

## NOTITIE

---

|               |                           |
|---------------|---------------------------|
| Onderwerp     | Onderzoek EM-beïnvloeding |
| Project       | Trafocel Zoetermeer 15    |
| Opdrachtgever | Gemeente Zoetermeer       |
| Projectcode   | 127821                    |
| Status        | Concept 01                |
| Datum         | 4 november 2021           |
| Referentie    | 127821/21-016.499         |
| Auteur(s)     | ir. Y.C. van Wettum       |

|                    |                  |
|--------------------|------------------|
| Gecontroleerd door | ir. J.G. Tams    |
| Goedgekeurd door   | ing. J.C. Mendez |
| Paraaf             |                  |



|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bijlage(n) | Bouwlocatie, Hoogspanningsverbinding en afvalcontainers zoals weergegeven in<br>'210915 Cadenza 2-IP_zwerfstroom_binder.dwg'.pdf<br>210915 Cadenza 2-IP_zwerfstroom_binder.dwg<br>Proefsleuf gegevens - Locatie overzicht<br>Proefsleuf gegevens - Rapport<br>Proefsleuf gegevens - Dwarsprofielen |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|       |                     |
|-------|---------------------|
| Aan   | Gemeente Zoetermeer |
| Kopie | -                   |

---

## 1 INLEIDING

### 1.1 Achtergrond

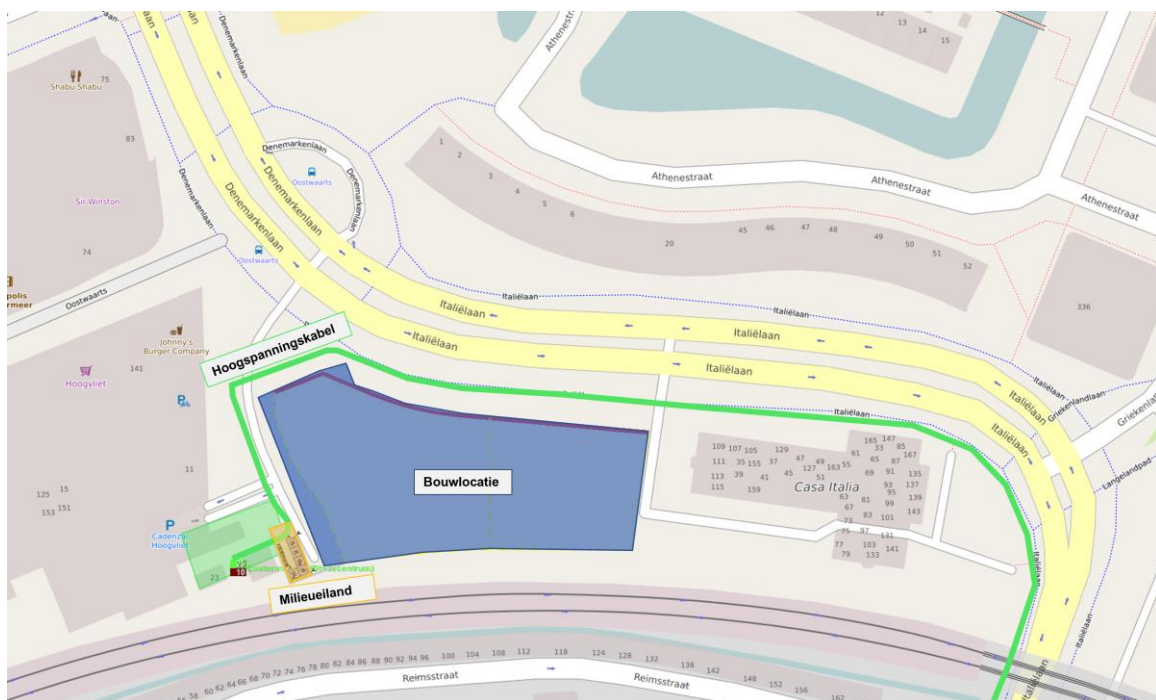
De gemeente Zoetermeer is bezig met de voorbereidingen voor een nieuw appartementencomplex (Cadenza II) aan de Italiëlaan in Zoetermeer. Het complex komt te staan naast een bestaande trafocel van Stedin, waarnaar een 25 kV hoogspanningsverbinding loopt. Een serie ondergrondse afvalcontainers bevindt zich in de nabijheid van deze hoogspanningsverbinding. In afbeelding 1.1 is de positie van de bouwlocatie, de positie van het milieueiland (ondergrondse afvalcontainers) en de hoogspanningsverbinding aangegeven.

Elektrische en magnetische velden zijn met elkaar verbonden, daarom spreken we ook wel van elektromagnetische (EM) velden. Een elektrisch veld kan een magnetisch veld veroorzaken, zoals bijvoorbeeld een elektromagneet. Daarnaast kan een magnetisch veld ook weer een elektrisch veld veroorzaken zoals in een generator. EM velden ontstaan als resultaat van bewegende lading, zoals de wisselstroom in een hoogspanningskabel. EM velden kunnen elektrische apparaten of metalen voorwerpen beïnvloeden (EM-beïnvloeding) wat kan resulteren in ongewenste effecten, zoals een spanning die wordt

geïnduceerd op het apparaat of metalen voorwerp. De wisselstroom in de hoogspanningskabel die naar de bestaande trafocel loopt, veroorzaakt een EM veld wat er voor kan zorgen dat er spanningen worden geïnduceerd op de nabij gelegen afvalcontainers. Dit kan tot gevaarlijke situaties leiden en is daarom een ongewenst effect. Als de spanningen de toegestane grens overschrijden moeten er aanvullende maatregelen genomen worden.

Er sprake van een beperkte afstand tussen de 25 kV hoogspanningskabel en het milieueiland (ondergrondse afvalcontainers). Om te bepalen of er eventuele aanvullende maatregelen nodig zijn vanwege EM-beïnvloeding door de nabijgelegen hoogspanningskabels is er een EM-beïnvloedingsonderzoek voor het milieueiland uitgevoerd. Wanneer de EM-beïnvloeding toelaatbaar is, dan wordt er gesproken van elektromagnetische compatibiliteit (EMC).

Afbeelding 1.1 Overzichtskaart ter indicatie, met de bouwlocatie (blauw gemarkeerd), het milieueiland (oranje gemarkeerd) en de 25 kV hoogspanningskabel (groen aangegeven). Afbeelding verkregen via HoogspanningsNet Netkaart i.c.m. Open StreetMap



## 1.2 Doel

Het doel van dit onderzoek is om inzicht te geven over de mogelijk te verwachten EM-beïnvloedingen op het milieueiland nabij het te realiseren appartementencomplex Cadenza II. De EM-beïnvloeding wordt conform de norm NEN 3654 'Wederzijdse beïnvloeding van buisleidingen en hoogspanningssystemen' [1] voor het milieueiland met betrekking tot de nabijgelegen hoogspanningskabel (25 kV) onderzocht. Indien blijkt dat er inderdaad sprake is van ontoelaatbare beïnvloeding, dan zullen hiervoor mitigerende maatregelen worden voorgesteld.

