



UITBREIDING OS DRUTEN

Beïnvloeding nieuwe infra op buisleiding Gasunie

Opdrachtgever: Liander Asset Management
Uitgevoerd door: Qirion
Auteur: Pieter Kropman
Review: Armin Palavra
Datum: maandag 21 februari 2022

COLOFON

Qirion

Bij Qirion zijn de strategische kennis en kunde op het gebied van energieopwek, -opslag, energie-infrastructuren alsmede eindverbruikerstoepassingen gebundeld. Deze gebundelde kennis dient als basis voor het uitvoeren van turnkey projecten alsmede het doen van advisering en onderzoek. Daarmee wil Qirion het mogelijk maken dat haar klanten kunnen acteren als world class spelers.

Qirion B.V.

Dijkgraaf 4, 6921 RL Duiven

Postbus 50, 6920 AB Duiven

Telefoon: (026) 844 71 17

Fax: (026) 844 72 00

<i>Datum</i>	<i>Status</i>	<i>Goedgekeurd Qirion</i>
21/02/2022	Goedgekeurd	Armin Palavra
21/02/2022	Opmerkingen verwerkt	Pieter Kropman
<i>Paraaf goedgekeurd</i>		

© 2022, Qirion BV, DuivenAlle 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 Qirion.

2021-01 v0.73

Samenvatting

Liander en TenneT zijn voornemens onderstation Druten (OS Druten) uit te breiden met een vijftal 150kV velden, een drietal 150/20kV transformatoren en een tweetal 20kV schakelinstallaties. Hiervoor wordt het aardnet uitgebreid. Het station is gelegen te Noord-Zuid 6 te Druten. Het project is bij bekend onder nummer: RLI-00000967.

In de nabijheid van de nieuwe elektriciteitsinfra bevindt zich een buisleiding van Gasunie, bekend onder nummer: N-575. Theoretisch is het mogelijk dat buisleidingen en de nieuwe elektriciteitsinfra elkaar nadelig beïnvloeden via (een of meer van) deze mechanismen:

- capacatieve beïnvloeding;
- weerstandsbeïnvloeding;
- inductieve beïnvloeding;
- thermische beïnvloeding;
- mechanische beïnvloeding.

De procedure waarmee vastgesteld wordt of aanvullende acties noodzakelijk zijn als dit het geval is, is beschreven in de norm NEN 3654 [1]. Er is vanuit gegaan dat de lezer bekend is met de inhoud van deze norm.

Qirion heeft in opdracht van Reddyn de beoogde stationsuitbreiding aan NEN 3654 getoetst. Hieruit is gebleken dat er geen aanvullende acties noodzakelijk zijn. Een nadere samenvatting van de berekeningen voor genoemde case volgt hieronder.

Capacatieve beïnvloeding

Niet van toepassing, zie § 3.2.

Weerstandsbeïnvloeding

De berekende stap- en aanraakspanning in het huidige ontwerp **voldoet** aan de in de NEN 3654 gestelde limieten voor overbruggingsspanningen, zie § 4.2.

Aanvullende actie wordt **niet** vereist.

Inductieve beïnvloeding

Niet van toepassing, zie § 3.2.

Thermische beïnvloeding

Niet van toepassing, zie § 3.2.

Mechanische beïnvloeding

Niet van toepassing, zie § 3.2.

Inhoudsopgave

Samenvatting	3
1 Doel rapport	5
2 Beoogde wijzigingen aan de elektriciteitsinfra	5
3 Beoordeling	8
3.1 Beoordeling conform NEN 3654.....	8
3.2 Eenzijdige conservatieve beoordeling	8
4 Vervolgstappen	10
4.1 Capacitieve beïnvloeding	10
4.2 Weerstandsbeïnvloeding.....	10
4.3 Inductieve beïnvloeding.....	11
4.4 Thermische beïnvloeding	11
4.5 Mechanische beïnvloeding.....	12
Conclusies	13
Bronvermelding	14
Bijlagen	15
A. Eenzijdige conservatieve beoordeling inductieve beïnvloeding	15
B. Toelaatbare overbruggingsspanningen	16
C. Bepaling hart-op-hartafstand en lengte parallelloop	16
D. Case-specifieke karakteristieken van de infra	17

1 Doel rapport

TenneT en Liander (Reddyn) zijn voornemens OS Druten uit te breiden. Hiervoor wordt in 2022 een bestemmingsplanwijziging ingediend. Het Basis- en Detailontwerp dient nog uitgevoerd te worden, waardoor de exacte specificaties van het aardnet onbekend zijn. Om te voorkomen dat de wijzigingen kunnen leiden tot ontoelaatbare (en niet meer te mitigeren) beïnvloeding, is reeds een berekening van de weerstandsbeïnvloeding gemaakt.

