totaal NOx	964 kg NOx	Scenario 1	
Totaal NH3	18 kg NH3	Scenario 1	

## Optie 2

### Activiteit

### Eenheid

### Opmerking

#### Droge ontgraving

56,061	kg CO2
451	kg NOx
4	kg NH3

#### Watte ontgraving

44,275	kg CO2
78	kg NOx
3	kg NH3

#### Totaal ontgraving

100,336	kg CO2
529	kg NOx
7	kg NH3

#### Transport naar steiger

Totale hoeveelheid stakken	356.000 m3
Inhoud vrachtwagens	13,9 m3
Totaal aantal ritten vrachtwagens	25,612
Afstand enkele reis tot steiger	1,1 km
Brandstofverbruik volle vrachtwagen	0,25 l diesel / km
Totaal brandstofverbruik (gerekend met leeg terug)	10,565 l diesel totaal
AdBlue (6%)	~
Vermogen (kW)	~
Stage Klasse	2UT
NOx	854
NH3	9
Carbonfootprint	34,869 kg CO2

Aanname: inhoud vrachtwagen

Aanname dat steiger op 1,1 km ligt

Aanname: 0,25 liter diesel per km

Niet in rapport Willem van Ros

Aanname: elke rit duurt 30 minuten

4269

Kentel: 2,514+0,796 voor CO2 per Liter Diesel

#### Starten in binnenwaartschip

Totale hoeveelheid stakken	206.000 m3
Dagelijkse hoeveelheid stakken	1.500 m3/d
Totaal benodigde tijd	139 dagen
Totaal benodigde tijd	3.315 uur
Brandstofverbruik kuub	12 l diesel / uur
Totaal brandstofverbruik	13.376 l diesel totaal
AdBlue (6%)	863
Vermogen (kW)	204
Stage Klasse	IV
NOx	78
NH3	3
Carbonfootprint	34,275 kg CO2

Aanname: 1500m3 per dag

Aanname: 8 uur per dag

Aanname 12 liter per uur

Niet in rapport Willem van Ros

Kentel: 2,514+0,796 voor CO2 per Liter Diesel

#### Transport naar Afrikahaven

Totale hoeveelheid stakken	1.226.050 t
Inhoud schip	565.000 m3
Totaal aantal ritten schip	10.000,0 ton
Afstand enkele reis tot Afrikahaven	245
Brandstofverbruik volle vrachtwagen	13,9 km
Totaal brandstofverbruik (gerekend met leeg terug)	0,25 l diesel / km
AdBlue (6%)	1.251 l diesel totaal
Vermogen (kW)	~
Stage Klasse	2UT
NOx	6.336 kg NOx
NH3	9
Carbonfootprint	350,160 kg CO2

Aanname: inhoud vrachtwagen

Aanname: 0,25 liter diesel per km

3335 (Groot, 5000-11000 ton (koppelingverband-duretrak, CENT-Wb C4)

0,821

1220850 t

16674280 tkm

350159,9 kg CO2/tkm

350 tCO2

Niet in rapport Willem van Ros

Aanname: elke rit duurt 20 minuten

1,9 kg NOx per km

Kentel: 2,514+0,796 voor CO2 per Liter Diesel

#### Lassen

Totale hoeveelheid stakken	565.000 m3
Dagelijkse hoeveelheid stakken	1.500 m3/d
Totaal benodigde tijd	377 dagen
Totaal benodigde tijd	3.613 uur
Brandstofverbruik kuub	12 l diesel / uur
Totaal brandstofverbruik	36.160 l diesel totaal
AdBlue (6%)	2.170
Vermogen (kW)	204
Stage Klasse	IV
NOx	219
NH3	9
Carbonfootprint	119,869 kg CO2

Aanname: 1500m3 per dag

Aanname: 8 uur per dag

Aanname 12 liter per uur

Niet in rapport Willem van Ros

Kentel: 2,514+0,796 voor CO2 per Liter Diesel

#### Transport naar Groene schip



Totale hoeveelheid stakken	565.000 m3	
Inhoud vrachtwagens	13,9 m3	Aanname: inhoud vrachtwagen
Totaal aantal ritten vrachtwagens	40.647	
Afstand enkele reis tot zelf	1,5 km	Aanname dat dijk op 1,00 meter ligt
Brandstofverbruik volle vrachtwagen	0,25 l diesel / km	Aanname: 0,25 liter diesel per km
Totaal brandstofverbruik (gerekend met lengte toeg)	22.964 l diesel totaal	
AdBlue (6%)		
Vermogen (kW)		Niet in rapport Wittenveen en Slot
Stage Klasse	20T	Aanname: stak zit daar 10 minuten
NOx	1.355	6775
NH3	10	
Carbonfootprint	75.681 kg CO2	Kentel: 2,514+0,796 voor CO2 per Liter Diesel

#### Lossen

Totale hoeveelheid stakken	565.000 m3	
Dagelijkse hoeveelheid stakken	1.500 m3/d	Aanname: 1500m3 per dag
Totaal benodigde tijd	377 dagen	
Totaal benodigde tijd	3.813 uur	Aanname: 8 uur per dag
Brandstofverbruik klein	12 l diesel / uur	Aanname 12 liter per uur
Totaal brandstofverbruik	36.169 l diesel totaal	
AdBlue (6%)	2.179	
Vermogen (kW)	204	Niet in rapport Wittenveen en Slot
Stage Klasse	IV	
NOx	219	
NH3	9	
Carbonfootprint	119.899 kg CO2	Kentel: 2,514+0,796 voor CO2 per Liter Diesel

#### Profileren (wielader)

Totale hoeveelheid stakken	565.000 m3	
Dagelijkse hoeveelheid stakken	1.500 m3/d	Aanname: 1500m3 per dag
Totaal benodigde tijd	377 dagen	
Totaal benodigde tijd	3.813 uur	Aanname: 8 uur per dag
Brandstofverbruik klein	12 l diesel / uur	Aanname 12 liter per uur
Totaal brandstofverbruik	36.169 l diesel totaal	
AdBlue (6%)	2.179	
Vermogen (kW)	119	Niet in rapport Wittenveen en Slot
Stage Klasse	V	
NOx	219	
NH3	9	
Carbonfootprint	119.899 kg CO2	Kentel: 2,514+0,796 voor CO2 per Liter Diesel

Totale carbonfootprint	884 ton CO2	Scenario 2
Totaal NOx	9.253 kg NOx	Scenario 2
Totaal NH3	46 kg NH3	Scenario 2

### Optie 3

#### Activiteit

#### Eenheid

#### Opmerking

#### Droge ontgraving

56.061	kg CO2
451	kg NOx
4	kg NH3

#### Netto ontgraving

44.275	kg CO2
78	kg NOx
3	kg NH3

#### Transport naar steiger

Totale hoeveelheid slakken	356.000 m3	Aanname: inhoud vrachtwagen
Inhoud vrachtwagens	13,9 m3	
Totaal aantal ritten vrachtwagens	25.612	
Afstand enkele reis tot steiger	1,1 km	Aanname dat dijk op 100 meter ligt
Brandstofverbruik volle vrachtwagen	0,25 l diesel / km	Aanname: 0,25 liter diesel per km
Totaal brandstofverbruik (gerekend met leeg terug)	10.565 l diesel totaal	
AdBlue (tN)	0	
Vermogen (kW)	207	Niet in rapport Wittenveen en Bos
Stage-Klasse	207	Aanname: elke rit duurt 10 minuten
NOx	854	4269
NH3	8	
Carbonfootprint	34.969 kg CO2	Kentel: 2,514+0,796 voor CO2 per Liter Diesel

#### Storten in binnenvaartschip

Totale hoeveelheid slakken	200.000 m3	
Dagelijkse hoeveelheid bagger en slakken	1.500 m3/d	Aanname: 1500m3 per dag
Totaal benodigde tijd	139 dagen	
Totaal benodigde tijd	1.115 uur	Aanname: 8 uur per dag
Brandstofverbruik kraan	12 l diesel / uur	Aanname 12 liter per uur
Totaal brandstofverbruik	13.375 l diesel totaal	
AdBlue (tN)	803	
Vermogen (kW)	264	Niet in rapport Wittenveen en Bos
Stage-Klasse	264	
NOx	78	
NH3	3	
Carbonfootprint	44.738 kg CO2	Kentel: 2,514+0,796 voor CO2 per Liter Diesel

#### Transport naar Amsterdam

Totale hoeveelheid slakken	565.000 m3	Aanname: inhoud vrachtwagen
Inhoud vrachtwagens	10.000,0 ton	
Totaal aantal ritten vrachtwagens	245	
Afstand enkele reis tot Amsterdam	17,6 km	Aanname dat dijk op 100 meter ligt
Brandstofverbruik volle vrachtwagen	0,25 l diesel / km	Aanname: 0,25 liter diesel per km
Totaal brandstofverbruik (gerekend met leeg terug)	1.018 l diesel totaal	
AdBlue (tN)	0	
Vermogen (kW)	0	
Stage-Klasse	0	
NOx	8.209 kg NOx	41
NH3	0	
Carbonfootprint	453.148 kg CO2	Kentel: 2,514+0,796 voor CO2 per Liter Diesel

#### Overstroom

Totale hoeveelheid slakken	565.000 m3	
Dagelijkse hoeveelheid bagger en slakken	1.500 m3/d	Aanname: 2000m3 per dag
Totaal benodigde tijd	377 dagen	
Totaal benodigde tijd	3.015 uur	Aanname: 8 uur per dag
Brandstofverbruik kraan	12 l diesel / uur	Aanname 12 liter per uur
Totaal brandstofverbruik	36.189 l diesel totaal	
AdBlue (tN)	2.179	
Vermogen (kW)	264	Niet in rapport Wittenveen en Bos
Stage-Klasse	264	
NOx	210	
NH3	9	
Carbonfootprint	115.890 kg CO2	Kentel: 2,514+0,796 voor CO2 per Liter Diesel

#### Transport naar Riga

Totale hoeveelheid stakken	565.000 m3			
Inhoud vrachtwagens	100.000,0 ton	Aanname: inhoud vrachtwagen	Transport per zeevrachtschip	
Totaal aantal ritten vrachtwagens	25		0,01496 CO2/km	Deek Sea
Afstand enkele reis totRiga	1.300,0 km	Aanname dat Riga op 1300 km varen ligt	31877,3	0,007
Brandstofverbruik volle vrachtwagen	6,25 l diesel / km	Aanname: 6,25 liter diesel per km	198360000 km	1226030 l
Totaal brandstofverbruik (gerekend met bog totaal)	11.954 l diesel totaal		23360651 kg CO2	159365009 ton
AdBlue (6%)			23366 Ton CO2	11157055 kg CO2/km
Vermogen (kW)		Niet in rapport Wittenveen en Bos		11157 tCO2/km
Stage Klasse	ZUT			
NOx	181.701 kg NOx	Aanname: elke rit duurt 10 minuten		
NH3	9	5,7 kg maximum		
Carbonfootprint	11.157,055 kg CO2	Keertal: 2,514+9,796 voor CO2 per Liter Diesel		

**Lossen**

Totale hoeveelheid stakken	565.000 m3		
Dagelijkse hoeveelheid bagger en stakken	1.500 m3/d	Aanname: 2000m3 per dag	
Totaal benodigde tijd	377 dagen		
Totaal benodigde tijd	3.813 uur	Aanname: 8 uur per dag	
Brandstofverbruik klein	12 l diesel /uur	Aanname 12 liter per uur	
Totaal brandstofverbruik	36.169 l diesel totaal		
AdBlue (6%)	2.170		
Vermogen (kW)	204	Niet in rapport Wittenveen en Bos	
Stage Klasse	IV		
NOx	219		
NH3	9		
Carbonfootprint	118.898 kg CO2	Keertal: 2,514+9,796 voor CO2 per Liter Diesel	

Totale carbonfootprint	11.929 ton CO2
Totaal NOx	191.252 kg NOx
Totaal NH3	27 kg NH3



	Ontgraving	Groene schip	Afvoer Riga	Terreinfundering	Ophoging dijk	Onderwaterfundering	Aanvullen dam	Totaal
Scenario 1: Hergebruik op locatie	X			X	X		X	
tCO2	101			113		37	8	259 tCO2
extra materiaal				-318		-153	-919	-1.389 tCO2
								<b>-1.130 TOTAAL</b>
Scenario 2: Afvoer naar Groene schip	X	X						
tCO2	101	864						965 tCO2
extra materiaal + proces				X		X	X	
tCO2				318		153	919	
				113	0	37	8	158
								<b>1.123 TOTAAL</b>
Scenario 3: Afvoer naar Riga	X		X	X	X		X	
tCO2	101		11.929					12.030 tCO2
extra materiaal				113	0	37	8	158
				-318		-153	-919	-1.389
								<b>10.799 TOTAAL</b>
Zand	38000 m3 36,96 CO2/m3 1404480 CO2kg 1404,48 tCO2				Ophoogmateriaal, zand			
					totaal			
alleen materiaal	38000 m3 33,3 CO2/m3 1265400 CO2kg 1265,4 tCO2	zonder toeslag 24,18 918840 <b>919</b>			<b>919</b> <b>318</b> <b>153</b> <b>1389</b>		1806	
Puinggranulaat	terreinfundering 356000	onderwaterfundering 171000	totaal 527000				Stikstofemissie puin	
					Draaiuren puinbreker		1187	570
					Diesel		29228	14039
					adblue		1754	842
							163,6	78,8
Funderingslaag menggranulaat	5,789 m2 1,1578 m3	dikte 200mm		4,4635 0,8927			7 3,4	10,4
						38000	356000	171000
					kg NOx/m3 zandzuiger	0,02		
					NOx totaal	760		
					Vrachtwagens	1266,666667	11866,66667	5700
					ritten	2533,333333	23733,33333	11400
	412177 kgCO2			317801,2	afstand in km	126666,6667	1186666,667	570000
Funderingslaag menggranulaat	412 tCO2			318	NOx emissie/ km	0,003835616	0,003835616	0,00383562
					NH3 emissie/km	9,31507E-05	9,31507E-05	9,3151E-05
					totaal NOx	486	4552	2186
					totaal NH3	12	111	53
					Totaal NOx	1246	4715	2265
					Totaal NH3	12	118	56
Funderingslaag menggranulaat	197984 kgCO2 198 tCO2			152651,7 153				

**Bijlage 8****Aanvullend onderzoek naar  
restpartijen baggerspecie door Diseo**

Rijkswaterstaat West-Nederland Noord  
T.a.v. [REDACTED]  
Postbus 2232  
3500 GE Utrecht

[REDACTED] 27 november 2024

Betreft: Indicatief onderzoek resterend slib Averijhaven, IJmuiden  
Kenmerk: D2024-530V1

Geachte [REDACTED]

Hierbij ontvangt u de resultaten van het indicatieve onderzoek op het nog aanwezige sterk verontreinigde slib in de Averijhaven te IJmuiden. Dit onderzoek is uitgevoerd op 14 augustus 2024.