## 1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 van deze notitie zijn de uitgangspunten opgenomen waaronder dit onderzoek wordt uitgevoerd. De resultaten van de diverse beschouwingen op mogelijk EM-beïnvloeding zijn opgenomen in hoofdstuk 3. De conclusies worden beschreven in hoofdstuk 4.

## 2 UITGANGSPUNTEN

In dit hoofdstuk worden de uitgangspunten beschreven voor het onderzoek naar de beïnvloeding van de afvalcontainers als resultaat van de ondergrondse hoogspanningskabels.

Bij het tot stand komen van deze notitie zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- het beïnvloedingsonderzoek wordt uitgevoerd volgens norm NEN 3654 'Wederzijdse beïnvloeding van buisleidingen en hoogspanningssystemen';
- thermische beïnvloeding en mechanische beïnvloeding maken geen onderdeel uit van de opdracht;
- gegevens 25 kV hoogspanningsverbinding nabij de Italiëlaan te Zoetermeer (officiële naam: ZTM10 (TZ020) – ZTM15 (TT070)), verstrekt door Stedin op 13 oktober 2021;
- ligging gegevens van de hoogspanningskabels middels DWG- en KLIC-bestanden, verstrekt door gemeente Zoetermeer op 20 september 2021.

### 2.1 NEN 3654

De NEN 3654 vormt het uitgangspunt in het bepalen van de EM-beïnvloeding. Op basis van een quick-scan wordt bepaald welke beïnvloedingsmechanismen van toepassing zijn op de afvalcontainers en of er een vermoeden bestaat van ontoelaatbare beïnvloeding. Voor de quick-scan worden de volgende stappen uit de norm NEN 3654 gevolgd indien dit nodig is:

- 1 eenzijdige beoordeling aan de hand van een praktisch criterium of een grafiek;
- 2 mogelijk nadere detaillering aan de hand van een 'Unity Check' (geldt alleen voor inductieve beïnvloeding);
- 3 mogelijk aanvullend contact/overleg tussen betrokkenen over de waarden van de parameters die zijn gebruik.

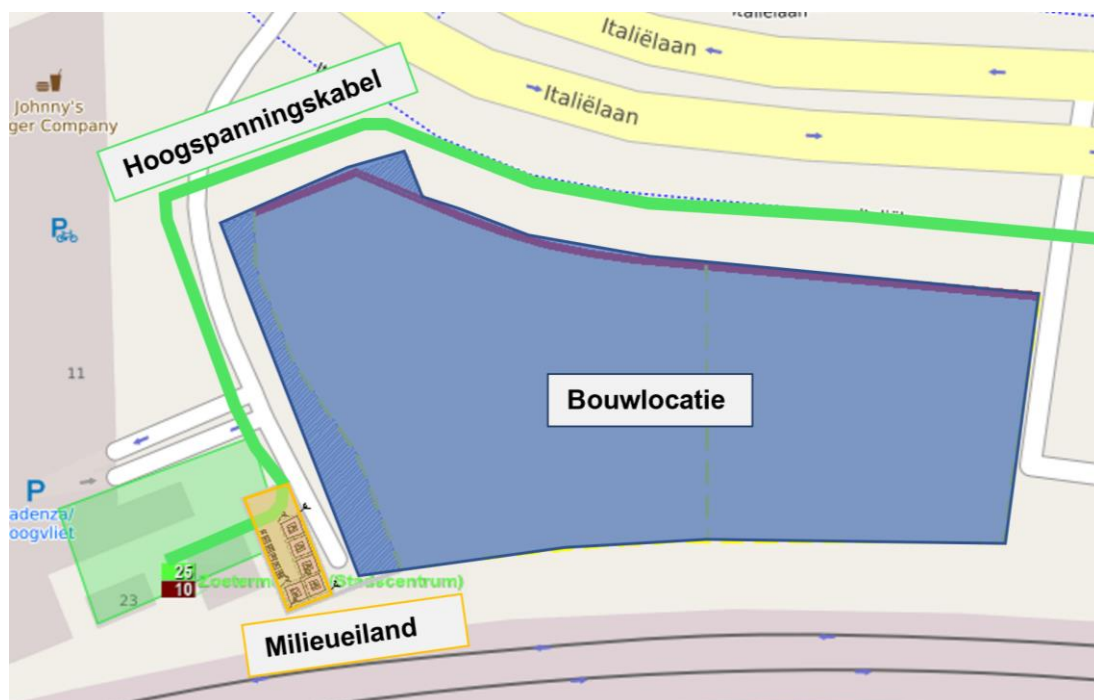
Elke vervolg stap wordt alleen uitgevoerd indien de vorige stap voldoet aan de criteria van beïnvloeding volgens NEN 3654. Wanneer er geen vervolg stappen nodig zijn volgens de criteria van beïnvloeding wordt er geconcludeerd dat de beïnvloeding toelaatbaar is en er dus geen aanvullende maatregelen nodig zijn.

### 2.2 Locatie

Het te realiseren appartementencomplex (GPS-coördinaten: 52°03'43.3"N 4°29'46.7"E) komt te staan naast een bestaande trafocel van Stedin, waarnaar een 25 kV hoogspanningsverbinding loopt. De hoogspanningskabel loopt vlak langs het milieueiland.

In afbeelding 2.1 is de bouwlocatie van het appartementencomplex, het milieueiland en de nabijgelegen ondergrondse hoogspanningskabel weergegeven.

Afbeelding 2.1 Overzichtskaart met daarop de bouwlocatie (blauw gemarkeerd), het milieueiland (oranje gemarkeerd) en de hoogspanningskabel (groen aangegeven)



## 2.3 Gegevens hoogspanningsverbinding

De hoogspanningsverbinding valt onder het beheer van Stedin. De gehanteerde gegevens voor de 25 kV verbinding met officiële naam 'ZTM10 (TZ020) – ZTM15 (TT070)', zijn in tabel 2.1 weergegeven, conform de opgave van Stedin.

Tabel 2.1 Gegevens hoogspanningsverbinding ZTM10 (TZ020) – ZTM15 (TT070).

| Verbinding naam               | Spanning [kV] | Aantal circuits | Ontwerpbelasting [MVA] |
|-------------------------------|---------------|-----------------|------------------------|
| ZTM10 (TZ020) – ZTM15 (TT070) | 25,6          | 1               | 18                     |

De ligging van de ondergrondse kabelverbinding, het milieueiland en de bouwlocatie is weergegeven in het DWG-bestand '210915 Cadenza 2-IP\_zwerfstroom\_binder.dwg', zie bijlage I. Het totaalbestand '210915 Cadenza 2-IP\_zwerfstroom\_binder.dwg' met alle overige componenten ook weergegeven is opgenomen in bijlage II.

