

Concept uitvoeringsplan

Planproducten zettingsvloeiing

Opdrachtgever: Waterschap Hollandse Delta

Organisatie
Lievens Infra B.V.

Telefoon
+31 (0)88 910 20 00

Projectnummer
WAB013298

Adres
Tramsingel 2
4814 AB Breda

Datum
Juli 2021

Documentnummer
WAB013298, versie 4

Colofon

Rapporthistorie

| | | |
|-----------|------------|---|
| Versie 0c | 28-08-2020 | Concept |
| Versie 1 | 10-09-2020 | Definitief |
| Versie 2 | 22-12-2020 | Aanpassingen o.b.v. geoptimaliseerd ontwerp |
| Versie 3 | Juni 2021 | Aanpassingen o.b.v. geoptimaliseerd ontwerp en hoeveelhedenraming |
| Versie 4 | Juli 2021 | Aanpassing ontwerp Hartelkanaal |

Verantwoording


Foto van uitvoering maatregelen bij zettingsvloeiing Spui -
<https://www.rotim.com/nl/projects/zettingsvloeiing-spuil/>


Contactgegevens

Wilbert van den Bos
+31 (0)6 55 120 192
Wilbert.vandenbos@wsp.com

Autorisatie

| Projectnummer | Documentnummer | Versie | Status |
|---------------|----------------|--------|------------|
| WAB013298 | WAB013298 | 4 | Definitief |

| Opgesteld door | Functie | Datum | Paraaf |
|------------------------------|--|-----------|---|
| D. Ligthart M. Hendriksen | Projectingenieur Infra Adviseur Waterveiligheid | Juli-2021 |  |

| Geverifieerd door | Functie | Datum | Paraaf |
|-------------------|---------------------|-----------|---|
| F. Westebring | Projectleider Infra | Juli-2021 |  |

| Akkoord projectleider | Functie | Datum | Paraaf |
|-----------------------|-------------------|-----------|---|
| W. van den Bos | Projectleider W&O | Juli-2021 |  |

Inhoudsopgave

| | | |
|----------|--------------------------------|-----------|
| 1 | Inleiding | 4 |
| 2 | Ontwerp en hoeveelheden | 5 |
| 3 | Uitvoeringsplan | 7 |
| 3.1 | Aanvaarroute | 7 |
| 3.2 | Materieelkeuze | 8 |
| 3.3 | Productie | 10 |
| 3.4 | Hinder voor scheepvaart | 10 |
| 3.5 | Aandachtspunten vanuit beheer | 11 |
| 4 | Referenties | 12 |

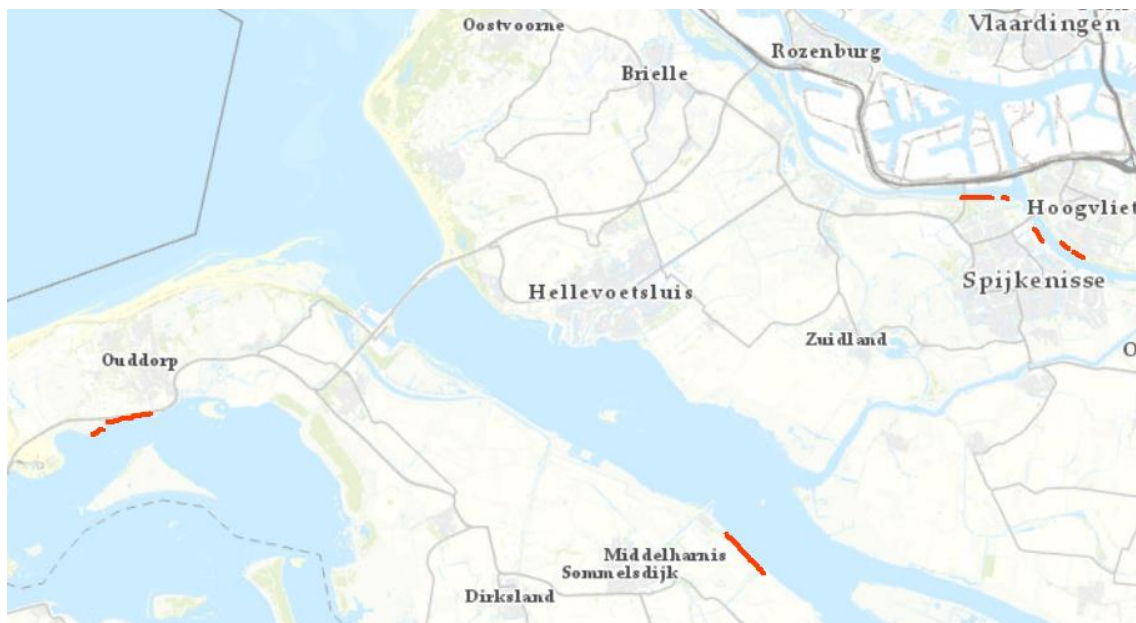
1 Inleiding

In de Verlengde 3de Toetsing (V3T) primaire waterkeringen zijn delen van de kering van Waterschap Hollandse Delta afgekeurd op het faalmechanisme zettingsvloeiing. Dit betreft de volgende trajecten:

- Dijkkring 17: Oude Maas ter hoogte van Hoogvliet;
- Dijkkring 20: Oude Maas ter hoogte van Spijkenisse;
- Dijkkring 20: Hartelkanaal;
- Dijkkring 25: Haringvliet ter hoogte van Middelharnis;
- Dijkkring 25: Grevelingen ter hoogte van Ouddorp.

De locaties zijn weergegeven op onderstaande kaart.

Op deze locaties worden onderwatertaluds verflauwd naar 1:3 met filtermateriaal en waar nodig wordt stortsteen aangebracht om het risico op zettingsvloeiing te verkleinen. In deze memo wordt een concept uitvoeringsplan beschreven voor realisatie van deze oplossing. Het concept uitvoeringsplan wordt gemaakt op basis van het voorontwerp en heeft als doel inzicht te geven in de werkzaamheden die plaats zullen vinden. Dit kan gebruikt worden voor effectenstudies zoals hinder op de vaarwegen en stikstofuitstoot. Het concept uitvoeringsplan zal worden geactualiseerd door de aannemer.



Figuur 1-1: Locaties risico op zettingsvloeiing

2 Ontwerp en hoeveelheden

De dijkversterkingsmaatregel voor zettingsvloeiing bestaat uit een oeverbescherming onder de waterlijn bij de gemiddelde waterstand. Het ontwerp is terug te vinden op de volgende tekeningen:

- WAB013298-00-T-VO-OVE-001/002-Referentieontwerp Grevelingen
- WAB013298-00-T-VO-OVE-101/102-Referentieontwerp Haringvliet
- WAB013298-00-T-VO-OVE-201/202-Referentieontwerp Hartelkanaal
- WAB013298-00-T-VO-OVE-301/302-Referentieontwerp Oude Maas

In de basis wordt het talud van de oever aangevuld met een filtermateriaal tot een helling van maximaal 1:3. Hierbij wordt geen gebruik gemaakt van een geotextiel.

Bij de dijkversterking bij de Grevelingen, het Haringvliet en het Hartelkanaal bestaat het ontwerp enkel uit een filtermateriaal. De sortering van het toegepaste filtermateriaal in dit project is 30/60 mm bij de Grevelingen en het Haringvliet, en 45/125 mm bij het Hartelkanaal.

De dijkversterking in de Oude Maas kan worden opgedeeld in de oeverbescherming aan de westzijde en oostzijde. Aan de westzijde van de Oude Maas wordt enkel een filtermateriaal toegepast met een sortering van 45/125 mm. Aan de oostzijde van de Oude Maas is sterkere oeverbescherming benodigd vanwege hoge stroomsnelheden door aanwezigheid van een ondiepte, gerelateerd aan de metrotunnel op deze locatie [5]. Hierom wordt op het filtermateriaal met een sortering van 30/60 mm een toplaag aangebracht met een sortering van 5-40 kg.

Door het plaatsen van de steenbestortingen zullen er zettingen van de ondergrond plaatsvinden. De ervaring uit het project Dordtse Kil is dat ter compensatie van de zettingen 15% meer gestort dient te worden van de filterlaag. Deze opslag op de filterlaag wordt hier ook toegepast.

Voor uitvoeringsnauwkeurigheid is voorheen een toeslag van materiaal gebruikt van 25% op de toplaag. Daar waar geen toplaag meer aanwezig is wordt een toeslag van 25% toegepast op de bovenste halve meter van de bestortingen.

Voor ecologische versterking worden er nog maatregelen verwacht [7]. Er wordt voor het uitvoeringsplan uitgegaan van het creëren van meer schuilplaats voor vis en schaaldieren door het toepassen van een grove sortering bovenop de toplaag. Het uitgangspunt hierbij is dat op 20% van het oppervlak waar bestortingen worden geplaatst een grovere sortering met een laagdikte van 0,5 m wordt geplaatst.