Bij de sanering van de Averijhaven is baggerspecie (slib) en steenachtig materiaal achter gebleven. Het uitgevoerde indicatieve onderzoek heeft tot doel inzicht te krijgen in het uitloggedrag van het achtergebleven sterk verontreinigde slib en richt zich qua monsternamen op de bovenkant van de sliblaag.

#### *Onafhankelijkheid*

De onderzoeklocatie is geen eigendom van Diseo B.V. Diseo heeft op geen enkele wijze een relatie met de opdrachtgever en is geen belanghebbende bij de onderzochte locatie. Diseo garandeert hiermee derhalve dat een volledig onafhankelijk en onpartijdig onderzoek is uitgevoerd.

#### *Werkwijze en uitvoering*

De gehanteerde werkwijze en monsternamemethode is uitgevoerd op aangeven van Rijkswaterstaat als opdrachtgever en [REDACTED] van Tauw B.V. als [REDACTED]. De dataverwerking van de uitgevoerde analyses maakt geen onderdeel uit van deze rapportage en zal worden uitgevoerd door [REDACTED] van Tauw.

Er zijn vooraf twee verschillende deellocaties aangemerkt voor de uitvoering van de monsternamen van het achtergebleven slib in de Averijhaven. Deellocatie A ligt aan de noordzijde van de Averijhaven. Deellocatie B ligt aan de zuidzijde van de Averijhaven. De monsternamen zijn uitgevoerd vanaf een werkboot van Diseo en bij deze monsternamen is gebruik van een Van Veen bodemhapper.

Tijdens de uitvoering op 14 augustus 2024 bleek dat het waterpeil in de Averijhaven te laag was om een evenredige verdeling van de monsternamenpunten binnen deellocatie A te realiseren vanwege te weinig diepgang ter plaatse. Tevens is het te bemonsteren materiaal in verband met de veiligheid niet te betreden. Monsternamen heeft derhalve plaatsgevonden op de bereikbare delen binnen deze deellocatie. Per deellocatie zijn twaalf monsters genomen. De monsternamenlocaties zijn weergegeven in bijlage 1.



Het veldwerk van het indicatieve onderzoek is uitgevoerd door [REDACTED] van Diseo. [REDACTED] is onder andere erkend voor protocol 2003 en geregistreerd op de website van Rijkswaterstaat onder certificaatnummer EC-SIK-20294. Bij uitvoering van de veldwerkzaamheden is [REDACTED] ondersteund door twee assistenten. Door [REDACTED] zijn beschrijvingen gemaakt van het bemonsterde materiaal. Deze beschrijvingen zijn weergegeven in bijlage 2.

#### Analysesamenstelling

Per deellocatie zijn 2 analyse(meng)monsters samengesteld op basis van aselechte toekenning. De aselechte toekenning van de individuele monsters aan de mengmonsters is uitgevoerd op basis van SIKB protocol 1002 (bijlage 3; tabel 2). De samenstelling van de analyse(meng)monsters heeft plaatsgevonden bij het laboratorium SGS Environmental Analytics te Rotterdam en is weergegeven in tabel 1 hieronder:

Tabel 1: Samenstelling analysemonsters

Deellocatie	Analyse-monster	Traject (m -wp)	Deelmonsters
A	MMA1	1,00 - 10,30	A02 (10,00 - 10,30) A04 (8,00 - 8,30) A05 (4,50 - 4,80) A08 (2,00 - 2,30) A09 (1,00 - 1,30) A11 (1,00 - 1,30)
A	MMA2	1,00 - 11,30	A01 (2,50 - 2,80) A03 (11,00 - 11,30) A06 (3,00 - 3,30) A07 (2,00 - 2,30) A10 (2,50 - 2,80) A12 (1,00 - 1,30)
B	MMB1	7,00 - 9,80	B01 (8,00 - 8,30) B05 (7,00 - 7,30) B06 (9,50 - 9,80) B07 (7,00 - 7,30) B10 (8,00 - 8,30) B11 (7,00 - 7,30)
B	MMB2	7,00 - 8,80	B02 (7,50 - 7,80) B03 (8,00 - 8,30) B04 (8,00 - 8,30) B08 (7,50 - 7,80) B09 (8,50 - 8,80) B12 (7,00 - 7,30)

De analysemonsters zijn bij het laboratorium SGS Environmental Analytics te Rotterdam op verzoek van de opdrachtgever geanalyseerd op PAK (16 EPA), minerale olie en PCB's (7). Vervolgens zijn tevens kolomproeven (I/s=10) uitgevoerd met analyse van het eluaat op PAK en minerale olie.

De analysecertificaten zijn in bijlage 3 opgenomen.

Wij vertrouwen erop u hiermee voldoende te hebben geïnformeerd.

Met vriendelijke groet,

Diseo B.V.



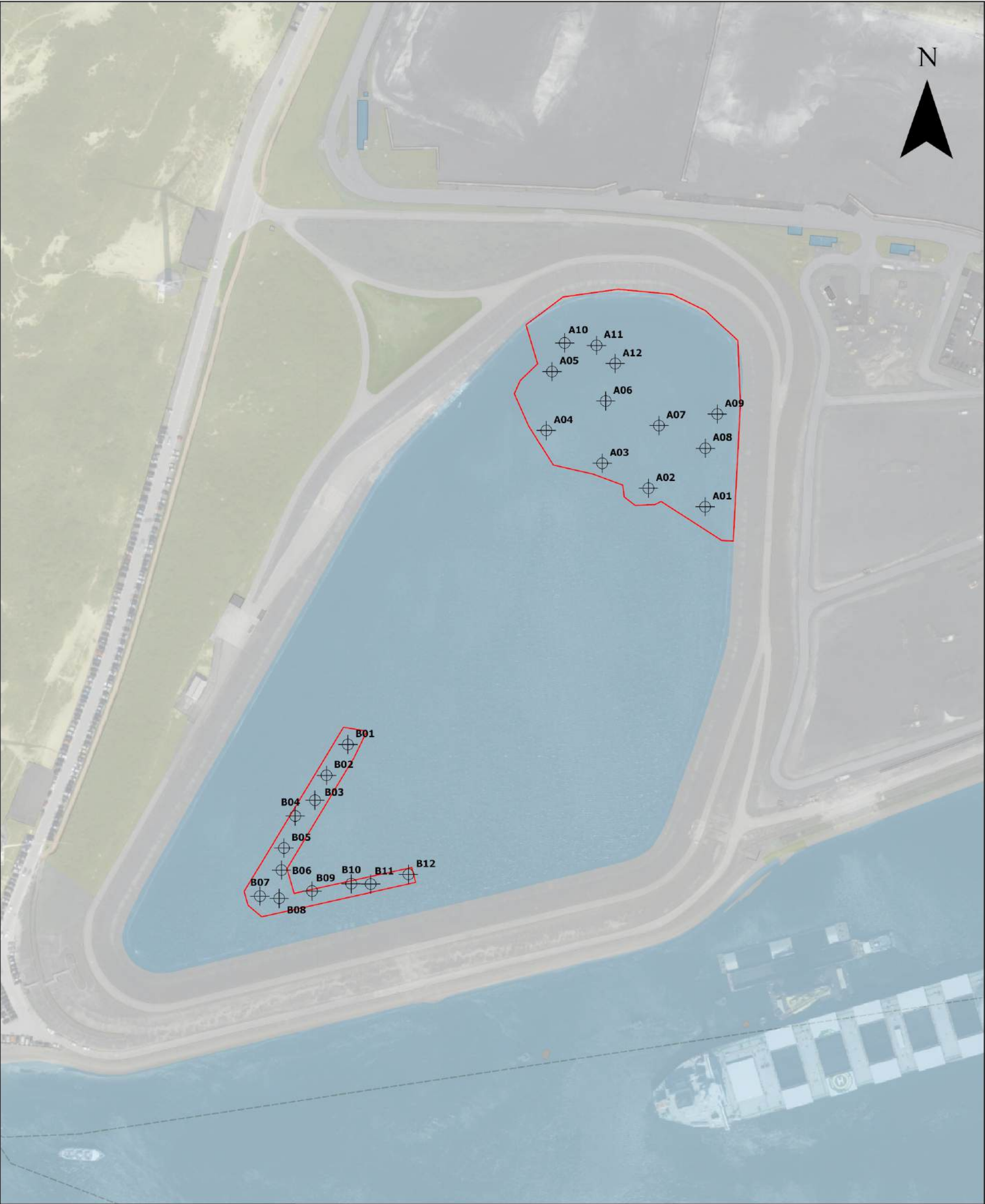
**Bijlagen**

1. Situatietekening met monsternamepunten
2. Beschrijvingen van het bemonsterde materiaal
3. Analysecertificaten

***Bijlage 1***  
***Situatietekening met monsternamepunten***







Legenda

- locatiegrens
- Boring



bladnr: 1 van 1    Versie: 1.0    Status: definitief    Getekend: BB    Datum: 30-10-2024

Projectnaam  
IO Averijhaven  
Omschrijving  
Situatietekening

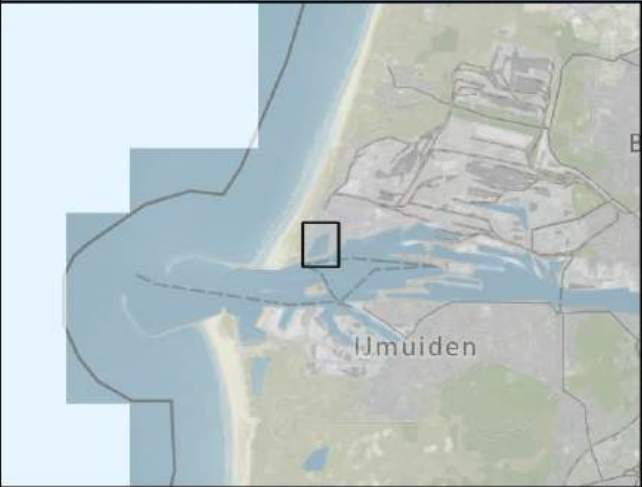
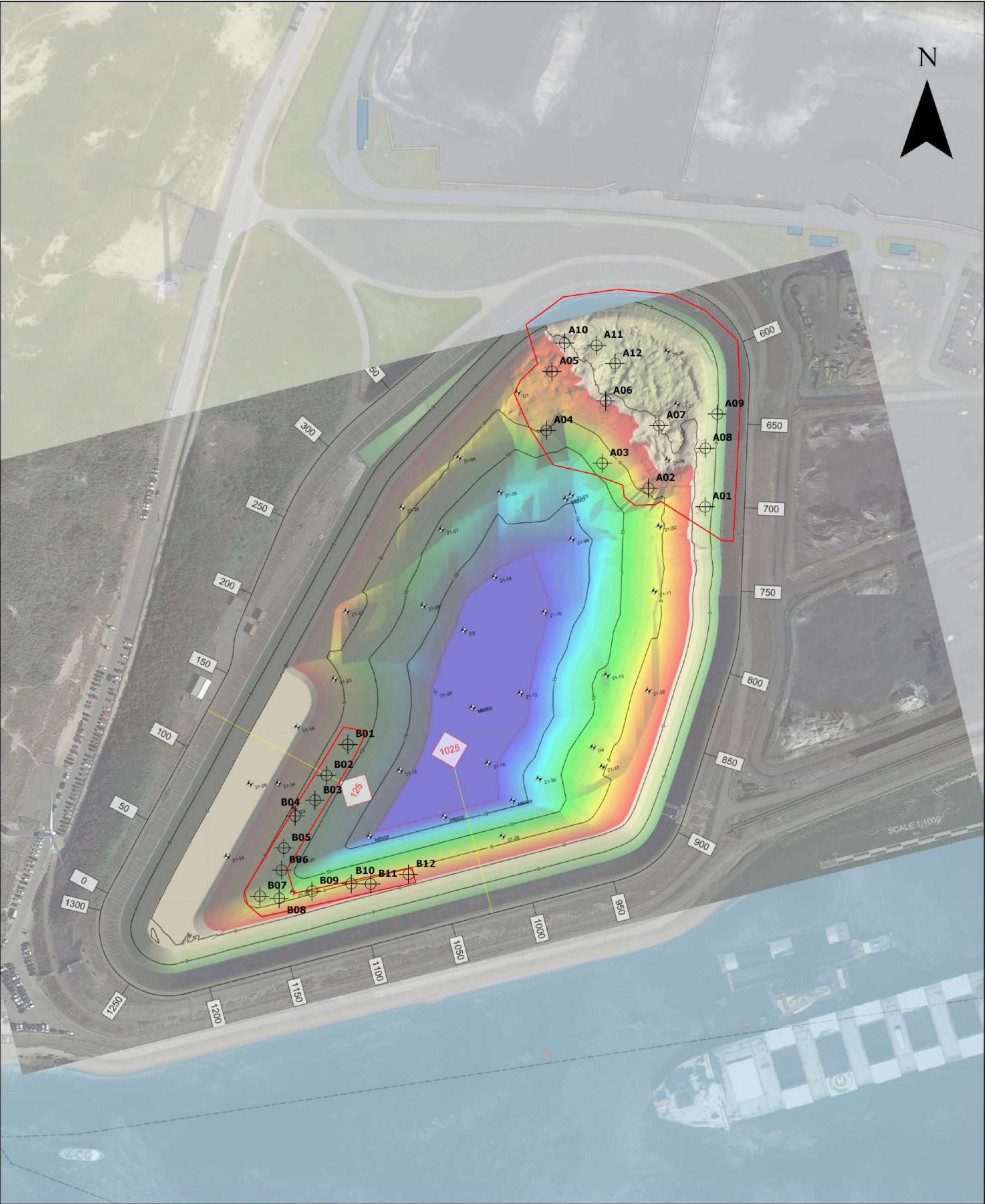
Projectnummer  
D2024-530

