BIJLAGE 3. Boek 3 Installaties voor transmissie en distributie van elektrische energie

INHOUDSOPGAVE

OVERZICHT VAN DE FIGUREN III
OVERZICHT VAN DE TABELLEN VI
DEEL 1. ALGEMENE VOORSCHRIFTEN VOOR HET ELEKTRISCH MATERIEEL EN DE ELEKTRISCHE INSTALLATIES 1
Hoofdstuk 1.1. Inleiding 3
Hoofdstuk 1.2. Toepassingsgebied 3
Hoofdstuk 1.3. Doel 3
Hoofdstuk 1.4. Fundamentele principes 4
Hoofdstuk 1.5. Grenzen van de installaties 4
DEEL 2. BEGRIPPEN EN DEFINITIES 5
Hoofdstuk 2.1. Inleiding 7
Hoofdstuk 2.2. Kenmerken van de installaties 7
Hoofdstuk 2.3. Spanningen 11
Hoofdstuk 2.4. Bescherming tegen elektrische schokken 13
Hoofdstuk 2.5. Aardingen 20
Hoofdstuk 2.6. Elektrische stroombanen 25
Hoofdstuk 2.7. Leidingen 27
Hoofdstuk 2.8. Materieel 31
Hoofdstuk 2.9. Scheiding en besturing 32
Hoofdstuk 2.10. Uitwendige invloeden 32
Hoofdstuk 2.11. Werkzaamheden en controle 38
Hoofdstuk 2.12. Schema's, plannen en documenten van elektrische installaties 41
DEEL 3. BEPALING VAN DE ALGEMENE KENMERKEN VAN ELEKTRISCHE INSTALLATIES 43
Hoofdstuk 3.1. Algemeenheden 45
Hoofdstuk 3.2. Voeding en structuren 46
Hoofdstuk 3.3. Compatibiliteit 48
Hoofdstuk 3.4. Veiligheidsinstallaties 49
Hoofdstuk 3.5. Kritische installaties 49
DEEL 4. BESCHERMINGSMAATREGELEN 51
Hoofdstuk 4.1. Inleiding 55
Hoofdstuk 4.2. Bescherming tegen elektrische schokken 55
Hoofdstuk 4.3. Bescherming tegen thermische invloeden 85
Hoofdstuk 4.4. Elektrische bescherming tegen overstroom 95
Hoofdstuk 4.5. Bescherming tegen overspanning 101
Hoofdstuk 4.6. Bescherming tegen bepaalde andere uitwerkingen 101
DEEL 5. KEUZE EN GEBRUIK VAN HET MATERIEEL 103
Hoofdstuk 5.1. Gemeenschappelijke regels voor al het materieel 107
Hoofdstuk 5.2. Aanvullende regels voor de leidingen 109
Hoofdstuk 5.3. Elektrische apparatuur (bescherming, bediening, scheiding en toezicht) 134
Hoofdstuk 5.4. Aardingen, beschermingsgeleiders en equipotentiale verbindingen bij laagspanning en bij zeer lage spanning 154
Hoofdstuk 5.5. Aardingen, beschermingsgeleiders en equipotentiale verbindingen bij hoogspanning 158
Hoofdstuk 5.6. Veiligheidsinstallaties (Bij laagspanning en bij zeer lage spanning) 165
Hoofdstuk 5.7. Kritische installaties (Bij laagspanning en bij zeer lage spanning) 173
DEEL 6. CONTROLES VAN INSTALLATIES 179

Hoofdstuk 6.1. Inleiding 181
Hoofdstuk 6.2. Toepassingsgebied 181
Hoofdstuk 6.3. Erkende organismen 181
Hoofdstuk 6.4. Gelijkvormigheidscontrole vóór de ingebruikname 185
Hoofdstuk 6.5. Controlebezoeken 189

DEEL 7. BEPALINGEN VOOR BIJZONDERE INSTALLATIES EN RUIMTEN 193
Hoofdstuk 7.1. Luchtlijnen 195
Hoofdstuk 7.2. Werfinstallaties en buiteninstallaties op laagspanning en op zeer lage spanning 223
Hoofdstuk 7.3. Bescherming tegen explosiegevaar in explosieve atmosferen 225
Hoofdstuk 7.4. Geleidende afgesloten ruimten 226
Hoofdstuk 7.5. Industriële accumulatorbatterijen 227

DEEL 8. BIJZONDERE VOORSCHRIFTEN MET BETREKKING TOT BESTAANDE ELEKTRISCHE INSTALLATIES 229
Hoofdstuk 8.1. Inleiding 231
Hoofdstuk 8.2. Afwijkende beschikkingen voor bestaande elektrische installaties 231

DEEL 9. ALGEMENE VOORSCHRIFTEN DOOR PERSONEN NA TE LEVEN 235
Hoofdstuk 9.1. Plichten van de eigenaar of beheerder 237
Hoofdstuk 9.2. Toekenning van de codificatie BA4/BA5 239
Hoofdstuk 9.3. Werken aan elektrische installaties 240
Hoofdstuk 9.4. Signalisatieborden 253
Hoofdstuk 9.5. Verbodsbepalingen 254

Overzicht van de figuren

Figuur 2.1. TN-S-systeem 8
Figuur 2.2. TN-C-systeem 9
Figuur 2.3. TN-C-S-systeem 9
Figuur 2.4. TT-systeem 10
Figuur 2.5. IT-systeem 10
Figuur 2.6. Genaakbaarheidsgabarit: het verplaatsingsoppervlak is natuurlijk begrensd 14
Figuur 2.7. Genaakbaarheidsgabarit: het verplaatsingsoppervlak is begrensd door een materieel element 15
Figuur 2.8. Genaakbaarheidsgabarit: materiële elementen die het verplaatsingsoppervlak begrenzen hebben openingen die geen doorgang verlenen aan een lange staaf van 12 mm diameter 15
Figuur 2.9. Genaakbaarheidsgabarit: materiële elementen die het verplaatsingsoppervlak begrenzen hebben openingen die geen doorgang verlenen aan een lange staaf van 12 mm diameter 15
Figuur 2.10. Toelaatbare contactspanning U_{Tp} in functie van de foutstroomduur 18
Figuur 2.11. Aardingsinstallatie 22
Figuur 2.12. Voorbeeld van verandering van aardbodemspanning en van spanningen bij het vloeien van stroom in de aardverbindingen 23
Figuur 2.13. Aardingsweerstand R_E 24
Figuur 2.14. Aardingsimpedantie Z_E 24
Figuur 2.15. Equivalent schema van de aardingsimpedantie Z_E 24
Figuur 2.16. Lusimpedantie van een aardverbinding Z_{EB} 25
Figuur 2.17. Equivalent schema van de lusimpedantie van een aardverbinding Z_{EB} 25
Figuur 2.18. Plaatsingswijze «holle blok» 29
Figuur 2.19. Plaatsingswijze «kabelkanaal» 29
Figuur 2.20. Plaatsingswijze «kabelrek» 29
Figuur 2.21. Plaatsingswijze «buis» 29
Figuur 2.22. Plaatsingswijze «kabelbaan» 30
Figuur 2.23. Plaatsingswijze «haak» 30
Figuur 2.24. Plaatsingswijze «goot» 30
Figuur 2.25. Plaatsingswijze «kraagstuk» 30
Figuur 2.26. Plaatsingswijze «lijst» 30
Figuur 2.27. Plaatsingswijze «gegroefde plinten of lijsten» 31
Figuur 2.28. Voorstelling van de zone onder spanning en de nabijheidszone 39
Figuur 2.29. Voorstelling van de zone onder spanning en de nabijheidszone met isolerende bescherminrichting 39
Figuur 2.30. Voorstelling van de zone onder spanning en de nabijheidszone met geaarde, metalen bescherminrichting 40
Figuur 3.1. TN-C-S-net 47
Figuur 3.2. TT-net 47
Figuur 3.3. IT-net 48
Figuur 4.1. Bescherming die de gelijktijdige aanraking van delen die op potentialen kunnen gebracht worden waarvan het verschil gevaarlijk is, onmogelijk maakt (1) 69
Figuur 4.2. Bescherming die de gelijktijdige aanraking van delen die op potentialen kunnen gebracht worden waarvan het verschil gevaarlijk is, onmogelijk maakt (2) 69
Figuur 4.3. Foutlus in een TN-S-systeem 71
Figuur 4.4. Foutlus in een TN-C-systeem 71
Figuur 4.5. Foutlus in een TN-C-S-systeem 71
Figuur 4.6. Foutlus in een TT-systeem 73
Figuren 4.7. IT-net (Eerste fout) 74
Figuur 4.8. IT-net (twee fouten met verbonden massa's) 75
Figuur 4.9. IT-net (twee fouten met niet-verbonden massa's) 76
Figuur 5.1. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Luchtlijnen 111

Figuur 5.2. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Rechtstreeks ingegraven ondergrondse elektrische leidingen 111
Figuur 5.3. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Ondergrondse elektrische leidingen ingegraven met mechanische bescherming 111
Figuur 5.4. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Ondergrondse elektrische leidingen, ingegraven en in een huls..... 111
Figuur 5.5. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Opbouw 112
Figuur 5.6. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Inbouw 112
Figuur 5.7. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Plinten 112
Figuur 5.8. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Lijsten..... 112
Figuur 5.9. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Kabelrekken..... 113
Figuur 5.10. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Haken 113
Figuur 5.11. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Kabelbaan..... 113
Figuur 5.12. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Goot..... 113
Figuur 5.13. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Kokers 113
Figuur 5.14. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Buizen in open of verluchte kabelkanalen... 114
Figuur 5.15. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Buizen in gesloten kabelkanalen 114
Figuur 5.16. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Rechtstreekse plaatsing in open of verluchte kabelkanalen..... 114
Figuur 5.17. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Rechtstreekse plaatsing in gesloten kabelkanalen..... 114
Figuur 5.18. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Rechtstreekse plaatsing in met zand gevulde kabelkanalen..... 114
Figuur 5.19. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Holten 114
Figuur 5.20. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Geprefabriceerde blokken 115
Figuur 5.21. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Achter wandpanelen 115
Figuur 5.22. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Rechtstreeks verzonken, zonder buizen 115
Figuur 5.23. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – In geprefabriceerde leidingen 115
Figuur 5.24. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Op isolatoren 115
Figuur 5.25. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Onder water 116
Figuur 5.26. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Kabelrekken 116
Figuur 5.27. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Haken..... 116
Figuur 5.28. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Rechtstreekse plaatsing in open of verluchte kabelkanalen..... 117
Figuur 5.29. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Rechtstreekse plaatsing in gesloten kabelkanalen..... 117
Figuur 5.30. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Rechtstreekse plaatsing in met zand gevulde kabelkanalen..... 117
Figuur 5.31. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – In buizen in openlucht, ... 117
Figuur 5.32. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Buizen in open of verluchte kabelkanalen... 117
Figuur 5.33. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Buizen in gesloten kabelkanalen 118
Figuur 5.34. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Kabelbaan..... 118
Figuur 5.35. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Goot..... 118
Figuur 5.36. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Holten 118
Figuur 5.37. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Geprefabriceerde blokken 118
Figuur 5.38. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Onder water 119
Figuur 5.39. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Op isolatoren 119
Figuur 5.40. Verzonken plaatsing zonder buizen in beton of cement 131
Figuur 5.41 Elektrische leidingen verzonken in de muren van lokalen 132
Figuur 5.42. Schematische doorsnede van een sleuf 132
Figuur 5.43. Keuze van de beschermingsinrichting tegen kortsluitingen bij smeltveiligheden..... 151

Figuur 5.44. Keuze van de beschermingsinrichting tegenkortsluitingen bij automatische schakelaars (minimale kortsluitstroom) 151
Figuur 5.45. Keuze van de beschermingsinrichting tegenkortsluitingen bij automatische schakelaars (veronderstelde kortsluitstroom) 152
Figuur 5.46. Stroom I_D voor de aardgeleiders met ronde doorsnede in functie van hun doorsnede (A in mm^2) 160
Figuur 5.47. Stroom I_D voor de aardgeleiders met rechthoekige doorsnede in functie van het product van de doorsnede en de omtrek (A x s) 161
Figuur 5.48. Principe van een veiligheidsinstallatie 165
Figuur 7.1. Afstanden ten opzichte van gebouwen 198
Figuur 7.2. Staande isolatoren – Bovenaanzicht 210
Figuur 7.3. Staande isolatoren – Perspectief 210
Figuur 7.4. Halfverankerd type – Zijaanzicht 210
Figuur 7.5. Verankerd type – Zijaanzicht 210
Figuur 7.6. Enkele isolatorketting – Bovenaanzicht 210
Figuur 7.7. Isolerende mastarm met een drukisolator – Perspectief 211
Figuur 7.8. Isolerende mastarm met twee drukisolatoren – Perspectief 211
Figuur 7.9. Inrichting met dubbele ketting zonder bretel – Verankerd type 211
Figuur 7.10. Inrichting met enkele ketting zonder bretel 212
Figuur 7.11. Isolerende mastarm met een drukisolator – Perspectief 212
Figuur 7.12. Isolerende mastarm met twee drukisolatoren – Perspectief 212
Figuur 7.13. Verboden zone van een «beschermde kabel» 213
Figuur 7.14. Zones rond «blanke of daarmee gelijkgestelde geleiders» 214
Figuur 7.15. Verbodsbord 222
Figuur 9.1. Waarschuwingsbord 253
Figuur 9.2. Verbodsbord 254

Overzicht van de tabellen

Tabel 2.1. Spanningsgebieden in wisselstroom 12
Tabel 2.2. Spanningsgebieden in gelijkstroom 12
Tabel 2.3. Absolute conventionele grensspanning U_L 16
Tabel 2.4. Relatieve conventionele grensspanning $U_L(t)$ 17
Tabel 2.5. Categorieën van uitwendige invloeden 32
Tabel 2.6. Uitwendige invloeden – Omgevingstemperatuur (AA) 33
Tabel 2.7. Uitwendige invloeden – Omgevingstemperatuur (AA) – Bijzondere voorwaarden 33
Tabel 2.8. Uitwendige invloeden – Aanwezigheid van water (AD) 33
Tabel 2.9. Uitwendige invloeden – Aanwezigheid van vreemde vaste lichamen (AE) 33
Tabel 2.10. Uitwendige invloeden – Aanwezigheid van corrosieve of vervuilende stoffen (AF) 34
Tabel 2.11. Uitwendige invloeden – Mechanische belastingen veroorzaakt door trillingen (AH) 34
Tabel 2.12. Uitwendige invloeden – Aanwezigheid van flora en/of schimmelvorming (AK) en fauna (AL) 35
Tabel 2.13. Uitwendige invloeden – Elektromagnetische, elektrostatische of ioniserende invloeden (AM) 35
Tabel 2.14. Uitwendige invloeden – Zonnestraling (AN) 35
Tabel 2.15. Uitwendige invloeden – Bekwaamheid van personen (BA) 35
Tabel 2.16. Uitwendige invloeden – Toestand van het menselijk lichaam (BB) 36
Tabel 2.17. Uitwendige invloeden – Aanraking van het aardpotentiaal door personen (BC) 36
Tabel 2.18. Uitwendige invloeden – Mogelijkheden van ontruiming van personen in noodgevallen (BD) . 37
Tabel 2.19. Uitwendige invloeden – Aard van behandelde of opgeslagen goederen (BE) 37
Tabel 2.20. Uitwendige invloeden – Bouwmaterialen (CA) 37
Tabel 2.21. Uitwendige invloeden – Structuur van gebouwen (CB) 38
Tabel 2.22. Waarden van de afstanden D_L en D_V 40
Tabel 4.1. Maximale norminale spanning (in V) bij gebruik van ZLVS 60
Tabel 4.2. Minimumafstanden voor onderhouds- en dienstplaatsen 63
Tabel 4.3. Differentieelstroominrichting: gevoeligheid van beschermingstoestellen in functie van de spreidingsweerstand van de aardverbinding 77
Tabel 4.4. Voorschriften met betrekking tot de maximale stijging van de aardpotentiaal 82
Tabel 4.5. Maximumtemperaturen van de uitwendige oppervlakken van elektrisch materieel aangebracht binnen het genaakbaarheidsgabarit 86
Tabel 4.6. Klassen van de geïsoleerde geleiders en kabels met betrekking tot hun brandreactie 89
Tabel 4.7. Kenmerken van de geïsoleerde geleiders en kabels met betrekking tot hun brandreactie 90
Tabel 4.8. Kenmerken van de geïsoleerde geleiders en kabels met betrekking tot hun brandweerstand . 90
Tabel 4.9. Ruimten die door de 1ste alinea van punt a. 93
van onderafdeling 4.3.3.7. bedoeld worden 93
Tabel 4.10. Maximale waarde van het niet-gestoorde elektrische veld 102
Tabel 5.1. Elektrische leidingen waarvan de geleiders een doorsnede kleiner dan 2,5 mm² mogen hebben 109
Tabel 5.2. Keuze en aanwending van materieel in functie van de omgevingstemperatuur (AA) 134
Tabel 5.3. Keuze en aanwending van bijzonder materieel in functie van de omgevingstemperatuur (AA) 135
Tabel 5.4. Beschermingsgraad van elektrische machines en toestellen in functie van de aanwezigheid van water (AD) 135
Tabel 5.5. Beschermingsgraad van elektrische machines en toestellen in functie van de aanwezigheid van vreemde vaste lichamen (AE) 135
Tabel 5.6. Keuze van elektrische machines en toestellen in functie van de bekwaamheid van personen (BA) 137
Tabel 5.7. Keuze van elektrische machines en toestellen in functie van de toestand van het menselijk lichaam (BB) 137

Tabel 5.8. Keuze van elektrische machines en toestellen in functie van contact met het aardpotentiaal door personen (BC) 137
Tabel 5.9. k-waarden voor beschermingsgeleiders 156
Tabel 5.10. Minimumdoorsnede van de beschermingsgeleider waarbij het berekenen van de waarde van S_p niet nodig is..... 156
Tabel 5.11. Waarden van de constanten ß en k voor bepaalde materialen 159
Tabel 5.12. Maximum toegelaten temperatuur in functie van het materiaal 159
Tabel 5.13. Correctiefactor in functie van de eindtemperatuur 161
Tabel 5.14. Minimum afmetingen van de aardelektroden in functie van de gebruikte materialen m.b.t. hun weerstand tegen de mechanische en corrosieve invloeden..... 162
Tabel 6.1. Minimale isolatieweerstanden 186
Tabel 7.1. Vermeerdering (in m) van de afstand bij hoogspanningsluchtlijnen 200
Tabel 7.2. Afstand «a» (m) 201
Tabel 7.3. Minimale waarden van de breukbelasting bij trek, in newton (N) 202
Tabel 7.4. Waarde van de differentiële trekkracht bij verschuiven 202
Tabel 7.5. Dynamische druk q_b in functie van de hoogte..... 204
Tabel 7.6. Waarden van de aërodynamische coëfficient voor de Z-vormige gesloten kabels 205
Tabel 7.7. Aerodynamische coëfficiënt c in functie van het profieltype 205
Tabel 7.8. Aerodynamische coëfficiënt c voor betonnen palen 206
Tabel 7.9. Toegelaten belastingen voor palen uit enkelvoudige profielijzers en masten in vakwerk (in N/mm^2)..... 206
Tabel 7.10. Herleidingsfactor van de doorsnede voor volle staven in gewalst staal 207
Tabel 7.11. Types van veiligheidsinrichtingen..... 210
Tabel 7.12 Gebruiksvoorwaarden..... 211
Tabel 7.13. Waarden van de straal «r» (in m)..... 213
Tabel 7.14. Afstand «a» (in m) in functie van de spanning van de luchtlijn 217
Tabel 9.1. Niet-specifieke uitwendige invloeden 238

Deel 1. Algemene voorschriften voor het elektrisch materieel en de elektrische installaties

HOOFDSTUK 1.1. INLEIDING **3**

HOOFDSTUK 1.2. TOEPASSINGSGEBIED **3**

Afdeling 1.2.1. Algemene voorwaarden **3**

Afdeling 1.2.2. Uitzonderingen **3**

HOOFDSTUK 1.3. DOEL **3**

HOOFDSTUK 1.4. FUNDAMENTELE PRINCIPES **4**

Afdeling 1.4.1. Elektrische installaties **4**

Onderafdeling 1.4.1.1. Nominale spanning 4

Onderafdeling 1.4.1.2. Regels van goed vakmanschap – Gelijkvormigheid met de normen 4

Onderafdeling 1.4.1.3. Uitvoering en onderhoud 4

Onderafdeling 1.4.1.4. Herstellingen, toevoegingen en wijzigingen 4

Afdeling 1.4.2. Elektrisch materieel **4**

Onderafdeling 1.4.2.1. Veilig elektrisch materieel 4

Onderafdeling 1.4.2.2. Herstellingen, toevoegingen en wijzigingen 4

Onderafdeling 1.4.2.3. Naleving van de normen 4

HOOFDSTUK 1.5. GRENZEN VAN DE INSTALLATIES **4**

Hoofdstuk 1.1. Inleiding

Het Boek 3 betreft installaties voor transmissie en distributie van elektrische energie uitgebaat door de netbeheerder.

Dit Boek is opgedeeld in:
- Deel x.
- Hoofdstuk x.x.
- Afdeling x.x.x.
- Onderafdeling x.x.x.x.

Men verstaat in dit Boek onder:

- **Boek 1:** boek over *de installaties op laagspanning en op zeer lage spanning*.
- **Boek 2:** boek over *de installaties op hoogspanning*.

Hoofdstuk 1.2. Toepassingsgebied

Afdeling 1.2.1. Algemene voorwaarden

De voorschriften van dit Boek gelden:
- voor alle installaties voor transmissie en distributie van elektrische energie uitgebaat door de openbare netbeheerders voor zover de nominale frequentie van de stroom niet groter is dan 10.000 Hz;
- voor hun hulpinstallaties (verlichting, verwarming…), met inbegrip van de aansluitingen op dit net en de bijbehorende meetinstallaties;
- voor kabels ten behoeve van communicatie en informatietechnologie, van signalisatie of bediening (met uitzondering van de inwendige stroombanen van elektrische machines en toestellen) in het geval van de voorzorgsmaatregelen tegen brand zoals vermeld in *afdelingen 4.3.3.*, *5.2.8.* en *5.6.6.*
- voor de keuze en de plaatsing van de vaste toestellen van de installaties voor informatica, van de installaties voor gegevensverwerking, van de installaties op zeer lage spanning die vallen onder de Wet tot regeling van de private en bijzondere veiligheid (inbraakdetectie, branddetectie en camerabewaking) en voor elk ander systeem van gegevensoverbrenging, en dit voor wat betreft de uitwendige invloeden bedoeld in *hoofdstuk 2.10.*

Voor de installaties voor transmissie en distributie van elektrische energie uitgebaat door de netbeheerders, andere dan de openbare netbeheerders, bepaalt de Koning de toepassing van Boek 3 op deze andere netbeheerders.

De installaties uitgebaat door de netbeheerder die niet beantwoorden aan de bovenstaande voorwaarden, vallen onder de toepassingsdomeinen van Boek 1 en van Boek 2.

Afdeling 1.2.2. Uitzonderingen

De voorschriften van dit Boek gelden niet voor installaties voor informatica, voor installaties voor gegevensverwerking, voor teletransmissieinstallaties, voor installaties op zeer lage spanning die vallen onder de Wet tot regeling van de private en bijzondere veiligheid (inbraakdetectie, branddetectie en camerabewaking) en voor elk ander systeem van gegevensoverbrenging. Deze installaties en systemen moeten echter beantwoorden aan de regels van goed vakmanschap.

Hoofdstuk 1.3. Doel

Het doel van dit Boek is voorschriften te bepalen aangaande de keuze van het materieel, de uitvoering, de bescherming, het gebruik en de controle van elektrische installaties voor transmissie en distributie uitgebaat door de netbeheerder, teneinde het minimale veiligheidsniveau te verzekeren.

Hoofdstuk 1.4. Fundamentele principes

Afdeling 1.4.1. Elektrische installaties

Onderafdeling 1.4.1.1. Nominale spanning

Elektrische installaties moeten in al hun onderdelen ontworpen en uitgevoerd worden in functie van hun nominale spanning.

Onderafdeling 1.4.1.2. Regels van goed vakmanschap – Gelijkvormigheid met de normen

De normen bekrachtigd door de Koning of geregistreerd door het NBN, indien er bestaan, en alle bepalingen, die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden, moeten beschouwd worden als regels van goed vakmanschap.

Onderafdeling 1.4.1.3. Uitvoering en onderhoud

De elektrische installaties moeten uitgevoerd worden:
- met veilig elektrisch materieel,
- overeenkomstig hun bestemming,
- opdat correct onderhoud mogelijk is in al hun samenstellende delen,

en dit volgens de voorschriften van dit Boek en de regels van goed vakmanschap (indien de voorschriften niet in dit Boek bestaan).

De als dusdanig uitgevoerde installaties brengen, bij correct onderhoud en bij gebruik overeenkomstig hun bestemming, de veiligheid van personen alsook het behoud van goederen niet in gevaar.

Onderafdeling 1.4.1.4. Herstellingen, toevoegingen en wijzigingen

Herstellingen, toevoegingen en wijzigingen van elektrische installaties moeten uitgevoerd worden met veilig materieel, overeenkomstig de voorschriften van dit Boek en volgens de regels van goed vakmanschap (indien de voorschriften niet in dit Boek bestaan).

Afdeling 1.4.2. Elektrisch materieel

Onderafdeling 1.4.2.1. Veilig elektrisch materieel

In een elektrische installatie mogen slechts veilige elektrische machines, toestellen en leidingen aangewend worden. Dit wil zeggen dat ze moeten gebouwd zijn volgens de regels van goed vakmanschap en dat ze in geval van foutloze installatie en onderhoud, en toepassing volgens hun bestemming, zowel de veiligheid van personen als het behoud van goederen niet in gevaar mogen brengen.

Onderafdeling 1.4.2.2. Herstellingen, toevoegingen en wijzigingen

De herstellingen, toevoegingen en wijzigingen van elektrisch materieel moeten uitgevoerd worden met veilig materieel, overeenkomstig de voorschriften van dit Boek en volgens de regels van goed vakmanschap (indien de voorschriften niet in dit Boek bestaan).

Onderafdeling 1.4.2.3. Naleving van de normen

Het elektrisch materieel moet ten minste beantwoorden aan de criteria vermeld in *afdeling 5.1.3.*

Hoofdstuk 1.5. Grenzen van de installaties

Men beschouwt de aansluitklemmen aan de laagspanningszijde van de hoogspanning / laagspanningstransformator als grens tussen laagspannings- en hoogspanningsinstallatie.

Onverminderd de regionale technische reglementen voor het beheer van het elektrische distributienet, beschouwt men de grens van de installatie voor transmissie en distributie van elektrische energie uitgebaat door de netbeheerder, als zijnde de exploitatiegrens tussen de netbeheerder en de netgebruiker zoals bepaald in het aansluitingscontract of in het aansluitingsreglement.

Deel 2. Begrippen en definities

HOOFDSTUK 2.1. INLEIDING **7**

HOOFDSTUK 2.2. KENMERKEN VAN DE INSTALLATIES **7**

Afdeling 2.2.1. Algemene kenmerken **7**

Onderafdeling 2.2.1.1. Algemene begrippen 7

Onderafdeling 2.2.1.2. Aardverbindingssystemen bij laagspanning en bij zeer lage spannning 7

Afdeling 2.2.2. Grootheden en eenheden **10**

Afdeling 2.2.3. Diverse Installaties **11**

HOOFDSTUK 2.3. SPANNINGEN **11**

Afdeling 2.3.1. Algemene begrippen **11**

Afdeling 2.3.2. Spanningsgebieden in wisselstroom **12**

Afdeling 2.3.3. Spanningsgebieden in gelijkstroom **12**

HOOFDSTUK 2.4. BESCHERMING TEGEN ELEKTRISCHE SCHOKKEN **13**

Afdeling 2.4.1. Algemene begrippen **13**

Onderafdeling 2.4.1.1. Algemeenheden 13

Onderafdeling 2.4.1.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning 17

Onderafdeling 2.4.1.3. Bij hoogspanning 17

Afdeling 2.4.2. Isolaties **18**

Onderafdeling 2.4.2.1. Algemeenheden 18

Onderafdeling 2.4.2.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning 18

Afdeling 2.4.3. Indeling van het materieel voor lage en zeer lage spanning met betrekking tot de bescherming tegen elektrische schokken **19**

HOOFDSTUK 2.5. AARDINGEN **20**

Afdeling 2.5.1. Algemeenheden **20**

Afdeling 2.5.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning **21**

Afdeling 2.5.3. Bij hoogspanning **22**

HOOFDSTUK 2.6. ELEKTRISCHE STROOMBANEN **25**

Afdeling 2.6.1. Algemene begrippen **25**

Onderafdeling 2.6.1.1. Algemeenheden 25

Onderafdeling 2.6.1.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning 25

Afdeling 2.6.2. Stromen **25**

Afdeling 2.6.3. Laagspanningstransformatoren **26**

Afdeling 2.6.4. Kenmerken van de beschermingsinrichtingen **26**

Onderafdeling 2.6.4.1. Algemeenheden 26

Onderafdeling 2.6.4.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning 26

HOOFDSTUK 2.7. LEIDINGEN **27**

Afdeling 2.7.1. Algemene begrippen **27**

Onderafdeling 2.7.1.1. Algemeenheden 27

Onderafdeling 2.7.1.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning 28

Afdeling 2.7.2. Plaatsingswijzen **29**

Onderafdeling 2.7.2.1. Algemeenheden 29

Onderafdeling 2.7.2.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning 30

HOOFDSTUK 2.8. MATERIEEL **31**

Afdeling 2.8.1. Algemene begrippen **31**

Onderafdeling 2.8.1.1. Algemeenheden 31

Onderafdeling 2.8.1.2. Bij laagspanning 31

Afdeling 2.8.2. Verplaatsingsmogelijkheden **31**

Onderafdeling 2.8.2.1. Algemeenheden 31

Onderafdeling 2.8.2.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning 31
HOOFDSTUK 2.9. SCHEIDING EN BESTURING 32
HOOFDSTUK 2.10. UITWENDIGE INVLOEDEN 32
Afdeling 2.10.1. Algemeenheden 32
Afdeling 2.10.2. Omgevingstemperatuur (AA) 32
Afdeling 2.10.3. Aanwezigheid van water (AD) 33
Afdeling 2.10.4. Aanwezigheid van vreemde vaste lichamen (AE) 33
Afdeling 2.10.5. Aanwezigheid van corrosieve en vervuilende stoffen (AF) 33
Afdeling 2.10.6. Mechanische belastingen veroorzaakt door schokken (AG) 34
Afdeling 2.10.7. Mechanische belastingen veroorzaakt door trillingen (AH) 34
Afdeling 2.10.8. Aanwezigheid van flora en/of schimmelvorming (AK) en fauna (AL) 34
Afdeling 2.10.9. Elektromagnetische, elektrostatische of ioniserende invloeden (AM) 35
Afdeling 2.10.10. Zonnestraling (AN) 35
Afdeling 2.10.11. Bekwaamheid van personen (BA) 35
Afdeling 2.10.12. Toestand van het menselijk lichaam (BB) 36
Afdeling 2.10.13. Aanraking van het aardpotentiaal door personen (BC) 36
Afdeling 2.10.14. Mogelijkheden van ontruiming van personen in noodgevallen (BD) 36
Afdeling 2.10.15. Aard van behandelde of opgeslagen goederen (BE) 37
Afdeling 2.10.16. Bouwmaterialen (CA) 37
Afdeling 2.10.17. Structuur van gebouwen (CB) 37
HOOFDSTUK 2.11. WERKZAAMHEDEN EN CONTROLE 38
Afdeling 2.11.1. Werkzaamheden aan elektrische installaties 38
Afdeling 2.11.2. Controle van elektrische installaties 40
HOOFDSTUK 2.12. SCHEMA'S, PLANNEN EN DOCUMENTEN VAN ELEKTRISCHE INSTALLATIES 41

Hoofdstuk 2.1. Inleiding

Verschillende technische begrippen worden bepaald in dit deel in de gevallen waarvoor deze begrippen algemeen zijn.

Al deze bepalingen zijn van toepassing in dit Boek.

Andere definities, deze van begrippen die specifiek van toepassing zijn op een deel van het Boek, zijn in het betrokken deel opgenomen.

Tenzij anders vermeld gelden in dit Boek de aanduidingen inzake spanning zowel voor gelijkspanning als voor wisselspanning.

Hoofdstuk 2.2. Kenmerken van de installaties

Afdeling 2.2.1. Algemene kenmerken

Onderafdeling 2.2.1.1. Algemene begrippen

In de volgende definities moet het begrip «lokaal» begrepen worden als volgt: een overdekte ruimte begrensd door scheidingswanden, te weten door een vloer, wanden en een zoldering; deze scheidingswanden zijn vol of bevatten slechts openingen die geen doorgang verlenen aan een lange rechte draad van 1 mm diameter.

Elektrische installatie: een geheel bestaande uit elektrische machines, toestellen en leidingen.

Vaste installatie (ook blijvende installatie genoemd): installatie die niet beantwoordt aan de definitie van een tijdelijke installatie, noch aan de definitie van een mobiele of verplaatsbare installatie.

Tijdelijke installatie: installatie die enkel een beperkte duur heeft zoals:
- hetzij een installatie die voor inrichtingen van beperkte duur bestemd is, die buiten het voorziene toepassingsgebied van ruimten vallen hetzij een installatie die zich regelmatig herhaalt;
- hetzij een installatie die voor de uitvoering van bouwwerken van gebouwen en dergelijke bestemd is (bijvoorbeeld, werfinstallaties bedoeld in *hoofdstuk 7.2.*).

Mobiele of verplaatsbare installatie: installatie die kan worden verplaatst, al dan niet onder spanning, hetzij door zijn eigen middelen hetzij door de gebruiker.

Plaats: een niet-noodzakelijk overdekte ruimte en niet-noodzakelijk begrensd door wanden of omheiningen.

Omheinde plaats: een niet noodzakelijk overdekte ruimte begrensd hetzij door een of meer scheidingswanden, hetzij door hindernissen ter afsluiting van een ruimte.

Ruimte van de elektrische dienst: een lokaal of een omheinde plaats die hoofdzakelijk of exclusief dient voor de uitbating van elektrische installaties.

Dienstplaatsen: de plaatsen, gelegen binnen ruimten van de elektrische dienst, waarvan de toegang nodig is voor de uitbating van de elektrische installaties (bijvoorbeeld toezicht, bediening, regeling sturing...).

Onderhoudsplaatsen: de plaatsen, gelegen binnen ruimten van de elektrische dienst, waarvan de toegang nodig is, hoofdzakelijk voor het normaal onderhoud van de elektrische installaties (bijvoorbeeld vervanging van smeltveiligheden, het in goede staat houden...).

Functionele opening: opening die voor het lokaal of de omheinde plaats de functie mogelijk maakt die het moet vervullen. Het betreft voornamelijk toegangsdeuren, verluchtingsopeningen, doorgangsopeningen voor leidingen, mechanisch bedieningsmaterieel...

Gewone ruimte: een lokaal of een plaats die geen ruimte van de elektrische dienst is.

Normaal bedrijf: een situatie waarin elektrische en niet-elektrische installaties binnen de ontwerpparameters worden gebruikt.

Onderafdeling 2.2.1.2. Aardverbindingssystemen bij laagspanning en bij zeer lage spannning

a. Algemeenheden

De aardverbindingssystemen, in beschouwing genomen in het kader van dit Boek, worden elk gekenmerkt door een code bestaande uit ten minste twee letters, en eventueel uit drie of vier letters:
- de eerste letter geeft de relatie aan tussen het verdeelnet en de aarde:
  T: rechtstreekse verbinding van een punt met de aarde;

I: hetzij isolatie van alle actieve delen ten overstaan van de aarde;
hetzij verbinding van een punt met de aarde via een voldoende grote impedantie;

- de tweede letter geeft de relatie aan tussen de massa's van de elektrische installatie en de aarde:
  T: rechtstreeks geaarde massa's onafhankelijk van een eventuele aarding van een punt van het verdeelnet;
  N: massa's verbonden met de geaarde geleider van het verdeelnet (bij wisselstroom, is het de nulgeleider die normaal geaard wordt);
- de eventuele derde of vierde letter, door een streepje gescheiden van de eerste twee en eventueel van elkaar, geven de uitvoering aan van de nulgeleider en van de beschermingsgeleider:
  S: de functies van nulgeleider en beschermingsgeleider worden verzekerd door afzonderlijke geleiders;
  C: één geleider vervult zowel de functie van nulgeleider als van beschermingsgeleider (PEN-geleider).

b. Beschrijving van de systemen

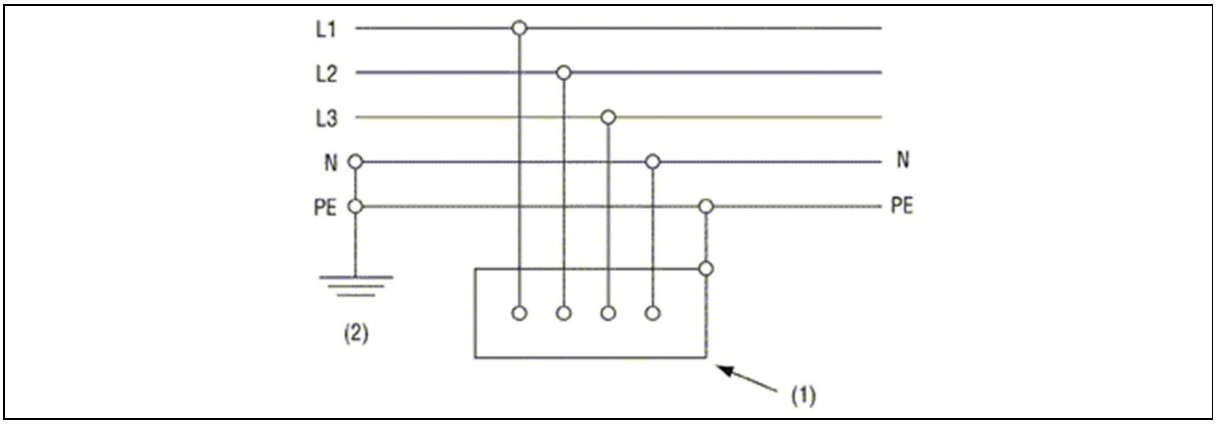
De types van aardverbindingssystemen zijn in beschouwing genomen in het kader van dit Boek:
- de varianten TN-S, TN-C-S en TN-C van het TN-systeem;
- het TT-systeem;
- het IT-systeem.

b.1. De varianten van het TN-systeem

Bij het TN-systeem is een punt van het verdeelnet rechtstreeks geaard en de massa's van de elektrische installatie zijn met dit punt verbonden door middel van beschermingsgeleiders. Naargelang de uitvoering van de nulgeleider en de beschermingsgeleider worden drie types van TN-systemen voorzien.

- TN-S-systeem: de nulgeleider en de beschermingsgeleider zijn afzonderlijke geleiders in het volledige net.

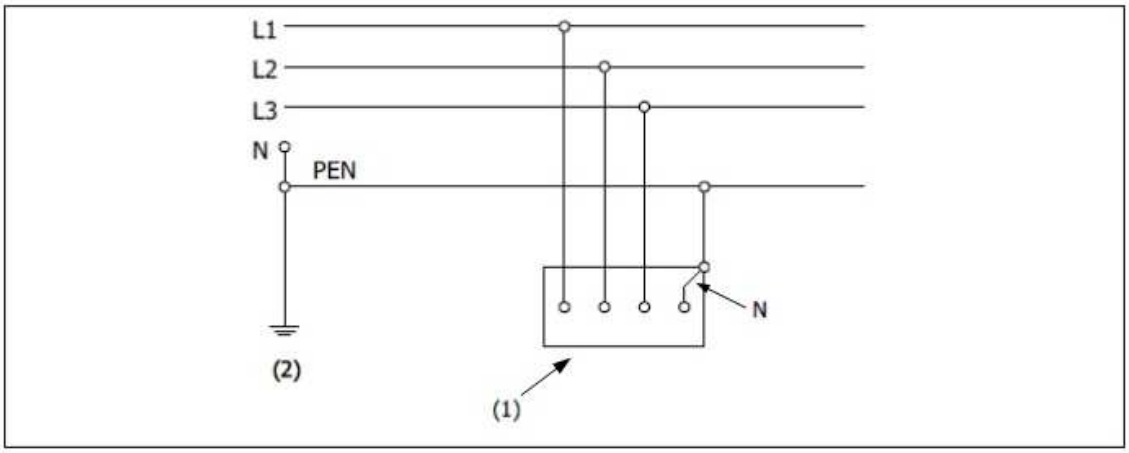
Figuur 2.1. TN-S-systeem



(1) Massa
(2) Aardverbinding van het verdeelnet

- TN-C systeem: de functies van nulgeleider en beschermingsgeleider worden vervuld door dezelfde geleider in het volledige net.

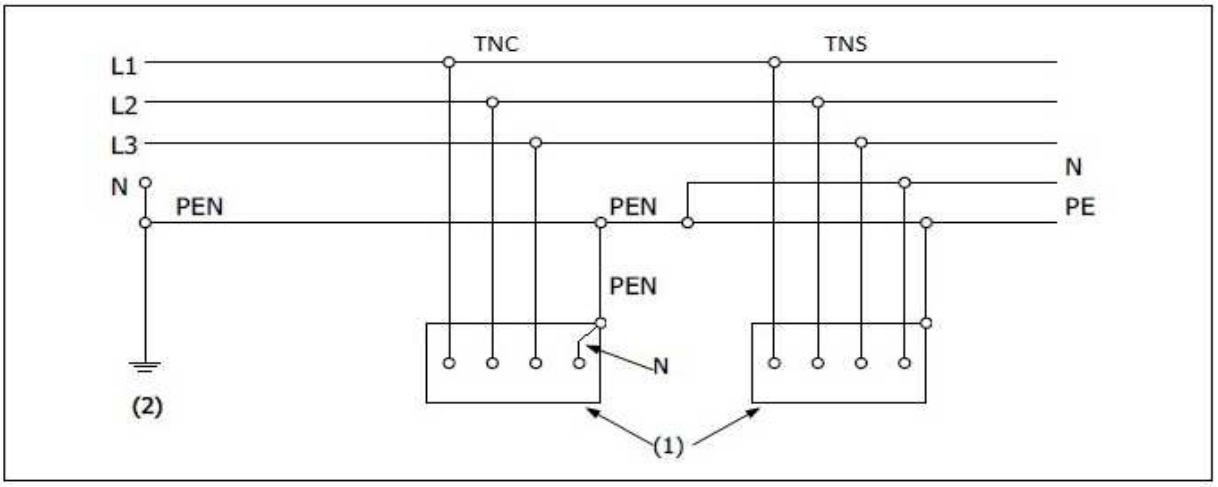
Figuur 2.2. TN-C-systeem



(1) Massa
(2) Aardverbinding van het verdeelnet

– TN-C-S-systeem: de functies van nulgeleider en beschermingsgeleider worden vervuld door dezelfde geleider in een deel van het net.

Figuur 2.3. TN-C-S-systeem

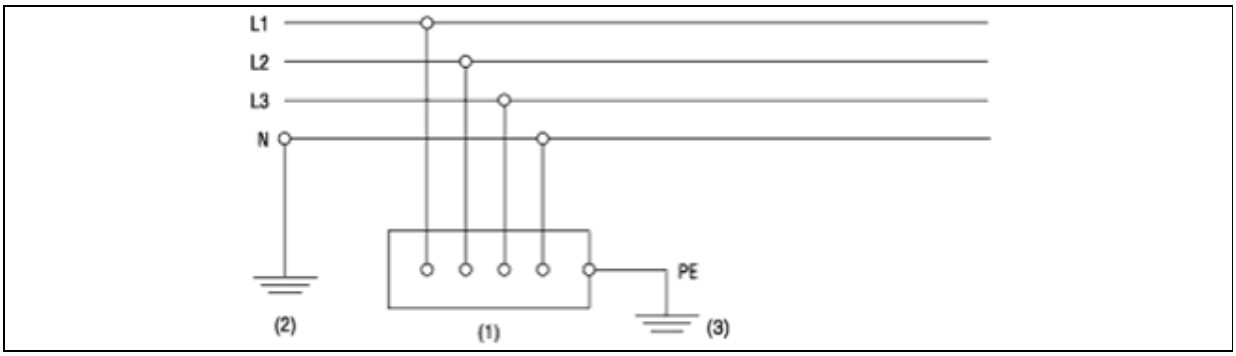


(1) Massa's
(2) Aardverbinding van het verdeelnet

b.2. TT-systeem

Bij een TT-systeem is een punt van het verdeelnet rechtstreeks geaard en de massa's van de elektrische installatie zijn verbonden met aardverbindingen die elektrisch gescheiden zijn van de aardverbindingen van het verdeelnet.

Figuur 2.4. TT-systeem

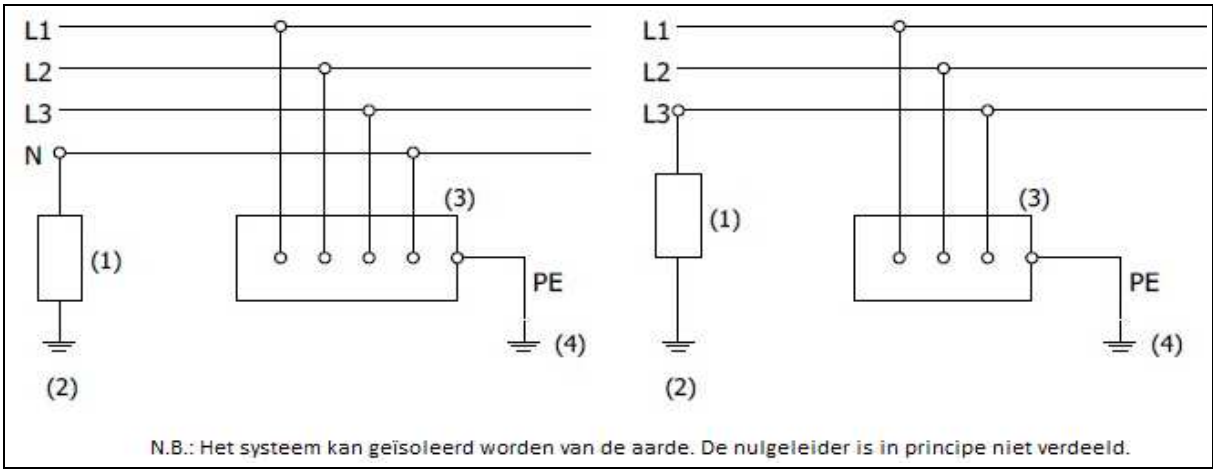


(1) Massa
(2) Aardverbinding van het verdeelnet
(3) Aardverbinding van de massa

b.3. IT-systeem

Bij een IT-systeem is er geen enkel punt van het verdeelnet rechtstreeks geaard hetzij of is er een verbinding van een punt van het verdeelnet met de aarde via een voldoende grote impedantie, terwijl de massa's van de elektrische installatie wel geaard zijn.

Figuur 2.5. IT-systeem



(1) Impedantie (al dan niet geïnstalleerd)
(2) Aardverbinding van het verdeelnet
(3) Massa
(4) Aardverbinding van de massa

Afdeling 2.2.2. Grootheden en eenheden

De eenheden en symbolen, verder in dit Boek gebruikt, zijn bepaald door het Koninklijk besluit van 4 oktober 1977, dat wijzigingen bevat van het koninklijk besluit van 14 september 1970 dat betrekking heeft op het gedeeltelijk in uitvoering brengen van de wet van 16 juni 1970 op de meeteenheden, de meetstandaarden en de meetwerktuigen en tot vaststelling van de wettelijke meeteenheden en van de standaarden en regels ter reproductie van deze eenheden.

Nominale waarde: waarde die gebruikt wordt om materieel aan te duiden door een kenmerkende grootheid (stroom, spanning...). Deze waarde is meestal gelijkaardig aan de toegekende waarde van dit materieel.

Toegekende waarde: waarde van een grootheid, meestal bepaald door de constructeur voor een gespecificeerde werking van een onderdeel van een inrichting of uitrusting.

Effectieve waarde: voor een tijdsafhankelijke grootheid is het de positieve vierkantswortel van de gemiddelde waarde van het kwadraat van de grootheid over het gegeven tijdsinterval (ook genoemd rms-waarde – *root mean square*).

Rimpelfactor: verhouding van de effectieve waarde van de periodische component van de stroom of de spanning tot de absolute waarde van hun gelijkspanningscomponent.

Joule-integraal: integraal van het kwadraat van de stroom in een gegeven tijdsinterval ($t = t_1 - t_0$):

$$I^2 \cdot t = \int_{t_0}^{t_1} i^2 \cdot \mathrm{d}t$$

Afdeling 2.2.3. Diverse Installaties

Veiligheidsverbruiker: uitrusting of systeem die/dat gedurende een bepaalde tijd om veiligheidsredenen voor personen in dienst moet blijven.

Veiligheidsinstallatie: elektrische installatie samengesteld uit de veiligheidsvoeding en de veiligheidsverbruiker.

Veiligheidsvoeding: voorziene voeding om het functiebehoud van de veiligheidsverbruikers te garanderen. Ze is samengesteld uit de veiligheidsbron en de veiligheidsstroombaan.

Veiligheidsbron: elektrische bron deel uitmakend van de veiligheidsvoeding.

Kritische verbruiker: uitrusting of systeem waarvoor het functiebehoud is vereist om andere redenen dan deze van de veiligheid van personen.

Kritische installatie: elektrische installatie samengesteld uit de kritische verbruiker, zijn stroombaan en zijn eventuele vervangingsbron.

Vervangingsbron: elektrische bron voorzien om de voeding van een elektrische installatie of gedeelten van deze installatie of een toestel, om anderen redenen dan deze van de veiligheid van personen, bij het uitvallen van de normale bron te garanderen. Ze kan voor de voeding van de kritische installaties gebruikt worden.

Verbruiker met positieve veiligheid: een verbruiker waarvan de veiligheidsfunctie bij het uitvallen van de normale voeding in de tijd behouden blijft. Voorbeeld van een verbruiker met positieve veiligheid: een branddeur die door een elektromagneet in open positie wordt gehouden en die bij het uitvallen van de voeding mechanisch en automatisch sluit.

Normale bron: elektrische hoofdbron van een elektrische installatie onder normale gebruiksvoorwaarden.

Hoofdstuk 2.3. Spanningen

Afdeling 2.3.1. Algemene begrippen

Nominale spanning van elektrisch materieel: spanning die gegeven wordt door de kenmerken van het elektrisch materieel en waardoor de beproevingsvoorwaarden en de spanningsgrenzen van dit materieel vastgelegd worden.

Nominale spanning van een elektrische installatie: spanning die gegeven wordt door de kenmerken van een elektrische installatie en waardoor de beproevingsvoorwaarden en de spanningsgrenzen van deze installatie vastgelegd worden. Deze waarde houdt geen rekening noch met voorbijgaande overspanningen bijvoorbeeld veroorzaakt door schakelen, noch met tijdelijke abnormale spanningsveranderingen, bijvoorbeeld wegens fouten in het voedingsnet.

Periodische spanning: spanning met een waarde die zich herhaalt met gelijke tussentijden, *perioden* genoemd.

Wisselspanning: periodische spanning waarvan de gemiddelde waarde per periode nul is; bij uitbreiding, in dit Boek, elke spanning die tijdens elke periode van teken verandert.

Gelijkspanning: spanning met een waarde die zich ieder ogenblik herhaalt of een periodische spanning die niet van teken verandert tijdens de periode.

Gelijkspanning met rimpel: spanning met een rimpelfactor die groter is dan 0,1.

Gelijkspanning zonder rimpel: spanning met een rimpelfactor kleiner dan of gelijk aan 0,1; nochtans wordt de maximale effectieve waarde van de periodische component vastgesteld op:

– 3 V voor gelijkspanningen kleiner dan of gelijk aan 30 V;
– 6 V voor gelijkspanningen groter dan 30 V maar kleiner dan of gelijk aan 60 V;
– 12 V voor gelijkspanningen groter dan 60 V maar kleiner dan of gelijk aan 120 V.

Hoogspanning (HS): spanning waarvan de waarde bepaald is in *afdelingen 2.3.2.* en *2.3.3.*

Laagspanning (LS): spanning waarvan de waarde bepaald is in *afdelingen 2.3.2* en *2.3.3.*

Zeer lage spanning (ZLS): spanning waarvan de waarde bepaald is in *afdelingen 2.3.2* en *2.3.3.*

Zeer lage veiligheidsspanning (ZLVS): zeer lage spanning waarvan de waarde beperkt blijft:
– in normale bedrijfsomstandigheden, en
– in foutomstandigheden, met inbegrip van aardfouten in andere stroombanen,
tot deze van de absolute conventionele grensspanning bepaald in *onderafdeling 2.4.1.1.*

Zeer lage beschermingsspanning (ZLBS): zeer lage spanning waarvan de waarde beperkt blijft:
– in normale bedrijfsomstandigheden, en
– in foutomstandigheden, met uitzondering van aardfouten in andere stroombanen,
tot deze van de absolute conventionele grensspanning bepaald in *onderafdeling 2.4.1.1.*

De ZLBS verschilt van de ZLVS door het feit dat een punt van de stroombaan op ZLBS met de aarde mag worden verbonden.

Zeer lage functionele spanning (ZLFS): zeer lage spanning waarvan de waarde beperkt blijft:
– in normale bedrijfsomstandigheden,
tot deze van de absolute conventionele grensspanning bepaald in *onderafdeling 2.4.1.1.*

Beschermingsscheiding op ZLS en LS: een scheiding tussen de actieve delen op ZLS en LS die een isolatiedoorslagvastheid heeft gelijkwaardig aan deze van de dubbele isolatie.

Afdeling 2.3.2. Spanningsgebieden in wisselstroom

Voor wisselspanningen worden de effectieve waarden aangegeven.

De indeling van een elektrische installatie in één van de spanningsgebieden geschiedt in functie van haar nominale spanning *U* tussen actieve geleiders volgens *tabel 2.1.*

Tabel 2.1. Spanningsgebieden in wisselstroom

		Spanningsgebieden in wisselstroom (V)
Zeer lage spanning		$U \leq 50$
Laagspanning	1e categorie	$50 < U \leq 500$
	2e categorie	$500 < U \leq 1000$
Hoogspanning	1e categorie	$1000 < U \leq 50000$
	2e categorie	$U > 50000$

Bovendien wordt, wanneer de spanning tussen een van de actieve geleiders en een vreemd geleidend deel de in de tabel vermelde waarden overschrijdt, deze spanning gebruikt om de indeling van de elektrische installatie te bepalen.

Afdeling 2.3.3. Spanningsgebieden in gelijkstroom

Voor gelijkspanningen worden de gemiddelde waarden aangegeven.

De indeling van een elektrische installatie in één van de spanningsgebieden geschiedt in functie van haar nominale spanning *U* tussen actieve geleiders volgens *tabel 2.2.*

Tabel 2.2. Spanningsgebieden in gelijkstroom

		Spanningsgebieden (V)	
		in gelijkstroom met rimpel	***in gelijkstroom zonder rimpel***
Zeer lage spanning		$U \leq 75$	$U \leq 120$
Laagspanning	1e categorie	$75 < U \leq 750$	$120 < U \leq 750$
	2e categorie	$750 < U \leq 1500$	$750 < U \leq 1500$
Hoogspanning		$U > 1500$	$U > 1500$

Bovendien wordt, wanneer de spanning tussen een van de actieve geleiders en een vreemd geleidend deel de in de tabel vermelde waarden overschrijdt, deze spanning gebruikt om de indeling van de elektrische installatie te bepalen.

Hoofdstuk 2.4. Bescherming tegen elektrische schokken

Afdeling 2.4.1. Algemene begrippen

Onderafdeling 2.4.1.1. Algemeenheden

Elektrische schok: fysiopathologisch verschijnsel veroorzaakt door een elektrische stroom in het menselijk lichaam.

Rechtstreekse aanraking: aanraking door personen van actieve delen van elektrisch materieel.

Onrechtstreekse aanraking: aanraking door personen van toevallig onder spanning staande massa's.

Schokstroom: de stroom die door het menselijk lichaam vloeit en die een elektrische schok veroorzaakt.

Actieve geleider: een geleider bestemd voor het overbrengen van elektrische energie. De nulgeleider bij wisselstroom en de compensatorgeleider bij gelijkstroom, zelfs indien deze geleiders gebruikt worden als beschermingsgeleider beantwoorden eveneens aan deze bepaling.

Actieve delen:
- de geleiders en geleidende delen van elektrisch materieel dat bij normaal gebruik onder spanning kan staan, met inbegrip van de geleidende delen, rechtstreeks verbonden met de nulgeleider bij wisselstroom of met de compensatorgeleider bij gelijkstroom. De PEN-geleider wordt bij conventie niet als actief deel beschouwd;
- de delen van sommige elektrische machines of toestellen (bijvoorbeeld in verband met ontstoringsmaatregelen) indien de desbetreffende bijzondere voorschriften dit voorzien of indien de installatie- en gebruiksvoorwaarden zodanig zijn dat deze geleidende delen in normale omstandigheden op een spanning kunnen gebracht worden die groter is dan de maximumwaarde van de zeer lage spanning. Dit geldt, bij elektrisch materieel van de klasse II (bepaald bij *afdeling 2.4.3.*), eveneens voor geleidende delen die enkel van de actieve delen geïsoleerd zijn door een basisisolatie.

Gelijktijdig genaakbare delen of stukken: geleiders of geleidende blanke delen die gelijktijdig door een persoon kunnen aangeraakt worden, dit wil zeggen die zich op een afstand van elkaar bevinden die gegeven wordt door de volgende formule:

$d = 2{,}50 + 0{,}01\ (U_N - 20)$

met een minimum van 2,50 m. Hierin is U_N de nominale spanning, uitgedrukt in kV, tussen deze delen of stukken.

Kunnen beschouwd worden als gelijktijdig genaakbare delen of stukken:
- actieve delen;
- massa's;
- geleidende delen, vreemd aan de elektrische installatie;
- beschermingsgeleiders, equipotentiale geleiders;
- aardelektroden;
- de grond en geleidende vloeren.

Tussenstuk: niet-genaakbaar en geleidend deel van elektrisch materieel dat in normale omstandigheden niet onder spanning staat, maar dat bij een fout onder spanning kan komen.

Massa: genaakbaar geleidend deel dat geen actief deel is maar dat bij een fout onder spanning kan komen.

De term *massa* beduidt hoofdzakelijk genaakbare metalen delen van elektrisch materieel, normaal geïsoleerd van de actieve delen maar die er toevallig mee in aanraking kunnen komen als gevolg van een tekortkoming in de schikkingen, genomen om hun isolatie te verzekeren. Deze tekortkoming kan het gevolg zijn van het in gebreke blijven van de basisisolatie, de bevestigings- of bescherminrichtingen.

Onder massa wordt namelijk verstaan:
- genaakbare metalen delen van elektrisch materieel, enkel van de actieve delen gescheiden door een basisisolatie;
- vreemde geleidende delen, elektrisch verbonden of in aanraking met het geleidend of isolerend uitwending oppervlak van elektrisch materieel dat slechts een basisisolatie omvat.

Dit is met name ook het geval voor metalen deurlijsten gebruikt als doorgang voor elektrische leidingen, als steun voor elektrische toestellen met basisisolatie of geplaatst in contact met het uitwendig omhulsel van deze toestellen.

Uit de bepaling van massa volgt eveneens dat:
- genaakbare metalen delen van elektrisch materieel dat niet van de klasse II is, metalen bewapening van kabels en bepaalde metalen buizen massa's zijn;
- geen enkel deel van elektrisch materieel van de klasse II als massa beschouwd wordt.

Met de term *massa* wordt eveneens elk metalen voorwerp bedoeld dat door gewilde plaatsing of als gevolg van een bestaande toestand, elektrisch verbonden of in aanraking is met het uitwendig oppervlak van elektrisch materieel met basisisolatie.

In de ruimere betekenis moeten alle metalen voorwerpen in de nabijheid van niet-geïsoleerde actieve delen als massa beschouwd worden indien er een groot risico bestaat dat ze in elektrisch contact komen met deze actieve delen als gevolg van onvolkomenheden van de bevestigingsmiddelen (zoals loskomen van verbindingen, breuk van geleider...).

Geleidend deel, vreemd aan de elektrische installatie (afgekort: **vreemd geleidend deel**): geleidend deel dat niet tot de elektrische installatie behoort en dat een potentiaal, de aardpotentiaal inbegrepen, kan overbrengen.

Deze vreemde geleidende delen zijn namelijk:
- metalen delen gebruikt in de constructie van gebouwen;
- metalen leidingen voor gas, water, verwarming... en de niet-elektrische toestellen die erop aangesloten zijn (radiatoren, niet-elektrische fornuizen, metalen gootstenen...);
- niet-isolerende vloeren en wanden.

Fout: toevallige elektrische verbinding tussen twee punten op verschillende potentialen. De verbinding kan rechtstreeks zijn of een zekere impedantie vertonen.

Impedantie van de foutlus: totale impedantie die de foutstroom bepaalt.

Foutstroom: stroom die ontstaat door een fout.

Aardfoutstroom: foutstroom die naar de aarde vloeit.

Lekstroom: stroom die in een foutloze elektrische stroombaan naar de aarde of naar de vreemde geleidende delen vloeit.

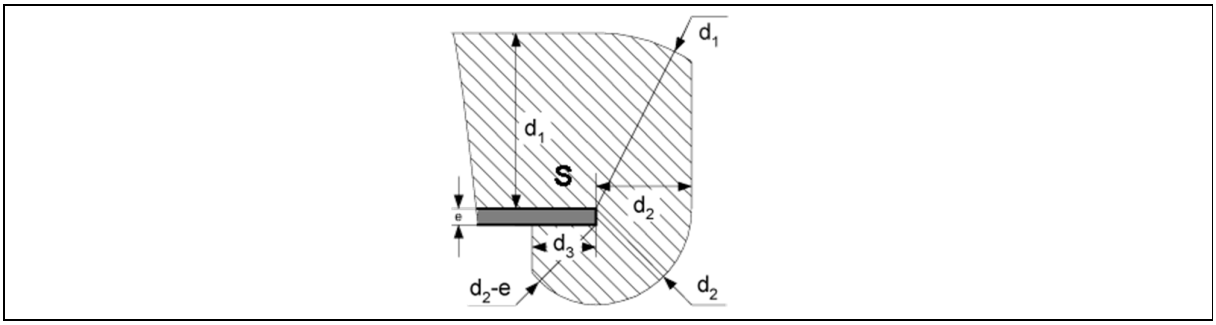
Foutspanning: spanning die bij een isolatiefout ontstaat tussen een massa en een punt waarvan de potentiaal niet veranderd wordt door het onder spanning brengen van de massa.

Contactspanning: spanning die, in het raam van de bescherming tegen onrechtstreekse aanrakingen, bij een isolatiefout bestaat of kan ontstaan tussen gelijktijdig genaakbare delen, met uitzondering van actieve delen.

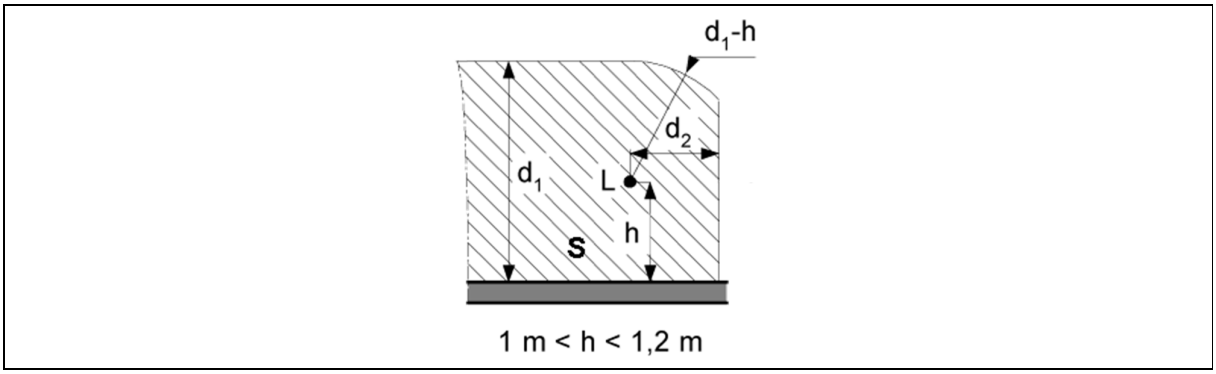
Verplaatsingsoppervlak: vast oppervlak waarop personen zich in normale omstandigheden bevinden of zich verplaatsen; dit oppervlak wordt begrensd door zijn eigen schikking of door één of meer materiële elementen.

Genaakbaarheidsgabarit: volume dat gelegen is rond een verplaatsingsoppervlak en dat begrensd is zoals vermeld in de *figuren 2.6.* t.e.m. *2.9.*

Figuur 2.6. Genaakbaarheidsgabarit: het verplaatsingsoppervlak is natuurlijk begrensd

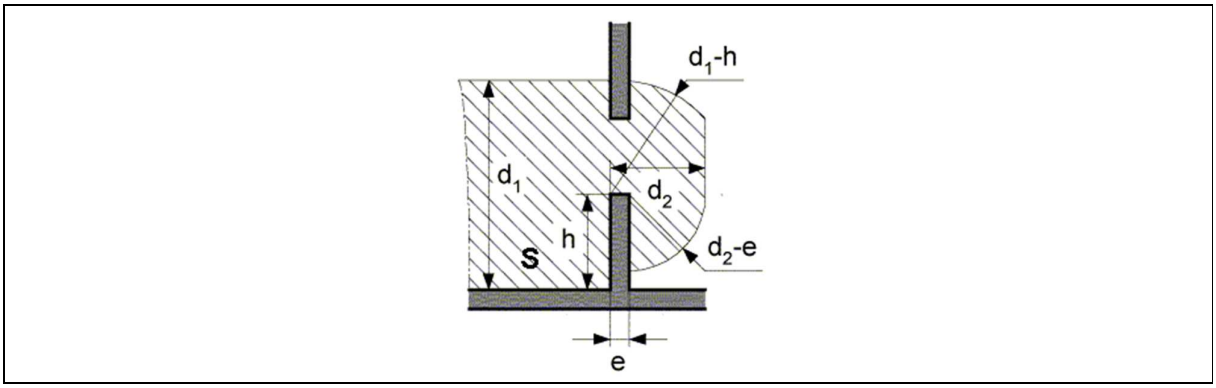


Figuur 2.7. Genaakbaarheidsgabarit: het verplaatsingsoppervlak is begrensd door een materieel element

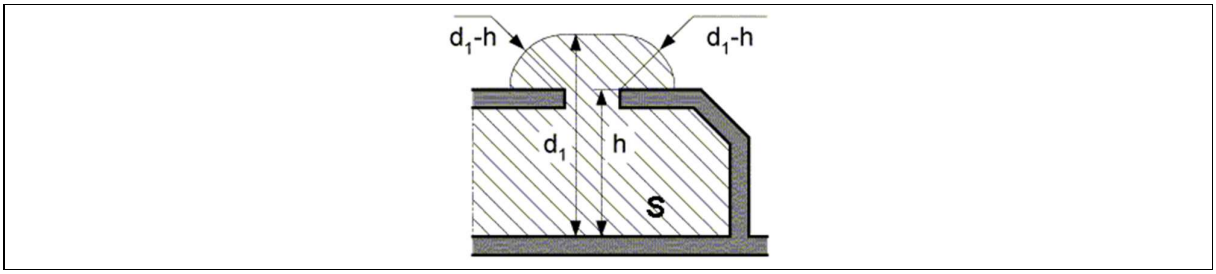


L = leuning (handgreep), materieel element

Figuur 2.8. Genaakbaarheidsgabarit: materiële elementen die het verplaatsingsoppervlak begrenzen hebben openingen die geen doorgang verlenen aan een lange staaf van 12 mm diameter



Figuur 2.9. Genaakbaarheidsgabarit: materiële elementen die het verplaatsingsoppervlak begrenzen hebben openingen die geen doorgang verlenen aan een lange staaf van 12 mm diameter



S: verplaatsingsoppervlak

d_1, d_2, d_3: afstanden in m volgens onderstaande formule:
d_1 = 2,50 + 0,01 (U_N - 20) met minimum 2,5 m
d_2 = 1,25 + 0,01 (U_N - 20) met minimum 1,25 m
d_3 = 0,75 + 0,01 (U_N - 20) met minimum 0,75 m
waarin U_N, uitgedrukt in kV, de nominale spanning van de elektrische installatie is.

De verplaatsingsoppervlakken, alsmede de materiële elementen waarvan de samenstelling zodanig is dat de eventuele openingen geen doorgang verlenen aan een lange rechte staaf van 12 mm diameter, begrenzen het genaakbaarheidsgabarit.

Veiligheidsslot: Wordt niet als veiligheidsslot beschouwd:
- sloten die met een universele sleutel kunnen geopend worden;
- sloten die gemakkelijk met behulp van een handgereedschap (tang, schroevendraaier, …) kunnen geopend worden.

Voorbeelden van sloten die niet als veiligheidsslot beschouwd worden: dubbelbaardslot, driekantslot, vierkantslot, …

Isolerende vloeren en wanden: vloeren en wanden met voldoende grote weerstand om de foutstroom tot een ongevaarlijke waarde te beperken.

Worden als niet-isolerend beschouwd:
- vloeren en muren van gewapend beton zonder verdere bekleding;
- de vloerbedekkingen in natuursteen, baksteen, cement, tegels in ceramiek of cement die rechtstreeks geplaatst worden op vloerplaten van gewapend beton, op ruw metselwerk, op beton of in volle grond;
- metalen bekledingen.

Worden als isolerend of niet-geleidend beschouwd:
- houten parketvloer;
- bekledingen uit niet-geleidende rubber, linoleum of kunststof;
- wanden bekleed met een bepleistering, zoals droge plaaster;
- droge muren van baksteen of plaasteren panelen;
- tapijten en vaste vloerbekleding zonder metalen elementen.

Elektrische weerstandsproeven bepalen de categorieën waartoe ze behoren. In geval van twijfel, moeten de wanden en vloeren beschouwd worden als geleidende voorwerpen.

Beschermingsgraden gegeven door omhulsels: de beschermingsgraad inzake de door omhulsels verwezenlijkte bescherming tegen het binnendringen van vreemde vaste voorwerpen en vloeistoffen alsmede tegen de directe aanraking met actieve delen gelegen binnen de omhulsels wordt bepaald door een code die beantwoordt hetzij aan de door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm hetzij aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig niveau bieden als dit bepaald in deze norm.

Deze code is samengesteld uit de letters *IP*, gevolgd door twee getallen waarvan het eerste de beschermingsgraad tegen de aanraking van actieve delen binnen het omhulsel of achter de hindernis en tegelijk de beschermingsgraad tegen het binnendringen van vreemde vaste voorwerpen voorstelt en het tweede de beschermingsgraad tegen binnendringen van vloeistoffen voorstelt.

Wanneer één van deze getallen niet is bepaald, wordt het vervangen door de letter X.

De bescherming tegen de directe aanraking met actieve delen, binnen het omhulsel of achter de hindernis, wordt bepaald door een letter die van de getallen is gescheiden door een streepje. De bijkomende letters worden slechts gebruikt indien de werkelijke bescherming tegen directe aanraking hoger is dan deze aangegeven door het eerste kenmerkend getal of indien enkel de bescherming tegen aanraking van actieve delen is vermeld.

De letters *A*, *B*, *C* en *D* hebben betrekking op de verhindering van de aanraking met de actieve delen door een kaliber met een doormeter van respectievelijk 50, 12, 2,5 en 1 mm.

Beschermingsgraden gegeven door hindernissen: de beschermingsgraad inzake de door hindernissen verwezenlijkte bescherming tegen het binnendringen van vreemde vaste voorwerpen en vloeistoffen, alsmede de bescherming tegen de directe aanraking van actieve delen achter de hindernissen wordt op een analoge wijze bepaald als bij de beschermingsgraden van omhulsels (zie *hoger*).

Conventionele grensspanningen

a) Absolute conventionele grensspanning U_L

De absolute conventionele grensspanning (U_L) hangt af van de weerstand van het menselijk lichaam die, met name, functie is van de huidvochtigheid.

Om de uitwendige invloed van de huidvochtigheid te bepalen wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters BB gevolgd door een cijfer gaande van 1 tot 3.

Bij conventie werden aldus drie weerstanden van het menselijk lichaam, naargelang de huidvochtigheid, bepaald met drie overeenkomstige niet-gevaarlijke spanningen, conventionele grensspanningen genoemd, zoals aangeduid in *tabel 2.3*.

Tabel 2.3. Absolute conventionele grensspanning U_L

Code	*Toestand van het menselijk lichaam*	*Absolute conventionele grensspanning U_L in V*		
		Wisselspanning	*Gelijkspanning met rimpel*	*Gelijkspanning zonder rimpel*
BB1	Volledig droge huid of vochtig door transpiratie	50	75	120
BB2	Natte huid	25	36	60
BB3	In water onder-gedompelde huid	12	18	30

b) Relatieve conventionele grensspanning $U_L(t)$

De relatieve conventionele grensspanning is een spanning die niet kan behouden blijven op een waarde groter dan de spanning $U_L(t)$, gedurende een tijd langer dan t, aangegeven in *tabel 2.4*.

Tabel 2.4. Relatieve conventionele grensspanning $U_L(t)$

Maximale werkingsduur (t) in seconden	***Relatieve conventionele grensspanning $U_L(t)$ in V***			
	BB1		***BB2***	
	Wisselspanning	***Gelijkspanning***	***Wisselspanning***	***Gelijkspanning***
∞	< 50	< 120	< 25	< 60
5	50	120	25	60
1	72	155	43	89
0,5	87	187	50	105
0,2	207	276	109	147
0,1	340	340	170	175
0,05	465	465	227	227
0,03	520	520	253	253
0,02	543	543	263	263
0,01	565	565	275	275

De groep curven, opgesteld aan de hand van de waarden van de relatieve conventionele grensspanning $U_L(t)$ in functie van de tijd, wordt verder in dit Boek *veiligheidscurve* genoemd.

Onderafdeling 2.4.1.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

Nulgeleider: een actieve geleider verbonden met het nulpunt (N). In sommige gevallen en onder bepaalde voorwaarden mag de nulgeleider de functie van beschermingsgeleider vervullen.

PEN-geleider: een geleider die gelijktijdig de functie van nulgeleider en beschermingsgeleider vervult.

Niet-geleidende ruimten: bij laagspanning en bij zeer lage spanning, worden als niet-geleidende ruimten beschouwd de droge lokalen en plaatsen, de droge ruimten waarvan de vloeren en de wanden isolerend zijn en een weerstand hebben ten minste gelijk aan:

- 50 kΩ/m² indien de nominale spanning van de installatie niet groter is dan 500 V (300 V ten opzichte van de aarde);
- 100 kΩ/m² indien de nominale spanning van de installatie deze waarde overschrijdt.

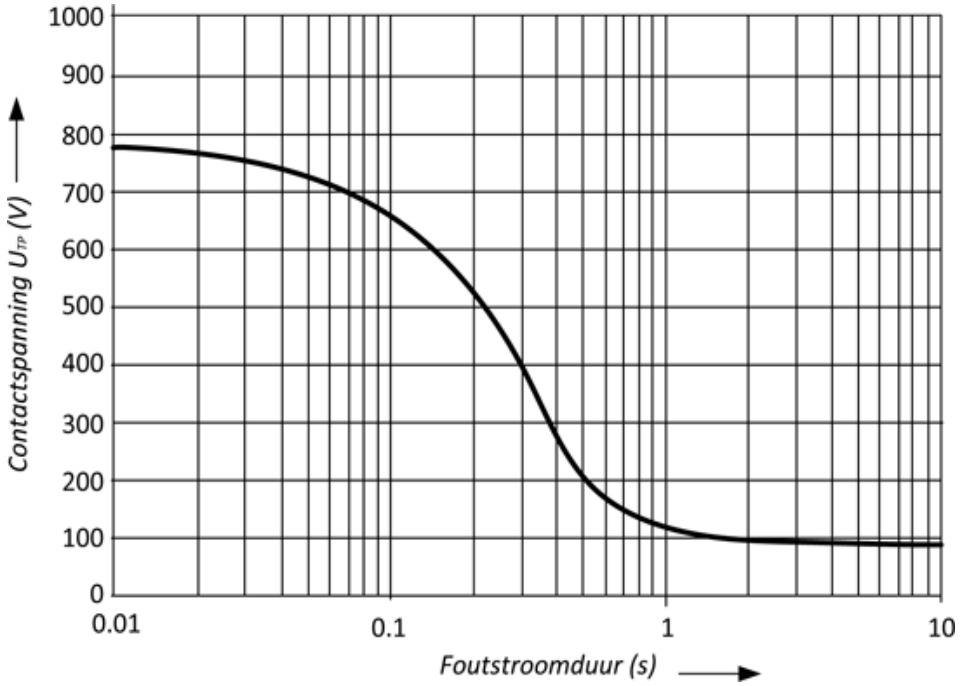
Onderafdeling 2.4.1.3. Bij hoogspanning

Contactspanning t.o.v. de aarde U_T: deel van de aardpotentiaalstijging U_E die op een persoon kan aangebracht worden, wanneer de stroom door het menselijk lichaam tussen de handen en de voeten vloeit (horizontale afstand tussen voeten en aangeraakte massa van 1 m) (zie *figuur 2.12*).

Toelaatbare contactspanning U_{TP}: limietwaarde van de toegelaten contactspanning in functie van de foutstroomduur.

Deze limieten worden bepaald door de veiligheidscurve weergegeven in *figuur 2.10.* voor de installaties die uitsluitend toegankelijk zijn voor BA4 of BA5 personen.

Figuur 2.10. Toelaatbare contactspanning U_{Tp} in functie van de foutstroomduur



Nota 1: deze curve betreft aardingsfouten in hoogspanningsinstallaties
Nota 2: indien de stroomdoorgangstijd groter is dan 10 s kan een waarde van 75 V worden gebruikt voor U_{Tp}

Voor alle andere gevallen worden deze limieten bepaald door de veiligheidscurven van *tabel 2.4. Relatieve conventionele grensspanning $U_L(t)$.*

Stapspanning U_S: deel van de aardpotentiaalstijging U_E die op een persoon met een staplengte van 1 m kan aangebracht worden wanneer de stroom door het menselijk lichaam van voet tot voet vloeit (zie *figuur 2.12.*).

Gevaarlijke potentiaalverschillen: de gevaarlijke potentiaalverschillen zijn deze die contactspanningen groter dan de toegelaten waarde U_{TP} kunnen veroorzaken.

Overgebrachte contactspanning U_{TT}: waarde van de contactspanning overgebracht door de metalen delen van de mantel van een kabel of door een beschermingsgeleider, als deze niet geaard zijn op het afgelegen uiteinde (zie *figuur 2.12.*).

Overgebrachte contactspanning U_{TTE}: waarde van de contactspanning overgebracht door de metalen delen van de mantel van een kabel of door een beschermingsgeleider, als deze ook geaard is op het afgelegen uiteinde (zie *figuur 2.12.*).

Afdeling 2.4.2. Isolaties

Onderafdeling 2.4.2.1. Algemeenheden

Isolatie: het geheel van de isoleringen (vaste, vloeibare, gasvormige) die bij het vervaardigen van elektrisch materieel of een elektrische installatie gebruikt worden om de actieve delen te isoleren. De isolatie moet gedurende een minuut weerstaan aan een proefspanning op industriële frequentie waarvan de waarde wordt bepaald:

- hetzij in de desbetreffende normen bekrachtigd door de Koning of geregistreerd door het NBN;
- hetzij in bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen;
- hetzij door Besluiten van de Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben en dit ieder voor wat hem betreft;
- hetzij op uitdrukkelijke wijze in het raam van dit Boek.

Onderafdeling 2.4.2.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

Basisisolatie: een isolatie die noodzakelijk is voor een normale werking van elektrisch materieel en elektrische installaties en die de fundamentele bescherming tegen elektrische schokken verzekert.

Dubbele isolatie: een isolatie waarin buiten de basisisolatie een onafhankelijke bijkomende isolatie wordt voorzien. De dubbele isolatie wordt gecontroleerd door typeproeven; zij moet gedurende een minuut een proefspanning doorstaan op industriële frequentie waarvan de waarde wordt bepaald:
- hetzij in de desbetreffende normen, bekrachtigd door de Koning of geregistreerd door het NBN;
- hetzij in bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen;
- hetzij bij Besluiten van de Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben en dit ieder voor wat hem betreft;
- hetzij op uitdrukkelijke wijze in het raam van dit Boek.

Het elektrisch materieel met dubbele isolatie moet het volgende symbool dragen, van buiten zichtbaar:

Totale isolatie: wordt toegepast bij in de fabriek vervaardigde schakel- en verdeelinrichtingen. Zij wordt uitgevoerd overeenkomstig hetzij de voorschriften van de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm hetzij de bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm, en inzonderheid:
- het elektrisch materieel moet volledig met een isolerend materiaal omhuld zijn. Het omhulsel moet het volgende symbool dragen, van buiten zichtbaar:

  ;
- de in de fabriek vervaardigde schakel- en verdeelinrichtingen moeten inwendig op een zichtbare wijze het volgende symbool dragen:

Bijkomende isolatie: een isolatie die bij het installeren wordt aangebracht over de basisisolatie van elektrisch materieel teneinde voor dit materieel een veiligheid te bekomen die gelijkwaardig is met deze van de dubbele isolatie. Zij moet aan volgende voorwaarden voldoen:
a) bij bedrijfsklaar elektrisch materieel bevinden de tussenstukken zich in een isolerend omhulsel dat ten minste een beschermingsgraad IPXX-B biedt;
b) het isolerend omhulsel kan weerstaan aan de te verwachten mechanische, elektrische, scheikundige en thermische invloeden;
c) deklagen van verf, vernis en gelijkaardige stoffen voldoen meestal niet aan deze voorschriften met uitzondering van de omhulsels die de typeproeven hebben ondergaan en die bedekt zijn met een dergelijke laag indien hun gebruik toegelaten is door de desbetreffende regels en de isolerende bedekkingen beproefd zijn volgens de overeenkomstige beproevingsvoorwaarden;
d) het isolerend omhulsel mag niet doorboord worden door metalen delen die een potentiaal zouden kunnen overbrengen. Het omhulsel mag geen schroeven uit isolerend materiaal bevatten waarvan de vervanging door een metalen schroef de isolatie die het omhulsel biedt in gevaar brengt. Wanneer mechanische verbindingen door het omhulsel gaan (bijvoorbeeld bedieningsorganen van ingesloten toestellen) moeten deze zo geschikt worden dat de bescherming tegen elektrische schokken niet in het gedrang komt;
e) indien deuren of deksels zonder sleutel of gereedschap kunnen geopend worden moeten alle geleidende delen die genaakbaar worden als de deur of het deksel open is, zich achter een isolerende hindernis bevinden die ten minste een beschermingsgraad IPXX-B heeft om te beletten dat personen in aanraking komen met dergelijke delen. Deze isolerende hindernis mag slechts kunnen weggenomen worden met behulp van een sleutel of gereedschap;
f) het volgende symbool moet op een zichtbare wijze aangebracht zijn op de buitenwand van het omhulsel:

Versterkte isolatie: bestaat uit een bedekking van actieve delen met een enkelvoudige isolatie die zodanige mechanische en elektrische eigenschappen heeft dat ze een bescherming tegen elektrische schokken verzekert die gelijkwaardig is met deze van een dubbele isolatie. Ze is slechts toegelaten als het om constructieve redenen onmogelijk is een dubbele isolatie aan te brengen. Ze moet voldoen aan de voorwaarden van punten *b)* tot *f)* van hierboven bepaalde *bijkomende isolatie*.

Afdeling 2.4.3. Indeling van het materieel voor lage en zeer lage spanning met betrekking tot de bescherming tegen elektrische schokken

Klassen van elektrisch materieel: in verband met de bescherming tegen elektrische schokken wordt het elektrisch materieel voor lage en zeer lage spanning ingedeeld volgens drie criteria:
- de isolatie tussen actieve en genaakbare delen;
- de al dan niet bestaande mogelijkheid om genaakbare geleidende delen te verbinden met een beschermingsgeleider;
- de toelaatbare spanningen.

Het elektrisch materieel wordt in volgende klassen ingedeeld:

a) **klasse 0:** elektrisch materieel waarbij de bescherming tegen elektrische schokken enkel berust op de basisisolatie; dat wil zeggen dat niets voorzien is om eventueel genaakbare geleidende delen te verbinden met een beschermingsgeleider.
Elektrisch materieel van de klasse 0 heeft hetzij een omhulsel uit isolerend materiaal dat een deel of het geheel van de basisisolatie uitmaakt, hetzij een metalen omhulsel dat van de actieve delen door een gepaste isolatie gescheiden is. Indien elektrisch materieel, met een omhulsel uit isolerend materiaal, middelen bevat om inwendige delen te verbinden met een beschermingsgeleider moet het beschouwd worden als zijnde van de klasse I of 0I;
b) **klasse 0I:** elektrisch materieel met ten minste een basisisolatie voor al zijn delen en met een beschermingsklem (of massaklem), maar uitgerust met een voedingskabel zonder beschermingsgeleider;
c) **klasse I:** elektrisch materieel waarbij de bescherming tegen elektrische schokken niet uitsluitend berust bij de basisisolatie, maar waarbij de genaakbare geleidende delen verbonden moeten worden met een beschermingsgeleider zodat deze delen niet gevaarlijk kunnen worden door het in gebreke blijven van de basisisolatie. Bij elektrisch materieel gevoed via een snoer, moet dit snoer een beschermingsgeleider omvatten;
d) **klasse II:** elektrisch materieel waarbij de bescherming tegen elektrische schokken berust op:
   - hetzij de dubbele isolatie;
   - hetzij de verstrekte isolatie.

   Het elektrisch materieel van de klasse II moet het volgende symbool dragen, van buiten zichtbaar:
   ⧈
   Deze maatregelen bevatten geen mogelijkheid tot aansluiting van een beschermingsaarding en hangen niet af van de wijze van installeren. Dergelijk materieel kan van één van de volgende types zijn:
   d.1. klasse II met omhullende isolatie waarbij een duurzaam en nagenoeg continu omhulsel van isolerend materiaal alle metalen delen omsluit, behalve kleine delen zoals kenplaten, schroeven en klinknagels die van de actieve delen zijn gescheiden door een isolatie, ten minste gelijkwaardig met de versterkte isolatie;
   d.2. klasse II met metalen omhulsel waarbij het nagenoeg continu metalen omhulsel de actieve delen omsluit en waarbij overal hetzij dubbele isolatie wordt aangebracht, hetzij een versterkte isolatie omdat een dubbele isolatie absoluut niet te verwezenlijken is.
   d.3. klasse II die een samenstelling is van elektrisch materieel met omhullende isolatie en met metalen omhulsel. Indien elektrisch materieel in al zijn delen voorzien is van een dubbele isolatie en/of een versterkte isolatie, maar een uitwendige beschermingsklem bezit, wordt het aanzien als zijnde van de klasse I of 0I;
e) **klasse III:** elektrisch materieel waarbij de bescherming tegen elektrische schokken bekomen wordt door voeding op zeer lage veiligheidsspanning en waarin geen spanningen, andere dan de zeer lage veiligheidsspanning voorkomen.

Elektrisch materieel met een veiligheid gelijkwaardig met deze van toestellen van de klasse II: elektrisch materieel met een veiligheid gelijkwaardig met deze van toestellen van de klasse II is materieel dat bij zijn toepassingen beschouwd mag worden als zijnde van de klasse II alhoewel het niet volledig beantwoordt aan de bepaling van de klasse II. Vermits deze toestellen onderworpen worden aan zeer strenge proeven waardoor verzekerd wordt dat de mogelijkheid van het onder spanning komen van genaakbare delen klein is, worden ze beschouwd als toestellen met een veiligheid gelijkwaardig met deze van materieel van de klasse II.
De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben en dit ieder voor wat hem betreft, leggen bij besluit de voorwaarden vast waaraan elektrisch materieel moet voldoen om beschouwd te worden als elektrisch materieel met een veiligheid gelijkwaardig met deze van toestellen van de klasse II.

Hoofdstuk 2.5. Aardingen

Afdeling 2.5.1. Algemeenheden

Aarde: vakterm die de aarde aanduidt niet alleen als plaats maar ook als geleidende stof, bv. het type grond, humus, teelaarde, zand, grind of rots.

Aardelektrode: in de grond aangebracht geleidend deel, dat een elektrische verbinding verzekert met de aarde.

Nuttig deel van de aardelektrode: deel van de aardelektrode onder de vriesgrens (60 cm onder het maaiveld).

Aardverbinding: één of meerdere aardelektroden die met elkaar blijvend verbonden zijn.

Elektrisch gescheiden aardverbindingen: aardverbindingen die voldoende ver van elkaar verwijderd zijn zodat de maximale stroom, die door één ervan vloeit, de potentiaal van de andere niet gevoelig verandert.

Aarding: aansluiting van een actief deel, een massa of een vreemd geleidend deel aan één of meerdere aardverbindingen.

Beschermingsgeleider: geleider gebruikt bij het nemen van bepaalde beschermingsmaatregelen tegen onrechtstreekse aanraking en die massa's verbindt met hetzij:
- andere massa's;
- vreemde geleidende delen;
- een aardverbinding;
- een met de aarde verbonden geleider;
- een met de aarde verbonden actief deel.

Hoofdbeschermingsgeleider: geleider die enerzijds verbonden is met de aardgeleider(s) en anderzijds met de beschermingsgeleiders van de massa's en zo nodig met deze van de vreemde geleidende delen en eventueel met de nulgeleider.

Aardgeleider: beschermingsgeleider die de hoofdaardingsklem met de aardverbinding verbindt, waarbij de eventuele aardingsscheider geacht wordt deel uit te maken van deze aardgeleider.

Aardgeleider van het nulpunt en/of van de nulgeleider: geleider die het nulpunt en/of een punt van de nulgeleider verbindt met een aardverbinding.

Hoofdaardingsklem: verbindingsklem van de aardgeleider(s), van de hoofdbeschermingsgeleider(s) en van de hoofdequipotentiale geleider(s).

Aardingsklem of **beschermingsklem:** verbindingsklem van de beschermingsgeleider van elektrisch materieel.

Equipotentiaalzone of **potentiaalvereffeningszone:** ruimte waarin in geval van een fout in een elektrische installatie geen gevaarlijke potentiaalverschillen kunnen ontstaan.

Equipotentiaalgeleider of **potentiaalvereffeningsgeleider:** geleider bestemd om de equipotentiaalverbinding of de potentiaalvereffeningsverbinding te verwezenlijken.

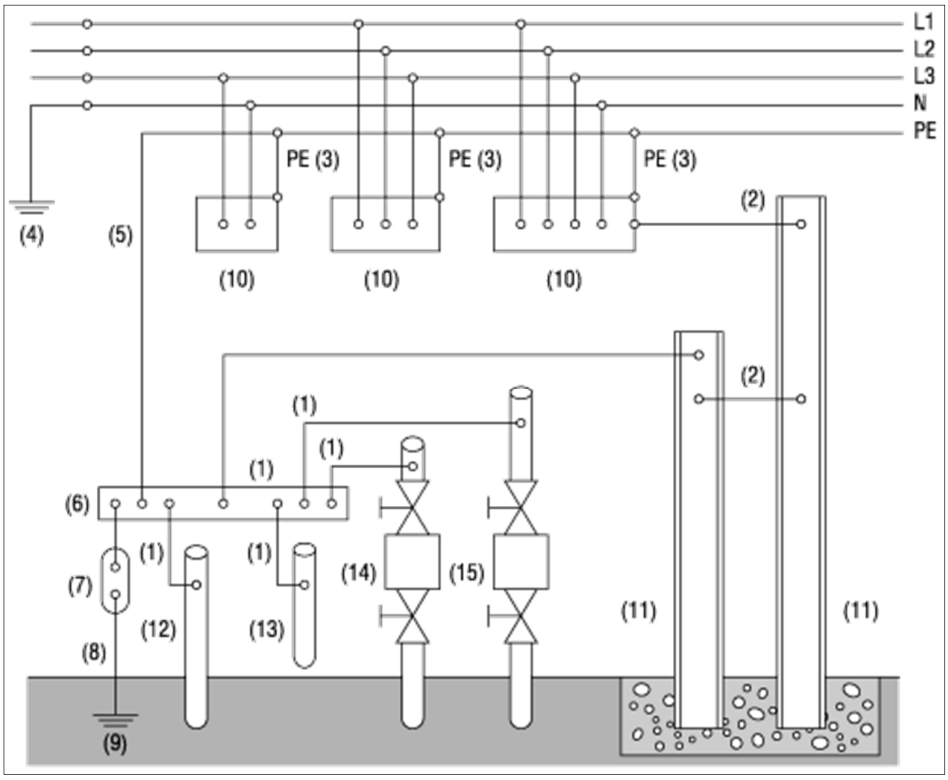
Neutrale zone of **neutrale (referentie) aarde:** deel van de aarde, buiten de beïnvloedingszone van een aardverbinding, waarin, tussen gelijk welke twee punten, geen waarneembaar potentiaalverschil kan voorkomen ten gevolge van een aardfoutstroom.

Spreidingszone (van een aardverbinding): zone gelegen omheen de aardverbinding en buiten de neutrale zone.

Afdeling 2.5.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

Aardingsinstallatie: geheel bestaande uit één of meerdere met elkaar verbonden aardverbindingen, de bijbehorende aardgeleiders en de beschermingsgeleiders.

Figuur 2.11. Aardingsinstallatie



(1) hoofdequipotentiale geleider
(2) bijkomende equipotentiale geleider
(3) beschermingsgeleiders
(4) aardverbinding van de verdeler
(5) hoofdbeschermingsgeleider
(6) hoofdaardingsklem
(7) aardingsonderbreker
(8) aardgeleider
(9) aardverbinding van de gebruiker
(10) massa
(11) gebinte
(12) afvoer
(13) verwarming
(14) water
(15) gas

Equipotentiaalverbinding of **potentiaalvereffeningsverbinding:** afzonderlijke elektrische verbinding, voorzien om massa's en/of vreemde geleidende delen op dezelfde of nagenoeg dezelfde potentiaal te brengen.
Bij laagspanning wordt er onderscheid gemaakt tussen:
- de hoofdequipotentiaalverbinding of de hoofdpotentiaalvereffeningsverbinding;
- de bijkomende equipotentiaalverbinding of de bijkomende potentiaalvereffeningsverbinding;
- plaatselijke, niet-geaarde equipotentiaalverbindingen of plaatselijke, niet-geaarde potentiaalvereffeningsverbindingen.

Aardingsweerstand R_E: (aardverspreidingsweerstand van een aardverbinding): weerstand tussen de aardverbinding en de referentieaarde.

Aardingsimpedantie Z_E: impedantie tussen de aardingsinstallatie eventueel verbonden met andere aardingsinstallaties, en de referentieaarde.

Lusimpedantie van een aardverbinding Z_{EB}: impedantie van de kring gevormd door de weerstand R_E van de aardverbinding in serie met de impedantie Z_B van alle andere terugwegen naar de aarde.

Afdeling 2.5.3. Bij hoogspanning

Aardingsinstallatie: geheel bestaande uit één of meerdere met elkaar verbonden aardverbindingen, de bijbehorende aardgeleiders en de beschermingsgeleiders.

Lokale aardingsinstallatie: geheel met beperkte spreiding, bestaande uit één of meerdere met elkaar verbonden aardverbindingen, de bijbehorende aardgeleiders en de beschermingsgeleiders.

Globale aarding: aarding verwezenlijkt door middel van een samenstelling van lokale aardingsinstallaties die onderling galvanisch met elkaar verbonden zijn, met inbegrip van de eventuele kabels met aardingseffect.

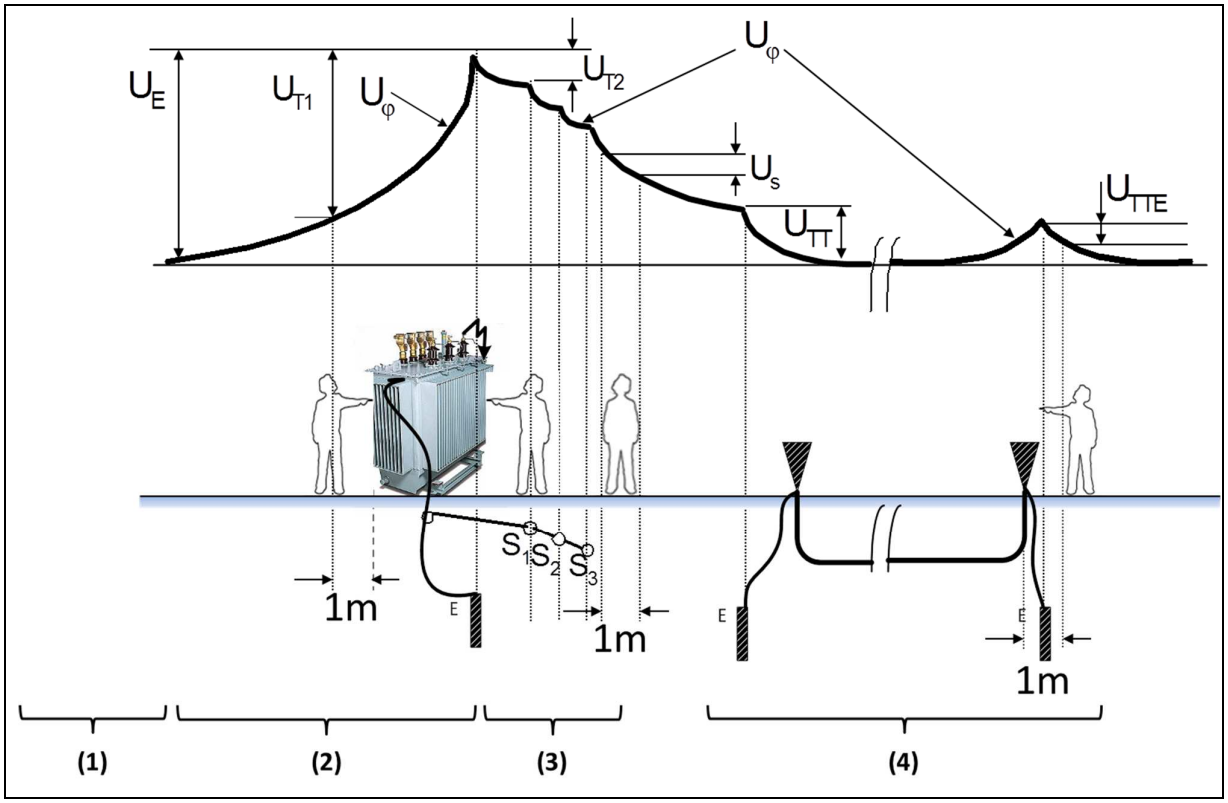
Equipotentiaalverbinding of **potentiaalvereffeningsverbinding:** afzonderlijke elektrische verbinding, voorzien om massa's en/of vreemde geleidende delen op dezelfde of nagenoeg dezelfde potentiaal te brengen.

Kabel met aardingseffect: blanke geleider of metalen deel van de mantel van een kabel, die door zijn contact met de aarde, zich gedraagt als een aardverbinding.

Aardpotentiaalstijging U_E: spanning aanwezig tussen een aardingsinstallatie en de neutrale (referentie)aarde als gevolg van een aardfoutstroom.

Aardbodemspanning U_φ: spanning aanwezig tussen een punt van de aardbodem en de neutrale (referentie)aarde als gevolg van een foutstroom.

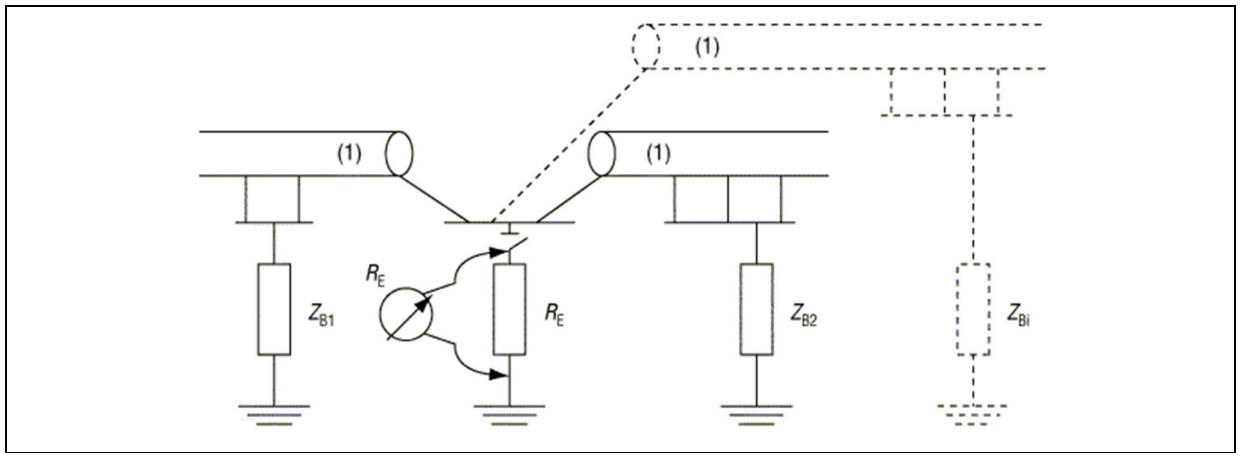
Figuur 2.12. Voorbeeld van verandering van aardbodemspanning en van spanningen bij het vloeien van stroom in de aardverbindingen



E: aardverbinding
S_1, S_2, S_3: bijkomende aardverbindingen die toelaten de potentiaalverschillen te beperken (b.v. aardverbindingen in lus verbonden met de aardverbinding E)
U_E : aardpotentiaalstijging
U_S : stapspanning
U_T : contactspanning
U_φ: aardbodemspanning
(1) referentieaarde (op voldoende afstand)
(2) verandering van aardbodemspanning en van spanningen zonder potentiaalvereffening
(3) verandering van aardbodemspanning en van spanningen met potentiaalvereffening via S_1, S_2 en S_3...
(4) kabel met een continu geïsoleerde mantel, die metalen manteldelen of een beschermingsgeleider bevat. Deze laatsten zijn verbonden met een aardverbinding die gelegen is in de spreidingszone van de HS-aardverbinding en zijn al dan niet geaard aan het andere uiteinde.

Aardingsweerstand R_E (aardverspreidingsweerstand van een aardverbinding): weerstand tussen de aardverbinding en de referentieaarde.

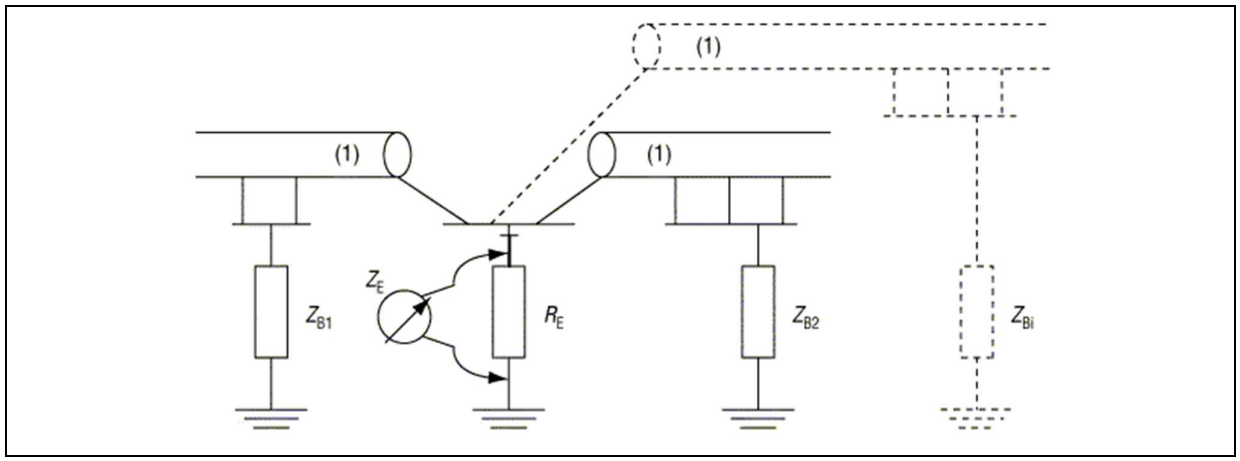
Figuur 2.13. Aardingsweerstand R_E



(1) HS-kabel

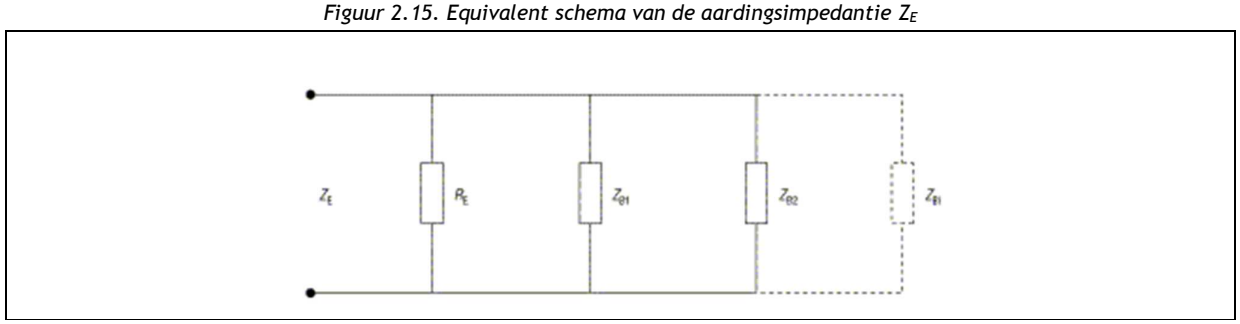
Aardingsimpedantie Z_E: impedantie tussen de aardingsinstallatie eventueel verbonden met andere aardingsinstallaties, en de referentieaarde.

