

MER, SMB, Habitatoets BritNed-verbinding

Installatie, onderhoud en verwijdering

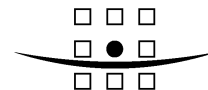
BritNed Development Limited

25 augustus 2005

Rapport

9M3538

A COMPANY OF



ROYAL HASKONING

HASKONING NEDERLAND BV
RUIMTELIJKE ONTWIKKELING

Barbarossastraat 35
Postbus 151
6500 AD Nijmegen
+31 (0)24 328 42 84 Telefoon
+31 (0)24 360 95 66 Fax
info@nijmegen.royalhaskoning.com E-mail
www.royalhaskoning.com Internet
Arnhem 09122561 KvK

Documenttitel MER, SMB, Habitattoets BritNed-verbinding
Hoofdstuk 5
Verkorte documenttitel MER, SMB, Habitattoets BritNed
Status Rapport
Datum 25 augustus 2005
Projectnaam MER, SMB, Habitattoets BritNed-verbinding
Projectnummer 9M3538
Opdrachtgever BritNed Development Limited
Referentie 9M3538/R029/PCWV/Nijm
Auteurs Ir. M. van Zanten, Drs. P.C.W. Voet

VOORWOORD

Inhoud van dit rapport

De beide hoofdstukken 4 en 5 vormen tezamen de 'Voorgenomen Activiteit en Alternatieven' als onderdeel van het MER. Het is gebruikelijk om in een MER de voorgenomen activiteit en alternatieven in één hoofdstuk te beschrijven, maar gezien de aard en omvang van het voornemen van BritNed is er voor gekozen om de voorgenomen activiteit in twee hoofdstukken te beschrijven:

- Hoofdstuk 4 gaat over de BritNed-verbinding zelf (techniek, routes en locaties);
- Hoofdstuk 5 gaat over de installatie, het onderhoud en de verwijderingactiviteiten.

Er is tevens voor gekozen om de technische aspecten tijdens de aanleg en bedrijfsvoering in deze hoofdstukken te vergelijken. In hoofdstuk 7 worden de ruimtelijke aspecten (route alternatieven) vergeleken.

INHOUDSOPGAVE

5	INSTALLATIE, ONDERHOUD EN VERWIJDERING	1
5.1	Inleiding	1
5.2	Aanleg op zee	3
5.2.1	De installatieprocedure	3
5.2.2	Het schoonmaken van de zeebodem	7
5.2.3	Het egaliseren van de zeebodem	8
5.2.4	Het leggen van de kabel	10
5.2.5	De keuze van de ingraaftechniek	11
5.2.6	De ingraafstrategie	19
5.2.7	De ingraafdiepte	22
5.2.8	Kabelverbindingen	23
5.2.9	Kabel- en leidingkruisingen	23
5.2.10	Het aanbrengen van kabelbescherming	25
5.3	Ondiepe kustzone	26
5.4	Aanlanding Zuidelijke routes	29
5.4.1	Invloed Maasvlakte 2 op de Zuidelijke aanlanding	29
5.4.2	Ingraafdiepte bij de Zuidelijke aanlanding	30
5.4.3	Installatie in de ondiepe kustzone	32
5.4.4	Installatie op het strand	33
5.4.5	Installatie duinzone	35
5.4.6	Kabelverbinding	37
5.5	Aanlanding Noordelijke zeeroute B	37
5.5.1	Kruisen van de Maasgeul	37
5.5.2	Aanlanding en installatie van de kabels in de gebaggerde sleuf	40
5.5.3	Installatie op de strandzone	40
5.5.4	Kabelverbinding	41
5.6	De technieken op land	41
5.6.1	Installatie van de landkabels	41
5.6.2	Kabelverbindingen	43
5.6.3	Kruisingen met infrastructuur	44
5.6.4	Convertoystation	46
5.7	Inspectie, onderhoud en reparatie op zee	47
5.8	Planning van de aanlegactiviteiten	49
5.9	Buitengebruikstelling en verwijdering	57

5 INSTALLATIE, ONDERHOUD EN VERWIJDERING

De richtlijnen voor het MER

De richtlijnen van het bevoegd gezag voor de beschrijving van de aanleg, het onderhoud en verwijdering van de BritNed verbinding zijn samengevat als volgt. Daarbij is tussen haakjes aangegeven in welke paragrafen deze informatie is te vinden:

- Geef bij elk alternatief een beschrijving van de werkzaamheden in de realisatiefase, in de gebruiksfase en bij beëindiging (par. 5.2 - 5.6.);
- Geef voor het tracé van het voorkeursalternatief en de alternatieven aan hoelang de tijdsduur voor het leggen van de kabel bij de uitgekozen legtechniek zal zijn. Geef tevens aan gedurende welke perioden van het jaar legging mogelijk is vanuit technisch, ecologisch, economisch en extern veiligheids oogpunt (par. 5.8.);
- Geef aan welke eisen de verleners van de vergunning op grond van de Wet beheer rijkswaterstaatswerken aan de ingraafdiepte van de kabel zal stellen. Beschrijf en onderbouw in het licht van deze eisen de ingraafdiepte van de kabel. Besteed daarbij aandacht aan de toekomstige dynamiek gezien de risico's op het vrijkomen van de kabel. Let daarbij met name op de aanwezigheid van velden met zandgolven in de Noordzee en de morfologische effecten van de aanleg van de Tweede Maasvlakte (par. 5.2.6 en 5.4.1.);
- Beschrijf voor het tracé van het voorkeursalternatief en de alternatieven welke onderhoudswerkzaamheden tijdens de levensduur noodzakelijk zijn. Geef daarbij een beschrijving van de aard van de werkzaamheden, alsmede van de periodiciteit en de duur daarvan (par. 5.7);

Kader 5.1 De richtlijnen voor het MER

5.1 Inleiding

Dit hoofdstuk geeft een beschrijving van de aanleg, het onderhoud en de verwijdering van de BritNed-verbinding. Het eerste deel geeft een overzicht van de verschillende installatietechnieken op zee, langs de kust en op land. Er wordt een vergelijking gemaakt van de voor- en nadelen van de verschillende beschikbare technieken. Daarnaast wordt ingegaan op specifieke technieken die vereist zijn op sommige delen van de alternatieve kabelroutes. Tenslotte wordt de planning van de werkzaamheden besproken.

Het tweede deel gaat in op de inspecties, het onderhoud en eventuele reparaties van de BritNed-verbinding tijdens de gebruiksfase. De buiten gebruik stelling van de BritNed-verbinding wordt beschreven in de laatste sectie van dit hoofdstuk.

In dit hoofdstuk van het MER worden de milieueffecten voor de noordelijke en zuidelijke routes beschreven. Daarbij wordt uitgegaan van het meest waarschijnlijke systeem, type kabel en configuratie, de meest waarschijnlijke route binnen de corridors en de meest waarschijnlijke wijze van installeren. Zonder daarbij een voorkeur te willen uitspreken, worden deze meest waarschijnlijke alternatieven op elk onderdeel (systeem, type kabel, configuratie en route) in dit MER aangeduid als 'Basisontwerp'. Omdat het niet de bedoeling is om voorafgaand aan de bepaling van milieueffecten en voor een gedegen onderzoek naar de haalbaarheid andere alternatieven uit te sluiten, worden naast het Basisontwerp ook diverse alternatieven op elk onderdeel beschreven.

Paragraaf	Onderwerp
5.2 Aanleg op zee	<ul style="list-style-type: none"> - De installatieprocedure op zee - Het schoonmaken van de zeebodem - Het egaliseren van de zeebodem - De keuze van de ingraaftechniek - De keuze van de ingraafdiepte - Het leggen van de kabel - Kabelverbindingen - Kabel- en leidingkruisingen - Het aanbrengen van kabelbescherming
5.3 Ondiepe kustzone	<ul style="list-style-type: none"> - Installatie in de ondiepe kustzone
5.4 Aanlanding Zuidelijke routes	<ul style="list-style-type: none"> - Ingraafdiepte bij de Zuidelijke aanlanding - Installatie in de ondiepe kustzone - Installatie op het strand - Installatie duinzone - Kabelverbindingsput
5.5 Aanlanding Noordelijke zeeroute B	<ul style="list-style-type: none"> - Kruisen van de Maasgeul - Baggeren van de kruising - Aanlanding en installatie van de kabels in de gebaggerde sleuf - Onderboring van de kruising - Installatie op de strandzone - Aanleg Maasvlakte 2 - Kabelverbindingsput
5.6 De technieken op land	<ul style="list-style-type: none"> - Installatie van de landkabels - Kabelverbindingen - Kruisingen met infrastructuur - Converterstation
5.7 Inspectie, onderhoud en reparatie op zee	<ul style="list-style-type: none"> - Inspectie en onderhoud - Kabelreparaties op zee
5.8 Planning van de aanlegactiviteiten	<ul style="list-style-type: none"> - Open zee - Aanlanding - Land
5.9 Verwijdering	<ul style="list-style-type: none"> - Buitengebruikstelling - Verwijdering

Tabel 5.1 Leeswijzer hoofdstuk 5

5.2 Aanleg op zee

5.2.1 De installatieprocedure

Het basisontwerp van de voorgenomen activiteit gaat uit van het in één operatie leggen en begraven van de gebundelde kabels door twee schepen. Er is één schip voor het transport en het leggen van de kabel op de zeebodem. Maximaal 1 kilometer daarachter bevindt zich een tweede schip met een ingraafmachine die over de zeebodem rijdt of getrokken wordt. Dit is de meest gebruikelijke methode voor zware kabels en het brengt de minste installatierisico's met zich mee, omdat de voortgang van het leggen van de kabel en het ingraven daarvan enigszins onafhankelijk zijn.

Het alternatief is het leggen en begraven van de gebundelde kabels in één operatie door één schip, waarbij het leggen en ingraven in hetzelfde tempo moeten plaatsvinden. Er zijn weinig legschepen die zware kabels tegelijk kunnen leggen en ingraven. Omdat deze methode echter niet op voorhand volledig kan worden uitgesloten, wordt hij wel beschreven. De verschillen tussen de beide methoden hebben overigens weinig relevantie voor het milieu.

Voor het begraven van de gebundelde kabels wordt zo weinig mogelijk gebruik gemaakt van baggertechnieken. Baggeren is kostbaar en meer belastend voor het milieu dan andere technieken, waarmee de kabel, afhankelijk van de omstandigheden, in de zeebodem kan worden begraven tot een diepte van ongeveer 3 meter. In paragraaf 5.2.5 worden verschillende ingraaftechnieken onderling vergeleken.

In het vervolg van dit hoofdstuk worden de verschillende procedures en technieken voor het ingraven van de twee gebundelde kabels besproken. In Hoofdstuk 4 (paragraaf 4.6) is toegelicht dat dit het basisontwerp voor de kabelconfiguratie is, met als alternatief het separaat ingraven van de twee kabels met een tussenafstand van 0,5 tot 2 m. De gevolgen van dit alternatief op de in dit hoofdstuk beschreven procedures is beperkt tot een dubbele carrousel op het legschip en een ingraafmachine die in staat is twee sleuven tegelijkertijd te maken. In het vervolg van dit hoofdstuk wordt de term 'de kabel' gebruikt voor de twee gebundelde kabels.

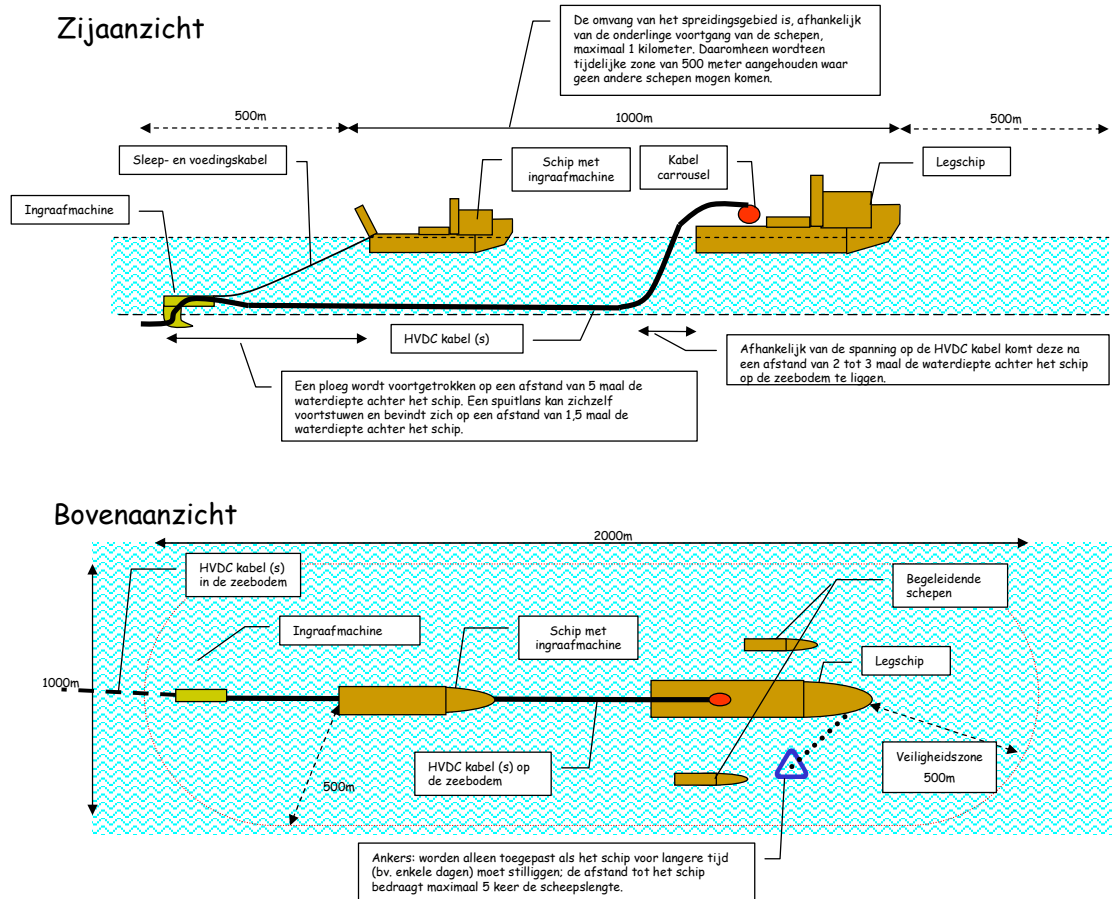
Basisontwerp en alternatieven

Basisontwerp

Het basisontwerp gaat uit van het leggen en begraven van de kabel in één operatie. Om de voortgang van het legschip en het ingraven van de kabel enigszins onafhankelijk van elkaar te houden, wordt gebruik gemaakt van twee schepen: één voor het leggen van de kabel en één voor het begraven van de kabel, met een ingraafmachine. De kabel wordt eerst vanaf het legschip op de zeebodem gelegd. Vervolgens wordt de kabel ingegraven door de ingraafmachine. Deze wordt, afhankelijk van het type machine, voortgetrokken door het ingraafschip of heeft een eigen aandrijving. Figuur 5.1 laat dit zien. De bediening van de ingraafmachine gebeurt (bij gebruik van twee schepen) vanaf het achterste schip, met afstandbediening.

Grote kabellegschepen hebben doorgaans een lengte van zo'n 130 meter. Het tonnage is ongeveer 10.000 ton en het schip kan ongeveer 7.000 ton kabel dragen. Het begeleidende schip, waarmee de ingraafmachine wordt vervoerd en waaraan deze

bevestigd is tijdens de installatie, heeft een lengte van zo'n 80 tot 90 meter. Het tonnage daarvan is 3.000 ton.



Figuur 5.1 Procedure en spreidingsgebied (legschip en schip met ingraafmachine)

Alternatieven

- Installeren in twee aparte operaties (na elkaar)
Afhankelijk van het kabeltype, het gebruikte materieel en de omstandigheden, kunnen het leggen en ingraven ook worden uitgevoerd als twee aparte operaties, waarbij een legschip eerst de kabel neerlegt en een tweede schip op een later tijdstip de kabel positioneert en ingraaft. Deze methode is vrijwel dezelfde als die waarbij met twee legschepen in één legoperatie wordt gewerkt, met als belangrijkste verschil dat de tijd tussen het leggen en ingraven (veel) groter is. Deze methode heeft nadelen, met name door het feit dat de kabel enige tijd onbeschermd op de zeebodem ligt. Dit brengt risico's op beschadiging met zich mee, door bijvoorbeeld bodemvisserij. Indien de tijdsduur tussen het leggen en het ingraven erg groot is, ontstaat ook de kans dat de kabel door natuurlijke sedimentatie wordt bedekt, of juist vrij komt te hangen. Beide situaties zijn niet wenselijk, omdat het ingraven daardoor kan worden bemoeilijkt en kans op schade voor de kabels ontstaat. Vanuit milieuoogpunt biedt deze werkwijze geen voordelen en als mogelijk nadeel dat de verstoring twee maal plaatsvindt. Daarom wordt deze methode hier verder niet behandeld als alternatief.

- Installeren in één operatie met één schip
Bij het installeren van lichtere kabels, zoals telecommunicatiekabels, wordt veelal gebruik gemaakt van één schip voor zowel het leggen en positioneren als het begraven van de kabel. Deze methode wordt meestal niet toegepast bij zwaardere kabels, zoals de BritNed kabel. Er zijn weinig schepen die zowel de zware kabel kunnen vervoeren als de ingraafmachine inzetten. Een nadeel is dat de legsnelheid en ingraafsnelheid vrijwel gelijk moeten zijn. Vertraging bij de ene activiteit leidt direct tot vertraging bij de andere. Omdat deze methode echter niet op voorhand is uitgesloten wordt deze toch als alternatief beschouwd in dit MER.

Schepen bij de installatieprocedure

Tijdens de installatieprocedure wordt in het basisontwerp gebruik gemaakt van de volgende schepen (zie ook Figuur 5.1):

1. Eens schip om (zonodig) de zeebodem te egaliseren¹;
2. Het legschip;
3. Het schip met ingraafmachine;
4. Sleepboot of -boten, voor assistentie en het verzetten van ankers (indien noodzakelijk);
5. Begeleidingsschepen (assistentie, bevoorrading e.d., eveneens indien noodzakelijk).

De activiteiten van het legschip en het schip met de ingraafmachine worden nader toegelicht in paragraaf 5.2.4. Mogelijk worden kleine sleepboten ingezet voor assistentie bij het manoeuvreren. De installatieschepen worden tijdens het doorkruisen van vaarroutes begeleid door tenminste één en mogelijk twee begeleidingsschepen. Deze schepen surveilleren rond de installatieschepen om te voorkomen dat andere schepen te dicht bij komen. Buiten de vaarroutes is het basisontwerp dat er zonder deze begeleidingsschepen gewerkt wordt, met als alternatief het wel toepassen van deze schepen.

¹ Egaliseren is nodig indien de zandgolven te stijl zijn voor de ingraafmachine, of indien de benodigde ingraafdiepte > ca. 3 meter is.



Foto 5.1 Zwaar kabellegschip met kabelcarrousel (bron: Metoc)

Werkgebied

Bij het gebruik van twee schepen voor het leggen en het begraven heeft het spreidingsgebied van de werkzaamheden een lengte van maximaal ca. 2 kilometer en een breedte van minimaal ca. 1 kilometer (zie Figuur 5.1). Het gaat dan om het gebied waarbinnen een kabellegschip, het schip met de ingraafmachine en zo nodig de kleine sleepboten voor assistentie gelijktijdig werkzaam zijn. Indien met ankers wordt gewerkt, varen kleine sleepboten rond om de ankers te verzetten. Ook dit vindt plaats binnen het spreidingsgebied van 2 bij 1 kilometer. Rondom de installatieschepen geldt een veiligheidsafstand van 500 meter, in alle richtingen. De begeleidingsschepen zorgen er voor dat andere schepen niet te dichtbij komen.

