

Notitie / Memo

HaskoningDHV Nederland B.V.
Industry & Buildings

Aan: Projectteam Eneco MV2
Van: [REDACTED]
Datum: 6-5-2020
Kopie: [REDACTED]
Ons kenmerk: BG8375-RHD-ZZ-XX-NT-Z-0001
Classificatie: Projectgerelateerd

Onderwerp: Preliminary cable selection

Getoetst door:

Naam	RoI	Date
[REDACTED]	Senior Electrical Consultant	02-04-2020
[REDACTED]	Project Engineer MV2	07-05-2020

Datum	Revisie	Opmerkingen
06-04-2020	1	1e opzet.
06-05-2020	2	String 2 wijzigingen, i.v.m. mogelijk later plaatsen HZ-10. Items volgende fase nader te bepalen. (zoals HDPE-buis diameter, Glasvezel multiduct of buis) Aanlegwijze verwijzing naar andere VO-documenten.

1 Inleiding

Deze notitie beschrijft het voorontwerp voor de bekabeling in het windpark MV2.

In deze notitie worden de eerder bepaalde kabelgegevens en kabeldiameters uit de tenderfase getoetst. Ook zijn verdere nadere kabel specificaties opgezet en indicatieve lengtes bepaald. Er is gebruik gemaakt van informatie van fabrikanten en normen, zoals NPR3626 en IEC 60502.

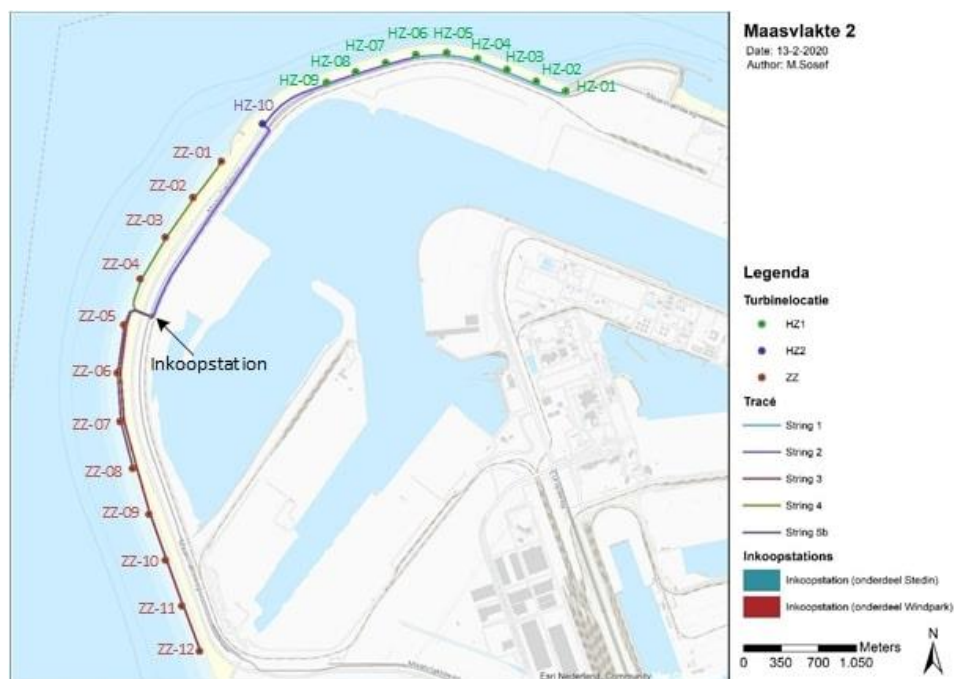
2 Turbines en tracés

De indicatieve posities van de turbines en de tracés zijn weergegeven in Figuur 1. Op dit moment zijn er 5 strings met wind turbines voorzien.

- String 1 en 2 sluiten ieder 5 turbines aan welke in de harde zeewering (HZ) staan
- String 3, 4 en 5 sluiten ieder 4 turbines in de zachte zeewering (ZZ) aan.

Elke string bestaat uit een kabel circuit met 1x3 single core kabels, eveneens zullen er buizen met 'multiducts' voor glasvezels aangelegd worden (voor elektrische beveiligingen/besturing en windturbine SCADA). Een voorlopige single line is opgenomen in appendix 5.5.

Windturbine HZ-10 wordt mogelijk later geplaatst, om deze reden wordt de 1e turbine in string 2 dan ook HZ-09. Vanaf HZ-09 wordt vervolgens aangesloten op de overige turbines HZ-08,07 en 06. HZ-10 wordt dan vervolgens ook op HZ-09 aangesloten. Zie ook voorlopig single line diagram in appendix 5.5.