Ten aanzien van de afgaande 20kV kabels, is er nog te veel onzekerheid betreffende de locatie en het type afgaande kabels om een berekening te kunnen uitvoeren. In hoofdstuk 2 is echter alvast een impressie gegeven van de beoogde locatie, waar uit blijkt dat geen grote problemen ten aanzien van inductieve beïnvloeding te verwachten zijn.

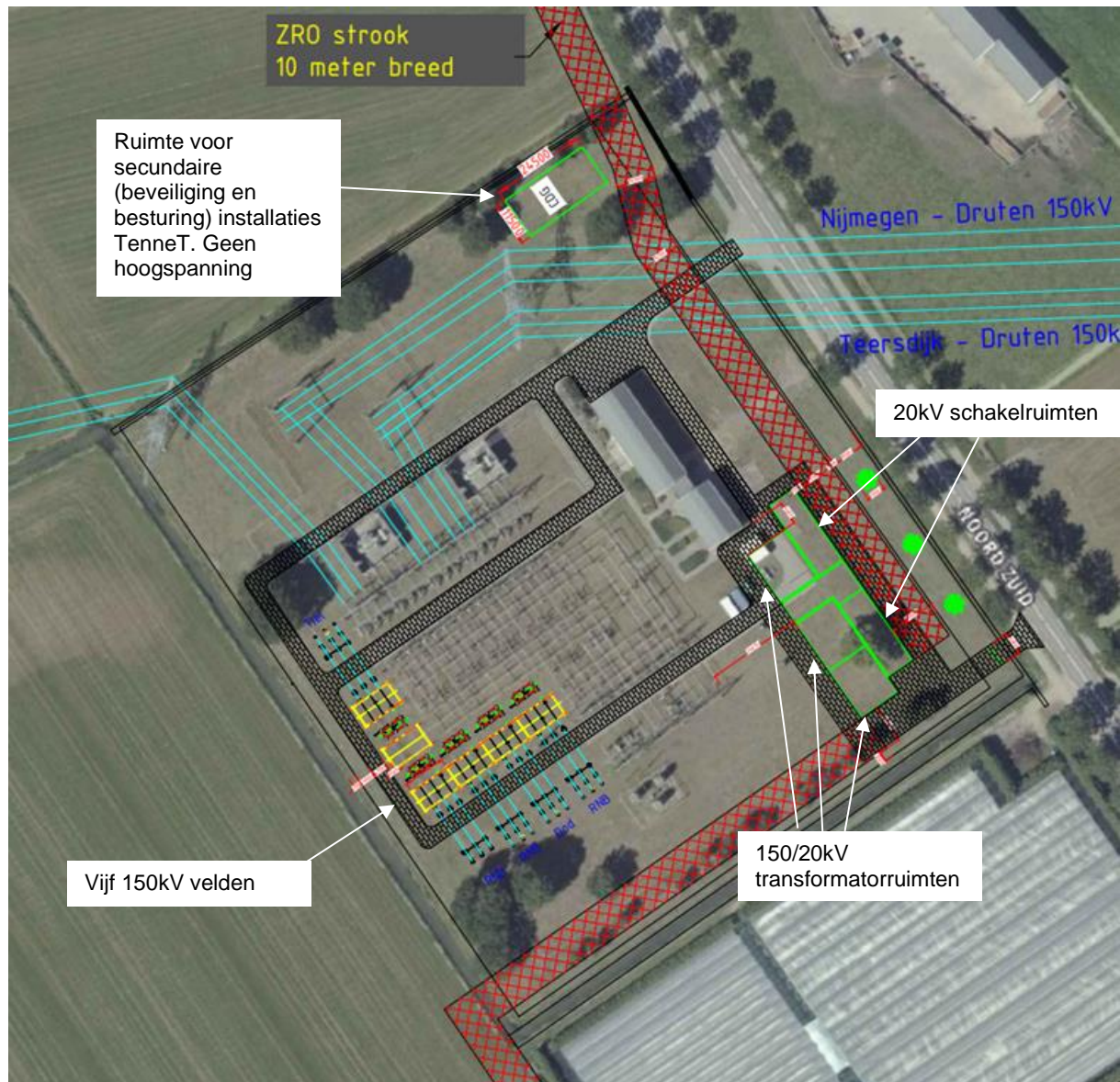
2 Beoogde wijzigingen aan de elektriciteitsinfra

