

AFDELING 3 Standaard voorschriften WBL

Groep 02 Elektro- en besturingstechnische voorschriften en eisen

HFDST 5. VOORSCHRIFTEN ONTWERP, AANLEG EN MATERIALEN VOOR KABELS EN ELEKTRISCHE LEIDINGEN TEN BEHOEVE VAN ELEKTROTECHNISCHE INSTALLATIE.....	1
5.1 INLEIDING	1
5.1.1 Algemeen	1
5.1.2 Ontwerp en onderhoudsbeleid algemeen	1
5.1.3 Nieuwe of bestaande installaties	2
5.2 DOCUMENTATIE.....	2
5.2.1 Documentatie bij ontwerp en vóór uitvoering	2
5.2.2 Documentatie tijdens aanleg	2
5.2.3 Documentatie bij oplevering	3
5.3 LEVENSDUUR.....	3
5.4 KEURING EN ONDERHOUD	3
5.4.1 Nulmeting nieuwe installaties	3
5.4.2 Groepskeuring	3
5.4.3 Storingen in (terrein)kabels	4
5.5 KEUZE VAN KABELS EN LEIDINGEN	4
5.5.1 Elektrische dimensionering algemeen.....	4
5.5.2 Werktuigen	4
5.5.3 Signaal en instrumentatiekabels	4
5.5.4 Data en Netwerk kabels	4
5.5.5 Kabelnormen en toepassingen.....	4
5.6 AANLEG VAN BEKABELING	6
5.6.1 Wijze van aanleg	6
5.6.2 Algemeen	6
5.6.3 Vluchtroutes en bereikbaarheid.....	6
5.6.4 Onderhoud en aanpassingen	6
5.6.5 Voorzieningen tijdens montage	6
5.7 AANLEG BINNEN EN BOVENGRONDS.....	6
5.7.1 Hoofdvoeding vanuit trafo	6
5.7.2 Kabelbuizen	7
5.7.3 Verlichting en wandcontactdozen.....	7
5.7.4 Kabel-, vloer- en wandgoten en Ladderbanen	7
5.8 AANLEG IN CIVIELE CONSTRUCTIES	8
5.8.1 Mantelbuizen en vloergoten	8
5.8.2 Aanleg in (beton)constructies	9
5.8.3 Mantelbuizen onder waterbassins.....	9

5.8.4	Aanleg in rioolwaterkelders of natte ruimtes	10
5.8.5	Kabeldoorvoeringen en afdichtingen van gebouwen en droge kelders	10
5.9	AANLEG ONDERGRONDS	11
5.9.1	Aanleg tracés met grondkabels	11
5.9.2	Kabelmarkeringen ondergronds	12
5.10	AANSLUITEN VAN KABELS EN ADERS	12
5.10.1	Algemeen	12
5.10.2	Aansluiten geleiders	13
5.10.3	Gebruik kabelmoffen	13
5.10.4	Aansluiting van werktuigen	13
5.10.5	Aansluiting van verlichting en instrumentatie	13
5.10.6	Kastdoorvoeren	13
5.11	BEKABELING TERREIN VERLICHTING	13
5.12	VERDYGO® INSTALLATIES	14
5.12.1	Algemeen	14
5.12.2	Bovengrondse wegkruisingen	14
5.12.3	Ondergrondse wegkruisingen	14
5.12.4	Voorbeelden	14
5.13	ZONNEPANELEN	16
5.13.1	DC bekabeling zonnepanelen algemeen	16
5.13.2	Zonneweiden:	16
5.13.3	Systeemsparing groter dan 120 V DC	16
5.13.4	AC bekabeling zonnepanelen/netkoppeling	16
5.14	REVISIELIJST	18

HFDST 5. VOORSCHRIFTEN ONTWERP, AANLEG EN MATERIALEN VOOR KABELS EN ELEKTRISCHE LEIDINGEN TEN BEHOEVE VAN ELEKTROTECHNISCHE INSTALLATIE

5.1 INLEIDING

5.1.1 Algemeen

Doel van dit voorschrift is het geven van technische richtlijnen en uitgangspunten van het WBL welke dienen te worden gehanteerd bij ontwerp en realisatie van nieuwe - of aanpassingen aan bestaande installaties. Tevens zijn in dit document aanbevelingen richting keuring, beheer, monitoring en onderhoud van de installaties opgenomen. Het document is een aanvulling en praktische verdieping op bestaande wettelijke voorschriften en praktijkrichtlijnen (NEN, EN, praktijk- en machinerichtlijnen etc.).

Indien er onverhoopt tegenstrijdigheden worden vastgesteld, dienen deze altijd direct aan het WBL te worden gemeld.

Dit document is zowel voor intern (eigen WBL medewerkers) als extern gebruik (aannemers en advies bureaus) opgesteld.

5.1.2 Ontwerp en onderhoudsbeleid algemeen

Het WBL beleid voor aanleg, modificaties en onderhoud van haar technische installaties stelt prioriteiten aan de volgende aspecten

