



**Beschouwing elektrische beïnvloeding op kabels en
leidingen t.g.v. hoogspanningskabels offshore windpark
Gemini
*-Offshore AC variant-***

In opdracht van Energy Solutions

Doorwerth, 30 mei 2012
Referentie: DB121000-R01 AD
Auteur: A. Diever

Auteur

datum 30-5-2012

gecontroleerd

datum 30-05-2012

Copyright © Petersburg Consultants B.V., Doorwerth, the Netherlands. All rights reserved.

Dit document bevat vertrouwelijke informatie. Overdracht van de informatie aan derden zonder schriftelijke toestemming van of namens Petersburg Consultants B.V. is verboden. Hetzelfde geldt voor het kopiëren van het document of een gedeelte daarvan.

Petersburg Consultants B.V. en/of de met haar gelieerde maatschappijen zijn niet aansprakelijk voor enige directe, indirecte, bijkomstige of gevolgschade ontstaan door of bij het gebruik van de informatie of gegevens uit dit document, of door de onmogelijkheid die informatie of gegevens te gebruiken.

1 INLEIDING

Voor de aansluiting van het offshore windpark Gemini wordt een variant met gelijkstroom en een variant met wisselstroom onderzocht. Bij beide opties wordt de kabelverbinding vanaf het offshore verzamelstation nabij de windturbines aangesloten op een on-shore tussenstation waar de opgewekte windenergie wordt omgezet en gesynchroniseerd met het hoogspanningsnet van TenneT. Het tussenstation wordt met een ondergrondse kabelverbinding aangesloten op het 380kV hoogspanningsstation “Eemshaven- Oudeschip” van TenneT. De variant op basis van een gelijkstroomverbinding is uitgewerkt in een separate rapportage, met referentie DB120200-R02 AD van Petersburg Consultants.

Eén van de effecten waarmee rekening moet worden gehouden is de elektrische beïnvloeding van objecten in de omgeving van de kabelverbindingen. Bij elektrische beïnvloeding van objecten spelen verschillende mechanismen een rol. Elektrische beïnvloeding kan op nabijgelegen objecten onder andere leiden tot gevaarlijke aanraakspanningen, verstoring van signalen, apparatuur en wisselstroomcorrosie. De mate waarin deze verschijnselen toelaatbaar zijn is afhankelijk van het betreffende object en de mate van beïnvloeding.

In dit rapport worden de mogelijke elektrische beïnvloedingsmechanismen op de bestaande ondergrondse kabels en leidingen beschreven. Voor de relevante mechanismen wordt vervolgens op basis van de karakteristieken van de kabelverbindingen en de toelaatbare beïnvloeding op het object, het specifieke beïnvloedingsgebied aangegeven. Dit betreft het gebied waarbinnen rekening dient te worden gehouden met mogelijk ontoelaatbare beïnvloeding op bestaande kabels en leidingen door de nieuwe kabelverbinding.

Binnen deze beïnvloedingsgebieden wordt op hoofdlijnen onderzocht of de elektrische beïnvloeding op de aanwezige kabels en leidingen kan leiden tot bezwaren of beperkingen voor het tracéontwerp van de hoogspanningskabels.

2 UITGANGSPUNTEN

2.1 Karakteristieken beïnvloedingsbronnen

In dit hoofdstuk zijn de karakteristieken gegeven van de nieuwe hoogspanningsverbindingen ten behoeve van de aansluiting van het offshore windpark “Gemini” op het landelijk hoogspanningsnet van TenneT. Bij de offshore AC variant worden voor het offshore kabeltracé twee drie-aderige 220kV kabels toegepast welke worden aangesloten op een on-shore tussenstation. Vanaf het tussenstation wordt met een 1-circuit 380kV kabelverbinding aangesloten op het 380kV station “Eemshaven - Oudeschip” van TenneT.

2.1.1 220kV kabelverbinding tussen verzamelstation (offshore) en tussenstation (on-shore)

De gehanteerde gegevens voor de nieuwe 220kV kabelverbinding zijn weergegeven in tabel 1a en 1b, conform de opgave door Energy Solutions. Het betreft een verbinding van twee

3-aderige kabels op een onderlinge afstand van 5 meter. De karakteristieke opbouw van de kabelcircuits is gegeven in afbeelding A.1 van bijlage A. De tracélengte bedraagt circa 100 kilometer voor het offshore deel en circa 4,5 kilometer voor het on-shore deel. In afbeelding 1a en 1b zijn de tracés weergegeven.

Tabel 1a, Specificaties nieuwe 220kV AC kabelverbinding

Aantal circuits	Geleidertype	Liggingsconfiguratie kabels	Aardingswijze mantels
2	1000 Cu/1200 Cu	driehoek	twee-zijdig

Tabel 1b, Gegevens nieuwe 220kV AC kabelverbinding

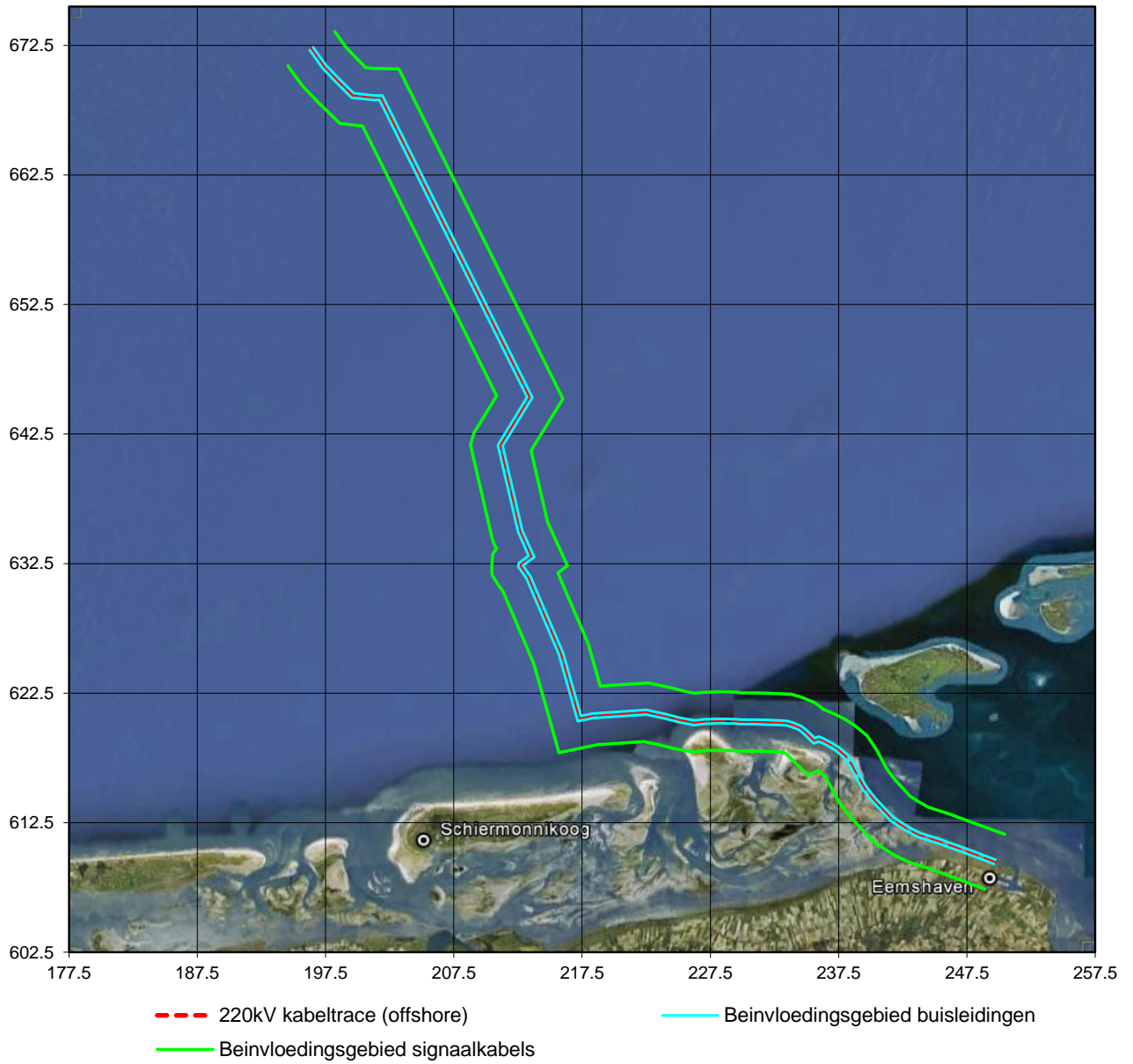
Bedrijfsstromen [A]		Kortsluitstromen			
Maximale stromen	Langdurig gemiddelde	1-fase [kA]	tijd [s]	3-fasen [kA]	tijd [s]
920	370	7,5	0,1	7,5	0,1

Reductie door mantelstromen

Vanwege de aardingswijze van de mantels zal in geval van een 1-fase kortsluiting een deel van de foutstroom via de mantels retour gaan richting de bron. De aanwezigheid van deze retourstroom heeft een reducerend effect hebben op de geïnduceerde spanning in parallel gelegen objecten tijdens aardsluitingen.

Asymmetrie in stroombelasting

In de berekeningen is uitgegaan van een asymmetrie in de stroombelasting van 2% tijdens een normale bedrijfssituatie.



Afbeelding 1a: Tracé 220kV kabelverbinding Offshore en beïnvloedingsgebieden

2.1.3 Overige beïnvloedingsbronnen

Vanwege het superpositiebeginsel moet naast de beïnvloeding van de nieuwe kabelverbindingen rekening worden gehouden met reeds bestaande beïnvloeding op de aanwezige objecten. Hierdoor kan het voorkomen dat door de bijdrage van de nieuwe kabels de beïnvloeding ontoelaatbaar wordt terwijl de situatie met alleen de nieuwe kabelverbindingen geen problemen geeft.

In dit kader dient voor het on-shore kabeltracé rekening te worden gehouden met de drie bestaande 2-circuit 380kV lijnverbindingen vanaf het TenneT station Eemshaven-Oudeschip naar RWE centrale, station Doekegat en naar station Eemshaven. In afbeeldingen 2 en 3 zijn deze hoogspanningslijnen weergegeven.

