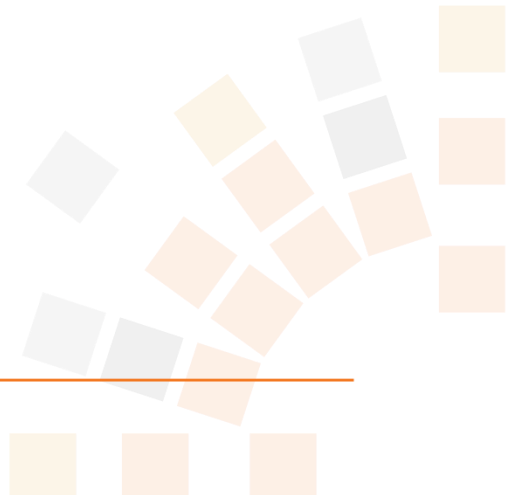


**Elektrische beïnvloeding op spoorlijn Elst - Geldermalsen door 10 kV
kabels vanaf Zonnepark Hemmen**
Beschouwing conform RLN00398

Auteur	R. Bos
Datum	28 november 2018
Referentie	DB183100-R01
Status	concept
Versie	1.0
Opdrachtgever	Overmorgen

Gecontroleerd	: B.C.J. Kuijsters
Datum	: 28 november 2018



PRIVATE 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.

Inhoud

1. Inleiding.....	5
2. Uitgangspunten	6
2.1 Algemeen	6
2.2 Eisen en benodigde controles	6
2.3 Bodemweerstand.....	6
2.4 Gegevens hoogspanningsverbinding	6
2.5 Gebied en tracés	6
3. Beschouwing spoorlijn Elst - Geldermalsen (Geocode 042).....	7
3.1 Gebied en tracés	7
3.2 Toetsing conform RLN00398 externe kabelverbindingen.....	8
3.3 Berekeningen en toetsing	9
4. Conclusie en aanbevelingen	13
5. BRONVERMELDING.....	14
Bijlage A Kenmerken hoogspanningssystemen	15
Bijlage A-1 Specifieke gegevens Stedin kabelverbindingen	15
Bijlage A-2 Dwarsprofiel openontgraving	15
Bijlage A-3 Interne kabelverbindingen	16
Bijlage A-4 Externe kabelverbindingen (rood = scenario 1, geel = scenario 2)	16
Bijlage B OR-schema	17
Bijlage B-1 KM13.824-15.045.....	17
Bijlage C Resultaten magnetische veldsterktes	18
Bijlage C-1 Situatie schets: Boring.....	18
Bijlage C-2 Situatie schets: parallelloop	19

Datum	Versie	Opmerkingen	Auteur
28-11-2018	1.0	Concept	R. Bos

1. Inleiding

Overmorgen is betrokken bij het aanleggen van tweetal kabeltracés ten behoeve van de realisatie van Zonnepark Hemmen BV. Het betreft hier zowel de interne kabelverbindingen binnen het zonnepark en de kabelverbindingen voor de aansluiting van het zonnepark op het energienet. De kabelverbindingen voor de aansluiting van het zonnepark op het energienet ligt deels parallel en kruist de spoorweg Elst – Geldermalsen. De verbindingen binnen het zonnepark liggen enkel parallel met de spoorweg.

In het geval van een hoogspanningsverbinding in de directe nabijheid (parallel of kruisend) van een spoorlijn moet rekening worden gehouden met de elektrische beïnvloeding van de hoogspanningsverbinding op de spoorlijn conform ProRail Richtlijn RLN00398. De richtlijn gaat uit van worst-case uitgangspunten, waardoor voldoende zekerheid wordt verkregen dat alle locaties waar de beïnvloeding mogelijk ontoelaatbaar is, worden gesignaleerd.

Dit rapport geeft de resultaten van de beschouwing van elektrische beïnvloeding van de 10kV verbindingen op de ProRail spoorlijn Elst – Geldermalsen met Geocode 042. De beschouwing is gebaseerd op ProRail richtlijn RLN00398. In het geval van ontoelaatbare beïnvloeding worden de te nemen maatregelen beschreven waarmee de beïnvloeding kan worden teruggebracht naar een aanvaardbaar niveau.

2. Uitgangspunten

2.1 Algemeen

Bij een hoogspanningsverbinding moet rekening worden gehouden met invloeden van de hoogspanningsinfrastructuren op haar omgeving. Enkele invloeden zijn gebonden aan de bedrijfsvoering van de hoogspanningsverbindingen, overige invloeden zijn ingegeven door veiligheid of integriteit van installaties. Indien toelaatbare grenzen worden overschreden moeten er maatregelen worden getroffen.

Maatregelen worden getroffen door de initiatiefnemer. In het geval dat een hoogspanningsverbinding wordt aangelegd, wordt als onderdeel van de aanleg, de invloed van de hoogspanningsverbinding op de omgeving onderzocht en worden eventuele benodigde maatregelen getroffen. Andersom moet bij de realisatie van een object (installatie of bouwwerk) nabij een hoogspanningsverbinding rekening worden gehouden met de effecten van de hoogspanningslijn op het te realiseren object.

