

Maatregelenplan Nutspartijen Veldhovenring

Werkwijze:

- Startwerk nutsoverleg
- Ontgravingscontouren putten zichtbaar maken i.v.m. bepalen nieuw leidingtracé
- Bespreken proefsleuven
- Tijdens kickoff vaststellen van werkwijze bij ophanging kabels en leidingen
- Details in de praktijk bespreken. Klic aanwijs.
- Aannemer breekt straatwerk op en biedt de nutspartijen hierna ruimte voor hun werkzaamheden.

Enexis LS (bijlage schets Enexis Laagspanning d.d. 18-09-2026)

- Conform schets Enexis op aangegeven locaties kabels ophangen conform instructie Enexis. (zie bijlage)
- Delen kabels verwijderen en/of verleggen in reconstructiewerkzaamheden (zie schets Enexis)
Ruimtereservering in planning;
Per overstek noord-zuid – 2 werkdagen
Verwijderen leiding tussen Theresiastraat en Oude langstraat – 4 werkdagen
Verleggen kabels t.h.v. Nijverstraat 20 werkdagen
- APK => legt mantelbuizen aan volgens reguleren diepten, conform tekening van Enexis. Exacte locatie nog n.t.b. in samenspraak met Enexis.

Enexis MS (bijlage schets Enexis Middenspanning d.d. 18-09-2026)

- Conform schets Enexis op aangegeven locaties kabels ophangen conform instructie en onder toezicht van Enexis. (zie bijlage)
- Deel kabels verleggen
Ruimtereservering in planning;
Verleggen kabels t.h.v. Nijverstraat 20 werkdagen (gelijktijdig met LS)

Enexis gas LD (bijlage schets Enexis Gas lage druk d.d. 18-09-2026)

- Voor flexibel maken leidingen t.p.v. kruisingen riolering naar zijwegen Veldhoven ring dient de leiding tijdelijk onderbroken te worden.
Randvoorwaarde is niet meer als 1 kruising gelijktijdig uitvoeren
Ruimtereservering in planning;
Per kruising – 2 werkdagen

- Deel GY BBS 200 leiding verwijderen in reconstructie voetpad
Ruimtereservering in planning; 14 werkdagen
- Deel BBS AC leiding verwijderen in reconstructie voetpad
Ruimtereservering in planning; 5 werkdagen (let op; dit is een milieusaneringsgebied)
- In dr. Nolenstraat dient een nieuwe gasleiding gelegd te worden met benodigde veiligheidszones van 1m
Ruimtereservering in planning; 4 werkdagen

Enexis gas HD (bijlage schets Enexis Gas hoge druk d.d. 18-09-2026)

- Deel BB leiding verwijderen in reconstructie rijweg
Ruimtereservering in planning; 2 werkdagen
- In Dr. Nolenstraat NGY leiding vervangen door PE Ø 315 in nieuw profiel i.v.m. nieuw riool.
Ruimtereservering in planning; 15 werkdagen
- Kruising Veldhovenring/Besterdring/Bischop Sonniussingel NGY vervangen door PE Ø 200 in nieuw profiel i.v.m. nieuw riool
Ruimtereservering in planning; 20 werkdagen
- Buitengebruikstelling gasleidingen in Dr. Nolenstraat en Besterdring mag niet in het stookseizoen (1 november-31 maart) ingepland worden.
- Benodigde ruimte werkzaamheden 10 meter in noordelijke en zuidelijke richting voor aansluitwerkzaamheden.

Brabant Water (DO conflict Brabant Water)

- Voor flexibel maken leidingen t.p.v. kruisingen riolering naar zijwegen Veldhoven ring dient de leiding tijdelijk onderbroken te worden.
Ruimtereservering in planning; 2 werkdagen
- Randvoorwaarde is niet meer als ik kruising gelijktijdig uitvoeren
- De Nolenstraat, leiding wordt verlegd naar trottoir in reconstructie voetpad
Ruimtereservering in planning; 3 werkdagen
- Veldhovenring 101-115, waterleiding wordt vervangen in reconstructie voetpad
Ruimtereservering in planning; 10 werkdagen
- Veldhovenring 128-164, brandkraan/afsluiter worden opgeschoven op de leiding in reconstructie voetpad
Ruimtereservering in planning; 2 werkdagen
- Oude Langstraat, leiding wordt verlegd naar trottoir in reconstructie voetpad
Ruimtereservering in planning; 3 werkdagen
- Veldhovenring 32-38 leiding verleggen i.c.m. reconstructie rijweg

Ruimtereservering in planning; 15 werkdagen i.c.m. werkzaamheden LS/MS

- Veldhovenring 14-18, brandkraan/afsluiter worden opgeschoven op de leiding in reconstructie voetpad

Ruimtereservering in planning; 2 werkdagen

- Veldhovenring 1-9 & Molenstraat 103-111, waterleiding wordt vervangen in reconstructie voetpad.

Ruimtereservering in planning; 7 werkdagen

Ziggo

- Verwijderen kabels conform tekening

Ruimtereservering in planning; 5 werkdagen

KPN

- Oude Langstraat kabel verleggen.

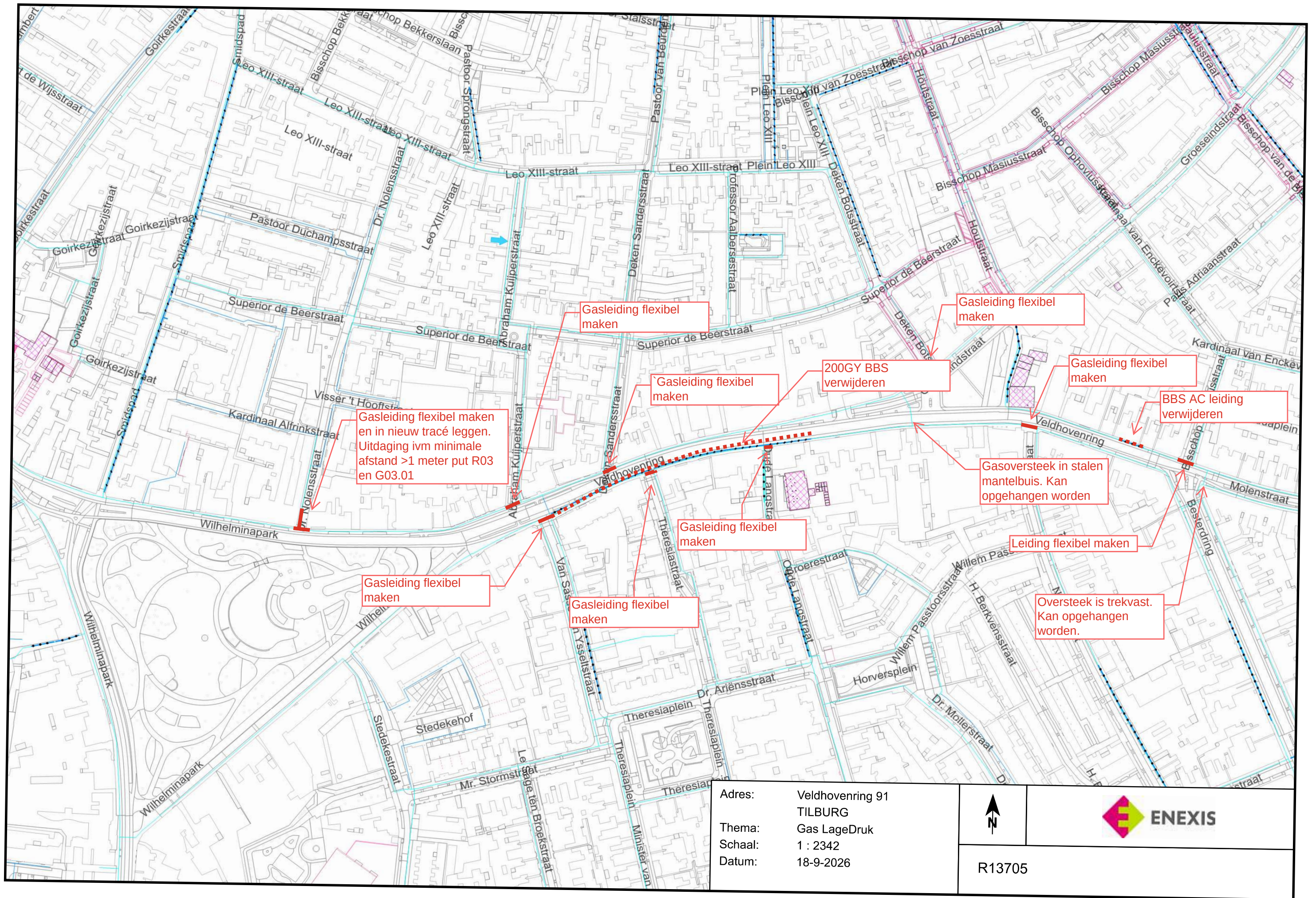
Ruimtereservering in planning; 5 werkdagen

- Besterdring/Bisschop Sonniusstraat kabels verleggen.

Ruimtereservering in planning; 14 werkdagen

Bijlagen;

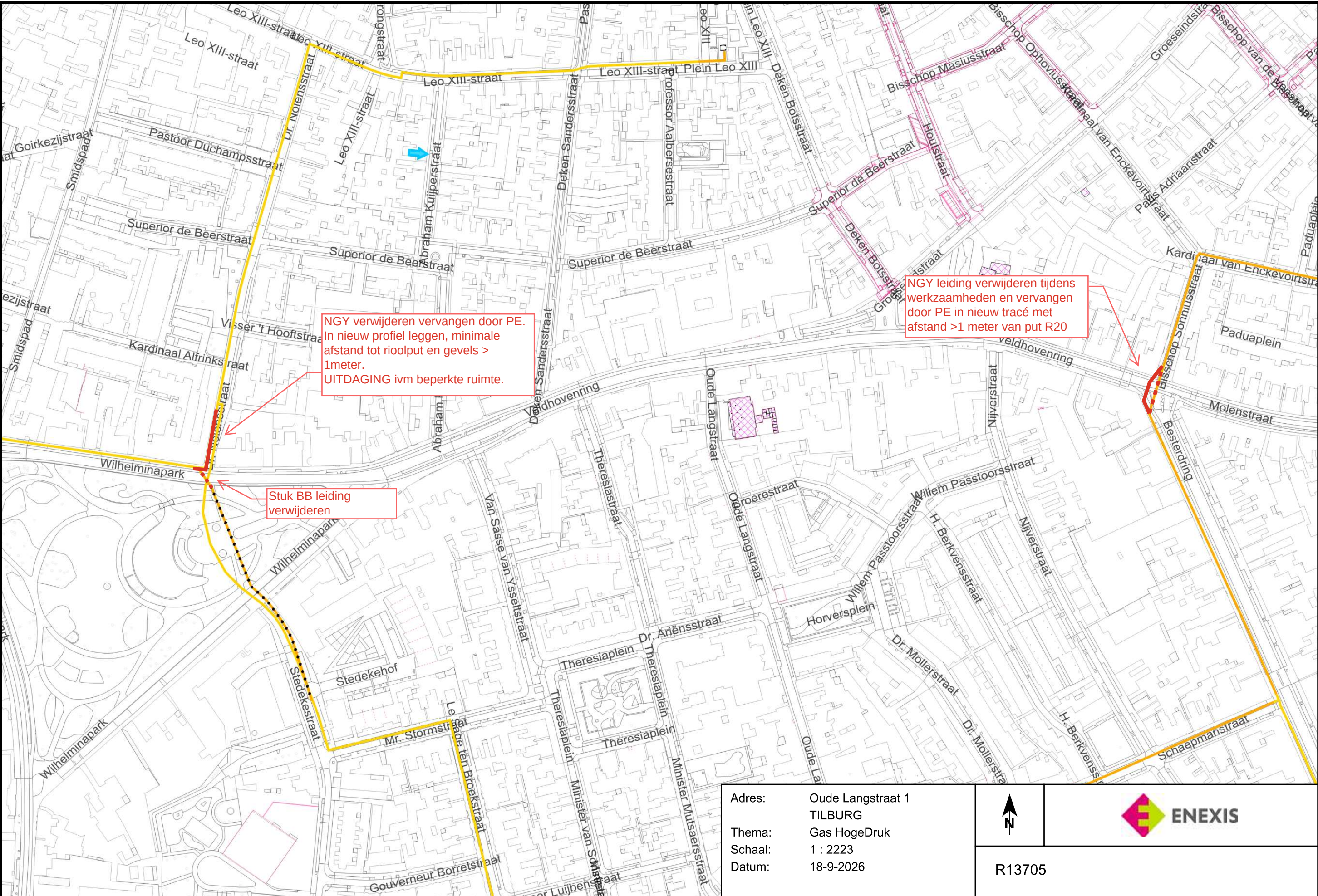
- Tekening Enexis gas LD
- Tekening Enexis gas HD
- Tekening Enexis LS
- Tekening Enexis MS
- Tekening conflicten Brabant Water
- Tekening conflicten KPN/Ziggo
- Richtlijn aanleg Energiekabels Enexis

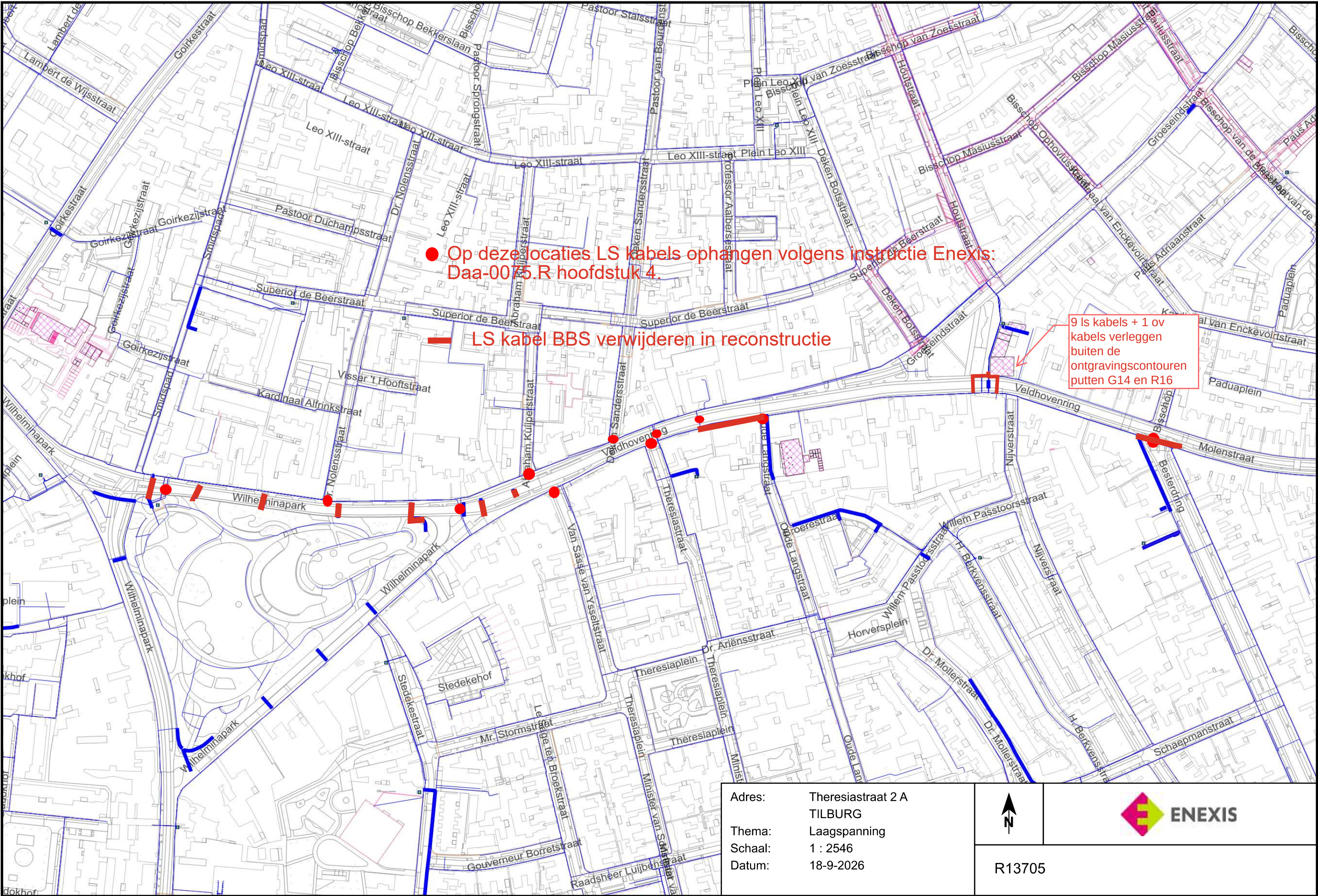


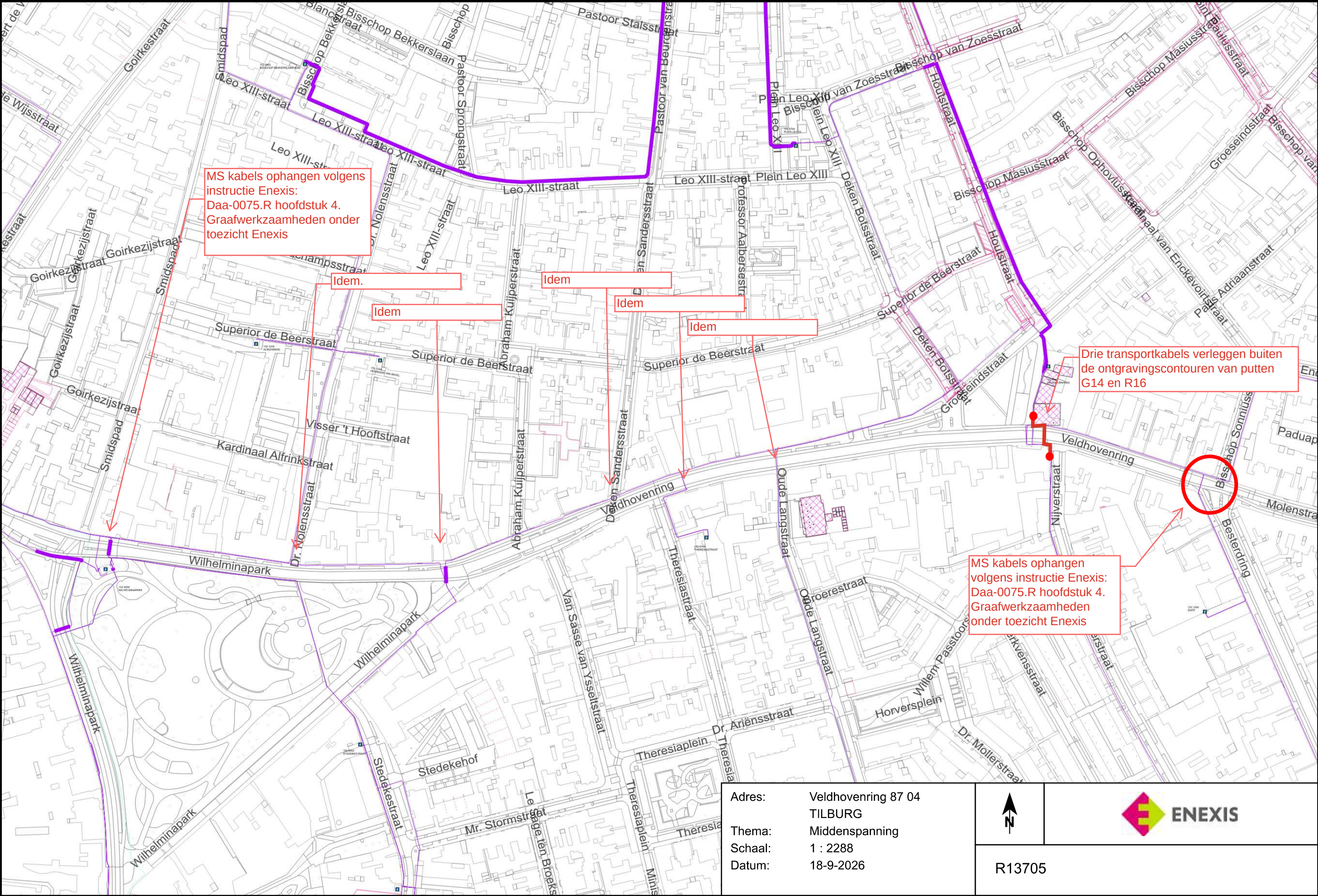
Adres: Veldhovenring 91
TILBURG
Thema: Gas LageDruk
Schaal: 1 : 2342
Datum: 18-9-2026

