

Nieuw te leggen elektriciteitsinfra te Koog aan de Zaan

1813. Kwalitatieve beoordeling van case 160316
conform RLN00398 versie 003 van ProRail

Colofon

Versie: 1.0
Documentcode: QIR1813
Datum: dinsdag 30 januari 2024
Opdrachtgever: Liander GV R&N
Projectleider: [REDACTED]
Auteur(s): [REDACTED]
Gecontroleerd: [REDACTED]

Duurzaam Energie Perspectief
Dep biedt oplossingen voor het energiesysteem van de toekomst.

Bezoekadres
Dijkgraaf 4, 6921 RL Duiven

Postadres
Postbus 50, 6920 AB Duiven

KvK 09119276
Telefoon: (088) – 191 15 61
www.dep.nl
contact@dep.nl

Uitgevoerd in opdracht van: Liander GV R&N



© 2024, Duurzaam Energie Perspectief, Duiven

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, in enige vorm of enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Duurzaam Energie Perspectief.

Samenvatting

Liander is voornemens wijzigingen aan te brengen in de elektriciteitsinfra. Wijzigingen aan de infra zijn beoogd nabij de Pellekaanstraat te Koog aan de Zaan. Het betreft het vervangen van een bestaande kabel door een nieuwe drie-aderige kabel van circa 35 m. Het project is bij Liander GV R&N bekend onder casenummer 160316.

In de nabijheid van de geplande werkzaamheden bevindt zich hoofdspoorweginfra (hswi) van ProRail, namelijk het baanvak Uitgeest - Zaandam (in de buurt van hectometerpunt 67,9). De beoogde verbinding heeft geen kruising met dit baanvak.

Theoretisch is het mogelijk dat de nieuwe verbinding deze hswi nadelig beïnvloedt. Afhankelijk van de mate van beïnvloeding zouden er mogelijk ongewenste situaties op het spoor kunnen ontstaan.

Het afwegingskader waarmee ProRail bepaalt of de mate van beïnvloeding van de nieuwe verbinding op de hswi toelaatbaar is, is omschreven in de ProRail-richtlijn RLN00398¹. Er is vanuit gegaan dat de lezer bekend is met de inhoud van deze richtlijn.

Dep (Duurzaam Energie Perspectief) heeft in opdracht van Liander een kwalitatieve beoordeling uitgevoerd (dit betreft de eerste stap in het afwegingskader) voor het project dat bekend is onder casenummer 160316.

Op basis van de uitgevoerde analyse concluderen wij dat het **niet** nodig is om een locatie specifieke studie voor bovengenoemde case uit te voeren. Een nadere samenvatting van onze analyse volgt hieronder.

Resultaat van de kwalitatieve beoordeling

De uitwerking van deze toetsing is te vinden in § 2.1, samengevat blijkt dat:

- de case aan eisen 1, 2, 4 t/m 6 voldoet;
- de case (in eerste instantie) niet aan eisen 3, 7 en 8b voldoet.

Uit de locatiespecifieke toelichting in § 2.2 volgt dat de case wel aan de eisen 7 en 8b voldoet.

Op basis van eis 3 volgt uit RLN00398 dat er in overleg met ProRail afgestemd dient te worden welke verdere actie vereist is.

Voorstel naar aanleiding van de kwalitatieve beoordeling

We stellen voor om af te zien van een verdere locatiespecifieke studie voor deze case, aangezien wij voor de normale bedrijfssituatie, alsook voor de kortsluitsituatie verder geen risico's zien voor de spoorse infra.

¹ RLN00398: "Richtlijn, Beleid elektromagnetische beïnvloeding van hoogspanningsverbindingen op de hoofdspoorweginfrastructuur," ProRail, Versie: 003, Datum: 01-11-2021.