Figuur 1 Indicatie positie windturbines en Kabeltrace's
[status d.d. 13-02-2020]

2.1 Aanlegwijze

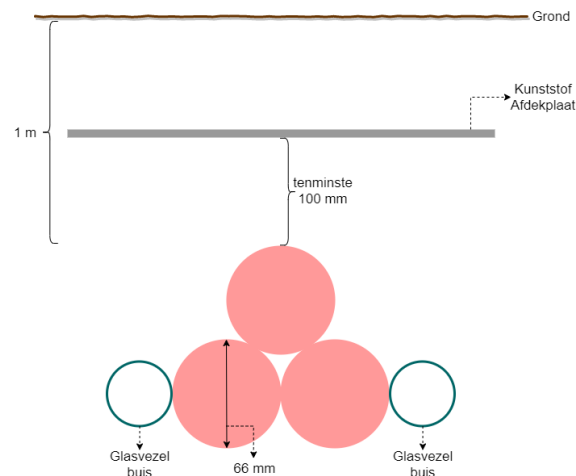
De aanlegwijze van de tracés vanaf het inkoop-station naar de turbines in de Harde en Zachte zeewering is in meer detail beschreven en weergegeven in onderstaande documenten:

Doc nr				Beschrijving
BG8375-RHD-ZZ-XX	DR	D	0001	WP MW2 Trace tekeningen bekabeling (HDD, persing, open ontgraving)
BG8375-RHD-ZZ-XX	DR	D	0002	WP MV2 Dwarsdoorsnede boringen tbv kabel tracé
BG8375-RHD-ZZ-XX	RP	D	0001	WP MV2 VO ontwerp parkbekabeling voor turbines op zachte zeewering
BG8375-RHD-ZZ-XX	RP	D	0003	WP MV2 VO ontwerp parkbekabeling voor turbines op harde zeewering

Appendix 5.1. geeft een overzicht van de aanlegwijzen per string: legtracé, boortracé (HDD) of perstracé. De strings worden uitgevoerd met 3 stuks 'single core' kabels.

2.1.1 Open ontgraving

Een indicatieve schets van de aanlegwijze zoals voor 1 circuit is afgebeeld in Figuur 2, de kabel wordt in driehoek formatie aangelegd. Bij meerdere circuits in parallel dienen de driehoek-circuits op minstens 250mm afstand van elkaar gelegd te worden.

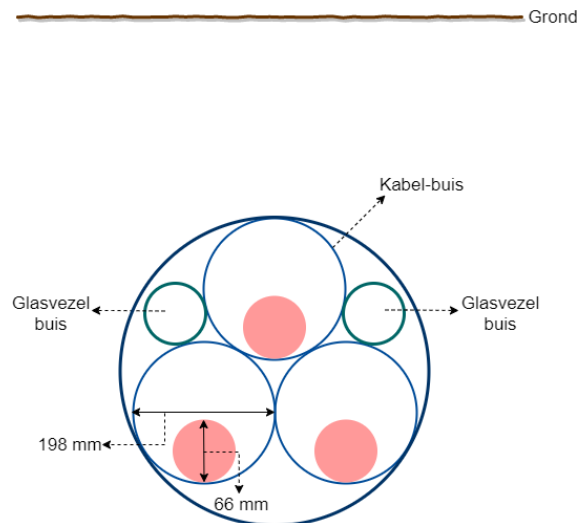


Figuur 2 Indicatieve schets aanlegwijze open ontgraving

Appendix 5.1 geeft een principe ontwerp profiel weer van de buis of doorgang. In de bovengenoemde documenten zijn de dwarsprofielen in meer detail uitgewerkt.

2.1.2 Gestuurde boring en persing

Een indicatieve schets van deze aanlegwijze zoals voor 1 circuit is afgebeeld in Figuur 3. De kabels worden getrokken in HDPE buizen, deze buizen worden middels boring of persing aangelegd.



Figuur 3 Indicatieve schets aanlegwijze HDD en persing

Appendix 5.1 geeft een principe ontwerp ontgravings-profiel weer. In de bovengenoemde documenten zijn de dwarsprofielen in meer detail uitgewerkt.

3 Kabels

3.1 33kV kabel selectie

De Nominale bedrijfsspanning is geselecteerd op 33kV. Het 33kV systeem wordt geaard middels een aardingsweerstand. Het standaard isolatie-niveau voor elektrische systemen wordt geselecteerd op $U_m=36kV$. (IEC 60071 Isolatie coördinatie). Vanwege de aardingswijze is het niet de verwachting dat de gekoppelde spanning zal kunnen optreden tussen fase en aarde. Voor de fase, lijnspanning en U_m voor het ontwerp is gekozen om volgende aan te houden: 18/30(36) [kV].

Leveranciers en hun documentatie zijn geraadpleegd. (Geraadpleegd: TKF, Prysmian en Nexans; in appendix 5.4 is leveranciers-informatie bijgevoegd.) Hieruit zijn volgend kabel specificaties opgesteld:

- $U_o/U(U_m)$ 18/30(36) [kV]
- Geleider materiaal: Aluminium, massief
- Aderisolatie: XLPE
- Aardscherm: Ronddraad koper (+koperband) 50mm² minstens
- Mantel: (MD)PE, Kleur rood (grondkabel)
- Langs en dwarswaterdicht

De 5 strings worden uitgevoerd met 3 stuks ('single core') kabels. Vanaf het inkoop-station naar de 1e turbine in de string is het circuit voorzien met 3 stuks (single core) kabels 630mm². Vanaf de 1e turbine naar de overige is he circuit voorzien met 3 stuks (single core) kabels 400mm².