- Veiligheid; alle ontwerpen en modificaties dienen expliciet rekening te houden met veiligheid voor bedienings- en onderhoudspersoneel en gevaren voor effecten op milieu en omgeving.
- Betrouwbaarheid; installaties dienen een hogere dan industriële standaard betrouwbaarheid te bezitten. Omdat de installaties van WBL vaak voor een zeer lange tijd, nagenoeg ononderbroken in bedrijf moeten zijn, wordt door WBL vaak een langere levensduur gevraagd dan in industriële installaties gebruikelijk. In bepaalde toepassingen / gevallen waarbij de verwachte levensduur vanuit bijvoorbeeld technische veranderingen (VERDYGO^{©1}) juist kleiner zijn kan van dit uitgangspunt worden afgeweken, maar enkel op expliciete wens van WBL.
- Levensduur; de keuze van materialen en uitvoering dient te zijn gericht op lange levensduur met zo weinig mogelijk onderhoud
- Uniformiteit; WBL streeft naar zoveel mogelijk identieke oplossingen en ontwerpen voor vergelijkbare omstandigheden of installatie delen.
- Onderhoudbaarheid; de materialen, ontwerpen en situaties dienen dusdanig te zijn uitgevoerd, dat bediening en onderhoud zonder grote inspanningen of aanpassingen mogelijk moeten zijn. het uitgangspunt dient te zijn dat elk mechanisch of elektrisch onderdeel van een installatie ooit vervangen dient te kunnen worden binnen de totale technische levensduur van de installatie. De vereisten bij vervanging van onderdelen zijn Veiligheid, afwezigheid of minimale inzet van extra hulpmiddelen, beschermingsmiddelen of speciale gereedschappen. Ook de uitvoeringstijd van een reparatie of vervanging dient zo kort mogelijk te zijn.
Alle voorzieningen welke nodig zijn om controles en inspecties uit te voeren dienen in ontwerp en levering te worden voorzien in de eerste levering.
- TCO (Total Cost of Ownership); bij de keuze voor een ontwerp of modificatie dienen alle kosten gedurende de gehele technische levensduur in het economische plaatje te worden afgewogen. Niet alleen investering, maar ook onderhouds- en bedrijfskosten gedurende de gehele technische levenscyclus zijn bepalend voor de keuze van de uitvoering. Naast de kostprijs van de hardware wordt ook rekening gehouden met de verborgen kosten voor opleiding, onderhoud en ondersteuning. Deze kosten bestaan dus zowel uit investerings- als ook operationele kosten.

¹ De VERDYGO bouwwijze is een modulaire, bovengrondse flexibele wijze van bouwen.

- De laagste TCO en niet de laagste initiële investering dient het uitgangspunt voor de keuze in ontwerp en uitvoering te zijn.
- Documentatie; WBL stelt voor uitvoering van werkzaamheden documentatie over de aan te passen installatie delen ter beschikking Na realisatie van deze opdracht is oplevering van een gereviseerd documentatie / tekening pakket altijd noodzakelijk.
- Nulmeting; voor nieuwe installatiedelen dient voor eerste operationele ingebruikname altijd een volledige nul situatie te worden bepaald en in documenten worden vastgelegd. Deze gegevens vormen integraal onderdeel van de documentatie.

5.1.3 Nieuwe of bestaande installaties

Het grootste gedeelte van de zuiveringstechnische installaties is bestaande infrastructuur gebouwd in de periode 1970 – 1990. Aanpassingen of renovaties worden meestal traditioneel uitgevoerd.

Voor volledig nieuwe installatie delen of daar waar toepasbaar zal de VERDYGO® bouwwijze worden toegepast.

Afhankelijk van deze indeling is de aard van aanleg fundamenteel verschillend. Bij VERDYGO® installaties wordt buiten gebouwen hoofdzakelijk bovengrondse aanleg gehanteerd. Bij meer traditionele bouwwijze gaat WBL uit van ondergrondse infrastructuur buiten gebouwen.

5.2 DOCUMENTATIE

5.2.1 Documentatie bij ontwerp en vóór uitvoering

5.2.1.1 Ontwerp fase

- Bij nieuwe bekabeling dient voor alle bekabeling een levensduurberekening en de voor NEN3140 relevante gegevens voor realisatie te worden overhandigd aan het WBL
- Voor alle kabels moet voor aanleg een kabelberekening worden ingediend welke spanningsval, thermische belasting en kortsluitgedrag aantoont volgens vigerende NEN norm.

5.2.1.2 Planning terreinbekabeling / tracés

- De gewenste of aanwezige positie van kabels, leidingen en doorvoeringen dient door WBL op vooraf aangeleverde documenten te worden aangegeven. Daar waar deze informatie niet of onvoldoende voorhanden is, zal vooraf worden aangegeven welke informatie ontbreekt. Het op orde brengen of aanvullen van de gegevens kan onderdeel van een opdracht vormen. De opdrachtnemer / ontwerper vult zijn aanpassingen op de uitvoeringstekeningen aan en biedt voor de uitvoering het geplande aan
- De definitieve loop zal in het werk in overleg met de directie worden bepaald. Zonder goedkeuring van de directie of WBL mag niet met de aanleg of het maken van de sleuven worden begonnen.
- Voor het wijzigen van de loop van leidingen, de plaats van toestellen, schakelaars, wandcontactdozen, e.d. binnen de ruimte waar zij op tekening staan aangegeven of in het bestek staan vermeld, kunnen door de aannemer geen extra kosten in rekening worden gebracht indien de gewijzigde positie is opgegeven voor de montage op de bouwplaats en het aantal toestellen, e.d. niet wordt gewijzigd.

5.2.2 Documentatie tijdens aanleg

Er dient altijd een bijgewerkte en actuele 'as-built' situatie bij de werkzaamheden te worden bijgehouden en op vraag te kunnen worden aangeboden aan het WBL.

- Inmeten kabeltracés
Kabeltracés dienen bij aanleg middels GPS metingen op hoekpunten, doorvoeringen en kruisingen te worden ingemeten. Deze gegevens dienen bij oplevering te zijn verwerkt in een as-built tekenpakket.
- Inhoud tracé tekeningen

De positie van de kabels, kruisingen en de plaats van reparatie moffen op basis van referentie punten in het terrein op revisietekeningen aangeven.

5.2.3 Documentatie bij oplevering

- Na nieuwe aanleg of vervanging van bekabeling dient altijd een nulmeting (volgens par. 5.4.1) gedaan te worden waarbij onder andere isolatie en overgangsweerstanden worden vast gelegd. Deze resultaten dienen te worden vastgelegd in het onderhoud beheersysteem van WBL (digitaal), een schriftelijk rapport dient tevens bij de projectadministratie te worden gearcheveerd. (zie ook paragraaf **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**)

5.3 LEVENSDUUR

De ontwerp levensduur van kabels en leidingen inclusief alle toebehoren worden de volgende minimale uitgangspunten gehanteerd:

- Ondergrondse aanleg *60jaar*
- Bovengronds buiten in VERDYGO® bouwwijze *15jaar*
- Bovengronds buiten of binnen gebouwen *30jaar*

Bij bovengrondse aanleg dient te worden gekozen voor dichte kabelgoten, afgedekte kabelbanen en UV bestendige materiaalkeuze om veroudering door Uv-instraling zoveel mogelijk tegen te gaan.