Schaal  
1:2.000  
Datum uitvoering:  
14-08-2024  
Type onderzoek:  
IO

Formaat:  
A3  
Veldwerkers:  
LS  
Strategie:  
-







Legenda

- locatiegrens
- Boringen



bladnr: 1 van 1    Versie: 1.0    Status: definitief    Getekend: BB    Datum: 22-11-2024

Projectnaam  
IO Averijhaven  
Omschrijving  
Situatietekening

Projectnummer  
D2024-530

Schaal  
1:2.000  
Datum uitvoering:  
14-08-2024  
Type onderzoek:  
IO

Formaat:  
A3  
Veldwerkers:  
LS  
Strategie:  
-



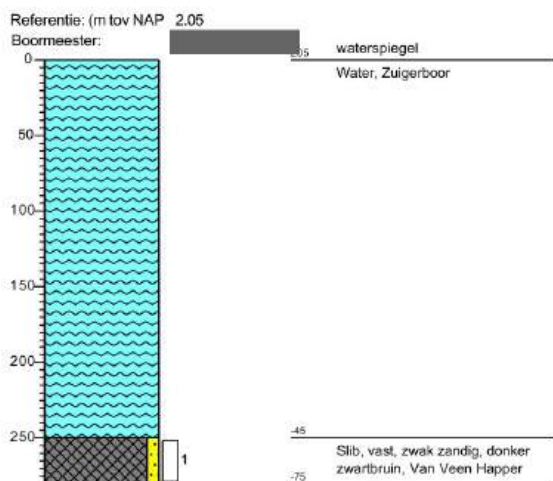
***Bijlage 2***  
***Beschrijvingen van het bemonsterde materiaal***





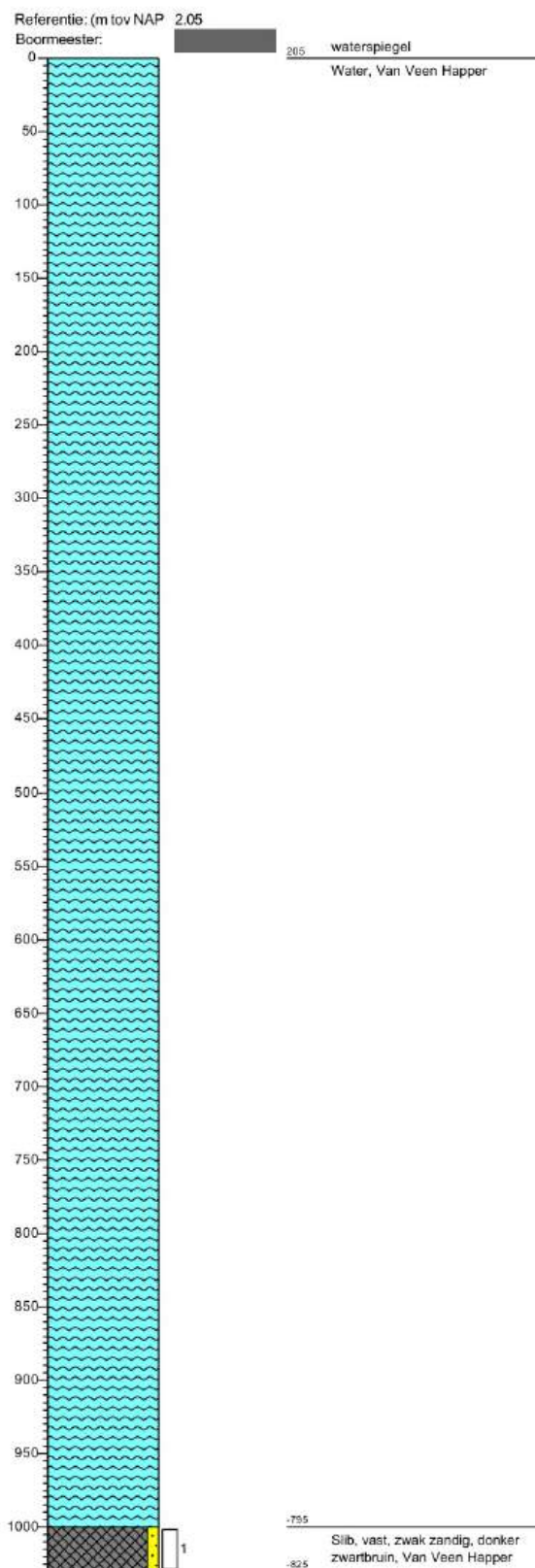
## Boring: A01

X: 100087,95  
Y: 498530,89  
Datum: 14-8-2024



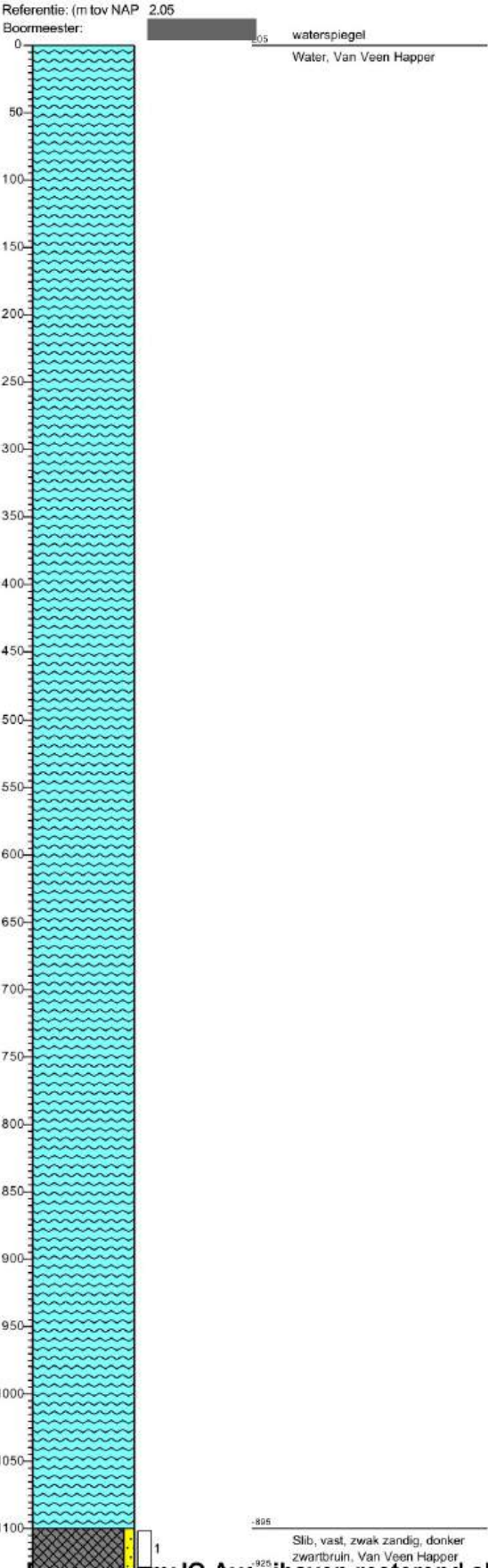
## Boring: A02

X: 100055,45  
Y: 498541,51  
Datum: 14-8-2024



**Boring: A03**

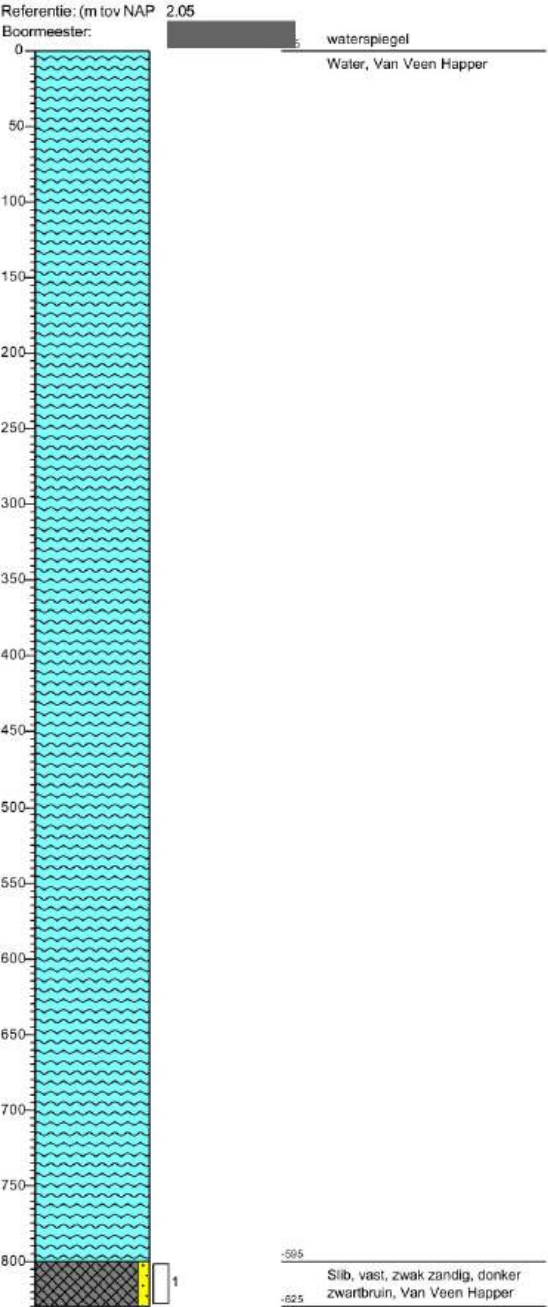
X: 100028,94  
Y: 498555,83  
Datum: 14-8-2024



Projectnaam: IO Averijhaven resterend slib  
Projectnummer: D2024-530

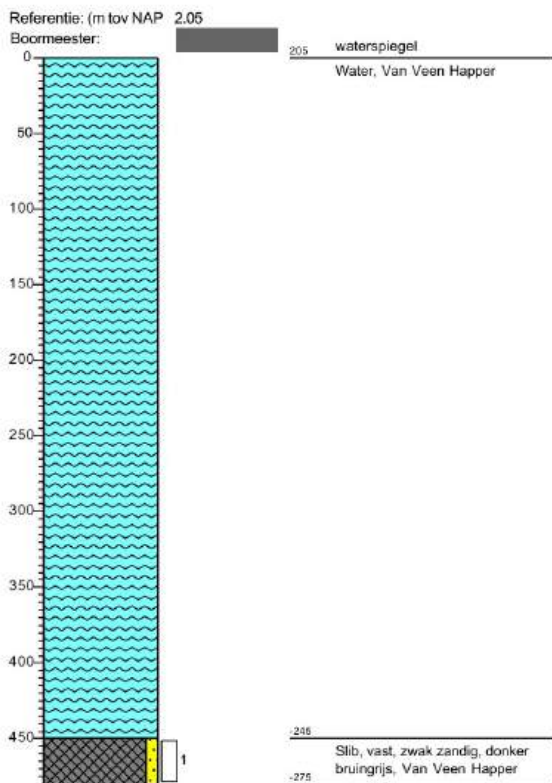
**Boring: A04**

X: 99996,86  
Y: 498574,65  
Datum: 14-8-2024



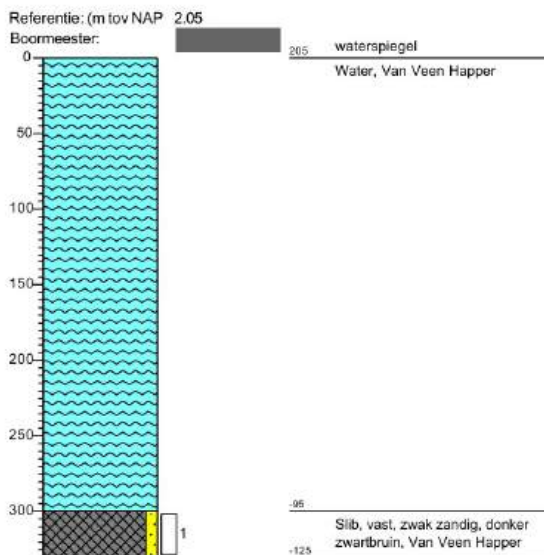
## Boring: A05

X: 100000,13  
Y: 498608,46  
Datum: 14-8-2024



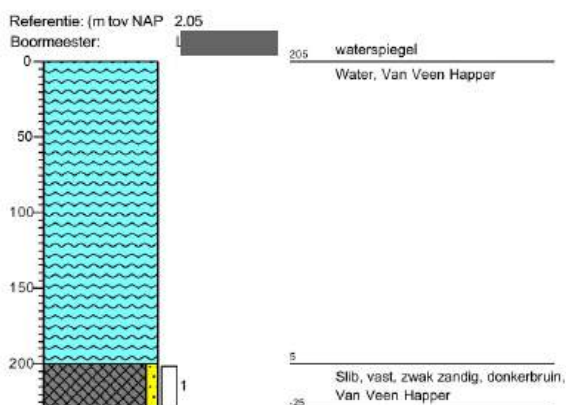
## Boring: A06

X: 100030,98  
Y: 498591,62  
Datum: 14-8-2024



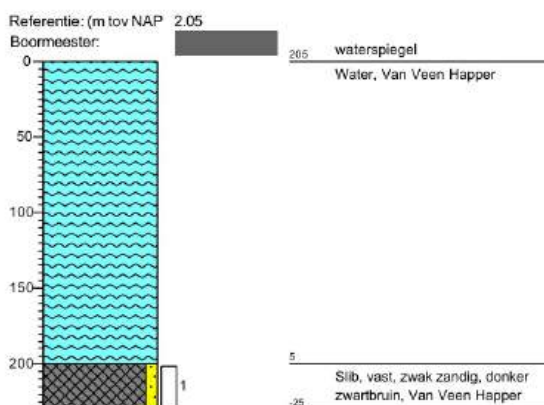
## Boring: A07

X: 100061,48  
Y: 498577,45  
Datum: 14-8-2024



## Boring: A08

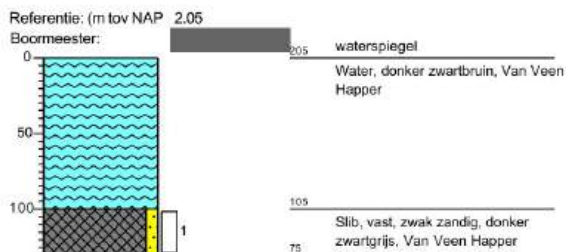
X: 100088,06  
Y: 498564,47  
Datum: 14-8-2024