Inhoudsopgave

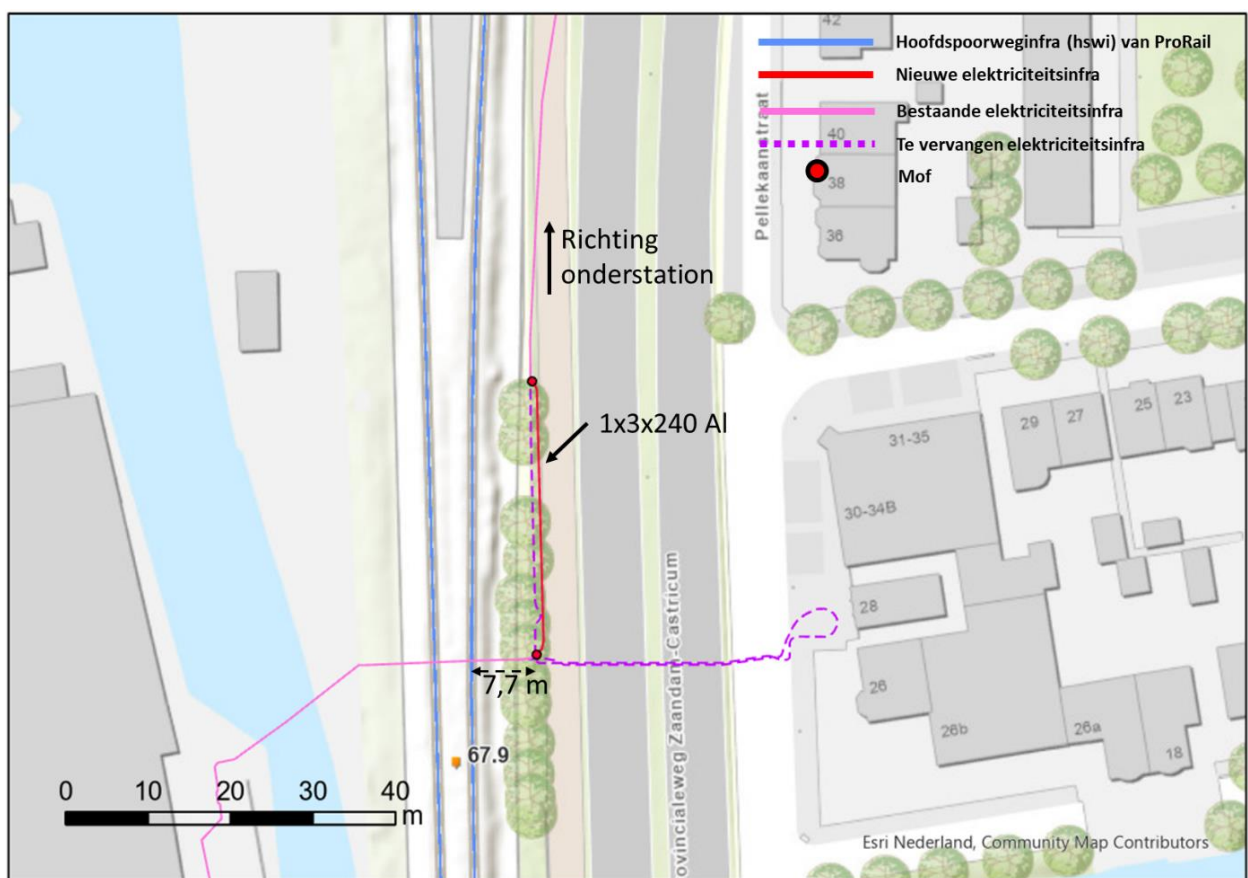
Samenvatting	3
1 Beoogde wijzigingen aan de elektriciteitsinfra	5
2 Kwalitatieve beoordeling van het tracé conform RLN00398	6
2.1 Resultaat kwalitatieve beoordeling.....	6
2.2 Toelichting van de situatie op kritieke punten.....	7
2.2.1 Toelichting van de situatie rondom eis 3	7
2.2.2 Toelichting van de situatie rondom eis 7	7
2.2.3 Toelichting van de situatie rondom eis 8b	8
2.3 Conclusie kwalitatieve beoordeling	9
2.4 Voorstel naar aanleiding van de kwalitatieve beoordeling.....	9
Bijlagen	10
Bijlage A. Toelichting op uitgangspunt G3 uit de RLN00398	10
Bijlage B. Case-specifieke karakteristieken van de infra	11
Bijlage C. Screenshot normdocument Liander S2503	13

1 Beoogde wijzigingen aan de elektriciteitsinfra

Liander is voornemens wijzigingen aan te brengen in de elektriciteitsinfra. Wijzigingen aan de infra zijn beoogd nabij de Pellekaanstraat te Koog aan de Zaan. Het betreft het vervangen van een bestaande kabel door een nieuwe drie-aderige kabel van circa 35 m. Het project is bij Liander GV R&N bekend onder casenummer 160316.

