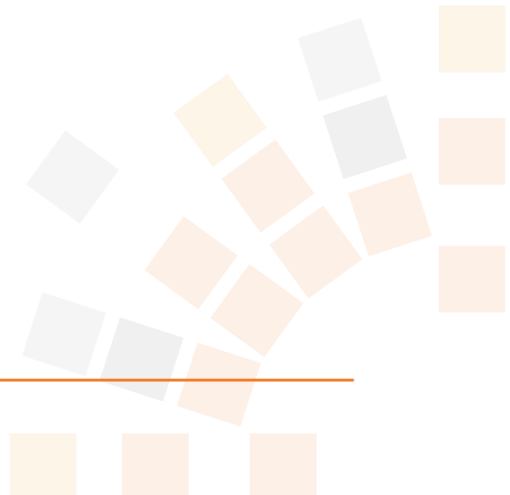


Beïnvloeding op gemaal ONW door hoogspanningslijn TenneT nabij van Luykiaan te wateringen

Auteur	M. Boddaert
Datum	15 juni 2018
Referentie	DB180700-R01
Status	definitief
Versie	2.1
Opdrachtgever	Kragten B.V.

Gecontroleerd	: R. Bos
Datum	: 29 maart 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. Beïnvloedingsmechanismen	6
2.1 Magnetische velden	6
2.2 Elektrische velden	6
2.3 Inductieve beïnvloeding	6
2.4 Weerstandsbeïnvloeding	7
2.5 Capacitieve beïnvloeding	7
3. Eisen en benodigde controles	8
3.1 Algemeen	8
3.2 Aanraakveiligheid	8
3.3 Blootstelling aan elektromagnetische velden	9
3.4 Functioneren van apparatuur	9
3.5 Beschadiging isolatie.....	10
4. Uitgangspunten.....	11
4.1 Projectlocatie.....	11
4.2 Gegevens hoogspanningssystemen	11
5. Beschouwingen	12
5.1 Capacitieve beïnvloeding	12
5.2 Magnetische velden	13
5.3 Elektrische velden	15
6. Conclusie en aanbevelingen.....	16
6.1 Inductieve beïnvloeding	16
6.2 Capacitieve beïnvloeding	16
6.3 Weerstandsbeïnvloeding	16
6.4 Magnetische velden	16
6.5 Elektrische velden	17
6.6 Ontwerpeisen voor ONW gemaal.....	17
7. BRONVERMELDING	18
Bijlage A TenneT	19
Bijlage A-1 Gegevens hoogspanningssystemen	19
Bijlage B Gegevens poldergemaal	20
Bijlage B-1 Poldergemaal.....	20

Datum	Versie	Opmerkingen	Auteur
03-04-2018	1.0	Concept	M. Boddaert
30-04-2018	2.0	Definitief	M. Boddaert
15-06-2018	2.1	Definitief (inclusief nazorg)	M. Boddaert

1. Inleiding

Kragten B.V. is in de ontwerpfase van een poldergemaal nabij de van Luyklaan te Wateringen.

Gezien de ligging van het te realiseren poldergemaal ten opzichte van de hoogspanningslijn dient rekening te worden gehouden met de NEN-EN 50341. Tevens stellen de NEN-EN-IEC 61000-6 en de Richtlijn 2013/35/EU aanvullende eisen in verband met de emissie/immuniteit van apparatuur en de effecten van elektromagnetische velden op mensen respectievelijk.

Onder omstandigheden kan door elektromagnetische beïnvloeding sprake zijn van:

- Overschrijding van toelaatbare aanraakspanningen;
- Beschadiging van objecten;
- Verstoring van de werking van elektronische apparatuur;
- Ontoelaatbare ontlading bij aanraking capacitief opgeladen objecten;
- Beperkingen in verband met het overschrijden van grenswaarden voor blootstelling van mensen aan fysische agentia (elektromagnetische velden).

In dit rapport is de elektrische beïnvloeding door de 380[kV] hoogspanningslijn Wateringen - Westerlee berekend. De volgende beïnvloedingsvormen zijn beschouwd:

- Capacitieve beïnvloeding;
- Magneetvelden;
- Elektrische velden.

Inductieve beïnvloeding is vanwege de geringe parallelloop buiten scope gelaten. Tevens is er vanwege de relatief grote afstand tot mast 7 en of 8, weerstandsbeïnvloeding buiten scope gelaten. De fenomenen zijn wel omschreven in hoofdstuk 2.

De resultaten in dit rapport zijn van toepassing op de gebruiksfase van het ONW gemaal. Maatregelen benodigd bij de realisatie van het poldergemaal vallen buiten de scope van dit onderzoek.

Elk van de benoemde beïnvloedingsvormen is getoetst aan de vigerende normen en richtlijnen. In het geval van ontoelaatbaarheid, zijn aanbevelingen beschreven, waarmee de beïnvloeding kan worden gereduceerd tot aanvaardbaar niveau.

2. Beïnvloedingsmechanismen

In dit hoofdstuk zijn de algemene beïnvloedingsmechanismen toegelicht. Er zijn vijf mechanismen waarmee rekening moet worden gehouden, zijnde magnetische velden, elektrische velden, inductieve beïnvloeding, weerstandsbeïnvloeding en capacatieve beïnvloeding.

2.1 Magnetische velden

2.1.1 Het fenomeen

Een elektrische stroom door een hoogspanningslijn veroorzaakt een magneetveld. Magnetische velden worden niet afgeschermd en de veldsterkte neemt af naarmate de afstand tot de geleiders toeneemt. Het magneetveld is daarom ook in de bebouwing en onder de grond aanwezig.

2.1.2 De gevolgen

Magnetische velden kunnen mogelijk de werking van elektronische apparatuur verstoren of leiden tot effecten op mensen en dieren. In verband hiermee worden eisen gesteld aan blootstelling van mensen aan magnetische velden en kunnen eisen ten aanzien van magnetische velden nabij elektronische apparatuur worden gesteld.

Daarnaast kunnen door magnetische velden stromen worden geïnduceerd in parallel aan de hoogspanningsverbinding liggende geleidende objecten. Dergelijke verschijnselen worden in de paragraaf "inductieve beïnvloeding" behandeld.