Berekening belastbaarheid kabels

In appendix 5.3 is de belastbaarheid van de geselecteerde kabels (400 en 630mm²) voorlopig bepaald op basis van NPR en IEC. Er is uitgegaan van kabels in buis. Uitkomst is dat de berekende maximale stroombelastingen binnen de maximale berekende belastbaarheid vallen.

In de volgende fase dient deze belastbaarheid nader bepaald te worden i.o.m. de kabellieferancier. Ook dient de doorsnede getoetst te worden n.a.v. de thermische kortsluitstromen en afschakeltijden. In het ontwerp wordt rekening gehouden met een eventuele stap naar een hogere doorsnede (resp. 630 en 800mm²).

Tevens dienen de kabel-specificaties definitief gemaakt te worden (oa. doorsnedes, geleider massief of samengeslagen, etc.)

Buigstraal

Minimum toegestane buigradius varieert over de leveranciers van 15 tot ca 23 maal de kabel-buitendiameter. Voorstel is om hier 25xD aan te houden.

Diameter HDPE

Bij toepassing van HDD of persing worden HDPE buizen toegepast. Voor de buis diameter is voor nu afgegaan op informatie van de kabelleveranciers. Als richtlijn is aangegeven vanuit de kabel-leveranciers om voor de HDPE buis in diameter te nemen van 3xD(kabel). Onderstaande tabel geeft kabel diameters (max. over de fabrikanten), minimale HDPE buis en buigstraal weer. Samengevat:

Geleider (mm ²)	D kabel (buiten diameter) [mm]	buigstraal min 25xD [mm]	min. Buis D [3xD] [mm]
400,00	53,00	1.325,00	159,00
630,00	58,00	1.450,00	174,00
800,00	66,00	1.650,00	198,00

Gezien het VO-project stadium, voor de buizen nog rekening houden met mogelijk 800mm² ipv 630mm² kabels. Om deze reden uitgaan van minstens 200mm buis per kabel.

In de volgende fase dient de HDPE-buis diameter nader bepaald te worden door de aannemer. Mogelijk dat deze diameter kleiner gekozen kan worden. Voordelen van een kleinere HDPE-diameter zijn oa. mogelijk lagere kosten, HDPE-buis in langere lengtes beschikbaar (minder laswerk), kabels liggen nog beter in driehoek met kleinere afstand en ook mogelijk eenvoudiger invoeren in de monopiles van de turbines op de zachte zeevering.

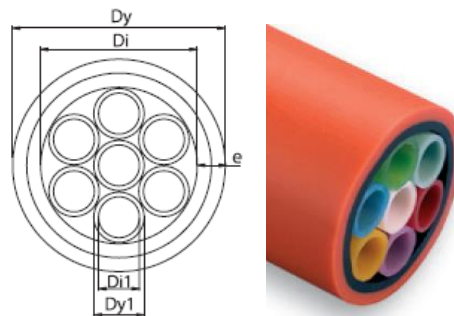
Cross bonding

Vanwege de relatief korte afstanden is het voorstel om geen crossbonding te voorzien.

3.2 Glasvezel

Naast de kabels zijn ook glasvezels nodig t.b.v. data communicatie. 2 stuks multiducts zijn nu per string voorzien voor glasvezel. 1 ten behoeve van windturbine SCADA systemen en 1 t.b.v. de elektrische installaties (beveiligingen, monitoring & control).

Voor nu is een "multiduct" geselecteerd van het type 7/10; 7x microgeleidebuis, 10mm (diameter Dy1) en 8mm (binnendiameter Di1) in een multiduct-kabel, zie Figuur 4. (Als indicatief voorbeeld Wavin NOVONET DB7/10 of NOVONET DB 7/12 buitendiameter Dy 38,4 of 44.4 mm, meer informatie in bijlage 5.4.3) Deze is geschikt voor rechtstreekse aanleg in de grond en heeft een buitenwand met verhoogde druckbestendigheid.



Figuur 4 Multiduct voorbeeld

In volgende fase de juiste multiduct of HDPE-buis te selecteren ivm installatiewijze, trekafstanden en benodigdheden SCADA. Ook zal het type glasvezel nog bepaald moeten worden met de turbine-leverancier. Voor de glasvezels zal ook nog zeker input via Eneco van de Windturbine fabrikant nodig zijn mbt benodigde glasvezels (SCADA en evt andere communicatie). Voorlopig is deze bovenstaande multiduct een indicatie. Mogelijk dat uitvoering in HDPE-buizen ipv multiduct-buizen overwogen moet worden.