In Tabel 2-1 zijn de hoeveelheden toe te passen materiaal gegeven [6]. In Tabel 2-2 zijn de volumes omgerekend naar massa. Voor de filterlaag is hiervoor een factor van 1,7 gebruikt, voor de toplaag en ecolaag 1,8. Deze factoren zijn toegepast op advies van Deltares.

Tabel 2-1: Hoeveelheden benodigd stortsteen in volumes [6]

| Locatie | Massa filterlaag [m ³] | Massa toplaag [m ³] | Massa eco laag [m ³] | Massa totaal [m ³] |
|---------------|------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| Grevelingen | 252.500 | - | 17.000 | 269.500 |
| Haringvliet | 266.200 | - | 8.100 | 274.300 |
| Hartelkanaal | 59.000 | - | 5.000 | 64.000 |
| Oude Maas | 68.900 | 20.100 | 5.900 | 94.900 |
| Totaal | 646.600 | 20.100 | 36.000 | 702.700 |

Tabel 2-2: Hoeveelheden benodigd stortsteen in massa

| Locatie | Massa filterlaag [ton] | Massa toplaag [ton] | Massa eco laag [ton] | Massa totaal [ton] |
|---------------|------------------------|---------------------|----------------------|--------------------|
| Grevelingen | 429.300 | - | 30.600 | 459.900 |
| Haringvliet | 452.500 | - | 14.600 | 467.100 |
| Hartelkanaal | 103.300 | - | 8.700 | 112.000 |
| Oude Maas | 117.100 | 36.200 | 10.600 | 163.900 |
| Totaal | 1.102.200 | 36.200 | 64.500 | 1.202.900 |

3 Uitvoeringsplan

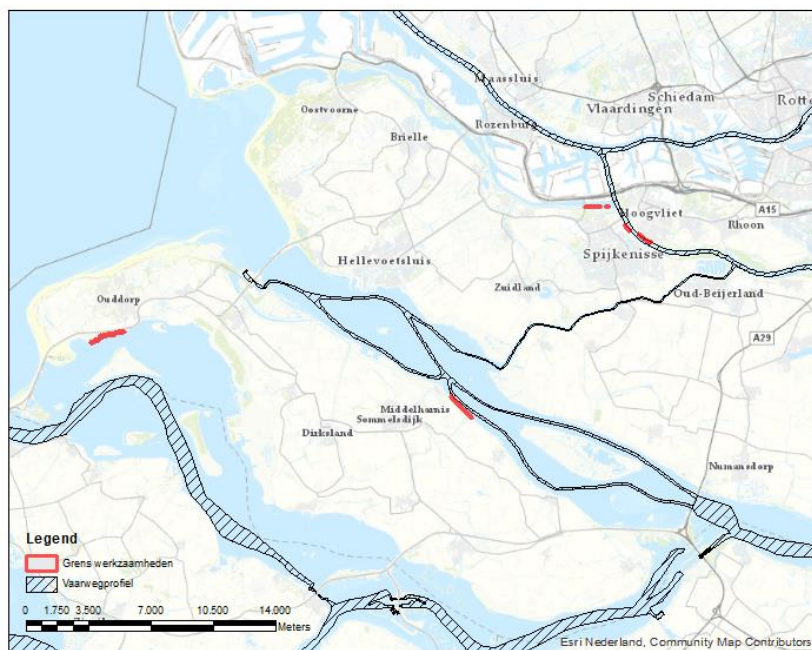
In dit hoofdstuk wordt een plan beschreven voor de uitvoering van de werkzaamheden. Dit betreft een indicatief plan. De aannemer zal op basis van beschikbaar materieel en eigen ervaringen zelf kiezen voor de aankooplocaties van de materialen en het soort en de hoeveelheid in te zetten materieel.

3.1 Aanvaarroute

Het stortsteen komt veelal uit Duitsland, België en Scandinavië en wordt per schip naar locatie gebracht. Voor het inschatten van de stikstofuitstoot dienen enkel de vaarbewegingen buiten de gangbare vaarwegen in kaart te worden gebracht; dus de afstand van de vaargeul tot aan de projectlocatie. De locaties van de werkzaamheden en de vaargeul zijn in onderstaande figuur gegeven. In onderstaande tabel zijn de afstanden van de projectlocatie tot de vaargeul gegeven. Bij de Grevelingen wordt ervan uitgegaan dat het werkgebied bereikt wordt via de Hompelgeul-Spingersdiep.