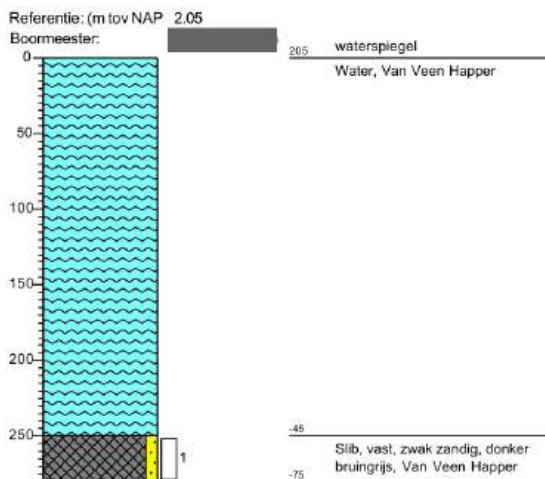
### Boring: A09

X: 100094,97  
Y: 498584,09  
Datum: 14-8-2024



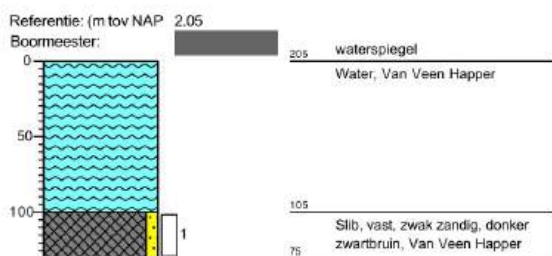
### Boring: A10

X: 100007,40  
Y: 498624,91  
Datum: 14-8-2024



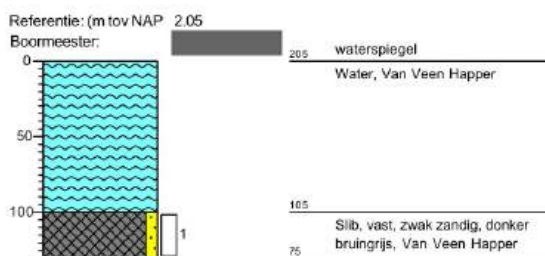
### Boring: A11

X: 100025,63  
Y: 498623,52  
Datum: 14-8-2024



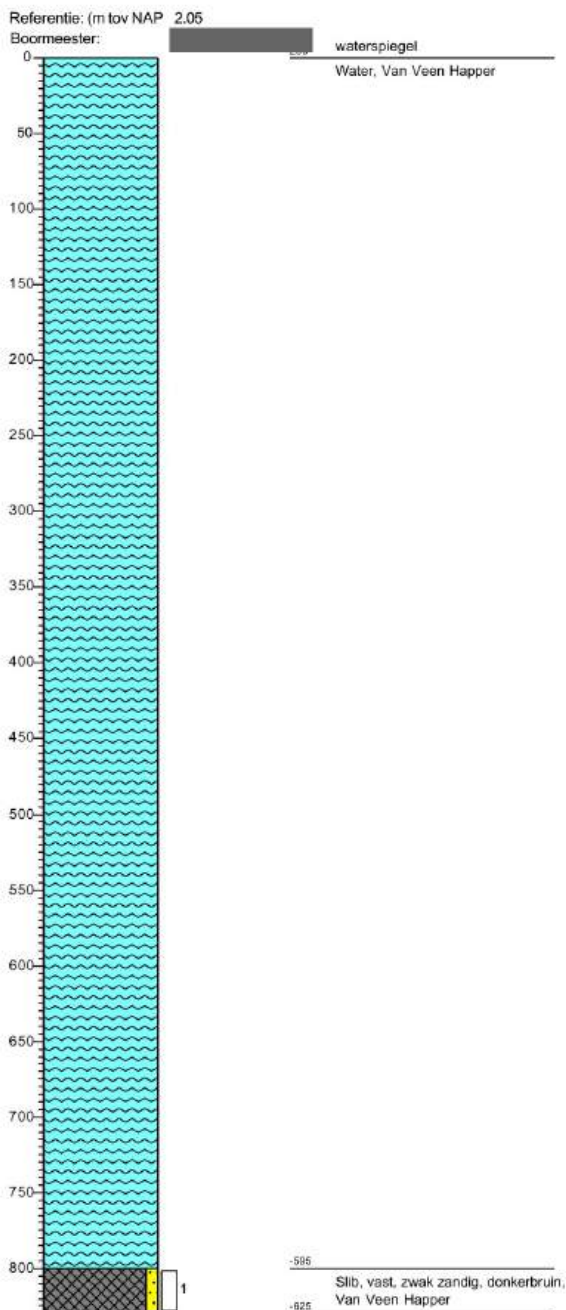
### Boring: A12

X: 100036,40  
Y: 498613,08  
Datum: 14-8-2024



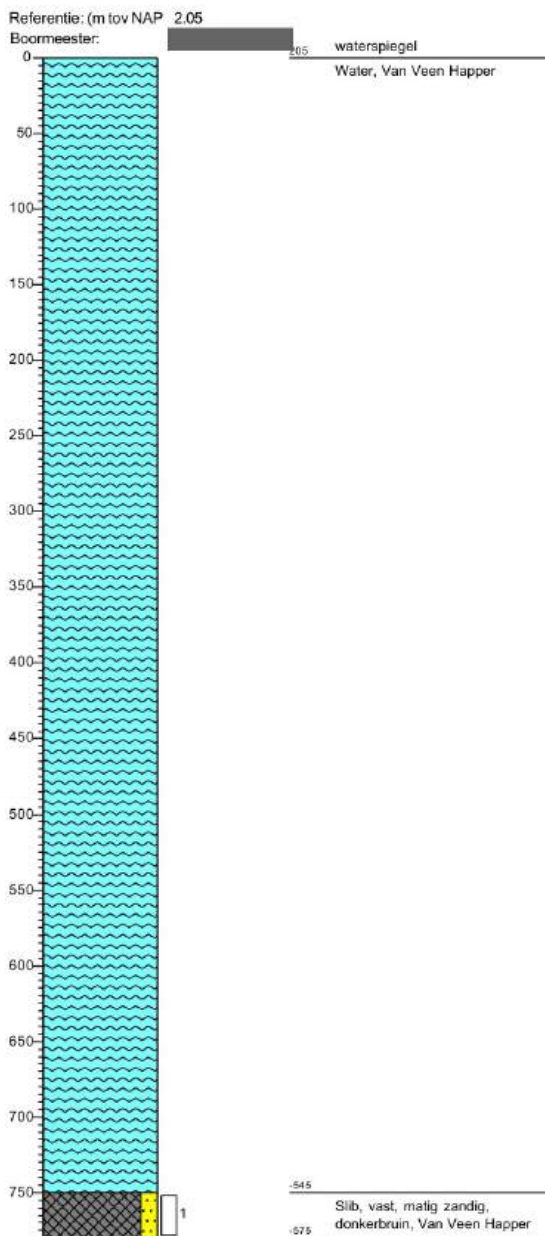
## Boring: B01

X: 99883,11  
Y: 498394,47  
Datum: 14-8-2024



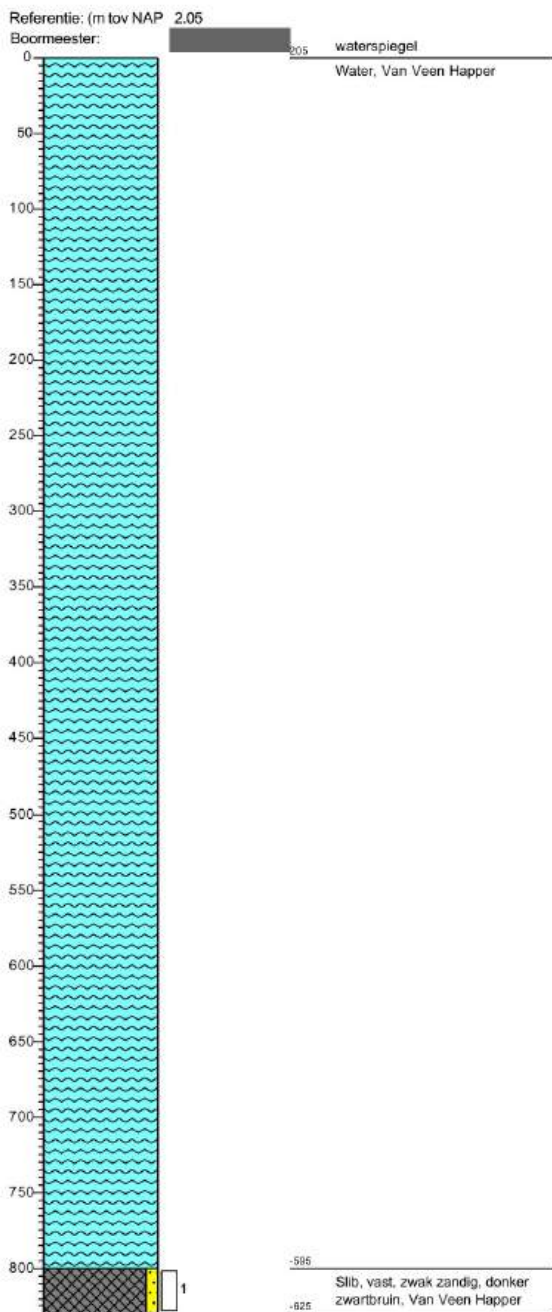
## Boring: B02

X: 99870,87  
Y: 498376,80  
Datum: 14-8-2024



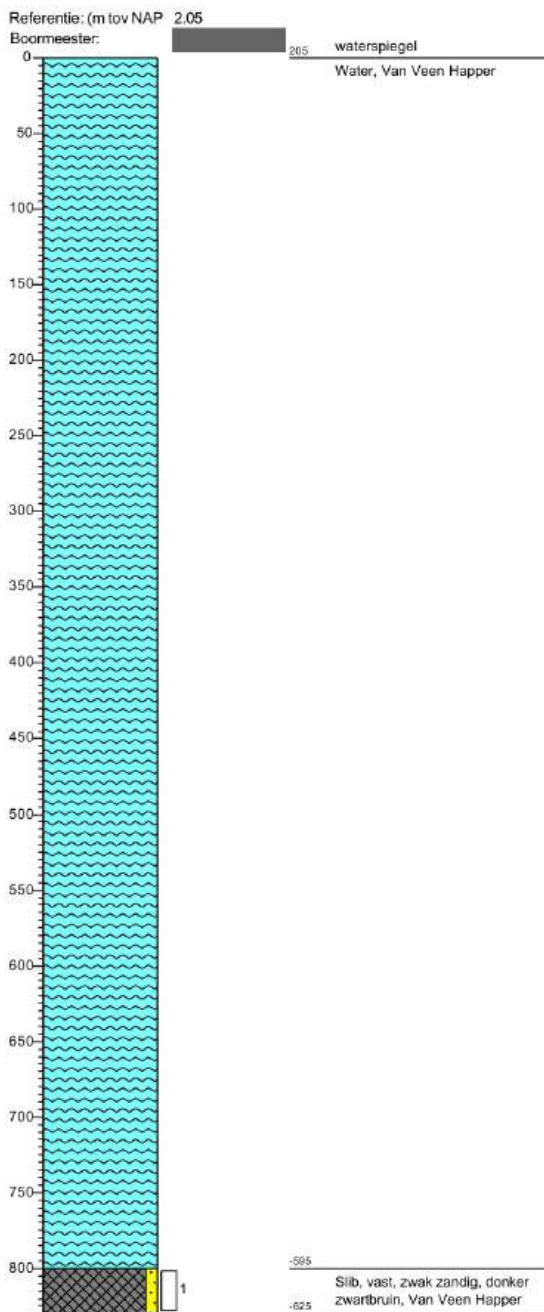
## Boring: B03

X: 99864,27  
Y: 498362,58  
Datum: 14-8-2024



## Boring: B04

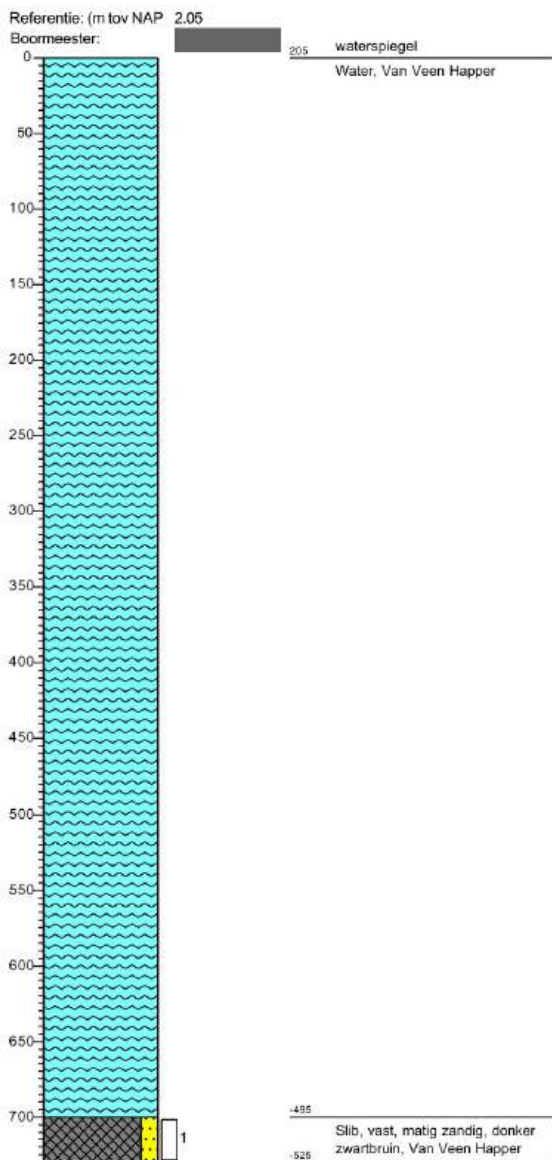
X: 99852,97  
Y: 498353,46  
Datum: 14-8-2024