2.2 Eisen en benodigde controles

Voor het beoordelen en toetsen van elektromagnetische beïnvloeding van hoogspanningsverbindingen op de hoofdspoorweginfrastructuur heeft ProRail de richtlijn RLN00398 [1] opgesteld. In deze richtlijn wordt in eerste instantie getoetst of aan 8 eisen wordt voldaan. Indien dit het geval is kunnen gedetailleerde berekeningen achterwege blijven en kan direct een vergunning worden verstrekt. Wanneer niet aan de eisen wordt voldaan moet met een gedetailleerde berekening worden aangetoond dat de elektromagnetische invloed van de hoogspanningsverbinding de veilige exploitatie van de spoorlijn niet beïnvloed.

2.3 Bodemweerstand

In het rekenmodel is voor de elektrische bodemweerstand op enige diepte uitgegaan van 100 Ω m. Deze waarde is gebaseerd op gegevens afkomstig van DINOlaket[3]. De waarde is gebruikt voor het bepalen van de mutuele impedanties in het rekenmodel.

2.4 Gegevens hoogspanningsverbinding

In Bijlage A zijn de gegevens van de kabelverbindingen, conform opgave van Overmorgen[4], opgenomen.

2.5 Gebied en tracés

In Bijlagen A3 en A4 is een overzicht van de beschouwde de relevante hoogspanningssystemen en spoorlijn weergegeven. Deze gegevens zijn conform opgave van Overmorgen[4] en ProRail[2].

3. Beschouwing spoorlijn Elst - Geldermalsen (Geocode 042)

3.1 Gebied en tracés

De spoorlijn Elst - Geldermalsen ligt in de nabijheid van de aan te leggen 10kV kabelverbindingen van Liander. De beschouwde kabelverbindingen en spoorlijn zijn in Bijlagen A3 en A4 opgenomen.

Voor de spoorlijn met geocode 042 wordt rekening gehouden met de volgende uitgangspunten, conform ProRail [2]:

- De spoorlijn vanaf km12.600 tot km15.637 is gemodelleerd.
- Er bevinden zich aarding op km12.600, 13.600, 14.600 en 15.600, voor deze aarding is in de berekeningen een waarde van 1 Ohm gehanteerd.
- Er bevinden zich geen relaishuizen in het traject.
- Er is geen bovenleiding aanwezig in het traject.
- ES-lassen zijn laagimpedant voor 50 Hz stromen; afsluitimpedanties van spoorstaven zijn hierdoor effectief.
- De spoorstaven zijn afgesloten met een karakteristieke impedantie volgens RLN00398.
- De 3kV voedingskabel in het kabelbed is eenzijdig geaard ($10\ \Omega$).
- De IB-kabel en de IT-kabel zijn eenzijdig geaard ($1\ \Omega$) conform RLN00398.
- Een afleidingsweerstand van $100\ \Omega\cdot\text{km}$ voor de spoorstaven is vrij conservatief en zal in de praktijk niet snel optreden. Toch kan dit niet worden uitgesloten. Hierbij moet gedacht worden aan zomerse dagen bij een droge bodem

Voor de configuratie van de geleiders van de spoorlijnen wordt rekening gehouden met de in tabel 1 opgenomen gegevens conform bijlage 1 in RLN00398 [1]. Verder wordt rekening gehouden met de door ProRail versterkte gegevens (OR-bladen en BBK-tekeningen) welke toegevoegd zijn in Bijlage B

Tabel 1, Geleider configuratie

1500 Vdc-sporen	Weerstand [Ω/km]	Diameter [cm]	X- coördinaten [m]	Y- coördinaten [m]
Spoorstaaf 1 spoor1	0.044	9.6	-2,72	0.05
Spoorstaaf 2 spoor1	0.044	9.6	-1,28	0.05
Spoorstaaf 1 spoor 2	0.044	9.6	2,72	0.05
Spoorstaaf 2 spoor 2	0.044	9.6	1,28	0.05

3.2 Toetsing conform RLN00398 externe kabelverbindingen

- 1) *De hoogspanningskabel dient de spoorbaan haaks te kruisen met een hoek ψ , waarbij $80 \leq \psi \leq 100$ graden.*

De externe kabelverbindingen kruisen de spoorlijn met een hoek tussen 80 en 100 graden. Hiermee wordt voldaan aan dit toetsingscriterium.

- 2) *Een eerste orde kabelfout dient binnen maximaal 100 ms afgeschakeld te zijn.*

Conform opgave van Overmorgen[4] wordt de eerste orde kabelfout niet binnen 100 ms afgeschakeld. Hiermee wordt niet voldaan aan dit toetsingscriterium.

- 3) *Niet kruisende hoogspanningskabels met een nominale spanning van ≥ 35 kV;*
 - a. *Niet kruisende hoogspanningskabels met een nominale spanning van ≥ 35 kV mogen niet aanwezig zijn binnen een afstand van 700 m vanaf het hart het buitenste spoor;*
 - b. *In afwijking van punt 3a geldt een afstand van 11 m bij geëlektrificeerde sporen met een tractiespanning van 25kV, 50Hz;*

Niet van toepassing op de te beschouwen hoogspanningskabels. Het betreft hier 10 kV kabelverbindingen.

- 4) *Niet kruisende drie-aderige hoogspanningskabels met een nominale spanning < 35 kV mogen niet aanwezig zijn binnen een afstand van 11 m vanaf het hart buitenste spoor;*

De 10 kV kabelverbindingen zijn niet drie-aderig uitgevoerd. Hiermee is dit toetsingscriterium niet van toepassing.