De glasvezel-specificaties dienen in de volgende fase opgezet te worden.

3.3 Kabellijst.

In bijlage 5.2 is de voorlopige kabellijst opgenomen. In deze lijst zijn ook indicatieve lengtes voor de kabels en multiducts opgenomen, deze zijn gebaseerd op de tracé-lengtes. Er is voorlopig een marge van 10% meegenomen. In de volgende fase dienen de kabellengtes nader bepaald te worden.

4 Volgende fase:

In de volgende fase dient het volgende verder uitgewerkt te worden:

- Definitieve Kabelspecificaties opzetten. (diameter, aders massief of samengeslagen, etc..)
- Grond informatie benodigd. De bepaalde thermische weerstand dient als input naar de kabelleverancier voor de kabelberekeningen.
- Belastbaarheid kabels definitief bepalen samen met kabel leverancier.
- Kabeldiameter dient getoetst te worden nav de thermische kortsluitstromen en tijdsduren
- Kabellengtes nader bepalen
- Definitief bepalen benodigde diameter en type HDPE-buizen voor de 33kV-kabels
- Bevestiging windturbine fabrikant mbt benodigdheden glasvezels. Deze leggen in multiducts of HDPE-buizen.
- Specificaties glasvezels opzetten.
- Definitieve keuze multiducts of HDPE-buis tbv glasvezels en keuze voor glasvezels.
- Beïnvloedings-studies op derde leidingen dient in de volgende fase gedaan te worden door een gespecialiseerde partij.

5 Appendices

5.1 Aanlegwijze

Zoals bepaald door HDD infra discipline. [status 26-03-2020]

	legtracé	boortracé	perstracé
totale lengte	9110	6970	150

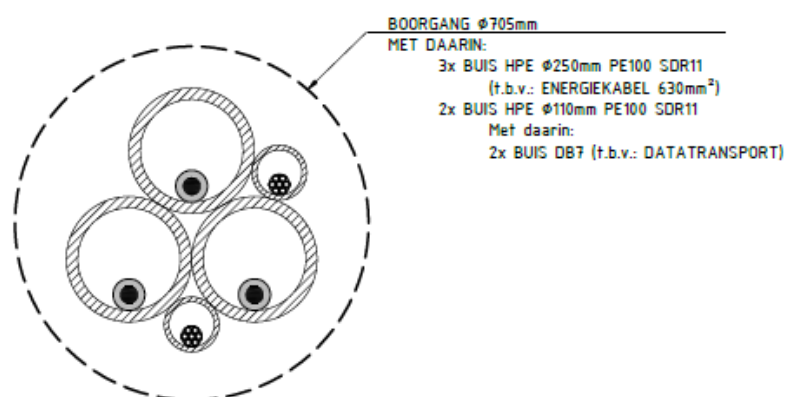
	VAN	NAAR	legtracé	boring	persing
String 1	HZ1	HZ2	310		
	HZ2	HZ3	310		
	HZ3	HZ4	300		
	HZ4	HZ5	300		
	HZ5	kant weg	1920		
	kant weg	overkant weg			75
	overkant weg	inkoopstation	2010		

	VAN	NAAR	legtracé	boring	persing
String 2	HZ6	HZ7	300		
	HZ7	HZ8	300		
	HZ8	HZ9	300		
	HZ9	HZ10	735		
	HZ10	kant weg	45		
	kant weg	overkant weg			75
	overkant weg	inkoopstation	2010		

	VAN	NAAR	legtracé	boring	persing
String 4	ZZ1	ZZ2		430	
	ZZ2	ZZ3		450	
	ZZ3	ZZ4		450	
	ZZ4	ZZ5		450	
	ZZ5	Dijkkruising		230	
	dijkkruising	inkoopstation	90		

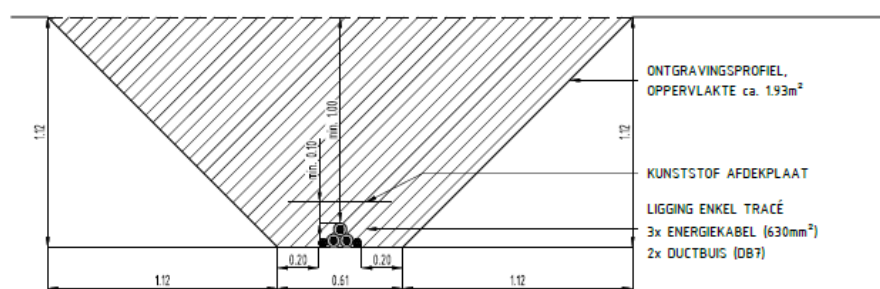
	VAN	NAAR	legtracé	boring	persing
String 5	dijkkruising	inkoopstation	90		
	ZZ5	Dijkkruising		230	
	ZZ6	ZZ5		450	
	ZZ7	ZZ6		450	
	ZZ8	ZZ7		450	