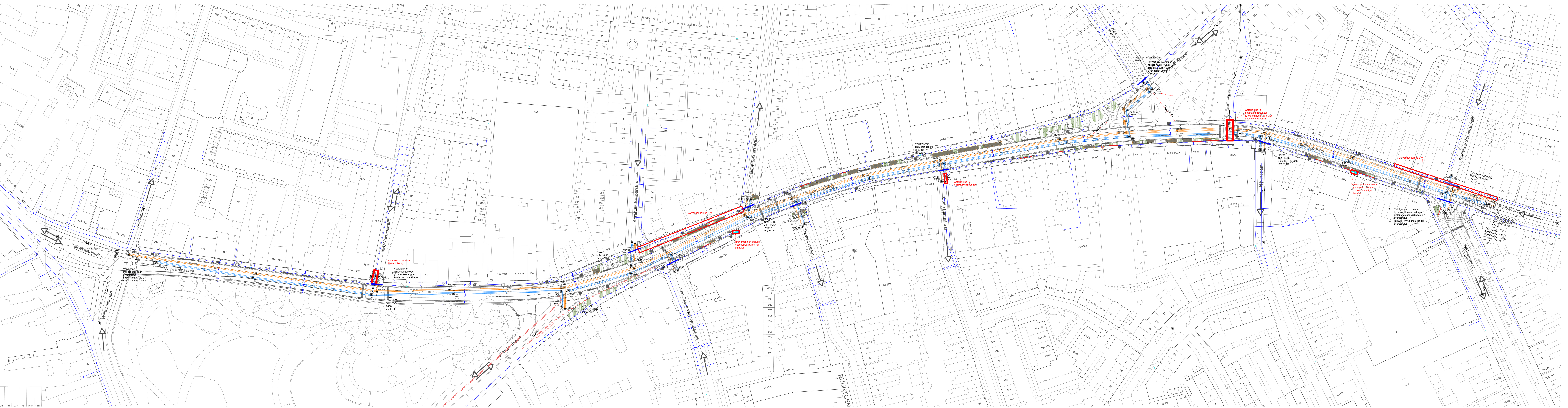
↑
N
R13705











LEGENDA

- Inspectiepunten, inclusief afmetingen, putnummer en publiekshoogte
- RWA-riolering, incl. materiaal, diameter en b.o.b.
- GWA-riolering, incl. materiaal, diameter en b.o.b.
- Stormriolering afwatering
- Regenriolering afwatering
- Flexibel maken waterleiding t.p.v. kruising riolering
- Conflict waterleiding met riolering of brandkanalen in planvlak
- Groepsaanzetbepaling bomen incl. watersysteem (zie info)

PROJECT: Herinrichting Veldhovenring

OPDRACHTGEVER: Gemeente Tilburg

PROJECTADRES: Veldhovenring, Tilburg

DATUM: 17-6-2026

TEKENING NR.: DO 3.6. Brabant

PROJECTNUMMER: 25000162

PAPIERFORMAAT: A3

SCHAAL: 1:500

GETEKEND DOOR: BS

PROJECT VERANTW: Wesley van de Ven

dolmans
landscaping group
hij ontwerpt en adviseert

1:5000 20x20 m
www.dolmans.nl
info@dolmans.nl
Veldhovenring 2026
1841 AA Dordrecht



LEGENDA

- Inspectiepunt, inclusief afmetingen, putnummer en putdieptehoogte
- RWA riolering, incl. materiaal, diameter b.o.b.
- GWA riolering, incl. materiaal, diameter b.o.b.
- Stroomrichting hemelwater
- Regenpijp bovengronds afwateren via aflooppijp naar gronswak
- bestaand tracé KPN/ZGGG in tracé riolering
- Nieuw tracé KPN/ZGGG (verlegplan)
- Conflict KPN kabel Riolering
- Groeiplaatsverbetering bomen incl. vermindering boom (b.o.b.)

PROJECT: Herinrichting Veldhovenring				
DO conflict Data				
OPDRACHTGEVER	Gemeente Tilburg			
PROJECTADRES	Veldhovenring, Tilburg			
DATUM	13-5-2026	TEKENING NR.	DO 3.6. Data	
PROJECTNUMMER	25000162	PAPIERFORMAAT	A4+	SCHAAL 1:500
GETEKEND DOOR	WV/M	PROJECT VERANTW.	Wesley van de Ven	
dolmans landscaping group hij onroerend en advies 				

Richtlijn Aanleg Energiekabels Enexis	Documentnr.	: Daa-0075.R
	Datum/versie	: 22-01-2025/29
	Blad	: 0 van 46
	Status	: Definitief

TOEPASSINGSGEBIED: Enexis

DOELSTELLING

Middels dit document geeft Asset Management duidelijke en traceerbare richtlijnen voor de aanleg van laag- en middenspanningskabels (verder LS- en MS-kabels genoemd) t.b.v. aansluitingen en netten voor elektriciteitsdistributie en openbare verlichting. De richtlijnen binnen dit document bevorderen een eenduidige en kwalitatieve aanleg en installatie binnen het gehele verzorgingsgebied van Enexis.

TECHNISCHE AFBAKENING

De richtlijnen zijn van toepassing voor de aanleg van energiekabels t.b.v. aansluitingen en laag- en middenspanningsnetten van Enexis en gelden tot en met een spanning van 18/30 (36) kV. Voor andere netcomponenten kunnen vergelijkbare andere documenten zijn opgesteld.

TERMEN EN DEFINITIES

WERKWIJZE of ACTIVITEITEN

Dit document is een "levend document" dat periodiek kan worden bijgewerkt op basis van bijvoorbeeld nieuwe inzichten, ontwikkelingen en/of ervaringen vanuit de praktijk. Hiertoe wordt het documentnummer voorzien van een revisienummer. Cursief geschreven tekst in een afwijkende kleur geeft de wijziging(en) t.o.v. de voorgaande versie weer.

OPMERKINGEN

N.v.t.

BIJLAGEN

Inhoudsopgave

1	INLEIDING	3
2	AANDUIDING EN BENAMING KABELS EN GELEIDERS	3
2.1	ALGEMEEN	3
2.2	AANDUIDING VOLGENS NEN 3207	3
2.3	OVERIGE AANDUIDING EN BENAMING	5
3	BEHANDELING EN AANLEG VAN KABELS	5
3.1	BEHANDELING VAN KABELHASPELS	5
3.1.1	<i>Opslag van haspels.....</i>	5
3.1.2	<i>Verrollen en vervoer van haspels.....</i>	6
3.1.3	<i>Afwikkelen van haspels</i>	6
3.2	DIVERSE EISEN TIJDENS HET LEGGEN VAN KABELS	6
3.2.1	<i>Afdichtingen van de kabeleinden</i>	6
3.2.2	<i>Trekken van kabels</i>	7
3.2.3	<i>Afachten van kabel.....</i>	9
3.2.4	<i>Minimaal toelaatbare verwerkingstemperatuur.....</i>	9
3.2.5	<i>Minimaal in te zetten lengtes / verschrotingsgrenzen</i>	10
4	KABELTRACÉS, KABELSLEUVEN EN KABELGOTEN	11
4.1	KABELTRACÉS	11
4.2	ONTGRAVEN EN VERDICHTEN SLEUF	11
4.3	GRONDBELASTING VS. DRUKBELASTING VAN KABELS	12
4.4	ONDERSTEUNEN VAN VRIJ GEGRAVEN KABELS	12
4.5	BELEMMEREND LIGGENDE TELECOMMUNICATIE INFRASTRUCTUUR	13
4.6	VERWIJDEREN VAN BUITENBEDRIJF GESTELDE KABELS	13
4.7	BRONNERING/BRONBEMALING.....	13
4.8	KABELS IN KABELGOTEN	14
5	DIEPTELIGGING/ONDERLINGE AFSTAND VAN KABELS EN LEIDINGEN ..	14
5.1	ALGEMEEN	14
5.2	PLAATS VAN KABELS EN LEIDINGEN	14
5.3	ONDERLINGE AFSTAND VAN KABELS.....	16
5.4	STAPELEN VAN KABELS	16
5.5	MINIMALE AFSTAND TUSSEN LS- EN MS-KABELS EN OBSTAKELS.....	17
6	BUNDELEN EN LABELEN VAN KABELS.....	18
6.1	BUNDELEN VAN ENKELADERIGE MS-KABELS IN DE KABELSLEUF	18
6.2	MERKEN EN LABELEN VAN KABELS	18
6.2.1	<i>Algemeen.....</i>	18
6.2.2	<i>Kleur van labels</i>	19
6.2.3	<i>Onderlinge afstand van labels.....</i>	19
6.2.4	<i>Opschrift van labels.....</i>	19
7	AFDEKKEN EN BESCHERMEN VAN KABELS.....	19

7.1	AFDEKKEN VAN MIDDENSANNINGSKABELS	19
7.2	DIEPTELIGGING MET ONVOLDOENDE DEKKING.....	20
8	KRUISING VAN VERKEERS-, WATER- EN SPOORWEGEN.....	21
8.1	SLEUFLOZE AANLEG (BORINGEN) FOUT! BLADWIJZER NIET GEDEFINIEERD.	
8.2	KABELS EN MANTELBUIZEN BIJ BORINGEN.....	22
8.3	KABELS IN BRUGGEN, DUKERS, KUNSTWERKEN, E.D.....	24
8.4	WERKZAAMHEDEN IN (DE NABIJHEID VAN) WATERKERINGEN EN WATERGANGEN	25
8.5	WERKZAAMHEDEN AAN OF IN DE NABIJHEID VAN SPOORWEGEN	25
9	DOORVOEREN EN BEVESTIGEN VAN KABEL IN GEBOUWEN.....	25
9.1	KABELDOORVOERING IN GEBOUWEN:	25
9.1.1	<i>Algemeen.....</i>	25
9.1.2	<i>Doorvoeren afdichten met afdichtpluggen</i>	26
9.1.3	<i>Doorvoeren afdichten met afdichtkit of hars</i>	26
9.1.4	<i>Instortbare kabeldoorvoersystemen</i>	26
9.1.5	<i>Niet meer bouwkundig afdichten met cement</i>	26
9.2	BUNDELEN EN BEVESTIGEN VAN KABELS OP BAAN OF IN BUIS.....	26
9.2.1	<i>Enkeladerige kabels</i>	27
9.2.2	<i>Meeraderige kabels</i>	27
10	MONTAGE VAN KABELMOFFEN IN LS- EN MS-KABELS	29
10.1	ALGEMEEN	29
10.2	MS-KABELS OP EIND; EINDMOF OF EINDDOP?	29
10.3	VOCHTPROEF BIJ MONTAGE GPLK.....	30
10.4	MOFFEN IN ENKELADERIGE MS-KABELS	30
10.5	OVERGANGSMOF 3-ADERIGE NAAR 1-ADERIGE MIDDENSANNINGSKABELS	31
10.6	CROSSBONDING BIJ ENKELADERIGE MS-KABELS	31
10.6.1	<i>In nieuwe netten</i>	31
10.6.2	<i>In bestaande netten</i>	32
10.7	ENKELE OF DUBBELE AFTAKMOF BIJ HUISAANSLUITINGEN?.....	32
10.8	STORINGSREPARATIE MIDDELS HET MAKEN VAN EEN MOF.....	32
11	TOELICHTING GEBRUIK BIJLAGEN.....	33
	BIJLAGE 1: METHODEN VOOR KRUISINGEN	34
	BIJLAGE 2: BRONNERING; DROOG HOUDEN VAN INFRASTRUCTURELE WERKEN.....	39
	BIJLAGE 3: WERKZAAMHEDEN IN WATERKERINGEN EN WATERGANGEN	43
	BIJLAGE 4: WERKZAAMHEDEN AAN OF IN DE NABIJHEID VAN SPOORWEGEN	45

1 Inleiding

Middels dit document geeft Asset Management duidelijke en traceerbare richtlijnen voor de aanleg van laag- en middenspanningskabels (*verder LS- en MS-kabels genoemd*) t.b.v. aansluitingen en netten voor elektriciteitsdistributie en openbare verlichting. De richtlijnen binnen dit document bevorderen een uniforme en kwalitatieve aanleg en installatie binnen het gehele verzorgingsgebied van Enexis.

2 Aanduiding en benaming kabels en geleiders

2.1 Algemeen

LS- en MS-kabels worden conform NEN 3207 aangeduid met letters en getallen die door hun plaats en betekenis inzicht geven in de kabelopbouw. De kabels die bij Nederlandse Netbeheerders in gebruik zijn, betreffen niet "Europees geharmoniseerde" types. Dit hoofdstuk geeft een beknopte toelichting op de benaming van deze kabels. Raadpleeg zo nodig norm NEN 3207 voor meer informatie.

2.2 Aanduiding volgens NEN 3207

De opbouw van de volledige aanduiding ziet er als volgt uit:

Volgorde	4	3	2	1	5	6	7	8	9
		←	←	←	→	→	→	→	
Voorbeeld	V	G	Y	MvK	asmb	0,6/1kV	4X16+as16	rs	NEN 3617
Voorbeeld	-	-	Y	MeK	rvaslqwd	12/20kV	1x630	Alrm	NEN-HD 620

4. Niet-metalen omhulsel (buitenmantel):

V: polyvinylchloride (PVC).

Y: polyethyleen (PE).

Z1: thermoplastisch halogeen vrij materiaal.

PVC-mantels zijn standaard bij LS-kabels. Bij MS-kabels zijn PE-mantels gebruikelijk vanwege de betere dwarswaterdichtheid. Halogeen vrije kabels worden vooral in hoogbouw toegepast.

3. Mechanische bescherming:

G: armering van metalen band of draden.

O: armering in de vorm van een fijnmazige omvlechting.

2. Isolatiemateriaal:

Y: vernet polyetheen.

V: polyvinylchloride.

1. Leidingtype:

MeK: kabel met 1 of meer niet-metalen PE-mantels zonder mechanische bescherming.

MvK: kabel met 1 of meer niet-metalen PVC-mantels zonder mech. besch.

Mz1K: kabel met 1 of meer niet-metalen halogeen vrije mantels zonder mech. Bescherming.

5. Bijzonderheden van het leidingtype:
 - rv: radiaalveld.
 - as: aardscherm.
 - mb: moeilijk brandbaar¹.
 - mbzh: moeilijk brandbaar zonder halogenen¹.
 - lwd: langswaterdicht.
 - lqwd: langs- en quasi dwarswaterdicht.
 - dlwd: dwars- en langswaterdicht.
6. Toegekende spanning:
 - LS: 0,6/1kV.
 - MS: 6/10kV, 12/20kV of 18/30kV.
7. Aantal aders, geleiderdoorsnede, aardscherm:

In het eerste voorbeeld 4 aders met een geleiderdoorsnede van 16mm² en een aardscherm met een geleiderdoorsnede van 16mm².
8. Bijzonderheden van de geleider:
 - Al: aluminium (zonder toevoeging betreft het een koperen geleider)
 - r: rond
 - sv: sectorvorming
 - m: massief
 - s: samengeslagen

Let op: geleideraanduiding op verbindingsklemmen en kabelschoenen

Wanneer een Duits kabeltype of verbindingsklemmen en kabelschoenen van Duits fabrikaat (bijv. Pfisterer of Arcus) worden gebruikt, moet acht worden geslagen op het toepassingsgebied. Dit omdat de geleideraanduiding in het Duits een andere betekenis heeft dan in het Nederlands. Zie onderstaande tabel m.b.t. de betreffende betekenis.

Nederlandse aanduiding	Duitse aanduiding	Nederlandse betekenis	Duitse betekenis
RS	RM	Rond, Samengeslagen	Rund, Mehrdrähtig
RM	RE	Rond, Massief	Rund, eindräftig
SVS	SM	Sectorvormig, Samengeslagen	Sector, Mehrdrähtig
SM	SE	Sectorvormig, Massief	Sector, eindräftig

9. Norm:

De huidige LS-kabels binnen Enexis zijn conform de normen NEN-HD 603 en NEN-HD 604 (NEN 3617). De huidige MS-kabels zijn conform NEN-HD 620.

¹ Door de introductie van nieuwe Europese brandveiligheidsclassificaties middels de zo genaamde Construction Products Regulation (CPR), is de brandveiligheidsaanduiding voor nieuwe kabels bij Enexis als volgt gewijzigd:

- van "mb" naar "Dca-s2,d2,a3", deze kabels zijn veelal niet toegestaan in hoogbouw.
- van "mbzh" naar "B2ca-s1,d1,a1", deze kabels zijn altijd toegestaan in hoogbouw.

2.3 Overige aanduiding en benaming

Behalve "niet-geharmoniseerde kabels" zijn er ook "geharmoniseerde" kabeltypen in Europa. Voor geharmoniseerde kabeltypen is er een andere wijze van aanduiding en benaming afgesproken in Europa zoals "H07V-K6". Op deze wijze van aanduiding die binnen Enexis vooral voor komt op secundaire kabels wordt in deze richtlijn niet verder ingegaan. Een andere aanduiding die op een kabel kan staan betreft een zogenaamde productnaam die door de fabrikant zelf aan een kabel wordt gegeven. Hieronder volgen enkel voorbeelden van dergelijke productnamen:

Productnaam:	Fabrikant:	Aanduiding volgens paragraaf 2.2
VULTO	Draka	VO-YMvKas
VULT	Draka	VG-YMvKas
RAVO-G	Draka	VO-RMrKas
Thermoteen	NKF	YMeK... of YMvK...
Nekateen	NKF	YMeK... of YMvK...
P-laser	Prysmian	P1MeK... (P1 staat voor Polypropyleen)

3 Behandeling en aanleg van kabels

3.1 Behandeling van kabelhaspels

3.1.1 Opslag van haspels

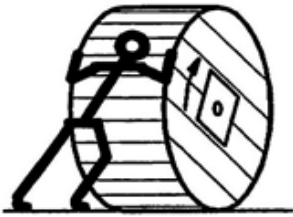
Houdt bij de opslag van haspels de volgende regels is acht:



De rode mantel van middenspanningskabels is niet langdurig bestand tegen UV-straling (zonlicht). Wanneer een haspel met "rode middenspanningskabel" gedurende meer dan 3 maanden buiten wordt opgeslagen, dient de kabel deugdelijk te worden afgeschermd tegen de schadelijke invloed van UV-straling. Dit kan d.m.v. het afdekken van de kabel met bijvoorbeeld zwarte folie of (wortel-)doek. Aantasting door UV-straling is te herkennen aan een sterk verkleurde buitenmantel of door de aanwezigheid van haarscheurtjes in de buitenmantel. De aangetaste kabellengte dient in dergelijke gevallen te worden verschroot. Kabeluiteinden van ALLE kabeltypes dienen te allen tijde te zijn afgewerkt met een krimpdop om vochtindringing te voorkomen.

