



NIEUW TE LEGGEN ELEKTRICITEITSINFRA
TE ULFT
RLI-1395

Beïnvloeding nieuwe infra
op buisleiding Gasunie

Opdrachtgever: Qirion, Mark Walhof
Uitgevoerd door: Qirion EC
Auteur: Armin Palavra
Review: Martijn Reulink
Datum: vrijdag 9 september 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>
09/09/2022	Goedgekeurd	Martijn Reulink
09/09/2022	Opmerkingen verwerkt	Martijn Reulink
<i>Paraaf goedgekeurd</i>		

© 2022, Qirion BV, Duiven

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeleenvoudigd, 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.

Samenvatting

Liander is voornemens nieuwe elektriciteitsinfra te realiseren nabij de Over de IJssel te Ulft. Het project is bij Qirion bekend onder casenummer RLI-1395.

In de nabijheid van de nieuwe elektriciteitsinfra bevindt zich buisinfra van Gasunie, bekend onder N-569-80. 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 EC heeft in opdracht van Qirion casenummer RLI-1395 aan NEN 3654 getoetst. Hieruit is gebleken dat er geen aanvullende acties noodzakelijk zijn. Een nadere samenvatting van de bevindingen voor genoemde case volgt hieronder.

Capacatieve beïnvloeding

Niet van toepassing, zie § 2.2.

Weerstandsbeïnvloeding

Niet van toepassing, zie § 2.2.

Inductieve beïnvloeding

De Unity Check bedraagt 0,84 Dit **voldoet** aan de in de NEN 3654 gestelde criteria voor inductieve beïnvloeding, zie § 3.3.

Aanvullende actie wordt **niet** vereist.

Thermische beïnvloeding

Niet van toepassing, zie § 2.2.

Mechanische beïnvloeding

Niet van toepassing, zie § 2.2.

Inhoudsopgave

Samenvatting	3
1 Beoogde wijzigingen aan de elektriciteitsinfra	5
2 Beoordeling	6
2.1 Beoordeling conform NEN 3654	6
2.2 Eenzijdige conservatieve beoordeling	6
3 Vervolgstappen	8
3.1 Capacitieve beïnvloeding	8
3.2 Weerstandsbeïnvloeding	8
3.3 Inductieve beïnvloeding	8
3.4 Thermische beïnvloeding	10
3.5 Mechanische beïnvloeding	10
Conclusies	11
Bronvermelding	12
Bijlagen	13
A. Eenzijdige conservatieve beoordeling inductieve beïnvloeding	13
B. Toelaatbare overbruggingsspanningen	14
C. Case-specifieke karakteristieken van de infra	15