Figuur 2.14. Aardingsimpedantie Z_E



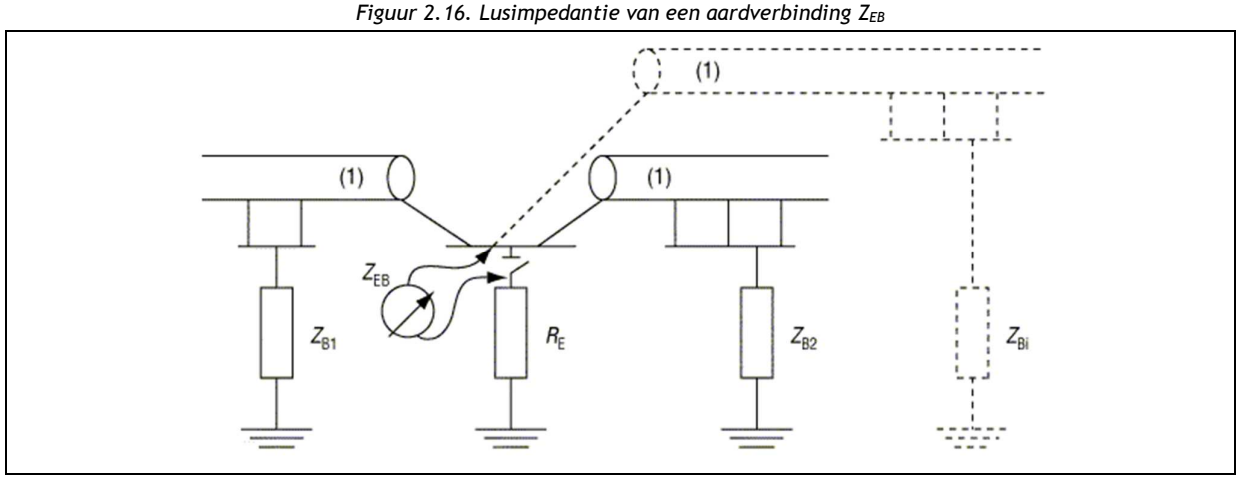
(1) HS-kabel

Figuur 2.15. Equivalent schema van de aardingsimpedantie Z_E



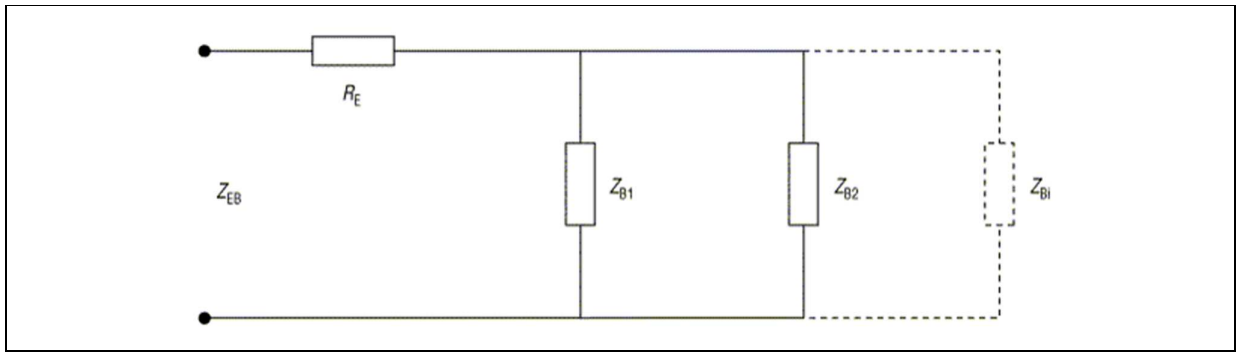
Lusimpedantie van een aardverbinding Z_{EB}: impedantie van de kring gevormd door de weerstand R_E van de aardverbinding in serie met de impedantie Z_B van alle andere terugwegen naar de aarde.

Figuur 2.16. Lusimpedantie van een aardverbinding Z_{EB}



(1) HS-kabel

Figuur 2.17. Equivalent schema van de lusimpedantie van een aardverbinding Z_{EB}



Hoofdstuk 2.6. Elektrische stroombanen

Afdeling 2.6.1. Algemene begrippen

Onderafdeling 2.6.1.1. Algemeenheden

Elementaire stroombaan: deel van een elektrische installatie tussen twee opeenvolgende beschermingsinrichtingen tegen overstroom (hoofdstroombaan) of deel na de laatste beschermingsinrichting (eindstroombaan).

Stroombaan: geheel dat bestaat uit een of meerdere elementaire stroombanen.

Veiligheidsstroombaan: stroombaan die de veiligheidsbron met de veiligheidsverbruiker(s) verbindt.

Kritische stroombaan: stroombaan die de normale bron en/of de vervangingsbron met de kritische verbruiker(s) verbindt.

Onderafdeling 2.6.1.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

Begin van een stroombaan: onder begin van een stroombaan wordt verstaan, hetzij het begin van de elektrische leiding, hetzij de plaats waar de doorsnede, aard of samenstelling van de elektrische leiding of haar plaatsingswijze verandert.

Afdeling 2.6.2. Stromen

Periodische stroom: stroom met een waarde die zich herhaalt met gelijke tussentijden, *perioden* genoemd.

Wisselstroom: periodische stroom waarvan de gemiddelde waarde per periode nul is; bij uitbreiding, in dit Boek, elke stroom die tijdens elke periode van teken verandert.

Gelijkstroom: stroom met een waarde die zich ieder ogenblik herhaalt of een periodische stroom die niet van teken verandert tijdens de periode.

Nominale stroom: conventionele waarde van de stroom die de werkingsvoorwaarden van de beschermingsinrichting bepaalt. De instelstroom moet aanzien worden als de nominale stroom voor de regelbare beschermingstoestellen (I_n).

Toelaatbare stroom in een geleider: de constante stroom die onder de gegeven omstandigheden door een geleider kan vloeien zonder dat de permanente regimetemperatuur van de geleider hoger wordt dan de opgegeven waarde (I_Z).

Bedrijfsstroom van een stroombaan: de stroomsterkte waarmee rekening moet worden gehouden bij het vastleggen van de vereiste kenmerken voor de bestanddelen van de stroombaan (I_B). In doorlopend bedrijf komt de bedrijfsstroom overeen met de grootste stroomsterkte die in normale omstandigheden in de stroombaan vloeit. In onderbroken bedrijf moet men de thermisch gelijkwaardige stroom in rekening brengen die bij doorlopend bedrijf de samenstellende delen van de stroombaan op dezelfde temperatuur zou brengen.

Overstroom: bij een elektrische machine of toestel, iedere stroomsterkte die groter is dan de nominale stroom; bij een geleider, iedere stroomsterkte die groter is dan de toelaatbare stroom I_Z.

Kortsluiting: rechtstreekse fout of fout met een te verwaarlozen impedantie.

Kortsluitstroom: overstroom die ontstaat door een kortsluiting.

Overbelastingsstroom: overstroom in een foutloze elektrische stroombaan.

Residuele differentieelstroom: algebraïsche som van de ogenblikkelijke waarden van de stromen doorheen alle actieve geleiders van een stroombaan in een punt van de elektrische installatie ($I_{\Delta n}$).

Werkelijke kortsluitstroom: waarde van de berekende of gemeten kortsluitstroom, rekening houdend met het beperkend vermogen van de beschermingsinrichting en met alle impedanties in de stroombaan die stroomopwaarts van de fout gelegen zijn.

Afdeling 2.6.3. Laagspanningstransformatoren

Scheidingstransformator: transformator waarvan de primaire en secundaire wikkelingen elektrisch gescheiden zijn met het oog op het beperken van de gevaren bij toevallig gelijktijdig contact met de massa en de actieve delen of de delen die actief kunnen worden bij een isolatiefout. De isolatie tussen de primaire en secundaire wikkelingen moet een graad van bescherming verzekeren die gelijkwaardig is met deze van een basisisolatie (*onderafdeling 2.4.2.2.*).

Beschermingstransformator: transformator waarvan de primaire en secundaire wikkelingen elektrisch gescheiden zijn met het oog op het beperken van de gevaren bij toevallig gelijktijdig contact met de massa en de actieve delen of de delen die actief kunnen worden bij een isolatiefout. De isolatie tussen de primaire en secundaire wikkelingen moet een graad van bescherming verzekeren die gelijkwaardig is met deze van een dubbele isolatie (*onderafdeling 2.4.2.2.*).

Veiligheidstransformator: beschermingstransformator bestemd voor het voeden van een of meerdere stroombanen op zeer lage veiligheidsspanning.

Afdeling 2.6.4. Kenmerken van de beschermingsinrichtingen

Onderafdeling 2.6.4.1. Algemeenheden

Onderbrekingsvermogen: waarde van de stroom die het beschermingstoestel kan onderbreken op een welbepaalde spanning en onder voorgeschreven gebruiks- en werkingsvoorwaarden.

Aanspreek-joule-integraal: met betrekking tot een stroombaan beschermd door een smeltveiligheid of een automatische schakelaar moet de Joule-integraal over de aanspreektijd van de smeltveiligheid of van de automatische schakelaar beschouwd worden als een soortelijke energie, dit wil zeggen de energie die in warmte wordt omgezet in een gedeelte van een stroombaan met een weerstand van 1 Ω.

Joule-integraal eigen aan een zekering: grafiek die de waarde van $I^2 \cdot t$ aangeeft (voor de boog of bij aanspreekwaarde) in functie van de te verwachten stroom en onder welbepaalde werkingsvoorwaarden.

Snijpuntstroom: grootste waarde van de overstroom waarbij in een serieschakeling van een beschermingsinrichting en een automatische schakelaar, deze beschermingsinrichting niet aanspreekt, doordat de automatische schakelaar de stroombaan eerder afschakelt.

Onderafdeling 2.6.4.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

Residuele differentiële aanspreekstroom: waarde van de residuele differentiële stroom die de werking van een beschermingsinrichting veroorzaakt.

Naargelang de gevoeligheid van het toestel worden differentieelstroominrichtingen, ingedeeld in vier categorieën, te weten:
- toestellen met kleine gevoeligheid, bij dewelke de aanspreekstroom groter is dan 1000 mA;
- toestellen met middelmatige gevoeligheid, bij dewelke de aanspreekstroom groter is dan 30 mA en kleiner dan of gelijk aan 1000 mA. De genormaliseerde aanspreekstromen zijn 100, 300, 500 en 1000 mA;
- toestellen met grote gevoeligheid, bij dewelke de aanspreekstroom groter is dan 10 mA en ten hoogste 30 mA is;
- toestellen met zeer grote gevoeligheid, bij dewelke de aanspreekstroom ten hoogste 10 mA is.

Conventionele aanspreekstroom: de bepaalde waarde van de stroom vanaf dewelke en waarboven het beschermingstoestel werkt binnen een bepaalde tijd (I_f).

Conventionele niet-aanspreekstroom: de aangeduide stroom die gedurende een zekere tijd door een beschermingsinrichting kan vloeien, zonder dat deze laatste in werking treedt (I_{nf}).

Bij de smeltveiligheden wordt deze stroom de conventionele niet-doorsmeltstroom genoemd.

Bij de automatische schakelaars wordt deze stroom de conventionele niet-uitschakelstroom genoemd, waarbij deze stroom groter is dan de nominale stroom of de ingestelde stroom terwijl de aanspreektijd, die volgens type en nominale stroom kan verschillen, ten minste gelijk is aan 1 uur.

Joule-integraal eigen aan een automatische schakelaar: grafiek die de maximale waarde van $I^2 \cdot t$ aangeeft (over de onderbreektijd), gemeten in de meest ongunstige voorwaarden van de onderbreking van de kortsluiting, in functie van de te verwachten stroom en onder welbepaalde werkingsvoorwaarden.

Hoofdstuk 2.7. Leidingen

Afdeling 2.7.1. Algemene begrippen

Onderafdeling 2.7.1.1. Algemeenheden

Elektrische geleider (in dit Boek *geleider* genoemd): een blank of geïsoleerd lichaam bestemd om een elektrische stroom te voeren.

Elektrische leiding: samenstel van één of meerdere elektrische geïsoleerde geleiders, kabels, draden of railstellen en de elementen die zijn bestemd voor de bevestiging ervan en, zo nodig, hun mechanische bescherming.

Geïsoleerde geleider: het geheel van de kern, zijn isolerende bekleding en zijn eventuele schermen.

Joule-integraal eigen aan een geïsoleerde geleider bij kortsluiting: waarde van de Joule-integraal overeenstemmend met de hoeveelheid energie die nodig is om de temperatuur van de geleider vanaf zijn regimetemperatuur op te voeren tot de toegelaten grenstemperatuur door adiabatische verwarming als gevolg van een kortsluiting. Deze waarde hangt af van de overeenstemmende waarden voor de beschermingsinrichting tegen kortsluiting (smeltveiligheden, automatische schakelaars) en verandert in functie van de aard van het metaal en de isolatie.

Kabel: samenstel van een of meer geïsoleerde geleiders, hun eventuele individuele mantel, de bescherming van de samenstelling en de beschermende laag of lagen. Additionele ongeïsoleerde geleiders kunnen in de kabel zijn omvat.

Eenaderige kabel: kabel met één enkele geïsoleerde geleider.

Mantel (van een kabel): doorlopende en eenvormige externe bekleding uit metalen of niet-metalen materiaal, meestal geëxtrudeerd.

Verbinding: algemene term die elke elektrische verbinding aanduidt die bestemd is om de elektrische continuïteit te verzekeren tussen twee of meerdere geleidende systemen (geleiders, geleidende delen, toestellen, uitrustingsmaterieel).

Koppeling: verbinding van twee uiteinden van geleiders.

Aftakking: verbinding van één of meerdere elektrische leidingen (elektrische aftakkingsleidingen genoemd) met een punt van een andere elektrische leiding (elektrische hoofdleiding genoemd).

Pantsering van een kabel: een gedeelte van de bekleding, bestaande uit metalen banden of draden, bedoeld om de kabel te beschermen tegen uitwendige mechanische inwerking.

Scherm: geleidende mantel die een of meer geïsoleerde geleiders omhult. Deze geleidende mantel moet een lineair geleidingsvermogen hebben dat bepaald wordt door de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm.

Kabelsleuf: in een terrein gemaakte uitgraving om kabels in te leggen waarna de uitgraving gedempt wordt.

Telecommunicatielijn of -kabel: onder telecommunicatielijnen of -kabels wordt verstaan lijnen of kabels die uitsluitend dienen voor telefoon-, telegraaf-, telesignalisatie-, afstandsbedienings- en teledistributieverbindingen (met inbegrip van de voeding van de versterkers) en in het algemeen voor de overdracht van gegevens of informaties, alsook voor elk telecommunicatiesysteem van welke aard ook.

Luchtlijn: het geheel van een installatie bestemd voor transmissie van elektrische energie en bestaande uit steunen, energiegeleiders die eventueel aan isolatoren zijn bevestigd en eventueel aardgeleiders of waakdraden.

Driestel: geheel van de drie fasegeleiders van een driefasige luchtlijn; een luchtlijn kan een of meerdere driestellen omvatten.

Steun: paal uit hout, beton of profielijzer; buisvormige metalen mast; vakwerkmast in hoekijzers of buizen; draagijzers en verder elk element dat de geleiders draagt, eventueel door middel van isolatoren.

Isolator: onderdeel dat dient om de geleiders te dragen en om ze onderling en ten opzichte van de aarde elektrisch te isoleren.

Ankersteun: steun die in staat is de kabels in een spanwijdte vast te houden, ook bij toevallige breuk van alle kabels in de naastliggende spanwijdte.

Eindsteun: steun die in staat is de laatste draagwijdte van een lijn te ondersteunen (t.t.z. zonder de aangrenzende spanwijdte).

Tuikabel: mechanisch element dat door zijn samenstelling enkel op tractie kan belast worden en dat de steun verbindt met een vast punt, zoals bijvoorbeeld een nabijgelegen constructie of een zwaar verankeringsmassief, teneinde de stabiliteit van de steun te verhogen.

Kabel of geïsoleerde geleider afzonderlijk geïnstalleerd: een kabel of een geïsoleerde geleider die op een afstand groter dan of gelijk aan 20 mm van elke andere kabel of geïsoleerde geleider is geïnstalleerd.

Kabel of geïsoleerde geleider in bundel of in laag geïnstalleerd: een kabel of een geïsoleerde geleider die niet afzonderlijk is geïnstalleerd.

Onderafdeling 2.7.1.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

Voorgebundelde leiding: een geheel van geleiders dat een verhoogde isolatie met grote weerstand tegen weersinvloeden bezit. De voorgebundelde leiding voor netten is samengesteld uit fasegeleiders, een dragend deel dat als nulgeleider kan dienen en eventueel geleiders voor de openbare verlichting. De fasegeleiders en de geleiders voor openbare verlichting zijn getwijnd rond de drager die zich in het centrum van de bundel bevindt. De voorgebundelde leiding voor aansluitingen is samengesteld uit:
- meerdere getwijnde geleiders waarvan één kan dienen als nulgeleider;
- eventueel een dragend deel.

Elektrische leiding met een veiligheid gelijk aan deze van de klasse II:
- hetzij een elektrische kabel van de klasse II die geen enkele geleidende bekleding omvat, ongeacht het gaat om een mantel, een bepantsering of elke andere bekleding, of deze bekleding uitwendig is of zelf vervat is in een isolerende mantel;
- hetzij een elektrische leiding die niet beantwoordt aan de maatstaven van de klasse II, maar een voldoende veiligheid biedt wegens het bijzonder gebruik ervan.

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben en dit ieder voor wat hem betreft, kunnen bij besluit, de elektrische leidingen als hebbende een veiligheid die gelijkwaardig is met deze toestellen van de klasse II klasseren.

Dragend deel: een draad of een geheel van in elkaar gedraaide draden, al of niet geïntegreerd in een voorgebundelde leiding, dat op zichzelf de mechanische trekvastheid van deze voorgebundelde leiding verzekert.

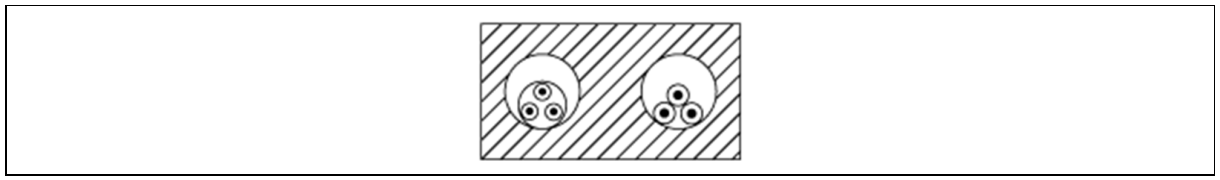
Connector: een geheel bestemd om een elektrische machine ot toestel dat niet vast werd opgesteld elektrisch te verbinden met een snoer. Het bestaat uit twee delen:
- een koppelcontactstop die vast deel uitmaakt van het voedingssnoer of bestemd is om ermee verbonden te worden;
- een toestelcontactdoos ingebouwd in of bevestigd op het verplaatsbaar gebruikstoestel of machine.

Afdeling 2.7.2. Plaatsingswijzen

Onderafdeling 2.7.2.1. Algemeenheden

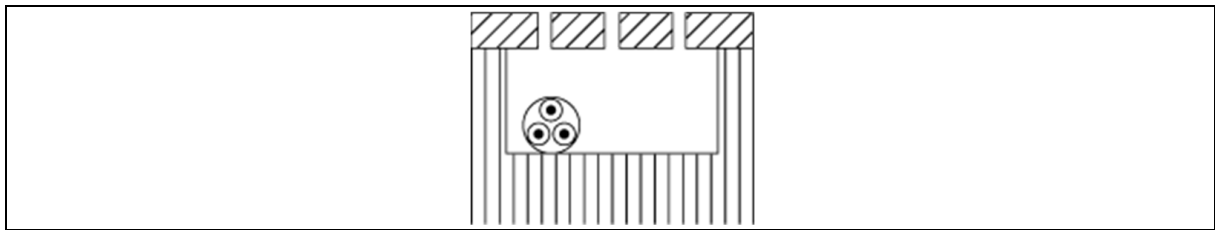
Holle blok: plaatsingsmateriaal bestaande uit delen in vast materiaal (zoals beton) waarin holten vrijgelaten blijven voor de doorgang van kabels.

Figuur 2.18. Plaatsingswijze «holle blok»



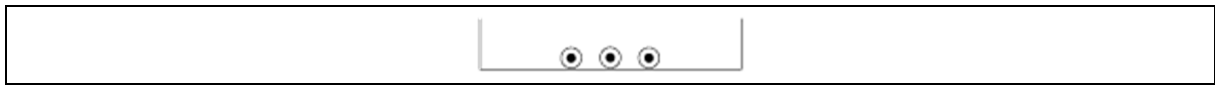
Kabelkanaal: gracht of kanaal gelegen onder het peil van de grond of de vloer en waarvan de afmetingen niet toelaten erin te bewegen. Wanneer hij gesloten kan worden moeten de kabels bereikbaar zijn over hun totale lengte.

Figuur 2.19. Plaatsingswijze «kabelkanaal»



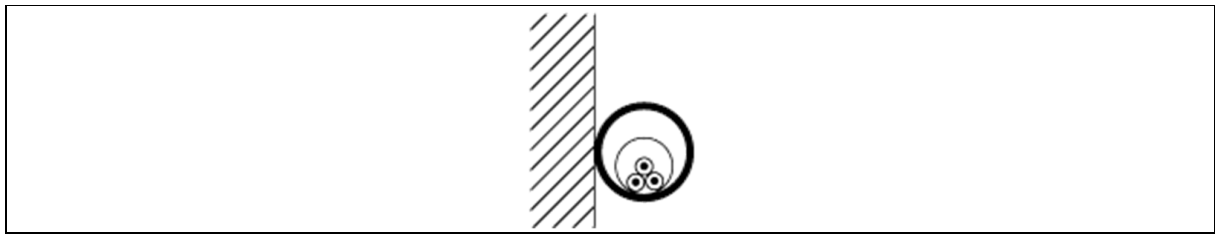
Kabelrek: plaatsingsmateriaal in volle of geperforeerde profielelementen, om de kabels op hun weg te ondersteunen.

Figuur 2.20. Plaatsingswijze «kabelrek»



Buis: plaatsingsmateriaal dat een doorlopende bescherming voor de geleiders toelaat in niet-opengaande buisvormige elementen.

Figuur 2.21. Plaatsingswijze «buis»



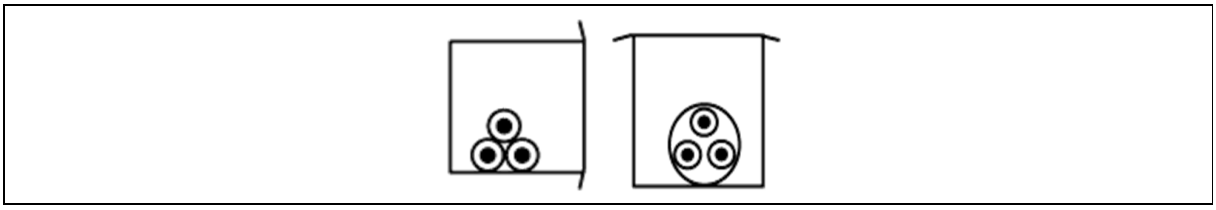
Overtrek (of huls): deel rond een elektrische leiding, dat een bijkomende bescherming geeft aan de elektrische leiding voor de doorgang van wanden (muurschot, vloer, plafond) of van ondergrondse stukken.

Koker: ruimte boven grondniveau met afmetingen die niet toelaten zich erin te bewegen en die zodanig is uitgevoerd dat de kabels bereikbaar zijn over heel hun lengte. Een koker kan al dan niet deel uitmaken van het bouwwerk zelf.

Galerij: ruimte waarvan de afmetingen zodanig zijn dat personen zich erin kunnen bewegen.

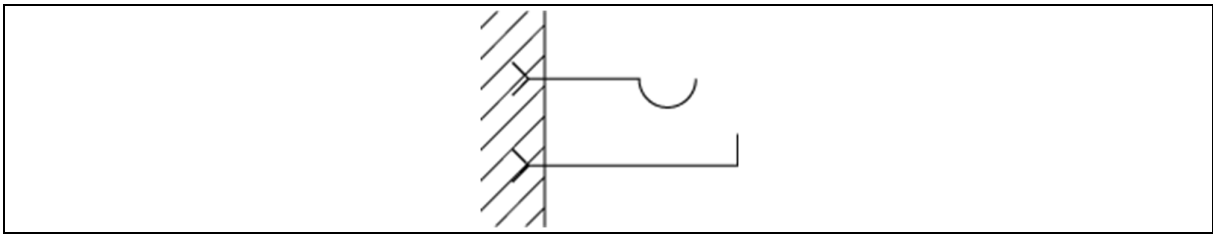
Kabelbaan: plaatsingsmateriaal met volle of geperforeerde geprofileerde wanden, voorzien om geleiders of kabels te bevatten, en gesloten met behulp van een afneembaar deksel.

Figuur 2.22. Plaatsingswijze «kabelbaan»



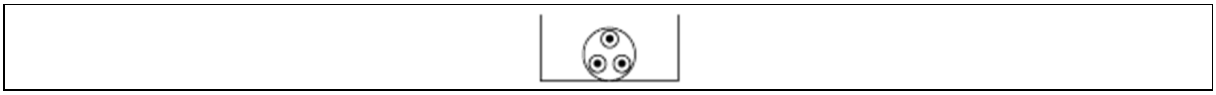
Haak: in een wand aan één van zijn uiteinden vastgezet stuk, dat op onderbroken wijze de kabel draagt.

Figuur 2.23. Plaatsingswijze «haak»



Goot: plaatsingsmateriaal, met volle of geperforeerde geprofileerde wanden, geopend aan de bovenzijde om de kabels over horizontale trajecten te dragen.

Figuur 2.24. Plaatsingswijze «goot»

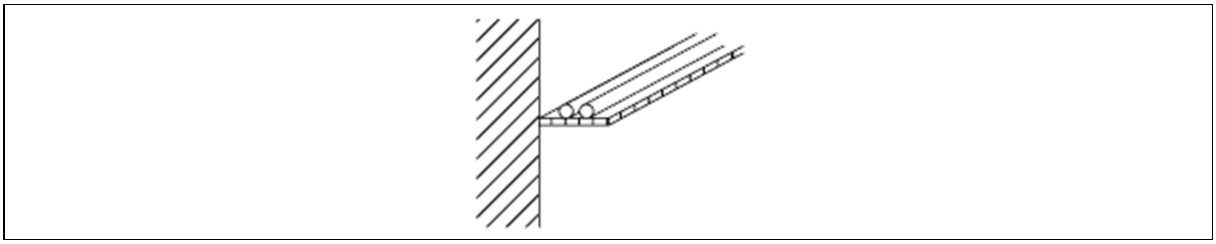


Gleuf: lange smalle inkerving aangebracht in een materiaal en bereikbaar over haar totale lengte.

Groef: lange smalle opening aangebracht in een bouwmateriaal, teneinde er buizen of bepaalde typen van elektrische leidingen in te plaatsen en die na het plaatsen weer afgedicht wordt.

Kraagstuk: plaatsingsmateriaal bestaande uit een in een verticale wand aangebrachte doorlopende horizontale steun, waarop de kabels gelegd worden.

Figuur 2.25. Plaatsingswijze «kraagstuk»



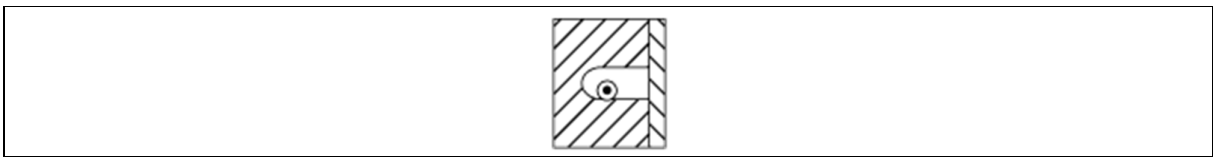
Holle constructieruimte: ruimte tussen de wanden van gebouwen en slechts op bepaalde plaatsen toegankelijk (tussen muren, achter normale lijsten, tussen wanden, vloeren en plafonds).

Aan de wand bevestigde elektrische leiding: aan een wand of er vlak naast geplaatste elektrische leiding, waarbij de wand dienst doet als bevestigingsmiddel en eventueel een bescherming vormt.

Onderafdeling 2.7.2.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

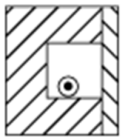
Lijst: plaatsingsmateriaal bestaande uit een basis, voetstuk genoemd, dat gleuven bevat waarin geleiders kunnen geplaatst worden, en dat afgesloten wordt met een afneembaar deksel. Deze kan ter versiering geprofileerd zijn.

Figuur 2.26. Plaatsingswijze «lijst»



Gegroefde plinten of lijsten: plint (of lijst) met gleuven waarin geleiders of eventueel laagspanningskabels kunnen geplaatst worden en die afgesloten worden met een afneembaar deksel.

Figuur 2.27. Plaatsingswijze «gegroefde plinten of lijsten»



Hoofdstuk 2.8. Materieel

Afdeling 2.8.1. Algemene begrippen

Onderafdeling 2.8.1.1. Algemeenheden

Elektrische machine of elektrisch toestel: apparaat dat dient voor productie, omvorming, distributie of gebruik van elektrische energie.

Elektrisch materieel: de elektrische machines, toestellen en leidingen.
Een geheel bestaande uit elektrische machines, toestellen en leidingen conform de normen voor apparatuur onder omhulsel, bekrachtigd door de Koning of geregistreerd door het Bureau voor Normalisatie (NBN) wordt eveneens als elektrisch materieel aanzien.

Steunen voor ontladingslampen: staven en bevestigingsbeugels die bestemd zijn om lampen of buizen te dragen. De delen die dienen als steun voor de voeding van de lampen zijn evenwel uitgesloten.

Onderafdeling 2.8.1.2. Bij laagspanning

Laagspanningsschakel- en verdeelinrichting: combinatie van één of meerdere laagspanningsverbindingstoestellen met bijbehorend materieel voor besturing, meting, signalering, beveiliging, regeling..., volledig samengebracht, met al hun inwendige elektrische en mechanische verbindingen en hun structuurelementen.

Schakelinrichtingssysteem: volledige reeks mechanische en elektrische componenten (omhulsels, railstellen, functionele eenheden, ...) zoals beschreven door de oorspronkelijke fabrikant, die aan de hand van de aanwijzingen van de oorspronkelijke fabrikant in elkaar worden gezet om schakelinrichtingen te produceren.

Afdeling 2.8.2. Verplaatsingsmogelijkheden

Onderafdeling 2.8.2.1. Algemeenheden

Verplaatsbaar toestel of verplaatsbare machine: toestel dat of machine die verplaatst wordt tijdens zijn werking, of, wanneer het verbonden is met een voedingsstroombaan, gemakkelijk kan verplaatst worden, hetzij door eigen middelen, hetzij door de gebruiker en dit ongeacht of het toestel of de machine onder spanning staat of niet.

Trolley: een hulpmiddel dat de elektrische voeding van een verplaatsbaar toestel of verplaatsbare machine via sleepcontacten mogelijk maakt.

Onderafdeling 2.8.2.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

Draagbaar toestel of draagbare machine: verplaatsbaar toestel dat of verplaatsbare machine die werd opgevat, om tijdens het normaal gebruik, met de hand te worden gedragen en waarvan de werking de voortdurende manuele tussenkomst ter ondersteuning of geleiding vereist.

Vast toestel of vaste machine: toestel dat of machine die op een vaste plaats werd opgesteld of niet gemakkelijk kan verplaatst worden.

Vast opgesteld toestel of vast opgestelde machine: toestel dat of machine die vast verzegeld is of opgesteld werd en dit op een welbepaalde plaats.

Verplaatsbaar toestel of verplaatsbare machine met vaste standplaats: vast toestel dat of vaste machine die niet behoort tot de vast opgestelde toestellen. Het zijn toestellen of machines die toevallig verplaatst worden.

Hoofdstuk 2.9. Scheiding en besturing

Omnipolaire onderbreking: onderbreking van alle actieve geleiders van een stroombaan, de nulgeleider inbegrepen.

Veiligheidsonderbreking: maatregelen tot scheiding bij niet-automatische sturing, die worden aangewend om het gevaar voor personen die werken aan elektrisch gevoede machines of toestellen te vermijden of uit te schakelen.

Scheider: systeem bestemd om een ganse installatie of een gedeelte ervan spanningsloos te stellen door de installatie te scheiden van iedere elektrische energiebron. Op deze wijze wordt de veiligheid van personen verzekerd die werken aan of in de nabijheid van delen die een gevaar betekenen bij rechtstreekse aanraking.

Scheiding voor mechanisch onderhoud: systeem bestemd om de voeding van gedeelten van het elektrisch gevoed materieel te onderbreken. Dit wordt verwezenlijkt om ongevallen te voorkomen die weliswaar niet te wijten zijn aan elektrische schokken of boogontladingen maar die bij het niet-elektrisch onderhoud zouden kunnen voorkomen.

Elektrische noodafschakeling: systeem bestemd om zo spoedig mogelijk de gevaren uit te schakelen die onvoorzien kunnen optreden. Wanneer deze maatregel wordt getroffen om een gevaarlijke beweging te stoppen wordt deze *noodstop* genoemd.

Functionele bediening: systeem bestemd om het sluiten, openen of regelen van de elektrische voeding te verzekeren. Dit kan geschieden voor een gedeelte van de installatie, een elektrische machine of gebruikstoestel teneinde op deze wijze de bediening voor normale werking te verwezenlijken.

Handbediening: sturing van een werkingsgang door rechtstreekse menselijke tussenkomst.

Automatische sturing: sturing van een werkingsgang verwezenlijkt zonder menselijke tussenkomst op het ogenblik dat vooraf bepaalde voorwaarden vervuld zijn.

Hoofdstuk 2.10. Uitwendige invloeden

Afdeling 2.10.1. Algemeenheden

De classificatie van uitwendige invloeden vormt een zo volledig mogelijke inventaris van alle uitwendige omstandigheden die een invloed kunnen hebben op de elektrische installatievoorschriften.

Om de classificatie van de verschillende parameters te vergemakkelijken, werd een alfanumerieke code opgesteld.

De verschillende parameters van uitwendige invloeden zijn volgens hun rol ingedeeld in 3 grote categorieën:
- de *omgevings*omstandigheden die onafhankelijk zijn van de aard van de installaties en van de ruimten en betrekking hebben op uitwendige verschijnselen afkomstig van de atmosfeer, het klimaat, de omgevingstoestand en andere omstandigheden in de ruimte waar de elektrische installatie zich bevindt;
- de *gebruiks*omstandigheden van de betrokken ruimten en van de elektrische installaties zelf;
- de gevolgen van de *bouwwijze van de gebouwen*, hun structuur en de aard van de gebruikte materialen.

Tabel 2.5. Categorieën van uitwendige invloeden

Eerste letter van de code	*Categorie*
A	Omgevingsomstandigheden
B	Gebruik
C	Constructie van de gebouwen

Afdeling 2.10.2. Omgevingstemperatuur (AA)

Om de uitwendige invloed *"omgevingstemperatuur"* aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *AA* gevolgd door een cijfer gaande van 1 tot 6, zoals aangeduid in *tabel 2.6*.

Tabel 2.6. Uitwendige invloeden – Omgevingstemperatuur (AA)

Code	*Omgevingstemperatuur*	*Voorwaarden*	*Voorbeelden*
AA1	Uiterst koud	-60 °C tot +5 °C	Diepvriesruimten …
AA2	Zeer koud	-40 °C tot +5 °C	Koelruimten …
AA3	Koud	-25 °C tot +5 °C	Openlucht omgeving …
AA4	Gematigd	-5 °C tot +40 °C	Gematigde omgeving …
AA5	Warm	+5 °C tot +40 °C	Ingesloten lokalen …
AA6	Zeer warm	+5 °C tot +60 °C	Ketelhuizen, machinezalen …

Onder bijzondere voorwaarden mag een andere code gebruikt worden, zie *tabel 2.7*.

Tabel 2.7. Uitwendige invloeden – Omgevingstemperatuur (AA) – Bijzondere voorwaarden

Code	*Omgevingstemperatuur*	*Voorwaarden*	*Voorbeelden*
AA7	Koud	-15 °C tot +25 °C	Buiten de lokalen …
AA8	Gematigd	+5 °C tot +30 °C	Gewoonlijk verwarmde lokalen …

Een lokaal of een plaats kan gekarakteriseerd worden door samenstelling van 2 of 3 temperatuurklassen. Dit is bijvoorbeeld het geval voor installaties in openlucht: AA3+5 (-25 °C tot +40 °C) en voor gieterijen: AA4+6 (-5 °C tot +60 °C).

Afdeling 2.10.3. Aanwezigheid van water (AD)

Om de uitwendige invloed *"aanwezigheid van water"* aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *AD* gevolgd door een cijfer van 1 tot 8, zoals aangegeven in *tabel 2.8*.

Tabel 2.8. Uitwendige invloeden – Aanwezigheid van water (AD)

Code	*Aanwezigheid van water*	*Voorwaarden*	*Voorbeelden*
AD1	Te verwaarlozen aanwezigheid van water	Over het algemeen geen sporen van vochtigheid	Droge ruimten, bv. woonkamers, kamers, burelen ...
AD2	Tijdelijk vochtig	Verticaal vallende waterdruppels. Toevallige vorm van condensatie van vocht of toevallige aanwezigheid van waterdamp	Tijdelijk vochtige ruimten, bv. bepaalde keukens, kelders, overdekte terrassen, wc's, individuele garages ...
AD3	Vochtig	Vloeien van water langs wanden of over vloeren. Besprenkeling met water. Water in de vorm van regen (max. 60° t.o.v. de verticale)	Vochtige ruimten, bv. vuilnislokalen, bijstations van stoom of warm water ...
AD4	Nat	Vloeien en spatten van water in alle richtingen	Natte ruimten, bv. werven, sauna's, koelkamers ...
AD5	Besproeid	Waterstralen onder druk en in alle richtingen	Blootgestelde ruimten bv. stortbaden, stallen, slagerijen ...
AD6	Inwerking van watermassa's	Wassen met waterstraal en watermassa's	Pieren, kaaien, stranden …
AD7	Overstroomd	Diepte van het water $\leq$ 1 m.	Ondiepe baden, bijvoorbeeld deze van fonteinen …
AD8	Ondergedompeld	Diepte van het water > 1 m.	Diepe baden …

Afdeling 2.10.4. Aanwezigheid van vreemde vaste lichamen (AE)

Om de uitwendige invloed *"aanwezigheid van vreemde vaste lichamen"* aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *AE* gevolgd door een cijfer van 1 tot 4, zoals aangegeven in *tabel 2.9*.

Tabel 2.9. Uitwendige invloeden – Aanwezigheid van vreemde vaste lichamen (AE)

Code	*Vreemde vaste lichamen*
AE1	Grote afmetingen
AE2	Kleinste afmeting 2,5 mm
AE3	Kleinste afmeting 1 mm
AE4	Stofdeeltjes

Afdeling 2.10.5. Aanwezigheid van corrosieve en vervuilende stoffen (AF)

Om de uitwendige invloed *"aanwezigheid van corrosieve en vervuilende stoffen"* aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *AF* gevolgd door een cijfer gaande van 1 tot 4 zoals aangegeven in *tabel 2.10*.

Tabel 2.10. Uitwendige invloeden – Aanwezigheid van corrosieve of vervuilende stoffen (AF)

Code	*Corrosieve en vervuilende stoffen*	*Voorwaarden*	*Voorbeelden*
AF1	Verwaarloosbaar	Geen enkele invloed van corrosieve of vervuilende stoffen zowel door hun aard als door hun eigenschappen	Huishoudelijke lokalen, voor publiek toegankelijke lokalen, en in het algemeen alle lokalen waarin chemische of corrosieve stoffen noch bewerkt noch opgeslagen worden …
AF2	Van atmosferische oorsprong	Nabijheid van de zee of van bedrijven die belangrijke hoeveelheden vervuilende stoffen voortbrengen	Gebouwen in de nabijheid van scheikundige bedrijven, cementfabrieken ...
AF3	Afwisselend of toevallig	Kortstondige of toevallige inwerking van scheikundige of corrosieve producten voor normaal gebruik	Fabriekslaboratoria, onderwijslaboratoria, garages, ketelhuizen ...
AF4	Bestendig	Bestendige inwerking van scheikundige, corrosieve of vervuilende producten	Scheikundige industrieën, industrieën waarin gebruik gemaakt wordt van scheikundige of corrosieve producten (verven, verchromen, koolwaterstoffen, kunststoffen...) …

Afdeling 2.10.6. Mechanische belastingen veroorzaakt door schokken (AG)

Om de uitwendige invloed *"mechanische belastingen veroorzaakt door schokken"* aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *AG* gevolgd door een cijfer gaande van 1 tot 3 overeenkomstig hetgeen volgt:

- *AG1:* de belasting stemt overeen met een schokenergie van maximaal 1 J en de overeenkomstige schokweerstandsgraad is IP XX-4. Dergelijke belasting bestaat in normale gebruiksvoorwaarden bij materieel voor huishoudelijk en daarmee gelijkgesteld gebruik.
- *AG2:* de belasting stemt overeen met een schokenergie van maximaal 6 J en de overeenkomstige schokweerstandsgraad is IP XX-7. Dergelijke belasting bestaat in normale gebruiksvoorwaarden bij materieel voor industrieel gebruik.
- *AG3:* de belasting stemt overeen met een schokenergie van maximaal 60 J en de overeenkomstige schokweerstandsgraad is IP XX-11. Dergelijke belasting bestaat in zware gebruiksvoorwaarden bij materieel voor industrieel gebruik.

Afdeling 2.10.7. Mechanische belastingen veroorzaakt door trillingen (AH)

Om de uitwendige invloed "*mechanische belastingen veroorzaakt door trillingen"* aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *AH* gevolgd door een cijfer gaande van 1 tot 3, zoals aangegeven in *tabel 2.11*.

Tabel 2.11. Uitwendige invloeden – Mechanische belastingen veroorzaakt door trillingen (AH)

Code	*Trillingen*	*Voorwaarden*	*Voorbeelden*
AH1	Zwak	Geen enkele trilling	Huishoudelijke lokalen en, in het algemeen, vast materieel zonder motor …
AH2	Middelmatig	Zwakke trillingen	Materieel dat motoren of bewegende delen bevat …
AH3	Belangrijk	Belangrijke trillingen	Nabijheid van trilzeven of triltoestellen …

Afdeling 2.10.8. Aanwezigheid van flora en/of schimmelvorming (AK) en fauna (AL)

Om de uitwendige invloed "*aanwezigheid van flora en/of schimmelvorming en fauna"* aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *AK* respectievelijk *AL* gevolgd door het cijfer 1 of 2, zoals aangegeven in *tabel 2.12*.

Tabel 2.12. Uitwendige invloeden – Aanwezigheid van flora en/of schimmelvorming (AK) en fauna (AL)

Code	Flora en fauna	Voorwaarden	Voorbeelden
Aanwezigheid van flora en/of schimmelvorming			
AK1	Verwaarloosbaar	Geen gebruiks-beperkingen	Afwezigheid van schadelijke inwerking te wijten aan de flora of aan schimmels
AK2	Mogelijk	Speciale bescherming	Schadelijke of overmatige ontwikkeling van planten
Aanwezigheid van fauna			
AL1	Verwaarloosbaar	Geen gebruiks-beperkingen	Afwezigheid van schadelijke inwerking te wijten aan de fauna
AL2	Mogelijk	Speciale bescherming	Aanwezigheid van insecten, dieren of vogels in schadelijke hoeveelheden of van agressieve aard

Afdeling 2.10.9. Elektromagnetische, elektrostatische of ioniserende invloeden (AM)

Om de uitwendige invloed "*elektromagnetische, elektrostatische of ioniserende invloeden*" aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *AM* gevolgd door een cijfer van 1 tot 6, zoals aangegeven in *tabel 2.13*.

Tabel 2.13. Uitwendige invloeden – Elektromagnetische, elektrostatische of ioniserende invloeden (AM)

Code	Elektromagnetische, elektrostatische of ioniserende invloeden
AM1	Afwezigheid van schadelijke invloeden veroorzaakt door zwerfstromen, elektromagnetische stralingen, ioniserende stralingen of inductiestromen
AM2	Schadelijke aanwezigheid van zwerfstromen
AM3	Schadelijke aanwezigheid van elektromagnetische stralingen
AM4	Schadelijke aanwezigheid van ioniserende stralingen
AM5	Schadelijke elektrostatische invloeden
AM6	Schadelijke aanwezigheid van inductiestromen

Afdeling 2.10.10. Zonnestraling (AN)

Om de uitwendige invloed "*zonnestraling*" aan te duiden, wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *AN* gevolgd door het cijfer 1 of 2, zoals aangegeven in *tabel 2.14*.

Tabel 2.14. Uitwendige invloeden – Zonnestraling (AN)

Code	Zonnestraling
AN1	Te verwaarlozen
AN2	Schadelijke zonnestraling door de duur of intensiteit

Afdeling 2.10.11. Bekwaamheid van personen (BA)

Om de uitwendige invloed "*bekwaamheid van personen*" aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *BA* gevolgd door een cijfer gaande van 1 tot 5, zoals aangegeven in *tabel 2.15*.

Tabel 2.15. Uitwendige invloeden – Bekwaamheid van personen (BA)

Code	Bekwaamheid van personen	Voorwaarden	Voorbeelden
BA1	Gewone	Niet hieronder geclassificeerde personen	Lokalen voor huishoudelijk of analoog gebruik, lokalen gewoonlijk toegankelijk voor het publiek ...
BA2	Kinderen	Kinderen die zich bevinden in de voor hen bestemde lokalen	Kinderbewaarplaatsen en kinderkribben ...
BA3	Gehandicapten	Personen die niet over al hun fysische of geestelijke vermogens beschikken	Rusthuizen voor invaliden, ouderlingen of mentaal gehandicapten ...

Code	*Bekwaamheid van personen*	*Voorwaarden*	*Voorbeelden*
BA4	Gewaarschuwden	Personen die: – ofwel voldoende onderricht werden aangaande de elektrische risico's verbonden aan de hen toevertrouwde werkzaamheden; – ofwel permanent worden bewaakt door een vakbekwaam persoon (BA5) tijdens de hen toevertrouwde werkzaamheden, teneinde de aan elektriciteit verbonden risico's tot een minimum te herleiden	Uitbatings- of onderhoudspersoneel van elektrische installaties ...
BA5	Vakbekwamen	Personen die via kennis, verkregen door opleiding of ervaring, de gevaren verbonden aan de uit te voeren werkzaamheden zelf kunnen inschatten en de maatregelen kunnen bepalen om de daaruit voortvloeiende specifieke risico's te elimineren of tot een minimum te beperken	Ingenieurs en technici belast met de uitbating van elektrische installaties ...

Afdeling 2.10.12. Toestand van het menselijk lichaam (BB)

Om de uitwendige invloed "*huidvochtigheid*" aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *BB* gevolgd door een cijfer van 1 tot 3, zoals aangegeven in *tabel 2.16*.

Tabel 2.16. Uitwendige invloeden – Toestand van het menselijk lichaam (BB)

Code	*Toestand van het menselijk lichaam*
BB1	Volledig droge huid of vochtig door transpiratie
BB2	Natte huid
BB3	In water ondergedompelde huid

Afdeling 2.10.13. Aanraking van het aardpotentiaal door personen (BC)

Om de uitwendige invloed "*aanraking van het aardpotentiaal door personen*" aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *BC* gevolgd door een cijfer gaande van 1 tot 4 zoals aangegeven in *tabel 2.17*.

Tabel 2.17. Uitwendige invloeden – Aanraking van het aardpotentiaal door personen (BC)

Code	*Aanraking van het aardpotentiaal door personen*	*Voorwaarden*	*Voorbeelden*
BC1	Geen	Personen die zich op niet-geleidende plaatsen of in niet-geleidende ruimten bevinden	Lokalen met geïsoleerde vloer en wanden die geen enkel geleidend deel bevatten
BC2	Zwak	Personen die in normale omstandigheden niet in aanraking zijn met geleidende delen op aardpotentiaal	Lokalen waarvan de vloer en de wanden isolerend of geïsoleerd zijn en weinig geleidende delen bevatten zoals bijvoorbeeld: kamers, woonkamers, kantoren ...
BC3	Veelvuldig	Personen die veelvuldig in aanraking komen met geleidende delen op aardpotentiaal	Lokalen waarvan de vloer en de wanden geleidend zijn en vele geleidende delen bevatten ...
BC4	Voortdurend	Personen die voortdurend in aanraking zijn met geleidende delen op aardpotentiaal en voor wie de bewegingsvrijheid meestal beperkt is	Geleidende afgesloten ruimten zoals metalen vaten, stoomketels en metalen vergaarbakken ...

Afdeling 2.10.14. Mogelijkheden van ontruiming van personen in noodgevallen (BD)

Om de uitwendige invloed "*mogelijkheden van ontruiming van personen in noodgevallen*" aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *BD* gevolgd door een cijfer gaande van 1 tot 4, zoals aangegeven in *tabel 2.18*.

Tabel 2.18. Uitwendige invloeden – Mogelijkheden van ontruiming van personen in noodgevallen (BD)

Code	Ontruimings-mogelijkheden	Voorwaarden		Voorbeelden
		Bezettingsgraad	Ontruimings-voorwaarden	
BD1	Normaal	Zwak	Gemakkelijk	Woonhuizen met een hoogte kleiner dan 25 m …
BD2	Lang	Zwak	Moeilijk	Gebouwen hoger dan of gelijk aan 25 m …
BD3	Overbezet	Groot	Gemakkelijk	Gebouwen, voor het publiek toegankelijk …
BD4	Lang en overbezet	Groot	Moeilijk	Gebouwen, hoger dan 25 m en voor het publiek toegankelijk …

Afdeling 2.10.15. Aard van behandelde of opgeslagen goederen (BE)

Om de uitwendige invloeden "*aard van de behandelde of opgeslagen goederen*" aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *BE* gevolgd door een cijfer gaande van 1 tot 4, zoals aangegeven in *tabel 2.19*.

Tabel 2.19. Uitwendige invloeden – Aard van behandelde of opgeslagen goederen (BE)

Code	Aard van behandelde of opgeslagen goederen	Voorwaarden	Voorbeelden
BE1	Verwaarloosbaar risico	Afwezigheid of te verwaarlozen aanwezigheid van ontvlambare of ontplofbare stoffen of van stoffen die kunnen bezoedelen	Lokalen voor huishoudelijk gebruik…
BE2	Brandgevaar	Opslag of behandeling van brandbare materialen of ontvlambare vloeistoffen met een vlampunt boven 55 °C	Schuren, schrijnwerkerijen, papierfabrieken, ketelhuizen, parkings, bibliotheken, archiefzalen, opslagmagazijnen ...
BE3	Ontploffingsgevaar	Opslag of behandeling van ontplofbare stoffen of ontvlambare vloeistoffen met een vlampunt kleiner dan of gelijk aan 55 °C evenals de aanwezigheid van stof dat ontplofbaar is	Raffinaderijen, koolwaterstofdepots, brandstofdepots, munitiedepots, bepaalde plastiekfabrieken …
BE4	Gevaar voor bezoedeling	Aanwezigheid van niet-beschermde voedingswaren, van farmaceutische producten, breken van lampen	Voedingsindustrieën, grote keukens, farmaceutische industrieën en laboratoria …

Afdeling 2.10.16. Bouwmaterialen (CA)

Om de uitwendige invloed "*bouwmaterialen*" aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *CA* gevolgd door het cijfer 1 of 2, zoals aangegeven in *tabel 2.20*.

Tabel 2.20. Uitwendige invloeden – Bouwmaterialen (CA)

Code	Bouwmaterialen	Voorwaarden	Voorbeelden
CA1	Niet-brandbaar materiaal	-	-
CA2	Brandbaar materiaal	Gebouwen hoofdzakelijk opgetrokken uit brandbare materialen	Houten gebouwen ...

Afdeling 2.10.17. Structuur van gebouwen (CB)

Om de uitwendige invloed "*structuur van de gebouwen*" aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *CB* gevolgd door een cijfer, gaande van 1 tot 4, zoals aangegeven in *tabel 2.21*.

Tabel 2.21. Uitwendige invloeden – Structuur van gebouwen (CB)

Code	*Structuur van gebouwen*	*Voorwaarden*	*Voorbeelden*
CB1	Verwaarloosbare risico's	Klassieke en stabiele constructies	-
CB2	Verspreiding van het vuur	Gebouwen waarvan de vorm en de afmetingen de verspreiding van vuur kunnen bevorderen	Hoge gebouwen Gebouwen met minstens een compartiment met een oppervlakte: – hetzij groter dan 2500 m² op een niveau; – hetzij groter dan 1250 m² op twee niveaus. …
CB3	Bewegend	Risico's te wijten aan de bewegingen van de constructie	Gebouwen met grote lengte of opgetrokken op niet-gestabiliseerde terreinen zodat verplaatsingen tussen verschillende gedeelten van het gebouw of tussen de grond en het gebouw mogelijk worden …
CB4	Instabiel of buigzaam	Zwakke constructies of deze die onderworpen kunnen worden aan bewegingen of schommelingen	Tenten, valse zolderingen verplaatsbare schotten, opblaasbare constructies …

Hoofdstuk 2.11. Werkzaamheden en controle

Afdeling 2.11.1. Werkzaamheden aan elektrische installaties

Werkzaamheden: elke vorm van werkzaamheden die met een elektriciteitsgevaar gepaard gaan. Dit kunnen zowel elektrische en niet-elektrische werkzaamheden als exploitatiewerkzaamheden zijn.

Elektrische werkzaamheden: werkzaamheden aan, met of in de omgeving van een elektrische installatie (zoals proefnemingen, metingen, herstellingen, schoonmaken van elektrische delen, vervangingen, wijzigingen, uitbreidingen en onderhoud...) en die rechtstreeks betrekking hebben op de elektrische installatie.

Niet-elektrische werkzaamheden: werkzaamheden in de omgeving van een elektrische installatie (zoals grond-, bouw-, snoei-, reinigings-, schilderwerkzaamheden...) en die geen rechtstreekse betrekking hebben op de elektrische installatie.

Exploitatiewerkzaamheden: bedienings-, besturings- en controlewerkzaamheden aan de elektrische installaties.

Bedienings- en besturingswerkzaamheden: bediening en besturing hebben als doel de elektrische toestand van een elektrische installatie te wijzigen, om een uitrusting te gebruiken, om uitrustingen aan te sluiten, af te koppelen, in werking te stellen of stil te leggen. Hierbij behoren eveneens het afschakelen en opnieuw inschakelen van installaties ten behoeve van het uitvoeren van werkzaamheden.

Controlewerkzaamheden: de controles kunnen bestaan uit:
- visuele controles;
- beproevingen;
- metingen.

Controles hebben tot doel de configuratie, de staat van onderhoud of de conformiteit van een elektrische installatie na te gaan.

De beproevingen omvatten alle activiteiten die bedoeld zijn om de werking of de elektrische, mechanische of thermische toestand van een elektrische installatie te verifiëren. De beproevingen omvatten verder ook de activiteiten die bestemd zijn om, bijvoorbeeld, de doelmatigheid van de elektrische beveiligingen en de veiligheidskringen te beproeven.

Metingen omvatten alle activiteiten bestemd om fysische grootheden te meten in een elektrische installatie.

Werkzaamheden onder spanning: werkzaamheden waarbij een persoon in aanraking komt met blanke delen onder spanning of in de zone onder spanning binnendringt, hetzij met een lichaamsdeel, hetzij met arbeidsmiddelen of uitrustingen.

Werkzaamheden in de nabijheid van delen onder spanning: werkzaamheden waarbij een persoon in de nabijheidszone binnendringt, hetzij met een lichaamsdeel, hetzij met arbeidsmiddelen en uitrustingen, zonder evenwel in de zone onder spanning binnen te dringen.

Werkzaamheden buiten spanning: werkzaamheden op elektrische installaties die noch onder spanning, noch elektrisch geladen zijn en die uitgevoerd worden nadat alle maatregelen ter voorkoming van elektriciteitsrisico genomen zijn.

Werkverantwoordelijke: persoon aangeduid om de leiding van de werkzaamheden op zich te nemen.

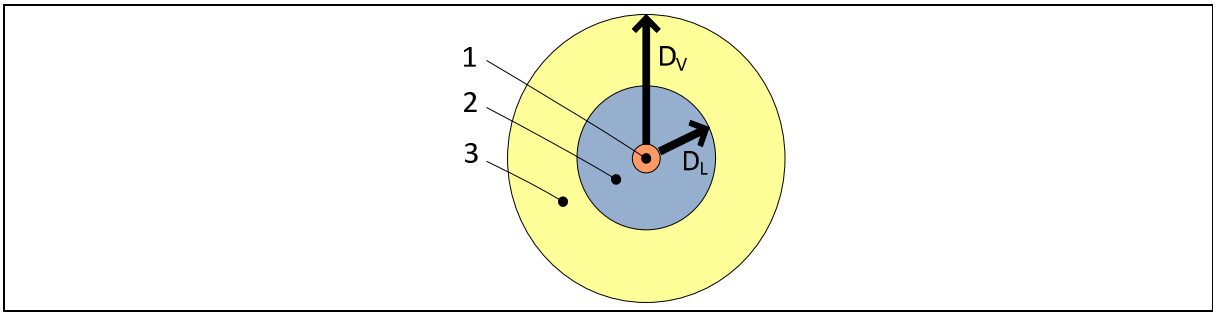
Installatieverantwoordelijke: persoon aangeduid om de verantwoordelijkheid voor de exploitatie van de elektrische installatie op zich te nemen. Indien nodig kan die verantwoordelijkheid gedeeltelijk op andere personen worden overgedragen.

Werkzone: ruimte waarbinnen de werkzaamheden uitgevoerd worden.

Nabijheidszone: een begrensde ruimte rondom de zone onder spanning zoals bepaald in de drie onderstaande afbeeldingen en in onderstaande tabel.

Zone onder spanning: een begrensde ruimte rondom de blanke actieve delen onder spanning zoals bepaald in de *figuren 2.28.* t.e.m. *2.30.* en in *tabel 2.22.*

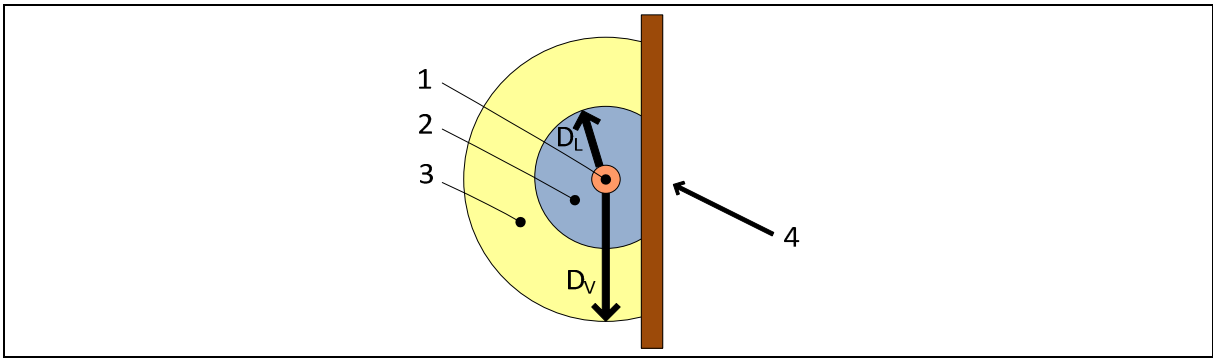
Figuur 2.28. Voorstelling van de zone onder spanning en de nabijheidszone



1. blank actief deel onder spanning
2. zone onder spanning
3. nabijheidszone

D_L: afstand die de buitengrens van de zone onder spanning aangeeft
D_V: afstand die de buitengrens van de nabijheidszone aangeeft

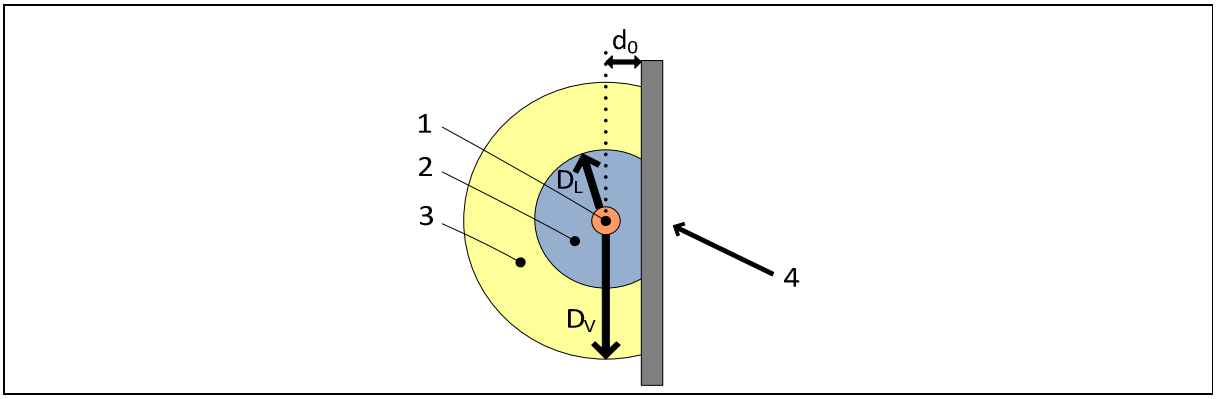
Figuur 2.29. Voorstelling van de zone onder spanning en de nabijheidszone met isolerende beschermingrichting



1. blank actief deel onder spanning
2. zone onder spanning
3. nabijheidszone
4. buitenoppervlak van de isolerende beschermingrichting dat toelaat de toegang tot de zone onder spanning en/of de nabijheidszone te vermijden

D_L: afstand die de buitengrens van de zone onder spanning aangeeft
D_V: afstand die de buitengrens van de nabijheidszone aangeeft

Figuur 2.30. Voorstelling van de zone onder spanning en de nabijheidszone met geaarde, metalen beschermingrichting



1. blank actief deel onder spanning
2. zone onder spanning
3. nabijheidszone
4. buitenoppervlak van de geaarde metalen beschermingrichting, die integraal deel uitmaakt van de elektrische installatie, dat toelaat de toegang tot de zone onder spanning en/of de nabijheidszone te vermijden

d_0: minimumafstand volgens *punt e.2.* van *onderafdeling 4.2.2.1.*
D_L: afstand die de buitengrens van de zone onder spanning aangeeft
D_V: afstand die de buitengrens van de nabijheidszone aangeeft

Tabel 2.22. Waarden van de afstanden D_L en D_V

Nominale netspanning U_N [kV] (effectieve waarde)	Afstand D_L die de buitengrens van de zone onder spanning aangeeft [mm]	Afstand D_V die de buitengrens van de nabijheidszone aangeeft [mm]
≤1	geen aanraking	500
3	120	1120
6	120	1120
10	150	1150
15	160	1160
20	220	1220
30	320	1320
36	380	1380
45	480	1480
60	630	1630
70	750	1750
110	1000	2000
132	1100	3100
150	1200	3200
220	1600	3600
275	1900	3900
380	2500	4500
480	3200	6200
700	5300	8300

Opmerking 1: de tussenwaarden van D_L en D_V kunnen door lineaire interpolatie worden berekend.

Opmerking 2: voor gelijkspanningsinstallaties wordt aanbevolen om dezelfde afstanden te gebruiken onder verwijzing naar de nominale spanningswaarden van het net.

Afdeling 2.11.2. Controle van elektrische installaties

Erkend organisme: keuringsinstelling belast met de gelijkvormigheidscontroles vóór de ingebruikname en met de controlebezoeken van de elektrische installaties.

Agent-bezoeker: de persoon, beschikkend over een bevoegdheidsverklaring van een erkend organisme, die de gelijkvormigheidscontroles vóór de ingebruikname en/of de controlebezoeken uitvoert.

Gelijkvormigheidscontrole vóór de ingebruikname: gelijkvormigheidscontrole van elektrische installaties voorzien in *hoofdstuk 6.4.*

Controlebezoek: controle van de elektrische installaties voorzien in *hoofdstuk 6.5*.

Routinebezoek: bezoek van de elektrische installaties op hoogspanning voorzien in *afdeling 9.1.2*.

Ingebruikname: de eerste terbeschikkingstelling van een elektrische installatie voor bedrijfsdoeleinden.

Belangrijke wijziging of belangrijke uitbreiding: wijziging of uitbreiding van een elektrische installatie die een bijkomende impact (nog niet afgedekt door een gelijkvormigheidscontrole) op de veiligheid van personen of goederen heeft.

Hoofdstuk 2.12. Schema's, plannen en documenten van elektrische installaties

Principeschema: schema of beschrijving van de elektrische installatie.

Document van de uitwendige invloeden: document dat de uitwendige invloeden aangeeft die in de verschillende ruimten in beschouwing te nemen te zijn.

Zoneringsplan: plan dat de ruimten aangeeft waar een ontploffingsgevaar kan bestaan. Deze ruimten zijn in overeenstemming met de voorschriften van dit Boek ingedeeld in verschillende zones.

Zoneringsverslag: document dat de gegevens vermeldt waarop de vaststelling van de zones en hun uitgestrektheid gesteund zijn, de besluiten en de verantwoording ervan.

Evacuatieplan: plan dat de indeling en de bestemming van de ruimten, de situering van de compartimentsgrenzen, de ligging van de ruimten met een verhoogd brandgevaar, de ligging van de uitgangen, nooduitgangen en verzamelplaatsen na evacuatie en het tracé van de evacuatiewegen aangeeft.

Lijst van de evacuatiewegen en de moeilijk evacueerbare ruimten: lijst die de ruimten aangeeft waarvan hun evacuatie door de vorming van rook bij brand kan beïnvloed worden.

Plan van de veiligheidsinstallaties: plan dat de lokalen en de compartimenten toont en weergeeft:
- de plaats van de niet-geïntegreerde veiligheidsbronnen;
- de plaats van de veiligheidsstroombanen;
- de plaats van de veiligheidsverbruikers;
- de compartimenten en hun brandweerstand;
- de gevolgde weg en de lengte van de veiligheidsstroombanen per compartiment.

Plan van de kritische installaties: plan dat de lokalen toont en weergeeft:
- de plaats van de kritische stroombanen;
- de plaats van de kritische verbruikers;

en als bijzondere maatregelen van toepassing zijn in geval van het uitvallen van de normale bron en/of brand:
- de plaats van de niet-geïntegreerde vervangingsbronnen;
- de compartimenten en hun brandweerstand;
- de gevolgde weg en de lengte van de kritische stroombanen per compartiment.

De kritische installaties mogen op het plan van de veiligheidsinstallaties weergegeven worden op voorwaarde dat de veiligheidsinstallaties en de kritische installaties aangeduid zijn op dit plan zodat iedere mogelijkheid tot vergissen uitgesloten is.

Lijst met de veiligheidsinstallaties en/of de kritische installaties: lijst die aangeeft:
- de type van de veiligheidsinstallaties en/of de kritische installaties;
- de tijd van functiebehoud van elke veiligheidsverbruiker en/of elke kritische verbruiker (indien van toepassing voor de kritische verbruikers);
- de genomen maatregelen in het kader van de risicoanalyse van de veiligheidsinstallaties en/of de kritische installaties.

Plan van de ondergrondse leidingen (kabelplan): plan dat de plaats aangeeft van de ondergrondse elektrische leidingen.

Deel 3. Bepaling van de algemene kenmerken van elektrische installaties

HOOFDSTUK 3.1. ALGEMEENHEDEN 45
Afdeling 3.1.1. Bepaling van de installatiekenmerken 45
Afdeling 3.1.2. Schema 45
Onderafdeling 3.1.2.1. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning 45
Onderafdeling 3.1.2.2. Bij hoogspanning 45
Afdeling 3.1.3. Merken van stroombanen 45
Onderafdeling 3.1.3.1. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning 45
Onderafdeling 3.1.3.2. Bij hoogspanning 46
HOOFDSTUK 3.2. VOEDING EN STRUCTUREN 46
Afdeling 3.2.1. Voedingsvermogen 46
Afdeling 3.2.2. Types van aardverbindingssystemen bij laagspanning en bij zeer lage spanning 46
Onderafdeling 3.2.2.1. Inleiding 46
Onderafdeling 3.2.2.2. Aardverbindingssysteem bij een TN-net 46
Onderafdeling 3.2.2.3. Aardverbindingssysteem bij een TT-net 47
Onderafdeling 3.2.2.4. Aardverbindingssysteem bij een IT-net 47
Afdeling 3.2.3. Types van aardverbindingssystemen bij hoogspanning 48
Afdeling 3.2.4. Voeding 48
Afdeling 3.2.5. Indeling van de installaties 48
Onderafdeling 3.2.5.1. Doel 48
Onderafdeling 3.2.5.2. Afwezigheid van elektrische scheiding 48
HOOFDSTUK 3.3. COMPATIBILITEIT 48
Afdeling 3.3.1. Onafhankelijkheid van een elektrische installatie ten overstaan van andere installaties 48
Afdeling 3.3.2. Onafhankelijkheid van de delen van een elektrische installatie 48
Afdeling 3.3.3. Installaties voor telecommunicatie, signalisatie en dergelijke 49
HOOFDSTUK 3.4. VEILIGHEIDSINSTALLATIES 49
Afdeling 3.4.1. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning 49
Afdeling 3.4.2. Bij hoogspanning 49
HOOFDSTUK 3.5. KRITISCHE INSTALLATIES 49
Afdeling 3.5.1. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning 49
Afdeling 3.5.2. Bij hoogspanning 49

Hoofdstuk 3.1. Algemeenheden

Afdeling 3.1.1. Bepaling van de installatiekenmerken

De bepaling van de volgende installatiekenmerken worden vastgesteld aan de hand van de vermelde hoofdstukken:
- het doel waarvoor de installatie is ontworpen, de algemene indeling en de voedingsbronnen (zie *hoofdstuk 3.2.*);
- de uitwendige invloeden waaraan de installatie wordt blootgesteld (zie *hoofdstuk 2.10.*);
- de compatibiliteit van elektrisch materieel van de installatie (zie *hoofdstuk 3.3.*);

Met deze kenmerken moet rekening worden gehouden bij het kiezen van beschermingsmaatregelen (zie *deel 4.*), bij de keuze en installatie van het elektrisch materieel (zie *deel 5.*) en de naleving van de bijzondere regels (zie *deel 7.*).

Het isolatieniveau van een elektrische installatie moet zo zijn dat zij zonder schade de voorziene elektrische invloeden kan verdragen onder de normale werkingsvoorwaarden.

Afdeling 3.1.2. Schema

Onderafdeling 3.1.2.1. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

De elektrische installatie moet het voorwerp uitmaken van een principeschema of een beschrijving die onder andere aangeeft:
- de spanningen en de aard van de stromen;
- de aard en de samenstelling van de belangrijkste stroombanen;
- de plaats en de kenmerken van de inrichtingen die instaan voor veiligheidsonderbreking en scheiding van de belangrijkste stroombanen.

Dit schema of deze beschrijving moet ter plaatse ter beschikking gehouden worden van iedereen die gemachtigd is tot het uitoefenen van toezicht of controle van deze installatie of er aan te werken.

Indien van toepassing zijn de hiervoor genoemde schema's of de beschrijvingen aangevuld met een:

- lijst van de evacuatiewegen en de moeilijk evacueerbare ruimten;
- plan van de veiligheidsinstallaties en/of de kritische installaties;
- lijst met de veiligheidsinstallaties en/of de kritische installaties.

Onderafdeling 3.1.2.2. Bij hoogspanning

De elektrische installatie moet het voorwerp uitmaken van een principeschema en een beschrijving die onder andere aangeven:
- de spanningen en de aard van de stromen;
- het te verwachten kortsluitvermogen van het verdeelnet in zijn normale toestand, op de plaats van de installatie;
- de aard en de samenstelling van de stroombanen;
- de kenmerken en regelingen van de inrichtingen die instaan voor veiligheidsonderbreking en scheiding van de stroombanen;
- de plaats van de aardverbindingen.

Dit schema en deze beschrijving moeten ter plaatse ter beschikking gehouden worden van iedereen die gemachtigd is om deze elektrische installatie na te zien, te controleren of eraan te werken.

Indien van toepassing zijn de hiervoor genoemde schema's en de beschrijvingen aangevuld met een:

- lijst van de evacuatiewegen en de moeilijk evacueerbare ruimten;
- plan van de veiligheidsinstallaties en/of de kritische installaties;
- lijst met de veiligheidsinstallaties en/of de kritische installaties.

Afdeling 3.1.3. Merken van stroombanen

Onderafdeling 3.1.3.1. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

De schakelaars en beschermingsinrichtingen van de voornaamste stroombanen moeten op een duidelijke en zichtbare wijze gemerkt worden door middel van individuele aanduidingen waardoor de identificatie van de stroombanen mogelijk wordt tenzij iedere mogelijkheid tot vergissen uitgesloten is.

De stroombanen moeten zo nodig derwijze uitgevoerd worden dat hun latere identificatie mogelijk is bij nazichten, proeven, herstellingen of wijzigingen of uitbreidingen van de installatie.

Teneinde de identificatie van de kabels van een zichtbaar aangebrachte bundel toe te laten moet, indien dit noodzakelijk blijkt te zijn, gebruik gemaakt worden van aanduidingen die op regelmatige afstanden herhaald worden.

De draagstellen die in combinatie met de elektrische leidingen het kenmerk FR2 of een kenmerk equivalent aan FR2 bezitten, worden voorzien van een passende markering die vermeldt dat er alleen de elektrische leidingen met het kenmerk FR2 of FR1 gebruikt mogen worden en die hun toegelaten gewicht per lopende meter weergeeft.

De bijzondere voorschrifen voor de veiligheidsinstallaties en de kritische installaties worden in *afdeling 5.6.8.* (veiligheidsinstallaties) en in *onderafdeling 5.7.2.5.* (kritische installaties).

Onderafdeling 3.1.3.2. Bij hoogspanning

De schakelaars en beschermingsinrichtingen moeten op een duidelijke en zichtbare wijze gemerkt worden door middel van aanduidingen uit duurzaam materiaal waardoor de identificatie van de stroombanen mogelijk wordt tenzij iedere mogelijkheid tot vergissen uitgesloten is.

De stroombanen moeten zo nodig derwijze uitgevoerd worden dat hun latere identificatie mogelijk is bij nazichten, proeven, herstellingen of wijzigingen of uitbreidingen van de installatie.

Om hun identificatie toe te laten moet, bij een bundel zichtbaar aangebrachte kabels, indien dit noodzakelijk blijkt, gebruik gemaakt worden van vaste merktekens die op regelmatige afstanden aangebracht worden.

In ruimten van de elektrische dienst moeten de nominale spanningen duidelijk aangeduid worden op oordeelkundig gekozen plaatsen.

De draagstellen die in combinatie met de elektrische leidingen het kenmerk FR2 of een kenmerk equivalent aan FR2 bezitten, worden voorzien van een passende markering die vermeldt dat er alleen de elektrische leidingen met het kenmerk FR2 of FR1 gebruikt mogen worden en die hun toegelaten gewicht per lopende meter weergeeft.

Hoofdstuk 3.2. Voeding en structuren

Afdeling 3.2.1. Voedingsvermogen

De bepaling van het voedingsvermogen is essentieel voor een economisch en betrouwbaar ontwerp van een installatie, rekening houdend met beperkingen door de temperatuur en spanningsval.

Bij het vaststellen van het voedingsvermogen van een installatie of deel daarvan mag rekening worden gehouden met de gelijktijdigheidsfactor en de gebruiksfactor van alle belastingen.

Afdeling 3.2.2. Types van aardverbindingssystemen bij laagspanning en bij zeer lage spanning

Onderafdeling 3.2.2.1. Inleiding

De volgende types van aardverbindingssystemen zijn in beschouwing genomen in het kader van dit Boek:

- het TN-net (en zijn varianten);
- het TT-net;
- het IT-net.

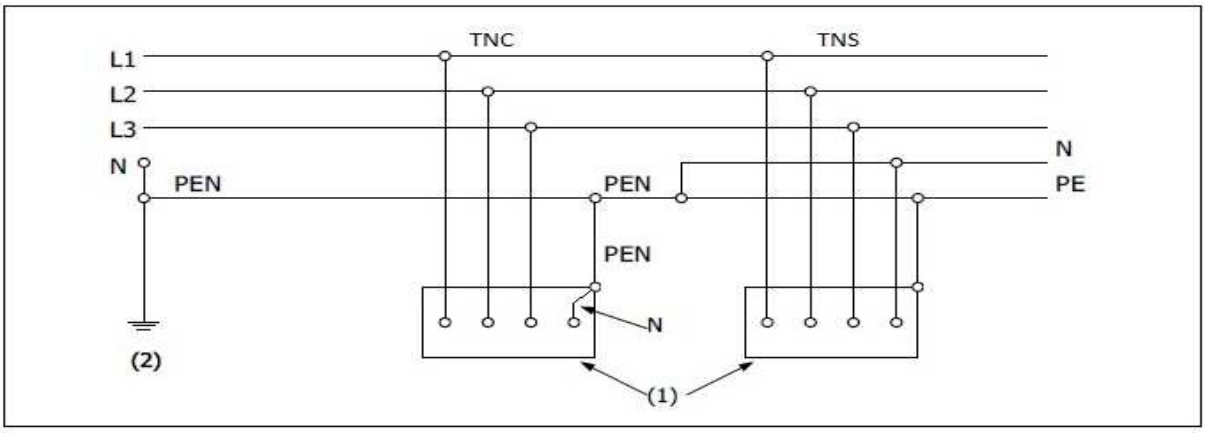
Onderafdeling 3.2.2.2. Aardverbindingssysteem bij een TN-net

Een punt van het net, bijvoorbeeld het nulpunt van elke generator of transformator, moet geaard worden. De beschermingsgeleider moet met dit nulpunt verbonden worden en over het ganse verdeelnet geïnstalleerd worden. Indien het nulpunt niet bestaat of niet bereikbaar is, moet een fasegeleider van elke generator of transformator geaard worden. In dit geval moeten de fasegeleider en de beschermingsgeleider gescheiden zijn.

De beschermingsgeleider moet geaard worden in de nabijheid van elke generator of transformator. Hij moet bovendien geaard worden op verschillende punten, zo regelmatig mogelijk verdeeld, om de potentiaal van de beschermingsgeleider, in geval van defect, zo dicht mogelijk bij dit van de aarde te houden.

De massa's van het elektrische materieel moeten verbonden worden met voornoemde beschermingsgeleider.

Figuur 3.1. TN-C-S-net



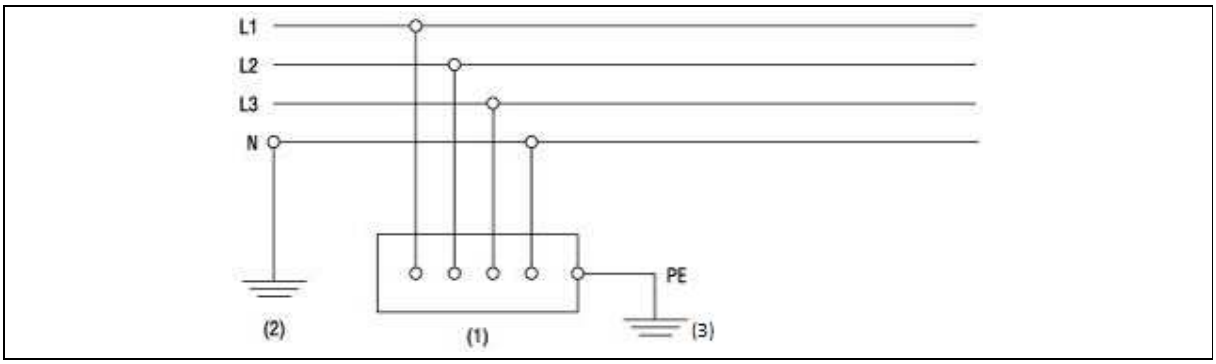
(1) Massa's
(2) Aardverbinding van het verdeelnet

Onderafdeling 3.2.2.3. Aardverbindingssysteem bij een TT-net

Een punt van het net, bijvoorbeeld het nulpunt van elke generator of transformator moet geaard worden. Indien het nulpunt niet bestaat of indien het niet bereikbaar is, moet een fasegeleider van elke generator of transformator geaard worden. Bovendien mag dit eveneens gebeuren met de overeenkomstige geleider van het verdeelnet.

De massa's van het elektrisch materieel moeten, hetzij individueel, hetzij in groepen, hetzij gezamenlijk verbonden worden met één of meer aardverbindingen die onafhankelijk zijn van bovengenoemde aardverbindingen.

Figuur 3.2. TT-net



(1) Massa
(2) Aardverbinding van het verdeelnet
(3) Aardverbinding van de massa

Onderafdeling 3.2.2.4. Aardverbindingssysteem bij een IT-net

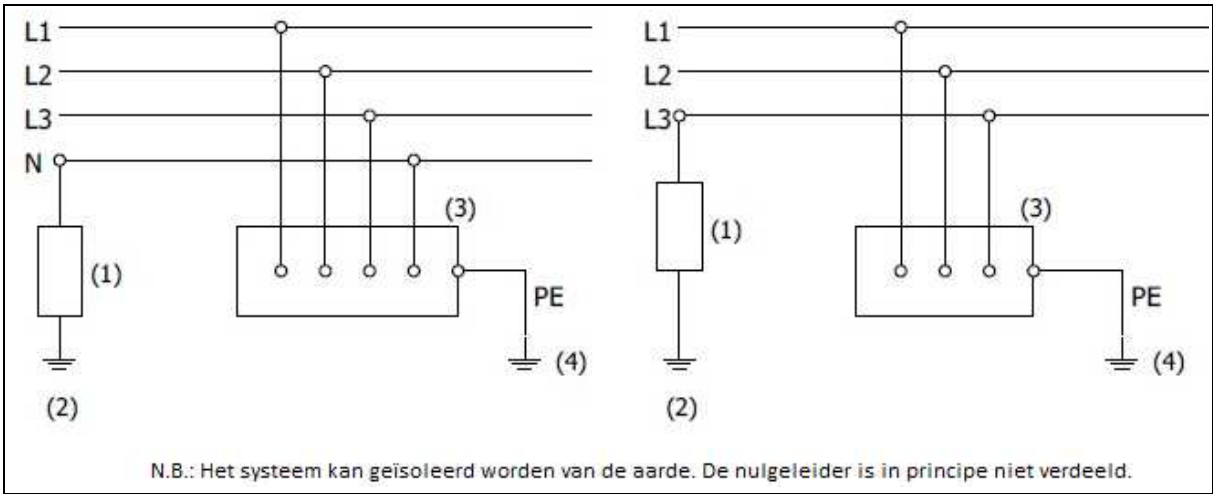
Het nulpunt wordt niet of enkel via een voldoende grote impedantie geaard. Geen enkele actieve geleider mag rechtstreeks geaard worden. Een punt van de installatie mag nochtans geaard worden via een aangepaste impedantie. Een kunstmatig nulpunt mag rechtstreeks geaard worden indien de homopolaire impedantie voldoende groot is. Teneinde de overspanningen te verminderen en de potentiaalschommelingen van de installatie ten opzichte van de aarde te dempen, mag men bijkomende aardingen voorzien via impedanties of kunstmatige nulpunten, waarvan de kenmerken aangepast zijn aan deze van de installatie.

De eventuele nulgeleider moet op dezelfde wijze geïsoleerd zijn en geplaatst worden als een fasegeleider.

De massa's van elektrisch materieel moeten geaard worden, hetzij individueel, hetzij in groepen, hetzij gezamenlijk. Nochtans moeten gelijktijdig genaakbare massa's met dezelfde beschermingsgeleider verbonden worden.

In een elektrische installatie, waarvan de actieve delen niet rechtstreeks geaard zijn, moet het elektrische materieel, gevoed tussen fasen en nulgeleider, zodanig gekozen worden dat zijn isolatie ten minste overeenstemt met de spanning tussen fasen.

Figuur 3.3. IT-net



(1) Impedantie (al dan niet geïnstalleerd)
(2) Aardverbinding van het verdeelnet
(3) Massa
(4) Aardverbinding van de massa

Afdeling 3.2.3. Types van aardverbindingssystemen bij hoogspanning

De aardverbindingssystemen voor hoogspanningsinstallaties worden bepaald volgens de regels van goed vakmanschap.

Afdeling 3.2.4. Voeding

De volgende karakteristieken van de voeding worden bepaald:
- de aard van de stroom en de frequentie;
- de waarde van de nominale spanning;
- de waarde van de veronderstelde kortsluitstroom aan de oorsprong van de installatie;
- de mogelijkheid om aan de noden van de installatie te voldoen (bv.: noodzakelijk vermogen, noodzaak tot noodvoeding…).

Afdeling 3.2.5. Indeling van de installaties

Onderafdeling 3.2.5.1. Doel

De elektrische installatie moet zo nodig ingedeeld worden in verscheidene stroombanen om de gevolgen van een fout te beperken, alsook om het opsporen van fouten, de controle en het onderhoud te vergemakkelijken.

Deze stroombanen moeten zodanig opgevat en verwezenlijkt worden dat zij niet ongewild door een andere stroombaan kunnen worden gevoed.

Onderafdeling 3.2.5.2. Afwezigheid van elektrische scheiding

Wanneer de stroombaan gevoed wordt door een net op hogere spanning door middel van toestellen zonder elektrische scheiding, zoals autotransformatoren, potentiometers, halfgeleiderinrichtingen..., dient de aldus gevoede stroombaan beschouwd te worden als deel uitmakend van het voedend net.

Hoofdstuk 3.3. Compatibiliteit

Afdeling 3.3.1. Onafhankelijkheid van een elektrische installatie ten overstaan van andere installaties

De elektrische en niet-elektrische installaties moeten derwijze opgesteld worden dat elke gevaarlijke wederzijdse invloed vermeden wordt.

Afdeling 3.3.2. Onafhankelijkheid van de delen van een elektrische installatie

Wanneer elektrische machines, toestellen en leidingen, doorlopen door stromen van verschillende aard of spanning, gegroepeerd worden op een zelfde plaats of in een zelfde geheel van toestellen, moeten alle

elektrische machines, toestellen, leidingen en sturingstoestellen, behorend tot een zelfde stroomsoort of tot een zelfde spanning, in de mate van het mogelijke van de andere gescheiden worden. Bovendien worden ze aangeduid overeenkomstig *afdelingen 3.1.3.* en *5.1.6.*

Aangepaste schikkingen volgens de regels van goed vakmanschap moeten genomen worden opdat de werking en de bediening van het elektrisch materieel geen schadelijke invloed zou kunnen hebben op andere elektrische machines, toestellen of leidingen of op de voedingsbron.
Deze invloeden betreffen in het bijzonder:
- voorbijgaande overspanningen;
- aanloopstromen;
- harmonische stromen;
- gelijkspanningscomponenten;
- hoogfrequentoscillaties;
- lekstromen;
- stroomlevering aan het voedingsnet door bepaalde toestellen of machines van de installatie.

Afdeling 3.3.3. Installaties voor telecommunicatie, signalisatie en dergelijke

Elke installatie voor telecommunicatie, besturing, signalisatie en dergelijke moet van de nodige inrichtingen voorzien worden om de beveiliging te waarborgen tegen wederzijdse beïnvloeding tussen deze installaties en andere elektrische installaties, met het oog op de bescherming tegen elektrische schokken, brand en thermische effecten, alsook met het oog op een bevredigende werking (verenigbaarheid), bijvoorbeeld:
- een voldoende scheiding tussen de telecommunicatiekabels en andere leidingen;
- systemen van gemeenschappelijke of gescheiden aarding, naargelang de functionele behoeften;
- keuze en uitvoering van de bedrading en van het vast telecommunicatiemateriëel.

De vermelding van bevredigende werking (verenigbaarheid) beoogt voorzorgsmaatregelen die moeten genomen worden tegen wederzijdse interferentie verschillend van radio-elektrische storingen, tussen telecommunicatie-installaties en andere installaties.

De keuze en realisatie van telecommunicatiemateriëel wordt enkel beschouwd met het oog op hun veiligheid en hun verenigbaarheid met betrekking tot andere elektrische installaties.

Voor wat betreft de energievoorziening van deze installaties zijn de elektrische veiligheidsmaatregelen en de werkingswaarborgen van toepassing zoals ze worden bepaald hetzij in de desbetreffende, door de Koning bekrachtigde of geregistreerde door het NBN norm hetzij in beschikkingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm.

Hoofdstuk 3.4. Veiligheidsinstallaties

Afdeling 3.4.1. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

Voorschriften voor de veiligheidsinstallaties zijn opgenomen in *hoofdstuk 5.6.*

Afdeling 3.4.2. Bij hoogspanning

De veiligheidsinstallaties en hun tijd van functiebehoud worden bepaald op basis van een risicoanalyse door de uitbater of zijn afgevaardigde en worden weergegeven op een of meerdere plannen van de veiligheidsinstallaties. Deze plannen dienen te worden geparafeerd door de exploitant of zijn afgevaardigde vóór het ontwerp en de uitvoering van de installatie. De vertegenwoordiger van het erkend organisme bedoeld in *hoofdstuk 6.3.* parafeert de plannen voor ontvangst bij de controle. De overeenstemming tussen de plannen en de installatie moet door de vertegenwoordiger van het erkend organisme worden nagekeken.

Hoofdstuk 3.5. Kritische installaties

Afdeling 3.5.1. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

Voorschriften voor de kritische installaties zijn opgenomen in *hoofdstuk 5.7.*

Afdeling 3.5.2. Bij hoogspanning

De kritische installaties en hun tijd van functiebehoud (bij het gebruik van een eventuele vervangingsbron in geval van het uitvallen van de normale bron) worden bepaald op basis van een risicoanalyse door de uitbater of zijn afgevaardigde en worden weergegeven op een of meerdere plannen van de kritische installaties. Deze plannen dienen te worden geparafeerd door de exploitant of zijn afgevaardigde vóór het ontwerp en de

uitvoering van de installatie. De vertegenwoordiger van het erkend organisme bedoeld in *hoofdstuk 6.3.* parafeert de plannen voor ontvangst bij de controle. De overeenstemming tussen de plannen en de installatie moet door de vertegenwoordiger van het erkend organisme worden nagekeken.

Deel 4. Beschermingsmaatregelen

HOOFDSTUK 4.1. INLEIDING 55

HOOFDSTUK 4.2. BESCHERMING TEGEN ELEKTRISCHE SCHOKKEN 55

Afdeling 4.2.1. Algemeenheden 55

Onderafdeling 4.2.1.1. Schokstroom 55

Onderafdeling 4.2.1.2. Toegelaten spanningsgebieden 55

Afdeling 4.2.2. Bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking 55

Onderafdeling 4.2.2.1. Beschermingswijzen 55

Onderafdeling 4.2.2.2. In gewone ruimten 60

Onderafdeling 4.2.2.3. In ruimten van de elektrische dienst 61

Onderafdeling 4.2.2.4. Bijzondere voorschriften in speciale gevallen 63

Afdeling 4.2.3. Bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking bij laagspanning en bij lage zeer spanning 64

Onderafdeling 4.2.3.1. Principes van het voorkomen van elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking bij laagspanning en bij zeer lage spanning 64

Onderafdeling 4.2.3.2. Aardingsinstallatie bij laagspanning en bij zeer lage spanning 65

Onderafdeling 4.2.3.3. Passieve bescherming bij laagspanning en bij zeer lage spanning zonder automatische onderbreking van de voeding 66

Onderafdeling 4.2.3.4. Actieve bescherming bij laagspanning en bij zeer lage spanning met automatische onderbreking van de voeding en eventuele verwittiging 70

Afdeling 4.2.4. Aanwending van beschermingsmaatregelen tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking bij LS en ZLS 76

Onderafdeling 4.2.4.1. Toepassingsgebied 76

Onderafdeling 4.2.4.2. Uitwendige invloeden 77

Onderafdeling 4.2.4.3. Bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking bij laagspanning en bij zeer lage spanning 77

Afdeling 4.2.5. Bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking bij hoogspanning 78

Onderafdeling 4.2.5.1. Principes van het voorkomen van elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking bij hoogspanning 78

Onderafdeling 4.2.5.2. Aardingsinstallatie bij hoogspanning 78

Onderafdeling 4.2.5.3. Passieve bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking bij hoogspanning 79

Onderafdeling 4.2.5.4. Actieve bescherming met automatische onderbreking van de voeding bij hoogspanning 80

Onderafdeling 4.2.5.5. Toepassing van de beschermingsmaatregelen tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking bij hoogspanning 81

Afdeling 4.2.6. Voorkomen van elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking ten gevolge van potentiaalverspreiding 81

Onderafdeling 4.2.6.1. Algemeenheden 81

Onderafdeling 4.2.6.2. Te treffen maatregelen 81

Afdeling 4.2.7. Beschermingsmaatregelen op zeer lage spanning 83

Onderafdeling 4.2.7.1. Voeding op zeer lage spanning (ZLS) 83

Onderafdeling 4.2.7.2. Elektrische installaties op zeer lage functionele spanning (ZLFS) 83

Onderafdeling 4.2.7.3. Elektrische installaties op zeer lage veiligheidsspanning (ZLVS) en op zeer lage beschermingsspanning (ZLBS) 84

Onderafdeling 4.2.7.4. Bijkomende voorschriften met betrekking tot stroombanen op ZLBS 85

Onderafdeling 4.2.7.5. Bijkomende voorschriften met betrekking tot stroombanen op ZLVS 85

HOOFDSTUK 4.3. BESCHERMING TEGEN THERMISCHE INVLOEDEN 85

Afdeling 4.3.1. Algemeenheden 85

Onderafdeling 4.3.1.1. Principe 85

Onderafdeling 4.3.1.2. Specifieke bepalingen 86

Onderafdeling 4.3.1.3. Uitwendige invloeden 86

Afdeling 4.3.2. Bescherming tegen brandwonden 86
Onderafdeling 4.3.2.1. Temperatuurbegrenzing van genaakbaar elektrisch materieel 86
Onderafdeling 4.3.2.2. Installatie van het elektrisch materieel..... 87
Afdeling 4.3.3. Bescherming tegen brand 87
Onderafdeling 4.3.3.1. Algemeenheden..... 87
Onderafdeling 4.3.3.2. Specifieke definities 87
Onderafdeling 4.3.3.3. Indeling van het brandgevaar in een ruimte 88
Onderafdeling 4.3.3.4. Indeling van de geïsoleerde geleiders en kabels 88
Onderafdeling 4.3.3.5. Beschermingsmaatregelen tegen brand 90
Onderafdeling 4.3.3.6. Bijkomende beschermingsmaatregelen tegen brand in de ruimten met verhoogd brandgevaar 91
Onderafdeling 4.3.3.7. Bijzondere beschermingsmaatregelen tegen brand 93
Afdeling 4.3.4. Bescherming tegen explosiegevaar in explosieve atmosferen 95
HOOFDSTUK 4.4. ELEKTRISCHE BESCHERMING TEGEN OVERSTROOM 95
Afdeling 4.4.1. Algemeenheden 95
Onderafdeling 4.4.1.1. Principe 95
Onderafdeling 4.4.1.2. Overstromen 95
Onderafdeling 4.4.1.3. Gemeenschappelijke beschermingsinrichting bij laagspanning en bij zeer lage spanning 96
Onderafdeling 4.4.1.4. In serie geplaatste beschermingsinrichtingen bij laagspanning en bij zeer lage spanning 96
Onderafdeling 4.4.1.5. Toelaatbare stroom in elektrische leidingen 96
Onderafdeling 4.4.1.6. Distributie- en transmissienetten 96
Onderafdeling 4.4.1.7. Aansluitingen voor netgebruikers 97
Afdeling 4.4.2. Bescherming tegen kortsluiting bij lage en zeer lage spanning..... 97
Onderafdeling 4.4.2.1. Beschermingsinrichting tegen kortsluiting..... 97
Onderafdeling 4.4.2.2. Plaats van de beschermingsinrichting 97
Afdeling 4.4.3. Bescherming tegen kortsluiting bij hoogspanning 98
Onderafdeling 4.4.3.1. Principe 98
Onderafdeling 4.4.3.2. Onderbrekingsvermogen..... 98
Onderafdeling 4.4.3.3. Kortsluitvermogen..... 98
Onderafdeling 4.4.3.4. Kortsluitstroom 98
Afdeling 4.4.4. Bescherming tegen overbelasting bij lage en zeer lage spanning 98
Onderafdeling 4.4.4.1. Principe 98
Onderafdeling 4.4.4.2. Beschermingsinrichting tegen overbelasting 98
Onderafdeling 4.4.4.3. Vrijstellingen..... 98
Onderafdeling 4.4.4.4. Parallel verbonden elektrische leidingen 99
Afdeling 4.4.5. Bescherming tegen overstroom van de fasegeleiders en van de nulgeleider bij installaties op lage en zeer lage spanning 99
Onderafdeling 4.4.5.1. Onderbreking van de getroffen geleider 99
Onderafdeling 4.4.5.2. Driefasige stroombanen in TT- en TN-netten met niet-verdeelde nulgeleider..... 99
Onderafdeling 4.4.5.3. Driefasige stroombanen in TT- en TN-netten met verdeelde nulgeleider..... 100
Onderafdeling 4.4.5.4. IT-net met verdeelde nulgeleider..... 100
Onderafdeling 4.4.5.5. PEN-geleider 100
Onderafdeling 4.4.5.6. Onderbrekingsvolgorde van de fasegeleiders en de nulgeleider.... 100
Afdeling 4.4.6. Bescherming tegen overbelasting bij hoogspanning 100
Onderafdeling 4.4.6.1. Principe 100
Onderafdeling 4.4.6.2. Uitzonderingen 100
HOOFDSTUK 4.5. BESCHERMING TEGEN OVERSPANNING 101
Afdeling 4.5.1. Algemeen principe 101
Afdeling 4.5.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning 101
Onderafdeling 4.5.2.1. Voorzorgsmaatregelen bij het installeren 101

Onderafdeling 4.5.2.2. Overspanningsbegrenzer in IT-netten 101
Onderafdeling 4.5.2.3. Gemeenschappelijke buizen voor energiegeleiders en telecommunicatiegeleiders 101
HOOFDSTUK 4.6. BESCHERMING TEGEN BEPAALDE ANDERE UITWERKINGEN 101
Afdeling 4.6.1. Bescherming tegen de effecten van spanningsdalingen 101
Afdeling 4.6.2. Bescherming tegen biologische effecten van elektrische en magnetische velden 102
Afdeling 4.6.3. Bescherming tegen besmettingsrisico's 102
Afdeling 4.6.4. Bescherming tegen risico's te wijten aan bewegingen 102

Hoofdstuk 4.1. Inleiding

Maatregelen ter bescherming van personen en goederen moeten genomen worden op volgende gebieden:
- bescherming tegen elektrische schokken (*hoofdstuk 4.2.*);
- bescherming tegen thermische effecten (*hoofdstuk 4.3.*);
- bescherming tegen overstromen (*hoofdstuk 4.4.*);
- bescherming tegen overspanningen (*hoofdstuk 4.5.*);
- bescherming tegen spanningsdalingen (*afdeling 4.6.1.*);
- bescherming tegen biologische effecten van elektrische en magnetische velden (*afdeling 4.6.2.*);
- bescherming tegen besmettingsrisico's (*afdeling 4.6.3.*);
- bescherming tegen risico's te wijten aan ongewilde bewegingen en ontijdig aanzetten (*afdeling 4.6.4.*).

Hoofdstuk 4.2. Bescherming tegen elektrische schokken

Afdeling 4.2.1. Algemeenheden

Onderafdeling 4.2.1.1. Schokstroom

Een gevaarlijke schokstroom kan het menselijk lichaam doorlopen indien aan volgende voorwaarden voldaan is:
1. het menselijk lichaam dient als geleidend deel in een gesloten stroombaan;
2. de actieve delen van elektrisch materieel, de massa's of de vreemde geleidende delen bevinden zich op verschillende potentialen;
3. de waarde van de stroom is voldoende groot of de duur van de stroomdoorgang in het menselijk lichaam is voldoende lang in functie van de waarde van de stroom om gevaarlijke fysiopathologische gevolgen te hebben.

De beschermingsmaatregelen tegen elektrische schokken trachten ten minste één van deze drie omstandigheden te verhinderen. Er wordt onderscheid gemaakt tussen actieve en passieve maatregelen, naargelang deze al dan niet het onderbreken van de stroom tot gevolg hebben.

Onderafdeling 4.2.1.2. Toegelaten spanningsgebieden

Alle spanningsgebieden zijn toegelaten voor de voeding van elektrisch materieel in gewone ruimten en in ruimten van de elektrische dienst.

Nochtans, in wooneenheden, is alleen de voeding op zeer lage spanning en laagspanning van 1e categorie toegelaten.

Afdeling 4.2.2. Bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking

Onderafdeling 4.2.2.1. Beschermingswijzen

a. Algemeenheden

De bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking moet verwezenlijkt worden hetzij bij de constructie van het elektrisch materieel, hetzij bij de installatie ervan.

De aanraking van niet-beschermde actieve delen van het elektrisch materieel moet onmogelijk gemaakt of bemoeilijkt worden:
- hetzij door middel van omhulsels;
- hetzij door isolatie;
- hetzij door verwijdering;
- hetzij door middel van hindernissen.

b. Bescherming door middel van omhulsels

b.1. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

De bescherming door middel van omhulsels tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking wordt bekomen wanneer de niet-beschermde actieve delen zodanig omgeven zijn dat iedere aanraking van deze delen onmogelijk is.

Deze omhulsels moeten voldoen aan volgende voorwaarden:
1. de doeltreffendheid van de bescherming wordt verzekerd door de aard, de afmetingen, de schikking, de stabiliteit, de stevigheid en eventueel de isolerende eigenschappen van de omhulsels, rekening houdend met de invloeden waaraan deze omhulsels normaal blootgesteld zijn;
2. het openen of het wegnemen van uitwendige omhulsels of van hun samenstellende delen is slechts mogelijk wanneer ten minste een van de volgende voorwaarden vervuld is:
   - de omhulsels mogen niet geopend of weggenomen kunnen worden zonder gereedschap of sleutel;
   - een vergrendelingsmechanisme belet het openen of het wegnemen van de omhulsels zolang de inwendige niet-beschermde actieve delen, die toevallig kunnen aangeraakt worden bij afwezigheid van deze bescherming, niet buiten spanning gesteld werden;
   - er is automatische afschakeling van de spanning op alle niet-beschermde actieve delen die toevallig kunnen worden aangeraakt op het ogenblik van het openen of het wegnemen van omhulsels;
   - er zijn een of meerdere inwendige schermen aanwezig die beantwoorden aan de hierboven onder 1) vermelde voorwaarden en die op zulke wijze aangebracht zijn dat de actieve delen niet toevallig kunnen worden aangeraakt zolang de omhulsels open of weggenomen zijn. Het scherm of de schermen zijn blijvend bevestigd of worden automatisch geplaatst; ze kunnen slechts gedemonteerd worden met behulp van gereedschap of een sleutel.

