

*Project Getij Grevelingen*

## **Marktconsultatie over variant doorlaatmiddel met getijdencentrale**

**Cubic Square 2018**

**Achtergronddocument ontwerp en hoeveelheden  
variant getijdencentrale**

**Datum**

**12 oktober 2018**

**Status**

**Definitief rapport**



**project**  
**GetijGrevelingen**

UITGANGSPUNTEN	3
BEPALEN HOEVEELHEDEN	4
HOEVEELHEDEN OVERZICHT	16
HOEVEELHEDEN OVERDRACHT AAN KOSTENRAMING	17

## Colofon

Het project Getij Grevelingen  
is een samenwerkingsverband van:



GEMEENTE **Goeree-Overflakkee**



### Disclaimer

Hoewel de informatie in dit marktconsultatiedocument afkomstig is van betrouwbare bronnen en de nodige zorgvuldigheid is betracht bij de totstandkoming daarvan kan Rijkswaterstaat geen aansprakelijkheid aanvaarden jegens de gebruiker voor fouten, onnauwkeurigheden en/of omissies, ongeacht de oorzaak daarvan, en voor schade als gevolg daarvan. Gebruik van de informatie in het marktconsultatiedocument en beslissingen van de gebruiker gebaseerd daarop zijn voor rekening en risico van de gebruiker.

Rijkswaterstaat benadrukt dat dit marktconsultatiedocument geen onderdeel uitmaakt van een eventuele in de toekomst te starten aanbesteding en er geen rechten aan kunnen worden ontleend. Welke uit deze marktconsultatie verkregen informatie en inzichten gebruikt worden in de voorbereiding van een eventuele aanbesteding, is een keuze van Rijkswaterstaat.

### Verantwoording

Uitgave	oktober 2018
Realisatie	project Getij Grevelingen
Redactie	Awareness, Den Haag
Vertaling	Wordhouse, Amsterdam
Fotografie	Rijkswaterstaat, provincie Zuid-Holland

### Enkele details bij ontwerp Getijdencentrale Brouwersdam

- Meest relevante ontwerpberekeningen
- hoeveelheden

## UITGANGSPUNTEN

### Basisgegevens:

1. model volgens {Verkenning Doorlaat 2016}, d.w.z. vierkant kokerprofiel 8x8m wegens robuustheid, een kokerlengte van 49m om plaats te bieden aan veilig wegontwerp, hefschuiven aan zeezijde
2. maar met diepere plaatsing wegens tegengaan luchtindringing en zo tot een hogere afvoercoëfficiënt, binnen-bovenzijde van koker op vaststaand 3.15m-NAP
3. maar met plaatsing t.o.v. dijklijn op 40.00m parallel met buitenkruinlijn, wegens de wens om hoofd- en parallelweg zonder bochten rechtdoor over kokers te kunnen laten lopen.
4. Bestaand dijkprofiel en huidige waterdiepten (areaaltekeningen)
5. Toepisen zoals gesteld in { Getij Grevelingen, Markconsultatie 2018 }

Gegevens uit overdracht vanuit hydro-energetische berekening {Businesscase Getijcentrale Brouwersdam, 2018}:

6. Uit toepisen getijslagen op het Grevelingenmeer zijn 18 kokers nodig, indien rekening wordt gehouden met klimaatrobuustheid voor 30 cm zeespiegelstijging
7. Uit langjarige exploitatieberekening blijken daarvan 11 uit te rusten met een getijdeturbine, alleen werkend in vloedrichting

### Uitwerking gegevens:

- Aanleg bouwwerk in den droge (met bouwkuip), vanwege verwachte hogere kosten bij uitvoering in den natte (zoals met caissons)
- Enkelvoudige schuiven voldoen aan de veiligheidseisen, mits deze bij het falen van de aandrijving op eigen gewicht de koker kunnen afsluiten. Op grond daarvan is gekozen voor hefschuiven. Het functioneren van de hefschuiven, in het bijzonder m.b.t. de faalkansanalyse, dient nog nader uitgewerkt te worden
- Er is intelligente aansturing van de hefschuiven nodig om te kunnen voldoen aan de vereiste peilvariatie op het Grevelingenmeer, door met de hefschuiven kokers te sluiten of te knippen (= deels sluiten). Ook geïnstalleerde turbines kunnen mogelijk als nevenfunctie een bijdrage leveren aan het gewenste peilbeheer
- Met een in duplo uitgevoerd bedienings- en besturingssysteem wordt voorkomen dat 2 naastliggende hefschuiven niet willen sluiten, daardoor kan de bodembescherming lichter worden uitgevoerd
- De bodembescherming moet erosiekuilen op afstand houden van het kunstwerk, in de reguliere bedrijfssituatie en bij falen van sluiting van 1 hefschuif bij maatgevend hoogwater. De bodembescherming van een getijcentrale is gelijk aan die van een doorlaatmiddel zonder turbines
- Aan zeezijde worden geen strekdammen ter bescherming van het huidige strandgebied nodig geacht
- Droog inspecteren van de kokers moet mogelijk zijn
- De lengte van de kokers is gebaseerd op het huidig verkeersprofiel van nominaal 45m, met 4m extra voor bedieningsruimte schuiven.

## BEPALEN HOEVEELHEDEN

Het ontwerp en de situering van een te maken kunstwerk is beschreven in { Getij Grevelingen, Markconsultatie 2018 }. Ook is daar de bouwwijze beschreven, met tijdelijke wegomleggingen, twee bouwkuipen en werkterreinen en werkwegen. Uit deze werkuitvoering volgen extra hoeveelheden voor o.a.:

- toepassen en verplaatsen korrelmateriaal voor werkwegen en onderlagen onder (tijdelijke) asfalteringen
- terreinverlagingen alvorens damwanden van bouwkuipen te slaan
- toepassen van een tweede bouwkuip, met cementinjecties bij kruising van bestaande caissons
- aanleggen van zijdamwanden als kwelscherm en kruinkoppeling
- trekken van overbodige damwanden

Ten opzichte van een eerder ontwerp voor een doorlaat {Verkenning Doorlaat 2016} zijn aangepast:

- wegens diepere ligging zijn de vloer en het dak van het kunstwerk op 1.50m betondikte gesteld, en evenzo de wanden op 1.25m
- toepassen van colloïdaal beton op stortsteen in bodembescherming

De volgende werkzaamheden zijn benoemd

### **Voorbereidende werkzaamheden (eenmalige kosten)**

- Inmetingen, uitzetwerk
- Opruimen afrasteringen, bosschages, stuifzand e.d.
- Ketenterrein verharderen, inrichten, aansluiten
- Bebordingen

### **Tijdelijke wegomlegging**

- a. Opnemen asfalt hoofdweg en parallelweg en afvoeren tbv hergebruik
- b. Opnemen en opslaan/hergebruik steenbestorting 10/60 en grind op kraagstuk GM-oever
- c. Opnemen asfalt ondertalud GM-zijde
- d. Opnemen en afvoeren koperslakbrokken
- e. Opnemen en hergebruiken/in depot klei
- f. Ophogen tracé tijdelijke omlegging van wegen met van extern aangevoerde grond onder verdichten elke 0.50m
- g. Taludbekleding uit vrijgekomen klei
- h. Hergebruik waterbouwsteen op nieuwe oever wegomlegging, met nieuw kraagstuk
- i. Aanbrengen tijdelijke asfaltwegen. Onderlaag zand-cement-stabilisatie mix in place.

### **Bouwterrein, bouwkuip 1**

- j. Verlagen terrein in en rond bouwkuip 1 naar 2.00m+NAP en deze grond afvoeren naar depot voor later heraanvullen op en rond doorlaatconstructie naar huidige maaiveldhoogten. **NB** extra stuifzand op binnenzijde kruin.
- k. Aanbrengen halfverharding op doek in verlaging buiten bouwkuip t.b.v. toegang en opslag
- l. Aanbrengen tijdelijke asfalt-werkwegen
- m. Plaatsen tijdelijke damwand voor bouwkuip 1
  - Kerende hoogte vanaf kuipvloer op 13.00m+NAP. Verankerde damwand met ontwerpverhouding 60% damwandlengte kerend, 40% damwandlengte ingeklemd.
  - De tophoogte van de damwandkuip is rondom op 2.00m+NAP gesteld. Het aansluitend buitenmaaiveld is waar nodig al verlaagd tot deze hoogte. Rondom is dan 15.00m keerhoogte, en dus een planklengte van 25.00m.

