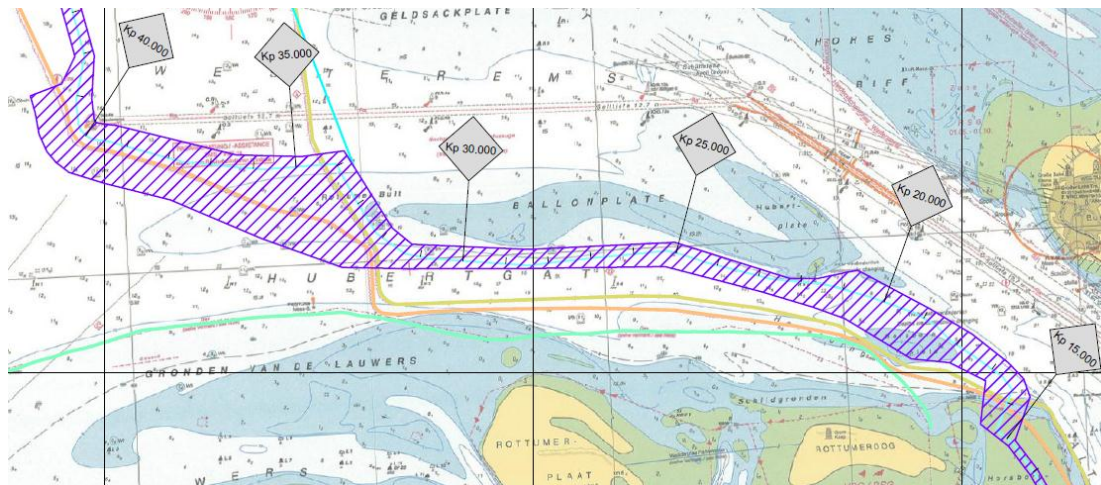


Ingraafdiepte en aanlegdiepte Gemini kabels

aan : Typhoon Offshore BV
 van : Bram Blik
 datum : 14 mei 2013
 ref : 1633/U13152/ajb
 status : concept

1 Inleiding

In onderstaande figuur is met de blauwe arcering de corridor weergegeven waarbinnen de route van de Gemini kabel langs de Ballonplaat gepland is. Typhoon heeft een corridor aangevraagd om ten tijde van de feitelijke installatiewerkzaamheden rekening te kunnen houden met de lokale omstandigheden, die in een dynamisch gebied zoals de Waddenzee en Noordzeekustzone binnen korte tijd sterk kunnen wijzigen. Het op voorhand in de vergunning vastleggen van de precieze route zou een optimale inpassing verhinderen en b.v. tot onnodige grote baggervolumes kunnen leiden. De breedte van de corridor varieert omdat deze is afgestemd op de lokale situatie. In het MER en de PB is bij de effectbepalingen rekening gehouden met de verschillende ligingsmogelijkheden binnen de corridor. Voorafgaand aan de feitelijke installatie wordt opnieuw een survey uitgevoerd, om de route met het minste grondverzet – en dus de minste verstoring – binnen de corridor te bepalen.



Figuur 1 Corridor Gemini kabel route ter hoogte van de Ballonplaat

Een belangrijk criterium bij de bepaling van de ingraafdiepte van de kabel is de morfologische stabiliteit langs de route. Daarnaast speelt ook een aantal andere criteria een rol, zoals nautische eisen in de bestaande en (potentieel) toekomstige vaargeulen, de toegestane temperatuurstijging van het bodemoppervlak, mogelijke schade door ankerende schepen of boomkorvisserij en uitvoeringsaspecten. In delen waar de morfologische dynamiek groot is en de bodem ten tijde van de installatie relatief hoog ligt, of waar rekening moet worden gehouden met de ligging van een toekomstige

vaargeul, is het voorkomen van een te geringe gronddekking het dominante criterium. In de andere gevallen zijn de andere criteria bepalend.

In de onderstaande paragrafen wordt ingegaan op de morfologische criteria die zijn gehanteerd (Paragraaf 2), gevolgd door een beschrijving van de andere criteria (Paragraaf 3).

In Paragraaf 4 worden ten slotte de gekozen ingraafdiepten en aanlegdiepten die op grond van beide criteria van toepassing zijn op de verschillende secties van het kabeltracé samengevat.

In deze memo wordt **ingraafdiepte** gedefinieerd als de ingraafdiepte van de kabel onder het niveau van de zeebodem ten tijde van de aanleg van de kabel.