2.2 Elektrische velden

2.2.1 Het fenomeen

Zodra er een verschil in spanning is tussen de geleiders van een hoogspanningslijn en de omgeving, ontstaat een elektrisch veld. De elektrische veldsterkte is de mate van verandering van een potentiaalveld. Het ongestoorde elektrische veld neemt af naarmate de afstand tot de geleiders toeneemt. Elektrische velden zijn alleen bovengronds van belang, omdat geleidende materialen elektrische velden afschermen (equipotentiaalvlakken zorgen voor een kooi van Faraday). (Geleidende) voorwerpen in een niet-homogeen potentiaalveld veroorzaken verstoringen in het potentiaalveld en hebben daarmee invloed op het elektrische veld nabij het voorwerp. Bij de berekening en beoordeling van elektrische velden van de hoogspanningslijn wordt uitgegaan van een ongestoord elektrisch veld, zoals dat zou ontstaan zonder de aanwezigheid van het object.

2.2.2 De gevolgen

Mensen kunnen zeer sterke elektrische velden voelen. Het gevoel is te vergelijken met een lichte kriebeling en wordt veroorzaakt door een trilling van hoofd- of lichaamshaar.

Verder kunnen elektrische velden leiden tot capacatieve oplading van geïsoleerd onder de hoogspanningslijn opgestelde objecten. Het fenomeen capacatieve beïnvloeding is in één van de volgende paragrafen behandeld.

2.3 Inductieve beïnvloeding

2.3.1 Het fenomeen

Inductieve beïnvloeding ontstaat door de wisselende magnetische velden rondom stroomvoerende geleiders. Deze wisselende magnetische velden induceren een stroom in lange geleidende objecten parallel aan de hoogspanningslijn. De mate van beïnvloeding is onder meer afhankelijk van de lengte van de parallelloop en de hart op hart afstand tussen het object en de hoogspanningslijn.

2.3.2 De gevolgen

Inductieve beïnvloeding kan leiden tot ontoelaatbare aanraakspanningen op parallel gelegen objecten. Zodra een mens of dier het object aanraakt, zal er door het spanningsverschil tussen het object en de bodem een stroom gaan lopen via het lichaam. Daarnaast kan deze vorm van beïnvloeding, afhankelijk van het object, stoorspanningen en een risico op wisselstroomcorrosie veroorzaken.

2.4 Weerstandsbeïnvloeding

2.4.1 Het fenomeen

Tijdens een kortsluiting tussen een fase en een mast vloeit een deel van de kortsluitstroom via de bliksemdraden terug naar de invoedende stations. Een ander deel van de stroom zal via de mastaarding en de grond terug naar de stations vloeien. Bij elke mast waar de stroom via de grond terugvloeit, ontstaan potentiaaltrechters. De bodempotentiaal is het grootst bij de fundering en neemt af naarmate de afstand tot de fundering toeneemt.

2.4.2 De gevolgen

Bij objecten binnen de potentiaaltrechter kunnen door weerstandsbeïnvloeding ontoelaatbare overbruggingsspanningen ontstaan. Via geleidende objecten kunnen spanningen versleept worden naar een locatie met een andere bodemspanning. Daarnaast bestaat het risico dat de isolatie van bijvoorbeeld buisleidingen of signaalkabels ontoelaatbaar wordt belast.

2.5 Capacitieve beïnvloeding

2.5.1 Het fenomeen

Capacitieve beïnvloeding is een gevolg van het elektrische veld rondom de hoogspanningsverbinding. Vanwege de afschermende werking van grond speelt dit alleen bij bovengrondse, niet afgeschermd, hoogspanningsinstallaties nabij bovengrondse, ongeaarde geleidende objecten.

Capacitieve beïnvloeding berust op het principe dat de capaciteit tussen de geleiders van de hoogspanningslijn en het object enerzijds en de capaciteit tussen het object en de aarde anderzijds een spanningsdeler vormen. Hierdoor kan op het object een spanning komen, die afhankelijk is van de verhouding van deze capaciteiten en de bedrijfsspanning van de hoogspanningsverbinding. Bij aanraking van het object kan hierdoor een stroom gaan vloeien. Omdat de capaciteit tussen de geleiders van de hoogspanningslijn en het object relatief klein is, is de stroom bij aanraking relatief klein ten opzichte van de optredende spanning, het object fungeert als hoogohmige spanningsbron.

2.5.2 De gevolgen

Zodra een mens of dier het geladen object aanraakt zal deze via het lichaam ontladen. Men voelt lichte schokken. Dit kan als pijnlijk worden ervaren. Het probleem kan worden opgelost door het object te aarden. Rekening moet worden gehouden met de ontlaadstroom die zeer kort duurt en met de reststroom zoals die blijft lopen als het object langer wordt aangeraakt.

3. Eisen en benodigde controles

3.1 Algemeen

Bij een hoogspanningsverbinding moet rekening worden gehouden met invloeden van de hoogspanningsinfrastructuren op haar omgeving. Indien toelaatbare grenzen worden overschreden moeten er maatregelen worden getroffen.

