



ONTWERPOVERWEGINGEN I.V.M. BEÏNVLOEDING ZONNEPARK HEIDEHOEK
WEZEP OP BUISLEIDING GASUNIE
CONFORM NEN3654

Opdrachtgever:	Gemeente Oldebroek
Projectnr:	OLD000-0001
Datum:	20 januari 2020

ONTWERPOVERWEGINGEN I.V.M. BEÏNVLOEDING ZONNEPARK HEIDEHOEK WEZEP OP BUISLEIDING GASUNIE

CONFORM NEN3654

Opdrachtgever:	Gemeente Oldebroek
Projectnr:	OLD000-0001
Rapportnr:	2.0
Status:	Definitief
Datum:	20 januari 2020

VOORWOORD

Wanneer hoogspanningssystemen ($> 1 \text{ kV AC}$) worden aangelegd in de nabijheid van bestaande buisleidingen, vereist de NEN 3654 een beschouwing van zowel de elektrische als de thermische beïnvloeding van het systeem op bestaande buisleidingen. Door elektrische beïnvloeding kunnen onveilige situaties ontstaan door aanraakspanningen of kan de buisleiding worden beschadigd door wisselstroomcorrosie. Door thermische beïnvloeding kunnen buisleidingen nadelig worden beïnvloed indien de temperatuur van de omringende bodem sterk afwijkt van de normale te verwachten bodemtemperatuur. Buisleidingen kunnen schade ondervinden in de vorm van verhoogde coatingdegradatie, verhoogde corrosiesnelheid en thermische spanningen.

T 088 - 33 66 333
F 088 - 33 66 099
E info@kragten.nl



© 2019 Kragten
Niets uit dit rapport mag worden veeleenvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van Kragten. Het is tevens verboden informatie en kennis verwerkt in dit rapport ter beschikking te stellen aan derden of op andere wijze toe te passen dan waaraan in de overeenkomst toestemming wordt verleend.

Opsteller:
Frank van Neer

Verificatie:
Frank van Neer

Validatie:
Frank van Neer



INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING.....	5
2	UITGANGSPUNTEN	6
2.1	Toetsing vanaanraakspanningen.....	6
2.2	Toetsing van het risico op wisselstroomcorrosie.....	6
2.3	Beschadiging van buisleidingbekleding	6
2.4	Bodemweerstand	7
2.5	Gegevens zonnepark.....	7
2.6	Gegevens buisleiding.....	7
3.	ONTWERPRICHTLIJNEN	8
3.1	Capacitieve beïnvloeding.....	8
3.2	Weerstandsbeïnvloeding	8
3.2.1	Stap 1 NEN 3654.....	8
3.2.2	Stap 2 NEN 3654.....	9
3.2.3	Stap 3 NEN 3654.....	9
3.2.4	Conclusie weerstandsbeïnvloeding	9
3.3	Inductieve beïnvloeding.....	9
3.3.1	Stap 1 NEN 3654.....	9
3.3.2	Stap 2 NEN 3654.....	10
3.3.3	Stap 3 NEN 3654.....	11
3.4	Thermische beïnvloeding.....	11
4.	CONCLUSIES EN ADVIES	12
4.1	Electrische beïnvloeding.....	12
4.1.1	Capacitieve beïnvloeding.....	12
4.1.2	Weerstandsbeïnvloeding	12
4.1.3	Inductieve beïnvloeding.....	12
4.2	Thermische beïnvloeding.....	12
4.3	Advies tracé	13
5.	BRONVERMELDING	13

1 INLEIDING

Gemeente Oldebroek bereidt de aanleg van het zonnepark Heidehoek te Wezep voor. Dit zonnepark zal een 2 MVA-aansluiting krijgen middels een nieuwe netaansluiting. De kabelverbinding zal overeen lengte van respectievelijk 7,1 meter en 93,5 meter parallel lopen met een bestaande buisleiding van Gasunie.