Daarnaast worden de volgende uitgangspunten gevolgd voor de hoogspanningskabel:

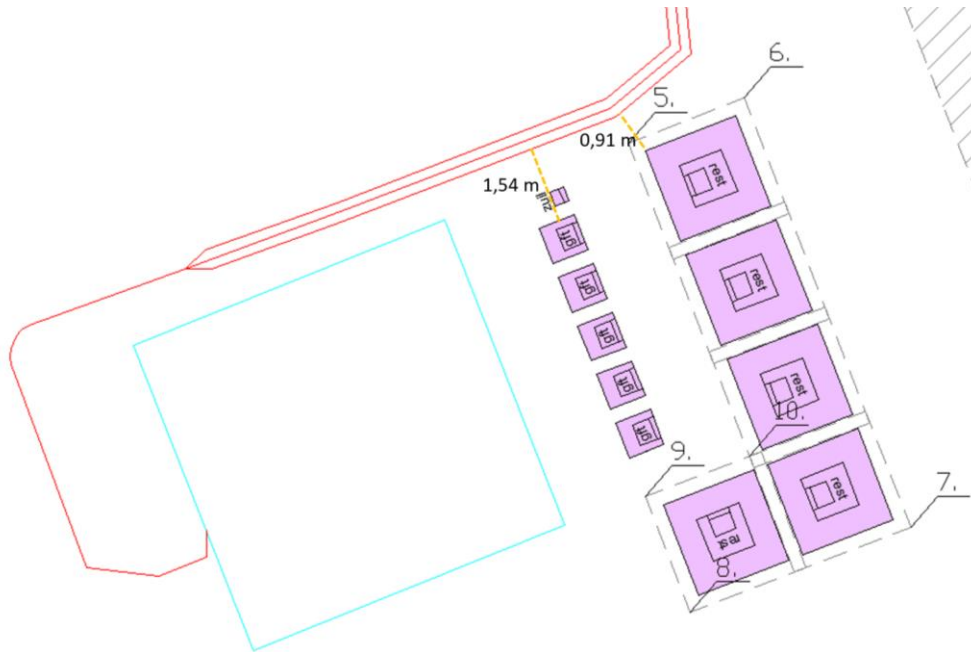
- de frequentie is 50 Hz;
- de kabel is impedantie geaard met een aardfoutstroom van 2000 A (bevestigd door Stedin);
- de hoogspanningsverbinding bevat 3 geleiders met elk een diameter van 3 cm;
- de kabels liggen 0,90 m onder het maaiveld (verkregen uit gegevens proefsleuf 2);
- de kabels liggen in platvlak;
- de afstand van hartlijn tot hartlijn is 0,165 m (verkregen uit gegevens proefsleuf 2).

In bijlage III, bijlage IV en bijlage V zijn de gegevens met betrekking tot de verschillende proefsleuven opgenomen.

## 2.4 Gegevens afvalcontainers

Het milieueiland is weergegeven in afbeelding 2.2 Afbeelding 2.2, waarbij de kortste afstand van de dichtstbijzijnde afvalcontainer tot de hoogspanningskabel is aangegeven.

Afbeelding 2.2 Milieueiland en tracé met hoogspanningskabels



Het milieueiland bestaat uit twee typen afvalcontainers, GFT-afvalcontainers (bovengronds) en restafvalcontainers (ondergronds), afgebeeld in respectievelijk afbeelding 2.3 en afbeelding 2.4.

Afbeelding 2.3 GFT-afvalcontainer (bovengronds)



Afbeelding 2.4 Restafvalcontainer (ondergronds)



De vorm van de afvalcontainers wordt beschouwd als een balk. Als materiaal wordt staal verondersteld. De afmetingen (breedte en diepte) van de afvalcontainer zijn gebaseerd op de afmetingen uit het DWG-bestand '210915 Cadenza 2-IP\_zwerfstroom\_binder.dwg'. Het bovengrondse gedeelte van beide soorten afvalcontainers wordt geschat op 1,10 m, gebaseerd op de afmetingen van een dranghek (2500 mm x 1100 mm), zie afbeelding 2.4. De GFT-afvalcontainer betreft enkel een bovengronds deel, daarmee is de totale hoogte die gehanteerd wordt voor de GFT-afvalcontainer 1,10 m. Het ondergrondse deel van de restafvalcontainer wordt geschat op 3,30 m, daarmee wordt de totale hoogte van de restafvalcontainer geschat op 4,40 m. Zowel de bovengrondse GFT-afvalcontainer als de ondergrondse restafvalcontainer berusten op een betonnen constructie. Waarbij de bovengrondse GFT-afvalcontainer op een betonnen plaat berust en de ondergrondse restafvalcontainer in een betonnen bak is gepositioneerd.

Tabel 2.2 Parameters restafvalcontainer

| Parameter                                    | Waarde                             |
|----------------------------------------------|------------------------------------|
| Lengte                                       | 1,95 m                             |
| Breedte                                      | 1,95 m                             |
| Hoogte                                       | 4,40 m                             |
| Soortelijke weerstand van staal (bij ~20 °C) | $18 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$ |

Tabel 2.3 Parameters GFT-afvalcontainer

| Parameter                                    | Waarde                             |
|----------------------------------------------|------------------------------------|
| Lengte                                       | 0,75 m                             |
| Breedte                                      | 0,75 m                             |
| Hoogte                                       | 1,10 m                             |
| Soortelijke weerstand van staal (bij ~20 °C) | $18 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$ |

## 2.5 Beïnvloedingsmechanismen

Voor het milieueiland met betrekking tot de nabijgelegen hoogspanningskabel van Stedin zullen de volgende beïnvloedingsmechanismen worden onderzocht: capacitieve beïnvloeding, weerstandsbeïnvloeding en inductieve beïnvloeding.

## 3 BESCHOUWINGEN

Om te bepalen of er ontoelaatbare beïnvloeding bestaat tussen de hoogspanningskabels en het milieueiland wordt, conform NEN 3654, gekeken naar drie verschillende soorten beïnvloeding. Het gaat om capacitieve, weerstands- en inductieve beïnvloeding. Deze soorten beïnvloeding worden apart behandeld, waarbij het stappenplan zoals beschreven in de NEN 3654 wordt gevolgd.

### 3.1 Capacitieve beïnvloeding

Een object kan capacitief beïnvloed worden wanneer het wordt blootgesteld aan sterke elektrische velden. Wanneer het object bovengronds en geïsoleerd opgesteld staat, ontstaat er een capacitieve spanningsdeling door de capaciteit tussen het object en het hoogspanningssysteem en de capaciteit tussen het object en de aarde. Hierdoor verzamelt zich op het object een lading, waardoor het object een spanning voert.

Voor de te beschouwen objecten geldt dat de GFT-afvalcontainers bovengronds staan opgesteld. De restafvalcontainers staan deels bovengronds en deels ondergronds opgesteld. Het hoogspanningssysteem is ondergronds opgesteld waardoor de afvalcontainers niet tussen het hoogspanningssysteem en de aarde staan en er dus geen sprake is van capacitieve spanningsdeling. Capacitieve beïnvloeding vindt dan ook alleen plaats als een metalen buisleiding boven de grond geïsoleerd is opgesteld in de nabijheid van een bovengronds hoogspanningssysteem.