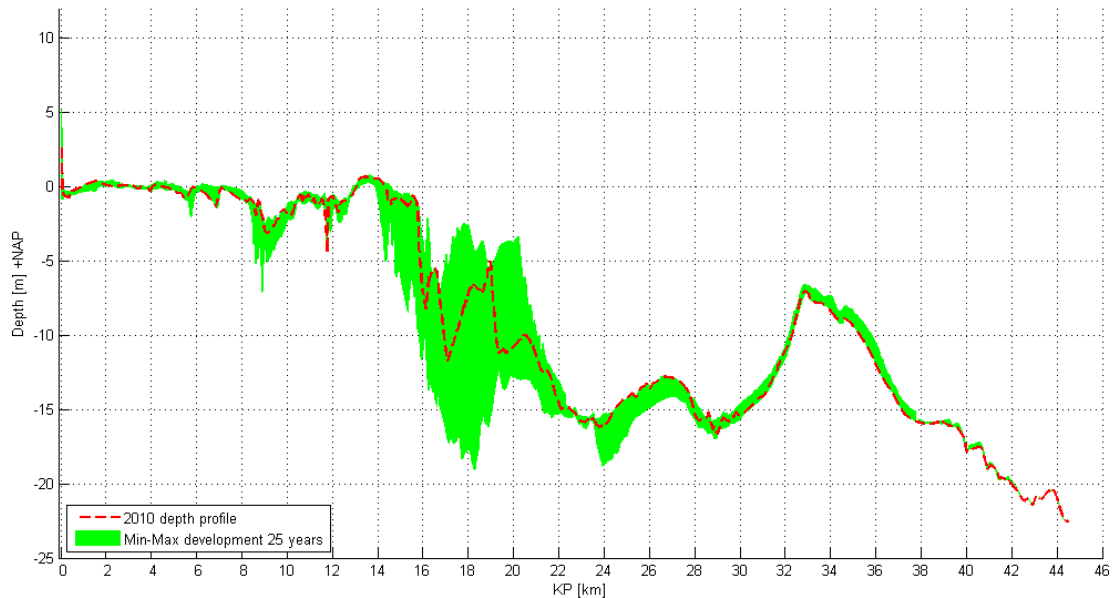
Bij **aanlegdiepte** gaat het om het niveau t.o.v. NAP waarop de kabel wordt aangelegd, onafhankelijk van de bodemligging op het moment van aanleg. De aanlegdiepte wordt bepaald door de bodemdynamiek en bepaalt tezamen met de actuele bodemligging de benodigde ingraafdiepte.

2 Morfologische criteria voor de ingraafdiepte

Bij de bepaling van de morfologische criteria voor de ingraafdiepte is uitgegaan van de morfologische dynamiek over de afgelopen 25 jaar. Deze periode is vergelijkbaar met de verwachte levensduur van de kabel. Alle beschikbare lodinggegevens over deze periode zijn bij de bepaling van de dynamiek gebruikt. Daarbij is eerst per loding nagegaan of sprake was van afwijkende omstandigheden en/of onnauwkeurigheden. Waar mogelijk is hiervoor gecorrigeerd. Een voorbeeld van afwijkende omstandigheden betreft een verschil in referentievlak tussen de Duitse en de Nederlandse opnamen. Dit leidt niet per sé tot onbruikbaarheid van gegevens, maar bij de interpretatie moet wel met dat soort verschillen rekening worden gehouden.

Nautische kaarten zijn daarentegen niet in de analyse van de diepteontwikkeling betrokken, aangezien op deze kaarten niet de diepste bodemligging (die relevant is voor het blootspoelen) wordt aangegeven, maar juist de ondiepste bodemligging (die relevant is voor de scheepvaart).

In onderstaande figuur is d.m.v. de groene band de range van opgetreden diepten over de laatste 25 jaar langs de route aangegeven. Duidelijk is dat de grootste morfologische dynamiek optreedt tussen KP 14 en KP 22. Ook tussen KP 8 en 10 (bij de kruising van de Ra) en rond KP 25 is de dynamiek groot.