In de ontwerp fase dient per project hierover afstemming met het WBL plaats te vinden. Er dient in de ontwerp fase onderbouwd te worden dat de gestelde levensduur en component keuze aan de gestelde eisen voldoet. Voor de uitvoering moet WBL deze keuzes altijd goedkeuren.

5.4 KEURING EN ONDERHOUD

5.4.1 Nulmeting nieuwe installaties

Na oplevering of grote aanpassing dient een nulmeting op alle nieuw geïnstalleerde componenten te worden uitgevoerd.

Deze bestaat ten minste uit:

- Visuele inspectie door een onafhankelijke partij, beoordeeld worden wijze van aanleg, mate van onderhoudbaarheid, documentatie.
- Ohmse metingen voor veiligheidsaarde
- Isolatiemetingen

Voor een grote hoeveelheid kabels of bij bestaande installaties kan ook een groepskeuring worden toegepast.

5.4.2 Groepskeuring

Bij grotere groepen objecten in bestaande installaties zoals kabeltracés en vergelijkbare objecten mag een partijkeuring plaatsvinden, mits deze wordt uitgevoerd conform de vigerende NEN3140 Tabel J.1 — .1 — Steekproefgrootte

Code	Omvang partij		Steekproef	1,000	
				%	
	Van	Tot		G	F
A	2	8	2	0	1
B	9	15	3	0	1
C	16	25	5	0	1
D	26	50	8	0	1
E	51	90	13	0	1
F	91	150	20	0	1
G	151	280	32	1	2
H	281	500	50	1	2
J	501	1.200	80	2	3

K	1.201	3.200	125	3	4
L	3.201	10.000	200	5	6
M	10.001	35.000	315	7	8
Opmerking G = maximaal aantal defecten voor goedkeur van de gehele partij; F = minimaal aantal defecten voor afkeur van de gehele partij.					

Deze tabel moet worden gehanteerd bij (grond)kabel inspecties, op basis van deze inspecties kan worden besloten een volledige vervanging van een kabelgroep van een object te initiëren.

5.4.3 Storingen in (terrein)kabels

Incidentele isolatie- of aardfoutfouten bij een (grond)kabel dienen altijd als incident te worden opgelost. Vervanging van grotere groepen van kabels op basis van meerdere incidentele fouten kan alleen vanuit onderbouwing op basis van voorgenoemde tabel.

5.5 KEUZE VAN KABELS EN LEIDINGEN

5.5.1 Elektrische dimensionering algemeen

- Alle kabels moeten geschikt zijn voor een nominale spanning van ten minste 600V (ader-aarde)/1000 V (ader-ader).

5.5.2 Werktuigen

- De voeding voor werktuigen altijd aansluiten met kabels met een minimale aderdoorsnede van 2,5 mm².
- De aderdoorsnede van de overige (grond)kabels is minimaal 1,5 mm².

5.5.3 Signaal en instrumentatiekabels

Signaal en instrumentatie kabels zijn voor analoge signalen en digitale schakel toestanden (aan-uit), veelal op 24V niveau.

- Signaalkabels vanuit het veld (buiten gebouwen) naar besturingskasten minimaal 1,5 mm², afgeschermd met vertinde kopermantel.
- Signaalkabels binnen gebouwen minimaal 0,75mm²

5.5.4 Data en Netwerk kabels

- Kleinere diameters mogen alleen met toestemming vooraf van de opdrachtgever worden toegepast
- Signaalkabels tussen gebouwen of aparte stelsels optisch uitvoeren.

5.5.5 Kabelnormen en toepassingen

- Kabels in gebouwen moeten voldoen aan de norm NEN 8012.. (Cca -s1,d1,a1, Brandbijdrage: beperkt, rookontwikkeling: gering, branden vallende deeltjes: beperkt, corrosiviteit/zuurgraad van de verbrandingsgassen: laag). Toepassen van andere classificatie na goedkeuring van de directie.
- Uitvoering conform NEN1010 en NEN 3617:2003/A1:2004 nl: NEN-EN 60204-1
- Kabels en draad moet minimaal voldoen aan CENELEC of NEN normen.
- Niet genormeerde speciaal kabel (bijvoorbeeld voor instrumentatie en data) mag uitsluitend worden gebruikt na goedkeuring van de opdrachtgever.

De onderstaande, aanvullende uitvoeringseisen dienen ook te worden gevolgd voor kabels en draden;

- Altijd halogeen vrije kabels toepassen binnen gebouwen en kelders
- Grondkabels en vaste installaties uitvoeren met massieve koper kernen
- Grondkabels voorzien van omvlechting van staal. De omvlechting mag nooit worden gebruikt als elektrische aardingsdoorvoer, hiervoor een aparte litze of aardader gebruiken.

- EMC Kabels met vertinde koper gevlochten scherm toepassen voor Frequentie geregelde werktuigen of analoge signaalkabels. Grondkabels met omvlechting/armering zijn voor deze toepassing niet toegestaan
- Geen vinyl buitenisolatie
- Voor werktuigen of pompen in natte kelders dient een soepele verbindingen uit neopreen rubber H07-RN-F (750) te worden toegepast

5.6 AANLEG VAN BEKABELING

5.6.1 Wijze van aanleg

WBL maakt onderscheid in 3 situaties bij aanleg:

- Binnen gebouwen
- Buiten gebouwen; bovengronds.
- Buiten gebouwen; Ondergronds of in constructies.