Wanneer hoogspanningssystemen ($> 1 \text{ kV AC}$) worden aangelegd in de nabijheid van bestaande buisleidingen, vereist de NEN 3654 een beschouwing van zowel de elektrische als de thermische beïnvloeding van het systeem op bestaande buisleidingen. Door elektrische beïnvloeding kunnen onveilige situaties ontstaan door aanraakspanningen of kan de buisleiding worden beschadigd door wisselstroomcorrosie. Door thermische beïnvloeding kunnen buisleidingen nadelig worden beïnvloed indien de temperatuur van de omringende bodem sterk afwijkt van de normaal te verwachten bodemtemperatuur. Buisleidingen kunnen schade ondervinden in de vorm van verhoogde coatingdegradatie, verhoogde corrosiesnelheid en thermische spanningen.

Gemeente Oldebroek wil graag in de ontwerpfase al voorkomen dat ontoelaatbare beïnvloeding van de nieuw aan te leggen hoogspanningssystemen op de buisleiding van Gasunie kan ontstaan. Daartoe worden in dit rapport op basis van het stappenplan van de NEN 3654 ontwerprichtlijnen gegeven, zonder gebruik te maken van de laatste stap (gedetailleerde modellering van de beïnvloeding).

3 UITGANGSPUNTEN

3.1 Toetsing van aanraakspanningen

Voor het beoordelen van de veiligheid worden voor buisleidingen die in de NEN 3654 [1] gegeven toelaatbare overbruggingsspanningen gebruikt. De toelaatbare overbruggingsspanningen zijn gegeven als een functie van de tijdsduur dat deze spanning aanwezig is. De tijdsduur varieert tussen continue spanningen (≥ 1 seconde) en kortstondige spanningen veroorzaakt door foutsituaties in de beïnvloedingsbron. De door de NEN 3654 voorgeschreven waarden staan weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1: Toelaatbare overbruggingsspanningen volgens NEN 3654 / NEN-EN 50431-3-15

Afschakeltijd [s]	Toelaatbare aanraakspanning [V]
$\leq 0,1$	1500
0,2	750
0,3	500
0,5	300
0,7	200
0,9	100
$\geq 1,0$	50
$\geq 1,0$ (strenger waarde volgens de NEN 3654 voor buisleidingen als geen sprake is van een kortsluitsituatie)	25

3.2 Toetsing van het risico op wisselstroomcorrosie

In de NEN 3654 is aangegeven dat de kans op wisselstroomcorrosie bij buisleidingen verwaarloosbaar is indien de langdurig gemiddelde wisselspanning op de buisleiding niet hoger wordt dan 4 V. Om deze reden is in de norm dan ook gesteld dat voor een nieuw ontwerp moet kunnen worden aangetoond dat (eventueel met maatregelen) kan worden voldaan aan de eis van 4 V. Als bovengrens wordt gesteld dat een langdurig

gemiddelde wisselspanning op de buisleiding hoger dan 10 V niet is toegestaan. Bij langdurig gemiddelde wisselspanningen op de buisleiding van tussen de 4 V en 10 V, moet het risico worden beoordeeld in overeenstemming met de NEN-EN 15280.

3.3 Beschadiging van buisleidingbekleding

Volgens NEN 3654 moet voor het bepalen van de toelaatbare overbruggingsspanning worden uitgegaan van een doorslagspanning van 5 kV wisselspanning voor PE- en epoxy bekledingen. Voor bitumen bekleding geldt een doorslagspanning van 1 kV wisselspanning.

3. ONTWERP RICHTLIJNEN

In dit hoofdstuk wordt per beïnvloedingsvorm gekeken in hoeverre richtlijnen gegeven kunnen worden op basis waarvan beïnvloeding zo veel mogelijk voorkomen kan worden.