Tabel 3-1: Afstanden werklocaties tot de vaargeul

| Locatie | Afstand tot de vaargeul [km] |
|--------------|------------------------------|
| Grevelingen | 3 |
| Haringvliet | 0,1 |
| Hartelkanaal | 0 |
| Oude Maas | 0 |



Figuur 3-1: Werklocaties en ligging vaarwegen (vaargeul uit legger RWS 2014)

3.2 Materieelkeuze

Het stortsteen wordt geleverd met een beunschip. Het stortsteen wordt direct uit dit beunschip op de oevers aangebracht. Een voorbeeld van een dergelijk beunschip is in Figuur 3-2 gegeven. Afmetingen van dit soort schepen zijn gegeven in Tabel 3-2. Voor een dergelijk schip is het aantal benodigde schepen voor het transport van het toe te passen materiaal gegeven in Tabel 3-3. Uiteraard kunnen er ook schepen met andere afmetingen worden toegepast. Grotere schepen zijn mogelijk daar waar geen hinder is voor andere scheepvaart.



Figuur 3-2: Voorbeeld beunschip met capaciteit van ca. 1600 ton [1]

Tabel 3-2: Afmetingen van een beunschip met capaciteit van ca. 1600 ton [1]

| Schip | Lengte [m] | Breedte [m] | Diepgang [m] | Tonnage [ton] |
|-----------------------|------------|-------------|--------------|---------------|
| Corrente (beunschip) | 85 | 8,2 | 2,85 | 1.250 |
| Linquenda (beunschip) | 86 | 9,5 | 3,6 | 1.909 |

Tabel 3-3: Aantal benodigde schepen (uitgaande van 1.600 ton per schip)

| Locatie | Aantal schepen filterlaag | Aantal schepen toplaag | Aantal schepen ecolaag | Aantal schepen totaal |
|---------------|---------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
| Grevelingen | 269 | - | 20 | 289 |
| Haringvliet | 283 | - | 10 | 293 |
| Hartelkanaal | 69 | - | 1 | 70 |
| Oude Maas | 74 | 23 | 7 | 104 |
| Totaal | 695 | 23 | 38 | 756 |

Voor het plaatsen van het stortsteen en de filterlaag kan gekozen worden voor verschillende types materieel. Grotendeels zal er gewerkt worden vanaf het water. Omdat de oevers gevoelig zijn voor zettingsvloeiing dient het materiaal voorzichtig (minimale trillingen) aangebracht te worden. Om deze reden kan er geen gebruik worden gemaakt van materieel waarbij stortsteen gestort wordt. Er zal gebruik worden gemaakt van een kraanschip of van een kraan op een ponton. Van een hydraulische kraan kan gebruik worden gemaakt tot een werkdiepte van ca. 10 m. Bij grotere dieptes dient gebruik te worden gemaakt van een draadkraan. Enkel op het Hartelkanaal zijn de werkdieptes overal kleiner dan 10 m. Omdat deze locatie nabij de locaties aan de Oude Maas gelegen is, is de verwachting dat met één type materieel gewerkt wordt. Er wordt daarom op alle locaties gebruik gemaakt van een draadkraan. Onderstaand is hier een voorbeeld van gegeven. In Tabel 3-4 zijn afmetingen van een ponton en kraanschip gegeven. De aannemer zal hier zelf een inschatting maken voor het toe te passen materieel op basis van beschikbaarheid, ruimte om te werken en benodigde producties.



Figuur 3-3: Voorbeeld van een kraanschip met draadkraan [4]

Tabel 3-4: Afmetingen varend materieel [3] [4]

| Materieel | Lengte [m] | Breedte [m] | Diepgang [m] |
|------------------------|------------|-------------|--------------|
| Baggerponton | 36,6 | 14,7 | 1,5 |
| Kraanschip IJsseldelta | 61 | 9 | 2,72 |

Tijdens het plaatsen van de steenbestortingen zullen de schepen op de plaats gehouden worden met behulp van spudpalen (tot een beperkte diepte) of met ankers aan lieren. Voor de verplaatsing van het ponton of de ankers dient een sleepboot gebruikt te worden. Een kraanschip zal zichzelf kunnen verplaatsen. Voor de verplaatsing wordt het motorgebruik op 20% van de tijd geschat. Gedurende werkzaamheden zal ook continu een generator draaien voor andere zaken aan boord.