De overige beïnvloedingsbronnen in het tracé betreffen ondergrondse kabelverbindingen inclusief de HVDC verbinding naar Noorwegen (NorNed). De bijdrage van deze kabels zal tijdens normale bedrijfsvoeringssituaties verwaarloosbaar klein zijn.

2.2 Bodemweerstand

Offshore

Voor het offshore gedeelte is rekening gehouden met een bodemweerstand van $2 \Omega\text{m}$ voor het berekenen van de mutuele impedanties. Dit is volgens de literatuur [2] een conservatieve waarde omdat voor kabels in zee de bodemweerstand voor mutuele impedanties richting de waarde van het zeewater gaat ($\sim 0,2 \Omega\text{m}$).

On-shore

Voor het on-shore gedeelte is voor de mutuele impedanties rekening gehouden met een bodemweerstand van $10 \Omega\text{m}$.

3 BEÏNVLOEDINGSGEBIEDEN

De maximale afstanden vanaf de hoogspanningsverbindingen waarbinnen kabels en leidingen mogelijk ontoelaatbaar kunnen worden beïnvloed zijn in dit hoofdstuk vastgesteld. Om de afstanden te kunnen definiëren is de immuniteit (gevoeligheid) van de verschillende objecten gekwantificeerd. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen criteria in verband met (personele) veiligheid en criteria in verband met het functioneren van het object (integriteit, verstoring). Er is uitgegaan van worst-case aannamen voor de immuniteit voor dergelijke objecten.

3.1 Buisleidingen

3.1.1 Toelaatbare overbruggingsspanningen

Voor het beoordelen van de veiligheid worden de in de Nederlandse praktijkrichtlijn NPR 2760 gegeven overbruggingsspanningen volgens categorie B gebruikt. De toelaatbare aanraakspanningen zijn gegeven als een functie van de tijdsduur dat deze spanning aanwezig is. De tijdsduur varieert tussen continue spanningen (≥ 1 seconde) en kortstondige spanningen veroorzaakt door foutsituaties in de beïnvloedingsbron. Tijdens het uitvoeren van werkzaamheden aan de leiding geldt voor continue spanningen een strengere eis. Hieraan mag met tijdelijke maatregelen worden voldaan.

Tabel 3, Toelaatbare aanraakspanningen volgens NPR 2760

Afschakeltijd [s]	Toelaatbare overbruggingsspanning categorie B [V]
0,10	1500
$\geq 1,00$	50
	bij werkzaamheden:
$\geq 1,00$	25

Voor toetsing van de optredende beïnvloedingsspanningen met een tijdsduur van één seconde of langer is een maximale toelaatbare spanning van 25 Volt aangehouden.

Op basis van de karakteristieken van de 220kV en 380kV kabelverbinding is de maximale afstand vanaf het hart van de kabeltracés bepaald waarbinnen buisleidingen mogelijk ontoelaatbaar kunnen worden beïnvloed ten aanzien van de optredende aanraakspanningen. Hierbij is uitgegaan van een één-zijdige aarding van de buisleiding (worst-case). De specifieke beïnvloedingsgebieden zijn in tabel 4 gegeven voor de normale bedrijfssituatie en tijdens kortsluiting bij de maximaal mogelijke parallelloop (L).

Tabel 4, Specifieke beïnvloedingsgebieden voor buisleidingen (aanraakspanningen)

Scenario	Specifieke beïnvloedingsgebieden aan beide zijden vanaf hart tracé [m]				
	220kV offshore L = 100 km	220kV on-shore ²			380kV on-shore L=1,65 km
		L=1,5km	L=2,25km	L=4,5km	
Normaal bedrijf (maximale stroombelasting in beide circuits, 2% asymmetrie)	100	0	5	40	70
Kortsluiting (1-fase, 3-fasen)	150	7	29	90	300

3.1.2 Wisselstroomcorrosie

In de NPR CEN/TS 15280 is aangegeven dat het risico op wisselstroomcorrosie toelaatbaar is indien de langdurig gemiddelde wisselspanning op de buis:

- niet hoger wordt dan 10 V op de gehele buisleiding;
- niet hoger wordt dan 4 V op locaties waar de bodemweerstand lager is dan 25 Ωm.

Het risico op wisselstroomcorrosie is volgens EN 12954:2001 en NPR CEN/TS 15280 gerelateerd aan de stroomdichtheid ter plaatse van een beschadiging van de buisleiding-bekleding. Bij het berekenen van de stroomdichtheid wordt uitgegaan van een fictieve beschadiging van de buisleidingbekleding van 1 cm², de specifieke weerstand van de bodem rondom de buisleiding en de optredende buisspanning. Conform CEOCOR is voor het omrekenen van de buisspanningen naar stroomdichtheden gebruik gemaakt van de onderstaande uitdrukking:

$$J = \frac{8U}{\rho \cdot \pi \cdot d}$$

Hierin is:

- J : de stroomdichtheid in A/m²;
- U : de buis-bodem spanning (ac) ter plaatse van het aangenomen coatingdefect in V;
- ρ : de bodemweerstand van de grond rondom de buisleiding in Ωm;
- d : de diameter van de beschadiging in m (bij 1 cm² wordt gerekend met 11,28 x 10⁻³ m).

Conform de aanbevelingen van CEOCOR [5], de aanbeveling in EN 12954:2001 en NPR CEN/TS 15280 [6] wordt bij een maximaal optredende stroomdichtheid van 30 A/m² een veilige grens aangehouden.

Met een bodemweerstand op buisleidingdiepte van lager dan 25 Ωm in de betreffende offshore en on-shore beïnvloedingsgebieden is het uitgangspunt voor het beoordelen van het risico op wisselstroomcorrosie op buisleidingen een langdurig gemiddelde wisselspanning van maximaal 4 Volt.

² Vanwege de haven is de parallelloop van kabels en leidingen met de nieuwe 220kV kabel beperkt tot de lengte vóór en na de haven. Hiermee wordt het beïnvloedingsgebied voor het 220kV on-shore tracé beperkt tot de afstanden behorende bij een parallelloop van circa 1,5km en 2,25 km.

Op basis van de karakteristieken van de 220kV en 380kV kabelverbinding is de maximale afstand vanaf het hart van het kabeltracé bepaald waarbinnen buisleidingen mogelijk ontoelaatbaar kunnen worden beïnvloed ten aanzien van wisselstroomcorrosie. Het specifieke beïnvloedingsgebied is in tabel 5 gegeven voor de langdurige bedrijfssituatie bij de maximaal mogelijke parallelloop (L).

Tabel 5, Specifieke beïnvloedinggebieden buisleidingen (wisselstroomcorrosie)

Scenario	Specifieke beïnvloedinggebieden aan beide zijden vanaf hart tracé [m]				
	220kV offshore L = 100 km	220kV on-shore ³			380kV on-shore L=1,65 km
		L=1,5km	L=2,25km	L=4,5km	
Langdurig bedrijf (langdurig gemiddelde stroombelasting in beide circuits, 2% asymmetrie)	175	23	73	170	135

3.2 Signaalkabels

Voor het beoordelen van stoorspanningen op signaalkabels is voornamelijk de gevoeligheid van het systeem waarvan de kabels deel uitmaken van belang. De optredende signaalverstoring is laagfrequent (voornamelijk 50 Hz en harmonische) terwijl vrijwel alle gebruikelijke systemen met (veel) hogere frequenties werken. Veelal zal dus niet zozeer de stoorspanning van belang zijn, maar de veiligheid van mensen die aan de kabel werken of eventueel de mate waarin de aangesloten apparatuur bestand is tegen (kortstondige) stoorspanningen. Normaliter is de apparatuur minder kwetsbaar dan mensen zodat hier rekening moet worden gehouden met de in tabel 6 gegeven spanningen, afkomstig uit de NEN1010-4 figuur 44A als maximaal toelaatbare common mode spanning op de kabel.

Tabel 6, Toelaatbare aanraakspanningen volgens NEN1010-4

Afschakeltijd [s]	Toelaatbare overbruggingsspanning [V]
0,10	660
≥ 1,00	80

Voor analoog systemen kunnen echter in sommige gevallen gevoelig zijn voor laagfrequente stoorspanningen. Voor dergelijke systemen is de optredende stoorspanning voor wat betreft het al dan niet moeten nemen van maatregelen maatgevend. Hier moet dus de optredende differential mode spanning (spanning tussen de twee aders van een aderpaar) worden bepaald en vergeleken met de toelaatbare spanning.

³ Vanwege de haven is de parallelloop van kabels en leidingen met de nieuwe 220kV kabel beperkt tot de lengte vóór en na de haven. Hiermee wordt het beïnvloedingsgebied voor het 220kV on-shore tracé beperkt tot de afstanden behorende bij een parallelloop van circa 1,5km en 2,25 km.

De toelaatbare spanning bedraagt voor een eerste toetsing (apparatuur/systeem zeer gevoelig voor 50 Hz verstoringen):

- 50 Hz differential mode van maximaal 9,3 mV (langdurig)
- 50 Hz differential mode van maximaal 6 x 9,3 mV (kortstondig)
- 30 V common mode spanning (langdurig)

Op basis van de karakteristieken van de 220kV en 380kV kabelverbinding is de maximale afstand vanaf het hart van het kabeltracé bepaald waarbinnen kabels mogelijk ontoelaatbaar kunnen worden beïnvloed ten aanzien van de optredende common mode (CM) en differential mode spanningen (DM). Hierbij is uitgegaan van onderstaande worst-case uitgangspunten:

- één-zijdig gearde kabels of niet afgeschermd kabels;
- transferimpedantie (ader-ader) van telecomkabels (0,1 mΩ/km).

De specifieke beïnvloedingsgebieden zijn in tabel 7 gegeven voor de normale bedrijfssituatie en tijdens kortsluiting bij de maximaal mogelijke parallelloop.