- 5) *Niet kruisende enkelfasige hoogspanningskabels in driehoek ligging met een nominale spanning van < 35 kV mogen niet aanwezig zijn in het gebied binnen een afstand van 11 m vanaf het hart buitenste spoor;*

De parallel lopende enkelfasige 10 kV kabelverbindingen liggen op een afstand kleiner dan 11 meter uit het hart van het buitenste spoor. Hiermee wordt niet voldaan aan dit toetsingscriterium.

- 6) *Hoogspanningskabels mogen niet aanwezig zijn binnen een afstand van 20 m gemeten vanaf de dichtst bij zijnde gevel van een technische ruimte;*

De kabelverbindingen zijn aanwezig binnen een afstand van 20 m van een technische ruimte. Hiermee wordt niet voldaan aan dit toetsingscriterium.

- 7) *Kabels dienen in een elektrisch geïsoleerde buis onder het spoor doorgevoerd te worden;*

In verband met het ontbreken van de benodigde gegevens wordt aangenomen, in overleg met Overmorgen [4], dat de kabelverbindingen in een niet elektrische geïsoleerde buis worden doorgevoerd. Hiermee wordt niet voldaan aan dit toetsingscriterium.

- 8) *Binnen een afstand van ten minste 31 m uit het hart buitenste spoor (20+ 11) mogen zich geen aardpunten of moffen bevinden;*

Er bevinden zich geen moflocaties binnen een afstand van 31 m uit het hart buitenste spoor. Hiermee wordt voldaan aan dit toetsingscriterium.

3.3 Berekeningen en toetsing

Uit de toetsing in paragraaf 3.3 blijkt dat niet aan alle eisen uit RLN00398 voldaan wordt. Hierdoor dient een locatie specifieke studie plaats te vinden. In deze paragraaf zijn de resultaten van de aanvullende beïnvloedingsberekeningen opgenomen. Er is rekening gehouden met de uitgangspunten ten behoeve van modellering conform de eisen uit de RLN00398, hoofdstuk 6. De berekende beïnvloedingen zijn getoetst aan de eisen uit de RLN00398, hoofdstuk 7 Beoordelingscriteria. Voor de beoordelingscriteria B1, B3, B6 is de situatie voor scenario 1 en 2 van de kabeltracés gerapporteerd, conform opgave van Overmorgen [4].

3.3.1 CM railinfra spoorstroomlopen (B1)

De maximale optredende spanningen en stromen op de spoorstroomlopen worden getoetst aan het worstcase scenario: type 'enkelbenig'. De optredende spanningen en stromen zijn berekend en getoetst conform RLN00398.

Voor de afleidingweerstand van spoorstaven wordt rekening gehouden met een spoorstaafarde weerstand van 100, 10 en 2,5 Ω .km per spoorstaaf. De toetsing bij continue verschijnselen is in Tabel 1 opgenomen. Gezien de afschakeltijd van 300 milliseconden bij kortsluiting in de hoogspanningskabel zijn ook de kortsluitverschijnselen beoordeeld, conform RLN00398.

Tabel 2: CM spanningen en stromen op railinfra spoorstroomlopen (scenario 1)

Belastingsituatie	Maximaal Toelaatbaar		Maximaal optredend						Voldoet [J/N]
	Spanning [V]	Stroom [A]	Spanning [V]			Stroom [A]			
			2,5 Ω.km	10 Ω.km	100 Ω.km	2,5 Ω.km	10 Ω.km	100 Ω.km	
Normaal bedrijf (0% asymmetrie)	20	58	<1	<1	<1	<1	<1	<1	J/J
Normaal bedrijf (10% asymmetrie)	20	58	7	8	9	6	4	3	J/J
1-fase kortsluiting	65	58	54	65	73	48	36	28	N/J
3-fase kortsluiting	65	58	3	3	4	3	2	2	J/J

Tabel 3: CM spanningen en stromen op railinfra spoorstroomlopen (scenario 2)

Belastingsituatie	Maximaal Toelaatbaar		Maximaal optredend						Voldoet [J/N]
	Spanning [V]	Stroom [A]	Spanning [V]			Stroom [A]			
			2,5 Ω.km	10 Ω.km	100 Ω.km	2,5 Ω.km	10 Ω.km	100 Ω.km	
Normaal bedrijf (0% asymmetrie)	20	58	<1	<1	<1	<1	<1	<1	J/J
Normaal bedrijf (10% asymmetrie)	20	58	1	1	1	1	<1	<1	J/J
1-fase kortsluiting	65	58	8	9	9	5	2	1	J/J
3-fase kortsluiting	65	58	<1	<1	1	<1	<1	<1	J/J

Zoals blijkt uit de resultaten in tabel 2 en 3Tabel 4 wordt er bij scenario 1 niet voldaan aan de gestelde eisen conform RLN00398.

De bijdrage van de nieuw te leggen kabel is meer dan 20% van de beschouwde beoordelingscriteria voor de normaalbedrijfstoestand plus asymmetrie voor scenario 1, waardoor volgend uitgangspunt G2 uit de RLN00398 de bestaande hoogspanningssystemen meegenomen moeten worden in de modellering. Gezien de stadia waarin het project zich bevindt wordt aangeraden eerst te kijken naar de mogelijkheden van het kabeltracé in scenario 2, alvorens in detail te gaan met het kabeltracé in scenario 1.

3.3.2 CM railinfra baanvakken (B2)

Deze toetsing is van toepassing voor baanvakken met alleen dubbelbenige spoorstroomlopen. Omdat het enkelbenig toetsingsscenario worstcase is, is het dubbelbenig scenario niet getoetst.