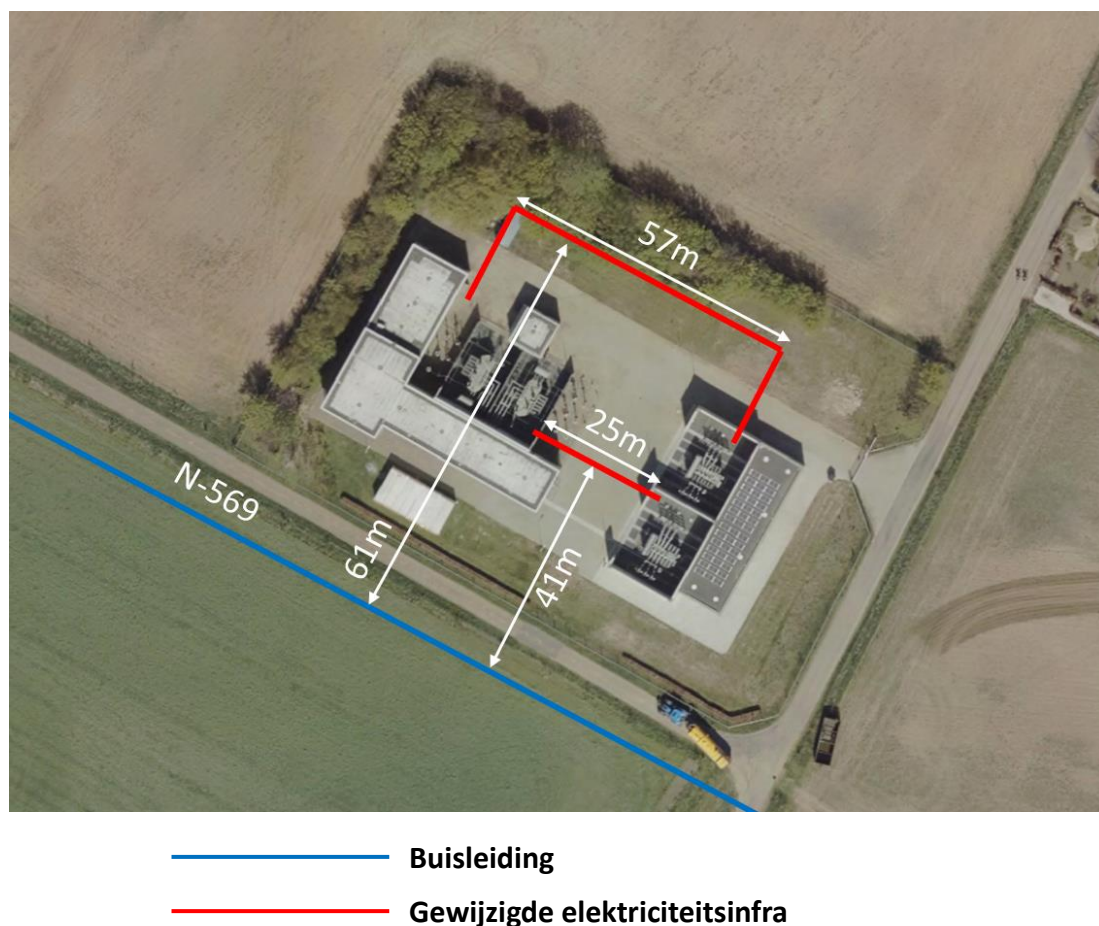
1 Beoogde wijzigingen aan de elektriciteitsinfra

Liander is voornemens wijzigingen aan te brengen in de elektriciteitsinfra. Wijzigingen aan de infra zijn beoogd nabij de Over de IJssel te Ulft.

Het gaat hierbij om vervangen van transformatoren en het plaatsen van kabels. Het project is bij Qirion bekend onder casenummer RLI-1395.

In de nabijheid van de te realiseren verbinding ligt buisinfra N-569-80 van Gasunie.

De situatie wordt geïllustreerd in Figuur 1. De twee parallellopen worden beide beschouwd.



Figuur 1: Overzichtskaart van de ligging van de infra in de beoogde eindsituatie.

2 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.

2.1 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 § 2.2.)
- 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 3.)
- 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.

2.2 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.
Weerstandbeïnvloeding	- Afstand van de buisleiding tot het aardingssysteem van het kabeltracé bedraagt minder dan 30 m. - Alleen in het geval van een star/effactief geaard net. Zie Tabel 3 (NEN 3654).	nee	Er is geen wijziging in het aardingssysteem op het station
Inductieve beïnvloeding	Lengte en afstand van parallelloop bevinden zich onder de curve in de grafiek van figuur 2 (NEN 3654), zie bijlage A.	ja	De maatgevende lengte en afstand bevinden zich onder 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 3.

3 Vervolgstappen

Op grond van Tabel 1 in § 2.2 zijn voor een aantal mechanismen vervolgstappen nodig. In dit hoofdstuk wordt een eenzijdige en verbeterde beoordeling uitgevoerd, onderbouwd met een Unity Check.

3.1 Capacitieve beïnvloeding

Dit mechanisme is niet van toepassing. (Zie Tabel 1 in § 2.2.)

3.2 Weerstandsbeïnvloeding

Dit mechanisme is niet van toepassing. (Zie Tabel 1 in § 2.2.)

3.3 Inductieve beïnvloeding

Inductieve beïnvloeding vindt plaats vanwege de elektromagnetische koppeling tussen een hoogspanningssysteem en een (parallel liggende) metalen buisleiding. Een stroom in het hoogspanningssysteem zal door deze koppeling de elektrische potentiaal van de buisleiding verhogen. Hiermee kan een risico op ontoelaatbare overbruggingsspanningen en wisselstroomcorrosie ontstaan.