Nochtans wordt, ten behoeve van occasionele werkzaamheden (bijvoorbeeld afstellen of herwapenen van regelapparatuur, vervangen van smeltveiligheden), het openen of het wegnemen van uitwendige omhulsels of van samenstellende delen toegestaan zonder gebruik van gereedschap of sleutel voor zover de hierna vermelde voorwaarden zijn vervuld:
- alle actieve delen binnen de omhulsels behoren tot het domein van de laagspanning van de 1e categorie;
- de werkzaamheden mogen alleen worden uitgevoerd door gewaarschuwde (BA4) of vakbekwame (BA5) personen;
- de onderdelen waarop moet worden ingegrepen zijn zodanig opgevat en opgesteld dat de werkzaamheden op een veilige wijze kunnen worden uitgevoerd;
- de voor de handelingen noodzakelijke bewegingsruimte is derwijze dat de bescherming tegen toevallige aanraking van de gevaarlijke actieve delen is gewaarborgd. Wanneer de bewegingsruimte te beperkt is, dient de bescherming tegen toevallige aanraking te zijn verwezenlijkt d.m.v. hindernissen.

b.2. Bij hoogspanning

De bescherming, door middel van omhulsels, tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking wordt bekomen wanneer de niet-beschermde actieve delen zodanig omgeven zijn dat elke aanraking met deze delen onmogelijk is.

Deze omhulsels moeten voldoen, aan volgende voorwaarden:
1. de doeltreffendheid van de bescherming wordt verzekerd door de aard, de afmetingen, de schikking, de stabiliteit, de stevigheid en eventueel de isolerende eigenschappen van de omhulsels rekening houdend met de invloeden waaraan zij normaal blootgesteld zijn;
2. de omhulsels zijn vervaardigd uit metaal of een isolerende stof. In dit laatste geval worden, indien nodig, maatregelen genomen tegen de schadelijke gevolgen van lekstromen en elektrostatische ladingen;
3. het openen of het wegnemen van de omhulsels of van hun samenstellende delen is slechts mogelijk indien ten minste aan een van de volgende voorwaarden is voldaan:
   - de omhulsels mogen niet kunnen geopend of weggenomen worden zonder de hulp van gereedschap of van een sleutel;
   - een vergrendelingsmechanisme belet het openen of het wegnemen van omhulsels zolang de inwendige niet-beschermde actieve delen, die toevallig kunnen worden aangeraakt bij afwezigheid van deze bescherming, niet spanningsloos gesteld werden;
   - er is automatische afschakeling van de spanning op alle niet-beschermde actieve delen die toevallig kunnen worden aangeraakt op het ogenblik van het openen of het wegnemen van de omhulsels;
   - er zijn een of meerdere inwendige schermen aanwezig die beantwoorden aan de hierboven onder *punt 1.* genoemde voorwaarden, en die zo zijn aangebracht dat de niet-beschermde actieve delen niet toevallig kunnen worden aangeraakt zolang de omhulsels open of weggenomen zijn. Het scherm of de schermen zijn blijvend bevestigd of worden automatisch geplaatst; ze kunnen slechts gedemonteerd worden met behulp van gereedschap of een sleutel.

c. Bescherming door isolatie

De bescherming door isolatie tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking wordt bekomen wanneer de actieve delen zijn bedekt met een isolerend materiaal dat blijvend bevestigd of op haar plaats gehouden wordt en die elke aanraking van deze actieve delen belet. Deze isolatie mag slechts door vernietiging kunnen worden weggenomen.

d. Bescherming door verwijdering

d.1. Algemeenheden

De bescherming door verwijdering tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking wordt bekomen:
- hetzij, wanneer de niet-beschermde actieve delen buiten het genaakbaarheidsgabarit geplaatst of geïnstalleerd zijn;
- hetzij, wanneer er binnen het genaakbaarheidsgabarit geen gelijktijdig genaakbare actieve delen en stukken zijn die zich op potentialen bevinden waarvan het verschil groter is dan de absolute conventionele grensspanning (*onderafdeling 2.4.1.1.*).

Indien het verplaatsings- of werkoppervlak niet in horizontale zin begrensd is door zijn eigen schikking, moet het dit zijn door ten minste één niet-buigzaam materieel element dat in staat is de toevallige doorgang van een persoon te verhinderen en waarvan het bovenste deel op een hoogte ligt begrepen tussen 1 m en 1,20 m van de grond.

d.2. Bij hoogspanning

De afstand d_1 (zie onderafdeling *2.4.1.1.*) van het genaakbaarheidsgabarit moet in alle omstandigheden behouden blijven tussen het oppervlak waarop personen zich bevinden, zich verplaatsen of werken en de actieve delen met inbegrip van de isolatoren. In exclusieve ruimten van de elektrische dienst bedraagt de afstand tussen het isolerend gedeelte van de isolator en het verplaatsingsoppervlak minimum 2,5 m.

e. Bescherming door middel van hindernissen

e.1. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

De bescherming door middel van hindernissen tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking wordt bekomen wanneer de hindernissen een toevallige benadering van de niet-beschermde actieve delen beletten.

De hindernissen moeten zodanig zijn dat hun doeltreffendheid verzekerd wordt door hun aard, hun afmetingen, hun schikking, hun stabiliteit, hun stevigheid en eventueel hun isolerende eigenschappen rekening houdend met de invloeden waaraan zij normaal zijn blootgesteld.

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder wat hem betreft, bij besluit de minimumafmetingen van de hindernissen vastleggen.

e.2. Bij hoogspanning

e.2.1. Algemeenheden

Deze beschermingswijze kan toegepast worden bij hoogspanningstoestellen die zich niet in geprefabriceerde schakel- en verdeelinrichtingen bevinden.

De bescherming, door middel van hindernissen, tegen elektrische schokken, bij rechtstreekse aanraking wordt bekomen wanneer de niet-beschermde actieve delen zo omgeven zijn dat iedere aanraking van deze delen onmogelijk is.

Deze hindernissen moeten uit metaal zijn en/of uit een isolerende stof. Ze moeten aan dezelfde voorwaarden voldoen als deze, bepaald in *punt b.2.* voor de omhulsels.

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder wat hem betreft, bij besluit de minimumafmetingen van de hindernissen vastleggen.

Bovendien wordt de afstand die de hindernissen van de niet-beschermde actieve delen moet scheiden gegeven in onderafdeling *5.1.3.2.*

Deze afstand mag nochtans met 20 % verminderd worden indien:
- de installatie aangesloten is op een hoogspanningsnet waarvan de nominale spanning tussen de fasen groter is dan 50 kV en waarvan het nulpunt rechtstreeks en blijvend geaard is;
- de installatie aangesloten is op een ondergronds kabelnet waarvan de nominale spanning tussen

fasen groter is dan 50 kV.

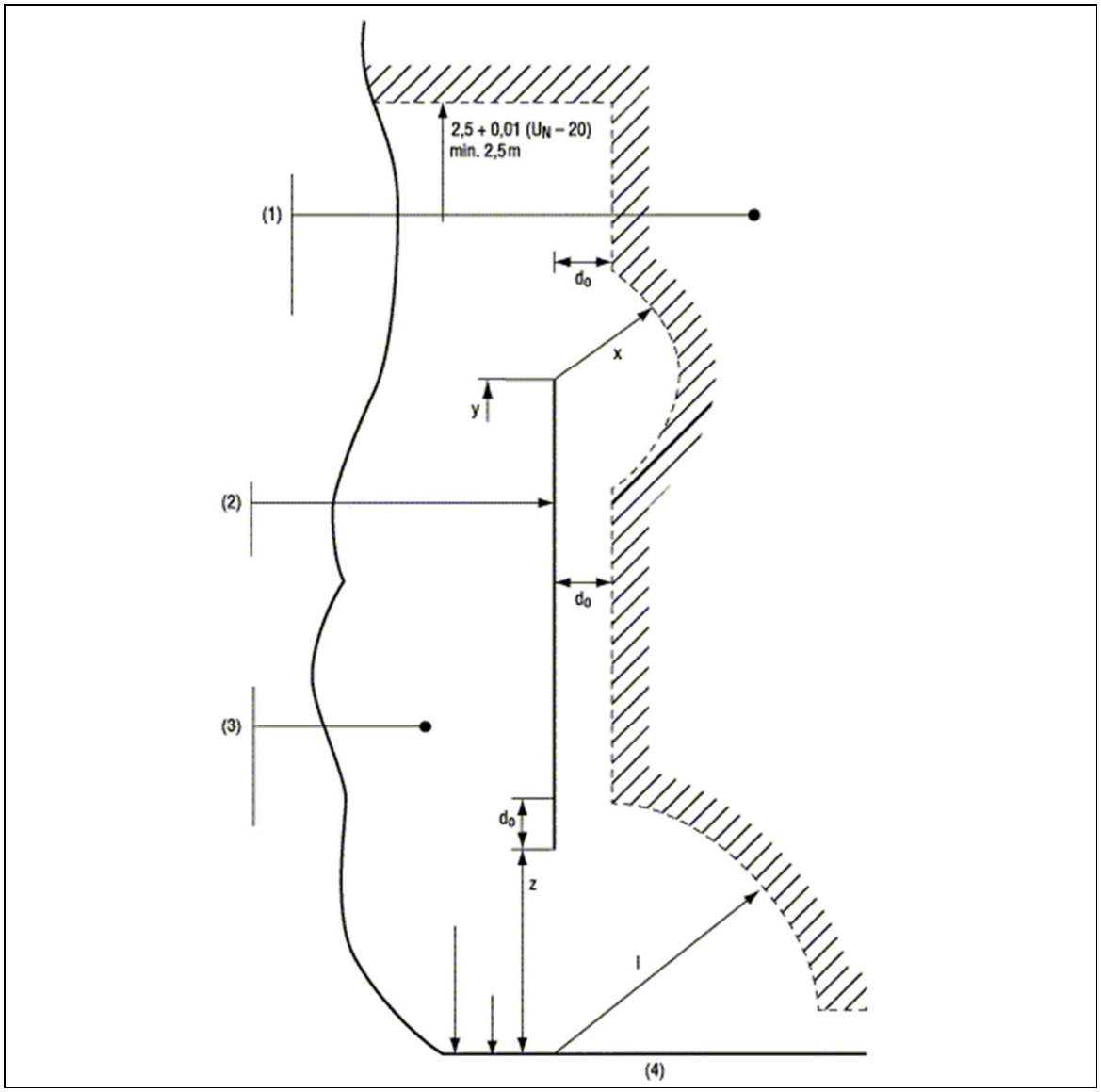
e.2.2. In de exclusieve ruimten van de elektrische dienst

De bescherming, door middel van hindernissen, tegen elektrische schokken, bij rechtstreekse aanraking wordt in de exclusieve ruimten van de elektrische dienst bepaald bij *punt c.1.* van onderafdeling *4.2.2.3.* bekomen wanneer de hindernissen een toevallige benadering van de niet-beschermde actieve delen beletten.

De hindernissen moeten zo zijn dat hun doeltreffendheid verzekerd wordt door hun aard, hun afmetingen, hun schikking, hun stabiliteit, hun stevigheid en eventueel hun isolerende eigenschappen, rekening houdend met de invloeden waaraan zij normaal zijn blootgesteld.

De hindernissen worden bepaald door de hoogte waarop hun boven- en onderranden zich bevinden; deze hoogten worden gemeten vanaf de vloer en respectievelijk y en z genoemd zoals vermeld in *figuur 4.1.*

Figuur 4.1. Minimale afstanden voor de bescherming door middel van hindernissen bij hoogspanning



(1) Toegelaten zone voor niet-beschermde actieve delen
(2) Hindernis
(3) Onderhouds- of dienstplaatsen
(4) Vloer
NB: Afstanden uitgedrukt in m en U_N in kV

De schikking van de hindernissen ten opzichte van de vloer en de niet beschermde actieve delen moet, zoals beschreven in bovenstaande figuur, zo zijn dat:

1. de hoogte y van hun bovenrand ten minste gelijk is aan 1,75 m; de hoogte z van hun onderrand ten hoogste gelijk is aan 0,50 m; nochtans mogen de afstanden y en z herleid worden tot respectievelijk 1,50 en 0,75 m indien die vereist wordt door noodzakelijkheden van functionele aard;
2. in de ruimten gelegen in de nabijheid en boven de bovenrand van de hindernis, de niet-beschermde actieve delen verwijderd zijn van deze bovenrand:
   - met ten minste de afstand d_0 ten opzichte van het vlak van de hindernis gegeven door één van de volgende formules:
     $d_0 = 0{,}05 + 0{,}00675\ (U_N - 1)$ indien de beschermingsgraad van de hindernis ten minste IP2X is;
     $d_0 = 0{,}10 + 0{,}00675\ (U_N - 1)$ indien de beschermingsgraad van de hindernis IP1X is;
     in deze formules is d_0 gegeven in m en U_N de nominale spanning tussen fasen van het net of van de installatie, uitgedrukt in kV en afgerond naar de hogere eenheid;
   - met ten minste de afstand x ten opzichte van de bovenrand van de hindernis, gegeven door de formule
     $x = 2 + 0{,}01\ (U_N - 20) - y$
     In deze formule zijn x en y gegeven in m, U_N de nominale spanning tussen fasen van het net of van de installatie, uitgedrukt in kV en afgerond naar de hogere eenheid en y de hoogte van de bovenrand van de hindernis ten opzichte van de vloer;
3. in de ruimte nabij en onder de onderrand van de hindernis, de afstand tussen de niet-beschermde actieve delen en de snijlijn van het vlak van de hindernis en de vloer ten minste gelijk is aan de afstand l in m, gegeven door de formule
   $l = z + d_0$
   waarbij de waarden z en d_0 hierboven werden bepaald;
4. in de ruimte achter de hindernis is de afstand tussen de niet-beschermde actieve delen tot de hindernis gelijk aan d_0.

f. Bijkomende bescherming bij laagspanning door middel van differentieelstroominrichting

Een differentieelstroominrichting met grote of zeer grote gevoeligheid kan worden gebruikt als bijkomende bescherming bij laagspanning.

Deze beschermingsmaatregel is uitsluitend bedoeld om andere beschermingsmaatregelen tegen rechtstreekse aanraking te vervolledigen.

Alleen het gebruik van differentieelstroominrichtingen met hoge of zeer hoge gevoeligheid, zoals bepaald in *onderafdeling 2.6.4.2.* wordt erkend als bijkomende beschermingsmaatregel bij het in gebreke blijven van andere beschermingsmaatregelen tegen rechtstreekse aanraking of in geval van onvoorzichtigheid van de gebruikers.

g. Bescherming tegen rechtstreekse aanraking bij laagspanning en bij zeer lage spanning van de nulgeleider gebruikt als beschermingsgeleider

Wanneer aan de voorgeschreven voorwaarden van de beschouwde beschermingsmaatregelen tegen onrechtstreekse aanraking is voldaan, wordt aangenomen dat zowel de nulgeleider, gebruikt als beschermingsgeleider (PEN), als de delen die ermee verbonden zijn, beschermd zijn tegen de rechtstreekse aanraking.

h. Bescherming tegen rechtstreekse aanraking bij het gebruik van zeer lage spanning en zeer lage veiligheidsspanning

De bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking wordt verondersteld verzekerd te zijn door, onder de voorwaarden van *4.2.3.3.a.*, gebruik te maken van de zeer lage veiligheidsspanning, zonder dat de maximale nominale spanning tussen twee blanke gelijktijdig genaakbare actieve delen de waarde, bepaald in *tabel 4.1.*, overschrijdt.

Tabel 4.1. Maximale norminale spanning (in V) bij gebruik van ZLVS

Code	*Toestand van het menselijk lichaam*	*Maximale nominale spanning in V*		
		Wisselspanning	*Gelijkspanning met rimpel*	*Gelijkspanning zonder rimpel*
BB1	Volledig droge huid of vochtig door transpiratie	25 V	36 V	60 V
BB2	Natte huid	12 V	18 V	30 V
BB3	In water onder-gedompelde huid	6 V	12 V	20 V

Onderafdeling 4.2.2.2. In gewone ruimten

a. Keuze van beschermingswijzen rekening houdend met de spanning van de elektrische installatie

a.1. Zeer lage spanning

De beschermingsgraad van de omhulsels en hindernissen moet ten minste IPXX-B zijn.

a.2. Laagspanning

Voor de laagspanning moet de bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking worden gewaarborgd:
- hetzij door middel van omhulsels (*4.2.2.1.b.1.*);
- hetzij door isolatie (*4.2.2.1.c.*).

De beschermingsgraad van de omhulsels moet minstens gelijk zijn aan IPXX-D in de voor het publiek toegankelijke gewone ruimten en aan IPXX-B in de andere ruimten.

a.3. Hoogspanning

Voor de hoogspanning moet de bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking worden gewaarborgd:
- hetzij door middel van omhulsels (*4.2.2.1.b.2.*);
- hetzij door isolatie (*4.2.2.1.c.*);
- hetzij door middel van hindernissen (*4.2.2.1.e.2.*);

De beschermingsgraad van de omhulsels en hindernissen moet minstens gelijk zijn aan IPXX-D.

a.4. Functionele openingen

De beschermingsgraden waarvan hierboven sprake zijn niet vereist voor de functionele openingen (bijvoorbeeld de verluchtingsopeningen of deze die nodig zijn voor de werking van het materieel) op voorwaarde dat constructiemaatregelen worden getroffen opdat een willekeurig lang voorwerp niet in aanraking kan komen met de niet-beschermde actieve delen.

b. Voor het publiek toegankelijke gewone ruimten

In de voor het publiek toegankelijke gewone ruimten moeten de genaakbare delen van omhulsels en hindernissen zo opgevat zijn dat zij niet langs buiten kunnen worden gedemonteerd. De deur of deuren die ze bevatten moeten gesloten zijn door middel van een veiligheidsslot of van elke ander sluitsysteem dat ten minste dezelfde waarborgen biedt. Voor lage en zeer lage spanning is het toegelaten sloten te plaatsen die niet als veiligheidsslot beschouwd worden, op voorwaarde:
- hetzij dat het slot op een minimumhoogte van 2,5 m ligt en dat vaste elementen in de buurt geen toegang tot het slot geven;
- hetzij dat er een of meerdere inwendige schermen aanwezig zijn die een beschermingsgraad ten minste gelijk aan IPXX-B hebben, en die zo zijn aangebracht dat de actieve delen niet toevallig kunnen worden aangeraakt zolang de deur of deuren open zijn. Het scherm of de schermen zijn blijvend bevestigd en ze kunnen slechts gedemonteerd worden met behulp van gereedschap of een sleutel;
- hetzij dat het betrokken elektrisch materieel in een ruimte van de elektrische dienst geïnstalleerd is.

c. Elektrische machines en toestellen op hoogspanning

In ondernemingen die werknemers tewerkstellen die onder toepassing vallen van artikel 2 van de wet van 4 augustus 1996 betreffende het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk mogen snoeren voorzien van een bescherming door isolatie gebruikt worden voor de voeding van

elektrische hoogspanningsmachines en -toestellen op voorwaarde dat maatregelen getroffen worden om het gevaar van elektrostatische ladingen te vermijden.

Onderafdeling 4.2.2.3. In ruimten van de elektrische dienst

a. Voorschriften betreffende ruimten van de elektrische dienst

a.1. Scheidingswanden en omheiningen

De hindernissen, hierna omheining/50 mm of omheining/120 mm genoemd, verlenen geen doorgang respectievelijk aan een lange rechte staaf van 50 mm of 120 mm diameter.

De ruimte van de elektrische dienst moet begrensd worden door scheidingswanden of omheiningen/50 mm. De omheiningen/120 mm zijn alleen toegelaten indien de ruimte van de elektrische dienst zich in openlucht bevindt.

De scheidingswanden en omheiningen mogen niet gemakkelijk kunnen worden beklommen en moeten een minimumhoogte hebben van 2 m.

a.2. Functionele openingen

In de voormelde scheidingswanden of omheiningen mogen zich functionele openingen bevinden.

In verband met de functionele openingen moeten gepaste maatregelen worden genomen tot behoud van de beschermingsgraad die de scheidingswanden of omheiningen hebben ten opzichte van het binnendringen van vreemde voorwerpen.

Voor de spleten, ontstaan door deze openingen moeten maatregelen genomen worden opdat een of ander lang voorwerp niet in aanraking zou kunnen komen met niet-beschermde actieve delen.

Vensters zijn verboden tenzij schikkingen worden getroffen hetzij om glasbraak te voorkomen, hetzij om het gevaar als gevolg van glasbreuk uit te schakelen. Zij zijn vast of zo opgevat dat bij openen elk aanrakingsgevaar met niet-beschermde actieve delen onmogelijk is.

De toegangsdeuren in de scheidingswanden moeten naar buiten opendraaien. Zij moeten te allen tijde langs binnen zonder sleutel kunnen worden geopend.

a.3. Bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking, van personen die zich buiten de ruimte van de elektrische dienst bevinden

a.3.1. Maatregelen inzake de genaakbaarheid langs boven over de scheidingswanden en de omheiningen heen

Geen enkel niet-beschermd actief deel in de niet-overdekte ruimte van de elektrische dienst mag zich op een afstand van de bovenrand van de scheidingswanden of omheiningen bevinden die kleiner is dan

$$2{,}5 + 0{,}01\ (U_N - 20) - h\ \text{(m)}$$

met een minimum van 2,5 m – h met h de hoogte van deze wanden of omheiningen in m.

U_N is de nominale spanning tussen fasen van het net van de installatie, uitgedrukt in kV en afgerond naar de hogere eenheid.

a.3.2. Maatregelen aangaande het indringen van lange voorwerpen door de openingen in de omheining

Geen enkel niet-beschermd actief deel mag zich op een afstand, kleiner dan d_h bevinden van het vlak van de omheining, waarbij d_h gelijk is aan:

- 2,5 + 0,01 (U_N – 20) (m), met een minimum van 2,5 m in het geval van omheiningen/50 mm;
- 5 + 0,01 (U_N - 20) (m), met een minimum van 5 m in het geval van omheiningen/120 mm.

a.3.3. Maatregelen betreffende de voor het publiek genaakbare deuren en toegangshekken

Wanneer een ruimte van de elektrische dienst onmiddellijk naast een gewone ruimte gelegen is die toegankelijk is voor het publiek moeten de deuren of de toegangshekken die deze twee ruimten scheiden hetzij bewaakt worden hetzij worden gesloten door middel van een veiligheidsslot of van elke ander sluitsysteem dat ten minste dezelfde waarborgen biedt. Voor lage en zeer lage spanning is het toegelaten sloten te plaatsen die niet als veiligheidsslot beschouwd worden, op voorwaarde:

- hetzij dat de slot op een minimumhoogte van 2,5 m ligt en dat vaste elementen in de buurt geen toegang tot het slot geven;

– hetzij dat er een of meerdere inwendige schermen aanwezig zijn die een beschermingsgraad ten minste gelijk aan IPXX-B hebben, en die zo zijn aangebracht dat de actieve delen niet toevallig kunnen worden aangeraakt zolang de deuren of de toegangshekken open zijn. Het scherm of de schermen zijn blijvend bevestigd en ze kunnen slechts gedemonteerd worden met behulp van gereedschap of een sleutel.

a.4. Aanduiding

De ruimten van de elektrische dienst moeten duidelijk en zichtbaar aangeduid worden door middel van borden zoals bepaald in *deel 9*.

a.5. Toegelaten personen

Alleen gewaarschuwde (BA4) of vakbekwame (BA5) personen hebben toegang tot een ruimte van de elektrische dienst.

a.6. Doorgangen

Circulatiedoorgangen zijn verboden.
De onderhouds- en dienstgangen met een lengte van meer dan 20 m moeten aan beide uiteinden toegankelijk zijn.

a.7. Verlichting

De ruimte van de elektrische dienst, ondergebracht in een lokaal, moet voorzien zijn van een vaste kunstmatige verlichting. In lokalen waar de bescherming door verwijdering toegepast is, moeten de noodzakelijke maatregelen genomen worden om personen toe te laten het lokaal veilig te verlaten bij het uitvallen van de verlichting.

b. Bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking in ruimten van de elektrische dienst

b.1. Algemeenheden

De bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking in ruimten van de elektrische dienst moet gewaarborgd worden door naleving van de voorschriften van *onderafdeling 4.2.2.2.* betreffende de gewone ruimten.

Van deze voorschriften mag evenwel worden afgeweken binnen de grenzen vermeld in het hierna volgende *punt b.2.*

b.2. Afwijkende voorschriften

b.2.1. Laagspanning van de 1e categorie
Voor de laagspanning van de 1e categorie zijn onder andere de bescherming door verwijdering (*4.2.2.1.d.1.*) en de bescherming door middel van hindernissen (*4.2.2.1.e.1.*) toegelaten.
Bovendien moet de beschermingsgraad van de omhulsels en de hindernissen ten minste gelijk zijn aan IPXX-B.

b.2.2. Laagspanning van de 2e categorie
Voor de laagspanning van de 2e categorie is onder andere de bescherming door middel van hindernissen (*4.2.2.1.e.1.*) toegelaten.
Bovendien moet de beschermingsgraad van de omhulsels en de hindernissen ten minste gelijk zijn aan IPXX-B.

b.2.3. Hoogspanning
Bij toepassing van de bescherming door middel van omhulsels (*4.2.2.1.b.2.*) of door middel van hindernissen (*4.2.2.1.e.2.*) moet de beschermingsgraad ten minste gelijk zijn aan IPXX-B.

c. Bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking in exclusieve ruimten van de elektrische dienst

c.1. Algemeenheden

In ruimten van de elektrische dienst, die uitsluitend dienen voor de uitbating van de elektrische installaties en die gesloten zijn met een sleutel of met elk ander middel dat de toegang belet voor niet-gemachtigde personen, is het toegelaten af te wijken van de voorschriften van *4.2.2.3.b.* op de wijze vermeld in onderstaand *punt c.2.*

De ruimten van de elektrische dienst waar gebruik wordt gemaakt van deze afwijking worden exclusieve ruimten van de elektrische dienst genoemd.

Zijn gelijkgesteld met exclusieve ruimten van de elektrische dienst welke ook hun plaats weze, de kasten, de borden of verdeelinrichtingen waar men kan binnentreden, dit wil zeggen omhulsels waarin het elektrisch materieel zo is ondergebracht dat de vrije ruimte in het omhulsel voldoende groot is opdat een persoon er normaal zou kunnen binnentreden en er onderhoudswerkzaamheden in zou kunnen uitvoeren.

c.2. Afwijkende voorschriften

c.2.1. Zeer lage spanning en laagspanning van de 1e categorie
Voor de zeer lage spanning en de laagspanning van de 1e categorie, wordt de bescherming door verwijdering als gewaarborgd beschouwd wanneer de minimumafstanden vermeld in *tabel 4.2.* worden nageleefd voor de onderhouds- en dienstplaatsen.

Tabel 4.2. Minimumafstanden voor onderhouds- en dienstplaatsen

	In mm	
	Plaats met niet-beschermde actieve delen	
	langs één zijde	***langs beide zijden***
Vrije breedte tussen de niet-beschermde actieve delen:		
– onderhoudsplaatsen		1000
– dienstplaatsen		1200
Vrije breedte tussen de niet-beschermde actieve delen en wand of hindernis:		
– onderhoudsplaatsen	800	
– dienstplaatsen	800	
Vrije breedte tussen niet-beschermde actieve delen en de bedieningsorganen, handvatten...:		
– onderhoudsplaatsen	700	900
– dienstplaatsen	700	1100
Vrije hoogte van de onderhouds- en dienstplaatsen	2000	

Indien gebruik gemaakt wordt van de bescherming door middel van omhulsels (*4.2.2.1.b.1.*) of door middel van hindernissen (*4.2.2.1.e.1.*), moet hun beschermingsgraad ten minste gelijk zijn aan IPXX-A.

c.2.2. Laagspanning van de 2e categorie
Voor de laagspanning van de 2e categorie is onder andere de bescherming door verwijdering (*4.2.2.1.d.1.*) toegelaten.
Bovendien moet de beschermingsgraad van de omhulsels (*4.2.2.1.b.1.*) en de hindernissen (*4.2.2.1.e.1.*) ten minste IPXX-A zijn.

c.2.3. Hoogspanning

Voor de hoogspanning is onder andere de bescherming door verwijdering (*4.2.2.1.d.2.*) toegelaten. Is eveneens toegelaten, de bescherming door hindernissen onder de voorwaarden voorgeschreven door *4.2.2.1.e.2.*

Bovendien moet de beschermingsgraad van de omhulsels (*4.2.2.1.b.2.*) en de hindernissen (*4.2.2.1.e.2.*) ten minste gelijk zijn aan IPXX-A.

Onderafdeling 4.2.2.4. Bijzondere voorschriften in speciale gevallen

a. Algemeenheden

In bepaalde gevallen, uitdrukkelijk aangehaald in het vervolg van dit Boek, en meer bepaald in de volgende gevallen:
- meettoestellen (*b.*);
- verdeelinrichtingen waar men niet kan binnentreden (*c.*),

is het toegelaten geheel of gedeeltelijk af te zien van de beschermingsmaatregelen tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking mits het naleven van bepaalde voorwaarden.

b. Meettoestellen

De klemmen en verbindingen van meettoestellen, relais en soortgelijke uitrustingen, blijvend opgesteld in niet voor het publiek toegankelijke gewone ruimten, mogen blank blijven op voorwaarde dat:
- de afmetingen van de blanke delen tot een minimum beperkt zijn;
- de toegepaste spanningen niet groter zijn dan 500 V wisselspanning of 750 V gelijkspanning;
- het werken met deze toestellen alleen toevertrouwd wordt aan gewaarschuwde (BA4) of vakbekwame (BA5) personen die kennis hebben van de aan deze toestellen inherente gevaren.

c. Verdeelinrichtingen waar men niet kan binnentreden

c.1. Beschermingsmaatregelen

Verdeelinrichtingen waar men niet kan binnentreden mogen opgesteld worden in voor het publiek toegankelijke gewone ruimten.

De samenstellende delen van hun omhulsels mogen niet langs buiten kunnen gedemonteerd worden. De deur of deuren die zij omvatten worden gesloten door middel van een veiligheidsslot of van elke ander sluitsysteem dat ten minste dezelfde waarborgen biedt. Voor lage en zeer lage spanning is het toegelaten sloten te plaatsen die niet als veiligheidsslot beschouwd worden, op voorwaarde:
- hetzij dat de slot op een minimumhoogte van 2,5 m ligt en dat vaste elementen in de buurt geen toegang tot het slot geven;
- hetzij dat er een of meerdere inwendige schermen aanwezig zijn die een beschermingsgraad ten minste gelijk aan IPXX-B hebben, en die zo zijn aangebracht dat de actieve delen niet toevallig kunnen worden aangeraakt zolang de deur of deuren open zijn. Het scherm of de schermen zijn blijvend bevestigd en ze kunnen slechts gedemonteerd worden met behulp van gereedschap of een sleutel;
- hetzij dat de verdeelinrichtingen in een ruimte van de elektrische dienst geïnstalleerd zijn.

Bovendien zijn bij het openen van de deur of deuren de te nemen voorzorgen om de personen die de bediening of de sturing van de toestellen uitvoeren, te beschermen tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking, deze bepaald in *4.2.2.3.c.* aangaande de exclusieve ruimten van de elektrische dienst.

c.2. Bediening of sturing

Indien de sturing of de bediening van de toestellen langs buiten kan geschieden mag dit slechts gebeuren door middel van een speciale afneembare sleutel of een ander speciaal afneembaar hulpmiddel.

Indien toestellen niet langs buiten kunnen bestuurd of bediend worden, mag dit alleen gebeuren door gewaarschuwde (BA4) of vakbekwame (BA5) personen.

Afdeling 4.2.3. Bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking bij laagspanning en bij lage zeer spanning

Onderafdeling 4.2.3.1. Principes van het voorkomen van elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking bij laagspanning en bij zeer lage spanning

a. Algemeenheden

De bescherming tegen onrechtstreekse aanraking moet in elektrische installaties voor laagspanning en zeer lage spanning verzekerd worden door:
1. het vermijden van een isolatiefout, die tot gevolg heeft dat de potentiaal van het actief deel, in contact met de isolatie, overgebracht wordt op genaakbare delen. Dit kan bekomen worden door:
   - een veilige constructie van het elektrisch materieel;
   - een gepast onderhoud van het elektrisch materieel;
2. bovendien, bijkomende beschermingsmaatregelen te nemen, hetzij naargelang het geval:
   - door het gebruik van elektrisch materieel van de klasse II of met een veiligheidsgraad gelijkwaardig met de toestellen van de klasse II (*afdeling 2.4.3.* en *4.2.3.3.b*);
   - door een totale isolatie van de inrichtingen vervaardigd in de fabriek (*onderafdeling 2.4.2.2.* en *4.2.3.3.b*);
   - door een bijkomende isolatie, te geven aan het elektrisch materieel bij het installeren (*onderafdeling 2.4.2.2.* en *4.2.3.3.b*);
   - door een versterkte isolatie, te geven aan het elektrisch materieel bij het installeren (*onderafdeling 2.4.2.2.* en *4.2.3.3.b*);
   - door andere beschermingsmaatregelen zonder onderbrekingsinrichting die geen beschermingsgeleider vereisen, beperkt tot alleenstaande toestellen of plaatselijke uitrustingen

met het doel:
- hetzij de aanrakingen ongevaarlijk te maken door het gebruik van zeer lage veiligheidsspanning (*4.2.2.1.h.*);
- hetzij elektrische schokken te vermijden die kunnen voortvloeien uit een aanraking van de massa's die onder spanning kunnen komen bij een fout van de basisisolatie van de actieve delen door een veiligheidsscheiding van de stroombaan (*4.2.3.3.c.*);
- hetzij door een gelijktijdige aanraking onmogelijk te maken van delen waartussen het potentiaalverschil een gevaarlijke waarde kan bereiken door het uitvoeren van een plaatselijke equipotentiale verbinding (*4.2.3.3.d.2.*), door het verwijderen van de massa's en van de vreemde geleiders (*4.2.3.3.d.3.*), door het plaatsen van doelmatige hindernissen tussen de massa's en de vreemde geleidende delen (*4.2.3.3.d.4.*) en/of door het isoleren van vreemde geleidende delen (*4.2.3.3.d.5.*);

– door beschermingsmaatregelen met automatische onderbrekingsinrichting die een verbinding vereisen van de massa's met een gewoonlijk geaarde beschermingsgeleider. Deze inrichting moet een werkingskarakteristiek hebben die de veiligheidscurve eerbiedigt (zie *tabel 2.4.* in *onderafdeling 2.4.1.1.*) rekening houdend met de waarde van de impedanties van de foutlussen en met het aardingssysteem (zie *afdeling 3.2.2.* en *onderafdeling 4.2.3.4.*).

Indien verschillende beschermingsmaatregelen gelijktijdig voorzien worden, mogen ze elkaar noch beïnvloeden noch teniet doen.

Indien de elektrische installatie gevoed kan worden door stroombronnen in parallel, bijvoorbeeld het openbare distributienet en een autonome stroombron, moet de bescherming tegen onrechtstreekse aanraking verzekerd zijn zowel in het geval dat de installatie gevoed wordt door alle stroombronnen in parallel als in het geval dat de installatie gevoed wordt door een enkele van deze stroombronnen. De goede werking van de beschermingstoestellen mag niet nadelig beïnvloed worden door gelijkstroomcomponenten die afkomstig zijn van statische omvormers of filters.

b. Uitzondering

In de elektrische installaties die rechtstreeks verband hebben met de productie, de transmissie of de distributie van elektrische energie, zijn langere tijden toegestaan dan deze aangegeven door de veiligheidscurve op voorwaarde dat maatregelen genomen worden conform de regels van goed vakmanschap voor de desbetreffende installaties om de veiligheid van personen en goederen te waarborgen.

Onderafdeling 4.2.3.2. Aardingsinstallatie bij laagspanning en bij zeer lage spanning

De aardingsinstallatie omvat:
– de aardverbindingen;
– de aardgeleiders;
– de beschermingsgeleiders;
– de eventuele (hoofd- en bijkomende) equipotentiale verbindingen.

De spreidingsweerstand van de beschermingsaardverbinding moet zo klein mogelijk zijn, ongeacht de bijkomende beschermingsmiddelen toegepast in de elektrische installaties. Indien een er differentieelstroominrichting gebruikt wordt, voldoet de spreidingsweerstand van de aardverbinding aan de voorschriften van *onderafdeling 4.2.4.3.d.*

Wanneer een hoofdequipotentiale verbinding is opgelegd, moeten één of meer hoofdequipotentiale geleiders verbonden worden met de hoofdaardingsklem. Worden er mee verbonden:
– metalen hoofdleidingen van gas (aardgas of gas in flessen) en water in het gebouw;
– metalen hoofdleidingen van centrale verwarming en klimaatregeling;
– genaakbare en vaste metalen delen van de constructie van het gebouw die een potentiaal kunnen overbrengen en die als massa beschouwd worden;
– metalen delen van gelijk welke leiding die een potentiaal kunnen overbrengen en die als massa beschouwd worden.

Men verstaat onder één of meer hoofdequipotentiale geleiders:
– hetzij één enkele geleider die de hierboven vermelde delen aan de hoofdaardingsklem verbindt, zonder de continuïteit van deze geleider te onderbreken;
– hetzij de hierboven vermelde delen worden elk met een afzonderlijke geleider aan de hoofdaardingsklem verbonden, zonder de continuïteit van elke geleider te onderbreken.

Wanneer een bijkomende equipotentiale geleider wordt opgelegd verbindt hij:
- alle metalen delen die gelijktijdig genaakbaar zijn, zowel massa's van vaste elektrische machines en toestellen als vreemde geleidende delen;
- de beschermingsgeleiders van alle elektrische machines en toestellen met inbegrip van deze gevoed via stopcontacten.

De bijkomende equipotentiale verbinding mag verwezenlijkt worden hetzij met geleidende delen zoals metalen gebinten, hetzij met bijkomende geleiders, hetzij met een combinatie van beide.

De uitvoering van de elementen die deel uitmaken van de aardingsinstallatie wordt beschreven in *hoofdstuk 5.4.*

Onderafdeling 4.2.3.3. Passieve bescherming bij laagspanning en bij zeer lage spanning zonder automatische onderbreking van de voeding

a. Bescherming door gebruik van zeer lage veiligheidsspanning (ZLVS)

De bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking wordt verondersteld verzekerd te zijn door het gebruik van de zeer lage veiligheidsspanning wanneer:
1. de grootste spanning in geen enkel geval groter is dan de absolute conventionele grensspanningen aangeduid in tabel «absolute conventionele grensspanning» in *onderafdeling 2.4.1.1.* , naargelang de toestanden van het menselijk lichaam;
2. deze veiligheidsspanning geleverd wordt door één van de bronnen aangeduid in *4.2.7.3.a.;*
3. het elektrisch materieel en de installatie beantwoorden aan de voorschriften van de *onderafdelingen 4.2.7.3.* en *4.2.7.5.*

b. Bescherming door isolatie van het elektrisch materieel

Deze maatregel heeft tot doel te vermijden dat genaakbare delen van elektrisch materieel op een gevaarlijke spanning zouden komen als gevolg van een fout in de basisisolatie:
- hetzij door het gebruik van elektrisch materieel van de klasse II of met een gelijkwaardige veiligheid (*afdeling 2.4.3.*);
- hetzij door het gebruik van in de fabriek vervaardigde schakel- en verdeelinrichtingen die een totale isolatie hebben (*onderafdeling 2.4.2.2.*);
- hetzij door een bijkomende isolatie aan te brengen (*onderafdeling 2.4.2.2.*) op het elektrisch materieel dat enkel een basisisolatie heeft. Deze bijkomende isolatie wordt aangebracht bij de uitvoering van de elektrische installatie;
- hetzij door de blanke actieve delen te bedekken met een versterkte isolatie (*onderafdeling 2.4.2.2.*). Deze isolatie wordt aangebracht bij de uitvoering van de elektrische installatie.

Het installeren van het elektrisch materieel (bevestiging, verbinding van de geleiders...) moet zo geschieden dat de bescherming, verzekerd overeenkomstig de fabricatievoorschriften van dit materieel, niet in het gedrang komt.

De geleidende delen binnen het omhulsel, met inbegrip van deze van het ingebouwd elektrisch materieel, mogen niet verbonden zijn met de beschermingsgeleider.

De beschermingsgeleiders die de bescherming van elektrisch materieel verzorgen dat zich buiten het omhulsel bevindt maar gevoed wordt vanaf actieve delen, gelegen binnen het omhulsel mogen nochtans door dit omhulsel geleid worden. De klemmen voor dergelijke beschermingsgeleiders moeten op een gepaste wijze aangeduid zijn. In het omhulsel moeten de beschermingsgeleiders en de overeenkomstige klemmen geïsoleerd worden op dezelfde wijze als de actieve delen.

De genaakbare, geleidende delen en de tussenliggende delen mogen niet verbonden worden aan een beschermingsgeleider, uitgezonderd indien dit voorzien wordt door constructieregels van het desbetreffend materieel.

c. Bescherming door veiligheidsscheiding van de stroombanen

c.1. Algemeenheden

Het doel van de elektrische scheiding van de stroombanen is het vermijden van elektrische schokken bij het aanraken van massa's die onder spanning kunnen staan bij een fout van de basisisolatie van de actieve delen van deze stroombaan.

c.2. Voeding van elektrisch materieel

De stroombaan moet gevoed worden door:
- hetzij een beschermingstransformator. Deze transformator is van de klasse II of voldoet aan de

beschermingsvoorwaarde door bijkomende isolatie conform *onderafdeling 2.4.2.2.*;
- hetzij een stroombron die een gelijkwaardige veiligheidsgraad biedt, bijvoorbeeld motor-generatorgroepen die een gelijkwaardige isolatie hebben.

De nominale spanning van de secundaire stroombaan van de beschermingstransformatoren of van de motor-generatorgroepen mag niet groter zijn dan een wisselspanning van 500 V tussen actieve geleiders.

De aldus gevoede stroombaan mag geen enkel gemeenschappelijk punt hebben noch met een andere stroombaan, noch met de aarde.

c.3. Uitgestrektheid van de stroombaan

De uitgestrektheid van de stroombaan moet zodanig zijn dat het product van de spanning in V en de lengte van de elektrische leidingen in m niet groter is dan 100.000 en dat de totale lengte van de stroombaan niet groter is dan 500 m.

c.4. Verbinding van de massa's met de aarde

De massa's van de elektrische machines en toestellen, op de stroombaan aangesloten, mogen niet opzettelijk verbonden worden noch met de aarde noch met de massa's van elektrische machines en toestellen, gevoed door andere stroombanen.

Wanneer meerdere elektrische machines of toestellen op eenzelfde stroombaan aangesloten zijn, moeten hun massa's onderling verbonden worden door een niet-geaarde beschermingsgeleider.

c.5. Equipotentialiteit van de massa's

Wanneer de stroombaan meerdere contactdozen voedt, moeten deze een beschermingscontact hebben. Ten einde de equipotentialiteit van de massa's te verwezenlijken moeten deze beschermingscontacten onderling en met de massa van de eventuele generator verbonden worden, zonder geaard te zijn.

Bij snoeren moet de mantel zowel de beschermingsgeleider – hier gebruikt als equipotentiale geleider – als de actieve geleiders bevatten.

c.6. Elektrische leidingen

Indien niet kan vermeden worden dat de geleiders van de bedoelde stroombanen en van andere stroombanen ondergebracht worden in eenzelfde elektrische leiding, moet gebruik gemaakt worden van meeraderige kabels zonder enige metalen mantel of van geïsoleerde geleiders geplaatst in buizen uit isolerend materiaal. Deze geleiders en kabels moeten voldoen aan de regels van goed vakmanschap met naleving van de voorschriften van *punt c.* van *onderafdeling 5.2.1.1.* en moeten vervaardigd zijn voor een nominale spanning die ten minste gelijk is aan de grootst voorkomende spanning. Elke stroombaan moet beschermd worden tegen overstroom.

c.7. Beschermingstoestel gebruikt bij twee rechtstreekse fouten

Wanneer eenzelfde stroombron meerdere elektrische machines of toestellen voedt verzekert een beschermingsinrichting de onderbreking, binnen een tijd die ten hoogste gelijk is aan deze gegeven door de veiligheidscurve gedefinieerd in *tabel 2.4.* in *onderafdeling 2.4.1.1.*, in het geval van twee rechtstreekse isolatiefouten ten overstaan van twee verschillende massa's en gevoed door twee geleiders op verschillend potentiaal.

d. Bescherming om een gelijktijdige aanraking van delen die op potentialen kunnen gebracht worden waarvan het verschil gevaarlijk is, onmogelijk te maken

d.1. Algemeenheden

Deze beschermingsmaatregel is bedoeld om, bij een fout in de basisisolatie van de actieve delen een gelijktijdige aanraking te vermijden met delen die op potentialen kunnen gebracht worden waarvan het verschil gevaarlijk is.

Deze bescherming bestaat in het nemen van de volgende maatregelen, hetzij afzonderlijk hetzij in combinatie:
- het verwezenlijken van een plaatselijke niet-geaarde equipotentiale verbinding tussen massa's en vreemde geleidende delen;
- het verwijderen van de respectievelijke massa's en vreemde geleidende delen evenals het verwijderen van de massa's ten opzichte van elkaar;
- het plaatsen van doeltreffende hindernissen tussen de massa's onderling of tussen de massa's en de vreemde geleidende delen;

– het isoleren van de massa's of van de vreemde, geleidende delen.

d.2. Verwezenlijken van een plaatselijke niet-geaarde equipotentiale verbinding tussen massa's en vreemde geleidende delen

De massa's en de vreemde geleidende delen die gelijktijdig genaakbaar zijn moeten onderling verbonden worden zodat, in geval van een fout, het behoud van een potentiaalverschil groter dan de absolute waarde van de conventionele grensspanning, bepaald in de *tabel 2.3.* in *onderafdeling 2.4.1.1.*, uitgesloten wordt.

De op deze wijze verwezenlijkte equipotentiale verbindingen mogen niet in aanraking komen met de aarde, noch rechtstreeks noch via massa's of vreemde, geleidende delen.

Het gebruik van elektrisch materieel van de klasse 0 is verboden, uitgenomen dit van de klasse 0I op voorwaarde dat zijn massaklem verbonden wordt met de plaatselijke equipotentiale geleider.

Schikkingen worden genomen om te vermijden dat vreemde geleidende delen of massa's potentialen kunnen overdragen buiten de ruimte waar de maatregel is toegepast.

Schikkingen moeten genomen worden om te beletten dat personen blootstaan aan een gevaarlijk potentiaalverschil bij het binnengaan of het verlaten van de bedoelde ruimte. Dit geldt namelijk in het geval van een geleidende vloer die van de grond geïsoleerd is maar verbonden met de equipotentiale verbinding van de ruimte.

d.3. Massa's onderling verwijderen evenals van de vreemde geleidende delen

De verwijdering van de massa's onderling evenals van de vreemde, geleidende delen wordt verwezenlijkt door het zodanig opstellen van de massa's en de vreemde geleidende delen dat het onmogelijk wordt voor personen die zich in gewone omstandigheden bevinden, gelijktijdig in aanraking te kunnen komen hetzij met een massa of een vreemd geleidend deel hetzij met twee massa's indien deze op verschillende potentialen kunnen gebracht worden.

In dergelijke ruimten mag geen enkele beschermingsgeleider voorzien worden.

Om de gewone omstandigheden te bepalen wordt rekening gehouden met de vorm en de afmetingen van de voorwerpen die gewoonlijk gebruikt worden op deze ruimten.

Deze verwijdering wordt als voldoende beschouwd wanneer, binnen het genaakbaarheidsgabarit, deze horizontale afstand 2 m bedraagt en erbuiten 1,25 m.

d.4. Het plaatsen van doeltreffende hindernissen tussen de massa's onderling of tussen de massa's en de vreemde geleidende delen

Deze hindernissen worden als doeltreffend beschouwd indien de te overbruggen afstand hierdoor wordt gebracht op de waarden aangegeven in *d.3.* hiervoor. Zij moeten degelijk bevestigd worden en moeten weerstaan aan de krachten die kunnen optreden. Zij mogen niet verbonden worden noch met de aarde noch met massa's. In de mate van het mogelijke moeten ze bestaan uit isolerende stof.

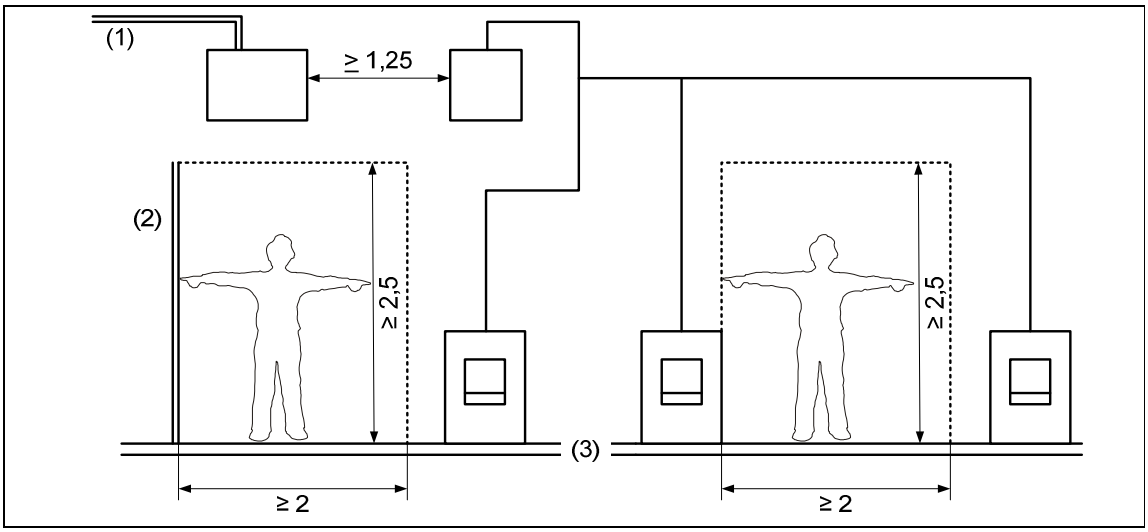
d.5. Het isoleren van massa's of van vreemde geleidende delen

Deze maatregel is van toepassing op bepaalde massa's of vreemde geleidende delen die zo geïnstalleerd zijn dat elke galvanische verbinding met andere massa of vreemde geleidende delen uitgesloten is.

Deze elektrische scheiding bestaat ten minste uit het aanwenden van een isolerend stuk of deel.

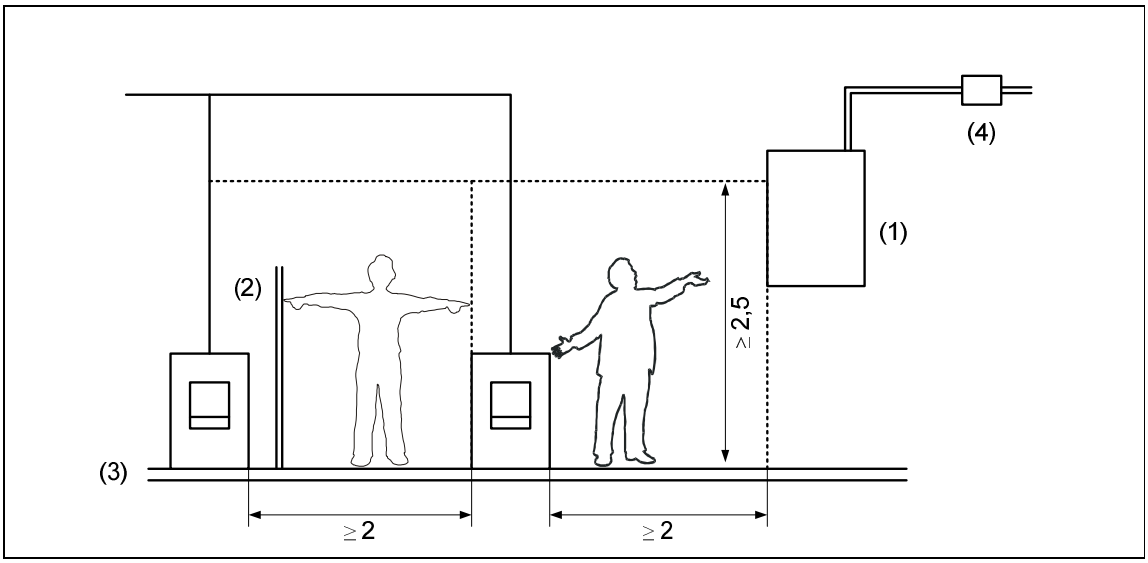
De genaakbare massa's of vreemde geleidende delen, aldus beschermd door een isolatie, worden buiten beschouwing gelaten in het genaakbaarheidsgabarit. Het isolerend stuk of deel moet een voldoende mechanische sterket hebben en moet weerstaan aan typeproeven met een proefspanning van ten minste 2000 V wisselspanning op industriële frequentie en dit gedurende één minuut. Onder normale omstandigheden van uitwendige invloeden mag dan de lekstroom niet groter zijn dan 1 mA.

Figuur 4.1. Bescherming die de gelijktijdige aanraking van delen die op potentialen kunnen gebracht worden waarvan het verschil gevaarlijk is, onmogelijk maakt (1)



Afstanden in m
(1) Geleidend deel
(2) Wand uit niet-isolerende stof maar geïsoleerd
(3) Isolerende vloer

Figuur 4.2. Bescherming die de gelijktijdige aanraking van delen die op potentialen kunnen gebracht worden waarvan het verschil gevaarlijk is, onmogelijk maakt (2)



Afstanden in m
(1) Geleidend deel
(2) Hindernis (isolerende of geïsoleerde wand)
(3) Isolerende vloer
(4) Isolerend stuk

d.6. Bijkomende maatregelen

De getroffen maatregelen moeten aangepast zijn aan de normaal te voorziene invloeden en behouden hun doeltreffendheid in de tijd. Er dient namelijk op gelet te worden dat de vochtigheid geen gevaar kan opleveren voor de eigen isolatie van de vloeren, de wanden en de hindernissen of voor hun isolerend vermogen ten overstaan van de aarde.

Ze moeten eveneens de doeltreffende bescherming verzekeren aan beweegbare machines en toestellen indien hun gebruik voorzien wordt of mogelijk is.

Onderafdeling 4.2.3.4. Actieve bescherming bij laagspanning en bij zeer lage spanning met automatische onderbreking van de voeding en eventuele verwittiging

a. Principe

a.1. Algemeenheden

Beschermingsmaatregelen met automatische onderbreking van de voeding moeten steunen op de eerbiediging van de veiligheidscurve bepaald in *tabel 2.4.*

Hun toepassing vereist de verbinding van de massa's met een beschermingsgeleider evenals een onderbrekingstoestel waarvan de werkingskarakteristieken toelaten de veiligheidscurve te eerbiedigen, rekening houdend met de impedanties van de foutlussen en het aardverbindingssysteem.

a.2. Kennis van het aardverbindingssysteem

Bedoelde beschermingsmaatregelen vereisen de coördinatie tussen:
- het aardverbindingssysteem; en
- de karakteristieken van de beschermingsinrichting.

De uitbater van het voedingsnet bepaalt het aardverbindingssysteem van zijn net. De installateur die dit systeem niet kent, moet inlichtingen vragen aan deze uitbater.

a.3. Verwittigings- of onderbrekingsinrichtingen

Naargelang het geval moeten beschermingsinrichtingen tegen maximumstroom, differentieelstroominrichtingen, beschermingsinrichtingen tegen foutspanning en/of bewakingsinrichtingen van de isolatie aangewend worden.

a.4. Verplichting van een beschermingsgeleider

Het is niet toegelaten differentieelstroominrichtingen aan te wenden als enig beschermingsmiddel tegen onrechtstreekse aanraking zonder gebruik te maken van een beschermingsgeleider, zelfs indien de differentiële aanspreekstroom kleiner is dan of gelijk aan 30 mA.

Wanneer een beschermingsinrichting tegen foutspanning gebruikt wordt moet deze derwijze geïnstalleerd worden dat haar werking bij de aangeduide foutspanningen verzekerd is. Het spanningsgevoelig element moet enerzijds verbonden worden met de beschermingsgeleider, die de massa's onderling verbindt, en anderzijds met een geïsoleerde geleider, aangesloten op een hulpaardelektrode. De beschermingsgeleider mag slechts verbonden worden met de massa's van de elektrische machines en toestellen waarvan de voeding moet onderbroken worden wanneer bij een fout de beschermingsinrichting werkt. De hulpaardelektrode moet elektrisch gescheiden zijn en onafhankelijk zijn van alle andere geaarde metalen delen, zoals metalen constructies, metalen buizen, metalen kabelmantels. Aan deze laatste voorwaarde wordt voldaan indien de hulpaardelektrode geplaatst wordt op een afstand van ten minste 15 m van andere aardverbindingen en dit bij afwezigheid van ondergrondse metalen structuren die de elektrische weerstand van het terrein over deze afstand zouden kunnen verminderen.

a.5. Verplichting van een hoofdequipotentiale geleider

In elk gebouw is de hoofdequipotentiale verbinding verplicht. Ze moet zijn conform de voorschriften van *onderafdeling 5.4.4.1.* en rekening houdende met de voorschriften van *onderafdeling 4.2.3.2.*

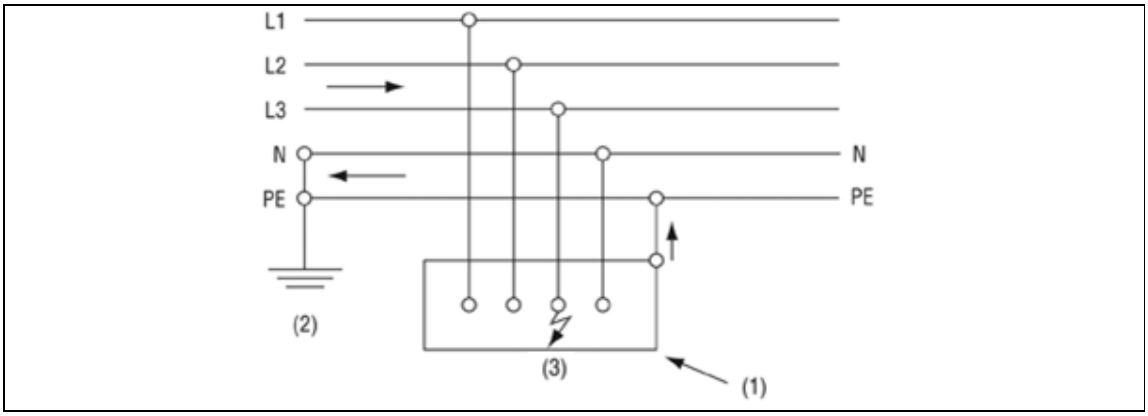
b. Beschermingsmaatregelen in installaties gevoed door een TN-net

b.1. Foutlus

Elke rechtstreekse fout tussen een fasegeleider en de massa van het elektrisch materieel veroorzaakt een kortsluiting tussen deze fasegeleider en de beschermingsgeleider.

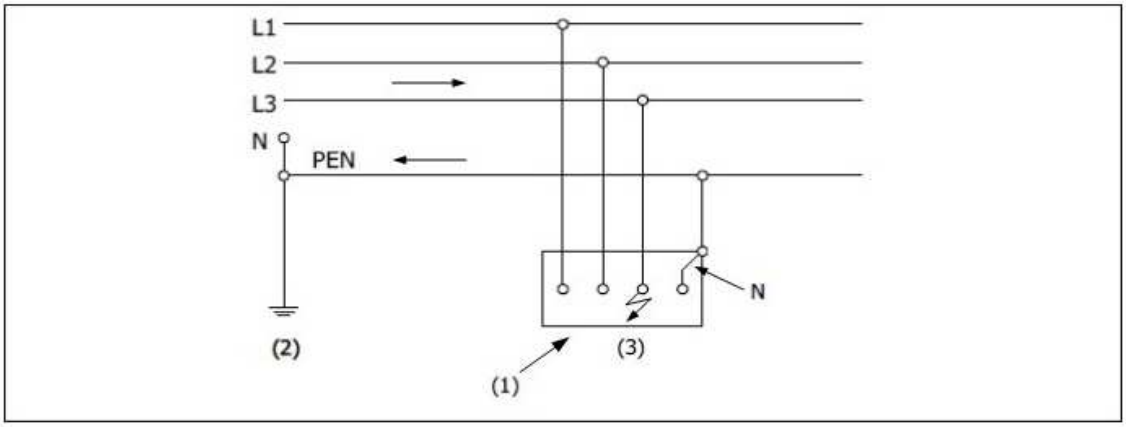
Een van de volgende beschermingsinrichtingen moet gebruikt worden, namelijk:
- beschermingsinrichtingen tegen overstroom;
- differentieelstroominrichtingen.

Figuur 4.3. Foutlus in een TN-S-systeem



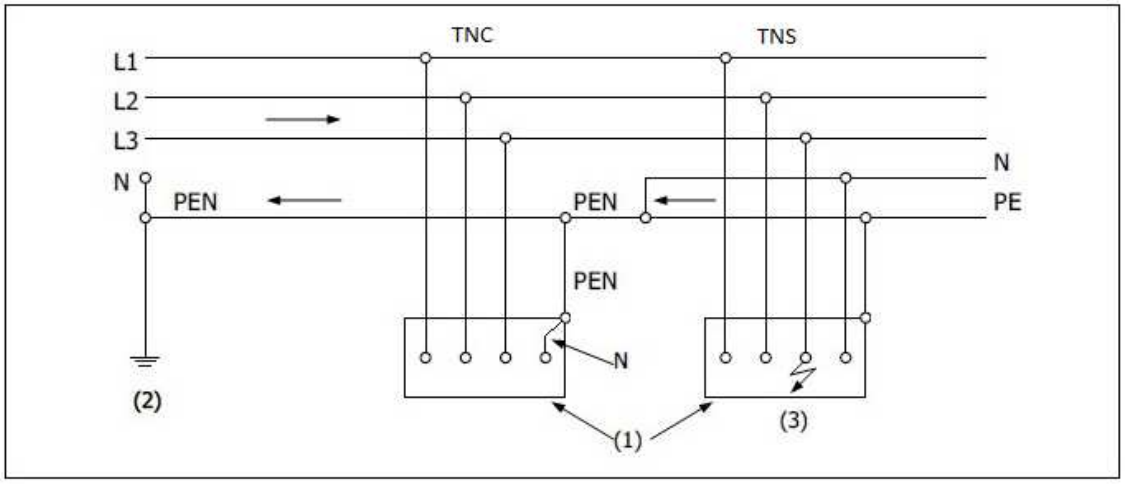
(1) Massa
(2) Aardverbinding van het verdeelnet
(3) Fout

Figuur 4.4. Foutlus in een TN-C-systeem



(1) Massa
(2) Aardverbinding van het verdeelnet
(3) Fout

Figuur 4.5. Foutlus in een TN-C-S-systeem



(1) Massa's
(2) Aardverbinding van het verdeelnet
(3) Fout

Wanneer één geleider zowel de functie van nulgeleider als deze van beschermingsgeleider vervult (TN-C-systeem), moet de bescherming verzekerd worden door beschermingsinrichtingen tegen overstroom.

b.2. Toetsen van de veiligheidscurve

De beschermingsinrichtingen en de doorsneden van de geleiders moet zodanig gekozen worden dat de uitschakeling binnen een gepaste tijd plaatsheeft indien zich op een willekeurige plaats een rechtstreekse fout voordoet tussen een fasegeleider en de beschermingsgeleider of een, met deze laatste verbonden, massa.

Deze voorwaarde is vervuld indien, met U_o de spanning van dat net ten opzichte van de aarde en Z_s de impedantie van de foutlus, de stroom I_a bepaald door de formule:

$$I_a \leq \frac{U_o}{Z_s}$$

de werking verzekert van de automatische onderbrekingsinrichting binnen een tijd bepaald door de veiligheidscurve.

In de bijzondere gevallen waar een rechtstreekse fout kan ontstaan tussen een fase en de aarde, moet de globale aardingsweerstand R_B aan de volgende voorwaarde voldoen:

$$R_B \leq \frac{U_L \cdot R_E}{U_o - U_L}$$

Daarin is:

U_L: de absolute conventionele grensspanning vermeld in *tabel 2.3.;*

R_E: de te verwachten minimale contactweerstand met de aarde van de geleidende delen die niet verbonden zijn met de beschermingsgeleider en door dewelke een fout kan ontstaan tussen een fase en de aarde. Er mag verondersteld worden dat de waarde van deze weerstand 5 Ω bedraagt.

b.3. TN-C-systeem

Bij vaste installaties, tweefasige stroombanen uitgezonderd, heeft de PEN-geleider een doorsnede die ten minste 10 mm² in koper of 16 mm² in aluminium bedraagt.

In dit geval wordt de bescherming verzekerd door beveiligingen tegen maximumstroom.

b.4. TN-C-S-systeem

Indien de PEN-geleider vanaf een bepaald punt van het net ontdubbeld wordt volgens zijn twee functies van nulgeleider en beschermingsgeleider, is het verboden deze beschermingsgeleider en deze nulgeleider stroomafwaarts van dit punt opnieuw met elkaar te verbinden.

Op de plaats van de ontdubbeling moeten afzonderlijk klemmen of onderbrekingsbruggen voorzien worden voor de beschermingsgeleider en voor de nulgeleider. Deze schikking moet een rechtstreekse en blijvende verbinding verzekeren van de gemeenschappelijke geleider met de beschermingsgeleider.

b.5. Gebruik van differentieelstroominrichting

Indien bij bepaalde elektrische toestellen of delen van elektrische installaties een of meerdere bovengenoemde voorwaarden niet geëerbiedigd worden, moeten deze toestellen of delen van installaties beschermd worden door een differentieelstroominrichting.

Bij aanwending van deze schakelaar is het toegelaten de massa's niet te verbinden met de beschermingsgeleider van het verdeelnet als zij verbonden zijn met een aardverbinding waarvan de weerstand aangepast is aan de aanspreekstroom van de differentieelstroominrichting.

De stroombaan, beschermd door deze differentieelstroominrichting, moet dan beschouwd worden als een TT-systeem en de beschermingsmaatregelen waarvan sprake in onderstaande *punt c.*, die betrekking hebben op dat TT-systeem, moeten toegepast worden.

Indien er echter geen onafhankelijke aardverbinding bestaat moet de aansluiting van de massa's op de beschermingsgeleider stroomopwaarts van de differentieelstroominrichting tot stand gebracht worden.

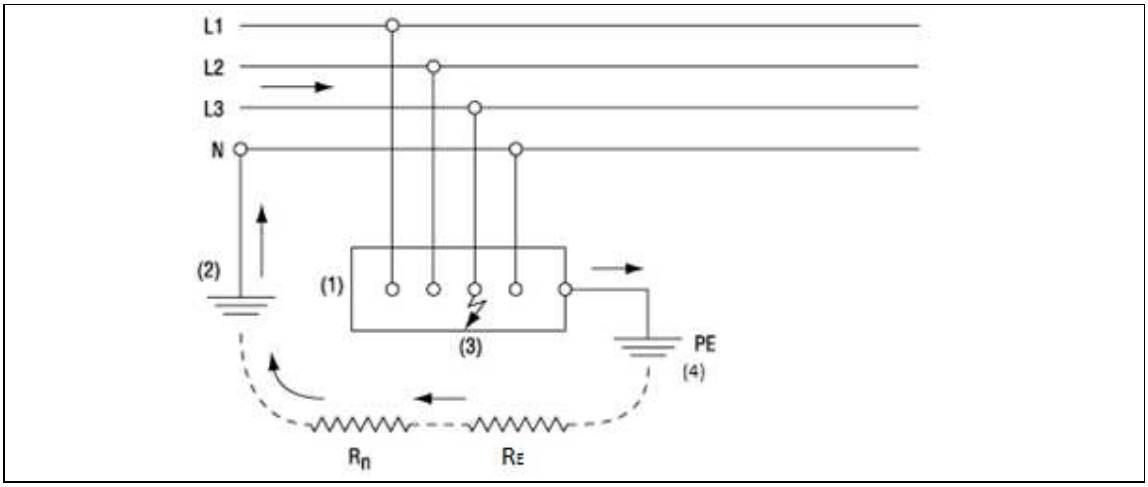
c. Beschermingsmaatregelen in installaties gevoed door een TT-net

c.1. Foutlus

De aarde is meestal een deel van de foutlus, wat de mogelijkheid niet uitsluit van gewilde of feitelijke elektrische verbindingen tussen de aardverbindingen van de massa's van de installatie en deze van het verdeelnet.

De foutstromen, van fase naar massa, worden beperkt door de impedantie van de foutlus en hebben een lagere intensiteit dan de kortsluitstromen.

Figuur 4.6. Foutlus in een TT-systeem



(1) Massa
(2) Aardverbinding van het verdeelnet (R_n)
(3) Fout
(4) Aardverbinding van de massa (R_E)

Een van de volgende beschermingsinrichtingen moet gebruikt worden, namelijk:
- differentieelstroominrichtingen;
- beschermingsinrichtingen tegen overstroom;
- beschermingsinrichtingen gevoelig voor foutspanning.

c.2. Toetsen van de veiligheidscurve

De aanspreektijd van de beschermingsinrichting mag niet groter zijn dan de tijd bepaald door de veiligheidscurve voor de te verwachten contactspanning.

Nochtans kunnen dwingende redenen van selectiviteit van de beschermingsmiddelen leiden tot een aanspreektijd van maximaal 1 seconde voor vaste toestellen mits het akkoord van de met het toezicht belaste ambtenaar.

De weerstand R_E van de aardverbinding waarmee de massa's van de installatie verbonden zijn, moet kleiner zijn dan of gelijk zijn aan de waarde van de absolute conventionele grensspanning U_L, bepaald in *tabel 2.3.*, gedeeld door de nominale stroom I_A die de werking van het beschermingstoestel verzekert, dus:

$$R_E \leq \frac{U_L}{I_A}$$

In geval er gebruik gemaakt wordt van een differentieelstroominrichting zijn de waarden van de differentiële aanspreekstroom en van de spreidingweerstand van de aardverbinding bepaald in *4.2.4.3.d.* voor niet-huishoudelijke ruimten.

c.3. Plaatsing van de differentieelstroominrichting

Alle massa's beschermd door een zelfde differentieelstroominrichting moeten met dezelfde aardverbinding verbonden worden.

De nulgeleider mag stroomafwaarts van de differentieelstroominrichting niet geaard worden.

c.4. Bescherming van de nulgeleider

De nulgeleider moet geïsoleerd zijn en op dezelfde wijze geplaatst worden als een fasegeleider.

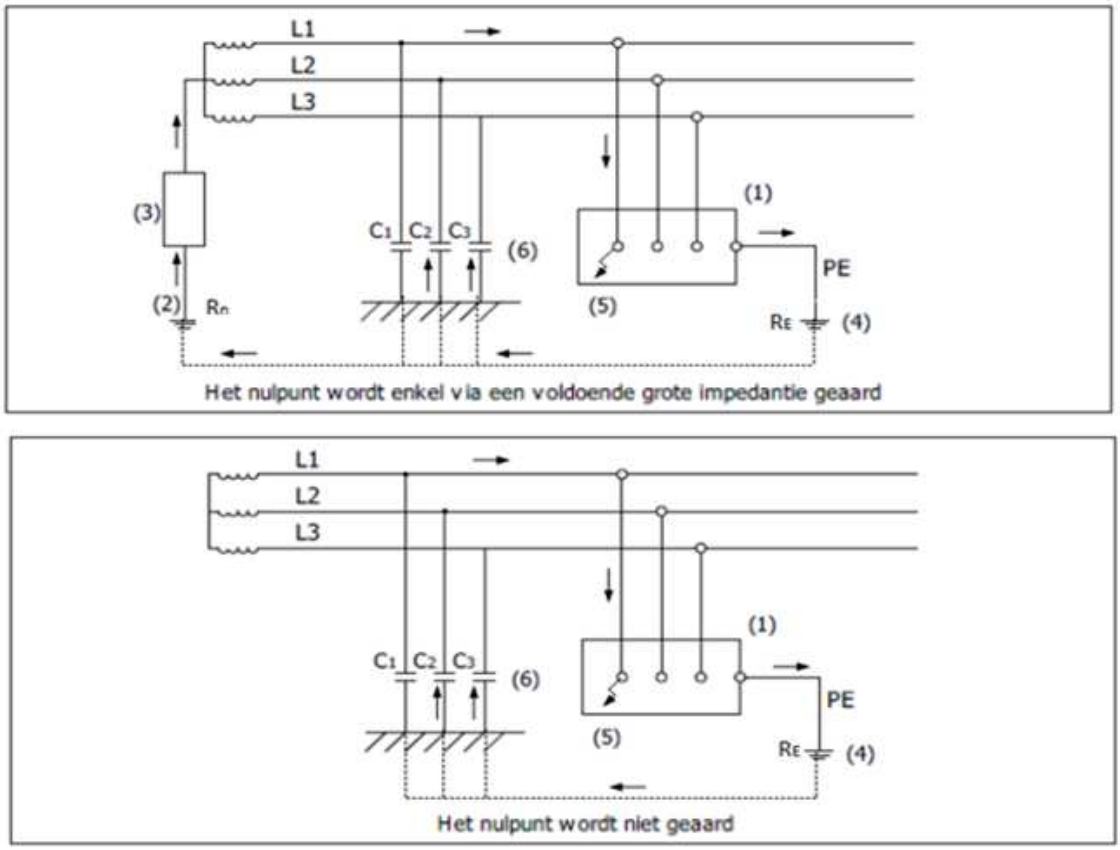
Indien stroomopwaarts of in de beschouwde stroombaan geen differentieelinrichting bestaat moet een overstroomdetectie voorzien worden in de nulgeleiders behalve in de bijzondere gevallen vermeld in de *onderafdelingen 4.4.5.2.* en *4.4.5.3.*

Zij moet de onderbreking veroorzaken van de voeding, de nulgeleider inbegrepen, wanneer:
- hetzij de nulgeleider, bij een rechtstreekse fout tussen een fasegeleider en de aarde, een spanning ten opzichte van de aarde vertoont groter dan de absolute conventionele grensspanning;
- hetzij het optreden van rechtstreekse fout in deze stroombaan de werking van beschermingsinrichtingen van de fasegeleiders niet veroorzaakt.

d. Beschermingsmaatregelen in installaties gevoed door een IT-net

d.1. IT-systeem

Figuren 4.7. IT-net (Eerste fout)



(1) Massa
(2) Aardverbinding van het verdeelnet (R_n)
(3) Impedantie
(4) Aardverbinding van de massa (R_E)
(5) Eerste fout
(6) Lekcapaciteit

Een van de volgende beschermingsinrichtingen moet gebruikt worden, namelijk:
- toestellen voor isolatiecontrole;
- beschermingsinrichtingen tegen overstroom;
- differentieelstroominrichtingen;
- beschermingsinrichtingen gevoelig voor foutspanning.

d.2. Spreidingsweerstand van de aardverbinding van de massa's

De aardingsweerstand R_E van de aardverbinding van de massa's moet voldoen aan volgende voorwaarde:

$$R_E \leq \frac{U_L}{I_d}$$

Daarin is:

I_d: foutstroom bij een eerste rechtstreekse fout tussen een fasegeleider en een massa. De waarde I_d houdt rekening met de lekstroom en de globale aardingsimpedantie van de elektrische installatie;

U_L: absolute conventionele grensspanning vermeld in *tabel 2.3.*

d.3. Plaatsing van een toestel voor permanente isolatiecontrole

De elektrische installatie moet bewaakt worden door een toestel voor permanente isolatiecontrole indien het noodzakelijk is het ontstaan te melden van een eerste fout van een actief deel van de elektrische installatie ten opzichte van de massa of van de aarde. Dit toestel moet:

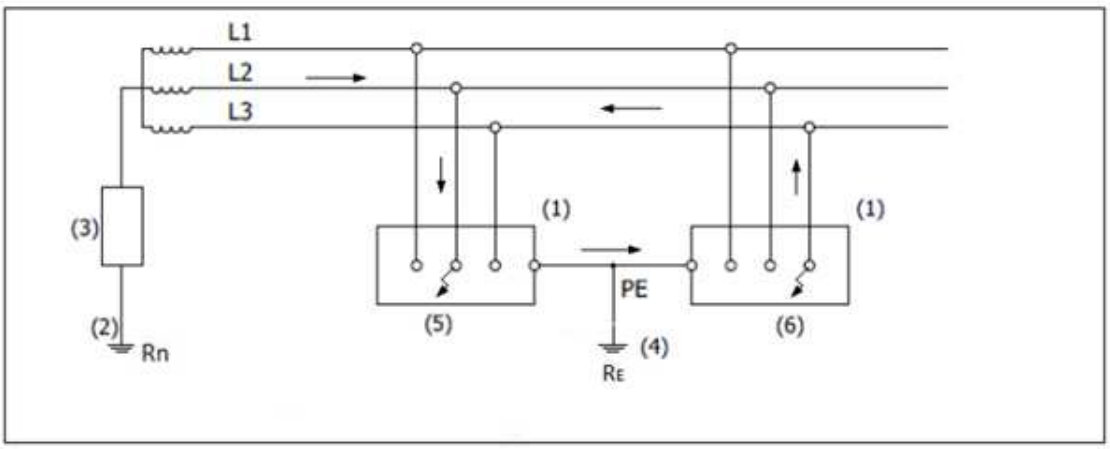
- hetzij een optisch of een akoestisch signaal in werking stellen;
- hetzij de voeding automatisch onderbreken.

d.4. Te nemen maatregelen bij het ontstaan van een eerste isolatiefout

Zodra een toestel voor permanente isolatiecontrole het ontstaan van een rechtstreekse isolatiefout meldt, moeten de nodige maatregelen tot opsporing en uitschakeling van deze fout genomen worden.

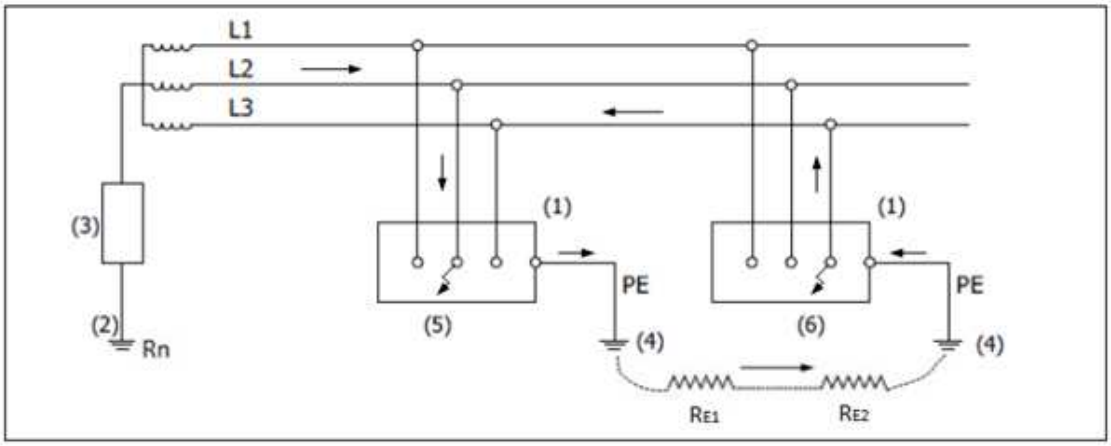
d.5. Te nemen maatregelen in geval van twee gelijktijdige isolatiefouten

Figuur 4.8. IT-net (twee fouten met verbonden massa's)



(1) Massa
(2) Aardverbinding van het verdeelnet (R_n)
(3) Impedantie (al dan niet geïnstalleerd)
(4) Aardverbinding van de massa (R_E)
(5) Eerste fout
(6) Tweede fout

Figuur 4.9. IT-net (twee fouten met niet-verbonden massa's)



(1) Massa
(2) Aardverbinding van het verdeelnet (R_n)
(3) Impedantie (al dan niet geïnstalleerd)
(4) Aardverbinding van de massa (R_E)
(5) Eerste fout
(6) Tweede fout

Om zich te beschermen tegen de gevaren die zouden kunnen optreden door de aanwezigheid van twee gelijktijdige isolatiefouten in twee verschillende fasen of in een fase en de nulgeleider moeten de beschermingsmaatregelen, voorgeschreven voor de installaties gevoed door een TN- of TT-net, toegepast worden naargelang alle massa's al dan niet met elkaar verbonden zijn door middel van een beschermingsgeleider. De *figuren 4.8 en 4.9.* zijn van toepassing zowel voor een IT-net dat geïsoleerd is van de aarde of verbonden is met de aarde via een impedantie.

Afdeling 4.2.4. Aanwending van beschermingsmaatregelen tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking bij LS en ZLS

Onderafdeling 4.2.4.1. Toepassingsgebied

a. Algemeenheden

Met uitzondering van gevallen, vermeld in het hierna volgend *punt b.*, worden de beschermingsmaatregelen tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking steeds vereist wanneer een persoon gelijktijdig kan aanraken:
- hetzij een massa en een vreemd geleidend deel;
- hetzij een massa en een niet-isolerende wand of vloer;
- hetzij een massa en de aardpotentiaal;
- hetzij twee massa's.

Voor bijzondere gevallen worden de na te volgen regels gegeven in *deel 7.*

b. Uitzonderingen

Geen enkele bijzondere beschermingsmaatregel moet genomen worden in volgende gevallen:
1. bij installaties waarvan de actieve delen van het elektrisch materieel, blank mogen blijven in het kader van de bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking;
2. voor zichtbare metalen buizen, voor zover de er in getrokken geleiders een bijkomende isolatie hebben en ze geklasseerd zijn hetzij als elektrische leiding van de klasse II hetzij als elektrische leiding met een veiligheid gelijk aan deze van de klasse II (zie *onderafdeling 2.7.1.2.*).
3. bij draagijzers, steunen en ermede verbonden metalen delen, wanneer de spanning 500 V wisselspanning of 750 V gelijkspanning niet overschrijdt en ze zich niet binnen het genaakbaarheidsgabarit bevinden;
4. voor elektromagneten van contactoren of relais, transformatorkernen en voor magnetische onderdelen van uitschakelaars voor zover deze delen massa's zijn;

Onderafdeling 4.2.4.2. Uitwendige invloeden

Drie soorten uitwendige invloeden moeten in acht genomen worden om de keuze van elektrisch materieel en de te treffen beschermingsmaatregelen te rechtvaardigen in functie van de bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking, te weten:
- de invloed van de huidvochtigheid op de elektrische weerstand van het menselijk lichaam (BB: zie *tabel 2.3.*);
- de aanraking van personen met de aardpotentiaal (BC: zie *afdeling 2.10.13.);*
- de aanwezigheid van water (AD: zie *afdeling 2.10.3.*).

Onderafdeling 4.2.4.3. Bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking bij laagspanning en bij zeer lage spanning

a. Droge ruimten met niet-geleidende vloeren en wanden

In de droge ruimten (AD1) met niet-geleidende vloeren en wanden (BC1) mogen de bijzondere voorschriften van *4.2.3.3.d.* toegepast worden.

b. Andere ruimten

In ruimten, andere dan droge ruimten met niet-geleidende vloeren en wanden, zijn de beschermingsmaatregelen tegen onrechtstreekse aanraking:
- hetzij actieve maatregelen overeenkomstig *onderafdeling 4.2.3.4.* naargelang het aardverbindingssysteem;
- hetzij, voor bepaalde plaatsen of materieel, andere beschermingsmaatregelen zoals:
  - gebruik van materieel van de klasse II (*afdeling 2.4.3.*) of met een veiligheid gelijkwaardig met deze van toestellen van de klasse II;
  - veiligheidsscheiding van de stroombanen (*4.2.3.3.c.);*
  - zeer lage veiligheidsspanning (*4.2.3.3.a* en *onderafdelingen 4.2.7.3.* en *4.2.7.5.*);
  - de bijzondere schikkingen van *4.2.3.3.d.*

c. Vochtige ruimten waar de elektrische weerstand van het menselijk lichaam vermindert of zeer klein is (BB3)

De vochtige ruimten waar de elektrische weerstand van het menselijk lichaam vermindert of zeer klein is (BB3) zijn gekenmerkt door de gelijktijdige aanwezigheid van volgende uitwendige invloeden:
- de aanwezigheid van water is gekenmerkt door de uitwendige invloeden AD6 (inwerking van watermassa's), AD7 (overstroming) of AD8 (onderdompeling);
- de contacten met de aardpotentiaal zijn frequent (BC3) of blijvend (BC4).

In al deze gevallen is enkel het gebruik van de zeer lage veiligheidsspanning toegelaten. De spanning moet begrensd zijn tot 12 V wisselspanning, 18 V gelijkspanning met rimpel of 30 V gelijkspanning zonder rimpel.

Nochtans worden grotere spanningen toegelaten in geleidende ruimten voor zekere bijzondere toepassingen, overeenkomstig de voorschriften van *hoofdstuk 7.4.*

d. Gebruik van een differentieelstroominrichting

Indien een differentieelstroominrichting gebruikt wordt, mag de spreidingsweerstand van de aardverbinding niet groter zijn dan 500 Ω voor de droge en niet-geleidende ruimten, en 240 Ω voor andere ruimten.

De gevoeligheid van het beschermingstoestel moet bepaald worden in functie van de spreidingsweerstand van de aardverbinding zoals aangegeven in *tabel 4.3.*

Tabel 4.3. Differentieelstroominrichting: gevoeligheid van beschermingstoestellen in functie van de spreidingsweerstand van de aardverbinding

Spreidingsweerstand van de aardverbinding		***Nominale aanspreekstroom van het beschermingstoestel***
Droge en niet-geleidende ruimten	***Andere ruimten***	
tot 50 Ω	tot 24 Ω	1000 mA
van 50 tot 100 Ω	van 24 tot 48 Ω	500 mA
van 100 tot 166 Ω	van 48 tot 80 Ω	300 mA
van 166 tot 500 Ω	van 80 tot 240 Ω	100 mA, met grote en zeer grote gevoeligheid

Afdeling 4.2.5. Bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking bij hoogspanning

Onderafdeling 4.2.5.1. Principes van het voorkomen van elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking bij hoogspanning

De bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking moet in hoogspanningsinstallaties worden verzekerd door:

1. het beperken van de kans dat een fout optreedt die het ontstaan van gevaarlijke contactspanningen tot gevolg kan hebben.
   Om dit te bereiken dient men er zich van te verzekeren dat:
   - het elektrisch materieel op een zodanige wijze is ontworpen, vervaardigd, gekozen en geïnstalleerd dat het veilig gebruikt kan worden;
   - het elektrisch materieel gebruikt wordt in overeenstemming met zijn bestemming;
   - het elektrisch materieel op een gepaste wijze wordt onderhouden;
2. het verbinden van alle massa's van de elektrische hoogspanningsinstallatie met een aardverbinding;
3. het nemen van bijkomende beschermingsmaatregelen, naargelang het geval:
   - door toepassing van passieve beschermingsmaatregelen; en/of,
   - door toepassing van actieve beschermingsmaatregelen.

Indien verschillende beschermingsmaatregelen gelijktijdig worden toegepast, mogen ze elkaar niet teniet doen noch nadelig beïnvloeden.

Onderafdeling 4.2.5.2. Aardingsinstallatie bij hoogspanning

a. Algemeenheden

De aardingsinstallatie omvat:
- de aardverbindingen;
- de aardgeleiders;
- de beschermingsgeleiders;
- de eventuele equipotentiale verbindingen.

De uitvoering van de elementen die deel uitmaken van de aardingsinstallatie wordt beschreven in *hoofdstuk 5.5*.

b. Waarde van de aardingsweerstand

b.1. Algemeenheden

De spreidingsweerstand van de beschermingsaardverbinding moet zo klein mogelijk zijn, ongeacht de bijkomende beschermingsmiddelen toegepast in de elektrische installaties.

b.2. Maximale waarde

Behalve in de hieronder vermelde gevallen is de waarde van de aardingsweerstand (R_E) van de aardverbinding kleiner dan of gelijk aan 10 Ω.

Wanneer de installatie verbonden is aan een globale aarding is deze limiet 15 Ω.

Wanneer de soortelijke weerstand van de grond groter is dan 150 Ωm, worden voorvermelde limieten bepaald door de onderstaande formule:

$$15 \frac{\rho_E \ (\Omega m)}{150 \ (\Omega m)} \ \Omega$$

met ρ_E de lokale soortelijke weerstand van de grond op 1 m diepte. Deze waarden gelden niet voor het bijzondere geval dat bepaald is in *punt b.6.1.* van *onderafdeling 5.5.2.2.*, nochtans moet de aardingsimpedantie Z_E kleiner zijn dan 1 Ω.

b.3. Initiële waarde

De waarde van de aardingsweerstand (R_E) van de aardverbinding wordt gemeten vóór de ingebruikname. Deze wordt de «initiële waarde van de aardingsweerstand» genoemd.

Onderafdeling 4.2.5.3. Passieve bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking bij hoogspanning

a. Algemeenheden

Passieve maatregelen zijn maatregelen die niet steunen op de onderbreking van de voeding en zijn beperkt tot alleenstaande elektrische machines en toestellen of lokale elektrische uitrustingen, met als doel de gelijktijdige aanraking onmogelijk te maken van delen waartussen, bij een fout in de hoogspanningsinstallatie, de contactspanning een gevaarlijke waarde kan bereiken.

Deze bescherming bestaat uit het nemen van volgende maatregelen, hetzij afzonderlijk, hetzij in combinatie:
1. het omhullen van de massa's van de installaties op lage en zeer lage spanning alsmede van de vreemde geleidende delen;
2. het isoleren van de massa's van de installaties op lage en zeer lage spanning alsmede van de vreemde geleidende delen;
3. het verwijderen van de massa's van de installaties op lage en zeer lage spanning alsmede van de vreemde geleidende delen;
4. het afschermen van de massa's van de installaties op lage en zeer lage spanning alsmede van de vreemde geleidende delen;
5. het verwezenlijken van een geaarde potentiaalvereffeningszone.

Onverminderd de hiervoor vermelde beschermingsmaatregelen moeten de massa's van het hoogspanningsmaterieel plaatselijk geaard zijn.

b. Omhulling van de massa's van installaties op lage en zeer lage spanning alsmede van de vreemde geleidende delen t.o.v. de hoogspanningsmassa's

De omhulling van de massa's, alsmede van de vreemde geleidende delen, wordt als doeltreffend beschouwd indien binnen het genaakbaarheidsgabarit:
1. de omhulling van de massa's en vreemde geleidende delen derwijze is uitgevoerd dat het doorslagniveau beantwoordt aan de te verwachten contactspanning die maximaal $U_E/2$ bedraagt;
2. de omhulling degelijk bevestigd is en weerstaat aan de invloeden waaraan zij kan worden blootgesteld.

c. Isolatie van de massa's van installaties op lage en zeer lage spanning alsmede van de vreemde geleidende delen t.o.v. de hoogspanningsmassa's of vice versa

De isolatie van de massa's, alsmede van vreemde geleidende delen, wordt als doeltreffend beschouwd indien binnen het genaakbaarheidsgabarit:
1. het isoleren van de massa's, alsmede van vreemde geleidende delen of het geïsoleerd opstellen van vreemde geleidende delen, derwijze uitgevoerd is dat het isolatieniveau beantwoordt aan de te verwachten contactspanning die maximaal $U_E/2$ bedraagt;
2. de gebruikte isolatiemiddelen degelijk bevestigd zijn en weerstaan aan de krachten waaraan zij kunnen worden blootgesteld.

d. Verwijdering van de massa's van installaties op lage en zeer lage spanning alsmede van de vreemde geleidende delen t.o.v. de hoogspanningsmassa's

De verwijdering van de massa's van installaties op lage en zeer lage spanning alsmede de vreemde geleidende delen t.o.v. hoogspanningsmassa's wordt beschouwd als doeltreffend wanneer het onmogelijk is voor personen om onder normale bedrijfsomstandigheden gelijktijdig in aanraking te kunnen komen met een hoogspanningsmassa enerzijds en een massa van een installatie op een andere spanning en/of een vreemd geleidend deel anderzijds.

Deze verwijdering wordt als voldoende beschouwd wanneer de verticale en de horizontale afstand ten minste 2,5 m bedraagt.

In de ruimten van de elektrische dienst mag de horizontale afstand herleid worden tot 1,25 m.

e. Afscherming van de massa's van installaties op lage en zeer lage spanning alsmede van de vreemde geleidende delen t.o.v. de hoogspanningsmassa's d.m.v. hindernissen

De hindernissen gebruikt als afscherming van de massa's van installaties op lage en zeer lage spanning alsmede de vreemde geleidende delen t.o.v. hoogspanningsmassa's worden als doeltreffend beschouwd indien binnen het genaakbaarheidsgabarit:
1. de te overbruggen afstand tussen de hoogspanningsmassa's enerzijds en de massa's van installaties op lage en zeer lage spanning alsmede van de vreemde geleidende delen anderzijds

ten minste 2,5 m bedraagt; en
2. de hoogte van de bovenkant van de hindernis ten minste 1,25 m bedraagt.

In de ruimten van de elektriciteitsdienst mag de te overbruggen horizontale afstand herleid worden tot 1,25 m.

De hindernissen moeten zijn opgebouwd uit niet geleidend materiaal, degelijk zijn bevestigd en weerstaan aan de krachten waaraan zij kunnen worden blootgesteld.

f. Verwezenlijking van een geaarde potentiaalvereffeningszone

Alle massa's en de hiermee gelijktijdig genaakbare vreemde geleidende delen moeten galvanisch met een lokale aardingsinstallatie verbonden zijn, zodat bij een fout in de hoogspanningsinstallatie, het ontstaan van potentiaalverschillen groter dan deze bepaald door de veiligheidscurve opgenomen in *figuur 2.10.* (zie *onderafdeling 2.4.1.3.*), uitgesloten is. Geleidende delen die geen aanleiding kunnen geven tot een gevaarlijk potentiaalverschil moeten niet geaard worden (ingemetste metalen deur of metalen verluchtingsroosters...).

Hiertoe dienen de volgende maatregelen te worden getroffen:
1. het verwezenlijken van een geaarde potentiaalvereffeningszone d.m.v. een onder de installatie aangebracht gemaasd net.
   Dit gemaasd net waarvan de afmetingen tenminste dezelfde zijn als deze van de installatie, is gevormd door:
   - hetzij de bewapening van de funderingsplaat, op voorwaarde dat de bewapeningsmatten ten minste op twee plaatsen met de naburige matten zijn verbonden en het geheel door middel van ten minste twee eventueel loskoppelbare verbindingen met de lokale aardingsinstallatie is verbonden;
   - hetzij een metalen traliewerk waarvan de afmetingen van de mazen maximaal 10 m bedragen.
2. het beheersen van de potentiaalgradiënt aan de rand van de zone. Dit kan onder meer gebeuren door het ingraven van één of meerdere aardingslussen omheen de rand van de zone. Deze aardingslussen mogen aangevuld worden met aardingsstaven onder een hoek in de grond gedreven. Indien de beheersing van de potentiaalgradiënt niet kan gewaarborgd worden dienen bijkomende passieve maatregelen genomen te worden zoals bijvoorbeeld een niet-geleidende bodembedekking of het plaatsen van geïsoleerde omheiningen.

Onderafdeling 4.2.5.4. Actieve bescherming met automatische onderbreking van de voeding bij hoogspanning

a. Algemeenheden

Deze beschermingsmaatregel heeft tot doel om bij een fout in de hoogspanningsinstallatie, door het onderbreken van de voeding, de tijdsduur van gevaarlijke contactspanningen te beperken.

De toepassing van deze maatregel vergt:
1. het lokaal aarden van de hoogspanningsmassa's;
2. het aanwenden van stroomonderbrekingstoestellen met een werkingskarakteristiek zodanig dat er geen gevaarlijke potentiaalverschillen optreden rekening houdend met de waarde van de impedanties van de foutlussen en met de kenmerken van het netstelsel.

Aan deze vereiste wordt geacht te zijn voldaan wanneer één van de hierna vermelde voorwaarden vervuld is:
1. voor de installaties die uitsluitend toegankelijk zijn voor BA4- of BA5-personen, de hoogspanningsmassa's zijn aangesloten op een globale aarding en de duur van de fout beperkt is tot 5 seconden; of
2. de aardpotentiaalstijging U_E (berekend of gemeten) blijft beperkt tot de toelaatbare contactspanning U_{Tp}:
   $U_E \leq U_{Tp}$

Wanneer de hoogspanningsmassa's zich in de onmiddellijke nabijheid (horizontale afstand < 5 m) van hun aardverbinding bevinden, mag de aardpotentiaalstijging maximaal tweemaal de toelaatbare contactspanning bedragen.

Voor de bepaling van de aardpotentiaalstijging en de contactspanning van een installatie mogen alle aardverbindingen die deel uitmaken van de aardingsinstallatie in rekening worden gebracht.

De spanning U_E kan benaderend bepaald worden door de formule:

$$U_E < I_f \cdot Z_E$$

waarin:
- I_f: te verwachten foutstroom fase-aarde (A) op de plaats van de installatie;
- Z_E: aardingsimpedantie (Ω).

Bij het bepalen van de toelaatbare contactspanning mogen toegevoegde weerstanden (schoeisel of bodemoppervlak met hoge elektrische doorgangsweerstand) in aanmerking genomen worden.

In dit geval wordt de toelaatbare contactspanning gedefinieerd door de volgende formule:

$$U_{STp} < U_{Tp} + (R_{a1} + R_{a2}) \cdot I_B$$

met

$$I_B = U_{Tp} / Z_B$$

waarin:
- U_{STp}: toelaatbare contactspanning (V) tussen handen en aarde rekening houdend met de weerstand van het schoeisel en de aardbodembedekking;
- Z_B: impedantie van het menselijk lichaam (Ω);
- I_B: lichaamsstroomsterkte (A);
- R_{a1}: weerstand van het schoeisel (Ω);
- R_{a2}: oppervlakteweerstand van de bodem (Ω).

b. Kenmerken van het netstelsel

Bedoelde beschermingsinrichtingen vereisen de coördinatie tussen:
1. de kenmerken van het netstelsel; en
2. de werkingskarakteristieken van de onderbrekingsinrichtingen.

De uitbater van het hoogspanningsnet bepaalt het typeschema van zijn netstelsel. Op aanvraag van de installateur verleent de uitbater van het hoogspanningsnet hem de kenmerken van het netstelsel.

Onderafdeling 4.2.5.5. Toepassing van de beschermingsmaatregelen tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking bij hoogspanning

Wanneer er niet aan de in *onderafdeling 4.2.5.4.* vermelde voorwaarden wordt voldaan dienen bijkomende passieve beschermingsmaatregelen te worden toegepast.

Wanneer gepaste maatregelen zijn getroffen om de beveiliging tegen de contactspanningen te verzekeren, wordt geacht dat de beveiliging tegen de stapspanningen ook is verzekerd.

Afdeling 4.2.6. Voorkomen van elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking ten gevolge van potentiaalverspreiding

Onderafdeling 4.2.6.1. Algemeenheden

Maatregelen moeten genomen worden om te vermijden dat, ten gevolge van een isolatiefout in een hoogspanningsinstallatie, de potentiaalverspreiding via actieve geleiders, via de aardingsinstallatie of via aan de installatie verbonden vreemde geleidende delen, aanleiding tot gevaarlijke contactspanningen zou kunnen geven.

Zo moet de continuïteit van de vreemde geleidende delen die overgaan tussen de spreidingszone van de hoogspanningsaardverbinding en een zone van neutrale aardbodempotentiaal onderbroken worden door een aangepast isolatiemateriaal.

Onderafdeling 4.2.6.2. Te treffen maatregelen

a. Algemene maatregelen

De aarding van het nulpunt van een laagspanningsinstallatie, de aan de installatie vreemde geleidende delen, de aardverbindingen van de laag- of zeer lage spanningsinstallatie worden aangebracht buiten de spreidingszone van de hoogspanningsaardverbinding.

b. Uitzonderingen op de algemene maatregelen

b.1. De massa's van de toestellen voor laagspanning en zeer lage spanning van een installatie van het TT- of IT-schema die zich in eenzelfde lokaal als de hoogspanningsinstallatie bevinden mogen

worden aangesloten aan de hoogspanningsaarding op voorwaarde dat voldaan wordt aan de voorschriften van *tabel 4.4.* of dat het hoogspanningsnet deel uitmaakt van een globale aarding.

b.2. De massa's van het LS- en ZLS-materieel alsook de vreemde geleidende delen, die zich in hetzelfde gebouw als de HS-massa's bevinden mogen met de HS-aardverbinding verbonden zijn voor zover er een doeltreffende equipotentiaalverbinding verwezenlijkt is.

In het geval van een globale aarding zijn de doorsneden van equipotentiaalgeleiders ten minste gelijk aan:
- de helft van deze van de beschermingsgeleider die met een massa verbonden is, de aardgeleider uitgesloten, wanneer de equipotentiale verbinding deze massa verbindt met een vreemd geleidend deel;
- de kleinste doorsnede van de beschermingsgeleiders, verbonden met de massa's van verschillende toestellen; in dit geval is het nodig zich ervan te vergewissen dat de verwezenlijking van de equipotentiale verbinding tussen deze twee massa's, behorend tot stroombanen met zeer verschillende doorsnede, niet tot gevolg heeft dat in de beschermingsgeleider met de kleinste doorsnede een foutstroom gaat vloeien die een thermische belasting veroorzaakt groter dan deze toelaatbaar voor deze geleider.

De volgende minimumdoorsneden moeten in alle gevallen in acht genomen worden:
- 2,5 mm² wanneer de geleiders mechanisch beschermd zijn;
- 4 mm² wanneer de geleiders niet mechanisch beschermd zijn.

b.3. Het nulpunt van een laagspanningsinstallatie mag worden aangesloten aan een aardingsinstallatie van een hoogspanningsinstallatie op voorwaarde dat:
- in een TN-laagspanningsnetschema er geen risico van gevaarlijke contactspanning kan ontstaan ten gevolge van potentiaalverspreiding via de nulgeleider en de beschermingsgeleider buiten de potentiaalvereffeningszone;
- in een TT-laagspanningsnetschema er geen risico kan ontstaan van overschrijding van de houdspanning van de isolatie van het laagspanningsmaterieel.

Aan deze eisen wordt verondersteld voldaan te zijn wanneer:
- hetzij het laagspanningsnet van het TN-type is en de LS- en ZLS-massa's alsook de vreemde geleidende delen, die zich in eenzelfde gebouw bevinden, onderling met elkaar verbonden zijn door een doeltreffende equipoteniaalverbinding;
- hetzij het laagspanningsnet van het TN-type is en de aardpotentiaalstijging U_E van de LS- en ZLS-massa's en vreemde geleidende delen de aangeduide waarden in *tabel 4.4.* niet overtreft, waarbij de toegelaten contactspanning U_{Tp} gelijk genomen is aan de relatieve conventionele grensspanning $U_L(t)$ (zie *onderafdeling 2.4.1.1.*). De spanning U_E kan benaderend bepaald worden door de formule $U_E < I_f \cdot Z_E$, wetende dat Z_E gemeten is bij het tijdelijk doorverbinden van de laag- en hoogspanningsaarding;
- hetzij het laagspanningsnet van het TT-type is en het hoogspanningsnet geniet van een globale aarding.

c. Bijzondere maatregelen

Wanneer, binnen de spreidingszone van een HS-aardingsinstallatie, het niet mogelijk is gevaarlijke contactspanningen te voorkomen, ten gevolge van een potentiaalverspreiding, moeten de massa's van de laag- of zeer lage spanningsinstallatie en/of de vreemd geleidende delen die zich in die spreidingszone bevinden en die galvanisch verbonden zijn met de neutrale aarde, ongenaakbaar gemaakt worden.

Deze ongenaakbaarheid kan worden verwezenlijkt door:
- hetzij een afscherming;
- hetzij een isolerende bedekking;
- hetzij de verwijdering buiten het genaakbaarheidsgabarit van de onderhouds- en de dienstplaatsen.

Tabel 4.4. Voorschriften met betrekking tot de maximale stijging van de aardpotentiaal

Netstelsel van de laagspannings-installatie	Foutduur	De aarding van de laag- en hoogspanningsinstallatie is gemeenschappelijk	
		Voorschriften i.v.m. de maximale aardpotentiaalstijging	
		(voor wat betreft de overgebrachte contactspanning)	(voor wat betreft de houdspanning van de isolatie van het laagspanningsmaterieel)
TT	$t \leq 5$ s	Niet van toepassing	$U_E \leq 1200$V
	$t > 5$ s		$U_E \leq 250$V
TN		$U_E \leq U_{Tp}$ (1) $U_E \leq 2 \cdot U_{Tp}$ (2)	Niet van toepassing

(1) De PE(N)-geleider van de laagspanningsinstallatie is enkel geaard door een verbinding met de aardingsinstallatie van het hoogspanningsmaterieel.

(2) De PE(N)-geleider van de laagspanningsinstallatie is geaard op verschillende punten, zo regelmatig mogelijk verdeeld, om de potentiaal van de beschermingsgeleider, in geval van fout, zo dicht mogelijk bij dit van de aarde te houden.