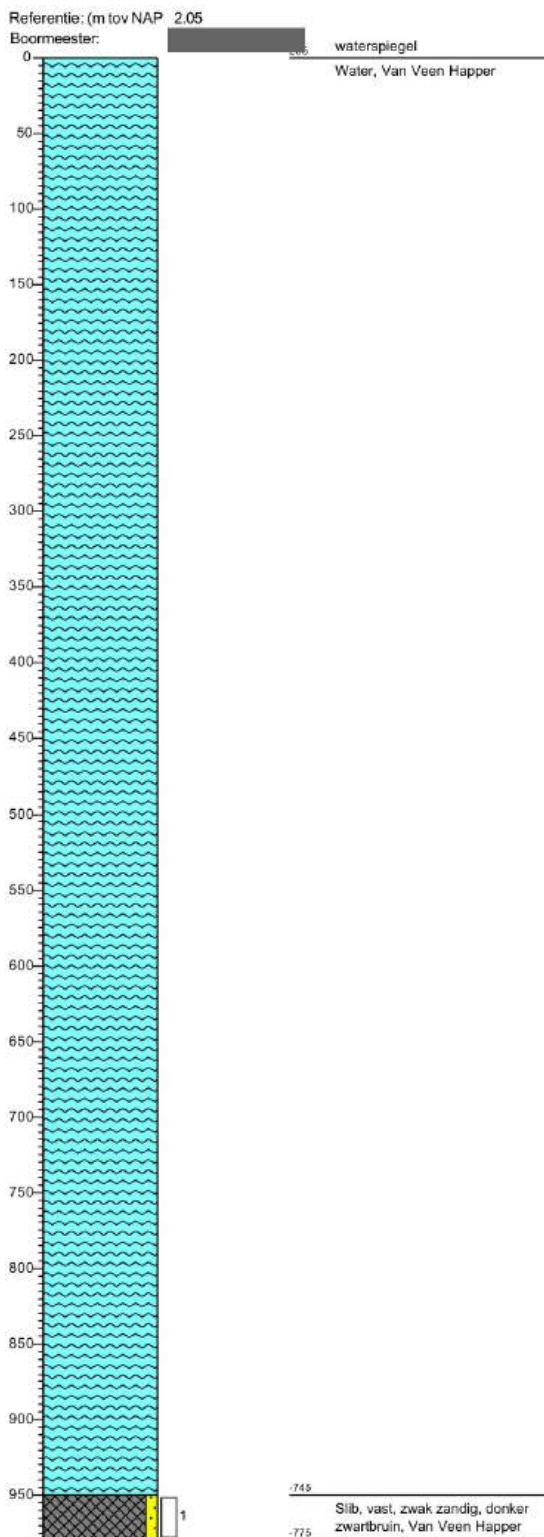
## Boring: B05

X: 99846,49  
Y: 498335,14  
Datum: 14-8-2024



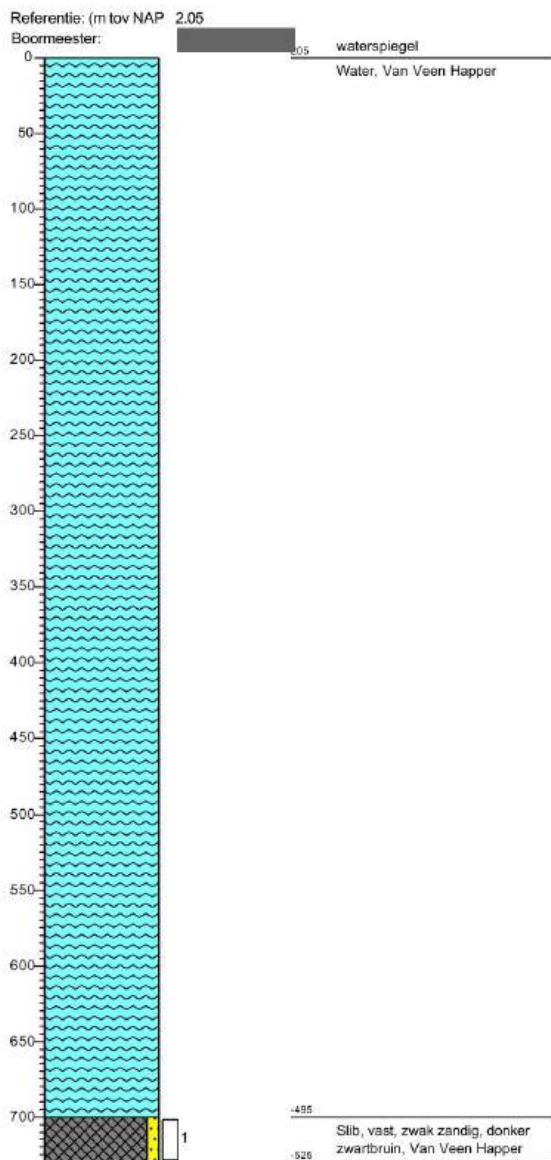
## Boring: B06

X: 99845,07  
Y: 498322,42  
Datum: 14-8-2024



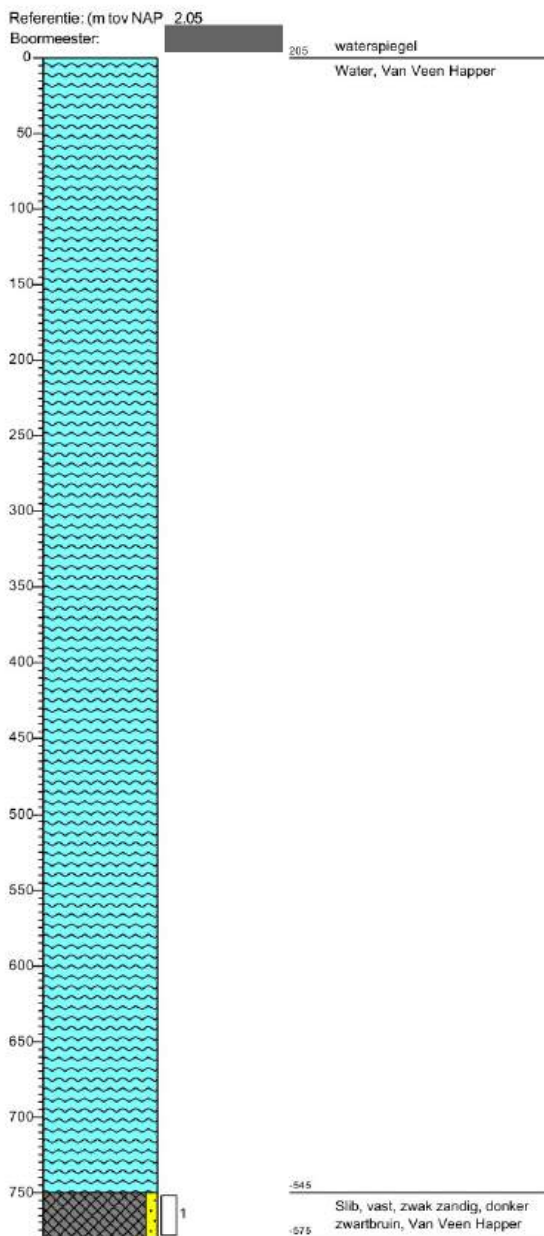
## Boring: B07

X: 99832,74  
Y: 498307,49  
Datum: 14-8-2024



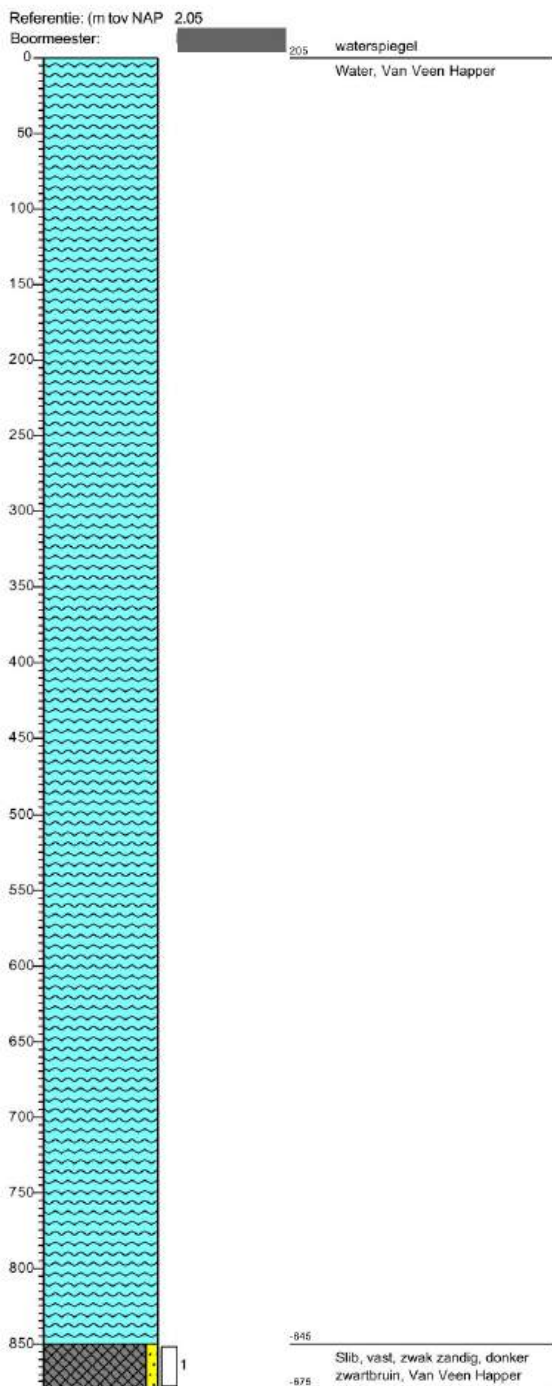
## Boring: B08

X: 99843,77  
Y: 498306,26  
Datum: 14-8-2024



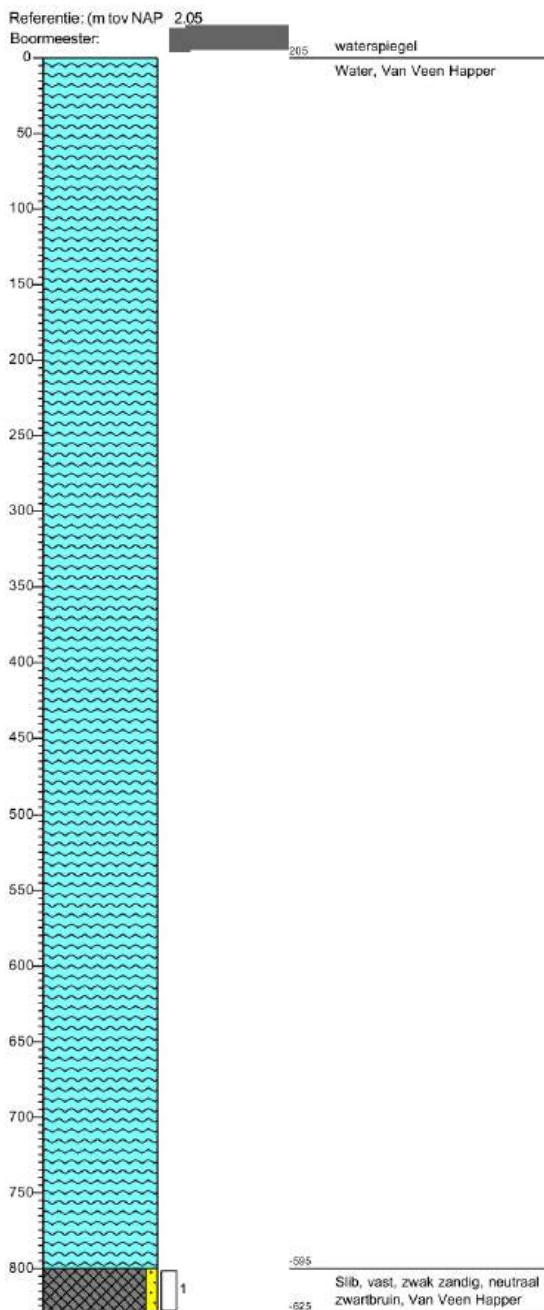
## Boring: B09

X: 99862,56  
Y: 498310,39  
Datum: 14-8-2024



## Boring: B10

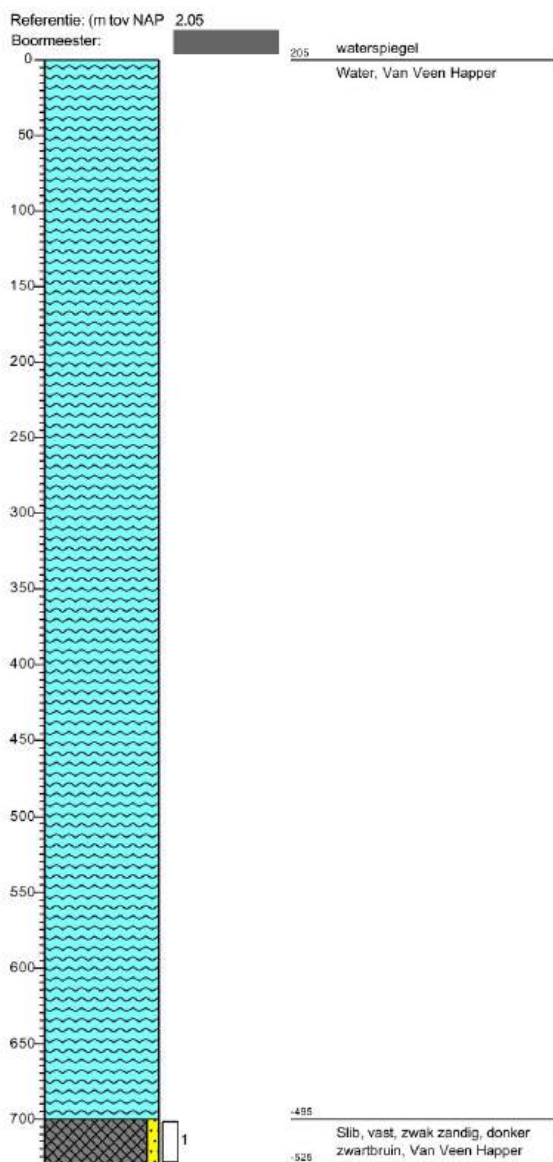
X: 99885,07  
Y: 498314,61  
Datum: 14-8-2024