In de nabijheid van de geplande werkzaamheden bevindt zich hoofdspoorweginfra (hswi) van ProRail, namelijk het baanvak Uitgeest - Zaandam (in de buurt van hectometerpunt 67,9). De beoogde verbinding heeft geen kruising met dit baanvak.

De situatie wordt geïllustreerd in Figuur 1.



Figuur 1 Overzichtkaart van de ligging van de infra in de beoogde eindsituatie ten opzichte van de hswi.

Een gedetailleerd overzicht van alle relevante informatie, zoals verzocht in § 5.3 van RLN00398, is in Bijlage B van dit rapport opgenomen.

2 Kwalitatieve beoordeling van het tracé conform RLN00398

Theoretisch is het mogelijk dat de nieuwe verbinding de nabijgelegen hswi nadelig beïnvloedt via het elektromagnetische veld of via weerstandsbeïnvloeding. Afhankelijk van de mate van beïnvloeding zouden er mogelijk ongewenste situaties op het spoor kunnen ontstaan.

Het afwegingskader waarmee ProRail bepaalt of de mate van beïnvloeding van de nieuwe verbinding op de hswi toelaatbaar is, is omschreven in de ProRail-richtlijn RLN00398, § 5.2. Bij aanleg van en wijzigingen aan infra in de nabijheid van de hswi, dient de situatie aan de hand van dit afwegingskader te worden beoordeeld. De eerste stap betreft het opstellen van een kwalitatieve beoordeling, zie § 2.1.

2.1 Resultaat kwalitatieve beoordeling

Omdat de nieuwe verbinding in de nabijheid van het spoortraject is gepland, is een kwalitatieve beoordeling van de situatie conform § 5.2 van Richtlijn RLN00398 uitgevoerd, zie Tabel 1.

Tabel 1: Resultaat van de kwalitatieve beoordeling conform § 5.2 van RLN00398.

Eis in § 5.2 van RLN00398	Criterium	Voldoet de situatie?	Toelichting
1. Hoek Ψ van kruising spoor	$80 \leq \Psi \leq 100$ graden	ja	n.v.t., zie Figuur 1.
2. Afstand niet kruisende kabels ≥ 35 kV	> 700 m	ja	n.v.t.
3. Afstand niet kruisende drie-aderige kabels <35 kV	> 11 m	nee	zie Figuur 1.
4. Afstand niet kruisende enkelfasige kabels <35 kV	> 11 m	ja	n.v.t.
5. Afstand tot technische ruimte	> 20 m	ja	Technische ruimtes zijn niet op de luchtfoto's binnen deze afstand waargenomen.
6. Doorvoer onder spoor	Kabels in een elektrisch geïsoleerde buis	ja	n.v.t.
7. Afstand aardpunten of moffen	> 31 m	nee	Geen wijziging aan aardpunt. Wel twee moffen geplaatst op circa 7,7 m vanaf het hart buitenste spoor, zie Figuur 1.
8b. Afschakeltijd kabelfout bij kabel <35 kV	< 100 ms of voldoet aan eis 7 én algemeen uitgangspunt G3 (homopolaire aardstroom < 1 A)	nee	De situatie voldoet <i>niet</i> aan eis 7. De situatie voldoet wel aan algemeen uitgangspunt G3, zie Bijlage A voor een toelichting.

Op grond van Tabel 1 is de conclusie voor de aan te leggen verbinding dat deze situatie:

- wel voldoet aan eisen 1, 2 en 4 t/m 6;
- niet voldoet aan eisen 3, 7 en 8b.

Een verdere toelichting bij de situatie waar niet aan deze eisen is voldaan, is gegeven in § 2.2.

2.2 Toelichting van de situatie op kritieke punten

In Tabel 1 in § 2.1 is aangegeven dat de situatie voor de aan te leggen verbinding niet aan de eisen 3, 7 en 8b voldoet. In deze paragraaf lichten we de situatie op de kritieke punten verder toe.

2.2.1 Toelichting van de situatie rondom eis 3

De afstand van de nieuwe drie-aderige kabel tot het hart van het buitenste spoor is circa 7,7 m. Dit voldoet niet aan eis 3 van RLN00398.