	VAN	NAAR	legtracé	boring	persing
String 3	dijkkruising	inkoopstation	90		
	ZZ5	Dijkkruising		230	
	ZZ7	ZZ5		900	
	ZZ9	ZZ7		900	
	ZZ10	ZZ9		450	
	ZZ11	ZZ10		450	
	ZZ12	ZZ11		450	



PRINCIPE PROFIEL BUIS/BOORGANG

(a)



PRINCIPE ONTGRAVINGSPROFIEL ENKEL LEGTRACÉ

(b)

Figuur 5 Principe profielen opgezet door HDD infra discipline
 (bron tekening BG8375-103-102-VO01 dd 26-03-2020)

5.2 Kabellijst

Remark	String	From	To	Type	Rated voltage	Number	Cores	CS ^a of conductor	CS ^a of the earth screen	Tracé length (m)	Total cable length (m) incl cont. ^b of 10%
Harde zeevering	1	Station	HZ-05	XLPE AL	18/30 kV	3	1	630 mm ²	50 mm ²	4005	13217
	1	HZ-05	HZ-04	XLPE AL	18/30 kV	3	1	400 mm ²	50 mm ²	300	990
	1	HZ-04	HZ-03	XLPE AL	18/30 kV	3	1	400 mm ²	50 mm ²	300	990
	1	HZ-03	HZ-02	XLPE AL	18/30 kV	3	1	400 mm ²	50 mm ²	310	1023
	1	HZ-02	HZ-01	XLPE AL	18/30 kV	3	1	400 mm ²	50 mm ²	310	1023
	2	Station	HZ-09	XLPE AL	18/30 kV	3	1	630 mm ²	50 mm ²	2865	9455
	2	HZ-09	HZ-10	XLPE AL	18/30 kV	3	1	400 mm ²	50 mm ²	735	2426
	2	HZ-09	HZ-08	XLPE AL	18/30 kV	3	1	400 mm ²	50 mm ²	300	990
	2	HZ-08	HZ-07	XLPE AL	18/30 kV	3	1	400 mm ²	50 mm ²	300	990
	2	HZ-07	HZ-06	XLPE AL	18/30 kV	3	1	400 mm ²	50 mm ²	300	990
Zachte zeevering	3	Station	ZZ-09	XLPE AL	18/30 kV	3	1	630 mm ²	50 mm ²	2120	6996
	3	ZZ-09	ZZ-10	XLPE AL	18/30 kV	3	1	400 mm ²	50 mm ²	450	1485
	3	ZZ-10	ZZ-11	XLPE AL	18/30 kV	3	1	400 mm ²	50 mm ²	450	1485
	3	ZZ-11	ZZ-12	XLPE AL	18/30 kV	3	1	400 mm ²	50 mm ²	450	1485
	4	Station	ZZ-04	XLPE AL	18/30 kV	3	1	630 mm ²	50 mm ²	770	2541
	4	ZZ-04	ZZ-03	XLPE AL	18/30 kV	3	1	400 mm ²	50 mm ²	450	1485
	4	ZZ-03	ZZ-02	XLPE AL	18/30 kV	3	1	400 mm ²	50 mm ²	450	1485
	4	ZZ-02	ZZ-01	XLPE AL	18/30 kV	3	1	400 mm ²	50 mm ²	430	1419
	5	Station	ZZ-05	XLPE AL	18/30 kV	3	1	630 mm ²	50 mm ²	320	1056
	5	ZZ-05	ZZ-06	XLPE AL	18/30 kV	3	1	400 mm ²	50 mm ²	450	1485
	5	ZZ-06	ZZ-07	XLPE AL	18/30 kV	3	1	400 mm ²	50 mm ²	450	1485
	5	ZZ-07	ZZ-08	XLPE AL	18/30 kV	3	1	400 mm ²	50 mm ²	450	1485

a - CS: Cross-section, b: berekend door de contingentie (10%) op te tellen bij de lengte van één kabel en deze te vermenigvuldigen met het aantal kabels

Indicatieve kabellengtes zijn weergegeven en dienen nader bepaald te worden in de volgende fase. Deze lengtes gelden ook voor de FO-tubes, naast de 3x single core kabel per string ook 2x FO-tube.