Liander is voornemens onderstation Druten (OS Druten) uit te breiden met een vijftal 150kV velden, een drietal 150/20kV transformatoren en een tweetal 20kV schakelinstallaties (zie Figuur 1 en Figuur 2). Hiervoor wordt het aardnet uitgebreid ter hoogte van de te plaatsen gebouwen met hoogspanning. Het station is gelegen te Noord-Zuid 6 te Druten. Het project is bij Liander Aanlegbekend onder nummer: RLI-00000967.



Figuur 1: Bovenaanzicht van OS Druten: huidige situatie (rode lijn geeft de perceelsgrens van het stationsterrein weer)

De beoogde locatie voor afgaande 20kV kabels is rood gearceerd weergegeven in Figuur 2. Dit valt buiten de bestemmingsplanswijziging. Hieruit is op te maken dat de kabels die in Noordelijke richting gelegd worden ongeveer 100 meter parallel lopen met de buisleiding, waarna ze de buisleiding kruisen en praktisch haaks van de buisleiding verder weg lopen. Aangezien de parallelloop een geringe lengte heeft, zijn hier geen onoverkomelijke problemen te verwachten.



Figuur 2: Bovenaanzicht beoogde uitbreiding OS Druten

In de nabijheid van de te realiseren verbinding ligt buisleiding N-575 van Gasunie. De situatie wordt geïllustreerd in Figuur 3.



— Buisleiding

Figuur 3: Overzichtskartaal van de ligging van de buisleiding ten opzichte van het stationsterrein.

3 Beoordeling

Theoretisch is het mogelijk dat buisleidingen en de nieuwe elektriciteitsinfra elkaar nadelig beïnvloeden via thermische, elektrische en mechanische mechanismen. Bij aanleg van en wijzigingen aan infra, dient de situatie conform NEN 3654 te worden beoordeeld om ontoelaatbare beïnvloeding te voorkomen.

De hiertoe omschreven procedure wordt gevolgd voor de wijzigingen, omschreven in hoofdstuk 1.

3.1 Beoordeling conform NEN 3654

Tussen hoogspanningssystemen en buisleidingen kunnen de volgende mechanismen een nadelige rol spelen:

- capacatieve beïnvloeding;
- weerstandsbeïnvloeding;
- inductieve beïnvloeding;
- thermische beïnvloeding;
- mechanische beïnvloeding.

Bij het aanleggen of wijzigen van een buisleiding of hoogspanningssysteem kunnen genoemde mechanismen leiden tot risico's:

- het risico op ontoelaatbare overbruggingsspanningen;
- het risico op wisselstroomcorrosie;
- het risico op beschadiging van de leidingbekleding door doorslag;
- het thermisch risico (opwarmen van buisleidingen);
- het risico op mechanische beschadiging.

In NEN 3654 staan aanwijzingen voor overleg en maatregelen om ontoelaatbare risico's qua beïnvloeding te voorkomen. De hierin omschreven methodiek (zie § 6.3.2 van NEN 3654) is erop gericht om zo eenvoudig mogelijk te bepalen of de beïnvloeding acceptabel is en maatregelen uit te sluiten zijn.

- In de eerste stap vindt een beoordeling plaats aan de hand van een grafiek of een praktisch criterium: de eenzijdige conservatieve beoordeling. De in deze stap toegepaste criteria zijn conservatief. (Uitgewerkt in § 3.2.)
- Indien niet aan deze criteria wordt voldaan, kan een (complexere) vervolgstap in de beoordeling worden uitgevoerd met criteria die iets minder conservatief zijn. (Zie vanaf hoofdstuk 4.)
- Uiteindelijk kan het nodig zijn om per mechanisme een gedetailleerde studie uit te voeren. Tevens kan dit leiden tot maatregelen om ontoelaatbare beïnvloeding te voorkomen.