Tabel 7, Specifieke beïnvloedingsgebieden voor bekabeling (CM en DM spanningen)

Scenario	Specifieke beïnvloedingsgebieden aan beide zijden vanaf hart tracé [m]									
	220kV offshore L = 100 km		220kV on-shore ⁴						380kV on-shore L=1,65 km	
			L=1,5km		L=2,25km		L=4,5km			
	CM	DM	CM	DM	CM	DM	CM	DM	CM	DM
Normaal bedrijf (maximale stroombelasting in beide circuits, 2% asymmetrie)	25	600	0	0	0	0	0	55	55	55
Kortsluiting (1-fase, 3-fasen)	225	2250	60	140	130	370	250	700	500	700

⁴ Vanwege de haven is de parallelloop van kabels en leidingen met de nieuwe 220kV kabel beperkt tot de lengte vóór en na de haven. Hiermee wordt het beïnvloedingsgebied voor het 220kV on-shore tracé beperkt tot de afstanden behorende bij een parallelloop van circa 1,5km en 2,25 km.

3.3 Overzicht maatgevende beïnvloedingsgebieden

De maximale afstanden vanaf de 220kV en 380kV kabelverbindingen waarbinnen kabels en leidingen mogelijk ontoelaatbaar kunnen worden beïnvloed zijn vastgesteld in voorgaande paragrafen. In tabel 8 is een overzicht gegeven van de maatgevende beïnvloedingsgebieden waarmee rekening moet worden gehouden bij de inventarisatie van de kabels en leidingen in de omgeving.

Tabel 8, Overzicht maatgevende specifieke beïnvloedinggebieden

Object	Specifieke beïnvloedingsgebieden aan beide zijden vanaf hart tracé [m]				
	220kV offshore L = 100 km	220kV on-shore ⁵			380kV on-shore L=1,65 km
		L=1,5km	L=2,25km	L=4,5km	
Buisleidingen	175	23	73	170	300
Bekabeling	2250	140	370	700	700

De maatgevende specifieke beïnvloedingsgebieden zijn tevens weergegeven in afbeelding 2a, 2b en 3 met de topografische ondergrond afkomstig van Google Earth.

⁵ Vanwege de haven is de parallelloop van kabels en leidingen met de nieuwe 220kV kabel beperkt tot de lengte vóór en na de haven. Hiermee wordt het beïnvloedingsgebied voor het 220kV on-shore tracé beperkt tot de afstanden behorende bij een parallelloop van circa 1,5km en 2,25 km.

De maximaal mogelijk optredende spanningen op de buisleiding zijn berekend op basis van de volgende worst-case aannamen:

- een bodemweerstand van $2 \Omega \cdot m$ voor het berekenen van de mutuele impedanties;
- de buisleiding is aan één zijde geaard (westzijde);
- de isolatie van de bekleding is goed elektrisch isolerend met afleidingsweerstand van $0,1 M\Omega/m^2$;

In tabel 10 is de maximaal optredende elektrische beïnvloeding voor het buisleidingstraject gegeven en getoetst aan de toelaatbare waarden.

Tabel 10, Maximaal optredende elektrische beïnvloeding buisleidingstrajecten

	Normaal bedrijf [V]	1-fase kortsluiting [V]	3-fasen kortsluiting [V]	Langdurige buissspanning [V]
Toelaatbare waarden:	25	1500	1500	4
Traject:				
NGT Gasleiding	9	623	4	3,5

Zoals blijkt uit de resultaten gegeven in tabel 10 wordt voor alle bedrijfssituaties van de AC kabelverbinding voldaan aan de gestelde eisen.

Geconcludeerd kan worden dat er geen sprake is van ontoelaatbare inductieve beïnvloeding op de NGT buisleiding ten aanzien van aanraakspanningen en wisselstroomcorrosie.

4.3.2 Weerstandsbeïnvloeding NGT buisleiding

Gedurende foutsituaties kunnen bij aardpunten van het systeem kortstondig stromen door de bodem vloeien. Voor objecten in de nabijheid van de aardpunten moet met deze kortstondige stromen rekening worden gehouden. De NGT buisleiding ligt echter niet in de nabijheid van een aardpunt van het AC systeem. Bovendien wordt weerstandsbeïnvloeding door aardingsinstallaties binnen het AC systeem niet onderzocht binnen de kaders van het huidige onderzoek naar de haalbaarheid en eventuele knelpunten van het voorlopige kabeltracé.

4.4 Glasvezelkabel Tyco

4.4.1 Inductieve beïnvloeding Tyco glasvezelkabel

Aanraakspanningen

Uit de inventarisatie blijkt dat er één datakabelverbinding van de eigenaar Tyco Electronics Subsea Communications (TE SubCom) parallel is gelegen aan het geplande offshore kabeltracé. Volgens opgave van Energy Solutions [8] worden voor de offshore glasvezelverbindingen, kabels van het type SL (Slim Line) toegepast. Dit type glasvezelkabel is voorzien van één of twee lagen stalen armering en een koperen scherm. Voor speciale toepassingen kan deze standaard kabel worden ge-upgrade met extra lagen stalen armering welke worden afgewerkt met een laag asphalt bitumen. In bijlage D zijn de verstrekte gegevens van de glasvezelkabels opgenomen.

De betreffende verbinding naar Engeland is voorzien van zogenaamde repeaters (optische versterkers) welke om de circa 50-90km zijn aangebracht en via het koperen scherm worden voorzien van de elektrische voeding. Volgens de specificaties van Tyco zijn de repeaters bestand tegen een maximale spanning van circa 10,2 kV (t.o.v. zeebodem), een maximale continue stroom van 1,6 A en een stroompuls van 450 A gedurende 10ms.

In de overzichtstekening in bijlage C is het beschouwde traject samen met de nieuwe kabelverbindingen weergegeven. De glasvezel- en AC kabels kennen een parallelloop over een lengte van circa 100 km met een onderlinge afstand variërend van circa 5 meter tot 9 km.

Het kabeltraject en de AC kabelverbinding zijn gemodelleerd en de optredende beïnvloedingsspanningen zijn berekend met het programma ATP/EMTP. De datakabel is gemodelleerd door voor iedere 100 m lengte de elektrische parameters volgens [2], [3], en [4] te berekenen. Hierbij is uitgegaan van de armering met koperscherm van de basis SL-21 kabel welke zeer goed is geïsoleerd middels een HDPE bekleding. De AC hoogspanningsverbinding is in de elektrische parameters voor de dataleiding verwerkt.

De maximaal mogelijk optredende spanningen op de buisleiding zijn berekend op basis van de volgende worst-case aannamen:

- een bodemweerstand van 2 Ω .m voor het berekenen van de mutuele impedanties;
- De kabel is niet gesegmenteerd
- Aardscherm/armering is aan één zijde geaard

In tabel 11 zijn de resultaten gegeven waarbij is aangegeven of wordt voldaan aan de gestelde criteria.

Tabel 11, Maximaal optredende elektrische beïnvloeding kabeltraject Tyco

	CM-Normaal bedrijf [V]	CM-1-fase kortsluiting [V]	CM-3-fasen kortsluiting [V]
Toelaatbare waarden:			
Traject:	30	660	660
Tyco datakabel	6	406	3

Geconcludeerd kan worden dat er geen sprake is van ontoelaatbare inductieve beïnvloeding op de datakabel van Tyco ten aanzien van common mode spanningen en aanraakspanningen.

Verstoring/beschadiging van repeaters

Gezien de technische specificaties waaraan de repeaters van Tyco moeten voldoen zullen de geïnduceerde wisselspanningen geen schade aan de repeaters veroorzaken.

5 INVENTARISATIE EN RESULTATEN: 220kV AC ON-SHORE

5.1 Algemeen

Aan de hand van de door Energy Solutions aangeleverde gegevens [8] van de bestaande kabels en leidingen worden de maatgevende objecten voor het on-shore 220kV AC kabeltraject genoemd in de volgende paragrafen.

5.2 Parallele datakabels en buisleidingen

5.2.1 Inventarisatie kabels en leidingen

Aan de hand van de liggingsgegevens aangeleverd door Energy Solutions zijn de ondergrondse signaalkabels en buisleidingen parallel aan de nieuwe AC kabelverbinding geïnventariseerd. In tabel 12 is een overzicht gegeven van de belanghebbende bedrijven in het gebied en het soort belang.

Tabel 12, Belanghebbende bedrijven

Bedrijf	Belang	Binnen beïnvloedingsgebied [J/N]	Paralleloop [J/N]	Stalen buisleiding [J/N]
Delta Eemshaven Koning en Hartman Network services (Deem)	datatransport	J	N	-
Enexis B.V.	Gas hoge druk middenspanning laagspanning	J x x	J	N
Gemeente Eemsmond	divers, geen belang	x	x	x
Havenschap Delfzijl Eemshaven	riool onder druk riool vrijerval datatransport middenspanning laagspanning	J J J x x	J J J	onbekend N
KPN B.V.	datatransport	J	J	
Muggingburo	datatransport	J	J	
NV Nederlandse Gasunie Oost	buisleiding gevaarlijke inhoud	J	J	J
TenneT TSO	Datatransport* landelijk hoogspanningsnet Hoogspanning laagspanning overig-aanduiding hs-terrein	J x x x x	J (50m)	
Waterschap Noorderzijlvest	Overig	J	J	onbekend
Waterbedrijf Groningen	water	J	J	N

*) Vanwege de zeer korte paralleloop en de relatief grote afstand tot de AC kabelverbinding zijn deze objecten verder niet beschouwd op ontoelaatbare beïnvloeding.

5.2.2 Buisleidingen

Uit de inventarisatie blijkt dat er buisleidingen van drie eigenaren binnen het specifieke beïnvloedingsgebied van de hoogspanningsverbinding zijn gelegen welke mogelijk van staal zijn. In overzichtstekeningen DB121000-T01 blad 1 en 2 in bijlage E zijn de beschouwde buisleidingstrajecten weergegeven.