4.1 Capacitieve beïnvloeding

Capacitieve beïnvloeding wordt veroorzaakt door elektrische velden van hoogspanningssystemen. Bij ondergrondse hoogspanningskabels of een ondergrondse buisleiding is er vanwege de afschermende werking van de omringende grond geen sprake van hoge elektrische velden. Capacitieve beïnvloeding vindt dan ook alleen plaats als een metalen buisleiding boven de grond geïsoleerd is opgesteld in de nabijheid van een bovengronds hoogspanningssysteem. Hiervan is in de beschouwd situatie geen sprake, en hier hoeft in het ontwerp dus geen rekening mee gehouden te worden.

4.2 Weerstandbeïnvloeding

Indien een stroom uit een installatie naar de bodem wegvloeit, ontstaat door de weerstand die de stroom in de bodem ondervindt, een potentiaalverloop in de bodem. Rond het intredepunt in de bodem ontstaat de zogenoemde 'potentiaalrechter'. Potentiaalrechters kunnen ontstaan ter plaatse van aardingsystemen van hoogspanningslijnen, -kabels, -stations en energievoorzieningen van tractie. In Tabel 2 is het stappenplan opgenomen voor het beoordelen van weerstandsbeïnvloeding conform de NEN 3654 [1].

Tabel 2: Beoordelingscriteria voor weerstandsbeïnvloeding conform de NEN 3654

	Stap 1	Stap 2	Stap 3	Stap 4
HS-kabels	Alleen in geval van afstand buisleiding tot hart kabeltracé < 30 m dan is vervolgstap noodzakelijk.	Alleen in geval van afstand buisleiding tot aarding kabelsysteem < 30 m dan is vervolgstap noodzakelijk.	Alleen in het geval van star/effectief geaard net en bekleding leiding bitumen/PE/epoxy en afstand tot aarding kabelsysteem < 30 m of slecht isolerende kabelmantels en afstand tot hart kabeltracé < 10 m dan is vervolgstap noodzakelijk.	Gedetailleerde berekening inclusief vaststelling van de potentiaalrechter.
HS-stations	Alleen in geval van afstand buisleiding tot grens HSP-station < 500 m dan is vervolgstap noodzakelijk.	Alleen in geval van afstand buisleiding tot grens HSP-station < halve omtrek grens HSP-station dan is vervolgstap noodzakelijk.	Alleen in het geval van star/effectief geaard net en bekleding leiding bitumen en afstand grens HSP-station < halve omtrek grens HSP-station of afstand grens HSP-station < een derde van omtrek grens HSP-station dan is vervolgstap noodzakelijk.	Gedetailleerde berekening inclusief vaststelling van de potentiaalrechter.

4.2.1 Stap 1 NEN 3654

Hoogspanningskabels: De hart op hart afstand van de buisleiding tot aan de hoogspanningskabels bedraagt respectievelijk 211 meter en 386 meter. Hierdoor is stap 2 niet meer noodzakelijk.

Hoogspanningsstations: Aangenomen is dat de hoogspanningsstations in het park worden aangesloten op een aardnet dat door het hele park ligt. Daarom wordt het zonnepark volledig als hoogspanningsstation beschouwd. Het gehele park bevindt zich binnen 500 m van de buisleiding. Ook de voorgestelde locatie voor het nieuwe inkoopstation bevindt zich binnen 500 m van de buisleiding. De beschouwing volgens stap 2 moet voor deze objecten worden uitgevoerd.

4.2.2 Stap 2 NEN 3654

Hoogspanningskabels: Niet meer noodzakelijk.

Hoogspanningsstations: De omtrek van het park is circa 552 m. De buisleiding bevindt zich niet binnen 276m van het park. Een beschouwing volgens stap 3 is niet meer noodzakelijk.

4.2.3 Stap 3 NEN 3654

Hoogspanningsstations: niet noodzakelijk. Zie vorige paragraaf.

4.2.4 Conclusie weerstandsbeïnvloeding

Voor zowel het nieuwe inkoopstation als het zonnepark geldt dat ontoelaatbare beïnvloeding voorkomen kan worden door impedantie-aarding toe te passen of door een minimale afstand aan te houden, zoals hierboven gegeven. In plaats daarvan kan ook door een berekening van de daadwerkelijk te verwachten bodempotentialen bepaald worden of deze maatregelen daadwerkelijk nodig zijn. Op basis van deze berekening kan, indien nodig, als alternatieve maatregel ook het aardingsontwerp aangepast worden.