De conservatieve beoordeling in combinatie met deze vervolgstappen zijn als cascade ontworpen: van conservatief (ofwel worst case) naar case-specifiek en zijn tevens toenemend arbeidsintensief. In principe zou een detailberekening ook meteen volstaan, geregeld blijkt het echter doeltreffender om de beoordeling al op een voorliggende stap af te kaarten.

3.2 Eenzijdige conservatieve beoordeling

De eerste stap betreft het uitvoeren van een eenzijdige conservatieve beoordeling van de beoogde eindsituatie. Per mechanisme worden deze risico's beschouwd.

Tabel 1 presenteert voor genoemde mechanismen het resultaat van de eenzijdige conservatieve beoordeling en geeft aan of er vervolgstappen noodzakelijk zijn.

Tabel 1: Overzicht van het resultaat en de noodzakelijke vervolgstappen.

Mechanisme	Criterium volgens NEN 3654	Vervolgstep	Verklaring
Capacitieve beïnvloeding <i>Te denken aan geïsoleerde, bovengrondse, metalen buisleidingen in de nabijheid van hoogspanningssystemen.</i>	Zie Tabel 2 (in de NEN 3654).	nee	Deze case betreft een ondergronds kabelsysteem.
Weerstandsbeïnvloeding	- Afstand van de buisleiding tot het aardingssysteem van het station bedraagt minder dan 500 m. - Alleen in het geval van een star/effectief geaard net. Zie Tabel 3 (NEN 3654).	ja	Er is wel een wijziging in het aardingssysteem in een straal van 500 m rond de buisleiding. Er is sprake van een star/effectief geaard net.
Inductieve beïnvloeding	Lengte en afstand van parallelloop bevinden zich onder de curve in de grafiek van figuur 2 (NEN 3654), zie bijlage A.	nee	De maatgevende lengte en afstand bevinden zich boven genoemde curve.
Thermische beïnvloeding	De afstand in de bodem tussen kabel en buisleiding bedraagt minder dan 10 m (blz. 24 van NEN 3654).	nee	De kortste afstand tussen kabel en buisleiding bedraagt meer dan 10 m.
Mechanische beïnvloeding <i>Te denken aan het omvallen van een hoogspanningsmast op een buisleiding</i>	De afstand tussen de hoogspanningsmast en de buisleiding bedraagt minder dan de hoogte van de hoogspanningsmast. Zie § 6.3.7 (NEN 3654).	nee	Deze case betreft een ondergronds kabelsysteem.

De mechanismen waarvoor een vervolgstap noodzakelijk zijn, worden verder onderzocht in hoofdstuk 4.

4 Vervolgstappen

Op grond van Tabel 1 in § 3.2 zijn voor een aantal mechanismen vervolgstappen nodig. In dit hoofdstuk wordt een eenzijdige en verbeterde beoordeling uitgevoerd, onderbouwd met een Unity Check.

4.1 Capacitieve beïnvloeding

Dit mechanisme is niet van toepassing. (Zie Tabel 1 in § 3.2.)

4.2 Weerstandsbeïnvloeding

Bij de uitbreiding van een bestaand station met 150kV velden / transformator- en schakelruimten wordt standaard het aardnet uitgebreid, zodat de nieuw te plaatsen installaties in geval van een 1-fase kortsluiting niet onder spanning komt te staan. Hierdoor zal via dit aardnet stroom naar de bodem wegvloeien.

Indien een stroom op deze wijze wegvloeit, ontstaat een potentiaalverloop door de weerstand die de stroom in de bodem ondervindt. Rond het intredepunt in de bodem ontstaat de zogenoemde 'potentiaaltrechter'. Objecten binnen deze potentiaaltrechter zullen de lokale potentiaal aannemen. Bij het aanraken van deze objecten ontstaat het risico op een te hoge aanraak- en overbruggingsspanning. (Zie § 6.3.4 in NEN 3654.)

4.2.1 Aanpak van de beoordeling

Om genoemd risico nader te beschouwen, wordt bij wijze van worst case de maximale potentiaal die ter hoogte van de buisleiding optreedt, vastgesteld en vergeleken met de toelaatbare overbruggingsspanningen.