Tabel 13, Belanghebbende bedrijven met buisleidingen binnen beïnvloedingsgebied

Bedrijf/instantie	Belang
Gasunie	Buisleiding gevaarlijke inhoud
Havenschap Delfzijl Eemshaven	Riool onder druk
Waterschap Noorderzijlvest	overig

De buisleidingstrajecten zijn gemodelleerd en de optredende beïnvloedingsspanningen zijn berekend met het programma ATP/EMTP. De resultaten van de globale beschouwingen zijn gegeven in tabel 14. De maximaal mogelijk optredende spanningen op deze objecten zijn berekend op basis van de volgende worst-case aannamen:

- het object is elektrisch geleidend
- het object is niet gesegmenteerd
- het object is aan één zijde geaard

In tabel 14 is de maximaal optredende elektrische beïnvloeding per buisleidingtraject gegeven en getoetst aan de toelaatbare waarden. Voor normaal en langdurig gemiddeld bedrijf zijn tevens de optredende spanningen gegeven voor de situatie zonder het nieuwe 220kV AC kabelcircuit.

Tabel 14, Maximaal optredende elektrische beïnvloeding buisleidingstrajecten

	Normaal bedrijf [V]		1-fase kortsluiting [V]	3-fasen kortsluiting [V]	Langdurige buisspanning [V]	
	zonder	met			zonder	met
Toelaatbare waarden:		25	1500	1500		4
Traject:						
NGU	55	55	560	56	55	55
HDE01	n.v.t.	8	827	3	n.v.t.	3
WNZ01	n.v.t.	8	815	6	n.v.t.	3

Bij normaal bedrijf en langdurig gemiddeld bedrijf laten de berekeningen overschrijdingen van de toelaatbare spanningen zien voor de buisleiding van Gasunie. Deze overschrijdingen worden echter al bereikt in de situatie zonder de nieuwe 220kV AC kabelverbinding. Met de nieuwe 220kV AC kabel verandert de situatie tijdens normale bedrijfsvoering nagenoeg niet.

Geconcludeerd kan worden dat de nieuwe 220kV AC kabelverbinding geen ontoelaatbare inductieve beïnvloeding op de on-shore buisleidingen veroorzaakt.

5.2.3 Signaal- en telecommunicatie kabels

Uit de inventarisatie blijkt dat er diverse signaal- en telecommunicatie kabels van drie eigenaren binnen het specifieke beïnvloedingsgebied van de hoogspanningverbinding zijn gelegen, zie tabel 15. In overzichtstekeningen DB121000-T02 blad 1 en 2 in bijlage E zijn de beschouwde kabeltrajecten weergegeven.

Tabel 15, Belanghebbende bedrijven met signaalkabels binnen beïnvloedingsgebied

Bedrijf/instantie	Belang
Havenschap Delfzijl Eemshaven	Datatransport
KPN B.V.	Datatransport
Muggingburo	Datatransport

De kabeltrajecten zijn gemodelleerd en de optredende beïnvloedingsspanningen zijn berekend met het programma ATP/EMTP. De resultaten van de globale beschouwingen zijn gegeven in tabel 16. De maximaal mogelijk optredende spanningen op deze objecten zijn berekend op basis van de volgende worst-case aannamen:

- Het betreft metaalhoudende kabels met niet-gebalanceerde aderparen
- De kabel is niet gesegmenteerd
- Aardschermen zijn aan één zijde geaard
- Aardschermen zijn goed geïsoleerd

In tabel 16 is de maximaal optredende elektrische beïnvloeding per signaalkabeltraject gegeven en getoetst aan de toelaatbare waarden.

Tabel 16, Maximaal optredende elektrische beïnvloeding signaalkabeltrajecten

	CM-Normaal bedrijf [V]		DM-Normaal bedrijf [mV]		CM-1-fase kortsluiting [V]	DM-1-fase kortsluiting [mV]	CM-3-fasen kortsluiting [V]	DM-3-fasen kortsluiting [mV]
	zonder	met	zonder	met				
Toelaatbare waarden:	30		9.3		660	55.8	660	55.8
Traject:	zonder	met	zonder	met				
HDE11	58	55	9	9	760	125	57	9
HDE12	40	46	7	9	1220	228	87	16
HDE14	n.v.t.	8	n.v.t.	1	620	81	3	<1
KPN10	53	54	5	5	580	57	58	6
KPN12	54	48	10	9	705	132	51	10
KPN13	n.v.t.	9	n.v.t.	1	631	82	3	<1
MUG10	43	40	8	8	1169	225	47	9
MUG12	n.v.t.	9	n.v.t.	1	642	83	3	<1

Bij normaal bedrijf laten de berekeningen geringe overschrijdingen van de toelaatbare CM spanningen voor gevoelige apparatuur zien. Deze overschrijdingen worden echter al bereikt in

de situatie zonder de nieuwe 220kV AC kabelverbinding. Met de nieuwe 220kV AC kabel verandert de situatie tijdens normale bedrijfsvoering nagenoeg niet.

Wel wordt er door de nieuwe 220kV AC kabel tijdens een 1-fase kortsluiting de toelaatbare beïnvloeding voor zowel aanraakveiligheid als DM-spanningen op één of meerdere kabeltrajecten van alle eigenaren overschreden.

In de praktijk wordt verwacht dat de Differential Mode spanningen niet tot problemen zullen leiden. De Common Mode spanningen tijdens een 1-fase kortsluiting moeten echter worden beperkt. Dit kan worden bereikt door de mantels 2-zijdig of indien nodig meervoudig te aarden (eventueel via een overspanningsafleider). Voor de mantels, afscherming en ongebruikte aders kan dit worden bereikt door deze 2-zijdig of indien nodig meervoudig te aarden (eventueel via overspanningafleiders). Met het toepassen van zogenaamde repeaters (signaalversterkers voorzien van overspanningbeveiliging en signaalfilters) kan middels optische koppelingen een galvanische scheiding in de signaalkabel worden aangebracht waarmee de CM spanningen kunnen worden gereduceerd naar aanvaardbare waarden.

6 INVENTARISATIE EN RESULTATEN: 380 kV AC ON-SHORE

6.1 Algemeen

Aan de hand van de door Energy Solutions aangeleverde gegevens [8] van de bestaande kabels en leidingen worden de maatgevende objecten voor het on-shore AC kabeltraject genoemd in de volgende paragrafen.

6.2 Parallele datakabels en buisleidingen

6.2.1 Inventarisatie kabels en leidingen

Aan de hand van de ligginggegevens aangeleverd door Energy Solutions zijn de ondergrondse signaalkabels en buisleidingen parallel aan de nieuwe AC kabelverbinding geïnventariseerd. In tabel 17 is een overzicht gegeven van de belanghebbende bedrijven in het gebied en het soort belang.

Tabel 17, Belanghebbende bedrijven

Bedrijf	Belang	Binnen beïnvloedingsgebied [J/N]	Paralleloop [J/N]	Stalen buisleiding [J/N]
Delta Eemshaven Koning en Hartman Network services (Deem)	datatransport	J	N	-
Electrabel Nederland N.V.	buisleiding gevaarlijke inhoud	N	J	J
	gas hoge druk	J	J	onbekend
	gas lage druk	N	J	onbekend
	riool onder druk	N	J	onbekend
	riool vrijverval	J	J (20m)	Nee
	warmte	N	J	
	water	N	J	N
	datatransport	J	J	
	hoogspanning	x		
	middenspanning	x		
	laagspanning	x		
	overig	J	J (50 m)*	
Enexis B.V.	Gas hoge druk	J	J	N
	Gas lage druk	J	J	N
	middenspanning	x		
	laagspanning	x		
Gemeente Eemshaven	divers, geen belang	x	x	x
Havenschap Delfzijl Eemshaven	riool onder druk	J	J	onbekend
	riool vrijverval	J	J	N
	water	N	N	N
	datatransport	J	J	
	middenspanning	x		
	laagspanning	x		
	overig	J	J (15 m)*	
KPN B.V.	datatransport	J	J	

Bedrijf	Belang	Binnen beïnvloedingsgebied [J/N]	Paralleloop [J/N]	Stalen buisleiding [J/N]
Musingburo	datatransport	J	J	
NV Nederlandse Gasunie Oost	buisleiding gevaarlijke inhoud	N	J	J
Reggefiber Operator B.V.	geen belang			
Relined P/A v.d.Berg infrastructuren BV	datatransport	J	J	
RWE Innogy Windpower Netherlands B.V.	datatransport - geen belang middenspanning - geen belang	x		
RWS wegendistr Groningen Drenthe	datatransport-geen belang laagspanning overig - geen belang	x		
TenneT TSO	datatransport landelijk hoogspanningsnet Hoogspanning laagspanning overig-aanduiding hs-terrein	J x x x x	J	
Waterbedrijf Groningen	water datatransport	J J	J N	J (geen paralleloop)
Ziggo BV	datatransport	J	J	

*) Vanwege de zeer korte paralleloop en de relatief grote afstand tot de AC kabelverbinding zijn deze objecten verder niet beschouwd op ontoelaatbare beïnvloeding.

6.2.2 Buisleidingen

Uit de inventarisatie blijkt dat er buisleidingen van twee eigenaren binnen het specifieke beïnvloedingsgebied van de hoogspanningsverbinding zijn gelegen welke mogelijk van staal zijn. In overzichtstekening DB121000-T03 in bijlage E zijn de beschouwde buisleidingstrajecten weergegeven.

Tabel 18, Belanghebbende bedrijven met buisleidingen binnen beïnvloedingsgebied

Bedrijf/instantie	Belang
Electrabel Nederland N.V.	Gas hoge druk
Havenschap Delfzijl Eemshaven	Riool onder druk

De buisleidingstrajecten zijn gemodelleerd en de optredende beïnvloedingsspanningen zijn berekend met het programma ATP/EMTP. De resultaten van de globale beschouwingen zijn gegeven in tabel 19. De maximaal mogelijk optredende spanningen op deze objecten zijn berekend op basis van de volgende worst-case aannamen:

- het object is elektrisch geleidend
- het object is niet gesegmenteerd
- het object is aan één zijde geaard

In tabel 19 is de maximaal optredende elektrische beïnvloeding per buisleidingtraject gegeven en getoetst aan de toelaatbare waarden. Voor normaal en langdurig gemiddeld bedrijf zijn tevens de optredende spanningen gegeven voor de situatie zonder het nieuwe AC kabelcircuit.