Voor alle wijze van aanleg gelden de Nederlandse wettelijke voorschriften (NEN1010) altijd het uitgangspunt. Daar waar geen expliciete WBL eisen worden gesteld vormen deze wettelijke voorschriften altijd de minimale vereisten.

In ieder geval dient de wijze van aanleg en de materiaalkeuze **minimaal** gebaseerd te worden op Industriële installaties, vanwege aantasting door gassen (H₂S) en langdurige aanwezigheid van vocht zijn in dit voorschrift speciale eisen vastgelegd. De conservering van de materialen of de materiaalsoort dient in overeenstemming te zijn met de ruimtecondities waarin de materialen worden gemonteerd. Zie hiervoor de conserveringsvoorschriften.

5.6.2 Algemeen

- Aanleg volgens Utiliteitsnormen mag enkel binnen (kantoor)gebouwen; de bijbehorende materiaalkeuze alleen toegestaan in kantoorruimtes voor binnen verlichting en inrichting!
- Bij nieuwe kabelaanleg mag moet het gebruik van verbindingsdozen worden vermeden. Toepassing van moffen is niet toegestaan. Uitzondering vormt een overgang aan rand van een bassin beschreven in paragraaf 5.8.3

5.6.3 Vluchtroutes en bereikbaarheid

- Kabelaanleg dient dusdanig te geschieden dat vluchtroutes aanwezig blijven en toegang tot de installatie veilig mogelijk is.

5.6.4 Onderhoud en aanpassingen

- Bij aanleg van bekabeling dient rekening te worden gehouden met vervanging en uitbreiding van installaties. Nieuwe kabelaanleg dient op voorhand uitbreiding en aanpassingen niet praktisch onuitvoerbaar te maken.
- Werktuigen, zoals pompen, vijzels aandrijvingen en dergelijke, dienen dusdanig bekabeld te worden dat aanleg van de voedingskabels reguliere of voorkomende onderhoudswerkzaamheden niet overmatig belemmeren of nagenoeg onmogelijk maken. Speciale aandacht dient uit te gaan naar natte opstellingen en/of locaties waar pompenregelmatig moeten worden verwijderd voor reiniging en inspectie. Hier dient het laatste stuk naar het werktuig met soepele rubber kabel te worden uitgevoerd.

5.6.5 Voorzieningen tijdens montage

- Bij het verwerken van kabels moeten de voorschriften welke door de fabrikant van de kabels worden voorgescreven strikt opgevolgd worden. In het algemeen mogen bij een temperatuur lager dan 5 °C geen kabels gelegd worden.
- Indien kabels tijdens de montage niet direct kunnen worden ingevoerd in kasten en/of toestellen dienen kabeleinden op doeltreffende wijze te worden afgedicht om indringen van vocht te voorkomen.

5.7 AANLEG BINNEN EN BOVENGRONDS

5.7.1 Hoofdvoeding vanuit trafo

- Eenaderige kabels vastzetten met behulp van houten of kunststof blokken, overeenkomstig de kortsluitvastheidseisen

5.7.2 Kabelbuizen

Bij vaste aanleg van enkele kabels naar werktuigen, instrumentatie en verlichting dienen kabelbuizen te worden toegepast.

- In een kabeltracé met maximaal vijf kabels dienen de kabels in stalen buizen te worden gelegd met open bochten.
- Bij meer dan 5 kabels kabelgoot toepassen volgens paragraaf 5.7.4
- Materiaal van kabelbuizen; verzinkt staal of RVS
- Losse draden in kabelbuizen zijn niet toegestaan, behalve aarddraden.
- Er dienen aanvullende maatregelen te worden getroffen om te voorkomen dat kabels kunnen insnijden. Einden van metalen buizen altijd voorzien van (kunststof) doppen ter bescherming van kabels
- Beschermbuizen of beschermkappen bij vloerdoorvoeringen en tegen buitenwanden tot 1,50 m hoogte of tot aan de bovenkant van fundatieblokken optrekken.
- Beschermbuizen uit de grond op plaatsen maaierwerkzaamheden plaatsvinden altijd uitvoeren in metaal of voorzien van metalen beschermkap..
- Bij vloerdoorvoeringen of verticale doorvoer in het veld, de kabels extra beschermen tegen mechanische beschadigingen (door bijvoorbeeld maaierwerkzaamheden) d.m.v. metalen beschermbuis of kap.
- Bekabeling van pompen, motoren en sensoren dienen gemakkelijk in kabelbuizen te kunnen worden gemonteerd en gedemonteerd. Kabelbuizen mogen voor maximaal 50% gevuld zijn. Voor motor- en pompkabels door mantelbuizen bij gemalen en onder wegen dient een doorsnede tekening van de mantelbuizen met daarin alle geprojecteerde kabeldoorsneden, ter goedkeuring te worden overhandigd aan de directie, alvorens de buizen te produceren.

5.7.3 Verlichting en wandcontactdozen

- Materiaal van kabelbuizen binnen gebouwen voor verlichting en WCD's; kunststof (hostalit)
- Toepassing van kunststof alleen toegestaan op plaatsen waar beschadiging door werkzaamheden of omgeving gering is, anders uitvoering in metaal conform 5.7.1
- Lasdozen en zadels moeten zijn vervaardigd van isolatiemateriaal in grijze kleur in slagvaste uitvoering; deksels met messing of polystyrol schroeven bevestigen.
- Kabelzadels en dozen met roestvrijstalen of messing schroeven vastzetten. Het gebruik van plakzadels is niet toegestaan. Schroeven ten behoeve van het vastzetten van genoemde materialen mogen niet in voegen worden gezet.