3.3.3 CM spanning aders railinfra apparatuur (B3)

De maximale optredende spanningen op aders railinfra apparatuur, één zijde geaard, zijn berekend en getoetst conform RLN00398. Voor de afleidingweerstand van spoorstaven wordt rekening gehouden met een spoorstaafweerstand van 100, 10 en 2,5 Ω .km per spoorstaaf. De berekende spanningen zijn in Tabel 4 opgenomen.

Tabel 4: CM spanning aders railinfra apparatuur (scenario 1)

Belastingssituatie	Maximale toelaatbare Spanning [V]	Maximale optredende Spanning [V]			Voldoet [J/N]
		2,5 Ω .km	10 Ω .km	100 Ω .km	
Normaal bedrijf (0% asymmetrie)	150	<1	<1	<1	J
Normaal bedrijf (10% asymmetrie)	150	13	16	18	J
Één fasekortsluiting	480*	105	132	145	J
Drie fasen kortsluiting	180**	7	7	8	J

Tabel 5: CM spanning aders railinfra apparatuur (scenario 2)

Belastingssituatie	Maximale toelaatbare Spanning [V]	Maximale optredende Spanning [V]			Voldoet [J/N]
		2,5 Ω .km	10 Ω .km	100 Ω .km	
Normaal bedrijf (0% asymmetrie)	150	<1	<1	<1	J
Normaal bedrijf (10% asymmetrie)	150	2	2	2	J
Één fasekortsluiting	480*	14	18	19	J
Drie fasen kortsluiting	180**	1	1	1	J

* toetsingseis NEN-EN 50122-1:2011 o.b.v. afschakeltijd 300ms

** toetsingseis NEN-EN 50122-1:2011 o.b.v. afschakeltijd 600ms

Zoals blijkt uit de resultaten in tabel 4 en 5 wordt er voldaan aan de gestelde eisen conform RLN00398.

3.3.4 Psfometrische stoorspanning op modemverbindingen (B4)

Deze toetsing is relevant als de hoogspanningsverbinding aansluit op een HVDC verbinding of er een grootverbruiker met veel vermogenslektronica is.

De te beschouwen hoogspanningsverbinding is een normale verbinding tussen twee hoogspanningsstations. Voor deze verbinding is deze eis nooit maatgevend conform RLN00398. Hierdoor is deze toetsing buiten beschouwing gelaten.

3.3.5 50Hz spanningscomponent in de 1500 VDC tractiespanning (B5)

Deze toetsing is relevant indien de spoorwegverbinding beschikt over een bovenleidingsstelsel. Voor het beschouwde spoor is dit niet van toepassing waardoor deze toetsing vervalst.

3.3.6 Aanraakspanningen kabelmantel en spoorstaven (B6)

De maximale optredende aanraakspanningen zijn berekend en getoetst conform RLN00398. De berekende maximale aanraakspanningen zijn in tabel 6 en 7 opgenomen.

Tabel 6: Aanraakspanningen kabelmantel en spoorstaven (scenario 1)

Belastingssituatie	Maximale toelaatbare Spanning [V]	Maximale optredende Spanning [V]						Voldoet [J/N]
		Kabelmantel			Spoorstaaf			
		2,5 Ω.km	10 Ω.km	100 Ω.km	2,5 Ω.km	10 Ω.km	100 Ω.km	
Normaal bedrijf (0% asymmetrie)	60	<1	<1	<1	<1	<1	<1	J
Normaal bedrijf (10% asymmetrie)	60	13	16	18	7	8	9	J
Één fasekortsluiting	480	105	132	145	54	65	73	J
Drie fasen kortsluiting	180	7	7	8	3	3	4	J

Tabel 7: Aanraakspanningen kabelmantel en spoorstaven (scenario 2)

Belastingssituatie	Maximale toelaatbare Spanning [V]	Maximale optredende Spanning [V]						Voldoet [J/N]
		Kabelmantel			Spoorstaaf			
		2,5 Ω.km	10 Ω.km	100 Ω.km	2,5 Ω.km	10 Ω.km	100 Ω.km	
Normaal bedrijf (0% asymmetrie)	60	<1	<1	<1	<1	<1	<1	J
Normaal bedrijf (10% asymmetrie)	60	2	2	2	1	1	1	J
Één fasekortsluiting	480	14	18	19	8	9	9	J
Drie fasen kortsluiting	180	1	1	1	<1	<1	1	J

Zoals blijkt uit de resultaten in tabel 6 en 7 voldoen de maximale berekende spanningen aan de gestelde eisen conform RLN00398.

3.3.7 Elektromagnetische compatibiliteit van apparatuur (B7), Elektrische velden (B8) en Blootstelling van mens aan magnetische velden (B9)

Beoordelingscriteria B8 is niet van toepassing doordat toetsing van elektrische velden van een hoogspanningskabel niet van belang zijn door de afschermende werking van de metalen beschermingsmantel. De maximale magnetische veldsterktes (B7 en B9) zijn berekend voor de twee bekende situaties:

- De boring locatie, een kruising waar de kabel op circa 6 meter onder het spoor ligt.
- De parallelle locatie, daar waar de kabel op een worst-case afstand van circa 9 meter van het spoor parallel komt te liggen.