Hoewel de afstand tussen de nieuwe kabel en het hart van het buitenste spoor niet aan eis 3 voldoet, is het op te merken dat het hier gaat om de vervanging van circa 35 m kabel. In Figuur 1 is te zien dat de nieuwe kabel verder van het spoor wordt geplaatst. In vergelijking met de huidige situatie is deze aanpassing gunstiger wat betreft inductieve beïnvloeding.

2.2.2 Toelichting van de situatie rondom eis 7

Afstand aardpunt tot het spoor

Niet van toepassing. Er is in dit project geen wijziging aan het aardnet.

Afstand mof tot het spoor

Om de beoogde kabel op de bestaande kabel aan te sluiten worden er twee verbindingsmoffen geplaatst. Het betreft ongeaarde, doorgaande moffen. De afstand van de mof tot het spoor is circa 7,7 m. Dit voldoet **niet** aan eis 7 van de RLN00398.

De RLN00398 geeft aan dat als de verbinding < 35 kV niet aan eis 7 voldoet, dat het bepalen van een potentiaaltrechter volstaat. De volgende paragrafen beschrijven de uitgevoerde berekeningen van de potentiaaltrechter en de uitkomsten hiervan.

2.2.2.A Aanpak bepaling potentiaaltrechter

De potentiaaltrechter wordt bepaald op basis van een VISION²-berekening, een EMTP³-berekening en een CDEGS⁴-berekening. In eerste instantie is het gehele distributienet van het betreffende onderstation gemodelleerd in VISION. Hiermee wordt in dit netwerk de hoogte van de 1-fase kortsluitstroom conform de IEC 60909 berekend ter plaatse van de betreffende mof.

Vervolgens wordt de gehele kabelverbinding gemodelleerd in EMTP, waarmee bepaald wordt welk deel van de kortsluitstroom via de mof naar aarde afvloeit op het moment van de 1-fasekortsluiting.

Ten slotte wordt de hoogte van deze stroom door de mof als invoerparameter gebruikt voor een CDEGS berekening. Hiermee wordt de potentiaaltrechter rondom de mof bepaald op het moment dat de éénfasekortsluiting plaatsvindt. Zie de uitgangspunten in Bijlage B.

² VISION – Vision Network Analysis, Phase to Phase B.V.. <https://www.phasetophase.nl/>