Figuur 2 Range van opgetreden diepten langs de route en de diepte in 2010

Het morfologische criterium voor de ingraafdiepte wordt ingegeven door het uitgangspunt dat het risico van blootspoelen van de kabel tijdens de economische levensduur verwaarloosbaar moet zijn ('bury and forget'). Deze benaderingswijze is ingegeven door problemen op eerdere projecten, waar kabels na verloop van tijd bloot spoelden omdat was gekozen voor een beperkte ingraafdiepte, in combinatie met meer onderhoud. Dat onderhoud veroorzaakt in de praktijk terugkerende kosten en verstoring. Typhoon kiest daarom voor een in beginsel onderhoudsvrije aanlegdiepte. Om dit te bereiken worden 2 criteria gehanteerd:

- a) de kabel wordt overall onder of gelijk aan de onderste omhullende van de opgetreden diepten in de afgelopen 25 jaar aangelegd, en
- b) in morfologisch actieve gebieden wordt de kabel minimaal 3 meter ingegraven onder het bodemniveau op het moment van aanleg (dus ook wanneer de bodem ter plaatse op de laagste diepte van de afgelopen 25 jaar ligt).

Het tweede criterium is verzwarend t.o.v. het eerste criterium op plaatsen waar de bodemdiepte bij de aanleg van de kabel minder dan 3 meter boven de onderste omhullende van de geregistreerde historische band van opgetreden bodemdiepten ligt.

Als illustratie is in bovenstaande figuur met een rode stippellijn het bodemniveau van 2010 aangegeven. Indien het actuele bodemniveau op het moment van aanleg gelijk zou zijn aan het niveau van 2010, dan blijkt uit de grafiek dat het tweede criterium in het hoogdynamische gebied op een aantal plaatsen tot een grotere ingraafdiepte leidt (daar waar de diepte in 2010 minder dan 3 meter boven de onderkant van de groene band ligt). De bodemligging op het moment van aanleg kan (gezien de dynamiek) afwijken van de situatie in 2010, waardoor de actuele ingraafdiepte ten tijde van de aanleg ook kan afwijken. Dat wordt kort voor de aanleg met een actuele survey in beeld gebracht.

De sectie waarin het tweede criterium van toepassing is, wordt overigens ruimer gedefinieerd dan alleen het gebied met grote dynamiek tussen KP 14 en KP 22. Ook op andere locaties in de kustzone is immers een forse bodemdynamiek aanwezig, zij het een over kortere lengte dan in het gebied tussen KP 14 en KP 22.

Zie bijvoorbeeld KP 9, KP 12 en KP 24 tot 28 in bovenstaande figuur.

Het gebied waarin het tweede criterium van toepassing is (ingraafdiepte minimaal 3 meter onder het bodemniveau op moment van aanleg) is de hele kustzone vanaf de

aanlanding bij Eemshaven tot aan KP 31. De locatie KP 31 ligt ongeveer 3km zeewaarts van de LLWL lijn van de buitendelta.

Deze conservatieve keuze wordt zoals ingegeven door het uitgangspunt dat later onderhoud / herbegraven en/of schade aan de kabels door blootspoelen, mede gezien de ervaringen op andere projecten, moeten worden voorkomen ('bury & forget'), en in verband met de grote ecologische waarde van de ondiepe kustzone en het wad langs dit deel van de route en de beschikbare technieken.

3 Niet morfologische criteria voor de ingraafdiepte cq. aanlegdiepte

Morfologische dynamiek en praktische uitvoerbaarheid (die weer wordt bepaald door de hydraulische en morfologische dynamiek) zijn in belangrijke mate sturend geweest voor de routeselectie, met de Ballonplaat route als resultaat.

De niet morfologische criteria zijn relevant waar zij aanleiding geven tot een grotere ingraafdiepte van de kabel, dus tot een verzwaring van de eisen die uit de morfologische dynamiek volgen.

De niet morfologische criteria voor de ingraafdiepte worden hieronder samengevat.