5.7.4 Kabel-, vloer- en wandgoten en Ladderbanen

- Waar meer dan vijf kabels parallel lopen, moeten deze in kabelgoot, kabelbaan of ladderbaan worden gelegd.
- Krachtkabels mogen met inachtneming van de reductiefactor in maximaal twee lagen op de kabelbanen worden gelegd; stuurstroomkabels in maximaal drie lagen indien de op staande rand van de kabelbaan dit toelaat.
- Kabelgoten, wandgoten, vloergoten en ladderbanen te vervaardigen van gegalvaniseerd plaatstaal al of niet gelakt, RVS 316 of kunststof,, samengesteld uit standaardonderdelen en een goede ventilatie toelatend. De onderdelen, inclusief bevestigingsmiddelen en ophang-c.q. ondersteuningsconstructies in natte ruimten uitvoeren in RVS316.
- Kabelgoten tot en met 250 mm breedte mogen worden geleverd met vlakke bodem.
- Goten meer dan 250 mm breed leveren met een bodem met verstevigingsruggen of een ladderbaan.
- Hoeken in de kabelbanen uit te voeren met speciale stukken zoals aftak-, hoek-, verval-, stijg-, verloop-, bochtstukken e.d. De speciaalstukken uit te voeren met aan de buigingsstraat van de kabels aangepaste afrondingen van hoeken.
- De goten te bevestigen met in de handel verkrijgbare ophanginrichting of ondersteuning. De maximale onderlinge afstand der steunen door de leverancier van de goten op te geven. Voor de ophangconstructie dient ervan te worden uitgegaan dat de goten tot hun volle capaciteit belast worden.

- De aannemer dient er rekening mee te houden dat kabelgoten aan staalconstructies e.d. moeten worden bevestigd door middel van klemverbindingen.
 - Lassen en/of boren voor bevestiging van kabelgeleiding in staalconstructies is niet toegestaan. Beschadiging van reeds aangebrachte conservering moet doelmatig worden gerepareerd.
 - Indien de afstand tussen ophangpunten door bouw- c.q. werktuigbouwkundige omstandigheden te groot is, moet de aannemer extra constructieve voorzieningen aanbrengen om de maximaal toelaatbare belasting van de kabelgoten mogelijk te maken.
 - Indien zwakstroom- en sterkstroomleidingen in één goot parallel lopen, moeten in goten tussenschotten worden aangebracht of een er moeten dubbele goot worden gelegd.
 - De kabelgoten en ladderbanen zo te dimensioneren dat voldoende koeling van de kabels is gewaarborgd als de vulling van de goot of ladderbaan met 20 % zou worden verhoogd. De vullingsgraad bij oplevering mag per goot of ladder max. 80 % bedragen.
 - Kabels in verticale aanleg moeten om de 0,5 m worden vastgezet. Hiervoor kan een goot of een ladderbaan worden toegepast.
 - Verticale goten, ladders of opstelling in de buitenlucht voorzien van deksels. Horizontale goten die zijn blootgesteld aan vervuiling moeten eveneens worden voorzien van deksels.
 - Op horizontale gelegen delen de kabels in bundels met kunststof bindarmen om de 0,7 m aan de kabelbanen bevestigen. Op verticaal gelegen delen de kabels in bundels om de 0,5 m vastzetten door middel van niet corroderende klembeugels of kunststof bindarmen.
 - Het gehele kabel-, wand,- en vloergotensysteem deugdelijk te aarden.
 - Het kabel-, wand en vloergotensysteem te vervaardigen met alle benodigde hulpstukken ook al zijn deze niet met name genoemd.
 - Indien tijdens de montage geringe wijzigingen ontstaan in ophanginrichting, speciaalstukken en/of leidingloop komen de kosten hiervan niet voor verrekening in aanmerking.
- Bundelen van kabels en montage aan kabelbanen, toepassen van kabelbinders. (Ty-Raps e.d.)
- Uitvoering en sterkte afstemmen op montage wijze.
 - Na montage binders afknippen waarbij deze glad en zonder scherpe randen of bramen worden ingekort. Gevaar voor snijwonden na montage dient te worden vermeden.
 - Voor de manier van plaatsen wordt tevens verwezen naar constructie voorschriften voor ophanginrichtingen en NEN 1010.

5.8 AANLEG IN CIVIELE CONSTRUCTIES

5.8.1 Mantelbuizen en vloergoten

Mantelbuizen zijn voor bedoeld voor kabeldoorvoer door wanden, betonconstructies en onder wegen. Mantelbuizen zijn na aanleg niet meer te verplaatsen of aan te passen. De keuze van materiaal en aanleg dient in de ontwerpfase al te worden meegenomen.

Speciale aandacht voor de radius en diameter van deze buizen in geval van bochten. Bij aanleg dient er altijd vanuit te worden gegaan dat deze buizen het verwisselen of bijtrekken van een kabel mogelijk moet zijn.

- Buizen moeten inwendig glad en zoveel mogelijk aan één stuk worden gelegd.
- Eventuele bochten ruim uitvoeren (getrokken bochten).
- Mantelbuizen moeten altijd zijn voorzien van extra nylon trekkoorden
- Mantelbuizen welke niet worden ingestort dienen te worden voorzien van voldoende beugels of ondersteuning.

- Onder wegen/verhardingen die kabeltracés kruisen altijd mantelbuizen leggen waarbij minimaal 2 stuks leeg als reserve. Deze moeten aan elke zijde 1,50 m buiten de verharding steken en aan de einden doelmatig worden afgedicht. De aantallen staan op de tekening en/of in het bestek aangegeven. . Indien niets op de tekeningen en / of bestek staat aangegeven 10% reserve buizen leggen met een minimum van 1.



5.8.2 Aanleg in (beton)constructies

Kabelbanen in betonconstructies moeten als mantelbuizen of vloergoten worden uitgevoerd.