In het geval van ondergrondse hoogspanningskabels hoeft dus geen rekening te worden gehouden met capacitieve beïnvloeding, zoals staat vermeld in tabel 2 met criteria voor capacitieve beïnvloeding uit de NEN 3654 norm opgenomen hier in tabel 3.1. Er zijn dus ook geen maatregelen noodzakelijk.

Tabel 3.1 Criteria capacitieve beïnvloeding overgenomen uit tabel 2 van NEN 3654

|            | Stap 1              | Stap 2 | Stap 3 | Stap 4 |
|------------|---------------------|--------|--------|--------|
| HSP-kabels | Niet van toepassing |        |        |        |

## 3.2 Weerstandbeïnvloeding

Bij wegvloeiën van een stroom uit de hoogspanningsverbinding naar de bodem ontstaat door de eindige weerstand in de bodem een potentiaalverloop: de 'potentiaaltrechter'. Het gevaar bij een potentiaaltrechter is dat hierdoor ontoelaatbare overbruggingsspanningen ontstaan wanneer een beïnvloedbaar object zich (deels) in dit potentiaalverloop bevindt.

Conform NEN 3654 wordt er gekeken naar zogenaamde 'veilige afstanden', deze staan per stap weergegeven in tabel 3.2.

### Stap 1

De afstand van hart kabeltracé en hart van de afvalcontainers is minder dan 30 m, daarom is een vervolg stap noodzakelijk.

### Stap 2

Kabels worden vaak aan de uiteindes geaard. De afstand van het einde van de kabel (intrede bij trafo) tot aan dichtstbijzijnde container is circa 8,5 m. Dit betekent dat er een vervolg stap noodzakelijk is.

### Stap 3

In het geval van een star of effectief geaard net is een vervolg stap noodzakelijk. Uit de gegevens van Stedin is gebleken dat de hoogspanningskabel impedantie geaard is. Een vervolg stap is dus niet noodzakelijk.

Via het stappenplan beschreven in tabel 3.2 wordt op basis van stap 3 vastgesteld dat er geen sprake is van ontoelaatbare weerstandsbeïnvloeding, aangezien de hoogspanningsverbinding impedantie geaard is. Hierdoor hoeft er geen rekening gehouden te worden met weerstandsbeïnvloeding.

Tabel 3.2 Criteria voor weerstandbeïnvloeding overgenomen uit tabel 3 van NEN 3654

|           | Stap 1                                                                                              | Stap 2                                                                                                   | Stap 3                                                                                                                                                                                                                                                   | Stap 4                                                                      |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| HP-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 <sup>1</sup> en afstand tot hart kabeltracé < 10 m dan is vervolgstap noodzakelijk. | Gedetailleerde berekening inclusief vaststelling van de potentiaaltrechter. |

<sup>1</sup> Bij slecht isolerende kabelmantels is een kortere afstand tot ondergrondse leidingen toegestaan in verband met een gelijkmatige distributie van de lekstroom. In het algemeen kan worden aangenomen dat kabels van het type GPLK slecht zijn geïsoleerd.

## 3.3 Inductieve beïnvloeding

Door de elektromagnetische koppeling tussen de hoogspanningsverbinding en een (metalen) object ontstaat inductieve beïnvloeding. Door deze koppeling wordt een spanning op de buisleiding geïnduceerd.

Via het stappenplan beschreven in tabel 4 van norm NEN 3654 moet worden vastgesteld of er sprake is van ontoelaatbare inductieve beïnvloeding, stappenplan is weergegeven in. De mate van inductieve beïnvloeding wordt mede bepaald door de afstand tussen de buisleiding en het hoogspanningssysteem en de lengte van de parallelloop.

Tabel 3.3 Criteria voor inductieve beïnvloeding overgenomen uit tabel 4 van NEN 3654

|            | Stap 1                                                                                                                   | Stap 2                                                               | Stap 3                                                                                                                 | Stap 4                                                                   |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| HSP-kabels | Allen in geval punt zich onder de lijn in de grafiek van figuur 2 (NEN 3654) bevindt dan is de vervolgstap noodzakelijk. | Alleen in geval 'Unity Check' $\geq 1$ 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. |

### Stap 1

In stap 1 wordt door middel van een figuur uit de NEN 3654 bepaald of er een vervolgstap noodzakelijk is, zie afbeelding 3.1. De afvalcontainer wordt beschouwd als een buis. Voor de afstand tussen hoogspanningskabel en afvalcontainers wordt van het minst gunstige scenario uitgegaan (kortste afstand tussen hoogspanningskabel en container), de afstanden die gehanteerd worden zijn de afstanden zoals weergegeven in afbeelding 3.2. Afbeelding 3..

Voor de bovengrondse GFT-afvalcontainers wordt een hart-op-hartafstand van 1,92 m aangehouden en een parallelloop van 0,75m. De gehanteerde afstanden en lengtes staan samengevat in tabel 3.4.

Er is geen sprake van zuivere parallelloop tussen de hoogspanningskabels en de restafvalcontainers, daarom wordt de berekening uit bijlage C van NEN 3654 uitgevoerd om de onderlinge hart-op-hartafstand afstand ( $a$ ) en lengte van parallelloop ( $l$ ) te bereken tussen de hoogspanningskabel en de restafvalcontainer.

Voor de hart-op-hartafstand word de volgende formule gehanteerd:

$$a = \frac{0,78}{l} \left( l_1 \frac{a_1 + a_2}{2} + l_2 \frac{a_2 + a_3}{2} + l_3 \frac{a_3 + a_4}{2} + \dots \right)$$

Waarbij  $a$  de maatgevende hart-op-hartafstand is die wordt gehanteerd in de Unity Check, zie stap 3. De  $a_1, a_2$  etc. zijn de loodrechte afstanden tot de hoogspanningsverbinding vanaf de uiteinden van de verschillende lijnsegmenten die de buisleiding representeren. In dit scenario is  $a_1 = 2,08$  m en  $a_1 = 2,71$  m, zie afbeelding 3.2.

Voor de maatgevende lengte van de parallelloop wordt de volgende formule gehanteerd:

$$l = l_1 + l_2 + l_3$$

Waarbij  $l_1, l_2$  etc. de lengte (in km) is van de loodrechte projectie van de verschillende lijnsegmenten op de lijn die de hoogspanningsverbinding representeert. In dit scenario is  $l = l_1 = 1,97$  m = 0,002 km. Wat resulteert in een maatgevende hart-op-hartafstand van:

$$a = \frac{0,78}{0,002} \left( 0,002 \frac{2,08 + 2,71}{2} \right) = 1,87 \text{ m}$$

Voor de restafvalcontainers wordt een hart-op-hartafstand van 1,87 m gehanteerd (berekend volgens bijlage C.2 van NEN 3654) en een parallelloop van 1,97 m. De gehanteerde afstanden en lengtes staan samengevat in tabel 3.4.