3.1.2 Verrollen en vervoer van haspels

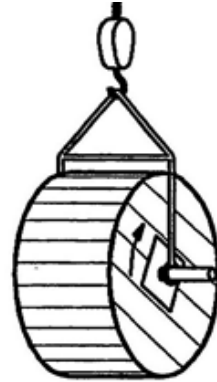
Moet de haspel worden verrold, dan mag dit uitsluitend in de richting welke de pijl op de haspelflens aangeeft. Om loswerken van de slagen te voorkomen, mag de haspel niet over een grotere afstand dan 50 m worden verrold. Bij het moeten vervoeren van de haspels, mogen de haspels met een heftruck of kraan enkel worden verstouwd op de wijzen zoals onderstaande tekeningen tonen. Andere methoden kunnen leiden tot beschadiging van de kabel!



Rol de haspel alleen in de richting waarin deze bij het opwickelen draaide.

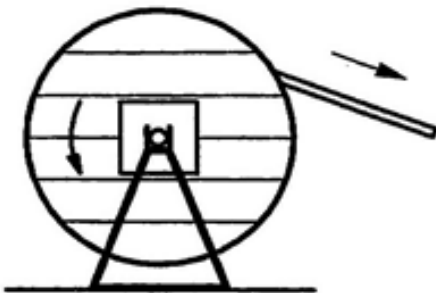


Haspels mogen worden opgetild door een kraan of een vorkheftruck



3.1.3 Afwikkelen van haspels

Bij het afwikkelen moet de kabel boven van de haspel aflopen. Zowel bij het trekken van de kabel van de haspel als bij het uitrijden, dient de haspelhouder zodanig te worden bewaakt dat bij wijziging van de trek- of uitrijdsnelheid (of stoppen hiervan), de draaisnelheid van de haspel onmiddellijk wordt aangepast (gestopt) opdat de kabel niet stuikt.



Wikkel de kabel op deze manier af.



Nooit op deze manier afwikkelen.

3.2 Diverse eisen tijdens het leggen van kabels

3.2.1 Afdichtingen van de kabeleinden

Alle kabel(haspels) worden af-fabriek geleverd met afgedichte kabeluiteinden om vochtindringing te voorkomen. De doppen mogen alleen worden verwijderd bij het installeren van kabelgarnituren. Bij het knippen van de kabel is die persoon verantwoordelijk voor het aanbrengen van een nieuwe krimp dop. Bij kunststofkabels wordt de krimp dop op de mantel gekrompen. Bij GPLK gebeurt dit op de loodmantel.

3.2.2 Trekken van kabels

Voorkomen van schade aan de kabel:

Ter borging van de betrouwbaarheid van een kabelverbinding mag een kabel tijdens aanleg geen beschadiging oplopen. Daartoe gelden de volgende eisen:

- Kabels moeten getrokken te worden met een trekkop of trekkous.



Trekkous, treksok of vlieter om de kabel. Trekkop op de geleiders met wartel.

- Om te verhinderen dat de maximaal toegestane trekkracht van de kabel wordt overschreden moet een trekmaschine met trekkrachtbegrenzer met continue registratie worden gebruikt, of moet tussen de trekmaschine en de trekkous een breekkoord zijn aangebracht die bij overschrijding van de maximaal toelaatbare trekkracht breekt.
- De instelling van de trekkrachtbegrenzer of de sterkte van het breekkoord moet zijn afgestemd op de door de fabrikant aangegeven maximaal toegestane trekkracht van de kabel.
- Bij toepassing van een breekkoord, moet deze worden overbrugd door een stalen ketting, om het slaan van de kabel of de staaldraad, t.g.v. het breken van het breekkoord, te voorkomen (veiligheid).
- Om te voorkomen dat het breekkoord en/of de kabel getordeerd worden, daardoor niet meer correct functioneren en/of dat daardoor schade aan de kabel ontstaat, moet een anti-tordeer-voorziening (draaiwartel) worden toegepast tijdens het trekken van de kabel.
- Bij het trekken met een trekkop op de geleider(s) moet de kabel afgedicht worden om het binnendringen van water te voorkomen. Op onderstaande foto is hiertoe een warmkrimpbus over de kabel en de trekkop gekrompen.



Toelaatbare trekkracht van een kabel bij gebruik van een **trekkop**

De maximaal toegestane trekkracht van een enkele kabel staat vermeld in het betreffende productblad van de fabrikant. Wanneer die niet beschikbaar is, is de maximaal toegestane trekkracht P als volgt te berekenen:

$$P = K \times S$$

P: Maximale Trekkracht (in N).

K: Maximale trekbelasting van de geleider:

- 50 N/mm²: voor koperen (samengeslagen en massieve) geleiders.
- 30 N/mm²: voor samengeslagen aluminium geleiders.

- 20 N/mm²: voor massieve aluminium geleiders.

S: Totale geleiderdoorsnede van de/alle hoofdader(s) in mm². Hierbij worden schermen, concentrische geleiders en hulpaders buiten beschouwing gelaten.

Toelaatbare trekkracht van een enkele kabel bij gebruik van een **trekkous**

De maximaal toegestane trekkracht van een enkele kabel staat vermeld in het betreffende productblad van de fabrikant. Wanneer die niet beschikbaar is, is de maximaal toegestane trekkracht P als volgt te berekenen:

$$P = 3 \times D^2$$

P: Maximale Trekkracht (in N).

D: De kabeldiameter (in mm).

Verdeling van trekkracht over meerdere aders en/of kabels

Bij het trekken van een meeraderige kabel moet de trekkracht evenredig over de (hoofd-)aders worden verdeeld. Bij het gelijktijdig trekken van meerdere (een- of driefase) kabels moet de trekkracht evenredig over de kabels worden verdeeld. Een evenredige krachtverdeling is in de praktijk niet of nauwelijks te borgen. Vooral bij een bocht in het tracé zal de verdeling van kracht over de kabels veranderen en is er een kans dat één kabel aan een te hoge kracht wordt blootgesteld. Daartoe staat in norm aangegeven dat bij het gelijktijdig trekken van 3 kabels een maximale trekkracht moet worden aangehouden gelijk aan tweemaal de maximaal toegestane trekkracht van een enkele kabel.

Trekkous:

Bij gebruik van een trekkous en toepassing van de hoogste waarde van de toelaatbare trekkracht, is beschadiging van het uiteinde van de kabel en/of de kabelmantel tijdens het trekken niet uitgesloten. Na aanleg moet de door de trekkous omvatte kabellengte verwijderd worden.

Kabelrollen:

Om de benodigde trekkracht aan de kabel te beperken en om de kabelmantel tijdens het trekken niet te beschadigen wordt aanbevolen gebruik te maken van kabelrollen. Dit geldt vooral voor, in en na bochten in een kabelsleuf waar anders een hogere wrijvingsweerstand zou kunnen ontstaan tussen de kabel en de sleufwand. Kabelrollen moeten van een voldoende breedte zijn, vooral wanneer meerdere kabels ineens worden getrokken.

Toelaatbare buigstraal

De toelaatbare buigstraal van een kabel staat vermeld in het betreffende productblad. Wanneer die niet beschikbaar is, de minimale buigstraal als volgt berekenen:

Gepantserde-Papier-Lood-Kabel:

	Tijdens verlegging	Geïnstalleerd (éénmalig)
GPLK/VGPLK/EDPLK	15 x D	75% van 15 x D

D = kabeldiameter (in mm).

Kunststofkabel:

	Tijdens verlegging	Geïnstalleerd (éénmalig)
1-aderig	12 x (D+d)	10 x (D+d)
1-aderig met glasvezels	17,5 x (D+d)	15 x (D+d)
3- en meeraderig	10 x (D+d)	75% van 10 x (D+d)

D = kabeldiameter (in mm); d = geleiderdiameter (in mm)

3.2.3 Afachten van kabel

"Afachten" van kabel kan soms wenselijk zijn als het kabeltracé te veel bochten of kruisingen met bijv. andere nutsvoorzieningen heeft. Dergelijke obstakels zorgen er voor dat de kabel dan niet ineens uitgereden kan worden, en/of dat de kabel niet ineens getrokken kan worden doordat de benodigde trekkracht te hoog wordt. Men moet de kabel dan in meerdere fases trekken (als men de kabel niet wil knippen).

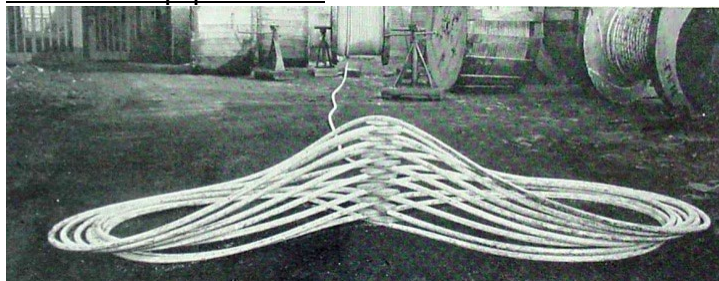
Schema trekken van kabel in twee fases:

plaats A-----plaats B----- plaats C

Opstelling kabelhaspel bij locatie B:

Bij een trek in twee fases wordt de kabelhaspel op plaats B opgesteld. Als de kabel eerst richting A ingetrokken wordt, dan wordt op plaats B de kabel afgeacht en zal deze, nadat de kabel is afgeacht, in de van richting C getrokken worden. De buigstraal van deze "achten" moet minstens 30 x D bedragen.

Afachten op plaats B:



Het opslaan van de kabel vindt plaats in één of twee lange lussen ("achten"). Bij het opslaan "in achten" moet het aantal op elkaar liggende slagen niet groter worden dan 8. Bij meer dan 8 slagen moeten meerdere stapels gemaakt zodat de onderliggende kabel niet wordt beschadigd op de onderlinge drukpunten.

3.2.4 Minimaal toelaatbare verwerkingstemperatuur

Het verwerken van kabels bij een te lage kabeltemperatuur kan een nadelige invloed hebben op de elektrische en mechanische eigenschappen van de kabelisolatie. In GPLK verliest het papiervet zijn "smerend" vermogen waardoor bij het bewegen van de kabel het papier kan scheuren. In PVC- of XLPE-kabel wordt de kunststofisolatie onvoldoende week, waardoor bij het bewegen van de kabel scheuren in de mantel en in de aderisolatie kunnen ontstaan. Enexis heeft middels de volgende tabel de minimale verwerkingstemperaturen (in °C) vastgesteld voor kabels o.b.v. de betreffende kabelnormen en informatie van kabelfabrikanten. Deze temperatuur betreft de kabeltemperatuur en niet de omgevingstemperatuur. Wanneer kabels verwerkt moeten worden bij een lagere temperatuur dan is toegestaan, moeten ze vooraf

worden opgewarmd tot de aangegeven minimumtemperatuur. Dit proces kan een of twee dagen duren, afhankelijk van de omstandigheden.

LS- en MS-Kabel	Min. Verwerkingstemperatuur
Kunststof LS-kabel	0°C (norm NEN-HD 603 3I)
Kunststof MS-kabel	-5°C (norm NEN-HD 620 10J)
GPLK LS- en MS-kabel	+5°C

Bij kabeltransport bij omgevingstemperaturen lager dan deze temperaturen, moet de kabel worden afgedekt; d.w.z. de haspel moet met thermisch isolatiemateriaal worden opgevuld en afgedekt met een tochtvrij dekzeil. De grond in de sleuf moet vorstvrij zijn. De minimale verwerkingstemperatuur geldt onder normale omstandigheden. Dat wil zeggen wanneer aan alle voorschriften van de fabrikant wordt voldaan ten aanzien van maximale trekkracht, minimale buigstraal, e.d.

Nb: Ook bij het maken van moffen waarin 2-componentenhars wordt toegepast is aandacht vereist bij lage temperaturen. Daarom wordt geadviseerd om de hars bij temperaturen boven 0 °C te bewaren. Probeer te voorkomen dat hars gedurende een koude nacht opgeslagen wordt in bijvoorbeeld niet-geconditioneerde opslagcontainers op de projectlocatie. Bij koudere temperaturen kan er bevriezing of kristallisatie optreden wat zichtbaar wordt als "vlokken" in de harder van de 2-componentenhars. Warm in dat geval de hars in de verpakking in ongeveer 30 minuten op tot ongeveer 30-40 °C (handwarm), bijvoorbeeld op de verwarming in de montagebus. Zijn de "vlokken" daarna verdwenen, dan kan de hars gebruikt worden. Wanneer de vlokken daarna nog steeds volop aanwezig zijn, maak dan melding bij Technische Expertise en gebruik dan een andere harsverpakking.

3.2.5 Minimaal in te zetten lengtes / verschrotingsgrenzen

Door Asset Management en Logistiek is onderzocht welke kosten/baten gemoeid zijn met verschroting van restlengtes kabels en welke kosten gemoeid zijn met het gebruik van restlengtes. Daarbij is gekeken naar: aanschaf, opslag, transport & handling, aanleg, montage, storingsen en afvoeren en is onderscheid gemaakt in de volgende drie hoofdgroepen:

- LS-distributiekabels (4x50Al, 95Al, 150Al en 240Al; met en zonder hulpaders)
- Drie-aderige MS-kabels (3x95Al, 150Al en 240Al)
- Enkeladerige MS-kabels (1x150Al t/m 1x800Al; ongeacht de spanningsklasse)

Voor deze hoofdgroepen kabels zijn de volgende verschrotingsgrenzen vastgesteld:

- LS-distributiekabels : 50 m
- Drie-aderige MS-kabels : 50 m
- Enkeladerige MS-kabels : 75 m

Kortere restlengtes die retour Logistiek komen, worden verschroot en afgeboekt ten laste van het laatste netwerkplan o.b.v. de meterprijs. Om verschroting van deze korte stukken te voorkomen, mag de vestiging deze korte stukken bewaren voor reparatie van storingsen, e.d., of kan Logistiek deze bij ET&O aanbieden t.b.v. gebruik bij opleidingen.

Langere restlengtes worden in goed overleg tussen de 'Verwerver Demand' van Logistiek en de materiaalbesteller van Infra ingezet voor netten en aansluitingen. In deze gevallen neemt Logistiek contact op met de besteller, zodat die extra moffen kan bestellen, hiervoor montage capaciteit kan regelen, en eventueel de calculatie hierop kan aanpassen.

Enerzijds accepteren Infra en Asset Management daarbij de uitgifte van restlengtes en de noodzaak om daarvoor 1 of enkele moffen extra per project te moeten maken. Anderzijds accepteert Logistiek dat het in enkele gevallen onmogelijk is om meerdere restlengtes uit te geven als dat tot onoverkomelijke praktische problemen zou leiden (bijv. bij lange gestuurde boringen).

4 Kabeltracés, kabelsleuven en kabelgoten

4.1 Kabeltracés

Uitgangspunt is dat kabels in openbare grond worden aangelegd. Indien aanleg van kabels in grond van derden noodzakelijk is, dient via afdeling Grondzaken een zakelijk recht te worden gevestigd. Aandachtspunten daarbij zijn:

- Algemene voorwaarden voor zakelijk recht.
- Algemene voorwaarden voor vestigen zakelijk recht, verkorte versie (o.a. bij verkoop grond van gemeente aan particulier, met o.a. geen recht op vergoeding vermogensschade).
- Geldende vergoedingstarieven voor gewasschade etc.

Ga bij het opengraven van bestaande tracés altijd na of en welke bestaande afspraken zijn gemaakt met een grondeigenaar, ook met gemeenten. Te denken valt aan de afspraken voor het hebben, leggen en onderhouden van kabels en leidingen in gemeentelijke grond m.b.t. bodemwerking, bestrating, reconstructies, etc.

Vanwege een verhoogde kans op storingen t.g.v. het zg. "oprijdeffect" moet vermeden worden dat kabels in de langsrichting onder een verkeersweg worden aangelegd. De tracébedekking moet opneembaar zijn t.b.v. storingsreparatie. Wanneer een gesloten verharding niet te vermijden is, dienen duidelijke afspraken gemaakt te worden m.b.t. (kosten voor) opbreken en herstel i.g.v. storingsreparatie.

4.2 Ontgraven en verdichten sleuf

Uiterlijk drie dagen voorafgaande aan machinale graafwerkzaamheden dient door de grondroerder een KLIC-melding te worden gedaan bij het Kadaster. De term KLIC staat voor Kabels en Leidingen Informatie Centrum. De verdere procedure verloopt als volgt:

- A. Melding via Klic-online of telefonisch via 0800 – 0080.
- B. KLIC bevestigt de ontvangst van de aanvraag.
- C. KLIC neemt contact op met de betreffende netbeheerder.
- D. De netbeheerder neemt contact op met de grondroerder.

Tekeningen worden digitaal verstrekt via het Kadaster op een GBKN ondergrond (GBKN=Grootschalige BasisKaart Nederland).

Aarde, zand en overige grondstoffen moeten gescheiden worden ontgraven. Na opslag dienen deze bij terug aanbrengen, op de oorspronkelijke plaats te worden gebracht en te worden verdicht in overeenstemming met de situatie vóór de ontgraving. Bij een tekort aan grond moet bij de nieuwe grond een schone grond verklaring worden bijgeleverd. Als de uit een kabelsleuf vrijkomende grond veel puin of stenen of andere scherpe delen bevat, mag deze niet zonder meer terug gestort worden vanwege het risico op kabelbeschadiging. In een dergelijke situatie moet grondverbetering of het aanbrengen van kabelbeschermmbuis (zie verderop in deze richtlijn) worden overwogen. Het aanvulmateriaal moet handmatig of machinaal worden verdicht in lagen van maximaal 0,3m. Er moet met de hand worden verdicht tot 0,2m naast de kabel en tot 0,4m boven de kabel. De controle van de verdichting tijdens de uitvoering mag geschieden met behulp van een sondeerapparaat, mits de conuswaarde wordt gerelateerd aan een, voor de te verdichten sleufaanvulling representatief proefvak.

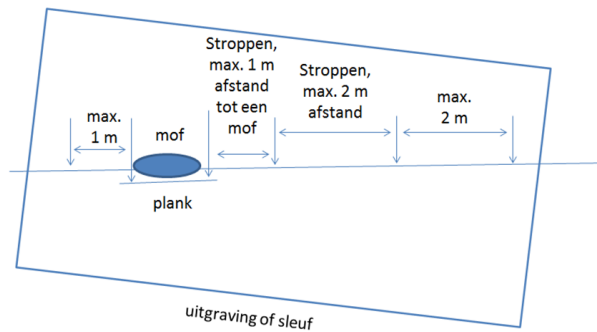
Op plaatsen waar tijdens de uitvoering bodemverontreiniging wordt gesignaleerd of vermoed, is het niet toegestaan om de werkzaamheden voort te zetten. De leiding-gevende dient onmiddellijk van de (vermoede) verontreiniging op de hoogte te worden gesteld. De te nemen maatregelen staan in VGWM-procedure P-5.06.00: "maatregelen bij het aantreffen van 'verontreinigde grond' bij aanvang van of tijdens graafwerkzaamheden" (Enexis).

4.3 Grondbelasting vs. drukbelasting van kabels

Energiekabels die zonder toepassing van externe afscherming zoals mantelbuizen zijn geïnstalleerd in grond mogen, onafhankelijk van het kabeltype, een maximale drukbelasting hebben van 25N/cm² (250kN/m²). Dit is ontleend aan KEMA-rapport 2940. Door de grondspreiding mag de druk op maaiveldniveau aanmerkelijk hoger zijn dan deze waarde. Wanneer in de praktijk de grondbelasting hoger is dan 250kN/m², moet de veroorzaker Enexis aantonen of de hogere grondbelasting op kabelniveau al dan niet een overschrijding van de genoemde 25N/cm² veroorzaakt. Dit kan de veroorzaker middels de methode van Boussinesq (laten) berekenen. Bij een te hoge drukbelasting zijn maatregelen nodig om de grondbelasting op maaiveldniveau te minimaliseren, bijvoorbeeld door het gebruik van rijplaten.