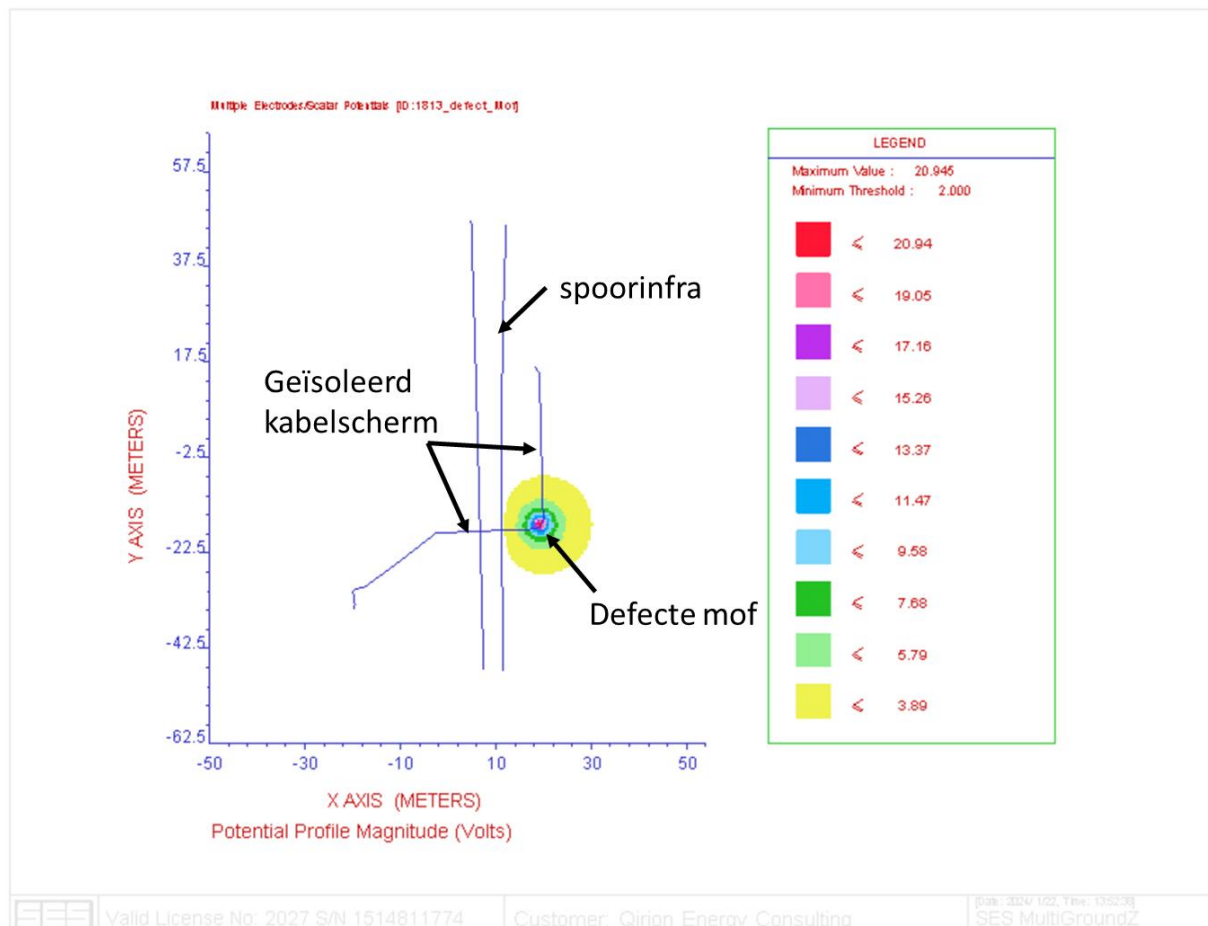
³ EMTP – ElectroMagnetic Transient Program, voor DOS/Win3/95/98, versie 2004, European EMTP-ATP Users Group Association. <http://www.eeug.org>

⁴ CDEGS – Current Distribution Electromagnetic Interference Grounding and Soil Structure Analysis, versie 16, Safe Engineering Services & technologies Ltd.

2.2.2.B Bepaling potentiaalrechter

Figuur 2 illustreert de berekende potentiaalrechter ten opzichte van de ligging van de spoorinfra, wanneer er een defect zou optreden in de betreffende mof. De betreffende mof ligt op een afstand van 7,7 m van het dichtstbij gelegen spoor, zie Figuur 1.

Uit de berekening blijkt dat de maximale aanraakspanning bij het spoor 4 V bedraagt.



Figuur 2: Visualisatie van de berekende potentiaalrechter bij een defect in de betreffende mof.

2.2.2.C Resultaat van de beoordeling conform eis 7

De potentiaalrechter die kan ontstaan rondom de defecte mof, is op basis van de uitgangspunten in Bijlage B bepaald. De maximale spanning ter hoogte van het spoor als gevolg van een eventuele 1-fasekortsluiting is 4 V. Dit fenomeen wordt na 1,2 s afgeschakeld.

Hiermee voldoet deze situatie aan de maximaal toegelaten waarde van 65 V bij een afschakeltijd tussen 1 s en 300 s conform NEN-EN 50122-1:2011.

2.2.3 Toelichting van de situatie rondom eis 8b

De beveiliging tegen kortsluiting voorziet in een afschakeltijd die is ingesteld op 1,2 s. Voor dit net wordt daarom niet voldaan aan de eis dat de afschakeltijd bij een eerste orde kabelfout < 100 ms moet zijn.

De uitzonderingsclausule hierop, vormt eis 7 in combinatie met algemeen uitgangspunt G3:

- Aan eis 7 wordt voldaan, zie § 2.2.2.C.
- Het betreft in deze case een verbinding < 35 kV waarin gedurende de normale bedrijfssituatie en de onderhoud bedrijfssituatie geen homopolaire stroom kan lopen. De reden hiervoor is dat bij de uitvoering een drie-aderige kabel wordt toegepast waarvan ten minste één zijde in driehoek is geschakeld én er hoogstens aan één zijde is geaard.

Om bovengenoemde redenen, is de afschakeltijd van een eerste orde kabelfout verder niet relevant. De situatie voldoet hiermee aan eis 8b.