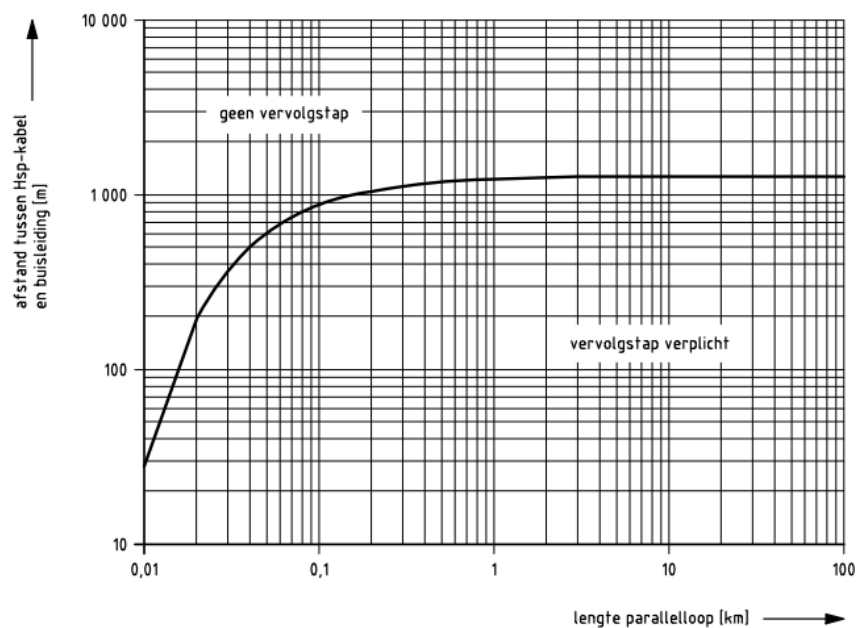
Met behulp van het figuur uit NEN 3654, weergegeven in afbeelding 3.1, kan niet worden afgeleid of er een vervolg stap noodzakelijk is omdat de afstanden buiten het domein en bereik van de grafiek vallen. De grafiek begint bij een lengte/afstand van 10 m voor zowel de hart-op-hartafstand als voor de parallelloop.

Op basis hiervan is ervoor gekozen om stap 1 als negatieve uitkomst te beschouwen met als gevolg dat een vervolgstap nodig is. Nadere detaillering door middel van een 'Unity Check', is vereist.

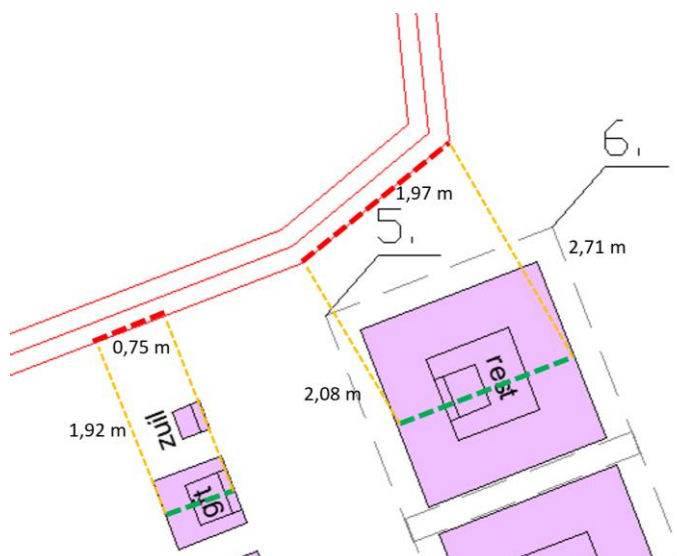
Tabel 3.4 De lengte van de parallelloop (in km) en de onderlinge hart-op-hart afstand tussen buisleiding en hoogspanningssysteem (horizontaal gemeten, in m)

| Container | Lengte parallelloop [km] | Hart-op-hartafstand tussen buisleiding en hoogspanningskabel [m] |
|-----------|--------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Restafval | 0,002                    | 1,87                                                             |
| Gft-afval | 0,001                    | 1,92                                                             |

Afbeelding 3.1 Criteria inductieve beïnvloeding door hoogspanningskabels, betreft figuur 2 overgenomen uit NEN 3654



Afbeelding 3.2 Gehanteerde afstanden voor bepaling hart-op-hartafstand en lengte parallelloop



## Stap 2

In stap 2 wordt op basis van de uitkomst van de zogenaamde 'Unity Check' (UC) bepaald of er een vervolgstap noodzakelijk is. Deze methode staat beschreven in bijlage C van NEN 3654 en gebruikt de volgende formule:

$$UC = l \times K_1 \times (\log_{10}(K_2) - \log_{10}(a))$$

waarbij  $l$  de lengte is van de parallelloop (in km),  $a$  de onderlinge hart-op-hart afstand tussen buisleiding en hoogspanningssysteem (horizontaal gemeten, in m),  $K_1$  een constante afhankelijk van het hoogspanningssysteem en  $K_2$  het beïnvloedingsgebied van het hoogspanningssysteem (in m).

Voor dit onderzoek worden de waarden voor  $K_1$  en  $K_2$  gehanteerd zoals verkregen uit tabel C.1 van NEN 3654, overgenomen in tabel 3.5.

Tabel 3.5 Karakteristieken van hoogspanningssysteem met geometrie 'kabel in plat vlak' en spanningsniveau 10 - 50 kV, code K01, overgenomen uit tabel C.1 van NEN 3654

| Omschrijving        | $K_1$ [-] | $K_2$ [m] |
|---------------------|-----------|-----------|
| Normaal bedrijf     | 0,248     | 379       |
| Corrosie            | 0,153     | 379       |
| Eénfasekortsluiting | 19,115    | 1296      |
| Onderhoud (N-1)     | 0,248     | 379       |

Daar de waarden van de constanten verschilt per situatie (normaal bedrijf, corrosie, éénfasekortsluiting of onderhoud), wordt ook de Unity Check waarde voor elk van deze situaties apart berekend. De resultaten van de Unity Check staan gegeven in tabel 3.6.

Tabel 3.6 Resultaten Unity Check

| Container | Normaal bedrijf | Corrosie | Eénfasekortsluiting | Onderhoud (N-1) |
|-----------|-----------------|----------|---------------------|-----------------|
| Restafval | 0,0011          | 0,0007   | 0,1086              | 0,0011          |
| GFT-afval | 0,0006          | 0,0004   | 0,0540              | 0,0006          |

Voor de verschillende situaties: normaal bedrijf, corrosie, éénfasekortsluiting en onderhoud is de uitkomst van de Unity Check kleiner dan 1, waardoor er geen vervolgstap noodzakelijk is.

Via het stappenplan beschreven in tabel 3.3 wordt op basis van stap 2 vastgesteld dat er geen sprake is van ontoelaatbare inductieve beïnvloeding, aangezien Unity Check voor alle situaties lager is dan 1. De inductieve beïnvloeding leidt dus niet tot ontoelaatbare beïnvloeding en daarom zijn er geen maatregelen nodig om dit te beperken.