De aarde en het beoogde aardnet van het voedingspunt is gemodelleerd om de vorm en grootte van de potentiaaltrechter te bepalen. Hiervoor is gebruik gemaakt van:

- gegevens over de elektrische weerstand van de aarde, vanuit het DINOloket¹;
- gegevens over het beoogde aardnet, van Liander;
- de case-specifieke 1-fase kortsluitstroom, van Liander;
- softwarepakket CDEGS².

4.2.2 Resultaat van de beoordeling

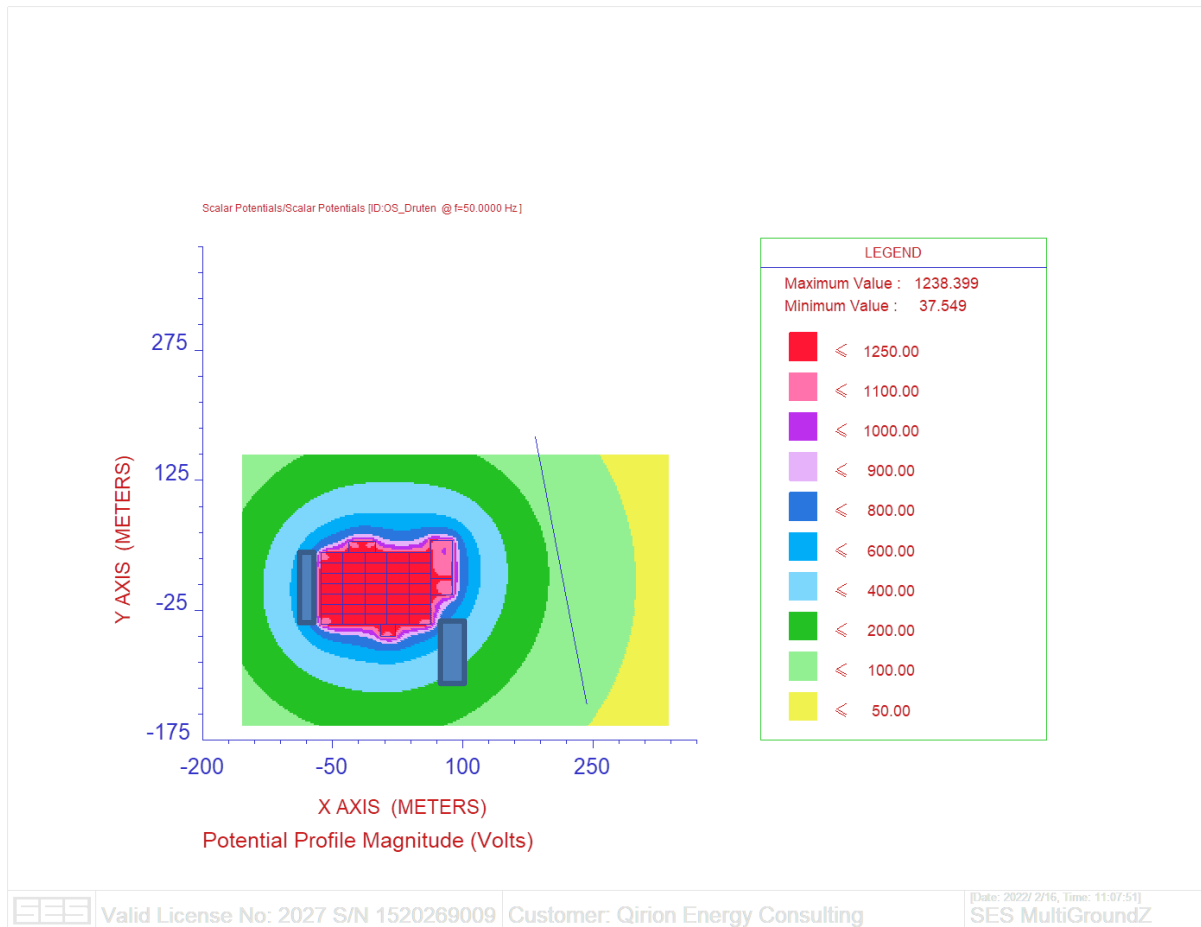
De toelaatbare overbruggingsspanning is afhankelijk van de afschakeltijd van de kortsluitstroom. De toelaatbare overbruggingsspanningen staan vermeld in Tabel 2 van Bijlage B.