2.3 Conclusie kwalitatieve beoordeling

Uit de kwalitatieve beoordeling volgt dat deze case (in de eerste instantie) niet voldoet aan eisen 3, 7 en 8b. Uit de locatiespecifieke toelichting in § 2.2.2.C volgt dat de case wel aan de eisen 7 en 8b voldoet.

Op basis van eis 3 volgt uit RLN00398 dat er in overleg met ProRail afgestemd dient te worden welke verdere actie vereist is.

2.4 Voorstel naar aanleiding van de kwalitatieve beoordeling

We stellen voor om af te zien van een verdere locatiespecifieke studie voor deze case, aangezien wij voor de normale bedrijfssituatie, alsook voor de kortsluitsituatie verder geen risico's zien voor de spoorse infra.

Bijlagen

Bijlage A. Toelichting op uitgangspunt G3 uit de RLN00398

Het uitgangspunt G3 van de richtlijn RLN00398 luidt:

Drie-aderige hoogspanningskabels <math><35\text{kV}</math> of in driehoek gebundelde driefase één-aderige kabels <math><35\text{ kV}</math> mogen buiten beschouwing gelaten worden, indien er geen homopolaire aardstroom groter dan 1 A kan gaan lopen.

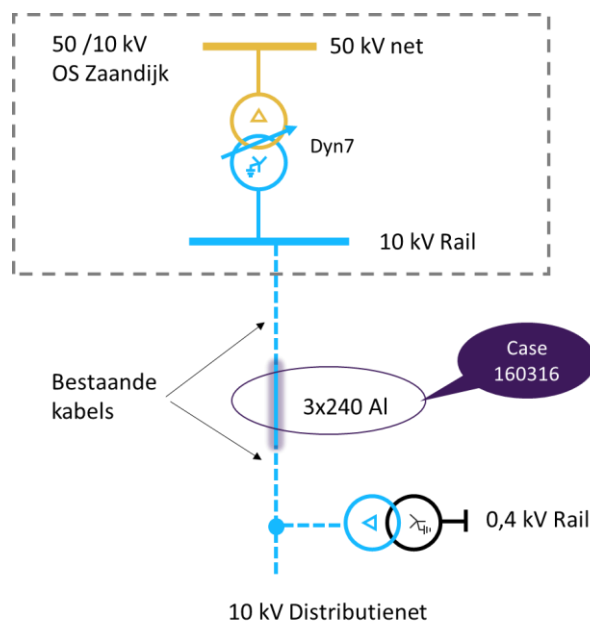
De toelichting voor uitgangspunt G3 luidt:

Aannemelijk maken dat de homopolaire stroom lager ligt dan 1 A, bijvoorbeeld indien het een drie-aderige kabelverbinding betreft, waarbij van ten hoogste één zijde de aangesloten transformator het sterpunt is geaard.

De beoogde infra wordt aangesloten op het onderstation Zaandijk. De voedende 50/10 kV transformator in dit onderstation is voorzien van een driehoek-ster schakeling (Dyn7-schakeling). Het sterpunt van deze HS / MS transformator is aan de 10 kV-zijde impedantie-geaard. Zie Figuur 3 voor een schematische weergave van de situatie op het betreffende onderstation.

Bij de voedingspunten in het MS-net mag de MS-zijde van de MS / LS transformator niet geaard worden conform voorschrift van Liander. De MS / LS transformatoren in het MS-net zijn voorzien van een driehoek-ster schakeling (Dyn5 of Dyn11). Hierdoor zal de MS kabel altijd hoogstens aan één zijde geaard zijn een minimaal één zijde een driehoekconfiguratie hebben. Bovendien is in dit project één drie-aderige kabel voor de 10 kV verbinding toegepast. In normale bedrijfssituaties zal er daardoor nagenoeg geen homopolaire stroom lopen.

Op deze wijze wordt in deze case voldaan aan de uitzonderingsclausule in uitgangspunt G3 uit richtlijn RLN00398.



Figuur 3: Schematische weergave nettopologie het 50/10 kV onderstation Zaandijk en de nieuwe kabel.

Bijlage B. Case-specifieke karakteristieken van de infra

Bijlage B-1. Technische specificaties van de beoogde infra

De specificaties van deze kabel worden in Bijlage B-3 weergegeven. De overige technische specificaties van de beoogde verbinding worden omschreven in Tabel 2.