Werkmethode

De installatieschepen bewegen zich voort met de (gemiddelde) snelheid van de langzaamste component, in de meeste gevallen het schip met de ingraafmachine. De afstand tussen de voorkant van het legschip en de achterzijde van het schip met de ingraafmachine zal maximaal ca. 1 kilometer bedragen. De gemiddelde voortgangssnelheid is ca. 300 m per uur, gebaseerd op continue dienst (24 uur).

Kabelsecties

De capaciteit van een groot kabellegschip is onvoldoende om de totale kabellengte tussen Engeland en Nederland in één keer te vervoeren en te leggen. Daarom wordt de kabel in meerdere secties vervoerd en gelegd. De maximale lengte van één kabelsectie die door een schip vervoerd kan worden is ongeveer 100 kilometer. Als er twee kabels tegelijkertijd worden gelegd vanaf één legschip, zoals bij BritNed, dan bedraagt de maximale kabellengte dus ongeveer 50 kilometer. Afhankelijk van de route die wordt gekozen zijn dus ca. vier tot vijf legoperaties nodig vanaf de oostkust van Engeland tot aan de Maasvlakte, waarvan twee op het Nederlands deel van het continentaal plat. Dit

geldt overigens alleen als wordt uitgegaan van een groot kabellegschip dat in één keer 2x50 km kabel kan transporteren en leggen. Bij gebruik van kleinere schepen neemt het aantal secties uiteraard toe. In principe wordt echter gestreefd naar lange secties, met zo weinig mogelijk verbindingsmoffen.

De duur van de periode tussen de legoperaties wordt bepaald door de tijdsduur waarbinnen het legschip naar de kabelfabriek kan varen, de kabel kan laden en weer terug kan varen naar de locatie van de kabel en de duur die nodig is voor het installeren van een verbindingsmof (in totaal enkele weken). Gedurende deze periode zal mogelijk een begeleidingsschip om het achtergebleven kabeluiteinde bewaken. Dat uiteinde is op het legschip afgedicht en op de zeebodem gelegd.

Tijdens het wachten op de volgende kabelsectie kan, afhankelijk van de duur, het schip met de ingraafmachine worden gedemobiliseerd. Het schip dat zorgt voor het egaliseren van de zeebodem kan tijdens deze periode ook worden gedemobiliseerd, en zal zijn werkzaamheden hervatten voordat het installatieproces weer begint.

5.2.2 Het schoonmaken van de zeebodem

Voordat de kabels worden geïnstalleerd, moet de kabelroute uiteraard vrij zijn van obstakels, zoals buiten gebruik gestelde kabels en brokstukken. Tijdens de voorbehandeling van de route of vlak voor de installatie worden deze obstakels opgezocht (met sonar en een magnetometer) en zonodig verwijderd.

Deze voorbehandeling wordt als een aparte operatie uitgevoerd, met een klein schip. Indien iets met de sonar of magnetometer is waargenomen, wordt een kabel met een soort enterhaak over de bodem getrokken. De kabel is uitgerust met een spanningsmeter die een toename in spanning meet indien een object wordt aangehaakt. Deze methode vergt uiteraard zekerheid over de reeds aanwezige infrastructuur die nog wel in bedrijf is. Daarom wordt voorafgaand aan het schoonmaken van de bodem eerst onderzocht welke kabels en leidingen in het gebied lopen.

Alle schrootmateriaal dat wordt gevonden wordt in principe naar het dek van het schip gehaald en aan land gebracht volgens de daarvoor geldende regelgeving. Uit in onbruik geraakte communicatie kabels wordt een sectie geknipt die breed genoeg is om de BritNed kabel doorheen te kunnen leggen. De twee uiteinden van de doorgeknipte kabel worden verzwaard met gewichten om te voorkomen dat de overgebleven delen zich vrij gaan verplaatsen.

Indien tijdens de voorbehandeling blijkt dat er archeologisch waardevolle wrakstukken op de zeebodem liggen – die niet vooraf zijn opgespoord – dan wordt de route verlegd om het wrak heen. De kans dat dit gebeurt, is klein omdat archeologisch waardevolle wrakken op de zeebodem vooraf in kaart zijn gebracht op basis van archiefgegevens. Vervolgens zijn de (mede) op basis daarvan ontwikkelde routes onderzocht met sonar, waarbij de route is aangepast om de aangetroffen wrakken te vermijden.

5.2.3 Het egaliseren van de zeebodem

De zeebodem is niet overal begaanbaar voor een ingraafmachine. Op sommige plaatsen (voornamelijk buiten de kustzee) zijn de zandgolven te steil of een grotere ingraafdiepte nodig. Daar moet de bodem eerst worden geëgaliseerd, met een sleepopperzuiger, voorafgaand aan het neerleggen van de kabel op de zeebodem. In het basisontwerp wordt het opgebaggerde materiaal gedeponeed in de omgeving (tot 1 kilometer) van het tracé.

Om vertroebeling langs het tracé te voorkomen kan het opgebaggerde materiaal elders, op grotere afstand van het tracé worden gedeponeed. Dit heeft echter als nadeel dat de vertroebeling op de stortplaats ontstaat en dat er meer moet worden gevaren, waardoor de kosten, de uitvoeringsduur, de verstoring en het energiegebruik toenemen. Een ander alternatief is het storten van het opgebaggerde materiaal via een valpijp. Dit heeft als voordeel dat de vertroebeling afneemt, maar de bodembedekking is plaatselijk veel groter en de duur en kosten van de operatie nemen toe. Een derde alternatief is het gebruiken van het opgebaggerde materiaal voor de aanleg van Maasvlakte 2. De mogelijkheid daartoe kan pas te zijner tijd worden bepaald.

Het egaliseren of uitvlakken van de zeebodem

Op de bodem van de Noordzee bevinden zich zandgolven (een soort duinen onderwater), op de BritNed routes met een hoogte tot ca. 7 meter. Het materieel waarmee de kabel in de zeebodem wordt geïnstalleerd (ingraafmachine) functioneert niet goed bij te hoge of te steile zandgolven. Bij hellingen die niet steiler zijn dan 10-12^o kan de zeebodem nog worden geïnstalleerd met een ploeg of een spuitlans. De routes voor de BritNed-verbinding liggen echter in een gebied met zandgolven die een korte golflengte hebben, waardoor de hellingen ongelijkmatig zijn en plaatselijk zeer steil. Bovendien liggen de zandgolven schuin ten opzichte van de routes. Om al deze redenen zijn de genoemde ingraaftechnieken niet zonder meer inzetbaar.

Grote verschillen in diepte hebben bovendien het nadeel dat de kabel veel moeilijker gelijkmatig op de juiste ingraafdiepte kan worden gebracht. Ook bestaat het risico dat de hoogspanningsverbinding bloot komt te liggen en 'vrij' komt te hangen tussen zandgolven. Hierdoor kan de kabel beschadigd worden. Als de kabel onvoldoende diep kan worden ingegraven, of als de zandgolven zich bewegen over de zeebodem, wordt de kans op blootspoeling, vrij hangen en schade door ankers en bodemvisserij groter. Anderzijds kan de kabel door bewegende zandgolven ook te diep komen te liggen. De gronddruk kan daardoor te hoog worden en kabel kan daardoor ook te heet worden, omdat de warmte minder goed wordt afgevoerd.

Om al deze redenen is het noodzakelijk om in gebieden met hoge en steile zandgolven de zeebodem egalier te maken voordat de kabel in de zeebodem wordt geïnstalleerd. De zandgolven kunnen in hun geheel worden verwijderd, maar dat vergt veel grondverzet. Dat is niet alleen kostbaar, maar ook minder goed voor het milieu. De zandgolven kunnen ook worden 'afgetopt' waardoor ze vlakker worden met flauwe hellingen en wel begaanbaar voor ingraafmachines. In paragraaf 5.2.6 wordt beschreven wat de gewenste en haalbare ingraafdiepten zijn in gebieden met zandgolven.

Basisontwerp en alternatieven

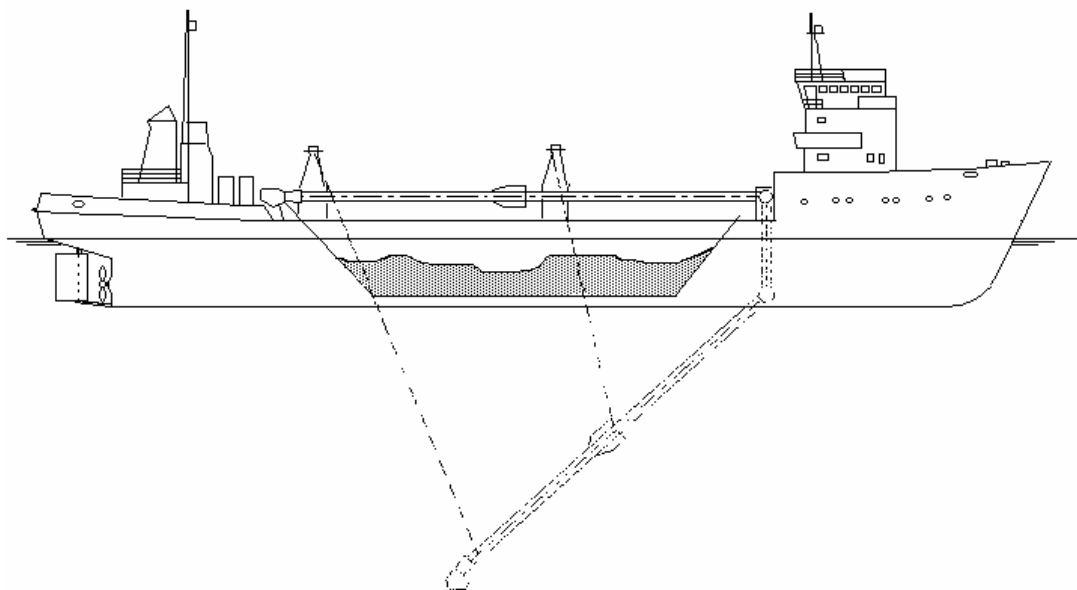
Basisontwerp

Het basisontwerp gaat uit van het egaliseren van de zeebodem met een sleephopperzuiger, in een periode van 6 weken tot enkele dagen voorafgaand aan installeren van de kabel. Als er minder tijd zit tussen het egaliseren en de installatie, dan neemt de kans toe dat door onvoorziene vertraging bij het egaliseren de installatieschepen stil komen te liggen. Als er meer tijd tussen zit bestaat de kans dat het bodemprofiel zich (gedeeltelijk) weer herstelt, voordat de kabel geïnstalleerd wordt. In dat geval moet wat meer worden geëgaliseerd dan eigenlijk nodig is.

De tijd die nodig is voor het egaliseren is afhankelijk van veel factoren, zoals de benodigde ingraafdiepte, de waterdiepte en de samenstelling van het sediment. De voortgang van de werkzaamheden wordt meestal niet bepaald door het egaliseren, maar door de installatiewerkzaamheden, zodat de tijd tussen het egaliseren en leggen van de kabel beperkt kan zijn.

Voor het egaliseren van zandgolven wordt over het algemeen een sleephopperzuiger gebruikt (zie Figuur 5.2). Het verwijderen van de toppen van de zandgolven vindt plaats door een zand/water mengsel op te zuigen via een zuigbuis die aan het schip verbonden is en ernaast over de bodem sleept. In het ruim (de hopper) kan het zand bezinken terwijl het overtollige water afstroomt. Het zand kan worden vervoerd en ergens anders worden gelost of overgepompt. Dit is meestal het geval bij zandwinning. Bij het egaliseren wordt het opgezogen zand normaal gesproken direct weer op de zeebodem gedeponereerd, naast de sleuf. Het basisontwerp gaat uit van het direct deponeren van het opgezogen zand/water mengsel in de omgeving (tot 1 kilometer) van de sleephopperzuiger.

Een sleephopperzuiger heeft doorgaans een lengte van ruim 100 meter. Voor het manoeuvreren en positioneren van het schip worden normaal gesproken geen ankers gebruikt, maar eigen stuwmotoren en schroeven.



Figuur 5.2 Sleephopperzuiger

Alternatief 1: het afvoeren van het opgebaggerde materiaal buiten het gebied

Een alternatief is het afvoeren van het opgebaggerde materiaal buiten het gebied waar het is gewonnen. Dit heeft als voordeel dat de vertroebeling in het gebied wat minder is, maar het heeft als nadeel dat de vertroebeling elders toeneemt en er moet meer worden gevaren (tussen de win- en de stortplaats), waardoor de kosten, de uitvoeringsduur, de verstoring en het energiegebruik toenemen.

Alternatief 2: het storten van het opgebaggerde materiaal via een valpijp

Een ander alternatief is om gebruik te maken van een valpijp. Daarmee wordt het materiaal ter plaatse in zee teruggebracht, tot vlak boven de bodem. Daardoor wordt de vertroebeling beperkt. Het nadeel is dat het materiaal geconcentreerd op de bodem wordt gedeponeerd, wat tot een afwijking in het bodemprofiel leidt en plaatselijke organismen volledig bedekt. Omdat het gewonnen bodemmateriaal langzaam uit het schip via de valpijp in het water wordt gepompt, nemen de geluidsproductie, het energieverbruik, de duur van de werkzaamheden en daarmee ook de kosten enigszins toe.

Alternatief 3: het gebruiken van het opgebaggerde materiaal voor de aanleg van Maasvlakte 2

Een derde alternatief is om het gewonnen materiaal in te zetten voor de aanleg van de Maasvlakte 2. Voor zover daardoor vertroebeling ontstaat, komt dat in de plaats van effecten die anders ook zouden optreden, als gevolg van de aanleg van de Maasvlakte 2. Deze mogelijkheid kan pas worden onderzocht op het moment dat de werkzaamheden plaatsvinden, omdat dan pas duidelijk is of de werkzaamheden in de tijd samenvallen en of het gewonnen materiaal geschikt is voor de beoogde toepassing.

5.2.4 Het leggen van de kabel

Bij de fabriek worden de kabels geladen op ronddraaiende carroussels op het achterschip van het kabelschip. De kabels schepen vervoeren de kabels vervolgens naar de plek waar de kabel moet worden geïnstalleerd. Vanaf de achterzijde van het legschip worden de kabels, al dan niet samengebundeld, in het water gebracht, waarbij ze al varend van de carroussels worden afgerold. Het schip wordt daarbij met geavanceerde plaatsbepalingsapparatuur in positie gehouden, zodat de kabel nauwkeurig op de zeebodem kan worden gelegd. De exacte positionering binnen de vergunde corridor wordt kort voorafgaand aan het feitelijke leggen van de kabel bepaald, op grond van de dan aangetroffen omstandigheden.

Grote kabels schepen hebben doorgaans een lengte van zo'n 130 meter. Het tonnage is ongeveer 10.000 ton en het schip kan ongeveer 7.000 ton kabel dragen. Voor het manoeuvreren en positioneren van het kabelschip worden normaal gesproken geen ankers gebruikt, maar stuwmotoren en schroeven. Een dergelijk schip kan in principe met behulp van GPS-navigatie, binnen een marge van ongeveer twee meter, nauwkeurig in positie worden gehouden. Voor het leggen van kabels is een nauwkeurigheidsmarge van twee meter voldoende.

Alleen als een schip lange tijd op dezelfde plek moet liggen wordt mogelijk gebruik gemaakt van ankers. Dit is bijvoorbeeld het geval wanneer de kabel vanaf het legschip aan wal wordt getrokken of wanneer er een verbinding moet worden gemaakt tussen twee kabelsecties. Het gebruik van ankers houdt het schip voor langere tijd op dezelfde

plaats en bespaart brandstof omdat dan niet continue hoeft te worden gewerkt met motoren. Rondom de ankers varen kleine ondersteunende schepen rond om de ankers te kunnen verzetten (zie ook Figuur 5.1). Over het algemeen worden er vier ankers gebruikt.

De capaciteit van het kabellegschip bepaalt de maximum kabellengte die in één keer, dus zonder kabelverbinding, kan worden getransporteerd en gelegd. Schepen met een groot laadvermogen zijn in staat langere kabellengtes toe te passen en hoeven daarmee minder vaak bevoorradat te worden. De grote legschepen waarmee de kabel op zee wordt geïnstalleerd kunnen echter niet in ondiep water werken (vanwege de grote diepgang). Voor kleinere diepten wordt daarom speciaal, kleiner, materieel ingezet. De grens voor de keuze tussen grote en 'kleinere schepen' ligt over het algemeen bij een waterdiepte van tien meter.

5.2.5 De keuze van de ingraaftechniek

Het basisontwerp gaat uit van een ingraaftechniek met een ploeg of een spuitlans. Andere technieken, zoals de vibro-ploeg of een mechanische ingraafmachine komen uit technisch en/of economisch oogpunt niet in aanmerking op het onderhavige deel van de Noordzee.

Selectiecriteria

Voor de selectie van ingraaftechnieken zijn de volgende criteria gehanteerd:

- (a) Beperken van verstoring van de bodem, opwerveling van sediment en vertroebeling;
- (b) Beperken van het ruimtebeslag op de zeebodem;
- (c) Zoveel mogelijk herstel van de oorspronkelijke situatie;
- (d) Technische toepasbaarheid op Noordzeebodem;
- (e) Bewezen technische toepasbaarheid;
- (f) Beperken van installatiekosten;
- (g) Beperken van risico's voor de kabel.

a) Beperken van verstoring van de bodem en opwerveling van sediment

Het ingraven van de kabel leidt tot het verstoren van de bodem en afhankelijk van de methode, het opwerpen van sediment en een tijdelijke, al dan niet lokale vertroebeling van het zeewater. Deze vertroebeling kan, afhankelijk van de hoeveelheden en omstandigheden, een versturende werking hebben op het zeemilieu. Waar het opgewoelde sediment neerdaalt op de zeebodem (depositie), kunnen op de bodem levende organismen worden verstoord of bedolven raken. In het MER wordt nader ingegaan op de hoeveelheden sediment die opwoelen, de vertroebeling van het zeewater, de depositie van het sediment op de zeebodem en de methoden om deze effecten te voorkomen of beperken.

Wel kan op voorhand worden opgemerkt dat de hoeveelheid opgewoeld sediment bij alle ingraaftechnieken slechts een fractie is van de hoeveelheid die bij baggerwerk wordt opgewoeld. Daarom is de bijdrage van de ingraaftechnieken aan de hoeveelheid opgewoeld materiaal zeer beperkt, evenals de effecten daarvan.

Omdat ingraven ook veel minder kostbaar is dan baggeren, is de primaire ingraaftechniek het ingraven met een van de hier beschreven technieken. Baggeren

wordt alleen gebruik wanneer de met ingraven bereikbare diepte onvoldoende is, of wanneer de zeebodem moet worden geëgaliseerd om deze begaanbaar te maken voor de ingraafmachine.

b) Beperken van het grondverzet en het ruimtebeslag op de zeebodem

Afhankelijk van de ingraafmethode wordt meer of minder bodemmateriaal verplaatst om de kabel in de zeebodem in te graven. Het ruimtebeslag op de zeebodem bestaat uit twee componenten. Het ruimtebeslag van de sleuf of de sleuven waarin de kabels worden begraven (< 1 m) en de ruimte die de ingraafmachine zelf in beslag neemt op de zeebodem (circa 10 m).

c) Herstel van de oorspronkelijke situatie

Door de eventueel na het leggen van de kabel resterende sleuf aan te vullen met materiaal dat uit de sleuf afkomstig is, wordt de oorspronkelijke situatie zo veel mogelijk hersteld. Over het algemeen leidt het directe aanvullen van de sleuf tot een sneller herstel van de omgeving. Het is, afhankelijk van de omstandigheden, ook mogelijk om de natuur dit te laten doen (sedimentatie). Op sommige plaatsen is een sleuf binnen enkele weken weer vanzelf gevuld.

d) Technische toepasbaarheid op Noordzeebodem

Ingraaftechnieken zijn veelal ontworpen om gebruikt te worden op een specifieke ondergrond. Niet alle methoden zijn even geschikt om op de zandige Nederlandse zeebodem ingezet te worden. Methoden die minder geschikt zijn, worden negatiever beoordeeld.

Door te kiezen voor bewezen technieken wordt het uitvoeringsrisico beperkt.