Afdeling 4.2.7. Beschermingsmaatregelen op zeer lage spanning

Onderafdeling 4.2.7.1. Voeding op zeer lage spanning (ZLS)

De zeer lage spanning wordt geleverd:

1. hetzij door autonome voedingsbronnen, zoals:
   - elektrochemische voedingsbronnen (vb. accumulatorbatterijen); ofwel
   - andere autonome voedingsbronnen waarvan de voeding niet van elektrische aard is;
2. hetzij vanaf een elektrische installatie door middel van toestellen met elektrisch gescheiden wikkelingen, op voorwaarde dat deze toestellen:
   - scheidingstransformatoren zijn;
   - inrichtingen zijn die een veiligheidsniveau hebben dat gelijkwaardig is aan dit van scheidingstransformatoren;
   - zodanig ontworpen zijn dat bij een fout tussen de primaire en de secundaire wikkeling vermeden wordt:
     - dat hetzij de massa's van elektrisch materieel op zeer lage spanning onder een niet-veilige contactspanning komen door bij dit materieel de beschermingsmaatregelen tegen onrechtstreekse aanraking toe te passen overeenkomstig *4.2.3.3.b., 4.2.3.3.c.* en *4.2.3.3.d.*;
     - dat hetzij een niet-veilige contactspanning behouden blijft op de massa's van elektrisch materieel op zeer lage spanning gedurende een tijd die de maximale duur, aangehaald in *tabel 2.4.* overtreft door deze massa's te verbinden met de beschermingsgeleider van de primaire stroombaan en door, voor dit materiaal, de beschermingsmaatregelen overeenkomstig de *onderafdeling 4.2.3.4.* toe te passen;
3. hetzij door elektronische inrichtingen, waarbij constructieve maatregelen genomen zijn om te voorkomen dat, zelfs in geval van een inwendig defect van deze inrichtingen, de spanning aan de uitgangsklemmen niet hoger kan worden dan de absolute conventionele grensspanning bepaald in *tabel 2.3.*
   Hogere spanningswaarden zijn nochtans toegelaten wanneer, bij rechtstreekse of onrechtstreekse aanraking, deze spanning wordt herleid tot de absolute conventionele grensspanningen binnen een tijd bepaald door de relatieve conventionele grensspanningen bepaald in *tabel 2.4.*

De nominale spanning van deze voedingsbronnen op zeer lage spanning, met uitzondering van de bronnen vermeld in het *punt 3.* hiervoor, mag niet groter zijn dan de waarden bepaald in *afdelingen 2.3.2.* en *2.3.3.*

Onderafdeling 4.2.7.2. Elektrische installaties op zeer lage functionele spanning (ZLFS)

a. Algemeenheden

a.1. Bescherming tegen rechtstreekse aanraking

De bescherming tegen rechtstreekse aanraking dient te worden verzekerd:
- hetzij door omhulsels of schermen met een minimum beschermingsgraad van IPXX-B;
- hetzij door isolatie, ontworpen voor een testspanning van 1500 V op industriële frequentie gedurende 1 minuut;
- hetzij door verwijdering.

a.2. Bescherming tegen onrechtstreekse aanraking

Bij een isolatiefout tussen het voedend net en het ZLFS-net en bij een fout in het ZLFS-net moet vermeden worden dat de massa's van het elektrisch materieel op zeer lage spanning onder een niet-veilige contactspanning komen:
- hetzij gedurende een tijd die de maximale duur bepaald door de relatieve conventionele grensspanningen overtreft door toepassing van de beschermingsmaatregelen vermeld in *onderafdeling 4.2.3.4.*;
- hetzij door toepassing van de beschermingsmaatregelen vermeld in *4.2.3.3.b., 4.2.3.3.c.* en *4.2.3.3.d.*

a.3. Bescherming tegen thermische invloeden en tegen overstroom

De voorschriften van *hoofdstuk 4.3. «Bescherming tegen thermische invloeden»* en van *hoofdstuk*

4.4. «Elektrische bescherming tegen overstroom» blijven onverminderd van toepassing. Meer bepaald moeten maatregelen worden genomen om te verhinderen dat bij normaal bedrijf of wegens een fout een gevaarlijke lek- of foutstroom blijft bestaan, in het bijzonder bij het gebruik van toestellen van klasse I.

b. Stopcontacten

De stopcontacten op ZLFS moeten voldoen aan volgende voorschriften:
- de contactstoppen mogen niet in contactdozen kunnen gestoken worden die gevoed worden op een andere spanning;
- de contactdozen beletten het inbrengen van contactstoppen voor andere voedingen dan de ZLFS.

Onderafdeling 4.2.7.3. Elektrische installaties op zeer lage veiligheidsspanning (ZLVS) en op zeer lage beschermingsspanning (ZLBS)

a. Voedingsbronnen

De ZLVS en de ZLBS mogen enkel geleverd worden door één van de stroombronnen op zeer lage spanning aangehaald:
- hetzij in *punt 1.* van *onderafdeling 4.2.7.1.*;
- hetzij in de eerste twee streepjes van *punt 2.* van *onderafdeling 4.2.7.1.*, waarbij deze toestellen een scheidingsniveau hebben gelijkwaardig aan dit van een veiligheidstransformator;
- hetzij in *punt 3.* van *onderafdeling 4.2.7.1.*, waarbij de hogere spanningswaarde bedoeld in het tweede lid slechts toegelaten is voor ZLBS.

Indien de elektrische installatie op zeer lage veiligheidsspanning gevoed wordt door gelijkspanning, bekomen door één of meer gelijkrichters, is de absolute conventionele grensspanning toepasselijk op de uitgang van de transformator en dit zonder afbreuk te doen aan de voorschriften van de *afdelingen 2.3.2.* en *2.3.3.*met betrekking tot gelijkspanning.

De verplaatsbare voedingsbronnen zoals de veiligheidstransformatoren of de elektromotor-generatorgroepen zijn gekozen of geïnstalleerd overeenkomstig de voorschriften betreffende de beschermingsmaatregelen inzake het gebruik van materieel van de klasse II of daaraan gelijkwaardig.

b. Actieve delen

De actieve delen van de stroombanen op ZLVS en ZLBS zijn fysisch gescheiden t.o.v. elkaar en t.o.v. andere stroombanen.

Maatregelen zijn genomen om een beschermingsscheiding te verwezenlijken; deze regel is niet van toepassing op de verbinding van de ZLBS t.o.v. de aarde.

c. Elektrische leidingen

Teneinde de beschermingsscheiding vermeld in *b.* te verwezenlijken, moet één van de hierna vermelde schikkingen zijn getroffen:
- een fysische scheiding van minimum 10 mm tussen de geleiders van stroombanen op ZLVS en op ZLBS en de geleiders van andere stroombanen;
- de geleiders van de stroombanen op ZLVS en op ZLBS moeten, naast hun basisisolatie, voorzien zijn van een bijkomende isolatie (mantel, buis...);
- een meeraderige kabel of een groepering van geleiders mogen stroombanen op verschillende spanningen bevatten op voorwaarde dat de geleiders van de stroombanen op ZLVS en op ZLBS geïsoleerd zijn, hetzij individueel, hetzij collectief, voor de hoogst voorkomende spanning.

d. Stopcontacten

De stopcontacten op ZLVS en ZLBS moeten voldoen aan volgende voorschriften:
- de contactstoppen mogen niet in contactdozen kunnen gestoken worden die gevoed worden op een andere dan de ZLVS of de ZLBS;
- de contactdozen beletten het inbrengen van contactstoppen voor andere voedingen dan de ZLVS of de ZLBS;
- de contactstoppen op ZLVS mogen niet in contactdozen kunnen gestoken worden die gevoed worden op ZLBS en de contactstoppen op ZLBS mogen niet in contactdozen kunnen gestoken worden die gevoed worden op ZLVS;
- de contactdozen op ZLVS omvatten noch een beschermings- noch een aardcontact. De contactdozen op ZLBS mogen daarentegen wel een beschermings- of een aardcontact omvatten.

e. Bescherming tegen thermische invloeden en tegen overstroom

De voorschriften van *hoofdstuk 4.3. «Bescherming tegen thermische invloeden»* en van *hoofdstuk 4.4.*

«Elektrische bescherming tegen overstroom» blijven onverminderd van toepassing.

Meer bepaald moeten maatregelen worden genomen om te verhinderen dat bij normaal bedrijf of wegens een fout een gevaarlijke lek- of foutstroom blijft bestaan, in het bijzonder bij het gebruik van toestellen van klasse I.

Onderafdeling 4.2.7.4. Bijkomende voorschriften met betrekking tot stroombanen op ZLBS

a. Bescherming tegen rechtstreekse aanraking

De bescherming tegen rechtstreekse aanraking dient te worden verzekerd:
- hetzij door omhulsels of schermen met een minimum beschermingsgraad van IPXX-B;
- hetzij door isolatie, ontworpen voor een testspanning van 500 V op industriële frequentie gedurende 1 minuut;
- hetzij door verwijdering.

b. Bescherming tegen onrechtstreekse aanraking

Geen enkele beschermingsmaatregel tegen onrechtstreekse aanraking is noodzakelijk.

c. Afwijkingen

Ongeacht de hoger vermelde bepalingen is een bescherming tegen rechtstreekse aanraking niet noodzakelijk voor elektrisch materieel op ZLBS gelegen in een geaarde equipotentiale zone en voor zover de waarde van de nominale spanning niet hoger is dan de waarden vermeld in de *tabel 4.1.* van *onderafdeling 4.2.2.1.h.*

Onderafdeling 4.2.7.5. Bijkomende voorschriften met betrekking tot stroombanen op ZLVS

a. Bescherming tegen rechtstreekse aanraking

Wanneer de nominale spanning van de stroombaan hoger is dan de waarden opgenomen in de *tabel 4.1.* van *onderafdeling 4.2.2.1.h.* dient de bescherming tegen rechtstreekse aanraking te worden verzekerd overeenkomstig de voorschriften van *onderafdeling 4.2.7.4.a.*

Wanneer de nominale spanning van de stroombaan gelijk is aan of lager is dan de waarden opgenomen in de *tabel 4.1.* van *onderafdeling 4.2.2.1.h.* is geen bescherming tegen rechtstreekse aanraking noodzakelijk.

b. Bescherming tegen onrechtstreekse aanraking

Geen enkele beschermingsmaatregel tegen onrechtstreekse aanraking is noodzakelijk.

c. Verboden verbindingen

De actieve delen van elektrisch materieel op ZLVS mogen niet galvanisch verbonden worden met:
- de aardverbinding;
- actieve delen behorende tot andere stroombanen;
- beschermingsgeleiders behorende tot andere stroombanen.

De massa's van het elektrisch materieel op ZLVS mogen niet galvanisch verbonden worden met:
- de aardverbinding;
- de beschermingsgeleiders of massa's van andere installaties;
- geleidende delen, tenzij deze onmogelijk op een potentiaal kunnen worden gebracht hoger dan de absolute conventionele grensspanning.

Hoofdstuk 4.3. Bescherming tegen thermische invloeden

Afdeling 4.3.1. Algemeenheden

Onderafdeling 4.3.1.1. Principe

De personen en de goederen die zich in de nabijheid van elektrisch materieel bevinden, moeten beschermd worden tegen thermische invloeden voortkomend uit de werking van dit materieel en in het bijzonder tegen de volgende uitwerkingen:
- gevaar voor brandwonden;
- brandgevaar:
  - verbranding of ontaarding van het materiaal;
  - aantasting van de veilige werking van het geïnstalleerde elektrisch materieel;
  - uitbreiding van brand door de elektrische installatie;

– ontploffingsgevaar.

Onderafdeling 4.3.1.2. Specifieke bepalingen

Materiaal: stof die gebruikt wordt in bouwelementen en in de fabricatie van elektrisch materieel.

Onbrandbaar materiaal: materiaal dat niet kan branden. In de praktijk wordt een materiaal als onbrandbaar beschouwd wanneer, tijdens een genormaliseerde test gedurende dewelke het materiaal aan een voorgeschreven verwarming wordt blootgesteld, geen enkel uitwendig verschijnsel vastgesteld wordt dat wijst op een aanzienlijke warmteontwikkeling.

Brandbaar materiaal: materiaal dat kan branden, met andere woorden dat kan reageren met zuurstof onder afgifte van warmte. Het verschijnsel gaat in het algemeen gepaard met vlamontwikkeling en/of gloeiing. In dit opzicht overtreffen de te beschouwen zuurstofconcentraties deze van de omgevingslucht niet, tenzij in uitzonderlijke gevallen.

Ontvlambaar materiaal (vlamverspreidend materiaal): materiaal dat begint te branden en blijft branden in gasvormige toestand, meestal gepaard met uitstraling van licht, terwijl het onder invloed staat of heeft gestaan van een warmtebron.

Vlamvertragend materiaal: materiaal dat eventueel na behandeling de eigenschap heeft de verspreiding van de vlam te vertragen.

Zelfdovend materiaal (niet-vlamverspreidend materiaal): materiaal dat de eigenschap heeft de verbranding uit zichzelf te beëindigen nadat de warmtebron, die zijn verbranding heeft doen ontstaan, weggenomen werd.

Onbrandbaar gemaakt materiaal: materiaal dat door behandeling de eigenschap heeft verkregen zijn geschiktheid tot verbranding te verliezen of gevoelig te verminderen.

Vlampunt: laagste temperatuur, gecorrigeerd tot een druk van 101,325 kPa, waarbij een vloeistof onder de beschreven omstandigheden zodanig verdampt, dat in het testvat een brandbaar mengsel van lucht en damp wordt gevormd.

Onderafdeling 4.3.1.3. Uitwendige invloeden

Volgende uitwendige invloeden moeten in acht genomen worden bij het kiezen van elektrisch materieel en van de te nemen voorzorgsmaatregelen voor de bescherming tegen thermische effecten:
– de aard van de behandelde of opgeslagen goederen (BE; zie *afdeling 2.10.15.*);
– bouwmaterialen (CA; zie *afdeling 2.10.16.*);
– structuren van de gebouwen (CB; zie *afdeling 2.10.17.*).

Afdeling 4.3.2. Bescherming tegen brandwonden

Onderafdeling 4.3.2.1. Temperatuurbegrenzing van genaakbaar elektrisch materieel

De uitwendige oppervlakken van de omhulsels van elektrische machines, toestellen en leidingen, aangebracht binnen het genaakbaarheidsgabarit, mogen geen temperaturen kunnen bereiken die bij personen brandwonden kunnen veroorzaken. Zij voldoen aan de grenswaarden die in *tabel 4.5.* zijn aangeduid.

Tabel 4.5. Maximumtemperaturen van de uitwendige oppervlakken van elektrisch materieel aangebracht binnen het genaakbaarheidsgabarit

Uitwendige oppervlakken	*Maximumtemperaturen (°C)*
– van bedieningsorganen	
• *metalen*	55
• *niet-metalen*	65
– bestemd om onder normale gebruiksomstandigheden aangeraakt te worden maar niet om voortdurend in de hand te worden gehouden	
• *metalen*	70
• *niet-metalen*	80
– die genaakbaar zijn maar niet bestemd om onder normale gebruiksomstandigheden aangeraakt te worden	
• *metalen*	80
• *niet-metalen*	90

Het onderscheid tussen metalen en niet-metalen oppervlakken hangt af van de thermische geleidbaarheid van het gebruikte materiaal.

Verf- en vernislagen wijzigen de thermische geleidbaarheid van het oppervlak niet.

Daarentegen kunnen bepaalde kunststofbekledingen de thermische geleidbaarheid van een metalen oppervlak wel gevoelig verminderen en zo toelaten het te beschouwen als een niet-metalen oppervlak.

Alle delen van de elektrische installatie welke, zelfs gedurende korte tijd, hogere temperaturen kunnen bereiken dan deze aangeduid in deze tabel, moeten beschermd worden tegen elke toevallige aanraking.

Onderafdeling 4.3.2.2. Installatie van het elektrisch materieel

Elektrisch materieel dat niet beantwoordt aan de voorschriften van *onderafdeling 4.3.2.1.*, evenals alle delen van de elektrische installatie die, zelfs gedurende korte tijd, hogere temperaturen kunnen bereiken dan deze aangeduid in de *tabel 4.5* van *onderafdeling 4.3.2.1.*, moeten beschermd worden tegen toevallige aanraking met personen, hetzij door verwijdering, hetzij door een afscheiding door middel van een niet-brandbaar en thermisch isolerend scherm.

Elektrische machines en toestellen waarbij bundeling of concentratie van warmte kan optreden moeten:
- hetzij voldoende ver van personen verwijderd worden opdat ze niet zouden kunnen blootgesteld worden aan gevaarlijke warmteconcentraties;
- hetzij van deze personen gescheiden worden door een scherm uit niet-brandbaar en thermisch isolerend materiaal.

Afdeling 4.3.3. Bescherming tegen brand

Onderafdeling 4.3.3.1. Algemeenheden

De voorschriften bedoeld in *afdeling 4.3.3.* zijn van toepassing voor elke ruimte (lokaal of plaats) en voor elke elektrische installatie zoals bijvoorbeeld vaste, tijdelijke, binnen-, buiten-, mobiele of verplaatsbare installaties.

Bij de keuze en de installatie van het elektrisch materieel, uitrustingen, … in een ruimte moet men rekening houden met het te verwachten brandgevaar om:
- geen brand in normaal bedrijf te veroorzaken;
- de gevolgen van alle fouten, die tot een brand kunnen leiden, te beperken;
- de verspreiding van brand en het ontstaan van rook te beperken.

Voor de veiligheidsinstallaties worden de bijkomende beschermingsmaatregelen tegen brand in *hoofdstuk 3.4.* vermeld. Voor de kritische installaties worden de eventuele bijkomende beschermingsmaatregelen tegen brand in *hoofdstuk 3.5.* vermeld.

De eigenaar, beheerder of uitbater moet de correcte keuze en installatie van het elektrisch materieel en de uitrustingen bewijzen voor wat de bescherming tegen brand betreft. De documenten die dit bewijzen maken deel uit van het elektrisch dossier (zie *afdeling 9.1.1*) of ze worden ter beschikking voor elke betrokken persoon voor raadpleging gehouden. Deze documenten zijn onder andere de technische fiches en de gebruiksaanwijzingen van het elektrisch materieel, de risicoanalyses, het document met de uitwendige invloeden, …

Onderafdeling 4.3.3.2. Specifieke definities

Bouwwerk: constructie die met de grond is verbonden en die is gemaakt van bouwmaterialen en elementen en/of waarvoor bouwwerkzaamheden zijn uitgevoerd. Het geschikt maken van grond voor landbouw, planten, zaaien,… wordt niet als bouwwerk aangemerkt.

Gebouw: elk bouwwerk dat een voor personen toegankelijke overdekte ruimte vormt, geheel of gedeeltelijk met wanden omsloten.

Civieltechnisch werk: elk bouwwerk dat niet als gebouw is geclassificeerd zoals bijvoorbeeld een brug, een tunnel, …

Compartiment: deel van een gebouw, al dan niet onderverdeeld in lokalen, of deel van een civieltechnisch werk, begrensd door wanden die de brandvoortplanting naar het aangrenzende compartiment of compartimenten gedurende een bepaalde tijd dienen te beletten.

Evacuatieweg: doorlopende en onbelemmerde weg die toelaat een veilige plaats te bereiken door gebruik te maken van de normale circulatiewegen. Men verstaat onder veilige plaats: plaats buiten het bouwwerk of, in voorkomend geval, het gedeelte van het bouwwerk dat gelegen is buiten het compartiment waar er brand is en vanwaar het mogelijk is om het bouwwerk te verlaten zonder door dat compartiment te moeten gaan.

Onderafdeling 4.3.3.3. Indeling van het brandgevaar in een ruimte

a. Algemeenheden

Het brandgevaar in een ruimte wordt op basis van de drie volgende uitwendige invloeden bepaald:

- de aard en de hoeveelheid van de behandelde of opgeslagen goederen (BE);
- de brandbaarheid van de bouwmaterialen (CA);
- de structuur (CB).

Men onderscheidt twee mogelijke niveaus van brandgevaar in een ruimte:

- normaal brandgevaar;
- verhoogd brandgevaar.

De ruimten met een normaal brandgevaar zijn door het geheel van de drie volgende uitwendige invloeden gekenmerkt: BE1, CA1 en CB1.

De ruimten met verhoogd brandgevaar zijn door tenminste een van de volgende uitwendige invloeden gekenmerkt: BE2 of BE3 of CA2 of CB2.

b. Bijzondere ruimten

De elektrische installaties in een ruimte gekenmerkt door de uitwendige invloed CB3 of CB4 kunnen uitgevoerd worden op basis van een risicoanalyse zoals deze in een ruimte met verhoogd brandgevaar.

De ruimten met vermogentransformatoren of stroomgroepen worden niet noodzakelijk beschouwd als ruimten met verhoogd brandgevaar; dit maakt deel uit van het bepalen van de uitwendige invloeden (*afdeling 9.1.5.*).

Onderafdeling 4.3.3.4. Indeling van de geïsoleerde geleiders en kabels

a. Toepassingsgebied

De indeling is van toepassing op de geïsoleerde geleiders en de energiekabels.

De indeling is ook van toepassing op de kabels ten behoeve van communicatie en informatietechnologie, van signalisatie of bediening.

b. Brandreactie van de geïsoleerde geleiders en kabels.

De geïsoleerde geleiders en kabels hebben een brandreactie die wordt aangeduid en beoordeeld overeenkomstig de klassen weergegeven in *tabel 4.6.* overeenkomstig de gedelegeerde verordening (EU) 2016/364. De klassen C, C_L, E, E_L bedoeld in *afdeling 5.2.8.* zijn ook te beschouwen overeenkomstig de gedelegeerde verordening (EU) 2016/364. Deze klassen betreffen:

- de bouwproducten met uitzondering van vloerbekledingen, lineaire isolatieproducten voor leidingen en elektrische kabels (klassen C en E);
- de lineaire isolatieproducten voor leidingen (klassen C_L en E_L).

Tabel 4.6. Klassen van de geïsoleerde geleiders en kabels met betrekking tot hun brandreactie

Type van geïsoleerde geleider en kabel	Klasse	Bijdrage tot de brand	Supplementaire classificatie
Onbrandbaar	A_{ca}	Geen	
Geïsoleerde geleiders en kabels met hoge brandprestatie	$B1_{ca}$	Minimaal	Vorming van rook s1 aangeduid door s1 of s1a of s1b s2 s3 Aciditeit van rook a1 a2 a3
Geïsoleerde geleiders en kabels met verbeterde brandprestatie	$B2_{ca}$	Zeer beperkt	
	C_{ca}	Beperkt	
Standaard geïsoleerde geleiders en standaardkabels	D_{ca}	Gemiddeld	
	E_{ca}	Hoog	
Geïsoleerde geleiders en kabels zonder brandprestatie	F_{ca}	Zeer hoog	

De beproevingsvoorwaarden zijn weergegeven in de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen of beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

De geïsoleerde geleiders en kabels met de kenmerken aangegeven in *tabel 4.7.* mogen enkel geplaatst worden in de volgende situaties:

1. elektrische installaties die zich niet bevinden in de gebouwen;
2. elektrische installaties die zich niet bevinden in de civieltechnische werken;
3. elektrische installaties van een industrieel proces dat bestemd is om mechanisch of chemisch materialen, goederen of producten in grote hoeveelheid te produceren of om te vormen. Voorbeelden hiervan zijn: productielijn van een product, walserij, installatie van aardolieraffinage en bijhorend tankpark, …
   Een elektrische installatie die de algemene werking van een gebouw of een civieltechnisch werk verzekert, wordt niet als een elektrische installatie van een industrieel proces beschouwd. Zoals bijvoorbeeld:
   - verlichtingsinstallaties en stopcontacten;
   - HVAC-installaties;
   - informatica-installaties;
   - installaties van een autonome voedingsbron (stroomgenerator, fotovoltaïsche installatie, …);
   - elektrische installaties of gedeelten van elektrische installaties in een hoogspanningscabine die de installaties van een gebouw of een civieltechnisch werk voeden;
   - voeding van een beschermingsinstallatie tegen brand (detectie, alarm, …);
   - voeding van een bewakingsinstallatie (camera, inbraakdetectie, …);
   - voeding van heftoestellen (lift, goederenlift, …).
4. geïsoleerde geleiders of kabels, die in een gebouw of een civieltechnisch werk binnenkomen, mits voldaan is aan de volgende voorwaarden:
   - hun lengte, in het gebouw of in het civieltechnisch werk, 10 m niet overschrijdt;
   - hun installatie zich beperkt tot het eerste compartiment.

Tabel 4.7. Kenmerken van de geïsoleerde geleiders en kabels met betrekking tot hun brandreactie

Kenmerken		
F	Primaire brandreactie: kwalificeert de geschiktheid van de geïsoleerde geleider of kabel om de vuurhaard te verspreiden en onderscheidt zich in twee subcategorieën met stijgende *strengheid*, als volgt gekenmerkt:	
	F1	betreft de geïsoleerde geleiders of kabels die, enkelvoudig gelegd en in de proefvoorwaarden, de vlam niet voortplanten en uit zichzelf doven op weinig afstand van de vuurhaard die hen doen ontvlammen heeft.
	F2	betreft de geïsoleerde geleiders of kabels F1 in bundel en in verticale positie die in de proefvoorwaarden de vlam niet voortplanten.
S	Secundaire brandreactie: kenmerkt de secundaire brandeffecten en kwalificeert de niet-metalen componenten van de geïsoleerde geleiders of kabels met betrekking tot de lichtondoorlatendheid van de rookgassen (subcategorie SD) en de zuurtegraad van de verbrandingsgassen (subcategorie SA).	
	SD	Geïsoleerde geleider of kabel waarvan de verbrandingsgassen doorschijnend zijn
	SA	Geïsoleerde geleider of kabel waarvan de verbrandingsgassen niet corrosief zijn

De beproevingsvoorwaarden zijn weergegeven in de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen of beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

c. Brandweerstand van de geïsoleerde geleiders en kabels

De geïsoleerde geleiders en kabels hebben een brandweerstand die wordt aangeduid en beoordeeld overeenkomstig de kenmerken weergegeven in *tabel 4.8.* en ze mogen geplaatst worden in alle soorten ruimten. Voor de classificatie m.b.t. de brandreactie is de *tabel 4.7.* van toepassing.

Moeten niet aan de eisen beantwoorden inzake de kenmerken van *tabel 4.8.*:
- de samenstellende geïsoleerde geleiders van een kabel;
- de interne bekabeling van de schakel- en verdeelborden en de schakel- en verdeelinrichtingen.

Tabel 4.8. Kenmerken van de geïsoleerde geleiders en kabels met betrekking tot hun brandweerstand

Kenmerken		
FR	Brandweerstand: kenmerkt de geschiktheid van een geïsoleerde geleider of kabel om in dienst te blijven in weerwil van een brandhaard. Deze categorie onderscheidt zich in twee subcategorieën:	
	FR1	heeft betrekking op proeven die toelaten het behoud van de elektrische functie te beoordelen bij laboratoriumomstandigheden (geïsoleerde geleider of kabel individueel getest)
	FR2	heeft betrekking op een proef die toelaat de tijdsduur te beoordelen gedurende dewelke het behoud van de elektrische functie verzekerd is (geïsoleerde geleider of kabel getest met draagstel en bevestiging)

De beproevingsvoorwaarden zijn weergegeven in de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen of beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

Indien alle samenstellende delen van het geheel (draagstel, geïsoleerde geleider, kabel en bevestiging) de vereiste brandweerstand voor het functiebehoud hebben en indien de samenstellende delen overeenkomstig de voorschriften van de fabrikanten geïnstalleerd zijn, dan wordt het geheel met een kenmerk equivalent aan FR2 beschouwd.

Elke geïsoleerde geleider of kabel die aan het draagstel van een geheel met het kenmerk FR2 of met een kenmerk equivalent aan FR2 wordt toegevoegd, dient het kenmerk FR2 of FR1 te bezitten.

Onderafdeling 4.3.3.5. Beschermingsmaatregelen tegen brand

a. Het elektrisch materieel

De keuze en de installatie van het elektrisch materieel moeten beantwoorden aan de voorschriften van *onderafdeling 5.1.1.2.* en *afdeling 5.2.8.*

Het elektrisch materieel geïnstalleerd op brandbare materialen is:
- hetzij voorzien van een omhulsel uit onbrandbaar, onbrandbaar gemaakt of zelfdovend materiaal;
- hetzij volledig gescheiden van deze brandbare materialen door elementen uit onbrandbaar, onbrandbaar gemaakt of zelfdovend materiaal.

Elektrisch materieel waarbij gevaar bestaat voor concentratie of bundeling van warmte moet:
- hetzij geïnstalleerd worden op of binnen materiaal dat dergelijke concentratie of bundeling van warmte verdraagt en dat een lage thermische warmtegeleiding bezit;
- hetzij voldoende ver van alle voorwerpen of delen van het bouwwerk worden verwijderd zodat deze geen gevolgen van een gevaarlijke warmteconcentratie of –bundeling ondervinden;
- hetzij worden gescheiden van deze voorwerpen of delen van het bouwwerk door materiaal dat dergelijke concentratie of bundeling van warmte verdraagt en een lage thermische warmtegeleiding bezit.

Indien elektrisch materieel, hetzij bij normale werking, hetzij bij beschadiging of verkeerd gebruik, gensters of vlammen kan voortbrengen, moet het:
- hetzij worden geïnstalleerd op voldoende afstand van alle voorwerpen of alle delen van het bouwwerk die het zou kunnen beschadigen;
- hetzij worden gescheiden van deze voorwerpen of delen van het bouwwerk door een thermisch isolerend scherm dat vervaardigd is uit onbrandbaar, onbrandbaar gemaakt, zelfdovend materiaal of materiaal dat weerstaat aan vlambogen;
- hetzij volledig worden omsloten door materialen die weerstaan aan vlambogen.

b. Geïsoleerde geleiders en kabels

b.1. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

De geïsoleerde geleiders en energiekabels beantwoorden ten minste aan de bepalingen van *afdeling 5.2.8.*

De kabels van de stekerbare installaties (systemen van toestelverbindingsstopcontacten voor vaste aansluitingen) en de kabels ten behoeve van communicatie en informatietechnologie, van signalisatie of bediening moeten aan de bepalingen van *afdeling 5.2.8.* voldoen.

De geïsoleerde geleiders en kabels bedoeld in de 1ste en de 2de alinea beantwoorden aan het kenmerk of de klasse van *punt c.* van *onderafdeling 5.2.8.1.:*
- voor de ruimten BE3, en
- voor de volgende plaatsingswijzen: constructieruimte en sierlijsten, plinten of lijsten gemaakt uit brandbaar materiaal.

b.2. Bij hoogspanning

De geïsoleerde geleiders en energiekabels beantwoorden ten minste aan de bepalingen van *afdeling 5.2.8.*

De geïsoleerde geleiders en kabels bedoeld in de 1ste en de 2de alinea beantwoorden aan het kenmerk of de klasse van *punt c.* van *onderafdeling 5.2.8.2.* voor de ruimten BE3.

c. Gevaarlijke lek- of foutstromen

Maatregelen moeten worden genomen om te verhinderen dat in normaal bedrijf of wegens een fout, een gevaarlijke lek- of foutstroom blijft bestaan. Deze maatregelen worden gecoördineerd met deze die worden genomen in het kader van de bescherming tegen elektrische schokken en de bescherming tegen overstroom.

Onderafdeling 4.3.3.6. Bijkomende beschermingsmaatregelen tegen brand in de ruimten met verhoogd brandgevaar

a. Algemeenheden

De elektrische installaties in de ruimten BE2 en BE3 worden beperkt tot deze die noodzakelijk zijn voor de uitbating van de ruimten.

In ruimten gekenmerkt door BE2 mogen ook de geïsoleerde geleiders en kabels bedoeld in de 1ste alinea van *punt c.* van *onderafdeling 4.3.3.6.* geïnstalleerd worden.

In de ruimten gekenmerkt door de uitwendige invloed BE3, zijn de voorschriften van *hoofdstuk 7.3.* van toepassing.

b. Het elektrisch materieel

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen ieder voor wat hem betreft, bij besluit, het gebruik van bepaald elektrisch materieel verbieden in ruimten waar verhoogd brandgevaar aanwezig is.

Bij laagspanning en bij zeer lage spanning: In plaatsen voor opslag en verwerking van brandbare stoffen en ontvlambare vloeistoffen met een vlampunt dat hoger is dan 55 °C (BE2):
- is het elektrisch materieel gebouwd opdat de temperatuur van zijn toegankelijke delen niet de ontsteking van de brandbare stoffen en de ontvlambare vloeistoffen in de nabijheid kan veroorzaken;
- is het elektrisch materieel in deze ruimten aangepast, in het bijzonder hun omhulsels. In geval van aanwezigheid van stof (AE4) moeten de omhulsels een beschermingsgraad hebben van ten minste IP5X, voor de verlichtingstoestellen wordt dit ten minste IP6X;

- worden de motoren die automatisch of vanop afstand bediend of die niet voortdurend worden bewaakt, moeten tegen hoge temperaturen door beschermingsinrichtingen tegen overbelastingen met manuele reset of door analoge inrichtingen worden beschermd. De automatische reset is toegelaten volgens de voorschriften van *onderafdeling 5.3.3.6.* (toestellen voor automatische wederinschakeling voor beschermingsinrichtingen). De motoren met een ster-driehoek aanloop, zonder automatische omschakeling van ster naar driehoek, moeten ook tegen de hoge temperaturen in de sterschakeling worden beschermd;
- moeten, bij gebruik van elektrische verwarming of ventilatie, de aanwezigheid van stof en de luchttemperatuur zodanig zijn dat brandgevaar zich niet kan voordoen. De temperatuurbegrenzers moeten een manuele reset hebben. De elektrische verwarmingstoestellen moeten geplaatst worden op niet-brandbare materialen en deze in de nabijheid van brandbare stoffen en ontvlambare vloeistoffen moeten met aangepaste hindernissen worden uitgerust die de ontsteking van deze stoffen en vloeistoffen vermijden. De accumulatieverwarmingstoestellen moeten geïnstalleerd worden dat het transport van stoffen en/of vezels naar de verwarmingselementen vermeden wordt.

Bij hoogspanning: In plaatsen voor opslag en verwerking van brandbare stoffen en ontvlambare vloeistoffen met een vlampunt dat hoger is dan 55 °C (BE2):

- is het elektrisch materieel gebouwd opdat de temperatuur van zijn toegankelijke delen niet de ontsteking van de brandbare stoffen en de ontvlambare vloeistoffen in de nabijheid kan veroorzaken;
- is het elektrisch materieel in deze ruimten aangepast, in het bijzonder hun omhulsels. In geval van aanwezigheid van stof (AE4) moeten de omhulsels een beschermingsgraad hebben van ten minste IP5X;
- worden de motoren die automatisch of vanop afstand bediend of die niet voortdurend worden bewaakt, moeten tegen hoge temperaturen door beschermingsinrichtingen tegen overbelastingen met manuele reset of door analoge inrichtingen worden beschermd. De automatische reset is toegelaten volgens de voorschriften van *onderafdeling 5.3.3.7.* (toestellen voor automatische wederinschakeling voor beschermingsinrichtingen). De motoren met een ster-driehoek aanloop, zonder automatische omschakeling van ster naar driehoek, moeten ook tegen de hoge temperaturen in de sterschakeling worden beschermd.

c. De geleiders en kabels in de ruimten BE2

De geïsoleerde geleiders en kabels die doorheen dergelijke ruimten lopen, maar die niet bestemd zijn voor de voeding van deze ruimten, mogen geen aftakkingen of verbindingen bevatten, tenzij deze aftakkingen of verbindingen zich in een omhulsel met een brandweerstand van ten minste ½ uur bevinden. Deze geïsoleerde geleiders en kabels moeten worden beschermd tegen overbelastingen en kortsluitingen door beschermingsinrichtingen die zich stroomopwaarts en buiten de betrokken ruimte bevinden.

De blanke geleiders mogen enkel geïnstalleerd worden in schakel- en verdeelborden en in schakel- en verdeelinrichtingen.

d. Gevaarlijke lek- of foutstromen bij laagspanning en bij zeer lage spanning

Het gebruik van het TN-C-net is verboden in de ruimten gekenmerkt door de uitwendige invloeden BE2 en/of BE3 en/of CA2.

In de ruimten gekenmerkt door de uitwendige invloeden BE2 en/of CA2 is het toegelaten dat het hoofdschakel- en verdeelbord in deze ruimten via een TN-C-net wordt gevoed.

In een IT-net, wanneer de automatische onderbreking een groter veiligheidsrisico inhoudt dan het risico te wijten aan de aanwezigheid van fout- of massafoutstromen, wordt een isolatiecontroletoestel voorzien dat aangesloten is op een doeltreffende meldinrichting. Organisatorische maatregelen zijn getroffen om onmiddellijk aan de gemelde gevaartoestand te verhelpen.

In een TN-S-net is het toegelaten geen differentieelstroominrichting te plaatsen voor de laagspanningsstroombanen voor zover:

- een bijkomende equipotentiale verbinding wordt geïnstalleerd met in dit geval een minimale doorsnede van 10 mm²; en
- de verbindingspunten van de bijkomende equipotentiale verbinding en een massa van buitenuit zichtbaar zijn.

Onderafdeling 4.3.3.7. Bijzondere beschermingsmaatregelen tegen brand

a. Vorming van rook bij brand

Het gebruik van geïsoleerde geleiders en energiekabels met de kenmerken SA en SD of met de aanvullende verklaringen a1 en s1 is verplicht voor de ruimten bedoeld in *tabel 4.9*.

Tabel 4.9. Ruimten die door de 1ste alinea van punt a. van onderafdeling 4.3.3.7. bedoeld worden

Ruimten
Evacuatiewegen in bouwwerken (bijvoorbeeld trappenhallen en gangen) met uitzondering van deze gelegen binnen de wooneenheden
Lokalen voor het publiek toegankelijk die minimum 50 personen kunnen ontvangen (zalen voor seminaries, sporthallen, schouwspelzalen…)
Tunnels beschouwd als bouwkundige kunstwerken

De uitbater of zijn afgevaardigde kan op basis van een risicoanalyse of wettelijke eisen bepalen dat andere ruimten, die niet door de *tabel 4.9*. bedoeld worden en waarvan de evacuatie van deze ruimten door de vorming van rook bij brand kan beïnvloed worden, het voorschrift van *punt a.* van *onderafdeling 4.3.3.7.* moeten respecteren.

De uitbater of zijn afgevaardigde stelt de lijst van de evacuatiewegen en de moeilijk evacueerbare ruimten bedoeld door het voorschrift van *punt a.* van *onderafdeling 4.3.3.7.* op en hij preciseert de referentie (risicoanalyse of wettelijke eis of *tabel 4.9.*) voor elke ruimte. De lijst van de evacuatiewegen en de moeilijk evacueerbare ruimten en de risicoanalyse worden ter beschikking gehouden van het erkend organisme en de met toezicht belaste ambtenaar.

Bij een gelijkvormigheidscontrole voor ingebruikname of een controlebezoek van een installatie wordt het evacuatieplan, dat de evacuatiewegen aanduidt, voorgelegd aan het erkend organisme belast met de controle of het bezoek.

De buizen, de open en gesloten goten, de kabelrekken, de verbindingen en de aftakdozen geïnstalleerd in de ruimten bedoeld in de voornoemde lijst die niet verzonken zijn, zijn halogeenvrij of bieden een veiligheidsniveau dat tenminste gelijkwaardig is.

Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

De kabels van de stekerbare installaties (systemen van toestelverbindingsstopcontacten voor vaste aansluitingen) en de kabels ten behoeve van communicatie en informatietechnologie, van signalisatie of bediening moeten aan deze bepaling voldoen.

Deze eis is niet van toepassing:

1. voor de geïsoleerde geleiders en kabels die zijn geïnstalleerd met de volgende plaatsingswijzen:
   - de geïsoleerde geleiders in buizen die in een onbrandbare bekleding met een minimale diepte van 3 cm zijn verzonken;
   - de kabels, al dan niet in buis, die in een onbrandbare bekleding met een minimale diepte van 3 cm zijn verzonken;
   - de luchtlijnen met geïsoleerde geleiders;
   - de ondergrondse kabels;
   - de kabels geplaatst in met zand gevulde kanalen;
   - de uiteinden van:
     - *ondergrondse kabels, of*
     - *kabels geplaatst in met zand gevulde kanalen, of*
     - *kabels, al dan niet in buis, die in een onbrandbare bekleding met een minimale inbouwdiepte van 3 cm zijn verzonken, of*
     - *geïsoleerde geleiders in een buis die in een onbrandbare bekleding met een minimale inbouwdiepte van 3 cm zijn verzonken,*

     aangebracht in openlucht of in opbouw, voor zover de lengte van deze uiteinden 3 m niet overschrijdt. Deze uitzondering van de uiteinden is nochtans niet toegelaten:
     - *voor de geïsoleerde geleiders en de kabels in openlucht of in opbouw voor een aansluiting op een laagspanningsverdeelnet;*
     - *voor de aftakkingskabels, al dan niet in buis, in openlucht of in opbouw;*
     - *voor de geïsoleerde aftakkingsgeleiders in een buis in openlucht of in opbouw.*
2. voor de geïsoleerde geleiders die zijn geïnstalleerd gebruik makend van een materiaal (bv. omhuld, bedekt, …) dat voor het geheel (geïsoleerde geleiders en materiaal) een equivalent kenmerk (SA en

SD) of klasse (a1 en s1) verzekert;
3. voor de kabels die zijn geïnstalleerd gebruik makend van een materiaal (bv. omhuld, bedekt, …) dat voor het geheel (kabels en materiaal) een equivalent kenmerk (SA en SD) of klasse (a1 en s1) verzekert;
4. de interne bekabeling van de schakel- en verdeelborden;
5. de samenstellende geïsoleerde geleiders van een kabel;
6. de geïsoleerde geleiders en de kabels van de stroombanen van een elektrische machine of toestel waarvan het geheel gedekt is door een EU-conformiteitsverklaring.

De geïsoleerde geleiders en kabels (laagspanning en zeer lage spanning) die niet bestaan met de kenmerken SA en SD of met de aanvullende verklaringen a1 en s1 moeten in overeenstemming met de uitzonderingen van *punten 1., 2.* en *3.* vermeld in de vorige alinea, geïnstalleerd worden.

Bij hoogspanning

Deze eis is niet van toepassing:

1. voor de geïsoleerde geleiders en kabels die zijn geïnstalleerd met de volgende plaatsingswijzen:
   - de luchtlijnen met geïsoleerde geleiders;
   - de ondergrondse kabels;
   - de kabels geplaatst in met zand gevulde kanalen;
   - de uiteinden van:
     - *ondergrondse kabels, of*
     - *kabels geplaatst in met zand gevulde kanalen,*

     aangebracht in openlucht of in opbouw, voor zover de lengte van deze uiteinden 3 m niet overschrijdt.
2. voor de geïsoleerde geleiders die zijn geïnstalleerd gebruik makend van een materiaal (bv. omhuld, bedekt, …) dat voor het geheel (geïsoleerde geleiders en materiaal) een equivalent kenmerk (SA en SD) of klasse (a1 en s1) verzekert;
3. voor de kabels die zijn geïnstalleerd gebruik makend van een materiaal (bv. omhuld, bedekt, …) dat voor het geheel (kabels en materiaal) een equivalent kenmerk (SA en SD) of klasse (a1 en s1) verzekert;
4. de interne bekabeling van de schakel- en verdeelinrichtingen;
5. de samenstellende geïsoleerde geleiders van een kabel;
6. de geïsoleerde geleiders en de kabels van de stroombanen van een elektrische machine of toestel waarvan het geheel gedekt is door een productnorm.

De geïsoleerde geleiders en kabels (hoogspanning) die niet bestaan met de kenmerken SA en SD of met de aanvullendeverklaringen a1 en s1 moeten in overeenstemming met de uitzonderingen van *punten 1., 2.* en *3.* vermeld in de vorige alinea, geïnstalleerd worden.

b. Ruimten met een vermogentransformator op hoogspanning die een brandbaar vloeibaar diëlektricum bevat

Constructieve maatregelen zijn genomen om bij lekken de verspreiding van brandbare vloeibare diëlektrica te voorkomen. Hiervoor mogen geen brandbare materialen gebruikt worden.

De scheidingselementen (wanden, vloeren, zolderingen, deuren, verluchtingsopeningen...) tussen een lokaal met een in *punt b.* bedoelde transformator en de belendende lokalen moeten een brandweerstand van minimum 1 uur hebben, overeenkomstig de door de Koning bekrachtigde of door de NBN geregistreerde normen of beantwoordend aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

Een van de volgende voorschriften is altijd van toepassing:
- ofwel moet de transformator individueel beschermd zijn tegen de thermische effecten veroorzaakt door interne defecten d.m.v. een doeltreffende elektrische beveiligingsinrichting;
- ofwel moet een afscheidingsput geïnstalleerd worden die het volume aan diëlektrische vloeistof van de transformator kan opvangen en er de natuurlijke doving van verzekert.

c. Ruimten met een droge vermogentransformator op hoogspanning

Constructieve maatregelen zijn genomen om de concentratie van warmte in de ruimten met een droge vermogentransformator op hoogspanning te voorkomen.

De droge vermogentransformatoren zijn uitgerust met een beveiliging die de transformator uitschakelt wanneer zijn hoogste toegelaten temperatuur bereikt wordt.

In afwijking van de 2de alinea van *punt c.*, is het toegelaten de transformator niet uit te schakelen, mits voldaan is aan de volgende voorwaarden:

- de transformator met een niet-betreedbaar omhulsel uitgerust is dat een voldoende bescherming biedt tegen rondvliegende onderdelen bij een interne explosie;
- de temperatuur van de transformator permanent bewaakt wordt;
- het overschrijden van de hoogste toegelaten temperatuur onmiddellijk wordt gemeld bij het exploitatiepersoneel;
- het exploitatiepersoneel voldoende gekwalificeerd en opgeleid is om de juiste maatregelen te nemen om schade aan de transformator te voorkomen;
- er voldoende tijd is om de noodzakelijke acties te nemen zodat de transformator manueel uitgeschakeld kan worden of de temperatuur van de transformator tot de normale bedrijfstemperatuur kan teruggebracht worden.

d. Ruimten met elektrisch materieel dat een brandbaar vloeibaar diëlektricum bevat

De voorschriften van *punt d.* betreffen niet de transformatoren bedoeld in *punt b.*

Wanneer, in eenzelfde lokaal, de totale hoeveelheid aan vloeibare diëlektrica met een vlampunt lager dan 300°C:
- ofwel meer is dan 25 l in een elektrische machine of toestel,
- ofwel meer is dan 50 l voor het geheel van alle elektrische machines of toestellen,

zijn de volgende voorschriften van toepassing:
- constructieve maatregelen zijn genomen om bij lekken de verspreiding van brandbare vloeibare diëlektrica te voorkomen. Hiervoor mogen geen brandbare materialen gebruikt worden;
- de scheidingselementen (wanden, vloeren, zolderingen, deuren, verluchtingsopeningen...) moeten tussen dit lokaal en de belendende lokalen een brandweerstand van minimum 1 uur hebben, overeenkomstig de door de Koning bekrachtigde of door de NBN geregistreerde normen of beantwoordend aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

e. Ruimten met batterij die een ontvlambaar elektrolyt bevat

De bijzondere voorschriften van *hoofdstuk 7.5.* (industriële accumulatorbatterijen) zijn ook van toepassing.

Afdeling 4.3.4. Bescherming tegen explosiegevaar in explosieve atmosferen

Specifieke bepalingen zijn van toepassing op de elektrische installaties in ruimten met explosiegevaar (zie *hoofdstuk 7.3.*).

Hoofdstuk 4.4. Elektrische bescherming tegen overstroom

Afdeling 4.4.1. Algemeenheden

Onderafdeling 4.4.1.1. Principe

De elektrische bescherming tegen overstromen moet vermijden dat het elektrisch materieel wordt doorlopen door stromen die schadelijk kunnen zijn voor het materieel zowel als voor de omgeving.

Deze bescherming moet gebeuren door een of meerdere toestellen die de stroom onderbreken vooraleer een opwarming kan ontstaan die gevaarlijk is voor de isolatie, de verbindingen, de geleiders en hun omgeving.

Onderafdeling 4.4.1.2. Overstromen

Overstromen in geleiders kunnen van drieërlei aard zijn, te weten:
1. overbelastingsstromen te wijten aan een verhoging van het door de gebruikstoestellen opgenomen vermogen tot boven normale capaciteit van de elektrische leiding, bijvoorbeeld:
   - als gevolg van het blokkeren van een gebruikstoestel wegens een mechanische overbelasting;
   - als gevolg van het aansluiten van bijkomende gebruikstoestellen zonder de doorsnede van de geleiders te vergroten;
   - als gevolg van het vervangen van bepaalde gebruikstoestellen door toestellen met groter vermogen, zonder de overeenkomstige aanpassing van de elektrische leiding uit te voeren;
2. impedante kortsluitstromen in elektrisch materieel; deze fouten, die een stroom veroorzaken met het karakter van een overbelastingsstroom, zijn afkomstig van de stroom door de ondeugdelijk geworden isolatie;
3. kortsluitstroom.

De overstromen, te wijten aan het niet aangepast zijn van de elektrische leidingen aan de gebruiksvoorwaarden, moeten verhinderd worden door het verzwaren van de elektrische voedingsleidingen.

Onderafdeling 4.4.1.3. Gemeenschappelijke beschermingsinrichting bij laagspanning en bij zeer lage spanning

Een enkele inrichting mag geplaatst worden voor de bescherming tegen overbelasting en kortsluiting voor zover dat haar karakteristieken de functies opgelegd in de *onderafdelingen 4.4.2.1.* en *4.4.4.2.* verenigen.

Onderafdeling 4.4.1.4. In serie geplaatste beschermingsinrichtingen bij laagspanning en bij zeer lage spanning

Indien de bescherming tegen overbelasting en tegen kortsluiting verzekerd wordt door afzonderlijke toestellen, moeten hun karakteristieken zo op elkaar afgestemd zijn dat de energie doorgelaten door de beschermingsinrichting tegen kortsluiting niet groter is dan de energie die de beschermingsinrichting tegen overbelasting en de beschermde elektrische leiding zonder beschadiging kunnen verdragen.

Het is toegelaten een beschermingsinrichting te gebruiken die een onderbrekingsvermogen heeft dat kleiner is dan de aangenomen kortsluitstroom op het punt van haar plaatsing. In dit geval moet echter stroomopwaarts een ander toestel geplaatst worden dat ten minste het nodige onderbrekingsvermogen bezit. Bovendien moeten de karakteristieken van het stroomopwaarts geplaatste toestel zo zijn dat de energie die het doorlaat, niet groter is dan deze die het stroomafwaarts geplaatste toestel en de door dat toestel beschermde elektrische leidingen zonder beschadiging kunnen verdragen.

Wanneer meerdere beschermingsinrichtingen in serie worden geplaatst, kunnen ze op elkaar worden afgestemd zodat in geval van een kortsluiting stroomafwaarts, de beschermingsinrichting stroomopwaarts bijdraagt tot het beperken van de energie die door de stroomafwaarts geplaatste beschermingsinrichtingen vloeit tot een waarde die kleiner is dan deze welke de stroomafwaarts geplaatste inrichtingen en de door deze beschermingsinrichtingen beschermde elektrische leidingen kunnen weerstaan overeenkomstig *punt b.* van *onderafdeling 4.4.2.2.*

Wanneer de beschermingsinrichting stroomafwaarts een automatische schakelaar is en de beschermingsinrichting stroomopwaarts een smeltveiligheid of een automatische schakelaar is, laat deze techniek toe dat de stroomafwaarts geplaatste automatische schakelaar een versterkt ultiem onderbrekingsvermogen heeft.

Wanneer de in serie geplaatste beschermingsinrichtingen automatische schakelaars zijn, wordt de begeleidingsbescherming filiatie genoemd.

Om de karakteristieken van de filiatie te bepalen, is het noodzakelijk de filiatietabellen van de beschermingsinrichtingen, die werden opgesteld overeenkomstig de productnormen van de automatische schakelaars, op te vragen.

Onderafdeling 4.4.1.5. Toelaatbare stroom in elektrische leidingen

De toelaatbare stroom I_Z van een elektrische leiding is functie van:
- de doorsnede van de geleiders;
- de isolatie van de geleiders;
- de samenstelling van de elektrische leiding;
- de plaatsing en de omgeving van de elektrische leiding;
- de omgevingstemperatuur.

De toelaatbare stromen hebben een zodanige waarde dat, door de opwarming van de geleiders ten gevolge van het Joule-effect, de temperatuur van de isolatie niet groter wordt dan deze die de isolatie gedurende onbepaalde tijd kan verdragen zonder haar eigenschappen in gevaar te brengen.

Ze moeten volgens de regels van goed vakmanschap berekend worden. De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben kunnen ieder voor wat hem betreft, bij besluit, nadere regels vaststellen met betrekking tot de berekening van de toelaatbare stroom.

Onderafdeling 4.4.1.6. Distributie- en transmissienetten

De bescherming tegen overstroom moet uitgevoerd worden overeenkomstig de onderafdelingen *4.4.2.1.*, *4.4.4.2.* en *5.2.4.2.*

Nochtans is het in de netten van de netbeheerders toegelaten de waarde van de toegelaten stroom Iz te bepalen volgens de regels van goed vakmanschap en rekening houdend met de uitbatingsvoorwaarden, zoals bij voorbeeld de cyclische belasting:
- ten aanzien van de bescherming tegen overbelasting en impedante kortsluitstromen kunnen de uitbatingsvoorwaarden ertoe leiden de levensduur van de kabelisolatie te beperken binnen de grenzen bepaald door de regels van goed vakmanschap;
- wat de kortsluitstromen betreft moet de bescherming ingrijpen binnen de kortst mogelijke tijd die verenigbaar is met de selectiviteit van de bescherming van het net.

Onderafdeling 4.4.1.7. Aansluitingen voor netgebruikers

De aansluitingen voor netgebruikers moeten uitgevoerd worden volgens de regels van goed vakmanschap.

Afdeling 4.4.2. Bescherming tegen kortsluiting bij lage en zeer lage spanning

Onderafdeling 4.4.2.1. Beschermingsinrichting tegen kortsluiting

Het toestel dat de bescherming tegen kortsluiting verzekert moet voldoen aan volgende twee voorwaarden:
1. zijn onderbrekingsvermogen moet ten minste gelijk zijn aan de te verwachten kortsluitstroom op de plaats waar het toestel aangebracht is, zoals bepaald volgens de regels van goed vakmanschap;
2. de werkingstijd van het toestel, dit wil zeggen de tijd nodig om de stroom te onderbreken die het gevolg is van een zuivere kortsluiting die zich in om het even welk punt van de stroombaan voordoet, mag niet groter zijn dan de tijd die nodig is om de temperatuur van de geleiders op hun toelaatbare waarde te brengen. Voor kortsluitingen met een duur van ten hoogste 5 seconden kan de tijd, die nodig is voor een kortsluitstroom om de temperatuur van de geleiders op de toelaatbare grens te brengen, afgeleid worden uit de volgende formule:

$$\sqrt{t} = \mathrm{k} \cdot \frac{S}{I}$$

Daarin is:
t: de tijd in seconden;
S: doorsnede van de geleiders in mm²;
I: stroomsterkte van de rechtstreekse kortsluiting, in A;
k: constante met een waarde die afhangt van de aard van het metaal van de geleiders en van hun isolatie; de verschillende waarden van k worden bij besluit vastgelegd door de Ministers die, respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben en dit ieder voor wat hem betreft.

Onderafdeling 4.4.2.2. Plaats van de beschermingsinrichting

a. Principe

Een beschermingsinrichting tegen kortsluiting moet geplaatst worden aan het begin van elke stroombaan, samengesteld uit elektrische leidingen met dezelfde karakteristieken.

Er wordt echter toegestaan geen beschermingsinrichting tegen kortsluiting te voorzien bij het begin van een stroombaan op voorwaarde dat de stroomopwaarts geplaatste beschermingsinrichting ook de bescherming van deze stroombaan kan verzekeren.

b. Vrijstelling

In afwijking van *punt a.* hiervoor, mag de beschermingsinrichting geplaatst worden op de elektrische leiding tot op een afstand van maximum 3 m van het begin van de stroombaan, op voorwaarde dat:
- in het gedeelte van de elektrische leiding tussen het begin en de beschermingsinrichting geen enkel andere inrichting geschakeld is die oorzaak kan zijn van bijzondere verwarming zoals bijvoorbeeld verbindingen, aftakkingen, vermindering van doorsnede, apparatuur.
- het betrokken deel van de elektrischeleiding niet geplaatst wordt in de nabijheid van brandbare materialen.

Naast de in *onderafdeling 5.2.4.2.* vermelde gevallen is het toegelaten elke kortsluitbeveiliging weg te laten als de elektrische leiding kort is en zodanig uitgevoerd dat:
- elk risico voor kortsluiting tot het minimum herleid is;
- de leiding verwijderd is van alle brandbaar materiaal.

Deze vrijstelling beoogt de hiernavolgende gevallen:
- de elektrische leidingen die generatoren, transformatoren, gelijkrichters, accumulatorbatterijen met hun respectievelijke bedieningsborden verbinden indien de beschermingsinrichtingen op deze

borden geplaatst zijn;
- meetstroombanen, behalve voltmeterstroombanen van een bord dat zelf railstellen bevat.

c. Beschermde lengte van de elektrische leidingen

De maximumlengte van de beschermde elektrische leidingen moet bepaald worden volgens de regels van goed vakmanschap. De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen ieder voor wat hem betreft, bij besluit, nadere regels vaststellen met betrekking tot de bepaling van de maximumlengte van de beschermde elektrische leidingen.

Afdeling 4.4.3. Bescherming tegen kortsluiting bij hoogspanning

Onderafdeling 4.4.3.1. Principe

Elektrisch materieel moet beschermd worden tegen kortsluiting door beschermingsinrichtingen die aangepast zijn aan het bijzonder karakter van dit materieel volgens de regels van goed vakmanschap.

Onderafdeling 4.4.3.2. Onderbrekingsvermogen

De inrichting welke deze bescherming verzekert moet een onderbrekingsvermogen hebben dat ten minste gelijk is aan het kortsluitvermogen dat op de plaats van haar gebruik kan voorkomen. Indien dit niet het geval is, moet zij op haar beurt beschermd worden door een inrichting die een dergelijk onderbrekingsvermogen bezit.

Onderafdeling 4.4.3.3. Kortsluitvermogen

Het is toegelaten dat men het kortsluitvermogen waarvan sprake in *onderafdeling 4.4.3.2.* bepaalt door de toestand van het net tijdens een gemiddelde uitbatingsdag als basis te nemen zoals bepaald volgens de regels van goed vakmanschap.

Onderafdeling 4.4.3.4. Kortsluitstroom

Bovendien moeten elektrische machines, toestellen en leidingen zonder gevaar voor personen de belastingen kunnen verdragen die te wijten zijn aan de kortsluitstroom die hen kan doorlopen. De waarde van de in aanmerking te nemen kortsluitstroom moet rekening houden met het beperkend vermogen van de beschermingsinrichting.

Afdeling 4.4.4. Bescherming tegen overbelasting bij lage en zeer lage spanning

Onderafdeling 4.4.4.1. Principe

Een beschermingsinrichting tegen overbelastingen moet in principe geplaatst worden waar een verandering van doorsnede, van aard, van plaatsingswijze of van samenstelling een vermindering van de waarde van de toegelaten stroom in de geleiders voor gevolg heeft.

Onderafdeling 4.4.4.2. Beschermingsinrichting tegen overbelasting

Het toestel dat de bescherming tegen overbelasting verzekert moet voldoen aan volgende twee voorwaarden:
1. zijn nominale stroom I_n moet groter zijn dan of gelijk aan de bedrijfsstroom I_B van de stroombaan en kleiner dan de toelaatbare stroom I_Z in de elektrische leiding die het beschermt;
2.a. de conventionele aanspreekstroom I_f, dit is de stroom die door de inrichting vloeit en haar uitschakeling tot gevolg heeft, moet kleiner zijn dan of gelijk aan 1,45 maal de toelaatbare stroom I_Z.
2.b. de conventionele niet-aanspreekstroom I_{nf}, dit is de stroom die door de inrichting vloeit zonder haar uitschakeling tot gevolg te hebben, moet kleiner zijn dan of gelijk aan 1,15 maal de toelaatbare stroom I_Z.

In de praktijk is I_f gelijk aan de aanspreekstroom in de overeengekomen tijd voor de automatische schakelaars en aan de smeltstroom in de overeengekomen tijd voor de smeltveiligheden van het type gL.

Onderafdeling 4.4.4.3. Vrijstellingen

De inrichting die een leiding tegen overbelastingen beschermt mag evenwel geplaatst worden op het traject van deze elektrische leiding indien het deel van de leiding, gelegen tussen de verandering van doorsnede, aard, plaatsingswijze of samenstelling enerzijds en de beschermingsinrichting anderzijds, voldoet aan volgende voorwaarden:
- het gedeelte van de elektrische leiding mag noch aftakkingen noch contactdozen bevatten;
- de lengte van de elektrische leiding mag maximaal 3 m bedragen, ze moet uitgevoerd zijn om

kortsluitrisico's tot een minimum te beperken en ze mag niet worden geplaatst in de nabijheid van brandbare materialen; indien haar lengte 3 m overtreft, moet ze beschermd worden tegen kortsluiting.

Uitgezonderd bij installaties in lokalen of plaatsen met de uitwendige invloeden BE2 of BE3 of CA2, is het toegelaten naast de in *onderafdeling 5.2.4.2.* aangegeven gevallen, in volgende gevallen van elektrische leidingen gevoed door een TT- of TN-netsysteem elke overbelastingsbeveiliging weg te laten:
- de elektrische leiding is stroomafwaarts gelegen van een verandering van doorsnede, van aard, van plaatsingswijze of van samenstelling en is doeltreffend beschermd tegen overbelasting door een stroomopwaarts geplaatste inrichting;
- de elektrische leiding kan niet doorlopen worden door een overbelastingsstroom, zij bevat noch aftakking, noch contactdoos en zij is beschermd tegen de kortsluiting.

Elke bescherming tegen overbelasting mag eveneens worden weggelaten in volgende gevallen:
- de elektrische leiding voedt een elektrische machine of gebruikstoestel met ingebouwde bescherming tegen overbelasting op voorwaarde dat zij aangepast is aan de elektrische leiding;
- de elektrische leiding voedt een vast aangesloten elektrische machine of gebruikstoestel, niet vatbaar voor overbelastingen en niet beveiligd tegen overbelastingen, waarvan de bedrijfsstroom niet groter is dan de toelaatbare stroom in de elektrische leiding zoals dit het geval is bij bepaalde verwarmingstoestellen of motoren waarvan de stroom bij geblokkeerde rotor niet groter is dan de toelaatbare stroom in de elektrische leiding;
- de elektrische leiding voedt meerdere individueel beveiligde aftakkingen, op voorwaarde dat de som van de nominale of ingestelde stromen van de beschermingsinrichtingen van de aftakkingen kleiner is dan de nominale of ingestelde stroom van de inrichting die de beschouwde elektrische leiding zou beschermen tegen overbelastingen;
- de elektrische leiding wordt gevoed door een bron waarvan de maximumstroom niet groter kan zijn dan de toelaatbare stroom in de elektrische leiding;
- de elektrische leiding voedt verlichtingstoestellen, indien het geheel uitgebaat is door een elektrische onderhoudsdienst en indien de doorsnede van de elektrische leiding bepaald is in functie van het totale maximumvermogen van de lampen en van de hulpmiddelen die de verlichtingstoestellen kunnen bevatten.

Als de elektrische leidingen gevoed worden door een net met IT-systeem dan is deze vrijstelling ondergeschikt aan de voorwaarde dat, hetzij in de bedoelde stroombaan geen fout kan ontstaan door het gebruik van materieel van de klasse II of materieel met een veiligheid gelijkwaardig met dit van de klasse II of door de uitvoering van de installatie volgens de beschermingsmaatregel «bijkomende isolatie bij het installeren» (zie *onderafdeling 2.4.2.2.*), hetzij de stroombaan doelmatig beschermd is door een differentieelstroominrichting.

Onderafdeling 4.4.4.4. Parallel verbonden elektrische leidingen

Indien meerdere elektrische leidingen parallel verbonden worden om een elementaire stroombaan te vormen mag een enkel beschermingstoestel gebruikt worden op voorwaarde dat alle elektrische leidingen dezelfde karakteristieken (aard, plaatsingswijze, lengte, doorsnede) hebben en ze geen aftakkingen hebben op hun traject. De waarde van de toelaatbare stroom die in aanmerking komt bij de keuze van het beschermingstoestel is de som van de toelaatbare stromen van elke elektrische leiding.

Afdeling 4.4.5. Bescherming tegen overstroom van de fasegeleiders en van de nulgeleider bij installaties op lage en zeer lage spanning

Onderafdeling 4.4.5.1. Onderbreking van de getroffen geleider

Alle fasegeleiders moeten beschermd zijn tegen overstroom. Deze bescherming moet de onderbreking veroorzaken van de geleider waarin de overstroom wordt waargenomen maar moet niet noodzakelijk de onderbreking veroorzaken van de andere actieve geleiders.

Indien de onderbreking van één enkele fase gevaar kan opleveren, bijvoorbeeld in geval van driefasige motoren, moeten gepaste maatregelen genomen worden.

Onderafdeling 4.4.5.2. Driefasige stroombanen in TT- en TN-netten met niet-verdeelde nulgeleider

In installaties, gevoed door een net met TT- of TN-systeem waarin de nulgeleider niet verdeeld is, hoeft de bescherming tegen overstroom niet voorzien te zijn op één van de fasegeleiders onder voorbehoud dat volgende voorwaarden gelijktijdig vervuld worden:
- stroomopwaarts of op hetzelfde niveau moet er een differentieelstroominrichting bestaan die de

onderbreking veroorzaakt van alle fasegeleiders;
- nulgeleiders mogen niet verdeeld worden vanaf een kunstmatig nulpunt in de stroomafwaarts gelegen stroombaan van het onder hoger vermeld streepje aangegeven beschermingstoestel.

Onderafdeling 4.4.5.3. Driefasige stroombanen in TT- en TN-netten met verdeelde nulgeleider

De bescherming van de nulgeleider geschiedt volgens de volgende voorwaarden:
- het is niet noodzakelijk een bescherming tegen overstroom noch een onderbrekingstoestel te voorzien voor de nulgeleider indien de doorsnede van deze nulgeleider ten minste gelijk of evenwaardig is aan deze van de fasegeleiders;
- wanneer de doorsnede van de nulgeleider kleiner is dan of niet ten minste evenwaardig is aan deze van de fasegeleiders, moet een bescherming tegen overstroom op de nulgeleider voorzien worden die aangepast is aan de doorsnede van deze geleider. Deze bescherming veroorzaakt de onderbreking van de fasegeleiders, maar niet noodzakelijk van de nulgeleider. In dat geval echter is het toegelaten de bescherming tegen overstroom niet te voorzien op de nulgeleider als aan volgende voorwaarden gelijktijdig voldaan wordt:
  - de nulgeleider moet beschermd zijn tegen kortsluiting door de beschermingsinrichting op de fasegeleiders van de stroombaan;
  - de maximumstroom die door de nulgeleider kan vloeien bij normaal gebruik moet kleiner zijn dan de waarde van de toelaatbare stroom in deze geleider.

Onderafdeling 4.4.5.4. IT-net met verdeelde nulgeleider

In installaties gevoed door een IT-net is de nulgeleider in principe niet verdeeld. Indien het echter om functionele redenen noodzakelijk is de nulgeleider te verdelen, moet een bescherming tegen overstroom voorzien worden op de nulgeleider van elke stroombaan. Deze bescherming moet de onderbreking van al de actieve geleiders van de overeenstemmende stroombaan, de nulgeleider inbegrepen, tot gevolg hebben.

Deze schikking is niet noodzakelijk:
- hetzij als de beschouwde stroombaan beschermd is door een differentieelstroominrichting waarvan de aanspreekstroom kleiner is dan of gelijk is aan 0,15 maal de toegelaten stroom in de overeenstemmende nulgeleider en die alle actieve geleiders van de overeenkomende stroombaan, de nulgeleider inbegrepen, onderbreekt;
- hetzij als de nulgeleider stroomopwaarts beschermd is door een beschermingsinrichting tegen kortsluiting.

Onderafdeling 4.4.5.5. PEN-geleider

Indien de nulgeleider tegelijkertijd de functie van beschermingsgeleider vervult is het verboden deze te onderbreken.

Onderafdeling 4.4.5.6. Onderbrekingsvolgorde van de fasegeleiders en de nulgeleider

Wanneer de onderbreking van de nulgeleider voorgeschreven is, moet de onderbreking en sluiting van de geleiders zo zijn dat de nulgeleider nooit vroeger onderbroken wordt dan de fasegeleiders en dat hij gesloten wordt gelijktijdig of eerder dan de fasegeleiders.

Afdeling 4.4.6. Bescherming tegen overbelasting bij hoogspanning

Onderafdeling 4.4.6.1. Principe

Elektrisch materieel moet beschermd worden tegen overbelasting door beschermingsinrichtingen met karakteristieken die aangepast zijn aan het bijzonder karakter van dit materieel volgens de regels van goed vakmanschap.

Onderafdeling 4.4.6.2. Uitzonderingen

Er wordt toegelaten een dergelijke beschermingsinrichting weg te laten:
- in het geval van elektrische machines of toestellen die constructief beschermd zijn tegen een abnormale stijging van de stroomsterkte of die beschermd zijn door speciale inrichtingen;
- stroomopwaarts van een transformator indien een dergelijke inrichting stroomafwaarts is geplaatst;
- in de voedingsstroombanen van meettransformatoren;
- in de bekrachtigingsstroombanen van generatoren of van motoren;
- in het geval van transformatoren met een maximumvermogen van 400 kVA die uitgebaat worden door verdelers van elektrische energie en geïnstalleerd zijn in plaatsen waar geen verhitting te

vrezen is die gevaarlijk is voor personen of goederen.

Voor de installaties voor transmissie en distributie van elektrische energie, wordt er ook toegelaten een dergelijke beschermingsinrichting weg te laten, mits voldaan is aan de volgende voorwaarden:
- deze installaties permanent bewaakt worden;
- een overbelasting onmiddellijk gemeld wordt bij het exploitatiepersoneel;
- het exploitatiepersoneel voldoende gekwalificeerd en opgeleid is om te juiste handelingen te treffen om schade aan de installatie te voorkomen;
- er voldoende tijd is om de noodzakelijke acties te nemen zodat de overbelasting afgeschakeld kan worden of tot de normale bedrijfsbelasting kan teruggebracht worden.

Hoofdstuk 4.5. Bescherming tegen overspanning

Afdeling 4.5.1. Algemeen principe

Personen en goederen moeten volgens de desbetreffende regels van goed vakmanschap beschermd worden tegen de schadelijke gevolgen van:
- een fout die kan voorkomen tussen de onder spanning staande delen van stroombanen op verschillende spanningen;
- overspanningen te wijten aan andere oorzaken, bijvoorbeeld atmosferische verschijnselen of eventuele overspanningen bij het schakelen.

De toestellen moeten derwijze uitgevoerd en geplaatst worden dat personen en goederen door hun werking niet in gevaar worden gebracht.

Afdeling 4.5.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

Onderafdeling 4.5.2.1. Voorzorgsmaatregelen bij het installeren

De elektrische installatie op laagspanning en op zeer lage spanning moet zodanig uitgevoerd worden dat de diëlektrische belasting, waaraan ze onderworpen kan worden, beperkt wordt teneinde een overslag naar de aarde te vermijden.

Onderafdeling 4.5.2.2. Overspanningsbegrenzer in IT-netten

In IT-netten moet, indien nodig, een overspanningsbegrenzer aangesloten worden op het beginpunt van de installatie tussen de aardverbinding van de installaties en hetzij de nulgeleider, hetzij een fasegeleider.

Onderafdeling 4.5.2.3. Gemeenschappelijke buizen voor energiegeleiders en telecommunicatiegeleiders

Het is verboden energiegeleiders en telecommunicatiegeleiders naast elkaar aan te brengen zonder er een scherm tussen te plaatsen, behalve wanneer het allebei kabels zijn. Deze vereiste is niet van toepassing voor telecommunicatiegeleiders als zij elektrische machines, toestellen of leidingen verbinden gelegen in ruimten van de elektrische dienst of in niet voor het publiek toegankelijke gewone ruimten.

Hoofdstuk 4.6. Bescherming tegen bepaalde andere uitwerkingen

Afdeling 4.6.1. Bescherming tegen de effecten van spanningsdalingen

Er moeten schikkingen getroffen worden opdat een belangrijke spanningsdaling of het verdwijnen van de spanning en haar terugkeer geen gevaar voor personen of goederen kan opleveren.

Beschermingsinrichtingen tegen de uitwerkingen van spanningsdaling of wegvallen van de spanning zijn noodzakelijk in installaties van gebouwen waarin veiligheidsverbruikers zijn voorzien en ze zijn eventueel noodzakelijk (bij het gebruik van een eventuele vervangingsbron in geval van het uitvallen van de normale bron) in installaties van gebouwen waarin kritische verbruikers zijn voorzien. Deze inrichtingen verzekeren zo nodig het inschakelen van veiligheidsbronnen of vervangingsbronnen en de voeding van de overeenstemmende elektrische machines en toestellen als de spanningsdaling de drempelwaarde van hun correcte werking overschreden heeft.

Afdeling 4.6.2. Bescherming tegen biologische effecten van elektrische en magnetische velden

Indien blijkt dat schadelijke biologische uitwerkingen worden veroorzaakt door elektrische en magnetische velden op het menselijk organisme, zullen de Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, bij besluit, de te nemen veiligheidsmaatregelen vastleggen en dit ieder voor wat hem betreft.

De Minister die de Energie onder zijn bevoegdheid heeft kan bij besluit vastleggen:
- de te nemen maatregelen om de rechtstreekse of onrechtstreekse uitwerking van elektrische en magnetische velden die worden voortgebracht door lijnen voor transmissie en distributie van elektrische energie op mens en huisdier, evenals op elektrische en/of elektronische toestellen of uitrustingen te beperken;
- de methodes om elektrische en magnetische velden te meten;
- de voorwaarden waaraan de toestellen voor meting van elektrische en magnetische velden moeten voldoen, evenals hun ijkprocedure;
- de voorwaarden waaraan de computerprogramma's moeten beantwoorden die worden gebruikt bij het voorafgaandelijk berekenen van de waarden van de elektrische en magnetische velden, evenals hun te volgen erkenningsprocedure.

De waarde van het elektrisch veld in normale bedrijfsomstandigheden, opgewekt door een installatie van transmissie of distributie van elektrische energie moet lager zijn dan waarden aangeduid in *tabel 4.10.*, gemeten op 1.5 meter van de grond of woningen:

Tabel 4.10. Maximale waarde van het niet-gestoorde elektrische veld

Plaats	Maximale waarde
In woongebieden of in gebieden voor woongebied bestemd volgens het gewestplan	5kV/m
In overspanning van wegen	7kV/m
Op andere plaatsen	10kV/m

Worden geaard de metalen onderdelen die, door hun aanwezigheid in het elektrisch veld opgewekt door een installatie van transmissie of distributie van elektrische energie, op een potentiaal worden gebracht die in een bestendig regime een contactstroom geeft van ten minste 1 mA.

Afdeling 4.6.3. Bescherming tegen besmettingsrisico's

De vereiste voorzorgen moeten, indien nodig, genomen worden om te vermijden dat bij een fout de behandelde producten door het elektrisch materieel, bijvoorbeeld bij het stukgaan van lampen of bij het lekken van vloeibare diëlektrica, zouden besmet worden.

Afdeling 4.6.4. Bescherming tegen risico's te wijten aan bewegingen

Wanneer het gaat om broze constructies of om constructies die onderhevig kunnen zijn aan beschadigingen die aan bewegingen te wijten zijn, moeten de elektrische installaties of delen ervan van die aard zijn dat ze de vervormingen kunnen opvangen zonder te worden beschadigd.

Deel 5. Keuze en gebruik van het materieel

HOOFDSTUK 5.1. GEMEENSCHAPPELIJKE REGELS VOOR AL HET MATERIEEL 107
Afdeling 5.1.1. Algemeenheden 107
Onderafdeling 5.1.1.1. Veiligheidsdoelstellingen 107
Onderafdeling 5.1.1.2. Algemeenheden met betrekking tot de voorzorgsmaatregelen tegen brand 107
Afdeling 5.1.2. Toepassingsgebied 107
Afdeling 5.1.3. Conformiteit met de normen 107
Onderafdeling 5.1.3.1. Algemeenheden 107
Onderafdeling 5.1.3.2. Uitzondering voor het hoogspanningsmaterieel 107
Onderafdeling 5.1.3.3. Differentieelstroominrichtingen bij laagspanning 108
Afdeling 5.1.4. Keuze en gebruik in functie van de uitwendige invloeden 108
Afdeling 5.1.5. Toegankelijkheid van het elektrisch materieel 108
Onderafdeling 5.1.5.1. Elektrische machines en toestellen 108
Onderafdeling 5.1.5.2. Elektrische leidingen 108
Afdeling 5.1.6. Markering 108
Onderafdeling 5.1.6.1. Identificatie van elektrische machines en toestellen 108
Onderafdeling 5.1.6.2. Kleurcode van geïsoleerde geleiders bij laagspanning en bij zeer lage spanning 108
HOOFDSTUK 5.2. AANVULLENDE REGELS VOOR DE LEIDINGEN 109
Afdeling 5.2.1. Algemeenheden 109
Onderafdeling 5.2.1.1. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning 109
Onderafdeling 5.2.1.2. Bij hoogspanning 111
Afdeling 5.2.2. Plaatsingswijzen 111
Onderafdeling 5.2.2.1. Plaatsingswijzen voor alle spanningsgebieden 111
Onderafdeling 5.2.2.2. Plaatsingswijzen voor laagspanning 112
Onderafdeling 5.2.2.3. Plaatsingswijzen bij zeer lage spanning 116
Onderafdeling 5.2.2.4. Plaatsingswijzen bij zeer lage veiligheidsspanning 116
Onderafdeling 5.2.2.5. Plaatsingswijzen bij hoogspanning 116
Onderafdeling 5.2.2.6. Bijkomende plaatsingswijze 119
Afdeling 5.2.3. Keuze en gebruik van leidingen in functie van de uitwendige invloeden 119
Onderafdeling 5.2.3.1. In functie van de omgevingstemperatuur (AA) 119
Onderafdeling 5.2.3.2. In functie van de aanwezigheid van water (AD) 119
Onderafdeling 5.2.3.3. In functie van de aanwezigheid van corrosieve en milieuverontreinigende stoffen (AF) 119
Onderafdeling 5.2.3.4. In functie van mechanische belasting veroorzaakt door schokken (AG) 120
Onderafdeling 5.2.3.5. In functie van mechanische belasting veroorzaakt door trillingen (AH) 120
Onderafdeling 5.2.3.6. In functie van de aanwezigheid van flora en/of schimmelvorming (AK) en fauna (AL) 120
Onderafdeling 5.2.3.7. In functie van elektromagnetische, elektrostatische of ioniserende invloeden (AM) en zonnestraling (AN) 120
Onderafdeling 5.2.3.8. In functie van de bescherming tegen elektrische schokken (BB en BC) 120
Onderafdeling 5.2.3.9. In functie de aard van de behandelde of opgeslagen goederen (BE), bouwmaterialen (CA) en de structuur van gebouwen (CB) 120
Afdeling 5.2.4. Toegelaten stromen – Bescherming tegen overstroom – Doorsnede van de geleiders 120
Onderafdeling 5.2.4.1. Algemeenheden 120
Onderafdeling 5.2.4.2. Toepassingsgebied 121
Onderafdeling 5.2.4.3. Bescherming van blanke geleiders verschillend van deze van luchtlijnen 121
Afdeling 5.2.5. Spanningsval 121

Afdeling 5.2.6. Verbindingen bij laagspanning en bij zeer lage spanning 121
Onderafdeling 5.2.6.1. Algemeenheden 121
Onderafdeling 5.2.6.2. Aansluiten van toestellen op installaties 122
Afdeling 5.2.7. Verbindingen bij hoogspanning 123
Afdeling 5.2.8. Keuze en gebruik ter beperking van de brandverspreiding 123
Onderafdeling 5.2.8.1. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning 123
Onderafdeling 5.2.8.2. Bij hoogspanning 124
Afdeling 5.2.9. Nabijheid van andere leidingen 125
Onderafdeling 5.2.9.1. Algemeenheden 125
Onderafdeling 5.2.9.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning 125
Afdeling 5.2.10. Bijzondere regels voor de verschillende plaatsingswijzen 126
Onderafdeling 5.2.10.1. Luchtlijnen 126
Onderafdeling 5.2.10.2. Ondergrondse elektrische leidingen 126
Onderafdeling 5.2.10.3. Buizen in magnetisch metaal bij hoogspanning 128
Onderafdeling 5.2.10.4. Bijzondere regels bij laagspanning en bij zeer lage spanning 128
HOOFDSTUK 5.3. ELEKTRISCHE APPARATUUR (BESCHERMING, BEDIENING, SCHEIDING EN TOEZICHT) 134
Afdeling 5.3.1. Algemeenheden 134
Afdeling 5.3.2. Keuze en ingebruikname van machines en elektrische toestellen in functie van de uitwendige invloeden 134
Onderafdeling 5.3.2.1. In functie van de omgevingstemperatuur (AA) 134
Onderafdeling 5.3.2.2. In functie van de aanwezigheid van water (AD) 135
Onderafdeling 5.3.2.3. In functie van de aanwezigheid van vreemde vaste lichamen (AE) 135
Onderafdeling 5.3.2.4. In functie van de aanwezigheid van corrosieve of milieuverontreinigende stoffen (AF) 135
Onderafdeling 5.3.2.5. In functie van mechanische belasting veroorzaakt door schokken (AG) 136
Onderafdeling 5.3.2.6. In functie van mechanische belasting veroorzaakt door trillingen (AH) 136
Onderafdeling 5.3.2.7. In functie van de aanwezigheid van flora en/of schimmelvorming (AK) en fauna (AL) 136
Onderafdeling 5.3.2.8. In functie van elektromagnetische, elektrostatische of ioniserende invloeden (AM) en zonnestraling (AN) 136
Onderafdeling 5.3.2.9. In functie van de bekwaamheid van personen (BA) 137
Onderafdeling 5.3.2.10. In functie van de toestand van het menselijk lichaam (BB) 137
Onderafdeling 5.3.2.11. In functie van contact met het aardpotentiaal door personen (BC) 137
Onderafdeling 5.3.2.12. In functie van de aard van de behandelde en opgeslagen goederen (BE) 137
Onderafdeling 5.3.2.13. In functie van de bouwmaterialen (CA) 137
Onderafdeling 5.3.2.14. In functie van de structuur van gebouwen (CB) 138
Afdeling 5.3.3. Bedienings- en scheidingswijzen 138
Onderafdeling 5.3.3.1. Veiligheidsonderbreking 138
Onderafdeling 5.3.3.2. Aarden bij hoogspanning 142
Onderafdeling 5.3.3.3. Functionele besturing 142
Onderafdeling 5.3.3.4. Gelijktijdige functies 143
Onderafdeling 5.3.3.5. Voorschriften voor stopcontacten bij laagspanning en bij zeer lage spanning 143
Onderafdeling 5.3.3.6. Toestellen voor automatische wederinschakeling voor automatische schakelaars en differentieelstroominrichtingen (Bij laagspanning en bij zeer lage spanning) 143
Onderafdeling 5.3.3.7. Toestellen voor automatische wederinschakeling voor overstroom-beschermingstoestellen (Bij hoogspanning) 144
Afdeling 5.3.4. Gebruikstoestellen gevoed op laagspanning en op zeer lage spanning 145
Onderafdeling 5.3.4.1. Verlichtingstoestellen 145
Onderafdeling 5.3.4.2. Verwarmingstoestellen 146

Onderafdeling 5.3.4.3. Haspels 147
Onderafdeling 5.3.4.4. Verlengsnoeren 147
Onderafdeling 5.3.4.5. Draagbaar gereedschap met motor 147
Afdeling 5.3.5. Installatiemateriëel bij laagspanning en bij zeer lage spanning 147
Onderafdeling 5.3.5.1. Schakel- en verdeelborden 147
Onderafdeling 5.3.5.2. Stopcontacten 148
Onderafdeling 5.3.5.3. Differentieelstroominrichtingen 148
Onderafdeling 5.3.5.4. Schakelaars en andere bedieningstoestellen 150
Onderafdeling 5.3.5.5. Smeltveiligheden, automatische schakelaars 150
Afdeling 5.3.6. Schakelmaterieelcombinaties bij laagspanning 153
Onderafdeling 5.3.6.1. Algemene voorschriften 153
Onderafdeling 5.3.6.2. Bedienings- en verdeelinrichtingen 153
Afdeling 5.3.7. Meetstroombanen 153
Onderafdeling 5.3.7.1. Algemeenheden 153
Onderafdeling 5.3.7.2. Aarding van hoogspanningsmeetstroombanen 153
Onderafdeling 5.3.7.3. Hoogspanningsmeetstroombanen 153
Onderafdeling 5.3.7.4. Stroommeetstroombanen 154
HOOFDSTUK 5.4. AARDINGEN, BESCHERMINGSGELEIDERS EN EQUIPOTENTIALE VERBINDINGEN BIJ LAAGSPANNING EN BIJ ZEER LAGE SPANNING 154
Afdeling 5.4.1. Algemeenheden 154
Afdeling 5.4.2. Aardingsinstallaties 154
Onderafdeling 5.4.2.1. Aardverbinding 154
Onderafdeling 5.4.2.2. Aardgeleider 154
Afdeling 5.4.3. Beschermingsgeleiders 154
Onderafdeling 5.4.3.1. Aard van de geleiders 154
Onderafdeling 5.4.3.2. Minimumdoorsnede van de geleiders 155
Onderafdeling 5.4.3.3. Merken van de geleiders 156
Onderafdeling 5.4.3.4. Installeren van de geleiders 157
Onderafdeling 5.4.3.5. Elektrische continuïteit 157
Onderafdeling 5.4.3.6. Verbinding van de beschermingsgeleiders met het elektrisch materieel 157
Afdeling 5.4.4. Equipotentiale verbindingen 157
Onderafdeling 5.4.4.1. Hoofdequipotentiale verbindingen 157
Onderafdeling 5.4.4.2. Bijkomende equipotentiale verbindingen 157
HOOFDSTUK 5.5. AARDINGEN, BESCHERMINGSGELEIDERS EN EQUIPOTENTIALE VERBINDINGEN BIJ HOOGSPANNING 158
Afdeling 5.5.1. Basisvereisten 158
Onderafdeling 5.5.1.1. Algemeenheden 158
Onderafdeling 5.5.1.2. Weerstand t.o.v. mechanische en chemische invloeden 158
Onderafdeling 5.5.1.3. Weerstand t.o.v. thermische uitwerkingen door foutstromen 158
Afdeling 5.5.2. Verwezenlijking van de aardverbindingen 161
Onderafdeling 5.5.2.1. Algemeenheden 161
Onderafdeling 5.5.2.2. Kenmerken 162
Onderafdeling 5.5.2.3. Globale aarding 163
Afdeling 5.5.3. Verwezenlijking van de beschermingsgeleiders 164
Onderafdeling 5.5.3.1. Aard van de geleiders 164
Onderafdeling 5.5.3.2. Minimumdoorsnede van de geleiders 164
Onderafdeling 5.5.3.3. Installeren van de geleiders 164
Onderafdeling 5.5.3.4. Merken van de geleiders 165
Onderafdeling 5.5.3.5. Verbinding van de geleiders met het elektrisch materieel 165
HOOFDSTUK 5.6. VEILIGHEIDSINSTALLATIES (BIJ LAAGSPANNING EN BIJ ZEER LAGE SPANNING) ... 165
Afdeling 5.6.1. Algemeenheden 165
Afdeling 5.6.2. Doelen 166

Afdeling 5.6.3. Bepaling van de veiligheidsinstallaties 166
Afdeling 5.6.4. Bepaling van de tijd van functiebehoud van de veiligheidsverbruikers..... 166
Afdeling 5.6.5. Maatregelen te nemen bij het uitvallen van de normale bron..... 166
Onderafdeling 5.6.5.1. Veiligheidsverbruikers met geïntegreerde veiligheidsbron.....166
Onderafdeling 5.6.5.2. Veiligheidsverbruikers met niet-geïntegreerde veiligheidsbron 167
Afdeling 5.6.6. Maatregelen te nemen bij een brand..... 168
Onderafdeling 5.6.6.1. Algemeenheden.....168
Onderafdeling 5.6.6.2. Niet-geïntegreerde veiligheidsbron.....168
Onderafdeling 5.6.6.3. Schakel- en verdeelborden van de veiligheidsstroombanen (in dit Boek veiligheidsbord genoemd).....168
Onderafdeling 5.6.6.4. Elektrische leidingen van de veiligheidsstroombanen.....169
Afdeling 5.6.7. Maatregelen te nemen bij een elektrische fout 170
Onderafdeling 5.6.7.1. Algemeenheden.....170
Onderafdeling 5.6.7.2. Algemene beschermingsmaatregelen van de veiligheidsstroombanen170
Onderafdeling 5.6.7.3. Bescherming tegen overbelasting in de veiligheidsstroombanen...171
Onderafdeling 5.6.7.4. Bescherming tegen kortsluiting in de veiligheidsstroombanen 171
Onderafdeling 5.6.7.5. Bescherming tegen aardfouten in de veiligheidsstroombanen.....171
Afdeling 5.6.8. Bijzondere voorschriften..... 172
HOOFDSTUK 5.7. KRITISCHE INSTALLATIES (BIJ LAAGSPANNING EN BIJ ZEER LAGE SPANNING) 173
Afdeling 5.7.1. Algemeenheden..... 173
Afdeling 5.7.2. Te nemen beschermingsmaatregelen..... 174
Onderafdeling 5.7.2.1. Algemeenheden.....174
Onderafdeling 5.7.2.2. Bij het uitvallen van de normale bron.....174
Onderafdeling 5.7.2.3. Bij een brand 174
Onderafdeling 5.7.2.4. Bij een elektrische fout 175
Onderafdeling 5.7.2.5. Bijzondere voorschriften 176

Hoofdstuk 5.1. Gemeenschappelijke regels voor al het materieel

Afdeling 5.1.1. Algemeenheden

Onderafdeling 5.1.1.1. Veiligheidsdoelstellingen

Het elektrisch materieel moet gekozen en geïnstalleerd worden om te voldoen aan:

- de voorschriften van dit Boek;
- de voorwaarden van de te verwachten uitwendige invloeden;

zodat personen en goederen geen gevaar zouden lopen.

Onderafdeling 5.1.1.2. Algemeenheden met betrekking tot de voorzorgsmaatregelen tegen brand

Het elektrisch materieel moet zodanig gekozen en geïnstalleerd worden dat er geen gevaar bestaat enerzijds voor personen anderzijds voor voorwerpen en materiaal in de nabijheid. Bijzondere aandacht dient te worden besteed aan de aansluitingen en verbindingen van het elektrisch materieel.

Het elektrisch materieel moet zo opgevat en geïnstalleerd worden dat de warmteafgifte, voortgebracht in normaal bedrijf door dit elektrisch materieel, niet wordt gehinderd.

Indien natuurlijke verluchting niet volstaat om een overmatige warmteconcentratie te vermijden moet een gepast warmteafvoersysteem worden voorzien.

In het kader van de beveiliging tegen brand zijn bijkomende regels gedefinieerd in de *afdeling 4.3.3.*

Afdeling 5.1.2. Toepassingsgebied

Deze voorschriften zijn van toepassing op:
- elektrisch materieel voor zeer lage spanning;
- elektrisch materieel voor laagspanning;
- elektrisch materieel voor hoogspanning.

Afdeling 5.1.3. Conformiteit met de normen

Onderafdeling 5.1.3.1. Algemeenheden

De fundamentele principes voor het elektrisch materieel zijn bepaald in afdeling *1.4.2.*

Elektrisch materieel wordt verondersteld de vereiste veiligheid te bieden:
- hetzij wanneer het overeenkomstig is met de criteria bedoeld in het Wetboek van economisch recht, Boek IX, Veiligheid van producten en diensten, wat betreft het op de markt brengen van niet-gereglementeerd elektrisch materieel en in zijn uitvoeringshandelingen;
- voor elektrisch materieel voor hoogspanning dat deel uitmaakt van een geheel dat met goed resultaat de proeven van het isoleringsniveau heeft doorstaan en voorzien is van een kenplaat waarop de spanningen, tijdens deze proeven aangewend, zijn aangeduid. De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, stellen ieder voor wat hem betreft, eventueel per geval, bij besluit, de voorwaarden van deze proeven vast.

Onderafdeling 5.1.3.2. Uitzondering voor het hoogspanningsmaterieel

Indien het hoogspanningsmaterieel niet voldoet aan de voorschriften van *onderafdeling 5.1.3.1.*, moet het zodanig ontworpen, vervaardigd en geplaatst zijn dat de luchtafstand tussen de blanke delen onder spanning, tussen deze delen en de massa of tussen blanke onder spanning staande delen van een zelfde fase wanneer ze in geopende stand gescheiden zijn, ten minste gelijk is aan:

$$d = 50 + 6{,}75\ (U_N - 1)$$

Daarin is:
- d: *de voorgenoemde afstand in mm;*
- U_N: de nominale spanning tussen fasen van het toestel uitgedrukt in kV en afgerond naar de hogere eenheid.

Wanneer de blanke oppervlakken door een of meerdere isolerende stoffen andere dan de lucht geïsoleerd zijn, het luchtledige inbegrepen, moet het isolatiepeil dat voortvloeit uit de kleinere afstanden die bestaan tussen de in het voorgaande lid vermelde delen ten minste gelijk zijn aan dit tot

stand gebracht door de luchtafstanden die voortvloeien uit de toepassing van de formule van het voorgaande lid.

Onderafdeling 5.1.3.3. Differentieelstroominrichtingen bij laagspanning

De differentieelstroominrichtingen moeten voldoen hetzij aan de schikkingen van de desbetreffende normen, door de Koning bekrachtigd of door het NBN geregistreerd, hetzij aan de schikkingen vastgelegd, bij besluit, door de Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben en dit ieder voor zijn domein, hetzij aan bepalingen die een ten minste gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

Afdeling 5.1.4. Keuze en gebruik in functie van de uitwendige invloeden

De keuze en het gebruik van elektrisch materieel geschieden in functie van de aanwezige uitwendige invloeden. De Ministers, die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben en dit ieder wat hem betreft, kunnen bijkomende voorwaarden vaststellen met betrekking tot de keuze en het gebruik van elektrisch materieel. Bij ontstentenis daarvan, worden de keuze en het gebruik van elektrisch materieel gemaakt in akkoord met de vertegenwoordiger van het in *hoofdstuk 6.3.* bedoeld erkend keuringsorganisme.

Wanneer verschillende uitwendige invloeden zich gelijktijdig kunnen voordoen, kunnen hun gevolgen onafhankelijk zijn of elkaar onderling beïnvloeden en, in dit geval, de keuze van de beschermingsgraad wijzigen.

Wanneer nochtans het elektrisch materieel door constructie de vereiste eigenschappen niet bezit, mag het toch gebruikt worden op voorwaarde dat het bij het installeren wordt voorzien van een bijkomende bescherming waardoor gelijkwaardige eigenschappen verzekerd worden. Deze bijkomende bescherming mag de werking van het aldus beschermd elektrisch materieel niet schaden.

Afdeling 5.1.5. Toegankelijkheid van het elektrisch materieel

Onderafdeling 5.1.5.1. Elektrische machines en toestellen

De elektrische machines en toestellen moeten zo ontworpen en geïnstalleerd zijn dat een gemakkelijke bediening, toezicht en onderhoud evenals de bereikbaarheid van de verbindingen verzekerd is. Deze vereiste geldt eveneens wanneer elektrische machines en toestellen geïnstalleerd zijn in omhulsels of vakken van omhulsels.

Onderafdeling 5.1.5.2. Elektrische leidingen

Elektrische leidingen moeten derwijze geplaatst worden dat steeds hun isolatie kan gemeten worden, na zo nodig buitenspanningstelling, en dat de plaats van eventuele fouten alsook de juiste aard van de toevallige fouten kan bepaald worden.

Afdeling 5.1.6. Markering

Onderafdeling 5.1.6.1. Identificatie van elektrische machines en toestellen

Aanduidingen laten toe de bestemming van elektrische machines en toestellen te herkennen tenzij iedere mogelijkheid tot vergissen uitgesloten is.

Onderafdeling 5.1.6.2. Kleurcode van geïsoleerde geleiders bij laagspanning en bij zeer lage spanning

In de buizen en de elektrische leidingen moeten de met vaste isolatiematerialen geïsoleerde geleiders, gemerkt door een groen/gele kleurcombinatie gebruikt worden:
- als beschermingsgeleider (PE al dan niet geaard);
- als nulgeleider, indien deze eveneens als beschermingsgeleider dient (PEN-geleider).

De voormelde kleurcombinatie is aanwezig over de gehele lengte van de geïsoleerde geleiders.

Het gebruik van de groene en/of gele kleur, alsmede het gebruik van één van deze kleuren in een veelkleurige combinatie is verboden in de isolatiematerialen van actieve geleiders met uitzondering van de nulgeleider die de functie van beschermingsgeleider (PEN) vervult.

In afwijking van de voorschriften van het voorgaande lid, is het gebruik van de groene of gele kleur toegelaten in elektrische leidingen die deel uitmaken van bedienings-, controle-, signalisatie- of meetstroombanen voor zover hun geleiderdoorsnede kleiner is dan 1,5 mm^2.

Met uitzondering van halfvlakke VTLBp-kabels moet de met vaste isolatiematerialen geïsoleerde geleider, gemerkt door de blauwe kleur, voorbehouden worden aan de nul- of compensatorgeleider (N) in de stroombanen die zulk een geleider bezitten.

Wanneer de stroombaan geen nulgeleider bevat, mag de blauwe geleider van meerpolige kabels voor een ander doel gebruikt worden, behalve als beschermingsgeleider.

Hoofdstuk 5.2. Aanvullende regels voor de leidingen

Afdeling 5.2.1. Algemeenheden

Onderafdeling 5.2.1.1. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

a. Identificatiecode van elektrische leidingen

De identificatiecode van de elektrische leidingen wordt bepaald door de desbetreffende norm, door de Koning bekrachtigd of door het NBN geregistreerd of beantwoordt aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm.

b. Keuze van elektrische leidingen

De elektrische leidingen die geen integrerend deel uitmaken van een elektrische machine of toestel, en in het bijzonder hun doorsneden, worden derwijze gekozen dat:
- tenzij tegenstrijdige omschrijving bepaald in dit Boek, hun toegelaten stroom I_z, zoals bepaald in *onderafdeling 4.4.1.5.*, ten minste gelijk is aan de bedrijfsstroom I_B van de beschouwde stroombaan;
- de spanningsval onder de normale bedrijfsvoorwaarden verenigbaar is met de bedrijfszekere werking van de gevoede elektrische machines en toestellen;
- de elektrodynamische invloeden die kunnen voorkomen in geval van kortsluiting de veiligheid niet in gevaar brengen;
- de andere mechanische invloeden, voorzien in de regels van goed vakmanschap, ze niet beschadigen;
- de waarde van de impedantie van de stroombaan verenigbaar is met de werking van de beveiliging opgelegd door dit Boek.

De Ministers die bevoegdheid hebben respectievelijk over Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk mogen, bij besluit, nadere regels vaststellen met betrekking tot de berekening van de doorsnede van de elektrische leidingen.

Het is verboden voor de normale transmissie van elektrische energie als geleider te gebruiken:
- water- of gasleidingen;
- metalen delen van een constructie;
- de metalen omhulsels van geïsoleerde elektrische geleiders;
- verwarmingsbanen;
- de grond.

De elektrische leidingen worden gekozen in functie van de aanwezige uitwendige invloeden en de karakteristieken van de installatie (spanning, stroom, vermogen, compatibiliteit…).

Voor de elektrische leidingen die geen integrerend deel uitmaken van een elektrische machine of toestel, wordt het gebruik van geïsoleerde geleiders met een doorsnede kleiner dan 2,5 mm² verboden.

Nochtans worden uitzonderingen toegestaan voor de geleiders van de elektrische leidingen, opgenomen in *tabel 5.1.*

Tabel 5.1. Elektrische leidingen waarvan de geleiders een doorsnede kleiner dan 2,5 mm² mogen hebben

Minimale doorsnede (mm²)	*Elektrische leidingen*
1,5	Elektrische leidingen die deel uitmaken van stroombanen zonder contactdoos, met uitzondering van één enkele contactdoos met een nominale stroomsterkte van 2,5 A ingebouwd in verlichtingsarmaturen.
1	Elektrische leidingen die deel uitmaken van stroombanen ingebouwd in schakel- en verdeelborden en die enkel een stopcontact voeden. De beschermingsinrichtingen van deze elektrische leidingen moeten aangepast worden voor de doorsnede van deze elektrische leidingen.
0,75	
0,5	Elektrische leidingen die deel uitmaken van bedienings-, controle-, signalisatie- of meetstroombanen.

c. Plaatsing van de geleiders

Een meeraderige kabel of een groepering van geleiders mogen stroombanen op verschillende spanningen bevatten op voorwaarde dat de geleiders geïsoleerd zijn, hetzij individueel, hetzij collectief, voor de hoogst voorkomende spanning.

In dat geval moeten maatregelen genomen worden overeenkomstig de regels van goed vakmanschap om te vermijden dat bij een eventueel galvanisch contact tussen geleiders van verschillende stroombanen de veiligheid van personen evenals het behoud van de goederen in gevaar wordt gebracht.

De éénaderige kabels en de geïsoleerde geleiders behorend tot eenzelfde stroombaan moeten in de onmiddellijke nabijheid van elkaar geplaatst worden. Deze regel is eveneens van toepassing op de bijhorende bescherm²ingsgeleider.

d. Isolatie van de geleiders

d.1. Algemeenheden

In gewone ruimten moeten alle actieve geleiders van elektrische leidingen in principe samengesteld zijn uit geleiders die op een zekere en duurzame wijze met behulp van een continue bekleding geïsoleerd zijn.

Anderzijds moeten de geprefabriceerde leidingen conform de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen zijn of beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

Het is evenwel toegelaten blanke actieve geleiders te gebruiken mits eerbiediging van de voorschriften met betrekking tot de gedeeltelijke bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking hetzij door het buiten bereik stellen door middel van verwijdering volgens de voorschriften van *4.2.2.1.d.1.,* hetzij door middel van hindernissen volgens de voorschriften van *4.2.2.1.e.1.*

d.2. Specifieke voorschriften voor installatie op ZLVS en op ZLBS

In de binneninstallaties moeten alle actieve geleiders samengesteld zijn uit geleiders die op een zekere en duurzame wijze geïsoleerd zijn. Het is evenwel toegelaten blanke geleiders te gebruiken:
- wanneer de voorschriften van *4.2.2.1.h.* de bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking geëerbiedigd worden;
- voor het gebruik van geprefabriceerde leidingen, indien ze conform de desbetreffende, door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen zijn of indien ze beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

e. Mechanische weerstand - doorvoeren

De plaatsing van de elektrische leidingen moet zodanig uitgevoerd worden dat ze een voldoende mechanische weerstand behouden, rekening houdend met de belastingsomstandigheden waaraan ze blootgesteld worden.

Elektrische leidingen die bijzonder aan mechanische beschadigingen blootgesteld zijn, moeten van het gepantserd type zijn of voorzien worden van een speciale bescherming die hen hiertegen vrijwaart.

Voor de doorvoeren tussen lokalen welke belangrijke verschillen in hygrometrische toestand vertonen, moeten speciale voorzorgsmaatregelen genomen worden om het indringen en de condensatie van water in de doorvoeren te vermijden. Indien de doorvoeren uitgevoerd worden door middel van niet-afgedichte buizen moeten deze afhellen naar het vochtigste lokaal en worden ze derwijze geplaatst dat de geleiders vrij geventileerd worden.

Dezelfde voorzorgsmaatregelen moeten genomen worden voor de doorvoeren naar buiten.

De doorvoeren die uitmonden in een lokaal met de uitwendige invloeden BE2 en/of AF4 moeten langs de zijde van dit lokaal afgedicht worden.