Fiber optic (FO) tube:

Remark	String	From	To	Type	Number of FO tubes	Length of one FO tube ^c (m)	Total length of FO tubes (m)
Harde zeevering	1	Station	HZ-05	Novonet DB 7/10	2	4406	8811
	1	HZ-05	HZ-04	Novonet DB 7/10	2	330	660
	1	HZ-04	HZ-03	Novonet DB 7/10	2	330	660
	1	HZ-03	HZ-02	Novonet DB 7/10	2	341	682
	1	HZ-02	HZ-01	Novonet DB 7/10	2	341	682
	2	Station	HZ-09	Novonet DB 7/10	2	3152	6303
	2	HZ-09	HZ-10	Novonet DB 7/10	2	809	1617
	2	HZ-09	HZ-08	Novonet DB 7/10	2	330	660
	2	HZ-08	HZ-07	Novonet DB 7/10	2	330	660
	2	HZ-07	HZ-06	Novonet DB 7/10	2	330	660
	3	Station	ZZ-09	Novonet DB 7/10	2	2332	4664

Zachte zeewering	3	ZZ-09	ZZ-10	Novonet DB 7/10	2	495	990
	3	ZZ-10	ZZ-11	Novonet DB 7/10	2	495	990
	3	ZZ-11	ZZ-12	Novonet DB 7/10	2	495	990
	4	Station	ZZ-04	Novonet DB 7/10	2	847	1694
	4	ZZ-04	ZZ-03	Novonet DB 7/10	2	495	990
	4	ZZ-03	ZZ-02	Novonet DB 7/10	2	495	990
	4	ZZ-02	ZZ-01	Novonet DB 7/10	2	495	946
	5	Station	ZZ-05	Novonet DB 7/10	2	352	704
	5	ZZ-05	ZZ-06	Novonet DB 7/10	2	495	990
	5	ZZ-06	ZZ-07	Novonet DB 7/10	2	495	990
	5	ZZ-07	ZZ-08	Novonet DB 7/10	2	495	990

c – Inclusief contingencies (10%)

Type ter indicatie, nog nader te bepalen

5.3 Belastbaarheid Kabel

Voor de berekening van het vermogen is uitgegaan van de maximale turbine. Onderstaand diverse aangereikte gegevens van windturne leveranciers. De geel gemarkeerde zijn de maximale vermogens en zijn als uitgangspunt genomen.

Zachte zeewering			
Turbine type	V162	SG 155	E160
Vermogen [MW]	5,60	6,00	5,00
Harde zee wering			
Turbine type	V117	SWT DD 120	E115
Vermogen [MW]	4,20	4,30	4,20

(aangeleverd 06-02-2020, Pondera)

Hieruit is volgende overzicht per string opgezet:

	Turbines		Zachte zeewering			Harde zeewering			Totaal string	
			type	P[MW]	no.	type	P[MW]	no.	tot. No.	MW
String 1	HZ-05 >	HZ-01	SG155	6		SWT DD 120	4,3	5	5	21,5
String 2	HZ-10 >	HZ-06	SG155	6	1	SWT DD 120	4,3	4	5	23,2
String 3	ZZ-05 >	ZZ-08	SG155	6	4	SWT DD 120	4,3	0	4	24
String 4	ZZ-04 >	ZZ-01	SG155	6	4	SWT DD 120	4,3	0	4	24
String 5	ZZ-09 >	ZZ-12	SG155	6	4	SWT DD 120	4,3	0	4	24
									22	116,7

Turbines en vermogen per string

Uitgaande van 33kV en Arbeidsfactor 0,9, is het schijnbaar vermogen voorlopig bepaald:

	inkoop naar 1e turbine		1e naar 2e turbine		
	MVA	A	MW	MVA	A
String 1	23,89	417,95	17,20	19,11	334,36
String 2	25,78	450,99	17,20	19,11	334,36
String 3	26,67	466,55	18,00	20,00	349,91
String 4	26,67	466,55	18,00	20,00	349,91
String 5	26,67	466,55	18,00	20,00	349,91

Schijnbaar vermogen en max stroombelasting per string.

			harde zee-wering	harde zee-wering	harde zee-wering	zachte zee-wering	zachte zee-wering	opmerking
			1 (station naar 1e)	2 (station naar 1e)	1&2 (1e naar de rest)	3,4en5 (station naar 1e)	3,4en5 (1e naar de rest)	
S	MVA		23,89	25,78	19,11	26,67	20,00	
I	A		417,95	450,99	334,36	466,55	349,91	
Current rating acc to NPR3626/A2/2011	Insultation:	XLPE	Conductor:	Al				
Cable	mm2		630	630	400	630	400	
Belastbaarheid volgens tabel [A]	[A]		575,00	575,00	450,00	575,00	450,00	Tabel 1 in ground Earth screen at both sides bonded g= 0,75K*m/W T=15grC AL trefoil
belastbaarheid [A] incl correctie	[A]	0,8712	500,94	500,94	392,04	500,94	392,04	correctiefactor ivm installatiewijze
berekende max belasting	[A]		417,95	450,99	334,36	466,55	349,91	

Berekende max belasting voor de strings

De berekende maximale stroombelastingen zitten allen onder de maximale belastbaarheid, incl. correctie voor installatiewijze.

Correctie factoren zijn bepaald voor de worst case conditie (HDD) in onderstaand weergegeven.