Technieken waarmee ruime ervaring is opgedaan onder soortgelijke omstandigheden verdienen de voorkeur. Het kan echter in bepaalde gevallen voordelen hebben om nieuwe technieken toe te passen, als daarmee andere voordelen kunnen worden bereikt (b.v. het leggen van twee kabels in één sleuf). De risico's zullen echter van geval tot geval moeten worden onderzocht en afgewogen.

f) Beperken kosten

Het streven is uiteraard om de kosten van de installatiewerkzaamheden tot het minimum te beperken, uiteraard rekening houdend met alle overige criteria, zoals natuur, risico's en onderhoudskosten.

g) Risico voor de kabel

Voor alle ingraaftechnieken geldt dat deze zo zijn ontwikkeld, dat het risico voor de kabel zo klein mogelijk is. Desalniettemin zijn er kleine verschillen. Bij toepassing van ingraaftechnieken waarbij de kabel vast zit aan de ingraafmachine en waarbij de kabel met kracht in de zeebodem wordt geduwd is de kans op beschadiging van de kabel over het algemeen groter.

In de volgende paragraaf worden de mogelijke ingraaftechnieken beschreven en getoetst aan de genoemde criteria.

Vergelijking

Voor het begraven van een hoogspanningsverbinding in de zeebodem, zonder te baggeren, zijn de volgende ingraafmethoden beschikbaar:

- Ploeg (3 varianten)
- Spuitlans
- Mechanische ingraafmachine

Tabel 5.2 geeft een overzicht van de belangrijke kenmerken van deze ingraaftechnieken:

Ingraaftechniek	Kenmerken
Grondverplaatsende ploeg	<ul style="list-style-type: none"> - Installatie door het 'trekken' van een open V-vormige sleuf in de zeebodem - Kabel wordt onder in de sleuf geduwd - Open sleuf kan worden gedicht of moet zich vanzelf herstellen
Niet-grondverplaatsende ploeg	<ul style="list-style-type: none"> - Installatie door insnijden van de zeebodem met een ploegzwaard - Kabel wordt onder aan het ploegzwaard in de zeebodem geleid - Zeebodem herstelt zich vanzelf, er is geen open sleuf
Vibro ploeg	<ul style="list-style-type: none"> - Installatie door het insnijden van de zeebodem en het installeren van de kabel in de zeebodem met een ploegschaar - Kabel wordt onder aan het ploegzwaard in de zeebodem geleid - Zeebodem herstelt zich vanzelf, er is geen open sleuf
Spuitlans	<ul style="list-style-type: none"> - Installatie door verweken van de zeebodem ('fluïdiseren') met wateroverdruk - Kabel zakt onder zijn eigen gewicht in de verweekte zeebodem - Zeebodem herstelt zich vanzelf, er resteert een ondiepe open sleuf
Mechanische ingraafmachine	<ul style="list-style-type: none"> - Installatie door frezen van een sleuf in de zeebodem met hard stalen tanden - Kabel wordt onder in de sleuf geduwd - Open sleuf kan worden gedicht of moet zich vanzelf herstellen

Tabel 5.2 Alternatieve installatietechnieken

Ploeg

De ploeg is een techniek waarbij de kabel met kracht op de gewenste diepte in een sleuf in de zeebodem wordt gedrukt. Er zijn drie soorten ploegtechnieken:

- de grondverplaatsende ploeg;
- de niet-grondverplaatsende ploeg;
- de vibro ploeg.

Alle types ploegen worden in principe vanaf het zeeoppervlak voortgetrokken door een schip. Alhoewel een ploeg overwegend 'passief' is, kan deze toch worden gestuurd en kan de penetratiediepte worden beheerst, waardoor de ingraafdiepte kan worden bepaald. De ploeg wordt hiervoor op afstand bediend vanaf een schip door middel van een verbindingsslijn.



Foto 5.2 Een ploeg wordt te water gelaten vanaf het begeleidende schip (bron: Metoc)

Grondverplaatsende ploeg

De grondverplaatsende ploeg maakt een open V-vormige sleuf in de zeebodem waar de kabel in komt te liggen. De geploegde grond komt in eerste instantie naast de sleuf terecht en wordt, nadat de kabel in de sleuf is gedrukt, weer terug in de sleuf geduwd, op de kabel. Dit laatste kan door een soort 'schuiver' achter aan de machine te bevestigen. Er kan ook voor worden gekozen om de sleuf vanzelf dicht te laten slibben. Dit heeft echter niet de voorkeur van BritNed, omdat de kabel kwetsbaar is zolang hij blootligt. Dichtschuiven van de sleuf veroorzaakt echter wel wat meer vertroebeling. Het maken van de sleuf, het leggen van de kabel en het weer dichtmaken van de zeebodem vinden kort na elkaar plaats in één handeling. De kabel wordt bij deze operatie door de ploeg heen geleid.

De grondverplaatsende ploeg kan een sleuf trekken tot een breedte van circa 5 meter. De bodembreedte van de ploeg is groter en kan meer dan 10 meter bedragen. Omdat de grondverplaatsende ploeg relatief veel bodemmateriaal moet verplaatsen is een grote trekkracht nodig. De techniek met de grondverplaatsende ploeg kan worden gebruikt in alle soorten sediment, inclusief zacht gesteente.

De techniek is goed toepasbaar in open zee bij een waterdiepte van meer dan tien meter. Voor ondieper water is deze methode minder geschikt vanwege de relatief grote omvang van de grondverplaatsende ploeg, die op een groot schip vervoerd moet worden, dat niet bij deze waterdieptes kan varen. De grondverplaatsende ploeg is technisch

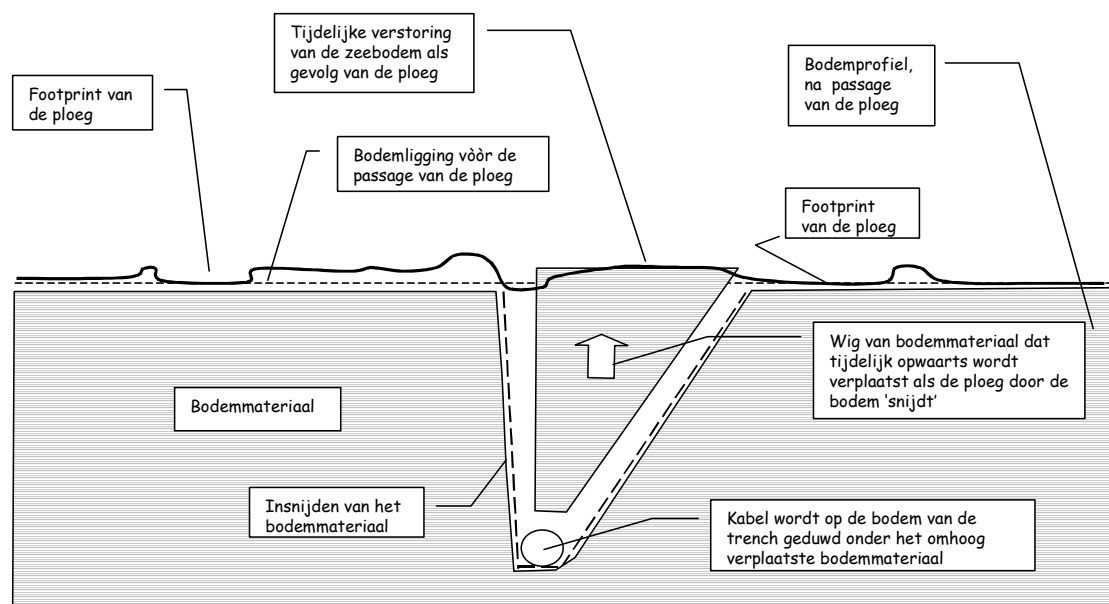
geschikt voor het installeren van de kabel in het Nederlandse deel van de Noordzee, bij waterdiepten van meer dan tien meter.

Niet-grondverplaatsende ploeg (jet)

De niet-grondverplaatsende ploeg snijdt (met een soort zwaard) de zeebodem open zonder de grond te veel te verplaatsen. De kabel wordt vervolgens met kracht onder in de snede gedrukt. Er ontstaat dus geen sleuf die gevuld hoeft te worden. De niet-grondverplaatsende ploeg kan smalle sneden in de zeebodem produceren van minder dan 1 meter breed, tot minimaal ca. 30 cm. De bodembreedte van de ploeg is, afhankelijk van het type ca. 5-10 meter.

De niet-grondverplaatsende ploeg vereist minder trekkracht dan de grondverplaatsende ploeg. Deze techniek kan worden gebruikt in vrijwel alle soorten sediment, maar minder goed in sedimenten die door hun samenstelling een grote interne wrijving hebben. Om die reden is er ook een zogenaamde 'jet ploeg' ontwikkeld die de zeebodem rond het ploegzwaard weker maakt. De jet ploeg heeft zich bewezen in alle sedimentsoorten en vereist nog minder trekkracht van het 'trekschip'.

De niet-grondverpaatsende ploeg, waaronder de jet-ploeg, is technisch geschikt voor het installeren van de kabel in het Nederlandse deel van de Noordzee. Het gebruik van grotere ploegen is beperkt tot waterdiepten groter dan 10 meter.



Figuur 5.3 Niet grondverplaatsende ploeg

De vibroploeg

De vibro ploeg is vergelijkbaar met een niet-grondverplaatsende ploeg, waarop een trillend ploegzwaard is gemonteerd. De kabel wordt onder aan het ploegzwaard in de bodem geleid. De vibro ploeg is speciaal ontwikkeld voor het installeren van dunne kabels (zoals telecomkabels), in moeilijke gronden (zoals kleigronden) en ondiep water zoals intergetijdengebieden. De vibroploeg wordt daartoe meestal geïnstalleerd op een

drijvend ponton of op een rupsvoertuig dat op droogvallende platen en in ondiep water kan rijden. Het grondoppervlak van de vibroploeg is ongeveer 3 tot 4 meter.

Toetsing grondverplaatsende ploeg

De grondverplaatsende ploeg voldoet niet aan criterium (b) en scoort minder goed op de criteria (a), (c), (f) en (g). Er is relatief veel grondverzet en het grondoppervlak is over het algemeen groter dan bij andere ingraafmachines. Als gevolg van het grondverzet is er sprake van relatief meer sedimentopwelling dan bij een niet-grondverplaatsende ploeg, blijft er een open sleuf achter en zal de oorspronkelijke situatie zich minder makkelijk herstellen. De sleuf kan wel worden dichtgeschoven, maar dat veroorzaakt opnieuw opwerveling van bodemmateriaal (a). Het gebruik van de grondverplaatsende ploeg vraagt om de inzet van relatief zwaar materieel. Omdat de kabel vast zit aan de ploeg en met kracht in de zeebodem wordt geduwd, is het risico voor de kabel wat groter dan bij andere technieken.

Toetsing niet-grondverplaatsende ploeg

De niet-grondverplaatsende ploeg, waaronder met name de jet-ploeg, scoort goed op bijna alle criteria en is daarmee zeer geschikt voor de installatie van de BritNed-kabel. Ten aanzien van het risico voor de kabel, criterium (g), geldt hetzelfde als voor de grondverplaatsende ploeg; de kabel zit vast aan de ploeg maar de trekkrachten zijn minder.

Toetsing vibroploeg

De vibroploeg voldoet niet aan de criteria (d), (e) en (f) en scoort minder goed op criterium (g). Het concept van de vibroploeg is niet ontwikkeld als techniek voor het installeren van relatief zware hoogspanningskabels. Verder is deze techniek, voor zover bekend, nooit gebruikt in waterdiepten van meer dan tien meter. Het doorontwikkelen van deze techniek is voor BritNed geen optie. De vibroploeg biedt geen voordelen ten opzichte van de ploeg of de spuitlans voor toepassing in zandige bodems zoals op het Nederlandse deel van de Noordzee.

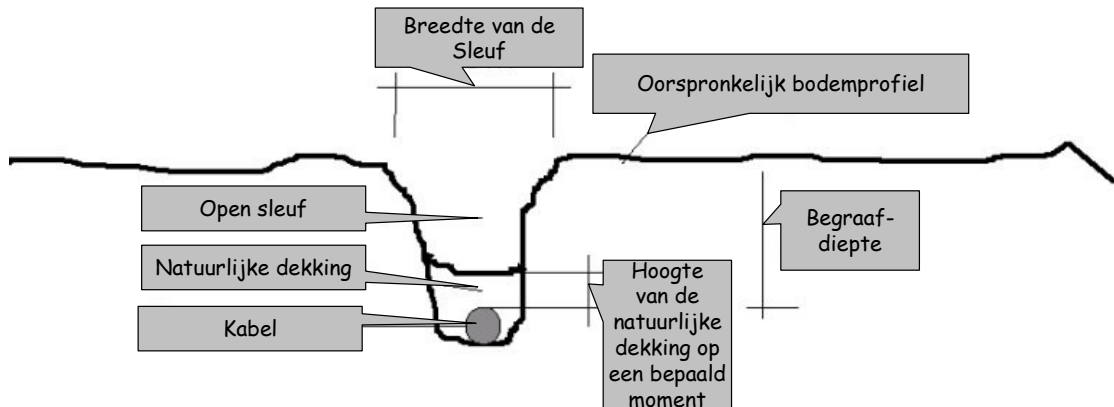
Spuitlans

De spuitlans is een techniek waarbij de zeebodem met wateroverdruk week wordt gemaakt ('fluïdiseren') en de kabel onder zijn eigen gewicht in de bodem zakt. Om het effect van het fluïdiseren te vergroten kan zonodig het verweekte bodemmateriaal worden opgezogen en direct naast de sleuf worden gedeponed. De breedte van de kabelsleuf die met één spuitlans kan worden verweekt is ongeveer 75 centimeter. De breedte van de spuitlans op de zeebodem is ongeveer 4 meter. De spuitlanstechniek kan worden toegepast in de meeste sedimenttypen. De spuitlans werkt echter minder goed in sedimenten met relatief hoge schuifspanning en cohesie (zoals klei en veen).

Spuitlansen kunnen een eigen aandrijving hebben (waarbij ze een reeds neergelegde kabel volgen) of worden voortgesleept door een schip. De beschikbare technieken zijn:

1. De spuitlans wordt gemonteerd op een slede die wordt voortgetrokken door een begeleidend schip (dit schip kan tevens het kabellegschip zijn);
2. De spuitlans wordt gemonteerd op een zelfstandig voortbewegend voertuig;
3. De spuitlans wordt gemonteerd op een zich zelfstandig voortbewegend rupsvoertuig.

Bij al deze methodes wordt de machine op afstand bediend vanaf een schip door middel van een verbindinglijn (het zogenaamde ROV = Remotely Operated Vehicle).



Figuur 5.4 Kenmerkende bodemprofielen bij toepassing van een spuitlans

Toetsing spuitlans

De spuitlans is zeer geschikt voor de Nederlandse zeebodem. Door het gebruik van de spuitlans ontstaat er iets meer vertroebeling dan bij de niet-grondverplaatsende ploeg (criterium a), met name als er materiaal uit de sleuf wordt opgezogen. Ook blijft er een gedeeltelijk open en herkenbare sleuf achter (criterium c) zoals aangegeven in Figuur 5.4. In tegenstelling tot de mechanische trencher en de ploeg zit de kabel in het algemeen niet vast aan de ingraafmachine en wordt met minder kracht in de zeebodem geleid. Het gebruik van de spuitlans brengt dan ook over het algemeen het minste risico voor de kabel met zich mee. Bij sommige types spuitlansen zit de kabel echter wel vast aan de ingraafmachine en wordt de kabel met druk in de grond geplaatst. Bij dit type is het risico voor de kabel even groot als bij de andere types ingraafmachines.

Mechanische ingraafmachine

Deze methode wordt vooral toegepast in harde ondergronden, met kleine rotsblokken. De machine freest met stalen tanden de ondergrond open en duwt de kabel met een stalen schoen in de ontstane sleuf. De sleuf kan vervolgens worden gedicht met het materiaal dat uit de sleuf afkomstig is, met grind/zand of moet zich vanzelf herstellen door natuurlijke sedimentatie. Een enkele mechanische ingraafmachine kan een sleuf maken met een breedte van maximaal 1 meter. Het grondoppervlak van de mechanische ingraafmachine is ongeveer 5 meter. De mechanische ingraafmachine wordt over het algemeen alleen gebruikt in harde ondergronden.

Toetsing mechanische ingraafmachine

De mechanische trencher voldoet niet aan criterium (f) en scoort minder op de criteria (a), (c) en (d). De mechanische ingraafmachine is een zware, sterke machine. Gebruik van dit materieel veroorzaakt veel vertroebeling. Omdat deze machine gemaakt is voor hardere ondergronden dan de Nederlandse zandgronden, is deze machine minder geschikt voor toepassing in sedimenttypen die voorkomen in het Nederlandse gebied van de voorgenomen kabeltracés (overdimensionering). Dit heeft te maken met de complexiteit van de installatiemachines met veel bewegende delen, een relatief snelle slijtage, en een relatief trage voortgang van de installatie. Deze factoren leiden tot relatief hoge kosten en een mogelijke vertraging in de voortgang van de installatie.

De mechanische trencher freest met grote kracht een gleuf in de zeebodem waarbij het bodemmateriaal opwoelt en in het zeewater terecht komt. Het frezen laat een open sleuf achter die, ook na het direct dichten van de sleuf, nog enige tijd herkenbaar zal zijn in de zeebodem. Ten aanzien van het risico voor de kabel geldt hetzelfde als voor de ploegtypen.

Basisontwerp en alternatieven








































Afweging

Tabel 5.3 laat zien dat de vibroploeg en de mechanische trencher uit technisch en/of economisch oogpunt niet in aanmerking komen als ingraaftechniek. Deze technieken worden daarom verder niet beschouwd in het MER als alternatieven voor de installatie van de kabel(s) in de zeebodem.

De niet-grondverplaatsende ploeg, met name de jet ploeg versie en de spuitlans zijn de meest geschikte methoden voor het begraven van de kabels(s) in de zandige zeebodem en worden meegenomen als alternatieven.

De grondverplaatsende ploeg is een relatief grote machine in vergelijking met de niet-grondverplaatsende ploeg en moet dan ook met aanmerkelijke kracht over de zeebodem worden gesleept. Hierdoor is er een groter schip nodig om de grondverplaatsende ploeg voort te trekken. Omdat deze methode echter niet op voorhand volledig kan worden uitgesloten, wordt hij wel beschreven in dit MER. De bodemverstoring is bij een grondverplaatsende ploeg wat groter dan bij een jetploeg of spuitlanstechniek.

De verschillen van tussen de ingraaftechnieken zijn samengevat in Tabel 5.3.

Installatietechniek	grondverplaatsende ploeg	niet-grondverplaatsende ploeg	vibro ploeg	spuitlans/jetten	mechanische trencher
Installatietechniek Legenda:  = Positief  = Neutraal  = Negatief					
a. Beperken vertroebeling en sediment verplaatsing					
b. Beperken grondverzet en ruimtebeslag					
c. Herstel oorspronkelijke situatie					
d. Technische toepasbaarheid					
e. Bewezen techniek voor installeren van hoogspanningskabels					
f. Beperken van de kosten					
g. Risico's voor de kabel				 /  *	

* afhankelijk van het type spuitlans

Tabel 5.3 Vergelijking en selectie van ingraaftechnieken op zee.

Basisontwerp en sub-alternatieven

Het basisontwerp is het gebruik van een ingraafmachine. Daarvoor komen een drietal varianten in aanmerking:

- de grondverplaatsende ploeg;
- de niet-grondverplaatsende ploeg;
- de spuitlans;

Opgemerkt wordt dat de bodemverstoring en vertroebeling van al deze technieken zeer beperkt is in vergelijking met baggeren. De absolute verschillen zijn daarom op voorhand beperkt.

5.2.6 De ingraafstrategie

Het basisontwerp voor de ingraafstrategie gaat uit van het ‘15 jaar- geen-onderhoud scenario’; Onder de aanname van een zandgolf beweging van 6 m/jaar in de noord-oostelijke richting gaat dit scenario uit van een minimale dekking van 1 m zand gedurende 15 jaar.