Tabel 19, Maximaal optredende elektrische beïnvloeding buisleidingtrajecten

	Normaal bedrijf [V]		1-fase kortsluiting [V]	3-fasen kortsluiting [V]	Langdurige buisspanning [V]	
	zonder	met			zonder	met
Toelaatbare waarden:	25		1500	1500	4	
Traject:	zonder	met			zonder	met
ELE01	20,2	19,2	1607	32	12,1	11,7
HDE01	38,8	39,6	6557	477	23,9	24,2

Bij normaal bedrijf en langdurig gemiddeld bedrijf laten de berekeningen overschrijdingen van de toelaatbare spanningen zien. Deze overschrijdingen worden echter al bereikt in de situatie zonder de nieuwe 380kV AC kabelverbinding. Met de nieuwe 380kV AC kabel verandert de situatie tijdens normale bedrijfsvoering nagenoeg niet.

Wel wordt er door de nieuwe 380kV AC kabel tijdens een 1-fase kortsluiting de toelaatbare beïnvloeding op het buisleidingtraject van Havenbedrijf Delfzijl Eemshaven ruimschoots overschreden. Indien dit stalen buisleidingen betreffen wordt op basis hiervan verwacht dat na gedetailleerde berekeningen met specifieke gegevens er overschrijdingen ten aanzien van de aanraakveiligheid overblijven. Deze spanningen zullen middels mitigerende maatregelen in de vorm van wisselstroom drainages op de buisleiding terug moeten worden gebracht naar aanvaardbare waarden. Gezien de lage bodemweerstand op de diepere lagen in dit gebied worden er geen problemen verwacht ten aanzien van de haalbaarheid van de verwachte benodigde lage verspreidingsweerstandswaarden (tot 0,1 Ohm) van de wisselstroomdrainages.

Geconcludeerd kan worden dat geen onoplosbare problemen te verwachten zijn in verband met inductieve beïnvloeding op buisleidingen.

6.2.3 Signaal- en telecommunicatie kabels

Uit de inventarisatie blijkt dat er diverse signaal- en telecommunicatie kabels van zeven eigenaren binnen het specifieke beïnvloedingsgebied van de hoogspanningverbinding zijn gelegen, zie tabel 20. In overzichtstekening DB121000-T04 in bijlage E zijn de beschouwde kabeltrajecten weergegeven.

Tabel 20, Belanghebbende bedrijven met signaalkabels binnen beïnvloedingsgebied

Bedrijf/instantie	Belang
Electrabel Nederland N.V.	Datatransport
Havenschap Delfzijl Eemshaven	Datatransport
KPN B.V.	Datatransport
Mugingburo	Datatransport
Relined P/A v.d.Berg infrastructuuren BV	Datatransport
TenneT TSO	Datatransport
Ziggo BV	Datatransport

De kabeltrajecten weergegeven in tekening DB121000-T04 zijn gemodelleerd en de optredende beïnvloedingsspanningen zijn berekend met het programma ATP/EMTP. De resultaten van de globale beschouwingen zijn gegeven in tabel 21. De maximaal mogelijk optredende spanningen op deze objecten zijn berekend op basis van de volgende worst-case aannamen:

- Het betreft metaalhoudende kabels met niet-gebalanceerde aderen
- De kabel is niet gesegmenteerd
- Aardschermen zijn aan één zijde geaard
- Aardschermen zijn goed geïsoleerd

In tabel 21 is de maximaal optredende elektrische beïnvloeding per signaalkabeltraject gegeven en getoetst aan de toelaatbare waarden.

Tabel 21, Maximaal optredende elektrische beïnvloeding signaalkabeltrajecten

	CM-Normaal bedrijf [V]		DM-Normaal bedrijf [mV]		CM-1-fase kortsluiting [V]	DM-1-fase kortsluiting [mV]	CM-3-fasen kortsluiting [V]	DM-3-fasen kortsluiting [mV]
	zonder	met	zonder	met				
Toelaatbare waarden:	30		9.3		660	55.8	660	55.8
Traject:								
ELE10	33	34	4,5	4,6	2770	377	248	34
ELE11	1	2	0,1	0,1	585	51	6	0,5
HDE10	35	35	4,2	4,2	1289	155	40	4,8
HDE11	29	29	1,8	1,8	397	24,2	30	1,8
HDE12	38	37	4,5	4,5	425	51	39	4,7
HDE13	16	15	0,9	0,8	924	49,7	21	1,1
KPN10	39	39	4,7	4,7	3875	600	380	58,9
KPN11	20	20	0,27	0,27	1377	129	27	2,5
KPN12	39	39	4,6	4,6	444	53	40	4,8
MUG10	32	32	3,8	3,8	1140	137	33	3,9
MUG11	10	10	0,6	0,6	688	37	13	0,7
REL10	20	20	1,1	1,1	1086	58,4	26	1,4
TEN10	30	30	3,0	3,0	840	84,9	30	3,0
ZIG10	28	28	2,6	2,6	1338	126	36	3,4
ZIG11	18	18	1,0	1,0	1030	55,4	24	1,3
ZIG12	17	17	1,0	1,0	845	49,8	23	1,3

Bij normaal bedrijf laten de berekeningen geringe overschrijdingen van de toelaatbare CM spanningen voor gevoelige apparatuur zien. Deze overschrijdingen worden echter al bereikt in de situatie zonder de nieuwe 380kV AC kabelverbinding. Met de nieuwe 380kV AC kabel verandert de situatie tijdens normale bedrijfsvoering nagenoeg niet.

Wel wordt er door de nieuwe 380kV AC kabel tijdens een 1-fase kortsluiting de toelaatbare beïnvloeding voor zowel aanraakveiligheid als DM-spanningen op één of meerdere kabeltrajecten van alle eigenaren overschreden.

In de praktijk wordt verwacht dat de Differential Mode spanningen niet tot problemen zullen leiden. De Common Mode spanningen tijdens een 1-fase kortsluiting moeten echter worden beperkt. Dit kan worden bereikt door de mantels 2-zijdig of indien nodig meervoudig te aarden (eventueel via een overspanningsafleider). Voor de mantels, afscherming en ongebruikte aders kan dit worden bereikt door deze 2-zijdig of indien nodig meervoudig te aarden (eventueel via overspanningafleiders). Met het toepassen van zogenaamde repeaters (signaalversterkers voorzien van overspanningbeveiliging en signaalfilters) kan middels optische koppelingen een galvanische scheiding in de signaalkabel worden aangebracht waarmee de CM spanningen kunnen worden gereduceerd naar aanvaardbare waarden.

7 SAMENVATTING EN CONCLUSIES

Voor de aansluiting van het offshore windpark Gemini wordt een variant met gelijkstroom en een variant met wisselstroom onderzocht. Bij beide opties wordt de kabelverbinding vanaf het offshore verzamelstation nabij de windturbines aangesloten op een on-shore tussenstation waar de opgewekte windenergie wordt omgezet en gesynchroniseerd met het hoogspanningsnet van TenneT. Het tussenstation wordt met een ondergrondse kabelverbinding aangesloten op het 380kV hoogspanningsstation “Eemshaven- Oudeschip” van TenneT. De variant op basis van een gelijkstroomverbinding is uitgewerkt in een separate rapportage, met referentie DB120200-R02 AD van Petersburg Consultants.

In dit rapport zijn de mogelijke elektrische beïnvloedingsmechanismen op de bestaande ondergrondse kabels en leidingen beschreven. Voor de relevante mechanismen zijn vervolgens op basis van de karakteristieken van de kabelverbindingen en de toelaatbare beïnvloeding op het object, het gebied aangegeven waarbinnen rekening dient te worden gehouden met mogelijk ontoelaatbare beïnvloeding op bestaande kabels en leidingen, de zogenaamde specifieke beïnvloedingsgebieden.

Dit onderzoek op hoofdlijnen heeft zicht gericht op de eventuele bezwaren en beperkingen voor het tracéontwerp in verband met elektrische beïnvloeding op de bestaande offshore en on-shore buisleidingen en datakabels.

7.1 Conclusies

7.1.1 Algemeen

Inductieve beïnvloeding

Van inductieve beïnvloeding is sprake in geval van een stroomvoerende geleider met een wisselend of veranderend magneetveld. Veranderende magneetvelden zullen een stroom induceren in parallel gelegen geleidende objecten welke op hun beurt spanningsverschillen veroorzaken.

Door inductieve beïnvloeding kunnen spanningen en stromen geïnduceerd worden in parallel gelegen geleidende objecten zoals buisleidingen en signaal- en besturingskabels. De geïnduceerde spanningen en stromen in deze objecten kunnen onder andere ontoelaatbare overbruggingsspanningen veroorzaken, wisselstroomcorrosie of leiden tot storingen in apparatuur.

Met deze vorm van beïnvloeding dient rekening te worden gehouden voor de geplande kabelverbindingen ten behoeve van het windpark Gemini.

Capacitieve beïnvloeding

Hiervan is uitsluitend sprake bij bovengrondse, geïsoleerde delen nabij een systeem met hoge spanningen.

Door de afscherpende werking van de mantels en omringende grond is capacitieve beïnvloeding bij ondergrondse kabelverbindingen niet van toepassing

Weerstandbeïnvloeding

Van weerstandsbeïnvloeding is sprake wanneer er uit de hoogspanningsverbinding een stroom kan vloeien naar de omringende bodem.

Gedurende foutsituaties kunnen bij aardpunten van het systeem kortstondig stromen door de bodem vloeien. Voor objecten in de nabijheid van de aardpunten moet met deze kortstondige stromen rekening worden gehouden. Weerstandbeïnvloeding door aardingsinstallaties behorende bij het systeem vallen buiten de kaders van het huidige onderzoek naar de haalbaarheid en eventuele knelpunten van het voorlopige kabeltracé.

7.1.2 Inductieve beïnvloeding 220kV AC verbinding offshore

Voor het offshore 220kV AC kabeldeel is de NGT buisleiding van GDF Suez en de glasvezelkabel van Tyco beschouwd op elektrische beïnvloeding.