- Voor in beton in te storten mantelbuis moet worden gebruikt PVC of PE-buis met voor de toepassing geschikte wanddikte.
- Het stellen en tijdelijk afdichten van in te storten mantelbuizen moet door de aannemer geschieden.
- Vloergoten in het werk nauwkeurig te stellen op een door de directie op te geven peilmaat. Na het aanbrengen en het stellen van de vloergoten deze zodanig onderstoppen en/of bevestigen dat bij het storten van beton en/of het aanbrengen van de afwerklaag geen wijzigingen in de maatvoering kunnen optreden.
- Bij dilatatievoegen kabels en leidingen zo aanleggen dat er bij de grootste zetting die kan optreden geen beschadiging plaats kan vinden van anders en/of isolatie.

5.8.3 Mantelbuizen onder waterbassins

Bijzonder aandacht dient te worden besteed aan de aanleg van kabels onder waterbassins zoals aeratie-, nabezink-, buffer- of voorbezinktanks.

- Diameter minimaal 100mm en een buigradius minimaal 20x diameter om later vervangen of uitbreiden van de kabels naar de middenkolom altijd mogelijk te maken.
- Buiten de kabels altijd meerdere nylon trekkoorden voorzien van een materiaal welk ongevoelig is voor veroudering over ten minste 20 jaar.
- Voor ronde tanks met middenkolom dienen ten minste twee mantelbuizen te worden voorzien welke in de middenkolom van de tank ruim boven het maximale vloeistofniveau uitkomen.
- Aan de rand van de tank dient het einde van de kabelbuizen te worden afgewerkt in een put of kast bovengronds.
- Het verwijderen of bijtrekken van een kabel dient mogelijk te blijven na een eerste installatie.

- Extra aandacht en maatregelen dienen te worden genomen bij deze buizen om indringen van vocht, aarde en bladeren of andere plantenresten onmogelijk te maken

5.8.4 Aanleg in rioolwaterkelders of natte ruimtes

- Mantelbuizen in natte ruimten zoveel als mogelijk onder afschot, naar de natte ruimte, leggen.
- Kabelbuizen nabij of in natte kelders, nabij water en sliblijn in de buitenlucht altijd uitvoeren in RVS316
- Voor mantelbuizen in natte ruimten geldt, dat deze goed bereikbaar moeten zijn voor het invoeren van kabels.
- Voor pompkabels dient de inwendige buisdiameter ten minste 80 mm te bedragen. Voor sensorkabels dient de inwendige buisdiameter minimaal 40 mm te bedragen.
- Mantelbuizen vanuit een rioolwaterkelder mogen nooit rechtstreeks naar een schakelkast leiden.
- Daar waar kabels vanuit ruimten met agressieve gassen naar een klemmenkast of schakelkast worden gevoerd, dienen gasdichte RVS wartels te worden toegepast. Ook de wartelplaat (RVS minimaal 3 mm dik) dient de te scheiden compartimenten gasdicht te verdelen.

5.8.5 Kabeldoorvoeringen en afdichtingen van gebouwen en droge kelders

- Kabeldoorvoeringen door buitenwanden en in waterkerende wanden, vloeren enz, uit te voeren met Link-seals of met behulp van een kabel muurdoorvoerraamwerk (fabricaat MCT Bradberg/Roxtec).
- Elke doorvoering bij 1^e aanleg uit te rusten met ten minste 20 % reserveruimte en deze doelmatig gas- en waterdicht afdichten.
- Alle kabels moeten aan beide kanten en bij (muur)doorvoeringen worden voorzien van kabelcoderingen.
- Kabeldoorvoeringen door wanden en/of vloeren die explosiegevaarlijke ruimten (ATEX) of ruimten met verhoogde geluidsproductie begrenzen gasdicht / geluidsreducerend volgens wettelijke voorschriften uitvoeren, en voor realisatie is altijd goedkeuring van de directie vereist.



vereist.

5.9 AANLEG ONDERGRONDS

5.9.1 Aanleg tracés met grondkabels

- De kabels in de sleuf leggen met overal een minimale dekking van 0,7 m en een maximale dekking van 0,9 m.
- Indien de minimum dekking niet kan worden aangehouden de kabels in overleg met de directie afdekken met tegels.
- Grondkabels recht en parallel leggen in voldoende brede sleuven. Tussen krachtkabels een onderlinge afstand aanhouden volgens voorschriften van de fabrikant. Binnen een afstand van 10 cm van kabels met een aderdoorsnede van 35 mm² of groter mogen geen andere kabels worden gelegd. Bij aanleg van grondkabels met overlengte aanleggen; er dient rekening te worden gehouden met grondzetting. Terreinkabels in overleg met de directie zo aanleggen dat eventuele zetting van de grond niet kan leiden tot beschadiging van de kabel.
- Krachtkabels mogen maximaal in twee lagen en stuurstroomkabels maximaal in drie lagen worden gelegd met tussenruimte van minimaal 0,1 m verticaal gemeten.
- Kabels voor centraal antennesystemen, communicatiekabels, TV-kabels en signaalkabels t.b.v. meet- en regelapparatuur die in een tracé parallel lopen aan sterkstroomkabels op tenminste 0,3 m afstand daarvan leggen.
- Indien niet anders vermeld, dan behoort het graven en dichten van de kabelsleuven tot de verplichtingen van de aannemer.
- Nadat de sleuf klaar is deze puinvrij maken en aanvullen met 10 cm grond. Het zand behoort tot de levering van de aannemer. Nadat de kabels gelegd zijn opnieuw 10 cm zand aanbrengen en vervolgens kabelbeschermband aanbrengen. Het dichten van de sleuven geschiedt vervolgens voor de eerste 0,3 m met de hand met puinvrij gemaakte grond. Vervolgens een kunststof waarschuwingslint, in de lengterichting in de sleuf leggen. Voor elke 0,5 m sleufbreedte zowel een beschermband als waarschuwingslint aanbrengen. Sleuf vervolgens aanvullen tot het door de directie op te geven peil.
- De aannemer mag alleen na toestemming van de directie beginnen met het dichten van de sleuven.
- Kabels die boven maaiveld verder worden aangelegd voorzien van mechanische bescherming middels RVS beschermplaat of RVS buizen, Deze dienen 50cm hoog te zijn



(20cm onder maaiveld en 30cm boven maaiveld).