De situatie is gesimuleerd wanneer tijdens normaal bedrijf een asymmetrische stroom van 10% aanwezig is. De resultaten van de uitgevoerde berekeningen zijn toegevoegd in bijlage C. In tabel 8 en 9 zijn de maximaal berekende magnetische velden op spoorstaafhoogte samengevat.

Tabel 8: Maximaal optredende magnetische veldsterktes scenario 1 (parallelloop)

Belastingssituatie	Maximaal optredende veldsterkte		Maximaal toelaatbare waarden		Voldoet
	[A/m]	[μ T]	[A/m]	[μ T]	
Vollast, 10% asymmetrische stromen	4,9	5,1	10	100	J/J

Tabel 9: Maximaal optredende magnetische veldsterktes scenario 1&2 (kruising)

Belastingssituatie	Maximaal optredende veldsterkte		Maximaal toelaatbare waarden		Voldoet
	[A/m]	[μ T]	[A/m]	[μ T]	[J/N]
Vollast, 10% asymmetrische stromen	5,2	6,5	10	100	J/J

De immuniteit van de apparatuur voor magnetische velden bedraagt 100 A/m conform NEN-EN 50121-4 en NEN-EN 50121-5. Conform RLN00398 dient de maximale Power Frequency Magnetic Field een factor 10 lager te zijn dan de immuniteitswaarden uit genoemde normen.

De magnetische fluxdichtheid mag niet meer bedragen dan 100 μ T.

Uit de resultaten in tabel 8 en 9 kan worden opgemaakt dat er wordt voldaan aan de eisen voor de magnetische veldsterkte conform RLN00398.

De bijdrage van de nieuw te leggen kabel is meer dan 20% van de beschouwde beoordelingscriteria voor alle normaalbedrijfstoestanden waardoor volgend uitgangspunt G2 uit de RLN00398 de bestaande hoogspanningssystemen meegenomen moeten worden in de modellering. Echter gezien de te beschouwen situatie en de dichtstbijzijnde parallel liggende hoogspanningssystemen op een afstand van circa 300 meter. Word verwacht dit geen relevant effect te hebben op de berekende magnetische veldsterkte in beide situaties.

4. Conclusie en aanbevelingen

Overmorgen is betrokken bij het aanleggen van tweetal kabeltracés ten behoeve van de realisatie van Zonnepark Hemmen BV. Het betreft hier zowel de interne kabelverbindingen binnen het zonnepark en de kabelverbindingen voor de aansluiting van het zonnepark op het energienet. De kabelverbindingen voor de aansluiting van het zonnepark op het energienet ligt deels parallel en kruist de spoorweg Elst – Geldermalsen. De verbindingen binnen het zonnepark liggen enkel parallel met de spoorweg.

In het geval van een hoogspanningsverbinding in de directe nabijheid (parallel of kruisend) van een spoorlijn moet rekening worden gehouden met de elektrische beïnvloeding van de hoogspanningsverbinding op de spoorlijn conform ProRail Richtlijn RLN00398. De richtlijn gaat uit van worst-case uitgangspunten, waardoor voldoende zekerheid wordt verkregen dat alle locaties waar de beïnvloeding mogelijk ontoelaatbaar is, worden gesignaleerd.

Uit de uitgevoerde detailberekeningen blijkt dat voor de kabelverbindingen bij:

- scenario 1 er **niet** wordt voldaan aan de gestelde eisen conform ProRail richtlijn RLN00398.
- scenario 2 er wordt voldaan aan de gestelde eisen conform ProRail richtlijn RLN00398.

In uitgangpunt G2 uit hoofdstuk 6.1 conform de ProRail richtlijn staat beschreven dat wanneer de beschouwde beoordelingscriteria een bijdrage levert van meer dan 20% aan de te toetsen criteria de bestaande hoogspanningssystemen van derden meegenomen moeten te worden in de modellering (geldend voor de toetsing van normaal bedrijf). Gezien de resultaten in hoofdstuk 3.3.1 levert scenario 1 een bijdrage van meer dan 20% voor de toetsing van normaal bedrijf plus 10% asymmetrie. Wanneer in een verder stadia van het project blijkt dat scenario 1 gerealiseerd gaat worden, wordt aangeraden om de berekening te herzien in combinatie met alle aanwezig hoogspanningssystemen van derden alvorens er concrete maatregelen worden voorgesteld.