NGT buisleiding

Op basis van worst-case uitgangspunten is de optredende beïnvloeding berekend en getoetst aan de toelaatbare waarden. Zoals blijkt uit de resultaten gegeven (zie tabel 10) wordt voor alle bedrijfssituaties van de 220kV AC kabelverbinding voldaan aan de gestelde eisen.

Geconcludeerd kan worden dat er geen sprake is van ontoelaatbare inductieve beïnvloeding op de NGT buisleiding ten aanzien van aanraakspanningen en wisselstroomcorrosie.

Glasvezelkabel Tyco

Op basis van worst-case uitgangspunten is de optredende beïnvloeding berekend en getoetst aan de toelaatbare waarden. Zoals blijkt uit de resultaten gegeven (zie tabel 11) wordt voor alle bedrijfssituaties van de 220kV AC kabelverbinding voldaan aan de gestelde eisen.

Geconcludeerd kan worden dat er geen sprake is van ontoelaatbare inductieve beïnvloeding op de datakabel van Tyco ten aanzien van common mode spanningen en aanraakspanningen.

Overall wordt geconcludeerd dat er geen sprake is van ontoelaatbare beïnvloeding door de 220kV AC verbinding van Gemini op de NGT buisleiding van GDF Suez en de glasvezelverbinding naar Engeland van Tyco.

7.1.3 Inductieve beïnvloeding 220kV AC verbinding on-shore

Aan weerszijden van de on-shore 220kV AC hoogspanningsverbinding is geïnventariseerd welke objecten mogelijk elektrisch ontoelaatbaar worden beïnvloed.

Buisleidingen

Uit de inventarisatie blijkt dat er buisleidingen van drie leidingeigenaren binnen het beïnvloedingsgebied van de hoogspanningsverbinding zijn gelegen met mogelijk stalen buisleidingen. Op basis van worst-case uitgangspunten is de optredende beïnvloeding berekend en getoetst aan de toelaatbare waarden.

Bij normaal bedrijf en langdurig gemiddeld bedrijf laten de berekeningen overschrijdingen van de toelaatbare spanningen zien voor de buisleiding van Gasunie. Deze overschrijdingen worden echter al bereikt in de situatie zonder de nieuwe 220kV AC kabelverbinding. Met de nieuwe 220kV AC kabel verandert de situatie tijdens normale bedrijfsvoering nagenoeg niet.

Geconcludeerd kan worden dat de nieuwe 220kV AC kabelverbinding geen ontoelaatbare inductieve beïnvloeding op de on-shore buisleidingen veroorzaakt.

Signaal- en telecommunicatiekabels

Uit de inventarisatie blijkt dat er diverse signaal- en telecommunicatie kabels van zeven eigenaren binnen het specifieke beïnvloedingsgebied van de hoogspanningsverbinding zijn gelegen. Op basis van worst-case uitgangspunten is de optredende beïnvloeding berekend en getoetst aan de toelaatbare waarden.

Bij normaal bedrijf laten de berekeningen geringe overschrijdingen van de toelaatbare CM spanningen voor gevoelige apparatuur zien. Deze overschrijdingen worden echter al bereikt in de situatie zonder de nieuwe 220kV AC kabelverbinding. Met de nieuwe 220kV AC kabel verandert de situatie tijdens normale bedrijfsvoering nagenoeg niet.

Wel wordt er door de nieuwe 220kV AC kabel tijdens een 1-fase kortsluiting de toelaatbare beïnvloeding voor zowel aanraakveiligheid als DM-spanningen op één of meerdere kabeltrajecten van alle eigenaren overschreden.

In de praktijk wordt verwacht dat de Differential Mode spanningen niet tot problemen zullen leiden. De Common Mode spanningen tijdens een 1-fase kortsluiting moeten echter worden beperkt. Dit kan worden bereikt door de mantels 2-zijdig of indien nodig meervoudig te aarden (eventueel via een overspanningsafleider). Voor de mantels, afscherming en ongebruikte aders kan dit worden bereikt door deze 2-zijdig of indien nodig meervoudig te aarden (eventueel via overspanningafleiders). Met het toepassen van zogenaamde repeaters (signaalversterkers voorzien van overspanningbeveiliging en signaalfilters) kan middels optische koppelingen een galvanische scheiding in de signaalkabel worden aangebracht waarmee de CM spanningen kunnen worden gereduceerd naar aanvaardbare waarden.

Geconcludeerd wordt dat er geen onoplosbare problemen te verwachten zijn in verband met inductieve beïnvloeding op de aanwezige signaalkabels.

7.1.4 Inductieve beïnvloeding 380kV AC verbinding

Aan weerszijden van de 380kV AC hoogspanningsverbinding is geïnventariseerd welke objecten mogelijk elektrisch ontoelaatbaar worden beïnvloed.

Buisleidingen

Uit de inventarisatie blijkt dat er buisleidingen van twee leidingeigenaren binnen het beïnvloedingsgebied van de hoogspanningsverbinding zijn gelegen. Op basis van worst-case uitgangspunten is de optredende beïnvloeding berekend en getoetst aan de toelaatbare waarden. Voor buisleidingstrajecten van Electrabel Nederland en Havenbedrijf Delfzijl Eemshaven zijn ontoelaatbare aanraakspanningen berekend in geval van een 1-fase kortsluiting in de AC kabelverbinding. Indien dit stalen buisleidingen betreffen wordt op basis hiervan verwacht dat na gedetailleerde berekeningen met specifieke gegevens er overschrijdingen ten aanzien van de aanraakveiligheid overblijven. Deze spanningen zullen middels mitigerende maatregelen in de vorm van wisselstroom drainages op de buisleiding terug moeten worden gebracht naar aanvaardbare waarden. Er worden echter geen problemen verwacht voor de haalbaarheid van deze maatregelen.

Bij normaal bedrijf en langdurig gemiddeld bedrijf laten de berekeningen eveneens overschrijdingen van de toelaatbare spanningen zien. Deze overschrijdingen worden echter al berekend in de situatie zonder de nieuwe 380kV AC kabelverbinding. Met de nieuwe 380kV AC kabel verandert de situatie tijdens normale bedrijfsvoering nagenoeg niet.

Geconcludeerd wordt dan ook dat geen onoplosbare problemen te verwachten zijn in verband met inductieve beïnvloeding op buisleidingen.

Signaal- en telecommunicatiekabels

Uit de inventarisatie blijkt dat er diverse signaal- en telecommunicatie kabels van zeven eigenaren binnen het specifieke beïnvloedingsgebied van de hoogspanningsverbinding zijn gelegen. Op basis van worst-case uitgangspunten is de optredende beïnvloeding berekend en getoetst aan de toelaatbare waarden.

Bij normaal bedrijf laten de berekeningen geringe overschrijdingen van de toelaatbare CM spanningen voor gevoelige apparatuur zien. Deze overschrijdingen worden echter al berekend in de situatie zonder de nieuwe 380kV AC kabelverbinding. Met de nieuwe 380kV AC kabel verandert de situatie tijdens normale bedrijfsvoering nagenoeg niet.

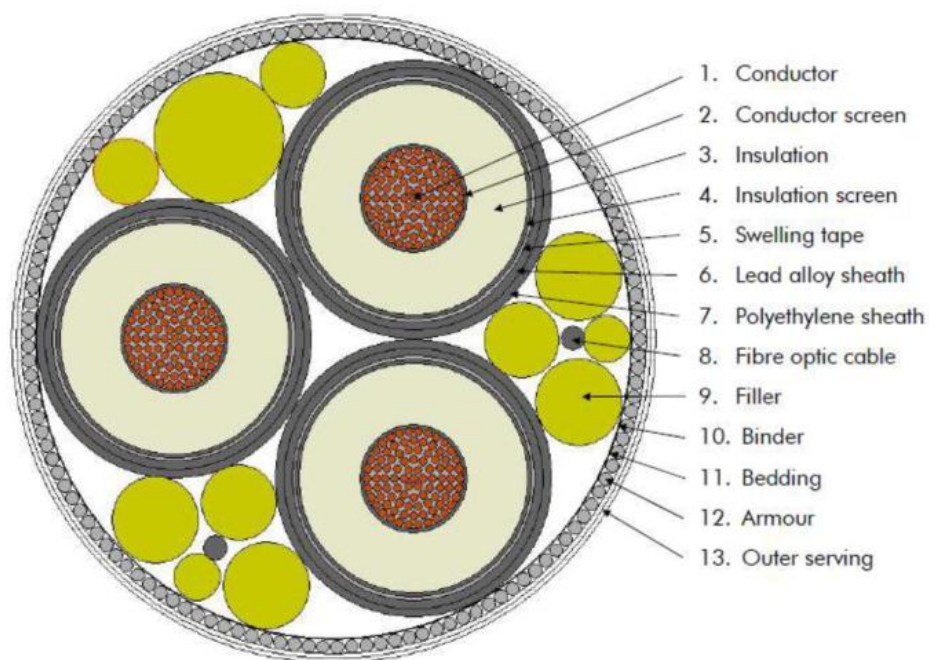
Wel wordt er door de nieuwe 380kV AC kabel tijdens een 1-fase kortsluiting de toelaatbare beïnvloeding voor zowel aanraakveiligheid als DM-spanningen op één of meerdere kabeltrajecten van alle eigenaren overschreden.

In de praktijk wordt verwacht dat de DM spanningen niet tot problemen zullen leiden. De CM spanningen tijdens een 1-fase kortsluiting moeten echter worden beperkt. Dit kan worden bereikt door de mantels 2-zijdig of indien nodig meervoudig te aarden (eventueel via een overspanningsafleider). Voor de mantels, afscherming en ongebruikte aders kan dit worden bereikt door deze 2-zijdig of indien nodig meervoudig te aarden (eventueel via overspanningafleiders). Met het toepassen van zogenaamde repeaters (signaalversterkers voorzien van overspanningbeveiliging en signaalfilters) kan middels optische koppelingen een galvanische scheiding in de signaalkabel worden aangebracht waarmee de CM spanningen kunnen worden gereduceerd naar aanvaardbare waarden.