- GM zijde damwand plaatsen buiten 25m betonplaat bodembescherming, plus werk/opslagstrook 20.00m is op x=134.50m uit buitenkruinlijn. Deze kuipzijde dient tevens voor ophoging oever GM tbv tijdelijke wegomlegging. Deze zijde staat geheel in het huidig oppervlaktewater van GM. Breedte = 180m. Verankering vanaf 1.00m+NAP en lager, wegens wegophoging tot 1.50m+NAP.
  - Noord en zuidzijde dienen tevens als (verloren) bekisting van de kopeinden van de doorlaatkokers. Breedte elk 99m. Om de horizontale verwijding van de betonplaat bodembescherming mogelijk te maken, knikt de bouwkuip hier met 1:7 verwijdend uit. Tophoogte wederom op 2.00m+NAP maakt dat het vleugelgedeelte aan GM zijde (twee maal 25.00m) in eindsituatie nog opgelengd moet worden met 2.35m planklengte, onder versteviging aan achterzijde en extra ankers (zie vleugel-damwanden).
  - Aan zee-/kruinzijde op 5m afstand van zeezijde doorlaat. Dit laat een werkweg mogelijk langs de breedte van de doorlaat op ca. bestaand maaiveld mogelijk tussen kruin en doorlaat. Aan deze zijde kan de betonplaat bodembescherming later in de droge verlenging zeezijde (bouwkuip 2) aangelegd worden. Verankering net voor of aan de caissons. Breedte = doorlaatbreedte = 168m.
  - **NB:** onder de caissons ligt mogelijk op ca. 13-14m-NAP een zandmastiek, over 130m ter weerszijden van de kruin. Hierdoorheen moet damwand geplaatst worden, en de mastiek moet evt. verwijderd worden.
- n. Instellen bronbemaling buiten bouwkuip 1
  - o. Netto grond afvoer van werk na wegomlegging en bouwkuip
  - p. Instellen drainage/ greppelsysteem en pompput voor los water in bouwkuip 1

#### **Betonconstructie Doorlaat**

- q. Egaliseren met zandcement stabilisatie van 13.00-NAP tot 12.75m-NAP (0.25m dikte) en verdichten, over gehele oppervlak van bouwkuip 1
- r. Kwelschermen aan voor en achterzijde van kokers, lengte 6.00m vanaf onderzijde betonconstructie plus 0.50m inklemming in kokervloer is 6.50m planklengte, zonder gordingen en ankers.
- s. Werkvloer beton van 12.75m -NAP tot 12.65m-NAP: 0.10m over alleen oppervlak van doorlaatkokers
- t. Betonstorten gewapende betonvloer 1.50m dik: Wap perc. X%, met stekeinden naar opgaande wanden. Bekisting langs omtrek.
- u. Betonstorten 19 verticale wanden 8m hoog 1.25m dik, 49 m lang. Wap perc. X% met stekeinden naar dak. Hergebruik bekisting per 5 wanden is bekisting op werk.
- v. In wanden toepassen van 3 sponningen per wandzijde.
- w. Bestorten dak 1.50m dik: Wap perc x% met stekeinden voor- en achterwand, bedieningsgang. Bekisting met hergebruik per 5 daken, plus zijbekisting oplengen vanaf wanden

**NB** Kansentabel: voor dak toepassen prefab en/of spanbeton

**NB** Detaillering later nodig: sponning zeezijde evt nodig, opvangen golfklappen op voorwand,

- x. Vertikalen op dak: Voorwand dubbel (of dubbeldik), achterwand en wand bedieningskoker, alles 1.00m dik, hoog resp. 12.65 (reikend tot kruinhoogte), 6.00 (reikend tot maaiveld, en 8.28m (reikend tot maaiveld=fietspad. Wap perc. x%. Tweezijdige bekistingen hergebruik per 5 kokerbreedte
- y. horizontalen: fietspad is dak bedieningskoker, is werkruimtedak en moet demontabel zijn om vanaf bovenzijde te kunnen monteren en onderhouden.
- z. dwarswanden stabiliteit door evt. dwarswanden bovenop en evenwijdig aan kokerwanden 1m dikte ,tweezijdige bekisting

### **Voltooien bouwkuip 1**

Ten behoeve van het monteren van schuiven en bewegingsmechanieken, moet de doorlaatconstructie begaanbaar zijn.

- aa. Heraanvullen op dak van doorlaat tot 2.00m+NAP, om in aansluiting op verlaagde omgeving een vervangende doorgaande werkweg te hebben langs het werk
- bb. Aanbrengen tijdelijke verharding over gehele dak doorlaat. Hiervan deel afkomstig van opruimen werkweg westelijk van bouwkuip  
Check opdrijven: Een koker kan niet drooggezet worden t.b.v. turbinemontage zonder gewicht van boven aangevulde grond.
- cc. Plaatsen stalen schuifdeuren in gesloten stand t.b.v. zekerheid kering (levering). Reserve 2 hefschuiven (1 in onderhoud).
- dd. Later pas gescheiden aandrijving, hydrauliek en regeling plaatsen/instellen

### **Bouwkuip 2**

Onder de kruin, aan zeezijde van bouwkuip 1 bevinden zich sluitcaissons onder de kruin. Deze zijn gefundeerd op een laag van 3m dikte bestaande uit grind en/of loodslakken (ca. 1.25m) en stortsteen (ca. 1.50m). Deze laag met top op 10.00m-NAP is ca. 35m breed aan de top en ca. 70m breed aan de basis. Vanaf de betonnen doorlaatconstructie moet een doorgaande damwand zeewaarts leiden, die niet door het beton van de caissons, noch door de stortsteen laag geslagen kan worden. Het intrillen tot top funderingslaag en later dieper intrillen levert problemen van gegarandeerde aansluiting van damwanden aan weerszijden van de caissons.

Er is dus een tijdelijke damwand nodig buitenwerks van de definitieve zeegaande damwand (fuik). Dit maakt afbraak van de caissons mogelijk tot buiten het werk en wegruimen van de funderingslaag alvorens de zeegaande damwand (fuik) wordt geplaatst. De tijdelijke damwand wordt niet dieper ingeheid dan top funderingslaag en top caissons. Buitenwerks van deze tijdelijke damwand kan (al of niet met voorboren in de caissons) ruim cement geïnjecteerd worden, zodat zowel caissoninhoud als funderingslaag waterdicht aansluiten op de te maken bodem op 13.00m-NAP.

- ee. Vooreerst wordt een hoogwater zekering aangelegd door de voorwand van de doorlaatconstructie op 11.00m+NAP aangesloten op de dijk kruin, met een ruime buitenbocht, ook buiten de gedachte buitenwerkse tijdelijke damwand. Een deel van deze hoogwaterkering dient tevens als zijdelings kwelscherm, zodat een gedeelte evenwijdig met de dijk kruin een planklengte van 25m kent. T.b.v. dit kwelscherm is in het betonwerk reeds een plank ingestort. Het haakse stuk naar de kruin heeft geringe keerhoogte, zodat planken van 8.00m lengte volstaan. Deze kunnen ook op het werk gehouden worden tot een seizoen deze noodzakelijk maakt. Er zijn geen gordingen en ankers nodig.
- ff. Net als bij bouwkuip 1, wordt in een gebied rond bouwkuip 2 eerst de bodem verlaagd tot 2.00m+NAP. Hiermee verdwijnt o.a. ca. 230 strekkende meter kruin. Daarvan moet eerst de asfaltlaag van gemiddeld 0.20m dik worden opgenomen en afgevoerd, te plaatsen in depot.
- gg. Vanaf dit niveau wordt damwand geplaatst voor bouwkuip 2:
  - vanaf de voorwand van de doorlaat, met daarin ingestorte plank een gedeelte evenwijdig met de dijk kruin om buitenwerks te raken, 25 m planklengte
  - Vanaf hier naar bevinding van trillen tot op fundatie een wisselende planklengte 12-25m, tot tegen het caisson. Deze wordt qua damwand overgeslagen, zodat in het verlengde aan zeezijde damwand wordt geslagen, aansluitend op caisson en fundatie, met planklengten eveneens 12-25m.
  - Een eveneens tijdelijke damwand aan zeezijde met 25m planklengte.
  - De gordingen langs de omtrek (excl. caissons) worden verankerd.
- hh. De bouwkuip-damwanden haaks op de kruinlijn, zijn ondiep vanwege de fundatie en worden onderbroken door de caissons. Buitenwerks van deze damwanden en hun verbindinglijn

wordt cement-injectie toegepast, waar nodig zoals door de caissons en caisson-inhoud heen via voorgeboorde gaten. Het betreft aan de noord- en zuidzijde een bovenoppervlak, tussen ca. 10.00m-NAP en 14.50m-NAP. Het caisson oppervlak van 10m-NAP tot tijdelijk bouwkuip-niveau 2.00m+NAP wordt over de caissonbreedte van 19m eveneens geïnjecteerd, lengte ca. 7m in kruinrichting.