5. BRONVERMELDING

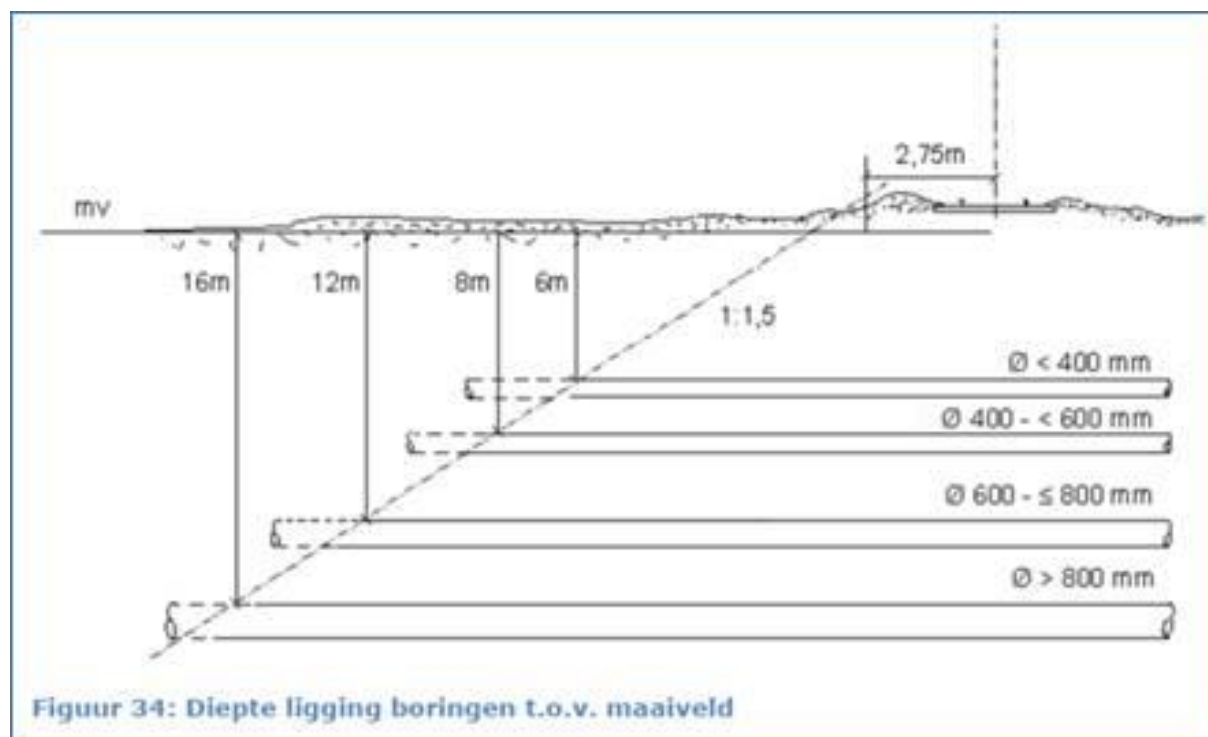
- [1] ProRail Richtlijn RLN00398 “Beleid elektromagnetische beïnvloedingen van hoogspanningsverbindingen op de hoofd-spoorweginfrastructuur”, documentnummer: RLN00398, versie: 001, datum:01-11-2013.
- [2] ProRail:
 - OR-bladen via railDocs versie 1.121, <https://www.raildocs.nl/>, geraadpleegd 12-11-2018
- [3] DINO-loket:
 - Levering van informatie voor inventarisatie van bodemweerstand binnen Nederland voor 3147 locaties, d.d. 24-09-2015.
- [4] Overmorgen:
 - E-mails van dhr. J. Broekhorst met gegevens, d.d. 04-09-2018 en 08-11-2018.
- [5] COMSOL Multiphysics Modeling Software, COMSOL AB, Stockholm, Sweden

Bijlage A Kenmerken hoogspanningssystemen

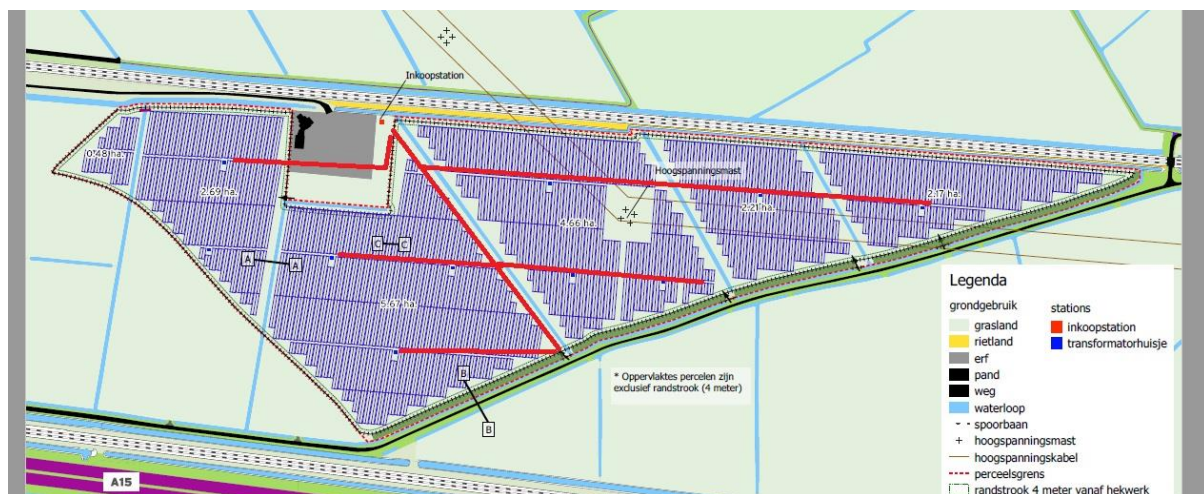
Bijlage A-1 Specifieke gegevens Stedin kabelverbindingen

Kabels	Te leggen 10 kV kabels
Type	3 x 1 x 630 Al
Nominale belasting MS-kabel [A]	550
Langdurige gemiddelde belasting [A]	-
Aardingswijze netwerk	impedantie geaard
1 fase kortsluiting [kA]	2,4
Afschakeltijd [s]	0,3
3 fase kortsluiting [kA]	14,6
Afschakeltijd [s]	0,6
Aardingswijze kabelmantels	2-zijdig
Dagmaat [m]	0,6 [gemiddelde]