4.4 Ondersteunen van vrij gegraven kabels

Kabels mogen in de lengterichting alleen geheel vrij van de grond worden gegraven na toestemming van de OIV E van Enexis. Bij ontgravingen in de lengterichting waarbij de kabels vrijkomen van de grond dienen de kabels om de 2 meter te worden ondersteund of te worden opgehangen door middel van stroppen, balken of planken, zodanig dat de kabel hierop rust. Dit geldt ook voor verbindingen (moffen).



Omdat een mof niet trekvast is, moet ook iedere vrij hangende mof aan weerszijden binnen een afstand van 1 meter worden ondersteund of worden opgehangen door middel van stroppen én planken, zodanig dat de mof hierop rust. Ook indien een ontgraving breder is dan 1.50 meter waarbij deze een kabel kruist in dwarsrichting, dient dit gelijk te worden behandeld als wanneer de kabel in de lengterichting is vrij gegraven. Over de voorwaarden waaronder kabels vrij mogen worden gegraven, moet ruim van te voren overleg worden gepleegd met de OIV E van Enexis. Hierbij kunnen afspraken worden gemaakt om schade en uitval te voorkomen. Bijvoorbeeld m.b.t. kabels uitschakelen tijdens (een deel van de) (graaf-)werkzaamheden, toezicht tijdens (graaf-)werkzaamheden en/of gedurende de periode dat de kabels vrij liggen, afzetting van de sleuf in geval kabels onder spanning blijven staan, etc. Wanneer een kabelcircuit (met of zonder moffen) spanningsloos is geweest, dient deze beproefd te worden volgens de daarvoor vastgestelde instructie alvorens in bedrijf name. Raadpleeg ook altijd de veiligheidsvoorschriften in BEI BHS en BLS.

4.5 Belemmerend liggende telecommunicatie infrastructuur

Sinds de liberalisering van de telecommunicatiemarkt in 1998 is op grote schaal nieuwe telecommunicatie-infrastructuur aangelegd in de vorm van grote aantallen, al dan niet aan elkaar vast zittende HDPE buizen. Deze buizen vormen in de praktijk vaak een belemmering voor het graven van sleuven en mangaten t.b.v. de aanleg van en onderhoud aan elektriciteitskabels. Voor meer informatie m.b.t. de rechten die Enexis in dergelijke situaties heeft en hoe daarbij gehandeld moet worden, wordt verwezen naar de interne richtlijn Czz-0025.R "Oplossen belemmerend liggende telecommunicatie infrastructuur". Deze richtlijn is gebaseerd op de landelijke Regeling Oplossen Belemmerend Liggende Infrastructuren (Robli).

4.6 Verwijderen van buitenbedrijf gestelde kabels

In beginsel geldt de afspraak dat wanneer een kabelsleuf wordt geopend waar een al eerder buiten bedrijf gestelde kabel in ligt, dat die buiten bedrijf zijn de kabel wordt verwijderd. Voor specifieke instructies met betrekking tot het verwijderen van buiten bedrijf gestelde kabels wordt verwezen naar de reconstructierichtlijnen van Enexis en/of eventueel specifiek gemaakte afspraken met de betreffende grondeigenaar.

4.7 Bronnering/bronbemaling

In een aantal situaties is het bij het uitvoeren van infrastructurele werken noodzakelijk om het grondwaterpeil beneden een vereist peil te houden. De redenen voor bronnering binnen Enexis en diverse andere zaken zoals vergunningen, bemonsteren, inrichten, meten en registreren zijn verder toegelicht in Bijlage 2.

4.8 Kabels in kabelgoten

Kabels in kabelgoten in openbare ruimten zijn toegestaan. Boven de kabelgoot moet ten minste 20 cm vrije ruimte aanwezig zijn/blijven om (de) kabel(s) in en uit de goot te kunnen nemen. Kabels in kabelgoten moeten gemakkelijk te vervangen zijn. Dit moet geborgd worden middels enerzijds de bereikbaarheid van kabelgoten, maar anderzijds ook door de bevestigingswijze. Dit bijvoorbeeld door de kabelgoten te bevestigen met beugels aan één kant ("J-beugel"). In kabelgoten worden geen moffen gemaakt. Kabelgoten moeten zijn geaard.

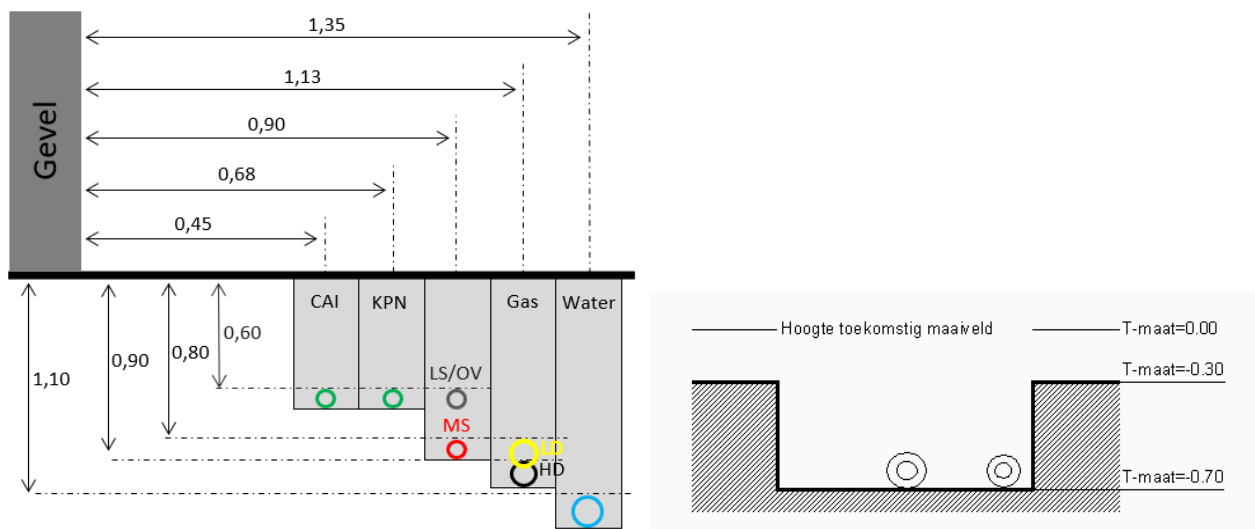
5 Diepteligging/onderlinge afstand van kabels en leidingen

5.1 Algemeen

De Nederlandse richtlijnen NEN 7171-1 en NEN 7171-2 geven richtlijnen voor de ordening van ondergrondse netten. Tracéprofielen kunnen echter per gemeente of regio verschillen. Raadpleeg daarom altijd eerst of er lokaal afspraken zijn gemaakt over het te hanteren sleufprofiel (bijv. in sYnfra of Noned verband). In dit hoofdstuk zijn vanuit het belang van Enexis voor verschillende kabels de gewenste diepteligging en onderlinge, horizontale afstand vastgelegd. Deze maatvoeringen kunnen aangehouden worden indien vanuit een gemeente of regio geen standaard profiel is overeengekomen. Met nadruk wordt erop gewezen dat er omstandigheden kunnen zijn die aanleiding geven om van deze regels af te wijken. In dergelijke gevallen bepaald de Uitvoerder, met inachtneming van NEN 7171-1, welke aanvullende maatregelen eventueel moeten worden getroffen. De hierboven genoemde normen waarin ook kabels en leidingen voor CAI, KPN, Gas, Water en Warmte zijn betrokken, zijn op Intranet te raadplegen via "DEN".

5.2 Plaats van kabels en leidingen

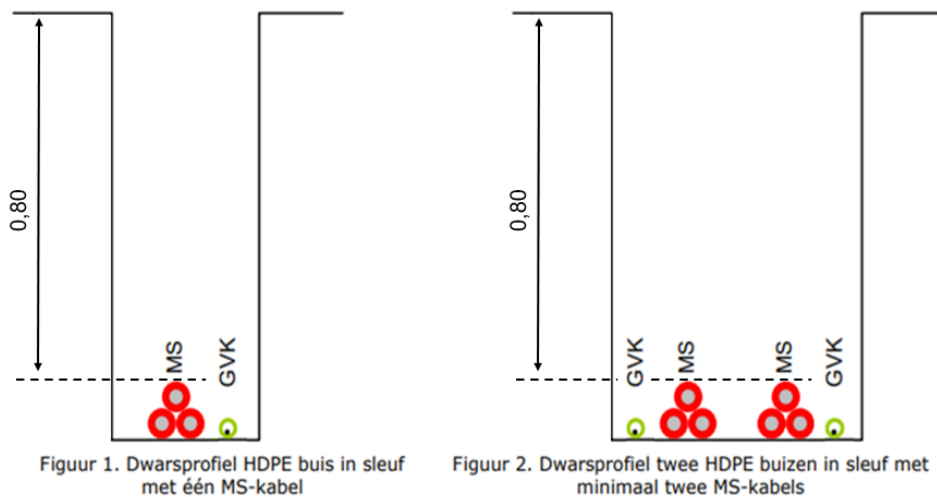
Het navolgende basisprofiel met daarin de plaats van kabels en leidingen, is in het verleden ontleend aan het "bestek en voorwaarden voor het uitvoeren van werken" en is toepasbaar op tracés zowel binnen als buiten de bebouwde kom.



Opmerkingen bij het basisprofiel:

1. Met betrekking tot het basisprofiel wordt er geen onderscheid gemaakt tussen transport, distributie, 1-aderige kabels en/of 3-aderige MS-kabels.
2. De vermelde diepte [m] wordt gemeten vanaf het (toekomstig) maaiveldniveau of vanaf de (toekomstige) bovenkant van de wegbedekking tot de onderkant van de kabel(s). Dit wordt ook wel de T-maat genoemd².
3. In nieuwbouwwijken waar nog geen wegbedekking aanwezig is, kunnen bovengenoemde diepten worden aangehouden, rekening houdend met eventuele wijzigingen van het grondniveau.
4. LS- en MS-kabels in cultuurgrond (bijv. akkerbouw) moeten, ongeacht hun functie, een dekking van tenminste 1m hebben.
5. Bij het leggen van een nieuwe kabel bij (een) bestaande kabel(s) wordt in beginsel de diepteligging van de bestaande kabels niet gewijzigd. Waar mogelijk de nieuwe kabel op de voorgeschreven diepte aanleggen.
6. Binnen het basisprofiel worden LS-kabels boven MS-kabels aangelegd. Bij meerdere LS-kabels worden deze naast elkaar aangelegd. Dit geldt ook voor MS-kabels/kabelbundels. Het is omwille van storingsherstel en belastbaarheid van kabels/kabelbundels niet toegestaan om LS-kabels of MS-kabels/kabelbundels onderling "gestapeld" boven elkaar aan te leggen. Hiervan mag alleen worden afgeweken indien zwaarwegende redenen daar aanleiding toe geven en dan alleen na overleg met en met goedkeuring van Asset Management.
7. De drie enkeladerige kabels van een MS-kabelcircuit worden in driehoek, tegen elkaar gebonden, aangelegd (zie paragraaf 6.1). Omdat bij ligging in plat vlak de onderlinge beïnvloeding van kabels groter is (schermstromen) en het onderscheiden van kabels van verschillende bundels lastiger is, mag aanleg "in plat vlak" mag alleen worden toegepast als zwaarwegende redenen daar aanleiding toe geven en dan alleen na overleg met en met goedkeuring van Asset Management.
8. Wanneer een MS-transportkabel wordt vergezeld van een signaalkabel (van koper of glasvezel), wordt deze op gelijke diepte naast of tegen de bijbehorende MS-kabel gelegd. Waar dat qua beschikbare sleufruimte mogelijk is, wordt aanbevolen om de glasvezelbuis op 20cm afstand van de MS-kabels aan te leggen. Dit met het doel om het risico van gelijktijdige graafschade aan midden-spanningskabels én glasvezelkabels te reduceren. M.b.t. de glasvezelverbinding geldt dat er bij 2 of meer MS-T kabels maximaal 2 glasvezelverbindingen worden aangelegd, beiden aan de buitenzijde van de sleuf. Zie onderstaande figuren 1 en 2 ter illustratie. In de instructie "Aanleg glasvezelverbindingen voor beveiliging" (Enb-1001.I) zijn verdere richtlijnen voor de aanleg van glasvezelverbindingen vastgelegd.

² Met de T-maat wordt de peilmaat t.o.v. NAP aangegeven. De T-maat is nodig om kabels en leidingen op de juiste diepte t.o.v. NAP te leggen. De mogelijkheid bestaat dat het maaiveld (T-maat = 0.00) op moment van aanleg anders is dan toekomstig gepland. Indien het maaiveld verlaagd wordt, zal de sleuf even zo veel dieper moeten worden gegraven. De aannemer kan dan extra kosten voor grondverzet in rekening brengen. Indien het maaiveld verhoogd wordt zal de sleuf zo veel minder diep moeten worden gegraven. Met de aannemer moet dan minder grondverzet worden verrekend.



5.3 Onderlinge afstand van kabels

Het voorgaande basisprofiel geeft enkel de onderlinge afstanden tussen kabels en leidingen van verschillende disciplines. De volgende figuur geeft een richtlijn voor aan te houden minimale onderlinge afstanden (vrije tussenruimte) van de kabels die door Enexis aangelegd worden. De maatvoering is in cm, 0 cm betekent dat de kabels tegen elkaar aan mogen worden gelegd.

1-fase MS-kabel		25							
3-fase MS-kabel		25	10						
LS-hoofdkabel				10					
LS-aansluitkabel					0				
OV-kabel					0	0			
Differentiaalkabel (koper)		10	10					0	
Glasvezelkabel		20	20					0	
Telecomkabel									10
									

Opmerkingen bij de onderlinge afstand van kabels:

1. De sleufbreedte moet voldoende zijn om de kabel(s) te kunnen leggen en de eventueel voorgeschreven afdekking op de juiste wijze aan te kunnen brengen. Dit geldt ook voor kruisende kabels en leidingen van hetzelfde spanningsniveau.
2. Bij het gelijktijdig leggen van kabels op gelijke diepte moeten de onderlinge afstanden mede worden bereikt door de sleuf naast de "buitenste" kabels 5 cm extra breed te graven (bij 3-aderige kabels is dit 10 cm).

5.4 Stapelen van kabels

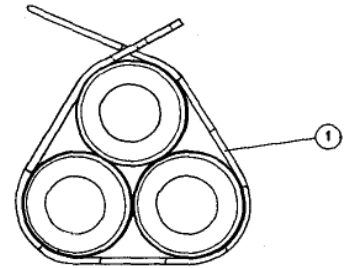
Het (verticaal) stapelen van kabel(bundels) is niet toegestaan met uitzondering van de aanleg van meerdere kabelbundels t.b.v. (N-0) HS/MS aansluitingen >10MVA in tracés waar geen andere kabels en/of leidingen aanwezig zijn. Bij tracés waarbij wel sprake is van reeds aanwezige kabels en/of leidingen, is het stapelen van kabelbundels niet wenselijk. Dit omdat die bestaande infra eerst omlaag gebracht zou moeten worden voordat er vervolgens nieuwe kabels overheen gelegd kunnen worden

pagina 17 van 46

6 Bundelen en labelen van kabels

6.1 Bundelen van enkeladerige MS-kabels in de kabelsleuf

Bij de aanleg van een 3-fasen kabelcircuit middels 3 enkeladerige MS-kabels (elke fase vanaf een eigen haspel), moeten deze kabels ondergronds, onderling in driehoekvorm worden gelegd en gebundeld. **Het bundelen wordt gedaan om een laag magnetisch veld te creëren en voor het minimaliseren van onderlinge beïnvloeding. Hierdoor kunnen de kabels hoger worden belast.** Bundeling vindt plaats d.m.v. kabelbundelbandjes (niet te verwarren met kabellabels!) die op een onderlinge afstand van **2 meter** worden aangebracht. Bij het trekken van 1-aderige kabels door mantelbuizen en boringen kan de toepassing van kabelbundelbandjes mogelijk problemen opleveren. Als alternatief voor kabelbundelbandjes zou in boringen gebruik kunnen worden gemaakt van glasvezelversterkte tape.



De fasevolgorde van enkeladerige kabels in een bundel is Rood - Geel - Blauw (staande in de sleuf met de rug naar het voedende station, en kijkend naar het te voeden station. Bij de aansluiting van decentrale opwekkers is dit staande in de sleuf met de rug naar het Enexis station, en kijkend naar het klantstation.

Onder andere door het gebruik van lange mantelbuizen en boringen is het niet te borgen dat de plaats van elke afzonderlijke kabel in de driehoekige bundel in het tracé steeds dezelfde is. Het is dus niet ondenkbaar dat de ene keer de gele fase boven ligt en een andere keer de rode of blauwe fase. Bij montagewerkzaamheden moet de fasekleur daarom altijd middels uitkleurapparatuur geverifieerd worden!

6.2 Merken en labelen van kabels

6.2.1 Algemeen

Kabels moeten omwille van uiterlijke herkenbaarheid worden voorzien van merktekens die de herkomst en functie van de betreffende kabel aangeven. Het doel hiervan is het kunnen onderscheiden van kabels voor middenspanning, laagspanning, telefonie, etc. Het doel van het merken/labelen van kabels is dus niet om bijv. meerdere, gelijke LS-kabels binnen dezelfde sleuf te kunnen onderscheiden. Daarvoor zijn een specifieke procedure en selectieapparatuur beschikbaar. De meeste typen kabels worden t.b.v. de uiterlijke herkenbaarheid tegenwoordig door de fabriek voorzien van een kleur en een aanduiding (zie het hoofdstuk over aanduiding en benaming van kabels).

Enkel waar dit niet het geval is (zoals bij GPLK, glasvezelbuis) en uiterlijk afwijkende kabels) zullen op regelmatige afstanden losse kabelmerken moeten worden aangebracht. Let wel: dit impliceert dat er ook geen kabels voor grootverbruikers ("eigen richting") worden gelabeld, en ook de moffen in die kabels niet. Voor die specifieke situaties waar conform bovenstaande nog wel kabelmerken moeten worden aangebracht, geven de volgende paragrafen richtlijnen m.b.t. hoe de kabelmerken moeten worden aangebracht.

In deze richtlijn is niet vastgelegd of en hoe de ligging van de ondergrondse kabels bovengronds moet worden gemarkeerd. Dit kan bijv. van toepassing zijn bij waterkruisingen. Raadpleeg daartoe het hoofdstuk over kruising van verkeer-, water- en spoorwegen en de betreffende instructies en/of de betreffende vergunningsvoorwaarden van bijv. Rijkswaterstaat of Prorail.

6.2.2 Kleur van labels

De kleur van de labels komt bijna altijd overeen met de genormaliseerde kleur van kunststofmantels van kabels. De kleur van de label is voor:

GPLK MS-kabel:	rood.
GPLK LS-kabel:	grijs.
Afwijkende LS-kabel met zwarte buitenmantel:	grijs.
Koperkabel t.b.v. differentiaalbeveiliging:	groen.
(Groene beschermbuis) t.b.v. glasvezelkabel:	rood.

6.2.3 Onderlinge afstand van labels

De onderlinge afstand van de labels moet zijn voor:

GPLK MS-kabel:	200 cm.
GPLK LS-kabel:	200 cm.
Afwijkende LS-kabel met zwarte buitenmantel:	200 cm.
Kabel t.b.v. differentiaalbeveiliging:	200 cm.
Beschermbuis t.b.v. glasvezelkabel:	200 cm - binnen bebouwde kom 500 cm - buiten bebouwde kom

Voor en na doorvoering door mantelbuizen en sparingen: op 50 cm afstand.

Bij kabels die met meerdere kabels in een bundel liggen moeten de merkzegels "versprongen" (dus niet in één vlak, loodrecht op de bundel) worden aangebracht.