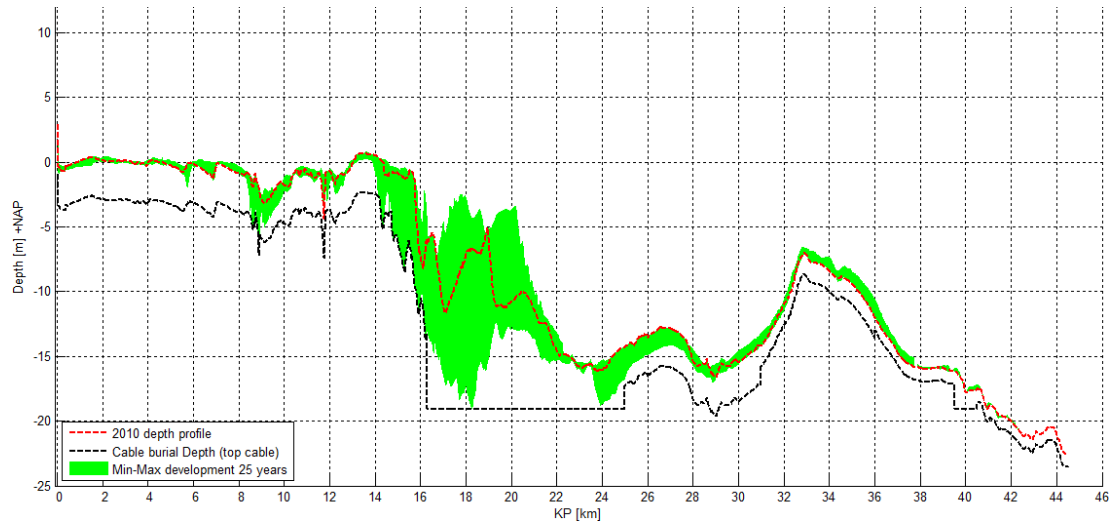
De ingraafdiepte is altijd minimaal 1 meter onder de bodemligging op het moment van installatie, in verband met het risico van schade door boomkorvisserij e.d. In betwist gebied (zowel binnen als buiten het EDV-gebied) wordt de diepteligging mede bepaald door de Duitse eis dat de temperatuurstijging aan het bodemoppervlak als gevolg van warmteontwikkeling in de kabel maximaal 2 Kelvin mag bedragen. Berekeningen hebben aangetoond dat aan dit criterium voldaan wordt bij een ingraafdiepte van 1,6 meter.

Ter plaatse van de kruising met de vaargeul in de Westereems nabij KP 40 is de aanlegdiepte 3 meter onder de voorgenomen toekomstige (te onderhouden) vaargeuldiepte van NAP-16,1 meter. De aanlegdiepte bedraagt hier dus NAP-19,1 meter. Overigens is de huidige vaargeuldiepte momenteel al meer dan 16,1 meter. De minimale ingraafdiepte in dit tracégedeelte is ook in de vaargeul 1 meter.

Ter plaatse van de kruising van het Hornsborgat / Huibertgat wordt een strategie gevolgd die vergelijkbaar is met de kruising van de vaargeul in de Westereems. Dit omdat niet uitgesloten kan worden dat het Huibertgat in de toekomst door de beheerder zal worden aangewezen als hoofdvaarwater. Deze aanwijzing zou kunnen gelden voor het gedeelte van de route tussen ca. KP 16 en ca. KP 25. De vaargeul zelf zal niet dit hele gebied beslaan, maar omdat niet op voorhand kan worden aangegeven voor welk deel de aanwijzing zou gelden wordt veiligheidshalve in het hele gebied een aanlegdiepte aangehouden van minimaal NAP-19,1 meter. Omdat het Hornsborgat / Huibertgat in de morfologisch actieve zone ligt kan niet uitgesloten worden dat op het moment van aanleg de waterdiepte lokaal groter is dan NAP-16,1 meter (zoals in de afgelopen 25 jaar op een aantal plaatsen is opgetreden). Op die plekken geldt in dat geval het morfologische criterium van 3 meter ingraafdiepte onder de actuele waterdiepte.

Aan de zuidkant van het Huibertgat worden bestaande kabels en leidingen gekruist door middel van een gestuurde boring, onder de NorNed en Tycom-kabels door en ook hier ruim onder de morfologisch actieve zone. Vanaf de boring tot aan Eemshaven bedraagt de ingraafdiepte in principe 3 meter onder de huidige bodem. Daarvoor wordt gebruik

gemaakt van een over de platen rijdende trencher. Ten opzichte van de onderste omhullende van de morfologische actieve zone bedraagt de reserve hier 0,5 tot 2,5m. Aangezien de platen zich in oostelijke richting ontwikkelen is de kans dat hier na installatie op 3 meter diepte blootspoeling optreedt verwaarloosbaar. Hierop is één uitzondering: de kruising van de waddegeul 'de Ra'. I.v.m. de dynamiek van deze geul wordt hier een grotere ingraafdiepte aangehouden, ook hier tot onder morfologisch actieve zone zoals bepaald op de aangegeven wijze.