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

3.2 Aanraakveiligheid

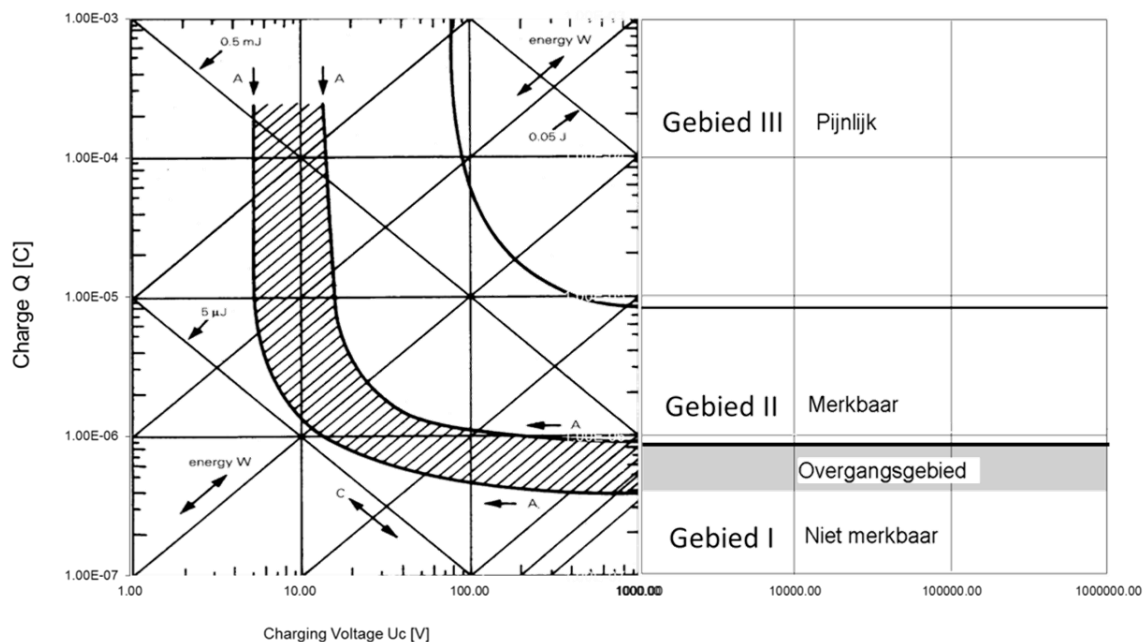
Een hoogspanningsverbinding kan elektrische stromen en spanningen in sommige objecten veroorzaken. Onder bepaalde omstandigheden kunnen dergelijke stromen en spanningen leiden tot gevaarlijke situaties.

Als sprake is van overbruggingsspanningen door inductieve beïnvloeding, moeten deze voldoen aan de eisen volgens NEN-EN 50341-3-15 [7] en in geval van een laagspannings-installatie aan NEN 1010 [1]. Deze eisen zijn erop gericht het risico op ontoelaatbare beïnvloeding voldoende te reduceren. Tabel 1 geeft een samenvatting van de toelaatbare overbruggings-spanningen voor een tijdsduur langer dan 1 seconde (normaal bedrijf) en 0,1 seconde (kortsluitsituaties).

Tabel 1, Toelaatbare overbruggingsspanningen

Afschakeltijd [s]	Maximaal toelaatbare overbruggingsspanning [V]	
	NEN 1010	NEN-EN 50341
0,1	660	1500
≥ 1	50	50

Bij capacatieve beïnvloeding waarbij grote geleidende delen worden "opgeladen", moet worden voorkomen dat deze oplading kan leiden tot pijnlijke of schrikreacties bij aanraking. Het verschijnsel is goed te vergelijken met de ontlading bij het aanraken van een auto bij droog winterweer. Afhankelijk van het soort object kan een kleine of relatief grote ontlading toelaatbaar zijn. Concreet vereist de norm dat de oplading van geïsoleerde objecten door elektrische velden nabij de hoogspanningslijn beperkt moet zijn tot gebied I in IEC 60479-2 [2], zie afbeelding 1.



Afbeelding 1, Gevolgen van aanraking bij een elektrisch opgeladen object volgens IEC 60479-2

Voor het toetsen van een capacitief opgeladen object moet behalve met de ontlaadcurve uit afbeelding 1 ook rekening worden gehouden met eisen aan de restspanning conform tabel 1. Tabel 1 is gebaseerd op een vaste lichaamsweerstand en schoeiselweerstand.

3.3 Blootstelling aan elektromagnetische velden

De maximaal toelaatbare elektromagnetische veldsterktes voor werknemers zijn gebaseerd op de Europese Richtlijn 2013/35/EU [3]. De richtlijnen geven actiewaarden (waarden waarboven maatregelen moeten worden getroffen) voor zowel elektrische velden als magnetische velden. Voor 50 Hz (frequentie van de stromen in de hoogspanningslijnen in Nederland) zijn de actiewaarden voor beroepsbevolking als volgt:

Conform de Europese richtlijn 2013/35/EU:

- Elektrisch veld is 10.000 V/m;
- Magnetische fluxdichtheid (B-veld): 1000 μ T.

In principe zijn de genoemde actiewaarden van toepassing op iedere plek waar personen werkzaamheden verrichten. Getoetst moet worden of aan deze waarden wordt voldaan.

3.4 Functioneren van apparatuur

Magneetvelden kunnen de werking van (elektronische) apparatuur aantasten. Eisen aan magnetische velden nabij elektronische apparatuur worden afgeleid uit de immuniteit (gevoeligheid) van deze apparatuur voor magnetische velden.

Voor magneetvelden wordt onderscheid gemaakt tussen apparatuur voor toepassing in industriële omgevingen en apparatuur voor toepassing in huishoudelijke en licht industriële omgevingen. Normen NEN-EN –IEC 61000-6-1 [4] en NEN-EN –IEC 61000-6-2 [5] geven de immuniteit voor deze groepen apparatuur:

- 3 A/m voor apparatuur voor toepassing in huishoudelijke of licht industriële omgevingen.
- 30 A/m voor apparatuur voor toepassing in industriële omgevingen.

3.5 Beschadiging isolatie

Isolatiemateriaal van kabels en buisleidingen kan beschadigd worden door de te hoge bodempotentiaal van de omringend grond door de weerstandsbeïnvloeding. Daarom dient de isolatie te worden getoetst aan de volgende bodempotentiaal grenswaarden conform NEN1010 en NEN3654 [8]:

- 1000V voor beschadiging van bitumen coating van buisleidingen (NEN 3654);
- 1200V voor beschadiging van de isolatie van data- en laagspanningskabels (NEN 1010);
- 5000V voor beschadiging van PE coating van buisleidingen (NEN 3654).

4. Uitgangspunten

In dit hoofdstuk worden de uitgangspunten weergegeven.

4.1 Projectlocatie

In afbeelding 2 is met een rode cirkel, de positie van het poldergemaal aangegeven. Tevens is in bijlage B een tekening van het betreffende poldergemaal opgenomen [10]. De nabijgelegen hoogspanningslijn van TenneT is met een zwarte lijn weergegeven.

De projectlocatie ligt tussen de boezemvaart Lange Watering, Van Luyklaan en N222 (Veilingroute) in Wateringen, gemeente Westland. De te verbreden watergang ligt langs de N222 in Wateringen, in de gemeente Westland.



Geplande locatie van het nieuwe gemaal in de rode cirkel

Afbeelding 2, Hoogspanningslijn (zwarte lijn) nabij het poldergemaal (rode cirkel).