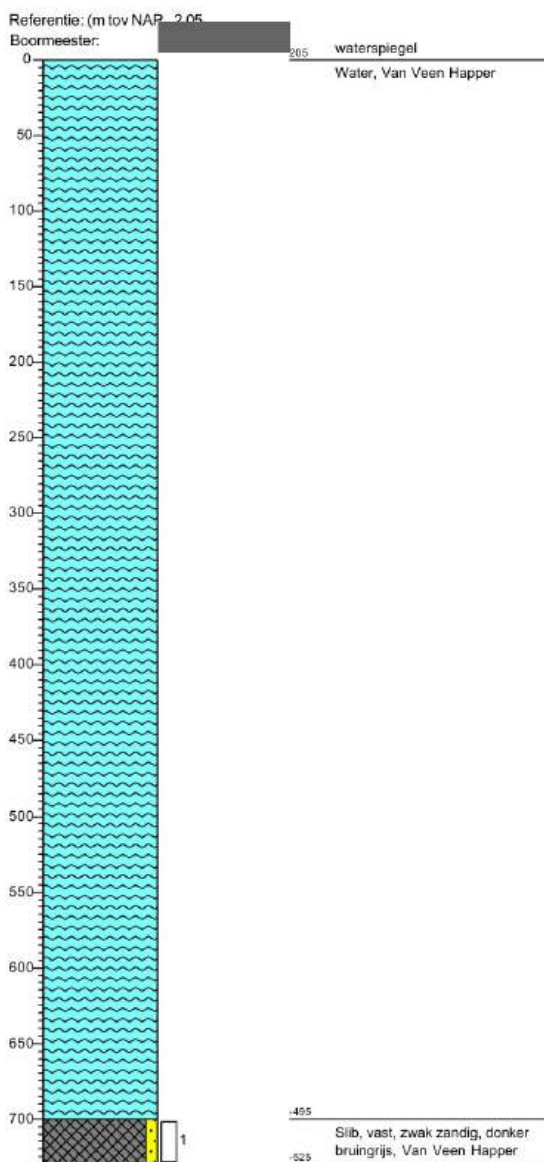
## Boring: B11

X: 99896,18  
Y: 498314,42  
Datum: 14-8-2024



## Boring: B12

X: 99917,88  
Y: 498319,99  
Datum: 14-8-2024



***Bijlage 3***  
***Analysecertificaten***



## Analyserapport

Diseo B.V.

De Koppeling 19

6986 CS ANGERLO

Blad 1 van 14

Uw projectnaam : IO Averijhaven resterend slib  
Uw projectnummer : D2024-530  
SGS rapportnummer : 14137420, versienummer: 1.

Rotterdam, 21-10-2024

Geachte heer/mevrouw,

Hierbij ontvangt u de analyse resultaten van het laboratoriumonderzoek ten behoeve van uw project D2024-530. Het onderzoek werd uitgevoerd conform uw opdracht. De gerapporteerde resultaten hebben uitsluitend betrekking op de door SGS geteste monsters en zoals door SGS ontvangen zijn. De door u aangegeven omschrijvingen voor de monsters, het project en de monsternamedatum (indien aangeleverd) zijn overgenomen in dit analyserapport. SGS is niet verantwoordelijk voor de gegevens verstrekt door de opdrachtgever.

Het onderzoek is uitgevoerd door SGS Environmental Analytics, gevestigd aan de Steenhouwerstraat 15 in Rotterdam (NL). Indien het onderzoek is uitgevoerd door derden is dit in het rapport aangegeven.

Dit analyserapport bestaat inclusief bijlagen uit 14 pagina's. In geval van een versienummer van '2' of hoger vervallen de voorgaande versies. Alle bijlagen maken onlosmakelijk onderdeel uit van het rapport. Alleen vermenigvuldiging van het hele rapport is toegestaan.

Voor meer informatie, omtrent bijvoorbeeld meetonzekerheid of gebruikte analysemethoden, kunt u contact opnemen met de afdeling Customer Support.

Wij vertrouwen er op u met deze informatie van dienst te zijn.

Hoogachtend,

  
  
Business Unit Manager



## Analyserapport

Diseo B.V.

Projectnaam IO Averijhaven resterend slib  
Projectnummer D2024-530  
Rapportnummer 14137420 - 1

Orderdatum 15-08-2024  
Startdatum 15-08-2024  
Rapportagedatum 21-10-2024

Nummer	Monstersoort	Monsterspecificatie				
001	Waterbodem	A02(1) A04(1) A05(1) A08(1) A09(1) A11(1)				
002	Waterbodem	A01(1) A03(1) A06(1) A07(1) A10(1) A12(1)				
003	Waterbodem	B01(1) B05(1) B06(1) B07(1) B10(1) B11(1)				
004	Waterbodem	B02(1) B03(1) B04(1) B08(1) B09(1) B12(1)				
Analyse	Eenheid	Q	001	002	003	004
droge stof	gew.-%	Q	55.1	51.0	37.4	55.0
<b>UITLOGING</b>						
datum start	-		11-09-2024	19-09-2024	19-09-2024	19-09-2024
massa droog	g		420	310	240	360
<b>POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN</b>						
naftaleen	mg/kgds	Q	41 <sup>1)</sup>	8.7	8.9	5.9
acenaftyleen	mg/kgds	Q	1.9 <sup>1)</sup>	1.9	2.3	1.3
acenafteen	mg/kgds	Q	9.3 <sup>1)</sup>	16	7.8	6.1
fluoreen	mg/kgds	Q	9.2 <sup>1)</sup>	16	14	6.7
fenantreen	mg/kgds	Q	43 <sup>1)</sup>	54	60	24
antracéen	mg/kgds	Q	11 <sup>1)</sup>	28	42	11
fluorantéen	mg/kgds	Q	51 <sup>1)</sup>	65	80	39
pyreen	mg/kgds	Q	31 <sup>1)</sup>	41	50	24
benzo(a)antracéen	mg/kgds	Q	11 <sup>1)</sup>	18	22	11
chryseen	mg/kgds	Q	9.0 <sup>1)</sup>	16	23	9.1
benzo(b)fluorantéen	mg/kgds	Q	5.7 <sup>1)</sup>	9.3	12	5.9
benzo(k)fluorantéen	mg/kgds	Q	2.8 <sup>1)</sup>	4.7	5.9	3.0
benzo(a)pyreen	mg/kgds	Q	6.5 <sup>1)</sup>	10	13	6.4
dibenz(a,h)antracéen	mg/kgds	Q	1.1 <sup>1)</sup>	1.7	2.1	1.0
benzo(ghi)peryleen	mg/kgds	Q	3.4 <sup>1)</sup>	4.5	5.9	2.8
indeno(1,2,3-cd)pyreen	mg/kgds	Q	3.9 <sup>1)</sup>	5.0	6.6	3.1
pak-totaal (10 van VROM)	mg/kgds	Q	180	210	270	120
pak-totaal (16 van EPA)	mg/kgds	Q	240	300	360	160
<b>POLYCHLOORBIFENYLEN (PCB)</b>						
PCB 28	µg/kgds	Q	64 <sup>2)</sup>	110 <sup>2)</sup>	140 <sup>2)</sup>	92 <sup>2)</sup>
PCB 52	µg/kgds	Q	23	34	55	30
PCB 101	µg/kgds	Q	16	19	27	17
PCB 118	µg/kgds	Q	10	15	18	11
PCB 138	µg/kgds	Q	9.3	12 <sup>3)</sup>	19	21
PCB 153	µg/kgds	Q	2.2	12	17	19
PCB 180	µg/kgds	Q	5.6	6.6	9.6	13
som (7) PCB	µg/kgds	Q	130	210	290	200
<b>MINERALE OLIE</b>						
fractie C10-C12	mg/kgds		30	50	25	30
fractie C12-C22	mg/kgds		570	1300	1200	690
fractie C22-C30	mg/kgds		600	1000	1100	640
fractie C30-C40	mg/kgds		400	690	750	440
totaal olie C10 - C40	mg/kgds	Q	1600	3000	3000	1800

De met Q gemerkte analyses zijn geaccrediteerd door de RvA.

Paraaf : 

## Analyserapport

Diseo B.V.

Projectnaam IO Averijhaven resterend slib  
 Projectnummer D2024-530  
 Rapportnummer 14137420 - 1

Orderdatum 15-08-2024  
 Startdatum 15-08-2024  
 Rapportagedatum 21-10-2024

### Voetnoten

- 1 De toegevoegde interne standaard vertoont een laag rendement. Hierdoor is de betrouwbaarheid van het resultaat mogelijk beïnvloed.
- 2 Het resultaat voor PCB 28 is mogelijk valspositief verhoogd door de aanwezigheid van PCB 31.
- 3 Er zijn componenten aanwezig die een storende invloed hebben op de meting. Om die reden is de onzekerheid in het resultaat vergroot.

Paraaf :



## Analyserapport

Diseo B.V.

Projectnaam IO Averijhaven resterend slib  
Projectnummer D2024-530  
Rapportnummer 14137420 - 1

Orderdatum 15-08-2024  
Startdatum 15-08-2024  
Rapportagedatum 21-10-2024

Nummer	Monstersoort	Monsterspecificatie				
009	Uitloogextract	A02(1) A04(1) A05(1) A08(1) A09(1) A11(1) LS10				
010	Uitloogextract	A01(1) A03(1) A06(1) A07(1) A10(1) A12(1) LS10				
011	Uitloogextract	B01(1) B05(1) B06(1) B07(1) B10(1) B11(1) LS10				
012	Uitloogextract	B02(1) B03(1) B04(1) B08(1) B09(1) B12(1) LS10				

Analyse	Eenheid	Q	009	010	011	012
EC (25°C) na uitloging	µS/cm	Q	1396	2880	3730	2640
eind pH na uitloging	-	Q	8.3	8.1	8.3	8.3
temperatuur t.b.v. pH	°C		18.9	17.9	19.3	18.3
POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN						
naftaleen	µg/l		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
acenaftyleen	µg/l		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
acenaften	µg/l		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
fluoreen	µg/l		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
fenantreen	µg/l		0.027	0.030	0.042	0.038
antraceen	µg/l		0.035	0.024	0.030	0.021
fluoranteen	µg/l		0.050	0.084	0.13	0.069
pyreen	µg/l		0.088	0.071	0.13	0.068
benzo(a)antraceen	µg/l		0.023	0.038	0.056	0.037
chryseen	µg/l		<0.02	0.037	0.059	0.031
benzo(b)fluoranteen	µg/l		0.066	0.15	0.12	0.080
benzo(k)fluoranteen	µg/l		0.026	0.053	0.049	0.027
benzo(a)pyreen	µg/l		0.050	0.075	0.10	0.064
dibenz(a,h)antraceen	µg/l		<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
benzo(ghi)peryleen	µg/l		<0.02	0.030	0.028	<0.02
indeno(1,2,3-cd)pyreen	µg/l		<0.02	0.030	0.029	0.021
pak-totaal (10 van VROM)	µg/l		<0.26 <sup>4)</sup>	0.40	0.53	0.31
MINERALE OLIE						
fractie C10-C12	µg/l		<10	<10	<10	<10
fractie C12-C22	µg/l		<10	<10	13	16
fractie C22-C30	µg/l		<10	12	11	<10
fractie C30-C40	µg/l		<10	<10	<10	<10
totaal olie C10 - C40	µg/l		<50	<50	<50	<50
ELUAAT PAK'S						
pak-totaal (16 van EPA)	µg/l		<0.8	<0.8	<0.8	<0.8

De met Q gemerkte analyses zijn geaccrediteerd door de RvA.

Paraaf : 



## Analyserapport

Diseo B.V.

Projectnaam IO Averijhaven resterend slib  
 Projectnummer D2024-530  
 Rapportnummer 14137420 - 1

Orderdatum 15-08-2024  
 Startdatum 15-08-2024  
 Rapportagedatum 21-10-2024

### Voetnoten

- 4 De rapportagegrens van de som is verhoogd i.v.m. noodzakelijke verdunning, storende matrix of het aanleveren van te weinig monster.

Paraaf :

## Analyserapport

Diseo B.V.

Projectnaam IO Averijhaven resterend slib  
Projectnummer D2024-530  
Rapportnummer 14137420 - 1

Orderdatum 15-08-2024  
Startdatum 15-08-2024  
Rapportagedatum 21-10-2024

Nummer	Monstersoort	Monsterspecificatie					
013	Waterbodem	B01(1) B05(1) B06(1) B07(1) B10(1) B11(1) LS1					
014	Waterbodem	B01(1) B05(1) B06(1) B07(1) B10(1) B11(1) LS10					
015	Waterbodem	B02(1) B03(1) B04(1) B08(1) B09(1) B12(1) LS1					
016	Waterbodem	B02(1) B03(1) B04(1) B08(1) B09(1) B12(1) LS10					
017	Waterbodem	A02(1) A04(1) A05(1) A08(1) A09(1) A11(1) LS1					

Analyse	Eenheid	Q	013	014	015	016	017
EC (25°C) na uitloging	µS/cm	Q	25600	#	20200	#	20500
eind pH na uitloging	-	Q	8.3	#	8.4	#	8.1
temperatuur t.b.v. pH	°C		18.7	#	19.3	#	18.7
UITLOGING							
L/S	ml/g			10.01		10.00	
POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN							
naftaleen	mg/kgds			<0.001		<0.001	
acenaftyleen	mg/kgds			<0.001		<0.001	
acenaften	mg/kgds			<0.001		<0.001	
fluoreen	mg/kgds			<0.0005		<0.0005	
fenantreen	mg/kgds			0.0004		0.0004	
antraceen	mg/kgds			0.0003		0.0002	
fluoranteen	mg/kgds			0.001		0.0007	
pyreen	mg/kgds			0.001		0.0007	
benzo(a)antraceen	mg/kgds			0.0008		0.0003	
chryseen	mg/kgds			0.0006		0.0003	
benzo(b)fluoranteen	mg/kgds			0.001		0.0008	
benzo(k)fluoranteen	mg/kgds			0.0005		0.0002	
benzo(a)pyreen	mg/kgds			0.0010		0.0006	
dibenz(a,h)antraceen	mg/kgds			<0.0002		<0.0002	
benzo(ghi)peryleen	mg/kgds			0.0002		<0.0002	
indeno(1,2,3-cd)pyreen	mg/kgds			0.0003		<0.0002	
pak-totaal (10 van VROM)	mg/kgds			0.005		<0.003	
pak-totaal (16 van EPA)	mg/kgds			0.008		<0.008	
MINERALE OLIE							
fractie C10-C12	mg/kgds			<5		<5	
fractie C12-C22	mg/kgds			<5		<5	
fractie C22-C30	mg/kgds			<5		<5	
fractie C30-C40	mg/kgds			<5		<5	
totaal olie C10 - C40	mg/kgds			<20		<20	

De met Q gemerkte analyses zijn geaccrediteerd door de RvA.