Daarnaast is het theoretisch ook mogelijk de aarding van de hoogspanningsinstallatie in het park te scheiden van de aarding van de rest van het park. Als dit dus danig gedaan kan worden dat ontoelaatbare stap- en aanraakspanningen in het park voorkomen kunnen worden zou dit ook een manier zijn om ontoelaatbare weerstandsbeïnvloeding ter hoogte van de buisleiding van Gasunie te voorkomen.

4.3 Inductieve beïnvloeding

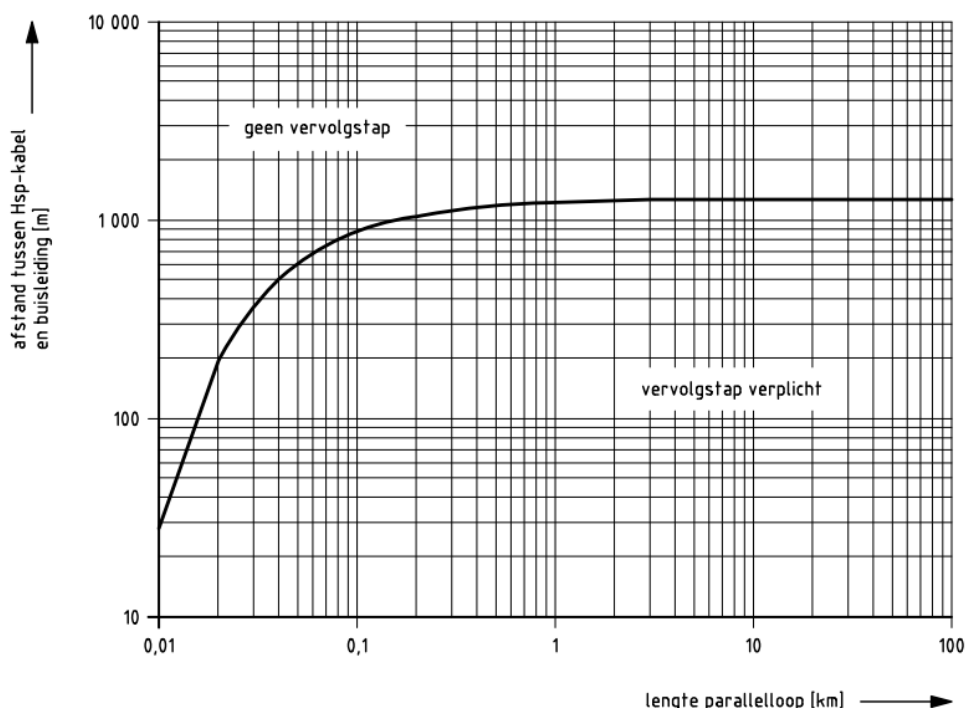
Inductieve beïnvloeding ontstaat door de elektromagnetische koppeling tussen een hoogspanningssysteem en een parallel liggende metalen buisleiding. Door deze koppeling wordt door de stroom in het hoogspanningssysteem een spanning in de buisleiding geïnduceerd. De mate van inductieve beïnvloeding wordt ondermeer bepaald door de afstand tussen de buisleiding en het hoogspanningssysteem en de lengte van de parallelloop. In Tabel 3 is het stappenplan voor het beoordelen van inductieve beïnvloeding opgenomen voor kabelverbindingen conform de NEN 3654 [1].

Tabel 3: Beoordelingscriteria voor inductieve beïnvloeding conform de NEN 3654

	Stap 1	Stap 2	Stap 3	Stap 4
HSkabels	Alleen in geval punt zich onder delijn in de grafiek van figuur 2 (NEN 3654) bevindt dan is vervolgstap noodzakelijk.	Alleen in geval 'Unity Check' ≥ 1 dan vervolgstap noodzakelijk.	Studie op hoofdlijnen: resultaat 'Unity Check' bijstellen indien uitgangspunten gunstiger zijn dan aannamen in stap 2.	Gedetailleerde berekening inclusief vaststelling te treffen maatregelen.