4.2 Gegevens hoogspanningssystemen

De 380[kV] hoogspanningslijn Wateringen - Westerlee van TenneT, betreft een bovengrondse hoogspanningslijn met 2 circuits en een 3 bundelgeleider per fase. In tabel 2 zijn de gegevens van de benoemde hoogspanningslijn opgenomen. Tevens zijn in bijlage A de overige hoogspanningssysteemgegevens opgenomen.

Tabel 2, gegevens hoogspanningssystemen

Hoogspanningssysteem	Spanningsniveau [kV]	Aantal circuits	Ontwerpbelasting [MVA]
Wateringen – Westerlee [9]	380	2	2633

5. Beschouwingen

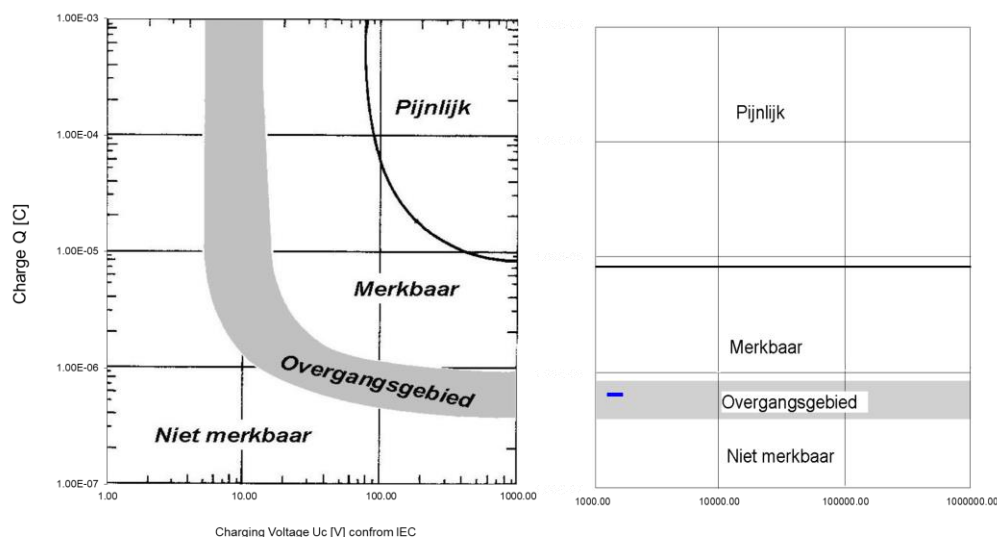
In dit hoofdstuk worden de beschouwingen per beïnvloedingsvorm toegelicht.

5.1 Capacitieve beïnvloeding

Capacitieve beïnvloeding kan enkel bij bovengrondse en geïsoleerd opgestelde geleidende objecten in de directe nabijheid van hoogspanningslijnen ontoelaatbaar zijn. Het is verondersteld dat het poldergemaal geïsoleerd is opgesteld. Tevens is verondersteld dat het poldergemaal uit geleidende delen bestaat. Dit betreft een worstcase scenario voor capacitieve beïnvloeding.

5.1.1 Berekening en toetsing geleidend oppervlak van het gemaal

COMSOL Multiphysics [6] is gebruikt om de elektrische veldsterkte ter plekke van het poldergemaal te berekenen. Aan de hand van deze veldsterkte en het oppervlak van het poldergemaal, kan worden herleid hoeverre het poldergemaal zal opladen ten gevolge van het aanwezige elektrische veld. In afbeelding 3 zijn de resultaten weergegeven. Met de blauwe lijn wordt aangegeven in hoeverre het poldergemaal zal opladen.



Afbeelding 3, Gevolgen van aanraking bij elektrische geleidende objecten conform IEC 60479-2.

Uit de afbeelding kan afgeleid worden dat bij aanraking van geleidende delen van het poldergemaal, geen ontoelaatbare ontlading kan ontstaan. Geleidende objecten bevinden zich binnen het overgangsgebied. Conform IEC 60479-2 is het overgangsgebied toelaatbaar.

5.1.2 Toetsing overige objecten

Op het poldergemaal zijn ook overige geleidende objecten aanwezig. Hekwerken en stalen kasten t.b.v. de besturingselektronica en computers zullen bij installatie worden geaard. Hierdoor is er geen sprake van ontoelaatbare capacitieve beïnvloeding.