Paraaf : 

## Analyserapport

Diseo B.V.

Projectnaam IO Averijhaven resterend slib  
Projectnummer D2024-530  
Rapportnummer 14137420 - 1

Orderdatum 15-08-2024  
Startdatum 15-08-2024  
Rapportagedatum 21-10-2024

Nummer	Monstersoort	Monsterspecificatie				
018	Waterbodem	A02(1) A04(1) A05(1) A08(1) A09(1) A11(1) LS10				
019	Waterbodem	A01(1) A03(1) A06(1) A07(1) A10(1) A12(1) LS1				
020	Waterbodem	A01(1) A03(1) A06(1) A07(1) A10(1) A12(1) LS10				
Analyse	Eenheid	Q	018	019	020	
EC (25°C) na uitloging	µS/cm	Q	1411	19840	#	
eind pH na uitloging	-	Q	8.3	8.2	#	
temperatuur t.b.v. pH	°C		19.0	19.2	#	
<b>UITLOGING</b>						
L/S	ml/g		10.05		10.00	
<b>POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN</b>						
naftaleen	mg/kgds		<0.001		<0.001	
acenaftyleen	mg/kgds		<0.001		<0.001	
acenafteen	mg/kgds		<0.001		<0.001	
fluoreen	mg/kgds		<0.0005		<0.0005	
fenantreen	mg/kgds		0.0003		0.0003	
antraceen	mg/kgds		0.0004		0.0002	
fluoranteen	mg/kgds		0.0005		0.0008	
pyreen	mg/kgds		0.0009		0.0007	
benzo(a)antraceen	mg/kgds		<0.0002		0.0003	
chryseen	mg/kgds		<0.0002		0.0003	
benzo(b)fluoranteen	mg/kgds		0.0007		0.001	
benzo(k)fluoranteen	mg/kgds		0.0003		0.0004	
benzo(a)pyreen	mg/kgds		0.0005		0.0007	
dibenz(a,h)antraceen	mg/kgds		<0.0002		<0.0002	
benzo(ghi)peryleen	mg/kgds		<0.0002		0.0003	
indeno(1,2,3-cd)pyreen	mg/kgds		<0.0002		0.0003	
pak-totaal (10 van VROM)	mg/kgds		<0.003		0.004	
pak-totaal (16 van EPA)	mg/kgds		<0.008		<0.008	
<b>MINERALE OLIE</b>						
fractie C10-C12	mg/kgds		<5		<5	
fractie C12-C22	mg/kgds		<5		<5	
fractie C22-C30	mg/kgds		<5		<5	
fractie C30-C40	mg/kgds		<5		<5	
totaal olie C10 - C40	mg/kgds		<20		<20	

De met Q gemerkte analyses zijn geaccrediteerd door de RvA.

Paraaf : 



# Analyserapport

Diseo B.V.

Projectnaam IO Averijhaven resterend slib  
Projectnummer D2024-530  
Rapportnummer 14137420 - 1

Orderdatum 15-08-2024  
Startdatum 15-08-2024  
Rapportagedatum 21-10-2024

Analyse	Monstersoort	Relatie tot norm
droge stof	Waterbodem	Waterbodem: NEN-EN 15934. AS3000-waterbodem: AS3210-1 en NEN-EN 15934
naftaleen	Waterbodem	Eigen methode, aceton-hexaan-extractie, analyse m.b.v. GC-MS
acenaftyleen	Waterbodem	Idem
acenaftteen	Waterbodem	Idem
fluoreen	Waterbodem	Idem
fenantreen	Waterbodem	Idem
antraceen	Waterbodem	Idem
fluoranteen	Waterbodem	Idem
pyreen	Waterbodem	Idem
benzo(a)antraceen	Waterbodem	Idem
chryseen	Waterbodem	Idem
benzo(b)fluoranteen	Waterbodem	Idem
benzo(k)fluoranteen	Waterbodem	Idem
benzo(a)pyreen	Waterbodem	Idem
dibenz(a,h)antraceen	Waterbodem	Idem
benzo(ghi)peryleen	Waterbodem	Idem
indeno(1,2,3-cd)pyreen	Waterbodem	Idem
pak-totaal (10 van VROM)	Waterbodem	Idem
pak-totaal (16 van EPA)	Waterbodem	Idem
PCB 28	Waterbodem	Eigen methode (aceton-hexaan extractie, analyse m.b.v. GCMS)
PCB 52	Waterbodem	Idem
PCB 101	Waterbodem	Idem
PCB 118	Waterbodem	Idem
PCB 138	Waterbodem	Idem
PCB 153	Waterbodem	Idem
PCB 180	Waterbodem	Idem
som (7) PCB	Waterbodem	Idem
totaal olie C10 - C40	Waterbodem	NEN-EN-ISO 16703
Kolomtest conform NEN7383	Waterbodem	NEN 7383
EC (25°C) na uitloging	Uitloogextract	NEN-ISO 7888 en EN 27888
eind pH na uitloging	Uitloogextract	conform NEN-ISO 10523
naftaleen	Uitloogextract	Eigen methode
acenaftyleen	Uitloogextract	Idem
acenaftteen	Uitloogextract	Idem
fluoreen	Uitloogextract	Idem
fenantreen	Uitloogextract	Idem
antraceen	Uitloogextract	Idem
fluoranteen	Uitloogextract	Idem
pyreen	Uitloogextract	Idem
benzo(a)antraceen	Uitloogextract	Idem
chryseen	Uitloogextract	Idem
benzo(b)fluoranteen	Uitloogextract	Idem
benzo(k)fluoranteen	Uitloogextract	Idem
benzo(a)pyreen	Uitloogextract	Idem
dibenz(a,h)antraceen	Uitloogextract	Idem

Paraaf :

## Analyserapport

Diseo B.V.

Projectnaam IO Averijhaven resterend slib  
Projectnummer D2024-530  
Rapportnummer 14137420 - 1

Orderdatum 15-08-2024  
Startdatum 15-08-2024  
Rapportagedatum 21-10-2024

Analyse	Monstersoort	Relatie tot norm
benzo(ghi)peryleen	Uitloogextract	Idem
indeno(1,2,3-cd)pyreen	Uitloogextract	Idem
EC (25°C) na uitloging	Uitloging (mg/kg ds) Eluaat	NEN-ISO 7888 en EN 27888
eind pH na uitloging	Uitloging (mg/kg ds) Eluaat	NEN-EN-ISO 10523
naftaleen	Uitloging (mg/kg ds) Eluaat	Eigen methode
acenaftyleen	Uitloging (mg/kg ds) Eluaat	Idem
acenafteen	Uitloging (mg/kg ds) Eluaat	Idem
fluoreen	Uitloging (mg/kg ds) Eluaat	Idem
fenantreen	Uitloging (mg/kg ds) Eluaat	Idem
antraceen	Uitloging (mg/kg ds) Eluaat	Idem
fluoranteen	Uitloging (mg/kg ds) Eluaat	Idem
pyreen	Uitloging (mg/kg ds) Eluaat	Idem
benzo(a)antraceen	Uitloging (mg/kg ds) Eluaat	Idem
chryseen	Uitloging (mg/kg ds) Eluaat	Idem
benzo(b)fluoranteen	Uitloging (mg/kg ds) Eluaat	Idem
benzo(k)fluoranteen	Uitloging (mg/kg ds) Eluaat	Idem
benzo(a)pyreen	Uitloging (mg/kg ds) Eluaat	Idem
dibenz(a,h)antraceen	Uitloging (mg/kg ds) Eluaat	Idem
benzo(ghi)peryleen	Uitloging (mg/kg ds) Eluaat	Idem
indeno(1,2,3-cd)pyreen	Uitloging (mg/kg ds) Eluaat	Idem
totaal olie C10 - C40	Uitloging (mg/kg ds) Eluaat	Eigen methode, hexaan-extractie, clean-up, analyse m.b.v. GC-FID

Monster	Barcode	Aanlevering	Monstername	Verpakking
001	0540530464	14-08-2024	14-08-2024	ALC293
001	0540530463	14-08-2024	14-08-2024	ALC293
001	0540530459	14-08-2024	14-08-2024	ALC293
001	0540530456	14-08-2024	14-08-2024	ALC293
001	0540530462	14-08-2024	14-08-2024	ALC293
001	0540530458	14-08-2024	14-08-2024	ALC293
002	0540530461	14-08-2024	14-08-2024	ALC293
002	0540530465	14-08-2024	14-08-2024	ALC293
002	0540530466	14-08-2024	14-08-2024	ALC293
002	0540530457	14-08-2024	14-08-2024	ALC293
002	0540530460	14-08-2024	14-08-2024	ALC293
002	0540530455	14-08-2024	14-08-2024	ALC293
003	0540530424	14-08-2024	14-08-2024	ALC293
003	0540530419	14-08-2024	14-08-2024	ALC293
003	0540530415	14-08-2024	14-08-2024	ALC293
003	0540530425	14-08-2024	14-08-2024	ALC293
003	0540530420	14-08-2024	14-08-2024	ALC293
003	0540530421	14-08-2024	14-08-2024	ALC293
004	0540530423	14-08-2024	14-08-2024	ALC293
004	0540530418	14-08-2024	14-08-2024	ALC293
004	0540530417	14-08-2024	14-08-2024	ALC293
004	0540530416	14-08-2024	14-08-2024	ALC293

Paraaf : 

# Analyserapport

Disco B.V.

Projectnaam IO Averijhaven resterend slib  
Projectnummer D2024-530  
Rapportnummer 14137420 - 1

Orderdatum 15-08-2024  
Startdatum 15-08-2024  
Rapportagedatum 21-10-2024

Monster	Barcode	Aanlevering	Monstername	Verpakking
004	0540530422	14-08-2024	14-08-2024	ALC293
004	0540530426	14-08-2024	14-08-2024	ALC293

Paraaf :



## Analyserapport

Diseo B.V.

Projectnaam IO Averijhaven resterend slib  
Projectnummer D2024-530  
Rapportnummer 14137420 - 1

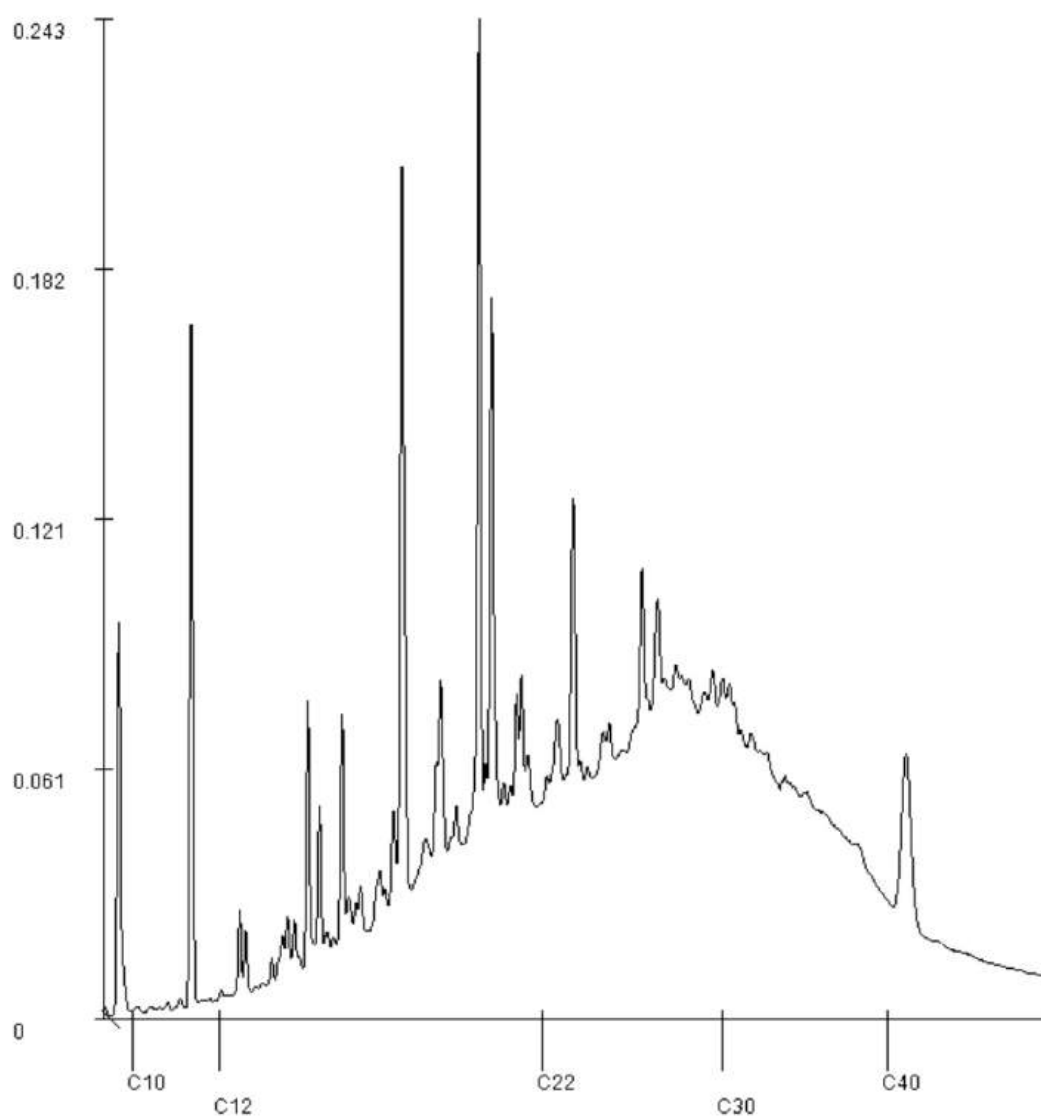
Orderdatum 15-08-2024  
Startdatum 15-08-2024  
Rapportagedatum 21-10-2024

Monsternummer: 001  
Monster beschrijvingen A02(1) A04(1) A05(1) A08(1) A09(1) A11(1)

### Karakterisering naar alkaantraject

benzine	C9-C14
kerosine en petroleum	C10-C16
diesel en gasolie	C10-C28
motorolie	C20-C36
stookolie	C10-C36

De C10 en C40 pieken zijn toegevoegd door het laboratorium en worden gebruikt als interne standaard.