Figuur 4 laat de berekende potentiaaltrechter en de ligging van de Gasunieleiding daarin zien. Uit de berekening blijkt dat de potentiaal waarin de gasleiding zich bevindt kleiner dan 100 V is, waar 1000 V is toegestaan. (Toelaatbare aanraakspanning bij 0,1 seconde afschakeltijd is 1000V in verband met doorslagspanning buisleidingbekleding).

Figuur 4 geeft de potentiaaltrechter weer uitgaande van het huidige aardnet. De blauwe rechthoek geeft aan waar het aardnet uitgebreid wordt als gevolg van de uitbreiding van het station. Met 100% zekerheid is te zeggen dat deze uitbreiding niet leidt tot het overschrijden van de toelaatbare aanraakspanning ter plekke van de buisleiding (De snelle afbouw van de potentiaaltrechter komt met name door de erg lage bodemweerstand ter plekke: natte klei).

¹ DINOloket – Data en informatie van de Nederlandse ondergrond. Geologische Dienst Nederland, Utrecht. www.dinoloket.nl

² CDEGS – Current Distribution Electromagnetic Interference Grounding and Soil Structure Analysis, versie 16, Safe Engineering Services & technologies Ltd.



Figuur 4: De berekende potentiaalrechter rondom OS Druten. De Gasunieleiding is weergegeven als een blauwe streep.

4.2.3 Conclusie op basis van de beoordeling

De berekende overbruggingsspanning in het huidige ontwerp **voldoet** aan de in de NEN 3654 gestelde limieten voor overbruggingsspanningen, zie § 4.2.

Aanvullende actie wordt **niet** vereist.

4.3 Inductieve beïnvloeding

Dit mechanisme is niet van toepassing. (Zie Tabel 1 in § 3.2.)

Ter informatie: De te leggen 150kV kabels op het stationsterrein zelf (tussen de nieuw aan te leggen 150kV velden en de 150/20kV transformatorruimten), zijn niet langer dan 100 meter en komen haaks op de buisleiding te liggen. Deze zullen derhalve niet leiden tot een ontoelaatbare inductieve beïnvloeding.

4.4 Thermische beïnvloeding

Dit mechanisme is niet van toepassing. (Zie Tabel 1 in § 3.2.)

4.5 Mechanische beïnvloeding

Dit mechanisme is niet van toepassing. (Zie Tabel 1 in § 3.2.)

Conclusies

Een korte samenvatting van de berekeningen voor genoemde case volgt hieronder.

Capacitieve beïnvloeding

Niet van toepassing, zie § 3.2.

Weerstandsbeïnvloeding

De berekende stap- en aanraakspanning in het huidige ontwerp **voldoet** aan de in de NEN 3654 gestelde limieten voor overbruggingsspanningen, zie § 4.2.

Aanvullende actie wordt **niet** vereist.

Inductieve beïnvloeding

Niet van toepassing, zie § 3.2.

Thermische beïnvloeding

Niet van toepassing, zie § 3.2.

Mechanische beïnvloeding

Niet van toepassing, zie § 3.2.

Bronvermelding

- [1] „NEN 3654: Nederlandse norm, Wederzijdse beïnvloeding van buisleidingen en hoogspannings-systemen,„ Alliander, Duiven, 2014.
- [2] T. J. W. van Leeuwen, „Voorschrift voor aardingen, bliksembeveiliging en sterpuntsbehandeling,„ Alliander, Duiven, 2010.
- [3] VELIN, „Algemene VELIN-voorwaarden voor grondroer- en overige activiteiten,„ April 2018.