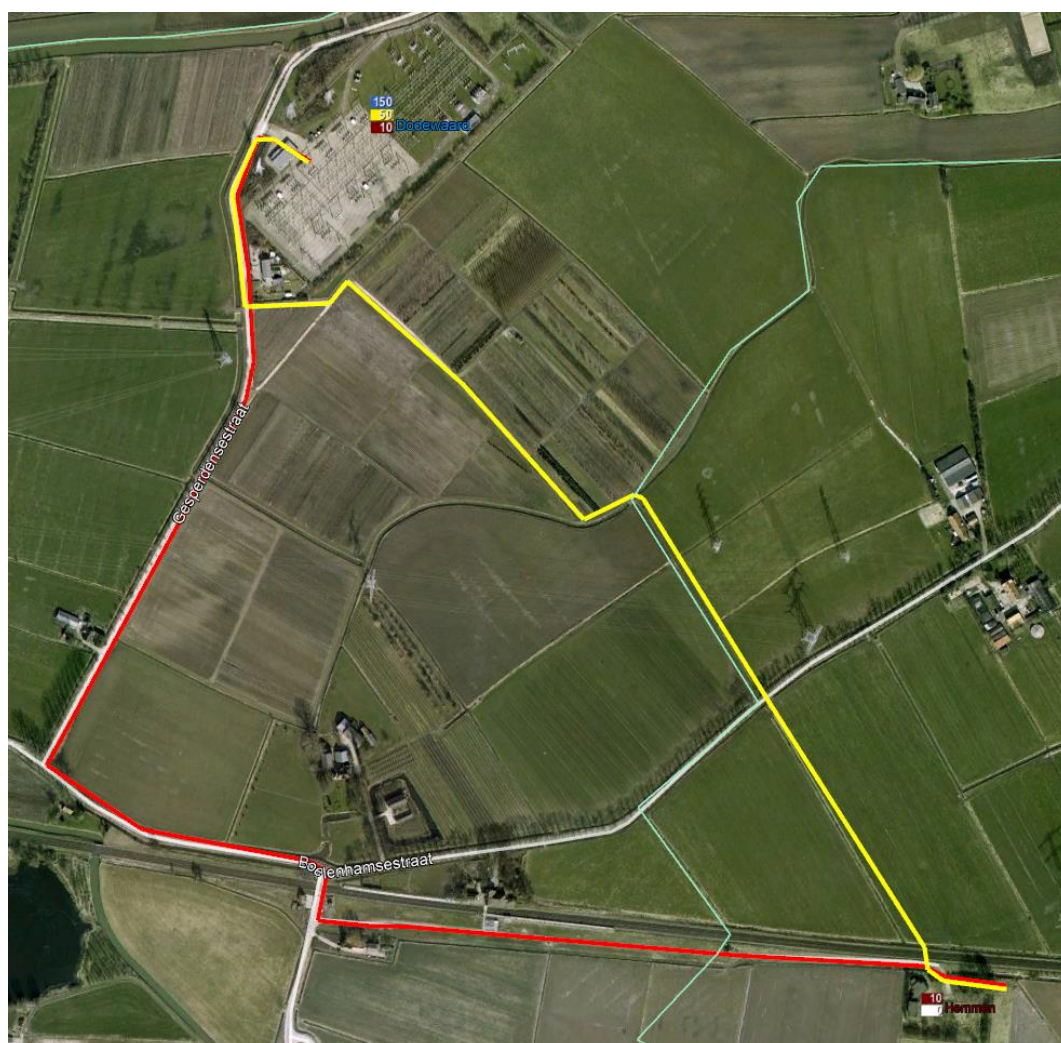
Bijlage A-2 Dwarsprofiel openontgraving



Bijlage A-3 Interne kabelverbindingen

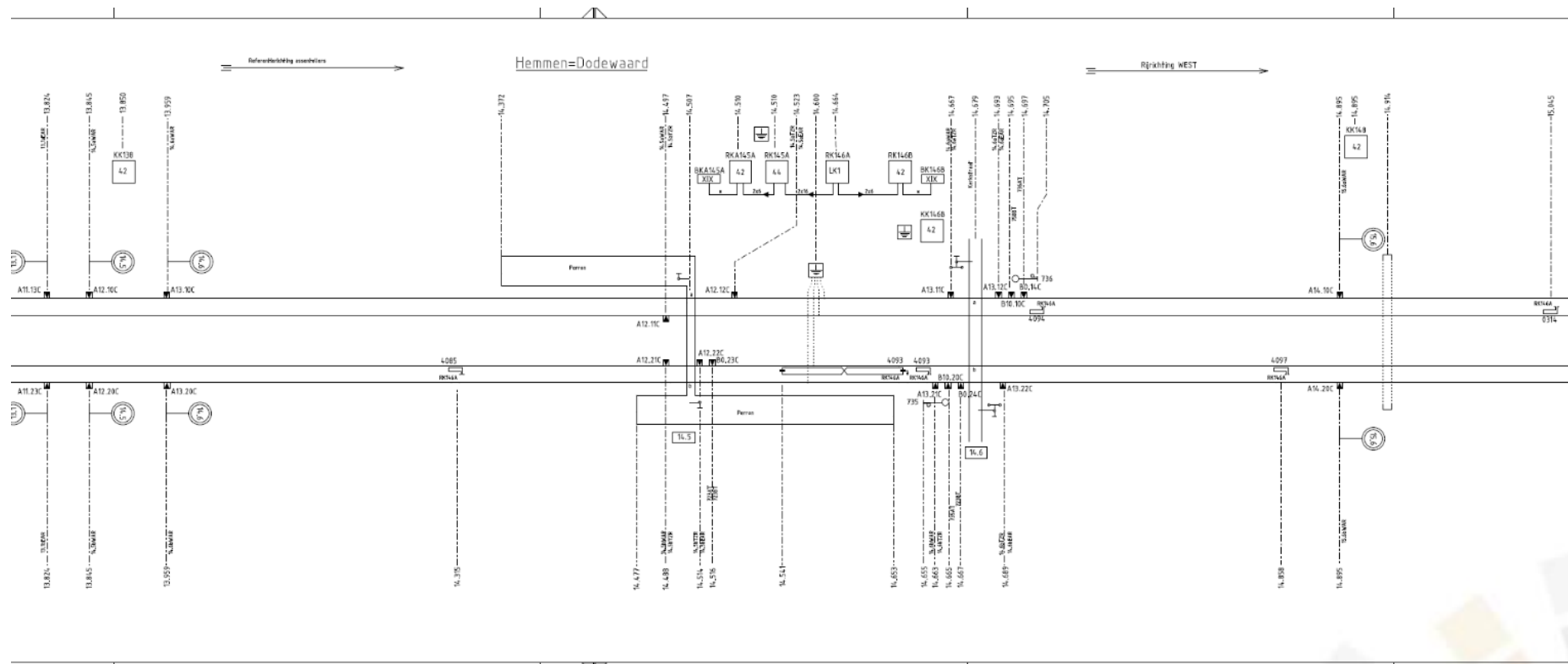


Bijlage A-4 Externe kabelverbindingen (rood = scenario 1, geel = scenario 2)