Alternatieven voor de ingraafstrategie zijn:

- **Een minimale baggeroptie: alleen baggeren waar geen vloeiend verloop van de zeebodem is;**
- **Het 40 jaar- geen-onderhoud scenario: Deze optie uit van een minimale dekking van 1 m zand gedurende 40 jaar.**

Zonder het egaliseren van de zeebodem (zie paragraaf 5.2.3) is het ingraven van de kabel in de zeebodem, op plaatsen waar de zandgolven te hoog en/of te steil zijn, niet goed mogelijk. Dit geldt voor alle beschikbare ingraaftechnieken. Een mogelijkheid om dat op te lossen is de zandgolven volledig te verwijderen. Dat is echter een kostbare oplossing en nadelig voor het milieu. Daarom is gezocht naar een methode waarbij minder grondverzet nodig is en toch de vereiste ingraafdiepte op een betrouwbare wijze kan worden gerealiseerd. Hiervoor is door BritNed een onderzoek gedaan naar de verschillende ingraafstrategieën (Metoc 2004b).

Het doel van de studie was om een ingraafstrategie te ontwikkelen die een garantie biedt binnen de grenzen van een acceptabele faalkans, waarbij tevens de installatiekosten en milieueffecten worden geminimaliseerd. Hierbij dient te worden aangetekend dat de uiteindelijke uitvoerder van het werk een eigen ingraafstrategie zal moeten ontwikkelen, de uitgevoerde studie is de beste inschatting van de huidige situatie en geeft de meest waarschijnlijke oplossing.

De voornoemde studie heeft een aantal ingraafscenario's ontwikkeld, waarbij onder de aanname van een initiële ingraafdiepte van 3 meter en een zandgolfbeweging van 6 m/jaar in de noord-oostelijke richting bepaald wordt hoeveel gebaggerd moet worden om na een bepaalde periode over de gehele lengte van de BritNed-verbinding nog een minimale dekking van 1 m zand te garanderen. Hiervoor is een computermodel ontwikkeld (Svasek 2004a) dat gebruik maakt van de bathymetrische data van het studiegebied.

Aanwezigheid en migratie van zandgolven

In [Svasek, oktober 2003] is een beschouwing gegeven over de aanwezigheid en migratie van Zandgolven: 'Appendix B: Occurrence and migration of sandwaves'. In deze bijlage wordt een literatuurverwijzing gegeven naar studies en metingen van zandgolven in verschillende delen van de Noordzee. [Schüttenhelm 2003] beschrijft bijvoorbeeld de migratie van zandgolven ten westen van de Haringvliet en ten zuiden van de Eurogeul; "in een gebied van 1.800 x 600 m worden oscillerende bewegingen geconstateerd in het westelijk deel van maximaal 5 meter met een netto migratie van 3-4 m /jaar (gemeten in een periode van 2,5 jaar).

Conclusie van de literatuurstudie in [Svasek, Oktober 2003]:

Voor de bepaling van beweging van de zandgolven (zowel oscillatie als migratie) zijn de observaties/ onderzoeken in het centrale deel van de Noordzee het meeste van belang. Volgens meerdere van deze onderzoeken migreren zandgolven in één netto richting met een snelheid van enkele meters per jaar. Oscillerende bewegingen van 20m/jaar zijn geen uitzondering. Voor de veiligheid wordt aanbevolen om de effecten van de migrerende zandgolven op de kabels te bepalen met een migratiesnelheid van 6m/jaar voor de lange termijn (meer dan 5 jaar). Oscillerende zandgolven met een snelheid van 20 m/jaar vormen geen bedreiging voor het blootspoelen van de kabels. Deze zandgolfbeweging heeft een seizoensfluctuatie.

Kader 5.2 Aanwezigheid en migratie van zandgolven

Er zijn uiteindelijk een vijftal ingraafscenario's ontwikkeld, waaronder een minimum en een maximum scenario. Het minimum scenario betekent dat er alleen maar gebaggerd wordt om ervoor te zorgen dat de gebruikelijke ingraafmachines inzetbaar zijn. Het maximale scenario gaat ervan uit dat de zandgolven volledig verwijderd worden. Bij de overige scenario's is een periode gekozen waarbinnen de minimale dekking van 1 m gegarandeerd kan worden, respectievelijk 15, 25 en 40 jaar (de zogenaamde 'garantieperiode').

De hoofdconclusies van de vergelijking van de scenario's zijn als volgt² (zie ook de tabellen 5.4 tot en met 5.6):

- Voor beide routes zijn de baggervolumes relatief beperkt voor de Kustzee, het meeste moet er gebaggerd worden in het Noordzee gebied;
- De baggervolumes nemen aanzienlijk toe bij een toename van de 'garantieperiode'. Ter vergelijking: voor de Zuidelijk zeeroute A neemt het baggervolume met een factor 4 toe tussen een garantieperiode van 15 en 40 jaar (factor 6 voor de Noordelijke zeeroute B);
- De Zuidelijke zeeroute A heeft wat grotere baggervolumes dan de Noordelijke zeeroute B;
- De baggervolumes in de Kustzee, met name in de Voordelta (alleen geldig voor de Zuidelijk zeeroute A) zijn beperkt;
- De maximale dekking die kan worden verwacht gedurende de levensduur van de BritNed-verbinding varieert tussen de 9,0 en 12,2 m voor de Noordelijke zeeroute B en tussen de 9,7 en 14,3 m voor de Zuidelijke zeeroute A. Er is hierbij geen verschil tussen de verschillende garantieperiodes;

² Het onderzoek is uitgevoerd op basis van de Noordelijke zeeroute B en de zuidelijke zeeroute A, conclusies voor de alternatieve zuidelijke routes zijn vergelijkbaar met de zuidelijke zeeroute A.

- Bij het minimum scenario en de 15 en 25 jaar 'geen onderhoud' scenario's moeten de kabels gedurende hun levensduur opnieuw ingegraven worden.

Voor het minimum scenario en het 15 jaar geen'onderhoud' scenario zijn berekeningen gemaakt betreffende het opnieuw ingraven van de kabels (Metoc 2004b, Svasek 2004a) gedurende de economische levensduur van de BritNed-verbinding van 40 jaar. Dit is noodzakelijk indien er minder dan 1 meter dekking op een locatie aanwezig is. De resultaten van deze berekeningen staan in Tabel 5.4 Voor de Noordelijke zeeroute B zijn in de Kustzee geen operaties voor het opnieuw ingraven van de kabels noodzakelijk aangezien er hier geen zandgolven voorkomen (de Kustzee loopt tot km 8 uit de kust, de zandgolven starten hier bij circa km 18). Ditzelfde geldt voor het eerste deel van de Zuidelijke zeeroute A (circa eerste 8 km). De berekeningen zijn gemaakt voor de Zuidelijke zeeroute A, aangezien deze berekeningen slechts een schatting geven van het benodigde aantal operaties, zijn de resultaten voor de overige Zuidelijke routes vergelijkbaar.

	Noordelijke zeeroute B		Zuidelijke zeeroute A	
	15 jaar	Minimum	15 jaar	Minimum
Eerste herstel operatie				
Kustzee	nvt	nvt	In jaar 20	In jaar 20
Noordzee	in jaar 17	in jaar 9	In jaar 17	In jaar 4
Aantal hersteloperaties	4	4	7	7
Aantal locaties				
Kustzee	nvt	nvt	19	7
Noordzee	431	201	810	443
Totaal	431	201	829	450
Lengte operaties				
Kustzee	nvt	nvt	0,5 km	1,1 km
Noordzee	13,5 km	44,4 km	24,6 km	71,6 km
Totaal	13,5 km	44,4 km	25,1 km	72,7 km

Tabel 5.4 Operaties voor het opnieuw ingraven van de BritNed kabels (bij het minimum en 15 jaar-geen-onderhoud scenario)

Op basis van bovenvermelde conclusies is geconcludeerd dat de keuze van het ingraafscenario niet beïnvloed wordt door milieueffecten, omdat er weinig of niet gebaggerd hoeft te worden in milieugevoelige gebieden.

Er is vervolgens een economische analyse uitgevoerd van de verschillende scenario's waarbij geconcludeerd is dat het economische optimum tussen het minimum scenario en het 15 jaar-geen-onderhoud scenario in ligt. Tevens is gebleken dat bij het minimum scenario de risico's op het blootspoelen van de kabels aanzienlijk is, aangezien reeds na 5 jaar (voor de Zuidelijke zeeroute A) de kabels bloot kunnen komen te liggen (6 jaar voor de Noordelijke zeeroute B). Om deze reden is er bij dit scenario dan ook na reeds 4 jaar een operatie voor het opnieuw ingraven van de kabel noodzakelijk.

Voor het basisontwerp wordt dan ook uitgegaan van het 15-jaar-geen-onderhoud scenario met als mogelijke alternatieven (vanuit milieu oogpunt) het minimale ingraafscenario en het 40 jaar-geen-onderhoud scenario.

De totale baggervolumes en de totale lengte waarover gebaggerd dient te worden is per alternatief weergegeven in onderstaande tabellen. Deze gegevens zijn bepaald door een apart onderzoek naar baggervolumes door BritNed (Svasek, februari 2005). Voor de zuidelijke zeeroute alternatieven zijn alleen voor de zuidelijke zeeroute A de baggervolumes bepaald voor de verschillende ingraafscenario's (minimaal, 15 en 40 jaar). Voor de overige alternatieven (Zuidelijke zeeroutes B en C) is alleen het baggervolume en lengte bepaald voor het basisontwerp, het 15 jaar- geen-onderhoud scenario.

Om de baggerwerkzaamheden ten behoeve van de BritNed-verbinding in een juist perspectief te plaatsen kan de vergelijking worden gemaakt met de aanleg van de Maasvlakte 2. Hiervoor is ongeveer 300 miljoen m³ zand nodig, dit betekent bij een aanlegperiode van 10 jaar, 30 miljoen m³ per jaar.

	Noordelijke zeeroute B		Zuidelijke zeeroute A	
	Volume [m ³ x 10 ⁶]	Lengte [km]	Volume [m ³ x 10 ⁶]	Lengte [km]
Maasmond	2,000	2,0	nvt	
Min. optie	0,017	0,3	0,060	0,9
15 jaar	0,126	4,7	0,736	12,5
40 jaar	0,806	12,8	2,632	24,5

Tabel 5.5 Baggervolumes en lengtes

	A	A2	B	C
Zuidelijke zeeroutes	Volume baggeren [m ³ x 10 ⁶]			
Noordzee gebied	0,736	0,736	0,750	0,750
Totaal (0 – 102)	0,736	0,736	0,750	0,750

Tabel 5.6 Baggervolumes Zuidelijke zeeroutes (voor 15 jaar geen-onderhoud scenario)

	A	A2	B	C
Zuidelijke zeeroutes	Lengte baggeren [km]			
Noordzee gebied	12,5	12,5	13,0	13,0
Totaal (0 – 102)	12,5	12,5	13,0	13,0

Tabel 5.7 Lengte baggeren Zuidelijke zeeroutes (voor 15 jaar geen-onderhoud scenario)

5.2.7 De ingraafdiepte

Het uitgangspunt voor het MER is dat de kabel overal tot circa 3 meter diep wordt ingegraven. Voor deze initiële ingraafdiepte zijn de effecten bepaald.

5.2.8 Kabelverbindingen

De verschillende kabelsecties worden aan elkaar verbonden door een zogenaamde kabelverbinding. Tijdens het transport van de nieuwe kabelsectie door het kabellegschip worden de kabeluiteinden tijdelijk beschermd en op de zeebodem neergelegd. Het realiseren van de kabelverbinding gebeurt vervolgens aan boord van het kabellegschip en neemt zo'n twee weken in beslag.

Methode

Nadat de gehele kabelsectie is geïnstalleerd, worden de uiteinden van de kabels waterdicht afgewerkt en op de zeebodem neergelegd. Aan de uiteinden wordt een hijskabel bevestigd, waarmee de kabeluiteinden weer boven water kunnen worden getrokken. De plaats wordt vastgelegd met GPS-coördinaten en boven water gemarkeerd met een boei. Daarna keert het kabellegschip terug naar de fabriek om de volgende kabelsectie aan boord te laden. Afhankelijk van de locatie en de lokale omstandigheden zal een klein wachtschip worden ingezet om de plek van de kabeluiteinden ter plaatse te bewaken.

Nadat het kabellegschip met de volgende kabelsectie is teruggekeerd, worden de kabeleinden weer aan boord gehesen en verbonden met het nieuwe stuk, aan boord van het legschip. Dit is een nauwkeurige operatie die zo'n twee weken in beslag kan nemen. Gedurende deze periode kan het legschip eventueel voor anker gaan, indien de condities en de waterdiepte dit toestaan.

De kabelverbinding heeft een iets grotere diameter dan de kabel zelf en zal met een ingraafmachine in de zeebodem worden begraven. Vanwege logistieke redenen wordt mogelijk een andere de ingraafmachine gebruikt om de kabelverbinding en een kort stuk kabel te begraven.

Pas als de kabelverbinding in de zeebodem is geïnstalleerd, gaat het legschip verder met het leggen van de tweede kabelsectie.

Aantal en locatie

Het aantal en de locatie van de kabelverbindingen hangt af van de lengte van de kabel die het legschip kan vervoeren. Een locatie van een kabelverbinding in gebieden waar dit tot verhoogde risico's leidt, zoals de Noord Hinder Junction Precautionary Area, is niet wenselijk. De exacte lengte van de kabelsecties zal worden bepaald in de fase van het systeemontwerp door de kabelfabrikant, waarbij hij met dit soort factoren rekening zal houden.

5.2.9 Kabel- en leidingkruisingen

Het kruisen van kabels en leidingen door de BritNed-verbinding is onvermijdelijk. Het basisontwerp is om bestaande kabels en leidingen bovenlangs te kruisen op een zogenaamde 'brug', bestaande uit stortsteen of een betonnen matras.

Het kruisen van infrastructuur van derden wordt gedaan in overeenstemming met de betreffende partij en na het sluiten van een zogenaamde kruisingsovereenkomst. Deze overeenkomst beschrijft de rechten en verantwoordelijkheden van de betrokken partijen en tevens de technische details van het ontwerp van de kruising.

Het ontwerp beschrijft de noodzakelijke bescherming van de te leggen kabel en de aanwezige infrastructuur en andere aspecten zoals de hoek waaronder de kruising wordt gelegd en de verticale scheiding. In sommige gevallen is ook de relatieve locatie van de kruising ten opzichte van gevoelige infrastructuur, zoals onderzeese afsluiters of signaalversterkers beschreven.

Het technische ontwerp van de kruising hangt af van, onder andere, de afmeting, het type, de locatie en de ingraafcondities van de te kruisen infrastructuur. In het algemeen kruisen nieuwe kabels over de bestaande infrastructuur op een zogenaamde 'brug' bestaande uit stortsteen of een betonmatras. De te leggen kabel wordt vervolgens ook beschermd door middel van stortsteen of een betonmatras (zie Foto 5.3 voor een voorbeeld van een betonmatras).

Voor de realisatie van de kruising wordt de locatie van deze kruising verkend, om de locatie en de conditie van de te kruisen kabel of leiding te bepalen. Het benodigde materiaal wordt voor het arriveren van het legschip aangebracht door een ondersteunend vaartuig. Dit kan zowel met een onderzees vaartuig (bij het gebruik van betonmatrassen), als met een valpijp van een schip, bij het gebruik van stortsteen. Het tot stand komen van de brug wordt gemonitord met behulp van akoestische apparatuur en videocamera's, om te verzekeren dat de constructie voldoet aan het ontwerp.

Voorafgaand aan de komst van de kabelinstallatie schepen worden bij een kruising akoestische bakens op de zeebodem gelegd om de hartlijn van de te leggen kabel aan te geven, over de brugconstructie heen. De ingraafmachine zal stoppen op een vooraf bepaalde afstand van de kruising. De ingraafmachine wordt van de kabel af gehaald en van de zeebodem getild .

Het legschip gaat intussen verder met het leggen van de kabel en maakt bij het passeren van de leiding of kabel gebruik van de akoestische bakens, om de kabel op de hartlijn van de kruising te leggen. Het juist positioneren van de kabel wordt bevestigd door het visueel monitoren van het neerleggen van de kabel op de brug door een op afstand bestuurd vaartuig (ROV).

De ingraafmachine wordt aan de andere zijde van de kruising op een vooraf bepaalde plaats weer over de kabel op de zeebodem gezet .



Foto 5.3 Een betonmatras wordt te water gelaten (bron: Metoc)

Basisontwerp en alternatieven

Basisontwerp

Het basisontwerp is conform de bestaande beschrijving. Het gebruik van betonmatrassen of stortsteen worden beide als mogelijkheid opengehouden.

Alternatieven

Het onderdoorkruisen van een bestaande leiding is in beginsel mogelijk, maar veel moeilijker uitvoerbaar en vele malen duurder. Het wordt alleen gedaan als er geen andere mogelijkheid is, bijvoorbeeld wanneer het niet is toegestaan de bodem te verhogen, c.q. de vaardiepte te verkleinen. Of wanneer het niet is toegestaan de reeds aanwezige kabel of leiding te belasten met een kruising bovenlangs. Dit soort kruisingen komt niet voor bij de BritNed verbinding. Daarom vervalt dit alternatief.

5.2.10 Het aanbrengen van kabelbescherming

Het basisontwerp voor de kabelbescherming is het ingraven van een kabel met een enkelvoudige wapening tot een diepte van 3 meter. Alle overige hierna genoemde technieken komen ook in aanmerking, afhankelijk van de omstandigheden.

Kabelbescherming is nodig om de kabel te beschermen tegen beschadigingen door oorzaken van buitenaf. Een kabel wordt daarom voorzien van lagen gegalvaniseerde ijzeren wapening in de buitenste mantel. Deze wapening beschermt de kabel tegen de krachten die optreden tijdens het leggen en ingraven van de kabel. Nadat de kabel is geïnstalleerd draagt de wapening in situaties waarbij de ingraafdiepte (door erosie) te klein is, bij aan de bescherming tegen ankers die op de kabel terecht kunnen komen, bodemvisserij en dergelijk. Wanneer een kabel helemaal blootspoelt kan het ook

voorkomen dat deze plaatselijk tussen twee zandgolven komt te hangen. Ook in dat geval geeft de wapening de kabel de sterke om niet kapot te gaan, tot dat hij opnieuw wordt ingegraven. De wapening geeft ook bescherming tegen drukpunten op de mantel, als gevolg van stenen in de bodem, kruising van andere infrastructuur e.d. Voor een kabel die zich in de bodem bevindt bestaan nog de volgende beschermingsmethoden:

- Ingraven;
- Dubbele wapening;
- Bedekken met stenen, grind of zand;
- Bedekken met betonmatrassen;
- Een achteraf aangebrachte gietijzeren pijpmantel.

Ingraven

Ingraven wordt gedaan met de apparatuur die is beschreven in paragraaf 5.2.4. De ingraafdiepte is standaard 3 meter met inachtneming van de ingraafstrategie zoals beschreven in paragraaf 5.2.6.

Dubbele wapening

In omstandigheden waar de kans op schade aan de kabel groter dan normaal is, kan worden gekozen voor een dubbele beschermmantel ('wapening') van de kabel. De kabel is dan beter beschermd tegen schade als gevolg van bodemvisserij, ankers e.d. Een nadeel van een dergelijk oplossing is dat de kabel extra zwaar en daardoor moeilijk te hanteren is. Omdat BritNed twee kabels tegelijk installeert, is dat een extra bezwaar. De mogelijkheid van dubbele wapening wordt echter niet op voorhand uitgesloten.

Alternatieve kabelbeschermingen

Wanneer ingraven niet mogelijk is (b.v. bij rotsbodern) en een dubbele wapening niet afdoende of niet goed uitvoerbaar is, kan de kabel worden beschermd door deze af te dekken met stenen, grind, zand en/of betonmatrassen. Afdekken kan verder aan de orde zijn bij het vullen van sleuven en bij kabel- en leidingkruisingen. Wanneer bodemerosie wordt verwacht kan worden besloten om preventieve suppletie toe te passen. Mantelbuizen worden vaak gebruikt om de kabel te beschermen bij strandovergangen of zandbanken, tegen de invloed van menselijke activiteiten. De buiselementen bestaan uit schaaldelen die na het leggen van de kabel handmatig worden gemonteerd.