## 3.4 Overige containers

Het stappenplan voor de weerstandbeïnvloeding en de berekening voor de inductieve beïnvloeding is uitgevoerd voor één van elk type afvalcontainer. Hierbij is het slechtste scenario het uitgangspunt geweest. Met andere woorden, de kortste afstand van de hoogspanningsleiding tot de afvalcontainer is gehanteerd. De overige afvalcontainers hebben een grotere afstand tot het hoogspanningssysteem, waardoor alle

soorten beïnvloeding minder gevolgen hebben voor de verder gelegen afvalcontainers dan voor de berekende afvalcontainers. Voor de berekende afvalcontainers is geconstateerd dat er geen ontoelaatbare beïnvloeding zal plaatsvinden, daarom kan er worden geconcludeerd dat dit ook voor de verder gelegen afvalcontainers geldt.

## 4 CONCLUSIE

Uit het onderzoek naar de mogelijk ontoelaatbare beïnvloeding van de hoogspanningsverbinding nabij Cadenza II op de GFT-afvalcontainers en de restafvalcontainers zijn de onderstaande conclusies en aanbevelingen naar voren gekomen.

### 4.1 Conclusies

De stappenplannen uit NEN 3654 voor het bepalen of er ontoelaatbare capacatieve, weerstands- en/of inductieve beïnvloeding plaatsvindt, zijn uitgevoerd voor één van elk type afvalcontainer (GFT-afval en restafval). Hierbij is er uitgegaan van de afvalcontainers die het dichtst bij de hoogspanningsverbinding liggen. De overige afvalcontainers hebben een grotere afstand tot de hoogspanningsverbinding, waardoor de beïnvloeding minder zal zijn. De conclusies over de beïnvloeding op de dichtst bijgelegen afvalcontainers worden gelijk verondersteld voor de verder gelegen afvalcontainers.

#### Capacatieve beïnvloeding

Het hoogspanningssysteem is ondergronds opgesteld waardoor de afvalcontainers niet tussen het hoogspanningssysteem en de aarde staan en er dus geen sprake is van capacatieve spanningsdeling. Er vindt daarom geen ontoelaatbare capacatieve beïnvloeding plaats.

#### Weerstandsbeïnvloeding

Op basis van het stappenplan van de NEN 3654 en de manier van aarden van de hoogspanningskabel kan worden geconcludeerd dat er geen ontoelaatbare weerstandsbeïnvloeding plaatsvindt.

#### Inductieve beïnvloeding

Op basis van de criteria voor inductieve beïnvloeding, conform NEN 3654, kan worden geconcludeerd dat de hoogspanningskabel geen van de afvalcontainers ontoelaatbaar beïnvloedt.

### 4.2 Aanbevelingen

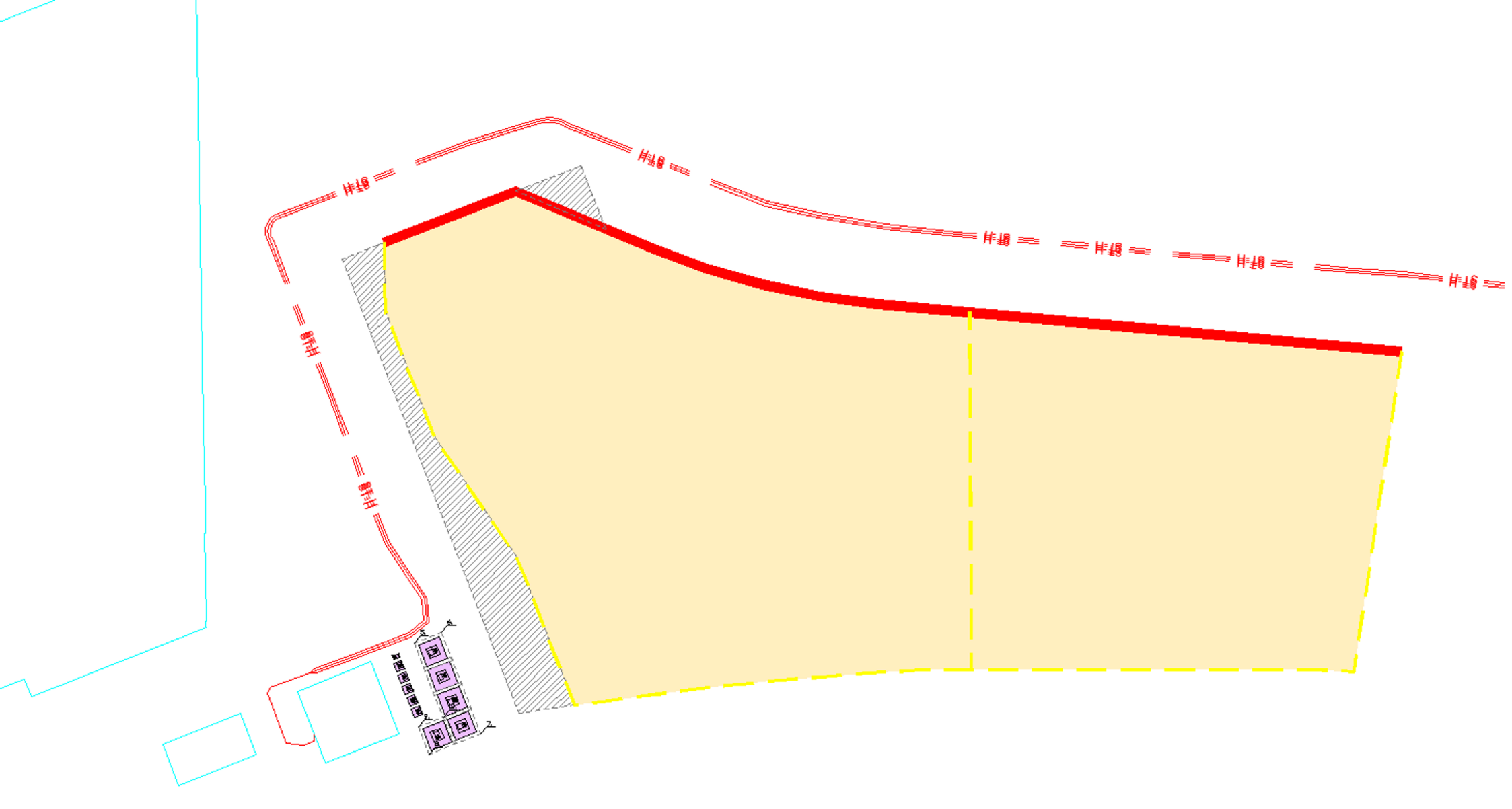
Daar alle soorten beïnvloeding voor verschillende situaties geen ontoelaatbare beïnvloeding veroorzaken, zijn mitigerende maatregelen voor het milieueiland niet noodzakelijk.

## 5 BRONVERMELDING

- [1] Nederlandse norm NEN 3654, 'Wederzijdse beïnvloeding van buisleidingen en Hoogspanningssystemen', NEN, februari 2014.