6.2.4 Opschrift van labels

Het opschrift van labels is voor geheel Enexis als volgt gestandaardiseerd:

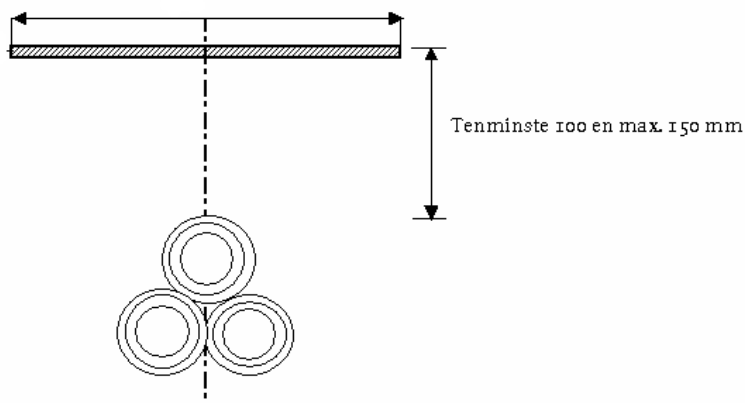
Toepassing	Omschrijving:
GPLK-Laagspanningskabel	ENEXIS - LAAGSPANNING
Afwijkende LS-kabel	ENEXIS - LAAGSPANNING
GPLK-Middenspanningskabel	ENEXIS - HOOGSPANNING
Glasvezelbuis	ENEXIS - GVK

7 Afdekken en beschermen van kabels

7.1 Afdekken van middenspanningskabels

Bij gebruik van niet-gearmeerde ofwel niet-gepantserde middenspanningskabels moeten ondanks een correcte diepteligging volgens het basisprofiel, aanvullende maatregelen worden getroffen om deze in de grond tegen mechanische impact te beschermen. Bij Enexis betekent dit dat bij alle gestandaardiseerde 1- en 3-aderige XLPE-kabels aanvullende maatregelen nodig zijn. Dit ongeacht de aanwezigheid van een aardscherm en of de kabel in particuliere dan wel openbare grond ligt. De aanvullende bescherming vindt plaats door middel van een kunststof afdekband, dat

in de lengterichting in het midden boven de kabel moet worden aangebracht volgens navolgende figuur.



Enexis heeft 2 breedtes kabelafdekband gestandaardiseerd die zowel op rol als op haspel beschikbaar zijn gesteld:

	Breedte	Benaming	Opmerking
1	20cm	Markeer- en afdekband, kleur rood*	Voorzien van waarschuwingsopdruk "Pas op: Hoogspanning!"
2	40cm	Markeer- en afdekband, kleur rood*	Voorzien van waarschuwingsopdruk "Pas op: Hoogspanning!"

*) De eis m.b.t. de rode kleur geldt enkel voor de bovenzijde die is voorzien van de waarschuwingsopdruk.

De smalle afdekband wordt aangebracht boven enkelvoudige kabelcircuits (ook die kabelcircuits die bestaand uit 1-aderige kabels). Bij meerdere kabelcircuits in 1 sleuf kan worden gekozen voor de bredere afdekband.

7.2 Diepteligging met onvoldoende dekking

Kabels die door omstandigheden moeten worden gelegd met een dekking die niet voldoet aan het vereiste in het eerder genoemde basisprofiel, of kabels die in niet puinvrije grond worden aangelegd, moeten ter plaatse aanvullend worden beschermd. De bescherming kan worden bereikt door het vooraf aanleggen van mantelbuizen of achteraf door het aanbrengen van deelbare mantelbuizen. Niet gebruikte buizen moeten worden afgedopt met PVC eindkappen/stofkappen om te verhinderen dat ze vollopen met grond. Buizen met kabels worden niet afgedopt zodat kabels beter hun warmte kunnen afdragen aan de omgeving. Mantelbuizen zijn beschikbaar in standaard lengtes van 6m met diameters: DN50, DN75, DN110, DN 160 en DN 200. Deelbare mantelbuizen zijn beschikbaar in standaard lengtes van 1m met diameters: DN100 en DN150. Voor elektra (LS en MS) mogen enkel mantelbuizen van rode kleur in de sleuf worden toegepast. Dit t.b.v. veiligheid (om bijv. verwarring met rioolbuis etc. te voorkomen).

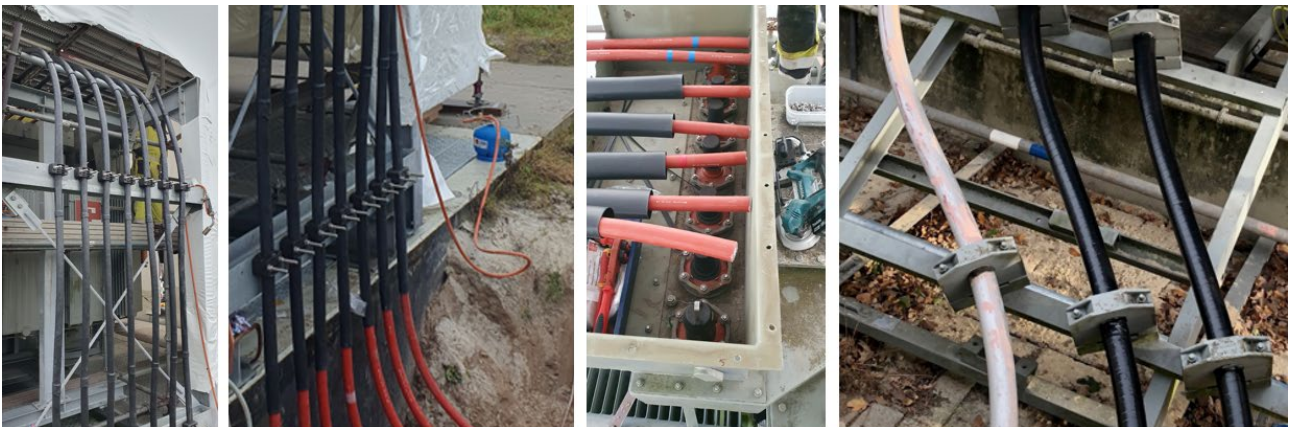
Nb: Ten behoeve van de glasvezelkabels voor differentiaalbeveiliging van MS-kabels wordt standaard een groene PE-beschermhuis DN40 aangelegd. Deze mantelbuizen hoeven niet van extra mantelbuizen te worden voorzien bij onvoldoende dekking.

7.3 Bescherming middenspanningskabels tegen UV

De rode buitenmantel van middenspanningskabels is niet geschikt om langdurig aan ultraviolette straling (UV) blootgesteld te worden. Langdurige blootstelling aan UV kan leiden tot bijvoorbeeld haarscheurtjes in de buitenmantel (zie onderstaande afbeelding). Daarom worden deze kabelhaspels af-fabriek voorzien van een UV-beschermende afdekfolie. Binnen Enexis geldt de richtlijn dat, wanneer het aannemelijk is dat een rode middenspanningskabel langer dan 3 maanden buiten wordt opgeslagen, dat de kabel wordt afgedekt middels een UV-beschermende folie.



Bij sommige toepassingen kunnen middenspanningskabels ook na aanleg (permanent) aan UV worden blootgesteld, bijvoorbeeld bij zo genaamde E-houses (MS-station op palen) of bij de bovengrondse aansluiting van (regel-)transformatoren. In deze situaties moet (indien gestandaardiseerd) een middenspanningskabel met zwarte buitenmantel worden toegepast of moet de rode buitenmantel halfoverlappend worden ingewikkeld met gestandaardiseerde zwarte tape of krimpmaterialen als bescherming tegen de inwerking van UV.



8 Kruising van verkeers-, water- en spoorwegen.

8.1 Inleiding/algemeen

In toenemende mate wordt tegenwoordig gebruik gemaakt van boortechnieken om kabels onder bestaande droge infrastructuur door te voeren, maar ook om kruisingen met verkeers-, water- en spoorwegen te maken. Door de verbeterde technieken kunnen (dikkere) kabels over langere afstanden geperst of geboord worden. Het succesvol uitvoeren van een boring/persing is in grote mate afhankelijk van een gedegen (bodem-) onderzoek en controle tijdens de uitvoering. Bodemonderzoek is verplicht bij boringen boven een lengte van 100m (hemelsbreed gemeten tussen het

intredepunt en uittredepunt).

Er zijn een aantal methoden beschikbaar:

- Open ontgraving, waarbij de kabel al dan niet door een mantelbuis wordt gelegd.
- Doorpersing (raketpersing) van een stalen mantelbuis.
- Horizontale boring met behulp van persluchtraket.
- Avegaarboring waarbij de buis min of meer in de grond geschroefd wordt.
- Horizontaal gestuurde boring.
- Spoorkruising.

In bijlage 1 worden deze methoden technisch verder uitgelegd. Houdt er bij al deze methoden rekening mee dat de tijd die nodig is voor voorbereiding en vergunningsaanvraag al snel 8 tot 10 weken bedraagt.

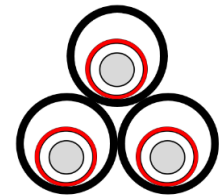
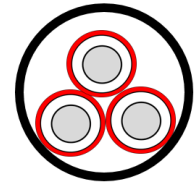
Ongeacht de methode geldt dat omwille van de veiligheid en de betrouwbaarheid geen verschillende disciplines (gas, water, elektra, e.d.) door een en dezelfde buis mogen worden gelegd. Dit geldt zowel voor hoofdkabels als voor aansluitkabels. Veelal zijn deze beperkingen opgelegd vanuit de discipline gas of water.

8.2 Kabels in mantelbuizen en boringen

Enexis gaat standaard uit van boringen met mantelbuis. Enerzijds beschermt een buis de kabel tegen beschadiging door stenen, puin, e.d. in de ondergrond. Anderzijds is de kracht die nodig is om een kabel door een buis te trekken veelal lager dan de kracht die nodig is zonder buis. Hierdoor is het mogelijk om langere boringen t.b.v. kabel te maken zonder dat de maximaal toegestane trekkracht op de kabel wordt overschreden. Hieronder volgen richtlijnen bij het gebruik van mantelbuizen:

1. Omwille van de betrouwbaarheid worden verschillende kabelcircuits (**LS, MS-enkeladerig, of MS-drie-aderig**) niet door eenzelfde mantelbuis gelegd. Wel mogen de diverse circuits die ieder in hun eigen mantelbuis liggen, gezamenlijk door 1 grote boring/buis lopen (buis in buis). Hiervoor mag worden gekozen omwille van boortechnische redenen. Wanneer het niet nodig is, moeten buis in buis constructies zoveel mogelijk worden vermeden i.v.m. een betere warmteafdracht.
2. In verband met de nodige vulgraad van de boorsleuf is het sterk wenselijk om of 1 buis of om 3 buizen door een boorsleuf te trekken. Bij 2 buizen in een boorsleuf blijft er veel vrije ruimte over. Dit geeft of kans op latere verzakkingen of de kans op aanvullende kosten omdat deze vrije ruimte met een stijve vulkanische klei "gedemmerd" (opgevuld) moet worden.
3. Bij gestuurd boren moet de diameter van de toegepaste HDPE mantelbuis minimaal gelijk zijn aan de kabeldiameter + 2cm (beperking kabel-buis wrijving).
4. Bij gestuurd boren voor elektra (LS en MS) mogen enkel HDPE worden toegepast die voldoen aan een van de volgende kleurstellingen:
 - Volledig rood (aan de buitenzijde).
 - Volledig zwart (aan de buitenzijde).
 - Zwart met 4 of meer (geëxtrudeerde) rode strepen in de langsrichting.Gebruik van andere kleurstellingen is niet toegestaan op plekken waar de buis vrij gegraven kan worden. Deze eisen gelden t.b.v. veiligheid (om bijv. verwarring met gasbuis of rioolbuis, etc. te voorkomen).

5. *Bovenvermelde kleur-eisen zijn behalve voor HPDE boorbuizen ook van toepassing op de PVC- mantelbuizen c.q. kabelbeschermbuizen voor laag- en middenspanningskabels.*
6. De wanddikte van de HDPE mantelbuis wordt vastgesteld door de aannemer en bepaald door onder andere de lengte van de boring, de grondsoort en de eisen van de grond- en/of wegbeheerder. De dikte van de buis wordt aangegeven in een "sdr" getal. Het delen van de diameter van de mantelbuis door het sdr getal levert de wanddikte in mm.
7. Indien bij enkeladerige MS-kabelverbindingen de lengte van de toe te passen mantelbuizen groter is dan 50 meter, moeten t.b.v. de impedantie en het beperken van schermstromen de 3 enkeladerige kabels in een gemeenschappelijke mantelbuis getrokken worden. De afbeelding rechtsboven toont deze aanlegwijze. Dit geldt zowel voor (gestuurde) boringen als voor mantelbuizen die in open ontgraving worden gelegd. Indien de mantelbuizen korter dan 50 meter zijn, mag (indien dit praktische voordelen heeft bij de aanleg) worden volstaan met 3 separate mantelbuizen die in driehoek bij elkaar gebonden worden (1 buis voor elke enkeladerige kabel). De afbeelding rechtsonder toont deze aanlegwijze. Hiervan mag alleen worden afgeweken indien zwaarwegende redenen daar aanleiding toe geven en dan alleen na overleg met en met goedkeuring van Asset Management.
8. Bij raketboringen waarbij gebruik wordt gemaakt van stalen (ferromagnetische) buizen, mogen enkeladerige kabels nooit individueel door metalen mantelbuizen worden gelegd. De stroom door de kabel induceert nl. wervelstromen in een stalen buis waardoor wervelstroomverliezen ontstaan die de kabel ontoelaatbaar opwarmen. Dit effect treedt niet op indien het complete 3-aderige circuit door 1 metalen buis wordt gelegd omdat dan de velden van de 3 fasen elkaar opheffen.
9. Bij raketpersingen waar gebruik wordt gemaakt van stalen buizen, **moeten te allen tijde maatregelen worden genomen om beschadiging van de kabel(s) te voorkomen. Dit kan bijvoorbeeld door een PVC-buis in de stalen buis te leggen** waar vervolgens de kabel doorheen wordt gevoerd. Op deze wijze wordt de kabel beschermd tegen eventuele bramen of lasnaden op de stalen buis. Naast de bescherming tijdens het kabeltrekken tegen bramen en lasnaden in de buis biedt dit ook extra bescherming bij eventuele grondverzakkingen waarbij de kabel anders op de rand van de stalen buis zou knikken. Enexis beveelt **het gebruik van een PVC buis in een stalen buis aan** maar eist dit niet. De aannemer is zelf verantwoordelijk voor een kwalitatieve aanleg/uitvoeringswijze **waarbij kabels niet beschadigd raken**.
10. Soms wordt als argument voor een mantelbuis aangedragen dat dit later de mogelijkheid biedt om de oude kabel te vervangen door een nieuwe kabel. Dit gaat echter niet altijd op. Als een lange buis vol grond en water zit is het bijna onmogelijk om daar de kabel nog uit te trekken t.g.v. een te hoge "kleefkracht" tussen kabel, omgeving en buis.
11. Niet gebruikte buizen moeten worden afgedopt met PVC eindkappen/stofkappen om te verhinderen dat ze vollopen met grond.
12. Buizen met middenspanningskabels worden niet afgedopt en dienen (met schoon (grond-)water) gevuld te worden opgeleverd zodat de kabels beter hun warmte kunnen afdragen aan de omgeving. Ook fungeert het water als geleiding tijdens



mantelmetingen aan de kabels en enigszins als 'smeermiddel' tijdens het intrekken van de kabels in de buis.

8.3 Kabels in bruggen, duikers, kunstwerken, e.d.

Voor het passeren van bruggen, duikers, kunstwerken, e.d. met LS en/of MS-kabels zijn er meerdere wijzen denkbaar:

1. Naast de brug/het kunstwerk via een gestuurde boring of zinker
2. Kabels door buizen die vooraf zijn ingestort in de vaste brug/het kunstwerk
3. Kabels door buizen die onder of aan de brug/het kunstwerk zijn aangebracht

Middels een boring of zinker:

Deze optie is onafhankelijk van de constructie van de brug/het kunstwerk, maar wel afhankelijk van de betreffende waterwegbeheerder of andere vergunning verlenende instantie. Omdat die de eisen bepaald, wil het dus niet automatisch zeggen dat deze optie altijd de beste is. Zie ook bijlagen 1, 3, en 4.

Middels buizen, ingestort in de brug/het kunstwerk:

Enexis vraagt een ingestorte buis van PVC, HDPE of staal met (rondom) minimaal 15 cm betondekking. Overweeg om één of meer reservebuizen te realiseren en/of een grotere diameter van de in te storten buis. Het kan handig zijn om een grotere diameter aan te houden wanneer in de toekomst een drie-aderige kabel vervangen moet worden door drie enkeladerige kabels met een grotere bundeldiameter. Kies zo mogelijk voor een buisligging waarbij directe zoninstraling vermeden wordt omdat dit nadelig kan zijn voor de warmte afdracht en daarmee de belastbaarheid van de kabel, vooral bij hoog belaste kabels. Vraag desnoods de constructeur naar de thermische weerstand van de constructie en voer een belastbaarheidsberekening uit. Kabelmoffen in of op een brug of kunstwerk zijn niet toegestaan. Aan weerszijden moet aan land hiervoor ruimte gereserveerd worden...ook t.b.v. mogelijke toekomstige storingsreparatie. De overgang van kabelligging in de brug naar de normale tracédiepte kan onvoldoende gronddekking hebben (doorgaans van ondiep in de brug naar diep ondergronds). Daarom moet de kabel bij deze overgang van ondiep naar diep gelegd zijn in al dan niet flexibele kabelbeschermbuis. Het mag een doorgetrokken buis zijn vanuit de brug/het kunstwerk, maar ook een buis-in-buis-constructie....zolang de kabel maar mechanisch is beschermd tegen graafwerkzaamheden en tegen knikken op de buis.

Middels buizen onder of aan een brug of kunstwerk:

Deze optie is in tegenstelling tot de vorige ook realiseerbaar bij bestaande bruggen. Een belangrijk aandachtspunt is de positie van de kabelbeschermbuis: de kans op directe zoninstraling (warmteontwikkeling) en de kans op aanvaring of aanrijding moeten minimaal zijn. Omwille van de veiligheid is enkel een stalen buis toegestaan. Deze moet bij gebruik van enkeladerige MS-kabels van een dusdanige diameter zijn dat een bundel van 3 enkeladerige kabels door een en dezelfde buis getrokken kan worden. Verder zijn ook bij deze optie de eerdere punten m.b.t. belastbaarheid, moffen en aanvullende bescherming bij onvoldoende gronddekking van kracht.

8.4 Werkzaamheden in (de nabijheid van) waterkeringen en watergangen

In of nabij waterkeringen is het niet toegestaan om werkzaamheden te verrichten zonder schriftelijke ontheffing/vergunning van het betreffende waterschap. Houdt er rekening mee dat er sprake kan zijn van een "gesloten seizoen". Dit is een periode, vastgesteld door het waterschap, waarin geen activiteiten mogen plaatsvinden in een dijklichaam of beschermingszone. In deze periode (veelal van 1 oktober tot 1 april) is de kans op hoogwater dusdanig dermate groot, dat activiteiten een negatieve invloed kunnen hebben op het waterkerende vermogen. Zie verder bijlage 3.

Bij waterkruisingen worden enkel zinkerborden geplaatst in de volgende situaties:

1. Indien dit wordt voorgeschreven door het waterschap.
2. Bij verhoogd risico op beschadiging van kabels (bijv. bij druk scheepvaartverkeer).

M.b.t. de minimale gronddekking van kabels en leidingen in waterwegen wordt verwezen naar de Enexis-richtlijn Czb.0004 "Minimale gronddekking van kabels en leidingen in waterwegen".