4.3.1 Stap 1 NEN 3654

De parallelloop met de buisleiding zal volgens het opgegeven voorkeustracé voor de nieuwe kabelverbinding bedragen 100,8 meter en 93,5 meter. Volgens Figuur 2 in de NEN 3654, hier weergegeven als Figuur 2, zou bij een dergelijke parallelloopen afstand van respectievelijk 900 meter en 850 meter aangehouden moeten worden, of moet de inductieve beïnvloeding in een vervolgstap beschouwd worden.



Figuur 2 - Figuur 2 uit de NEN 3654: Criteria inductieve beïnvloeding door hoogspanningskabels

4.3.2 Stap 2 NEN 3654

In deze stap wordt de maximale Unity Check (UC) berekend voor de beoogde situatie met de onderstaande formule conform bijlage C in de NEN 3654:

$$UC = l * K1 * (\log(K2) - \log(a))$$

Waarin:

l is de lengte van de parallelloop in km;

a is de maatgevende onderlinge hart-op-hartafstand tussen buisleidingen hoogspanningssysteem in m;

$K1$ is een constante, afhankelijk van het hoogspanningssysteem;

$K2$ is het beïnvloedingsgebied van het hoogspanningssysteem in m.

De waarden voor $K1$ en $K2$ voor de te aan te leggen kabelverbinding zijn in Tabel 4 opgenomen.

Tabel 4: $K1$ en $K2$ -waarden voor kabelverbindingen conform NEN 3654

Geometrie	Spanning	Normaal bedrijf		Corrosie		Eénfase kortsluiting		Onderhoud (N-1)	
		$K1$	$K2$	$K1$	$K2$	$K1$	$K2$	$K1$	$K2$
Kabel in driehoek	10-50kV	0,043	344	0,025	400	19,355	1276	0,043	344

Om op basis van deze waarden en een parallelloop van 100,8 m en 93,5 m een UC-waarde < 1 te verkrijgen zou een minimale afstand van respectievelijk 392 meter en 359 m aangehouden moeten worden, of moet de inductieve beïnvloeding in een vervolgstap beschouwd worden. Inductieve beïnvloeding hoeft voor de parallelloop van 93,5 meter niet verder beschouwd te worden, dit geldt niet voor de parallelloop van 100,8 meter aangezien de minimale afstand ter plaatse 211

meter bedraagt. Het verplaatsen van de transformator tot een minimale afstand van 392 m van af hart buisleiding lijkt geen optie. Voor parallelloop 100,8 meter wordt stap 3 verder beschouwd.

4.3.3 Stap 3 NEN 3654

Voor de parallelloop van 100,8 meter zijn de constanten K1 en K2 van de relevante belastingscenario's in de UC-formule bijgesteld, conform NEN 3654, aan de hand van een studie op hoofdlijnen. In deze studie zijn vereenvoudigde rekenmodellen met ATP [4] opgesteld waarin de bodemweerstand in het projectgebied en de specifieke gegevens van de hoogspanningssystemen zijn verwerkt. Hierbij is uitgegaan van het slechtste geval waarbij de afschakeltijd 0,9 seconden is. Op basis hiervan is bepaald dat als het voorkeustracé gevolgd wordt, er geen ontoelaatbare beïnvloeding te verwachten is zolang de maximale kortsluitstroom lager dan 3,1 kA is.

Dit is het geval voor de maximale kortsluitstromen zoals die door Liander zijn opgegeven. Zolang er geen systemen ontworpen worden die tot een hogere kortsluitstroom kunnen leiden hoeft er dan ook verder geen rekening gehouden te worden met inductieve beïnvloeding. Wanneer toch hogere kortsluitstromen te verwachten zijn kan waarschijnlijk door het kiezen van de juiste beveiligingsinstellingen (afschakeltijd) alsnog voorkomen worden dat er ontoelaatbare aanraakspanningen optreden.