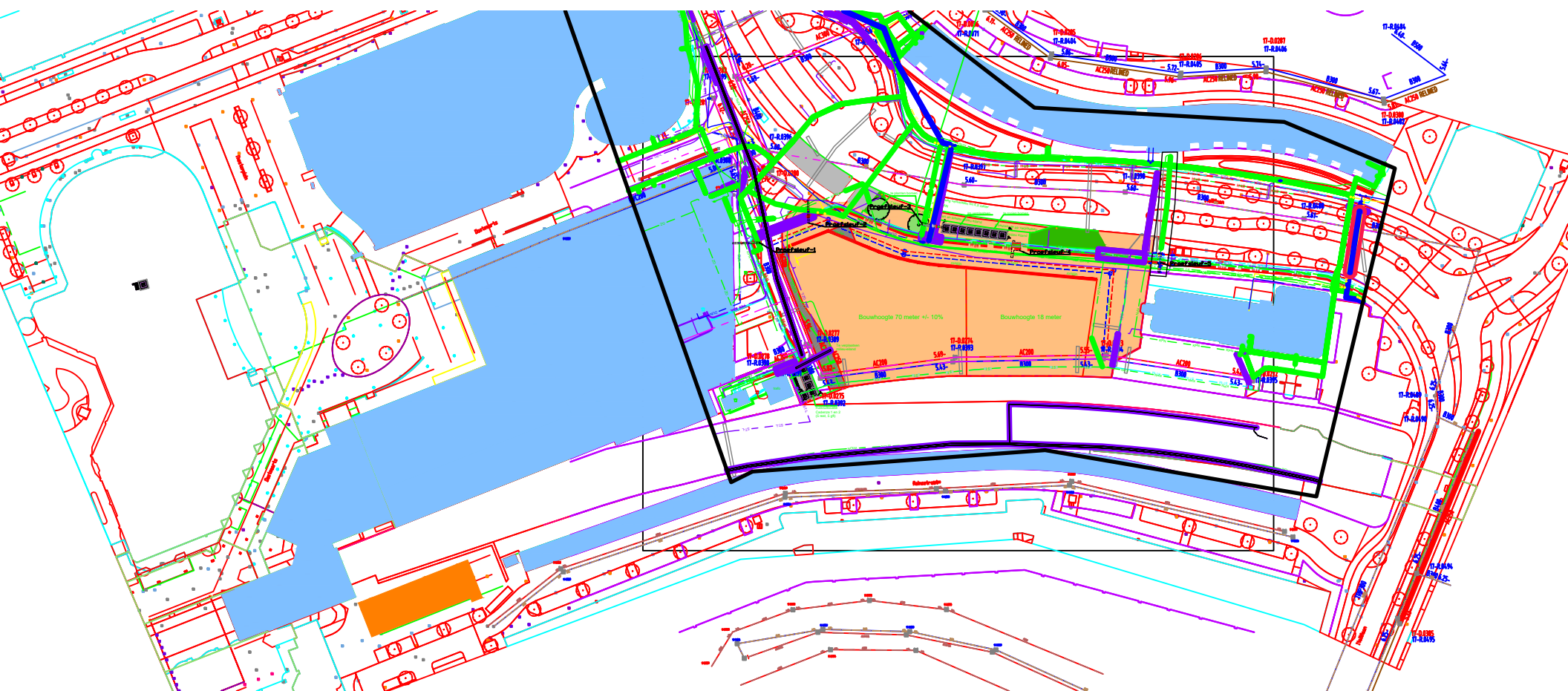


**BIJLAGE: BOUWLOCATIE, HOOGSPANNINGSVERBINDING EN AFVALCONTAINERS  
ZOALS WEERGEGEVEN IN '210915 CADENZA 2-IP\_ZWERFSTROOM\_BINDER.DWG'.PDF**



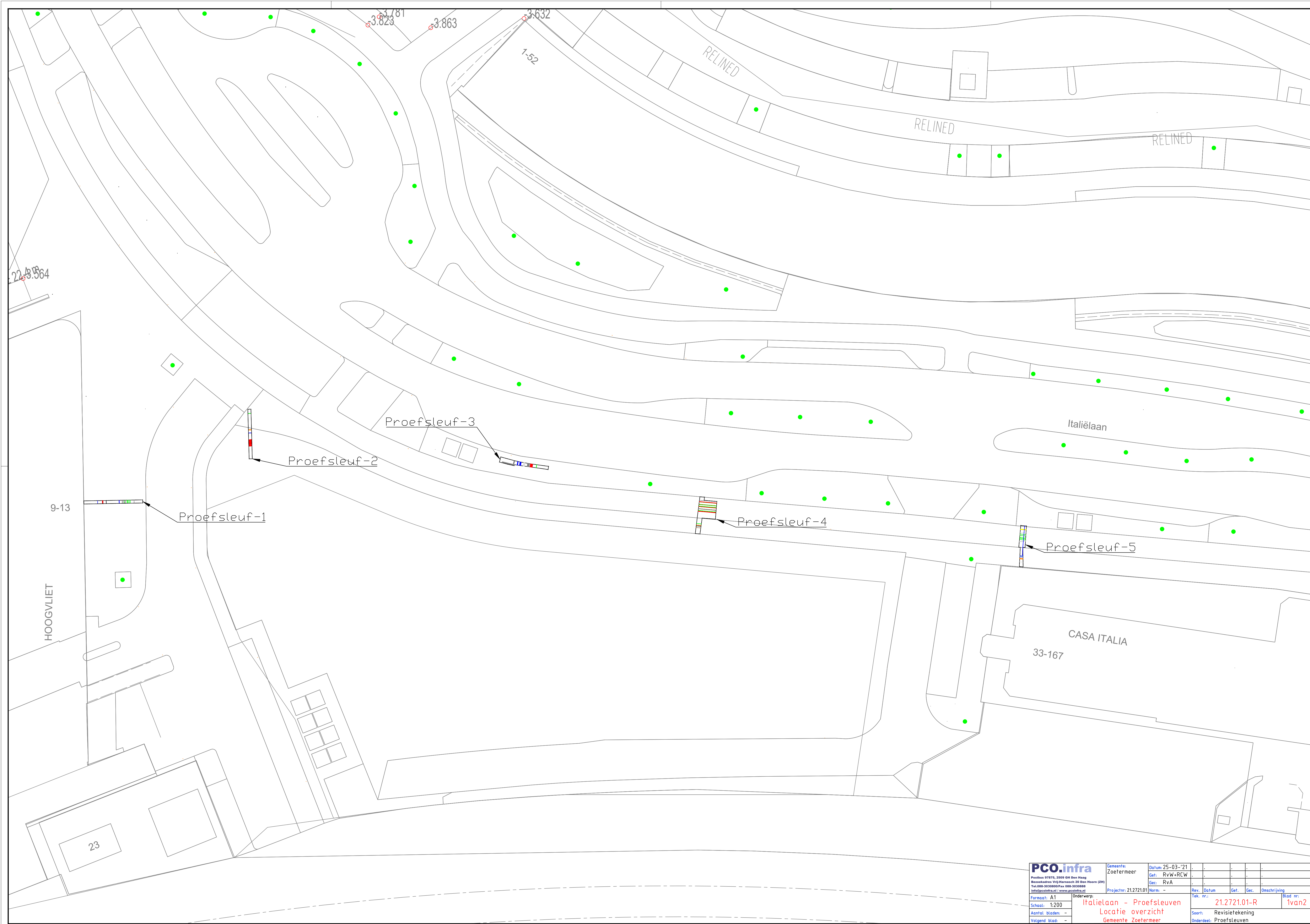


BIJLAGE: 210915 CADENZA 2-IP\_ZWERFSTROOM\_BINDER.DWG





## BIJLAGE: PROEFSLEUF GEGEVENS - LOCATIE OVERZICHT



# IV

## BIJLAGE: PROEFSLEUF GEGEVENS - RAPPORT

## Rapport

### Algemene informatie

|                   |                                                  |         |                           |
|-------------------|--------------------------------------------------|---------|---------------------------|
| Project:          | <b>21.2721.01 Graven proefsleuven Zoetermeer</b> |         |                           |
| Projectcode:      | 21.2721.01                                       | voorman | <b>Sebastiaan Brussen</b> |
| Adres/locatie     | Italiëlaan nabij 13                              |         |                           |
| Tekeningnr.       | 21.2721.01-R                                     |         |                           |
| Datum uitgevoerd: | 15 en 17 maart 2021                              |         |                           |