5.9.2 Kabelmarkeringen ondergronds

- Kabels om de 5 meter en op 0,5 m van de plaats waar de kabels door een wand worden binnengeleid, voorzien van merkstrippen. Afmetingen van de strip 25 x 3 mm met een minimale lengte van 2 x de kabelomtrek.



- Kabel-Labels of markeringen Uitvoering: roestvaststalen of kunststof strippen. Op de strip onuitwisbaar aangeven kabelnummer, doorsnede en aantal aders. Bij staal moet de codering zijn ingeponst, bij kunststof moet de codering zijn ingebrand.
- Boven Kabels en leidingen in de grond moeten waarschuwinglinten voorzien van tekst worden geplaatst conform onderstaande voorschriften.
- Boven een kabelbed dient in de grond een beschermband gelegd te worden
- Kabelbeschermband: materiaal: taai polyethyleen, één of meerdere parallel 200x2mm 10cm boven kabelbed. Kleur ; rood

5.10 AANSLUITEN VAN KABELS EN ADERS

5.10.1 Algemeen

- Het op juiste wijze aansluiten van apparaten, als motoren, toestellen, meetinstrumenten e.d. behoort tot de taak van de aannemer.
- Aansluitingen moet op trek worden ontlast door middel van een deugdelijke bevestiging van de kabels of leidingen op 10 cm vanaf de kabelinvoer.
- Wartels mogen niet als trekontlasting worden toegepast, in geval van een warteldoorvoer met kans op mechanische spanning van de kabel altijd een aparte trekontlasting toepassen.
- Alle wartelinvoeringen deugdelijk monteren tegen indringen van vocht en stof en wurgwartels toepassen.
- Reserve-uitvoeringen in kabeldozen, apparaten, e.d. voorzien van een afdichtdop met pakkingring of blindwartel.
- Aangesloten kabels afwerken met elastische tule of krimpous.
- Voor wartelafdichtingen dienen gasdichte wurgwartels (IP68) te worden toegepast. Na montage zal in overleg met de directie worden bekeken of het nodig is de wartels vol te zetten met kneedbaar zuurbestendig isolatiemateriaal.

- Wartels en dozen in een ATEX zone dienen te voldoen aan de geldende voorschriften, bij deze materialen altijd een certificaat meeleveren.

5.10.2 Aansluiten geleiders

- Litze kabels en losse aders afwerken met krimp kabelschoenen of krimp adereind hulzen.
- Schroef- en soldeerkabelschoenen mogen niet worden gebruikt.
- Voor het aansluiten van kabeladers met een koperdoorsnede van 6 mm² of meer moeten altijd klemkabelschoenen worden gebruikt.
- Krimpverbindingen altijd aanbrengen met bijbehorende (pers)klemtang met gedwongen eindstand.

5.10.3 Gebruik kabelmoffen

- Kabelmoffen dienen alleen voor reparaties toegepast te worden, verlengen van bestaande bekabeling is niet toegestaan. In dat geval dient de volledige lengte te worden vervangen.
- Indien een aannemer geen mogelijkheid ziet, zonder een mof verbinding een oplossing te kunnen bieden, dient altijd overleg met de opdrachtgever plaats te vinden, en enkel na schriftelijke toestemming kan de mof worden toegepast.
- In geval van reparatie of schriftelijk toegestane uitzonderingen mogen uitsluitend gietmoffen worden toegepast. Ook de materiaal keuze dient in overleg met directie of opdrachtgever WBL plaats te vinden.

Kabelmoffen binnen gebouwen zijn niet toegestaan voor kabels met aderdiameters groter dan 6mm².

5.10.4 Aansluiting van werktuigen

- Motoren , welke tijdens onderhoud moeten worden verplaatst dienen te worden aangesloten met een flexibel leidingstuk van voldoende lengte. Het kabeldeel tussen motorklemmenkast en vaste aansluiting van de energietoevoer, in klemmenkast, dient te worden uitgevoerd door middel van soepele kabels uitgevoerd als zware rubbermantelleidingen.
- Gecombineerd gebruik van aders in kabels voor kracht en stroom of andere hulpcircuits is niet toegestaan. Aangegoten verbindingen voor kleine werktuigen of pompen die één onlosmakelijk geheel met het werktuig vormen zijn hierop een uitzondering.
- Werktuigen met aansluit- of klemmenkast dusdanig plaatsen dat de bereikbaarheid ten behoeve van in en uitbouw altijd mogelijk is.

5.10.5 Aansluiting van verlichting en instrumentatie

- Behalve voor verlichtingsinstallaties alle toestellen aansluiten met kabel en waar nodig met zware rubbermantelleiding via een klemmenkast.
- Voor meet-, regel-, besturing- en beveiligingscircuits aangesloten op dezelfde stroomkring mogen met inachtname van de voorschriften meerdradige kabels worden gebruikt. De afzonderlijke toestellen aansluiten via een klemmenkast.

5.10.6 Kastdoorvoeren

- Kabelinvoeringsopeningen in een schakelkast afdichten door middel van polystyreenschuim tenzij in het bestek anders aangegeven.

5.11 BEKABELING TERREIN VERLICHTING

Specifieke eisen zijn verder genoemd in het voorschrift BA-02-28 Terreinverlichting

5.12 VERDYGO® INSTALLATIES

5.12.1 Algemeen

Een VERDYGO® installatie is bovengronds gebouwd, procesleidingen en bekabeling wordt uitgevoerd bovengronds volgens de WBL bekabelingsvoorschriften. Bij kruisingen van wegen kan hierop een uitzondering ontstaan.