8.5 Werkzaamheden aan of in de nabijheid van spoorwegen

Kabels en leidingen langs, onder en boven een spoorweg mogen de exploitatie van de spoorweg, de eventuele uitbreiding en het onderhoud van de spoorweginstallatie niet in gevaar brengen of hinderen. In verband hiermee heeft ProRail "Technische Voorschriften" opgesteld t.b.v. de verlening van vergunningen voor kabels en leidingen langs, onder en boven de spoorweg. In bijlage 4 zijn hiervan enkele hoofdlijnen overgenomen. Deze zijn aan wijzigingen onderhevig en men dient bij de werkvoorbereiding en uitvoering altijd de meest recente bepalingen van ProRail te raadplegen.

9 Doorvoeren en bevestigen van kabel in gebouwen

9.1 Kabeldoorvoering in gebouwen:

9.1.1 Algemeen

Voor het doorvoeren van kabels in gebouwen en het afdichten van die doorvoeren bestaan diverse methoden, variërend van afdichtkitten tot instortbare systemen. De doorvoer(afdichting) moet te allen tijde waterdicht zijn en gasbelemmerend conform NEN 2768. Bij werkzaamheden aan bestaande middenspanningsruimtes, sanering van huisaansluitingen, etc. moet de dichtheid van aanwezige E- en G-doorvoeringen worden bekeken en i.g.v. gebreken opnieuw waterdicht en gasbelemmerend worden afgewerkt. Enexis is niet verantwoordelijk voor het afdichten van de doorvoeren van overige disciplines en de afdichting tussen een ingestorte doorvoerbuiskant en de muur. Zorg bij de kabeldoorvoeren voor een goede ondersteuning van de kabels en verdichting van de grond. Mechanische krachten op de doorvoeringen moeten voorkomen c.q. beperkt worden! In gebieden waar kans op grondverzakking bestaat, wordt geadviseerd om de kabel waar mogelijk zowel binnen als buiten op circa 0,5m overlengte te leggen om de mechanische krachten op de doorvoering te voorkomen c.q. te reduceren.

Enexis heeft de navolgende doorvoeren/afdichtmiddelen gestandaardiseerd. Via de applicatie "Infarm" wordt inzicht gegeven m.b.t. de te gebruiken materialen en artikelnummers. De genoemde afdichtingen gelden als standaard binnen Enexis. Het voert te ver om deze ook verplicht te stellen voor derden. Zij hebben het recht om andere systemen te kiezen, bijvoorbeeld de gecombineerde "AVK-funderings-doorvoer" t.b.v. woonhuizen. De enige eisen die Enexis aan de door derden op te leveren afdichtingen en doorvoeren stelt, betreft waterdichtheid en gasbelemmerendheid conform NEN 2768.

9.1.2 Doorvoeren afdichten met afdichtpluggen

- Gestandaardiseerd zijn "CSD" pluggen.
- Geschikt voor buizen met genormeerde buitendiameter.
- Minder geschikt voor kabels omdat de kabeldiameter niet is genormed **en omdat LS-kabels met omvlochten armering (VO-...) enigszins ovaal van vorm kunnen zijn.**
- Maximaal 1 leiding per invoer-/doorvoerbuis.

9.1.3 Doorvoeren afdichten met afdichtkit of hars

- Gestandaardiseerd zijn "Stopaq" afdichtkit en "Illbruck" 2-component PUR-schuim.
- Geschikt voor kabels en buizen.
- Meerdere kabels en leidingen per invoering/doorvoering mogelijk.
- Nb: 1-component PUR-schuim is NIET waterdicht en NIET gasbelemmerend!

9.1.4 Instortbare kabeldoorvoersystemen

- Gestandaardiseerd is het "Hauff systeem".
- Geschikt voor elektra en gas.
- Meerdere kabels en leidingen per invoering/doorvoering mogelijk.
- Geschikt voor dunne en dikke kabels en koperen aarddraad.
- Via Infarm is inzicht gegeven m.b.t. de te gebruiken materialen.
- Bijlage 7 toont de montageaanwijzing van deze methode.
- Voor het doorvoeren van vele secundaire kabels t.b.v. sturing, standmelding, Beveiliging, en voor situaties waar EMC van belang is, is het Hauff systeem minder geschikt. Hier kan toepassing van een systeem van Roxtec of MCT Bratberg voordelen bieden (zoeken op internet).

9.1.5 Niet meer bouwkundig afdichten met cement

- Wordt afgeraden voor ondergrondse geveldoorvoeringen (niet flexibel).
- Wordt enkel acceptabel bevonden voor afdichten van vloersparingen.
- "Filoform LD-plaat" is een alternatief voor cement.

9.2 Bundelen en bevestigen van kabels in middenspanningsstations

Bij kortsluiting kunnen hoge kortsluitstromen en daarmee hoge dynamische kortsluitkrachten in kabels optreden. Om schade bij kortsluiting te voorkomen, moeten de kabels in toegankelijke kabelkelders en bovengronds altijd kortsluitvast gemonteerd worden. In niet-toegankelijke kabelkelders, hoeven de kabels niet kortsluitvast te worden aangelegd. Raadpleeg voor de wijze van het bevestigen van kabels in stations ook Net- en bedrijfsvoeringskader Ecb-0018.k (Het ontwerpen en inrichten van betreedbare MS-stations).

9.2.1 Enkeladerige kabels

Bevestigingsbeugels, kabelblokken, e.d. t.b.v. het bevestigen van enkeladerige kabels mogen niet bestaan uit ferromagnetische materialen (zoals met glasvezel versterkt kunststof, aluminium of van zwak magnetisch RVS). Ferromagnetische materialen (zoals ijzer) vormen een 'gesloten kring' om de enkeladerige kabel waardoor wervelstroomverliezen ontstaan die de kabel ontoelaatbaar kunnen opwarmen.

In het verleden werden enkeladerige kabels voor het MS- en LS-zijdig aansluiten van distributietransformatoren altijd in plat vlak gemonteerd. De Nederlandse energie-sector heeft in 2023 echter het advies van de Nederlandse overheid m.b.t. het zoveel mogelijk beperken van elektromagnetische velden overgenomen. Dit betekent dat de 'trafo-aansluitkabels' voortaan tegen elkaar aan gebundeld worden aangelegd, i.p.v. in 'plat vlak'.

De enkeladerige kabels vanaf de transformator naar het laagspanningsrek worden voortaan gebundeld in een vierkant-configuratie middels zogenaamde 'Quad-kabelklemmen'.



De enkeladerige kabels vanaf de transformator naar de middenspanningsinstallatie worden voortaan gebundeld in een driehoek-configuratie middels zogenaamde 'Triple-kabelklemmen'.



Enkeladerige MS-netwerkkabels worden voor zover mogelijk tegen elkaar aan, in driehoek ligging, met kabelklemmen gemonteerd op de vloer of een metalen constructie die de kabels begeleid naar de middenspanningsinstallatie.

Maximaal aan te houden afstanden tussen kabelbevestigingen bij het bevestigen van enkeladerige kabels:

Verticale montage:

- Gemonteerd op kabelbaan: maximaal 1,5m.
(kabels onderling liggen op minimaal 1 x kabeldiameter afstand van elkaar).
- T.b.v. trekontlasting bij schakelinstallaties volstaat in beginsel 1 trekontlastings-klem per kabel.

Horizontale montage:

- Indien geen kabelbaan aanwezig is dient men rekening te houden met de maximaal toegestane doorbuiging van de kabel. Indien gemonteerd op kabelbaan: maximaal 30 x kabeldiameter.

9.2.2 Meeraderige kabels

Maximaal aan te houden afstanden tussen kabelbevestigingen bij het bevestigen van meeraderige kabels:

Verticale montage:

- Bij verticale bevestiging op kabelbaan: maximaal 1,5m.
- T.b.v. trekontlasting bij schakelinstallaties volstaat in beginsel 1 trekontlastings-klem per kabel.

Horizontale montage:

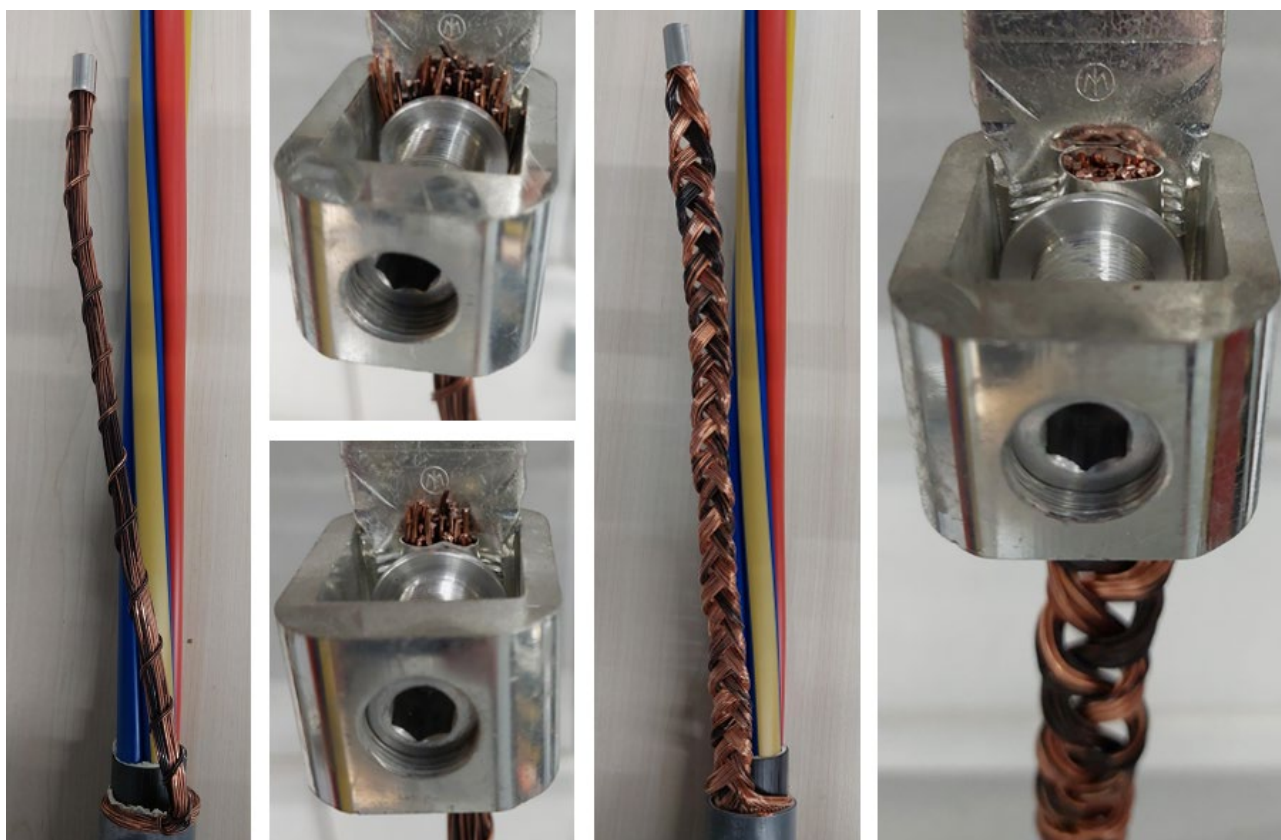
- Niet afgeschermd kabels: 20 x kabeldiameter.
- Afgeschermd kabels: 30 tot 35 x kabeldiameter, max. afstand: 80cm.

9.2.3 LS- en MS-kabels: Het afwerken en monteren van aardschermen

Bij het monteren van aardschermen van LS- en MS-kabels in LS-kasten, aansluitkasten en station moet worden gelet op een goede afwerking. Omdat kunststof bundelbandjes, tapes, e.d. kunnen verouderen, zijn enkel de onderstaande 2 methoden goedgekeurd voor het bundelen van de schermraden tot aan de verbinding op de aardrail:

- Bundelen/twisten en dit samenstel omwikkelen met 2 koperen schermraden.
- Vlechten.

Bij het monteren van de schermraden in de aardklem of kabelschoen moet erop worden gelet dat de schermraden strak in elkaar zijn getwist. Ook bij vlechten moet dit laatste deel strak in elkaar zijn getwist. Dit om het risico van een slecht elektrisch en mechanisch contact tot een minimum te beperken. Tijdens een kortsluiting kunnen er namelijk hoge stromen vloeien waarbij grote krachten op de schermraden worden uitgeoefend. Desgewenst mag er gebruik worden gemaakt van een adereindhulsje, dit is echter niet verplicht. Zie onderstaande foto's ter illustratie.



10 Montage van kabelmoffen in LS- en MS-kabels

10.1 Algemeen

Instructies voor het vervaardigen van verbindings-, overgangs-, en eindmoffen maken geen deel uit van deze richtlijn. De montage-instructies kunnen namelijk per type mof verschillend zijn. De montage-instructies van de gestandaardiseerde moffen zitten in de standaard mofkits en zijn via intranet (GOED) beschikbaar.

M.b.t. de kabelgarnituren geldt dat de volgende componenten alleen gemonteerd mogen worden door monteurs die hiervoor een specifieke, component-gerelateerde training gevolgd hebben (door Enexis of een door Enexis-ET&O akkoord bevonden training en trainingsinstituut) en die daardoor hiervoor gecertificeerd zijn:

- MS-eindsluitingen en -stekeraansluitingen (incl. kabelschoenen/aansluitklemmen).
- MS-verbindingen (moffen en verbindingsklemmen).
- LS-verbindingen (moffen en klemmen).

Uitgangspunt bij de plaatsbepaling van (vooral MS-)moffen is dat deze niet worden gemaakt op moeilijk bereikbare of risicovolle locaties zoals in kabelkelders van (HS/)MS-stations, onder verkeerswegen of net voor de ingang van een schoolplein.

10.2 LS- en MS-kabels op eind; eindmof of einddop?

Het beleid van Enexis is dat in beginsel voorkomen moet worden dat MS-kabels op eind komen te liggen (geen nutteloze assets aanleggen). Echter, in bepaalde situaties kan het gewenst zijn om tijdelijk een kabel op eind te leggen, of om een belangrijke vrijkomende ondergrondse kabel te behouden voor toekomstig gebruik. Daarentegen geldt dat Enexis in distributienetten altijd kabeleinden aan wil leggen bij niet metaal omsloten schakelinstallaties. Dit voorkomt aggregaat-inzet bij het maken van een verbindingsmof terwijl dat aggregaat wel nodig zou zijn geweest bij het moeten monteren van een eindsluiting onder die schakelinstallatie. Zie hiertoe de MS-Ontwerpkaders Eca-001.K "MS-aansluitingen" en Eca-002.K "Configuratie MS-D netten en MS-D netstations". Omdat een beschadiging van een spanningsloze kabel niet door een beveiliging wordt gedetecteerd, wordt aanbevolen om deze uitvoeringswijze enkel in tijdelijke situaties tot en met een duur van 2 jaar toe te passen en daarbij de volgende werkwijze aan te houden:

- Na aanleg van de betreffende kabel(s) een opleveringsbeproeving uitvoeren om te borgen dat een kabelverbinding na de aanleg in goede staat wordt achtergelaten.
- Indien een MS-kabel op eind wordt gelegd, is in beginsel de warmkrimp einddop welke aan de binnenkant is voorzien van lijm, de beste keus om een spanningsloos kabeluiteinde te beschermen tegen het indringen van vocht.
- Bij kabels op eind en die aan één zijde op een schakelinstallatie zijn aangesloten, moet altijd op de schakelinstallatie in de veldbenaming "kabeleind" worden vermeld en moet dit veld worden voorzien van een waarschuwbord "niet inschakelen".
- Spanningsloze kabels op eind dienen in GEN/X-viewer geregistreerd te worden ("BB" (buiten bedrijf) dekt i.c.m. het aanlegjaar voldoende de lading).
- Wanneer de betreffende kabel naderhand in gebruik moet worden genomen, dient weer een opleveringsbeproeving uitgevoerd te worden om vast te stellen of de kabel al dan niet beschadigingen heeft opgelopen.

- In geval van twijfel over de kwaliteit van een MS-kabelverbinding kan na in bedrijf name overwogen worden om deze te laten bewaken middels Smart Cable Guard.

Nb: deze werkwijze kan ook worden gevolgd wanneer er laagspanningskabels spanningsloos op eind moeten worden aangelegd. [Zie hiertoe bijvoorbeeld LS-Ontwerpkaders Eea-0202.K "Configuratie LS- en OVL-netten"](#). Bij twijfel over de kwaliteit van een LS-kabelverbinding kan na in bedrijf name in plaats van Smart Cable Guard overwogen worden om de kabel te beveiligen met een automatische zekering. [Mocht er bij LS behoefte zijn om de LS-kabels op eind onder spanning te bedrijven en te kunnen selecteren, bijvoorbeeld omdat de LS-kabels langer dan 6m zijn, dan is het wellicht een optie om een eindmof aan te brengen met aarding.](#)

Enkel wanneer een MS-kabeleind onder spanning moet worden bedreven (waarmee een 'bewaking' wordt gerealiseerd voor het geval de kabel beschadigt mocht raken), wordt gekozen voor een volwaardige eindmof. [Een eindmof met aarding is hiervoor \(nog\) niet beschikbaar.](#) Voor het onder spanning bedrijven van een kabeleind gelden echter een paar kanttekeningen. Wanneer een kabeleind gelijk achter een vermogensschakelaar onder spanning wordt bedreven, zal bij een storing door bijv. graafschade geen sprake zijn van energie uitval bij klanten. Wanneer een kabeleind achter een lastschakelaar onder spanning wordt bedreven, zal bij een storing de gehele voorliggende distributiestreng tot aan de vermogensschakelaar uitvallen. Er moet dus een afweging gemaakt worden tussen het risico op storingsminuten bij klanten vs. het belang/risico om dat kabeleind onder spanning te bedrijven. Het belang om een kabeleind onder spanning te bedrijven wordt bepaald door bijv. de economische waarde van die kabel af te wegen tegen de risico's bij een storing in dat kabeleind. De economische waarde van een kabel komt voort uit bijvoorbeeld het feit dat die kabel nog niet economisch is afgeschreven, of door de hoge vervangingskosten van die kabel.

10.3 Vochtproef bij montage GPLK

Op een natte GPL-Kabel kan geen betrouwbare mof worden gemaakt. Bij het maken van een mof op een GPL-Kabel, dient de papierisolatie vooraf altijd te worden gecontroleerd op aanwezigheid van vocht. Neem hiertoe de binnenste en buitenste lagen van het gordel- én aderpapier. Dompel deze papierlagen in een frituurpan met paraffine of kabelvet van 140-150°C. Indien er schuimvorming optreedt, moet de kabel worden afgekeurd. In een dergelijke situatie is het aan te bevelen om een stuk kabel van 1 a 2m af te knippen en dan de vochtproef te herhalen. Dit om na te gaan of de kabel in zijn geheel vochtig is, of slechts deels. Zie ook de volledige instructie Ecc-0062.I op Intranet.

10.4 Moffen in enkeladerige MS-kabels

Enexis hanteert geen specifieke onderlinge afstand tussen MS-moffen. Het kan bij aanleg van éénfase kabels voorkomen dat de einden van de 3 afzonderlijke éénfase kabels niet bij elkaar komen te liggen. Er geldt dan ook geen verplichting om de 3 moffen t.b.v. doorverbinding van de 3 afzonderlijke fasen bij elkaar te leggen. Op basis van praktische omstandigheden, het lengteverschil tussen de éénfase kabels en de extra kosten voor het graven van meerdere mofgaten t.o.v. 1 mofgat, mag besloten worden om de 3 fasemoffen al dan niet bij elkaar te leggen.