5.3 Ondiepe kustzone

Voor de installatie in de ondiepe kustzone bestaan twee technieken, namelijk een 'drijvende' kabel die vanaf het grote legschip tot aan de kust wordt gebracht, of een apart klein legschip. De keuze voor de aanlandingstechniek is sterk afhankelijk van de aanlandingslocatie en de omstandigheden ter plaatse.

Hieronder wordt de installatie in de ondiepe kustzone in algemene termen besproken waarna in de paragrafen 5.4 en 5.5 wordt ingegaan op de verschillende overige technieken die worden toegepast bij de zuidelijke routes en de Noordelijke zeeroute B. De verschillende resterende zuidelijke routes (A2, B en C) hebben alledrie dezelfde aanlandingslocatie en worden dan gezamenlijk behandeld in paragraaf 5.4. De topografische kaarten in de Kaartenbijlage (Kaarten 5.1 – 5.7) geven de ligging weer van de locaties waarnaar in deze paragraaf verwezen wordt.

Grote legschepen die de kabel op zee installeren, kunnen in verband met hun diepgang werken tot een waterdiepte van circa 10 meter. Voor de installatie in de ondiepe kustzone vanaf de 10 meter dieptelijn tot aan de kustlijn bestaan twee technieken:

- Een 'drijvende' kabel vanaf het grote legschip tot aan de kust;
- Kleinere legschepen.

Aanlanding in de kustzone met 'drijvers'

Als het grote legschip tot op zo'n 1,5 kilometer van de kust kan komen, worden er drijvers aan de kabel vastgehecht. De kabel wordt vervolgens met een lier, die op land staat, vanaf het legschip door het water en door de branding op land getrokken. De lier staat dicht bij de plek waar de zeekabel en de landkabel aan elkaar worden verbonden. Nadat de drijvende kabel in de juiste positie is gebracht, worden de drijvers losgemaakt en zakt de kabel naar haar definitieve locatie op de zeebodem. De kabel wordt vervolgens in de zeebodem ingegraven. De machine die daarvoor wordt gebruikt is speciaal aangepast aan ondiep water.



Foto 5.4 Op het legschip worden drijvers aan de kabel vastgemaakt (bron: Metoc)



Foto 5.5 Een drijvende kabel (bron: Metoc)

Aanlanding in de kustzone met een 'klein installatieschip'

Indien de afstand tussen de tien meter dieptelijn en de kust groter is dan 1.500 meter, is het, afhankelijk van de lengte en omstandigheden, niet altijd mogelijk gebruik te maken van een drijvende kabel vanaf het offshore legschip naar de kust. Bij afstanden groter dan 1.500 meter kan het moeilijk zijn om de drijvende kabel op zijn plaats te houden. Het risico op afdrijven van de kabel moet zoveel mogelijk worden voorkomen. Vooral in situaties met een flauwe zandige kust is de afstand tussen de 10 meter dieptelijn en de kustlijn vaak groter dan 1.500 meter. De diepstekende, grote legschepen kunnen dan niet dicht genoeg bij de kust komen. In dat geval worden schepen met een kleinere diepgang, of zogenaamde pontons, ingezet om de kabel op de zeebodem te leggen. Het begraven van de kabel kan dan volgens de eerder besproken methoden plaatsvinden. Voor het laatste stukje vanaf het 'kleinere legschip' tot aan de kustlijn kan weer worden gewerkt met een drijvende kabel. Het gebruik van kleinere legschepen / pontons die dichterbij de kust kunnen komen, beperkt dus het risico op het afdrijven van de kabel.

Bij het gebruik van een ponton kan deze tevens met spudpalen worden verankerd op een ondiepe locatie, waarna vanaf deze locatie de kabel aan land kan worden gebracht (drijvend). Hetzelfde geldt voor het ondiepe legschip dat dan voor anker zal gaan.

5.4 Aanlanding Zuidelijke routes

Bij de aanlanding van de Zuidelijke route kruist de BritNed-verbinding het strand en het duin voor de Slufterdam. Het basisontwerp is om de kabels drijvend aan land te brengen vanaf een kleiner legschip of ponton en de kabel op het strand in te graven. De kabels worden in het duin in een gegraven sleuf gelegd waarbij het gebruik van (tijdelijke) damwanden wellicht noodzakelijk zal zijn.

Alternatief is om de kabels in een tweetal mantelbuizen te leggen die door middel van een horizontaal gestuurde boring worden aangebracht onder het duin. Hierbij zijn op het strand damwanden noodzakelijk om de boring in een bouwput op te vangen.



Foto 5.6 Locatie zuidelijke aanlanding, Slufterdam op rechterzijde foto (Bron: BritNed)

5.4.1 Invloed Maasvlakte 2 op de Zuidelijke aanlanding

De locatie van de aanlanding van de BritNed-verbinding op de Slufter is gekozen ten zuiden van de zogenaamde referentie alternatieven uit de PKB+ Maasvlakte 2. Inmiddels is gebleken dat bij het meest recente ontwerp van Maasvlakte 2, de meest zuidelijke rand van de landaanwinning voor Maasvlakte 2 over de zuidelijke aanlandingslocatie van de BritNed Interconnector is geprojecteerd. Het betreft hier de zachte zeewering. De zachte zeewering zal aansluiten op het strand voor de Slufterdam en de nieuwe zeewaartse grens zal vormen van de Maasvlakte. Het definitieve ontwerp van de zachte zeewering is nog niet vastgesteld, aangezien deze als 'Design-Construct' zal worden aanbesteed.

Circa de eerste 1 kilometer van de BritNed verbinding vanaf het strand zal worden bedekt door de zachte zeewering, met een maximale dekking (vanaf maaiveld) van circa 12 m op het hoogste punt van de zeewering, en een dekking van circa 7 meter op de landaanwinning zelf. Deze bedekking vormt geen mechanische of elektrische bedreiging voor de BritNed kabels.

Het ontwerp van de zachte zeewering van Maasvlakte 2 gaat uit van een natuurlijk zandtalud dat door suppleties zal worden onderhouden. Ook in de huidige situatie worden er regelmatig (om de enkele jaren) suppleties uitgevoerd op het strand voor de Slufterdam. Deze situatie zal dus door de aanleg van Maasvlakte 2 niet veranderen. Er wordt zelfs gestreefd naar minder suppletie, door gebruik van een grovere korreldiameter bij de aanleg. Wel zullen de suppleties bijdragen aan het voorkomen van het blootspoelen van de BritNed kabels, door erosie en/of kustafslag.

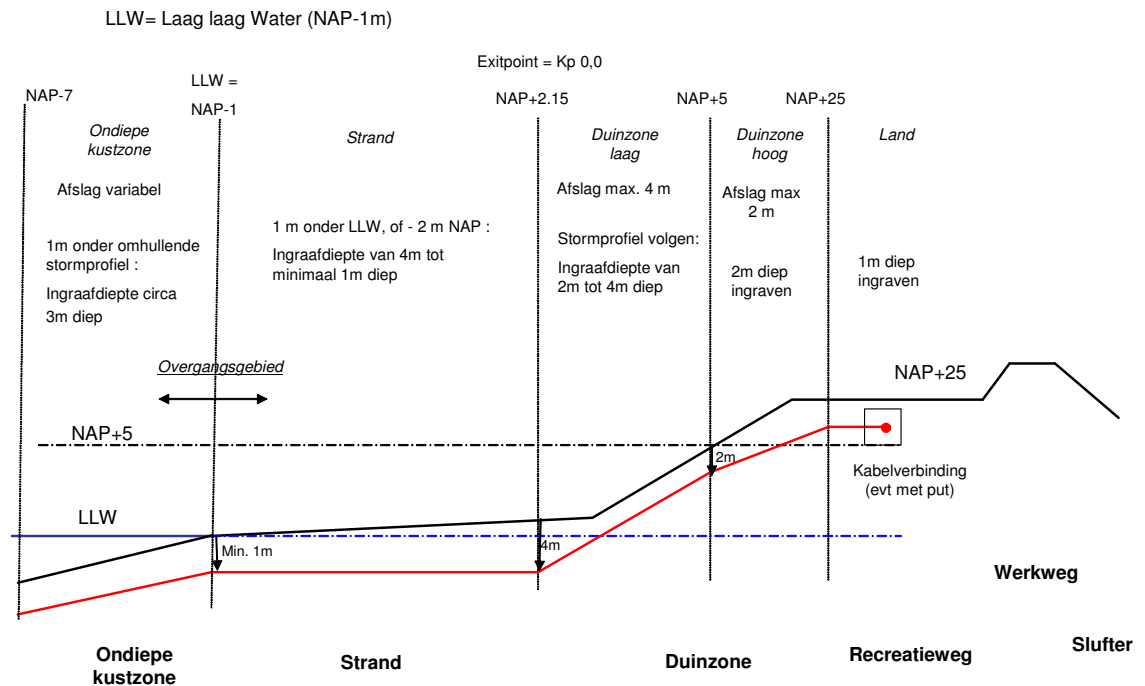
De ontgrondingskuil die wordt beschreven in de studies naar de effecten van de aanwezigheid van Maasvlakte 2 bevindt zich op de Noordwest hoek van Maasvlakte 2 (bij de harde zeewering) en ligt dus ver buiten het tracé van de BritNed kabels. De eerste kilometers van het tracé van de BritNed kabel liggen in een gebied waar als gevolg van de aanleg van Maasvlakte 2 depositie wordt verwacht. Deze depositie vormt geen bedreiging voor de kabel.

Hiermee heeft de aanleg en aanwezigheid van Maasvlakte 2 geen negatieve maar eerder een positieve invloed op de aanwezigheid van de BritNed kabels.

5.4.2 Ingraafdiepte bij de Zuidelijke aanlanding

De ingraafdiepte bij de zuidelijke aanlanding is mede bepaald aan de hand van een risicoanalyse (Svasek 2004d). In de risicoanalyse zijn de erosieve trends beschreven van het gebied van de zuidelijke aanlanding. Hieruit zijn afslagprofielen gedestilleerd voor verschillende deelgebieden. Hierbij dient te worden opgemerkt dat na de aanleg van Maasvlakte 2 verwacht kan worden dat de erosie in de ondiepe kustzone op deze locatie aanzienlijk minder zal worden en in de strandzone geen risico meer zal vormen voor de BritNed verbinding, aangezien deze zone bedekt zal worden door de zachte zeewering van Maasvlakte 2 (zie ook paragraaf 5.4.1).

De uitgevoerde risicoanalyse heeft tot een ingraafstrategie geleid voor de aanlanding die wordt weergegeven op Figuur 5.5.



Figuur 5.5 Ingraafdiepte zuidelijke aanlanding

Uitgangspunt voor de ingraafdiepte in de ondiepe kustzone is

- Ingraven van de kabels 1 meter onder het (historische) 'omhullende' stormprofiel, wat betekent dat de ingraafdiepte hier ongeveer 3 meter bedraagt.

Uitgangspunten voor de ingraafdiepte op het strand zijn:

Basisontwerp

- Ingraven van de kabels 1 meter onder het Laag Laag Water (LLW) peil zodat deze, ook bij het blootspoelen van de kabels, nooit zichtbaar zullen zijn op het strand;
- Ingraven 1 meter onder het (historische) 'omhullende' stormprofiel wat betekent dat in de zone onderaan de voet van het duin de ingraafdiepte 4 m bedraagt aangezien daar in het verleden veel erosie is opgetreden en naar verwachting zal kunnen optreden.

Alternatieven

- Een alternatief is om de kabel onder het lage deel van het strand dieper te begraven, dan wel om een gietijzeren mantelstuk om de kabel aan te brengen, om zo de kabel te beschermen tegen erosie dan wel af te schermen bij eventueel blootspoelen. Deze alternatieven worden hieronder verder uitgewerkt. De keuze

voor het basisontwerp of één van de alternatieven zal worden afgestemd met het bevoegd gezag voor de Wbr-vergunning.

- Indien de buitenste contour van Maasvlakte 2 over het aanlandingstracé van de kabel komt te liggen, is bovenstaande afweging tussen basisontwerp en alternatieven niet relevant. De buitenste contour van het referentieontwerp van Maasvlakte 2, zoals dat is vastgelegd in de pkb+ deel 4, ligt niet over het aanlandingstracé.

Uitgangspunten voor de ingraafdiepte in de duinzone zijn:

- Laag deel: ingraven onder (historisch) duinprofiel, wat betekent dat de kabels tussen de 2 en 4 meter diep worden begraven;
- Hoog deel: ingraven onder (historisch) duinprofiel, wat betekent dat de kabels 2 meter diep worden begraven.

Alternatief bescherming kabels op het strand: gelede gietijzeren mantelstukken

Voor een extra bescherming van de kabels in erosie gevoelige gebieden vormen de gelede gietijzeren mantelstukken een alternatief. Deze gelede mantelstukken bestaan uit secties van 0,5 meter lang, die handmatig op de kabels worden aangebracht. De secties vormen zo een continue gelede pijp om de kabels heen en verzwaren hiermee de kabels en verhogen de sterkte ervan. Hiermee wordt de bescherming tegen bijvoorbeeld golfaanval en menselijke activiteiten aanzienlijk verhoogd. Tevens voorkomen de mantelstukken direct menselijk contact met de kabels indien de kabels na een exceptionele zware storm bloot komen te liggen.

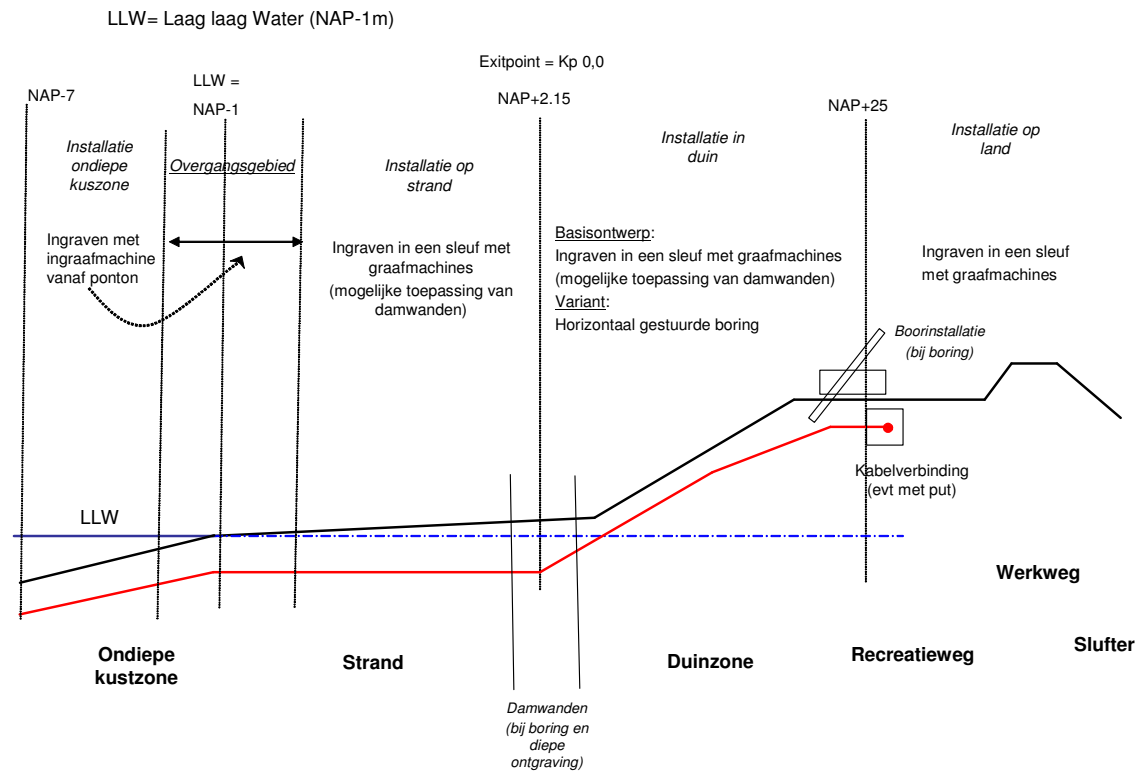
Alternatief bescherming kabels op het strand: dieper ingraven

Om te voorkomen dat de kabels blootspoelen in het lage deel van het strand (onder het Laag Laag water peil) kan er ook voor gekozen worden de kabels hier dieper in te graven, tot 1 meter onder het (historische) 'omhullende' stormprofiel, zodat er redelijkerwijs van uit kan worden gegaan dat de kabels tijdens de levensduur permanent 1 meter diep ingegraven zijn.

5.4.3 Installatie in de ondiepe kustzone

Nabij de Zuidelijke aanlanding behoeven geen drukke scheepvaartroutes te worden gekruist. Omdat de 10-meter dieptelijn voor de Zuidelijke aanlanding meer dan 1.500 meter van de kust ligt, moet naar verwachting gebruik worden gemaakt van een combinatie van kleinere legschepen/pontons en drijvende kabels (zie ook paragraaf 5.3).

De installatie in de ondiepe kustzone gebeurt in principe met dezelfde ingraafmachine als bij de diepe zee installatie. Hier wordt de ingraafmachine bediend vanaf het kleine legschip, of vanaf een separaat ponton. In onderstaande figuur worden de verschillende technieken voor de installatie bij de zuidelijke aanlanding weergegeven.



Figuur 5.6 Installatietechnieken zuidelijke aanlanding (dwarsdoorsnede)

5.4.4 Installatie op het strand

In voorbereiding op het aan land brengen van de kabels wordt een gebied rond de aanlandingszone afgezet voor publiek, met een tijdelijk hekwerk. Dit gebied is ongeveer 250 meter breed en loopt van het laagwater markeringspunt tot aan de locatie van de kabelverbinding tussen land- en zee kabel op de top van het duin (Recreatieweg)

Bij de aanlanding van de zuidelijk routes moet de kabel worden ingegraven op het strand. Daarbij wordt gebruikt gemaakt van conventionele graafmachines (zie Foto 5.7). De sleuf die wordt gegraven is ongeveer 2 meter breed. Uit nader grondonderzoek kan blijken dat gebruik moet worden gemaakt van tijdelijke damwanden om de zijanten van de sleuf te ondersteunen (Geodelft, 2004). Deze damwanden worden doormiddel van een trilheimachine in de grond gebracht. Nadat de kabel in de sleuf is gelegd, wordt deze weer dichtgemaakt met het uitgegraven zand. Zo wordt de oorspronkelijke situatie weer hersteld.

Afhankelijk van de eigenschappen van het sediment op het strand kan het nodig zijn om speciaal zand aan te brengen, om de thermische weerstand te reduceren om zo het warmtetransport van de kabels naar de omgeving te bevorderen. In dat geval wordt een laag van ongeveer 300 mm speciaal zand aangebracht op de bodem van de sleuf en rond de kabels. Het overgebleven sediment wordt rondom de sleuf gelegd waar de natuurlijke strandprocessen zorgen voor de verdere verspreiding.



Foto 5.7 Ingraven van de kabel op het strand (bron: Metoc)

Installatieprocedure

Hoewel de diepgang van het grote legschip nog niet bekend is, kan er vanuit worden gegaan dat dit schip niet binnen voldoende kleine afstand van het strand kan komen en dat dus gebruik moet worden gemaakt van een kleiner schip, geschikt voor ondiep water. De kabels worden gebundeld en drijvend gemaakt (met drijflichamen) en vervolgens op het strand getrokken (zie ook paragraaf 5.3) vanaf het legschip. Het legschip wordt door middel van dynamisch positioneren of met ankers op haar plaats gehouden.