De geïnduceerde spanning in de buisleiding wordt vooral bepaald door de grootte van de stroom, de afstand van het hoogspanningssysteem tot de buisleiding en de lengte van de parallelloop.

3.3.1 Aanpak van de beoordeling

Naar aanleiding van de conservatieve beoordeling in § 1.2 zijn de vervolgstappen conform Tabel 4 van NEN 3654:

- A. Uitvoeren van een normatieve Unity Check (UC) voor de situatie. (Stap 2 in NEN 3654, aldaar omschreven in Bijlage C.)
De belangrijkste karakteristieken van het beoogde hoogspanningssysteem die in deze UC worden meegenomen zijn de afstand tot de buisleiding, de lengte van de parallelloop, het spanningsniveau en de geometrie (liggingsconfiguratie). (Zie Tabel C.1 van NEN 3654). Wanneer het resultaat uit de 'Unity Check' kleiner is dan of gelijk is aan 1 ($UC \leq 1$) is er geen sprake van ontoelaatbare beïnvloeding.
- B. Bijstellen van de UC, indien $UC > 1$. (Stap 3 in NEN 3654, aldaar omschreven in Bijlage D.)
De uitgevoerde UC gaat a priori uit van een kortsluitstroom van 30 kA en een afschakeltijd van 0,3 s. Mocht het resultaat van de UC groter zijn dan 1, dan mag deze worden bijgesteld: genoemde kortsluitstroom en afschakeltijd mogen dan case-specifiek worden genomen.
- C. Indien bijgestelde $UC > 1$, uitvoeren van case-specifieke detailberekeningen inclusief vaststelling van eventueel te treffen maatregelen. (Stap 4 in NEN 3654.)
Mocht de situatie met de aangepaste UC alsnog niet voldoen, dan wordt het beoogde hoogspanningssysteem geheel doorgerekend met case-specifieke gegevens.

De conservatieve beoordeling in combinatie met de hier voor inductieve beïnvloeding uitgewerkte vervolgstappen zijn dus als cascade ontworpen: van conservatief (ofwel worst case) naar case-specifiek (toenemend arbeidsintensief). Op elke tussenstap kan deze beoordeling afgekaart worden.

3.3.1.A Unity Check

Een UC wordt uitgevoerd om het risico op een te hoge overbruggingsspanning en wisselstroomcorrosie in (incidenteel) voorkomende netsituaties te beschouwen, zie Tabel 2.

Tabel 2: Risicofactoren die worden beschouwd in de Unity Check.

Netsituatie	Kans op optreden	Effect
Normaal bedrijf	> 99% van de tijd	Overbruggingsspanning te hoog
	> 99% van de tijd	Wisselstroomcorrosie
Onderhoudssituatie (N-1)	< 1% van de tijd	Overbruggingsspanning te hoog
Éénfasekortsluiting	< 0,01% van de tijd	
Driefasekortsluiting	< 0,01% van de tijd	

OPMERKING Vanuit symmetrie-overwegingen zal een éénfasekortsluiting een veel groter effect veroorzaken dan een driefasekortsluiting. Een éénfasekortsluiting zal in dit rapport derhalve als worst case worden beschouwd.

De formule voor de UC wordt gegeven door: $UC = I \times K1 \times (\log(K2) - \log(a))$

Hierin worden de case-specifieke gegevens vertegenwoordigd door parameters voor:

- afstand a tot de buisleiding en lengte I van de parallelloop, deze worden weergegeven in Figuur 1;
- spanningsniveau en geometrie (liggingsconfiguratie) worden genoemd in bijlage C en komen tot uitdrukking in de keuze voor constanten $K1$ en $K2$ uit Tabel C.1 van NEN 3654.

3.3.1 Resultaat van de beoordeling

3.3.1.A Unity Check

Uitgaande van de case-specifieke gegevens voor de (langste) parallelloop aan buisinfra N-569-80:

- Maatgevende lengte (van de parallelloop) I bedraagt: 57 m;
- Maatgevende afstand (tot de buisleiding) a bedraagt: 61 m;
- Spanningsniveau en geometrie (liggingsconfiguratie) worden genoemd in bijlage C en komen tot uitdrukking in de keuze voor constanten $K1$ en $K2$ uit Tabel C.1 van NEN 3654.