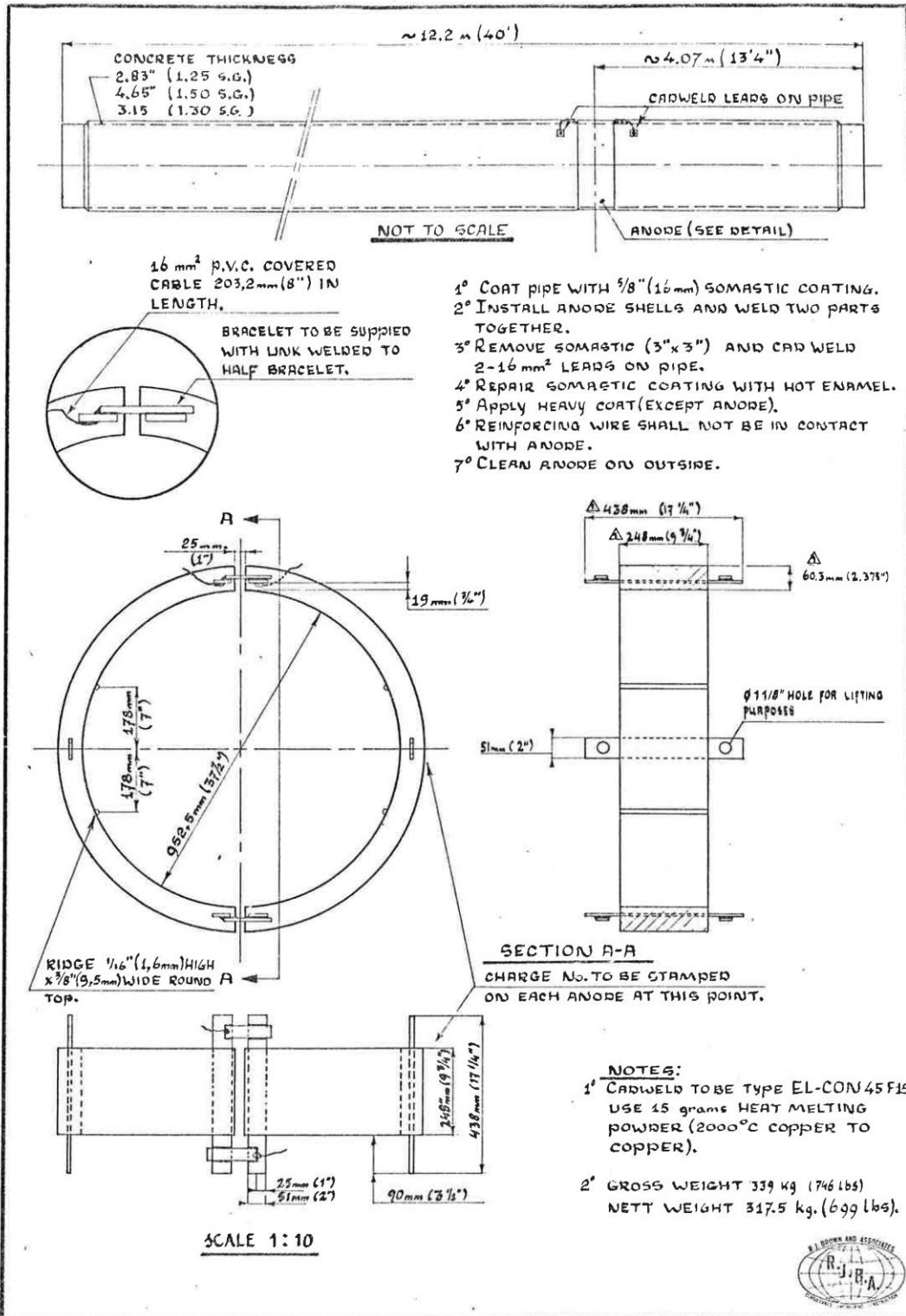
Geconcludeerd wordt dat er geen onoplosbare problemen te verwachten zijn in verband met inductieve beïnvloeding op signaalkabels.

BRONVERMELDING

- [1] Nederlandse Praktijkrichtlijn NPR2760, "De wederzijdse beïnvloeding van buisleidingen en hoogspanningsverbindingen", 1e druk november 1991.
- [2] Hermann W. Dommel e.a.: "Electromagnetic Transients Program – Reference Manual (EMTP Theory Book)", ref. DE-AC79-81BP31364, August 1986.
- [3] Ir. L. Verbeek: "Een methode voor het berekenen van door bovengrondse hoogspanningsverbindingen geïnduceerde spanningen op een stalen pijpleiding", Electrotechniek 57 (1979) nr. 11 (november) p. 769 t/m 776.
- [4] Cigré Working Group 36.02: "Guide on the influence of high voltage AC power systems on metallic pipelines", 1995.
- [5] CEOCOR (Comité d'Étude de la Corrosion et de la Protection des Canalisations): "AC Corrosion on cathodically protected pipelines - Guideline for risk assessment and mitigation measures".
- [6] Technical specification, NPR CEN/TS 15280 "Evaluation of a.c. corrosion likelihood of buried pipelines- Application to cathodically protected pipelines", 2005.
- [7] Nederlandse Norm NEN-EN 12954, "Kathodische bescherming van metalen constructie in de grond of in het water", januari 2001.
- [8] Gegevens ontvangen van Energy Solutions:
 - a. E-mail d.d. 1 februari 2012 van J. van Oosterom met ligginggegevens kabels en NGT buisleiding.
 - b. E-mail d.d. 16 februari 2012 van J. van Oosterom met document van Tyco: "TEMPLATE ENVIRONMENTAL INFORMATION FOR TE SUBCOM UNDERSEA CABLE SYSTEMS" d.d. 21-10-2011;
 - c. E-mails d.d. 6, 16 en 17 april 2012 van J. van Oosterom met gegevens 220kV AC kabel.
 - d. KLIC meldingen 220kV AC kabeldeel (on-shore)
 - i. E-mail d.d. 15-03-2012 van J. van Oosterom (meldingen 110044396_1 en 110044399_1)
 - e. KLIC meldingen 380kV AC kabeldeel
 - i. E-mail d.d. 15-03-2012 van J. van Oosterom (melding 110012342-1)
 - ii. E-mail d.d. 22-03-2012 van J. van Oosterom (melding 120012323-1)



Afbeelding A.1: karakteristieke opbouw 220kV kabels



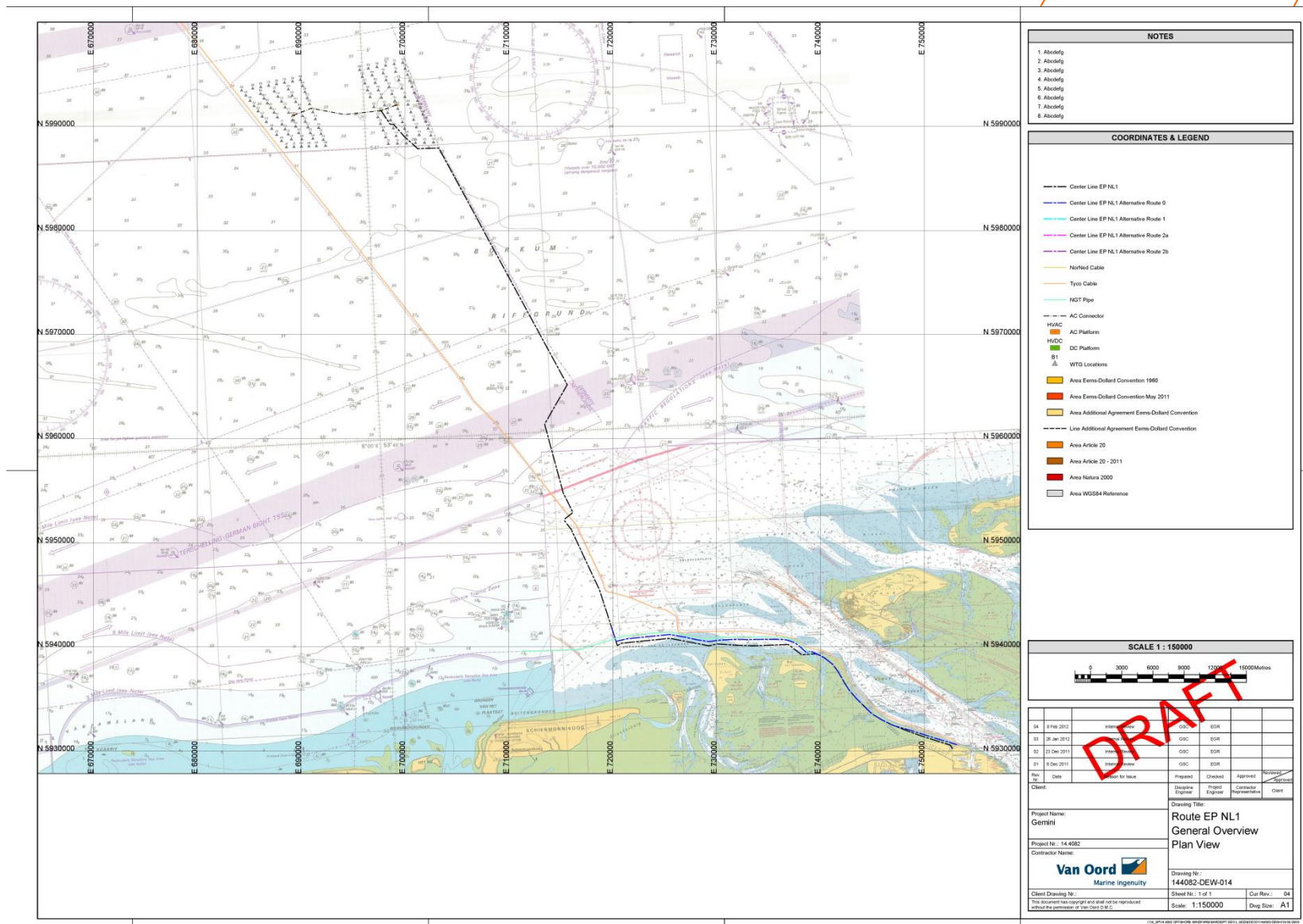
NOORDGASTRANSPORT BV.