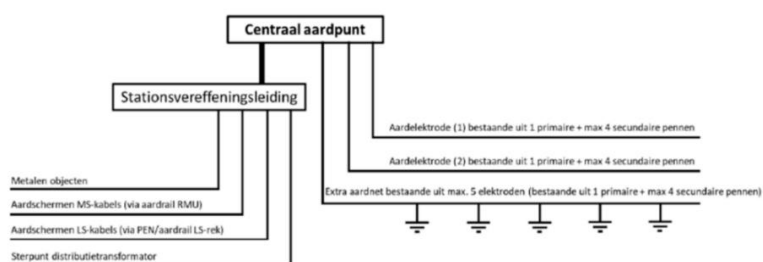
Tabel 2: Technische uitvoering van de beoogde infra.

Karakteristiek	Uitvoering
Bedrijfsspanning	10 kV
Type kabel	XLPE 12/20 kV 3 X 240 Alrm
Aantal circuits	1
Belasting	Max 350 A per circuit
Geometrie	driehoeksligging
Aardingsconfiguratie van het net	Impedantie-geaard
Aarding kabelmantel	Tweezijdig (zie ook toelichting onder)
Aardverspreidingsweerstand	0,2 Ω bij onderstation 2,0 Ω bij MS-ruimte
Crossbonding	Nee
Type moffen	Ongeaarde, doorgaande mof
Maximale 1-fasekortsluitstroom	1,8 kA
Afschakeltijd éénfasekortsluiting	1,2 s

De mantel van de kabel (aardscherm) wordt bij dit type kabel altijd tweezijdig geaard volgens het voorgeschreven interne beleid. Citaat uit het normdocument van Liander: “De aardschermen van de kabels worden aan beide zijden van de verbinding met aarde verbonden. Dit wordt ook wel tweezijdige aarding genoemd.” Bron: Liander beleid S2503, zie screenshot Bijlage C.

De standaard aardingswijze van een kabelmantel in een middenspanningsruimte wordt geïllustreerd in Figuur 4. Aangezien in elke middenspanningsruimte op deze wijze wordt geaard, is elke kabel altijd tweezijdig geaard.

Bijlage B-2. Aardingswijze van de kabel



Figuur 4: Aardingen kabelmantels in een middenspanningsruimte volgens S2503, zie Bijlage C.

Bijlage B-3. Kabelspecificaties

TKF 12/20kV 3 x 240 Alrm + as50 YMeKrvaslqwd

Handelsinformatie	Specificaties	Eenheid
Productgroep	Middenspanningskabel	
Serie	Twenpower MS kabel	
Type	YMeKrvaslqwd 12/20 kV	
Omschrijving	3 X 240 Alrm + as50	
Netto Gewicht	6,724	kg
Mantelstempeling	{Length} TKF - YMeKrvaslqwd 12/20kV-3X240Alrm+as50 D8582_2016-01-22 - {Batch}	{Year}

Figuur 5: Naamgeving kabel TKF

Technische eigenschappen	Specificaties	Eenheid
Nom. spanning U0	12	kV
Nom. spanning U	20	kV
Nominale spanning Umax	24	kV
Geleider DC weerstand @ 20°C	0.125	Ohm/km
Max. toelaatbare geleidertemperatuur	90	°C
E-Min veldsterkte	1.74	kV/mm
E-Max veldsterkte	2.79	kV/mm
Schermdc weerstand	0.3636	Ohm/km
Bedrijfs capaciteit (nom.)	0.2929	µF/Km
Bedrijfs reactantie	0.083	Ohm/km
Geleider AC weerstand @ max. cont. geleidertemp.	0.1627	Ohm/km
Frequentie	50	Hz
Laadstroom per ader	0.7	A/km
Toelaatbare stroom in grond	360	A
Toelaatbare stroom in lucht	455	A
Belastbaarheids condities	Nederlandse Praktijk Richtlijn NPR 3626	
Homopolaire weerstand Ro (plat vlak) *)	1.4884	Ohm/km
Homopolaire reactantie Xo (plat vlak) *)	0.1397	Ohm/km
Homopolaire impedantie Zo (plat vlak) *)	1.4949	Ohm/km
Therm. toel. kortsluitstroom geleider 0,5 sec	31.9	kA
Therm. toel. kortsluitstroom geleider 1 sec	22.56	kA
Kortsluittemperatuur geleider	250	°C
Therm. toel. kortsluitstroom scherm 0,5 sec	10.54	kA
Therm. toel. kortsluitstroom scherm 1 sec	7.45	kA
Kortsluittemperatuur scherm	250	°C
Minimale installatietemperatuur	-10	°C
Max. bedrijfstemperatuur	70	°C
*) theoretisch berekende waarden	Afhankelijk van toepassing	