3.3 Productie

De capaciteit van de grijper bij het kraanschip als gegeven in Figuur 3-3 is 3 m³. Voor veel locaties worden echter een kleinere laagdiktes toegepast, waardoor een kleinere hoeveelheden worden overgeslagen per handeling. Er wordt uitgegaan van een gemiddelde overslag per handeling van 2 m³ en 40 handelingen per uur. Omgerekend is dit 130 ton/uur per kraan. Op basis van de hoeveelheid overslag als gegeven in Tabel 2-2 en de productie van 130 ton/uur is het aantal werkuren voor één kraan vastgesteld. Omdat de locatie bij het Grevelingenmeer moeilijker bereikbaar is, is een reductie van de productie van 10% toegepast. Het aantal werkuren is gegeven in Tabel 3-5. Het is tevens mogelijk met bijvoorbeeld twee kranen te werken op een groter schip of ponton of met meerdere pontons of schepen.

In Tabel 3-6 is het aantal werkdagen weergegeven op basis van een 8-urige werkdag op basis van 1 kraan. De productie en de duur van de werkdag kunnen wijzigen door keuze van het materieel en wensen van de aannemer.

Tabel 3-5: Aantal werkuren voor één kraan met een productie van 130 ton/uur, behalve bij Grevelingen waar het 117 ton/uur is door lastige bereikbaarheid/ondieptes

| Locatie | Werkuren filterlaag | Werkuren toplaag | Werkdagen eco-laag | Werkuren totaal |
|---------------|---------------------|------------------|--------------------|-----------------|
| Grevelingen | 3.669 | - | 262 | 3.931 |
| Haringvliet | 3.481 | - | 112 | 3.593 |
| Hartelkanaal | 854 | | 8 | 862 |
| Oude Maas | 901 | 278 | 82 | 1.261 |
| Totaal | 8.905 | 278 | 464 | 9.647 |

Tabel 3-6: Aantal werkdagen op basis van 8-urige werkdag

| Locatie | Werkdagen filterlaag | Werkdagen toplaag | Werkdagen eco-laag | Werkdagen totaal |
|---------------|----------------------|-------------------|--------------------|------------------|
| Grevelingen | 459 | - | 33 | 491 |
| Haringvliet | 435 | - | 14 | 449 |
| Hartelkanaal | 107 | - | 1 | 108 |
| Oude Maas | 113 | 35 | 10 | 158 |
| Totaal | 1.114 | 35 | 58 | 1.206 |

3.4 Hinder voor scheepvaart

De uitvoering kan mogelijk hinder veroorzaken voor de scheepvaart. Hiervoor wordt verwezen naar de rapportage over hinder voor de scheepvaart [8].

3.5 Aandachtspunten vanuit beheer

Vanuit beheer zijn aandachtspunten meegegeven voor de uitvoering. Deze zijn in onderstaande tabel opgenomen.

Tabel 3-7: Aandachtspunten vanuit beheer

| Locatie | Aandachtspunten |
|-----------------|---|
| Oude maas | <ul style="list-style-type: none">- In voorhaven Spijkenisse weinig ruimte, vooraf dient er afgestemd met rederij Fortuna voor gebruik hiervan.- Zijde Hoogvliet oppassen bij metrotunnel met afmeren op studpalen. |
| Hartelkanaal | <ul style="list-style-type: none">- Geen lichte bestorting aanbrengen voor ingang keersluis. Door zuiging rollen stenen tegen drem sluiten.- Aanwezigheid fuiken- Er is een geleiderail aanwezig op het talud voor intrekken van een oliescherm |
| Haringvliet | <ul style="list-style-type: none">- Aanwezigheid steiger defensie. Wanneer hier een marineschip ligt zijn werkzaamheden niet wer marine gedoken. |
| Grevelingenmeer | <ul style="list-style-type: none">- Mogelijk problemen met storten materiaal nabij oever door ondieptes |

4 Referenties

- [1] <https://www.shiplink.nl/schepen/corrente/>
- [2] <https://www.mvogroep.nl/nl/materieel/grondverzetmaterieel/draadkraan/>
- [3] <https://www.mvogroep.nl/nl/materieel/drijvend-materieel/baggerpontons/>
- [4] <http://www.ijssedelta.com/>
- [5] Memo Stromingsberekeningen Hartelkanaal en Oude Maas, Svasek, 1 oktober 2020
- [6] Lievense|WSP, WAB013298-D-022-Kostennota Planproducten ZV3T-v1, december 2020
- [7] Bureau Waardenburg, Lievense|WSP, WAB013298-D-024-Ecologische Quicksan-v1, december 2020
- [8] Lievense|WSP, WAB013298-D-008 Effecten op de scheepvaart-v1, december 2020