Bij doorvoeren van vloeren moet ter hoogte van de afgewerkte vloer de bescherming van de elektrische leiding verzekerd worden tegen mechanische beschadiging en vloeistoffen die op de afgewerkte vloer kunnen uitgegoten worden. Indien de doorvoer wordt uitgevoerd als in buizen geplaatste geleiders zijn deze waterdicht en hun bovenkant steekt boven de vloer uit op een hoogte ten minste gelijk aan deze van de plinten indien aanwezig en met een minimum van 10 cm.

Onderafdeling 5.2.1.2. Bij hoogspanning

De elektrische leidingen moeten geplaatst worden overeenkomstig de desbetreffende regels van goed vakmanschap.

De identificatiecode van de elektrische leidingen wordt bepaald door de desbetreffende norm, door de Koning bekrachtigd of door het NBN geregistreerd of beantwoordt aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm.

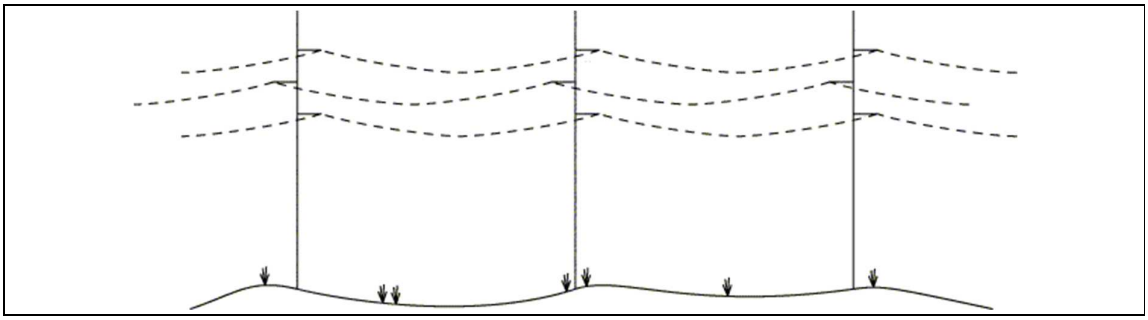
Afdeling 5.2.2. Plaatsingswijzen

Onderafdeling 5.2.2.1. Plaatsingswijzen voor alle spanningsgebieden

De elektrische leidingen mogen, onder voorbehoud van hun aard, op volgende wijzen aangebracht worden:

a. als luchtlijnen;

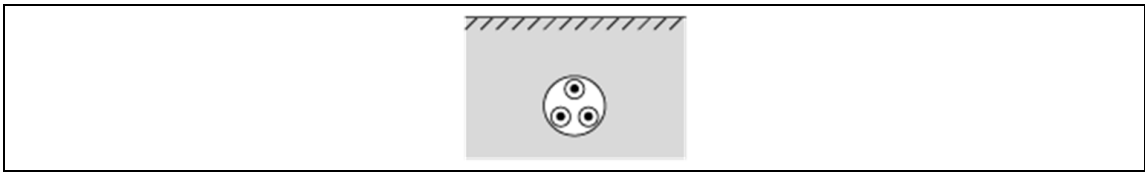
Figuur 5.1. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Luchtlijnen



b. als ondergrondse elektrische leidingen;

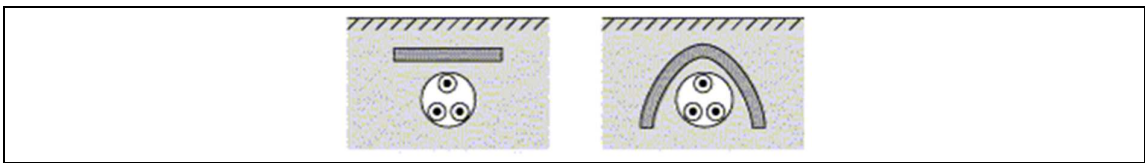
b.1. rechtstreeks ingegraven

Figuur 5.2. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Rechtstreeks ingegraven ondergrondse elektrische leidingen



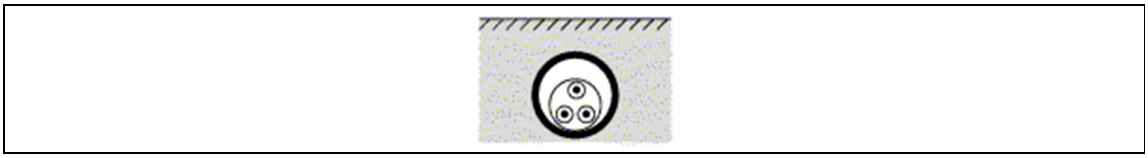
b.2. ingegraven met mechanische bescherming

Figuur 5.3. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Ondergrondse elektrische leidingen ingegraven met mechanische bescherming



b.3. ingegraven en in een huls

Figuur 5.4. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Ondergrondse elektrische leidingen, ingegraven en in een huls



Onderafdeling 5.2.2.2. Plaatsingswijzen voor laagspanning

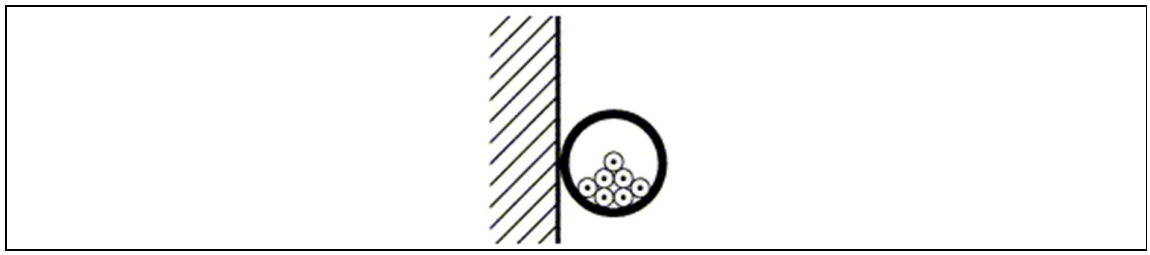
De elektrische leidingen mogen, onder voorbehoud van hun aard, op volgende wijzen aangebracht worden:

a. **als contactlijn voor rol- of glijcontacten;**

b. **in opbouw:**

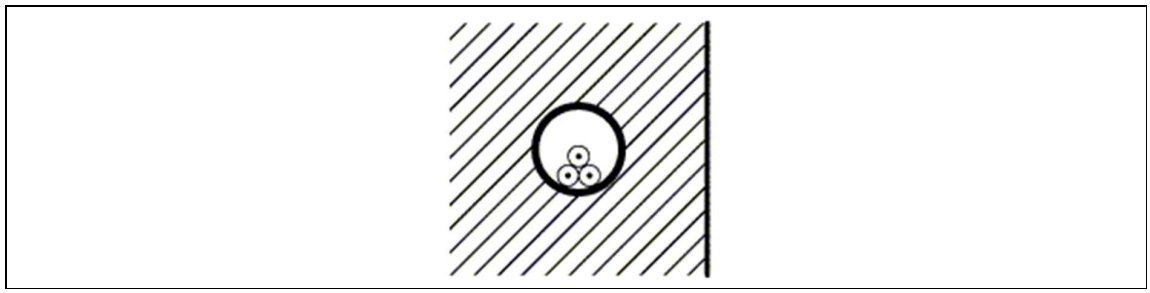
de elektrische leiding wordt aangebracht tegen het oppervlak van een wand van een ruimte of in zijn onmiddellijke nabijheid op zulke wijze dat de afstand tussen de elektrische leiding en de wand niet groter is dan 0,3 maal de buitendiameter van de bedoelde elektrische leiding.

Figuur 5.5. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Opbouw



c. **in verzonken buizen;**

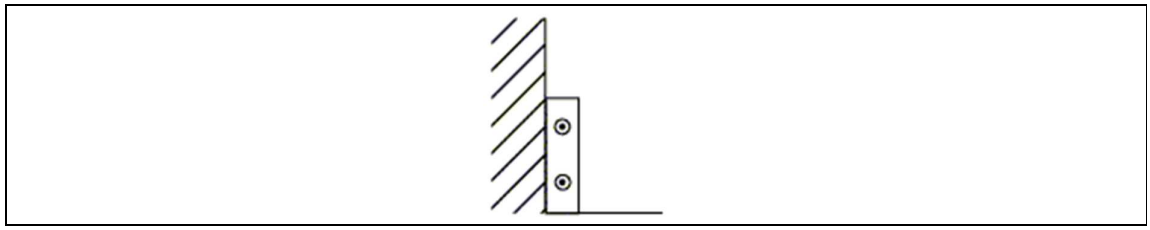
Figuur 5.6. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Inbouw



d. **in daartoe bestemde sierlijsten, plinten en lijsten;**

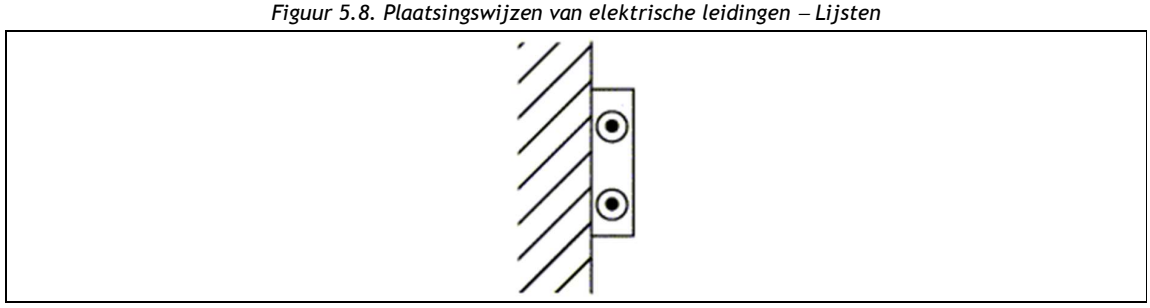
d.1. plint

Figuur 5.7. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Plinten



d.2. lijst

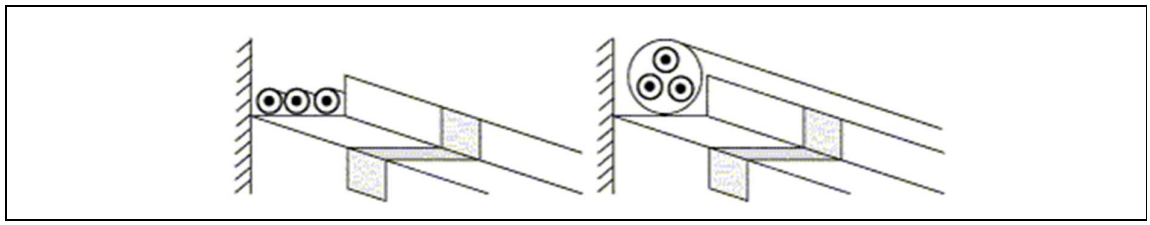
Figuur 5.8. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Lijsten



e. in de vrije lucht, hetzij met klemmen, beugels of andere bevestigingsmiddelen, hetzij op kabelrekken, kabelladders, kraagstukken, haken of gelijkaardige steunen; de elektrische leiding is van alle wanden verwijderd op een afstand groter dan of gelijk aan 0,3 maal haar buitendiameter;

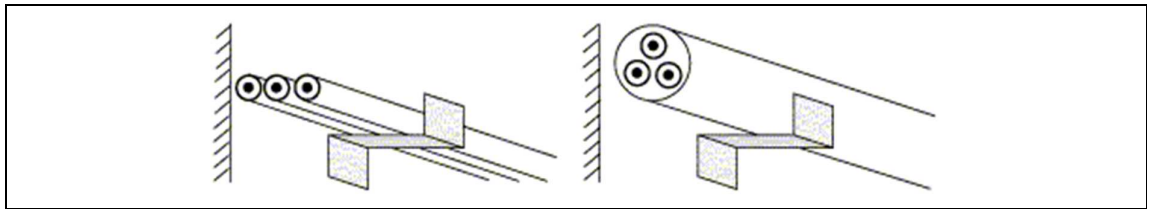
e.1. kabelrekken

Figuur 5.9. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Kabelrekken



e.2. haken

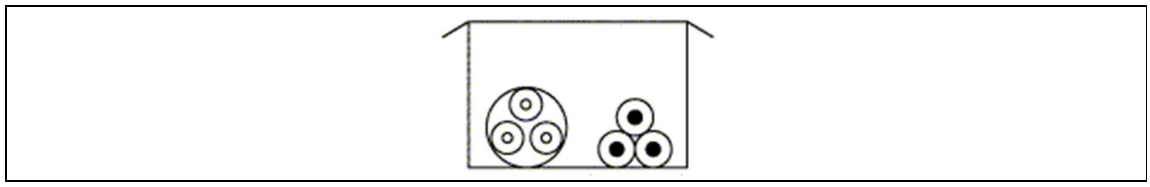
Figuur 5.10. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Haken



f. in kabelbanen of goten;

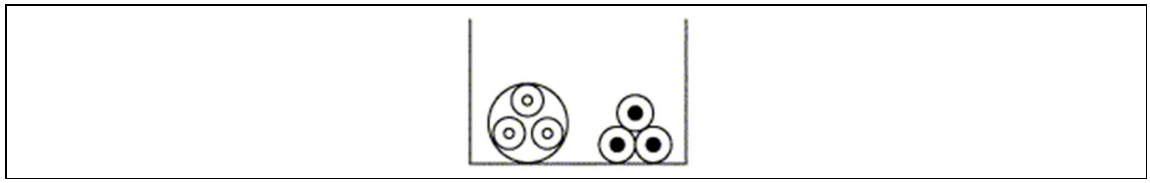
f.1. kabelbaan

Figuur 5.11. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Kabelbaan



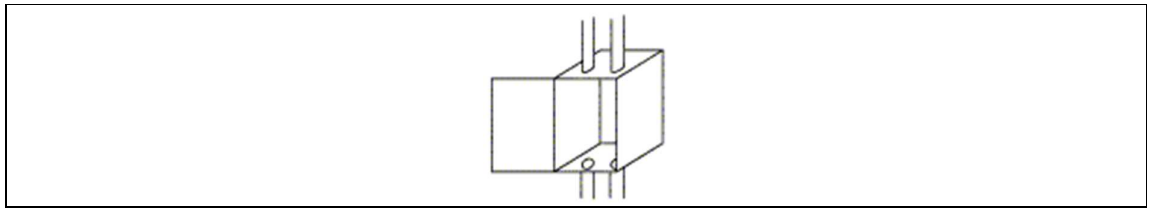
f.2. goot

Figuur 5.12. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Goot



g. in kokers;

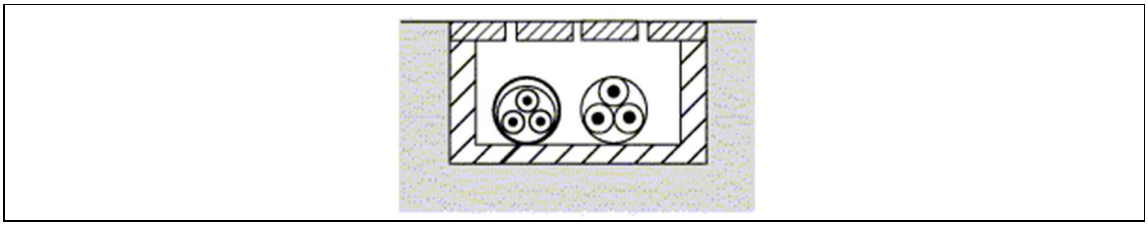
Figuur 5.13. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Kokers



h. in open, gesloten of met zand gevuld kabelkanaal;

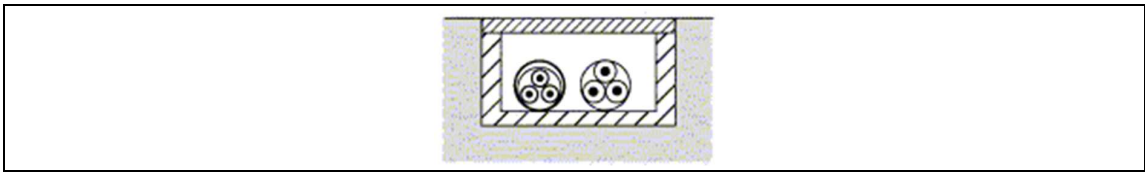
h.1. buizen in open of verluchte kabelkanalen

Figuur 5.14. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Buizen in open of verluchte kabelkanalen



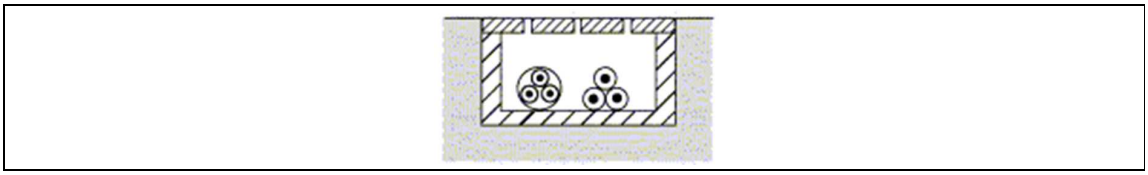
h.2. buizen in gesloten kabelkanalen

Figuur 5.15. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Buizen in gesloten kabelkanalen



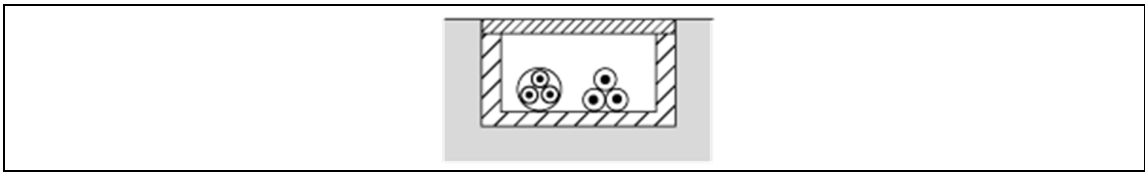
h.3. rechtstreekse plaatsing in open of verluchte kabelkanalen

Figuur 5.16. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Rechtstreekse plaatsing in open of verluchte kabelkanalen



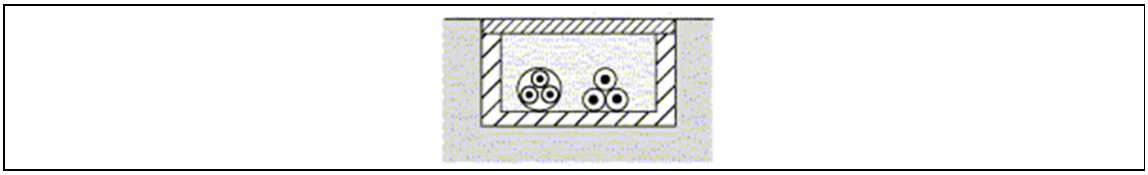
h.4. rechtstreekse plaatsing in gesloten kabelkanalen

Figuur 5.17. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Rechtstreekse plaatsing in gesloten kabelkanalen



h.5. rechtstreekse plaatsing in met zand gevulde kabelkanalen

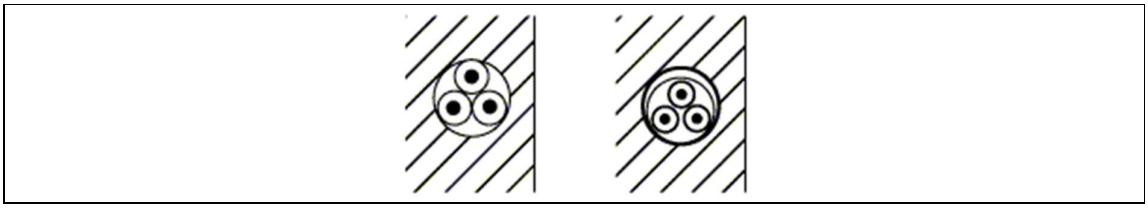
Figuur 5.18. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Rechtstreekse plaatsing in met zand gevulde kabelkanalen



i. in holle constructieruimten, holten en in geprefabriceerde uitgeholde blokken;

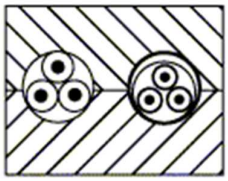
i.1. holten

Figuur 5.19. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Holten



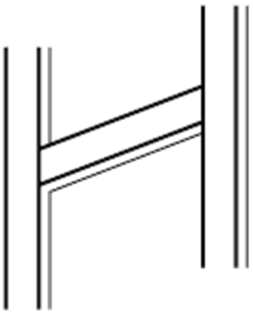
i.2. geprefabriceerde blokken

Figuur 5.20. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Geprefabriceerde blokken



j. achter wandpanelen;

Figuur 5.21. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Achter wandpanelen



k. rechtstreeks verzonken, zonder buizen;

Figuur 5.22. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Rechtstreeks verzonken, zonder buizen

l. in geprefabriceerde leidingen;

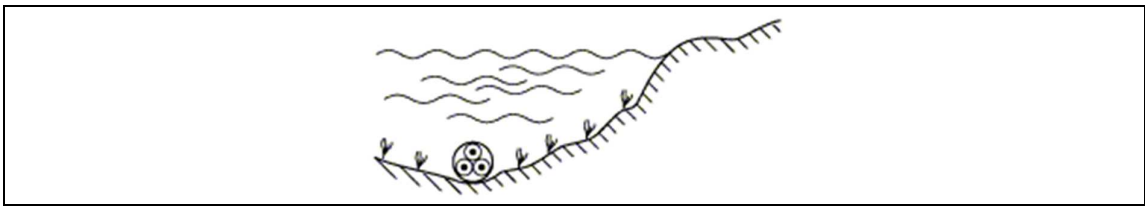
Figuur 5.23. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – In geprefabriceerde leidingen

m. op isolatoren;

Figuur 5.24. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Op isolatoren

n. onder water;

Figuur 5.25. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Onder water



o. in zolderingen, vloeren en muren voor de verwarmingsleidingen en verwarmingspanelen.

Onderafdeling 5.2.2.3. Plaatsingswijzen bij zeer lage spanning

Alle plaatsingswijzen voor de elektrische leidingen op laagspanning zijn van toepassing op elektrische leidingen op zeer lage spanning. De elektrische en/of mechanische karakteristieken mogen echter versoepeld worden behalve bij de uitwendige invloeden BE2 of BE3 of CA2.

Bovendien mogen de geleiders en kabels rechtstreeks in de vloer geplaatst worden. Er moet echter rekening gehouden worden met de mechanische krachten waar ze aan blootgesteld kunnen worden daar deze krachten, gezien de kleine mechanische weerstand van de leidingen, gemakkelijk tot de breuk ervan kunnen leiden. Als blanke geleiders rechtstreeks in de vloer aangebracht worden, moeten ze op zeer lage spanning gevoed worden door middel van een beschermingstransformator.

Onderafdeling 5.2.2.4. Plaatsingswijzen bij zeer lage veiligheidsspanning

De plaatsingswijzen voor elektrische leidingen op zeer lage spanning zijn toepasselijk op elektrische leidingen op zeer lage veiligheidsspanning met uitzondering van de rechtstreekse plaatsing van de blanke geleiders in de grond.

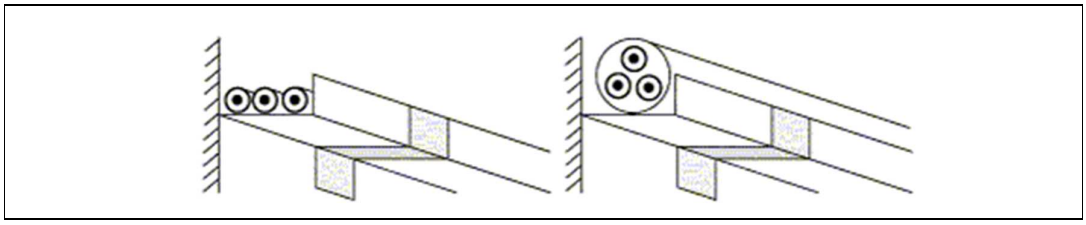
Onderafdeling 5.2.2.5. Plaatsingswijzen bij hoogspanning

De elektrische leidingen mogen, onder voorbehoud van hun aard, op volgende wijzen aangebracht worden:

a. in openlucht of in kabelgalerijen hetzij met rechtstreekse bevestiging door middel van beugels, klemmen of andere bevestigingsmiddelen, hetzij gelegd op kabelwegen, kabelladers, kraagstukken, rekken, haken of gelijkaardige steunen;

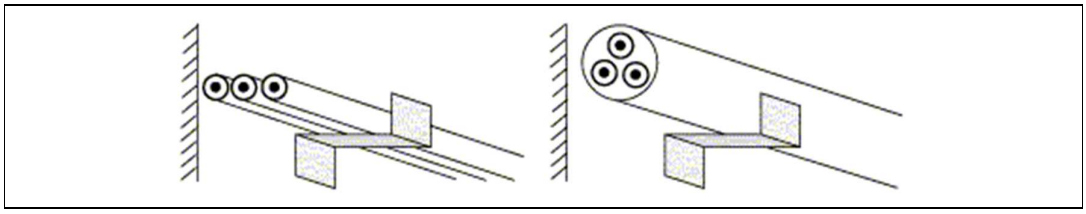
a.1. kabelrekken

Figuur 5.26. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Kabelrekken



a.2. haken

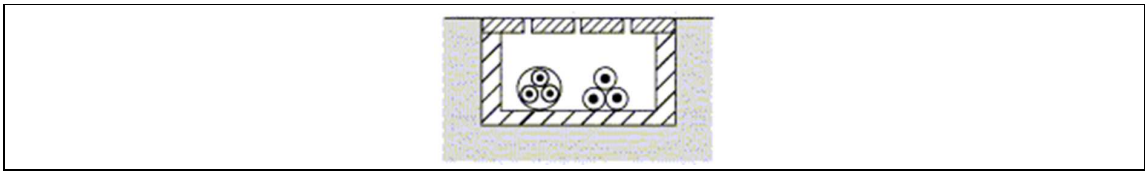
Figuur 5.27. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Haken



b. in open, gesloten of met zand gevulde kabelkanalen;

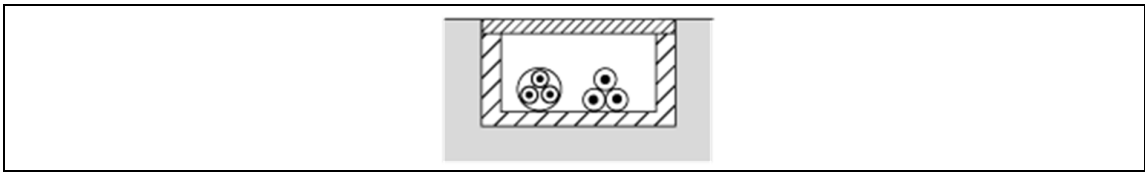
b.1. rechtstreekse plaatsing in open of verluchte kabelkanalen

Figuur 5.28. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Rechtstreekse plaatsing in open of verluchte kabelkanalen



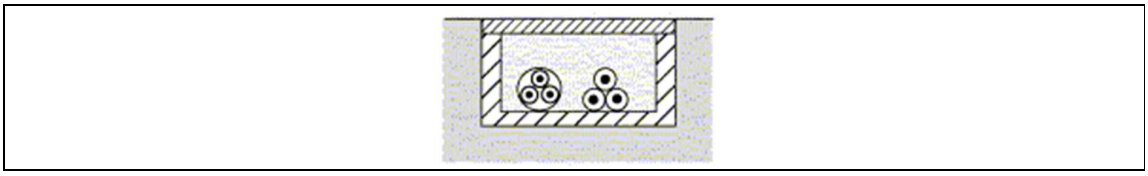
b.2. rechtstreekse plaatsing in gesloten kabelkanalen

Figuur 5.29. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Rechtstreekse plaatsing in gesloten kabelkanalen



b.3. rechtstreekse plaatsing in met zand gevulde kabelkanalen

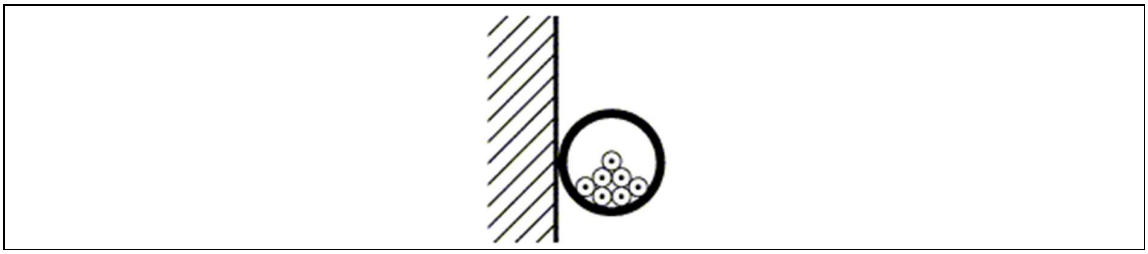
Figuur 5.30. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Rechtstreekse plaatsing in met zand gevulde kabelkanalen



c. in buizen in openlucht, in kabelgalerijen of kabelkanalen met, indien noodzakelijk, de aangepaste bevestigingsmiddelen;

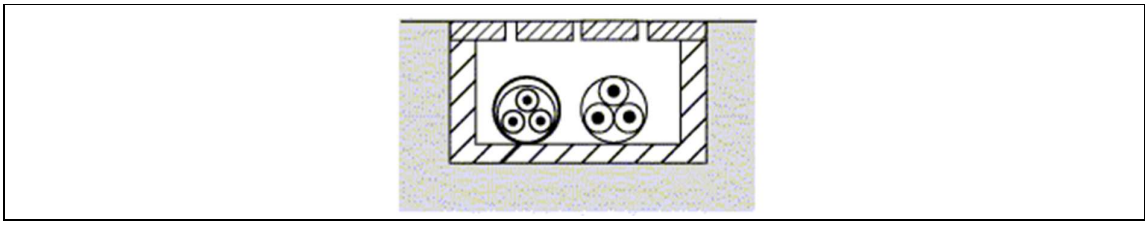
c.1. In buizen in openlucht

Figuur 5.31. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – In buizen in openlucht,



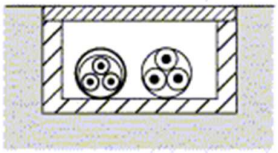
c.2. buizen in open of verluchte kabelkanalen

Figuur 5.32. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Buizen in open of verluchte kabelkanalen



c.3. buizen in gesloten kabelkanalen

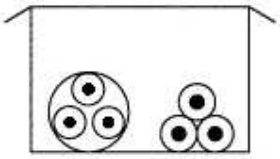
Figuur 5.33. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Buizen in gesloten kabelkanalen



d. **in kabelbanen en goten;**

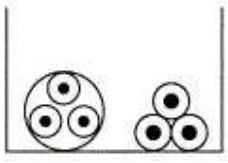
d.1. kabelbaan

Figuur 5.34. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Kabelbaan



d.2. goot

Figuur 5.35. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Goot

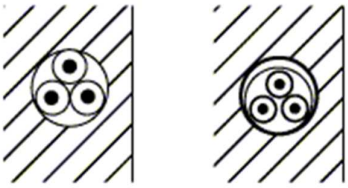


e. in kokers;

f. in holle constructieruimten;

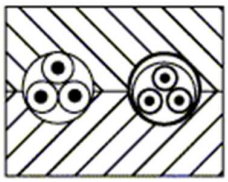
f.1. holte

Figuur 5.36. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Holten



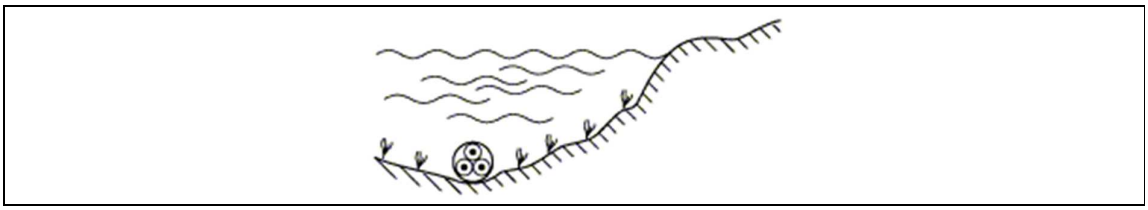
f.2. geprefabriceerde blokken

Figuur 5.37. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Geprefabriceerde blokken



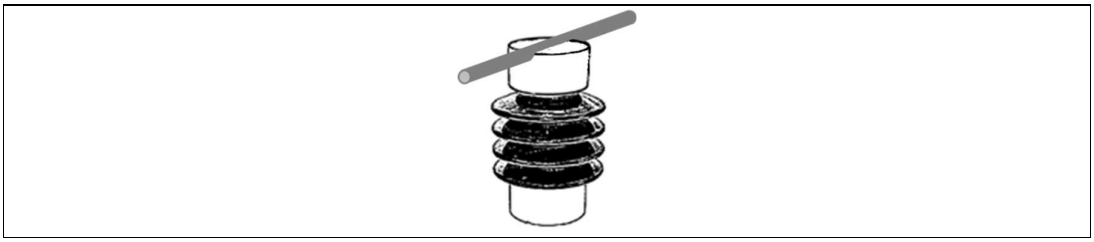
g. onder water;

Figuur 5.38. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Onder water



h. op isolatoren.

Figuur 5.39. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Op isolatoren



Onderafdeling 5.2.2.6. Bijkomende plaatsingswijze

Andere plaatsingswijzen voor elektrische geleiders en leidingen moeten beantwoorden aan de desbetreffende regels van goed vakmanschap.

Afdeling 5.2.3. Keuze en gebruik van leidingen in functie van de uitwendige invloeden

Onderafdeling 5.2.3.1. In functie van de omgevingstemperatuur (AA)

Elektrische leidingen moeten zo worden gekozen en geïnstalleerd dat zij geschikt zijn voor de laagste en de hoogste plaatselijke omgevingstemperatuur.

De elementen van de elektrische leidingen, met inbegrip van kabels en toebehoren, moeten worden geïnstalleerd of verwerkt bij temperaturen binnen de grenzen zoals aangegeven in de desbetreffende productnormering of zoals opgegeven door de fabrikant.

Bovendien moeten bijkomende maatregelen (thermische isolatie, mechanische bescherming, starre bevestiging...) genomen worden in die gevallen waar de temperatuur lager kan worden dan −25 °C.

Onderafdeling 5.2.3.2. In functie van de aanwezigheid van water (AD)

Elektrische leidingen moeten zo worden gekozen en geïnstalleerd dat geen schade veroorzaakt wordt door condensatie of binnendringend water. De beschermingsgraad IP van elektrische leidingen moeten na voltooiing voldoen aan de ter plaatse van toepassing zijnde uitwendige invloeden.

Wanneer zich in de elektrische leidingen water kan verzamelen (ook door condensatie), moeten voorzieningen worden getroffen om dit te laten afvloeien.

Onderafdeling 5.2.3.3. In functie van de aanwezigheid van corrosieve en milieuverontreinigende stoffen (AF)

Indien de hoeveelheid corrosieve of vervuilende stoffen verwaarloosbaar is (AF1) zijn alle elektrische leidingen conform de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen toegelaten of beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

Indien elektrische leidingen geplaatst zijn in een ruimte waar corrosieve of vervuilende stoffen van atmosferische oorsprong (AF2) aanwezig zijn, moeten ze van een type zijn dat met succes de proef met zoutnevel kan ondergaan, zoals vastgesteld hetzij in de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm hetzij in bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm.

Indien de elektrische leidingen geplaatst zijn in een ruimte waar ze onderworpen zijn aan een onderbroken of een toevallige inwerking van scheikundige of corrosieve producten voor normaal gebruik

(AF3), moeten ze van een type zijn dat met goed gevolg de proef van corrosiebestendigheid kan ondergaan zoals voorgeschreven hetzij door de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm hetzij door bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm.

Indien de elektrische leidingen onderworpen zijn aan een bestendige inwerking (AF4) van scheikundige, corrosieve of vervuilende producten moeten ze speciaal bestudeerd zijn in functie van de aard van de betrokken producten.

Onderafdeling 5.2.3.4. In functie van mechanische belasting veroorzaakt door schokken (AG)

De elektrische leidingen moeten een mechanische bescherming hebben die weerstaat aan de te verwachten schokken.

Onderafdeling 5.2.3.5. In functie van mechanische belasting veroorzaakt door trillingen (AH)

Indien de elektrische leidingen blootgesteld zijn aan middelmatige (AH2) of belangrijke (AH3) trillingen, moeten ze speciaal bestudeerd worden of moeten hiervoor bijzondere schikkingen getroffen worden.

Onderafdeling 5.2.3.6. In functie van de aanwezigheid van flora en/of schimmelvorming (AK) en fauna (AL)

De tegen flora te treffen maatregelen hangen af van de aard van de flora en van de plaatselijke omstandigheden. Het risico is te wijten hetzij aan een schadelijke ontwikkeling, hetzij aan een overvloedige groei van planten.

De tegen fauna te nemen beschermingsmaatregelen zijn, naargelang van het geval:
- een gepaste beschermingsgraad tegen de indringing van vaste lichamen;
- een voldoende mechanische weerstand, een metalen pantsering;
- voorzorgsmaatregelen om de aanwezigheid van deze fauna tegen te gaan, zoals reiniging, gebruik van scheikundige bestrijdingsmiddelen...

Onderafdeling 5.2.3.7. In functie van elektromagnetische, elektrostatische of ioniserende invloeden (AM) en zonnestraling (AN)

Indien van toepassing, moeten de maatregelen van *onderafdeling 5.3.2.8.* in acht genomen worden.

Onderafdeling 5.2.3.8. In functie van de bescherming tegen elektrische schokken (BB en BC)

De in aanmerking te nemen uitwendige invloeden voor de bescherming tegen elektrische schokken zijn deze die de weerstand van het menselijk lichaam beïnvloeden en die bepaald werden in *tabel 2.3.* in *onderafdeling 2.4.1.1.* alsook het contact van personen met het aardpotentiaal zoals bepaald in *afdeling 2.10.13.*

Onderafdeling 5.2.3.9. In functie de aard van de behandelde of opgeslagen goederen (BE), bouwmaterialen (CA) en de structuur van gebouwen (CB)

De in aanmerking te nemen uitwendige invloeden worden bepaald in:
- *afdeling 2.10.15.* voor de aard van de behandelde of opgeslagen goederen;
- *afdeling 2.10.16.* voor de bouwmaterialen;
- *afdeling 2.10.17.* voor de structuur van gebouwen.

De na te volgen voorschriften voor de keuze van elektrische leidingen worden gegeven in:
- *afdeling 4.3.3.*en *5.2.8.* betreffende de bijzondere voorzorgsmaatregelen tegen brandgevaar;
- *onderafdeling 7.3.* betreffende de voorzorgsmaatregelen tegen ontploffingsgevaar.

Afdeling 5.2.4. Toegelaten stromen – Bescherming tegen overstroom – Doorsnede van de geleiders

Onderafdeling 5.2.4.1. Algemeenheden

De toe te passen regels voor de bescherming tegen overstroom worden behandeld in *hoofdstuk 4.4. Elektrische bescherming tegen overstroom.*

Onderafdeling 5.2.4.2. Toepassingsgebied

a. Algemeen

De elektrische bescherming tegen overstroom voor de bedrading in elektrische machines of toestellen moet verzekerd worden volgens de desbetreffende regels van goed vakmanschap.

Actieve geleiders van elektrische leidingen moeten beschermd worden tegen overstroom tenzij ze aangesloten zijn op een bron met een impedantie die haar maximumstroom beperkt tot een waarde die kleiner dan of gelijk is aan de toelaatbare stroom in deze leidingen.

Wanneer dwingende veiligheidsredenen dit vereisen, is het toegelaten geen bescherming tegen overstromen als gevolg van kortsluiting te installeren en is het verboden een beschermingsinrichting tegen overbelasting te plaatsen op elektrische leidingen die een elektrische machine of toestel voeden waarvan het onvoorzien afschakelen gevaren of zware gevolgen met zich kan meebrengen. Dit is bijvoorbeeld het geval in de opwekkingsstroombaan van motoren, de geïnduceerde stroombaan van wisselstroommachines, de secundaire stroombaan van stroomtransformatoren, ... De doorsnede van de geleiders van deze stroombanen moet gekozen worden overeenkomstig de regels van goed vakmanschap.

b. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

Snoeren die elektrische machines en toestellen rechtstreeks voeden en die aangesloten worden op een contactdoos hoeven niet beschermd te worden tegen overstroom indien hun lengte en de doorsnede van de geleiders conform de desbetreffende, door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen is of beantwoordt aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

Onderafdeling 5.2.4.3. Bescherming van blanke geleiders verschillend van deze van luchtlijnen

Geen enkele bijzondere beschermingsmaatregel tegen overstroom wordt voorzien tot het voorkomen van temperatuursverhoging van het railstel en zijn blanke aftakkingen in onderstations, verdeelposten of verdeelkasten in zoverre zij voldoende afmetingen hebben om te weerstaan aan thermische en mechanische belastingen, veroorzaakt door mogelijke kortsluitstromen die er doorheen kunnen vloeien. Met dit doel moeten hun afmetingen voldoen aan de volgende voorschriften:

1. Uit thermisch oogpunt gezien moet hun doorsnede volgens de regels van goed vakmanschap berekend worden. Ze is functie van:
   - de aard en de kenmerken van het metaal van de geleider (volumetrische massa, massawarmte en weerstand);
   - de maximale bedrijfstemperatuur van de geleider;
   - de maximale opwarming van de geleider die wordt vastgesteld op 250°C.

   De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben kunnen ieder voor wat hem betreft, bij besluit, nadere regels vaststellen met betrekking tot de berekening van de doorsnede van de blanke geleiders verschillend van deze van luchtlijnen.

2. Uit mechanisch oogpunt gezien moet de totale structuur, dit wil zeggen het profiel, de schikking en vasthechting, bestand zijn tegen de aantrekkings-, afstotings- en resonantiekrachten, veroorzaakt door de maximumkortsluitstroom (piekwaarde):

   $$I_c = 2{,}5 \cdot I_{eff}$$

   Daarin is I_c de piekwaarde.

Afdeling 5.2.5. Spanningsval

De spanningsval in elektrische leidingen moet beperkt worden tot de waarden beschreven in de regels van goed vakmanschap.

Afdeling 5.2.6. Verbindingen bij laagspanning en bij zeer lage spanning

Onderafdeling 5.2.6.1. Algemeenheden

De verbindingen voor koppelingen, aansluitingen of aftakkingen worden volgens de regels van goed vakmanschap uitgevoerd in schakel- en verdeelborden, verbindings- of aftakdozen, aan de klemmen van schakelaars of contactdozen, of in de plafonddozen met voldoende volume voor het ophangen van verlichtingstoestellen.

De behuizing van verzonken schakelaars en contactdozen moet voldoende ruim zijn om er de verbindingen gemakkelijk in onder te brengen.

Verbindings-, aftak- en inbouwdozen voor plaatsing in buizen moeten uit metaal, onbrandbaar gemaakt hout of een niet-vlamverspreidende isolerende materiaal zijn. Zij moeten conform de door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen zijn of beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

Aan de uiteinden van elektrische leidingen, en vooral op de plaatsen waar zij elektrische machines en toestellen binnenkomen, moet een continue bescherming verzekerd worden.

De aansluiting moet, indien noodzakelijk, de afdichting verzekeren met behulp van wartelinvoer, deksels...

Wanneer de elektrische leidingen een mantel of een omhulsel bevatten met een bepaalde beschermingsgraad, dan moet de wartelinvoer aangedrukt worden op deze mantel en niet op de isolatie van de geleiders. Wanneer de afdichtingsmantel zich onder een metalen bewapening bevindt, moet de bewapening voor de wartelinvoer zorgvuldig afgesneden worden en vastgehouden door een aangepaste inrichting welke weerstaat aan de inwendige en uitwendige invloeden.

De wartelinvoeren van de omhulsels met dubbele isolatie moeten uit isolerend materiaal vervaardigd zijn.

Voor wat de ondergrondse kabels betreft moeten de isolatieweerstand en de luchtdichtheid van verbindingen tussen verschillende stukken van een kabel of tussen een kabel en een elektrische lijn ten minste gelijk zijn aan deze van de kabel zelf, en dit overeenkomstig de regels van goed vakmanschap.

Onderafdeling 5.2.6.2. Aansluiten van toestellen op installaties

a. Algemeenheden

De toestellen kunnen op de installaties worden aangesloten, hetzij rechtstreeks via een vaste elektrische leiding, hetzij via een snoer.

Onder toestellen gevoed via een snoer verstaat men de verplaatsbare en draagbare toestellen alsook deze voor dewelke deze wijze van aansluiting erkend is door de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen of beantwoordt aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

In de buizen en de elektrische leidingen moeten de met vaste isolatiematerialen geïsoleerde geleiders, gemerkt door een groen/gele kleurcombinatie gebruikt worden:
- als beschermingsgeleider (PE al dan niet geaard);
- als nulgeleider, indien deze eveneens als beschermingsgeleider dient (PEN-geleider).

De voormelde kleurcombinatie is aanwezig over de gehele lengte van de geïsoleerde geleiders.

Het gebruik van de groene en/of gele kleur, alsmede het gebruik van één van deze kleuren in een veelkleurige combinatie is verboden in de isolatiematerialen van actieve geleiders met uitzondering van de nulgeleider die de functie van beschermingsgeleider (PEN) vervult.

In afwijking van de voorschriften van het voorgaande lid, is het gebruik van de groene of gele kleur toegelaten in elektrische leidingen die deel uitmaken van bedienings-, controle-, signalisatie- of meetstroombanen voor zover hun geleiderdoorsnede kleiner is dan 1,5 mm^2.

b. Rechtstreekse aansluiting van toestellen op een vaste elektrische leiding

De elektrische leidingen moeten beschermd worden tegen mogelijke beschadigingen waaraan ze zijn blootgesteld. Bovendien mogen de aansluitingen van geleiders met de toestellen niet onderworpen worden aan trek- of wringingskrachten.

Aan de ingang van de toestellen moeten de leidingen eveneens beschermd worden tegen mechanische beschadiging.

De aansluiting van de geleiders met de toestellen moet verwezenlijkt worden volgens de regels van goed vakmanschap.

c. Aansluiting via een snoer

De snoeren moeten een voldoende aantal geleiders bevatten die elektrisch gescheiden zijn en mechanisch een geheel vormen met inbegrip van de beschermingsgeleider wanneer deze noodzakelijk is.

De elektrische snoeren moeten gekozen worden rekening houdend met:

- de gebruiksvoorwaarden;
- de uitwendige invloeden;
- de beschermingsvoorschriften tegen onrechtstreekse aanraking.

De aansluiting van snoeren op vaste elektrische leidingen moet geschieden:
- hetzij via stopcontacten;
- hetzij via verbindingsdozen;
- hetzij via glijcontacten op een trolley wanneer het gaat om de voeding van verplaatsbaar materiaal of verplaatsbare lampen.

De aansluitingen van snoeren op de toestellen moet verwezenlijkt worden:
- hetzij door middel van snoeren die blijvend aan de toestellen verbonden zijn;
- hetzij via een connector die zodanig wordt aangebracht dat de actieve delen van de toestelcontactdoos en het stopcontact niet genaakbaar zijn wanneer ze onder spanning staan.

De connectoren moeten voldoen aan de volgende voorschriften:
- de connectoren die niet geplaatst zijn in gesloten ruimten van de elektrische dienst zijn voorzien van hetzij een vergrendelingsinrichting die de doorgang van de stroom onderbreekt vóór de ontkoppeling, hetzij van een inrichting die een werktuig of ieder ander middel met een equivalente veiligheidsgraad nodig heeft voor de ontkoppeling;
- de connectoren hebben een beschermingsgraad van minstens IPXX-B (zijde bron) in open stand;
- de delen «bron» en «aftakking» van de connector zijn voorzien van een specifieke markering van de delen van de connector en van een mechanisch systeem dat de omwisseling verhindert tussen de fase-, nul- en beschermingsgeleiders.

De afneembare aftakelementen van geprefabriceerde leidingen waarvan de nominale stroomsterkte gelijk aan of groter is dan 16 A bij een nominale spanning groter dan 500 V wisselspanning en 50 V gelijkspanning of waarvan de nominale stroomsterkte gelijk aan of groter is dan 32 A:
- moeten een beschermingsgraad hebben die ten minste gelijk is aan IPXX-B;
- zijn voorzien van een lastscheidingsschakelaar van de gebruikscategorie AC22A of DC22A beantwoordend hetzij aan de door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm hetzij aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm;
- laten de toegang tot de inwendige uitrusting alsmede het aanbrengen op of wegnemen van de geprefabriceerde leidingen slechts toe wanneer de lastscheidingsschakelaar is geopend.

Afdeling 5.2.7. Verbindingen bij hoogspanning

De isolatieweerstand en de luchtdichtheid van verbindingen tussen verschillende stukken van een kabel of tussen een kabel en een elektrische lijn moeten ten minste gelijk zijn aan deze van de kabel zelf, en dit overeenkomstig de regels van goed vakmanschap.

Afdeling 5.2.8. Keuze en gebruik ter beperking van de brandverspreiding

Onderafdeling 5.2.8.1. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

a. Algemeenheden

Moeten niet aan de eisen van de *punten b.* en *c.* van *onderafdeling 5.2.8.1.* beantwoorden:

1. de samenstellende geïsoleerde geleiders van een kabel;
2. de geïsoleerde geleiders en de kabels van de stroombanen van een elektrische machine of toestel waarvan het geheel gedekt is door een EU-conformiteitsverklaring;
3. voor de geïsoleerde geleiders en kabels die zijn geïnstalleerd (afzonderlijk of in bundel/laag) met de volgende plaatsingswijzen:
   - de geïsoleerde geleiders in buizen die in een onbrandbare bekleding met een minimale diepte van 3 cm zijn verzonken;
   - de kabels, al dan niet in buis, die in een onbrandbare bekleding met een minimale diepte van 3 cm zijn verzonken;
   - de luchtlijnen met geïsoleerde geleiders;
   - de ondergrondse kabels;
   - de kabels geplaatst in met zand gevulde kanalen;
   - de uiteinden van:
     - *ondergrondse kabels, of*
     - *kabels geplaatst in met zand gevulde kanalen, of*
     - *kabels, al dan niet in buis, die in een onbrandbare bekleding met een minimale inbouwdiepte van*

3 cm zijn verzonken, of
- geïsoleerde geleiders in een buis die in een onbrandbare bekleding met een minimale inbouwdiepte van 3 cm zijn verzonken,

aangebracht in openlucht of in opbouw, voor zover de lengte van deze uiteinden 3 m niet overschrijdt en zij geplaatst zijn in een omgeving met normaal brandgevaar. Deze uitzondering van de uiteinden is nochtans niet toegelaten:
- voor de geïsoleerde geleiders en de kabels in openlucht of in opbouw voor een aansluiting op een laagspanningsverdeelnet;
- voor de aftakkingskabels, al dan niet in buis, in openlucht of in opbouw;
- voor de geïsoleerde aftakkingsgeleiders in een buis in openlucht of in opbouw.

b. Afzonderlijk geïnstalleerde geïsoleerde geleiders en kabels

De afzonderlijk geïnstalleerde geïsoleerde geleiders en kabels hebben ten minste het kenmerk F1 of ten minste de klasse E_{ca} (zie karakteristieken en klassen in *onderafdeling 4.3.3.4.*).

Dit voorschrift is niet van toepassing op de geïsoleerde geleiders en kabels die zijn geïnstalleerd gebruik makend van een materiaal (bv. omhuld, bedekt, …) dat aan deze geïsoleerde geleiders en kabels ten minste een kenmerk equivalent aan F1 of ten minste de klasse E of E_L (zie karakteristieken en klassen in *onderafdeling 4.3.3.4.*) verleent.

De geïsoleerde geleiders en kabels die niet bestaan met het kenmerk F1 of ten minste de klasse E_{ca} moeten hetzij in overeenstemming met de *punt 3.* van de uitzonderingen vermeld in *punt a.* hetzij in overeenstemming met de uitzondering vermeld in de vorige alinea, geïnstalleerd worden.

De geïsoleerde geleiders en kabels, die op een bestaand draagstel worden toegevoegd, worden gekozen en geplaatst (afzonderlijk of in bundel/in laag) rekening houdend met de wijze waarop de bestaande geïsoleerde geleiders en kabels zijn geplaatst en hebben de geschikte kenmerken of klassen van *punt b.* of *punt c.*

c. In bundel of in laag geïnstalleerde geïsoleerde geleiders en kabels

De in bundel of in laag geïnstalleerde geïsoleerde geleiders en kabels hebben ten minste het kenmerk F2 of ten minste de klasse C_{ca} (zie karakteristiekenen klassen in *onderafdeling 4.3.3.4.*). Dit voorschrift is onafhankelijk van de afstand waarover de geïsoleerde geleiders en kabels effectief in bundel of in laag geïnstalleerd zijn.

Dit voorschrift is niet van toepassing op:

1. de geïsoleerde geleiders en kabels die zijn geïnstalleerd gebruik makend van een materiaal (bv. omhuld, bedekt, …) dat aan deze geïsoleerde geleiders en kabels ten minste een kenmerk equivalent aan F2 of de klasse C of C_L (zie karakteristieken en klassen in *onderafdeling 4.3.3.4.*) verleent;
2. de interne bekabeling in een schakel- en verdeelbord, voor zover deze ten minste het kenmerk F1 of ten minste de klasse E_{ca} heeft;
3. de kabels tussen de laagspanningsklemmen van een transformator hoogspanning/laagspanning en de algemene beschermingsinrichting voor zover deze kabels, waarvan de lengte niet langer dan 10 meter is, in dezelfde exclusieve ruimte van de elektrische dienst als de transformator zijn geïnstalleerd en voor zover deze ten minste het kenmerk F1 of ten minste de klasse E_{ca} hebben.

De geïsoleerde geleiders en kabels die niet bestaan met het kenmerk F2 of ten minste de klasse C_{ca} moeten hetzij in overeenstemming met de *punt 3.* van de uitzonderingen vermeld in *punt a.* hetzij in overeenstemming met de *punt 1.* van de uitzonderingen vermeld in de vorige alinea, geïnstalleerd worden.

d. Buizen, kabelbanen, kabelgoten, kabelrekken en gelijksoortig materieel

De buizen, de kabelbanen, de kabelgoten, de kabelrekken en gelijksoortig materieel zijn van het niet-verspreidend type. Ze moeten voldoen aan de door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen of beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

De thermoplastische vlamverspreidende buizen mogen slechts worden gebruikt wanneer ze verzonken zijn in niet-brandbare materialen met een minimum bedekking van 3 cm.

Onderafdeling 5.2.8.2. Bij hoogspanning

a. Algemeenheden

Moeten niet aan de eisen van de *punten b.* en *c.* van *onderafdeling 5.2.8.2.*:

1. de samenstellende geïsoleerde geleiders van een kabel;
2. de geïsoleerde geleiders en de kabels van de stroombanen van een elektrische machine of toestel waarvan het geheel gedekt is door een productnorm;
3. de geïsoleerde geleiders en de kabels die zijn geïnstalleerd in ruimten met een normaal brandgevaar;
4. voor de geïsoleerde geleiders en kabels die zijn geïnstalleerd (afzonderlijk of in bundel/laag) met de volgende plaatsingswijzen:
   - de luchtlijnen met geïsoleerde geleiders;
   - de ondergrondse kabels;
   - de kabels geplaatst in met zand gevulde kanalen.

b. Afzonderlijk geïnstalleerde geïsoleerde geleiders en kabels

De afzonderlijk geïnstalleerde geïsoleerde geleiders en kabels hebben ten minste het kenmerk F1 of ten minste de klasse E_{ca} (zie karakteristieken en klassen in *onderafdeling 4.3.3.4.*).

Dit voorschrift is niet van toepassing op de geïsoleerde geleiders en kabels die zijn geïnstalleerd gebruik makend van een materiaal (zoals bijvoorbeeld omhuld, bedekt, …) dat aan deze geïsoleerde geleiders en kabels ten minste een kenmerk equivalent F1 of ten minste de klasse E of E_L (zie karakteristieken en klassen in *onderafdeling 4.3.3.4.*) verleent.

De geïsoleerde geleiders en kabels die niet bestaan met het kenmerk F1 of ten minste de klasse E_{ca} moeten hetzij in overeenstemming met de *punten 3.* en *4.* van de uitzonderingen vermeld in *punt a.* hetzij in overeenstemming met de uitzondering vermeld in de vorige alinea, geïnstalleerd worden.

De geïsoleerde geleiders en kabels, die op een bestaand draagstel worden toegevoegd, worden gekozen en geplaatst (afzonderlijk of in bundel/in laag) rekening houdend met de wijze waarop de bestaande geïsoleerde geleiders en kabels zijn geplaatst en hebben de geschikte kenmerken of klassen van *punt b.* of *punt c.*

c. In bundel of in laag geïnstalleerde geïsoleerde geleiders en kabels

De in bundel of in laag geïnstalleerde geïsoleerde geleiders en kabels hebben ten minste het kenmerk F2 of ten minste de klasse C_{ca}. Dit voorschrift is onafhankelijk van de afstand waarover de geïsoleerde geleiders en kabels effectief in bundel of in laag geïnstalleerd zijn.

Dit voorschrift is niet van toepassing op:

1. de geïsoleerde geleiders en kabels die zijn geïnstalleerd gebruik makend van een materiaal (bv. omhuld, bedekt, …) dat aan deze geïsoleerde geleiders en kabels ten minste een kenmerk equivalent F2 of ten minste de klasse C of C_L (zie karakteristieken en klassen in *onderafdeling 4.3.3.4.*) verleent;
2. de interne bekabeling van een schakel- en verdeelinrichting, voor zover deze ten minste het kenmerk F1 of ten minste de klasse E_{ca} heeft.

De geïsoleerde geleiders en kabels die niet bestaan met het kenmerk F2 of ten minste de klasse C_{ca} moeten hetzij in overeenstemming met de *punten 3.* en *4.* van de uitzonderingen vermeld in *punt a.* hetzij in overeenstemming met de *punt 1.* van de uitzonderingen vermeld in de vorige alinea, geïnstalleerd worden.

d. Buizen, kabelbanen, kabelgoten, kabelrekken en gelijksoortig materieel

De buizen, de kabelbanen, de kabelgoten, de kabelrekken en gelijksoortig materieel zijn van het niet-vlamverspreidend type. Ze moeten voldoen aan de door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen of beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

Afdeling 5.2.9. Nabijheid van andere leidingen

Onderafdeling 5.2.9.1. Algemeenheden

Voor de ondergrondse kabels in de nabijheid van gasleidingen moeten de nodige voorzorgsmaatregelen genomen worden om ophoping van gas te vermijden in de kijk- of mangaten. In die nabijheid moet het gebruik van buizen voor het beschermen van ondergrondse gewapende kabels vermeden worden. De nodige voorzorgsmaatregelen moeten echter genomen worden om ophoping van gas te voorkomen wanneer de omstandigheden er toe verplichten dergelijke bescherming te gebruiken.

Onderafdeling 5.2.9.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

Ingeval elektrische leidingen in de nabijheid liggen van niet-elektrische leidingen, moeten de elektrische leidingen derwijze geplaatst worden dat tussen de uitwendige oppervlakken ervan een afstand behouden

wordt, zodat elke tussenkomst op één van de leidingen geen risico van beschadiging van de andere meebrengt.

In de nabijheid van verwarmings- of warmeluchtleidingen en schoorstenen, mogen de elektrische leidingen hierdoor het risico niet lopen op een voor hen schadelijke temperatuur gebracht te worden en als zodanig moeten ze op een voldoende afstand gehouden worden of door een warmtewerend scherm gescheiden worden van deze leidingen.

Elektrische leidingen mogen evenmin in schoorstenen, ventilatie- of ontrokingskanalen geplaatst worden.

De elektrische leidingen mogen niet in parallel onder leidingen geplaatst worden die condensatie kunnen veroorzaken (zoals water-, stoom-, of gasleidingen...) tenzij maatregelen genomen worden om de elektrische leidingen te beschermen tegen de gevolgen van deze condensatie.

Elektrische en niet-elektrische leidingen mogen enkel gegroepeerd worden binnen eenzelfde aanlegsysteem (kabelkanaal, koker, goot...) indien de volgende voorwaarden gelijktijdig worden vervuld:
1. de bescherming tegen onrechtstreekse aanrakingen wordt verzekerd waarbij de niet-elektrische metalen leidingen als geleidende delen beschouwd worden;
2. de elektrische leidingen moeten degelijk beschermd worden tegen gevaren voorkomend uit de aanwezigheid van de andere leidingen.

Wanneer de elektrische leidingen een uitwendige isolerende bekleding bevatten, gelijkwaardig met een bijkomende isolatie en ontworpen om hun eigenschappen te behouden in de kokers of kabelkanalen, dienen geen verdere beschermingsmaatregelen tegen onrechtstreekse aanraking genomen te worden, zelfs in het geval dat later andere metalen leidingen bijgevoegd worden.

De gevaren die kunnen voortvloeien uit de aanwezigheid van andere leidingen zijn onder meer:
- een temperatuursverhoging, te wijten aan de nabijheid van stoom- of verwarmingsleidingen of meer in het algemeen van een leiding met een warm fluïdum;
- het condensatiegevaar;
- het overstromingsgevaar, ingeval van beschadiging van een vloeistofleiding moeten dan alle schikkingen getroffen worden teneinde de afvoer van de vloeistof te verzekeren.

Afdeling 5.2.10. Bijzondere regels voor de verschillende plaatsingswijzen

Onderafdeling 5.2.10.1. Luchtlijnen

Voor de installatieregels specifiek voor luchtlijnen zijn de voorschriften van *Hoofdstuk 7.1.* van toepassing.

Onderafdeling 5.2.10.2. Ondergrondse elektrische leidingen

a. Algemene regels

a.1. Algemeenheden

Enkel kabels, conform hetzij de desbetreffende door de Koning gehomologeerde of door het NBN geregistreerde normen hetzij de bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen, mogen in de grond en in ontoegankelijke ondergrondse kokers geplaatst worden, met uitzondering van de onafhankelijke beschermingsgeleiders (PE).

Behalve indien het technisch onmogelijk is, moet de kabel ten minste 0,60 m diep onder het grondvlak (maaiveld, bovenvlak van tegels of van het wegdek...) ingegraven worden.

Indien deze ingravingsdiepte van 0,60 m niet kan verwezenlijkt worden, moet de bescherming gevormd worden door een doorlopend omhulsel of door een omhulsel met ineenschuifbare of overlappende voegen, in duurzaam en weerstandbiedend materiaal overeenkomstig de desbetreffende regels van goed vakmanschap, of door een evenwaardig systeem, dat een voldoende bescherming biedt tegen de oorzaken van mechanische beschadigingen.

Voor wat betreft de bescherming tegen rechtstreekse en onrechtstreekse aanraking wordt geen enkele bijkomende beschermingsmaatregel vereist buiten de hierboven beschreven voorwaarden.

a.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

De ondergrondse aanleg van kabels is alleen toegelaten als ze aan één van de volgende voorwaarden beantwoorden:
- ze zijn voorzien van een geaarde beschermingsmantel en wanneer ze, hetzij samengesteld zijn met een bewapening hetzij beschermd zijn door een versterkte mantel die weerstand biedt tegen aanraking met harde lichamen of tegen schokken door metalen handwerktuigen; de coördinatie

tussen de beschermingsinrichtingen en de doorsneden van de beschermingsmantel is zodanig dat de leidingen voldoende beschermd zijn tegen de beschadigingen die door kortsluiting of een aardingsfout zouden kunnen veroorzaakt worden;
- ze zijn voorzien van een uitwendige mantel die in normale omstandigheden een voldoende weerstand blijft behouden tegen aanrakingen door harde lichamen en tegen schokken veroorzaakt door metalen handwerktuigen; in dat geval moet de elektrische leiding bovendien over haar ganse lengte beschermd worden door een afdekking uit duurzaam en weerstandbiedend materiaal, dit om ze te vrijwaren tegen aanraking van werktuigen bij opgravingen; deze bedekking steekt aan beide zijden van de kabel uit en is verwezenlijkt zonder doorlopende langsvoegen boven de kabel;
- ze worden geplaatst in een buis of een evenwaardig systeem, dat een voldoende bescherming biedt tegen de oorzaken van mechanische beschadigingen.

a.3. Bij hoogspanning

Aanvullend op de algemene regel in *punt a.1.* wordt de ingravingsdiepte op 1,00 m gebracht voor elektrische hoogspanningsleidingen op gelijkstroom en deze op wisselstroom van de 2e categorie. Ingegraven elektrische hoogspanningsleidingen op gelijkstroom en deze op wisselstroom van 2e categorie, geplaatst vóór 1 januari 1983, mogen op een ingravingsdiepte van ten minste 0,60 m behouden blijven.

Elke ondergrondse kabel moet over zijn ganse lengte beschermd worden door middel van een afdekking uit duurzaam en stevig materiaal, bestemd om hem bij grondwerken tegen aanraking door werktuigen te vrijwaren. Deze afdekking steekt aan beide zijden van de kabel uit; zij wordt verwezenlijkt zonder doorlopende langsvoegen boven de kabel.

De kabels moeten voorzien zijn van een geaarde beschermingsmantel; voor de kabels van het gewapende type mag de wapening hiervoor instaan. De coördinatie tussen de beschermingsinrichtingen en de doorsneden van de beschermingsmantel is zo dat de elektrische leidingen voldoende beschermd zijn tegen beschadigingen voortkomende van een aardingsfout of een kortsluiting.

De ligging van elke ondergrondse kabel op hoogspanning op gelijkstroom en van elke ondergrondse kabel op wisselstroom van 2e categorie moet aangegeven worden door middel van een onaantastbaar waarschuwingsmiddel dat ten minste 10 cm boven de beschouwde kabel aangebracht wordt.

b. Doorgang van muren en wanden

Wanneer voor plaatsing van ondergrondse kabels de doorgang van muren of wanden noodzakelijk is, moet de doorgang na plaatsing zorgvuldig gedicht worden.

c. Nabijheid van en kruising met ondergrondse telecommunicatiekabels

c.1. Algemene voorschriften

In de nabijheid van en bij de kruising met ondergrondse telecommunicatiekabels moet elke energiekabel derwijze geplaatst worden dat hij zich overal op ten minste 0,50 m van de reeds aanwezige telecommunicatiekabels bevindt.

Indien een dergelijke schikking niet uitvoerbaar is, kan een afwijking toegestaan worden door de belanghebbende Ministers of de door hen aangeduide ambtenaren. In dergelijk geval neemt diegene die de elektrische leiding plaatst, na overleg met de eigenaar van de telecommunicatiekabel, de geschikte maatregelen om latere vergissingen bij de identificatie van de kabels uit te sluiten, om alle schade te voorkomen alsook om de storingen in het telecommunicatieverkeer te vermijden en om het gevaar dat uit de toegestane afwijking kan voortvloeien uit te sluiten.

c.2. Verplaatsing van energie- en telecommunicatiekabels

Indien telecommunicatiekabels en energiekabels op aanvraag van derden worden geplaatst zijn de hierboven onder *punt c.1.* aangehaalde afwijkingsmaatregelen van toepassing.

c.3. Algemene afwijking

De netbeheerders (gas en elektriciteit) mogen van deze algemene voorschriften afwijken voor wat hun eigen telecommunicatie-installaties betreft op voorwaarde maatregelen te nemen om het gevaar te vermijden.

Deze algemene afwijking is eveneens van toepassing op de installaties van de Intergemeentelijke Vervoermaatschappijen.

d. Plaatsaanduiding

d.1. Principe

De aanwezigheid van een kabel moet op zichtbare en duurzame wijze aangeduid worden. Daartoe moet een merkteken aan ieder uiteinde van de rechte stukken geplaatst worden. Indien het rechte stuk langer is dan 200 m moeten ten minste om de 200 m tussenliggende merktekens geplaatst worden. Merktekens moeten eveneens geplaatst worden aan de uiteinden van de bochten.

In bochten van meer dan 20 m lengte moet een bijkomend merkteken geplaatst worden in het midden van de beschreven boog. Indien een afstand van 50 m dit merkteken scheidt van deze die het begin van de boog aanduiden moeten bijkomende merktekens geplaatst worden, zodat de afstand tussen de merktekens ten hoogste 50 m bedraagt.

d.2. Kabelbundels

In het geval van een bundel kabels mag gebruik gemaakt worden van gemeenschappelijke merktekens voor alle kabels samen.

d.3. Uitzonderingen

Indien het onmogelijk is een merkteken aan te brengen boven één of meer kabels, moet het geplaatst worden op een zo klein mogelijke afstand van de ligging van deze kabel of kabels.

In geval van private eigendommen moeten de merktekens bij voorkeur geplaatst worden aan de grenzen van de percelen ofwel op andere plaatsen waar de uitbating, en in het bijzonder de uitbating van landbouwgronden, niet belemmerd wordt door hun aanwezigheid.

Er is geen verplichting voor het aanduiden van de aanwezigheid van:
- de laagspanningsaansluitingen van netgebruikers;
- de kabels door de Belgische Spoorwegen op eigen terrein geplaatst;
- de kabels die de verschillende palen van een openbare verlichtingsinstallatie of van een lichtsignalisatie onderling verbinden alsook de kabels die deze palen verbinden met hun voedingsposten.

Evenmin moet de aanwezigheid van kabels, geplaatst in een openbare weg, aangeduid worden, wanneer de overheid die deze openbare weg beheert zich uitdrukkelijk tegen het plaatsen van merktekens verzet gezien de bijzondere aard van de wegbedekking.

d.4. Merktekens

De gebruikte merktekens moeten uit duurzaam materiaal zijn vervaardigd. Hun oppervlakte mag niet kleiner zijn dan 0,01 m² en hun kleinste afmeting niet kleiner zijn dan 0,08 m. Zij dragen, in reliëf op hun zichtbaar vlak, ten minste de volgende aanduidingen:
- één bliksemschicht voor de aanduiding van één enkele kabel;
- twee bliksemschichten voor de aanduiding van een bundel boven of naast elkaar liggende kabels.

d.5. Plannen van de ondergrondse leidingen

Voor wat betreft de verplichtingen van de eigenaar, zie *afdeling 9.1.4.*

d.6. Militair domein

Om redenen van militaire veiligheid mag de militaire overheid zich verzetten tegen de gehele of gedeeltelijke toepassing van dit *punt d.* op de installaties die zij gebruikt of die op haar domein liggen.

Onderafdeling 5.2.10.3. Buizen in magnetisch metaal bij hoogspanning

De elektrische leidingen behorende tot eenzelfde wisselstroombaan moeten samengevoegd worden in een zelfde buis wanneer deze vervaardigd is uit een niet in de langsrichting gespleten magnetisch metaal.

Onderafdeling 5.2.10.4. Bijzondere regels bij laagspanning en bij zeer lage spanning

a. Plaatsing in buizen

a.1. De buizen

De buizen mogen bestaan uit een thermoplastisch materiaal of uit staal.

Zij moeten, met uitzondering van de vlamverspreidende thermoplastische buizen, conform de door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen zijn, of beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

De buizen uit thermoplastisch materiaal kunnen van het stijve, het soepel-gladde of het geringde type zijn.

De stalen buizen moeten bestaan uit een staalplaat met gelaste naad en uit hetzij gladde verbindingsstukken (TAL) hetzij draadgetrokken verbindingsstukken, indien de buizen voorzien zijn van uitwendige schroefdraad aan beide uiteinden (TAF).

Soepele buizen bestaan uit een spiraalvormig metalen omhulsel aan de buitenzijde, met al dan niet inwendige of uitwendige isolatiekoker.

De bochten of ellebogen van de buizen moeten uitgevoerd worden:
- hetzij in volle buis met behulp van aangepaste tangen of toestellen;
- hetzij door middel van werkwijzen aangepast aan de buizen, zoals het opwarmen voor de buizen uit thermoplastische stof;
- hetzij in voorgevormde stukken zoals bochten of T-vormige stukken onder rechte hoek.

De kniestukken en T-vormige stukken moeten uit twee delen bestaan; hun voegen moeten zodanig uitgevoerd zijn dat een voldoende afdichting verzekerd wordt.

a.2. Materieelkeuze

In buizen mogen geïsoleerde geleiders of kabels geplaatst worden.

a.3.Gebruiksvoorwaarden

Onder voorbehoud van de uitzonderingen, aangehaald in dit Boek, is de plaatsing in buizen in alle ruimten toegestaan.

a.4. Afmetingen van de buizen en aansluitingsbenodigdheden

De inwendige afmetingen van de buizen en aansluitingsbenodigdheden moeten zodanig zijn, dat het mogelijk is de geleiders of kabels gemakkelijk te trekken of te verwijderen na plaatsing van de buizen en hun onderdelen.

a.5. Plaatsing van de buizen – algemene regels

Het plaatsen van de buizen moet als volgt gebeuren:
- ze moeten voldoende vastgehecht worden en hun eventuele verbindingsmoffen mogen niet kunnen verschuiven;
- het moet steeds mogelijk zijn er de geleiders of kabels in te trekken of er uit te verwijderen;
- ze mogen de isolatie van de geleiders en kabels niet kunnen beschadigen en dit vooral aan de uiteinden;
- voor de ter plaatse gemaakte bochten in de buizen mag de kromtestraal niet kleiner zijn dan:
  - tienmaal de uitwendige diameter, bij metalen buizen;
  - achtmaal de uitwendige diameter, bij soepele thermoplastische buizen;
  - vijfmaal de uitwendige diameter, bij stijve thermoplastische buizen;
- voor het buigen van de buizen moet gebruik gemaakt worden van methoden conform de regels van goed vakmanschap;
- aangepaste maatregelen moeten worden genomen om te vermijden dat water zich kan ophouden in buizen en toestellen waarin deze uitmonden.

a.6. Verboden werkwijzen

Het is verboden:
- buizen in brandbaar materiaal te gebruiken tenzij ze verzonken zijn in niet-brandbare materialen met een minimum bedekking van 3 cm;
- verbindingen, aansluitingen of draadlassen tussen geleiders of kabels te verwezenlijken in de buizen;
- buizen uit thermoplastisch materiaal aan te wenden op plaatsen waar de temperatuur onder normale omstandigheden 60 °C kan overschrijden;
- in buizen leidraden, koperbanddraad of soepele CSuB-snoeren of gelijkaardige te trekken.

De eventuele aansluitingen in trek- en doorvoerkasten mogen slechts uitgevoerd worden op een passende klemmenblok.

a.7. Buizen in magnetisch metaal

De elektrische leidingen behorende tot eenzelfde wisselstroombaan moeten samengevoegd worden in een zelfde buis wanneer deze vervaardigd is uit een niet in de langsrichting gespleten magnetisch metaal, en wanneer deze leidingen beschermd worden door beschermingsinrichtingen met een nominale stroomsterkte groter dan 25 A.

a.8. Bijzondere regels van toepassing voor de montage van buizen in opbouw

Mechanische bescherming

De mechanische bescherming van de buizen moet aangepast zijn aan de uitwendige invloeden waaraan ze blootgesteld worden.

Vasthechting van de buizen

De bevestiging van buizen moet uitgevoerd worden conform de desbetreffende regels van goed vakmanschap.

a.9. Bijzondere regels van toepassing voor de in metselwerk, bepleistering of elke andere bekleding verzonken buizen

Bescherming tegen corrosie

Er moeten voorzorgsmaatregelen overeenkomstig de regels van goed vakmanschap worden getroffen om te vermijden dat buizen, geplaatst in een omgeving met scheikundig corrosief karakter, zouden aangetast worden.

Verbindingen en aansluitingen

In de verbindings-, aftak- en trekdozen moeten de geleiders of kabels toegankelijk blijven en knie- en T-vormige stukken zijn verboden.

b. Plaatsing onder sierlijsten, holle plinten en lijsten

b.1. Materialen

De sierlijsten, plinten en lijsten mogen uit hout of thermoplastisch materiaal bestaan. Zij moeten een voldoende mechanische weerstand bezitten.

b.2. Keuze van de elektrische leidingen

Geïsoleerde geleiders of eenaderige kabels mogen geplaatst worden onder sierlijsten, holle plinten en lijsten.

Indien de sierlijsten, plinten of lijsten gemaakt zijn uit brandbaar materiaal, moeten de geleiders of eenaderige kabels beantwoorden aan de bepalingen van *punt c.* van *onderafdeling 5.2.8.1.*

De gleuven van sierlijsten, holle plinten en lijsten moeten dusdanige afmetingen hebben dat de geleiders of eenaderige kabels er gemakkelijk kunnen in ondergebracht worden.

In de houten sierlijsten mag slechts één geleider of eenaderige kabel per gleuf geplaatst worden, tenzij deze geleiders of eenaderige kabels tot één en dezelfde stroombaan behoren.

Het gebruik van holle plinten zonder afdekking en met slechts één enkele gleuf is niet toegestaan voor de doorgang van geleiders of eenaderige kabels.

c. Plaatsing in de vrije lucht en plaatsing in opbouw

In de vrije lucht en in opbouw mogen enkel kabels geplaatst worden, met uitzondering van de onafhankelijke beschermingsgeleiders (PE) en de onafhankelijke PEN-geleiders.

De bevestigingsmiddelen, kabelrekken, kraagstukken... moeten zodanig gekozen en geplaatst worden dat geen schade aan de elektrische leidingen wordt berokkend. Ze moeten geschikt zijn om zonder beschadiging te kunnen weerstaan aan de uitwendige invloeden waaraan ze blootgesteld worden.

In verticale gedeelten moet men zich ervan vergewissen dat de trekkrachten, uitgeoefend door het gewicht van de elektrische leidingen, niet kunnen leiden tot breuk of vervorming van de geleiders. Deze trekkrachten mogen niet uitgeoefend worden op de aansluitklemmen.

De bevestigingsmiddelen moeten zodanig ontworpen en gedimensioneerd zijn dat ze de elektrische leidingen niet beschadigen.

d. Open en gesloten goten

De plaatsing van geleiders die alleen van een basisisolatie zijn voorzien is verboden in open goten, met uitzondering van de onafhankelijke beschermingsgeleiders (PE) en de onafhankelijke PEN-geleiders.

De geïsoleerde geleiders mogen geplaatst worden in gesloten goten.

Indien geïsoleerde geleiders geplaatst zijn in gesloten goten die zich buiten de lokalen van de elektrische dienst bevinden, zijn deze goten volwandig en voorzien van een deksel dat slechts met behulp van gereedschap kan worden geopend.

De verbindingen voor koppelingen, aansluitingen of aftakkingen worden volgens de regels van goed vakmanschap uitgevoerd in verbindings- of aftakdozen of aan de klemmen van schakelaars of stopcontacten.

Wanneer in een goot elektrische leidingen worden aangewend op verschillende spanningen, moeten de verbindingen voor koppelingen, aansluitingen en/of aftakkingen worden uitgevoerd in compartimenten die de elektrische leidingen op verschillende spanningen van elkaar scheiden.

e. Kokers

De keuze van de elektrische leidingen in kokers moet gebeuren in functie van de risico's verbonden met de plaats waar de koker zich bevindt.

Het risico van vochtindringing in de kokers dient zorgvuldig vermeden te worden.

f. Open, gesloten of met zand gevulde kabelkanalen en kokers in de grond

De keuze van de elektrische leidingen in de kabelkanalen moet gebeuren in functie van de risico's verbonden met de plaats waarin het kabelkanaal zich bevindt.

De kabelkanalen moeten zodanig opgevat zijn dat ze gemakkelijk kunnen gereinigd worden, vooral in stoffige lokalen.

g. Holle constructieruimten

De geleiders, kabels en buizen, te plaatsen in holle constructieruimten, beantwoorden aan de bepalingen van de *punten c.*en *d.* van *onderafdeling 5.2.8.1.*

Het is verboden geleiders die alleen van basisisolatie voorzien zijn te plaatsen in holle constructieruimten (van plafonds of vloeren…).

Ingeval elektrische leidingen geplaatst worden in buizen die niet de vereiste mechanische weerstand bezitten, dienen deze mechanisch beschermd te worden op alle plaatsen waar beschadigingsrisico's bestaan, bv. bij plaatsing op vloerbalken.

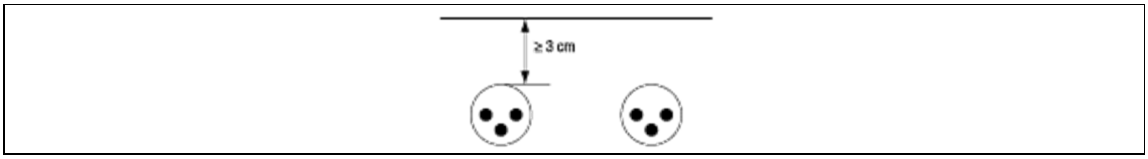
h. Verzonken plaatsing zonder buizen

h.1. Elektrische leidingen verzonken in beton of cement

Het is verboden geleiders die alleen van basisisolatie voorzien zijn verzonken te plaatsen in wanden, vloeren en plafonds.

De in wanden, vloeren en plafonds verzonken elektrische leidingen worden bedekt met een laag beton of cement van minstens 3 cm.

Figuur 5.40. Verzonken plaatsing zonder buizen in beton of cement



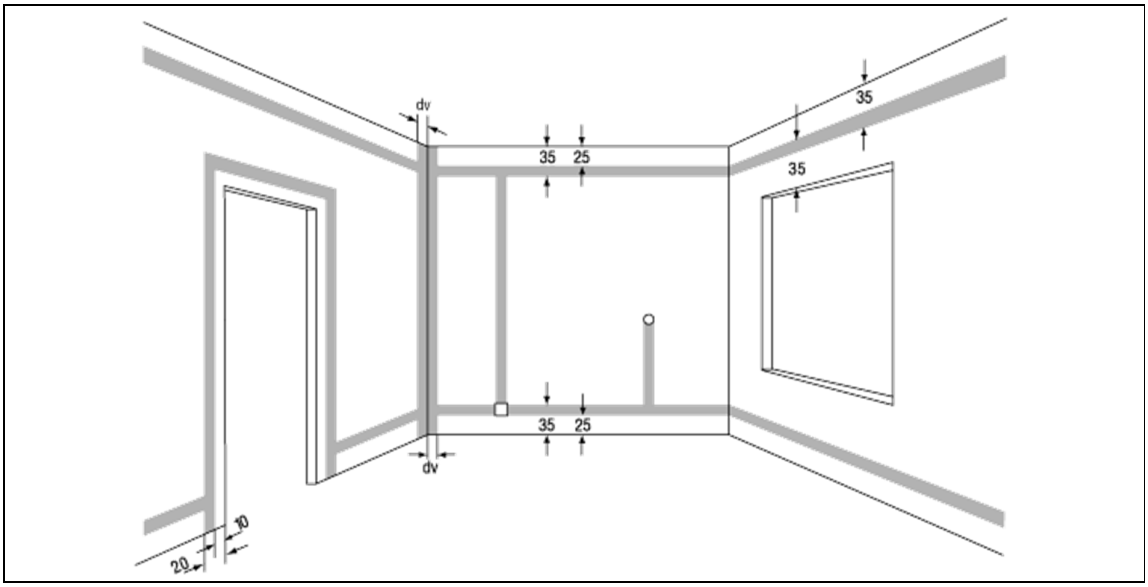
h.2. Elektrische leidingen verzonken in de muren van lokalen

Het is verboden geleiders die alleen van basisolatie voorzien zijn verzonken te plaatsen in de muren van lokalen.

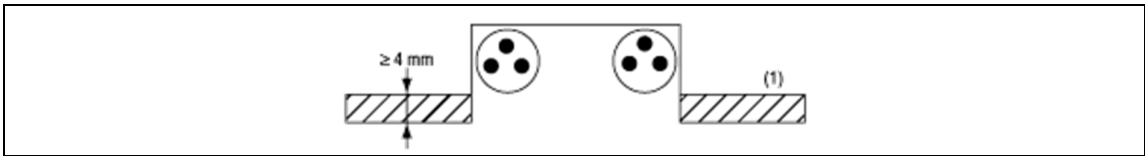
De elektrische leidingen verzonken zonder buis *in de muren van lokalen* beantwoorden aan volgende voorschriften:

- hun traject volgt alleen horizontale en verticale wegen, waarbij de horizontale wegen in een plafond haaks op de verticale wanden zijn aangebracht;
- de horizontale trajecten bevinden zich op 25 à 35 cm van de vloer of van het plafond en eveneens op 25 à 35 cm boven de onderkant van de bovendrempel van het raam, voor zover ze dan ten minste 25 cm onder het plafond liggen;
- de verticale trajecten bevinden zich zo dicht mogelijk in een hoek van het lokaal, of op 10 à 20 cm van de lijsten of kozijnen van de deuren;
- de plaatsing buiten dit profiel wordt, zoals hierboven beschreven, verticaal uitgevoerd ten opzichte van een zichtbaar elektrisch toestel of machine;
- zij worden aan geen enkele mechanische invloed onderworpen, noch tijdens de plaatsing, noch later;
- zij worden zonder beschadiging gehecht aan de wanden;
- de dikte van de dekkende bepleistering is niet dunner dan 0,4 cm.

Figuur 5.41 Elektrische leidingen verzonken in de muren van lokalen



Figuur 5.42. Schematische doorsnede van een sleuf



(1) Dekkende bepleistering

i. Geprefabriceerde leidingen

i.1. Bescherming tegen rechtstreekse aanraking

De beschermingsgraad der geprefabriceerde leidingen moet ten minste gelijk zijn aan IPXX-B. Deze elektrische leidingen beantwoorden aan de door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm of aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm.

i.2. Verboden gebruik

Het gebruik van geprefabriceerde leidingen is verboden in wasruimten.

j. Installatie van evenwijdige draden op isolatoren

j.1. Gebruiksvoorwaarden

De installatie van evenwijdige draden van een elektrische leiding op isolatoren is overal toegestaan waar geen enkele mechanische bescherming noodzakelijk is, voor zover geen enkel voorschrift van dit Boek er zich tegen verzet en:
- de isolatoren onbrandbaar en niet hygroscopisch zijn;
- de elektrische leidingen zonder mantel noch de wanden van de lokalen noch de voorwerpen die er blijvend aanwezig zijn, raken.

De hierboven aangehaalde elektrische leidingen moeten uitgevoerd worden:
- hetzij als rails in kokers, afgesloten ruimten of gesloten kabelkanalen;
- hetzij als buizen;
- hetzij als al dan niet geïsoleerde geleiders.

j.2. Plaatsing

Blanke geleiders

De geleiders in de vorm van draden of kabels moeten voldoende aangespannen worden zonder dat hun elasticiteitsgrens bereikt wordt.

De afstand tussen geleiders van verschillende polariteit moet 10 cm zijn voor een spanwijdte kleiner dan 4 m en moet met 2 cm vermeerderd worden voor elke bijkomende meter spanwijdte.

De afstand tussen de draden of kabels en de wanden of voorwerpen moet 10 cm bedragen. Indien een kleinere afstand noodzakelijk is, wordt deze toegestaan als het aanrakingsrisico uitgesloten is door het dichter plaatsen van de steunen of door tussenplaatsing van een isolatiestof. De afstand tussen de geleiders en de niet-elektrische leidingen dient nochtans ten minste 5 cm te bedragen.

Rail- of buisgeleiders

De afstand tussen rail- en buisgeleiders en de aangrenzende elektrische leidingen of buizen moet ten minste 5 cm bedragen.

Indien ze verbonden zijn met geïsoleerde geleiders is het toegelaten dat, in normaal bedrijf, de temperatuur van deze geleiders over een bepaalde lengte de waarde overtreft die door de isolatie kan verdragen worden. Het is trouwens aangeraden de isolatie over deze lengte te verwijderen.

Geïsoleerde geleiders

De afstand tussen opeenvolgende isolerende steunen moet zodanig zijn dat:
- de geleiders van verschillende polariteit ten minste 1,5 cm van elkaar liggen;
- de geleider, eens geplaatst, zich bevindt op ten minste 1 cm van wanden en voorwerpen bij de uitwendige invloeden AD1 en AD2 (bepaald in *afdeling 2.10.3.*) en AE1 tot AE3 (bepaald in *afdeling 2.10.4.*) of 2 cm bij de uitwendige invloeden AD3 tot AD6 en AE4.

De horizontale spanwijdten moeten:
- kleiner zijn dan 1,20 m voor koperen geleiders met een doorsnee kleiner dan of gelijk aan 10 mm^2;
- kleiner zijn dan 1,50 m voor koperen geleiders met een doorsnede groter dan 10 mm^2;
- groter zijn wanneer men zonder hinder de doorbuiging van de spanwijdten kan verhogen.

k. Verwarmingspanelen en -leidingen

De verwarmingspanelen en leidingen en hun installatie moeten beantwoorden aan de regels van goed vakmanschap.

l. Specifieke regels voor buiteninstallaties

De plaatsingswijze van de elektrische leidingen buiten de gebouwen moet beantwoorden aan de desbetreffende regels van goed vakmanschap, rekening houdend met de uitwendige invloedsvoorwaarden waaraan ze blootgesteld worden.

m. Specifieke regels voor installaties op zeer lage spanning (ZLS)

m.1. Algemeenheden

De algemeenheden van toepassing op de laagspanningsinstallaties, opgenomen in *onderafdeling 5.2.1.1*, zijn van toepassing.

m.2. Plaatsingswijze

De plaatsingswijzen van elektrische leidingen, voorgeschreven voor laagspanning (zie *onderafdelingen 5.2.2.1. t.e.m. 5.2.2.4.*), zijn van toepassing. Deze voorschriften zijn, wat de plaatsingswijze betreft, vervat in *onderafdeling 5.2.10.4.* met uitzondering van deze in:
- de 1ste alinea van de *punt c.*;
- de 2e alinea van de *punt g.*;
- *punt h.2.*

Anderzijds wordt het gebruik van geprefabriceerde leidingen toegelaten op voorwaarde dat, ten einde de bescherming tegen elektrische schokken door rechtstreekse aanraking te verzekeren, hun beschermingsgraad ten minste gelijk is aan IPXX-B.

m.3. Aanvullende voorschriften

Andere plaatsingswijzen voor elektrische geleiders en leidingen moeten beantwoorden aan de desbetreffende regels van goed vakmanschap.

Hoofdstuk 5.3. Elektrische apparatuur (bescherming, bediening, scheiding en toezicht)

Afdeling 5.3.1. Algemeenheden

Dit hoofdstuk behandelt de keuze en ingebruikname van de elektrische apparatuur voor bescherming, bediening, scheiding en toezicht. Hierbij moet onder andere rekening gehouden worden met de uitwendige invloeden, zoals gedefinieerd in *hoofdstuk 2.10.*:
- AA – omgevingstemperatuur;
- AD – aanwezigheid van water;
- AE – aanwezigheid van vreemde vaste lichamen;
- AF – aanwezigheid van corrosieve of milieuverontreinigende stoffen;
- AG – mechanische belasting veroorzaakt door schokken;
- AH – mechanische belasting veroorzaakt trillingen;
- AK – aanwezigheid van flora en /of schimmelvorming en AL aanwezigheid van fauna;
- AM – elektromagnetische, elektrostatische of ioniserende invloeden en AN zonnestraling;
- BA – bekwaamheid van personen;
- BB – toestand van het menselijk lichaam;
- BC – aanraking van het aardpotentiaal door personen;
- BD – mogelijkheden van ontruiming van personen in noodgevallen;
- BE – aard van de behandelde of opgeslagen goederen;
- CA – bouwmaterialen;
- CB – structuur van gebouwen.

Afdeling 5.3.2. Keuze en ingebruikname van machines en elektrische toestellen in functie van de uitwendige invloeden

Onderafdeling 5.3.2.1. In functie van de omgevingstemperatuur (AA)

De elektrische machines en toestellen moeten uitgekozen en gebruikt worden volgens de bepalingen van *tabel 5.2.* rekening houdend met de temperaturen, die in de ruimten waar zij aangewend worden, optreden.

Tabel 5.2. Keuze en aanwending van materieel in functie van de omgevingstemperatuur (AA)

Code	*Omgevingstemperatuur*	*Karakteristieken van het materieel en de aanwending ervan*
AA1	−60 °C tot +5 °C	Speciaal ontworpen materiaal of aangepaste schikkingen
AA2	−40 °C tot +5 °C	
AA3	−25 °C tot +5 °C	

AA4	−5 °C tot +40 °C	Normaal
AA5	+ 5 °C tot +40 °C	
AA6	+ 5 °C tot +60 °C	Speciaal ontworpen materieel of aangepaste maatregelen

Voor bijzonder materieel mag rekening gehouden worden met de temperaturen vermeld in *tabel 5.3.*

Tabel 5.3. Keuze en aanwending van bijzonder materieel in functie van de omgevingstemperatuur (AA)

Code	*Temperatuur*	*Kenmerken van het materieel en de aanwending ervan*
AA7	−15 °C tot +25 °C	Normaal materieel voor buitenopstelling
AA8	+5 °C tot +30 °C	Normaal materieel voor gewoonlijk verwarmde lokalen

Onderafdeling 5.3.2.2. In functie van de aanwezigheid van water (AD)

De beschermingsgraad van elektrische machines en toestellen voor wat betreft het binnendringen van vloeistoffen moet bepaald worden volgens de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm of beantwoordt aan de bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm, rekening houdend met de bepalingen van *tabel 5.4.*

Tabel 5.4. Beschermingsgraad van elektrische machines en toestellen in functie van de aanwezigheid van water (AD)

Code	***Aanwezigheid van water***	***Beschermingsgraad***
AD1	te verwaarlozen aanwezigheid	IPX0
AD2	tijdelijk vochtig	IPX1
AD3	Vochtig	IPX3
AD4	Nat	IPX4
AD5	Besproeid	IPX5
AD6	watermassa's	IPX6
AD7	overstroomde ruimten	IPX7
AD8	permanent ondergedompeld	IPX8

Onderafdeling 5.3.2.3. In functie van de aanwezigheid van vreemde vaste lichamen (AE)

De beschermingsgraad van elektrische machines en toestellen tegen het binnendringen van vreemde vaste lichamen beantwoordt aan de door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm of aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm, rekening houdend met de voorschriften van *tabel 5.5.*

Tabel 5.5. Beschermingsgraad van elektrische machines en toestellen in functie van de aanwezigheid van vreemde vaste lichamen (AE)

Code	***Vreemde vaste lichamen***		***Beschermingsgraad***
AE1	Grote afmetingen		IP2X of IP0X volgens de beschermingsgraad die al of niet is voorgeschreven voor gevaren bij rechtstreekse aanraking
AE2	Kleinste afmeting 2,5 mm		IP3X
AE3	Kleinste afmeting 1 mm		IP4X
AE4	Stofdeeltjes	Bij indringingsmogelijkheid	IP5X
		Bij vereiste stofdichtheid	IP6X

Onderafdeling 5.3.2.4. In functie van de aanwezigheid van corrosieve of milieuverontreinigende stoffen (AF)

Wanneer de hoeveelheid of de aard van corrosieve of milieuverontreinigende stoffen verwaarloosbaar is (AF1) op elektrische machines of toestellen moeten deze aan de regels van goed vakmanschap beantwoorden die voor de normale gebruiksomstandigheden gelden.

Bij aanwezigheid van corrosieve of milieuverontreinigende stoffen afkomstig uit de atmosfeer (AF2) moeten de elektrische machines en toestellen zo ontworpen en uitgevoerd zijn dat ze met succes weerstaan aan de zoutnevelproef die is voorgeschreven hetzij in de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm hetzij in bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm.

Wanneer ze echter onderworpen worden aan een onderbroken of toevallige inwerking van chemische producten (AF3) moeten de elektrische machines en toestellen zo ontworpen en uitgevoerd zijn dat ze weerstaan aan een corrosieproef zoals voorgeschreven hetzij in de van toepassing zijnde, door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm hetzij in bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm.

Wanneer ze aan een permanente inwerking van chemische producten zijn blootgesteld (AF4) moeten de elektrische machines en toestellen speciaal bestudeerd zijn voor deze toestand of moeten zij voorzien worden van een beschermingsbekleding die bijzonder is aangepast aan de aard van de aangehaalde reagentia.

Onderafdeling 5.3.2.5. In functie van mechanische belasting veroorzaakt door schokken (AG)

De elektrische machines en toestellen moeten een bescherming hebben die weerstaat aan de te verwachten belasting overeenkomstig de uitwendige invloed AG1, AG2 of AG3.

Onderafdeling 5.3.2.6. In functie van mechanische belasting veroorzaakt door trillingen (AH)

Wanneer de elektrische machines en toestellen aan trillingen worden onderworpen die door de regels van goed vakmanschap als middelmatig of belangrijk worden aangeduid (AH2 of AH3) moeten zij hiervoor speciaal bestudeerd worden of dienen, te hunnen opzichte, speciale maatregelen genomen te worden.

Onderafdeling 5.3.2.7. In functie van de aanwezigheid van flora en/of schimmelvorming (AK) en fauna (AL)

De te nemen maatregelen tegen flora en/of schimmelvorming zijn afhankelijk van de aard van deze laatste en van de plaatselijke omstandigheden. Het risico is afhankelijk hetzij van de schadelijke inwerking van de plantengroei hetzij van zijn overmaat.

De eventueel te nemen beschermingsmaatregelen tegen fauna zijn afhankelijk volgens het geval van:
- een aangepaste beschermingsgraad tegen het binnendringen van vaste lichamen;
- voorzorgsmaatregelen om de aanwezigheid van deze fauna te vermijden zoals reiniging, gebruik van pesticiden...

Onderafdeling 5.3.2.8. In functie van elektromagnetische, elektrostatische of ioniserende invloeden (AM) en zonnestraling (AN)

De bijzondere beschermingsmaatregelen, hierna vermeld, moeten eventueel aangewend worden.

Tegen zwerfstromen (AM2):
- versterkte isolatie;
- speciale beschermingsbekledingen;
- kathodische bescherming;
- bijkomende equipotentiaalverbinding.

Tegen elektromagnetische (AM3) of ioniserende (AM4) invloeden:
- zich verwijderen van de stralingsbronnen;
- tussenplaatsen van schermen;
- omhulsels uit speciale materialen.

Tegen elektrostatische invloeden (AM5):
- geaard scherm;
- verminderen van de oppervlakteweerstand van isolatiematerialen;
- bijkomende equipotentiaalgeleiders;
- opstelling op niet-geleidende plaatsen.

Tegen geïnduceerde stromen (AM6):
- zich verwijderen van de inducerende stroombronnen;
- tussenplaatsen van schermen.

Tegen zonnestraling die het elektrische materieel kan schaden (AN2):
- materialen bestand tegen ultraviolette straling;
- bekledingen met speciale kleur;
- tussenplaatsen van schermen.

Onderafdeling 5.3.2.9. In functie van de bekwaamheid van personen (BA)

Bij keuze van elektrische machines en toestellen moet rekening gehouden worden met de bepalingen van *tabel 5.6*.

Tabel 5.6. Keuze van elektrische machines en toestellen in functie van de bekwaamheid van personen (BA)

Code	*Bekwaamheid van personen*	*Karakteristieken en aanwending van het materieel*
BA1	Gewone	Normaal
BA2	Kinderen	Materieel met een beschermingsgraad hoger dan IPXX-B
BA3	Gehandicapten	Ongenaakbaarheid van materieel waarvan de temperatuur van de buitenvlakken 80 °C overtreft
BA4	Gewaarschuwden	Materieel zonder bescherming tegen rechtstreekse aanraking is toegelaten
BA5	Vakbekwamen	

Onderafdeling 5.3.2.10. In functie van de toestand van het menselijk lichaam (BB)

De keuze van elektrische machines en toestellen moet, naargelang het geval, gebeuren met inachtneming van de uitwendige invloeden BB, functie van de elektrische weerstand van het menselijk lichaam; rekening houdend met de bepalingen van *tabel 5.7*.

Tabel 5.7. Keuze van elektrische machines en toestellen in functie van de toestand van het menselijk lichaam (BB)

Code	*Toestand van het menselijk lichaam*	*Karakteristiek van het materieel en zijn aanwending*
BB1	Droge huid of vochtig door transpiratie	Normaal
BB2	Natte huid	Aangepaste beschermingsmaatregelen
BB3	Ondergedompeld in water	

Onderafdeling 5.3.2.11. In functie van contact met het aardpotentiaal door personen (BC)

De keuze van elektrische machines en toestellen moet, naargelang het geval, gebeuren met inachtneming van de uitwendige invloeden BC, functie van de frequentie van de contacten van personen met het aardpotentiaal; de klasse van het aangewende materieel zal bepaald worden rekening houdend met de bepalingen van *tabel 5.8*.

Tabel 5.8. Keuze van elektrische machines en toestellen in functie van contact met het aardpotentiaal door personen (BC)

Code	*Klasse van het contact*	*Klasse van het materieel*			
		0-0I	*I*	*II*	*III*
BC1	Geen	A	A	A	A
BC2	Zwak	A	A	A	A
BC3	Veelvuldig	+	A	A	A
BC4	Voortdurend	+	(1)	(1)	(2)

A: toegelaten materieel
+: verboden materieel
(1) volgens de beschermingsmaatregel: veiligheidsscheiding van de stroombanen beperkt tot één enkel toestel per transformator
(2) volgens de beschermingsmaatregel: gebruik van zeer lage veiligheidsspanning

Onderafdeling 5.3.2.12. In functie van de aard van de behandelde en opgeslagen goederen (BE)

De keuze van elektrische machines en toestellen moet, naargelang het geval, gebeuren met inachtneming van de uitwendige invloeden BE, volgens de aard van de behandelde of opgeslagen goederen:
- BE2 brandgevaar: *afdelingen 4.3.3.* en *5.2.8.*;
- BE3 ontploffingsgevaar: *hoofdstuk 7.3.;*
- BE4 gevaar voor bezoedeling: *afdeling 4.6.3.*

Onderafdeling 5.3.2.13. In functie van de bouwmaterialen (CA)

Wanneer er de uitwendige invloed CA2 is, moeten de elektrische machines en toestellen een bescherming hebben die weerstaat aan de te verwachten invloeden; er moet ondermeer aan de voorschriften van *afdeling 4.3.3.* worden voldaan.

Onderafdeling 5.3.2.14. In functie van de structuur van gebouwen (CB)

Wanneer de uitwendige invloed CB2, CB3 of CB4 is, moeten de elektrische machines en toestellen een bescherming hebben die weerstaat aan de te verwachten invloeden. Voor CB2 moet onder meer aan de voorschriften van *afdeling 4.3.3.* worden voldaan.

Afdeling 5.3.3. Bedienings- en scheidingswijzen

Onderafdeling 5.3.3.1. Veiligheidsonderbreking

a. Scheiding bij laagspanning en bij zeer lage spanning

a.1. Algemeen

Teneinde de scheiding van iedere elektrische installatie of gedeelte ervan mogelijk te maken moeten inrichtingen voorzien worden die deze scheiding toelaten bij onderhoud, bij nazicht en foutzoeken en bij herstellingen. Deze inrichtingen moeten alle actieve geleiders onderbreken met inbegrip van de nulgeleider, uitgezonderd:
- in het TN-C-systeem waar het onderbreken van de PEN geleider verboden is;
- in het TN-S-systeem waar het toegelaten is de nulgeleider niet te onderbreken;
- in het TT-systeem, waar het onderbreken van de nulgeleider wordt verwezenlijkt onder de voorwaarden beschreven in de laatste alinea van *4.2.3.4.c.4.*

a.2. Stroomopwaartse en stroomafwaartse scheiding van hoogspannings-laagspanningstransformatoren

De aansluiting van iedere hoogspannings-laagspanningstransformator moet voorzien zijn van scheidingsinrichtingen en dit zowel stroomopwaarts als stroomafwaarts, zoals voorgeschreven in de door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen of beantwoordt aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

Dit voorschrift is niet van toepassing:
- op de transformator die een geheel vormt met een andere elektrische machine of toestel. In dat geval, kunnen de scheidingsinrichtingen tussen de transformator en de elektrische machine of toestel waarmee hij een geheel vormt, worden weggelaten;
- op transformatoren voor meettoestellen;
- op de secundaire wikkeling van transformatoren die ontladingslampen voeden en van transformatoren waarvan het vermogen 500 VA niet overschrijdt.

Wanneer transformatoren voorzien worden om parallel geschakeld te werken en waarbij de nulgeleiders onderling verbonden worden zonder geaard te zijn, moeten de scheidingsinrichtingen gelijktijdig de nulgeleider en de fasegeleiders onderbreken.

a.3. Keuze en kenmerken van het materieel

Inrichtingen met halfgeleiders mogen niet aangewend worden voor scheidingsdoeleinden.

1. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning moet één van de volgende inrichtingen worden gebruikt:
   - meerpolige en enkelpolige scheidingsschakelaars;
   - stopcontacten;
   - vervangingselementen voor smeltveiligheden;
   - scheidingsmessen;
   - speciaal ontworpen contactklemmen waarbij het verplaatsen van een geleider niet vereist is;
   - lastscheidingsschakelaars die gelijkgesteld worden met scheiders wanneer ze voldoen aan de voorschriften van de door de Koning bekrachtigde norm voor de scheiders met onderbreking in de lucht en gebruikt bij laagspanning en bij zeer lage spanning of aan bepalingen die een ten minste gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm;
   - de automatische schakelaars en de differentieelstroominrichtingen voor zover ze voldoen aan de voorschriften aangaande de scheidingsfunctie van de desbetreffende door de Koning bekrachtigde norm of aan bepalingen die een ten minste gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm;
   - de uittrekbare gedeelten en de wegneembare delen van de geprefabriceerde schakel- en verdeelinrichtingen wanneer ze beantwoorden aan de voorschriften van de door de Koning bekrachtigde norm voor de geprefabriceerde laagspanningsschakel- en verdeelinrichtingen of aan bepalingen die een ten minste gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald

in deze norm;
- automatische scheidingssystemen die de ontkoppeling verzekeren tussen het distributienet en een autonome bron die geen deel uitmaakt van het distributienet en die in parallel met dit net kan werken.

2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning en wanneer de inrichtingen vermeld onder 1. niet worden voorzien, moet de afstand tussen de spanning staande delen gelijk zijn aan 9 mm. In dit geval moeten de middelen, die het eerbiedigen van deze afstand toelaten, op een veilige wijze aangewend worden door de gewaarschuwde (BA4) of vakbekwame (BA5) personen.
3. Indien de frequentie verschilt van de industriële frequentie conform de desbetreffende door de Koning bekrachtigde norm, moeten de afstanden, aangepast volgens de regels van goed vakmanschap, toegepast worden.

a.4. Aanwending van bijkomende middelen

Bij zeer lage spanning en laagspanning mogen de inrichtingen niet ontijdig terug gesloten kunnen worden onder invloed van voorzienbare schokken.

Er moeten onder andere schikkingen getroffen worden om het voortijdig onder spanning brengen van het materieel te voorkomen zolang er personen aan werken; deze schikkingen worden getroffen door een gewaarschuwde (BA4) of vakbekwame (BA5) persoon en kunnen bestaan uit:
- vergrendeling door slot of hangslot;
- aanbrengen van waarschuwingsborden;
- opstelling in een met sleutel afgesloten lokaal;
- kortsluiting en aarding van de actieve delen.

Zo nodig moeten ook andere schikkingen genomen worden teneinde:
- de ontlading van alle capacitieve energie te verzekeren;
- terugvoeding te vermijden wanneer de installatie door verschillende bronnen wordt gevoed.

Aan deze laatste voorwaarde wordt, in het geval van autonome bronnen die geen deel uitmaken van het distributienet en die in parallel met dit net kunnen werken voldaan, indien deze, onverminderd de bepalingen van *6.4.1. en 6.4.6.2.*, beantwoorden aan de volgende schikkingen:
- er dient een vergrendelbare veiligheidsonderbreking voorzien te worden toegankelijk voor de distributienetbeheerder. Het mechanisme moet werken op basis van een ontkoppelingsbeveiliging die loskoppeling beveelt bij abnormale variatie van spanning en/of frequentie;
- voor autonome bronnen met een maximaal AC-vermogen kleiner dan of gelijk aan 30 kVA, mag als alternatief een automatisch scheidingssysteem voorzien worden dat beantwoordt aan de volgende voorwaarden:
  1. bestaan uit twee in serie geplaatste elementen die ieder de ontkoppeling van de stroombaan met het distributienet bewerkstelligen. Een van de elementen verzekert een fysische scheiding door middel van een alpolige automatische lastscheidingsschakelaar; het tweede element mag, in afwijking van eerste alinea van *a.3.*, een elektronisch schakelsysteem zijn;
  2. verzekeren dat een galvanische scheiding tot stand komt binnen de 5 seconden wanneer de voeding van het net wordt afgeschakeld of wegvalt.

b. Scheiding bij hoogspanning

b.1. Algemeen

Teneinde de scheiding van iedere elektrische installatie of gedeelte ervan mogelijk te maken moeten inrichtingen voorzien worden die deze scheiding toelaten bij onderhoud, bij nazicht en foutzoeken en bij herstellingen.

b.2. Stroomopwaartse en stroomafwaartse scheiding van hoogspanningstransformatoren

De aansluiting van iedere hoogspanningstransformator moet voorzien zijn van scheidingsinrichtingen en dit zowel stroomopwaarts als stroomafwaarts, zoals voorgeschreven in de door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen.

Dit voorschrift is niet van toepassing:
- op de transformator die een geheel vormt met een andere elektrische machine of toestel. In dat geval, kunnen de scheidingsinrichtingen tussen de transformator en de elektrische machine of toestel waarmee hij een geheel vormt, worden weggelaten;
- op transformatoren voor meettoestellen.

b.3. Keuze en kenmerken van het materieel

Inrichtingen met halfgeleiders mogen niet aangewend worden voor scheidingsdoeleinden.

De controle van de stand van een scheidingsschakelaar of van een scheidingsinrichting moet mogelijk zijn op één van de volgende wijzen:
- de scheiding is zichtbaar;
- de stand van ieder beweegbaar contact dat de scheidings- of isolatieafstand tussen ieder contact verzekert wordt aangeduid door een inrichting overeenkomstig de voorwaarden van de desbetreffende norm, door de Koning bekrachtigd of door het NBN geregistreerd, of van een besluit, genomen door de Ministers die Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, en dit ieder wat hen betreft.

Een van de volgende inrichtingen moet gebruikt worden:
- meerpolige of éénpolige scheidingsschakelaar;
- het loskoppelen van een toestel;
- het wegnemen van de geleiders, de rails of de scheidingsstrippen;
- vervangelement van smeltveiligheden;
- lastscheidingsschakelaar;
- vermogenscheidingsschakelaar.

Wanneer geen van deze inrichtingen worden gebruikt, wordt de minimumafstand in mm tussen de onder spanning staande delen gegeven door volgende formule:

$$50 + 6{,}75\ (U_N - 1)$$

Daarin is U_N de nominale spanning tussen fasen, uitgedrukt in kV.

In dit geval moeten de middelen, die het eerbiedigen van deze afstand toelaten, op een veilige wijze aangewend worden door de gewaarschuwde (BA4) of vakbekwame (BA5) personen .

Indien de frequentie verschilt van de industriële frequentie conform de desbetreffende door de Koning bekrachtigde norm, moeten de afstanden, aangepast volgens de regels van goed vakmanschap, toegepast worden.

b.4. Aanwending van bijkomende middelen

De inrichtingen zijn zodanig ontworpen en geïnstalleerd dat ze niet ontijdig terug gesloten kunnen worden onder invloed van voorzienbare schokken.

Er moeten onder andere schikkingen getroffen worden om het voortijdig onder spanning brengen van het materieel te voorkomen zolang er personen aan werken; deze schikkingen worden getroffen door een gewaarschuwde (BA4) of vakbekwame (BA5) persoon en kunnen bestaan uit:
- vergrendeling door slot of hangslot;
- aanbrengen van waarschuwingsborden;
- opstelling in een met sleutel afgesloten lokaal;
- kortsluiting en aarding van de actieve delen.

Zo nodig moeten ook andere schikkingen genomen worden teneinde:
- de ontlading van alle capacitieve energie te verzekeren;
- terugvoeding te vermijden wanneer de installatie door verschillende bronnen wordt gevoed.

c. Onderbreking om mechanisch onderhoud mogelijk te maken

c.1. Algemeen

De onderbreking bij mechanisch onderhoud wordt voorzien om toe te laten de elektrische voeding van gedeelten van het materieel af te snijden. Aldus worden ongevallen voorkomen die verschillen van deze te wijten aan elektrische schokken of boogontladingen en dit op het ogenblik van het niet-elektrisch onderhoud van het materieel.

De onderbrekingsinrichtingen voor mechanisch onderhoud en de stuurhulpmiddelen die ermee overeenstemmen moeten met de hand bediend worden en een uitwendig zichtbare scheiding hebben ofwel een stand hebben die klaar en veilig wordt aangeduid. De aanduiding van deze stand zal slechts dan zichtbaar zijn wanneer de stand «STILSTAND» of «OPEN» voor iedere pool werd bereikt. Bijkomende standen zoals bijvoorbeeld «WERKING», «TESTEN», «UITGESCHAKELD» kunnen voorzien worden op voorwaarde dat ze klaar en duidelijk staan aangegeven.

De onderbrekingsinrichtingen voor mechanisch onderhoud moeten zo opgevat en geïnstalleerd worden dat iedere ontijdige hersluiting, bijvoorbeeld door schokken of trillingen, voorkomen wordt.

De scheiding is ook als een geldige inrichting te beschouwen.

c.2. Keuze van het materieel bij laagspanning en bij zeer lage spanning

De inrichtingen voor onderbreking bij mechanisch onderhoud moeten bij voorkeur opgesteld worden in de hoofdvoedingsstroombaan. Zij dienen niet noodzakelijk alle actieve voedingsgeleiders te onderbreken. De onderbreking van de stuurstroombaan wordt echter toegelaten op voorwaarde dat een bijkomende veiligheidsinrichting een evenwaardige onderbrekingsbeveiliging verzekert als deze van de hoofdvoeding of wanneer overeenkomstige voorschriften dit toelaten.

De onderbreking voor mechanisch onderhoud kan bijvoorbeeld verwezenlijkt worden met één van volgende middelen:
- meerpolige onderbrekingsschakelaars;
- automatische schakelaars;
- stuurhulpmiddelen;
- stopcontacten.

c.3. Keuze van het materieel bij hoogspanning

De inrichtingen voor onderbreking bij mechanisch onderhoud moeten bij voorkeur opgesteld worden in de hoofdvoedingsstroombaan. Zij dienen alle actieve voedingsgeleiders te onderbreken. De onderbreking van de stuurstroombaan wordt echter toegelaten op voorwaarde dat een bijkomende veiligheidsinrichting een evenwaardige onderbrekingsbeveiliging verzekert als deze van de hoofdvoeding of wanneer overeenkomstige voorschriften dit toelaten.

De onderbreking voor mechanisch onderhoud kan bijvoorbeeld verwezenlijkt worden door middel van:
- meerpolige onderbrekingsschakelaars;
- automatische schakelaars;
- stuurhulpmiddelen.

d. Elektrische noodonderbreking

d.1. Algemeenheden

De inrichtingen voor elektrische noodonderbreking moeten voorzien worden voor ieder gedeelte van een installatie waarvoor het nodig kan zijn om de voeding te onderbreken en aldus een gevaar uit te sluiten. Wanneer dit gevaar gevormd wordt door een beweging wordt deze inrichting «noodstop» genoemd.

Een inrichting voor elektrische noodonderbreking en/of een middel voor noodstop kunnen voorzien worden voor verscheidene toepassingen en dit volgens de desbetreffende regels van goed vakmanschap.

De bedoelde inrichtingen voor elektrische noodonderbreking, met inbegrip van deze voor noodstop, moeten op zodanige wijze opgesteld worden dat ze gemakkelijk herkenbaar zijn en snel kunnen bereikt worden.

d.2. Keuze en kenmerken van het materieel

De middelen voor elektrische noodonderbreking met inbegrip van de noodstopinrichtingen zijn in staat de vollaststroom te onderbreken van het overeenstemmend gedeelte van de installatie met inbegrip van de stroom van eventueel geblokkeerde motoren. Zij kunnen samengesteld zijn uit:
- een enkelvoudige onderbrekingsinrichting die rechtstreeks de hoofdvoeding afsnijdt;
- een samenstelling van verschillende toestellen in werking gesteld door één enkele beweging en waardoor het gevaar wordt afgewend door onderbreking van de voeding van het betrokken gedeelte van de installatie. Men kan hierbij echter het behoud van de voeding voor elektrisch afremmen behouden. Voorbeelden:
  - onderbrekingsschakelaars van de hoofdstroombaan;
  - drukknoppen en dergelijke in de stuurstroombaan.

Handbediende inrichtingen moeten bij voorkeur gekozen worden voor de rechtstreekse onderbreking van de hoofdstroombaan.

Contactoren met afstandsbesturing moeten geopend worden door het afsnijden van de voeding van de spoel of door het aanwenden van andere technieken die een gelijkwaardige veiligheid bieden.

De stuurmiddelen (handkrukken, drukknoppen...) van de inrichtingen moeten duidelijk aangegeven zijn, zo mogelijk door hun rode kleur die met de basiskleur contrasteert.

De inrichtingen voor elektrische noodonderbreking dienen vergrendelbaar te zijn (elektrisch of mechanisch) en dit in de stand voor onderbreking of stilstand. Niet-vergrendelbare inrichtingen worden aanvaard wanneer de inrichting en de middelen voor het opnieuw starten onder de bewaking staan van eenzelfde persoon. Deze bewaking is bestendig volgens behoefte.

Onderafdeling 5.3.3.2. Aarden bij hoogspanning

Naargelang het geval moet iedere installatie of gedeelte van installatie op hoogspanning kunnen geaard worden voor zover deze maatregel niet van aard is de algemene veiligheid van de installatie te verminderen.

Onderafdeling 5.3.3.3. Functionele besturing

a. Algemeen

Een stuurinrichting moet stroomopwaarts geplaatst worden van elektrische machines, toestellen of leidingen waarvoor het kan vereist zijn de voeding tot stand te brengen of te onderbreken onafhankelijk van de andere gedeelten van de installatie.

b. Keuze van de stuurinrichting

De hierna beschreven inrichtingen kunnen gebruikt worden op voorwaarde dat zij voldoen aan de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen of dat zij beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen:
- stopcontacten met een maximale stroomsterkte van 16 A voorzien voor een dienstspanning gelijk aan of kleiner dan 500 V wisselspanning en 250 V gelijkspanning;
- schakelaars;
- automatische schakelaars;
- contactoren;
- stuurhulpmiddelen;
- elektronische schakelingen.

c. Onderbreking van geleiders

c.1. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

Wanneer er geen gevaren uit voortspruiten is het toegelaten niet al de actieve geleiders te onderbreken.

Tenzij voor het uitvoeren van metingen is het niet toegelaten een éénpolige stuurinrichting te voorzien in de nulgeleider.

De stuurinrichtingen die de omschakeling van voedingsbronnen verzekeren moeten op alle actieve geleiders inwerken en mogen deze bronnen niet ontijdig parallel schakelen.

In de TN-installaties is het echter toegelaten de nulgeleider niet te onderbreken wanneer de nulgeleiders van twee bronnen met dezelfde aardverbinding zijn verbonden.

c.2. Bij hoogspanning

De stuurinrichtingen die de omschakeling van voedingsbronnen verzekeren moeten op alle actieve geleiders inwerken en mogen deze bronnen niet ontijdig parallel schakelen.

d. Plaatsing

Ieder elektrisch gebruikstoestel of iedere elektrische machine moet bediend worden via een stuurinrichting.

Deze inrichting is noodzakelijk zelfs wanneer de werking van de elektrische machine of het elektrisch gebruikstoestel afhankelijk is van een relais, een thermostatische schakelaar of van een ander analoog orgaan.

Het is echter toegelaten dat:
- eenzelfde stuurinrichting verschillende elektrische machines of toestellen beveelt waarvan de werking gelijktijdig verloopt;
- op de voedingsstroombaan van een elektrische machine of toestel geen stuurinrichting wordt voorzien wanneer deze machine of dat toestel zelf een algemene schakelaar bevat.

e. Stuurinrichtingen

Buiten de hierboven beschreven inrichtingen moeten de motoren, overeenkomstig de regels van goed vakmanschap, ook voorzien worden van aangepaste stuurinrichtingen wanneer het aanzetten zonder deze voorzieningen de werking van andere gebruiksmiddelen abnormaal zou verstoren.

Uitgezonderd bij dwingende veiligheidsredenen moeten de stuurinrichtingen van motoren zo opgevat zijn dat na een onderbreking de automatische herinschakeling van de motor belet wordt wanneer het heraanzetten ervan gevaar zou kunnen opleveren voor personen.

f. Besturingsstroombaan

De besturingsstroombanen moeten zo opgevat en uitgevoerd worden dat ze de veiligheid van personen niet in het gedrang brengen en dat ze een efficiënte beveiliging van het materieel bieden wanneer zich een defect in de apparatuur voordoet.

Zij moeten onder meer opgevat en verwezenlijkt worden om de risico's te beperken die voortspruiten uit een toevallig contact van één of meerdere punten van de stuurstroombaan met de massa (of de aarde). Dit zou namelijk een ontijdig aanzetten kunnen tot gevolg hebben of zou het stilzetten van de elektrische machine of het toestel onder sturing kunnen beletten.

Onderafdeling 5.3.3.4. Gelijktijdige functies

De functies voor veiligheidsonderbreking en functionele sturing kunnen geheel of gedeeltelijk verenigd worden in eenzelfde inrichting op voorwaarde dat alle voorschriften voor iedere functie worden nageleefd.

Onderafdeling 5.3.3.5. Voorschriften voor stopcontacten bij laagspanning en bij zeer lage spanning

Stopcontacten waarvan de nominale stroomsterkte gelijk aan of groter is dan 16 A bij een nominale spanning groter dan 500 V wisselspanning en 50 V gelijkspanning of waarvan de nominale stroomsterkte gelijk aan of groter is dan 32 A moeten:

- hetzij een onderbrekingsvermogen en een levensduur hebben beantwoordend hetzij aan de door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm hetzij aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm;
- hetzij voorzien zijn van een mechanische of elektrische vergrendeling die het inbrengen of uittrekken van de stopcontact onder spanning onmogelijk maakt.

Dit voorschrift is echter niet van toepassing op contactdozen en contactstoppen voor synchronisatie, voor voltmeter of voor meettoestellen.

De beschermingsgraad van de contactdozen bedraagt ten minste IPXX-B.

Onderafdeling 5.3.3.6. Toestellen voor automatische wederinschakeling voor automatische schakelaars en differentieelstroominrichtingen (Bij laagspanning en bij zeer lage spanning)

a. Algemeenheden

De toestellen voor automatische wederinschakeling zijn bedoeld om beschermingsinrichtingen (automatische schakelaar en differentieelstroominrichting) na een uitschakeling door een fout automatische terug in te schakelen om zo de bedrijfscontinuïteit te herstellen.

De toestellen voor automatische wederinschakeling moeten voldoen:

- hetzij aan de schikkingen van de desbetreffende normen, door de Koning bekrachtigd of door het NBN geregistreerd;
- hetzij aan de schikkingen vastgelegd, bij besluit, door de Ministers die respectievelijk de Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben en dit ieder voor zijn domein;
- hetzij aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

Ze zijn in overeenstemming met de voorschriften van de fabrikant geplaatst en gebruikt, met geschikte beschermingsinrichtingen.

Het toestel voor automatische wederinschakeling moet aan de volgende bijzondere eisen beantwoorden:

- het toestel voor automatische wederinschakeling mag alleen met een differentieelstroominrichting gekoppeld worden;
- het toestel voor automatische wederinschakeling moet bij werkzaamheden aan de elektrische installatie of bij een manuele werking van de beschermingsinrichting uitgeschakeld worden (mode

activeren/desactiveren en mechanische vergrendeling);
- het toestel voor automatische wederinschakeling moet voorzien zijn van een signalisatie van zijn toestand (werking en fout);
- alleen een toestel voor automatische wederinschakeling met evaluatie voor herinschakeling is toegelaten;
- het toestel voor automatische wederinschakeling mag niet zich inschakelen wanneer de beschermingsinrichting manueel is uitgeschakeld;
- maximaal drie pogingen van automatische wederinschakeling zijn gedurende de resettijd van het toestel voor automatische wederinschakeling in de foutvoorwaarden toegelaten;
- het toestel voor automatische wederinschakeling mag geen parameters hebben die door de gebruiker kunnen gewijzigd worden;

b. Bijzondere voorschriften

Voor de ruimten waar de aanwezigheid van personen niet gebruikelijk is (technische lokalen voor uitrustingen voor telecommunicatie of verkeersborden, serverlokalen, automatische spoorwegovergang, …) en in afwijking van de bijzondere eisen van de 4de alinea van *punt a.* van *onderafdeling 5.3.3.6.*, is het toegelaten:
- een toestel voor automatische wederinschakeling gekoppeld met een geschikte automatische schakelaar te plaatsen; of/en
- een toestel voor automatische wederinschakeling met parameters die door de gebruiker kunnen gewijzigd worden te plaatsen.

Voor elektrische installaties in ruimten met verhoogd brandgevaar is het gebruik van een toestel voor automatische wederinschakeling voor beschermingsinrichtingen (automatische schakelaar en differentieelstroominrichting) onder foutomstandigheden verboden. Deze bepaling geldt niet voor het toestel voor automatische wederinschakeling gekoppeld met een automatische schakelaar:
- voor de stroombanen ondergebracht in een zone 22 van een ruimte BE3; of
- als de noodzakelijke vertragingstijd voor de automatische werderinschakeling van de beschermingsinrichting rekening houdt met de veilige temperatuur van het elektrisch materieel.

c. Markeringen

De aanwezigheid van een toestel voor automatische wederinschakeling in een schakel- en verdeelbord moet aangeduid worden door een etiket dat naast het toestel voor automatische wederinschakeling moet geplaatst worden. Ze vermeldt: *"Waarschuwing: Voor elke toegang tot de actieve delen, de functie van de automatische wederinschakeling desactiveren en de bijbehorende beschermingsinrichting uitschakelen."*

De betrokken stroombanen moeten duidelijk gemerkt worden.

Het principeschema moet de aanwezigheid van toestellen voor automatische wederinschakeling vermelden.

Onderafdeling 5.3.3.7. Toestellen voor automatische wederinschakeling voor overstroom-beschermingstoestellen (Bij hoogspanning)

a. Algemeenheden

De toestellen voor automatische wederinschakeling zijn bedoeld om overstroom-beschermingstoestellen na een uitschakeling door een fout automatisch terug in te schakelen om zo de bedrijfscontinuïteit te herstellen.

De toestellen voor automatische wederinschakeling moeten voldoen:
- hetzij aan de schikkingen van de desbetreffende normen, door de Koning bekrachtigd of door het NBN geregistreerd;
- hetzij aan de schikkingen vastgelegd, bij besluit, door de Ministers die respectievelijk de Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben en dit ieder voor zijn domein;
- hetzij aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

Ze zijn in overeenstemming met de voorschriften van de fabrikant geplaatst en gebruikt, met geschikte overstroom-beschermingstoestellen.

b. Bijzondere voorschriften

Voor elektrische installaties in ruimten met verhoogd brandgevaar is het gebruik van een toestel voor automatische wederinschakeling voor overstroom-beschermingstoestellen onder foutomstandigheden verboden. Deze bepaling geldt niet:
- voor de stroombanen ondergebracht in een zone 22 van een ruimte BE3; of
- als de noodzakelijke vertragingstijd voor de automatische werderinschakeling van het overstroom-beschermingstoestel rekening houdt met de veilige temperatuur van de machine.

c. Markeringen

De aanwezigheid van een toestel voor automatische wederinschakeling in een schakel- en verdeelinrichting moet aangeduid worden door een etiket dat naast het toestel voor automatische wederinschakeling moet geplaatst worden. Ze vermeldt: *"Waarschuwing: Voor elke toegang tot de actieve delen, de functie van de automatische wederinschakeling desactiveren en de bijbehorende beschermingsinrichting uitschakelen."*

De betrokken stroombanen moeten duidelijk gemerkt worden.

Het principeschema moet de aanwezigheid van toestellen voor automatische wederinschakeling vermelden.

Afdeling 5.3.4. Gebruikstoestellen gevoed op laagspanning en op zeer lage spanning

Onderafdeling 5.3.4.1. Verlichtingstoestellen

a. Binnenverlichtingstoestellen

De binnenverlichtingstoestellen mogen niet gevoed worden op een spanning hoger dan 250 V.

b. Buitenverlichtingstoestellen

De delen waarlangs de geleiders binnengaan in de buitenverlichtingstoestellen moeten zo geplaatst zijn dat ze de isolerende mantel van de geleiders niet beschadigen en dat het indringen van vocht in de lamphouder vermeden wordt.

c. Bevestiging van de toestellen

De verlichtingstoestellen moeten zo worden bevestigd dat herhaalde omwentelingen in de zelfde zin (bijvoorbeeld bij het onderhoud ervan) noch de val van de toestellen kan veroorzaken noch de isolatie van de geleiders kan beschadigen.

d. Opgehangen toestellen

Tenzij anders vermeld in deze onderafdeling moet men er over waken dat de toestellen zo worden opgehangen dat hun bevestiging aan volgende voorschriften beantwoordt:
- de ophanging wordt niet verzekerd door bevestiging aan de voedingsgeleiders;
- een geïsoleerd verbindingsstuk scheidt de metalen delen van het toestel van zijn steun wanneer het toestel niet van de klasse I is.

Toch mag men de geleiders ook als ophangdraden gebruiken wanneer de verbindingen met de lampen, de verlichtingsarmaturen en de plafondverbindingsdozen aan geen enkele trekkracht worden onderworpen en wanneer het gewicht van het opgehangen toestel 5 kg niet overschrijdt. Bovendien mag in de kern van de geleider de trekspanning niet groter zijn dan 15 N/mm². Het aanwenden van een knoop in de elektrische leiding als tractiestop is verboden.

De opgehangen verlichtingstoestellen moeten zo opgesteld worden dat hun geleiders niet kunnen beschadigd worden door ronddraaien of elke andere verplaatsing van deze toestellen.

e. Verlichtingstoestellen met lamphouders

e.1. Keuze van de lamphouders

De lamphouders moeten gekozen worden rekening houdend met de stroom alsook met het opgenomen vermogen door de lampen die voorzien werden.

De schroeflamphouders met genaakbare actieve delen, of deze die een echtstreekse aanraking met de lampvoet toelaten wanneer de lampen aangebracht zijn, mogen niet gebruikt worden in open toestellen tenzij ze buiten het genaakbaarheidsgabarit van de gebruiker opgesteld zijn. In alle

andere gevallen, mogen ze slechts aangewend worden in verlichtingstoestellen die slechts met behulp van gereedschap kunnen geopend worden.

e.2. Elektrische leidingen

Het is verboden elektrische leidingen aan de verlichtingstoestellen te bevestigen door middel van metalen klemmen die hun isolatie kunnen beschadigen. Bijzondere beschermingsstukken uit isolatiemateriaal worden aangebracht daar waar de isolatie van de elektrische leidingen beschadigd zou kunnen worden.

De doorlaatpijpen in de verlichtingstoestellen moeten derwijze afgewerkt zijn dat de elektrische leidingen gemakkelijk kunnen worden doorgetrokken zonder dat de isolatie van de elektrische leidingen beschadigd wordt.

e.3. Aftakkingen

De aftakkingen binnen in de verlichtingstoestellen moeten zoveel mogelijk in één punt verenigd worden.

e.4. Voetstukken

Al de onder spanning staande delen van verlichtingstoestellen dienen aangebracht op voetstukken van onbrandbaar en niet-hygroscopisch isolatiemateriaal.

f. Looplampen

Gezien hun toepassing in de meest diverse omstandigheden vanuit het oogpunt van de uitwendige invloeden, is de voedingsspanning van de looplampen begrensd tot de hiernavolgende maximale waarden:
- bij laagspanning tot 250 V onder de gelijktijdige uitwendige invloeden: BB1/BC1 of BC2;
- bij zeer lage veiligheidsspanning tot 25 V wisselspanning, 36 V gelijkspanning met rimpel en 60 V gelijkspanning zonder rimpel onder de gelijktijdige uitwendige invloeden: BB1/BC3 of BC4; BB2/BC1 of BC2 of BC3; BB3/BC1 of BC2;
- bij zeer lage veiligheidsspanning tot 12 V wisselspanning, 18 V gelijkspanning met rimpel of 30 V gelijkspanning zonder rimpel onder de gelijktijdige uitwendige invloeden: BB2/BC4; BB3/BC3;
- bij zeer lage veiligheidsspanning tot 6 V wisselspanning, 12 V gelijkspanning met rimpel of 18 V gelijkspanning zonder rimpel onder de gelijktijdige uitwendige invloeden: BB3/BC4.

De looplampen voor laagspanning moeten van de klasse I of II zijn.

g. Buitenverlichtingstoestellen

De buitenverlichtingstoestellen, geplaatst in de invloedsvoorwaarden AD2 tot en met AD4, mogen niet van de klasse 0 of van de klasse 0I zijn.

h. Tijdelijke verlichtingstoestellen

Bij afwijking van de bepalingen van het eerste lid van *afdeling 5.1.4.*, is het toegestaan om voor tijdelijke verlichtingsinstallaties verlichtingstoestellen te gebruiken bestaande uit lampen met lamphouder waarvan de beschermingsgraad tegen het binnendringen van water IPX0 bedraagt.

Wanneer ze binnen het genaakbaarheidsgabarit zijn aangebracht, dienen deze verlichtingstoestellen:
- te zijn gevoed op zeer lage veiligheidsspanning, of
- te zijn beschermd door een differentieelstroominrichting met een aanspreekstroom van maximum 30 mA.

Bij afwijking van de bepalingen van het eerste lid van *5.2.1.1.d.1.* en van het eerste lid van *5.2.10.4.l.* is het toegestaan prikkabels op laagspanning en op zeer lage spanning met versterkte isolatie, zoals de elektrische mantelleiding van het type A05VVH2-F, aan te wenden op voorwaarde dat alle prikgaten afgedicht zijn volgens de regels van goed vakmanschap.

Onderafdeling 5.3.4.2. Verwarmingstoestellen

De vast opgestelde verwarmingstoestellen moeten zodanig geplaatst worden dat de voortgebrachte warmteflux afgevoerd kan worden zoals voorzien door de constructie.

Verwarmingstoestellen die niet-ingesloten gloei-elementen bevatten mogen niet geplaatst worden in de lokalen (of plaatsen) waar ontploffingsgevaar bestaat (BE3). Dezelfde toestellen zijn elders slechts

toegestaan indien alle nodige maatregelen getroffen worden om te vermijden dat ontvlambare voorwerpen in contact komen met de gloei-elementen.

Verwarmingstoestellen die door hun bestemming bedoeld zijn om in contact te komen met brandbare stoffen of ontvlambare vloeistoffen (BE2) zoals de ovens en drogers, moeten, hetzij voorzien zijn van een temperatuurbegrenzer die de verwarming onderbreekt of vermindert alvorens een gevaarlijke temperatuur bereikt wordt, hetzij zodanig gebouwd zijn dat ze geen gevaar kunnen opleveren voor personen of schade kunnen berokkenen aan omliggende voorwerpen in geval van een overdreven opwarming van de brandbare stoffen of ontvlambare vloeistoffen die ze inhouden.

In de centrale verwarmingsinstallaties met warme lucht, mogen de verwarmingslichamen slechts onder spanning komen te staan nadat de overeenkomende ventilatoren zijn ingeschakeld en worden zij buiten spanning gezet wanneer de ventilatoren stilvallen, behalve wanneer de verwarmingselementen constructief voorzien zijn om geen gevaarlijke temperaturen te bereiken bij afwezigheid van ventilatie. Bovendien moet de controle door twee onafhankelijk van elkaar werkende temperatuurbegrenzers gebeuren of door een debietcontrole en een temperatuurbegrenzer die eveneens onafhankelijk van elkaar werken. Deze moeten elke ongeoorloofde temperatuurverhoging in de luchtkokers beletten.

Onderafdeling 5.3.4.3. Haspels

a. Haspels voor sommige soorten verlengsnoeren

De haspeltrommel van verlengsnoeren met een nominale stroomsterkte kleiner of gelijk aan 16 A moet een diameter hebben van ten minste 12,5 maal de diameter van de kabel.

b. Andere soorten haspels

De haspeltrommels waarop de andere elektrische kabels dan deze bedoeld onder *punt a.* gewonden worden, moeten een diameter hebben van ten minste 30 maal de diameter van de kabel; de breedte in de groef van de leischijf is in verhouding tot de diameter van de kabel om zodoende klemming ervan te voorkomen.

Onderafdeling 5.3.4.4. Verlengsnoeren

De verlengsnoeren met een koppelcontactstop of tafelcontactdoos met of zonder haspel moeten vervaardigd en aangewend worden overeenkomstig de voorschriften van de desbetreffende ministeriële besluiten, genomen in toepassing (volgens de datum van het op de markt brengen) hetzij van het koninklijk besluit van 23 maart 1977 hetzij van het koninklijk besluit van 21 april 2016 betreffende het op de markt brengen van elektrisch materieel.

Onderafdeling 5.3.4.5. Draagbaar gereedschap met motor

Het draagbaar gereedschap met motor moet overeenkomen met de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen of met bepalingen die een ten minste gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen; de gebruiksvoorwaarden van draagbaar handgereedschap met elektrische motor, worden in bepaalde gevallen van uitwendige invloedsvoorwaarden, begrensd.

Afdeling 5.3.5. Installatiemateriëel bij laagspanning en bij zeer lage spanning

Onderafdeling 5.3.5.1. Schakel- en verdeelborden

a. Algemeenheden

De verbindingsinstallaties en de beveiligingstoestellen (veiligheden, automatische schakelaars...) moeten op steunpanelen gegroepeerd en gemonteerd zijn in één of meer schakel- en verdeelborden.

In gewone ruimten toegankelijk voor het publiek moeten de schakel- en verdeelborden conform desbetreffende door de Koning bekrachtigde normen zijn, of overeenkomen met bepalingen die een ten minste gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

De schakel- en verdeelborden moeten uit onbrandbaar, niet-hygroscopisch materiaal gemaakt zijn dat een voldoende mechanische weerstand biedt.

Schakel- en verdeelborden, die aan de rugzijde niet afgesloten zijn, mogen niet rechtstreeks op hygroscopisch of licht-brandbaar materiaal bevestigd worden.

b. Onderbreking

De schakel- en verdeelborden moeten van inrichtingen voorzien zijn om een veilige onderbreking van deze borden te garanderen. De onderbrekingsinrichtingen zijn voorzien hetzij in de schakel- en

verdeelborden hetzij stroomopwaarts van de schakel- en verdeelborden. De voorschriften van *onderafdeling 5.3.3.1.* (veiligheidsonderbreking) zijn van toepassing.

c. Inplanting

De schakel- en verdeelborden moeten zo geïnstalleerd zijn dat een gemakkelijke bediening, toezicht en onderhoud evenals de bereikbaarheid van het elektrisch materiaal in deze borden verzekerd is.

Onderafdeling 5.3.5.2. Stopcontacten

De verzonken wandcontactdozen moeten worden aangebracht, hetzij in metalen dozen met of zonder inwendige isolatie volgens het aangewend type van elektrische leiding, hetzij in dozen uit isolerende stof.

De wandcontactdozen bevestigd op de wand van lokalen waarin geen vochtgevaar bestaat (AD1) moeten derwijze geplaatst worden dat de as van hun contacthulzen (openingen) zich op een afstand boven het afgewerkte grondoppervlak bevindt van ten minste 0,15 m indien de contactdozen niet in het grondoppervlak of de plinten zijn ingebouwd.

In alle andere gevallen van uitwendige invloeden (AD2 tot AD8) moet de as van de contacthulzen van de wandcontactdozen zich op ten minste 0,25 m boven het afgewerkte grondoppervlak bevinden.

Wanneer de contactdozen geplaatst worden in de vloeren of in de plinten, moeten modellen gebruikt worden die speciaal hiervoor voorzien zijn conform hetzij de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen hetzij bepalingen die een ten minste gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen en dit in functie van de uitwendige invloeden.

Onderafdeling 5.3.5.3. Differentieelstroominrichtingen

a. Keuze van de toestellen

De differentieelstroominrichtingen moeten gekozen en geplaatst worden overeenkomstig de schikkingen van dit Boek. Zij moeten weerstaan aan een kortsluitstroom die overeenstemt met het kortsluitvermogen op de plaats waar ze geïnstalleerd zijn.

b. Ingebruikname

De differentieelstroominrichtingen moeten opgesteld worden op een plaats waar hun veilige en doeltreffende werking niet verstoord kan worden door mechanische trillingen, uitwendige magnetische velden of andere invloeden.

Zij moeten geplaatst worden in droge ruimten of doeltreffend beschermd worden tegen vochtigheid.

Indien de differentieelstroominrichting in een schakel- en verdeelbord wordt ingebouwd, moeten maatregelen genomen worden opdat de testknop gemakkelijk bereikbaar zou zijn zonder speciale middelen en zonder gevaar voor toevallige aanraking van onder spanning staande delen.

c. Onderbreking van de geleiders

De differentieelstroominrichting moet de onderbreking verzekeren van alle actieve geleiders van de stroombaan.

De magnetische kring van de transformator in het beschermingstoestel moet alle actieve geleiders van de stroombaan omsluiten, de nulgeleider inbegrepen. De overeenkomstige beschermingsgeleider moet daarentegen buiten de magnetische kring aangebracht worden.

Om de bescherming te verzekeren van een toestel op een stroombaan met vier geleiders is het dus verboden twee tweepolige beschermingstoestellen te plaatsen of een driepolig beschermingstoestel te voorzien indien de nulgeleider geaard is.

Daarentegen is het niet verboden een beschermingstoestel te gebruiken waarvan een of twee polen niet aangesloten zijn: een drie- of vierpolig toestel mag een stroombaan met twee of drie geleiders beschermen.

Een zelfde vierpolige differentieelstroominrichting, eenfasig gevoed, mag meerdere afzonderlijke stroombanen beschermen op voorwaarde dat elke stroombaan meerpolig kan onderbroken worden stroomafwaarts van het beschermingstoestel en onafhankelijk ervan.

d. Normale lekstromen

De differentieelstroominrichtingen moeten dermate worden gekozen en de belasting moet dermate over de stroombanen worden verdeeld dat de tijdens normaal bedrijf te verwachten aardlekstromen geen onnodig uitschakelen van de inrichtingen veroorzaken.

e. Ontstoringscondensatoren

Bepaalde opstellingen van ontstoringscondensatoren kunnen de differentieelstroominrichtingen ongevoelig maken. Dit is onder andere het geval wanneer ze geschakeld zijn tussen fase en aarde.

De toestellen moeten zodanig opgevat worden dat hun ontstoringsinrichting niet aangesloten blijft op de actieve geleiders van het net als de toestellen niet in bedrijf zijn.

f. Gevaar van gelijkstroomcomponenten

Wanneer elektrisch materieel oorzaak kan zijn van een dissymmetrische stroom door gelijkstroomcomponenten en het stroomafwaarts geplaatst is van een differentieelstroominrichting moeten maatregelen getroffen worden opdat in geval van een fout met de aarde, de gelijkstroomcomponenten de werking van de beschermingstoestellen niet in die mate kunnen storen dat de veiligheid in het gedrang komt. Dit is het geval voor bepaald elektrisch materieel dat halfgeleiderschakelingen bevat (dioden, thyristoren...).

Om zulke storingen te vermijden kan een van volgende schikkingen getroffen worden:
- keuze van elektrisch materieel dat geen gelijkstroom voortbrengt die in staat is de werking van het beschermingstoestel te verstoren; dit is het geval voor toestellen met bediening door reeksalternaties of door symmetrische fasecontrole;
- het elektrisch materieel dat gelijkstroom voortbrengt of gebruikt, wordt uitgevoerd volgens de regels toepasselijk op de klasse II;
- het elektrisch materieel dat gelijkstroom voortbrengt wordt gevoed via een scheidingstransformator;
- het beschermingstoestel is zo gebouwd dat zijn werking niet beïnvloed wordt door gelijkstromen;
- het elektrisch materieel dat gelijkstroom voortbrengt wordt voorzien van of beschermd door een inrichting die het uitschakelt bij het ontstaan van een fout met een gelijkstroomcomponent.

g. Massa's en beschermingsgeleider

Alle massa's van het gedeelte van een installatie dat beschermd wordt door een differentieelstroominrichting, ongeacht haar gevoeligheid, moeten geaard worden.
De door eenzelfde inrichting beschermde massa's moeten verbonden worden met dezelfde aardverbinding.
De nulgeleider is stroomafwaarts van de differentieelstroominrichting niet meer geaard.

h. Toestel met positieve veiligheid

Een differentieelstroominrichting met hulpvoeding is een toestel met positieve veiligheid wanneer een onderbreking van zijn hulpvoeding automatisch het openen van de beschermingsinrichting veroorzaakt.

i. Gebruik van grote of zeer grote gevoeligheid

Het gebruik van een differentieelstroominrichting met grote of zeer grote gevoeligheid wordt aangeraden in de volgende gevallen:
- om een bijkomende bescherming te verzekeren tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking;
- om het gevaar, dat ontstaat door de breuk van de beschermingsgeleider die de massa's van het elektrisch materieel met aarde verbindt, te beperken; dit eventueel gevaar betreft namelijk het materieel gevoed door snoeren waar de sleet of de vermoeidheid van de snoeren een breuk kan veroorzaken in de beschermingsgeleider zonder dat deze breuk kan opgemerkt worden;
- wanneer de gebruiksvoorwaarden van het elektrisch materieel streng zijn.

Wegens de kleine waarde van de aanspreekstroom van de beschermingsinrichtingen moeten gepaste voorzorgsmaatregelen getroffen worden om ontijdige uitschakelingen te voorkomen die te wijten zijn aan lekstromen en niet aan foutstroom.

j. Verbodsbepalingen

Het is verboden de veiligheid, die een differentieelstroominrichting biedt, in het gedrang te brengen door deze inrichting te overbruggen door de in- en uitgangsklemmen met elkaar te verbinden.

k. Test van de beschermingsinrichting

Wanneer de beschermingsinrichting periodiek, bijvoorbeeld maandelijks, moet getest worden volgens de onderrichtingen van de constructeur dan moet men zich ervan vergewissen dat de voeding werkelijk onderbroken werd.

Onderafdeling 5.3.5.4. Schakelaars en andere bedieningstoestellen

a. Algemeenheden

De schakelaars en andere bedieningstoestellen moeten conform de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm zijn of beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm.

Zij moeten worden voorzien voor de gebruikscategorie die in de norm, die overeenstemt met hun bestemming, voorgeschreven is.

Zij moeten:
- hetzij voorzien zijn van een geprefabriceerd omhulsel;
- hetzij ondergebracht worden in een schakel- en verdeelbord dat een beschermingsgraad heeft die overeenstemt met de gebruiksvoorwaarden.

Wanneer zij een scheidingsfunctie verzekeren, moeten zij beantwoorden aan de bijzondere voorschriften van de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm of overeenkomen met bepalingen die een ten minste gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm.

b. Onderbreking

De schakelaars met scheidingsfunctie verzekeren de gelijktijdige onderbreking van alle fasegeleiders.

Als een tweepolige onderbrekingsinrichting met scheidingsfunctie stroomopwaarts voorzien is in de elementaire stroombaan, is het gebruik van enkelpolige besturingsinrichtingen stroomafwaarts van deze onderbrekingsinrichting toegelaten.

Indien de distributienetbeheerder een besturingsinrichting stroomopwaarts of stroomafwaarts van een tweepolige onderbrekingsinrichting plaatst, die een onderbreking tussen de installatie en het net kan uitvoeren, mag deze besturingsinrichting enkelpolig zijn voor zover er een aanduiding op zichtbaar is.

c. Inbouw

De in de wanden verzonken schakelaars worden aangebracht hetzij in metalen dozen met of zonder inwendige isolatie, volgens het aangewend type van elektrische leiding hetzij in dozen uit isolerende en zelfdovende materiaal die aan de voorschriften van *punt a.* van *onderafdeling 4.3.3.5.* beantwoorden.

Onderafdeling 5.3.5.5. Smeltveiligheden, automatische schakelaars

a. Werkingsvoorwaarden van de kleine automatische schakelaars

Kleine automatische schakelaars die bediend worden door BA1-, BA2- of BA3-personen moeten van een model zijn dat niet toelaat de werkingsvoorwaarden te veranderen, zonder dat dit zichtbare sporen nalaat zoals verbreken van een zegel.

b. Steunen van smeltveiligheden

De steunen voor smeltveiligheden van het type D moeten zo aangesloten worden dat het centraal contact zich langs de voedingszijde van de installatie bevindt.

De steunen voor smeltveiligheden met pennen moeten zo geplaatst of gebouwd zijn dat de mogelijkheid uitgesloten is om contacten te verwezenlijken tussen geleidende stukken behorende aan twee naastliggende houders door middel van smeltveiligheden of kleine automatische schakelaars met pennen.

c. Werking van de smeltveiligheden

De smeltveiligheden moeten conform de desbetreffende normen zijn die door de Koning bekrachtigd werden of overeenkomen met bepalingen die een ten minste gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

d. Onderbrekingsvermogen

De smeltveiligheden en automatische schakelaars moeten een onderbrekingsvermogen hebben dat overeenstemt met het te verwachten kortsluitvermogen dat op de plaats van hun installatie is vereist. Het minimaal kortsluitvermogen wordt vastgelegd bij besluit van de Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben en dit ieder voor wat hem betreft.

De beschermingsinrichtingen voor aansluiting van huishoudelijke installaties hebben een minimum onderbrekingsvermogen van 6000 A.

e. Open smeltkamer

De typen van smeltveiligheden waarvan de smeltdraad niet in een volkomen dichte smeltkamer opgesloten is, zijn verboden.

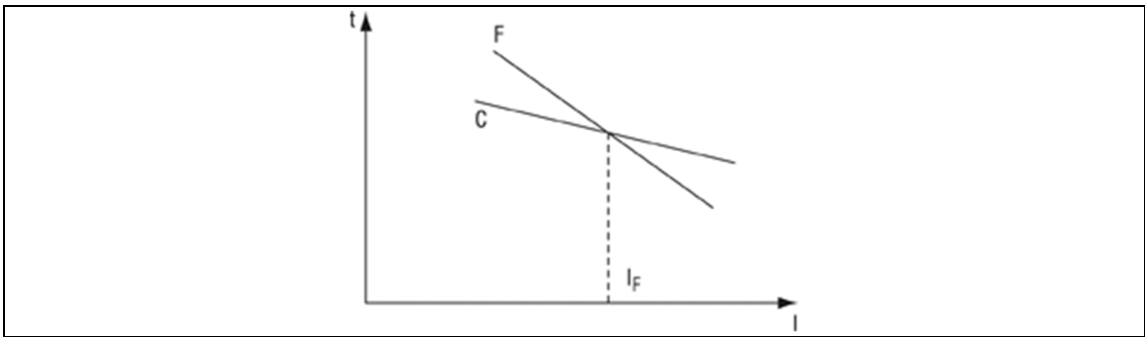
f. In toestellen ingebouwde veiligheden en automatische schakelaars

De miniatuursmeltveiligheden en automatische schakelaars zijn toegelaten voor de afzonderlijke bescherming van toestellen, op voorwaarde dat zij in deze toestellen ingebouwd zijn.

g. Keuze van beschermingsinrichtingen tegen kortsluitingen

- Bij smeltveiligheden
  De minimale kortsluitstroom is in het algemeen deze die overeenkomt met een zuivere kortsluiting die zich voordoet op het verst gelegen punt van de beschermde elektrische leiding.
  De kortsluitstroom I_{cc} mag niet kleiner zijn dan I_F.

Figuur 5.43. Keuze van de beschermingsinrichting tegen kortsluitingen bij smeltveiligheden

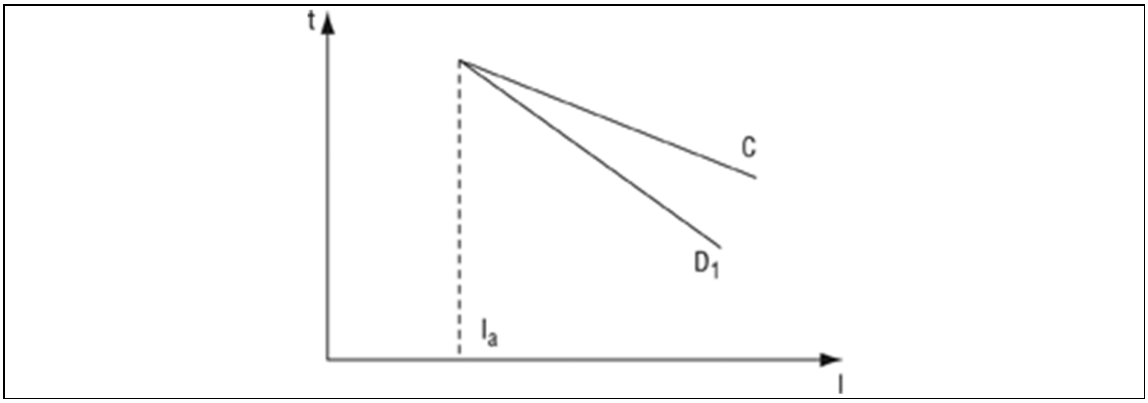


$I_{cc} \geq I_F$

C: tijd-stroomsterkte diagram dat overeenstemt met de toegelaten thermische belasting in de beschermde elektrische leiding
F: smeltkarakteristiek van de smeltveiligheid (bovenste limiet van de werkingszone)

- Bij automatische schakelaars
  Voor automatische schakelaars moet aan twee voorwaarden voldaan worden:
  - de minimale kortsluitstroom is ten minste gelijk aan I_a;
  - de veronderstelde kortsluitstroom in het punt van de installatie waar de automatische schakelaar zich bevindt, is kleiner dan I_b.

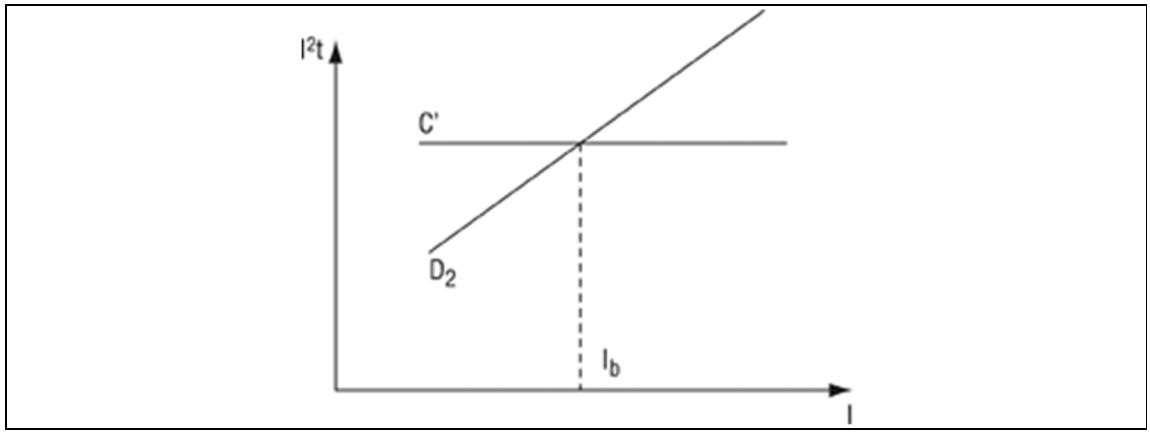
Figuur 5.44. Keuze van de beschermingsinrichting tegenkortsluitingen bij automatische schakelaars (minimale kortsluitstroom)



$I_{cc} \geq I_a$

C: tijd-stroomsterkte diagram overeenstemmend met de toegelaten thermische belasting in de beschermde geleiders
D_1: werkingskarakteristiek van de automatische schakelaar

Figuur 5.45. Keuze van de beschermingsinrichting tegenkortsluitingen bij automatische schakelaars (veronderstelde kortsluitstroom)



$I_{cc} \leq I_b$

C': toegelaten $I^2 \cdot t$-diagram van de geleiders
D_2: $I^2 \cdot t$-karakteristiek van de automatische schakelaar

Wanneer de werkingskarakteristiek (F of D_1) van de beschermingsinrichting zich onder de kromme C van de geleiders bevindt voor een tijd kleiner dan 5 seconden, moet de stroom I_a gelijk genomen worden aan de werkingsstroom van de beschermingsrichting gedurende 5 seconden.

Voor de kortsluitstromen waarvan de duur meerdere periodes overschrijdt, mag de karakteristiek $I^2 \cdot t$ van de beschermingsinrichting berekend worden door vermenigvuldiging van het kwadraat van de effectieve waarde van de werkingskarakteristiek I van de beschermingsinrichting met de werkingstijd t. Voor de kortsluitstromen van kortere duur wordt gebruik gemaakt van de door de constructeur geleverde $I^2 \cdot t$-karakteristieken.

In de installaties volgens het IT-systeem, moeten de beschermingsinrichtingen het gepaste eenpolig onderbrekingsvermogen hebben voor de spanning tussen de fasen.

De minimale kortsluitstroom zal bepaald worden volgens een berekeningswijze bepaald door de regels van goed vakmanschap ofwel door toepassing van volgende formule:

$$I = \frac{0{,}8 \cdot U}{\rho \cdot \frac{L}{S}}$$

Daarin is:

U: de spanning, in V, onder nominale dienstvoorwaarden op de plaats van de beschermginrichting:
- de spanning tussen fase- en nulgeleider indien de stroombaan een verdeelde nulgeleider bevat;
- de spanning tussen fasen, indien de stroombaan geen verdeelde nulgeleider bevat.

L: de ontwikkelde lengte, in m, van de geleiders van de elektrische leiding.

ρ: de soortelijke weerstand van het metaal van de geleider.
De weerstand van de geleiders van de stroombaan moet in rekening gebracht worden voor de gemiddelde temperatuur gedurende de kortsluitingstijd, hetzij 1,5 maal de weerstand bij 20 °C. Men kan rekening houden met de reactantie-invloeden van geleiders met grote doorsneden door de weerstand te vermeerderen met 15 % bij een doorsnede van 150 mm², met 20 % bij een doorsnede van 185 mm², en 25 % bij een doorsnede van 240 mm².

S: de doorsnede, in mm², van de geleiders.

h. Bescherming van parallelle geleiders

Wanneer eenzelfde beschermingsinrichting meerdere parallel geschakelde geleiders beschermt tegen de kortsluitingen, moeten haar werkingskarakteristieken bepaald worden rekening houdend met:
- de minimale kortsluitstroom die zich kan voordoen;
- de maximale thermische belasting waaraan de geleiders mogen blootgesteld worden.

i. Beschermingsinrichting voor aansluiting

De beschermingsinrichting voor aansluiting van huishoudelijke en niet-huishoudelijke installaties (smeltveiligheid of automatische schakelaar) verzekert de bescherming tegen overbelasting van het

stroomopwaarts en stroomafwaarts gelegen gedeelte van de aansluiting tot op de plaats van de beschermingsinrichtingen tegen overstroom die zich aan beide zijden bevinden; bovendien verzekert hij de bescherming tegen overstroom van het stroomafwaarts gelegen gedeelte en zulks, tot aan de beschermingsinrichting tegen overstroom die er op volgt.

Afdeling 5.3.6. Schakelmaterieelcombinaties bij laagspanning

Onderafdeling 5.3.6.1. Algemene voorschriften

De laagspanningsschakel- en verdeelinrichtingen en de schakelinrichtingssystemen zijn conform de door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen of beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

Onderafdeling 5.3.6.2. Bedienings- en verdeelinrichtingen

a. Algemeen

Wanneer de elektrische leidingen van de gebruiksinstallatie bestaan uit niet-geïsoleerde buizen, worden deze zo aangebracht dat elk contact tussen de buizen onderling of met andere geleidende delen vermeden wordt.

De uiteinden van niet-geïsoleerde buizen moeten zich ten minste 30 mm bevinden van elk actief deel, zoals bijvoorbeeld een aansluitklem.

Bovendien moet het aansluitingsmaterieel zo gemonteerd worden dat geen enkel actief deel zich op minder dan 30 mm van de wand of uitwendige metalen steun bevindt, tenzij er een isolerend scherm tussen geplaatst is.

b. Aansluiting van huishoudelijke installaties

Bij de plaatsing, moet men er zich van verzekeren dat een doeltreffende scheiding bestaat tussen, enerzijds de niet-geïsoleerde buizen van de aansluiting op het distributienet, en anderzijds, de niet-geïsoleerde buizen van de installatie en de geleidende delen van de constructie (zoals betonwapeningen, ijzerbeslag, metalen lijsten...). Deze scheiding kan bekomen worden door één van volgende schikkingen:
- tussen deze elementen een afstand van ten minste 6 mm in de lucht onderhouden;
- plaatsing van moffen, kousen of schermen in isolerend materiaal.

Afdeling 5.3.7. Meetstroombanen

Onderafdeling 5.3.7.1. Algemeenheden

Het materiaal voor meetstroombanen moet conform de desbetreffende normen zijn, bekrachtigd door de Koning of geregistreerd door het NBN, of beantwoorden aan bepalingen die een ten minste gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

Behalve voor bijzondere toepassingen moeten de meettransformatoren van het eenfasige type zijn met als functie het voeden van:
- meettoestellen (tellers);
- beschermingstoestellen (relais, ontgrendelingstoestellen).

De meettransformatoren moeten een nominaal vermogen hebben en van een klasse zijn die toereikend is voor de erop aangesloten toestellen.

Onderafdeling 5.3.7.2. Aarding van hoogspanningsmeetstroombanen

Een punt van elke secundaire wikkeling van hoogspanningsmeettransformatoren is verbonden met de hoogspanningsaardingsinstallatie. In afwijking op de bepalingen van *onderafdeling 4.4.6.1.*, mogen de beschermingsinrichtingen tegen overbelasting in de primaire kring van meettransformatoren op hoogspanning en van hun elektrische voedingsleidingen worden weggelaten.

Onderafdeling 5.3.7.3. Hoogspanningsmeetstroombanen

In afwijking op de bepalingen van *afdeling 4.4.3.*, mag de bescherming tegen kortsluiting van spanningsmeettransformatoren op hoogspanning worden verzekerd door beschermingsinrichtingen die deel uitmaken van de verdeel- of omvormposten waartoe ze behoren.

Voor de spanningsmeettransformatoren op hoogspanning van de 2e categorie, mogen voormelde beschermingsinrichtingen op een willekeurige plaats in de voedingsstroombanen van de desbetreffende verdeel- of omvormposten worden ondergebracht.

De secundaire stroombanen van spanningsmeettransformatoren op hoogspanning moeten niet door beschermingsinrichtingen tegen overbelasting beveiligd worden wanneer:
1. het kortsluitrisico in de secundaire stroombanen tot een minimum beperkt is;
2. de maximumstroom die de secundaire stroombanen kan doorlopen, de nominale stroom van de stroombanen niet kan overtreffen.

De secundaire stroombanen van spanningsmeettransformatoren op hoogspanning moeten niet door beschermingsinrichtingen tegen kortsluiting beveiligd worden wanneer:
1. het kortsluitrisico in de secundaire stroombanen tot een minimum beperkt is;
2. ze niet in de nabijheid van brandbaar materiaal gelegd zijn.

Het is verboden de secundaire stroombanen van spanningsmeettransformatoren op hoogspanning tegen overstromen te beveiligen wanneer de stroomonderbreking gevaar kan opleveren.

Onderafdeling 5.3.7.4. Stroommeetstroombanen

Het is verboden de secundaire stroombanen van stroommeettransformatoren te beveiligen tegen overbelasting en kortsluiting.

De stroommeettransformatoren moeten kunnen weerstaan aan de thermische korteduurstroom die op de plaats van opstelling kan optreden.

De stroommeettransformatoren bestemd voor meetdoeleinden moeten met een zo klein mogelijke verzadigingsfactor en een nominaal vermogen worden gekozen zodat de kortsluitstroom in de primaire stroombaan de meettoestellen in de secundaire stroombaan niet kan beschadigen.

De stroommeettransformatoren bestemd voor beschermingsdoeleinden moeten met een zo groot mogelijke verzadigingsfactor en een nominaal vermogen worden gekozen zodat bij kortsluitstromen in de primaire stroombaan de betrouwbare werking van de beschermingstoestellen in de secundaire stroombaan niet in het gedrang komt.

Wanneer een stroommeettransformator voor zowel meet- als beschermingsdoeleinden wordt aangewend, moeten de meettoestellen, wanneer noodzakelijk, door geschikte tussengeschakelde transformatoren tegen beschadiging door de uitwerking van kortsluitstromen worden beschermd.

Hoofdstuk 5.4. Aardingen, beschermingsgeleiders en equipotentiale verbindingen bij laagspanning en bij zeer lage spanning

Afdeling 5.4.1. Algemeenheden

Dit hoofdstuk behandelt de bepalingen voor aardingen, beschermingsgeleiders en equipotentiale verbindingen teneinde te voldoen aan de veiligheidsvoorschriften van de elektrische installatie.

Afdeling 5.4.2. Aardingsinstallaties

Onderafdeling 5.4.2.1. Aardverbinding

De aardverbinding moet verwezenlijkt worden overeenkomstig de regels van goed vakmanschap.

Onderafdeling 5.4.2.2. Aardgeleider

De minimumdoorsnede van een aardgeleider, met inbegrip van de aardgeleider van het nulpunt, moet berekend worden zoals deze van een beschermingsgeleider.

Deze is ten minste gelijk aan:
- 16 mm² koperdoorsnede, indien zij voorzien is van een bekleding die tegen corrosie beschermt;
- 25 mm² koperdoorsnede, in de andere gevallen;
- 50 mm² bij aluminium of staal.

Blanke of geïsoleerde aluminiumgeleiders mogen niet ingegraven worden.

Afdeling 5.4.3. Beschermingsgeleiders

Onderafdeling 5.4.3.1. Aard van de geleiders

Als beschermingsgeleiders mogen gebruikt worden:
- onafhankelijke geleiders;
- geleiders die zich in dezelfde elektrische leiding bevinden als de actieve geleiders van de installatie, voor zover zij op dezelfde wijze geïsoleerd zijn als de andere geleiders;

- al dan niet geïsoleerde metalen mantels of schermen van elektrische leidingen waarvan de geschiktheid in dit opzicht erkend wordt door de regels van goed vakmanschap. Het betreft hier in het bijzonder de buitenmantel van de gepantserde elektrische leidingen met minerale isolatie alsook de buizen, op voorwaarde dat de desbetreffende regels het voorzien. Zij mogen slechts gebruikt worden als beschermingsgeleider van de stroombanen waarvan ze deel uitmaken en de bekomen elektrische continuïteit mag niet in gevaar gebracht worden door mechanische, chemische of elektrochemische beschadiging;
- metalen omhulsels van geprefabriceerde leidingen indien zij gelijktijdig voldoen aan de volgende voorwaarden:
  - hun elektrische continuïteit moet verzekerd worden bij het vervaardigen en door middel van degelijke verbindingen;
  - hun elektrische continuïteit mag niet in gevaar gebracht worden door mechanische, chemische of elektrochemische beschadiging;
  - andere beschermingsgeleiders moeten erop aangesloten kunnen worden;
- delen van omhulsels van geprefabriceerde schakel en verdeelinrichtingen, in de mate dat de desbetreffende regels het toelaten en mits eerbiediging van voornoemde voorwaarden;
- geleidende delen, zoals metalen gebinten, frames van machines en heftoestellen evenals waterleidingen van een privaat en onafhankelijk verdeelnet, wanneer zij geen deel uitmaken van installaties waarin de nulgeleider en de beschermingsgeleider dezelfde zijn (TN-C-net) en wanneer zij tezelfdertijd voldoen aan volgende voorwaarden:
  - hun elektrische continuïteit moet verzekerd worden door constructie of door middel van gepaste verbindingen;
  - hun elektrische continuïteit mag niet in gevaar gebracht worden door mechanische, chemische of elektrochemische beschadiging;
  - zij mogen niet losgekoppeld worden zonder vervangende maatregelen toe te passen.

Onderafdeling 5.4.3.2. Minimumdoorsnede van de geleiders

De minimum doorsnede S_p van de beschermingsgeleider, in mm², moet ten minste gelijk zijn aan de waarde gegeven door volgende formule:

$$S_P = \frac{I}{\mathrm{k}} \cdot \sqrt{t}$$

waarin:

- *I*: de effectieve waarde van de foutstroom, in A, die door het beschermingstoestel kan vloeien bij een fout met een te verwaarlozen impedantie. Er moet rekening gehouden worden met het begrenzingsvermogen van het beschermingstoestel;
- *t*: de werkingstijd, in seconden, van het onderbrekingstoestel, met een maximumwaarde van 5 s;
- k: een constante, waarvan de waarde afhangt van de aard van het metaal van de beschermingsgeleider en van zijn isolatie, *aangeduid in tabel 5.9*.

Tabel 5.9. k-waarden voor beschermingsgeleiders

k-waarden voor geïsoleerde beschermingsgeleiders die geen deel uitmaken van de kabels of voor blanke beschermingsgeleiders in contact met de bekleding van kabels			
Materiaal van de Geleider	***Aard van de isolatie van de beschermingsgeleiders of van de bekleding van kabels***		
	Polyvinylchloride (PVC)	*Netvormig polyethyleen (PRC) Ethyleen-propyleen(EPR)*	*Butylrubber (B)*
Koper	*143*	*176*	*160*
Aluminium	*95*	*116*	*110*
Staal	*52*	*64*	*60*
k-waarden voor beschermingsgeleiders die deel uitmaken van een meerdradige kabel			
Materiaal van de Geleider	***Aard van de isolatie van de beschermingsgeleiders***		
	Polyvinylchloride (PVC)	*Netvormig polyethyleen (PRC) Ethyleen-propyleen(EPR)*	*Butylrubber (B)*
Koper	*115*	*143*	*134*
Aluminium	*76*	*94*	*89*
k-waarden voor blanke geleiders die geen enkel materiaal raken dat beschadigd kan worden door de maximum toegelaten temperatuur			
Materiaal van de Geleider	***Plaatsingsomstandigheden***		
	Zichtbaar en in gereserveerde lokalen	*In gebouwen*	
		Zonder uitgesproken brandgevaar	*Met brandgevaar*
Koper	*228*	*159*	*138*
Aluminium	*125*	*105*	*91*
Staal	*82*	*58*	*50*

Het toepassen van de voornoemde formule voor het bepalen van de waarde van S_p is niet noodzakelijk indien de doorsnede van de geleiders beantwoordt aan de voorschriften van *tabel 5.10*.

Tabel 5.10. Minimumdoorsnede van de beschermingsgeleider waarbij het berekenen van de waarde van S_p niet nodig is

Doorsnede van de geleiders van de installatie (S in mm²)	***Minimumdoorsnede van de beschermingsgeleider (S_p in mm²)***
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$35 < S$	$0{,}5 \cdot S$

Wanneer de toepassing van deze regel tot een niet-genormaliseerde waarde leidt, moet een geleider gebruikt worden met een genormaliseerde doorsnede die het dichtst S_p benadert.

De aldus vastgestelde waarden gelden slechts indien de beschermingsgeleiders uit hetzelfde metaal zijn vervaardigd als de actieve geleiders. Indien dit niet het geval is moet de doorsnede van de beschermingsgeleiders zo bepaald worden dat hun geleidingsvermogen gelijkwaardig is aan dit, verkregen door toepassing van de minimumdoorsnede van de beschermingsgeleider zoals deze bekomen wordt door toepassing van de tabel.

Wanneer de beschermingsgeleider geen deel uitmaakt van de voedingsleiding moet zijn doorsnede S_P ten minste gelijk zijn aan:
- 2,5 mm² wanneer hij mechanisch beschermd is;
- 4 mm² wanneer hij mechanisch niet beschermd is.

De minimale doorsnede van de hoofdbeschermingsgeleider wordt als deze van een beschermingsgeleider berekend.

Onderafdeling 5.4.3.3. Merken van de geleiders

Wanneer de beschermingsgeleider, die al of niet deel uitmaakt van de kabel, voorzien is van een isolatie moet deze een geelgroene kleur hebben zoals voorgeschreven is in de door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm of beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm.

Het merken met deze kleur van een geleider van de vlakke snoeren, met 3 geleiders en zonder bijkomende mantel, is niet noodzakelijk. In dit geval vervult de middelste geleider de functie van beschermingsgeleider, indien de beschouwde stroombaan een beschermingsgeleider bevat.

Bij de voorgebundelde leidingen, waarvan de isolatie weerstaat aan de weersinvloeden, mag het merken gebeuren op een andere manier dan door kleuring.

Wanneer de elektrische leidingen van zulk een type zijn dat het onmogelijk is ze te voorzien van een isolatie met geel-groene kleur, dan mag de aanduiding van de beschermingsgeleider gebeuren met een andere kleur dan de geel-groene, op voorwaarde dat ze niet blauw is en verschilt van de enige kleur van de fasegeleiders.

Onderafdeling 5.4.3.4. Installeren van de geleiders

De beschermingsgeleiders moeten voldoende beschermd worden tegen mechanische en chemische beschadiging en elektrodynamische krachten.

De verbindingen moeten verwezenlijkt worden op een veilige wijze en volgens de regels van goed vakmanschap.

Onderafdeling 5.4.3.5. Elektrische continuïteit

Behoudens andersluidend voorschrift, mag geen enkel scheidingstoestel zoals smeltveiligheid, schakelaar of scheidingsschakelaar worden aangebracht in de beschermingsgeleider.

Om de meting van de spreidingsweerstand van de aardverbinding mogelijk te maken, is het noodzakelijk een aardingsonderbreker te voorzien zoals een klem of strip, die slechts met gereedschap losgemaakt kan worden.

Onderafdeling 5.4.3.6. Verbinding van de beschermingsgeleiders met het elektrisch materieel

Elektrische machines en toestellen van de klasse I moeten voorzien zijn van een klem waaraan de beschermingsgeleider kan verbonden worden.

Het wegnemen van een elektrische machine of toestel mag de continuïteit van de beschermingsstroombaan niet onderbreken.

Afdeling 5.4.4. Equipotentiale verbindingen

Onderafdeling 5.4.4.1. Hoofdequipotentiale verbindingen

a. Doorsnede van de geleiders

De hoofdequipotentiale geleider moet ten minste een doorsnede hebben die gelijk is aan de helft van de grootste beschermingsgeleider van de installatie, de aardgeleider uitgezonderd, met een minimum koperdoorsnede van 6 mm^2.

Nochtans mag de doorsnede beperkt worden tot:
- 25 mm^2 indien de geleider uit koper is;
- een gelijkwaardige doorsnede indien het een ander metaal betreft.

b. Uitvoering

De hoofdequipotentiale geleider voldoet aan de voorschriften betreffende de beschermingsgeleider. Hij moet overeenkomstig dezelfde voorschriften geïnstalleerd en aangesloten worden (*onderafdelingen 5.4.3.4.* en *5.4.3.6.*).

De hoofdequipotentiale geleider is voorzien van een isolatie met geel-groene kleur.

Onderafdeling 5.4.4.2. Bijkomende equipotentiale verbindingen

a. Doorsnede van de geleiders

De doorsnede van de geleiders van de bijkomende equipotentiale verbinding moet ten minste gelijk zijn aan:
- de helft van deze van de beschermingsgeleider die met een massa verbonden is, de aardgeleider uitgesloten, wanneer de equipotentiale verbinding deze massa verbindt met een vreemd geleidend deel;
- de kleinste doorsnede van de beschermingsgeleiders, verbonden met de massa's van verschillende toestellen; in dit geval is het nodig zich ervan te vergewissen dat de verwezenlijking van de equipotentiale verbinding tussen deze twee massa's, behorend tot stroombanen met zeer verschillende doorsnede, niet tot gevolg heeft dat in de beschermingsgeleider met de kleinste doorsnede een foutstroom gaat vloeien die een thermische belasting veroorzaakt groter dan deze toelaatbaar voor deze geleider.

De volgende minimumdoorsneden moeten in alle gevallen in acht genomen worden:
- 2,5 mm² wanneer de geleiders mechanisch beschermd zijn;
- 4 mm² wanneer de geleiders niet mechanisch beschermd zijn.

b. Uitvoering

De bijkomende equipotentiale geleiders moeten geplaatst en verbonden worden overeenkomstig de voorschriften van toepassing op beschermingsgeleiders (*onderafdelingen 5.4.3.4.* en *5.4.3.6.*).

De bijkomende equipotentiale geleiders zijn voorzien van een isolatie met geel-groene kleur.

c. Doeltreffendheidsonderzoek

Bij twijfel moet de doeltreffendheid van de bijkomende equipotentiale verbinding nagegaan worden door er zich van te vergewissen dat de impedantie, tussen om het even welke beschouwde massa en elke andere massa of geleidend deel dat gelijktijdig genaakbaar is, kleiner is dan of gelijk is aan U/I_a, waarin:
- U: de vermoedelijke contactspanning;
- I_a: de aanspreekstroom van het beschermingstoestel binnen een tijd, bepaald door de veiligheidscurve, in functie van de waarde van de vermoedelijke contactspanning.

Indien het onderzoek uitgevoerd wordt tussen twee massa's gevoed door verschillende stroombanen, moet men er zich eveneens van vergewissen dat voornoemde voorwaarde wordt nageleefd voor de beschermingstoestellen van elk van de betrokken stroombanen.

Hoofdstuk 5.5. Aardingen, beschermingsgeleiders en equipotentiale verbindingen bij hoogspanning

Afdeling 5.5.1. Basisvereisten

Onderafdeling 5.5.1.1. Algemeenheden

De kenmerken van de aardingsinstallatie worden zodanig bepaald dat de volgende doelstellingen bereikt worden:
1. weerstand bieden aan de te verwachten mechanische en chemische invloeden;
2. weerstand bieden aan de thermische uitwerking van de maximum te verwachten foutstroom;
3. de beschadiging verhinderen van goederen en materieel;
4. de veiligheid van personen waarborgen, rekening houdend met de spanning die kan verschijnen bij de stroomdoorgang van de maximum te verwachten foutstroom doorheen de aardingsinstallatie, rekening houdend met de passieve en actieve beschermingsmaatregelen.

Onderafdeling 5.5.1.2. Weerstand t.o.v. mechanische en chemische invloeden

De samenstellende elementen van de aardingsinstallatie zijn vervaardigd uit materialen die een voldoende weerstand bieden tegen corrosieverschijnselen (chemische of biologische aantasting, oxidatie, elektrolytische corrosie...).

Bovendien bieden zij de nodige weerstand aan de mechanische belastingen waaraan ze kunnen worden onderworpen zowel tijdens hun plaatsing als tijdens hun normale werkingsomstandigheden.

Onderafdeling 5.5.1.3. Weerstand t.o.v. thermische uitwerkingen door foutstromen

De na te leven doorsneden van de geleiders die de elementen van de aardingsinstallatie vormen zijn een functie van de maximum te verwachten foutstroom.

Wanneer de foutstroom zich verdeelt over een geheel van aardelektroden mag voor het bepalen van de afmetingen van iedere aardelektrode rekening worden gehouden met deze stroomverdeling.

Voor de berekening van de thermische vastheid van de aardingsinstallatie wordt rekening gehouden met de waarde en de duur van de foutstroom. Hierbij wordt een onderscheid gemaakt tussen een duur kleiner dan of gelijk aan 5 seconden (adiabatische opwarming) en een duur groter dan 5 seconden (geen adiabatische opwarming).

Voor een duur kleiner dan of gelijk aan 5 seconden wordt de minimale doorsnede bepaald met behulp van de formule:

$$S \geq \frac{I}{k} \cdot \sqrt{\frac{t}{\ln \frac{\Theta_f + \beta}{\Theta_i + \beta}}}$$

met:
- *S*: doorsnede in mm²;
- *I*: effectieve waarde van de fase/aarde foutstroom in A;
- *t*: duur van de foutstroom in seconden;
- *k*: constante bij 20 graden Celsius afhankelijk van de aard van het stroomvoerend materiaal. De waarden van deze constante overeenstemmend met de meest gebruikte materialen zijn aangeduid in de *tabel 5.11.*;
- β: omgekeerde waarde van de temperatuurscoëfficiënt (α) van de resistiviteit van het materiaal in functie van de temperatuur van het materiaal in graden Celsius zoals aangeduid in *tabel 5.11.*;
- Θ_i: begintemperatuur in °C in normale omgevingsomstandigheden;
- Θ_f: maximum toegelaten temperatuur in °C na het afvloeien van de foutstroom aangeduid in *tabel 5.12.*

Tabel 5.11. Waarden van de constanten ß en k voor bepaalde materialen

Materiaal	***ß*** ***[°C]***	***k*** ***[*** $A \cdot \sqrt{s}/mm^2$ ***]***
Koper	234,5	226
Aluminium	228	148
Staal	202	78
Aluminiumlegering	258	149

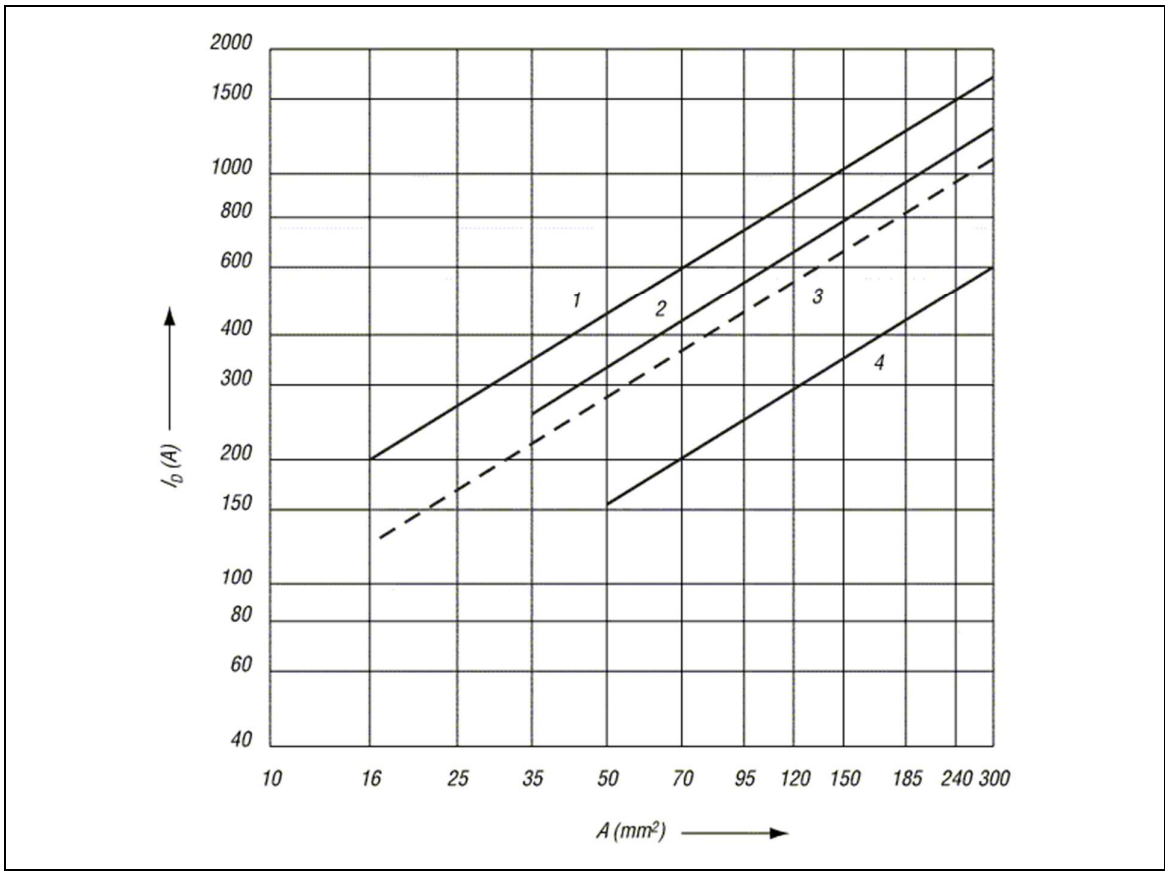
Tabel 5.12. Maximum toegelaten temperatuur in functie van het materiaal

Materiaal		***Aanvangs-temperatuur*** Θ_i ***[°C]***	***Eind-temperatuur*** Θ_f ***[°C]***
Mechanisch niet belaste draden	Blank koper	20	300
	Blank gegalvaniseerd koper	20	300
	Blank aluminium	20	300
	Blank gegalvaniseerd staal	20	300
Luchtlijnen	Blank koper	20	170
	Aluminium legering	20	170
	Aluminium – staal	20	150
	Aluminium legering – staal	20	150
Blank vertind koper		20	150
Koper met een loden mantel		20	150
Voormelde materialen met een mantel uit:			
Polyvinylchloride (PVC)		20	160
Rubber		20	220
Vernet Polyethyleen (VPE)		20	250
Ethyleen – Propyleen Rubber (EPR)		20	250
Silicone Rubber (SIR)		20	350

Voor een duur groter dan 5 seconden wordt de minimale doorsnede bepaald met behulp van één van de grafieken van de *figuren 5.46* en *5.47*. De rechten 1, 2 en 4 hebben betrekking op een eindtemperatuur van 300 °C. De rechte 3 heeft betrekking op een eindtemperatuur van 150 °C. Wanneer de na te leven eindtemperatuur verschillend is van 300 °C dient de correctiefactor, bepaald in *tabel 5.13.* te worden toegepast op de uit de grafiek van de *figuren 5.46.* en *5.47.* afgelezen stroomsterkte.

De waarden van de *figuren 5.46.* en *5.47.* en van *tabel 5.13.* gelden niet voor mechanisch belaste geleiders; voor laatst vermelde worden ze bepaald door berekening.

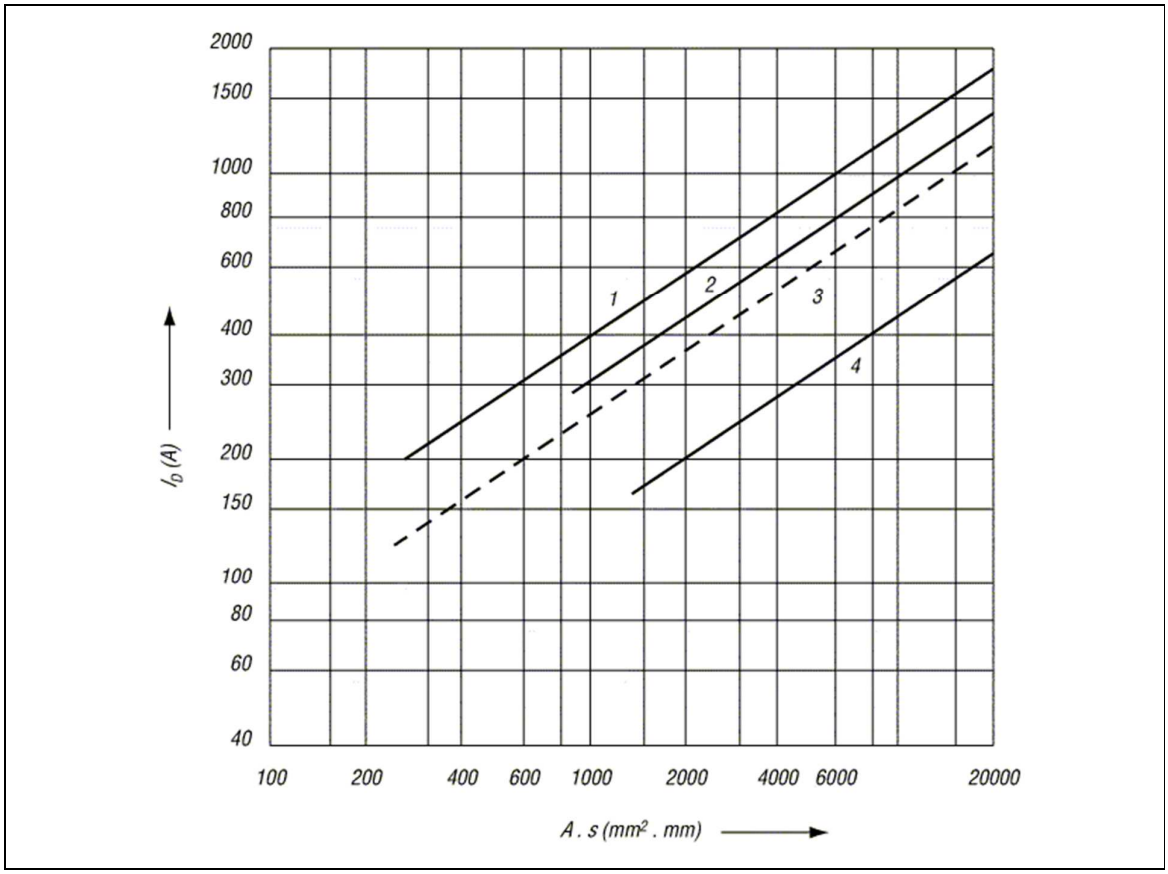
Figuur 5.46. Stroom I_D voor de aardgeleiders met ronde doorsnede in functie van hun doorsnede (A in mm²)



De rechten 1, 2 en 4 zijn van toepassing bij een eindtemperatuur van 300 °C; de rechte 3 voor een eindtemperatuur van 150 °C.

- Rechte 1: koper, blank of met zinkbedekking.
- Rechte 2: aluminium.
- Rechte 3: koper, vertind of met loden mantel.
- Rechte 4: gegalvaniseerd staal.

Figuur 5.47. Stroom I_D voor de aardgeleiders met rechthoekige doorsnede in functie van het product van de doorsnede en de omtrek (A x s)



De rechten 1, 2 en 4 zijn van toepassing bij een eindtemperatuur van 300 °C; de rechte 3 voor een eindtemperatuur van 150 °C

- Rechte 1: koper, blank of met zinkbedekking.
- Rechte 2: aluminium.
- Rechte 3: koper, vertind of met loden mantel.
- Rechte 4: gegalvaniseerd staal.

Tabel 5.13. Correctiefactor in functie van de eindtemperatuur

Eindtemperatuur Θ_f [°C]	*Correctiefactor*
400	1,2
350	1,1
300	1,0
250	0,9
200	0,8
150	0,7
100	0,6

Afdeling 5.5.2. Verwezenlijking van de aardverbindingen

Onderafdeling 5.5.2.1. Algemeenheden

Een aardverbinding kan worden verwezenlijkt door een of meerdere horizontale, verticale of schuine aardelektroden aan te brengen in de aardbodem.

De horizontaal aangebrachte aardelektroden bevinden zich op een diepte van minimum 0,6 m onder het aardoppervlak.

Voor wat betreft de verticaal of schuin aangebrachte aardelektroden, wordt alleen het nuttig gedeelte in rekening genomen. Ze zijn aangebracht op een onderlinge afstand die minimum gelijk is aan hun lengte.

Wanneer verschillende materialen die galvanische koppels kunnen vormen met elkaar moeten worden verbonden dienen deze materialen op de plaats van hun verbinding(en), te worden beschermd door duurzame middelen tegen het contact met de elektrolyten uit hun omgeving.

De aardverbinding mag met geen enkel in de aarde aangebracht vreemd metalen deel in contact zijn.

Onderafdeling 5.5.2.2. Kenmerken

a. Materiaalkeuze en minimale afmetingen

Uitgezonderd voor de bijzondere gevallen vermeld in *b.6.1.*, zijn de aardelektroden vervaardigd uit een materiaal dat vermeld is in de *tabel 5.14.*

Hun minimale afmetingen, in functie van het materiaal en het type elektrode, voldoen aan de waarden vermeld in dezelfde tabel.

Tabel 5.14. Minimum afmetingen van de aardelektroden in functie van de gebruikte materialen m.b.t. hun weerstand tegen de mechanische en corrosieve invloeden

Materiaal	*Type aardelektrode*	*Minimale afmetingen*				
		Kern			*Bedekking/Mantel*	
		Diameter [mm]	*Doorsnede [mm²]*	*Dikte [mm]*	*Individuele waarde [µm]*	*Gemiddelde waarde [µm]*
Staal						
Thermisch gegalvaniseerd	Banden (2)		90	3	63	70
	Profielvormig		90	3	63	70
	Buizen	25		2	47	55
	Ronde staven	16			63	70
	Ronde draden	10				50
Met loden mantel	Ronde draden	8			1000	
Met geëxtrudeerde koperen mantel	Ronde staven	15			2000	
Met elektrolytisch aangebrachte mantel	Ronde staven	14,2			90	100
Koper						
Blank	Banden (2)		50	2		
	Ronde draden		25			
	Getwijnde kabels	1,8 (1)	25			
	Buizen	20		2		
Vertind	Getwijnde kabels	1,8 (1)	25		1	5
Gegalvaniseerd	Banden		50	2	20	40
Met loden mantel	Getwijnde kabels	1,8 (1)	25		1000	
	Ronde draden		25		2000	

(1) Waarde voor iedere draad
(2) Banden, gelamineerd of uitgesneden, met afgeronde hoeken

b. Uitvoering

De aardverbinding wordt verwezenlijkt volgens een van de hierna vermelde uitvoeringswijzen of een combinatie ervan:

b.1. ofwel een aardingslus met een lengte van minstens 8 m in contact met de grond en in een sleuf geplaatst. Indien de hoogspanningsinstallatie zich in een gebouw bevindt, wordt de lus onder de buitenwanden van het gebouw geplaatst.
De beide uiteinden van de lus worden aangesloten op een aardingsonderbreker opgesteld op een veilig bereikbare plaats;

b.2. ofwel ten minste vier aardingsstaven met een nuttige lengte van minimum 1,5 m, verticaal of schuin naar buiten ingedreven (max. 45° t.o.v. de verticale) aan de buitenkant van de constructie en regelmatig over de omtrek van deze constructie verdeeld. Deze staven

worden onderling verbonden door middel van een aardingslus waarvan beide uiteinden aangesloten worden op een aardingsonderbreker, opgesteld op een veilig bereikbare plaats;

b.3. ofwel een diepte-aardelektrode, met een ingedreven lengte van minimum 6 m. Deze aardelektrode wordt aangesloten door middel van een aardgeleider op een aardingsonderbreker opgesteld op een veilig bereikbare plaats;

b.4. ofwel een horizontale aardelektrode met een nuttige lengte van minstens 8 m. Deze aardelektrode wordt aangesloten door middel van een aardgeleider op een aardingsonderbreker opgesteld op een veilig bereikbare plaats;

b.5. ofwel een gemaasd net met een oppervlakte groter dan 200 m² en samengesteld uit ten minste 9 mazen. Deze mazen hebben zijden van maximum 10 m en worden bij voorkeur geplaatst onder de zone ingenomen door de hoogspanningsinstallatie. Aardingsonderbrekers zijn in dit geval niet vereist, maar de meting van de initiële waarde van de aardingsweerstand moet (zoals voorzien in *punt b.3.* van *onderafdeling 4.2.5.2.*) mogelijk gemaakt worden vóór de ingebruikname.

b.6. Bijzonder geval

1. De aardverbinding van de elektrische installaties van de spoorwegen langsheen de spoorlijnen en waarvan de nominale spanning 1100 V wisselspanning niet overschrijdt, mag samengesteld zijn uit een geheel van onderling elektrisch verbonden stalen palen ingegoten in een betonmassief dat in direct contact is met de aarde voor zover dat:
   - het contactoppervlak tussen paal en beton, gelegen minstens 30 cm onder het maaiveld, minstens 5000 cm² bedraagt per paal;
   - het aantal palen minstens 30 bedraagt;
   - de minimumafstand tussen 2 palen 10 m bedraagt.
2. De aardverbinding van de niet-huishoudelijke elektrische installaties mag samengesteld zijn uit heipalen van gewapend beton dat in direct contact is met de aarde, voor zover dat:
   - het aantal heipalen minstens 4 bedraagt;
   - de nuttige lengte ten minste 10 m bedraagt;
   - de afstand tussen deze 4 palen ten minste 6 m bedraagt;
   - de diameter van de heipalen ten minste 35 cm bedraagt;
   - de bewapening van de verschillende heipalen onderling elektrisch verbonden zijn.

Aardingsonderbrekers zijn in dit geval niet vereist, maar de meting van de initiële waarde van de aardingsweerstand moet (zoals voorzien in *punt b.3.* van *onderafdeling 4.2.5.2.*) mogelijk gemaakt worden vóór het gieten van de betonplaat.

Onderafdeling 5.5.2.3. Globale aarding

a. Algemeen principe

De globale aarding maakt het mogelijk de potentiaalstijgingen van de lokale aardingen te beperken door een betere spreiding van de aardfoutstroom.

De globale aarding wordt bekomen door:
- hetzij een voldoende lengte aan kabels met aardingseffect;
- hetzij een voldoende aantal via beschermingsgeleiders met elkaar verbonden lokale hoogspanningsaardingsinstallaties;
- hetzij een combinatie van beide voorvermelde mogelijkheden.

b. Voorwaarden waaraan een globale aarding moet voldoen

Een globale aarding moet voldoen aan een van de voorwaarden *b.1.* of *b.2.* of *b.3.*, hierna vermeld:

b.1.
- de lokale HS-aardingsinstallaties worden verbonden met de kabels met aardingseffect;
- de som van de lengten van deze kabels bedraagt ten minste 1 km, de gemeenschappelijke trajecten tellen slechts eenmaal;

b.2 ten minste 20 lokale HS-aardingsinstallaties zijn gekoppeld;

b.3. combinatie van de voorwaarden *b.1.* en *b.2.* waarbij aangenomen wordt dat één lokale aardingsinstallatie gelijkwaardig is aan 50 m kabel met aardingseffect.

De kabels met aardingseffect moeten niet noodzakelijk een doorlopend geheel vormen maar mogen onderling worden verbonden door de beschermingsgeleiders van andere kabeltypes of van bovengrondse lijnen. De gemiddelde lengte (*L*) van deze beschermingsgeleiders die

dienen om de lokale aardingsinstallaties en/of stukken kabel met aardingseffect onderling te verbinden moeten beantwoorden aan de volgende formule:

$$L \leq 500 \frac{S_m}{16\,mm^2} \text{ (m)}$$

S_m = gewogen gemiddelde van de doorsnede volgens de lengte van de beschermingsgeleiders van de verbindingskabels en uitgedrukt in mm^2 doorsnede gelijkwaardig koper.

Indien de onderlinge koppeling verscheidene kabels in parallel omvat, zal daarmee rekening worden gehouden bij de berekening van S_m.

De elektrische continuïteit van de metalen delen van de mantels en van de beschermingsgeleiders wordt verzekerd ter hoogte van de verbindingen, van de schakelposten, van de omvormposten en van de steunen.

c. Gebruik van de globale aarding van het bovenliggende distributienet

Op aanvraag van de uitbater van een hoogspanningsinstallatie aangesloten aan een ander bovenliggende verdeelnet, zal de uitbater van dit bovenliggende verdeelnet bevestigen dat de betrokken installatie al dan niet zal geïntegreerd worden in een net met globale aarding.

Afdeling 5.5.3. Verwezenlijking van de beschermingsgeleiders

Onderafdeling 5.5.3.1. Aard van de geleiders

Mogen als beschermingsgeleiders worden gebruikt:
- onafhankelijke geleiders;
- geleiders die in dezelfde elektrische leiding zijn ondergebracht als de actieve geleiders van een installatie voor zover ze op dezelfde wijze geïsoleerd zijn als de voornoemde actieve geleiders;
- metalen mantels, omvlechtingen, pantseringen en schermen, al of niet geïsoleerd, van elektrische leidingen, waarvan de geschiktheid in dit opzicht erkend wordt door de regels van goed vakmanschap;
- metalen structuren waarop de hoogspanningstoestellen bevestigd zijn op voorwaarde dat bijzondere voorzorgen worden genomen om:
  1. de elektrische continuïteit te verzekeren d.m.v. een aangepast contactoppervlak;
  2. de elektrische continuïteit niet in gevaar te brengen door mechanische, chemische of elektrochemische beschadiging en door verwarming veroorzaakt door de te voorziene maximale foutstroom tot het ogenblik van uitschakeling door de beschermingsinrichtingen.

Onderafdeling 5.5.3.2. Minimumdoorsnede van de geleiders

De doorsnede van de beschermingsgeleider moet zodanig zijn dat de geleider zonder beschadiging door verhitting, de te verwachten maximale foutstroom verdraagt tot het ogenblik van uitschakeling door de beschermingsinrichtingen. Voor de onafhankelijke geleiders is de minimumdoorsnede:
- 16 mm^2 voor koperen geleiders bij opbouw of ingesloten in beton;
- 35 mm^2 voor koperen geleiders, bij inbouw of ingegraven, niet beschermd tegen corrosie;
- 50 mm^2 voor aluminium of stalen geleiders.

De aarding van zekere metalen delen, zoals leuningen, mag echter verwezenlijkt worden door middel van een koperen beschermingsgeleider met een minimumdoorsnede van 4 mm^2.

De doorsnede voor de aarding van een punt van de secundaire wikkeling van hoogspanningsmeettransformatoren is ten minste gelijk aan 2,5 mm^2 voor koperen geleiders. Indien de aarding uitgevoerd is met een beschermingsgeleider zonder mechanische bescherming is de doorsnede van de beschermingsgeleider ten minste 4 mm^2 in koper.

Onderafdeling 5.5.3.3. Installeren van de geleiders

De beschermingsgeleiders moeten voldoende beschermd worden tegen mechanische en chemische beschadiging en elektrodynamische krachten.

Onafhankelijke aluminium geleiders, blank of geïsoleerd mogen noch ingegraven noch verzonken worden geplaatst.

Onderafdeling 5.5.3.4. Merken van de geleiders

De beschermingsgeleider, al of niet ingesloten in een kabel, moet gemerkt worden op de wijze voorgeschreven in de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm of beantwoordt aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm.

Onderafdeling 5.5.3.5. Verbinding van de geleiders met het elektrisch materieel

De massa's van alle elektrische machines en toestellen moeten worden verbonden met een beschermingsgeleider zoals voorzien in *onderafdeling 5.5.3.1.*

Indien metalen gebinten van een hoogspanningsschakelcombinatie als beschermingsgeleider worden gebruikt moeten deze, die een functionele eenheid vormen (bijvoorbeeld cellen), bovendien worden verbonden met een doorlopende koperen beschermingsgeleider waarop andere beschermingsgeleiders kunnen worden aangesloten.

Dit voorschrift is niet van toepassing op de metalen vasthechtingselementen van isolatoren.

Het wegnemen van een elektrische machine of toestel mag de continuïteit van de beschermingsstroombaan niet onderbreken.

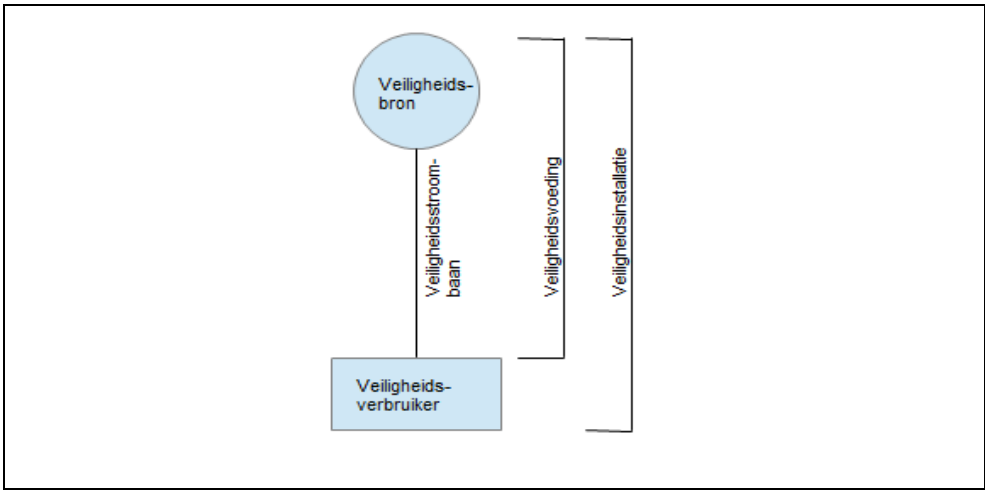
Hoofdstuk 5.6. Veiligheidsinstallaties (Bij laagspanning en bij zeer lage spanning)

Afdeling 5.6.1. Algemeenheden

Dit hoofdstuk behandelt de specifieke voorschriften betreffende de keuze en het gebruik van de veiligheidsinstallaties.

De veiligheidsinstallatie kan in het algemeen volgens *figuur 5.48.* aangegeven worden.

Figuur 5.48. Principe van een veiligheidsinstallatie



De specifieke voorschriften, die in een ander referentiekader beschreven worden, mogen afwijken van deze van dit hoofdstuk, als de veiligheidsinstallatie aan het geheel van de eisen van dit ander referentiekader beantwoordt. De specifieke voorschriften van dit hoofdstuk die niet door dit referentiekader gedekt worden, blijven van toepassing. De verplichting om ten minste aan de wettelijke eisen te beantwoorden blijft steeds geldig.

Men verstaat onder ander referentiekader:
- hetzij een wettelijke eis van toepassing in België;
- hetzij een technische norm die door de Koning bekrachtigd of door het NBN geregistreerd is.

De uitbater of zijn afgevaardigde moet een risicoanalyse van de veiligheidsinstallaties uitvoeren. Deze bevat ten minste:
- de bepaling van de veiligheidsinstallaties;
- de bepaling van de tijd van functiebehoud van elke veiligheidsverbruiker;
- de bepaling van de kenmerken van de veiligheidsbronnen.

De maatregelen, die in het kader van de risicoanalyse van de veiligheidsinstallaties genomen zijn, zijn in de lijst met de veiligheidsinstallaties vermeld. De lijst en de risicoanalyse van de veiligheidsinstallaties worden ter beschikking gehouden van het erkend organisme en de met het toezicht belaste ambtenaar.

Men verstaat in *hoofdstuk 5.6.* onder:
- redundante veiligheidsverbruikers: het gebruik van meerdere veiligheidsverbruikers om dezelfde functie te garanderen en waarbij het uitvallen van een of meerdere van de redundante veiligheidsverbruikers het vooropgestelde doel niet hindert. Het niveau van de redundantie wordt door de risicoanalyse van de veiligheidsinstallaties bepaald;
- redundante elektrische leidingen: het gebruik van meerdere elektrische leidingen om via een lus de schakel- en verdeelborden of de verbruikers van een veiligheidsinstallatie te voeden en waarbij het uitvallen van een of meerdere van de redundante elektrische leidingen de voeding van de schakel- en verdeelborden of de verbruikers niet hindert. Het niveau van de redundantie wordt door de risicoanalyse van de veiligheidsinstallaties bepaald.

Afdeling 5.6.2. Doelen

Het functiebehoud van de veiligheidsinstallatie moet gegarandeerd worden:

- bij het uitvallen van de normale bron;
- bij een brand;
- bij een elektrische fout.

Om aan deze voorwaarden te voldoen, is het noodzakelijk om specifieke elektrische bronnen, materialen, stroombanen en leidingen te kiezen.

Het is ook noodzakelijk om rekening te houden met de uitwendige invloeden, die het functiebehoud van de veiligheidsinstallatie kunnen verstoren. Ze worden door de uitbater of zijn afgevaardigde bepaald bij de keuze en het gebruik van het elektrisch materieel.

Afdeling 5.6.3. Bepaling van de veiligheidsinstallaties

Worden bepaald als veiligheidsinstallaties:
- deze die in de wettelijke eisen opgelegd worden, zoals vastgesteld in *afdeling 5.6.1.*;
- en deze die op basis van een risicoanalyse van de veiligheidsinstallaties door de uitbater of zijn afgevaardigde bepaald worden.

Per definitie vallen de verbruikers met positieve veiligheid niet onder de veiligheidsinstallaties.

De uitbater of zijn afgevaardigde stelt de lijst met de veiligheidsinstallaties op. Deze lijst vermeldt voor elke veiligheidsinstallatie de referentie (risicoanalyse of wettelijke eisen).

De veiligheidsinstallaties worden weergegeven op een of meerdere plannen van de veiligheidsinstallaties. Deze plannen dienen te worden geparafeerd door de exploitant of zijn afgevaardigde vóór het ontwerp en de uitvoering van de installatie. De vertegenwoordiger van het erkend organisme bedoeld in *hoofdstuk 6.3.* parafeert de plannen voor ontvangst bij de controle. De overeenstemming tussen de plannen en de installatie moet door de vertegenwoordiger van het erkend organisme worden nagekeken.

Afdeling 5.6.4. Bepaling van de tijd van functiebehoud van de veiligheidsverbruikers

De tijd van functiebehoud van elke veiligheidsverbruiker wordt bepaald:
- hetzij door een referentiekader zoals vastgesteld in *afdeling 5.6.1.*;
- hetzij door de risicoanalyse van de veiligheidsinstallaties.

De lijst met de veiligheidsinstallaties vermeldt voor elke veiligheidsverbruiker hun tijd van functiebehoud.

Afdeling 5.6.5. Maatregelen te nemen bij het uitvallen van de normale bron

Onderafdeling 5.6.5.1. Veiligheidsverbruikers met geïntegreerde veiligheidsbron

De bron die in de veiligheidsverbruiker geïntegreerd is, moet automatisch worden ingeschakeld bij het uitvallen van de normale bron. Deze bron moet een werkingstijd garanderen die ten minste gelijk is aan de tijd van functiebehoud bepaald in *afdeling 5.6.4.*

De risicoanalyse van de veiligheidsinstallaties of eventuele referentiekaders bepalen de noodzaak:

- om het uitvallen van de normale bron te melden en de eventuele middelen die moeten in werking gesteld worden;
- de noodzaak om de storingen te melden en de eventuele middelen die moeten in werking gesteld worden;
- de frequentie van de omschakelingstesten.