### Gegevens Proefsleuf 1

| Kabel / Leiding nr | Omschrijving                  | Diameter [mm] | Diepte minus maaiveld [cm] |
|--------------------|-------------------------------|---------------|----------------------------|
| 1                  | Blauwe kabel                  | 16            | 33                         |
| 2                  | Bruin PVC met ontstoppingstuk | 125           | 85                         |
| 3                  | Teerkabel                     | 30            | 60                         |
| 4                  | Tyleen (water)                | 63            | 82                         |
| 5                  | Grijze kabel                  | 55            | 60                         |
| 6                  | Grijze kabel                  | 55            | 50                         |
| 7                  | Groene buis (glasvezel)       | 32            | 60                         |
| 8                  | Grijze kabel                  | 50            | 45                         |
| 9                  | Groene buis (glasvezel)       | 32            | 63                         |
| 10                 | Groene buis (glasvezel)       | 32            | 63                         |
| 11                 | Groene buis (glasvezel)       | 32            | 63                         |
| 12                 | Groene buis (glasvezel)       | 32            | 63                         |
| 13                 | Grijs / groen EO-kabel        | 16            | 65                         |



# Rapport

## Gegevens Proefsleuf 2

| Kabel / Leiding nr | Omschrijving                  | Diameter [mm] | Diepte minus maaiveld [cm] |
|--------------------|-------------------------------|---------------|----------------------------|
| 1                  | Groene buis (glasvezel)       | 40            | 60                         |
| 2                  | Oranje mantelbuis (glasvezel) | 40            | 60                         |
| 3                  | Oranje mantelbuis (glasvezel) | 40            | 60                         |
| 4                  | Tyleen (water)                | 50            | 70                         |
| 5                  | Rood mantelbuis (ribbel)      | 110           | 90                         |
| 6                  | Rood mantelbuis (ribbel)      | 110           | 90                         |
| 7                  | Rood mantelbuis (ribbel)      | 110           | 90                         |
| 8                  | Rood mantelbuis (ribbel)      | 110           | 90                         |
| 9                  | Rood mantelbuis (ribbel)      | 160           | 90                         |
| 10                 | Rood mantelbuis (ribbel)      | 160           | 90                         |



## Rapport

### Gegevens Proefsleuf 3

| Kabel / Leiding nr | Omschrijving                  | Diameter [mm] | Diepte minus maaiveld [cm] |
|--------------------|-------------------------------|---------------|----------------------------|
| 1                  | Grijs PVC (kolleiding)        | 125           | 60                         |
| 2                  | Blauw mantelbuis              | 110           | 85                         |
| 3                  | Blauw mantelbuis              | 200           | 75                         |
| 4                  | Wit mantelbuis (waterleiding) | 200           | 100                        |
| 5                  | Beton koker (riool)           | 300           | 80                         |
| 6                  | Rood mantelbuis               | 160           | 75                         |
| 7                  | Rood mantelbuis               | 160           | 75                         |
| 8                  | Groene buis (COAXI)           | 18            | 60                         |
| 9                  | Groene buis (COAXI)           | 18            | 60                         |
| 10                 | Groene buis (glasvezel)       | 25            | 60                         |
| 11                 | Groene buis (glasvezel)       | 25            | 60                         |



## Rapport

### Gegevens Proefsleuf 4

| Kabel / Leiding nr | Omschrijving                  | Diameter [mm] | Diepte minus maaiveld [cm] |
|--------------------|-------------------------------|---------------|----------------------------|
| 1                  | Oranje mantelbuis (glasvezel) | 40            | 35                         |
| 2                  | Grijze kabel                  | 23            | 40                         |
| 3                  | Teer kabel                    | 26            | 65                         |
| 4                  | Oranje mantelbuis (glasvezel) | 40            | 45                         |
| 5                  | Teer kabel                    | 46            | 50                         |
| 6                  | Groen mantelbuis (glasvezel)  | 40            | 60                         |
| 7                  | 3x rood mantelbuis            | 50            | 100                        |
| 8                  | Groen mantelbuis (glasvezel)  | 32            | 90                         |
| 9                  | 3x rood mantelbuis            | 38            | 100                        |
| 10                 | Drainagebuis                  |               | 90                         |
| 11                 | Groen mantelbuis (glasvezel)  | 32            | 90                         |
| 12                 | 3x rood mantelbuis            | 40            | 100                        |
| 13                 | Groen mantelbuis (glasvezel)  | 32            | 90                         |
| 14                 | Groen mantelbuis (glasvezel)  | 32            | 90                         |
| 15                 | 3x rood mantelbuis            | 40            | 100                        |
| 16                 | Groen mantelbuis (glasvezel)  | 32            | 90                         |
| 17                 | 3x rood mantelbuis            | 40            | 100                        |
| 18                 | Grijze kabel                  | 22            | 90                         |



# Rapport

## Gegevens Proefsleuf 5

| Kabel / Leiding nr | Omschrijving                  | Diameter [mm] | Diepte minus maaiveld [cm] |
|--------------------|-------------------------------|---------------|----------------------------|
| 1                  | Geel (ribbel)                 | 100           | 70                         |
| 2                  | Grijs                         | 22            | 100                        |
| 3                  | Groen                         | 32            | 100                        |
| 4                  | Grijs                         | 26            | 100                        |
| 5                  | Groen                         | 32            | 100                        |
| 6                  | Groen                         |               | 100                        |
| 7                  | Groen                         |               | 100                        |
| 8                  | Groen                         |               | 100                        |
| 9                  | Grijs pvc                     | 125           | 90                         |
| 10                 | Blauw                         | 25            | 55                         |
| 11                 | Groen                         | 40            | 55                         |
| 12                 | Blauw                         | 12            | 50                         |
| 13                 | Oranje mantelbuis (glasvezel) | 40            | 55                         |
| 14                 | Oranje mantelbuis (glasvezel) | 40            | 55                         |
| 15                 | Grijze kabel                  | 25            | 50                         |





## BIJLAGE: PROEFSLEUF GEGEVENS - DWARSPROFIELEN