Het binnenhalen van de kabels gebeurt met behulp van een lier die op het strand wordt geplaatst (zie Kaart 5.3 in de Kaartenbijlage). Voor het binnenhalen wordt eerst een trekdraad vanaf het schip naar land gebracht, waaraan een sleepkabel wordt bevestigd die op haar beurt aan de gebundelde kabels is bevestigd. Er wordt voldoende kabellengte op het strand getrokken om de kabel vervolgens over het strand in de gegraven sleuf of door de HDPE mantel te trekken, tot de verbinding met de landkabel, in de kabelput op het duin. De kabeleinden worden tijdelijk verankerd aan de kabelput.

Na het verankeren van de kabels zullen kleine bootjes de kabels in de juiste positie varen en zullen duikers de drijvers lossnijden, zodat de kabels op de bodem afzinken. De kabel wordt vervolgens met een ploeg of een spuitlans in de zeebodem begraven. De machine die daarvoor wordt gebruikt is aangepast aan ondiep water.

5.4.5 Installatie duinzone

Voor het ontwerp van de installatie van de kabels onder het duin voor de Slufterdam heeft BritNed een tweetal onderzoeken laten uitvoeren (GeoDelft 2004a en 2004b). Er zijn twee mogelijke locaties in detail bestudeerd, een Noord-westelijke en een Zuid-westelijke aanlanding (zie kaart 4.9 in de kaartenbijlage).

De eerste locatie is om drie redenen afgefallen:

1. Het eerste onderzoek van GeoDelft heeft de mogelijkheid bestudeerd om een boring uit te voeren loodrecht op de duin tegen de Slufterdam. Deze situatie komt overeen met de Noord-westelijke aanlanding waar de duin zeer steil is. De conclusie van het onderzoek was dat deze boring, vanaf de top van de duin technisch zeer risicovol was vanwege de stabiliteitsproblemen met het boorgat tijdens de boring en het risico van 'mud blow-out' onder aan de duin op het strand. Ook het uitvoeren van twee boringen (het betreft een tweetal mantelbuizen) onder deze condities wordt gezien als zeer risicovol).
2. Het installeren van een hoogspanningskabel onder een helling steiler dan 1:5 is technisch niet mogelijk is vanwege te grote mechanisch trekspanningen en de warmte-effecten (verticale warmteconvectie). De helling van het duin van deze locatie is steiler dan 1:5 (circa 1:1).
3. Deze aanlanding ligt voor een groter deel in het plangebied van Maasvlakte 2 (zie kaart 5.3), wat betekent dat een langer deel van de aanlanding zal worden aangelegd onder de toekomstige Maasvlakte 2 en bedekt zal worden door een groot pakket zand.

Het tweede GeoDelft onderzoek heeft voor de Zuid-westelijke aanlanding gekeken naar een tweetal installatietechnieken:

1. Het graven van een sleuf met conventionele graafmachines.
2. Een horizontaal gestuurde boring diagonaal onder het duin vanaf de top.

Conclusie van dit onderzoek is dat de boring een gemiddeld risico inhoudt, vanwege wederom het risico van boorgatinstabiliteit en 'mud blow out' zij het in mindere mate dan bij de steilere boring bij de Noord-westelijke aanlanding. De tweede optie, het graven van een sleuf houdt een klein risico in, dit betreft de stabiliteit van de zand taluds.

Tevens is geconcludeerd dat voor de boring een ontvangst 'bouwput' op het strand noodzakelijk zal zijn. Deze put is ongeveer 4 meter diep en zal worden ondersteund door damwanden aan beide zijden. Deze damwanden worden met behulp van een heilinstallatie geheid of ingetrild.

Ook bij het ingraven van de kabels kan het gebruik van damwanden noodzakelijk zijn, indien uit meer gedetailleerd grondonderzoek blijkt dat de stabiliteit van het zand onvoldoende is om de gleuf te kunnen graven zonder dat deze instort.

Rijkswaterstaat (Directie Zuid-Holland Dienstkring Nieuwe Waterweg) heeft aangegeven geen voorkeur te hebben voor één van bovenstaande methodes. Wel heeft ze aangegeven dat er principe niet gewerkt mag worden in de in de duinzone voor de Slufterdam tijdens het stormseizoen (de periode oktober tot maart), maar dat in

bijzondere gevallen de werkzaamheden wel mogen uitlopen in oktober/november met aanvullende eisen betreffende de werkzaamheden.

Basisontwerp: ingraven in een sleuf

BritNed maakt de keuze voor het ingraven van de kabels in een sleuf om de volgende redenen:

- Minder risicovolle, standaard, methode;
- Goed te controleren bovengrondse operatie met kleine faalkans (t.o.v. de boring);
- Een noodzaak voor diepe bouwput op het strand (bij boring);
- Geen permanent koeling noodzakelijk van kabels in mantelbuizen (bij boring);
- Geen risico's van vervuiling door boorspoeling (bij boring).

Het maken van de sleuf gebeurt met conventionele graafmachines die het tracé ontgraven, eventueel tussen reeds geheide of ingetilde damwanden (zie hierboven). Nadat de kabels in de sleuf zijn getrokken vanaf het strand naar de top van het duin wordt de sleuf met dezelfde graafmachine(s) dichtgestort.

Voor de toegang tot deze locatie kan gebruik worden gemaakt van de aanwezige onverharde weg naar het strand (vanaf de Recreatieweg). De voorgenomen route van de sleuf loopt parallel aan deze weg (zie ook hoofdstuk 4).

Alternatief: boren van de mantelbuizen

Als alternatief voor het ingraven van de kabels geldt de boring. Bij deze zogenaamde horizontale gestuurde boring wordt vanaf een tijdelijke boorinstallatie een trekstang onder het duin door geboord. Door het boorgat wordt een HDPE mantelbuis getrokken, waar later de kabel doorheen kan worden getrokken.

De boormachine zal tijdelijk op het Slufferduin staan. Vanuit die positie wordt richting het strand geboord. Op het strand wordt de boring ontvangen in een bouwput (hierboven beschreven). Daarna wordt met de trekstang een op het strand gereed liggende mantelbuis door het voorgeboorde gat getrokken. Om te voorkomen dat de boor 'vastloopt' en om losgeboorde materialen te verwijderen, wordt boorspoeling gebruikt. De boorspoeling die BritNed zal gebruiken, is milieuvriendelijk en vormt geen bedreiging voor de bodem. De boorspoeling wordt bovendien steeds opnieuw gereinigd en gebruikt in een 'gesloten' circuit. De mantelbuis zal na installatie tijdelijk waterdicht worden afgesloten. In een latere fase kan door deze mantelbuis de zeekabel getrokken worden.

Koelsysteem

De mantelbuizen waarin de kabels worden aangebracht, worden mogelijk voorzien van een koelsysteem om overmatige warmteopbouw te voorkomen op het strand. Dit systeem is een gesloten waterkoelsysteem, waarbij de warmte wordt weggekoeld tegen de lucht aan de atmosfeer. De koelinstallatie met een vermogen van enkele kW wordt aangebracht in een apart klein gebouwtje naast de put van de kabelverbinding.

Na het aan land brengen van de kabels worden deze gescheiden en worden de koelpijpen aan de kabels vastgemaakt. De kabels worden door de twee reeds aangelegde mantelbuizen getrokken met behulp van een kleine lier, die naast de verbindingsput wordt neergezet (op de kruin van de Slufferdam). De koelpijpen worden vervolgens aangesloten op het koelsysteem en de mantelbuizen worden volgespoten

met bentoniet om deze af te sluiten. Bentoniet is een kleiachtig mineraal dat het warmtetransport van de kabels naar de omgeving kan verbeteren.

5.4.6 Kabelverbinding

De zeekabels en de landkabels worden op de top van het duin (locatie Recreatieweg) aan elkaar verbonden. De locatie van deze verbinding is aangegeven op Kaart 5.3 in de Kaartenbijlage. De kabels worden in een beschermende omgeving (tent) aan elkaar verbonden. Deze verbinding is een ingewikkelde procedure waarbij de verbinding uiteindelijk dezelfde (sterkte) eigenschappen als de kabels heeft.

Basisontwerp: ingraven kabelverbinding

Het basisontwerp is om de kabelverbindingen in te graven, eventueel geplaatst op een betonnen plaat waarop tevens de verbinding gerealiseerd kan worden. Het definitieve ontwerp van de verbinding zal door de aannemer worden bepaald.

Alternatief: Betonnen verbindingssput

Het alternatief is om de kabelverbinding in een ondergrondse betonnen put aan te plaatsen. De afmeting van deze put is ongeveer 5 x 3 x 2 meter en ze wordt afgesloten met een zichtbaar deksel op het straatniveau.

5.5 Aanlanding Noordelijke zeeroute B

5.5.1 Kruisen van de Maasgeul

Een aanlanding op de Maasvlakte vanuit noordelijke richting vereist een kruising met de Maasmond, ten minste 10 meter onder de bodem van de 26 meter diepe Maasgeul. Het basisontwerp is het baggeren van een kabelsleuf, via een tracé ten westen van en parallel aan de bestaande BP pijpleiding, schuin door de Maasmond. Het baggeren vindt plaats met een sleephopperzuiger in de diepere delen en een snijkopzuiger in het ondiepere deel.

De installatie van de kabel onder de Maasmond moet het scheepvaartverkeer zo weinig mogelijk hinderen, vanwege de veiligheid en om de economische schade te beperken. De ligging van de Noorderdam en de Zuiderdam is van invloed op de mogelijke tracés en toe te passen installatietechnieken. De Noorderdam en de Zuiderdam vormen te samen de Maasmond. Er moet ook rekening worden gehouden met de aanwezige pijpleiding van BP Nederland, die op deze plaats eveneens de Maasmond kruist.

De Maasgeul wordt kunstmatig op diepte gehouden door middel van baggeren. Om te voorkomen dat de kabel daardoor wordt beschadigd is een ingraafdiepte nodig van minimaal 36 meter onder NAP. Daarbij is ook rekening met het eventueel verder uitdiepen van de Maasmond om in de toekomst nog grotere schepen toegang te kunnen verschaffen tot Rotterdamse haven.



Foto 5.8 Locatie Noordelijke aanlanding, Maasmond op bovenzijde foto (Bron: BritNed).

Tracé

BritNed heeft 3 mogelijke tracés laten onderzoeken. Het voorkeurstracé is met name bepaald door het vermijden van de Noorderdam, de Zuiderdam en het (niet) kruisen van de pijplijn. Het voorkeurstracé bevindt zich ten westen van de bestaande BP pijpleiding en loopt, parallel met de pijpleiding, schuin door de Maasmond (zie Kaart 5.4 van de Kaartenbijlage).

De afstand tussen de kabels en de pijpleiding bedraagt minimaal 100 meter, omdat beide systemen toegankelijk moeten zijn voor onderhoud en verwijdering. De kabel landt op de Maasvlakte aan tussen de strekdammen aan de noordzijde, aan het begin van de Zuiderdam. De lengte van het tracé is zo'n 2.000 meter. Het passeert daar de voet van de vuurtoren op de Zuiderdam en de mond van de Edisonbaai. Er bestaan plannen om, in samenhang met de aanleg van Maasvlakte 2, de oeverbescherming langs het Calandkanaal in westelijke richting door te trekken over de Edisonbaai, naar de Zuiderdam. De BritNed kabel wordt bij de aanlanding zodanig diep gelegd, dat deze onder de toekomstige funderingsdiepte van de oeverbescherming ligt. Door de beperkt beschikbare ruimte bestaat na de installatie van de BritNed kabel overigens geen mogelijkheid meer voor een volgend gebaggerd tracé, naar de Edisonbaai.

Installatie

Het baggeren vindt plaats met een sleephopperzuiger in de diepere delen van de Maasgeul. In het ondiepe deel van de Maasgeul, nabij de Zuidwal aan de landzijde, wordt gebruik gemaakt van een snijkopzuiger ('cutterzuiger'). Een snijkopzuiger is samengesteld uit meerdere pontons. De hele zuiger, met de daaraan vastzittende snijkop, wordt in zijdelingse richting bewogen. Voor het maken van deze beweging gebruikt de zuiger ankers en/of spuds. Spuds zijn palen die aan het schip vastzitten en in de grond worden gezet om het schip op de plaats te houden. Het materiaal dat door

de snijkop wordt weggezogen wordt in bakken naast het schip gepompt of per drijvende pijpleiding weggevoerd naar een (tijdelijke) stortlocatie. Een belangrijke randvoorwaarde voor de inzet van een snijkopzuiger is dat de golfhoogte niet meer is dan 0,75 tot 1,00 meter. Om deze reden kan de snijkopzuiger dan ook alleen worden ingezet in de luwte van de dammen.

Eerdere ervaringen met de pijpleiding hebben aangetoond dat het ongeveer 12 weken duurt om een dergelijke sleuf te baggeren. Daarbij moet de reeds gebaggerde sleuf continu op diepte worden gehouden, als gevolg van de voortdurende sedimentatie. Er zal waarschijnlijk een viertal in ploegendienst werkende baggerschepen nodig zijn. De gehele baggeroperatie wordt uitgevoerd in nauwe samenwerking met het verkeersmanagement van het havenbedrijf Rotterdam, om er zeker van te zijn dat geen hinder van havenactiviteiten optreedt. Het baggeren wordt zodanig gepland dat het afronden van het werk samenvalt met het arriveren van de kabelinstallatieschepen.

De kabel wordt gebaggerd tot een diepte van ca. 10 meter onder de bodem van de Maasgeul. Nadat de kabel met conventionele methoden in de 10 meter diepe sleuf is gelegd, wordt de sleuf gevuld tot een hoogte van ca. 3 meter op de kabel. Daarvoor worden waarschijnlijk stenen gebruikt. De kabel is dan voldoende beschermd. Het verder vullen van de gebaggerde sleuf kan plaatsvinden met hetzelfde materiaal dat uit de sleuf afkomstig is. Voor zover het gebaggerde materiaal niet wordt teruggebracht in de sleuf, wordt deze als onderhoudsbagger vervoerd naar een stortlocatie op zee.

Aandachtspunten

Specifieke aandachtspunten voor het 'baggertracé' vormen de fundering van de vuurtoren op de Zuiderdam, de stabiliteit van de Zuiderdam en de mogelijke toekomstige verlenging van de Noorderdam, bij de aanleg van Maasvlakte 2.

De fundering van de vuurtoren bestaat uit een grote bestorting van grind en steengruis. De kabel zal hier 'overheen' moeten worden gelegd of er zal een smalle sleuf moeten worden gemaakt door de bestorting. In beide gevallen zal de kabel worden afgedekt en beschermd door toepassing van steenbestorting of betonnen matrassen. Het handhaven van de stabiliteit van de vuurtoren is een randvoorwaarde. Een nader onderzoek naar de stabiliteit van de Zuiderdam zal moeten aantonen of er een additionele damwand nodig is om de stabiliteit te garanderen. Deze damwand zal worden aangebracht vanaf een constructie ponton.

De Noorderdam zal bij een eventuele uitbreiding van de havenmond in westelijke richting moeten worden verlengd. Daarmee zou deze bovenop de kabel worden geconstrueerd. De kabel zal daarom naar verwachting in een stalen mantelbuis moet worden aangelegd om hem te beschermen tegen de druk van de verlengde Noorderdam.

5.5.2 Aanlanding en installatie van de kabels in de gebaggerde sleuf

Het basisontwerp gaat uit van het drijvend aan land brengen van de kabel in de ondiepe zone, vanaf het grote legschip. De kabel wordt in de diepe zone door het grote legschip in de gebaggerde sleuf gelegd. In beide zones wordt de sleuf vervolgens volgestort met riviersediment, in de diepe zone vanaf een valpijpschip, in de ondiepe zone vanaf een drijvend ponton. Alternatief is om de sleuf aan te vullen met een laag stortsteen.

Aanlanding

De kabel die de Maasmond kruist vormt een directe verbinding met de kabel op zee en de kabel op land. Er hoeft dus geen strand of branding te worden doorkruist. Er hoeft dan ook niet te worden gewerkt met een kleiner installatieschip. De kabel kan drijvend vanaf het grote legschip aan land worden gebracht. Dit grote legschip kan dicht genoeg bij de plek komen vanwaar de Maasmond moet worden gekruist, vanwege de grote waterdiepte op deze locatie.

Installatie in de sleuf in de diepe zone (waterdiepte > 10 meter)

De kabels worden direct in de reeds gebaggerde sleuf gelegd. Dit kan, in tegenstelling tot het normale 'begraven' van de kabels, snel gebeuren, mogelijk met 500 m per uur of sneller. Na het leggen van de kabels in de sleuf komt een schip met een valpijp om de sleuf op te vullen met riviersediment dat uit in de directe omgeving wordt gewonnen (op aanwijzing van Rijkswaterstaat). Hierbij kan eventueel gebruik worden gemaakt van het reguliere onderhoud van de Maasgeul en Maasmond.

Installatie in de sleuf in de ondiepe zone (waterdiepte < 10 meter)

Na het leggen van de kabels in de sleuf in de ondiepe zone wordt de sleuf volgestort met riviersediment vanaf een constructie ponton.

Alternatief voor aanvullen sleuf: stortsteen

Alternatief voor het aanvullen van de sleuf in zowel de diepe als ondiepe zone is om een laag steenbestorting aan te brengen op de kabels. Deze laag wordt waarschijnlijk 3m dik om de kabels te beschermen tegen ankers van schepen die de Maasgeul bevaren. Het restant van de sleuf wordt hierna volgestort met riviersediment.

5.5.3 Installatie op de strandzone

Bij de aanlanding moet de kabel wordt ingegraven op de strandzone (circa 150 m) . Daarbij wordt gebruikt gemaakt van conventionele graafmachines (zie Foto 5.7). De sleuf wordt ongeveer 2 meter breed. Nadat de kabel in de sleuf is gelegd wordt deze weer dichtgemaakt met het uitgegraven zand. Mogelijk is speciaal vulzand nodig om de thermische weerstand te reduceren, om zo het warmtetransport van de kabels naar de omgeving te bevorderen. In dit geval wordt een laag van ongeveer 300 mm speciaal zand aangebracht op de bodem van de sleuf, rond de kabels.

Mogelijk worden additionele beschermingsmaterialen gebruikt, zoals betonnen platen. Dit om te voorkomen dat de kabels worden opgegraven. Hiervoor wordt tevens een waarschuwingstape boven de kabels begraven, zoals ook op land gebeurt. Deze tape waarschuwt toekomstige gravers voor de onderliggende kabels, indien ze toch op de betreffende locatie gaan graven.

5.5.4 Kabelverbinding

De zeekabel en de landkabel worden op land aan elkaar verbonden. De locatie van deze verbinding is aangegeven op Kaart 5.4 in de Kaartenbijlage. De kabels worden in een beschermende omgeving (tent) aan elkaar verbonden. Deze verbinding is een ingewikkelde procedure waarbij de verbinding uiteindelijk dezelfde (sterkte) eigenschappen als de kabels heeft.

Basisontwerp: ingraven kabelverbinding

Het basisontwerp is om de kabelverbindingen in te graven, eventueel geplaatst op een betonnen plaat waarop tevens de verbinding gerealiseerd kan worden. Het definitieve ontwerp van de verbinding zal door de aannemer worden bepaald.

Alternatief: Betonnen verbindingsput

Het alternatief is om de kabelverbinding in een ondergrondse betonnen put aan te plaatsen. De afmeting van deze put is ongeveer 5 x 3 x 2 meter en ze wordt afgesloten met een zichtbaar deksel op het straatniveau.

5.6 De technieken op land

5.6.1 Installatie van de landkabels

Het basisontwerp is om de landkabels in de leidingenstrook in een betonnen goot in een vooraf gegraven sleuf te leggen. Buiten de leidingenstrook worden de landkabels rechtstreeks in de gegraven sleuf gelegd.