Figuur 6: Technische eigenschappen kabel TKF.

Bijlage C. Screenshot normdocument Liander S2503

Onderstaand screenshot uit het normdocument S2503 beschrijft de wijze waarop de kabelmantel aarding bij Liander wordt gerealiseerd.

S2503 PvE aarding van MSR en MS-LS netten
Datum: 25-3-2022 Versie: 1.0

9. De eerste aardelektrode moet zo dicht als mogelijk bij de invoer in de MSR worden geslagen. Dit minimaliseert de kwetsbaarheid en optimaliseert het afvoeren van transiënten (hoogfrequente signalen, zoals blikseminslag).
10. Voordat de tweede aardelektrode geslagen wordt moet de eerste aardelektrode een aardverspreidingsweerstand hebben van $\leq 2 \Omega$, omdat de afstand tussen de elektroden onder meer wordt bepaald door de geslagen lengte van de primaire aardpen.
11. Aardelektroden moeten op een zodanige afstand van elkaar geslagen worden dat er een optimale situatie wordt bereikt met betrekking tot de gekoppelde waarde van de verspreidingsweerstand. Voor de afstand tussen de twee aardelektroden geldt:
 1. Bij alleen een geslagen primaire aardpen (dus geen schuin geslagen secundaire aardpennen) dient de afstand tot de eerste elektrode minimaal de lengte van de eerste primaire aardpen te zijn;
 2. Bij schuin geslagen secundaire aardpennen die niet in elkaars richting worden geslagen dient de afstand tot de eerste elektrode minimaal de lengte van de eerste primaire aardpen te zijn;
 3. Bij schuin geslagen secundaire aardpennen die wel in elkaars richting worden geslagen dient de afstand tot de tweede elektrode minimaal 1,5 maal de lengte van de langste secundaire aardpen te zijn.

N.B. dit betekent dat de (secundaire) aardpennen elkaar deels beïnvloeden, dit is aanvaardbaar.

6.3.4 Extra aardnet in gebieden met hoge aardverspreidingsweerstand

Een mogelijke uitkomst uit de beslisboom in paragraaf 6.3.2 is dat er een aardnet (zie Figuur 4) dient te worden gerealiseerd.

Figuur 4 Schematische situatie met extra aardnet

1. De configuratie van het aardnet bestaat uit de gebruikelijke aardelektroden (2 stuks met maximaal 4 secundaire pennen per primaire pennen) en een extra aardnet.
 1. Het extra aardnet bestaat uit maximaal 5 elektroden, die bestaan uit 1 primaire elektrode en 4 secundaire elektrodes.
 2. Het extra aardnet is middels een extra aardleiding verbonden met het centraal aardpunt in de MSR.

6.3.5 Diepteaarding

Voor diepteaarding wordt er een onderscheid gemaakt in de eisen voor MSR die zich in een ringstructuur bevinden en MSR die op een uitloper zijn aangesloten.

1. De diepteaarding wordt voor zover mogelijk op maximaal 1 tot 2 meter aan de zijde van de MSR gerealiseerd.
2. Indien de diepteaarding verder van de MSR af moet worden gerealiseerd wordt de aardleiding naar de MSR onder de MS-kabel meegelegd.

Pagina 12 van 33

Duurzaam Energie Perspectief | Elektrotechniek

Duurzaam Energie Perspectief

Bezoekadres

Basisweg 10, 1043 AP Amsterdam

Utrechtseweg 68, 6812 AH Arnhem

Dijkgraaf 4, 6921 RL Duiven

Postadres

Postbus 50, 6920 AB Duiven

KvK 09119276

Telefoon: (088) – 191 15 61

www.dep.nl

contact@dep.nl