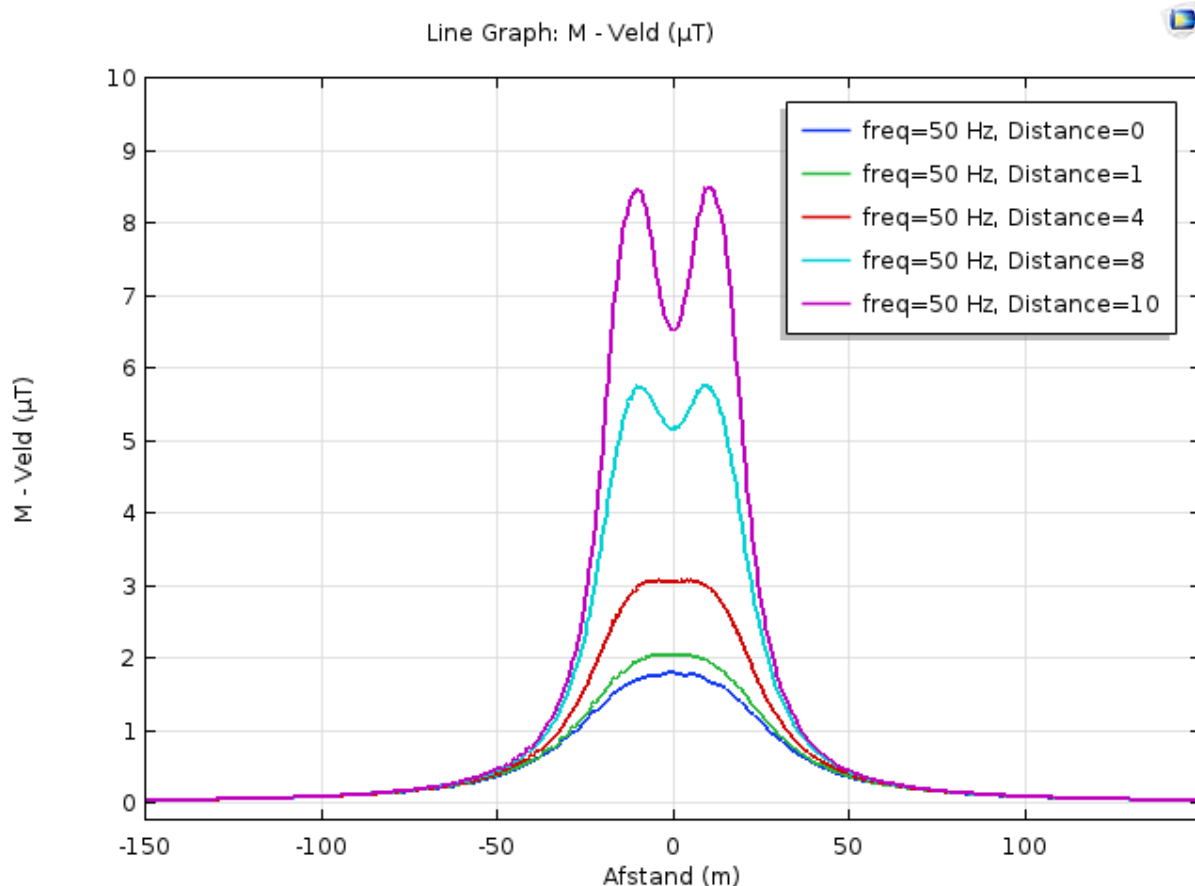
5.2 Magnetische velden

De maximale optredende magnetische veldsterkte is berekend en getoetst aan eisen ten aanzien van blootstelling aan magnetische velden en de verstoring van elektronische apparatuur. De door de hoogspanningslijnen veroorzaakte magnetische velden, zijn berekend op verschillende hoogtes boven maaiveld.

5.2.1 Blootstelling van mensen

Voor de toetsing van magnetische velden wordt uitgegaan van limieten voor blootstelling aan mensen conform de Europese Richtlijn 2013/35/EU [3]. Alleen in de directe nabijheid van de hoogspanningslijnen kunnen magnetische velden mogelijk maatgevend zijn. Bij de toetsing wordt er vanuit gegaan dat mensen zich bovenop het poldergemaal bevinden.

Vanuit afbeelding 5 kan worden gezien dat de maximale berekende magnetische veldsterkte op een hoogte van 10 [m], 8.5 [μT] bedraagt. Hiermee wordt de maximaal toegestane waarde uit de Europese Richtlijn niet overschreden.



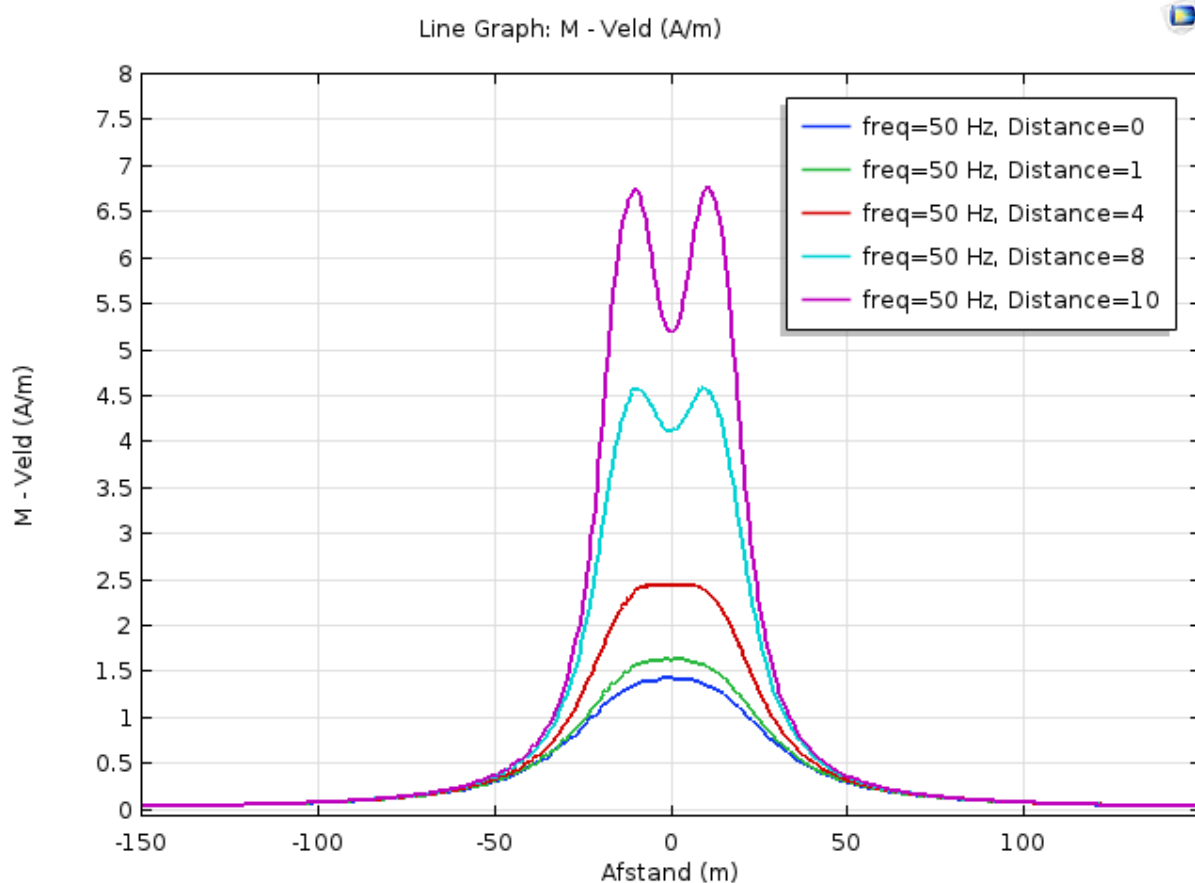
Afbeelding 4, Magneetvelden [μT] op verschillende hoogtes (Distance is hoogte t.o.v. het maaiveld)

5.2.2 Verstoring van apparatuur

Volgens de NEN-EN-IEC 61000-6-2 [5] moet de apparatuur in industriële omgevingen een minimale immuniteit voor magnetische velden hebben van 30 [A/m]. De apparatuur behorend bij het poldergemaal wordt hieronder gerekend. Voor huishoudelijke apparatuur geldt een immuniteit voor magnetische velden van minimaal 3 [A/m], conform de NEN-EN-IEC 61000-6-1 [4].