- ii. Instellen bronbemaling buiten bouwkuip 2
- jj. Bouwkuip 2 verlaging van 2.00m+NAP naar 13.00m-NAP is 15m, grond af te voeren van werk. Hiervan is een gedeelte caissonvulling (**NB** slakken ?)
- kk. Instellen drainage/ greppelsysteem en pompput voor los water in bouwkuip 2.

### **Voltooiing bouwkuip 2**

- ll. De westelijke damwand aan zeezijde van bouwkuip 1 wordt getrokken. De schuiven in de doorlaat vormen de afscheiding tussen bouwkuipen 1 en 2, voor een blijvende onafhankelijk gecompartmenteerde bemaling.
- mm. Alvorens bodembescherming aan te brengen in bouwkuip 2 wordt hierbinnen de definitieve damwandfuike geplaatst, voorzover reikt binnen bouwkuip 2. Deze damwand keert tot 11.00m+NAP, waarmee 40m planklengte nodig is, te realiseren als combiwand (palen en buizen). Verankering vindt daarmee wel plaats boven de geplaatste zijwanden op 2.00m+NAP hoogte, maar een verankering zou het later trekken van de lage damwand hinderen. De definitieve damwand binnen bouwkuip 2 blijft daarom vooreerst onbelast en onverankerd staan.

### **Aanleg betonplaten bodembescherming in droge bouwkuipen 1 en 2**

- nn. Betonplaten: ter weerszijden van de doorlaatconstructie wordt over arbitrair 25.00m lengte een betonplaat aangebracht van 1.00m dikte, op een werkvloer van 0.10m dik. Deze verlopen beide aan bovenzijde van top van vloer doorlaat (11.15m-NAP) tot 13.00m-NAP op 25.00m afstand (1:13.5). Als grondwerk moet voorafgaand in deze helling geëgaliseerd worden, beide betonplaten verwijderen vanaf de doorlaat onder 1:7.
- oo. Noordzezijde en Grevelingenzijde nagenoeg identiek gewapend beton en werkvloer, wap perc. x%.
- pp. Aan de buitenzijde van beide betonplaten wordt een verder naar buiten strekkend doek mee ingestort en licht verzaamd, ter latere aansluiting van zinkstukken.

### **Damwandfuike Noordzezijde**

- qq. Om kruising van definitieve fuik-damwanden met de damwand van bouwkuip 2 mogelijk te maken wordt bouwput 2 eerst tot ca. NAP onder water gezet. Zonodig wordt een kruisende plank getrokken.
- rr. Met damwanden wordt een geleidelijke verwijding (fuike) aangelegd vanaf de buitenkanten van de doorlaatconstructie 1:7 tot aan de dijklijn op ca. NAP: gekozen is een knikpunt in het ontwerp van de huidige dijk op 0.40m+NAP. (**NB** keuze voor 1:10 kan mogelijk verbeterde doorlaatcoëfficiënt geven). Over de fuiklengte is het eerste gedeelte tot en met de dijkkrui op dijkhoogte 11.00m+NAP, zoals al is aangelegd in bouwkuip 2. Hier is de permanente kerende hoogte 24m, zodat een planklengte van 40m nodig is, te realiseren als combiwand (palen en buizen). Vanaf de kruinlijn daalt de top van de damwandfuike rechtlijnig naar ca. NAP, ongeveer het dijktafval aan zeezijde volgend.
- ss. Op dit eindpunt van de fuik aan Noordzee-zijde wordt aangesloten met een haakse kopdamwand op ca. NAP, ter facilitering van een neer. De knik wordt hier afgerond met een boogstraal van 20m in combi-wand, waarna damwand van 25 m planklengte. De omvang van zijdelingse neren is ingeschat met een energievergelijking en komt bij de heersende stroomsnelheden uit de fuik neer op een breedte van orde 25m dwars op de stroomrichting. Om die neerbreedte ruimte te bieden tot volledige diepte strekt de haakse damwand zich dan ook 25m uit, waarna met dezelfde planklengte een te maken talud 1:4 tot bestaand



maaiveld wordt gevolgd. In tekening zijn de (iets afwijkende) maten uit de energievergelijking gevolgd. De kerende hoogte van de kopdamwand is 13.40m, veiligheidshalve is een planklengte van 25m aangehouden.

tt. Alle damwanden van de fuik en kopwanden voorzien van gordingen en ankers.

#### **Damwandfuik Grevelingen zijde**

uu. Verwijding vanaf buitenkanten doorlaatconstructie 1:7 tot aan dijklijn op ca. NAP: gekozen is een knikpunt in het ontwerp van de huidige dijk op 0.25m-NAP. Deze fuiklengte is kort (ca. 25m) en al aangebracht t.b.v. bouwkuip 1. Echter wordt ook hier de knik afgerond met een boogstraal van 20m. Indien nog niet in het model van toekomstig talud gebracht, moet deze deels nog worden opgelengd tot 4.35m+NAP en afgebrand tot op het uiteinde ca. NAP.

vv. Vanaf het knikpunt heeft de haakse kopdamwand wederom een tophoogte op ca. NAP en wordt deze wederom neerbreedte (ca. 25m) plus taludlengte doorgezet. De kerende hoogte van de kopdamwand is 13.40m, veiligheidshalve is een planklengte van 25m aangehouden.

ww. Alle damwanden van de fuik en kopwanden voorzien van gordingen en ankers.

#### **Werkvolgorde fuikontgravingen**

De navolgend beschreven werkzaamheden kunnen in strakke volgorde weergegeven worden. In de praktijk kan dit echter gefaseerd of wisselend verlopen:

- Aan Noordzeezijde
  - Tijdelijke damwand trekken
  - Ontgraven fuik en toeleidingsgeul
  - Aanbrengen bodembescherming in stortsteen
- Aan Grevelingen zijde
  - Hoogte herstellen verlaagde werkterreinen vanaf kruin tot en met doorlaat
  - Terugleggen omgelegde wegen
  - Tijdelijke damwand trekken
  - Ontgraven fuik en toeleidingsgeul
  - Aanbrengen bodembescherming in stortsteen

Verder kunnen werken aan de Noordzee- of Grevelingenzijde uiteenlopen in werkfasen, zolang de montage van schuiven en turbines nog niet gereed is. De mate van bodembescherming is bepalend voor de ontgravingen, zodat hieronder eerst de bodembescherming wordt bepaald.

#### **Trekken tijdelijke damwanden**

Van bouwkuip 1 is de westelijke wand reeds getrokken om een betonplaat als bodembescherming te kunnen maken. De doorlaat met schuiven heeft de compartimentering tussenbouwkuip 1 en 2 overgenomen.

xx. In samenhang met het grondwerk ontgraven fuik Noordzeezijde kan nu de westelijke wand van bouwkuip 2 worden getrokken

yy. Als optie kan van de tijdelijke hoogwaterkering het gedeelte dat niet dient als zijdelings kwelscherm getrokken worden. Deze kan echter staan blijven om een plateau van ca 1.000 m<sup>2</sup> op kruinhoogte te hebben ter weerszijden van de doorlaat.

zz. Als optie kunnen de noordelijke en zuidelijke zijwanden van bouwkuip 2 getrokken worden.. Deze sloten aan op caisson en fundatie en zijn aan achterzijde ingebed geraakt in injectiemortel. Deze damwanden staan verankering van de hogere fuikdamwand niet in de weg en kunnen daarom resteren en dienen als extra stevigheid voor de lange combiwanden.

aaa. Nadat de montages vanaf het dak van de doorlaat gereed zijn en de openbare wegen teruggelegd zijn, kan de oostelijke wand van bouwkuip 1 worden getrokken. Daar horen restanten bij van de noordelijke en zuidelijke wand, vanaf waar de fuik eindigt.