Het resultaat van de risicobeschouwing middels Unity Check is weergegeven in Tabel 3.

Tabel 3: Resultaat van de Unity Check.

Netsituatie	Facet	K1	K2 [m]	Resultaat UC
Normaal bedrijf	Overbruggingsspanning	0,528	383	0,03
	Wisselstroomcorrosie	0,33	370	0,02
Onderhoudssituatie (N-1)	Overbruggingsspanning	0,528	383	0,03
Éénfasekortsluiting		10,296	1290	0,84

OPMERKING De bepaalde maatgevende lengte en afstand betreffen de parallelloop met de dichtstbijzijnde buisleiding. Door deze benadering van de situatie wordt het “worst case”-scenario getoetst.

Het resultaat van de UC blijkt te voldoen, waardoor er geen vervolgstap noodzakelijk is.

3.3.1.B Unity Check

Uitgaande van de case-specifieke gegevens voor de (kortere) parallelloop aan buisinfra N-569-80:

- Maatgevende lengte (van de parallelloop) l bedraagt: 25 m;
- Maatgevende afstand (tot de buisleiding) a bedraagt: 41 m;
- Spanningsniveau en geometrie (liggingsconfiguratie) worden genoemd in bijlage C en komen tot uitdrukking in de keuze voor constanten $K1$ en $K2$ uit Tabel C.1 van NEN 3654.

Het resultaat van de risicobeschouwing middels Unity Check is weergegeven in Tabel 3.

Tabel 4: Resultaat van de Unity Check.

Netsituatie	Facet	K1	K2 [m]	Resultaat UC
Normaal bedrijf	Overbruggingsspanning	0,528	383	0,01
	Wisselstroomcorrosie	0,33	370	0,01
Onderhoudssituatie (N-1)	Overbruggingsspanning	0,528	383	0,01
Éénfasekortsluiting		10,296	1290	0,41

OPMERKING De bepaalde maatgevende lengte en afstand betreffen de parallelloop met de dichtstbijzijnde buisleiding. Door deze benadering van de situatie wordt het “worst case”-scenario getoetst.

Het resultaat van de UC blijkt te voldoen, waardoor er geen vervolgstap noodzakelijk is.

3.3.2 Conclusie op basis van de beoordeling

Aanvullende actie wordt **niet** vereist.

3.4 Thermische beïnvloeding

Dit mechanisme is niet van toepassing. (Zie Tabel 1 in § 2.2.)

3.5 Mechanische beïnvloeding

Dit mechanisme is niet van toepassing. (Zie Tabel 1 in § 2.2.)

Conclusies

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

Capacitieve beïnvloeding

Niet van toepassing, zie § 2.2.

Weerstandsbeïnvloeding

Niet van toepassing, zie § 2.2.

Inductieve beïnvloeding

De Unity Check bedraagt 0,84 Dit **voldoet** aan de in de NEN 3654 gestelde criteria voor inductieve beïnvloeding, zie § 3.3.

Aanvullende actie wordt **niet** vereist.

Thermische beïnvloeding

Niet van toepassing, zie § 2.2.

Mechanische beïnvloeding

Niet van toepassing, zie § 2.2.