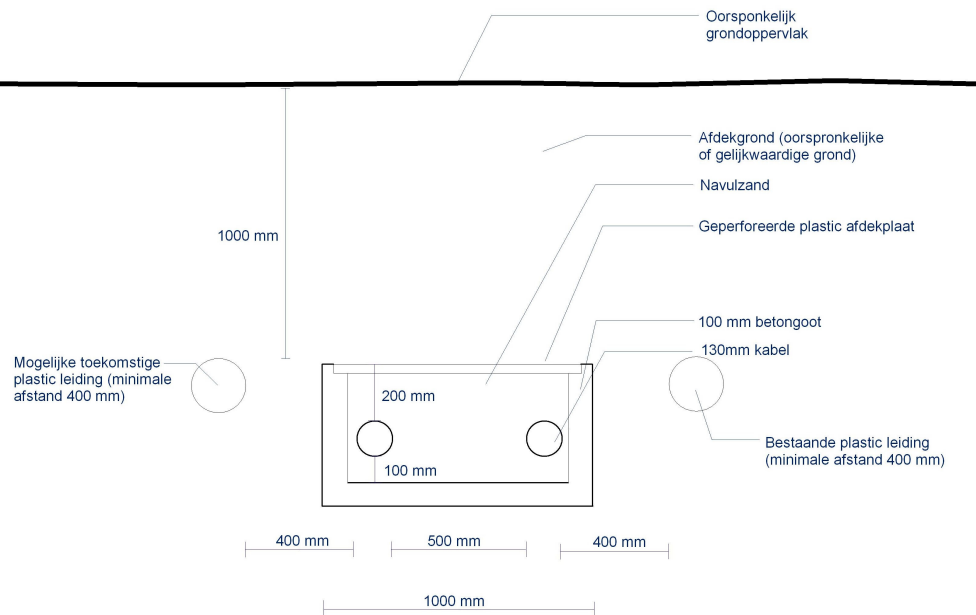
De Kaart 5.5 in de Kaartenbijlage geeft een totaaloverzicht van de installatie van de landroutes. De kaarten 5.6 tot en met 5.8 geven een detailoverzicht van de installatie van de routes op land.

Naam	Kaart (detail)	Lengte (km)
Leidingenstrook oost (basisontwerp) (nr.4)	5.6	7,0
Leidingenstrook midden (nr. 1)	5.6	7,0
Leidingenstrook west (nr. 3)	5.6	7,0
Douaneroute kruising weg (nr. 2a)	5.7	7,2
Douaneroute kruising spoor (nr. 2b)	5.7	7,3
Westelijke landroute (nr.5)	5.8	4,4
Zigzag landroute (nr. 6)	5.8	7,0
Verbinding tussen route 6 en routes 1 - 5	5.5	--
Noordelijke landroute	5.5	4,6

Tabel 5.8 Overzicht landroutes

Installatie in een betonnen goot

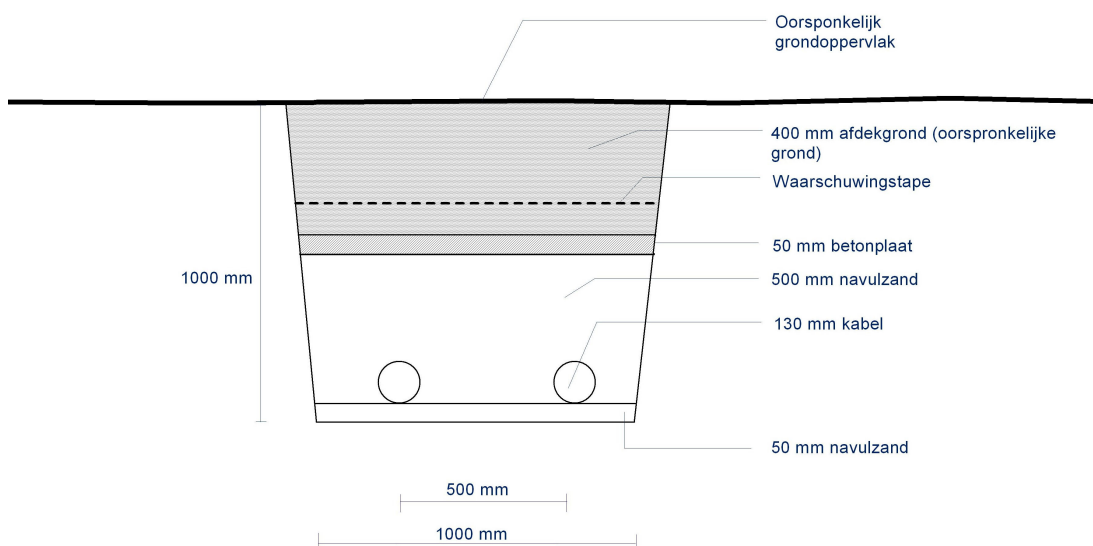
Hierbij worden de kabels in een vooraf gestorte of geprefabriceerde betonnen goot gelegd, welke wordt afgedekt met een (kunststof) geperforeerde plaat. Deze goot is ca. 1 m breed, zie Figuur 5.7 voor een prinsipschets van het dwarsprofiel.



Figuur 5.7 Installatie van de kabels op land (leidingenstrook)

Installatie rechtstreeks in de gegraven sleuf

De kabel wordt hierbij per sectie in de vooraf gegraven sleuf gelegd, met een afmeting van ongeveer 1 meter diep en 1,5 meter breed. Zie Figuur 5.8 voor een prinseschild van het dwarsprofiel.



Figuur 5.8 Installatie van de kabels op land (buiten leidingenstrook)

Installatie westelijke landroute en zigzag landroute

Deze twee landroutes lopen via de westelijke zijde van de Slufterdam. Voor zover mogelijk worden de kabels aan de zeezijde van de Recreatieweg ingegraven (zonder betonnen goot). Bij het inspectiegebouw dat aan het einde van de Recreatieweg staat, zullen de kabels tussen het gebouw en de top van de Slufterdam worden ingegraven (dit is buiten het Slufterdijkprofiel). Ook na het gebouw, tot aan de Noordwestzijde van de Slufterdam, zullen de kabels worden ingegraven aan de buitenzijde, onder de top, van de Slufterdam (buiten het daadwerkelijke profiel van de Slufterdam).

Algemene installatiedetails

De kabels worden over de weg aangevoerd op haspels. Op één haspel zit maximaal 500 meter landkabel, dit betekent voor het basisontwerp landroute (zuidelijke landroute, leidingenstraat) dat er circa 15 secties nodig zullen zijn. De tijdelijke werkstrook die nodig is voor de installatie van de kabels op land is ca. 8 meter breed. De kabels worden beschermd door een betonnen dekplaat met daarboven een waarschuwingsslint (voor het geval er wordt gegraven).

Na het leggen wordt de sleuf deels weer gevuld met de verwijderde grond en deels met speciaal navulzand voor een betere warmtegeleiding (indien nodig). Vervolgens wordt het grondoppervlak in de oorspronkelijke toestand hersteld. De uitgegraven grond die niet kan worden teruggestort in de sleuf wordt afgevoerd naar een depot, voor hergebruik elders. Indien de uitkomende grond verontreinigd is wordt deze afgevoerd voor (erkende) recycling of eindverwijdering.

Geïnstalleerde kabels en leidingen worden aangemeld, met tekeningen, bij het landelijke meldingscentrum voor kabels en leidingen ('Klik'). Datzelfde centrum is vooraf geraadpleegd, bij het vaststellen van de kabelroute, om te voorkomen dat onverwacht andere kabels en leidingen worden gekruist.

5.6.2 Kabelverbindingen

Tussen elke kabelsectie van 500 meter worden kabelverbindingen gemaakt, waarvoor tijdelijk een terrein van maximaal 15 bij 4 meter beschikbaar moet zijn. Op deze locatie wordt een tent opgezet om een droge, weerbestendige werkomgeving te creëren. Het maken van een verbinding duurt ongeveer 1 week. Er zijn ongeveer 16 verbindingen noodzakelijk.

Basisontwerp: ingraven kabelverbinding

Het basisontwerp is om de kabelverbindingen in te graven, eventueel geplaatst op een betonnen plaat waarop tevens de verbinding gerealiseerd kan worden. Het definitieve ontwerp van de verbinding zal door de aannemer worden bepaald.

Alternatief: Betonnen verbindingssput

Het alternatief is om de kabelverbinding in een ondergrondse betonnen put aan te plaatsen. De afmeting van deze put is ongeveer 5 x 3 x 2 meter en ze wordt afgesloten met een zichtbaar deksel op het straatniveau.

5.6.3 Kruisingen met infrastructuur

Bij kruisingen met infrastructuur, zoals wegen en spoorbanen zal zoveel mogelijk gebruik worden gemaakt van reeds aanwezige buisverbindingen onder deze infrastructuur. Deze buizen zijn reeds aanwezig onder de infrastructuurbundel in de zogenaamde C2-bocht, zie Kaart 5.5 en 5.6 in de Kaartenbijlage.

Bij kruisingen waar geen buisverbinding aanwezig is, of waar de BritNed kabels niet door een aanwezige buisverbinding kunnen worden aangelegd, zal gebruik worden gemaakt van andere technieken:

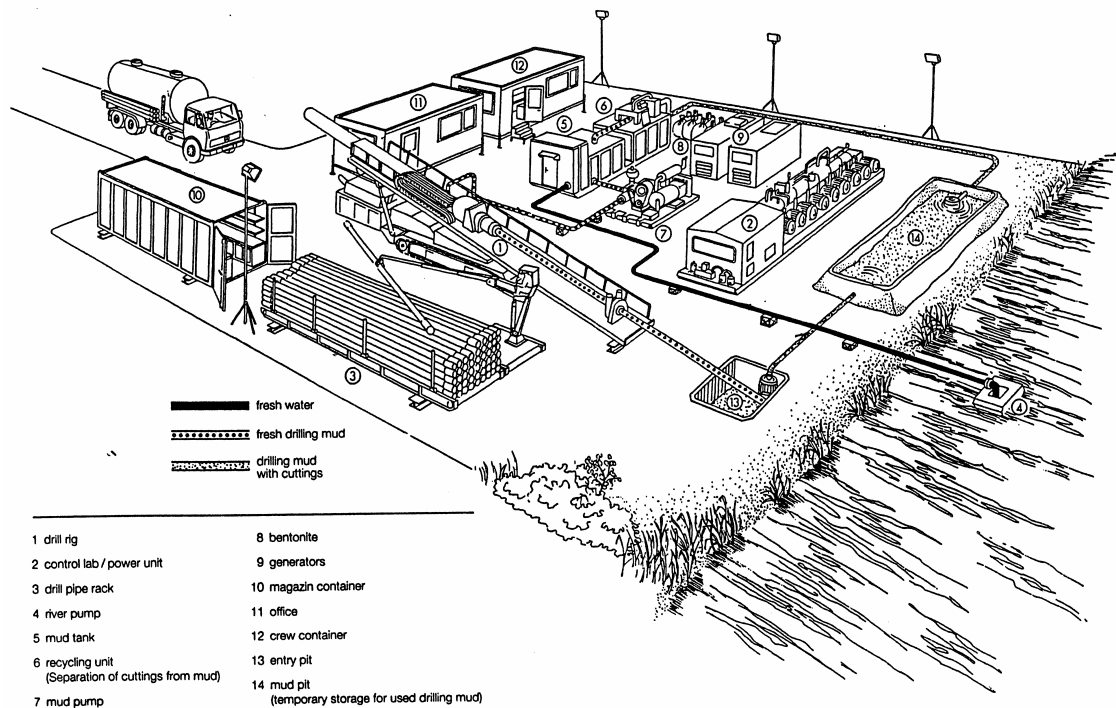
1. Open sleuftechniek voor korte kruisingen zoals secundaire wegen, waarbij de weg tijdelijk wordt opengewerkt en de kabels in een gegraven sleuf worden aangelegd. De weg wordt na de installatie in zijn originele staat teruggebracht;
2. Horizontaal gestuurde boring voor langere kruisingen onder complexe infrastructuur, zoals de bezinkingsbassins ten Zuid-oosten van de Slufter dam. Zie Figuur 5.9 voor een typische inrichting bij een horizontaal gestuurde boring;
3. Boring met behulp van een Avegaar grondboor bij langere kruisingen onder simpele infrastructuur, zoals spoorlijnen. Dit is een simpele boortechniek waarbij doormiddel van twee kleine boorputten een avegaar grondboor onder de infrastructuur door boort waardoor vervolgens de mantel buizen worden getrokken en tenslotte de kabels. Zie Figuur 5.10 voor een typische inrichting bij een boring met behulp van een Avegaar grondboor.

De keuze van de toe te passen techniek is afhankelijk van de situatie die bij de definitieve voorbereiding van de installatie van de BritNed kabels wordt aangetroffen. De aannemer zal in overleg met de beheerder(s) van de infrastructuur de meest geëigende techniek toepassen. Onderstaande tabel geeft per landroute alternatief aan welke techniek het meest waarschijnlijk wordt geacht (basisontwerp) en wat de eventuele alternatieven zijn (zie ook figuur 5.9 en 5.10).

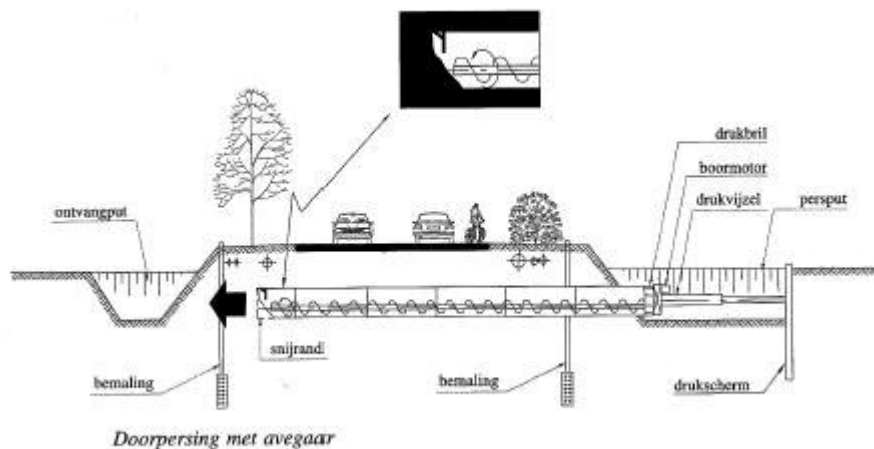
Naam	Locatie	Basisontwerp	Alternatief
Leidingenstrook oost (basisontwerp) (nr.4)	C2 bocht weg	Bestaande buis	Avegaar
	C2 bocht wegen (Secondair)	Open sleuf techniek	Avegaar
	C2 bocht weg (N15)	Bestaande buis	Avegaar
	C2 bocht spoor	Bestaande buis	Avegaar
	Missouriweg	Open sleuf techniek	Avegaar
	Weg voor E-on	Open sleuf techniek	Avegaar
Leidingenstrook midden (nr. 1)	Idem nr. 4		
Leidingenstrook west (nr. 3)	Idem nr. 4		
Douaneroute kruising weg (nr. 2a)	Bezinkbassins	Horizontaal gestuurde boring	xx
	Europaweg (N15)	Open sleuf techniek	Avegaar
	Weg voor E-on	Open sleuf techniek	Avegaar
Douaneroute kruising spoor (nr. 2b)	Bezinkbassins	Horizontaal gestuurde boring	xx
	Spoorbaan	Avegaar	xx
	Europaweg (N15)	Avegaar	xx

Naam	Locatie	Basisontwerp	Alternatief
	Missouriweg	Open sleuf techniek	Avegaar
	Weg voor E-on	Open sleuf techniek	Avegaar
Westelijke landroute (nr.5)	Toekomstige Infrastructuur Maasvlakte 2	Open sleuf techniek	Horizontaal gestuurde boring
	Wegen distripark Maasvlakte	Open sleuf techniek	Avegaar
	Europaweg (N15)	Open sleuf techniek	Avegaar
Zigzag landroute (nr. 6)	Strook toekomstige Infrastructuur Maasvlakte 2	Open sleuf techniek	Horizontaal gestuurde boring
	Wegen distripark Maasvlakte	Open sleuf techniek	Avegaar
	Europaweg (N15)	Open sleuf techniek	Avegaar
Verbinding tussen route 6 en routes 1 - 5	Bezinkbassins	Horizontaal gestuurde boring	xx
Noordelijke landroute	Wegen langs Europaweg	Open sleuf techniek	Avegaar
	Strook toekomstige Yangtzehaven	Open sleuf techniek	xx

Tabel 5.9 Overzicht landroutes



Figuur 5.9 Horizontaal gestuurde boring (Bron: GeoDelft)



Figuur 5.10 Boring met behulp van een avegaar grondboor (Bron: Serie GWW Techniek IX)

5.6.4 Converterstation

In overleg met het Havenbedrijf Rotterdam N.V. is de locatie voor het converterstation bepaald, deze ligt op het terrein van E.on bij de elektriciteitscentrale op de Maasvlakte, naast het koppelstation van TenneT, waar de BritNed verbinding op wordt aangesloten. De realisatie van het converterstation is grofweg te verdelen in drie stappen: de voorbereiding van het terrein, civieltechnische werken en installatiewerken.

Voorbereiding van het terrein

Voordat de bouw van het converterstation aanvangt, wordt een werkterrein aangelegd van ongeveer 0,5 hectare. Het werkterrein wordt voorzien van een hekwerk en van duidelijke borden die aangeven dat het werkterrein niet toegankelijk is. Het terrein moet vrijgemaakt worden van obstakels op of onder de grond. Ook zal het terrein vlak gemaakt moeten worden. Het terrein is in verband met de veiligheid op de bouwplaats tijdens de bouw permanent bemand (bewaking), ook buiten werktijden.

Civieltechnische werken

Op de locatie waar de apparatuur en gebouwen moeten komen te staan, moet het zand worden weg gegraven om ruimte te maken voor funderingen en olie opvang reservoirs. Het fundament zal rusten op het aanwezige zand of op verdicht opvulmateriaal. Voor de fundering van de zwaardere componenten van het converterstation, zoals de convertorhallen en de convertortransformatoren, moet naar verwachting worden geheid. Omdat het grondwater op de Maasvlakte relatief diep ligt, vormt dit waarschijnlijk geen groot aandachtspunt bij de civieltechnische werken. Voor de bouwwegen en de verharde oppervlakken zal breuksteen worden gebruikt. Dit breuksteen wordt aangevoerd door vrachtwagens. Het beton voor de funderingen wordt aangevoerd per betonwagen.

Installatiewerken

De verschillende onderdelen van het converterstation worden per vrachtwagen aangevoerd en met een mobiele kraan op hun plaats gezet. De schakelinrichting en de

geleiders worden in modules afgeleverd en tijdelijk opgeslagen op de bouwlocatie. Hiervoor wordt een speciaal gedeelte van het terrein aangewezen. Als deze onderdelen op hun definitieve locatie nodig zijn tijdens de bouw, dan worden ze verplaatst. De zeer zware AC/DC convertors en de AC-transformatoren (ca. 300 ton per stuk) worden waarschijnlijk per schip aangevoerd. Transport over de openbare weg wordt zoveel mogelijk vermeden. Vanaf het schip worden ze vervolgens met speciaal transport op zware diepladers naar de bouwplaats vervoerd. De transformatoren kunnen via een rail en lieren/ vjzels op de definitieve plaats worden gebracht. De doorlooptijd van de bouw en het in bedrijf stellen is ca. 24 maanden.

5.7 Inspectie, onderhoud en reparatie op zee

Inspectie en onderhoud

Bij het begraven van de kabel wordt reeds rekening gehouden met het mogelijk blootspoelen van de kabel na een bepaalde periode. Deze periode is afhankelijk van het gekozen ingraafscenario, welke een afweging is tussen de kosten en effecten van het begraven en de kosten en effecten van het weer opnieuw begraven bij (dreigend) blootspoelen. Gedurende deze periode is een routinematige survey normaal gesproken niet nodig, maar om te controleren of de aanvankelijke ingraafdiepte voldoende is en de bodemdynamiek (erosie en sedimentatie) voldoet aan de verwachtingen, is het gebruikelijk dat gedurende eerste jaren surveys plaatsvinden.

Deze surveys bestaan uit akoestische metingen langs het kabeltracé, waaruit, door vergelijking met de gegevens die vooraf en tijdens de installatie zijn verkregen, kan worden afgeleid hoe de bodem zich gedraagt. Met name in ondiep water (minder dan 10 meter diep) worden ook wel duikers ingezet voor inspectie uitgerust met camera's en kabel verklikkers. Op dieper water worden ook wel op afstand bediende duikboten met camera's en kabel verklikkers ingezet.