### **Bodembescherming**

In de bouwkuipen is reeds een betonplaat aangebracht, over 25m aansluitend op de doorlaatkokers. Daarmee daalt gezien vanuit de kokers de bodem van 11.15m-NAP naar 13.00m-NAP. Verdergaand vanaf de kokers moet worden voorzien in bodembescherming bestaande uit stortsteen. De stortsteen bodembescherming strekt zich vanaf de kokers zover uit, dat een voldoende lage stroomsnelheid op de eveneens vlak op 13.00m-NAP verdergaande zandbodem uitoefent. Deze snelheden veroorzaken nog steeds erosie en veroorzaken een erosiekuil voorbij het einde van de bodembescherming. De kuil groeit aan met de diepte zodat het doorstroomprofiel zich vergroot, totdat zand stabiel is. Dit kan het geval zijn bij orde 0.1 m/s stroomsnelheid. Maar ook grotere snelheden bij het verlaten van de bodembescherming dempen snel uit in de verwijding van een erosiekuil.

Omdat de bodembescherming het in principe 100 jaar moet uithouden, moet rekening gehouden worden met 1.00m zeespiegelstijging volgens dossier {Verkenning Doorlaat 2016}. Verder is een eis dat de bodembescherming het houdt bij een faalfrequentie 1:100 dat een enkele schuif niet wil sluiten, ongeacht de wel of niet fysiek mogelijke oorzaken (falen van de 10kV netwerkspanning, niet tijdige respons noodsluizen). Bij deze 1:100 faalkans behoort een storm 1:4000 volgens genoemd dossier.

Ten opzichte van de wijze van berekenen in genoemd dossier kan gesteld worden dat bij iedere kentering de positie van schuiven zodanig zal worden gekozen, dat de doorlaatsnelheid niet veel afwijkt van in normale getijsituaties. Dit knippen met schuiven en/of turbines moet de hoeveelheid water in de Grevelingen beperken tot het oppervlak maal de getijslag (55 miljoen m<sup>3</sup> per getij). Zo hebben springvloed en zeespiegelstijging geen extra snelheidsverhoging tot gevolg. In een aantal maximale gevallen moet zelfs het instroomvolume expres snelheid lager gehouden worden, omdat voorspellend anders de Grevelingen niet meer (op tijd) leeg zou kunnen stromen naar laag getijdepeil. Hierdoor treden bij extreme getijsituaties op de Noordzee juist lagere stroomsnelheden op dan gemiddeld.

Maatgevende vervalhoogten volgens belastinggevallen (uit dossier, voorontwerp MdV en maxima in hydro-energetisch model HEM) zijn:

Belasting-geval	Waterstand Noordzee	Waterstand Grevelingen	Verval	Falen	Situatie	Overschr. Freq./jaar	Incl. ZSS
<b>IN</b>							
MdV	+1.46 m	-0.163 m	1.623	nee	normaal	35	0
3	+2.73 m	-0.50 m	3.23	nee	springtij	35	1.00m
6	+6.00 m	-0.50 m	6.50	1 schuif	storm	1/4000	1.00m
HEM 2009			1.30	nee	divers		0.30m
<b>UIT</b>							
MdV	-1.06 m	-0.254 m	0.806	nee	normaal	35	0
8	-1.15 m	+0.10 m	1.25	nee	Springtij	35	0
HEM 2009			2.90	nee	divers		0.30m

De aangegeven vervallen leiden tot snelheden bij verlaten van de koker aan de hand van een afvoercoëfficiënt die zonder knippen (met schuiven en/of turbines) rond de 1.00 zal liggen.

Belasting-geval	Verval	knippen	Afvoer-coeff.	Snelh. uit koker	Verwijding horiz.
<b>IN</b>					
MdV	1.623	nee	1.059	5.98 m/s	1:10
3	3.23	ja	0.66	5.25 m/s	1:10
6	6.50	nvt	0.85	9.60 m/s	1:7
HEM 2009	2.90	nee	0.59	4.45 m/s	
<b>UIT</b>					
MdV	0.806	nee	1.084	4.31 m/s	1:10
8	1.25	nee	1.1	5.45 m/s	1:10
HEM 2009	1.30	<b>nee</b>	<b>1.1</b>	5.54 m/s	

Te rekenen is dus met 6 m/s stroomsnelheid bij verlaten van de koker, in beide stroomrichtingen. Dat deze ongeveer gelijk zijn terwijl het verval bij inlaten groter is, wordt mede veroorzaakt doordat bij inlaten wordt geknepen of turbines energie afnemen. Een bijzonder belastinggeval is het falen van 1 schuif bij vloedstroming, waarbij ontwerpsnelheden van 10 m/s kunnen optreden bij het verlaten van de koker.

In het genoemde dossier {Verkenning Doorlaat 2016} werden vuistregels toegepast:

- De maximale diepte van de ontgrondingskuil bedraagt ca. 3 maal de waterdiepte, en in het geval van zettingsvloeiing dient de bodembescherming te worden aangebracht over een lengte gelijk aan 8 maal de diepte van de ontgrondingskuil. Ten opzichte van NAP is de waterdiepte in de Noordzee en de Grevelingen aan te houden op 13m. De kuil zal na verloop van jaren aangroeien tot 39m diepte en fungeert als een enorme woelbak.
- Het is zaak deze kuil op afstand te houden van het kunstwerk: de bodembescherming moet zich uitstrekken tot 8 maal 39m is 312m.

Deze vuistregels worden hier losgelaten, op grond van de neerwerking die buiten de fuiken (vleugelwanden) energie zullen wegnemen. De lengte van de neren wordt ingeschat op bijna 70m, zodat in ontwerp de bodembescherming wordt doorgetrokken:

- Aan Noordzeezijde 75m voorbij een neer van 70m die begint bij fuikopening op 145m vanaf koker, totaal 290m bodembescherming. Dit is dus een relatief klein verschil t.o.v. de bovengenoemde 312m.
- Aan Grevelingenzijde 75m voorbij een neer van 70m die begint bij fuikopening op 25m vanaf koker, totaal 170m bodembescherming. Hier is wel een significante besparing van ruim 40%.

Als check op deze berekening kan gerekend worden met snelheidsafname uitsluitend door verwijdingen, zoals horizontaal met 1:7. In de navolgende tabel is te zien dat

- Het falen van 1 schuif onder stormcondities op de Noordzee niet maatgevend is, doordat vanaf 1 kokerbreedte sterk kan worden verwijd
- De hellende betonplaat van 25m een grotere stap in (verticale verwijding betekent, waarna de verwijding onder 1:10 slechts langzame daling van de stroomsnelheid veroorzaakt
- Na de geplande lengte van bodembescherming van 170m (GM) en 290m (NZ) treden op de overgang naar zandbodem snelheden van ca. 2.65 m/s op
- In de ontgrondingskuil daarna treedt over 45 m afstand en inwendige wrijvingshoek veiligheidshalve op 30 graden) een extra kuildiepte op van  $2 \cdot H$ . De snelheden langs de helling worden beïnvloed door een opgaande neer, maar zouden in deze check ca. 0.7 m/s bedragen. **NB** Dit is meer dan aanname dat maximaal 0.1 m/s aanvaardbaar is. Met de nerenberekening en een berekening van de kuilgroei dient de gekozen lengte van bodembescherming geverifieerd te worden.