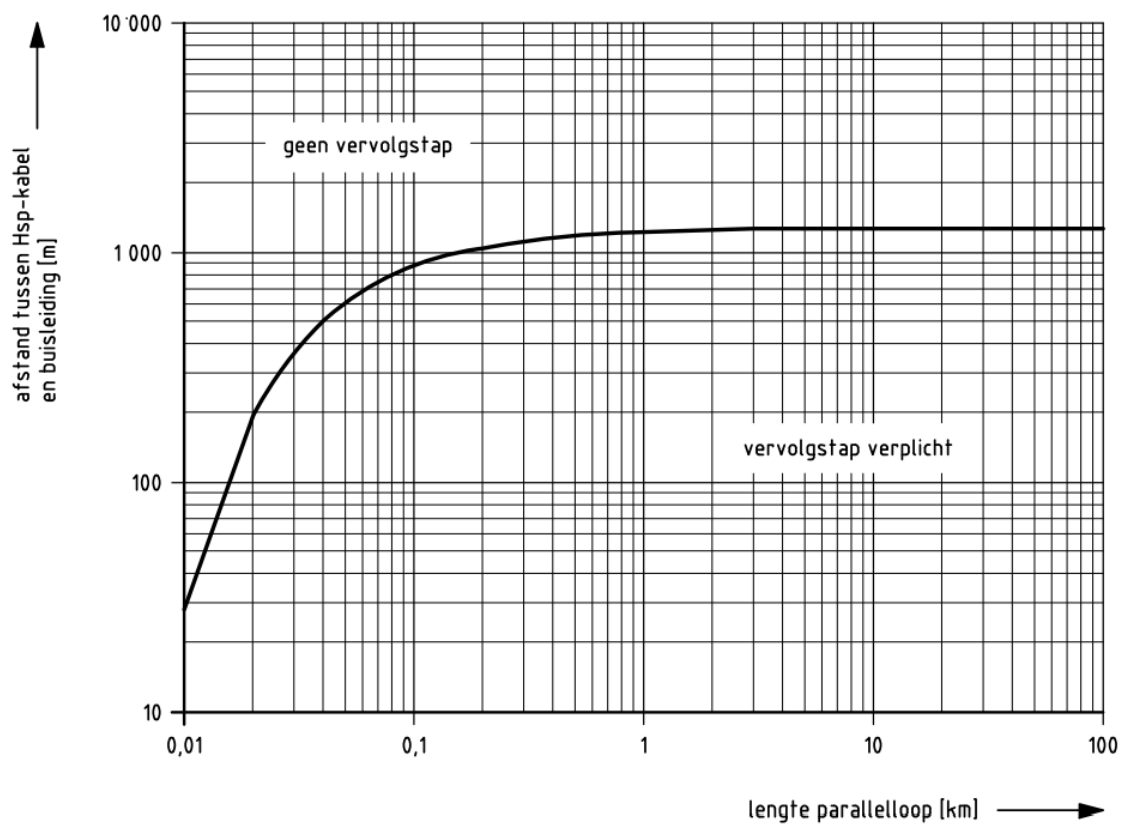


Bijlagen

A. Eenzijdige conservatieve beoordeling inductieve beïnvloeding

De NEN 3654 voorziet in een methode om te bepalen of er mogelijk sprake kan zijn van beïnvloeding. De eerste stap van deze methode betreft een eenzijdige conservatieve beoordeling van de situatie, in dit rapport uitgevoerd in § 3.2.

Om het facet van inductieve beïnvloeding te beoordelen, wordt de maatgevende lengte en afstand van de parallelloop getoetst aan figuur 2 uit NEN 3654. Dit wordt hieronder ter referentie weergegeven.



Figuur 5: Criteria inductieve beïnvloeding door hoogspanningskabels. (Bron: figuur 2 uit NEN 3654)

B. Toelaatbare overbruggingsspanningen

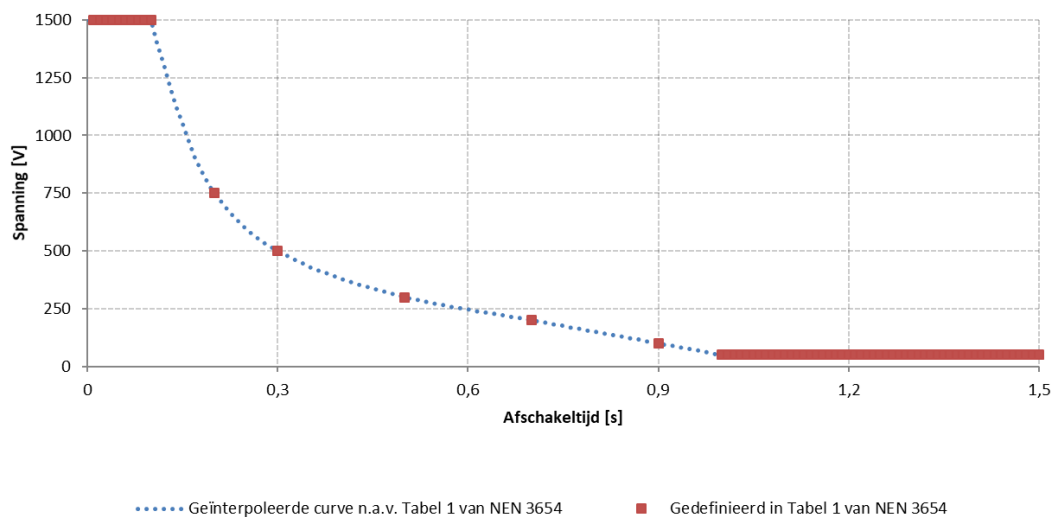
De toelaatbare overbruggingsspanning is afhankelijk van de tijdsduur (afschakeltijd). In het kader van persoonlijke veiligheid moet op ieder moment (gedurende nieuwbouw of aanpassing en gedurende de gebruiksfase) aan de eisen volgens Tabel 2 worden voldaan. Deze tabel is overgenomen uit § 6.2.2 van NEN 3654, aldaar Tabel 1.