Figuur 3 Minimaal benodigde aanlegdiepte op basis van bodemligging 2010

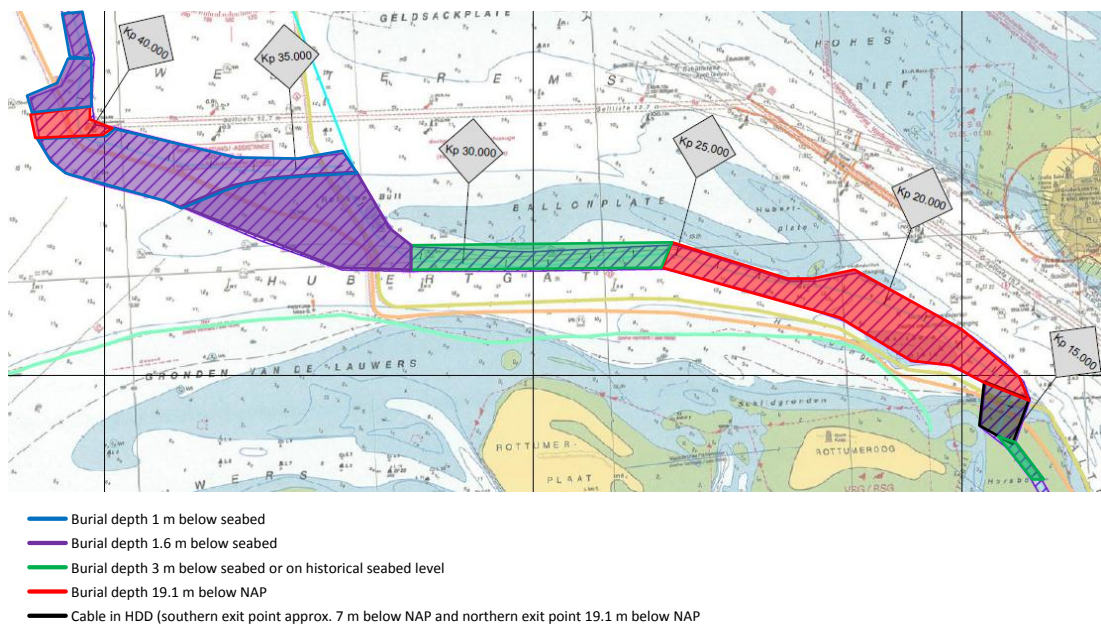
Samengevat (zie ook figuur 3) worden de kabels dus op grond van uiteenlopende overwegingen vrijwel overal altijd (ruim) onder de onderste omhullende van de bodemdynamiek geïnstalleerd, met uitzondering van twee korte trajecten in het Huibertgat (KP 18 en KP 24). De historische diepte ligt daar rond de NAP -19 meter, wat ongeveer overeenkomt met de aanlegdiepte. Indien op enig moment zou blijken dat de natuurlijke diepte van het Huibertgat zich richting NAP -19 meter ontwikkelt en blootspoeling dreigt, dan kunnen de kabels in overleg met Rijkswaterstaat plaatselijk wat dieper worden gelegd. Ook bij KP 9 (kruising Ra) en KP 14 is dat een mogelijkheid. Het gaat daarbij om beperkte verdiepingen over korte lengten. De afweging die daarbij gemaakt is, dat de kans dat deze situatie tijdens de levensduur van de kabels ontstaat zeer gering is en dat er ook een zeker belang is gelegen in het vermijden van nodeloos baggerwerk.

4 Samenvatting ingraafdiepte cq. aanlegdiepte

Op basis van de criteria die hierboven uiteengezet zijn is in figuur 4 een overzicht gegeven van de beoogde aanlegdiepte van de kabel in de 'nearshore' zone van ca KP 14 tot ca KP 42.

Landwaarts van KP 14 bepalen de morfologische criteria de aanlegdiepte, die in combinatie met de actuele bodemligging de ingraafdiepte bepaalt. De kabel ligt daar op de platen, doorsneden door een enkele waddegeul. Zeewaarts van KP 42 wordt buiten betwist gebied een ingraafdiepte van 1 meter gehanteerd.

Tussen KP 14 en 42 bepalen verschillende criteria de ingraafdiepte en diepteligging.