De uitbater moet de correcte werking van de geïntegreerde veiligheidsbron van de veiligheidsverbruiker garanderen door het uitvoeren van onderhoud en toezicht. Hij moet regelmatige omschakelingstesten uitvoeren en hij moet in geval van storing zo spoedig mogelijk de noodzakelijke herstellingen uitvoeren om het functiebehoud van de veiligheidsinstallaties te garanderen. De persoon die dit onderhoud en deze testen uitvoert documenteert de uitgevoerde tussenkomsten.

Onderafdeling 5.6.5.2. Veiligheidsverbruikers met niet-geïntegreerde veiligheidsbron

Voor de veiligheidsbronnen bepaalt de risicoanalyse van de veiligheidsinstallaties ten minste:
- hun aantal;
- hun plaatsing;
- hun inschakeltijd;
- de plaats van de spanningsmetingen voor de automatische omschakeling (waarbij rekening wordt gehouden met de frequentieschommelingen of spanningsdalingen);
- de noodzaak om het uitvallen van de normale bron te melden en de eventuele middelen die moeten in werking gesteld worden;
- de noodzaak om de storingen te melden en de eventuele middelen die moeten in werking gesteld worden;
- de frequentie van de omschakelingstesten;
- de volgorde van de inschakeling van het geheel van de veiligheidsbronnen.

De toegelaten bronnen zijn de volgende:
- herlaadbare batterijen;
- niet-herlaadbare batterijen;
- stroomgeneratoren die onafhankelijk van de normale bron zijn;
- ononderbreekbare voedingsbronnen (ook genoemd uninterruptible power supply).

Men verstaat onder veiligheidsbron: een veiligheidsbron of een geheel van veiligheidsbronnen.

De veiligheidsbron moet automatisch en volgens de volgorde bepaald in de risicoanalyse van de veiligheidsinstallaties worden ingeschakeld bij het uitvallen van de normale bron.

De veiligheidsbron moet op een vaste standplaats geïnstalleerd worden, zodanig dat ze niet door het uitvallen van de normale bron kan beïnvloed worden.

De veiligheidsbron moet de tijd van functiebehoud garanderen voor elke veiligheidsverbruiker die erop haar aangesloten wordt.

De veiligheidsbron moet in een geschikte en uitsluitend daarvoor bestemde ruimte geïnstalleerd zijn. De ruimte is alleen toegankelijk voor gewaarschuwde (BA4) of vakbekwame (BA5) personen.

De veiligheidsbron moet worden ontworpen en geïnstalleerd opdat de risico's op een brand, een overstroming, vorst of vandalisme en andere nadelige omstandigheden die de beschikbaarheid van de veiligheidsvoeding kunnen verstoren, worden beperkt.

De plaats van de veiligheidsbron moet behoorlijk geventileerd worden opdat de geproduceerde gassen en rook zich niet naar lokalen die toegankelijk zijn voor personen, kunnen verspreiden.

Afzonderlijke aansluitingen, onafhankelijk van elkaar en gevoed door het distributienet (laagspanning of hoogspanning) worden niet als veiligheidsbron toegelaten.

Het vermogen van de veiligheidsbron is dusdanig dat het opstarten en het werken van de veiligheidsverbruikers aangesloten aan de veiligheidsbron onder de meest ongunstige omstandigheden gegarandeerd zijn. Een veiligheidsbron mag ook, met of zonder afschakeling, gebruikt worden voor verbruikers die geen veiligheidsverbruikers zijn, op voorwaarde dat zijn beschikbaarheid voor de veiligheidsverbruikers niet nadelig beïnvloed wordt.

De uitbater moet de correcte werking van de veiligheidsbron garanderen door het uitvoeren van onderhoud en toezicht. Dat bevat bijvoorbeeld de beschikbaarheid van de hulpinstallaties van de veiligheidsbron, het niveau van de brandstof, het laadniveau van de batterijen, … De uitbater moet regelmatige omschakelingstesten uitvoeren. Een omschakelingstest onder belasting moet ten minste een keer per jaar uitgevoerd worden. De uitbater moet in geval van storing zo spoedig mogelijk de

noodzakelijke herstellingen uitvoeren om het functiebehoud van de veiligheidsinstallaties te garanderen. De persoon die dit onderhoud en deze testen uitvoert documenteert de uitgevoerde tussenkomsten.

Afdeling 5.6.6. Maatregelen te nemen bij een brand

Onderafdeling 5.6.6.1. Algemeenheden

a. Veiligheidsverbruikers met geïntegreerde veiligheidsbron

De brandweerstand van de veiligheidsverbruikers en hun stroombanen (schakel- en verdeelborden en elektrische leidingen) is niet vereist. Nochtans sluit dit het gebruik van veiligheidsverbruikers met een brandweerstand niet uit om aan andere verplichtingen te beantwoorden.

De kabels ten behoeve van communicatie en informatietechnologie, van signalisatie of bediening van de veiligheidsinstallaties moeten aan de eisen van de elektrische leidingen van *onderafdeling 5.6.6.4.* voldoen, tenzij de goede werking van de veiligheidsverbruikers door deze leidingen niet nadelig beïnvloed wordt.

b. Veiligheidsverbruikers met niet-geïntegreerde veiligheidsbron

De brandweerstand van de veiligheidsverbruikers is niet vereist. Nochtans sluit dit het gebruik van veiligheidsverbruikers met een brandweerstand niet uit om aan andere verplichtingen te beantwoorden.

De *onderafdelingen 5.6.6.2.* tot *5.6.6.4.* zijn van toepassing voor de veiligheidsbron en de veiligheidsstroombanen.

De onafhankelijke beschermingsgeleiders en de kabels ten behoeve van communicatie en informatietechnologie, van signalisatie of bediening van de veiligheidsinstallaties moeten aan de eisen van de elektrische leidingen van *onderafdeling 5.6.6.4.* voldoen, tenzij de goede werking van de veiligheidsverbruikers door deze leidingen niet nadelig beïnvloed wordt.

Onderafdeling 5.6.6.2. Niet-geïntegreerde veiligheidsbron

Elk lokaal waarin een niet-geïntegreerde veiligheidsbron geïnstalleerd wordt, moet ten opzichte van de belendende lokalen een brandweerstand bezitten gedurende een tijd ten minste gelijk aan de tijd van functiebehoud van elke veiligheidsverbruiker die hij voedt. De rookafvoer- en verluchtingskanalen dienen eveneens een brandweerstand te bezitten gedurende een tijd ten minste gelijk aan de tijd van brandweerstand van het lokaal van de veiligheidsbron, wanneer deze kanalen andere lokalen doorlopen dan het lokaal van de veiligheidsbron.

Onderafdeling 5.6.6.3. Schakel- en verdeelborden van de veiligheidsstroombanen (in dit Boek veiligheidsbord genoemd)

De veiligheidsborden:
- ofwel zijn ze ondergebracht in uitsluitend voor dit doel bestemde lokalen, met een brandweerstand gedurende een tijd ten minste gelijk aan de tijd van functiebehoud van elke veiligheidsverbruiker die ze voeden;
- ofwel bezitten ze een brandweerstand (met inbegrip van hun toebehoren) gedurende een tijd ten minste gelijk aan de tijd van functiebehoud van elke veiligheidsverbruiker die ze voeden.

De lokalen en de veiligheidsborden zijn alleen toegankelijk voor het gewaarschuwd (BA4) of vakbekwaam (BA5) personeel.

De schikkingen van de twee eerste alinea's zijn niet van toepassing op de bedieningsborden en/of de signalisatieborden die omwille van andere veiligheidsredenen toegankelijk moeten blijven (bijvoorbeeld: bedienings- en signalisatiepaneel voor de branddetectie).

In afwijking van de verplichting van de uitsluitend bestemde lokalen voor de niet-geïntegreerde veiligheidsbron (*onderafdeling 5.6.5.2.* 7de alinea) en voor de veiligheidsborden (*onderafdeling 5.6.6.3.* 1ste alinea), is het toegelaten dat een veiligheidsbron en de veiligheidsborden in hetzelfde lokaal worden geïnstalleerd. Dit lokaal moet een brandweerstand bezitten gedurende een tijd ten minste gelijk aan de tijd van functiebehoud van elke veiligheidsverbruiker die door de veiligheidsbron en de veiligheidsborden wordt gevoed.

Het is toegelaten om andere stroombanen dan veiligheidsstroombanen in de veiligheidsborden te installeren, indien
- het brandwerende veiligheidsborden betreft; en
- de niet-veiligheidsstroombanen van de veiligheidsstroombanen worden afgeschermd door een tussenschot waarvan de brandweerstand gelijk aan deze van het veiligheidsbord is.

Onderafdeling 5.6.6.4. Elektrische leidingen van de veiligheidsstroombanen

a. Algemeenheden

Om het functiebehoud van de veiligheidsverbruikers en de veiligheidsborden te bekomen, zijn de elektrische leidingen van hun veiligheidsstroombanen:
- hetzij niet-redundant en met een brandweerstand (zie *punt b.*);
- hetzij redundant (zie *punt c.*).

Als de elektrische leiding van de veiligheidsverbruiker of het veiligheidsbord een brandweerstand bezit, is het volgend voorschrift van toepassing:
- bij het gebruik van aftakdozen op het traject van de elektrische leiding, moeten deze een brandweerstand hebben gedurende een tijd ten minste gelijk aan de tijd van functiebehoud van de veiligheidsverbruiker of het veiligheidsbord, die/dat door de elektrische leiding gevoed wordt.

In uitsluitend voor de veiligheidsbron en het veiligheidsbord bestemde lokalen met een brandweerstand gedurende een tijd ten minste gelijk aan de tijd van functiebehoud van elke veiligheidsverbruiker die ze voeden, is de brandweerstand van de elektrische leidingen van een veiligheidsstroombaan in deze lokalen niet vereist, op voorwaarde dat de totale lengte van de elektrische leidingen van deze veiligheidsstroombaan in deze lokalen 10 meter niet overschrijdt.

In de compartimenten (uitgezonderd de lokalen bedoeld in de vorige alinea) waarin een veiligheidsverbruiker wordt geïnstalleerd, is de brandweerstand van de elektrische leiding(en) van de eindveiligheidsstroombaan van deze veiligheidsverbruiker in deze compartimenten niet vereist, op voorwaarde dat:
- de totale lengte van de elektrische leiding(en) van deze eindveiligheidsstroombaan in deze compartimenten 10 meter niet overschrijdt; en
- de veiligheidsverbruiker geen brandweerstand bezit.

De brandweerstand van de interne bekabeling van het veiligheidsbord is niet vereist.

b. Niet-redundante elektrische leidingen van de veiligheidsstroombanen met een brandweerstand

Als het veiligheidsbord of de veiligheidsverbruiker door een niet-redundante elektrische leiding gevoed wordt, zijn de geïsoleerde geleiders, de kabels en hun toebehoren:
- ofwel van het type met kenmerk FR2 in overeenstemming met de *tabel 4.8.* van *onderafdeling 4.3.3.4.* of equivalent hiermee, met een gewaarborgd functiebehoud zoals bepaald in *afdeling 5.6.4.;*
- ofwel ondergebracht in aanlegsystemen beantwoordend aan het vereiste brandweerstandsniveau dat een functiebehoud waarborgt zoals bepaald in *afdeling 5.6.4.;*
- ofwel verzonken in vloeren en muren beantwoordend aan het vereiste brandweerstandsniveau dat een functiebehoud waarborgt zoals bepaald in *afdeling 5.6.4.;*
- ofwel ingegraven.

Indien alle samenstellende delen van het geheel (draagstel, geïsoleerde geleider, kabel en bevestiging) de brandweerstand voor het functiebehoud hebben en de samenstellende delen overeenkomstig de voorschriften van de fabrikanten geïnstalleerd zijn, dan wordt het geheel met een kenmerk equivalent aan FR2 beschouwd.

Elke geïsoleerde geleider of kabel die aan het draagstel van een geheel met het kenmerk FR2 of met een kenmerk equivalent aan FR2 wordt toegevoegd, dient het kenmerk FR2 of FR1 te bezitten. De classificatie m.b.t. de brandreactie van *tabel 4.7.* van *onderafdeling 4.3.3.4.* is ook van toepassing.

De plaatsing en de installatie van de elektrische leidingen en hun bevestigingen moeten het functiebehoud van de veiligheidsstroombaan garanderen.

In lange verticale installaties moeten de bevestigingen van de elektrische leidingen garanderen dat de elektrische leidingen bij brand niet vroegtijdig wegzakken.

Er wordt rekening gehouden met de mogelijke negatieve invloed van de plaatsing van andere installaties (elektrisch en niet-elektrisch), die geen veiligheidsinstallaties zijn en die in de nabijheid van de veiligheidsinstallaties worden geplaatst. Voorbeeld van een situatie die moet vermeden worden: een kabelgoot zonder het kenmerk FR2 die boven een kabelgoot met het kenmerk FR2 geplaatst wordt en die op deze laatste kan vallen bij een brand.

Om de doorsnede van de geleiders te berekenen, moeten de verhoging van de weerstand van de geleiders van de elektrische leiding evenals de verzwakking van elk transmissiesignaal in rekening worden gebracht ten gevolge van de temperatuursverhoging bij een brand. Er wordt rekening gehouden met het compartiment waarin zich de grootste spanningsval in de elektrische leiding van de

veiligheidsstroombaan bevindt. Het is toegelaten om rekening te houden met de invloed van de eventuele brandbeschermingsmiddelen geïnstalleerd in het compartiment (bv: sprinkler).
De maximale verhoging van de omgevingstemperatuur bij een brand wordt bepaald door de uitbater volgens de gestandaardiseerde temperatuur-tijd curve die de duur van de brandweerstand van de bouwelementen bepaalt. Deze hangt af van de tijd van functiebehoud bepaald *in afdeling 5.6.4.* De doorsnede van de geleiders van de elektrische leiding kan volgens de regels van goed vakmanschap berekend worden.

c. Redundante elektrische leidingen van de veiligheidsstroombanen

Als het veiligheidsbord of de veiligheidsverbruiker door meerdere elektrische leidingen (aantal te bepalen door de risicoanalyse van de veiligheidsinstallaties) gevoed wordt en als elke elektrische leiding in afzonderlijke compartimenten loopt met een brandweerstand ten minste gelijk aan de tijd van functiebehoud van het/de door de redundante elektrische leidingen gevoede veiligheidsbord of veiligheidsverbruiker, is de brandweerstand van de elektrische leidingen niet vereist in deze compartimenten.

d. Bijzondere gevallen

In geval van de redundante veiligheidsverbruiker (aantal te bepalen door de risicoanalyse van de veiligheidsinstallaties) en als elke elektrische leiding naar een redundante veiligheidsverbruiker loopt door afzonderlijke compartimenten met een brandweerstand ten minste gelijk aan de tijd van functiebehoud van de door de elektrische leiding gevoede veiligheidsverbruiker, is de brandweerstand van elke elektrische leiding niet vereist in deze compartimenten.

Afdeling 5.6.7. Maatregelen te nemen bij een elektrische fout

Onderafdeling 5.6.7.1. Algemeenheden

a. Veiligheidsverbruikers met geïntegreerde veiligheidsbron

De bescherming tegen overbelasting, kortsluiting en onrechtstreekse aanraking van de stroombanen van de veiligheidsverbruikers moet de beschermingsmaatregelen van de *hoofdstukken 4.2.* (bescherming tegen elektrische schokken) en *4.4.* (elektrische bescherming tegen overstroom) respecteren.

De goede werking van een stroombaan met veiligheidsverbruikers mag niet nadelig beïnvloed worden door een elektrische fout in een andere stroombaan. Dat vereist de selectiviteit tussen de beschermingsinrichtingen.

b. Veiligheidsverbruikers met niet-geïntegreerde veiligheidsbron

De *onderafdelingen 5.6.7.2.* tot *5.6.7.5.* zijn van toepassing voor de maatregelen te nemen bij een elektrische fout in een veiligheidsstroombaan.

Onderafdeling 5.6.7.2. Algemene beschermingsmaatregelen van de veiligheidsstroombanen

De goede werking van een veiligheidsstroombaan mag niet nadelig beïnvloed worden door een elektrische fout in een andere stroombaan. Dat vereist de selectiviteit tussen de beschermingsinrichtingen.

Voor voedingsbronnen (normaal/veiligheid) die niet ontworpen zijn om in parallel te werken:
- zijn voorzieningen aangebracht om deze parallelwerking te voorkomen;
- zijn de bescherming tegen onrechtstreekse aanraking en de beveiliging tegen kortsluiting voor iedere voedingsbron gewaarborgd.

Voor voedingsbronnen (normaal/veiligheid) die wel ontworpen zijn om in parallelbedrijf te werken:
- kan het parallelbedrijf specifieke inrichtingen eisen, bijvoorbeeld een bescherming tegen terugvoeding;
- zijn de bescherming tegen onrechtstreekse aanraking en de beveiliging tegen kortsluiting ook bij parallelwerking gewaarborgd;
- zijn voorzieningen getroffen om de vereffeningsstroom in de verbindingen tussen de nulpunten van de voedingsbronnen te beperken.

De veiligheidsverbruikers mogen over een of meerdere veiligheidsborden verdeeld worden.

De hoofdveiligheidsborden waaraan de veiligheidsverbruikers of de secundaire veiligheidsborden aangesloten worden, worden rechtstreeks gekoppeld:
- aan de normale bron via het laagspanningshoofdbord door uitsluitend voor dit gebruik voorbehouden beveiligingstoestellen, en
- aan de veiligheidsbron via een afzonderlijke stroombaan.

Het is toegelaten in afwijking van deze onderafdeling dat de veiligheidsverbruikers rechtstreeks door het laagspanningshoofdbord en/of door de veiligheidsbron gevoed worden, via afzonderlijke stroombanen.

Men verstaat onder laagspanningshoofdbord: het hoofdbord van een gebouw, een zone of een gedeeltelijke installatie (bv.: buiteninstallatie).

De redundante veiligheidsverbruikers en de redundante elektrische leidingen worden beschermd door individuele beschermingsinrichtingen.

Onderafdeling 5.6.7.3. Bescherming tegen overbelasting in de veiligheidsstroombanen

De bescherming tegen overbelasting moet voor alle veiligheidsstroombanen voorzien worden.

In afwijking van de eerste alinea mag de bescherming tegen overbelasting achterwege worden gelaten:
1° als een eindveiligheidsstroombaan een elektrische motor van een veiligheidsinstallatie voedt die noch permanent noch tijdens lange perioden werkt, en, als het noodzakelijk is om veiligheidsredenen, dat deze motor zijn werking onder mechanische storingsomstandigheden kan garanderen, op voorwaarde dat:
   - hetzij het voorkomen van de overbelasting bewaakt wordt;
   - hetzij zijn elektrische leiding en zijn bedienings- en beschermingstoestellen aan de overbelastingsstromen veroorzaakt door deze storingen kunnen weerstaan. Tenzij anders vermeld door de motorfabrikant, mag men beschouwen dat deze laatste voorwaarde voldoet als de toegekende stroom van de bedienings- en beschermingstoestellen en de toelaatbare stroom van de elektrische leiding bepaald worden voor een bedrijfsstroom gelijk aan tweemaal de nominale stroom van de motor. Bijvoorbeeld: de motoren gebruikt voor het RWA-systeem (rook- en warmteafvoer) bij een brand.

2° voor de elektrische machines of toestellen waarvan het onvoorzien afschakelen van hun stroombaan gevaren of zware gevolgen met zich kan meebrengen (*onderafdeling 5.2.4.2.*). Bijvoorbeeld: opwekkingsstroombaan van motoren, geïnduceerde stroombaan van wisselstroommachines, secundaire stroombaan van stroomtransformatoren, …

Onderafdeling 5.6.7.4. Bescherming tegen kortsluiting in de veiligheidsstroombanen

De bescherming tegen kortsluiting moet voor alle veiligheidsstroombanen voorzien worden.

Als een veiligheidsstroombaan meerdere veiligheidsverbruikers voedt, moet een kortsluitisolator op het niveau van elke veiligheidsverbruiker voorzien worden om het uitvallen van de voeding van alle veiligheidsverbruikers gevoed door dezelfde stroombaan te vermijden.

In afwijking van de eerste alinea mag de bescherming tegen kortsluiting achterwege worden gelaten voor de elektrische machines of toestellen waarvan het onvoorzien afschakelen van hun stroombaan gevaren of zware gevolgen met zich kan meebrengen (*onderafdeling 5.2.4.2.*). Bijvoorbeeld: opwekkingsstroombaan van motoren, geïnduceerde stroombaan van wisselstroommachines, secundaire stroombaan van stroomtransformatoren, …

Onderafdeling 5.6.7.5. Bescherming tegen aardfouten in de veiligheidsstroombanen

a. Algemeenheden

De bescherming tegen aardfouten moet voor alle veiligheidsstroombanen voorzien worden.

Onverminderd de beschermingsmaatregelen tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking, mag het functiebehoud van een veiligheidsverbruiker niet door een eerste aardfout in de eindveiligheidsstroombaan beïnvloed worden bij de werking op de veiligheidsbron en de normale bron. De maatregelen van *punt b.* zijn van toepassing.

De overgang van een aardverbindingssysteem naar een ander aardverbindingssysteem kan sommige risico's bevatten waaraan er een bijzondere aandacht dient te worden besteed.

b. Te nemen beschermingsmaatregelen

b.1. Beschermingsmaatregelen zonder automatische onderbreking bij de eerste aardfout

De beschermingsmaatregelen zonder automatische onderbreking bij de eerste aardfout zijn:
1. het gebruik van elektrisch materieel van de klasse II of met een veiligheidsgraad gelijkwaardig met de toestellen van de klasse II (*onderafdeling 4.2.3.3.*);
2. het gebruik van de veiligheidsscheiding van de stroombaan (*onderafdeling 4.2.3.3.*);
3. de bescherming tot het onmogelijk maken van een gelijktijdige aanraking van delen die op potentialen kunnen gebracht worden waaraan het verschil gevaarlijk is (*onderafdeling 4.2.3.3.*);
4. het gebruik van de ZLVS of ZLBS (*onderafdelingen 4.2.3.3.,4.2.7.3., 4.2.7.4.* en *4.2.7.5.*);

5. het gebruik van het IT-net op het geheel of een deel van de veiligheidsinstallatie (te bepalen in het kader van de risicoanalyse van de veiligheidsinstallaties) bewaakt door een toestel voor permanente isolatiecontrole met een visueel of akoestisch signaal bij de eerste fout (*onderafdeling 4.2.3.4.*);
6. voor de veiligheidsverbruikers die alleen in geval van noodsituaties werken (voorbeeld: RWA systeem (rook- en warmteafvoer) bij een brand), een permanente bewaking van de isolatie ten opzichte van de aarde van de eindveiligheidsstroombaan door een toestel voor permanente isolatiecontrole met een optisch of akoestisch signaal van de fout en dit tijdens de perioden van niet functioneren van de veiligheidsverbruiker.

Zodra een toestel voor permanente isolatiecontrole het ontstaan van een rechtstreekse aardfout meldt (*punten 5.* en *6.*), moeten de nodige maatregelen tot opsporing en uitschakeling van deze fout genomen worden.

Voor het gebruik van het IT-net is het belangrijk om ten minste aan de volgende voorwaarden beantwoorden:
- de voorwaarden van de veiligheidsscheiding van de stroombaan (*onderafdeling 4.2.3.3.*) inzake de uitgestrektheid van de stroombaan;
- het is verboden om een driefasige IT-systeem met verdeelde nulgeleider te gebruiken.

b.2. Beschermingsmaatregelen met automatische onderbreking bij de eerste aardfout

Dat vereist het gebruik van de redundante veiligheidsverbruikers (zie *afdeling 5.6.1.*).

Wat betreft de redundante veiligheidsverbruikers gevoed door meerdere aparte stroombanen, mag een fout die zich in een stroombaan voordoet niet nadelig de bescherming tegen elektrische schokken en de goede werking van de andere stroombanen beïnvloeden.

b.3. Andere beschermingsmaatregelen

De maatregelen van de *punten b.1.* en *b.2.* moeten bij voorkeur gekozen worden. In afwijking van de *punten b.1.* en *b.2.*, is het toegelaten:

1. om sommige delen van de veiligheidsstroombanenn niet tegen aardfouten te beschermen, op voorwaarde dat:
   - deze delen geplaatst zijn in een ruimte uitsluitend toegankelijk voor gewaarschuwd (BA4) of vakbekwaam (BA5) personeel, en
   - deze delen voorzien worden van een passende markering die wijst op het risico, bijvoorbeeld: “delen niet beschermd tegen aardfouten”, en
   - deze delen beschermd zijn, alsof het actieve delen zijn door middel van hindernissen, verwijdering of door middel van omhulsels in overeenstemming de *onderafdelingen 4.2.2.1.* **en** *4.2.2.3.*

Maatregelen moeten genomen worden om gevaarlijke potentiaalverschillen buiten deze ruimte te vermijden.

2. De uitbater of zijn afgevaardigde kan op basis van de risicoanalyse van de veiligheidsinstallaties andere technische of organisatorische maatregelen (met of zonder automatische onderbreking bij de eerste aardfout) bepalen, die het functiebehoud van de veiligheidsverbruikers bij de eerste aardfout kunnen garanderen.

Afdeling 5.6.8. Bijzondere voorschriften

a. Markeringen

Markeringen laten toe om de bestemming van veiligheidsinstallaties te herkennen. De volgende onderdelen moeten geïdentificeerd worden:
- de niet-geïntegreerde veiligheidsbronnen;
- de veiligheidsborden;
- de bedienings- en beveiligingstoestellen van de veiligheidsstroombanen;
- de uitsluitend voor de veiligheidsborden of de veiligheidsverbruikers voorbehouden beveiligingstoestellen in het laagspanningshoofdschakel- en verdeelbord;
- de bedienings- en beveiligingstoestellen van de veiligheidsverbruikers met geïntegreerde veiligheidsbron;
- de draagstellen van de elektrische leidingen van de veiligheidsstroombanen;
- de veiligheidsverbruikers.

Worden voorzien van een passende markering die wijst op de risico’s van een buitendienststelling, bijvoorbeeld: «VEILIGHEIDSINSTALLATIE NIET UITSCHAKELEN.»:
- de bedienings- en beveiligingstoestellen van de veiligheidsstroombanen;

- de uitsluitend voor de veiligheidsborden of de veiligheidsverbruikers voorbehouden beveiligingstoestellen in het laagspanningshoofdschakel en -verdeelbord;
- de bedienings- en beveiligingstoestellen van de veiligheidsverbruikers met geïntegreerde veiligheidsbron.

De draagstellen die in combinatie met de elektrische leidingen het kenmerk FR2 of een kenmerk equivalent aan FR2 bezitten, worden voorzien van een passende markering die vermeldt dat er alleen de elektrische leidingen met het kenmerk FR2 of FR1 gebruikt mogen worden en die hun toegelaten gewicht per lopende meter weergeeft.

b. Andere voorschriften

De materialen van de veiligheidsinstallaties moeten zo geïnstalleerd zijn dat een gemakkelijke bediening, toezicht en onderhoud evenals de bereikbaarheid van de verbindingen verzekerd is.

De elektrische leidingen van de veiligheidsstroombanen mogen alleen de geleiders van de veiligheidsstroombanen bevatten.

Hoofdstuk 5.7. Kritische installaties (Bij laagspanning en bij zeer lage spanning)

Afdeling 5.7.1. Algemeenheden

Dit hoofdstuk behandelt de specifieke voorschriften inzake de keuze en het gebruik van de kritische installaties.

De uitbater of zijn afgevaardigde bepaalt de kritische installaties op basis van een risicoanalyse. Hij stelt de lijst met de kritische installaties op. De maatregelen genomen in het kader van de risicoanalyse van de kritische installaties zijn in de lijst met de kritische installaties vermeld. De lijst en de risicoanalyse van de kritische installaties worden ter beschikking gehouden van het erkend organisme en de met het toezicht belaste ambtenaar. Deze worden weergegeven op een of meerdere plannen van de kritische installaties. Deze plannen dienen te worden geparafeerd door de exploitant of zijn afgevaardigde vóór het ontwerp en de uitvoering van de installatie. De vertegenwoordiger van het erkend organisme bedoeld in *hoofdstuk 6.3*. parafeert de plannen voor ontvangst bij de controle. De overeenstemming tussen de plannen en de installatie moet door de vertegenwoordiger van het erkend organisme worden nagekeken.

Kunnen worden beschouwd als kritische installaties: productielijn, serverlokaal, controlezaal, gebouw voor industriële veehouderij, …

Om het functiebehoud van een kritische installatie te garanderen, kan de uitbater of zijn afgevaardigde, op basis van de risicoanalyse van de kritische installaties, andere maatregelen dan deze van dit hoofdstuk nemen en waarvoor hij ze voldoende acht. Bijvoorbeeld: de melding van het eventuele stoppen van de installatie, organisatorische maatregelen, het gebruik van beschermingsinrichtingen met automatische wederinschakeling (*onderafdeling 5.3.3.6.*), …

Er moet vooral rekening gehouden worden met het functiebehoud bij een elektrische fout. De uitbater of zijn afgevaardigde bepaalt, op basis van de risicoanalyse van de kritische installaties, de noodzaak aan maatregelen bij het uitvallen van de normale bron en/of bij een brand.

Het is ook noodzakelijk om rekening te houden met de uitwendige invloeden, die het functiebehoud van de kritische installatie kunnen verstoren. Ze worden door de uitbater of zijn afgevaardigde bepaald bij de keuze en het gebruik van het elektrisch materieel.

Men verstaat in *hoofdstuk 5.7.* onder:
- redundante kritische verbruikers: het gebruik van meerdere kritische verbruikers om dezelfde functie te garanderen en waarbij het uitvallen van een of meerdere van de redundante kritische verbruikers het vooropgestelde doel niet hindert. Het niveau van de redundantie wordt door de risicoanalyse van de kritische installaties bepaald;
- redundante elektrische leidingen: het gebruik van meerdere elektrische leidingen om via een lus van de schakel- en verdeelborden of de verbruikers van een kritische installatie te voeden en waarbij het uitvallen van een of meerdere van de redundante elektrische leidingen de voeding van de schakel- en verdeelborden of de verbruikers niet hindert. Het niveau van de redundantie wordt door de risicoanalyse van de kritische installaties bepaald.

Afdeling 5.7.2. Te nemen beschermingsmaatregelen

Onderafdeling 5.7.2.1. Algemeenheden

De kritische verbruikers mogen over een of meerdere schakel- en verdeelborden verdeeld worden (in dit Boek kritische borden genoemd).

Het is toegelaten om kritische stroombanen in veiligheidsborden te plaatsen, op voorwaarde dat de in *hoofdstuk 5.6.* opgenomen voorschriften van de veiligheidsborden worden gerespecteerd. Het betrokken bord moet als een veiligheidsbord beschouwd worden.

De kritische hoofdborden waaraan de kritische verbruikers of de kritische secundaire borden aangesloten worden, worden rechtstreeks gekoppeld:
- aan de normale bron via het laagspanningshoofdbord door uitsluitend voor dit gebruik voorbehouden beveiligingstoestellen, en
- aan de eventuele niet-geïntegreerde vervangingsbron via een afzonderlijke stroombaan.

Het is toegelaten in afwijking van deze onderafdeling dat de kritische verbruikers rechtstreeks door de niet-geïntegreerde vervangingsbron en/of door het laagspanningshoofdbord gevoed worden, via afzonderlijke stroombanen.

Men verstaat onder laagspanningshoofdbord: het hoofdbord van een gebouw, een zone of een gedeeltelijke installatie (bv.: buiteninstallatie).

Onderafdeling 5.7.2.2. Bij het uitvallen van de normale bron

De uitbater of zijn afgevaardigde bepaalt indien noodzakelijk, op basis van de risicoanalyse van de kritische installaties, de maatregelen bij de keuze en het gebruik van een vervangingsbron om het functiebehoud van de kritische verbruikers te garanderen. Hij houdt eventueel rekening met sommige maatregelen van de veiligheidsinstallaties wat betreft de maatregelen te nemen voor de veiligheidsbronnen (*afdeling 5.6.5.*): type, kenmerken, plaats, toegankelijkheid, inschakeling, vermogen, test …

Indien een niet-geïntegreerde vervangingsbron gebruikt wordt, zijn de volgende voorschriften altijd van toepassing:

1° Voor voedingsbronnen (normaal/vervanging) die niet ontworpen zijn om in parallelbedrijf te werken:
- zijn voorzieningen aangebracht om deze parallelwerking te voorkomen;
- zijn de bescherming tegen onrechtstreekse aanraking en de beveiliging tegen kortsluiting voor iedere voedingsbron gewaarborgd.

2° Voor voedingsbronnen (normaal/vervanging) die wel ontworpen zijn om in parallelbedrijf te werken:
- kan het parallelbedrijf specifieke inrichtingen eisen, bijvoorbeeld een bescherming tegen terugvoeding;
- de bescherming tegen onrechtstreekse aanraking en de beveiliging tegen kortsluiting zijn ook bij parallelwerking gewaarborgd;
- zijn voorzieningen getroffen om de vereffeningsstroom in de verbindingen tussen de nulpunten van de voedingsbronnen te beperken.

De uitbater of zijn afgevaardigde bepaalt de tijd van functiebehoud van elke kritische verbruiker op basis van de risicoanalyse van de kritische installaties. De lijst met de kritische installaties vermeldt de tijd van functiebehoud voor elke kritische verbruiker.

De uitbater moet de correcte werking van de vergangingsbron garanderen door het uitvoeren van onderhoud en toezicht. Dat bevat bijvoorbeeld voor de niet-geïntegreerde vervangingsbron: de beschikbaarheid van de hulpinstallaties van de vervangingsbron, het niveau van de brandstof, het laadniveau van de batterijen, de omschakelingstest onder belasting ten minste een keer per jaar… De uitbater moet regelmatige omschakelingstesten uitvoeren. De uitbater moet in geval van storing zo spoedig mogelijk de noodzakelijke herstellingen uitvoeren om het functiebehoud van de kritische installaties te garanderen. De persoon die dit onderhoud en deze testen uitvoert documenteert de uitgevoerde tussenkomsten.

Onderafdeling 5.7.2.3. Bij een brand

De uitbater of zijn afgevaardigde bepaalt indien noodzakelijk, op basis van de risicoanalyse van de kritische installaties, de maatregelen te nemen bij een brand om het functiebehoud van de kritische verbruikers te garanderen.

Hij houdt eventueel rekening met sommige maatregelen van de veiligheidsinstallaties wat betreft de maatregelen te nemen bij een brand (*afdeling 5.6.6.*): brandweerstand van de bron, de schakel en -verdeelborden, de elektrische leidingen, …

Onderafdeling 5.7.2.4. Bij een elektrische fout

a. Algemeenheden

De goede werking van een kritische stroombaan mag niet nadelig beïnvloed worden door een elektrische fout in een andere stroombaan. Dat vereist de selectiviteit tussen de beschermingsinrichtingen.

De redundante kritische verbruikers en de redundante elektrische leidingen worden door een individuele beschermingsinrichting beschermd.

b. Bescherming tegen overbelasting

De bescherming tegen overbelasting moet voor alle kritische stroombanen voorzien worden.

In afwijking van de eerste alinea mag de bescherming tegen overbelasting achterwege worden gelaten:
1° als een kritische eindstroombaan een elektrische motor van een kritische installatie voedt die noch permanent noch tijdens lange perioden werkt, en, als het noodzakelijk is om veiligheidsredenen, dat deze motor zijn werking onder mechanische storingsomstandigheden kan garanderen, op voorwaarde dat:
   - hetzij het voorkomen van de overbelasting bewaakt wordt;
   - hetzij zijn elektrische leiding en zijn bedienings- en beschermingstoestellen aan de overbelastingsstromen veroorzaakt door deze storingen kunnen weerstaan. Tenzij anders vermeld door de motorfabrikant, mag men beschouwen dat deze laatste voorwaarde voldoet als de toegekende stroom van de bedienings- en beschermingstoestellen en de toelaatbare stroom van de elektrische leiding bepaald worden voor een bedrijfsstroom gelijk aan tweemaal de nominale stroom van de motor. Bijvoorbeeld: de motoren gebruikt voor de ventilatie van een gebouw voor industriële veehouderij.

2° voor de elektrische machines of toestellen waarvan het onvoorzien afschakelen van hun stroombaan gevaren of zware gevolgen met zich kan meebrengen (*onderafdeling 5.2.4.2.*). Bijvoorbeeld: opwekkingsstroombaan van motoren, geïnduceerde stroombaan van wisselstroommachines, secundaire stroombaan van stroomtransformatoren, …

c. Bescherming tegen kortsluiting

De bescherming tegen kortsluiting moet voor alle kritische stroombanen voorzien worden.

In afwijking van de eerste alinea mag de bescherming tegen kortsluiting achterwege worden gelaten voor de machines of de toestellen waarvan het onvoorzien afschakelen van hun stroombaan gevaren of zware gevolgen met zich kan meebrengen (*onderafdeling 5.2.4.2.*). Bij voorbeelden: opwekkingsstroombaan van motoren, geïnduceerde stroombaan van wisselstroommachines, secundaire stroombaan van stroomtransformatoren, …

d. Bescherming tegen aardfouten in de kritische stroombanen

d.1. Algemeenheden

De bescherming tegen aardfouten moet voor alle kritische stroombanen voorzien worden.

Onverminderd de beschermingsmaatregelen tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking, mag het functiebehoud van een kritische verbruiker niet door een eerste aardfout in de kritische eindstroombaan beïnvloed worden bij de werking op de niet-geïntegreerde vervangingsbron (indien van toepassing) en de normale bron. De maatregelen van *punt d.2.* zijn van toepassing.

De overgang van een aardverbindingssysteem naar een ander aardverbindingssysteem kan sommige risico's bevatten waaraan er een bijzondere aandacht dient te worden besteed.

d.2. Te nemen beschermingsmaatregelen

d.2.1. Beschermingsmaatregelen zonder automatische onderbreking bij de eerste aardfout

De beschermingsmaatregelen zonder automatische onderbreking bij de eerste aardfout zijn:
1. het gebruik van elektrisch materieel van de klasse II of met een veiligheidsgraad gelijkwaardig met de toestellen van de klasse II (*onderafdeling 4.2.3.3.*);
2. het gebruik van de veiligheidsscheiding van de stroombaan (*onderafdeling 4.2.3.3.*);
3. de bescherming tot het onmogelijk maken van een gelijktijdige aanraking van delen die op potentialen kunnen gebracht worden waaraan het verschil gevaarlijk is (*onderafdeling 4.2.3.3.*);
4. het gebruik van de ZLVS of ZLBS (*onderafdelingen 4.2.3.3.,4.2.7.3., 4.2.7.4.* en *4.2.7.5.*);

5. het gebruik van het IT-net op het geheel of een deel van de kritische installatie (te bepalen in het kader van de risicoanalyse van de kritische installaties) bewaakt door een toestel voor permanente isolatiecontrole met een visueel of akoestisch signaal bij de eerste fout (*onderafdeling 4.2.3.4.*);
6. voor de kritische verbruikers die noch permanent noch tijdens lange perioden werken, een permanente bewaking van de isolatie ten opzichte van de aarde van de kritische eindstroombaan door een toestel voor permanente isolatiecontrole met een optisch of akoestisch signaal van de fout en dit tijdens de perioden van niet functioneren van de kritische verbruiker.

Zodra een toestel voor permanente isolatiecontrole het ontstaan van een rechtstreekse aardfout meldt (*punten 5.* en *6.*), moeten de nodige maatregelen tot opsporing en uitschakeling van deze fout genomen worden.

Voor het gebruik van het IT-net is het belangrijk om ten minste aan de volgende voorwaarden beantwoorden:
- de voorwaarden van de veiligheidsscheiding van de stroombaan (*onderafdeling 4.2.3.3.*) inzake de uitgestrektheid van de stroombaan;
- het is verboden om een driefasige IT-systeem met verdeelde nulgeleider te gebruiken.

d.2.2. Beschermingsmaatregelen met automatische onderbreking bij de eerste aardfout

Dat vereist het gebruik van de redundante kritische verbruikers (zie *afdeling 5.6.1.*).

Wat betreft de kritische verbruikers gevoed door meerdere aparte stroombanen, mag een fout die zich in een stroombaan voordoet niet nadelig de bescherming tegen elektrische schokken en de goede werking van de andere stroombanen beïnvloeden.

d.2.3. Andere beschermingsmaatregelen

De maatregelen van de *punten d.2.1.* en *d.2.2.* moeten bij voorkeur gekozen worden. In afwijking van de *punten d.2.1.* en *d2.2.*, is het toegelaten:

1. om sommige delen van de kritische stroombanen niet tegen aardfouten te beschermen, op voorwaarde dat:
   - deze delen geplaatst zijn in een ruimte uitsluitend toegankelijk voor gewaarschuwd (BA4) of vakbekwaam (BA5) personeel, en
   - deze delen voorzien worden van een passende markering die wijst op het risico, bijvoorbeeld: “delen niet beschermd tegen aardfouten”, en
   - deze delen beschermd zijn, alsof het actieve delen zijn door middel van hindernissen, verwijdering of door middel van omhulsels in overeenstemming de *onderafdelingen 4.2.2.1.* en *4.2.2.3.*

   Maatregelen moeten genomen worden om gevaarlijke potentiaalverschillen buiten deze ruimte te vermijden.
2. De uitbater of zijn afgevaardigde kan op basis van de risicoanalyse van de kritische installaties andere technische of organisatorische maatregelen (met of zonder automatische onderbreking bij de eerste aardfout) bepalen, die het functiebehoud van de kritische verbruikers bij de eerste aardfout kunnen garanderen.

Onderafdeling 5.7.2.5. Bijzondere voorschriften

a. Markeringen

Markeringen laten toe om de bestemming van kritische installaties te herkennen. De volgende onderdelen moeten geïdentificeerd worden:
- de niet-geïntegreerde vervangingsbronnen;
- de kritische borden;
- de bedienings- en beveiligingstoestellen van de kritische stroombanen;
- de kritische verbruikers.

De draagstellen die in combinatie met de elektrische leidingen het kenmerk FR2 of een kenmerk equivalent aan FR2 bezitten, worden voorzien van een passende markering die vermeldt dat er alleen de elektrische leidingen met het kenmerk FR2 of FR1 gebruikt mogen worden en die hun toegelaten gewicht per lopende meter weergeeft.

Alle bedienings- en beveiligingstoestellen van de kritische stroombanen worden voorzien van een passende markering die wijst op de risico’s van een buitendienststelling, bijvoorbeeld : « KRITISCHE INSTALLATIE NIET UITSCHAKELEN. »

b. Andere voorschriften

De materialen van de kritische stroombanen, met inbegrip van de elektrische leidingen, moeten zo geïnstalleerd zijn dat een gemakkelijke bediening, toezicht en onderhoud evenals de bereikbaarheid van de verbindingen verzekerd is.

De elektrische leidingen van de kritische stroombanen mogen alleen de geleiders van de kritische stroombanen bevatten.

Deel 6. Controles van installaties

HOOFDSTUK 6.1. INLEIDING 181

HOOFDSTUK 6.2. TOEPASSINGSGEBIED 181

HOOFDSTUK 6.3. ERKENDE ORGANISMEN 181
Afdeling 6.3.1. Voorwerp van de erkenning 181
Afdeling 6.3.2. Definities 181
Afdeling 6.3.3. Erkenningsvoorwaarden 181
Onderafdeling 6.3.3.1. Algemene voorwaarden 181
Onderafdeling 6.3.3.2. Bijzonder geval 182
Afdeling 6.3.4. Erkenningsprocedure 182
Afdeling 6.3.5. Hernieuwing van de erkenning 183
Afdeling 6.3.6. Habilitatieverklaring van agenten-bezoekers 183
Afdeling 6.3.7. Werkingscriteria 183
Afdeling 6.3.8. Commissie van Advies en Toezicht 184
Afdeling 6.3.9. Toezicht en sancties 184
Afdeling 6.3.10. Elektrische installaties van overheidsdiensten 185

HOOFDSTUK 6.4. GELIJKVORMIGHEIDSCONTROLE VÓÓR DE INGEBRUIKNAME 185
Afdeling 6.4.1. Algemene regels 185
Onderafdeling 6.4.1.1. Algemeenheden 185
Onderafdeling 6.4.1.2. Bij lage of zeer lage spanning 185
Onderafdeling 6.4.1.3. Bij hoogspanning 185
Afdeling 6.4.2. Administratieve controles 185
Afdeling 6.4.3. Visuele controles 186
Afdeling 6.4.4. Controles door beproeving 186
Afdeling 6.4.5. Controles door meting 186
Onderafdeling 6.4.5.1. Algemeenheden 186
Onderafdeling 6.4.5.2. Isolatiemeting bij laagspanning en bij zeer lage spanning 186
Onderafdeling 6.4.5.3. Controle van de aardingsinstallatie 186
Afdeling 6.4.6. Verslagen 187
Onderafdeling 6.4.6.1. Algemeenheden 187
Onderafdeling 6.4.6.2. Bijzondere voorschriften met betrekking tot installaties op lage of zeer lage spanning 187
Onderafdeling 6.4.6.3. Bijzondere voorschriften met betrekking tot hoogspanningsinstallaties 187
Onderafdeling 6.4.6.4. Bijzondere voorschriften met betrekking tot verslagen van installaties in zones met explosiegevaar 187
Onderafdeling 6.4.6.5. Inhoud van het verslag voor de gelijkvormigheidscontrole 187
Afdeling 6.4.7. Bijzondere gelijkvormigheidscontroles voor de ingebruikname 188
Onderafdeling 6.4.7.1. Elektrische machines en toestellen (Bij lage en zeer lage spanning) 188
Onderafdeling 6.4.7.2. Verplaatsbare, mobiel of tijdelijke installatie (Bij lage en zeer lage spanning) 188
Onderafdeling 6.4.7.3. Wijziging of uitbreiding (Bij lage en zeer lage spanning) 188

HOOFDSTUK 6.5. CONTROLEBEZOEKEN 189
Afdeling 6.5.1. Algemeenheden 189
Afdeling 6.5.2. Periodiciteit van de controlebezoeken 189
Onderafdeling 6.5.2.1. Bij lage of zeer lage spanning 189
Onderafdeling 6.5.2.2. Bij hoogspanning 189
Afdeling 6.5.3. Administratieve controles 189
Afdeling 6.5.4. Visuele controles 189
Afdeling 6.5.5. Controles door beproeving 189

Afdeling 6.5.6. Controles door meting 190
Onderafdeling 6.5.6.1. Algemeenheden 190
Onderafdeling 6.5.6.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning 190
Onderafdeling 6.5.6.3. Controle van de aardingsinstallaties bij hoogspanning 190
Afdeling 6.5.7. Verslagen 190
Onderafdeling 6.5.7.1. Algemeenheden 190
Onderafdeling 6.5.7.2. Bijzondere voorschriften met betrekking tot hoogspanningsinstallaties 191
Onderafdeling 6.5.7.3. Inhoud van het verslag van het controlebezoek 191

Hoofdstuk 6.1. Inleiding

Dit deel betreft de controles volgens de voorschriften van dit Boek, de op te stellen verslagen bij deze controles, evenals de voorwaarden waaraan de erkende organismen moeten voldoen.

Hoofdstuk 6.2. Toepassingsgebied

De controles hebben betrekking op elektrische installaties op lage of zeer lage wissel-of gelijkspanning en hoogspanningsinstallaties voor transmissie en distributie van elektrische energie uitgebaat door de netbeheerder, alsook hun hulpinstallaties.

Voor wat betreft de controles van luchtlijnen zijn bijzondere bepalingen opgenomen in *hoofdstuk 7.1.*

Hoofdstuk 6.3. Erkende organismen

Afdeling 6.3.1. Voorwerp van de erkenning

Organismen worden erkend door de Minister die Energie onder zijn bevoegdheid heeft, voor het uitvoeren:

- van de gelijkvormigheidscontroles vóór de ingebruikname en van de controlebezoeken van de elektrische installaties zoals voorzien in *hoofdstukken 6.4.* en *6.5.*;
- van de controles van de elektrische installaties zoals voorzien in hoofdstuk V van boek III, titel 2 van de Codex over het welzijn op het werk betreffende de elektrische installaties op arbeidsplaatsen,

en dit overeenkomstig de bepalingen van dit hoofdstuk.

Afdeling 6.3.2. Definities

Technisch verantwoordelijke: een binnen het erkend organisme aangeduid persoon die belast is met de technische leiding van het erkend organisme;

Habilitatieverklaring: schriftelijke verklaring van het erkend organisme waarbij het de geschiktheid van een agent-bezoeker erkent om in één of meerdere gespecificeerde activiteitsdomeinen autonoom gelijkvormigheidscontroles vóór de ingebruikname en/of controlebezoeken uit te voeren;

Minister: de Minister die Energie onder zijn bevoegdheid heeft;

Bestuur: de Algemene Directie Energie van de Federale Overheidsdienst Economie, K.M.O., Middenstand en Energie;

Commissie: de Commissie van Advies en Toezicht voorzien in *afdeling 6.3.8.*;

Toezichthoudende overheden: de overheden bedoeld in *punt a.* van *afdeling 6.3.9.*

Afdeling 6.3.3. Erkenningsvoorwaarden

Onderafdeling 6.3.3.1. Algemene voorwaarden

a. Het erkend organisme moet:
   - rechtspersoonlijkheid hebben onder de vorm van een vereniging zonder winstoogmerk of een gelijkwaardige rechtsvorm volgens het recht van de lidstaat van vestiging binnen de Europese Economische ruimte;
   - geaccrediteerd zijn overeenkomstig de criteria van de norm NBN EN ISO/IEC 17020 door het Belgisch accreditatiesysteem bedoeld in het Wetboek van economisch recht, Boek VIII, Titel 2. *Accreditatie van instellingen voor de conformiteitsbeoordeling* of door een equivalent accreditatieorganisme binnen de Europese Economisch Ruimte. Deze accreditatie beoogt de kennis van de Belgische reglementering van toepassing op elektrische installaties vast te stellen;
   - beantwoorden als keuringsinstelling van type A aan de eisen er op van toepassing volgens de norm NBN EN ISO/IEC 17020.

b. De technisch verantwoordelijke:
   - is houder hetzij van een diploma van burgerlijk of industrieel ingenieur hetzij van een diploma van master in de ingenieurswetenschappen of master in de industriële wetenschappen uitgereikt door een Belgische inrichting van hoger onderwijs of houder van een buitenlands diploma dat erkend werd als gelijkwaardig overeenkomstig de ter zake van toepassing zijnde reglementering;
   - beschikt over een aangepaste wetenschappelijke en beroepservaring om het erkend organisme met de nodige deskundigheid te kunnen leiden.

c. De technisch verantwoordelijke en de agenten-bezoekers moeten met het erkend organisme verbonden zijn door middel van een arbeidsovereenkomst van onbepaalde duur.

Onderafdeling 6.3.3.2. Bijzonder geval

a. De controlediensten geïntegreerd in een overheidsdienst of in een rechtspersoon van publiek recht, die niet zijn opgericht onder de vorm van een vereniging zonder winstoogmerk, moeten aan de erkenningsvoorwaarden van *punten a.,* tweede streepje en *b.* tot *c.* van *onderafdeling 6.3.3.1.* voldoen.
b. Voor controlediensten geïntegreerd in een overheidsdienst is de erkenningsvoorwaarde van *punt c.* van *onderafdeling 6.3.3.1.* niet van toepassing.

Afdeling 6.3.4. Erkenningsprocedure

a. De aanvraag tot erkenning wordt gericht aan het Bestuur per aangetekend schrijven. Zij heeft betrekking op één of meer van de hiernavolgende activiteitsdomeinen:
   - huishoudelijke installaties op lage en zeer lage spanning bedoeld in het Boek 1;
   - installaties in zones met ontploffingsgevaar bedoeld in de Boeken 1, 2 en 3;
   - installaties op laagspanning en zeer lage spanning niet omschreven in de voornoemde domeinen bedoeld in de Boeken 1 en 3;
   - hoogspanningsinstallaties (uitgezonderd hoogspanningsluchtlijnen) bedoeld in de Boeken 2 en 3;
   - hoogspanningsluchtlijnen (uitgezonderd de controle door thermografie bedoeld onderafdeling *7.1.7.4.* van het Boek 3*)* bedoeld in het Boek 3;
   - controle door thermografie van hoogspanningsluchtlijnen bedoeld in onderafdeling *7.1.7.4.* van het Boek 3
b. Bij de aanvraag worden de volgende documenten gevoegd:
   1. het afschrift van het diploma van de technisch verantwoordelijke;
   2. het curriculum vitae van de technisch verantwoordelijke;
   3. het afschrift van de statuten van het organisme;
   4. het afschrift van het accreditatiecertificaat en het bijhorende accreditatiedomein;
   5. een verklaring dat de burgerlijke aansprakelijkheid van het organisme zal worden gedekt door een verzekeringscontract. Na het verkrijgen van de erkenning, en vóór aanvang van de controlewerkzaamheden, dient het bewijs van deze dekking aan het bestuur te worden voorgelegd;
   6. de lijst van agenten-bezoekers met aanduiding van hun activiteitsdomeinen vermeld in *punt a.*
c. Om te oordelen of het organisme over de nodige bekwaamheid beschikt voor het uitvoeren van de controles, kan het bestuur audits laten uitvoeren door zijn deskundigen.
d. De erkenningsaanvraag wordt onderzocht door het bestuur dat binnen zestig dagen een advies uitbrengt:
   - in geval van gunstig advies wordt de aanvrager hierover ingelicht en het dossier wordt aan de Commissie overgemaakt;
   - in geval van ongunstig advies wordt de aanvrager hiervan bij gemotiveerd en aangetekend schrijven in kennis gesteld; hij beschikt over een termijn van dertig dagen om bij het bestuur bij aangetekend schrijven een gemotiveerde aanvraag tot heronderzoek in te dienen. Indien binnen deze termijn dit heronderzoek niet werd aangevraagd, wordt het dossier als afgesloten beschouwd. In het tegenovergestelde geval wordt het dossier overgemaakt aan de Commissie.

   De Commissie brengt binnen zestig dagen na ontvangst van het dossier haar advies uit. Indien deze termijn overschreden wordt, wordt de Commissie geacht zich aan te sluiten bij het advies van het Bestuur.
e. In geval van gunstig advies van de Commissie legt het bestuur het voorstel tot erkenning binnen dertig dagen, voor beslissing, voor aan de Minister.
f. In geval van ongunstig advies van de Commissie wordt de aanvrager hiervan binnen de dertig dagen bij gemotiveerd en aangetekend schrijven in kennis gesteld; hij beschikt over een termijn van dertig dagen om bij de Minister bij aangetekend schrijven een vraag tot nieuw onderzoek in te dienen. Het Bestuur brengt zijn advies over dit beroep uit en maakt het dossier binnen zestig dagen voor beslissing over aan de Minister.
g. De erkenningsduur is beperkt tot vijf jaar. De erkenning is hernieuwbaar overeenkomstig afdeling *6.3.5.*

Afdeling 6.3.5. Hernieuwing van de erkenning

De aanvraag tot hernieuwing van de erkenning wordt bij aangetekend schrijven gericht aan het bestuur ten minste zes maanden voor het verstrijken van de geldigheidstermijn van de erkenning. Zij omschrijft het activiteitsdomein en bevat de lijst van de gehabiliteerde agenten-bezoekers.

De procedure van de *punten c., d., e., f.* en *g.* van *afdeling 6.3.4.* is erop van toepassing.

Afdeling 6.3.6. Habilitatieverklaring van agenten-bezoekers

a. Het erkend organisme adresseert aan het bestuur de habiltatieverklaring van elke nieuwe agent-bezoeker evenals bij de uitbreiding van het activiteitsdomein van een in functie zijnde agent-bezoeker.
b. Voor de nieuwe agenten-bezoekers worden bij de verklaring de volgende documenten gevoegd:
   - het afschrift van hun einddiploma;
   - hun curriculum vitae;
   - het afschrift van het aanwervingscontract (behalve voor controlediensten geïntegreerd in een overheidsdienst).
c. Het bestuur kan vragen dat de agent-bezoeker het bewijs levert dat hij over de kennis beschikt van de reglementaire voorschriften in het (de) activiteitsdomein(en) waarvoor een bevoegdheidsverklaring werd neergelegd. Het bestuur houdt zicht het recht voor tot het afnemen van schriftelijke of mondelinge evaluatie bij de agent-bezoeker om te oordelen dat hij over de kennis beschikt van de reglementaire voorschriften in het (de) activiteitsdomein(en) waarvoor een habilitatieverklaring werd neergelegd.
d. In geval van ongunstige beoordeling van de agent-bezoeker bedoeld in het hiervoor vermeld *punt* c., deelt het bestuur het erkend organisme binnen dertig dagen de opschorting van de verklaring mede. Het erkend organisme kan voor deze kandidaat slechts een nieuwe habilitatieverklaring indienen na een termijn van negentig dagen.
e. Indien de met het toezicht belaste ambtenaren en beambten vaststellen dat een agent-bezoeker de controles niet volgens de voorschriften van dit Boek uitvoert, kan het bestuur bij het erkend organisme bemiddelen teneinde de nodige correctieve maatregelen te treffen.

Afdeling 6.3.7. Werkingscriteria

a. De erkende organismen zijn ertoe gehouden aan het bestuur de volgende inlichtingen te verstrekken:
   1. elke wijziging van de statuten (behalve voor controlediensten geïntegreerd in een overheidsdienst);
   2. elke vervanging van de technisch verantwoordelijke met bijvoeging van de documenten beoogd in de *punten b.1.* en *b.2. van afdeling 6.3.4.*;
   3. elke wijziging of intrekking van het accreditatiecertificaat.

   Deze elementen dienen binnen zeven dagen na hun verwezenlijking te worden verstrekt.
b. De erkende organismen zijn ertoe gehouden aan de Commissie jaarlijks, ten laatste op 1 april, de lijst van agenten-bezoekers met aanduiding van hun kwalificatie volgens de activiteitsdomeinen vermeld in *punt a.* van afdeling *6.3.4.* voor te leggen evenals een uitvoerig rapport betreffende:
   - hun controleactiviteiten, inzonderheid het totaal aantal controles uitgevoerd per activiteitsdomein;
   - hun activiteiten inzake vorming en voorlichting;
   - elke wijziging die zou zijn aangebracht zowel aan de innerlijke organisatie van het organisme als aan hun naar buiten gerichte werking;
   - de genoteerde klachten op het technisch vlak;
   - de werking en de samenstelling van de leidinggevende en beheersorganen van de organismen en over de beslissingen tijdens het afgelopen jaar in hun instelling getroffen op het gebied van het Welzijn op het werk, evenals over het gevolg dat gegeven werd aan de adviezen en suggesties die door de Commissie werden uitgebracht in uitvoering van haar opdracht.
c. De erkende organismen zijn ertoe gehouden:
   - vrije toegang te verlenen tot hun lokalen aan de ambtenaren en beambten die belast zijn met het toezicht;
   - alle documenten en gegevens die deze ambtenaren en beambten toelaten de werking van het organisme te beoordelen, ter beschikking te stellen;
   - op aanvraag, deze documenten of een kopie ervan aan deze ambtenaren en beambten toe te vertrouwen;
   - voor de controle van huishoudelijke installaties op laagspanning en op zeer lage spanning die ze controleren en die conform met de voorschriften van dit Boek worden verklaard, een databank

te houden die de volgende elementen bevat:
1. het adres van de installatie die wordt bezocht, alsook het type van de lokalen die door haar worden bediend: wooneenheid (huis, appartement, andere…), huishoudelijke werkeenheid, gemeenschappelijke delen van een residentiële eenheid;
2. naam, voornaam en adres van de eigenaar van de gecontroleerde elektrische installatie;
3. datum en aard van de uitgevoerde controle (gelijkvormigheid, periodiek, verzwaring van de aansluiting, overdracht van eigendom);
4. de EAN-code die toelaat iedere installatie op een eenduidige wijze te identificeren.

Deze gegevens zijn te bewaren gedurende een periode van ten minste 30 jaar.

d. De toezichthoudende overheden mogen de contracten gesloten tussen de organismen en hun cliënten en de eventuele onderaannemers inzien.
e. De erkende organismen zijn ertoe gehouden voor de gelijkvormigheidscontroles vóór de ingebruikname en voor de controlebezoeken de schriftelijke instructies na te leven die worden gegeven door de Federale overheidsdienst die Energie onder zijn bevoegdheid heeft en door de Federale overheidsdienst die het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder zijn bevoegdheid heeft en dit ieder wat hem betreft.

Afdeling 6.3.8. Commissie van Advies en Toezicht

a. Bij de Federale overheidsdienst die Energie onder zijn bevoegdheid heeft, wordt een Commissie van Advies en Toezicht opgericht die als taak heeft:
   - advies uit te brengen overeenkomstig de bepalingen van *punt d.* van *afdeling 6.3.4.* en *punt d.* van *afdeling 6.3.9.*;
   - adviezen en voorstellen over de werking van de erkende organismen uit te brengen;
   - toezicht uit te oefenen op de activiteiten van de erkende organismen in het kader van *dit hoofdstuk*.
b. De Commissie bestaat uit negen leden en evenveel plaatsvervangende leden en is als volgt samengesteld:
   - drie afgevaardigden van de meest representatieve werkgeversorganisaties vertegenwoordigd in de Hoge Raad voor Preventie en Bescherming op het werk;
   - drie afgevaardigden van de meest representatieve werknemersorganisaties vertegenwoordigd in de Hoge Raad voor Preventie en Bescherming op het werk;
   - drie afgevaardigden van de toezichthoudende overheden, waarvan twee van de Federale overheidsdienst die Energie onder zijn bevoegdheid heeft en één van de Federale overheidsdienst die het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder zijn bevoegdheid heeft.
c. De afgevaardigden van de toezichthoudende overheden en hun plaatsvervangers worden door de betrokken Ministers benoemd; die van de organisaties vertegenwoordigd in de Hoge Raad voor Preventie en Bescherming op het werk, door de Minister die het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder zijn bevoegdheid heeft.
d. Het voorzitterschap en het secretariaat van de Commissie worden waargenomen door het bestuur.

Afdeling 6.3.9. Toezicht en sancties

a. Het toezicht op de erkende organismen inzake de naleving van de bepalingen van dit hoofdstuk wordt uitgeoefend door de ambtenaren en beambten van het bestuur.
   De vaststellingen gedaan inzake de naleving van de bepalingen van dit hoofdstuk door de ambtenaren en beambten van de Federale overheidsdienst die het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder zijn bevoegdheid heeft tijdens het toezicht uitgeoefend in het kader van het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk, worden aan het bestuur overgemaakt.
b. Indien het bestuur vaststelt dat het erkend organisme niet meer voldoet aan één van de voorwaarden van *onderafdeling 6.3.3.1.* of zich niet houdt aan één van de verplichtingen van *afdeling 6.3.7.*, of indien bij herhaling wordt vastgesteld dat de agenten-bezoekers de controles niet volgens de voorschriften van dit Boek uitvoeren, stelt het een termijn vast die niet langer dan drie maanden mag zijn binnen dewelke het organisme zich in regel moet stellen. De Commissie wordt hiervan in kennis gesteld.
c. Indien het organisme zich niet in regel heeft gesteld na verloop van de in *punt b.* bedoelde termijn, stelt het bestuur een nieuwe termijn vast die niet langer dan zes maanden mag zijn waarbij de erkenning van het organisme voorlopig wordt geschorst en binnen dewelke het organisme zich nog in regel mag stellen. De Commissie wordt hiervan in kennis gesteld (opschorting en het in orde brengen).
d. Indien het organisme zich niet in regel heeft gesteld na verloop van de in *punt c.* bedoelde termijn,

wordt de Commissie hiervan in kennis gesteld om een advies aan de Minister uit te brengen. De Minister kan op voorstel van de Commissie de erkenning van het organisme intrekken. Kennisgeving ervan wordt aan het erkend organisme na beslissing van de Minister.

e. De erkenning wordt ambtshalve ingetrokken bij stopzetting of overdracht van de activiteiten van het erkend organisme.

Afdeling 6.3.10. Elektrische installaties van overheidsdiensten

a. De federale overheden kunnen de elektrische installaties waarvan ze eigenaar, beheerder of huurder zijn, laten controleren door de controledienst van de Federale Overheidsdienst die de Regie der Gebouwen onder zijn bevoegdheid heeft.
b. De gewestelijke overheden kunnen de elektrische installaties waarvan ze eigenaar, beheerder of huurder zijn, laten controleren door hun eigen controlediensten of door de controledienst van de Federale Overheidsdienst die de Regie der Gebouwen onder zijn bevoegdheid heeft.
c. Het Ministerie van Defensie kan de elektrische installaties waarvan het eigenaar, beheerder of huurder is laten controleren door zijn eigen controledienst.
d. De Belgische Spoorwegen kunnen de elektrische installaties waarvan ze eigenaar of beheerder zijn, laten controleren door hun eigen controledienst.

Hoofdstuk 6.4. Gelijkvormigheidscontrole vóór de ingebruikname

Afdeling 6.4.1. Algemene regels

Onderafdeling 6.4.1.1. Algemeenheden

De gelijkvormigheidscontroles worden ter plaatse uitgevoerd, hetzij door een erkend organisme, hetzij door de overheid die hiervoor bevoegd of ermee belast is volgens de voorschriften van hoofdstuk 6.3.

De gelijkvormigheidscontrole van elektrische installaties moet buiten spanning gebeuren en omvat:
- de administratieve controles;
- de visuele controles;
- de controles door beproeving;
- de controles door meting.

Voor de installaties op lage en zeer lage spanning van de openbare netbeheerders, kunnen de gelijkvormigheidscontroles ter plaatse worden uitgevoerd door een afgevaardigde van de netbeheerder belast met de controle. Bij een gelijkvormigheidscontrole, zijn de opdrachten (controle en verslag) van de afgevaardigde van de netbeheerder identiek aan deze van het erkend organisme of de bevoegde overheid.

Onderafdeling 6.4.1.2. Bij lage of zeer lage spanning

Elke elektrische installatie op lage of zeer lage spanning zoals bepaald in *de delen 1. en 2.* van dit Boek, zelfs gevoed door een privé-installatie zoals de vaste, verplaatsbare of mobiele stroomgeneratoren, behalve echter:
- de door de beheerders van het openbaar net beheerde luchtlijnen en ondergrondse elektrische leidingen voor elektriciteitsdistributie en voor openbare verlichting;
- de installaties op zeer lage gelijkspanning gevoed uitsluitend door batterijen, accumulatoren, accumulatorenbatterijen die niet onder het toepassingsgebied van *hoofdstuk 7.5.* vallen, fotovoltaïsche cellen of andere gelijkaardige bronnen.

moet voor de ingebruikname van deze installatie het voorwerp uitmaken van een gelijkvormigheidscontrole met de voorschriften van dit Boek.

Onderafdeling 6.4.1.3. Bij hoogspanning

Elke hoogspanningsinstallatie, zelfs deze die gevoed wordt door een privé installatie, moet het voorwerp zijn van een gelijkvormigheidscontrole inzake de voorschriften van dit Boek, voor de ingebruikname van deze installatie of bij iedere belangrijke wijziging of belangrijke uitbreiding aan de bestaande elektrische installatie.

Afdeling 6.4.2. Administratieve controles

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder voor wat hem betreft, nadere regels vaststellen met betrekking tot de uitvoering van de administratieve controles.

Afdeling 6.4.3. Visuele controles

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder voor wat hem betreft, nadere regels vaststellen met betrekking tot de uitvoering van de visuele controles.

Afdeling 6.4.4. Controles door beproeving

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder voor wat hem betreft, nadere regels vaststellen met betrekking tot de uitvoering van de controles door beproeving.

Afdeling 6.4.5. Controles door meting

Onderafdeling 6.4.5.1. Algemeenheden

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder voor wat hem betreft, nadere regels vaststellen met betrekking tot de uitvoering van bijkomende controle door meting.

Onderafdeling 6.4.5.2. Isolatiemeting bij laagspanning en bij zeer lage spanning

De waarde van de isolatieweerstand in Ω tussen de actieve delen onderling, evenals tussen de actieve delen en de aarde, gemeten onder de testspanning, aangeduid in *tabel 6.1.*, is voor iedere stroombaan met afgeschakelde gebruikstoestellen minimum gelijk aan 1000 maal de waarde in V van de voormelde testspanning.

De metingen worden uitgevoerd onder gelijkstroom en de daartoe gebruikte meettoestellen moeten de in de hierna vermelde tabel opgegeven testspanning kunnen leveren onder een stroom van 1 mA tot 5 mA.

De metingen worden uitgevoerd door het organisme, erkend volgens *hoofdstuk 6.3.*, en hebben betrekking op de isolatieweerstand tussen elk van de actieve delen en de aarde. Het is toegelaten de metingen niet uit te voeren:

- op meet- en regeltechnische installaties;
- op installaties op zeer lage spanning.

Tabel 6.1. Minimale isolatieweerstanden

Nominale spanning van de stroombaan (V)	Testspanning in gelijkstroom (V)	Isolatieweerstand kΩ
Zeer lage spanning, voor zover de stroombaan gevoed is d.m.v. een veiligheidstransformator	250	250
Spanning ≤ 500 V met uitzondering van de hierboven vermelde gevallen	500	500
500 V < Spanning ≤ 1000 V	1000	1000

Onderafdeling 6.4.5.3. Controle van de aardingsinstallatie

a. Meting van de verspreidingsweerstand van de aardverbindingen bij laagspanning en bij zeer lage spanning

Bij de controle vóór ingebruikname wordt de verspreidingsweerstand van de aardverbindingen van de betrokken elektrische installatie gemeten.

b. Controle van de aardingsinstallatie bij hoogspanning

De controle van de aardingsinstallaties beoogt het nazicht van:
- de integriteit van de lokale aardingsinstallatie;
- de continuïteit van de aardingen.

De controle gebeurt door het meten van één of meerdere van de volgende grootheden:
- de aardingsweerstand R_E;
- de lusimpedantie Z_{EB};
- de aardingsimpedantie Z_E.

Opmerkingen
- De lusimpedantie Z_{EB} van een aardverbinding is een raming van de aardingsweerstand R_E van de aardverbinding in de mate dat de impedantie van het geheel van de andere aardverbindingen van het net, gezien vanaf het meetpunt, een waarde vertoont die veel kleiner is.
- De meting van de lusimpedantie is ook een test van de lokale continuïteit van de verbindingen tussen aardingen.
- De aardingsimpedantie Z_E van de installatie is de hoofdparameter die de actieve bescherming tegen elektrische schokken waarborgt. Ze kan gemeten worden met dezelfde methode als degene die gebruikt werd om de initiële waarde van R_E te meten.
- Al de impedantiewaarden worden uitgedrukt als modulus.

Bij de gelijkvormigheidscontrole wordt de aardingsweerstand R_E gemeten.

Afdeling 6.4.6. Verslagen

Onderafdeling 6.4.6.1. Algemeenheden

Na de gelijkvormigheidscontrole moet een verslag opgesteld worden overeenkomstig *onderafdeling 6.4.6.5.* Dit verslag van de gelijkvormigheidscontrole wordt bewaard in het dossier van de elektrische installatie.

Een kopie van dit verslag wordt gedurende ten minste vijf jaar bewaard hetzij door het erkend organisme, hetzij door de bevoegde overheid die de genoemde gelijkvormigheidscontrole heeft uitgevoerd.

Het verslag van de gelijkvormigheidscontrole van de gelijkvormigheidscontrole moet aan de eigenaar, beheerder of uitbater hetzij schriftelijk hetzij onder elektronische vorm worden overgemaakt.

Het verslag van de gelijkvormigheidscontrole wordt door de eigenaar, beheerder, uitbater of het erkend organisme getoond voorgelegd bij ieder verzoek van de met het toezicht belaste ambtenaar. Op verzoek van de met het toezicht belaste ambtenaar zijn de eigenaar, beheerder, uitbater of het erkend organisme ertoe gehouden om een kopie van dit document aan het bestuur te verstrekken.

Onderafdeling 6.4.6.2. Bijzondere voorschriften met betrekking tot installaties op lage of zeer lage spanning

Vooraleer over te gaan tot het ter beschikking stellen van het vermogen van een nieuwe elektrische installatie op lage of zeer lage wissel- of gelijkspanning verzekert de persoon, die de voeding ter beschikking stelt, zich van de aanwezigheid van het verslag waarin de overeenstemming met de voorschriften van dit Boek wordt bevestigd.

Onderafdeling 6.4.6.3. Bijzondere voorschriften met betrekking tot hoogspanningsinstallaties

Vooraleer over te gaan tot het ter beschikking stellen van het vermogen van een nieuwe elektrische hoogspanningsinstallatie vanaf een elektriciteitsnet op hoogspanning uitgebaat door een netbeheerder, verzekert de netbeheerder of de persoon, die hij hiervoor gemandateerd heeft, zich van de aanwezigheid van het verslag waarin de overeenstemming met de voorschriften van dit Boek wordt bevestigd.

Het erkende organisme of de bevoegde overheid die de controle uitvoert moet haar vaststellingen in een speciaal register schrijven dat hiervoor is bestemd en dat moet worden voorgelegd bij elke opeising door de ambtenaar met het toezicht of de controle belast.

Onderafdeling 6.4.6.4. Bijzondere voorschriften met betrekking tot verslagen van installaties in zones met explosiegevaar

Specifieke voorschriften voor verslagen van installaties in zones met explosiegevaar worden in *hoofdstuk 7.3.* opgelegd.

Onderafdeling 6.4.6.5. Inhoud van het verslag voor de gelijkvormigheidscontrole

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder voor wat hem betreft, nadere regels vaststellen met betrekking tot de vorm en de inhoud van het verslag.

Afdeling 6.4.7. Bijzondere gelijkvormigheidscontroles voor de ingebruikname

Onderafdeling 6.4.7.1. Elektrische machines en toestellen (Bij lage en zeer lage spanning)

De elektrische machines en toestellen worden voor de ingebruikname onderworpen aan een gelijkvormigheidscontrole die enkel betrekking heeft op de correcte keuze, installatie en samenbouw ter plaatse.

Onderafdeling 6.4.7.2. Verplaatsbare, mobiel of tijdelijke installatie (Bij lage en zeer lage spanning)

Er bestaan twee categorieën van verplaatsbare, mobiele of tijdelijke installatie:

1° De verplaatsbare, mobiele of tijdelijke installatie met veranderlijke samenstelling, d.w.z. samengesteld uit individuele elementen (stroomgeneratoren, borden, leidingen, …). Ze moet voor elke ingebruikname het voorwerp uitmaken van een gelijkvormigheidscontrole met de voorschriften van dit Boek. Deze controle omhelst tevens de eventuele aansluitingselementen op het net. Voor de elektrische machines en toestellen (stroomgeneratoren, …) die deel uitmaken van de verplaatsbare, mobiele of tijdelijke installatie beperkt de gelijkvormigheidscontrole voor elke ingebruikname zich tot de correcte keuze, installatie en samenbouw ter plaatse. Om redenen van dwingende bedrijfsvereisten, is het toegelaten dat de gelijkvormigheidscontrole voor de ingebruikname niet wordt uitgevoerd voor zover:
   - de eigenaar, beheerder of uitbater van de elektrische installatie, alle maatregelen heeft getroffen om ieder gevaar voor de personen en goederen te vermijden; en
   - de ingebruikname en het gebruik gebeuren onder de volledige verantwoordelijkheid van de eigenaar, beheerder of uitbater; en
   - de uitbating van de elektrische installatie niet langer dan 48 uur duurt (maximum 2 dagen).

2° De verplaatsbare, mobiele of tijdelijke installatie met een vaste samenstelling, d.w.z. een enkel autonoom geheel (kleine hanteerbare generator met stopcontacten, een vaste generator op een voertuig, werfketen, …) moet voor de ingebruikname bij het eerste gebruik het voorwerp uitmaken van een gelijkvormigheidscontrole met de voorschriften van dit Boek.

Voor de stroomgeneratoren of wanneer het aansluitingspunt op het net van de verplaatsbare, mobiele of tijdelijke installatie niet voorzien is van een aardingsaansluiting, moet de eventueel ter plaatse aan te brengen aardverbinding in het kader van de bescherming tegen elektrische schokken door onrechtstreekse aanraking, het voorwerp uitmaken van een gelijkvormigheidscontrole.

Onderafdeling 6.4.7.3. Wijziging of uitbreiding (Bij lage en zeer lage spanning)

Iedere belangrijke wijziging of belangrijke uitbreiding van een installatie moet voor de ingebruikname van de genoemde wijziging of uitbreiding het voorwerp uitmaken van een gelijkvormigheidscontrole met de voorschriften van dit Boek. Deze gelijkvormigheidscontrole beperkt zich tot het bijgevoegde of gewijzigde gedeelte van de installatie. In het geval van een niet-belangrijke wijziging of niet-belangrijke uitbreiding, waarvoor geen gelijkvormigheidscontrole voor de ingebruikname dient plaats te vinden, vult de installatieverantwoordelijke de schema's zoals bepaald in *afdeling 3.1.2.* aan waardoor het erkend organisme in staat is de gelijkvormigheid ervan na te gaan bij het volgende controlebezoek.

Iedere wijziging of uitbreiding die een impact heeft op het niet-gewijzigde gedeelte moet in het controleverslag worden vermeld. Dit niet-gewijzigde gedeelte moet het voorwerp uitmaken van een gelijkvormigheidscontrole voor wat de gewijzigde kenmerken betreft.

Om redenen van dwingende bedrijfsvereisten, is het toegelaten dat een gelijkvormigheidscontrole na de ingebruikname wordt uitgevoerd voor zover dat de eigenaar, beheerder of uitbater van de elektrische installatie, alle maatregelen heeft getroffen om ieder gevaar voor de personen en goederen te vermijden. Deze ingebruikname gebeurt onder de volledige verantwoordelijkheid van de eigenaar, beheerder of uitbater. Hij dient erover te waken dat de gelijkvormigheidscontrole wordt uitgevoerd binnen de 30 dagen na de ingebruikname van het bijgevoegde of gewijzigde gedeelte.

Hoofdstuk 6.5. Controlebezoeken

Afdeling 6.5.1. Algemeenheden

Elke installatie, zoals bepaald in *hoofdstuk 6.4.* moet ter plaatse aan een controlebezoek onderworpen worden, hetzij door een erkend organisme, hetzij door de overheid hiervoor bevoegd of ermee belast volgens de voorschriften van *hoofdstuk 6.3.*

Het controlebezoek heeft betrekking op het behoud van de overeenstemming met de voorschriften van dit Boek.

Het controlebezoek bevat:
- de administratieve controles;
- de visuele controles;
- de controles door beproeving;
- de controles door meting.

Voor de installaties op lage en zeer lage spanning van de openbare netbeheerders, kunnen de controlebezoeken ter plaatse worden uitgevoerd door een afgevaardigde van de netbeheerder belast met de controle. Bij een controlebezeoek, zijn de opdrachten (controle en verslag) van de afgevaardigde van de netbeheerder identiek aan deze van het erkend organisme of de bevoegde overheid.

Voor de installaties op laag of zeer lage spanning: Met betrekking tot de door de beheerders van het openbaar net beheerde luchtlijnen en ondergrondse elektrische leidingen voor elektriciteitsdistributie en voor openbare verlichting, kan de Minister die Energie onder zijn bevoegdheid heeft nadere regels vaststellen met betrekking tot de uitvoering van een controlebezoek van het geheel of een deel van de genoemde lijnen door een erkend organisme onder de voorwaarden die hij bepaalt na raadpleging van de betrokken beheerders van het openbaar net.

Afdeling 6.5.2. Periodiciteit van de controlebezoeken

Onderafdeling 6.5.2.1. Bij lage of zeer lage spanning

Na de gelijkvormigheidscontrole dient elke elektrische installatie het voorwerp uit te maken van controlebezoeken die ten minste de volgende periodiciteit respecteren:
- jaarlijks voor de verplaatsbare, mobiele of tijdelijke elektrische installatie zoals bepaald in *onderafdeling 2.2.1.1.*;
- jaarlijks voor de elektrische installaties in ontploffingsgevaarlijke zones zoals bepaald in *hoofdstuk 7.3.*;
- om de 5 jaar voor de andere elektrische installaties.

Onderafdeling 6.5.2.2. Bij hoogspanning

Na de gelijkvormigheidscontrole dient elke elektrische installatie, zelfs die gevoed wordt door een privé installatie, het voorwerp uit te maken van jaarlijkse controlebezoeken.

Afdeling 6.5.3. Administratieve controles

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder voor wat hem betreft, nadere regels vaststellen met betrekking tot de uitvoering van de administratieve controles.

Afdeling 6.5.4. Visuele controles

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder voor wat hem betreft, nadere regels vaststellen met betrekking tot de uitvoering van de visuele controles.

Afdeling 6.5.5. Controles door beproeving

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder voor wat hem betreft, nadere regels vaststellen met betrekking tot de uitvoering van de controles door beproeving.

Afdeling 6.5.6. Controles door meting

Onderafdeling 6.5.6.1. Algemeenheden

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder voor wat hem betreft, nadere regels vaststellen met betrekking tot de uitvoering van de controles door meting.

Onderafdeling 6.5.6.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

De controlebezoeken omvatten ten minste de metingen gedefinieerd in *afdeling 6.4.5.* met betrekking tot laagspanning en zeer lage spanning. Voor de installaties in ontploffingsgevaarlijke zones is het toegelaten de meting van de isolatieweerstand om de 5 jaar uit te voeren.

Onderafdeling 6.5.6.3. Controle van de aardingsinstallaties bij hoogspanning

De controle van de aardingsinstallaties beoogt het nazicht van:
- de integriteit van de lokale aardingsinstallatie;
- de continuïteit van de aardingen.

De controle gebeurt door het meten van één of meerdere van de volgende grootheden:
- de aardingsweerstand R_E;
- de lusimpedantie Z_{EB};
- de aardingsimpedantie Z_E.

Opmerkingen
- De lusimpedantie Z_{EB} van een aardverbinding is een raming van de aardingsweerstand R_E van de aardverbinding in de mate dat de impedantie van het geheel van de andere aardverbindingen van het net, gezien vanaf het meetpunt, een waarde vertoont die veel kleiner is.
- De meting van de lusimpedantie is ook een test van de lokale continuïteit van de verbindingen tussen aardingen.
- De aardingsimpedantie Z_E van de installatie is de hoofdparameter die de actieve bescherming tegen elektrische schokken waarborgt. Ze kan gemeten worden met dezelfde methode als degene die gebruikt werd om de initiële waarde van R_E te meten.
- Al de impedantiewaarden worden uitgedrukt als modulus.

Bij het eerste controlebezoek wordt de aardingsimpedantie Z_E gemeten. Het resultaat van de meting voldoet als Z_E lager blijft dan de toegelaten maximale waarde van R_E.

Indien de waarde van Z_E kleiner is dan 1 Ω en voor zover er een verbinding bestaat met andere aardingsinstallaties, dan dient tijdens de volgende controlebezoeken een controlemeting van de lusimpedantie Z_{EB} te gebeuren. Deze meting mag worden uitgevoerd met een al of niet losgekoppelde aardgeleider.

De waarde Z_{EB} moet groter zijn dan Z_E en kleiner dan de grootste van de twee limieten:
- initiële waarde van R_E + 1 Ω; of
- initiële waarde van R_E + 50 %.

In geval van overschrijding dient R_E opnieuw te worden gemeten en de continuïteit van de aardingsinstallatie nagegaan te worden door het meten van Z_{EB}.

Indien de waarde van Z_E groter is dan of gelijk is aan 1 Ω, dan dient R_E gemeten te worden. Tijdens de volgende controlebezoeken wordt de procedure hernomen.

Afdeling 6.5.7. Verslagen

Onderafdeling 6.5.7.1. Algemeenheden

Na het controlebezoek moet een verslag opgesteld worden overeenkomstig *onderafdeling 6.5.7.3.* Dit verslag van het controlebezoek wordt bewaard in het dossier van de elektrische installatie.

Een kopie van dit verslag wordt gedurende ten minste vijf jaar bewaard hetzij door het erkend organisme, hetzij door de bevoegde overheid die het genoemde controlebezoek heeft uitgevoerd.

Het verslag van het controlebezoek moet aan de eigenaar, beheerder of uitbater hetzij schriftelijk hetzij onder elektronische vorm worden overgemaakt.

Het verslag van het controlebezoek wordt door de eigenaar, beheerder, uitbater of het erkend organisme getoond bij ieder verzoek van de met het toezicht belaste ambtenaar. Op verzoek van de met

het toezicht belaste ambtenaar zijn de eigenaar, beheerder, uitbater of het erkend organisme ertoe gehouden om een kopie van dit document aan het bestuur te verstrekken.

Onderafdeling 6.5.7.2. Bijzondere voorschriften met betrekking tot hoogspanningsinstallaties

Het erkende organisme of de bevoegde overheid die de controle uitvoert moet haar vaststellingen in een speciaal register schrijven dat hiervoor is bestemd en dat moet worden voorgelegd bij elke opeising door de ambtenaar met het toezicht of de controle belast.

Onderafdeling 6.5.7.3. Inhoud van het verslag van het controlebezoek

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder voor wat hem betreft, nadere regels vaststellen met betrekking tot de vorm en de inhoud van het verslag.

Deel 7. Bepalingen voor bijzondere installaties en ruimten

HOOFDSTUK 7.1. LUCHTLIJNEN 195
Afdeling 7.1.1. Toepassingsgebied 195
Afdeling 7.1.2. Begrippen en definities 195
Onderafdeling 7.1.2.1. Categorieën van lijnen 195
Onderafdeling 7.1.2.2. Specifieke termen 195
Onderafdeling 7.1.2.3. Classificatie van de geleiders 195
Afdeling 7.1.3. Bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking 195
Onderafdeling 7.1.3.1. Principe 195
Onderafdeling 7.1.3.2. Volledige bescherming door isolatie die geen bijkomende bescherming vereist 196
Onderafdeling 7.1.3.3. Bescherming door isolatie met verwijderingsmaatregelen of bijkomende mechanische beschermingsmaatregelen 196
Onderafdeling 7.1.3.4. Onbereikbaarheid – Beklimming van steunen 196
Onderafdeling 7.1.3.5. Principe van bescherming door verwijdering 197
Onderafdeling 7.1.3.6. Minimumafstanden voor verschillende types van lijnen 197
Afdeling 7.1.4. Bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking 200
Onderafdeling 7.1.4.1. Algemeenheden 200
Onderafdeling 7.1.4.2. Voorschriften met betrekking tot tuikabels en neerkomende kabels 200
Afdeling 7.1.5. Elektrische bescherming tegen overstroom 201
Onderafdeling 7.1.5.1. Distributie- en transmissienetten 201
Onderafdeling 7.1.5.2. Aansluiting van de netgebruikers 201
Afdeling 7.1.6. Keuze en gebruik van het materieel 201
Onderafdeling 7.1.6.1. Samenstellende delen van een lijn 201
Onderafdeling 7.1.6.2. Mechanische weerstand van de geleiders, kabellassen en bevestigingsstukken 201
Onderafdeling 7.1.6.3. Mechanische weerstand van de steunen 202
Onderafdeling 7.1.6.4. Mechanische weerstand en diëlektrische eigenschappen van isolatoren en isolatorkettingen 209
Onderafdeling 7.1.6.5. Nabijheid van andere leidingen 213
Onderafdeling 7.1.6.6. Nabijheid van andere voorwerpen 217
Onderafdeling 7.1.6.7. Nabijheid van telecommunicatielijnen 218
Onderafdeling 7.1.6.8. Nabijheid van wegen of sporen 220
Onderafdeling 7.1.6.9. Muurdoorgangen bij laagspanning 220
Onderafdeling 7.1.6.10. Aardingen bij hoogspanning 220
Afdeling 7.1.7. Controle van de installaties 221
Onderafdeling 7.1.7.1. Algemeenheden 221
Onderafdeling 7.1.7.2. Gelijkvormigheidscontrole vóór de ingebruikname 221
Onderafdeling 7.1.7.3. Controlebezoeken 221
Onderafdeling 7.1.7.4. Controlebezoek van sommige hoogspanningsluchtlijnen via infraroodthermografie 221
Afdeling 7.1.8. Signalisatieborden bij hoogspanning 222
Onderafdeling 7.1.8.1. Verbodsborden 222
Onderafdeling 7.1.8.2. Nummering van de steunen 222
HOOFDSTUK 7.2. WERFINSTALLATIES EN BUITENINSTALLATIES OP LAAGSPANNING EN OP ZEER LAGE SPANNING 223
Afdeling 7.2.1. Toepassingsgebied 223
Afdeling 7.2.2. Bescherming tegen elektrische schokken 223
Onderafdeling 7.2.2.1. Bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking door automatische onderbreking van de voeding 223
Onderafdeling 7.2.2.2. Bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking door zeer lage veiligheidsspanning 223
Afdeling 7.2.3. Keuze en ingebruikname van elektrisch materieel 223

Onderafdeling 7.2.3.1. Voorwaarden van uitwendige invloeden 223
Onderafdeling 7.2.3.2. Elektrische leidingen..... 223
Onderafdeling 7.2.3.3. Elektrisch materieel 223
HOOFDSTUK 7.3. BESCHERMING TEGEN EXPLOSIEGEVAAR IN EXPLOSIEVE ATMOSFEREN 225
HOOFDSTUK 7.4. GELEIDENDE AFGESLOTEN RUIMTEN 226
HOOFDSTUK 7.5. INDUSTRIËLE ACCUMULATORBATTERIJEN 227

Hoofdstuk 7.1. Luchtlijnen

Afdeling 7.1.1. Toepassingsgebied

De algemene voorschriften van de andere delen van dit Boek zijn van toepassing op de bijzondere installaties en ruimten behandeld in dit hoofdstuk *7.1.* De voorschriften van dit hoofdstuk vullen deze algemene eisen aan.

De bijzondere voorschriften van dit hoofdstuk zijn van toepassing op de laag- en hoogspanningsluchtlijnen.

Afdeling 7.1.2. Begrippen en definities

Onderafdeling 7.1.2.1. Categorieën van lijnen

Rekening houdend met de in afdelingen *2.3.2.* en *2.3.3.* bepaalde spanningsgebieden worden vier categorieën van lijnen en leidingen onderscheiden waarvan twee voor de lage en zeer lage spanning en twee voor de hoogspanning, namelijk:

- lijnen op lage en zeer lage spanning, laagspanning van eerste categorie genoemd, waarvan de nominale spanning tussen fasen ten hoogste gelijk is aan 500 V wisselspanning en 750 V gelijkspanning;
- lijnen op laagspanning van tweede categorie, waarvan de nominale spanning tussen de fasen groter is dan 500 V wisselspanning en 750 V gelijkspanning;
- lijnen op hoogspanning van eerste categorie, waarvan de nominale spanning tussen fasen ten hoogste gelijk is aan 50 kV wisselspanning;
- lijnen op hoogspanning van tweede categorie, waarvan de nominale spanning tussen de fasen groter is dan 50 kV wisselspanning.

Onderafdeling 7.1.2.2. Specifieke termen

Isolatorketting: samenvoeging in serie van meerdere isolatoren.

Vonkenbrug: een inrichting, geplaatst aan een uiteinde van de isolatorketting die samengesteld is uit één of verschillende metalen delen, die ervoor zorgen dat een eventuele boog die de ketting omringt, begrensd blijft tussen deze delen; deze delen vermijden dat de vlamboog langs de isolatorketting loopt en beperken aldus beschadiging door de ontwikkelde warmte.

Waakdraad: geleider die de bescherming van de lijn verzekert tegen rechtstreekse blikseminslag en die daarom op het bovenste gedeelte van de steunen geplaatst wordt.

Aardgeleider: beschermingsgeleider die de hoofdaardingsklem verbindt met de aardverbinding. In dit hoofdstuk wordt uitzonderlijk, bij uitbreiding, eveneens als aardgeleider beschouwd de beschermingsgeleider die de verbinding van de verschillende palen verzekert wat hun aarding betreft.

Onderafdeling 7.1.2.3. Classificatie van de geleiders

In dit hoofdstuk worden als «beschermde kabels» aanzien: de geleiders die beschermd zijn tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanrakingen door middel van een isolatie overeenkomstig de voorschriften van de *onderafdelingen 7.1.3.2.* of *7.1.3.3.*

Alle andere geleiders, ook deze bekleed met een isolatie, worden «blanke of daarmee gelijkgestelde geleiders» genoemd.

Afdeling 7.1.3. Bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking

Onderafdeling 7.1.3.1. Principe

De bescherming tegen rechtstreekse aanraking van de elektrische leidingen moet elektrisch en mechanisch verzekerd worden.

De elektrische bescherming tegen rechtstreekse aanraking moet verwezenlijkt worden door volgende maatregelen:

- hetzij door middel van totale bescherming door isolatie;
- hetzij door middel van bescherming door verwijdering, aangevuld in sommige gevallen door het aanduiden van het gevaar met verbodsborden en door de beklimming van de steunen te bemoeilijken.

De mechanische bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking moet verwezenlijkt worden door de aard van de elektrische leiding zelf of door een bijkomende bescherming.

Onderafdeling 7.1.3.2. Volledige bescherming door isolatie die geen bijkomende bescherming vereist

a. Bij laagspanning

Indien de laagspanningslijnen bestaan uit gepantserde kabels voorzien van een geaarde beschermingsstroombaan, is geen enkele bijkomende mechanische bescherming vereist.

b. Bij hoogspanning

Indien de hoogspanningsluchtlijnen samengesteld zijn uit kabels voorzien van een pantsering volgens de regels van goed vakmanschap, is de volledige bescherming tegen rechtstreekse aanraking verzekerd voor zover daarenboven de overeenstemming tussen de beschermingsinrichtingen en de doorsneden van de beschermingsstroombanen derwijze is dat de elektrische leidingen voldoende beschermd zijn tegen beschadigingen veroorzaakt door een aardingsfout of een kortsluiting

Onderafdeling 7.1.3.3. Bescherming door isolatie met verwijderingsmaatregelen of bijkomende mechanische beschermingsmaatregelen

a. Bij laagspanning

De elektrische bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking is verzekerd door de isolatie indien de geleiders van de luchtlijnen ten minste van het type CIFVB, VIFB, BXB of BAXB zijn.

De mechanische bescherming van de geleiders of kabels is verzekerd door een kabelbeschermer in duurzaam en weerstandbiedend materiaal, op alle plaatsen waar zij kunnen beschadigd worden, met name tot op 2,5 m boven het maaiveld.

b. Bij hoogspanning

Indien de hoogspanningsluchtlijnen van 1e categorie samengesteld zijn uit kabels voorzien van een geaarde elektrische beschermingsstroombaan, uitgevoerd volgens de regels van goed vakmanschap, dan is hierdoor een bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking verzekerd voor zover daarenboven de overeenstemming tussen de beschermingstoestellen en de doorsneden van de beschermingsstroombanen derwijze is dat de elektrische leidingen voldoende beschermd zijn tegen de gevolgen van een aardingsfout of een kortsluiting.

Het gebruik van zulke kabels is ondergeschikt aan het aanbrengen van een bescherming tegen rechtstreekse aanraking door verwijdering, waarbij de minimumafstanden deze zijn, vereist voor blanke laagspanningslijnen van 1e categorie, aangegeven in onderafdeling *7.1.3.6*.

Daar waar, om functionele redenen deze bescherming door verwijdering niet kan geëerbiedigd worden, moeten deze kabels tegen mechanische inwerkingen beschermd worden door middel van een kabelbeschermer uit duurzaam en weerstandbiedend materiaal, overal waar zij kunnen beschadigd worden, namelijk tot op 2,5 m boven het maaiveld.

Onderafdeling 7.1.3.4. Onbereikbaarheid – Beklimming van steunen

Al de gemakkelijk te beklimmen steunen voor luchtlijnen op laagspanning van 2e categorie en op hoogspanning, worden op een hoogte van ten minste 3 m van de grond en op een afstand van ten minste 2 m van de geleiders uitgerust met een voorziening die de beklimming zonder speciale hulpmiddelen moeilijk maakt.

Deze klimwering is niet verplicht :
1. voor steunen van lijnen geplaatst in de aanhorigheden en op de binnenplaatsen van industriële bedrijven;
2. voor steunen die voor hun beklimming speciale hulpmiddelen vereisen, dat is het geval voor :
   - betonnen palen die ofwel glad zijn, ofwel gaten hebben met een diameter kleiner dan of gelijk aan 25 mm ofwel uitsparingen (gaten met een diameter groter dan 30 mm) die ten minste 1 m van elkaar liggen op de eerste 3 m vanaf de grond;
   - gladde metalen palen.

In de gevallen waar een antibeklimmingsinrichting vereist is moet deze efficiënt of tenminste ontradend zijn.

Onderafdeling 7.1.3.5. Principe van bescherming door verwijdering

a. Algemeenheden

De geleiders van luchtlijnen moeten zich op een bepaalde afstand bevinden van het grondvlak van openbare wegen, van overspannen binnenplaatsen, tuinen en terreinen en van de gebouwen. Deze afstand wordt «minimumafstand» genoemd.

Deze minimumafstanden worden berekend en gecontroleerd voor ieder van de volgende hypothesen:
- voor metingen in een verticaal vlak: bij windstilte (de geleider wordt dus verondersteld zich in een verticaal vlak te bevinden) en de maximale bedrijfstemperatuur van de geleider van 40 °C;
- voor metingen in een horizontaal vlak; bij een geleidertemperatuur van 15 °C en de onder normale omstandigheden meest ongunstige horizontale normale wind zoals bepaald in *punten d.2.* en *d.3.* van *onderafdeling 7.1.6.3.*

b. Bij hoogspanning

Voor wat betreft de hypothese bedoeld in 1ste streepje van *punt a.* voor metingen in een verticaal vlak, moet men rekening houden met de maximale bedrijfstemperatuur voor hoogspanningslijnen van 2e categorie.

Onderafdeling 7.1.3.6. Minimumafstanden voor verschillende types van lijnen

a. Algemeenheden

De hierna opgesomde afstanden (de zogenaamde «minimum basisafstanden») vormen de basis voor de minimumafstanden die, voor de toepassing op het concrete geval van lijnen van alle typen, naargelang het geval moeten aangepast worden zoals bepaald in *punten b.* en *c.* van deze onderafdeling *7.1.3.6.*:

1.1. boven het wegdek van openbare wegen waarlangs zij lopen: 6 m;

1.2. boven het wegdek van openbare wegen die zij kruisen: 7 m;

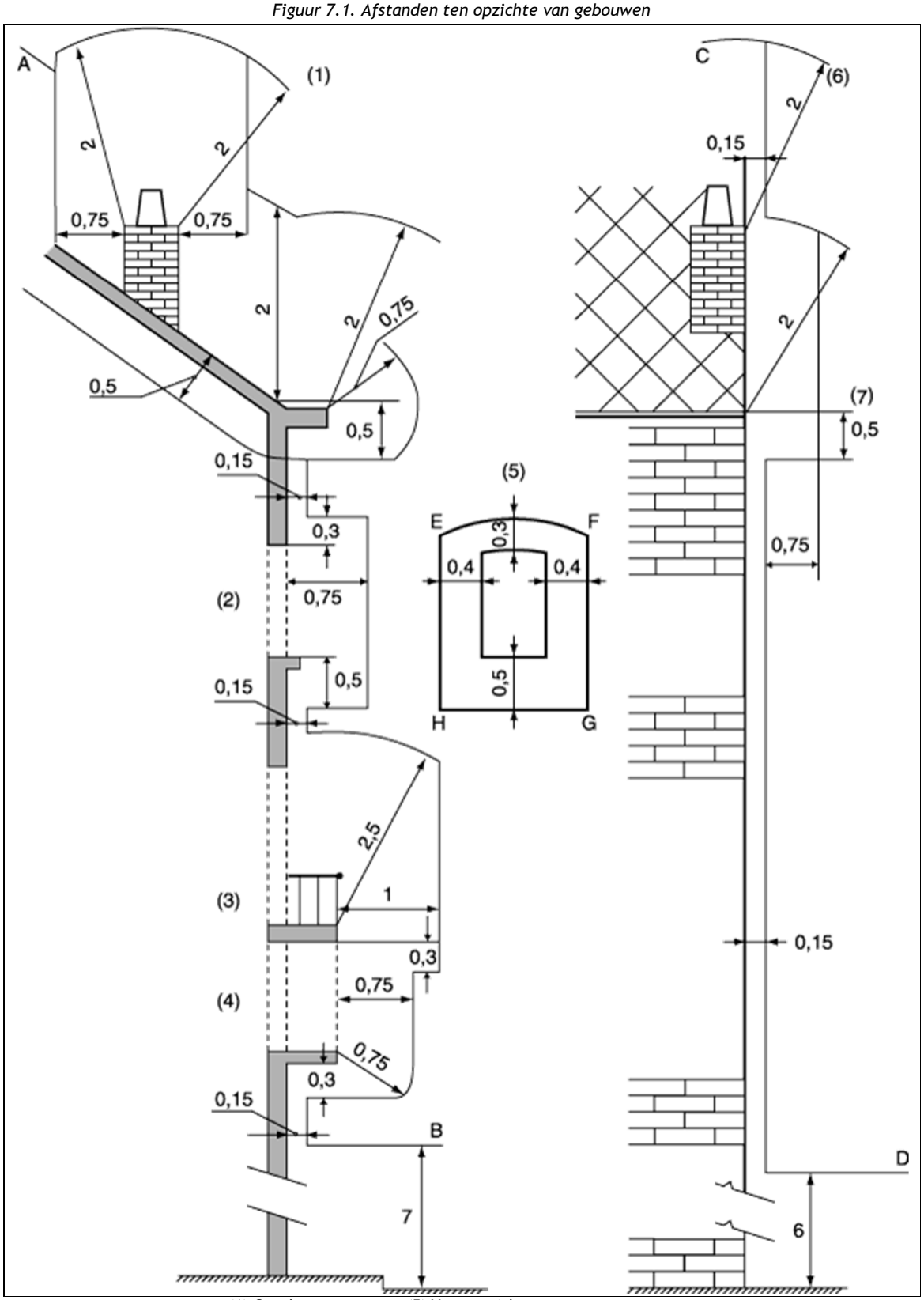
1.3. wanneer lijnen langs openbare wegen lopen met steunen in een talud aangebracht (in uitgraving of in ophoging) gelden volgende afstanden:
6 m boven het niveau van het indringingspunt van de steun in de grond maar steeds 5 m boven de top van het talud voor een weg in ophoging of 3 m boven gelijk welk punt van het talud voor een weg in uitgraving;

2. boven de grond van binnenplaatsen, tuinen of velden waarboven ze lopen: 6 m;

3. in de nabijheid, van gelijk welke constructie: buiten de profielen AB en CD van *figuur 7.1.*, onder meer:
   3.1. als verticale afstand:
   - 2 m boven daken, schoorstenen, kroonlijsten en platformen;
   - 2,5 m boven balkons en terrassen voorzien voor een normale toegang en 2 m voor deze overspannen door lijnen geïnstalleerd voor 1 januari 1983;
   - 1 m boven de nok van dakvensters;
   - 0,50 m onder kroonlijsten;
   - 0,30 m onder balkons en loggia's;

   3.2. als horizontale afstand:
   - 1 m van balkonleuningen;
   - 0,75 m van kroonlijsten, van schoorstenen, van loggia's van het vlak van de muren voor vensters, waarbij dit vlak begrensd wordt door de omtrek EFGH van *figuur 7.1.*;
   - 0,15 m van muurvlakken elders.

Figuur 7.1. Afstanden ten opzichte van gebouwen



(1) Gevel
(2) Venster
(3) Balkon
(4) Loggia
(5) Vooraanzicht
(6) Nok
(7) Kroonlijst

De afstandszones enerzijds 0,15 m en anderzijds 0,75 m van de blanke geleiders ten opzichte van de muur, zijn van elkaar gescheiden door een horizontaal vlak gelegen op 0,50 m onder de bovenkant van de kroonlijst en over de ganse breedte van deze laatste en verlengd door een schuin vlak evenwijdig met het dak en er, loodrecht op gemeten, 0,5 m onder gelegen.

b. Bij laagspanning

b.1. Afstanden voor geïsoleerde laagspanningslijnen van 1e categorie

Voor de lijnen die beantwoorden aan *punt a.* van *onderafdeling 7.1.3.2.* of *punt a.* van *onderafdeling 7.1.3.3.* is de minimum basisafstand vermeld in :
- *punt a.1.1.* (boven het wegdek van openbare wegen waarlangs ze lopen): 5 m;
- *punt a.1.2.* (boven het wegdek van openbare wegen die ze kruisen): 6 m;
- *punt a.2.* (boven de grond van binnenplaatsen, tuinen of velden waarboven ze lopen): 5 m.