TYPICAL INSTALLATION DETAIL ZINC ANODE

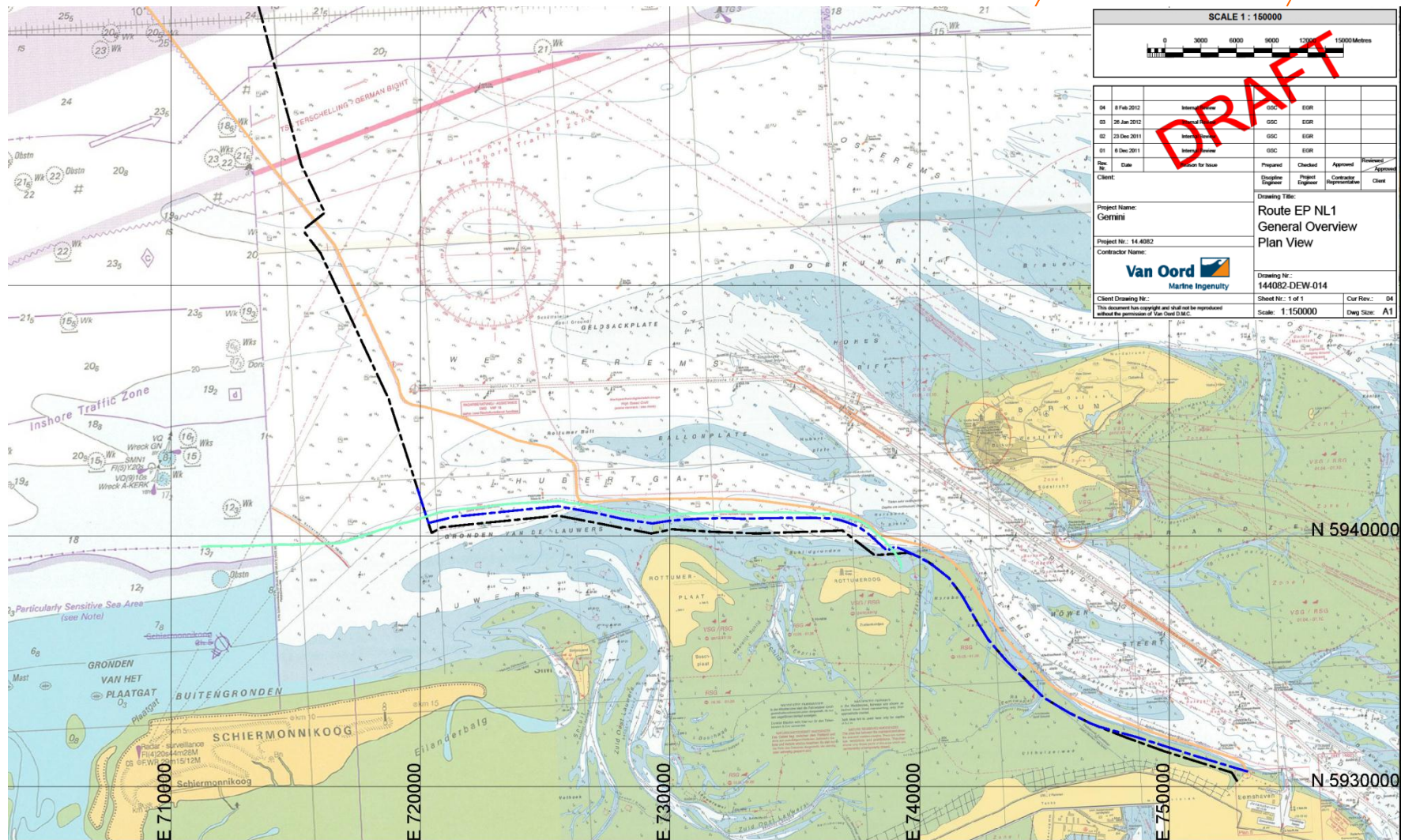
R.J.BROWN AND ASSOCIATES

Scale	Drawn	Check	Date	Job No.	Drawing No.	Rev.
As SHOWN	J.W.R.		12-77	1211.1	410	1



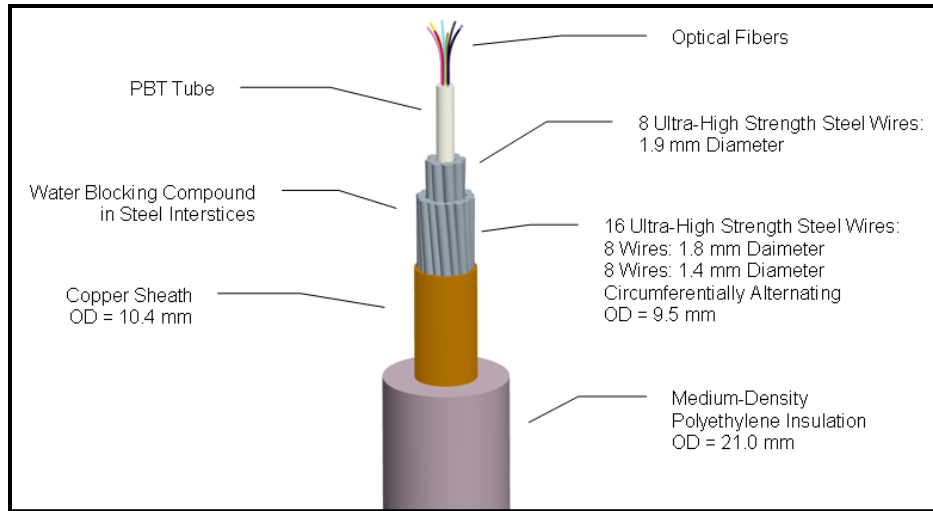


Afbeelding C.1: Ligging 220kV A kabel (zwart/blauw), NGT buisleiding (groen) en Tyco glasvezelkabel (oranje)

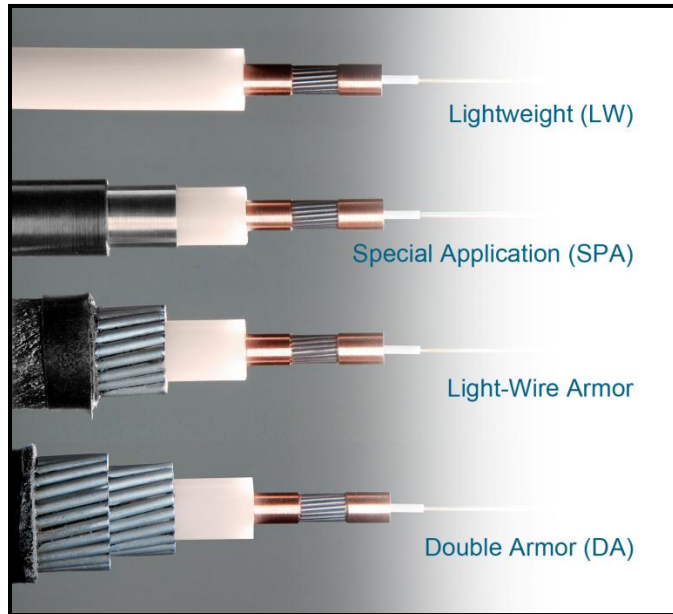
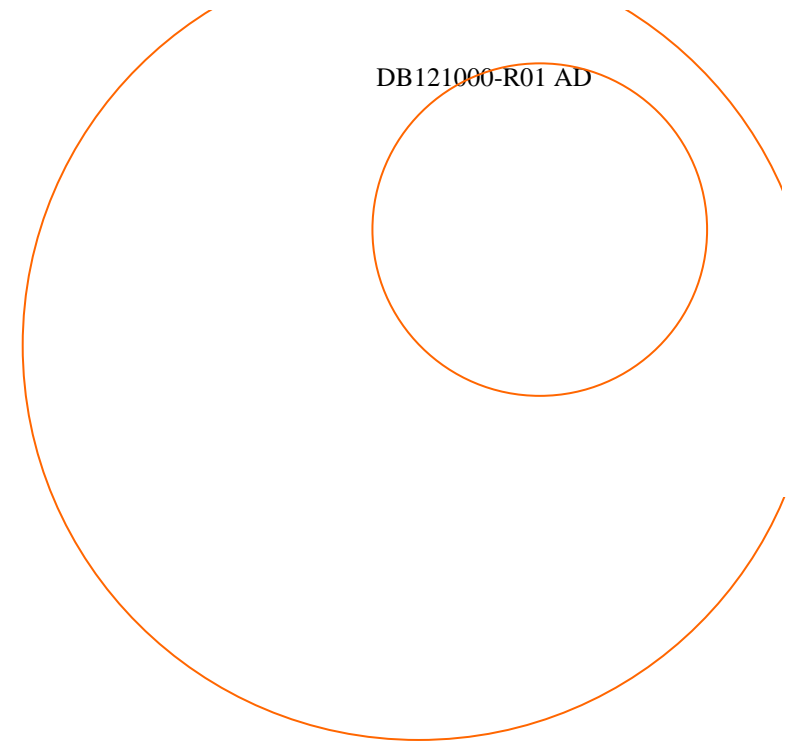


Afbeelding C.2: Ligging 220kV AC kabel (zwart/blauw), NGT buisleiding (groen) en Tyco glasvezelkabel (oranje)

BIJLAGE D, GEGEVENS TYCO SUBMARINE DATAKABELS



DB121000-R01 AD



Afbeelding D.1: Opbouw glasvezelkabel voor offshore toepassingen

BIJLAGE E, OVERZICHTSTEKENINGEN

DB121000-R01 AD

- DB121000-T01 blad 1 : buisleidingen nabij 220kV kabeltracé (westzijde haven)
- DB121000-T01 blad 2 : buisleidingen nabij 220kV kabeltracé (oostzijde haven)
- DB121000-T02 blad 1 : datakabels nabij 220kV kabeltracé (westzijde haven)
- DB121000-T02 blad 2 : datakabels nabij 220kV kabeltracé (oostzijde haven)
- DB121000-T03 : buisleidingen nabij 380kV kabeltracé
- DB121000-T04 : datakabels nabij 380kV kabeltracé