raai				Vloed GM	Vloed GM	Eb NZ
		1: na fuik 1:		7	7	7
	plaats	peil	m+NAP	7	7	7
				-0.5	-0.5	-1.15
1	uit koker	v1	m/s	10.0	6.0	6.0
		B	m	8	144	144
		H	m	8	8	8
		A1	m2	64	1152	1152
		Q	m3/s	640	6912	6912
2	na 25m	B	m	11.6	175	175
		H	m	12.5	12.5	11.9
		A2	m2	144.6	2188	2074
		v2	m/s	4.4	3.2	3.3
3	na 50 m	B	m	19	182	182
		H	m	12.5	12.5	11.85
		A3	m2	234	2277	2158
		v3	m/s	2.7	3.0	3.2
4	na 95 m (GM 70m uit fuik)	B	m	32	195	195
		H	m	12.5	12.5	11.85
		A4	m2	395	2438	2311
		v4	m/s	1.6	2.8	3.0
5	na 145 m	B	m	46	209	209
		H	m	12.5	12.5	11.85
		A5	m2	573	2616	2480
		v5	m/s	1.1	2.6	2.8
6	na 170 m	B	m	53	216	216
		H	m	12.5	12.5	11.85
		A6	m2	663	2705	2565
		v6	m/s	1.0	2.6	2.7
7	na 290 m	B	m	87	251	251
		H	m	12.5	12.5	11.85
		A7	m2	1091	3134	2971
		v7	m/s	0.6	2.2	2.3
8	in kuil na 335 m	B	m	103	266	266
		H	m	37.5	37.5	35.55
		A8	m2	3863	9991	9472
		V8	m/s	0.17	0.69	0.73

De energiebalans van neren leidt tezamen met interne turbulentie tot lagere snelheden vanaf ca 95 a 100m afstand van de kokers. Arbitrair is hier 80% van de snelheden aangehouden. **NB** Een en ander moet nader worden geverifieerd, o.a. ook op continuïteit.

Om de benodigde steengrootte van bodembescherming te bepalen worden formules van Pylarczyk en USBR gebruikt, en daarover gemiddeld. Voor de empirische Pylarczyk formule worden als parameters gebruikt:

		0-25 m	25-50 m	50-100 m	100-200 m	200-300 m
Turbulentiefactor kt2 [-]	fact.trb	3	3	2.5	2	1.7

En overigens:

stabiliteitscorrectie, factor $\Phi_{sc}$	fact.stab.	1.50
relatieve dichtheid, $\Delta$	dh.rel.	1.59
kritieke bewegingsparameter, $\Psi_{kr}$	param.krtk	0.035
snelheidsprofielfactor, kh	fact.snelh.prof.	0.484
hellingfactor, ksl	fact.hoek	1.00

Voor de USBR formule wordt een factor tussen d50 en Dn50 aangehouden (Rock manual 2007):  
 $Dn50 = 0.84 \cdot d50$

Als mogelijke sorteringen wordt aangehouden:

Standaard sorteringen breuksteen					
D_n50	van	tot	sortering	keuze	min. laag
1.450	1.320	2.000	6-10 ton	1	2.90
1.190	1.050	1.320	3-6 ton	2	2.38
0.910	0.770	1.050	1-3 ton	3	1.82
0.630	0.520	0.770	300-1000 kg	4	1.26
0.410	0.380	0.520	60-300 kg	5	0.82
0.350	0.295	0.380	40-200 kg	6	0.70
0.240	0.215	0.295	10-60 kg	7	0.48
0.190	0.160	0.215	5-40 kg	8	0.38
0.130	0.110	0.160	80/200 mm	9	0.26
0.090	0.080	0.110	50/150 mm	10	0.18
0.070	0.060	0.080	40/100 mm	11	0.14
0.050	0.045	0.060	30/60 mm	12	0.10
0.040	0.025	0.045	10/60 mm	13	0.08
0.010	0.006	0.025	grind	14	0.02
0.001	0.0001	0.006	zand	15	0.00

Voor de Noordzezijde wordt dan gevonden in [m] en [m/s]:

theoretisch NZ			Pilarczyk	USBR	USBR	gem.		
op m	v	turb	Dn50	d50	Dn50	Dn50	sortering	min. Laag
0	6.0	3	2.513	1.616	1.357	1.935		
25	3.3	3	0.776	0.499	0.419	0.597	300-1000 kg	1.30
50	2.6	3	0.458	0.295	0.247	0.353	40-200 kg	0.70
100	2.4	2.5	0.333	0.257	0.216	0.275	10-60 kg	0.50
145	2.2	2	0.231	0.223	0.187	0.209	5-40 kg	0.40
290	1.9	1.7	0.137	0.155	0.131	0.134	80/200 mm	0.30
345	0.6	1.7	0.013	0.015	0.013	0.013	grind	0.00

Toepassen NZ							
van m	tot m	toplaag	opm	dikte	ballast	dikte	totaal dikte
0	25	nvt	beton				
25	50	40-200 kg	colloidaal	0.70	10-60 kg	0.50	1.20
50	100	40-200 kg		0.70	10-60 kg	0.50	1.20
100	145	10-60 kg		0.50	10-60 kg	0.50	1.00
145	290	10-60 kg		0.50	10-60 kg	0.50	1.00
290							

NOORDZEE ZIJDE		60-300 kg coll.	60-300 kg	40-200 kg coll.	40-200 kg	10-60 kg	totaal
laagdikte m							
van	tot						
25	50			0.70		0.50	1.20
50	100				0.70	0.50	1.20
100	290					1.00	1.00
oppervlak m2							
van	tot						76,376
25	50			4,419		4,419	
50	100				8,768	8,768	
100	290					63,189	
volume m3							
van	tot						79,013
25	50			3,093		2,210	
50	100				6,138	4,384	
100	290					63,189	
totaal m3		-	-	3,093	6,138	69,783	

Voor de zijde Grevelingenmeer wordt gevonden in [m] en [m/s]:

theoretisch GM			Pilarczyk	USBR	USBR	gem.		
op m	v	turb	Dn50	d50	Dn50	Dn50	sortering	min. Laag
0	6.0	3	2.513	1.616	1.357	1.935		
25	3.2	3	0.716	0.460	0.387	0.551	300-1000 kg	1.30
50	2.4	3	0.412	0.265	0.222	0.317	40-200 kg	0.70
95	2.3	2.5	0.299	0.231	0.194	0.247	10-60 kg	0.50
170	2.0	2	0.194	0.187	0.157	0.176	5-40 kg	0.40
215	0.6	1.7	0.012	0.014	0.012	0.012	grind	0.00

Toepassen GM							
van m	tot m	toplaag	opm	dikte	ballast	dikte	totaal dikte
0	25	nvt	beton				
25	50	60-300 kg	colloidaal	0.80	10-60 kg	0.50	1.30
50	95	60-300 kg		0.80	10-60 kg	0.50	1.30
95	170	10-60 kg		0.50	10-60 kg	0.50	1.00
170							

GREVELINGEN ZIJDE		60-300 kg coll.	60-300 kg	40-200 kg		10-60 kg	
laagdikte m							
van	tot						
25	50	0.80				0.50	1.30
50	95		0.80			0.50	1.30
95	170					1.00	1.00
oppervlak m2							
van	tot						47,281
25	50	4,789				4,789	
50	95		8,861			8,861	
95	170					33,631	
volume m3							
van	tot						51,376
25	50	3,831				2,395	
50	95		7,089			4,431	
95	170					33,631	
totaal m3		3,831	7,089	-	-	40,456	

Als werkposten geldt dus

Noordzeezijde:

- bbb. Totaal zinkstukken 76.400 m<sup>2</sup>, en 79.000 m<sup>3</sup> stortsteen
- ccc. Colloïdaal vol en zat: 4.420 m<sup>2</sup> en poriën 40%\*3.093=1.240 m<sup>3</sup>

Grevelingszijde:

- ddd. Totaal zinkstukken 47.300 m<sup>2</sup>, en 51.376 m<sup>3</sup> stortsteen
- eee. Colloïdaal vol en zat: 4.790 m<sup>2</sup> en poriën 40%\*3.831=1.530 m<sup>3</sup>

### **Terug omleggen verkeerswegen, herstel aansluitend grondwerk**

Voordat bodembescherming kan worden aangebracht, moet al zijn ontgraven tot fuikbodem, en dat gaat aan de Grevelingen zijde alleen als de omgelegde weg weer terug is gelegd op de doorlaat. Hier was al tot 2.00m+NAP aangebracht t.b.v. montages. De totale aanvulling omvat:

- fff. Heraanvullen op dak van doorlaat. Hiervan is een gedeelte al gedaan. Opnemen en herleggen halfverharding tbv onderlaag
- ggg. Het gehele bovenoppervlak (excl. turbinetoegangen) dient te worden geasfalteerd met onderlaag wegens
  - Opstelbaarheid kranen t.b.v. schotbalken en schuiven
  - Omleidingsmogelijkheden tussen de twee verkeerswegen (hoofdweg en parallelweg) v.v., hetgeen nodig is voor onderhoud of handelingen bij calamiteiten.
- hhh. Heraansluiten van de asfalt op het dak op de verkeerswegen met onderlaag zand-cement-stabilisatie. **NB** instorten spoorrails aan oostelijke dakrand.
- iii. Hoewel in ontwerp is volgehouden dat de hoofdweg hoger gelegen over de doorlaat doorloopt dan de parallelweg, moet omleidingsasfalt tussen deze twee aangebracht worden. Ook het fietspad over de bedieningsruimten moet aansluiten op het fietspad op de kruin. Ingeschat wordt dat hiervoor een deel van de bestaande tijdelijke wegomlegging kan bijdragen, uit te breiden met extra asfalt op onderlaag
- jjj. Ten behoeve van damwanden en werkterrein is daarnaast de omgeving van de bouwkuipen 1 en 2 verlaagd. Extreem is verlaagd tussen bouwkuip 2 en de Noordzeefuik. Tezamen met de heraanvullingen van de wegomlegging moet worden aangevuld uit depot. Daarentegen kan de wegomlegging worden opgeruimd: voorzover gelegen buiten de fuik en kopdamwand is dit een droge ontgraving, die in mindering komt op aanvoer (uit depot)
- kkk. Van de wegomlegging moet ook de tijdelijke oeverbescherming steenbestorting en grind worden opgenomen, naast opruimen van tijdelijke asfaltwegen. De onderlaag zand-cement-stabilisatie mix in place en asfalt opnemen.
- III. De oeverconstructie moet buiten de damwandfuik hersteld worden met
  - Klei uit depot of hergebruik 66% is 6.860 m<sup>3</sup>
  - Asfalt 15m<sup>2</sup>/m<sup>1</sup> dik 0.10m over (515-175)m is 510m<sup>3</sup> op 5.100 m<sup>2</sup>
  - Steen bestorting op zinkstuk uit depot 100% = 1.290 m<sup>3</sup>.

### **Ontgraving van de fuiken (droge ontgraving)**

- mmm. De fuikbodem dient te liggen op 13.00m-NAP. Dit geldt als top van de gemaakte bodembescherming. Met de bepaalde laagdikte van zinkstukken en steenbestortingen moet de ontgraving reiken tot 14.20 à 14.50m-NAP. Arbitrair is een grens gelegd dat droog kan worden ontgraven tot maaiveld op ca. NAP. Aan de Grevelingen zijde is de bodem tot deze lijn reeds ontgraven in bouwkuip 1, zodat geen droge ontgraving resteert. Aan Noordzeezijde is tussen bouwkuip 1 en de NAP-lijn droge afgraving binnen de fuik NZ nodig, getrapt naar ontwerp van onderkant bodembescherming.

Voorafgaand moet worden opgeruimd tussen de (toekomstige) fuik NZ:

- Recreatieweg asfalt

- Gepenetreerde stortsteen
  - Stortsteen
  - Gietasfaltslab 0.25m
- nnn. Totaal asfalt opnemen, opnemen asfalttalud, totaal stortsteen opnemen, opnemen en hergebruiken klei.

#### **Ontgraving van toeleidingsgeulen (natte ontgraving)**

- ooo. Aan Grevelingen zijde is ver van de dijk de bodem reeds gelegen op 13.00m-NAP. Vanaf de teen tot tegen de fuik GM, deel van bouwkuip 1, wordt tevens de wegomlegging nat ontgraven. Zijdelings reikt de ontgraving zover als de kopdamwand GM, met daar vandaan een talud 1:4 naar spuibodem 13.00m-NAP (plus dikte bodembescherming).
- ppp. Aan Noordzee zijde is na de droge ontgraving tot ca. NAP een toeleidinggeul te maken. Omdat de Noordzeebodem tot ver weg ligt op ca. 6.00m-NAP, wordt slechts een geul op 13.00m-NAP gecreëerd tot ca. 290m uit de doorlaat. Hier wordt een koptalud 1:4 ontgraven oplopend naar bestaande zeebodem op ca. 6.00m-NAP. Zijdelings reikt de ontgraving wederom zover als de kopdamwand GM, met daar vandaan een talud 1:4 naar spuibodem 13.00m-NAP (plus dikte bodembescherming).
- qqq. Evt. ontwerpaanpassing van de laagdikte steenbestorting in correctie brengen op droog en nat volume.

#### **Afwerking**

Alle aansluitingen bestaande dijkbekleding op damwanden en kunstwerken herstellen. Grond egaliseren, bewerken en inzaaien. Divers meubilair, belijning, info aanbrengen. Opslagplaats voor (segmenten van) schuifdeuren maken en inrichten.

#### **Bijkomend, niet benoemd**

Een aantal hoeveelheden zijn bepaald in volume (situ-m3), en moeten nog omgerekend worden naar gewichtshoeveelheden (ton)

- asfalt
- stortsteen
- korrelmix

Een aantal ramingshoeveelheden zijn niet bepaald, w.o.

- eventueel benodigd opruimen zandmastiek, destijds aangebracht onder de caissonfundatie op ca. 13.00m-NAP
- verkeersvoorzieningen tijdelijke wegomleggingen en definitieve wegen en paden
- hoeveelheid wapening, mogelijk te bepalen als % van betonvolume
- zwaarte en ontwerp van hefschuiven, werktuigkundige en elektrische voorzieningen, besturingssoftware
- kabels en leidingen

Details bij diverse hoeveelheden zijn niet bepaald, zoals het toepassen van doek onder werkwegen, hergebruiksmogelijkheden van bekistingen.



## HOEEELHEDEN OVERZICHT

In volgorde van werkuitvoeringen zijn met de autocad tekeningen hoeveelheden bepaald. Deze hoeveelheden zijn ook samengevat in volgorde van voorgaande begrotingsposten a t/m qqq, in het bestand "Ontwerp hoeveelheden GCBd.xlsx". Als samenvatting dienen de volgende balansen:

### Grondbalans

Grondbalans in m3		Aanvulling van extern	Aanvulling uit depot	Ontgraving droog	Ontgraving nat	Naar depot	Afvoer droog	Afvoer nat
1	Wegomlegging	107,900						
2	Ontgraving verlaagd werkterrein rond bouwput 1			107,600		107,600		
3	Ontgraving bouwkuip 1			249,600			249,600	
4	Ontgraving verlaagd werkterrein rond bouwput 2			80,100			80,100	
5	Ontgraving bouwkuip 2			101,800		23,400	78,400	
6	Herstel verlagingen		100,700			-100,700		
7	Ontgravingen wegomlegging deel droog			33,600			33,600	
8	Aanvullingen op dak doorlaat		30,300			-30,300		
9	Ontgraving droog fuik NZ			247,500			247,500	
10	Ontgraving nat toeleiding NZ				554,200			554,200
11	Ontgraving nat toeleiding GM plus wegomlegging				342,100			342,100
12	depotverlies							
13	correctie bodembescherming minder dik						-5,000	-20,000
		107,900	131,000	820,200	896,300	-	684,200	876,300

De grondsoort klei (dijkenklei) wordt hierin niet apart benoemd. Het is ofwel toe te passen in heraanvullingen waar afdichting van belang is, anderzijds kan het worden afgevoerd, wegens kleine partij en risico op te certificeren kwaliteit.

### **NB** Aandacht verdienen

- de bestemming van ca. 1.6 mln m3 afvoer (voornamelijk zand), mogelijk kan dit gebruikt worden voor ophogen natuurgebieden (mitigerende maatregelen)
- de transportafstand naar/van een depotlocatie voor ca. 0.1 mln m3 grond
- eventuele nabije winmogelijkheid voor initiële ca. 0.1 mln m3 zand aanvoer

### Betonvolumes

Beton in m3		werkvloer	gewapend	bekisting m2
1	vloer	820	12,300	500
2	wanden		9,300	1,500
3	dak		11,800	7,100
4	bovenbouw		6,700	14,100
5	steunberen bovenbouw		600	1,100
6	optioneel: turbinetoegangen		1,700	3,400
7	betonplaten bodembescherming	850	8,500	400
		1,670	50,900	

Het totaal voor de bekisting is afhankelijk van de mate van hergebruik.