De maximaal optredende magnetische veldsterkte is berekend op verschillende hoogtes. De maximaal optredende magneetveldsterkte op een hoogte van 10[m] bedraagt 6.8 [A/m]. Deze waarde is lager dan de immuniteit van industriële apparatuur.

Het poldergemaal bevindt zich totaal onder het NAP niveau. Op deze hoogte kan, conform afbeelding 5 een maximale magneetvelsterkte van 1.5 [A/m] worden gevonden. Hiermee is er geen sprake van verstoring van de apparatuur behorende bij het poldergemaal.



Afbeelding 5, Magneetvelden [A/m] op verschillende hoogtes (Distance is hoogte t.o.v. het maaiveld)

5.3 Elektrische velden

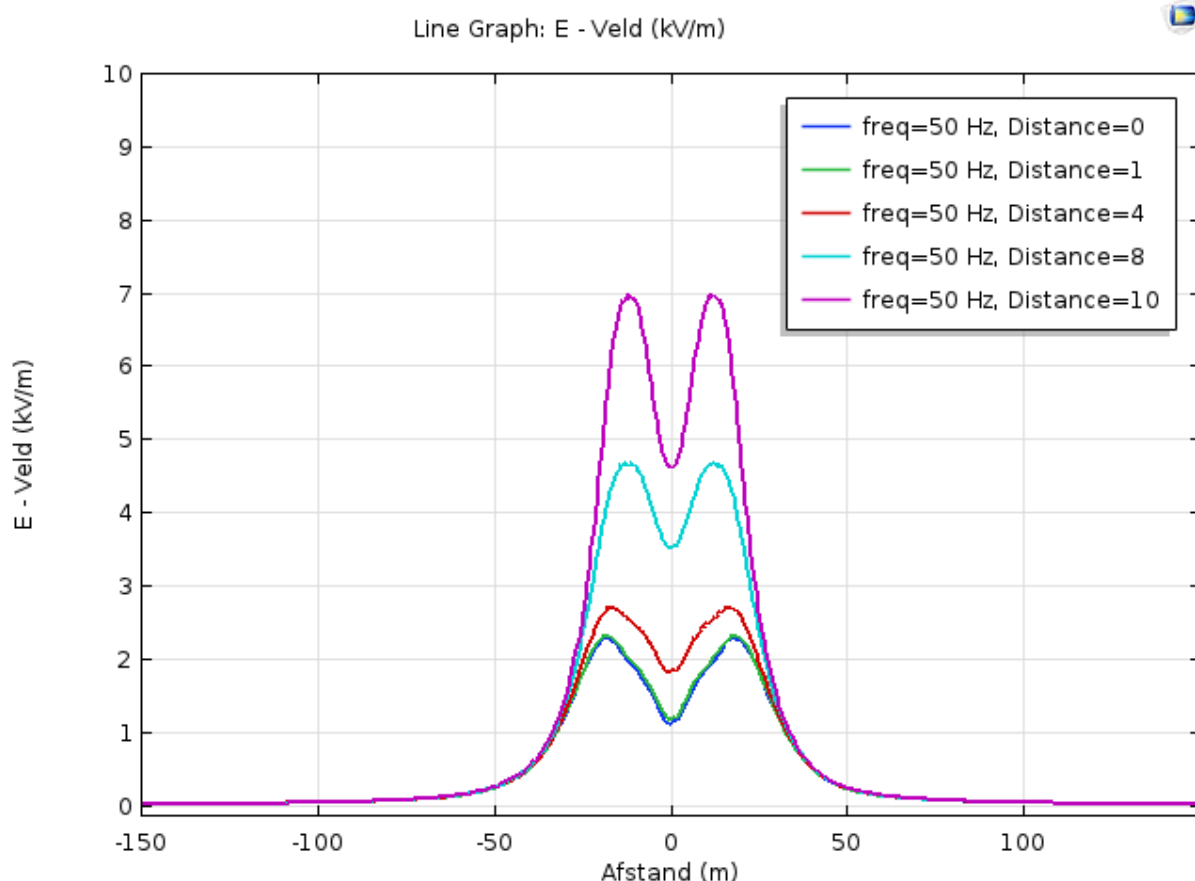
Voor de toetsing van elektrische velden wordt uitgegaan voor de limieten voor blootstelling aan mensen conform de Europese Richtlijn 2013/35/EU [3]. De veldsterkte moet worden berekend voor de hoogste systeemspanning (nominale spanning + 10%). Alleen in de directe nabijheid van de hoogspanningslijnen kunnen elektrische velden maatgevend zijn.

Bij de toetsing wordt ervan uitgegaan dat mensen zich in het geval van werkzaamheden bovenop het object bevinden. In COMSOL [6] is op deze hoogte de elektrische veldsterkte bepaald.

De maximaal optredende elektrische veldsterkte, berekend op een hoogte van 10[m], bedraagt 7 [kV/m]. Deze waarde is lager dan 10 [kV/m], waarmee wordt voldaan aan de eisen voor elektrische velden conform de 2013/35/EU.

Op de locatie van het poldergemaal bedraagt de elektrische veldsterkte een waarde van maximaal 1.5 [kV/m]. Deze waarde is gebruikt voor het bepalen van de capacatieve beïnvloeding, zie paragraaf 5.1.1.

In afbeelding 6 zijn de resultaten weergegeven.



Afbeelding 6, Elektrische velden [kV/m] op verschillende hoogtes (Distance is hoogte t.o.v. het maaiveld)

6. Conclusie en aanbevelingen

Kragten B.V. is in de ontwerpfase van een poldergemaal nabij de van Luyklaan te Wateringen.

Gezien de ligging van het poldergemaal ten opzichte van de hoogspanningslijnen dient rekening te worden gehouden met de NEN-EN 50341. Tevens stellen de NEN-EN-IEC 61000-6 en de Richtlijn 2013/35/EU aanvullende eisen in verband met de emissie/immuniteit van apparatuur en de effecten van elektromagnetische velden op mensen respectievelijk.