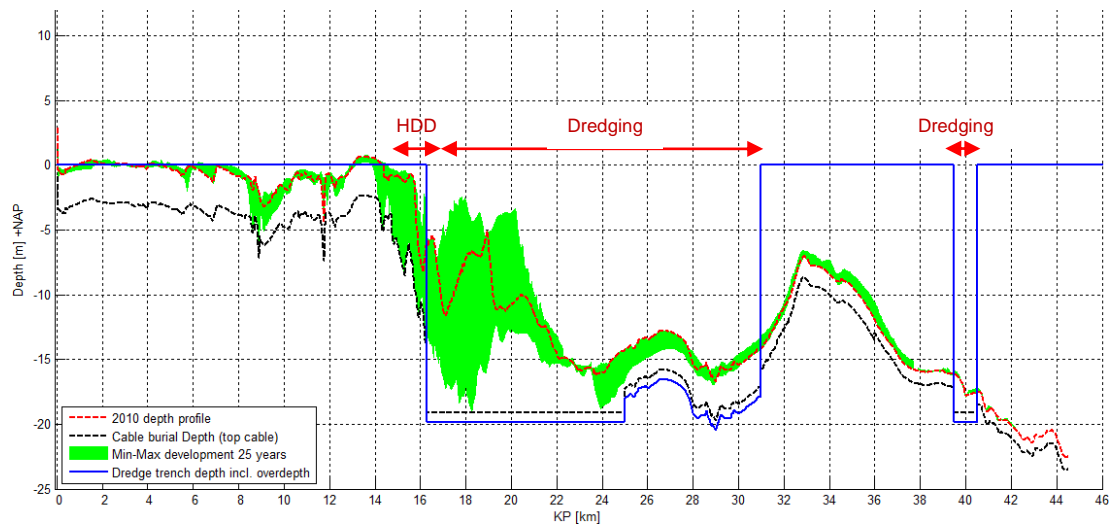
Figuur 4 Samenvatting benodigde ingraafdiepte cq. aanlegdiepte langs de kabelroute

Samengevat in woorden (van land naar zee, KP aanduiding bij benadering):

- Vanaf Eemshaven (KP 0) tot aan de gestuurde boring ter hoogte van KP 15/16 worden de kabels aangelegd op 3 meter onder de bodem, of op het laagste niveau dat in de afgelopen 25 jaar is opgetreden (als dit dieper is). Ter plaatse van de Ra (KP 9) kan het in een later stadium nodig zijn de kabels over een beperkte lengte nog wat dieper te leggen. De kans dat dat nodig is, is zeer gering.
- Ter hoogte van KP 15/16 worden de TyCom en de NorNed kabels onderlangs gekruist door middel van een gestuurde boring (ver) beneden de morfologisch actieve bovenlaag van de bodem.
- Vanaf het uittredepunt van de gestuurde boring tot aan KP 25 (kruising Hornborngat / Huibertgat) bedraagt de aanlegdiepte NAP-19,1 meter. Indien de waterdiepte op dit traject bij aanleg lokaal groter is dan NAP-16,1 meter geldt op die plaatsen een ingraafdiepte van 3 meter.
- Tussen KP 25 en KP 31 wordt de kabel aangelegd op 3 meter onder de bodem, of op het laagste niveau dat in de afgelopen 25 jaar is opgetreden (als dit dieper is). Ter plaatse van KP 18 en 24 kan het in een later stadium nodig zijn de kabels over een beperkte lengte nog wat dieper te leggen. De kans dat dat nodig is, is zeer gering.
- Tussen KP 31 en ca. KP 36 wordt de kabel aangelegd op 1,6 meter onder de onderste omhullende van de historische diepte.
- Tussen ca. KP 36 en KP 38 wordt de kabel aangelegd op 1,0 meter onder de onderste omhullende van de historische diepte.
- Ter hoogte van KP 40 (kruising vaargeul Westereems) geldt een aanlegdiepte van NAP-19,1 meter. De ingraafdiepte is hier minimaal 1 meter.

- In alle overige delen van de route tot aan het offshore wind park wordt de kabel aangelegd op 1,0 meter onder de bodem.

In de gebieden met grote ingraafdiepte wordt de kabel gelegd in een vooraf gebaggerde sleuf. Dit is het geval vanaf KP 16 tot KP 31 en bij de kruising van de vaargeul in de Westereems ter hoogte van KP 40. Omdat tussen het baggeren en het leggen van de kabel enige tijd kan verstrijken wordt bij het baggeren een overdiepte aangehouden. De baggerdiepte van de sleuf is dus meer dan de minimaal benodigde aanlegdiepte van de kabel. Dit kan leiden tot een enigszins diepere aanleg dan benodigd. Ook bij de gestuurde boring (HDD) wordt de kabel dieper ingebracht dan minimaal nodig. Dit vanwege de uitvoeringstechniek van een dergelijke boring. De zone waar de boring plaatsvindt, en de baggerzones (met bijbehorende overdiepte) zijn aangegeven in onderstaande figuur 5.



Figuur 5 Locatie gestuurde boring en baggerlocaties (met bijbehorende overdiepte)