HDD:

Correctiefactor bepaling:				Factor	
NPR3626					
Number of circuits parallel	1		Tabel 3/4 NPR3626	1,00	
Groundwater level	2	m	Tabel 5 NPR3626, 2m	1,10	
Ground temp	15	grC	Tabel 6 NPR3626	1,00	
Thermal resistivity of soil	1,5	K*m/W	Tabel 7 NPR3626, gemiddelde uit kentallen wikibodemenergie: 1,5	0,90	
					0,99
IEC 60502-2 app B:					
B11 Ambient ground	15		NA already taken acc. NPR3626	1,00	
B12 laying depth direct	0,8		NA as cable installed in duct/tube	1,00	
B13 lying depth duct			3m depth taken for now, deepest available	0,88	
B14 thermal resistivity direct buried	0,8		NA	1,00	
					0,88
Total				0,871	0,8712

5.4 Leveranciers informatie

5.4.1 TKF

YMeKrvasdIwd Fca 18/30 kV

1 x 400 Alrm + as50	186225	 TKF_product_18622 5.pdf
1 x 630 Alrm + as50	186226	 TKF_product_18622 6.pdf
1 x 800 Alrm + as50	186227	 TKF_product_18622 7.pdf

Bron: website www.TKF.nl

<https://www.tkf.nl/en/catalogue?open=15244|18266|20208|20213>

5.4.2 Prysmian

Medium Voltage Systems

30 kV single core medium voltage cables

Constructional data:

Rated voltages: $U_0/U/U_m$: 18/30/36 kV		Nominal insulation thickness: 8 mm											
Nominal cross section of the conductor:													
Alrm	mm ²	-	-	150	185	240	300	400	500	630	800	1000	1200
Alrs	mm ²	95	120	150	185	240	300	400	500	630	800	1000	1200
Curs	mm ²	95	120	150	185	240	300	400	500	630	800	1000	-
Outer diameter stranded conductor (Aluminium or copper)													
	mm	39	39	42	44	46	48	52	55	59	62	67	70
Outer diameter solid conductor (Aluminium only)													
	mm	-	-	41	43	46	47	51	53	57	59	62	66
Net weight, aluminium conductor (stranded and solid)													
	kg/m	1.2	1.3	1.8	2.0	2.2	2.6	3	3.4	3.9	4.0	4.7	5.4
Net weight, copper conductor (stranded only)													
	kg/m	1.9	2.4	2.8	3.2	3.8	4.5	5.5	6.6	8.0	11	13	-
Minimum bending radius: during laying (stranded conductors)													
	m	0.76	0.78	0.85	0.9	0.97	1.03	1.13	1.22	1.34	1.46	1.59	1.70
Minimum bending radius: installed (stranded conductors)													
	m	0.60	0.62	0.68	0.72	0.77	0.83	0.91	0.98	1.07	1.17	1.27	1.36
Minimum bending radius: during laying (solid aluminium conductors)													
	m	-	-	0.82	0.87	0.95	0.99	1.09	1.16	1.27	1.35	1.46	1.56
Minimum bending radius: installed (solid aluminium conductors)													
	m	-	-	0.65	0.69	0.76	0.79	0.87	0.93	1.02	1.08	1.17	1.25

Electrical properties:

Approximate reactance per phase@50Hz													
Trefoil touching	Ω/km	0.133	0.129	0.125	0.121	0.115	0.111	0.108	0.104	0.100	0.096	0.092	0.089
Trefoil ducts, touching	Ω/km	0.211	0.203	0.195	0.188	0.18	0.173	0.164	0.156	0.149	0.142	0.135	0.129
FlatTouching	Ω/km	0.148	0.143	0.140	0.135	0.13	0.126	0.122	0.118	0.115	0.112	0.109	0.107
FlatCables spaced	Ω/km	0.190	0.186	0.182	0.177	0.172	0.168	0.163	0.159	0.156	0.153	0.150	0.148
FlatDucts, touching	Ω/km	0.176	0.172	0.168	0.163	0.158	0.153	0.149	0.145	0.142	0.139	0.135	0.133
Operating capacitance@30kV and 50Hz													
	$\mu F/km$	0.18	0.19	0.20	0.21	0.23	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.40	0.43
Charging current@30kV and 50Hz													
	A/km	0.98	1.03	1.09	1.14	1.25	1.36	1.52	1.63	1.85	2.01	2.20	2.37

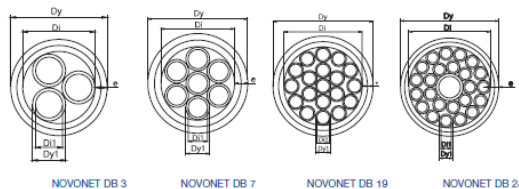
* preferred cross-sections



Bron: Brochure Prysmian Medium Voltage Cables

5.4.3 Wavin

Novonet DB



Meervoudige microgeleidebuissysteem voor rechtstreekse aanleg in de grond

- ⦿ De ideale oplossing voor de aanleg van hoofdleidingen in glasvezelnetwerken. Vanwege de hoge capaciteit kan het netwerk jarenlang worden uitgebreid zonder dure en hinderlijke grondwerken;
- ⦿ De dubbele buitenwand verhoogt de drukbestendigheid (>750N);
- ⦿ Dankzij de bundelstructuur in de vorm van een compacte koker kan het zogenoemde spaghetti-effect worden vermeden. Dat effect leidt tot het spiraalsgewijs draaien van microgeleidebuizen. De maximale afstand voor het doorblazen van microkabels wordt hierdoor verkort.
- ⦿ De mogelijkheid om een aftakking van een enkele Novomicro DB of een kleinere bundel aan te leggen met behulp van aftak- of splitsmof van het type PDC.
- ⦿ Op speciale bestelling is het mogelijk om de Novonet DB uit te voeren met een detectiemetaal voor het lokaliseren van de buis.