Onder omstandigheden kan door elektromagnetische beïnvloeding sprake zijn van:

- Overschrijding van toelaatbare aanraakspanningen;
- Beschadiging van objecten;
- Verstoring van de werking van elektronische apparatuur;
- Ontoelaatbare ontlading bij aanraking capacitief opgeladen objecten;
- Beperkingen in verband met het overschrijden van grenswaarden voor blootstelling van mensen aan fysische agentia (elektromagnetische velden).

In dit rapport is de elektrische beïnvloeding door de 380[kV] hoogspanningslijn Wateringen - Westerlee berekend. De volgende beïnvloedingsvormen zijn beschouwd:

- Capacitieve beïnvloeding;
- Magneetvelden;
- Elektrische velden.

De resultaten in dit rapport zijn van toepassing op de gebruiksfase van het ONW gemaal. Maatregelen benodigd bij de realisatie van het poldergemaal vallen buiten de scope van dit onderzoek

Elk van de benoemde beïnvloedingsvormen is getoetst aan de vigerende normen en richtlijnen. In onderstaande paragrafen is per beïnvloedingsvorm het resultaat van de toetsing samengevat.

6.1 Inductieve beïnvloeding

Gezien de ligging van het poldergemaal, is bij voorbaat uitgesloten dat er ontoelaatbare beïnvloeding kan optreden. Er zijn geen aanvullende maatregelen nodig.

6.2 Capacitieve beïnvloeding

Voor de capacitieve beïnvloeding is verondersteld dat het poldergemaal geleidend is en geïsoleerd is opgesteld van aarde. Uit de berekening blijkt dat er geen sprake is van ontoelaatbare capacitieve beïnvloeding. Er zijn geen aanvullende maatregelen nodig. Voor de overige geleidende objecten is als uitgangspunt gehanteerd dat deze zijn doorverbonden met aarden. Hierdoor is er geen sprake van ontoelaatbare capacitieve beïnvloeding.

6.3 Weerstandsbeïnvloeding

De positie van het poldergemaal t.o.v. dichtstbijzijnde hoogspanningsmasten 7 en 8 bedraagt circa 110 en 260 [m] respectievelijk. Door deze relatief grote afstand, zal terplekke van het poldergemaal, in geval van kortsluiting in de hoogspanningsmast, geen ontoelaatbare potentiaal merkbaar zijn. Een detailbeschouwing is niet nodig. Er zijn geen aanvullende maatregelen nodig.

6.4 Magnetische velden

De maximaal optredende magnetische veldsterkte is berekend en getoetst aan de eisen ten aanzien van blootstelling van mensen en aan de verstoring van elektronische apparatuur.

6.4.1 Blootstelling van mensen

De maximaal berekende magnetische veldsterkte voldoet aan de eisen uit de Europese Richtlijn 2013/35/EU.

6.4.2 Verstoring apparatuur

Uit de berekening blijkt dat de maximale berekende magnetische veldsterkte op een hoogte van 10 [m] lager is dan 30 [A/m]. Hieruit kan worden geconcludeerd dat er geen sprake is van ontoelaatbare magnetische velden, welke de werking van industriële apparatuur kunnen aantasten.

6.5 Elektrische velden

De maximaal berekende elektrische veldsterkte voldoet aan de eisen uit de Europese Richtlijn 2013/35/EU.

6.6 Ontwerpeisen voor ONW gemaal

In dit rapport zijn de effecten van elektromagnetische beïnvloeding op het nieuwe gemaal (in de gebruiksfase) onderzocht en de resultaten en conclusies beschreven. Onderstaand zijn tot slot de specifieke ontwerpeisen en maatregelen opgesomd die opgenomen moeten worden in het definitieve ontwerp van het gemaal ONW.

- Uit het onderzoek blijkt dat inductieve beïnvloeding vanuit de aanwezige hoogspanningslijn van TenneT dermate gering is dat er geen versterkte aantasting van stalen onderdelen aan de orde is. Een uit stalen delen opgebouwd gemaal conform de ontwerp-standaarden van Hoogheemraadschap Delfland is mogelijk. Er zijn voor stalen onderdelen geen extra maatregelen tegen elektromagnetische beïnvloeding nodig;
- In verband met het tegengaan van (capacitieve) beïnvloeding door de aanwezige TenneT hoogspanningslijn dienen alle geleidende objecten (ook afrasteringen en hekwerken e.d.) en alle geleidende onderdelen van objecten voorzien te worden van aarding. Dit in aanvulling op reguliere aarding die reeds noodzakelijk is vanuit elektrotechnische eisen en voorschriften.

7. BRONVERMELDING

- [1] Nederlandse Norm NEN-1010, "Veiligheidsbepalingen voor laagspanningsinstallaties, Beschermingsmaatregelen", 2011
- [2] IEC 60479-2, "Effects of current on human beings and livestock, Special aspects", 3e editie mei 2007.
- [3] EU Richtlijn 2013/35/EU, "De minimumvoorschriften inzake gezondheid en veiligheid met betrekking tot de blootstelling van werknemers aan de risico's van fysische agentia (elektromagnetische velden)", 26 juni 2013.
- [4] NEN-EN-IEC 61000-6-1:2007 en;fr, "Elektromagnetische compatibiliteit (EMC) - Deel 6-1: Generieke normen - Immuniteit voor huishoudelijke, handels- en lichtindustriële omgevingen"
- [5] NEN-EN-IEC 61000-6-2:2001/IS 01:2006 en;fr, "Elektromagnetische compatibiliteit (EMC) - Deel 6-2: Algemene normen - Immuniteit voor industriële omgevingen"
- [6] COMSOL Multiphysics Modeling Software, COMSOL AB, Stockholm, Sweden
- [7] NEN-EN 50341-3: 2001, "Bovengrondse elektrische hoogspanningslijnen boven 45 kV wisselspanning - Deel 3: Verzameling van nationale normatieve aspecten"
- [8] NEN 3654 2014: "Wederzijdse beïnvloeding van buisleidingen en hoogspanningssystemen"
- [9] Mailwisseling TenneT:
- 26-03-18: assetinformatie@tennet.eu: ophangpunt en belastinggegevens
- [10] Mailwisseling gegevens poldergemaal conform Kragten B.V.
- 29-01-18: hvh@kragten.nl