Tabel 2: Toelaatbare overbruggingsspanningen conform tabel 1 uit NEN 3654.

Afschakeltijd [s]	Toelaatbare overbruggingsspanning [V]
$\leq 0,1$	1 500
0,2	750
0,3	500
0,5	300
0,7	200
0,9	100
$\geq 1,0$ (indien er sprake is van een kortsluitsituatie)	50
$\geq 1,0$ (indien er geen sprake is van een kortsluitsituatie)	25

NEN 3654 schrijft niet voor alle bij Liander voorkomende afschakeltijden de toelaatbare overbruggingsspanning voor. Figuur 6 toont naast de in Tabel 2 vermelde gegevens een interpolatie hiervan.

Toelaatbare overbruggingsspanningen als functie van de afschakeltijd



Figuur 6: Toelaatbare overbruggingsspanningen gevisualiseerd.

C. Bepaling hart-op-hartafstand en lengte parallelloop

Niet van toepassing

D. Case-specifieke karakteristieken van de infra

D-1. Uitgangspunten voor de door Liander beoogde elektriciteitsinfra

Voor de beoogde elektriciteitsinfra gelden de uitgangspunten in Tabel 3.

Tabel 3: Technische uitvoering van het beoogde hoogspanningssysteem.

Karakteristiek	Uitvoering
Bedrijfsspanningscategorie	150kV en 20kV
Type kabel	n.v.t.
Aantal circuits	n.v.t.
Gemiddelde afstand maaiveld tot kabel	n.v.t.
Geometrie	n.v.t.
Aarding kabelmantel	n.v.t.
Aardverspreidingsweerstand	0,15 Ω bij onderstation
Aardingsconfiguratie van het net	Star / Impedantie-geaard

Voor de case-specifieke belasting van de beoogde infra gelden de uitgangspunten in Tabel 4.

Tabel 4: Te verwachten belasting van de beoogde infra in gegeven omstandigheden.

Netsituatie	Belastingssituatie	Belasting beoogd circuit
Normaal bedrijf	Normale belasting	n.v.t.
Onderhoudssituatie (N-1)	In verschakeld bedrijf	n.v.t.
Éénfasekortsluiting	Incident	15000 A
Driefasenkortsluiting	Incident	Blijft buiten beschouwing ³ .

De instelling van de beveiliging voor de in § 4.2 beschouwde kortsluiting wordt gegeven in Tabel 5.

Tabel 5: Beveiligingsinstelling voor beschouwde kortsluiting.

Relevante beveiliging	Stroom [A]	Tijd [s]
Differentiaal en railbeveiliging	beveiligingsinstelling A	0,1 s

D-2. Uitgangspunten voor de buisleiding van Gasunie voor het model

Voor het modelleren van de buisleiding zijn de uitgangspunten uit Tabel 6 gehanteerd.

Tabel 6: Technische uitvoering van de buisleiding.

Buisleidingnr.	Type	Diameter	Wanddikte	Aarding	Type bekleding
N-577	Staal	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	Bitumen

³ Zie OPMERKING in § Fout! Verwijzingsbron niet gevonden..

D-3. Overige uitgangspunten

Verder zijn de volgende case-specifieke uitgangspunten gehanteerd:

- Case-specifieke elektrische grondweerstand:

Bovengrens [m]	Ondergrens [m]	Elektrische weerstand [$\Omega \cdot m$]
0	3	19
3	30	100
30	70	25
70		10