10.5 Invoeren van kabels in stations en LS- kasten

Omdat de standaard MS kabel 3x240Al lastig is in te voeren in MS-stations en lastig is aan te sluiten op MS-installaties, is het beleid van Enexis dat alle middenspanningsruimtes enkel nog worden aangesloten met enkeladerige MS-kabels. Hierbij wordt buiten de middenspanningsruimte een overgangsmof gemaakt van de drie-aderige kabel naar drie enkeladerige kabels om het invoeren te vergemakkelijken. In relatie tot de in paragraaf 3.2.5 genoemde verschrotingsgrenzen wordt de betreffende overgangsmof binnen 75m van een middenspanningsruimte gemaakt.



Lengtes tot 200m mogen geheel middels 1x240Al worden gerealiseerd. Bij grotere lengtes wordt standaard de 3x240Al toegepast en wordt bij het station een overgangsmof naar 1x240Al gemaakt t.b.v. het ergonomisch invoeren van de kabels in het station.

Behalve voor drie-aderige kunststof MS-kabels geldt dit beleid ook voor gepantserde papier-lood kabels omdat het aanbod aan eindsluitingen voor GPLK beperkt is. Ook is de betrouwbaarheid en onderhoudsgevoeligheid van eindsluitingen voor kunststof kabels beter. Voor de overgang en inlassing bij GPLK mag gebruik worden gemaakt van de gestandaardiseerde kunststof MS-kabels (inclusief de 1x25Cu).

Met ingang van 2025 is het beleid dat ook de GPLK-laagspanningskabel niet meer wordt ingevoerd in station, laagspanningsverdeelkasten en aansluitkasten. Dit om het trekken en buigen aan verouderde GPLK te beperken. Net als bij middenspanning dient een overgangsmof te worden gemaakt naar een kunststof LS-kabel t.b.v. het invoeren en aansluiten.

10.6 Crossbonding bij enkeladerige MS-kabels

10.6.1 In nieuwe netten

Enexis past sinds medio 2019 geen crossbonding meer toe in nieuwe enkeladerige MS-kabelcircuits omwille van onder meer de volgende redenen:

- Er is sprake van beperkte schermverliezen in kabelcircuits die in driehoek formatie zijn aangelegd.
- Het voorkomen van schermverliezen is nooit 100% goed te engineeren waardoor ook met crossbonding de verliesstroom nooit tot nul gereduceerd zal worden.
- De invloed van crossbonding op de belastbaarheid van de kabel is minimaal.
- Crossbonding leidt tot hinder bij metingen t.b.v. storingslokalisatie en bij diagnostische metingen zoals de offline Tan-Delta en PD-meting en de online PD-meting middels Smart Cable Guard.
- De voordelen van crossbonding wegen daardoor niet op tegen de nadelen.

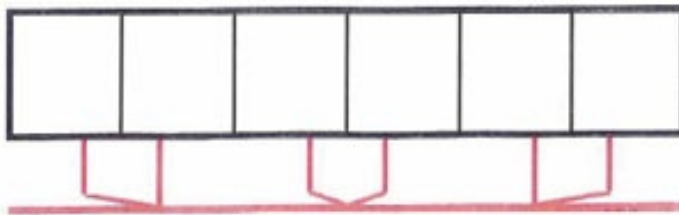
10.6.2 In bestaande netten

Bij aanpassing van bestaande netten met crossbonding, zoals bij verlenging of een inlissing, bestaat de kans dat de aanwezige crossbonding niet meer optimaal functioneert. Het is dan een mogelijkheid om de aanwezige crossbonding ongedaan te maken. Zie daartoe de vervangingsrichtlijn Ecc-0547.R.

10.7 Enkele of dubbele aftakmof bij huisaansluitingen?

Document Eeb-0044.I (zie intranet) bevat montageinstructies voor laagspanningsmoffen. Een bijzonder moftype dat in die montageinstructies is beschreven, betreft de dubbele huisaansluitmof ofwel 'tweelingmof' (het realiseren van 2 aansluitingen in 1 aftakmof). Deze montage is toegestaan onder de volgende voorwaarden:

- Enkel ten behoeve van huisaansluitingen met een standaard aansluitkabel 6mm² Cu (niet toegestaan bij kleinzakelijke aansluitingen).
- De onderlinge afstand tussen de beide naastgelegen meterkasten (gemeten langs de openbare weg) bedraagt maximaal 6m (In geval van tegenover elkaar liggende woningen: de totale extra te leggen kabellengte om een dubbele aftakmof te kunnen realiseren mag niet meer dan 6m bedragen; uit kosten oogpunt worden daarboven 2 separate aftakmoffen voordeliger).
- De aansluitkabel dient over het perceel van de betreffende woning aangelegd te worden.
- Vanaf de "tweelingmof" zijn de volgende aanlegwijzen van de aansluitkabel toegestaan.



- Staande in het mofgat en kijkend naar de woningen, is het verplicht om de linker woning aan de linkerzijde van de dubbele aftakmof in te voeren en de rechter woning aan de rechterzijde van de dubbele aftakmof in te voeren.

10.8 Storingsreparatie middels het maken van een mof

Bij een kortsluiting in een kabelverbinding ontstaan een aantal effecten:

- Een zeer hoge kortsluittemperatuur tot max. 250°C;
- Verbranding van materiaal c.q. roetvorming door de optredende vlamboog;
- Verdamping van de aluminium of koperen geleider;
- Overdruk en kortsluitkrachten veroorzaken een zware mechanische belasting.

Door deze effecten is de kans aanwezig dat de kwaliteit van de kabel direct links of rechts van de storingsplek wordt aangetast. Bij herkenning van bovenstaande effecten dient bij reparatie van een storing in een kabelverbinding links en rechts van de feitelijke storingsplek ten minste 2m kabel extra te worden weggeknipt en te worden vervangen door nieuwe kabel. Enkel wanneer de effecten van een kabelstoring beperkt zijn tot een klein rond gaatje (zie navolgende afbeelding), is dit niet nodig.



11 Toelichting gebruik bijlagen

De navolgende bijlagen zijn informatief en geven een samenvatting van geraadpleegde literatuur en ervaringen. In de praktijk dient men er rekening mee te houden dat sommige gegevens niet volledig en actueel kunnen zijn. Voor de volledigheid dienen de gehele en meest recente richtlijnen en voorschriften van de betreffende instanties geraadpleegd te worden.

Bijlage 1: Methoden voor kruisingen

1.1 Algemeen

De eenvoudigste wijze om binnen de bebouwde kom een weg met een leiding te kruisen is door een sleuf dwars door de weg te maken. Deze methode wordt "open ontgraving" genoemd. Tijdens werkzaamheden kan het verkeer omgeleid worden of er kan een noodbrug over de ontgraving worden gelegd. Buiten de bebouwde kom is open ontgraving vaak niet mogelijk, omdat het verkeer niet eenvoudig kan worden omgeleid. Als wegomlegging of een noodbrug moeilijk te realiseren is, kan men de sleuf over de helft van de weg graven en de mantelbuis leggen, de sleuf aanvullen en het wegdek repareren. Vervolgens graaft men in de andere helft van de weg een sleuf en legt hierin de mantelbuis en sluit deze aan op het al gelegde deel.

Naast de open ontgraving zijn er ook meerdere "sleufloze methoden" beschikbaar om kruisingen met verkeers-, water- en spoorwegen te realiseren zoals:

- Doorpersing van een mantelbuis.
- Horizontale boring met behulp van persluchtraket.
- Avegaarboring
- Horizontaal gestuurde boring.

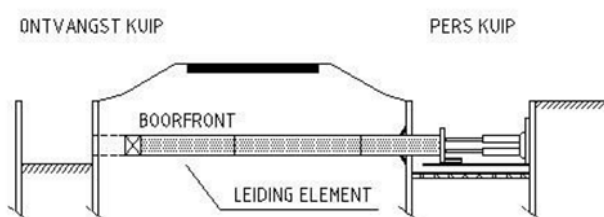
Deze methoden zullen in het vervolg van deze bijlage worden toegelicht. Door de verbeterde technieken kunnen (grotere) leidingen over langere afstanden geperst of geboord worden. Het succesvol uitvoeren van een boring of persing is in belangrijke mate afhankelijk van een gedegen (grond-) onderzoek en controle tijdens de uitvoering.

1.2 Doorpersing van een mantelbuis

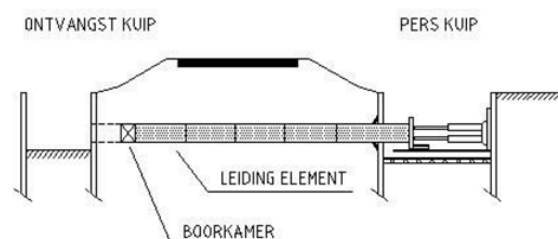
Inleiding

Er zijn twee soorten technieken bij het doorpersen van een mantelbuis:

- Open front techniek (OFT) (figuur 1).
- Gesloten front techniek (GFT) (figuur 2).



Figuur 1: Principe Open Front Techniek.



Figuur 2: Principe Gesloten Front Techniek.

In de NEN 3650 zijn de voorschriften voor uitvoering van de doorpersing opgenomen. De belangrijkste aspecten van het doorpersen van een mantelbuis zijn:

- 1 uitvoering doorpersing
- 2 (hierna aangegeven) aandachtspunten
- 3 persdruk
- 4 oorzaak te hoge persdruk

Uitvoering doorpersing

Voor het maken van een wegdoorpersing wordt naast de weg een werkput gemaakt. Hierin wordt de hydraulische pers op gesteld, die de mantelbuis met behulp van vijzels door het weglichaam drukt. Door de mantelbuis heen wordt de grond met een avegaar voor in de mantelbuis weggehaald. Voorkomen moet worden dat de avegaar de grond voor de buis verwijderd. In dat geval is er geen sprake van persen, maar van boren. Boren is niet toegestaan in verband met instortingsgevaar. De aandrijving van de avegaar moet voorzien zijn van een omkeerkoppeling. Bij het doorpersen wordt de mantelbuis steeds doorgeschoven, totdat de voorkant van de mantelbuis 0,5 a 1m buiten het wegdek uitsteekt.

Aandachtspunten

Voor aanvang van het doorpersen moet men denken aan de volgende punten:

Ligging van andere kabels en leidingen

De ligging van andere kabels en leidingen moet bekend zijn, evenals een eventueel riool in het midden van de weg.

Grondwaterstand

De grondwaterstand moet door middel van bronbemaling tot ten minste 0,50 m beneden de onderkant van de persbuis worden verlaagd, omdat de grond in de omgeving van de buis anders een drijfzandkarakter kan krijgen, met als gevaar dat de grond in de buis zal lopen.

Manometer:

De hydraulische pers moet een goed afleesbare manometer hebben.

Prognose persdrukken

Er moet een prognose worden gemaakt van de persdrukken die o.b.v. grondwrijving worden verwacht. Onderzoek heeft uitgewezen dat deze prognosedruk onafhankelijk is van de diepteligging van de buis en weinig varieert met de grondsoort.

Controle werkelijke en maximale druk

Tijdens het persen moet de persdruk beneden de prognosedruk blijven. Voor een goede controle moeten de werkelijke en maximale toelaatbare druk in een grafiek worden uitgezet. Een oorzaak van een te hoge persdruk is bijvoorbeeld de aanwezigheid van een ondergronds obstakel (bijv. boomresten).

Maatregelen bij overschrijding persdruk

Wordt de toelaatbare persdruk meer dan 10 procent overschreden dan moet het persen worden gestopt. Het doorgeperste deel van de wegboring moet met zand zo goed mogelijk opgevuld en aan de voorzijde dicht gemaakt worden, om te voorkomen dat de grond door de open buis wegspoelt.

Onderlinge afstand parallel uit te voeren doorpersingen

Bij twee parallel uit te voeren doorpersingen moet de onderlinge afstand ten minste gelijk zijn aan de gronddekking van de doorpersingen om voldoende compacte grond zowel boven als naast de buis te houden. Het afzwaaien van de tweede persbuis wordt hierdoor zoveel mogelijk voorkomen.

1.3 Pneumatische boortechniek (PBT)

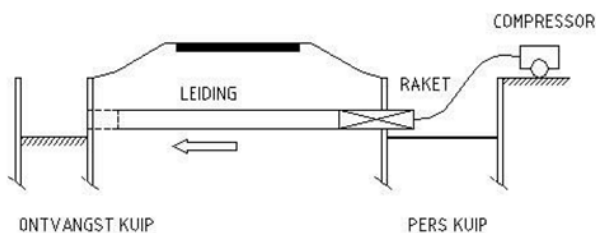
Bij niet al te grote lengte kan een horizontale boring m.b.v. een bodempersluchtraket worden uitgevoerd. Het kenmerk van pneumatische boortechniek is dat de leiding door middel van een horizontale "heiblok" wordt doorgevoerd. De raket kan de leiding voor zich uit in de grond heien of achter zich aan trekken.

De raket bestaat uit een stalen cilinder in de vorm van een torpedo waarin een pneumatisch beweegbare zuiger past. De zuiger slaat met kracht tegen een aambeeld voor in de cilinder. Door de stootkracht van de zuiger tegen de cilinder schiet de raket een stukje naar voren. De zuiger wordt vervolgens weer naar achter bewogen en het proces herhaalt zich. Tijdens de achterwaartse beweging van de zuiger blijft de raket op zijn plaats door de wrijving tussen de grond en de cilinder. De pneumatische boortechniek is in principe een niet bestuurbare methode en tamelijk gevoelig voor afwijkingen.

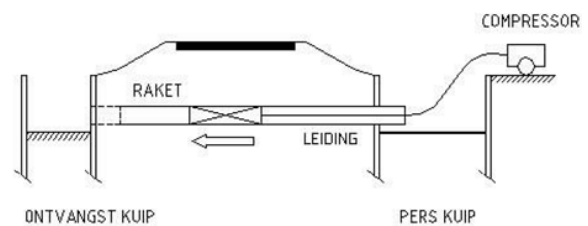
Toepassingen

Er zijn twee toepassingen:

- 1 Impact Ramming (figuur 3).
- 2 Impact Moling (figuur 4).



Figuur 3: Principe Impact Ramming.



Figuur 4: Impact Moling.

Als er obstakels verwacht worden, is de impact moling techniek het meest geschikt om te boren. Een persluchthamer is het meest geschikt om vóór te boren.

Impact ramming:

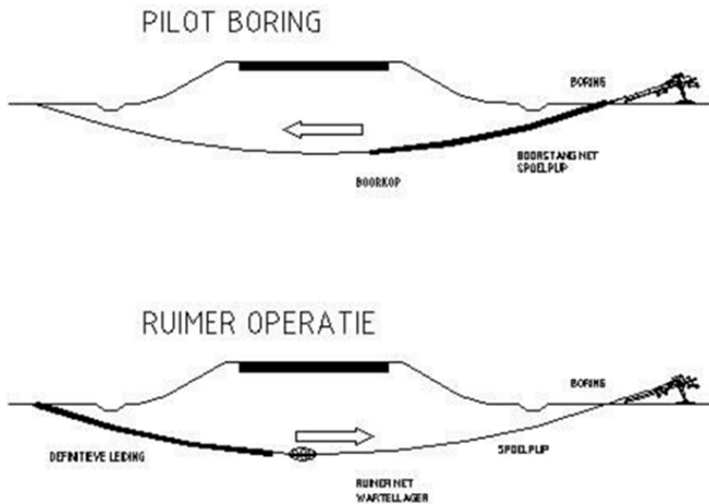
Bij impact ramming wordt de raket achter de productleiding bevestigd, zodat de raket de leiding voor zich uit de grond in slaat. De leiding moet aan de voorzijde open zijn om grondverdringing te voorkomen. Wanneer de leiding aan de voorzijde open is wordt na het doorvoeren van de leiding de grond uit de leiding verwijderd.

Impact moling:

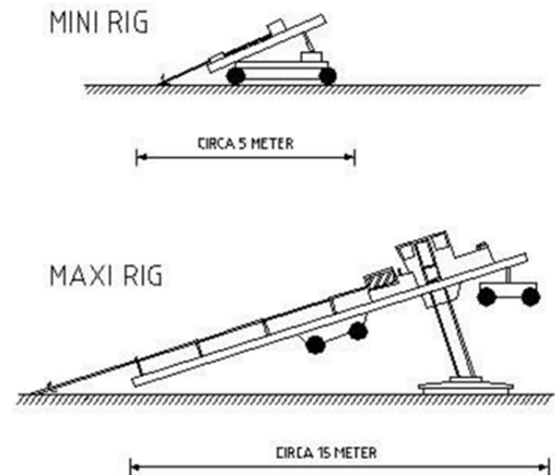
Bij impact moling wordt de raket aan de voorzijde van de productleiding bevestigd. Het boorgat wordt door de raket altijd grondverdringend gecreëerd.

1.4 Horizontaal gestuurde boring.

Bij horizontaal gestuurde boringen (figuur 5) wordt er onder het te kruisen object een kanaal gemaakt waarna de leiding er door wordt getrokken. Hiervoor bestaan verschillende typen machines (figuur 6).



Figuur 5: Principe Horizontaal Gestuurde Boring.



Figuur 6: Typen machines.

De aannemer bepaald welk type machine gebruikt moet worden aan de hand van onder meer de grondsoort, de leidingmiddellijn, het leidingmateriaal en de lengte van het te kruisen object. Enexis dient hiervoor de werktekening en de eisen m.b.t. de boring aan te leveren. De grondsoort bepaalt voor een deel hoe zwaar de machine moet zijn tijdens het boren, opruimen en intrekken. In kleigrond zal het kanaal tijdens het boren, opruimen en intrekken intact blijven en zal de glijdvlloeistof bentoniet als smering dienen. Bentoniet is een vla-achtig mengsel van water en vulcanische klei. In zandgrond zal het zand zich tijdens het boren nauw rond de boorbuizen en de leiding omgeven. Daardoor verliest bentoniet zijn functie als smeermiddel en ontstaat een grotere wrijvingskracht. In zandgrond zal dus een krachtiger machine gebruikt moeten worden, dan in kleigrond. Hoe groter de middellijn des te groter de wrijvingskracht, en des te sterker de machine moet zijn.

Figuur 6 geeft indicatief de benodigde ruimte voor het opstellen van de "boorrig". Houdt er bij het bepalen van de boorlocatie rekening mee dat er ook ruimte nodig is voor de vrachtwagens die het bentoniet aanleveren en die de vrijkomende grond afvoeren. Bij toepassing van HDPE mantelbuizen tot en met 160mm moet rekening worden gehouden met het kunnen opstellen van de haspelwagens. Bij grotere diameters worden de buizen in vaste lengtes aangeleverd die terplekke aan elkaar gelast dienen te worden. Het beste is dan ook om een boring altijd vroegtijdig/vooraf af te stemmen met de aannemer.

De horizontale boormethode is zeer goed bestuurbaar en de positie van de boorkop kan continu 3-dimensionaal bepaald worden (x, y, z positie). Met deze techniek kunnen (afhankelijk van het materieel van de aannemer) boringen worden uitgevoerd van enkele tientallen tot enkele honderden meters en diameters tot indicatief 900mm.

1.5 Avegaarboring.

Een Avegaarboring is een relatief nieuwe techniek die vandaag de dag vaak bij spoorkruisingen wordt toegepast. Een avegaarboring heeft veel weg van een raketpersing en wordt uitgevoerd met een gladde buis waarbij de grond gedurende de voortgang uit de buis wordt verwijderd met behulp van inwendig geplaatst een wormwiel (vijzel), waardoor de weerstand afneemt. De buis wordt horizontaal met vijzels vooruit geperst. Een avegaarboring is beter te sturen dan een raketpersing en kunnen indicatief uitgevoerd worden tot een diameter van 220mm. Afhankelijk van de grondslag en de gebruikte boordiameter kunnen lengtes tot meer dan 30 meter worden bereikt.