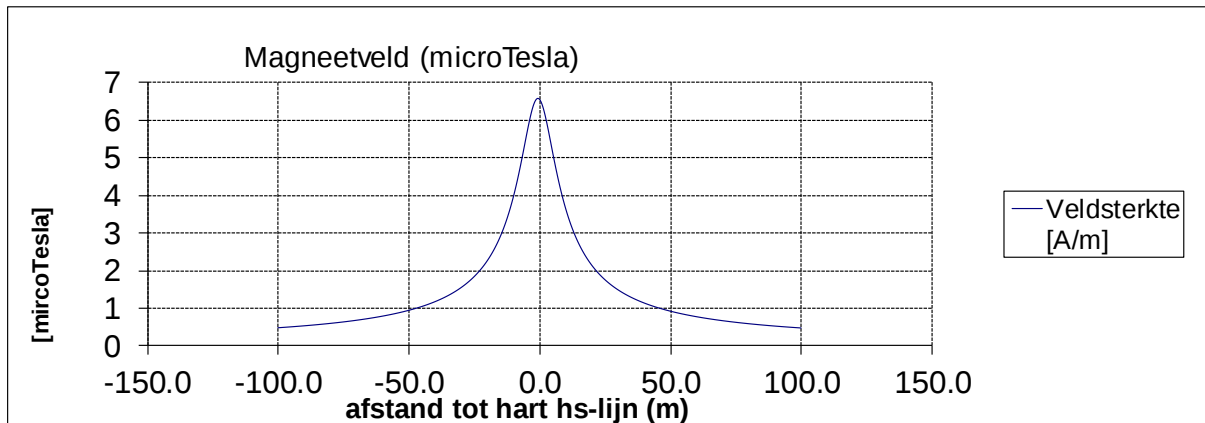
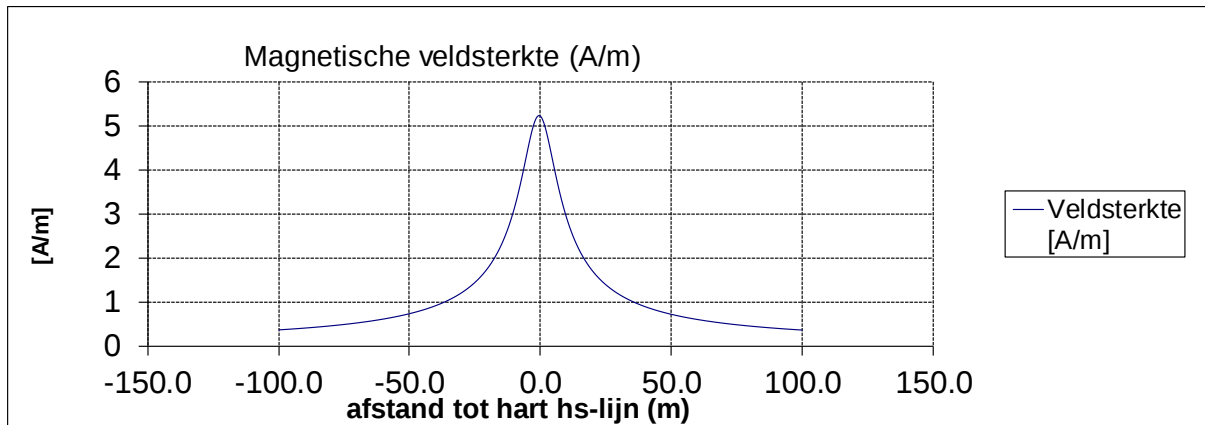
Bijlage B OR-schema

Bijlage B-1 KM13.824-15.045



Bijlage C Resultaten magnetische veldsterktes

Bijlage C-1 Situatie schets: Boring



Bijlage C-2 Situatie schets: parallelloop