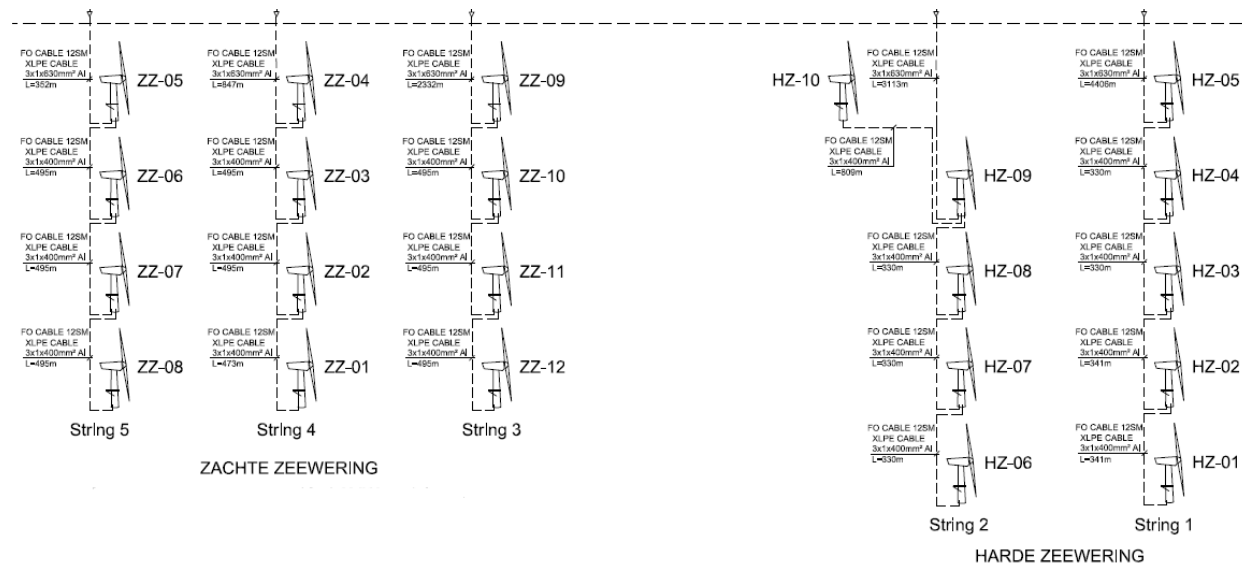
Symbol	Dy [mm]	Di [mm]	e [mm]	Dy1 [mm]	Di1 [mm]	L1 [m]
NOVONET DB 12/5	28	20,8	3,60	5,0	3,8	2000
NOVONET DB 13/5+16	33,0	26,0	3,50	5,0	3,8	2000
NOVONET DB 19/5	33,4	25,0	4,20	5,0	3,8	2000
NOVONET DB 24/5+10	38,4	30,0	4,20	5,0	3,8	2000
NOVONET DB 3/7	20,5	15,1	2,70	7,0	5,5	2000
NOVONET DB 7/7	28,0	21,0	3,50	7,0	5,5	2000
NOVONET DB 3/10	27,4	21,6	2,90	10,0	8,0	2000
NOVONET DB 4/10+4	30,5	24,1	3,20	10,0	8,0	2000
NOVONET DB 5/10+7	34,8	27,0	3,90	10,0	8,0	2000
NOVONET DB 7/10	38,4	30,0	4,20	10,0	8,0	2000
NOVONET DB 4/12+5	36,4	29	3,70	12,0	9,6	2000
NOVONET DB 7/12	44,4	36,0	4,20	12,0	9,6	2000

Bron: Brochure Wavin "Microgeleidebuissysteem, aanleg glasvezel kabelsystemen, de flexibele oplossing" van: www.wavin.nl

5.5 Voorlopig Single line diagram

Onderstaand is een uitsnede afgebeeld uit de single line diagram van het tender-ontwerp.

De gegevens zijn ter indicatie en worden nog verder uitgewerkt in het voorontwerp en definitief ontwerp



Bron: Indicatief Single line voorontwerp, ENSOL-571-DRW-001, d.d. 16-04-2020

Notes: deze single line zal nog verder ontwikkelt en aangepast worden gedurende de voorontwerpfase.