Bijlage 2: Bronnering; droog houden van infrastructurele werken

2.1 Algemeen

In een aantal situaties is het bij het uitvoeren van infrastructurele werken noodzakelijk om het grondwaterpeil beneden een vereist peil te houden. Binnen Enexis wordt hiertoe bronbemaling toegepast. Dit is gericht op het "in den droge uitvoeren van bouwactiviteiten".

- Redenen voor bronnering bij ENEXIS kunnen zijn:
 - Het voorkomen van water in sleuven en werkgaten.
 - Het voorkomen van opdrijven van kabels en leidingen.
 - Het voorkomen van instromen van water en/of ongerechtigheden in kabels.
 - Bij open front boortechniek en pneumatische boortechniek (zie bijlage 1) mag het aanlegniveau van de buis niet beneden de grondwaterspiegel liggen. Een aanlegniveau onder de grondwaterspiegel veroorzaakt een oncontroleerbare instroming van het grond-/watermengsel. Derhalve is een grondwaterstandverlaging tot minimaal 0,50 m beneden het aanlegniveau noodzakelijk.
 - Bij gesloten front boortechniek (zie bijlage 1) dient de pers- en ontvangstuip droog te worden gehouden.

2.2 Vergunnings- en aanmeldingsplicht

Voor het onttrekken of lozen van grondwater is in principe vergunning volgens de Grondwaterwet (artikel 14) of WVR (lozing) vereist. De te betrekken instanties staan vermeld in navolgende tabel. Te allen tijde geldt een aanmeldings- en registratieplicht bij Gedeputeerde Staten (provincie). De noodzaak van vergunnings- en aanmeldingsplicht is afhankelijk van de betreffende provincie, het lozingsdebiet in m³ per maand of per uur, de diepte van de grondwateronttrekking en de totale bemalingsduur. Via vooroverleg zal de provincie beoordelen in hoeverre mogelijkheden zijn onderzocht om via alternatieven de omvang van de onttrekking te minimaliseren.

Indien de onttrekking niet plaatsvindt in "functiegebieden" (bijvoorbeeld kwetsbare natuurgebieden) kan bij sommige provincies in een aantal gevallen bij onttrekking vrijstelling van vergunningplicht gelden. Dit is bijvoorbeeld van toepassing indien de boringsdiepte tot een bepaald maximum beperkt blijft (in het algemeen is dit bij de bronbemalingen het geval) en het aantal m³ grondwater dat onttrokken wordt een bepaalde hoeveelheid per uur niet overschrijdt.

Situatie	Onttrekking	Lozing op oppervlaktewater	Lozing op riolering	Terugbrengen in de bodem
Overheidsinstantie				
Provincie	X			X
Waterkwaliteitsbeheerder*		X	X	
Waterkwantiteitsbeheerder**		X		
Beheerder riolering***			X	(X)

*) Waterschap i.v.m. lozingsvergunning en heffing.

**) Waterschap vergunning i.v.m. peilbeheer.

***) Gemeente (meestal) i.v.m. capaciteit van de riolering.

Bij het onttrekken van grondwater dient bij de vergunning c.q. voor het uitvoeren van de boring of persing een bemalingsplan overlegd te worden. Overige gegevens die moeten worden aangeleverd zijn onder meer:

- Omschrijving project.
- Adres en locatie project.
- Reden van de bronnering.
- Alternatieven onderzoek lozing op oppervlaktewater c.q. riolering (bijv. herinfiltratie).
- Startdatum aanvang onttrekking.
- Einddatum onttrekking.
- Maximale hoeveelheid onttrekking in m³ per uur en per maand.
- Maximale totale onttrekking.
- Type bemalingssysteem.
- Afmetingen van de bouwput.
- Hoogte maaiveld t.o.v. NAP.
- Actuele grondwaterstand t.o.v. NAP.
- Maximaal benodigde verlaging.
- Op welke wijze het onttrokken water wordt geloosd.
- Locatie lozing.
- Eventueel te verwachten verontreinigingen.
- Eventueel uitgevoerde bemonsteringen en analyses.
- Zuiveringsvoorzieningen.
- Wijze van terugbrengen in de bodem indien van toepassing.
- Situatietekening (schets) ligging van het project.
- Overzicht /plan onttrekkingssysteem.
- N.A.W. gegevens t.a.v. de projectverantwoordelijken (opdrachtgever, aannemer etc.).

2.3 Het inrichten van bemalingen

Bij inrichtingen die uitsluitend worden gebruikt voor het droog houden van een bouwput voor bouwkundige of civieltechnische werken of die ten behoeve van een ontgraving voor een grondsanering grondwater onttrekken, mag:

- Bij een bouwput de verlaging van de grondwaterstand niet meer bedragen dan 0,50 m onder het funderingsniveau van een desbetreffend bouwelement in de bouwput.
- Bij leidingsleuven de grondwaterstand onder de bodem van de sleuf tot maximaal 0,50 m worden verlaagd.
- Bij een ontgraving, benodigd voor de verwijdering van bodemverontreiniging t.b.v. grondsanering, de grondwaterstand niet meer worden verlaagd dan tot 0,50 m onder het ontgravingniveau.

Het opgepompte water moet in sloten of riolen met voldoende capaciteit worden geloosd. Directe en indirecte overlast respectievelijk schade aan derden dient te worden voorkomen.

2.4 Registratie van de bronnering

Algemeen

Om gevolg te kunnen geven aan de wettelijke en provinciale regelgeving dient bij gebruik van bronnering een nauwgezette administratie te worden bijgehouden met betrekking tot:

- Grondwaterstanden;
- Het debiet in m³ / uur / maand;
- Totale onttrekking;
- etc.

In een aantal provincies geldt, dat geen registratie bijgehouden hoeft te worden indien het voorgeschreven aantal m³ / uur niet wordt overschreden.

In een aantal gevallen is het noodzakelijk om watermonsters te nemen die op een laboratorium geanalyseerd moeten worden. Het bijhouden van een logboek kan een vereiste zijn en aanvullende eisen zijn mogelijk.

Metten van grondwaterstanden/stijghoogten in peilbuizen.

Grondwaterstanden moeten in cm nauwkeurig worden gemeten en ten opzichte van NAP worden vastgelegd. Bij bemalingen die uitsluitend worden gebruikt voor het droog houden van een bouwput t.b.v. bouwkundige en civieltechnische werken en inrichtingen, die bij wijze van proef of t.b.v. grondsanering grondwater onttrekken moet een dag voor de aanvang van de bemaling de grondwaterstand/stijghoogte in de peilbui(s)(zen) worden gemeten. Vanaf de start van de bemaling moet(en) de grondwaterstand(en) en stijghoogte(n) en hoeveelheden worden gemeten. De wijze van registreren is afhankelijk van de provincie en het betreffende waterschap.

Meting onttrokken grondwater

Al het grondwater dat wordt onttrokken, moet worden gemeten met een goedgekeurde watermeter, die overeenkomstig de door de leverancier verstrekte voorschriften is ingebouwd. De nauwkeurigheid van de watermeter is afhankelijk van de eisen van het betreffende waterschap. In het algemeen geldt een nauwkeurigheidsperscentage van 10%). De watermeter dienen overeenkomstig de door de leverancier verstrekte voorschriften te worden ingebouwd. De watermeter dienen zodanig te worden geplaatst, dat minimaal een rechte leiding van 10 keer de diameter van deze leiding vóór de watermeter en 5 keer de diameter ná de watermeter is geïnstalleerd. Hierbij dient ervoor te worden gezorgd dat de uitstroomopening van de leiding na de watermeter boven het niveau van de watermeter wordt aangebracht. De watermeter dient goed toegankelijk en te allen tijde goed afleesbaar te zijn. Indien een watermeter defect raakt, moet deze binnen één week worden vervangen.

2.5 Geluidsoverlast

Indien noodzakelijk dienen elektrische, geluidsarme pompen te worden toegepast. Geluidsarme pompen zijn in het algemeen niet noodzakelijk bij nieuwbouw-projecten zonder direct omwonenden. De opdrachtgever dient voor de nodige vergunningen zorg te dragen.

2.6 Beëindigen van de bemaling

Om het opdrijven van kabels en leidingen te voorkomen mag de bronbemaling pas buiten bedrijf worden gesteld, nadat sleuven en werkgaten voldoende zijn aangevuld en verdicht. Na het verwijderen van de tot een bemaling behorende bemalings-, filter- en peilbuizen, dienen de daarbij ontstane gaten in de bodem tot aan het maaiveld deugdelijk te worden aangevuld en verdicht.

2.7 Heffingen, leges en schaderegelingen m.b.t. onttrekking grondwater

Provinciale belasting op de grondwater onttrekking ("Grondwaterheffing")

Onder de naam grondwaterheffing wordt bij wijze van directe provinciale belasting een heffing opgelegd over de onttrokken hoeveelheid grondwater.

Waterschapsheffing op lozing grondwater

Voor de lozing dient, afhankelijk van de situatie, een heffing te worden betaald aan de "waterkwaliteitsbeheerder" (= betreffende waterschap). Dit geldt zowel voor de lozing op riolering als op oppervlakte water.

Heffing beheerder van de riolering

Indien de lozing op het riool plaatsvindt, dient tevens te worden gerekend met een heffing van de beheerder van de riolering (als regel de betreffende gemeente).

Leges provincie

Voor het in behandeling nemen van een vergunningsaanvraag voor het onttrekken van grondwater zijn aan de provincie legeskosten verschuldigd. De legeskosten zijn afhankelijk van de omvang van de te onttrekken hoeveelheid grondwater.

Schaderegeling

Indien schade ondervonden wordt, als gevolg van grondwateronttrekking, dan is degene die grondwater onttrekt aansprakelijk voor deze schade.

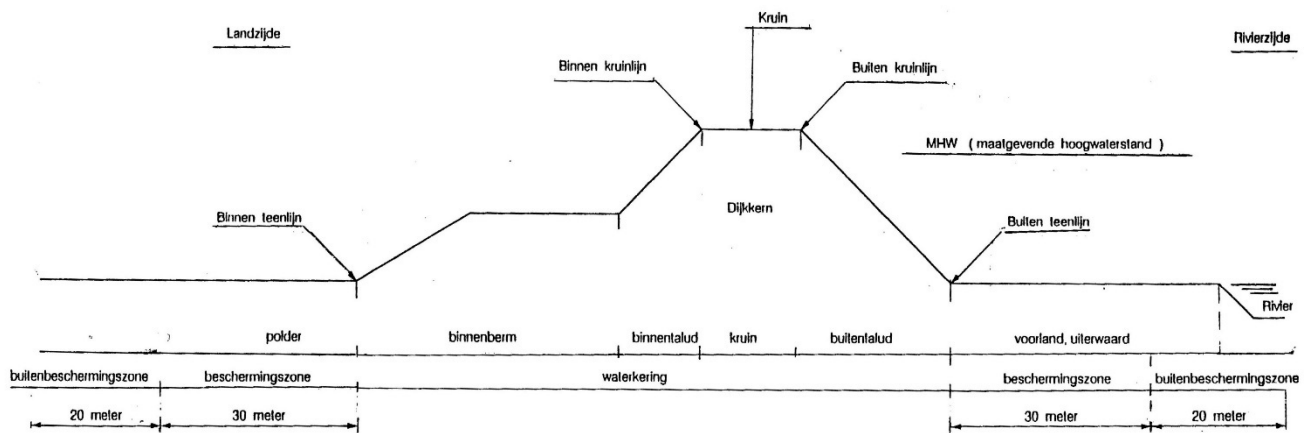
Bijlage 3: Werkzaamheden in waterkeringen en watergangen

3.1 Vergunningsplicht

In of nabij waterkeringen is het niet toegestaan om werkzaamheden te verrichten zonder een schriftelijke ontheffing/vergunning van het betreffende waterschap. Onder meldingsplichtige werken (die mogelijk zonder vergunning mogen worden uitgevoerd), wordt o.a. verstaan het maken van lasgaten.

Houdt er rekening mee dat er sprake kan zijn van een "gesloten seizoen". Dit is een periode, vastgesteld door het waterschap, waarin geen activiteiten mogen plaatsvinden in een dijklichaam of beschermingszone. In deze periode (in het algemeen van 1 oktober tot 1 april) is de kans op hoogwater dusdanig groot, dat activiteiten een negatieve invloed kunnen hebben op het waterkerende vermogen. Bij werkvoorbereiding en uitvoering dienen de bepalingen van het betreffende waterschap te worden geraadpleegd en de bijbehorende overzichtstekeningen met daarop aangegeven de primaire, regionale en overige waterkeringen.

3.2 Begripsomschrijvingen



Figuur 1: Doorsnede waterkering met aangegeven de voorgaand behandelde begrippen.

Waterkeringen

Tot waterkeringen wordt het gehele dijklichaam gerekend, gelegen tussen de binnenteeën (polderzijde) en de buitenteeën (rivierzijde), inclusief kruinen, taluds (piping- of stabiliteitsbermen en de daarin gelegen werken welke van belang zijn voor kering van water).

Primaire waterkeringen

De als zodanig op de overzichtstekeningen van het waterschap aangegeven waterkeringen (bijvoorbeeld langs de Maas).

Regionale waterkeringen

De als zodanig op de overzichtstekeningen van het waterschap aangegeven waterkeringen (bijvoorbeeld langs afwateringskanalen).

Overige waterkeringen

De als zodanig op de overzichtstekeningen van het waterschap aangegeven waterkeringen. (bijvoorbeeld om wateroverlast van woonkernen te voorkomen)

Beschermingszone

Betreft de gronden aan weerszijden van de primaire waterkeringen die zich uitstrekken tot 30 meter van de teen (naast het gebied aangegeven bij de hiervoor aangegeven waterkering) tenzij door het waterschap anders aangegeven.

3.3 Gebods- en Verbodsbepalingen

De verboden met betrekking tot het dijklichaam van de waterkeringen zijn meer vergaand dan die gelden voor de beschermingszones (zie figuur 1). Dit omdat bepaalde handelingen, indien ze in de beschermingszones worden uitgevoerd, het waterkerendvermogen van de waterkering niet aantasten. Voor de gebods- en verbodsbepalingen dienen de bepalingen van het betreffende waterschap te worden geraadpleegd. Het bestuur van het waterschap kan schriftelijke ontheffing verlenen van genoemde geboden en verboden.

3.4 Minimale gronddekking van kabels in waterwegen.

Ten aanzien van dit onderwerp wordt verwezen naar de specifieke interne richtlijn die hiervoor is opgesteld binnen Enexis: Czb.0004.R "Minimale gronddekking van kabels en leidingen in waterwegen".

Bijlage 4: Werkzaamheden aan of in de nabijheid van spoorwegen

4.1 Bepalingen Prorail

De hierna aangegeven richtlijnen zijn ontleend aan de bepalingen van Prorail. Aangezien de richtlijnen alleen op hoofdlijnen zijn overgenomen en aan wijzigingen onderhevig zijn, dient bij werkvoorbereiding en uitvoering tevens de meest recente bepalingen van Prorail te worden geraadpleegd.

4.2 Tracé van kabels en leidingen

Het tracé van kabels en leidingen, alsmede de positie van bijzondere toestellen of andere onderdelen van kabels en leidingconstructies, dient door merkpalen te worden aangegeven. De merkpalen dienen voorzien te zijn van een opschrift met het type van de kabel, de spanning en een bliksempijl in rode kleur.

4.3 Parallelle ligging van kabels

Diepte van parallelle kabels in beheersgebied van spoorwegen

Bovenzijde kabel of beschermhuis tot maaiveld minimaal 0,9m.

Afstand parallelle kabels tot sporen

Kabels en leidingen dienen zo ver mogelijk uit de sporen worden gelegd, doch kabels in geen geval binnen een afstand van 5m en leidingen in geen geval binnen 8m, e.e.a. gemeten vanuit het hart van het buitenste spoor.

Onderlinge afstand parallelle kabels

Met oog op het opgraven van kabels dient de onderlinge afstand tussen de kabels >0,2 m te zijn.

Geen parallelle kabels in het talud van spoorbaan in ophoging

Om instabiliteit van het baanlichaam te voorkomen dienen leidingen op een afstand > 6 m uit de teen van het talud te worden gelegd. In overleg met Prorail kunnen kleinere afstanden dan 6 m worden overeengekomen mits de stabiliteit van het baanlichaam geen risico loopt, of door het nemen van beschermende maatregelen in overleg met Prorail.

Geen parallelle kabels in het talud van spoorbaan in ingraving

Om afschuiving van het talud te voorkomen mogen geen kabels in het talud worden gelegd. Door het aanbrengen van een beschermconstructie, in overleg met Prorail, kunnen mogelijk toch kabels in het talud worden gelegd.

4.4 Kruising van kabels en spoorwegen

Hydraulisch persen:

Een spoorkruising wordt uitgevoerd door hydraulisch persen of een avegaarboring (bijlage 1). De kruising moet worden uitgevoerd door een aannemer, die erkend is door ProRail. ProRail stelt aan het tracé, constructie en het materiaal, die de spoorbaan kruist naast algemene voorschriften nog een aantal bijzondere voorwaarden. Deze bijzondere voorschriften zijn vastgelegd in "technische voorschriften bij vergunningen voor kabels en leidingen in spoorterreinen" van ProRail.

Haaks kruisen van spoorbanen

Kruisingen met een spoorweg dienen haaks onder het spoor te worden aangelegd. Door ongelijke zetting rondom aangebrachte, niet haakse kruisingen, kunnen afwijkingen in hoogte tussen de spoorstaven ontstaan. Het ontsporingsrisico bij niet haakse kruisingen is daardoor significant groter dan bij een haakse kruising.

Geen kruisende kabels toegestaan ter hoogte van wissel, bochten e.d.

Kruisende kabels bij wissels, bochten en andere bijzondere punten verhogen het ontsporingsrisico als gevolg eventuele instabiliteit door de kabelaanleg. Om die reden is het op die punten niet toegestaan de spoorbaan te kruisen.

Verplichte beschermconstructie voor kruisende kabel

Om stabiliteit en daarmee de veiligheid van een spoorbaan te garanderen dienen kruisende kabels ter hoogte van de spoorbaan voorzien te zijn van een beschermconstructie, bijv. mantelbuis. ProRail stelt eisen t.a.v. de toe te passen buistypen.

Aanbrengen en verwijderen van kabels in mantelbuizen

Mantelbuizen dienen dusdanige afmetingen te hebben, dat een kabel aangebracht en verwijderd kan worden zonder dat hiertoe werkzaamheden noodzakelijk zijn binnen het Profiel van de Vrije Ruimte (PVR) + 3m. De PVR is de vrij te houden ruimte boven en naast een spoor waarbinnen zich geen vaste voorwerpen mogen bevinden. In geval van een spoorbaan op een ophoging of ingraving dient de juiste lengte van de mantelbuis nader te worden bepaald aan de hand van de ProRail-bepalingen.

Grond dicht afsluiten van mantelbuizen

Einden en evt. koppelingen van mantelbuizen dienen grond dicht te worden afgesloten.

Minimale kruisingsdiepte en persingen

De minimale kruisingsdiepte bedraagt 1,5 m minus bovenkant laagste spoorstaaf. Afhankelijk van de toegepaste techniek (persingen en HDD-boringen), grondopbouw, grondwaterstanden, aanwezigheid van andere kabels, e.d. kunnen grotere aanlegdieptes worden voorgeschreven.

Vergunning aanvraag en bijbehorende gegevens

De wijze waarop een kruising met het spoor wordt uitgevoerd dient in de vergunningaanvraag omschreven te worden. Tevens dient een tekening van de beschermconstructie te worden overlegd. In relatie tot de garantie van de stabiliteit van het baanlichaam, de noodzakelijk berekeningen hiervoor worden verlangd.