Na het aflopen van de zogenaamde ingraafperiode wordt er een routinematige survey uitgevoerd op dezelfde wijze als hierboven beschreven. Deze herhalingsperiode van deze survey dient nader bepaald te worden, mede naar aanleiding van de survey gedurende de eerste jaren van de levensduur. Ook na het buiten gebruik stellen van de kabel dienen de delen die niet worden verwijderd (vanwege de te verwachten effecten) te worden gemonitord.

Kabelreparaties op zee

Kabelreparaties aan correct geïnstalleerde kabels komen weinig voor. De belangrijkste schadeoorzaken zijn bodemvisserij, waarbij zware gewichten over de kabel worden getrokken, en ankers van schepen. In het geval dat een reparatie nodig is wordt apparatuur gemobiliseerd die vergelijkbaar is met die welke is gebruikt voor de aanleg. Om reparaties te kunnen uitvoeren wordt een lengte kabel op voorraad gehouden, zodat bij een eventuele kabelbreuk niet eerst moet worden gewacht op de productie van de kabel.

Een reparatie wordt meestal uitgevoerd met één schip. In ondiep water (< 10 meter) kan daarvoor ook een dekschip met ankers worden gebruikt. In dieper water wordt gebruik gemaakt van schepen met dynamische positionering, op basis van GPS, met aandrijving rondom. Schepen die bezig zijn met een reparatie zijn stationair en vergen speciale markeringen voor de overige scheepvaart. Een kabelreparatie kan enige weken

of zelfs maanden duren, afhankelijk van de schade, de omstandigheden, het materieel en het weer. Een kabelreparatie bestaat in hoofdzaak uit de volgende activiteiten:

- Laden van een stuk kabel op het schip;
- Lokaliseren van de schade;
- Kabel(einden) vrijgraven;
- Kabel(einden) aan dek hijsen;
- Verwijderen van het beschadigde deel;
- Aanbrengen van een nieuw stuk kabel, tussen twee kabelverbindingen;
- Kabel weer op de bodem leggen;
- Kabel weer ingraven.

Het stuk kabel dat nodig is voor een reparatie is ongeveer drie maal de waterdiepte. Daardoor is de kabel na de operatie langer en wordt de kabel in een lus op de bodem gelegd. De positie van de reparatie wordt vastgelegd in GPS-coördinaten.

Bij reparatie van gebundelde kabels zijn meestal vier kabelverbindingen en meer kabel en tijd nodig, De kabels moeten ten behoeve van de reparatie van elkaar worden gescheiden en daarna weer gebundeld.

Kabelreparaties bij de aanlanding

Indien er een kabelreparatie noodzakelijk is bij de aanlanding zullen hiervoor dezelfde technieken worden toegepast als bij de installatie in dit gebied. Indien Maasvlakte 2 wordt aangelegd (zie ook paragraaf 5.4.1) komt de kabel in de eerste kilometer vanaf de top van de Slufter zodanig diep te liggen dat het opgraven voor een reparatie niet tot de mogelijkheden behoort. In het geval er toch een reparatie noodzakelijk zal zijn, zal de BritNed verbinding in de betreffende sectie opnieuw worden aangelegd op een diepte vergelijkbaar met de initiële ingraafdiepte.

5.8 Planning van de aanlegactiviteiten

De planning van de aanlegactiviteiten is weergegeven in deze paragraaf. Hierbij wordt een onderscheid gemaakt naar de volgende deelgebieden:

1. Open zee;
2. Aanlanding;
3. Land.

Er is voor gekozen een gedetailleerde planning weer te geven voor die deelgebieden die bijzonder gevoelig zijn, dit betreft met name de zuidelijke routes, de installatie in de Voordelta, het strand en de duin voor de Slufterdam.

De hier uitgewerkte planning dient te worden geïnterpreteerd als een voorbeeld dat laat zien dat de aanleg in een dergelijk tijdsbestek mogelijk is, rekening houdend met alle weergegeven beperkingen. In de praktijk zal er sprake zijn van een iets afwijkende planning, waarbij eveneens met de gegeven beperkingen rekening zal worden gehouden. De precieze planning is onderdeel van het nadere ontwerp, de aanbesteding en de besluitvorming inzake de vergunningen.

De hier weergegeven planning voor de Zuidelijke route is geldig voor alle alternatieve Zuidelijke routes. Als eerste wordt de detailplanning van de installatieactiviteiten in het betreffende deelgebied weergegeven met een generieke tijdsplanning en een indicatie van het materieel dat wordt ingezet bij deze activiteiten. Hierna wordt per deelgebied een indicatie van de daadwerkelijke tijdsplanning weergegeven, uitgezet tegen de in deze gebieden geldende gevoelige perioden.

In de generieke tijdsplanning is tevens aangegeven wanneer een activiteit zich in de Kustzee bevindt, door middel van een afwijkende arcering. Tevens is in rood aangegeven hoe lang de activiteiten zich bij benadering in deze zone bevindt.

Voor de Noordelijke zeeroute B geldt voor de deelgebieden open zee en land dezelfde generieke planning. De planning van de aanlanding is afwijkend (kruising van de Maasmond) en wordt daarom apart weergegeven. Aangezien de Noordelijke zeeroute B geen gevoelige gebieden kruist bij de aanlanding is niet aangegeven welke tijdsplanning er exact wordt aangehouden. Waarschijnlijk is dat de kruising van de Maasmond bij eventuele uitvoering zal worden uitgevoerd gedurende de zomerperiode.

In hoofdstuk 9 is beschreven op welke wijze rekening wordt gehouden met de effecten van de werkzaamheden in de gevoelige perioden voor met name zeehonden, broedvogels en de rugstreeppad. De conclusies daarvan zijn verwerkt in de hier weergegeven planning.

Activiteiten Zuidelijke routes: open zee	Duur activiteiten (<i>duur in Kustzee</i>)	Weeknummer																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8
				sectie 1 (circa Kp 4-50)									sectie 2 (circa Kp 50-103)						
Testen Installatie open zee	2 weken	■	■																
Laden kabels vanaf fabriek aan boord van het schip	2 weken + 2 weken				■	■													
Verwijderen obstakels op zeebodem over het tracé kabel	2 weken (<i>5 dagen</i>) + 2 weken				■	■	■												
Varen vanaf fabriek naar site	2 weken + 2 weken							■	■										
egaliseren van de zeebodem (2 x 1 week in een periode van 6 weken)	1 + 1 week			■	■	■	■	■	■					■	■	■	■		
Mogelijke koppeling zeekabel aan aanlandingssectie (circa Kp 9)	1 week (<i>1 week</i>)									■									
Koppelen secties 1 en 2 (circa Kp 50)	1 week																	■	
Kabel leggen en ingraven	2 weken (<i>5 dagen</i>) + 2 weken										■	■						■	■
Vaartuigen																			
vaartuig voor het schoonmaken van de zeebodem	2 weken (<i>5 dagen</i>) + 2 weken					■	■												
Sleephopperzuiger (2 x 1 week in een periode van 6 weken)	1 + 1 week			■	■	■	■	■					■	■	■	■			
klein wachtschip, mogelijk verblijf tussen leggen van sectie 1 en 2	3 weken (<i>12 dagen</i>) + 3 weken									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Kabellegschip (ook nodig voor koppelen secties)	3 weken (<i>12 dagen</i>) + 3 weken									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Kabelingraaf schip en ingraafmachine	2 weken (<i>5 dagen</i>) + 2 weken										■	■						■	■

Legenda:	
Uitvoeren werkzaamheden, continu	■
Werkzaamheden verdeeld over periode, niet continu	■
Werkzaamheden in strand-/ duingebied	■
Werkzaamheden in Kustzee	■
Mogelijk verblijf van veiligheidsvaartuig	■
Activiteiten die onafhankelijk zijn overige (chronologische) planning	■

Figuur 5.11 Detailplanning installatieactiviteiten Zuidelijke routes open zee

Planning Zuidelijke routes : Open zee

Activiteiten open zee (diepte > 10 m)

	Jaar 1												Jaar 2								
	Jan	Feb	Maart	April	Mei	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Jan	Feb	Maart	April	Mei	Juni	Juli	Aug	
Testen installaties open zee (1)	■	■	■	■	↔ ^{2W}								■	■	■	■					
Aanleg eerste sectie (KP 9-50)	■	■	■	■		↔ ^{7W}							■	■	■	■					
Kabel laden op schip en transport van fabriek naar naar locatie	■	■	■	■												↔ ^{6W}					
Aanleg tweede sectie (KP 50-100)	■	■	■	■									■	■	■	■		↔ ^{7W}			

¹ Mogelijk op verschillende locaties en voorafgaand in jaar aan andere activiteiten

Legenda:



= Duur activiteiten



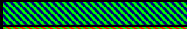


Periodes met beperkingen:



= Stormperiode : Kans op slecht weer

Figuur 5.12 Tijdplanning installatieactiviteiten Zuidelijke routes open zee

Activiteit Zuidelijke zeeroutes : Aanlanding		Duur activiteit	Weeknummer									
Basisonwerp: graven sleuf		(duur in Kustzee)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Verplaatsen klein legschip/ponton naar locatie	2 weken										
2	Graven sleuf (mogelijk voorzien van damwanden) door duin Sluffer	4 weken										
3	Graven sleuven op strand	2 weken										
4	Bouwen kabelverbindingsput (mogelijk niet noodzakelijk)	1 week										
5	Aanlanden kabels vanuit zee naar strand mbv lier op strand	0,5 week										
6	Trekken van kabels door sleuf naar top duin mbv lier op top duin	0,5 week										
7	Verbinden land sectie aan zee sectie (top duin)	1 week										
8	Kabel ingraven in ondiepe kustzone (5 - 10 m diepte)	1 week (1 week)										
9	Kabel ingraven in ondiepe kustzone (LLW -5 m diepte)	2 weken (2 weken)										
10	Ingraven kabel op strand	1 week										
11	Verwijderen damwanden duinzone	0,5 week										
12	Ingraven kabel in duinzone	1 week										
Alternatief: boren onder duin Sluffer (vervangt activiteit no. 2 en 6)												
1	Intrillen damwanden bouwput op strand voor ontvangst boring	2 weken										
2	Vorbereiding horizontaal gestuurde boring (vanaf top duin)	1 week										
3	Boren mantelbuizen door duin Sluffer	2 weken										
4	Trekken van kabel door mantelbuizen naar top duin mbv lier op top duin											
5	Opruimen bouwput en demobilisatie boorinstallatie (top duin)											
6	Bouwen gebouwtje koelsysteem (top duin)	1 week										
Materieel												
Graven												
1,8,9	Klein legschip/Ponton met aanlandingssectie van de kabel	4 weken (4 weken)										
5	Rubberboten om de kabel aan land te brengen(zodiacs)	1 week (1 week)										
8	Hulpvaartuig met spuitlans (ingraven 5-10m diepte)	1 week										
9	ingraafmachine en/of duikers (ingraven LLW- 5m diepte)	2 weken (2 weken)										
3, 10	Graafmachine (s) voor op het strand	3 weken										
2,12	Graafmachine (s) voor duinzone											
2, 11	Heinstallatie duinzone	4,5 weken (max.)										
5	Grote Lier op het strand	0,5 week										
6	Kleine lier top duin (Recreatieweg)	0,5 week										
Boren												
1	Hei-installatie op strand	2 weken										
3	Boor-installatie top duin	2 weken										

Legenda:	
Uitvoeren werkzaamheden, continue	
Werkzaamheden verdeeld over periode, niet continue	
Werkzaamheden in strand-/ duingebied	
Werkzaamheden in Kustzee	
Activiteiten die onafhankelijk zijn overige (chronologische) planning	

Figuur 5.13 Detailplanning installatieactiviteiten Zuidelijke routes aanlanding

Planning Zuidelijke routes : Aanlanding

Activiteiten op het strand en in de ondiepe kustzone

	Jaar 1											
	Jan	Feb	Maart	April	Mei	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt.	Nov	Dec
Graven sleuf strand & duinzone								4 W				
Aanlanden kabel en trekken tot de top van de duinen								1 W				
bouwen kabelverbindingsput bij recreatieweg ¹								1 W				
Verbinden land sectie aan zeesectie (top duin)									1 W			
Verwijderen damwanden duinzone									0,5			
Ingraven op het strand & duinzone									2,5 W			
Kabel ingraven in ondiepe kustzone (LLW - 5 m diepte)									2 W			
Kabel ingraven in ondiepe kustzone (5-10 m diepte)												
Alternatief: boren onder duinzone												
Aanleggen bouwput op strand									2 W			
Boren mantelbuizen door duin Slufter									3 W			
Verwijderen bouwput op strand									1 W			
Bouwen gebouwtje koelsysteem ¹ (top duin)									1 W			

¹ misschien niet nodig

Legenda:



= Duur activiteiten

Periodes met beperkingen:



= Stormperiode: Aanvullende eisen aan werkzaamheden i.v.m. kustveiligheid (Rijkswaterstaat)

= Stormperiode : Kans op slecht weer

= Gevoelige periode voor vogels

Figuur 5.14 Tijdplanning installatieactiviteiten Zuidelijke routes aanlanding

Activiteiten Zuidelijke routes : land		Duur activiteit	Weeknummer															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Ingraven kabels: 500 m sleufsecties (ongeveer 15 secties)	8 Weken	■	■	■	■	■	■	■	■								
2	Koppelen secties (16 maal 1 week, 2 teams)	6 weken		■	■	■	■	■	■									
3	Bouwen kabelverbindingsputten (mogelijk niet noodzakelijk)	6 weken		■	■	■	■	■	■									
4	Avegaar grondboring (mogelijk noodzakelijk op meerdere locaties)	2 weken		■	■			■	■									
Alternatieve route:																		
Alt. 1	Horizontaal gestuurde boring bezinkbassins	2 Weken	■															
Alt. 2	Avegaar grondboring (onder rails door)	1 week	■															
Materieel																		
1	Graafmachine en dumpers	8 weken	■	■	■	■	■	■	■	■								
2	Tent, aggregaat, auto	6 weken		■	■	■	■	■	■									
3	Graafmachine, betonmixer, kraan, vrachtwagens en auto's	6 weken		■	■	■	■	■	■									
4	Boormachine, vrachtwagen en auto's	6 weken		■	■	■	■	■	■									
Alt.1	Boormachine, vrachtwagen, auto's en bouwketen	2 weken	■	■														
Alt.2	Boormachine, vrachtwagen en auto's	1 week	■															

Legenda:	
Uitvoeren werkzaamheden, continue	■
Werkzaamheden verdeeld over periode, niet continue	■
Werkzaamheden in strand-/ duingebied	■
Activiteiten die onafhankelijk zijn overige (chronologische) planning	■

Figuur 5.15 Detailplanning installatieactiviteiten Zuidelijke routes land

Planning Zuidelijke routes : Land

Activiteiten op land

	Jaar 1												Jaar 2
	Jan	Feb	Maart	April	Mei	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Juni
Ingraven kabel ²	Orange	Orange	Orange	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Orange	Orange	Orange	Orange
bouwen kabelverbindingsputten ¹	Orange	Orange	Orange	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Orange	Orange	Orange	Orange
Avegaar grondboring ¹	Orange	Orange	Orange	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Orange	Orange	Orange	Orange
Bouwen converterstation	Orange	Orange	Orange	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Orange	Orange	Orange	Orange
	← 20 Maanden →												
Alternatief	Jaar 1												Jaar 2
Horizontaal gestuurde boring onder bergbezinkbassins				Green	Green	Green	Green	Green	Green				

¹ Misschien noodzakelijk

² Er kan gestart worden met ingraven in de gebieden waar de beperkingen niet gelden, bijvoorbeeld in de Leidingstrook of in het Distripark

Legenda



= Duur activiteiten

Periodes met beperkingen:



= Gevoelige periode voor amfibien

= Gevoelige periode voor vogels (deze beperking geldt niet voor alle tracégedeelten van de landroutes, gebieden op land waarvoor deze periode wel geldt worden als beperking aangegeven op kaart 9.6 in de Kaartenbijlage)

Figuur 5.16 Tijdplanning installatieactiviteiten Zuidelijke routes land

Activiteiten Noordelijke zeeroute B: Aanlanding		Duur activiteit	Weeknummer																			
Kruising Maasmond (baggeren)			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
1	Baggeren geul Maasmond	12 weken	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■							
2	Baggeren geul in ondiepe zone	1 week													■							
3	Aanleg bouwput voor koppeling kabel	1 week	■																			
4	Graven sleuf strand en duinzone	0,5 week													■							
5	Leggen kabel in gebaggerde sleuf	0,5 week														■						
6	Aan land brengen kabel met lier op strand (vanaf groot legschip)	1 dag														■						
Vullen sleuven																						
7	Vullen geul maasmond	4 weken																	■	■	■	■
8	Vullen sleuf in ondiepe zone	1 week																	■			
9	Ingraven kabel strand en duinzone	0,5 week																	■			
In te zetten materieel																						
1	Sleephopperzuiger	12 weken	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■							
2	Snijkopzuiger	1 week														■						
7	Steenstortvaartuig met valpijp	4 weeks																	■	■	■	■
4, 9	Graafmachine en bulldozer	1 week														■			■			

Legenda	
Uitvoeren werkzaamheden, continue	■
Werkzaamheden verdeeld over periode, niet continue	▨
Mogelijk verblijf van veiligheidsvaartuig	▤
Activiteiten die onafhankelijk zijn van het proces	■

Figuur 5.17 Detailplanning installatieactiviteiten Noordelijke zeeroute B aanlanding

5.9 Buitengebruikstelling en verwijdering

Het basisontwerp voor de buitengebruikstelling aan het einde van de levensduur is de verwijdering van de kabel. De kabel wordt zonder groot grondverzet verwijderd van locaties waar deze gemakkelijk bereikbaar is. De teruggewonnen kabel wordt afgevoerd voor eindverwijdering (recycling), door daarvoor erkende bedrijven.

Verwijdering op zee

Voor het verwijderen kan gebruik worden gemaakt van een sleephaak, waarbij een schip de haak voortsleept over en door de zeebodem om de kabel aan te haken en naar het oppervlak te brengen. Grote stukken kabel kunnen op deze wijze op het dek van het schip gebracht worden, waar de kabel in kleinere delen geknipt wordt om afgevoerd te worden.

Een alternatief is het inzetten van duikers of een op afstand bestuurd voertuig voor het opgraven, het doorknippen en het bevestigen van een hijsdraad, voor het naar het oppervlak brengen van de kabel.

Waar de kabel, door sedimentatie, zo diep ligt begraven dat de hier voorgestelde technieken niet bruikbaar zijn, kan de bovenste laag worden verwijderd door baggeren waarna de kabel wel met deze technieken kan worden verwijderd.

Waar deze technieken niet toepasbaar zijn of baggerwerk maatschappelijk niet wenselijk is i.v.m. natuurwaarden, worden de diep gelegen kabelsecties op hun plaats gelaten totdat de natuurlijke processen de begraafdiepte voldoende hebben doen afnemen om ze wel te kunnen verwijderen.

Volgens het beleid voor de Noordzee in het recent verschenen Integraal Beheerplan Noordzee 2015 (IBN2015) is het verplicht om buiten gebruik gestelde kabels op ruimen. Ontheffing van deze opruimplicht wordt alleen verleend als de maatschappelijke baten voor het laten liggen groter zijn dan de maatschappelijke kosten. Voor deze afweging bevat het IBN2015 een checklist. Deze checklist is opgenomen in hoofdstuk 3 van de bijlage bij hoofdstuk 3 van het hoofdrapport MER deel 1.

BritNed zal bovenstaande voorgenomen aanpak voor het verwijderen van de kabels toetsen aan de checklist op het moment dat dit aan de orde is.

Verwijdering op land

Op land zal de Kabel worden verwijderd met behulp van een graafmachine. Daar waar er gebruik is gemaakt van een betonnen goot zal deze ook worden verwijderd evenals de aanwezige betonnen afdekplaten.