5.12.2 Bovengrondse wegkruisingen

- Bij het kruisen van wegen en doorgangen kunnen de kabels via leidingportalen worden geleid.
De doorrijhoogte van deze portalen dient minimaal de voor openbaar wegtransport toegelaten hoogte te zijn.
Bij belangrijke (hoofd) toegangswegen verdienen ondergrondse kabel kruisingen de voorkeur, met name vanwege toegang met mobiele hijskranen en groot transport.
- Alle overige kabels moeten bovengronds of langs de installatiedelen worden gelegd. Ze worden gemonteerd op ladderbanen en/of in kabelgoten volgens de WBL voorschriften.

5.12.3 Ondergrondse wegkruisingen

Ondergrondse wegkruisingen dienen met mantelbuizen of berijdbare goten te worden aangelegd. Hiervoor gelden de standaard WBL voorschriften.

Aanvullend op de standaard WBL voorschriften dienen bij Verdygo installaties de volgende voorzieningen te worden gerealiseerd.

Mantelbuizen.

- Aan beide uiteinden van de mantelbuis volgens 5.7.2 wordt ook een kabeltrekput geplaatst waarop de mantelbuizen worden aangesloten. Er dienen altijd minimaal 20% aan reserve mantelbuizen voorzien van trekkoorden te worden geïnstalleerd.
- Afstand tussen kabeltrekputten mag maximaal 20 meter zijn.

Kabelgoten met deksels

- Kabelgoten met deksels. Deze goten moeten voldoen aan de verkeersklasse die geldt bij de toepassing. Zowel de betonnen als de kunststof versie zijn toegestaan. De goten inclusief de deksels mogen niet boven maaiveld uitsteken.

5.12.4 Voorbeelden

De volgende afbeeldingen geven voorbeelden toegepast in de pilot installatie.





Getoonde ladderbanen zijn toegestaan omdat dit een installatie met een korte levensduur betreft.

5.13 ZONNEPANELEN

Voor zonnepaneel installaties gelden aanvullende bekabelingsvoorschriften, met name de gelijkstroom bekabeling

5.13.1 DC bekabeling zonnepanelen algemeen

- De gelijkstroomspanning moet voldoende hoog zijn om de weerstandsverliezen in de bekabeling klein te houden.
- De doorsnede van elke stringleiding en de gelijkspanningshoofdleiding dienen zodanig gekozen te worden dat bij nominale stroom in het maximumvermogenpunt (MPP) de som van de spanningsval op deze twee leidingen voor alle strings minder dan 2% van de nominale MPP bedraagt.
- Voor de bekabeling op gelijkspanningszijde is IEC 60364-7-712 sectie 712.522 van toepassing.
- De kabels buitenhuis moeten UV-bestendig zijn. De bekabeling van de modules dient een temperatuurbestendigheid te hebben van -20°C tot 80 °C. Dit geldt ook voor andere materialen zoals de kabelgoten.
- De aanwezigheid van DC-schakelaar is verplicht om de omvormer van de generator te scheiden (zie IEC 60364-7-712).
- Indien van toepassing dient verzamelde afgaande bekabeling weggewerkt te worden in kabelgoten met tenminste 30% vrije ruimte. De kabelgoten dienen te worden voorzien van deksels.
- De DC bekabeling dient bij de parallelschakeling van de strings beveiligd te worden tegen de effecten van inductieve en capacitieve inkoppeling van indirecte blikseminslag.

5.13.2 Zonneweiden:

- Kabels mogen onderhoudswerkzaamheden aan panelen en (maai)werkzaamheden aan de zonneweiden niet belemmeren en moeten zijn beschermd tegen beschadiging door deze werkzaamheden.
- Kabels moeten zodanig beschermd zijn dat ze niet door (knaag)dieren kunnen worden aangevreten en/of beschadigd.
- Alle kabels moeten aan de kant van de inverter worden voorzien van kabelcoderingen.

5.13.3 Systeemspanning groter dan 120 V DC

- "+" en "-" dienen aangesloten te worden met separate kabels.
- De doorslagspanning ader-ader dient minimaal 600 V en groter dan twee maal de openklemspanning te zijn.
- De doorslagspanning ader-aarde dient minimaal 1000 V en groter dan drie maal de openklemspanning te zijn.
- Aantal kabels in buizen conform NEN 3174 en NEN 3530.
- Codering volgens NEN3207 (Geïsoleerde leidingen voor sterkstroom); de codering mag niet met tape aangebracht worden.

5.13.4 AC bekabeling zonnepanelen/netkoppeling

- Muurdoorvoering moeten worden uitgevoerd vlg. 5.8.5
- Een AC-werkschakelaar dient aanwezig te zijn tussen de omvormers en AC- bekabeling.
- De bekabeling tussen omvormers en de verdelers van OG moet worden gelegd in kabelgoten met gesloten deksel die in de grond worden gelegd. Bovenkant deksel kabelgoot is maaiveld. Bij maaierwerkzaamheden mogen de goten geen belemmering vormen.
- Wegkruisingen worden m.b.v. betonnen kabelgoten met gesloten deksel uitgevoerd. Verkeersklasse 45. Het is ook toegestaan om kabels via mantelbuizen onder de weg door te leggen. Aan beide kanten van de weg moet dan een kabeltrekput worden aangebracht.
- Mantelbuizen, kabelgoten, trekputten, behuizingen en kabeldoorvoeringen moeten zodanig worden uitgevoerd dat er geen insecten en knaagdieren in kunnen.

Werkzaamheden inclusief opbreken en in de oorspronkelijke toestand terugbrengen van de bestratingen en verhardingen. De ON kan ervanuit gaan dat de asfaltverhardingen niet teerhoudend zijn.

5.14 REVISIELIJST.

- Augustus 2013 : 5.5.4 toegevoegd
- Mei 2017 : Volledige revisie in opmaak en inhoud
- Okt 2017 : Review Inhoud en volgorde team K&A en Projecten
- Jan 2018 : Laatste aanpassingen, Zonnecellen en hergroepering van alinea's
- Nov 2020 : Kabel Moffen binnen niet toegestaan, lettertype roboto weer naar arial