Paraaf : 

## Analyserapport

Diseo B.V.

Projectnaam IO Averijhaven resterend slib  
Projectnummer D2024-530  
Rapportnummer 14137420 - 1

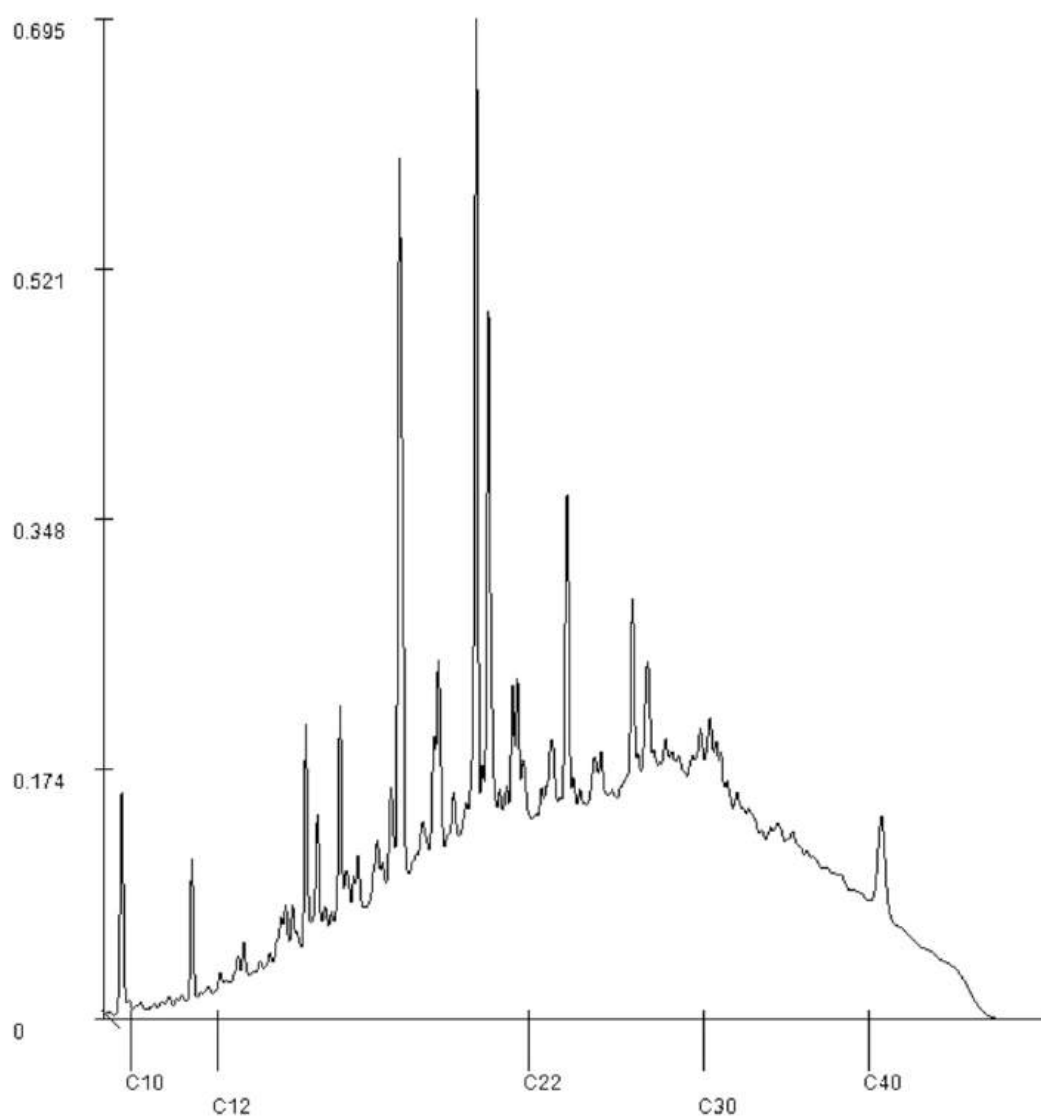
Orderdatum 15-08-2024  
Startdatum 15-08-2024  
Rapportagedatum 21-10-2024

Monsternummer: 002  
Monster beschrijvingen A01(1) A03(1) A06(1) A07(1) A10(1) A12(1)

### Karakterisering naar alkaantraject

benzine	C9-C14
kerosine en petroleum	C10-C16
diesel en gasolie	C10-C28
motorolie	C20-C36
stookolie	C10-C36

De C10 en C40 pieken zijn toegevoegd door het laboratorium en worden gebruikt als interne standaard.



Paraaf :

## Analyserapport

Diseo B.V.

Projectnaam IO Averijhaven resterend slib  
Projectnummer D2024-530  
Rapportnummer 14137420 - 1

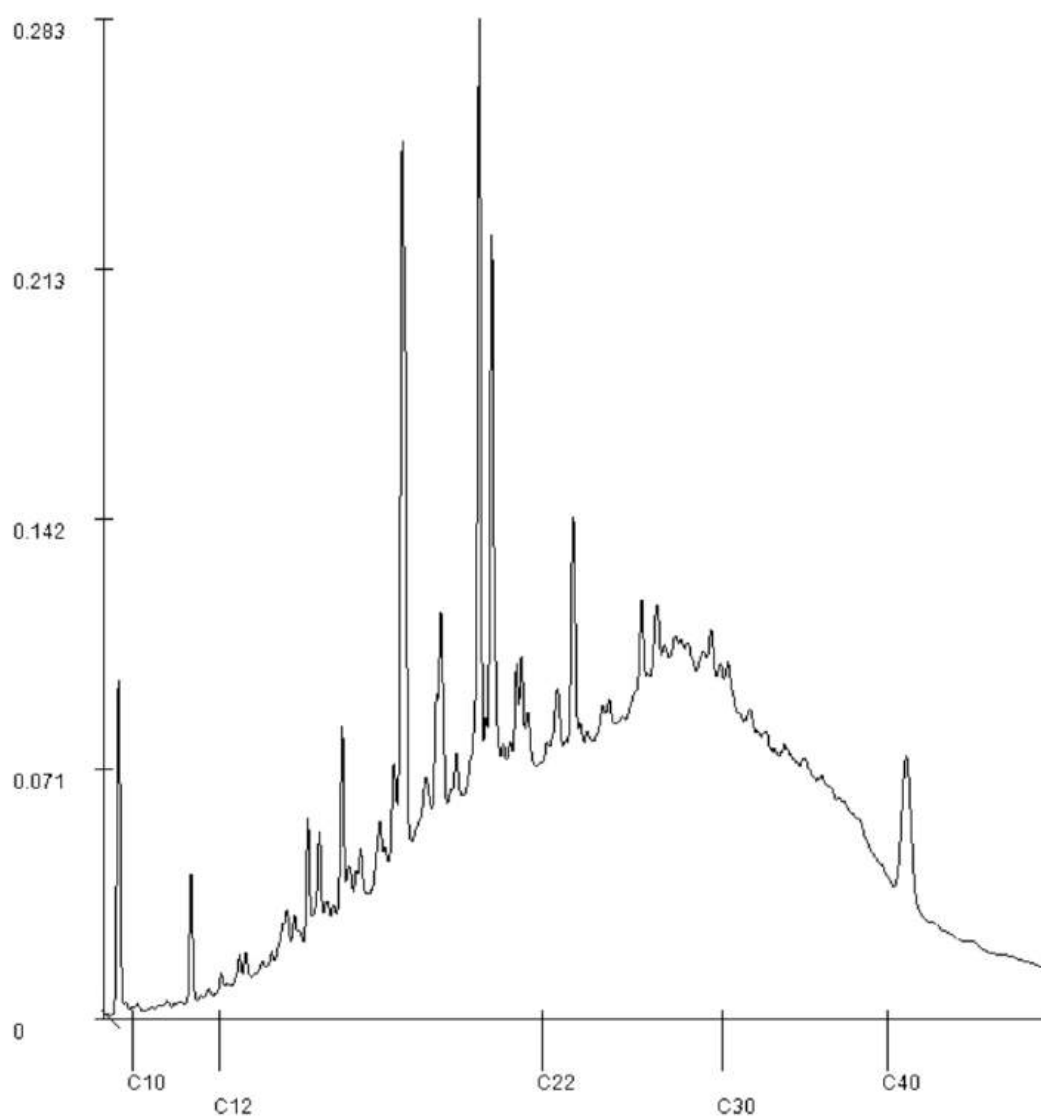
Orderdatum 15-08-2024  
Startdatum 15-08-2024  
Rapportagedatum 21-10-2024

Monsternummer: 003  
Monster beschrijvingen B01(1) B05(1) B06(1) B07(1) B10(1) B11(1)

### Karakterisering naar alkaantraject

benzine	C9-C14
kerosine en petroleum	C10-C16
diesel en gasolie	C10-C28
motorolie	C20-C36
stookolie	C10-C36

De C10 en C40 pieken zijn toegevoegd door het laboratorium en worden gebruikt als interne standaard.



Paraaf : 



## Analyserapport

Diseo B.V.

Projectnaam IO Averijhaven resterend slib  
Projectnummer D2024-530  
Rapportnummer 14137420 - 1

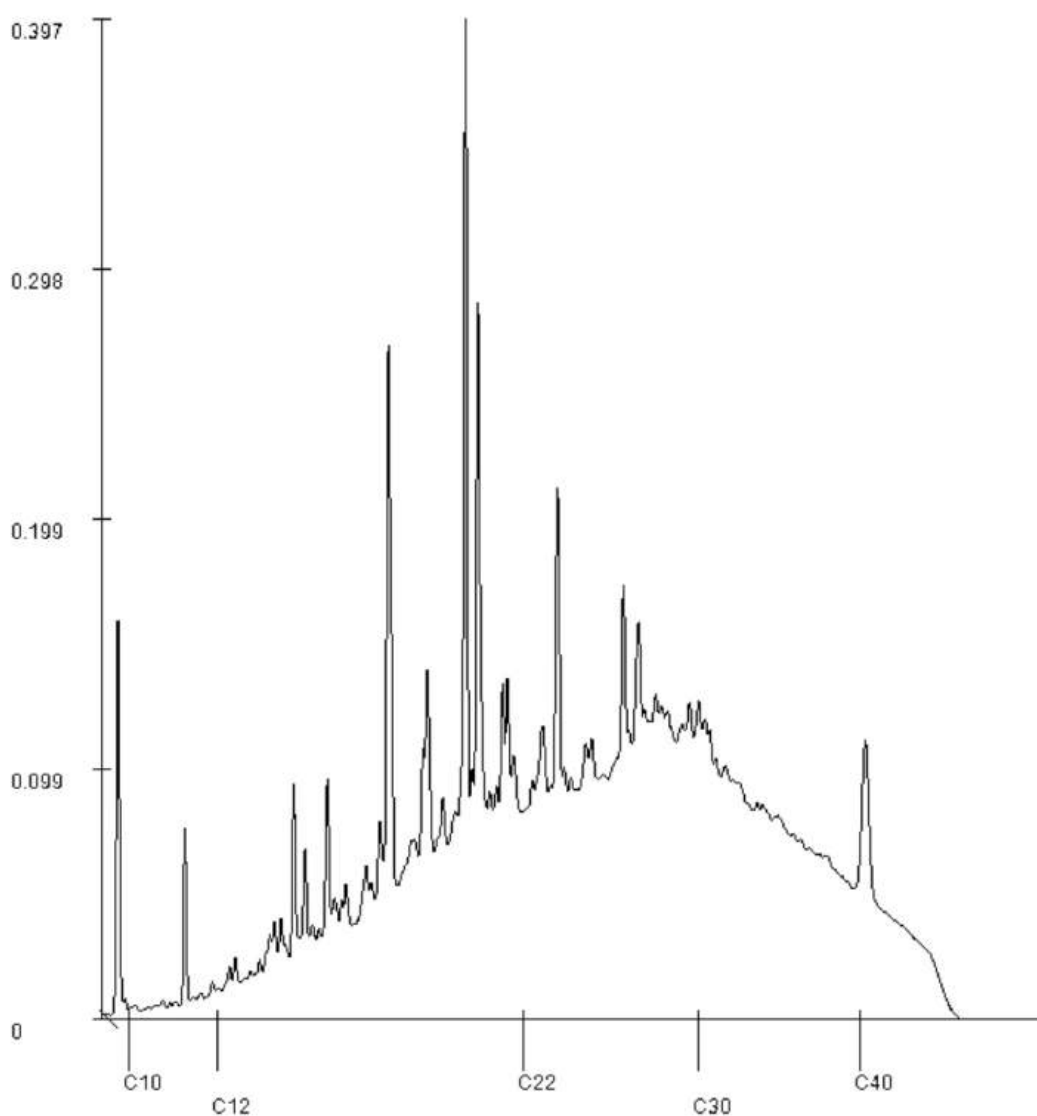
Orderdatum 15-08-2024  
Startdatum 15-08-2024  
Rapportagedatum 21-10-2024

Monsternummer: 004  
Monster beschrijvingen B02(1) B03(1) B04(1) B08(1) B09(1) B12(1)

### Karakterisering naar alkaantraject

benzine	C9-C14
kerosine en petroleum	C10-C16
diesel en gasolie	C10-C28
motorolie	C20-C36
stookolie	C10-C36

De C10 en C40 pieken zijn toegevoegd door het laboratorium en worden gebruikt als interne standaard.



Paraaf : 