Bronvermelding

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



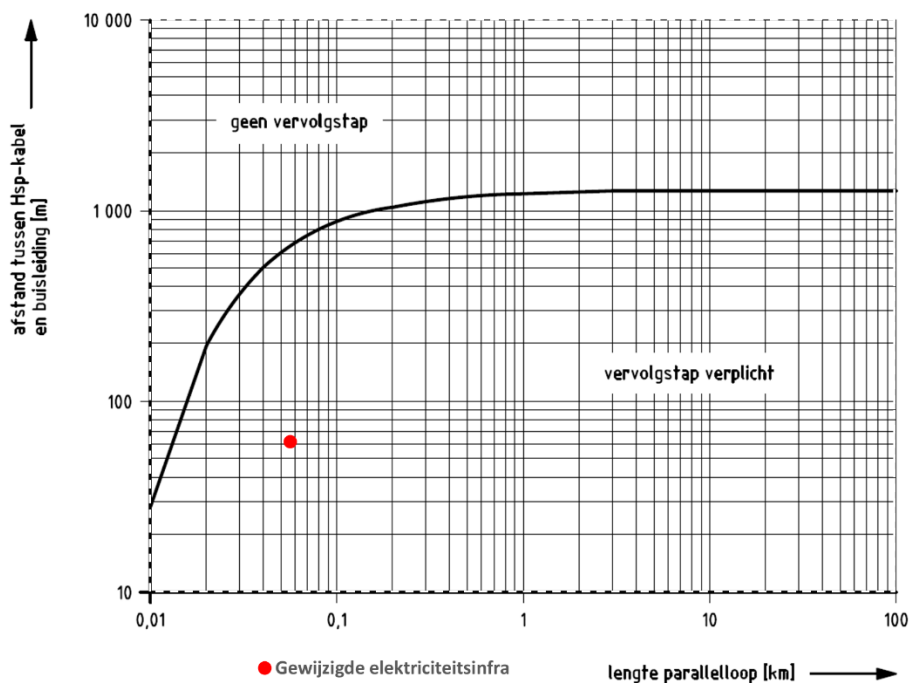
Bijlagen

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 § 2.2.

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.

Grafiektitel



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

B. Toelaatbare overbruggingsspanningen

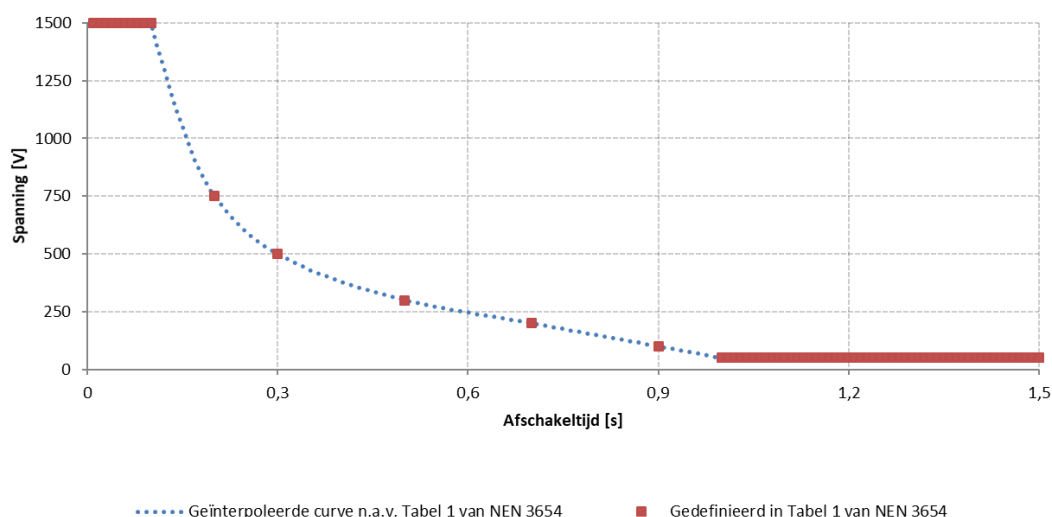
De toelaatbare overbruggingsspanning is afhankelijk van de tijdsduur (afschakeltijd). In het kader van persoonlijke veiligheid moet op ieder moment (gedurende nieuwbouw of aanpassing en gedurende de gebruiksfase) aan de eisen volgens Tabel 5 worden voldaan. Deze tabel is overgenomen uit § 6.2.2 van NEN 3654, aldaar Tabel 1.

Tabel 5: 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 overbruggings-spanning voor. Figuur 3 toont naast de in Tabel 5 vermelde gegevens een interpolatie hiervan.

Toelaatbare overbruggingsspanningen als functie van de afschakeltijd



Figuur 3: Toelaatbare overbruggingsspanningen gevisualiseerd.

C. Case-specifieke karakteristieken van de infra**C-1. Uitgangspunten voor de door Liander beoogde elektriciteitsinfra**

Voor de beoogde elektriciteitsinfra gelden de uitgangspunten in Tabel 6.

Tabel 6: Technische uitvoering van het beoogde hoogspanningssysteem.

Karakteristiek	Uitvoering
Bedrijfsspanningscategorie	150 kV
Type kabel	n.n.b. (nog niet van toepassing bij UC)
Geometrie	Plat vlak (worst case)