4.4 Thermische beïnvloeding

Conform de NEN 3654 kan thermische beïnvloeding van een kabelverbinding op een buisleiding andersom niet worden uitgesloten als de kabelen buisleiding niet meer dan 10 m van elkaar gelegd zijn. Het voorkeustracé bevindt zich op respectievelijk 211 en 386 meter van de bestaande buisleiding van Gasunie.

4. CONCLUSIES EN ADVIES

Gemeente Oldebroek bereidt de aanleg van het zonnepark Heidehoek te Wezep voor. Dit zonnepark zal een 2 MVA-aansluiting krijgen middels een nieuwe netaansluiting. De kabelverbinding zal overeen lengte van 100,8 en 93,5 meter parallel lopen met een bestaande buisleiding van Gasunie.

Wanneer hoogspanningssystemen ($> 1 \text{ kV AC}$) worden aangelegd in de nabijheid van bestaande buisleidingen, vereist de NEN 3654 een beschouwing van zowel de elektrische als de thermische beïnvloeding van het systeem op bestaande buisleidingen. Door elektrische beïnvloeding kunnen onveilige situaties ontstaan door aanraakspanningen of kan de buisleiding worden beschadigd door wisselstroomcorrosie. Door thermische beïnvloeding kunnen buisleidingen nadelig worden beïnvloed indien de temperatuur van de omringende bodem sterk afwijkt van de normaal te verwachten bodemtemperatuur. Buisleidingen kunnen schade ondervinden in de vorm van verhoogde coatingdegradatie, verhoogde corrosiesnelheid en thermische spanningen.

Op basis van het stappenplan van de NEN 3654 is per beïnvloedingsvorm gekeken welke ontwerprijtlijnen gegeven kunnen worden voor het ontwerp van de nieuwe hoogspanningsinfrastructuur voor de zonneparken. De bevindingen zijn hieronder per beïnvloedingsvorm samengevat.

4.1 Electrische beïnvloeding

4.1.1 Capacitieve beïnvloeding

Uit de uitgevoerde beschouwing is gebleken dat bij het ontwerp geen rekening gehouden hoeft te worden met capacitieve beïnvloeding.

4.1.2 Weerstandbeïnvloeding

Uit de uitgevoerde beschouwing is gebleken dat bij de plaatsing/aarding van het nieuwe inkoopstation rekening gehouden moet worden met weerstandsbeïnvloeding. Ook bij de aarding van het park moet hier rekening mee gehouden worden. Geadviseerd wordt hiervoor de daadwerkelijke te verwachten bodempotentialen te berekenen.

4.1.3 Inductieve beïnvloeding

Uit de beschouwing is gebleken dat er bij het ontwerp waarschijnlijk geen rekening gehouden hoeft te worden met inductieve beïnvloeding, mits de maximaal te verwachten kortsluitstroom in de nieuwe kabelverbindingen voldoende laag is.

.

4.2 Thermische beïnvloeding

Uit de beschouwing is gebleken dat er geen rekening gehouden moet worden met ontoelaatbare thermische beïnvloeding gezien de afstand van het voorkeurs tracé tot aan de buisleiding. De afstand dient minimaal 10 meter te zijn.

4.3 Advies

Voorstel tracé kan worden gehandhaafd mits de maximaal te verwachten kortsluitstroom in de nieuwe kabelverbindingen voldoende laag is. Dit kan middels het instellen van de juiste beveiligingsinstellingen.

5. BRONVERMELDING

- [1] NEN 3654: Wederzijdse beïnvloeding van buisleidingen en hoogspanningssystemen, 2014.
- [2] Levering van informatie voor inventarisatie van bodemweerstand, DINO-loket, 17 december 2019.
- [3] KLIC melding 190103432
- [4] H.W. Dommel, Eledronmagnetic Transiensts Program - Reference Manual (EM TP Theory Book), augustus 1986
- [5] TEK-01C Zonneweide Heidehoek Wezep