## Damwand oppervlakten

Damwand in m1 en m2			aanvoer		trekken		afvoer	hergebruik	
		max lengte	m1	m2	m1	m2	m2	m2	
1	Bouwkuip 1	25	544	13,600	322	8,040		-8,040	in fuiken
2	idem				222	5,490	5,490		
3	Kwelscherm bodem 2x	6.5	335	2,180					
4	Kwelscherm zij 2x	25	16	400					
5	Kruinscherm 2x	8	128	312					
6	Bouwkuip 2	25	356	6,812	188	4,700		-4,700	in fuik GM
7	Fuik Noordzee Combiwand 2x	40	322	11,506					
8	Fuik Noordzee kopwand 2x	25	108	3,390					
9	Fuik Grevelingen 2x	25	176	4,400					
10	hergebruik 75%			-9,555			3,185	12,740	
			1,985	33,045	732	18,230	8,675	-	

## Balans van overige materialen

Balans overige materialen, alles in m3		depot	aanvoer	aanvoer	afvoer	afvoer	depot	aanvoer	aanvoer	afvoer	afvoer
		onderlaag	onderlaag	asfalt	asfalt	asfalttalud	stortsteen	stortsteen	colloid.	slakken	onbekend
1	omleggen wegen, bouwkuip 1	969	3,900	1,950	1,140	1,300	1,290			433	
2	werkwegen bouwkuip 1	-969	4,196	125							
3	opruimen westelijke werkweg	690									
4	werkweg op dak doorlaat	-690	710								
5	bouwkuip 2					3,000					
6	injectiemortel bouwkuip 2								2,465		
7	caisson met vulling									?	61,100
8	fundatiemateriaal caissons						29,000			?	
9	herstel verkeerswegen op dak	1,400									
10	herstel verkeerswegen op dak	-1,400	280	1,680							
11	herstel aansluiting verkeerswegen		1,500	900							
12	opruimen omlegging verkeerswe	3,100		510	1,550		-1,290				
13	omleggen fietspad	-500		500							
14	ontkleden noordzeezijde				1,503	860	2,320				
15	bodembesch. noordzeezijde (hergebruik ballast)						-15,660	63,353	5,500		
16	bodembescherming grevelingen						-15,660	35,716	9,800		
17	depot legen	-2,600									2,600
		-	10,586	5,665	4,193	5,160	-	99,069	17,765	433	63,700

## HOVEELHEDEN OVERDRACHT AAN KOSTENRAMING

De navolgende hoeveelheidentabel geldt als informatielevering cf ILS naar de kostenramingen. Deze volgt niet de werkposten a. t/m qqq., maar de ramingsposten A t/m G. Een herleidingstabel is gegeven in het document "Ontwerphoeveelheden GCBD.xlsx".

REFERENTIE ONTWERP GETIJCENTRALE MARKTCONSULTATIE		ONTWERPTEKENINGEN			
		m1	m2	m3	opm
A	Opruimings- en sloopwerken:				
A1	Dijkbekleding:				
A2	Verwijderen dijkbekleding, asfaltbeton, dik 0,2 m, afvoer recycling		6,520	1,304	
	idem rond kruin bouwkuip 2		15,208	3,000	
	idem gietasfaltslab		3,280	820	
	idem recreatieweg		4,850	1,503	
A3	Verwijderen dijkbekleding, div. harde bekleding, nabij verwerken als bestorting		4,120	1,290	
	opnemen koperslabbrokken			433	
A4	Verwijderen dijkbekleding, klei, afvoer 'om niet'			15,700	
A5	Caissons:				
A6	Slopen (droog) caissons, lang 68 m/st, afvoer recycling			61,144	
A7	Verwijderen (droog) inhoud caissons, 50% gevuld, afvoer 'om niet'			incl	
A8	Verw. (droog) en afv. caissons, overige componenten, leidingen, schotten, e.d.			incl	
A9	Zandasfaltmatten:				
A10	Verwijderen zandasfaltmatten, dik 0,24, afvoer recycling			-	
B	Bouwput en tijdelijke voorzieningen:				
B1	Tijdelijke dam t.b.v. omleiding wegverkeer:				
B2	Toepassen verankerde damwand t.b.v. bouwput >> zie damwand				
B3	Lev.+ aanbr. grond t.b.v. tijdelijke dam >> zie grondwerk				
B4	Lev.+ aanbr. kraagstuk t.b.v. tijdelijke dam >> zie bodembescherming				
B5	Lev.+ aanbr. bestorting, 5-40 kg op tijdelijke dam >> zie bodembescherming				
B6	Asfalt en wegmeubilair:				
B7	Verwijderen asfalt Brouwersdam t.b.v. omleiding verkeer, afvoer recycling		5,700	1,140	
B8	Lev.+aanbr. asfalt op tijdelijke dam t.b.v. omleiding verkeer, d=0,3 m.		9,750	2,925	
B9	Toepassen tijdelijke vangrail, tweezijdig		1,300		
B10	Toepassen tijdelijke verlichting, eenzijdig		650		
B11	Bouwput:				
B12	Bemaling, eenmalige kosten		30,424		
B13	Bemaling, variabele kosten		30,424		
C	Grondwerk:				
	onderlaag cement stabilisatie tijdelijke omlegging		9,750	3,900	cementstab gerekend
	opnemen onderlagen bestaande wegen		5,700	969	korrelmix
	werkwegen en terrein halfverharding korrelmix op doek bouwput 1		20,665	5,165	korrelmix
	werkwegen asfalt hellingen bouwput 1		624	125	asfalt
	werkwegen op dak doorlaat			1,400	korrelmix
	opruimen werkweg west			690	korrelmix
	opnemen werkwegen op dak			1,400	korrelmix
	onderlaag def. asfalteren gehele dek doorlaat		6,710	1,680	korrelmix
	onderlaag voor herasfalteren tussen wegen en dek doorlaat		4,500	1,800	korrelmix
	wisselstroken onderlaag			500	korrelmix
	opnemen onderlaag tijdelijke wegomlegging		7,725	3,100	cementstab gerekend
	verlagen werkterrein bouwput 1			107,597	
	verlagen werkterrein bouwput 2			80,138	
	herschikken bodem betonplaten			200	
	heraanvulling terreinverlagingen rond bouwkuipen			100,656	
	toepassen ontgraven klei (getled) in oeverzones			6,860	66% van aanwezig geschikt
C1	Ontgraven dam:				
C2	Ontgr. + verv. 15 km, grond buiten fuik, zijde NZ		544,200		nat werk, na correctie 10.000 andere dikte bodembesch.
C3	Ontgr. + verv. 15 km binnen fuik, NZ tot bu.kruin		-		droog werk, zie bouwkuipen
C4	Ontgr. + verv. 15 km, bu.kruin t/m fuik, GM		242,500		droog werk, na correctie 5.000 andere dikte bodembesch
C5	Ontgr. + verv. 15 km buiten fuik, zijde GM		332,100		nat werk, na correctie 10.000 andere dikte bodembesch.
C6	Aftrek i.v.m. caissons				zie C5
C7	Aftrek i.v.m. drempel				zie C5
C8	Extra grondverzet t.b.v. bouwput:				
C9	Ontgr. + verv. 2,5 km, bouwput, dubbele handeling		16,612	249,180	geen dubbele handeling ?
	idem bouwkuip 2		12,978	101,788	excl 61.444 caisson onbekend, 29.038 fundatie materiaal, rest 101788 grond afvo
C10	Tijdelijke grondnam t.b.v. omleiding wegverkeer:				
C11	Aanvullen grondnam t.b.v. omleiding verkeer			107,864	
C12	Ontgraven grondnam t.b.v. omleiding verkeer			33,600	deel droog. Nat gaat mee bij fuik
C13	Aanvullen dam:				
C14	Aanvullen boven doorlaat			30,300	
C15	Afvoeren:				
C16	Afvoeren overtallige grond (kosten, opbrengst, domeinvergoeding)			684,200	
	idem nat			876,300	
	afvoer asfalt			4,193	
	afvoer asfalttaluds			5,160	
	afvoer slakken			433	
	afvoer caissons met inhoud			63,700	
	Netto aanvoeren:				
	aanvoer korrelmix/onderlaag netto			10,586	elders geteld ?
	aanvoer stortsteen netto			99,069	elders geteld ?
C17	werk met werk maken (ten laste van mitigerende maatregelen)				?
C18	opbrengst uit afvoer				? Timing, afstand, tussendepots: prijs nihil ?
C19	Domeinvergoeding ophoogzand, zoet water				? Als geen opbrengsten geteld, geen domeinen tellen
C20	Domeinvergoeding ophoogzand, zout water				? Als geen opbrengsten geteld, geen domeinen tellen
C21	Stagnatie a.g.v. onwerkbaar weer, zeezijde:				
C22	Stilstand bij onwerkbaar weer en getij aan de zeezijde				?
D	Drempel:				
D1	Verwijderen stortsteen 10-300 kg en verv. naar depot (d= 1,50 m)			29,038	hergebruik via depot
D2	Verwijderen grof grind en verv. naar depot (d= 0,75 m)			-	incl
D3	Verwijderen fijn grind en verv. naar depot (d= 0,50 m)			-	incl
D4	Hergebruik stortsteen uit depot >> zie bodembescherming				
D5	Hergebruik grof grind uit depot >> zie bodembescherming				
D6	Hergebruik fijn grind uit depot >> zie bodembescherming				