Bijlage A TenneT

Bijlage A-1 Gegevens hoogspanningssystemen

Circuit	Object-id Mast 1	X coördinaat (Mast 1)	Y coördinaat (Mast 1)	Fase	Positie (laterale afstand)	positie (laterale hoogte)	Mastbeeld (Mast 1)	Object-id Mast 2	X coördinaat (Mast 2)	Y coördinaat (Mast 2)	Positie (laterale afstand)	positie (laterale hoogte)	Mastbeeld (Mast 2)
WTR-WL380 W	WTR-WL380 006	79393.3	447133.06	4	-15.9	30.7 DK_WTR-WL380	WTR-WL380 007	79088.59	446914.85	-15.9	30.7 DK_WTR-WL380		
WTR-WL380 W	WTR-WL380 006	79393.3	447133.06	8	-8.9	30.7 DK_WTR-WL380	WTR-WL380 007	79088.59	446914.85	-8.9	30.7 DK_WTR-WL380		
WTR-WL380 W	WTR-WL380 006	79393.3	447133.06	12	-12.4	42.2 DK_WTR-WL380	WTR-WL380 007	79088.59	446914.85	-12.4	42.2 DK_WTR-WL380		
WTR-WL380 Z	WTR-WL380 006	79393.3	447133.06	4	15.9	30.7 DK_WTR-WL380	WTR-WL380 007	79088.59	446914.85	15.9	30.7 DK_WTR-WL380		
WTR-WL380 Z	WTR-WL380 006	79393.3	447133.06	8	12.4	42.2 DK_WTR-WL380	WTR-WL380 007	79088.59	446914.85	12.4	42.2 DK_WTR-WL380		
WTR-WL380 Z	WTR-WL380 006	79393.3	447133.06	12	8.9	30.7 DK_WTR-WL380	WTR-WL380 007	79088.59	446914.85	8.9	30.7 DK_WTR-WL380		
WTR-WL380 W	WTR-WL380 007	79088.59	446914.85	4	-15.9	30.7 DK_WTR-WL380	WTR-WL380 008	78789.3	446700.52	-16.3	26.3 HY_WTR-WL380		
WTR-WL380 W	WTR-WL380 007	79088.59	446914.85	8	-8.9	30.7 DK_WTR-WL380	WTR-WL380 008	78789.3	446700.52	-9.3	26.3 HY_WTR-WL380		
WTR-WL380 W	WTR-WL380 007	79088.59	446914.85	12	-12.4	42.2 DK_WTR-WL380	WTR-WL380 008	78789.3	446700.52	-12.8	37.8 HY_WTR-WL380		
WTR-WL380 Z	WTR-WL380 007	79088.59	446914.85	4	15.9	30.7 DK_WTR-WL380	WTR-WL380 008	78789.3	446700.52	16.3	26.3 HY_WTR-WL380		
WTR-WL380 Z	WTR-WL380 007	79088.59	446914.85	8	12.4	42.2 DK_WTR-WL380	WTR-WL380 008	78789.3	446700.52	12.8	37.8 HY_WTR-WL380		
WTR-WL380 Z	WTR-WL380 007	79088.59	446914.85	12	8.9	30.7 DK_WTR-WL380	WTR-WL380 008	78789.3	446700.52	9.3	26.3 HY_WTR-WL380		
WTR-WL380 W	WTR-WL380 008	78789.3	446700.52	4	-16.3	26.3 HY_WTR-WL380	WTR-WL380 009	78496.68	446490.96	-15.9	30.7 DK_WTR-WL380		
WTR-WL380 W	WTR-WL380 008	78789.3	446700.52	8	-9.3	26.3 HY_WTR-WL380	WTR-WL380 009	78496.68	446490.96	-8.9	30.7 DK_WTR-WL380		
WTR-WL380 W	WTR-WL380 008	78789.3	446700.52	12	-12.8	37.8 HY_WTR-WL380	WTR-WL380 009	78496.68	446490.96	-12.4	42.2 DK_WTR-WL380		
WTR-WL380 Z	WTR-WL380 008	78789.3	446700.52	4	16.3	26.3 HY_WTR-WL380	WTR-WL380 009	78496.68	446490.96	15.9	30.7 DK_WTR-WL380		
WTR-WL380 Z	WTR-WL380 008	78789.3	446700.52	8	12.8	37.8 HY_WTR-WL380	WTR-WL380 009	78496.68	446490.96	12.4	42.2 DK_WTR-WL380		
WTR-WL380 Z	WTR-WL380 008	78789.3	446700.52	12	9.3	26.3 HY_WTR-WL380	WTR-WL380 009	78496.68	446490.96	8.9	30.7 DK_WTR-WL380		
WTR-WL380 W	WTR-WL380 009	78496.68	446490.96	4	-15.9	30.7 DK_WTR-WL380	WTR-WL380 010	78200.23	446278.67	-15.9	30.7 DK_WTR-WL380		
WTR-WL380 W	WTR-WL380 009	78496.68	446490.96	8	-8.9	30.7 DK_WTR-WL380	WTR-WL380 010	78200.23	446278.67	-8.9	30.7 DK_WTR-WL380		
WTR-WL380 W	WTR-WL380 009	78496.68	446490.96	12	-12.4	42.2 DK_WTR-WL380	WTR-WL380 010	78200.23	446278.67	-12.4	42.2 DK_WTR-WL380		
WTR-WL380 Z	WTR-WL380 009	78496.68	446490.96	4	15.9	30.7 DK_WTR-WL380	WTR-WL380 010	78200.23	446278.67	15.9	30.7 DK_WTR-WL380		
WTR-WL380 Z	WTR-WL380 009	78496.68	446490.96	8	12.4	42.2 DK_WTR-WL380	WTR-WL380 010	78200.23	446278.67	12.4	42.2 DK_WTR-WL380		
WTR-WL380 Z	WTR-WL380 009	78496.68	446490.96	12	8.9	30.7 DK_WTR-WL380	WTR-WL380 010	78200.23	446278.67	8.9	30.7 DK_WTR-WL380		

Bijlage B-1 Poldergemaal