E	Doorlaatmiddel:			
E1	Beton:			
	<b>egaliseren en cemetstabilisatie hetgeen geroerd</b>		4,153	
E2	Lev.+aanbr. beton t.b.v. werkvloer	8,220	822	
E3	Lev.+aanbr. beton t.b.v. vloer	8,220	12,330	
E4	Lev.+aanbr. beton t.b.v. dek		12,330	
E5	Lev.+aanbr. beton t.b.v. wand		9,310	
	<b>muren en wanden op dek</b>		7,587	
	<b>optioneel wanden turbinetoegang</b>		1,707	
E6	Lev.+aanbr. beton t.b.v. bodembescherming	8,506	8,506	
	<b>werkvloer voor betonplaten</b>		851	
E7	Bekisting:			
E8	Toepassen wandondersteuning bekisting	14,896		
E9	Toepassen dekondersteuning bekisting	7,052		
E10	Toepassen bekisting t.b.v. platen (bodembescherming)	386		
	<b>bekistingen muren en wanden op dek</b>	14,090		
E11	Wapeningsstaal:			
E12	Lev.+aanbr.wapeningsstaal t.b.v. vloer		?	%%
E13	Lev.+aanbr.wapeningsstaal t.b.v. dek		?	%%
E14	Lev.+aanbr.wapeningsstaal t.b.v. wand		?	%%
E15	Lev.+aanbr.wapeningsstaal t.b.v. platen (bodembescherming)		?	%%
E16	Schuiven en hydrauliek:			
E17	Lev.+aanbr. hefschuiven		?	
E18	Lev.+aanbr. hefschuif (1 reserve)		?	1 gehele plus 2 uit bouwstenen van 1a2 m hoog
E19	Lev. + aanbr. schuifgeleiding		?	
E20	Lev.+aanbr. hydraulisch bewegingswerk (prijs per ton hefschuif)		?	
E21	Bediening en besturing:			
E22	Lev.+aanbr. bedieningsgebouw		?	
E23	Lev.+aanbr. besturingsinstallatie, hardware en elektra, vaste kosten		?	
E24	Lev.+aanbr. besturingsinstallatie, hardware en elektra, variabele kosten		?	
E25	Lev.+aanbr. besturingsinstallatie, intelligente software (incl. inregelen)		?	
E26	Damwanden:			
E27	Lev. + aanbr. damwand, fuik zijde NZ (zeer zwaar, coating, combiwand)	322	11,506	hier alles tot 29.00m-NAP
E28	Lev. + aanbr. damwand aansl. op fuik, zijde NZ (zwaar, coating, verankerd)	108	3,390	
E29	Lev. + aanbr. damwand, zijde NZ, o.w.talud 1 : x (middel, coating, verankerd)			?
E30	Lev. + aanbr. damwand, fuik zijde GM (zwaar, coating, verankerd)			incl. bouwkuip 1
E31	Lev. + aanbr. damwand aansluitend op fuik, zijde GM (zwaar, coating, verankerd)	176	4,400	
E32	Lev. + aanbr. damwand, zijde GM, o.w.talud 1 : x (middel, coating, verankerd)			?
E33	Lev.+aanbr. damwand t.b.v. kwelschermen (licht, onverankerd)	336	2,181	incl. inkassing
E34	Toepassen tijdelijke damwand t.b.v. bouwkuip (zwaar, coating, verankerd)	543	13,575	
	<b>idem hoogwaterzekering</b>	-	1,424	
	<b>idem bouwkuip 2</b>	317	6,825	
	<b>injecteren fundatie en caisoons twee zijden</b>		2,465	
	<b>trekken tijdelijke damwanden</b>	18,280		
E35	Stagnatie a.g.v. onwerkbaar weer (wind / getij):			
E36	Stilstand bij onwerkbaar weer en getij aan de zeezijde		?	
F	Bodem- en oeverbescherming:			
F1	Tijdelijke dam t.b.v. omleiding wegverkeer:			
F2	Lev.+ aanbr. kraagstuk op tijdelijke dam t.b.v. omleiding verkeer	4,120		
F3	Lev.+ aanbr. bestorting, sortering 5-40 kg op kraagstuk tijdelijke dam		1,290	
F4	Bodembescherming, afzinken:			
F5	Lev. +aanbr. zinkstuk, zwaar type	26,837		
F6	Lev. +aanbr. zinkstuk, licht type	96,820		
F7	Lev. +aanbr. (afzink)bestorting met 80/200 mm			?
F8	Bodembescherming, afstorten:			Zie voor ballast10-60kg
F9	Lev. +aanbr. bestorting, sortering 5-40 kg		-	
F10	Lev. +aanbr. bestorting, sortering 10-60 kg		110,239	incl. 97.000 m3 10-60kg in 1 m laagdikte.
F11	Lev. +aanbr. bestorting, sortering 40-200 kg		9,231	
F12	Lev. +aanbr. bestorting, sortering 60-300 kg		10,920	
	<b>toepassen colloidaal vulling</b>	9,210	2,770	geteld als in de 40% porien tweezijdig
	<b>aansluiten betonplaat op bestorting met ingestort doek</b>			
F13	Hergebruik vrijkomende materialen:			
F14	Hergebruik vrijgekomen bestorting 10-300 kg, uit drempel	29,038		incl
F15	Hergebruik vrijgekomen grof grind, uit drempel			incl
F16	Hergebruik vrijgekomen fijn grind, uit drempel			incl
F17	Hergebruik vrijgekomen bestorting, tijdelijke dam	1,290		
F18	Hergebruik vrijgekomen bestorting, Grevelingendam	406		na hergebruik aan GM-zijde
	<b>hergebruik gepenetreerde breuksteen na breken</b>	1,913		
F19	Stagnatie a.g.v. onwerkbaar weer (wind / getij):			
F20	Stilstand bij onwerkbaar weer en getij aan de zeezijde		?	
G	Bijkomende werken:			
G1	Asfalt:			
G2	Lev. + aanbr. asfalt op de Brouwersdam			zie hieronder
G3	Verwijderen asfalt op tijdelijke dam t.b.v. omleiding verkeer	7,725	1,550	ged. Blijft tbv wisselstrook
	<b>def. asfalteren gehele dek doorlaat</b>	6,710	1,680	NB insluiten spoorrails
	<b>herasfalteren tussen wegen en dek doorlaat</b>	4,500	900	
	<b>aanvullen asfalt tbv wisselstroken</b>	2,000	500	
	<b>aanbrengen asfaltmastiek herstel wegomlegging excl fuik GM</b>	5,100	510	
G4	Kabels en leidingen:			
G5	Omleggen kabels en leidingen >> zie Overige bijkomende kosten		?	
G6	Aansluitkosten voor doorlaat op elektranetwerk		?	
G7	Ballenlijn:			
G8	Ballenlijn markering Noordzezijde		?	
G9	Ballenlijn markering Grevelingenzijde		?	
G10	Kraagstuk en bestorting tijdelijke dam:			
G11	Verwijderen kraagstuk op tijdelijke dam t.b.v. omleiding verkeer	4,120		
G12	Verwijderen bestorting, sortering 5-40 kg op kraagstuk tijdelijke dam		1,290	