Op voorwaarde van de naleving van alle andere voorschriften van het opgelegd profiel (*figuur 7.1.* van *punt a.* hiervoor) mogen deze lijnen zich overigens binnen het profiel van de vrije ruimte onder de kroonlijst bevinden op voorwaarde dat ze zich ter hoogte van de verbindingen op 5 cm van houten kroonlijsten bevinden en op voorwaarde dat ze op ten minste 0,30 m. boven de bovendorpel van deuren, vensters en voor het publiek toegankelijke openingen zijn aangebracht. Deze lijnen mogen eveneens in het profiel van de 0,15 m van de muurvlakken binnendringen.

b.2. Vermeerdering van de afstanden voor lijnen met blanke of daarmee gelijkgestelde geleiders

Onder lijnen met blanke of ermee gelijkgestelde geleiders worden lijnen verstaan die niet beantwoorden aan de voorschriften van *punt a.* van *onderafdeling 7.1.3.2.* of *punt a.* van *onderafdeling 7.1.3.3.*

Voor de laagspanningslijnen van 2e categorie van dit type worden de minimumafstanden bekomen door de minimum basisafstanden te verhogen met 1 m in de volgende gevallen:
- verticale afstand ten opzichte van de grond voor openbare wegen;
- verticale en horizontale afstanden ten opzichte van gebouwen.

b.3. Bijzondere gevallen, waarvoor de normale minimumafstanden niet vereist worden
- Aansluitingen van netgebruikers en voeding van openbare verlichtingstoestellen
  De voorwaarden van ongenaakbaarheid, hiervoor vermeld onder de *punten a.* en *b.2.*, zijn van toepassing op de aansluitingen van netgebruikers en op de stroomtoevoergeleiders voor openbare verlichtingstoestellen op laagspanning:
  - op laagspanning van 1e categorie: de geleiders zijn geacht ongenaakbaar te zijn wanneer ze zich bevinden op 4 m boven voetpaden en buiten het profiel van de rijweg, alsmede boven niet voor voertuigen en landbouwwerktuigen toegankelijke plaatsen, binnenplaatsen en tuinen voor gebouwen gelegen;
  - op laagspanning van 2e categorie: de afstanden aangegeven hiervoor voor laagspanning van de 1e categorie moeten vermeerderd worden met 1 m;
  - voor geleiders op laagspanning van de 1e categorie die beantwoorden aan de voorschriften van *punt a.* van onderafdeling *7.1.3.2.* of *punt a.* van onderafdeling *7.1.3.3.* bedraagt de minimale afstand boven voetpaden en buiten het profiel van de rijweg, alsmede boven niet voor voertuigen en landbouwwerktuigen toegankelijke plaatsen, binnenplaatsen en tuinen voor gebouwen gelegen, 3 m.
- Energievoorziening via laagspanningslijnen van 2e categorie van industriële installaties alsook hun aanhorigheden en binnenplaatsen.
  De vermeerdering met 1 m van de verticale afstand is niet van toepassing op industriële installaties, hun aanhorigheden en binnenplaatsen.

c. Bij hoogspanning

c.1. Vermeerdering van de afstanden voor lijnen met blanke of daarmee gelijkgestelde geleiders

Onder lijnen met blanke of ermee gelijkgestelde geleiders worden lijnen verstaan die niet beantwoorden aan de voorschriften van *punt a.* van *onderafdeling 7.1.3.2.* en *punt a.* van *onderafdeling 7.1.3.3.*

Voor deze lijnen worden de minimumafstanden, daar waar ze opgelegd zijn, bekomen door de minimum basisafstand te vermeerderen met de afstanden in m uit *tabel 7.1.,* waarbij U_N de nominale spanning in kV is tussen de geleiders.

Tabel 7.1. Vermeerdering (in m) van de afstand bij hoogspanningsluchtlijnen

		1e categorie	2e categorie
Verticale afstand ten opzichte van de grond voor	openbare wegen	1	$1 + 0{,}01 \cdot (U_N - 50)$
	binnenplaatsen, tuinen en terreinen	0	$0{,}01 \cdot (U_N - 50)$
Verticale en horizontale afstanden ten opzichte van gebouwen		1	$1 + 0{,}01 \cdot U_N$

Voor de hoogspanningslijnen van 2e categorie mogen de minimumafstanden (minimum basisafstand + vermeerdering) ten opzichte van gebouwen in geen enkel geval kleiner zijn dan 3 m. Deze onderste grenswaarde wordt verhoogd tot 4 m bij overspanning van een terras voorzien voor normale toegang.

c.2. Bijzondere gevallen, waarvoor de normale minimumafstanden niet vereist worden

– Aansluitingen van netgebruikers en voeding van openbare verlichtingstoestellen
  De voeding van openbare verlichtingstoestellen door een hoogspanningslijn van 2e categorie is verboden.
  De voorwaarden van ongenaakbaarheid, hiervoor vermeld onder de *punten a.* en *c.1.*, zijn van toepassing op de aansluitingen van netgebruikers en op de stroomtoevoergeleiders voor openbare verlichtingstoestellen op hoogspanning van 1e categorie.
  Bij hoogspanning van de 1e categorie zijn de geleiders geacht ongenaakbaar te zijn wanneer ze zich bevinden op 5 m boven voetpaden en buiten het profiel van de rijweg, alsmede boven niet voor voertuigen en landbouwwerktuigen toegankelijke plaatsen, binnenplaatsen en tuinen voor gebouwen gelegen
– Breuk van een geleider in een naburige spanwijdte van een hoogspanningslijn
  Wanneer een lijn een openbare weg of bouwwerk overspant en uitgerust is met isolatorkettingen van het opgehangen type, hetzij met dubbele ketting van het half verankerde type, hetzij met enkele ketting, moeten de hiernavolgende minimumhoogten in acht genomen worden, waarbij rekening wordt gehouden met de uitwijking van de kettingen te wijten aan de geleiderbreuk in een naburige spanwijdte:
  - boven openbare wegen:
    $4 + (U_N - 50) \cdot 0{,}01$ (m) met een minimum van 5 m;
  - boven gebouwen:
    $2 + U_N \cdot 0{,}0075$ (m) met een minimum van 3 m.

  waarin U_N de nominale spanning tussen geleiders in kV.
  Deze onderste grenswaarde moet op 4 m gebracht worden boven een terras voorzien voor normale toegang.
  Bij gebruik van één van de veiligheidsinrichtingen beschreven in *onderafdeling 7.1.6.4.* en voor zover deze inrichtingen voorzien zijn van vonkenbruggen wordt echter de breukhypothese van een geleider in een naburige spanwijdte niet in aanmerking genomen:
  - voor een nominale spanning tussen geleiders kleiner dan of gelijk aan 100 kV bij geleiders in aluminium, als ze een doorsnede hebben gelijk aan of groter dan 90 mm² en bij geleiders in koper, aluminiumlegeringen met of zonder stalen kern of in aluminium met stalen kern als ze een doorsnede hebben gelijk aan of groter dan 70 mm²;
  - voor een nominale spanning tussen geleiders groter dan 100 kV bij geleiders in aluminium, als ze een doorsnede hebben gelijk aan of groter dan 150 mm² en bij geleiders in koper, aluminiumlegeringen met of zonder stalen kern of in aluminium met stalen kern als ze een doorsnede hebben gelijk aan of groter dan 100 mm².

Afdeling 7.1.4. Bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking

Onderafdeling 7.1.4.1. Algemeenheden

Bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking voor luchtlijnen wordt verwezenlijkt volgens *onderafdeling 4.2.4.1.* en *afdelingen 4.2.5.* en *4.2.6.*

Lijnen toebehorende aan voortbrengers en verdelers van elektrische energie worden echter beschouwd als beschermd tegen onrechtstreekse aanraking, als ze uitgevoerd zijn volgens de regels van goed vakmanschap van toepassing op het ogenblik van hun uitvoering.

Onderafdeling 7.1.4.2. Voorschriften met betrekking tot tuikabels en neerkomende kabels

De gedeelten van tuikabels en neerkomende kabels van een luchtlijn, gelegen op een afstand kleiner dan de waarde «a», bepaald in *tabel 7.2.*, moeten geïsoleerd worden.

Tabel 7.2. Afstand «a» (m)

Laagspanning	Hoogspanning
2	2,5 + U_N·0,01

Daarin is U_N de nominale spanning in kV tussen de geleiders van de hoogspanningslijn.

Afdeling 7.1.5. Elektrische bescherming tegen overstroom

Onderafdeling 7.1.5.1. Distributie- en transmissienetten

De bescherming tegen overstroom moet verwezenlijkt worden volgens *hoofdstuk 4.4.* en *onderafdeling 5.2.4.2*.

In de netten van elektriciteitsvoortbrengers en -verdelers wordt nochtans de waarde van de toelaatbare stroomsterkte I_Z bepaald volgens de regels van goed vakmanschap en hangt ze af van de uitbatingsvoorwaarden, zoals bij voorbeeld de cyclische belasting:

- inzake bescherming tegen overbelasting en impedante kortsluitstromen:
  - voor lijnen met blanke geleiders wordt geen enkele bescherming opgelegd;
  - voor lijnen met beschermde kabels kunnen beschouwingen van uitbating er toe leiden de levensduur van de kabelisolatie te verminderen voor zover toelaatbaar volgens de regels van goed vakmanschap;
- bij kortsluitstromen moet de bescherming werken in de kortst mogelijke tijd verenigbaar met de selectiviteit van de bescherming van het gehele net.

Onderafdeling 7.1.5.2. Aansluiting van de netgebruikers

Aansluitingen moeten uitgevoerd worden volgens de regels van goed vakmanschap.

Afdeling 7.1.6. Keuze en gebruik van het materieel

Onderafdeling 7.1.6.1. Samenstellende delen van een lijn

Een luchtlijn is samengesteld uit steunen waaraan geleiders, eventueel door middel van isolatoren of isolatorkettingen, bevestigd worden.

In bepaalde gevallen kan de stabiliteit van de steunen verhoogd worden door middel van tuikabels.

De isolatoren mogen vervangen worden door systemen bestaande uit meerdere isolatorkettingen al dan niet van vonkenbruggen voorzien.

De geleider kan in zijn ophangpunt voorzien worden van verstevigingselementen of van trillingsdempende toestellen.

Tegen de geleider kan een ontdubbelingsgeleider geplaatst worden, «bretel» genaamd, die aan de geleider vastgemaakt wordt aan weerszijde van het bevestigingspunt van deze geleider.

Onderafdeling 7.1.6.2. Mechanische weerstand van de geleiders, kabellassen en bevestigingsstukken

a. Aard van de actieve geleiders, de waakdraden en de aardgeleiders

a.1. Algemeenheden

De aard van de geleiders moet aangepast zijn aan de schadelijke invloeden van de omgeving.

a.2. Bij hoogspanning

De geleiders van hoogspanningslijnen moeten samengesteld zijn uit een geheel van ten minste zeven ineengedraaide draden.

b. Trekweerstand van de actieve, de waakdraden en de aardgeleiders

Indien als gevolg van de wijze van plaatsing, de actieve geleiders, de **waakdraden** of de aardgeleiders onderworpen zijn aan een verwaarloosbare trekkracht, moet geen enkele controle op hun weerstand uitgevoerd worden. In de andere gevallen (in normale omstandigheden, met uitsluiting van uitzonderlijke belastinggevallen) moet de maximum toegelaten belasting berekend worden met een veiligheidscoëfficiënt van ten minste 3 ten opzichte van de breukbelasting bij trek die niet kleiner mag zijn dan de waarden, vermeld in *tabel 7.3*.

Tabel 7.3. Minimale waarden van de breukbelasting bij trek, in newton (N)

Laagspanning		*Hoogspanning*	
1e categorie	*2e categorie*	*1e categorie*	*2e categorie*
2800	5000	5000	12 000

Bij een voorgebundelde leiding die een draagelement bezit, moet echter alleen de trekweerstand van dat element in aanmerking genomen worden met een veiligheidscoëfficiënt van 2,5.

Indien de **waakdraden** of de aardgeleiders in staal uitgevoerd zijn is hun minimumdoorsnede 35 mm².

c. Treksterkte en elektrische weerstand van kabellassen

De las tussen de geleiders bezit te allen tijde een voldoende trekweerstand om de in *punt b.* hiervoor genoemde veiligheidscoëfficiënten te waarborgen.

De elektrische weerstand per lengte-eenheid van het gedeelte van een geleider dat een las bevat is gelijk aan of kleiner dan deze van de geleider zelf.

d. Bevestigingsstukken

d.1. Algemeenheden

Bij de beveiligingsinrichting, beschreven in *punt b.* van onderafdeling *7.1.6.4.* moeten de bevestigingsstukken van de geleiders aan de isolatoren het verschuiven verhinderen zonder de mechanische weerstand van de geleiders te schaden.

d.2. Bij hoogspanning

Voor hoogspanningslijnen van 2e categorie die per fase parallelle geleiders bevatten of waarvan de steunen meer dan twee driestellen dragen, mogen klemmen met gecontroleerde doorschuiving (bv. elastische klemmen) gebruikt worden bij opgehangen isolatorkettingen maar niet bij isolatorkettingen in verankering, wanneer deze ophangingsklemmen een doorschuiving zonder breuk van de geleiders toelaten, teneinde de differentiële mechanische belasting, die toevallig kan voorkomen tussen twee opeenvolgende spanwijdten, op de steun, te begrenzen. De aanwending van klemmen met doorschuiving als bevestigingsstuk van de geleiders brengt het verplicht gebruik met zich mede van schutringen, en van een verstevigingsinrichting (armor rod) aangebracht op de geleider op de plaats van de vasthechting. De waarde van de differentiële trekkracht bij verschuiven, in functie van de doorsnede van de geleiders en met een tolerantie van 15 %, is vastgesteld in *tabel 7.4.* De bevestigingsstukken van de bretellen aan de geleiders verhinderen elke verschuiving, zolang de trekkracht in de geleider de maximumtrekkracht in normale omstandigheden met niet meer dan 50 % overschrijdt.

Tabel 7.4. Waarde van de differentiële trekkracht bij verschuiven

Kracht bij verschuiven	*Doorsnede van de geleider*
12.000 Newton	≤ 380 mm²
14.000 Newton	> 380 mm² en ≤ 580 mm²
15.000 Newton	> 580 mm² en ≤ 825 mm²
18.000 Newton	> 825 mm²

Onderafdeling 7.1.6.3. Mechanische weerstand van de steunen

a. Aard van de steunen

a.1. Algemeenheden

Alle steunen hebben een aangepaste mechanische weerstand.

De steunen moeten beschermd zijn tegen de vernielende werking van de weersomstandigheden, de grondvochtigheid, de fauna en de flora. Het behoud van de mechanische weerstand van de steunen moet verzekerd zijn.

a.2. Bij hoogspanning

Voor hoogspanningslijnen van 2e categorie zijn hout of gelijkaardige materialen slechts toegestaan ten tijdelijken titel.

b. Funderingen

b.1. Bij laagspanning

Steunen van laagspanningsluchtlijnen mogen zonder meer in de grond geplaatst worden.

Behalve op plaatsen zoals centrales voor elektriciteitsproductie, transformatieposten en de eindpunten van luchtlijnen, is het verboden op de gebouwen steunen te bevestigen voor geleiders op laagspanning van 2e categorie.

b.2. Bij hoogspanning

Steunen van hoogspanningsluchtlijnen moeten geplaatst worden in funderingen.

Behalve op plaatsen zoals centrales voor elektriciteitsproductie, transformatieposten en de eindpunten van luchtlijnen, is het verboden op de gebouwen steunen te bevestigen voor geleiders op hoogspanning.

c. Tuikabels

c.1. Algemeenheden
Worden niet aanzien als tuikabels, de mechanische spankabels die in de samenstelling van de steunen voorkomen.
De tuikabels moeten geaard zijn, uitgezonderd wanneer er een isolator op onbereikbare hoogte tussengeschakeld wordt.

c.2. Bij laagspanning
Het tuien (opspannen) van steunen voor laagspanningslijnen is toegestaan.

c.3. Bij hoogspanning
Het tuien van steunen voor hoogspanningslijnen is toegestaan in de volgende gevallen:
- bij gebruik voor elektrische leidingen van «beschermde kabels» in de zin van *onderafdeling 7.1.2.3.* die een geaarde beschermingsstroombaan bezitten;
- ten tijdelijken titel tijdens opbouw, herstellings- of voorlopige verstevigingswerken.

d. Mechanische stabiliteit

d.1. Principe

Alle samenstellende elementen van de luchtlijn, zoals steunen, verankeringen, draagijzers en eventuele funderingen, moeten berekend worden rekening houdend met de belastingen voortvloeiend uit:
- de trekkracht van de actieve geleiders, de **waakdraden** en de aardgeleiders;
- het eigen gewicht van de actieve geleiders, de **waakdraden** en de aardgeleiders alsook van de isolatoren, de draagijzers en de steun;
- de meest ongunstige combinatie van de uiterste belastingen die door de twee volgende omstandigheden van wind en temperatuur worden veroorzaakt.

De wind waait uit de meest ongunstige horizontale richting in de volgende voorwaarden:
- bij een temperatuur van + 15 °C, met zijn normale of uitzonderlijke maximumkracht;
- bij een temperatuur van – 15 °C met beperkte kracht.

d.2. Windbelasting bij hoogspanning

De windbelasting F, uitgedrukt in N, op de samenstellende elementen van de lijn moet worden berekend:
- voor zijn normale maximumkracht en zijn herleide kracht in de elektrische hoogspanningsinstallaties van 1e categorie;
- voor zijn normale maximumkracht, zijn herleide kracht en zijn uitzonderlijke maximumkracht in de elektrische hoogspanningsinstallaties van 2e categorie.

Zij wordt gegeven door volgende formule:

$$F = c \cdot q \cdot A$$

daarin is:
- c: de aerodynamische coëfficiënt van het geheel in de windrichting, waarvan de waarde afhankelijk is van de vorm en soms van de afmetingen van het door de wind getroffen voorwerp;
- A: de oppervlakte in m² van de volle vlakken van het loodrecht door de wind getroffen onderdeel;
- q: de dynamische druk in pascal, die evenredig is met de dynamische basisdruk q_b.

Tabel 7.5. geeft, in functie van de hoogte waarop het constructie-element zich bevindt, de basiswaarden van de dynamische druk q_b die overeenstemt met de normale maximum horizontale

windsnelheid v, gemeten met anemometers en die in aanmerking te nemen is voor het ontwerp van een bouwonderdeel waarvan de grootste afmeting niet groter is dan 1 m.

Tabel 7.5. Dynamische druk q_b in functie van de hoogte

Hoogte boven de grond in m	*Windsnelheid (v) in m/s*	*Dynamische basisdruk (q_b) in pascal*
tot 25	35	750
van 25 tot 50	36,16	800
van 50 tot 75	37,27	850
van 75 tot 100	38,36	900
van 100 tot 125	39,41	950
van 125 tot 150	40,43	1000
van 150 tot 175	41,43	1050
van 175 tot 200	42,21	1100

De te beschouwen hoogte voor de actieve geleiders, de **waakdraden** en de aardgeleiders is de hoogte van het bevestigingspunt aan de isolatoren of steunen.

d.3. Normale of uitzonderlijke horizontale maximum windbelasting

Voor de berekening van de windbelasting op steunen, armen, isolatoren moet de dynamische druk *q* gelijk genomen worden aan:
- 0,8 q_b voor normale horizontale maximumwind;
- 1,6 q_b voor uitzonderlijke horizontale maximumwind.

Voor de berekening van de windbelasting op de actieve geleiders, de **waakdraden** en de aardgeleiders wordt de dynamische druk q gelijk aan:
- voor spanwijdten kleiner of gelijk aan 100 m:
  - 0,7 q_b voor normale horizontale wind;
  - 1,4 q_b voor uitzonderlijke horizontale wind;
- voor spanwijdten groter dan 100 m:
  - 0,5 q_b voor normale horizontale wind;
  - q_b voor uitzonderlijke horizontale wind.

d.4. Beperkte horizontale windbelasting

Voor de berekening van de samenstellende delen van de lijn moet de in aanmerking te nemen effectieve dynamische druk gelijk genomen worden aan 0,25 q_b.

d.5. Aerodynamische coëfficiënt

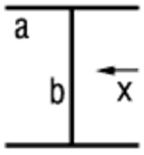
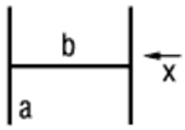
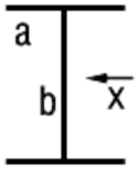
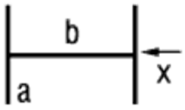
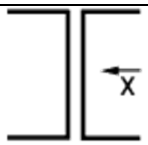
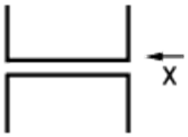
Waarden van de aerodynamische coëfficiënt c bij:
- *actieve geleiders, **waakdraden** en aardgeleiders:*
  de waarde van de aerodynamische coëfficiënt bedraagt 1,45 voor de actieve geleiders, **waakdraden** en aardgeleiders.
- Z-vormige gesloten kabels:
  Men verstaat onder Z-vormige gesloten kabels: geleiders waarvan ten minste de laatste laag draden is samengesteld uit in Z-vorm geprofileerde draden die dakpansgewijs op elkaar liggen. Hierdoor hebben ze een buitenoppervlakte die quasi cilindervormig is met spiraalvormige groeven welke een kenmerkende diepte vertonen. De Z-vormige draden zijn uit aluminium of uit een legering die hoofdzakelijk bestaat uit aluminium. De Z-vormige gesloten kabels worden in functie van hun diameter gekenmerkt door een specifieke diepte van hun spiraalvormige groeven. Deze kenmerken, alsook de aard van het metaal waaruit de kabel is samengesteld, zijn vermeld in *tabel 7.6.*, aangeduid de waarden van de aërodynamische coëfficient in functie van de kabeldiameter en van de diepte van de groeven, voor de windsnelheden die overeenstemmen met de maximale normale dynamische druk $q_{max.n}$ en de maximale uitzonderlijke dynamische druk $q_{max\ .exc.}$.

Tabel 7.6. Waarden van de aërodynamische coëfficient voor de Z-vormige gesloten kabels

Kabel diameter in mm (d)	d < 16	16 ≤ d < 22	22 ≤ d < 28	28 ≤ d < 31	31 ≤ d < 32	32 ≤ d < 36	36 ≤ d
Diepte groeven in mm	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5
Aerodynamische coëfficient voor dynamische druk qmax. n	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45
Aerodynamische coëfficient voor dynamische druk qmax. uitz.	1,45	1,2	1,2	0,9	0,85	0,8	0,7

- *De Minister die de Energie onder zijn bevoegdheid heeft kan bij besluit andere waarden vastleggen die moeten worden gehanteerd voor geleiders met een bijzondere structuur.*
- *voor palen samengesteld uit één of twee profielijzers:*

Tabel 7.7. Aerodynamische coëfficiënt c in functie van het profieltype

Profieltype	*Schema*	*Aerodynamische coëfficiënt (c)*	*Schema*	*Aerodynamische coëfficiënt (c)*
Grey profiel (a = b)		1,57		1,87
Normaal profiel (a < b)		2,00		1,68
Samengestelde normale profielen		1,25		1,51

x geeft de windrichting aan.

- *voor masten in metalen vakwerk, samengesteld uit normale profielijzers, met vierkante of rechthoekige basis met identieke overstaande zijden:*
  de waarde van c voor de gehele mast, in de veronderstelling dat de wind loodrecht op een zijde van de mast blaast, wordt gegeven door de formule:

$$c = 3{,}2 - 2{,}8\frac{A}{A'}$$

  waarin *A* de oppervlakte is van de volle delen, en *A'* de oppervlakte begrensd door de buitenomtrek van de beschouwde zijde van de mast, beide uitgedrukt in m^2.

  Deze coëfficiënt c houdt rekening met de windbelasting op de vier zijden van de mast.

  De formule is toepasselijk binnen de grenzen:

$$0{,}1 < \frac{A}{A'} < 0{,}6$$

- *voor buisvormige metalen palen met een diameter van 0,20 m en meer:*
  de waarde van c is gelijk aan 0,5.
- *voor masten in vakwerk, met vierkante of rechthoekige basis en identieke overstaande zijden,*

– *samengesteld uit metalen buizen:*
de waarde van c is gelijk aan 7/10 van de waarde gegeven door de formule in het derde streepje hiervoor:

$$c = 3{,}2 - 2{,}8\frac{A}{A'}$$

– *voor betonnen palen niet hoger dan 25 m boven het maaiveld*

Tabel 7.8. Aerodynamische coëfficiënt c voor betonnen palen

Betonnen palen	*Waarde van c*	
	Wind loodrecht op	
Doorsnede	*de grootste zijde*	*de kleinste zijde*
rechthoekig en gesloten	1,85	1,40
rechthoekig met uitsparingen in groot zijvlak	1,60	1,30
I-profiel zonder uitsparingen	1,60	1,40
I-profiel met uitsparingen in het lijf	1,50	1,30
cirkelvormig met gemiddelde doormeter van 0,20 m en meer	0,50	
vierkant zonder uitsparing	1,75	

– *voor houten palen met een gemiddelde diameter van 0,20 m en meer*
De waarde voor c is gelijk aan 0,5.

d.6. Toegelaten belastingen in onderdelen uit gewalst staal

De toegelaten belastingen voor het berekenen van lijnen die onderhevig zijn aan de maximale of herleide windkracht uitgedrukt in N/mm² in de onderdelen uit gewalst staal van palen uit enkelvoudige profielijzers en van masten in vakwerk, worden in *tabel 7.9.* gegeven.

Tabel 7.9. Toegelaten belastingen voor palen uit enkelvoudige profielijzers en masten in vakwerk (in N/mm²)

	Toegelaten belastingen	
Staalsoort	*voor alle steunen uitgezonderd ankersteunen*	*voor de ankersteunen*
staal AE 235		
trek, druk en buiging	170	240
afschuiving	102	144
staal AE 355		
trek, druk en buiging	260	340
afschuiving	156	204

Voor het berekenen van de samenstellende delen van een lijn die onderhevig is aan uitzonderlijke maximale windkracht zijn de toegelaten belastingen, deze die overeenkomen met de elasticiteitsgrens van het betreffende materiaal.

d.7. Netto- en herleide doorsneden

d.7.1. Algemeenheden

Met uitzondering van hoogspanningslijnen van 2e categorie met vakwerkpylonen (zie *punt 2.* hierna) zijn de volgende voorschriften van toepassing.

– Bij de berekening van de onderdelen belast op trek of buiging moeten de «netto» doorsneden beschouwd worden d.w.z. klinknagel- of boutgaten niet meegeteld; voor onderdelen belast op druk zijn het de «herleide» doorsneden, zoals hieronder bepaald.
– De onderdelen onderworpen aan niet excentrische drukbelasting moeten zodanig berekend worden dat de gemiddelde drukspanning op de herleide doorsnede niet groter is dan de hierboven onder *d.6.* vermelde toegelaten waarden voor stukken in gewalst staal.

Voor volle staven in gewalst staal, wordt, in functie van de slankheidsgraad, de herleidingsfactor van de doorsnede opgegeven in *tabel 7.10.*

Tabel 7.10. Herleidingsfactor van de doorsnede voor volle staven in gewalst staal

Staalsoort	*Slankheidsgraad*	*Herleidingsfactor van de doorsnede*
AE 235	$\lambda < 20$	1
	$20 < \lambda < 105$	$\frac{15{,}784 - 0{,}0892 \cdot \lambda}{14}$
	$105 < \lambda$	$\frac{212.200}{14(1{,}516 + 0{,}0142\lambda)\lambda^2}$
AE 355	$\lambda < 20$	1
	$20 < \lambda < 85$	$\frac{24{,}180 - 0{,}159 \cdot \lambda}{21}$
	$85 < \lambda$	$\frac{212.200}{21(1{,}516 + 0{,}0142\lambda)\lambda^2}$

De slankheidsgraad λ van een stuk is de verhouding van de aan knik onderworpen lengte tot de met het beschouwde knikvlak overeenstemmende traagheidsstraal. De herleide doorsnede moet voor de meest ongunstige slankheid berekend worden.

Voor de masten in vakwerk mag de slankheidsgraad niet groter zijn dan 150 voor de hoekstijlen en 200 voor de andere onderdelen.

– Voor stukken op druk belast die samengesteld zijn uit niet onderling verbonden delen (vakwerkstukken), moet de herleidingsfactor van het gehele stuk bepaald worden in overeenstemming met de meest ongunstige slankheid; deze herleidingsfactor wordt bepaald volgens *tabel 7.10.* alsof het een vol stuk betrof.

  De herleide doorsnede van het stuk moet bepaald worden door vermenigvuldiging van de totale doorsnede van de samenstellende delen met de herleidingsfactor van het geheel en met de individuele herleidingsfactor van één van de samenstellende delen.

  Indien echter de slankheidsgraad van een samenstellend deel niet groter is dan 40, moet enkel de vermindering van het geheel in aanmerking genomen worden.

– Voor stukken bestaande uit één enkel hoekijzer moet de in aanmerking te nemen traagheidsstraal voor de berekening van de herleide doorsnede gelijk zijn aan de minimale traagheidsstraal.

  Voor de hoekstijlen waarop zich beurtelings op beide flenzen van het hoekijzer vakwerkverbindingsknopen bevinden, mag nochtans de met een flens evenwijdige traagheidsstraal aangenomen worden.

  Voor vakwerkmasten is de in aanmerking te nemen kniklengte bij de berekening van de slankheid voor de bepaling van de herleide doorsnede, de lengte tussen de twee punten van het beschouwde deel bestand tegen vervorming in het beoogde vlak, behalve indien de uiteinden van de stukken ingeklemd zijn volgens dit knikvlak, in welk geval 8/10 van deze lengte moet genomen worden.

  Het kruispunt van twee staven, de één belast op trek, de andere op druk, mag beschouwd worden als een punt dat verzekerd is tegen vervorming in het knikvlak voor zover de kracht waarvoor de getrokken staaf berekend is, in absolute waarde ten minste gelijk is aan de drukkracht en voor zover de verbinding van de staven in hun kruispunt voldoende is.

– Wanneer een stuk tegelijkertijd gedrukt en gebogen is, moeten de spanningen met gelijk teken voortkomende uit beide krachten worden samengeteld. De drukspanning moet daarbij berekend worden op de herleide doorsnede overeenstemmend met het meest waarschijnlijke knikvlak en de buigspanning moet verhoogd worden om rekening te houden met de weerstand tegen zijdelingse knik van de op druk belaste hoekstijl.

  De vermeerderingsfactor voor de buigspanning moet gelijk genomen worden aan:

$$\frac{1}{1-0{,}0005\ \mathrm{L/i}\gamma}$$

  Daarin is:

  L = de theoretische lengte van het stuk of de hartlijnafstand tussen de doelmatig tegen zijdelingse vervorming verzekerde punten;

$i\gamma$ = de traagheidsstraal van het op druk belaste deel van het stuk genomen ten opzichte van de as evenwijdig aan het buigingsvlak.

– De toegelaten schuifspanning voor schroefbouten en klinknagels is ten hoogste gelijk aan 4/5 van de toegelaten spanning bij enkelvoudige trekkracht van de vermelde schroefbouten en klinknagels.

Met een diametraal contactoppervlak gelijk aan het product van de bout- of klinknageldiameter met de dikte van het te bevestigen stuk, mag de gemiddelde druk op dit contactvlak voor schroefbouten en klinknagels die aan dubbele afschuiving zijn onderworpen ten hoogste gelijk zijn aan de hierna genoemde waarden:
- voor gedraaide schroefbouten en klinknagels: 2,4 maal de hierboven bepaalde schuifspanning;
- voor gewone ruwe bouten: 2 maal de hierboven bepaalde schuifspanning.

Voor de met enkelvoudige afschuiving belaste bouten moeten de hierboven voorgeschreven grenswaarden voor de gemiddelde druk op het diametrale contactoppervlak met 1/5 verminderd worden.

– Gelaste verbindingen moeten, voor de hoogste kracht waaraan zij worden onderworpen, een veiligheidscoëfficiënt hebben die ten opzichte van hun trekweerstand ten minste gelijk is aan 3 wanneer de kracht in het metaal van de verbonden staven berekend wordt met één van de toegelaten spanningen.

d.7.2. Bij hoogspanning

De Minister die Energie onder zijn bevoegdheid heeft bepaalt bij besluit de berekeningswijze van de samenstellende delen voor hoogspanningslijnen van 2e categorie met vakwerkpylonen.

d.8. Palen in gewapend beton

d.8.1. Algemeenheden

Palen in gewapend beton moeten voldoen aan de veiligheidsvoorschriften die voorkomen in de desbetreffende, door de Koning gehomologeerde, norm of beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm.

d.8.2. Bij hoogspanning

De hoogspanningslijnen van 2e categorie met een nominale spanning die niet groter is dan 70 kV worden, voor wat betreft de windbelasting, gelijkgesteld met hoogspanningslijnen van 1e categorie.

d.9. Houten palen

Houten palen moeten voldoen aan de veiligheidsvoorschriften die voorkomen in de desbetreffende, door de Koning gehomologeerde, norm of beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm. Ten aanzien van de breukbelasting moeten houten palen berekend worden met een veiligheidscoëfficiënt van 3,5.

d.10. Stabiliteit tegen omvallen

De stabiliteit van steunen tegen omvallen moet berekend worden rekening houdend met het grootste kipmoment en met de voor de stabiliteit gunstig tegenwerkende momenten.

Die tegenwerkende momenten worden bepaald door:
– het gewicht van het geheel;
– de reacties van de gronden die het kantelen van de funderingen tegenwerken.

De stabiliteitscoëfficiënt tegen omkantelen is de verhouding tussen de som van de tegenwerkende momenten en het kantelmoment.

In de veronderstelling van het grootste kipmoment is hij ten minste gelijk aan:
– 1,25 wanneer de windbelasting berekend is voor zijn normale maximumkracht of zijn herleide kracht;
– 1,00 wanneer de windbelasting berekend is voor zijn uitzonderlijke maximumkracht.

d.11. Verankerings- en eindsteunen

De berekening van de mechanische stabiliteit van de verankerings- en eindsteunen moet bovendien rekening houden met hun meer specifieke functie.

Onderafdeling 7.1.6.4. Mechanische weerstand en diëlektrische eigenschappen van isolatoren en isolatorkettingen

a. Algemeenheden

Wat betreft hun mechanische weerstand en hun diëlektrische eigenschappen moeten de isolatoren en de isolatorkettingen voldoen aan de regels van goed vakmanschap.

b. Veiligheidsbevestiging voor blanke energiegeleiders van hoogspanningslijnen – Veiligheidsinrichtingen bij hoogspanning

b.1. Principe

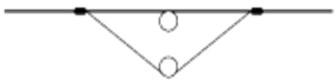
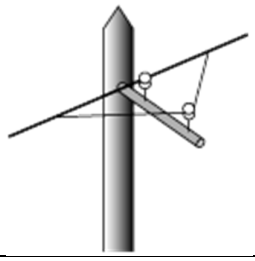
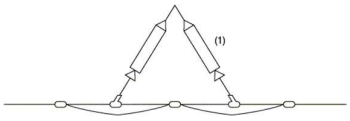
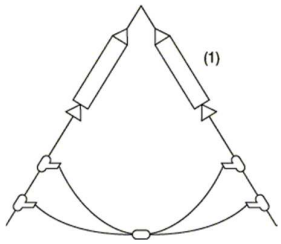
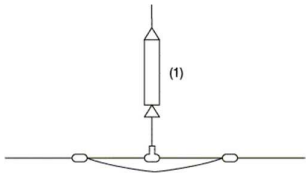
Principieel dienen veiligheidsinrichtingen om een eventuele breuk van de geleider ter hoogte van zijn ophangpunt aan de isolator op te vangen, deze breuk kan onder andere te wijten zijn aan:
- de trilling van de geleider;
- de vorming van een bestendige boog op de geleider, waarbij deze boog het smelten van de geleider zou kunnen veroorzaken.

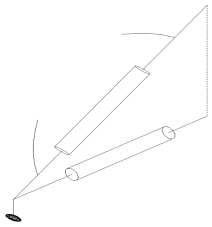
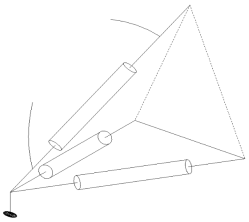
Een toe te passen oplossing bestaat uit een ontdubbeling van de geleider ter hoogte van zijn vasthechting aan de isolator, door middel van een geleider, bretel genoemd, en vastgemaakt aan weerszijden van dit vasthechtingspunt.

b.2. Beschrijving van de verhoogde veiligheidsinrichtingen

Wanneer de energiegeleiders van de elektrische hoogspanningsluchtlijnen door middel van één van de volgende veiligheidsinrichtingen aan de steunen zijn vastgemaakt, worden ze beschouwd als bevestigd met verhoogde veiligheid.

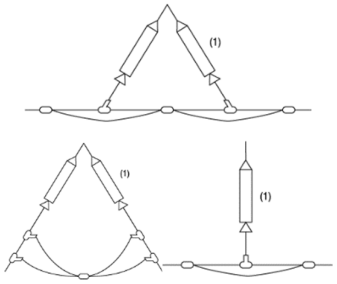
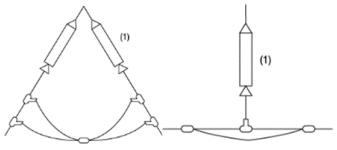
Tabel 7.11. Types van veiligheidsinrichtingen

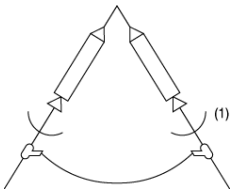
Type: veiligheidsinrichting	Illustratie	Voorschriften
a. met staande isolatoren	*Figuur 7.2. Staande isolatoren – Bovenaanzicht*  *Figuur 7.3. Staande isolatoren – Perspectief* 	Elke geleider van een lijn uitgerust met staande isolatoren moet op de steun vastgehecht worden door middel van ten minste twee isolatoren die op een voldoende onderlinge afstand staan om te beletten dat een aardingsboog, ontstaan op één van de isolatoren, zich zou voortplanten naar de andere. De lijngeleider moet aan één van de isolatoren vastgehecht worden en moet met ieder van de bijkomende isolatoren verbonden worden door een geleider met dezelfde doorsnede en van dezelfde aard als de lijngeleider waaraan hij aan weerszijden van het bevestigingspunt is aangesloten. De vasthechting van deze geleiders aan hun isolatoren en de verbinding van de geleiders onderling moet uitgevoerd worden door middel van speciale bevestigingsklemmen die in staat zijn iedere verschuiving te beletten zonder aan de mechanische weerstand van de geleiders te schaden.
b. met hangende isolatoren met dubbele isolatorketting	*Figuur 7.4. Halfverankerd type – Zijaanzicht*  (1) Isolatoren *Figuur 7.5. Verankerd type – Zijaanzicht*  (1) Isolatoren	Elke geleider van een lijn uitgerust met ophangisolatoren, moet vastgehouden worden door middel van bevestigingsklemmen aan de uiteinden van ten minste twee isolatorkettingen. De geleider moet aan elke ketting bevestigd worden door verankering of door een ophangingsklem die een halve verankering tot stand brengt. Een bretel gevormd door een geleider met dezelfde doorsnede en van dezelfde aard als de voor de lijn gebruikte geleider, moet door middel van klemmen aan weerszijden van de eindstukken van de isolatorkettingen vastgehecht worden. Deze bretel mag aan de geleider verbonden worden door één of meer bijkomende klemmen tussen de vasthechtingspunten aan de isolatorkettingen.
c. met hangende isolatoren met enkele isolatorketting	*Figuur 7.6. Enkele isolatorketting – Bovenaanzicht*  (1) Isolatoren	Elke geleider van een lijn is uitgerust met ophangisolatoren vastgehecht aan één enkele isolatorketting. De geleider moet verdubbeld worden met een bretel, bestaande uit een geleider met dezelfde doorsnede en van dezelfde aard als de voor de lijn gebruikte geleider en vastgehecht aan weerszijden van het bevestigingspunt van deze laatste aan de isolatorketting.

d. Isolerende mastarmen	*Figuur 7.7. Isolerende mastarm met een drukisolator - Perspectief*  *Figuur 7.8. Isolerende mastarm met twee drukisolatoren - Perspectief* 	Principieel zijn de isolerende mastarmen samengesteld uit twee isolatorkettingen en worden gebruikt voor verhoogde veiligheidsinrichtingen. Ze bestaan uit: 1° één of twee drukisolatoren (*figuren 7.7.* en *7.8.*) welke de horizontale mechanische krachten van de geleiders in combinatie met wind- of ijsbelasting opvangt; 2° één schuine trekisolator welke de verticale mechanische krachten van de geleiders in combinatie met wind- of ijsbelasting opvangt.
e. voor ankersteunen en eindsteunen		De actieve geleider moet aan de ankersteun of aan de eindsteun derwijze vastgemaakt worden door middel van twee isolatoren (twee vaste isolatoren, of twee hangende isolatorkettingen of een combinatie van elk van deze typen) zodat ingeval hij loskomt van één van de isolatoren, hij nog wordt vastgehouden door de tweede.

Tabel 7.12. geeft de gebruiksvoorwaarden weer voor sommige veiligheidsinrichtingen

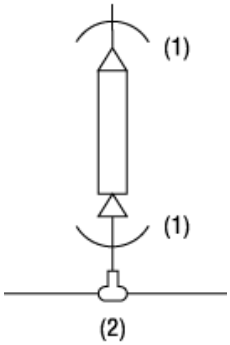
Tabel 7.12 Gebruiksvoorwaarden

Illustratie	Voorwaarden
	Voor de veiligheidsinrichtingen van het opgehangen type (*figuren 7.4.*, *7.5.* en *7.6.*), moet aan volgende voorwaarden voldaan worden: 1. de isolatorkettingen ondergaan ieder afzonderlijk de proeven, uitgevoerd volgens de erop betrekking hebbende regels van goed vakmanschap; 2. de afstand tussen het uiteinde van elke isolatorketting en de buitenste bevestiging van de bretel is ten minste gelijk aan: • 0,4 m voor hoogspanningslijnen van 1e categorie; • (0,50 + 0,004 (U_N - 50)) m met een maximum van 1,50 m voor de hoogspanningslijnen van 2e categorie. Daarin is U_N de nominale spanning tussen fasen in kV.
 *Figuur 7.9. Inrichting met dubbele ketting zonder bretel – Verankerd type*	Anderzijds is voor de veiligheidsinrichtingen, met dubbele isolatorkettingen van het verankerde type (*figuur 7.5.*) en de veiligheidsinrichting met enkele ketting (*figuur 7.6.*) de ontdubbelingsbretel niet verplicht, indien tegelijkertijd aan volgende voorwaarden voldaan wordt: 1. de lijn moet uitgerust zijn met ten minste één beschermingsinrichting die de boog snel dooft in geval van overslag. 2. de geleiders moeten een doorsnede hebben gelijk aan of groter dan: • voor hoogspanning van 1e categorie: 90 mm² voor aluminium en 70 mm² voor koper,



(1) Vonkenbrug

Figuur 7.10. Inrichting met enkele ketting zonder bretel

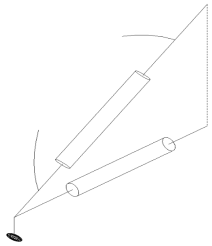


(1) Vonkenbrug
(2) Verstevigingsinrichting

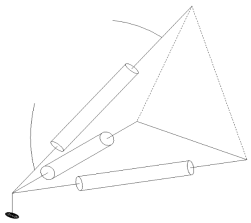
aluminiumlegeringen met of zonder stalen kern of aluminium met stalen kern;
- voor de hoogspanning van 2e categorie: 220 mm² voor aluminium en 125 mm² voor koper, aluminiumlegeringen met of zonder stalen kern, of aluminium met stalen kern.

3. de isolatorkettingen moeten voorzien zijn van een vonkenbrug:
   - aan het uiteinde, aan de kant van de geleider voor inrichtingen met dubbele kettingen van het verankerde type (*figuur 7.9.*);
   - aan hun beide einden voor inrichtingen met enkele ketting (*figuur 7.10.*).
4. bij gebruik van de inrichting met dubbele isolatorketting van het verankerd type moeten de bevestigingsstukken van de geleider aan de kettingen en de bevestiging van de brug aan de geleider elke verschuiving verhinderen zonder de mechanische weerstand van de geleider in gevaar te brengen.
5. bij gebruik van inrichtingen met enkele ketting van het type met kap en stang (*figuur 7.10.*), met een kwaliteit die bij ondervinding goed bevonden is, moet, op de plaats van zijn vasthechting aan de isolatorketting, de geleider voorzien worden van een inrichting die bestemd is om:
   - dit ophangpunt te verstevigen;
   - trillingen te dempen;
   - de geleider te beschermen in geval van een blijvende vermogenboog die over de vonkenbrug zou springen.

Figuur 7.11. Isolerende mastarm met een drukisolator - Perspectief



Figuur 7.12. Isolerende mastarm met twee drukisolatoren - Perspectief



1. De isolerende mastarmen ondergaan ieder afzonderlijk de proeven, uitgevoerd volgens de erop betrekking hebbende regels van goed vakmanschap wat betreft hun mechanische weerstand en hun diëlektrische eigenschappen.
2. Bij gebruik van een drukisolator (*figuur 7.11.*) kan de mastarm draaien om zijn as. Deze opstelling kan gebruikt worden tot hoeken in de hoogspanningsverbinding/lijn van maximum 3 gon.
3. Bij gebruik van twee drukisolatoren (*figuur 7.12.*) is de mastarm niet draaiend. Bij deze opstelling zijn hoeken tot maximum 15 gon toegelaten.
4. De kern van deze isolatoren bestaat hoofdzakelijk uit een materiaal met een hoge mechanische weerstand. Het omhulsel is gemaakt in silicone met goede diëlektrische eigenschappen.
5. Op de uiteinden van deze isolatoren bevinden zich metallische delen die die isolatoren met elkaar verbinden enerzijds en de geleiders met de isolatoren anderzijds.
6. Isolerende mastarmen hebben geen ontdubbelingsbretel, maar voldoen cumulatieve voorwaarden:
   1° de lijn is uitgerust met ten minste één beschermingsinrichting die de boog snel dooft in geval van overslag;
   2° voor de hoogspanning van 2de categorie, hebben de geleiders een doorsnede gelijk aan of groter dan 220 mm² voor aluminium en 125 mm² voor koper, aluminiumlegeringen met of zonder stalen kern, of aluminium met stalen kern;
   3° ten minste een isolatorketting is voorzien van een vonkenbrug aan zijn beide einden.

Onderafdeling 7.1.6.5. Nabijheid van andere leidingen

a. Voorwaarden van wind, temperatuur en belasting te beschouwen voor de ongunstige positie van geleiders

De voorwaarden van wind, temperatuur en belasting, voorgeschreven in *onderafdeling 7.1.3.5.*, zijn toepasselijk om de ongunstige posities van de geleiders te bepalen.

b. Het boven elkaar plaatsen, opstelling op gemeenschappelijke steunen, nabijheid en kruising van een hoogspanningslijn van het «beschermde kabeltype» en andere geleiders

b.1. Verboden zone van een «beschermde kabel»

De verboden zone van een «beschermde» hoogspanningskabel (in de zin van *onderafdeling 7.1.2.3.*) is het volume dat ontstaat door de verplaatsing van een cirkel met straal «r», die zich in een vlak bevindt, loodrecht op de geleider, waarbij het middelpunt van de cirkel zich langs de lijn beweegt die de meest ongunstige stand van de «beschermde kabel» weergeeft.

Indien de «beschermde kabel» meerdere ongunstige posities kan innemen, is de verboden zone de omhullende van de verboden zones bekomen voor de verschillende ongunstige posities van de «beschermde kabel».

De straal van de beschrijvende cirkel van de verboden zone is afhankelijk van de aard van de geleiders die zich bevinden in de nabijheid van de «beschermde kabel».

Figuur 7.13. Verboden zone van een «beschermde kabel»

b.2. De andere geleiders, behorende tot een laag- of hoogspanningsluchtlijn, zijn zelf van het type «beschermde kabel»

Als beide lijnen van het «beschermde» kabeltype zijn, is het opstellen op gemeenschappelijke steunen, de nabijheid en het kruisen van andere laag- of hoogspanningslijnen met een hoogspanningslijn voor alle spanningscategorieën toegelaten en de straal van de verboden zone is nul.

b.3. De andere geleiders behorende tot een laag- of hoogspanningsluchtlijn van het type met «blanke of gelijkgestelde geleiders» of tot een private telecommunicatielijn

Het boven elkaar plaatsen, de opstelling op gemeenschappelijke steunen, de nabijheid en de kruising van laag- of hoogspanningsluchtlijnen van het type «blanke of gelijkgestelde geleiders» of van private telecommunicatielijnen en een hoogspanningslijn op een grotere nominale spanning van het type «beschermde kabel» is toegestaan op voorwaarde dat de lijn van het type «blanke of daarmee gelijkgestelde geleiders» of de private telecommunicatielijn buiten de verboden zone ligt; de waarde van de straal «r» in m wordt gegeven in *tabel 7.13.* in functie van de aard van de leidingen die zich in de nabijheid van de «beschermde kabel» bevinden.

Tabel 7.13. Waarden van de straal «r» (in m)

		Hoogspanningslijnen van 1e categorie van het type «beschermde kabel»
Private telecommunicatielijnen		0,50
Lijnen van het type «blanke of daarmee gelijkgestelde geleiders»	laagspanning 1e categorie	0,30
	laagspanning 2e categorie	0,40
	hoogspanning 1e categorie	0,50
	hoogspanning 2e categorie	0,50 + U_N·0,01

U_N is de nominale spanning tussen geleiders van de hoogspanningslijn van de 2e categorie.

De waarden van de straal r voor hoogspanningslijnen van 2e categorie van het type «beschermde kabel» worden vastgelegd bij besluit van de Minister met bevoegdheid over Energie.

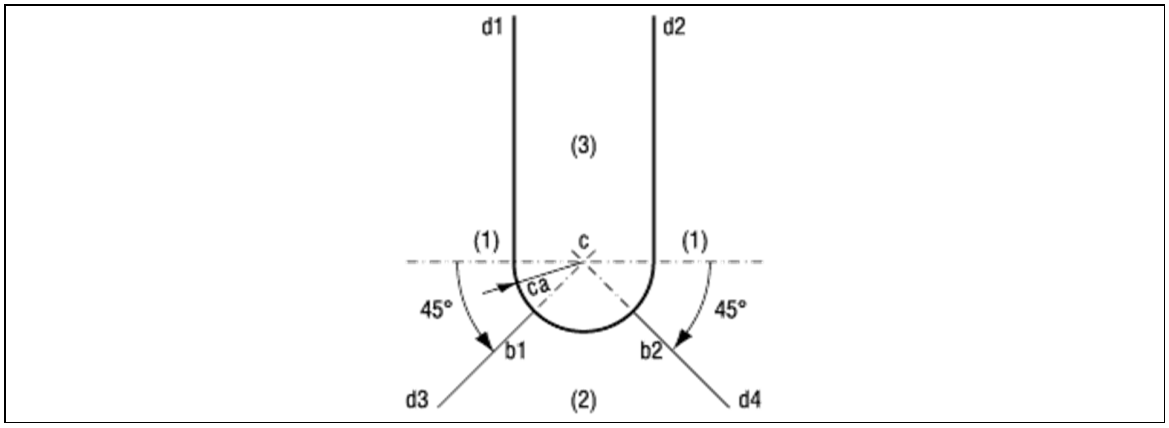
c. Boven elkaar plaatsing, opstelling op gemeenschappelijke steunen, nabijheid en kruising van hoogspanningslijnen van het type «blanke of daarmee gelijkgestelde geleiders» met andere geleiders

c.1. De verschillende zones rond «blanke of daarmee gelijkgestelde geleiders»

Rond elke «blanke of daarmee gelijkgestelde geleider» van een luchtlijn bestaan 3 verschillende zones die ontstaan door de verplaatsing van een halve cirkel met twee rechten gelegen in een vlak loodrecht op de langsas van de geleider, waarbij het centrum C langs de geleider in zijn ongunstige positie glijdt.

Deze beschrijvende lijnen van de volumes zijn vastgelegd door de keuze van de straal «ca» en worden voorgesteld in *figuur 7.14*.

Figuur 7.14. Zones rond «blanke of daarmee gelijkgestelde geleiders»



(1) toegelaten zone
(2) voorwaardelijk toegelaten zone
(3) verboden zone

De straal «ca», op grond waarvan de verschillende zones worden bepaald, is functie van de spanning van de hoogspanningslijn met «blanke of daarmee gelijkgestelde geleiders» die de andere lijnen overspant alsmede van de aard van de overspannen leidingen. Haar waarde, uitgedrukt in m, wordt gegeven door volgende formule:

$$ca = 1{,}50 + U_N \cdot 0{,}01 \text{ (m)}$$

Daarin is U_N de nominale spanning tussen geleiders van de lijn op de grootste spanning, uitgedrukt in kV.

De «verboden zone» ontstaat door de verplaatsing van de lijn d1 b1 b2 d2. Indien de «blanke of daarmee gelijkgestelde geleider» verschillende ongunstige posities kan innemen, is de verboden zone het volume-omhulsel van de verschillende verboden zones ontstaan uit de verschillende ongunstige posities.

De «voorwaardelijk toegelaten zone» ontstaat door de verplaatsing van de lijn d3 b1 b2 d4. Indien de «blanke of daarmee gelijkgestelde geleider» verschillende ongunstige posities kan innemen, is de voorwaardelijk toegelaten zone het volume-omhulsel van de verschillende voorwaardelijk toegelaten zones ontstaan uit de verschillende ongunstige posities.

De «toegelaten zones» zijn de twee zijdelingse zones die noch tot de verboden zone noch tot de voorwaardelijk toegelaten zone behoren.

c.2. Voorschriften betreffende de nabijheid van een hoogspanningslijn met blanke of daarmee gelijkgestelde geleiders en andere lijnen

c.2.1. Verboden zone

In de verboden zone van «blanke of daarmee gelijkgestelde geleiders» van een hoogspanningsluchtlijn van 2e categorie mag zich geen enkele geleider bevinden van een luchtlijn op hoogspanning van 1e categorie, op laagspanning en op zeer lage spanning alsmede van een telecommunicatielijn.

In de verboden zone van «blanke of daarmee gelijkgestelde geleiders» van een hoogspanningsluchtlijn van 1e categorie mag geen enkele geleider van een luchtlijn op lage of zeer lage spanning of van een telecommunicatielijn voorkomen.

Nochtans is dit verbod niet van toepassing:
- op de teletransmissielijn die geïntegreerd is in de waakdraad of de aardgeleider op voorwaarde dat de installatie beantwoordt aan de voorschriften opgelegd in *punt d.;*
- op de niet-geleidende teletransmissielijn (bijvoorbeeld: type optische vezel);
- op elektrische hulpleidingen die plaatselijk dienen voor controle, meting, bediening, signalisatie en verlichting; de gepaste maatregelen overeenkomstig de regels van goed vakmanschap moeten genomen worden teneinde ieder toevallig contact te vermijden tussen leidingen waarvan sprake in onderhavige paragraaf, en de hoogspanningslijn.

Bovendien wordt, voor de telecommunicatie- of laagspanningslijn geïnstalleerd vóór 1 januari 1983 of aan te leggen op steunen van een hoogspanningslijn van maximum 20 kV tussen fasen en die de verlenging uitmaakt van een overeenkomstig de vroegere voorschriften reeds op gemeenschappelijke steunen aangelegd net, de minimumafstand «ca» verminderd tot 1,5 m.

c.2.2. Toegelaten zone

De doorgang van om het even welke luchtlijn in de toegelaten zone, bepaald ten opzichte van «blanke of gelijkgestelde geleiders» van een hoogspanningslijn, is zonder voorwaarden toegelaten.

c.2.3. Voorwaardelijk toegelaten zone

Het gebruik van de voorwaardelijk toegelaten zone, voor het boven elkaar plaatsen, het bevestigen op gemeenschappelijke steunen, de nabijheid of de kruising van luchtlijnen op laagspanning of hoogspanning en een hoogspanningsluchtlijn van het type «blanke of daarmee gelijkgestelde geleiders» is ondergeschikt aan het naleven van volgende voorwaarden:

- voor de overspannende lijn

  De geleiders moeten opgehangen worden met behulp van de veiligheidsinrichtingen beschreven in *punt b.* van *onderafdeling 7.1.6.4.*

- voor de overspannen lijn

  Verbod: het aanbrengen van laagspannings- of private telecommunicatielijnen en hoogspanningslijnen van 2e categorie op gemeenschappelijke steunen is verboden met uitzondering van het voorbehoud dat gemaakt werd in het derde lid van bovenstaand punt titel «verboden zone», voorbehoud dat betrekking heeft op:
  - de teletransmissielijn die geïntegreerd is in de waakdraad of de aardgeleider van een hoogspanningslijn;
  - de elektrische hulpleidingen die plaatselijk dienen voor controle, meting, bediening, signalisatie en verlichting en dit, met naleving van de opgelegde voorwaarden.

  Indien het laagspanningslijnen zijn:
  - bij gemeenschappelijke steunen moet de nulgeleider van het beschouwde deel van het net of een fasegeleider rechtstreeks of via een spanningsbegrenzer geaard worden. Indien er geen geaarde geleider is moeten de laagspanningsgeleiders beschermd worden door spanningsbegrenzers die stroomafwaarts geplaatst worden van de onderbrekingstoestellen;
  - in de andere gevallen moeten maatregelen genomen worden om de invloeden van de inductie te beperken.

  Indien het telecommunicatielijnen zijn: één van de volgende voorschriften moet toegepast worden:
  - de telecommunicatietoestellen moeten met telecommunicatielijnen van het «niet coaxiale type» verbonden worden door toedoen van transformatoren met elektrisch gescheiden wikkelingen, ongenaakbaar voor de bedieners en voorzien van doeltreffende spanningsbegrenzers. Deze telecommunicatielijnen binnen de voorwaardelijk toegelaten zone, moeten uitgevoerd worden als ondergrondse kabels of volgens de voorschriften toepasselijk op de hoogspanningslijn; van zodra zij deze zone verlaten blijft deze schikking toepasselijk tot op het ogenblik dat de scheiding van de stroombanen verzekerd is door middel van transformatoren met elektrisch gescheiden wikkelingen die onbereikbaar geplaatst zijn en die voorzien zijn van een doeltreffende spanningsbegrenzer.
  - maatregelen moeten getroffen worden om inductieverschijnselen te begrenzen: in het bijzonder, als de telecommunicatiekabel een coaxiale kabel is, moet de beschermingsstroombaan regelmatig geaard worden.

c.3. Bijkomende voorschriften voor de kruising van een hoogspanningslijn van de 2e categorie met «blanke of daarmee gelijkgestelde geleiders» en bevestigd door middel van hangisolatoren, met andere lijnen

Indien het beschermtoestel uitgerust is met isolatorkettingen van het hangende type, moet men rekening houden met de toename van de doorhang door de uitwijking van de kettingen als gevolg van de breuk van een geleider in een naastliggende spanwijdte. In deze hypothese is de straal «ca» voor deze nieuwe ongunstige positie van de geleider gelijk aan:

$$1{,}50 + U_N \cdot 0{,}0075 \text{ (m)}$$

Daarin is U_N de nominale spanning in kV tussen de geleiders van de hoogspanningslijn van 2e categorie.

Nochtans moet met deze breukhypothese geen rekening gehouden worden indien voldaan is aan de voorwaarden die opgelegd worden in de laatste alinea van *het punt 7.1.3.6.c.2.*

d. Voorschriften voor de waakdraad met een teletransmissielijn

d.1. Functies van de waakdraad met een teletransmissielijn

De waakdraad met een teletransmissielijn vervult de volgende functies:
a) deze van gewone waakdraad van een hoogspanningslijn, functie vervuld door zijn aan alle steunen geaarde pantsering;
b) deze van teletransmissielijn, functie vervuld door geïsoleerde geleiders geplaatst in het centraal deel ervan en omgeven door een mantel die zorgt voor de isolering tussen de geleiders en de pantsering.

d.2. Maatregelen om storende spanningen te annuleren

De storende spanningen die in de in *punt d.1.* bedoelde teletransmissielijn worden geïnduceerd ofwel door de stromen van de drie fasen van de hoogspanningslijn, ofwel in geval van kortsluiting tussen twee fasen, ofwel onder de invloed van de blikseminslagen, worden, wat betreft de onder b van de *punt d.1.*, geïsoleerde geleiders, geannuleerd door scheidingstransformatoren of translators die aan de uiteinden zijn opgesteld en eventueel langs de lijn zijn verdeeld.

d.3. Typeproeven van de isolering tussen de geleiders en de bewapening van de waakdraad

De isolering tussen de geleiders en de bewapening van de waakdraad doorstaat zonder schade de volgende typeproeven:
a) spanning 20 kV – 50 Hz en duur 10 seconden;
b) stootgolf van 1,2/50 microseconden en spanning 120 kV, d.w.z. injectie van een spanningsgolf (representatief voor de invloed van de blikseminslagen), waarvan de opkomsttijd 1,2 microseconden en de halfamplitudetijd 50 microseconden bedragen en die wordt bekomen door de ontlading van een stootgenerator waarvan de spanning aan de aansluitklemmen op 120 kV werd gebracht.

d.4. Proeven van de isolering van de scheidingstransformatoren of translators

De isolering van de scheidingstransformatoren of translators doorstaat zonder schade de volgende proeven:
a) typeproef: stootgolf 1,2/50 microseconden en spanning 40 kV;
b) systematische proef: spanning 20 kV bij 50 Hz en duur 1 second.

d.5. Opstelling van de scheidingstransformatoren of translators

De scheidingstransformatoren of translators worden op de grond opgesteld, ten minste aan de uiteinden van de lijn en zijn in kasten ongenaakbaar voor het personeel dat niet gemachtigd is eraan te werken.

d.6. Verwezenlijking van de installatie en veiligheid van het onderhoudspersoneel

De installatie wordt verwezenlijkt volgens de regels van goed vakmanschap en er wordt door passende maatregelen voor de veiligheid van het onderhoudspersoneel gezorgd.

d.7. Uitzondering

De punten *d.2.* tot *d.6.* zijn niet van toepassing op een niet-geleidende teletransmissielijn (bijvoorbeeld: type optische vezel).

Onderafdeling 7.1.6.6. Nabijheid van andere voorwerpen

a. Antennes, verlichtingstoestellen en bevestigingssteunen van de openbare verlichting

a.1. Veiligheidsprofiel

Het veiligheidsprofiel van een antenne, van een verlichtingstoestel of de onderdelen voor de bevestiging van een verlichtingstoestel van de openbare verlichting is dusdanig dat het buitenvlak gelegen is op ten minste een afstand «a» van elk punt van deze antenne, van dit verlichtingstoestel of van de onderdelen voor de bevestiging van dit verlichtingstoestel van de openbare verlichting.

De waarde van deze afstand «a» is functie van de spanning van de luchtlijn. Ze wordt in m aangegeven in *tabel 7.14.*

Tabel 7.14. Afstand «a» (in m) in functie van de spanning van de luchtlijn

Afstand			*Laagspanning*		*Hoogspanning*
			1e categorie	*2e categorie*	
a	antenne		2	2	2,5 + U_N·0,01
	openbare verlichting	verlichtingstoestel	0,50	2	
		onderdeel voor bevestiging van verlichtingstoestellen	–	2	

Daarin is U_N de nominale spanning in kV tussen de geleiders van de hoogspanningslijn.

Voor de lijnen geïnstalleerd vóór 1 januari 1983 blijft de afstand «a», die het veiligheidsprofiel bepaalt voor laagspanningslijnen van 2e categorie en voor hoogspanningslijnen van 1e categorie, behouden op 1,5 m.

a.2. Inplanting van de lijnen

De luchtlijnen met blanke of daarmee gelijkgestelde geleiders moeten buiten het veiligheidsprofiel van antennes, verlichtingstoestellen en onderdelen voor de bevestiging van de verlichtingstoestellen van de openbare verlichting geplaatst worden.

Nochtans mag de lijn met blanke of gelijkgestelde geleiders die uitsluitend dient voor de voeding van een verlichtingstoestel, in het veiligheidsprofiel van dit verlichtingstoestel komen.

b. Opslagplaatsen en tanks voor brandbaar gas

De hoogspanningslijnen met blanke of daarmee gelijkgestelde geleiders moeten ten opzichte van alle vaste of verplaatsbare recipiënten die een opslagplaats van brandbaar gas uitmaken, in de zin van het Algemeen Reglement voor de Arbeidsbescherming, met een gezamenlijk inwendig volume van meer dan 10.000 liter, derwijze worden aangelegd dat de vaste en verplaatsbare recipiënten, van de voormelde opslagplaatsen zich in de in *punt c.1.* van *onderafdeling 7.1.6.5.* bepaalde «toegelaten zones» van de aan te leggen lijn bevinden.

De vaste en verplaatsbare recipiënten van deze opslagplaatsen mogen zich evenwel in de in *punt c.1.* van *onderafdeling 7.1.6.5.* bepaalde voorwaardelijk «toegelaten zone» bevinden voor zover een van de volgende maatregelen wordt genomen:

- ofwel bestaat een bouwwerk dat in staat is aan de schok van het vallen van een geleider van de lijn te weerstaan en de opslaginstallaties en hun aanhorigheden buiten elk gevaarlijk bereik te stellen; de plannen en rechtvaardigende berekeningen betreffende de ligging en de weerstand van dit bouwwerk worden vóór de uitvoering goedgekeurd door het organisme bedoeld in *afdeling 6.3.1.*;
- ofwel omvatten, in de overhangende spanwijdte, elke fase en de eventuele beschermingsinrichting minstens twee geleiders; elke geleider is aan de twee masten waartussen de overspanning zich bevindt, vastgehecht door een individuele veiligheidsinrichting van het verankerd type die beantwoordt aan *onderafdeling 7.1.6.4.*; de geleiders van elke fase zijn onderling verbonden door behoorlijke dwarse verbindingsstukken, dit geldt ook voor de geleiders van de eventuele beschermingsinrichting; de mechanische en elektrische kenmerken van de geleiders alsmede de afstand tussen twee verbindingsstukken zijn zodanig dat een eventueel gebroken geleider op voldoende afstand blijft om de vorming van een boog tussen deze geleider en een willekeurig punt van de vaste of verplaatsbare recipiënten van de opslagplaats te beletten.

c. Snoeien van bomen

De eigenaar van een luchtlijn voor transmissie van elektrische energie moet de boomtakken verwijderen die zich in de nabijheid bevinden van blanke geleiders en die hetzij kortsluiting of schade aan de

installaties zouden kunnen veroorzaken, hetzij de veiligheid van personen of goederen in gevaar zou kunnen brengen.

Onderafdeling 7.1.6.7. Nabijheid van telecommunicatielijnen

a. Algemeenheden

Het aantal kruisingen, nabijheidszones of zones van evenwijdigheid tussen elektrische energielijnen en telecommunicatielijnen bedoeld in deze onderafdeling moet tot een minimum herleid worden.

Om de ligging vast te stellen van het verticaal vlak of van het vlak, met een helling van 45° naar boven of naar onder t.o.v. het horizontale vlak, dat door gelijk welke van de geleiders van de elektrische energielijn gaat, wordt de geleider verondersteld zijn meest ongunstige posities aan te nemen.

b. Luchtlijnen met blanke geleiders op laagspanning van 1e categorie

b.1. Bovenkruising

Wanneer een elektrische energielijn met «blanke of daarmee gelijkgestelde geleiders» op laagspanning van de 1e categorie, een telecommunicatielijn, bedoeld in deze onderafdeling, boven kruist bedraagt de verticale afstand tussen de laagste geleider van de energielijn en de hoogste telecommunicatiedraad ten minste 50 cm.

De energiegeleiders mogen in de kruisende overspanning slechts mechanische lassen vertonen.

b.2. Onderkruising

Wanneer de elektrische energielijn een telecommunicatielijn, bedoeld in deze onderafdeling, onderkruist moet de verticale afstand tussen de hoogste geleider van de energielijn en de laagste telecommunicatiedraad zo groot mogelijk zijn, zonder minder dan 75 cm te bedragen.

b.3. Nabijheid of evenwijdigheid

Indien een van de draden van een telecommunicatielijn, bedoeld in deze onderafdeling, in de tweevlakshoek ligt, die als ribbe gelijk welke van de elektrische energiegeleiders en als vlakken het verticaal vlak en een, met 45° t.o.v. het horizontale vlak, naar onder hellend vlak heeft, moeten de elektrische energiegeleiders aangelegd worden zonder enige verbindingslas, splitlas of soldering in volle overspanning. Nochtans worden mechanische lassen geduld wanneer de totale lengte van de elektrische energielijn, aangelegd in de nabijheid van, of evenwijdig aan de telecommunicatielijn, bedoeld in deze onderafdeling, de normale fabricatielengte van de geleiders overtreft.

In geen geval mag de afstand tussen de dichtst bij elkaar gelegen geleiders van de elektrische energielijn en van de telecommunicatielijn, bedoeld in deze onderafdeling, minder dan 1 m bedragen.

b.4. Nabijheid van een steun van de telecommunicatielijn

Wanneer een elektrische energielijn een telecommunicatielijn onderkruist of er mee evenwijdig is op zelfde hoogte of lager, dan mag de horizontale afstand tussen de meest nabijgelegen geleider van de elektrische energielijn en een steun van de telecommunicatielijn, bedoeld in deze onderafdeling, nooit kleiner zijn dan 1 m.

b.5. Gemeenschappelijke steunen

Tussen een elektrische energielijn «met blanke of daarmee gelijkgestelde geleiders» en een coaxiale kabel voor telecommunicatie moet de verankeringsafstand op gemeenschappelijke palen minstens 0,30 m bedragen.

De aanleg van de coaxiale kabel moet zo gebeuren dat in de meest ongunstige voorwaarden de afstand tussen deze kabel en de elektrische energielijn nooit kleiner wordt dan 0,20 m.

c. Luchtlijnen voor laagspanning van 1e categorie die beantwoorden aan de voorschriften van de onderafdelingen *7.1.3.2.* of *7.1.3.3.*

Tussen luchtlijnen voor laagspanning van 1e categorie die beantwoorden aan de voorschriften van *punt a.* van *onderafdeling 7.1.3.2.* of van *punt a.* van *onderafdeling 7.1.3.3.* en coaxiale kabels voor telecommunicatie is er geen afstand na te leven.

d. Blanke geleiders op laagspanning van 2e categorie

d.1. Bovenkruising

De elektrische energielijn met «blanke of daarmee gelijkgestelde geleiders» op laagspanning, van de 2e categorie moet de telecommunicatielijn, bedoeld in deze onderafdeling, bovenkruisen zonder las,

splitlas of soldering op een verticale afstand van ten minste 1,5 m, en moet gemonteerd worden volgens één van de veiligheidsinrichtingen opgelegd voor hoogspanning in *punt b.* van *onderafdeling 7.1.6.4.*

d.2. Onderkruising

Wanneer het totstandbrengen van een bovenkruising voor de elektrische energielijn, in de voorwaarden, beschreven onder *punt d.1.*, ernstige moeilijkheden oplevert, mag de uitbater van de elektrische energielijn aan het Ministerie van Landsverdediging, aan het Ministerie van Openbare Werken, de operatoren van het openbaar telecommunicatienetwerk, aan de Belgische Spoorwegen, aan de Vergunde Spoorwegen of aan de Nationale Maatschappij van Buurtspoorwegen, machtiging vragen om een onderkruising volgens een afwijkende oplossing aan te brengen. Hij dient hierbij aan te geven welke voorzorgsmaatregelen hij denkt te treffen. Deze maatregelen moeten ten minste een even hoge graad van veiligheid bieden als verkregen zou worden bij het totstandbrengen van de hierna aangegeven inrichtingen:

- indien de kruisingshoek gelijk aan of groter dan 45° is, wordt de bescherming verkregen door twee **waakdraden** in fosforbrons of gelijkaardig metaal van ten minste 3,5 mm diameter met een trekvastheid van ten minste 500 N per mm^2.
- indien de kruisingshoek kleiner is dan 45°, wordt de diameter van de **waakdraden** tot ten minste 4 mm verhoogd; deze kabels moeten onderling om de 30 cm verbonden worden door middel van koperen of bronzen dwarsdraden met hoge geleidbaarheid, van ten minste 2 mm diameter.
- indien de breedte van de bundel energiegeleiders zodanig is dat de toepassing van bovenstaande regels leidt tot een afstand tussen de **waakdraden** van meer dan 80 cm, worden de beschermingsinrichtingen met één of meer tussenkabels aangevuld.

In de drie hierboven aangegeven gevallen worden de **waakdraden** in eenzelfde horizontaal vlak gespannen op ten minste 25 cm boven de hoogste elektrische energiegeleider en 10 tot 20 cm buiten de verticale vlakken die door de uiterste elektrische zijgeleiders gaan.

In geen geval mag de verticale afstand tussen de hoogste geleider onder spanning van de elektrische energielijn en de laagste geleider van de telecommunicatielijn, bedoeld in deze onderafdeling, minder dan 1,25 m bedragen.

d.3. Nabijheid of evenwijdigheid

In geval van nabijheid of evenwijdigheid van de energielijn van de beschouwde categorie en van een telecommunicatielijn, bedoeld in deze onderafdeling, moeten de energiegeleiders in beginsel aangelegd worden op gelijke hoogte van of hoger dan de telecommunicatiedraden.

Indien één van de draden van de telecommunicatielijn, bedoeld in deze onderafdeling, in de tweevlakshoek ligt die als ribbe gelijk welke van de energiegeleiders en, als vlakken het verticaal en het met 45° t.o.v. de horizon naar onderhellend vlak heeft, moeten de energiegeleiders aangelegd worden volgens één van de veiligheidsinrichtingen beschreven voor de hoogspanning in *punt b.* van *onderafdeling 7.1.6.4.*

Indien de geleiders van beide categorieën aan weerszijden van een weg aangelegd worden en één van de energiegeleiders beneden het vlak ligt, dat door gelijk welke van de draden van de telecommunicatielijn, bedoeld in dit deze onderafdeling, gaat en t.o.v. het horizontale vlak 45° naar onder helt, dan kan een net nodig zijn; maar elk geval wordt afzonderlijk onderzocht met inachtneming van alle plaatselijke omstandigheden namelijk de breedte van de gevolgde weg, de lengte van de overspanningen en de bochten.

In geen geval mag de afstand tussen de onder spanning staande geleider van de elektrische energielijn en de dichtst bijgelegen geleider van de telecommunicatielijn, bedoeld in deze onderafdeling, minder dan 1,50 m bedragen.

d.4. Nabijheid van de steun van een telecommunicatielijn

Wanneer de elektrische energielijn een telecommunicatielijn, bedoeld in deze onderafdeling, onderkruist of er mee evenwijdig is op zelfde hoogte of lager, dan mag de horizontale afstand tussen de meest nabijgelegen geleider van de elektrische energielijn en een steun van de telecommunicatielijn, bedoeld in deze onderafdeling, nooit kleiner dan 1 m zijn.

e. Hoogspanningslijnen met «blanke of daarmee gelijkgestelde geleiders»

Hoogspanningslijnen met «blanke of daarmee gelijkgestelde geleiders» moeten, wat betreft de telecommunicatielijnen, bedoeld in deze onderafdeling, beantwoorden aan de voorschriften waaraan moet voldaan worden ten opzichte van private telecommunicatielijnen, voorgeschreven in *punt c.* van *onderafdeling 7.1.6.5.*

De te volgen voorschriften voor private telecommunicatielijnen, aangehaald in hetzelfde *punt c.* van *onderafdeling 7.1.6.5*, zijn niet van toepassing op de telecommunicatielijnen, bedoeld in deze onderafdeling.

f. Plaatsing van waakdraden en beschermingsnetten

De b **waakdraden** moeten ondersteund worden door metalen dwarsarmen, die bevestigd zijn op de draagijzers of op de palen die de energiegeleiders dragen of worden bevestigd op speciale steunen.

De verticale afstand tussen de **waakdraden** of de beschermingsnetten en de laagste draad van de telecommunicatielijn, bedoeld in deze onderafdeling, bedraagt ten minste 1 m. Indien dit voorschrift niet verenigbaar is met de bepaling die de minimumhoogte vaststelt die onder de energielijn moet vrij blijven, moet de telecommunicatielijn in de vereiste mate verhoogd worden.

De lengteontwikkeling van de **waakdraden** of de beschermingsnetten aan weerskanten van het kruisingspunt moet zo zijn dat een draad van een telecommunicatielijn, bedoeld in deze onderafdeling, onmogelijk met de energielijn in aanraking kan komen zonder eerst de beschermingsinrichting te treffen. Deze laatste wordt zorgvuldig aan beide uiteinden geaard. Daarenboven, indien de lengte 200 m overtreft, moet ze van één of meer tussenaardingen voorzien worden, derwijze verdeeld dat de afstand tussen twee opeenvolgende aardingen gemiddeld 200 m niet overtreft.

Voor de lijnen ondersteund door houten palen of door aan gebouwen bevestigde draagijzers, moet de aarding van de **waakdraden** of beschermingsnetten geschieden door middel van een koperen, bronzen, verzinkt ijzeren of stalen geleider van ten minste 5 mm diameter. Deze geleider daalt langs de paal of langs de muur, waaraan het draagijzer bevestigd is, naar de plaats waar de aarding geschiedt en moet beschermd worden tot ten minste 2,50 m hoogte boven de grond. Deze bescherming mag evenwel achterwege gelaten worden, wanneer de bevestigingen van de aardingsgeleider op een hoogte van 2,50 m boven de grond, voldoende sterk en dicht bij elkaar gelegen zijn om het afrukken zonder gebruik van speciale middelen te bemoeilijken.

Indien de lijn op metalen of gewapend betonsteunen gemonteerd wordt, moet de aarding van de veiligheidsinrichtingen geschieden door middel van de steunen of draagijzers, die zelf zorgvuldig worden geaard.

Onderafdeling 7.1.6.8. Nabijheid van wegen of sporen

De domeinen die in deze onderafdeling beschouwd worden zijn:
- de grote land- of waterwegen;
- de sporen van een spoorweg met breedspoor;
- de sporen van een buurtspoorweg;
- de sporen van een tramweg;
- de sporen van een metro;
- de openluchtuitrusting voor trolleybussen.

Onderafdeling 7.1.6.9. Muurdoorgangen bij laagspanning

Voor de muurdoorgangen van laagspanningsluchtlijnen zijn de volgende voorschriften van toepassing, bijkomende aan die van *punt e.* van *onderafdeling 5.2.1.1.:*
- wanneer de elektrische leidingen buiten op isolatoren geplaatst worden moet het uiteinde van de buis voorzien worden van een pijp, uit porselein of gelijkwaardig materiaal, met evenveel gescheiden ingangen als er geleiders zijn; bovendien moet het water van de geleiders kunnen afdruipen aan de ingang van de pijp, tenzij de laatste op een hoger niveau wordt geplaatst dan de laatste isolator van de elektrische buitenleiding;
- bij blanke geleiders moeten de doorvoeren uitgevoerd worden door middel van doorvoerisolatoren of kokers in niet-hygroscopische isolerende stof. In dit laatste geval gebruikt men één koker per geleider en de asafstand is dezelfde als deze die aangenomen wordt voor de geleiders buiten de doorvoer.

Onderafdeling 7.1.6.10. Aardingen bij hoogspanning

De volgende gevallen wijken af van de algemene voorschriften:
- de aardverbinding bestemd voor het aarden van de ongenaakbare metalen delen geplaatst op niet-metalen steunen van hoogspanningslijnen en die geen toestellen voor spanningstransformatie of geen schakeltoestellen bevatten, wordt uitgevoerd volgens *punt b.2.* van *onderafdeling 5.5.2.2.* De eisen gesteld inzake de maximale waarde van de aardingsweerstand, zoals bepaald in *punt b.2.* van *onderafdeling 4.2.5.2.*, zijn niet van toepassing in dit geval;
- het plaatsen van een aardingsonderbreker is niet vereist bij de aarding van steunen van

hoogspanningslijnen waarop geen toestellen voor spanningstransformatie of geen schakeltoestellen zijn geplaatst.

Afdeling 7.1.7. Controle van de installaties

Onderafdeling 7.1.7.1. Algemeenheden

De bijzondere voorschriften van deze afdeling vullen de algemene eisen van *Deel 6.* aan.

Onderafdeling 7.1.7.2. Gelijkvormigheidscontrole vóór de ingebruikname

In uitzondering op *punt b.* van *onderafdeling 6.4.5.3. is de* meting van R_E niet van toepassing in het geval van niet-metalen steunen van hoogspanningslijnen waarop geen toestellen voor spanningstransformatie of geen schakeltoestellen geïnstalleerd zijn.

Onderafdeling 7.1.7.3. Controlebezoeken

a. Periodiciteit van de controlebezoeken bij laagspanning

Met betrekking tot de door de openbare netbeheerders beheerde luchtlijnen en de ondergrondse elektrische leidingen voor openbare elektriciteitsdistributie en voor openbare verlichting kan de Minister die Energie onder zijn bevoegdheid heeft nadere regels vaststellen met betrekking tot de uitvoering van een controlebezoek van het geheel of een deel van de genoemde lijnen door een erkend organisme onder de voorwaarden die hij bepaalt na raadpleging van de betrokken beheerders van het openbaar net.

b. Controle van de aardingsinstallaties bij hoogspanning

In uitzondering op *onderafdeling 6.5.6.3.* zijn bepaalde metingen niet van toepassing:
- de meting van R_E en van Z_{EB} is niet van toepassing in het geval van steunen van luchtlijnen. Alleen Z_E wordt gemeten tijdens de controlebezoeken;
- de meting van R_E, Z_{EB}, Z_E is niet van toepassing in het geval van niet-metalen steunen van hoogspanningslijnen waarop geen toestellen voor spanningstransformatie of geen schakeltoestellen geïnstalleerd zijn.

Onderafdeling 7.1.7.4. Controlebezoek van sommige hoogspanningsluchtlijnen via infraroodthermografie

Elke hoogspanningsluchtlijn waarvan de nominale spanning tussen de fasen ten minste gelijk is aan 150 kV maakt het voorwerp uit van:

- een thermografisch controlebezoek, ten laatste 12 maanden na het onder spanning stellen ervan;
- een thermografisch controlebezoek dat ten minste om de 5 jaar herhaald wordt.

De thermografische controlebezoeken worden uitgevoerd door een erkend organisme volgens de bepalingen van *hoofdstuk 6.3.*

De belastingtoestand van de aan de controle onderworpen lijn, moet tijdens de thermografische controle ten minste 20% bedragen van de nominale waarde van de stroom van de lijn.

De controle heeft betrekking op de volledige lijn om thermische anomalieën van de lijn te visualiseren.

Men verstaat onder thermische anomalie: De temperatuur op het meetpunt stemt niet overeen met wat men in normale omstandigheden zou verwachten.

De thermische anomalieën dienen eenduidig bepaald te worden. Elke thermische anomalie wordt bepaald:

- enerzijds voor de belasting op basis van de visualisatie bij de controle (minimum 20%);
- anderzijds voor de nominale belasting op basis van een extrapolatie (100%).

De Minister die de Energie onder zijn bevoegdheid heeft kan bij besluit nadere regels vaststellen met betrekking tot de uitvoering, de vorm en de inhoud van een thermografisch controlebezoek.

Na het controlebezoek moet een verslag opgesteld worden. Dit verslag bevat ten minste:

- de nodige elementen ter identificatie van het erkend organisme bedoeld in *hoofdstuk 6.3.;*
- de identiteit van de agent-bezoeker van het erkend organisme;
- het type van gebruikte apparatuur voor de controle;
- het type van controle: 1ste controle of periodieke controle;
- de datum van de controle;

- de lijst van de gecontroleerde luchtlijnen en hun belasting bij de controle;
- een beschrijving van bij de controle geconstateerde thermische anomalieën en hun lokalisatie. Het verslag vermeldt ook de extrapolatie van geconstateerde thermische anomalieën voor een nominale belasting.

Dit verslag van het controlebezoek wordt bewaard in het dossier van de elektrische installatie.

Een kopie van dit verslag wordt gedurende ten minste vijf jaar bewaard hetzij door het erkend organisme, hetzij door de bevoegde overheid die het genoemde controlebezoek heeft uitgevoerd.

Het verslag van het controlebezoek moet aan de eigenaar, beheerder of uitbater hetzij schriftelijk hetzij onder elektronische vorm worden overgemaakt.

Het verslag van het controlebezoek wordt door de eigenaar, beheerder, uitbater of het erkend organisme getoond bij ieder verzoek van de met het toezicht belaste ambtenaar. Op verzoek van de met het toezicht belaste ambtenaar zijn de eigenaar, beheerder, uitbater of het erkend organisme ertoe gehouden om een kopie van dit document aan het bestuur te verstrekken.

Afdeling 7.1.8. Signalisatieborden bij hoogspanning

Onderafdeling 7.1.8.1. Verbodsborden

Elke steun van hoogspanningslijnen met blanke geleiders moet voorzien worden van een rond verbodsbord met rode rand en een rode diagonale streep en in het midden, op een witte achtergrond, een zwart symbool bestaande uit een streep die een onder spanning staand stuk voorstelt, een bliksem en een figuur van een man, conform de normen betreffende die borden.

Figuur 7.15. Verbodsbord

Voor de keuze van plaatsing en afmetingen van deze borden moet enerzijds rekening gehouden worden met de afmetingen van de steunen en anderzijds met de gebruikelijke afstand voor een behoorlijke waarneming.

In agglomeraties moeten in voldoende aantal bijkomende borden voorzien worden op sommige hoogspanningsinstallaties, zoals transformatieposten, met ten minste de vermelding van het volledig telefoonnummer van de verdelende onderneming en volgend opschrift:

«Draden niet aanraken, ook als zij op de grond liggen» of

«Ne pas toucher aux fils, même tombés à terre» of

«Das berühren der Drähte, auch der zu Boden gefallenen, ist verboten»,

dit rekening houdend met de voorschriften inzake taalgebruik in bestuurszaken.

Onderafdeling 7.1.8.2. Nummering van de steunen

Alle steunen van elektrische energielijnen op hoogspanning moeten genummerd zijn. De opschriften worden op zichtbare en duurzame wijze aangebracht.

Hoofdstuk 7.2. Werfinstallaties en buiteninstallaties op laagspanning en op zeer lage spanning

Afdeling 7.2.1. Toepassingsgebied

De algemene voorschriften van de andere delen van dit Boek zijn van toepassing op de bijzondere installaties en ruimten behandeld in dit *hoofdstuk 7.2.* De voorschriften van dit hoofdstuk vullen deze algemene eisen aan.

De bijzondere voorschriften van dit hoofdstuk zijn van toepassing op werfinstallaties en op buiteninstallaties, met uitzondering van de luchtlijnen, die in *Hoofdstuk 7.1.* worden behandeld.

Afdeling 7.2.2. Bescherming tegen elektrische schokken

Onderafdeling 7.2.2.1. Bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking door automatische onderbreking van de voeding

Indien de bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking verzekerd wordt door een automatische onderbreking van de voeding moet de absolute conventionele grensspanning U_L, gelijk aan 25 V wisselspanning, 36 V gelijkspanning met rimpel of 60 V gelijkspanning zonder rimpel genomen worden.

Onderafdeling 7.2.2.2. Bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking door zeer lage veiligheidsspanning

Indien de bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking verzekerd wordt door zeer lage veiligheidsspanning, is de maximumwaarde van de spanning 25 V wisselspanning, 36 V gelijkspanning met rimpel of 60 V gelijkspanning zonder rimpel.

Afdeling 7.2.3. Keuze en ingebruikname van elektrisch materieel

Onderafdeling 7.2.3.1. Voorwaarden van uitwendige invloeden

De elektrische buiteninstallaties en werfinstallaties, met uitzondering van deze op kaaien en pieren, zijn gekenmerkt door volgende uitwendige invloeden:
- toestand van het menselijk lichaam: BB2;
- aanwezigheid van water AD2 tot AD4;
- contact met de aardpotentiaal: BC3.

Onderafdeling 7.2.3.2. Elektrische leidingen

De elektrische snoeren bezitten een vergrote mechanische weerstand en een bijkomende isolatie en zijn geklasseerd hetzij als elektrische leiding van de klasse II hetzij als elektrische leiding met een veiligheid gelijk aan deze van de klasse II (zie *onderafdeling 2.7.1.2.*).

Onderafdeling 7.2.3.3. Elektrisch materieel

a. Schakel- en verdeelborden voor werven

Aan de oorsprong van elke werfinstallatie moet een geheel opgesteld worden die een algemeen bedieningstoestel en de hoofdbeschermingsinrichtingen bevat. De scheidings- en beschermingsinrichting van de verdeelstroombanen moeten worden aangebracht in hetzelfde schakel- en verdeelbord of in afzonderlijke schakel- en verdeelborden.

De voeding van gebruiksapparaten gebeurt vanaf de schakel- en verdeelborden die, volgens de noden, het volgende bevatten:
- de onderbrekingsinrichtingen;
- de beschermingsinrichtingen tegen overstromen;
- de beschermingsinrichtingen tegen onrechtstreekse aanrakingen;
- de contactdozen.

De hiervoor vermelde schakel- en verdeelborden moeten voldoen aan de voorschriften van het *onderafdeling 5.3.6.1.*.

De voorziene schakel- en verdeelborden mogen gegroepeerd of afzonderlijk geplaatst worden.

De schakel- en verdeelborden moeten een voldoende stabiliteit hebben om de risico's van omvallen te vermijden.

Zij moeten gemakkelijk verplaatsbaar zijn. Indien hun gewicht en hun afmetingen het vereisen, moeten ze voorzien zijn van een handgreep of en hijsring.

b. Contactdozen voor werfinstallaties

De contactdozen moeten worden beschermd tegen mechanische beschadiging en geplaatst worden:
- hetzij aan de binnenzijde van schakel- en verdeelborden die geen enkel risico van omkanteling vertonen en die, indien nodig, gemakkelijk verplaatst kunnen worden;
- hetzij, indien noodzakelijk, op vaste steunpunten.

Hoofdstuk 7.3. Bescherming tegen explosiegevaar in explosieve atmosferen

Voor de specifieke regels voor explosiegevaar in explosieve atmosferen zijn de voorschriften van het *Hoofdstuk 7.102.* van het Boek 1 en *Hoofdstuk 7.1.* van het Boek 2 van toepassing.

Hoofdstuk 7.4. Geleidende afgesloten ruimten

Voor de specifieke regels voor geleidende afgesloten ruimten zijn de voorschriften van het *Hoofdstuk 7.6.* van het Boek 1 van toepassing.

Hoofdstuk 7.5. Industriële accumulatorbatterijen

Voor de specifieke regels voor industriële accumulatorbatterijen zijn de voorschriften van het *Hoofdstuk 7.103.* van het Boek 1 van toepassing.

Deel 8. Bijzondere voorschriften met betrekking tot bestaande elektrische installaties

HOOFDSTUK 8.1. INLEIDING **231**
Afdeling 8.1.1. Definities **231**
Afdeling 8.1.2. Bestaande elektrische installaties, die op basis van het oud AREI gecontroleerd werden **231**
HOOFDSTUK 8.2. AFWIJKENDE BESCHIKKINGEN VOOR BESTAANDE ELEKTRISCHE INSTALLATIES **231**
Afdeling 8.2.1. Oude elektrische installaties **231**
Afdeling 8.2.2. Elektrische installaties oud AREI **231**
Onderafdeling 8.2.2.1. Algemeenheden 231
Onderafdeling 8.2.2.2. Afwijkende beschikkingen 232

Hoofdstuk 8.1. Inleiding

Afdeling 8.1.1. Definities

Voor de toepassing van het *deel 8*, verstaat men onder:

Oud AREI: Algemeen Reglement op de Elektrische installaties, goedgekeurd bij de koninklijke besluiten van 10/03/1981 en 2/09/1981 en zijn wijzigingen.

Bestaande elektrische installatie: iedere elektrische installatie of elk gedeelte van een elektrische installatie waarvan de aanleg was aangevat vóór de datum van inwerkingtreding van dit Boek en die (dat) niet het voorwerp heeft uitgemaakt van een gelijkvormigheidscontrole overeenkomstig *hoofdstuk 6.4.* van dit Boek.

Worden als bestaande elektrische installaties beschouwd:

- iedere oude elektrische installatie of elk gedeelte van een oude elektrische installatie, waarvan de aanleg was aangevat ten laatste op 1/01/1983 (in dit Boek "oude elektrische installatie" genoemd);
- iedere elektrische installatie of elk gedeelte van een elektrische installatie die (dat) het voorwerp heeft uitgemaakt van een gelijkvormigheidsonderzoek overeenkomstig het oud AREI (in dit Boek "elektrische installatie oud AREI" genoemd).

Afdeling 8.1.2. Bestaande elektrische installaties, die op basis van het oud AREI gecontroleerd werden

Als een bestaande elektrische installatie, die op basis van het oud AREI door het erkend organisme gecontroleerd werd, inbreuken op het oud AREI bevat, moet de eigenaar, de beheerder of de uitbater van de elektrische installatie deze inbreuken oplossen. De voorschriften van *onderafdeling 9.1.3.2.* zijn van toepassing.

Het eerste controlebezoek overeenkomstig *afdeling 6.5.2.* voor een bestaande elektrische installatie, die op basis van het oud AREI door een erkend organisme gecontroleerd werd, wordt uitgevoerd binnen de termijn die is voorgeschreven in het laatste verslag dat volgens de voorschriften van het oud AREI opgesteld werd.

Hoofdstuk 8.2. Afwijkende beschikkingen voor bestaande elektrische installaties

Afdeling 8.2.1. Oude elektrische installaties

Titel 2 betreffende de elektrische installaties van boek III van de codex over het welzijn op het werk is van toepassing voor de bestaande gedeelten van oude niet-huishoudelijke installaties in deze ruimten.

Afdeling 8.2.2. Elektrische installaties oud AREI

Onderafdeling 8.2.2.1. Algemeenheden

De inbreuken met dit Boek in een elektrische installatie, die overeenkomstig het oud AREI was, worden als opgelost beschouwd:
- hetzij ze aangepast worden om aan de bepalingen van dit Boek te beantwoorden;
- hetzij ze het voorwerp van een in *onderafdeling 8.2.2.2.* bedoelde afwijking uitgemaakt hebben;
- hetzij er op basis van een risicoanalyse maatregelen genomen worden om de veiligheid van personen en goederen te garanderen.

De risicoanalyse wordt ter beschikking van het erkend organisme belast met het controlebezoek en de met het toezicht belaste ambtenaar gehouden. De referentie van het document wordt in het verslag van het controlebezoek vermeld. Dit document maakt deel uit van het dossier van de elektrische installatie. Dit document vermeldt:
- de identificatie van de betrokken bestaande gedeelten van de elektrische installatie;
- de conclusie van de risicoanalyse;
- de verantwoording van de maatregelen om de veiligheid van de personen en goederen te garanderen.

De risicoanalyse, die door Titel 2 betreffende de elektrische installaties van boek III van de codex over het welzijn op het werk bedoeld wordt, kan aan de eis van de in 1ste alinea bedoelde risicoanalyse voldoen.

Onderafdeling 8.2.2.2. Afwijkende beschikkingen

De volgende afwijkende beschikkingen zijn van toepassing op de bestaande gedeelten van elektrische installaties oud AREI:

1. Conformiteit van het elektrisch materieel in de elektrische installatie

Het is toegelaten in afwijking van de voorschriften van *onderafdeling 5.1.3.1.*, elektrisch materieel in een elektrische installatie, waaronder met name de elektrische leidingen, beschermingsinrichtingen, … dat geïnstalleerd was in overeenstemming met de voorschriften van het oud AREI en gebouwd was in overeenstemming de regels van goed vakmanschap op het ogenblik van zijn installatie, in dienst te laten. Het gebruikte elektrisch materieel is ofwel door zijn constructie ofwel door een bijkomende bescherming, aangepast aan de aanwezige en de redelijkerwijze te verwachten uitwendige invloeden en gebruiksomstandigheden. Er wordt rekening gehouden met de eventuele instructies van de fabrikant van het elektrisch materieel, met betrekking tot de installatie, het onderhoud en het veilig gebruik van dit materieel.

2. Schema en merken van stroombanen

Het is toegelaten in afwijking van de voorschriften van de *afdelingen 3.1.2., 3.1.3. en 5.1.6.*, aan de volgende bepalingen voor niet-huishoudelijke elektrische installaties oud AREI te voldoen:

2.1. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

a. Principeschema of beschrijving

De elektrische installatie moet het voorwerp uitmaken van een principeschema of een beschrijving die onder andere aangeeft:

- de spanningen en de aard van de stromen;
- de aard en de samenstelling van de belangrijkste stroombanen;
- de plaats en de kenmerken van de inrichtingen die instaan voor veiligheidsonderbreking en scheiding van de belangrijkste stroombanen.

Dit schema of deze beschrijving moet ter plaatse ter beschikking gehouden worden van iedereen die gemachtigd is tot het uitoefenen van toezicht of controle van deze installatie of er aan te werken.

b. Merken van stroombanen

De schakelaars en beschermingsinrichtingen van de voornaamste stroombanen moeten op een duidelijke en zichtbare wijze gemerkt worden door middel van individuele aanduidingen waardoor de identificatie van de stroombanen mogelijk wordt tenzij iedere mogelijkheid tot vergissen uitgesloten is.

De stroombanen moeten zo nodig derwijze uitgevoerd worden dat hun latere identificatie mogelijk is bij nazichten, proeven, herstellingen of omvormingen van de installatie.

Teneinde de identificatie van de kabels van een zichtbaar aangebrachte bundel toe te laten moet, indien dit noodzakelijk blijkt te zijn, gebruik gemaakt worden van aanduidingen die op regelmatige afstanden herhaald worden.

2.2. Bij hoogspanning

a. Principeschema of beschrijving

De elektrische installatie moet het voorwerp uitmaken van een principeschema en een beschrijving die onder andere aangeven:

- de spanningen en de aard van de stromen;
- het te verwachten kortsluitvermogen van het verdeelnet in zijn normale toestand, op de plaats van de installatie;
- de aard en de samenstelling van de stroombanen;
- de kenmerken en regelingen van de inrichtingen die instaan voor veiligheidsonderbreking en scheiding van de stroombanen;
- de plaats van de aardverbindingen.

Dit schema en deze beschrijving moeten ter plaatse ter beschikking gehouden worden van

iedereen die gemachtigd is om deze elektrische installatie na te zien, te controleren of eraan te werken.

b. Merken van stroombanen

De schakelaars en beschermingsinrichtingen moeten op een duidelijke en zichtbare wijze gemerkt worden door middel van aanduidingen uit duurzaam materiaal waardoor de identificatie van de stroombanen mogelijk wordt tenzij iedere mogelijkheid tot vergissen uitgesloten is.

De stroombanen moeten zo nodig derwijze uitgevoerd worden dat hun latere identificatie mogelijk is bij nazichten, proeven, herstellingen of omvormingen van de installatie.

Om hun identificatie toe te laten moet, bij een bundel zichtbaar aangebrachte kabels, indien dit noodzakelijk blijkt, gebruik gemaakt worden van vaste merktekens die op regelmatige afstanden aangebracht worden.

3. Veiligheidsslot

Het is toegelaten in afwijking van de voorschriften van *onderafdeling 4.2.2.2. punt b.*, de verlichtingspalen en de signalisatiepalen in dienst te laten:
- die uitgerust zijn met een slot dat niet als veiligheidsslot beschouwd wordt, en
- waarvan de actieve delen niet beschermd worden door een of meerdere inwendige schermen met een beschermingsgraad IPXX-B.

Deze afwijking is van toepassing voor de palen waarvan de installatie ter plaatse is aangevangen voor de datum van inwerkingtreding van dit Boek.

Deel 9. Algemene voorschriften door personen na te leven

HOOFDSTUK 9.1. PLICHTEN VAN DE EIGENAAR OF BEHEERDER 237
Afdeling 9.1.1. Algemeenheden 237
Afdeling 9.1.2. Routinebezoek van de elektrische hoogspanningsinstallaties 237
Afdeling 9.1.3. Installaties die bij een gelijkvormigheidscontrole of een controlebezoek in inbreuk zijn 237
Onderafdeling 9.1.3.1. Gelijkvormigheidscontrole 237
Onderafdeling 9.1.3.2. Controlebezoek 238
Afdeling 9.1.4. Lokalisatie van ondergrondse elektrische leidingen 238
Afdeling 9.1.5. Document met uitwendige invloeden 238
Afdeling 9.1.6. Zoneringsplannen 238
Afdeling 9.1.7. Ongevallen 239
HOOFDSTUK 9.2. TOEKENNING VAN DE CODIFICATIE BA4/BA5 239
HOOFDSTUK 9.3. WERKEN AAN ELEKTRISCHE INSTALLATIES 240
Afdeling 9.3.1. Toepassingsgebied 240
Afdeling 9.3.2. Algemene voorschriften 240
Onderafdeling 9.3.2.1. Basisprincipe 240
Onderafdeling 9.3.2.2. Personeel 240
Onderafdeling 9.3.2.3. Organisatie 240
Afdeling 9.3.3. Exploitatiewerkzaamheden 241
Onderafdeling 9.3.3.1. Algemeenheden 241
Onderafdeling 9.3.3.2. Bediening onder stroom en bediening onder spanning 241
Afdeling 9.3.4. Werkprocedures 242
Onderafdeling 9.3.4.1. Voorbereiding 242
Onderafdeling 9.3.4.2. Werkzaamheden buiten spanning 243
Onderafdeling 9.3.4.3. Werkzaamheden onder spanning 245
Onderafdeling 9.3.4.4. Werkzaamheden in de nabijheid van delen onder spanning 247
Afdeling 9.3.5. Onderhoudswerkzaamheden 249
Onderafdeling 9.3.5.1. Algemeenheden 249
Onderafdeling 9.3.5.2. Personeel 249
Onderafdeling 9.3.5.3. Herstellingswerkzaamheden 249
Onderafdeling 9.3.5.4. Vervangingswerkzaamheden 249
Onderafdeling 9.3.5.5. Tijdelijke onderbreking 250
Onderafdeling 9.3.5.6. Einde van de onderhouds- of herstellingswerkzaamheden 250
Afdeling 9.3.6. Bijzondere voorzorgsmaatregelen 250
Onderafdeling 9.3.6.1. Werken in de nabijheid van luchtlijnen en ondergrondse kabels 250
Onderafdeling 9.3.6.2. Kennisgeving van de uitvoering van een werk voor aanleg van lijnen of kabels 251
Onderafdeling 9.3.6.3. Uitvoeringswijzen van een werk voor aanleg van lijnen of kabels 252
Onderafdeling 9.3.6.4. Controle van een werk voor aanleg van lijnen of kabels 253
Onderafdeling 9.3.6.5. Tijdelijke voorzorgen bij aanleg van lijnen of kabels 253
HOOFDSTUK 9.4. SIGNALISATIEBORDEN 253
Afdeling 9.4.1. Waarschuwingsborden tegen de gevaren van elektrische installaties 253
Afdeling 9.4.2. Verbodsborden 253
Afdeling 9.4.3. Inlichtingenborden 254
Afdeling 9.4.4. Plaatsing en afmetingen van de signalisatieborden 254
HOOFDSTUK 9.5. VERBODSBEPALINGEN 254

Hoofdstuk 9.1. Plichten van de eigenaar of beheerder

Afdeling 9.1.1. Algemeenheden

De eigenaar, de beheerder van een elektrische installatie van een bedrijf dat personen, bedoeld in artikel 2 van de wet van 4 augustus 1996 betreffende het Welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk, tewerkstelt of degene die in zijn naam handelt, moet zorgen:

1. voor het onderhoud ervan;
2. voor het nemen van de nodige maatregelen opdat de schikkingen van onderhavig Boek altijd nageleefd zouden worden;
3. dat ingeval van werken aan onder spanning staande installaties, het noodzakelijke veiligheidsmaterieel ter beschikking staat van het personeel dat de werken uitvoert;
4. dat het personeel voor raadpleging ter beschikking heeft:
   a. een exemplaar van de tekst van onderhavig Boek;
   b. het dossier van de elektrische installatie, bevattende:
      - de schema's van de elektrische installatie waarvan sprake in *afdeling 3.1.2.*;
      - voor de laagspanningsschakel- en verdeelinrichtingen en de schakelinrichtingssystemen, de conformiteitsverklaringen;
      - het verslag van het gelijkvormigheidscontrole, het laatste en voorlaatste verslag van het controlebezoek van de elektrische installatie;
   c. geschreven instructies en consignes die hij moet geven ten einde zowel de veiligheid van het personeel als de redding ingeval van ongeval te waarborgen;
   d. de eventuele risicoanalyses.
5. dat een exemplaar van het huidig Boek alsook een kopie van de geschreven instructies en consignes in punt *4.c.* overhandigd worden aan elk van de bevoegde personen aangehaald in *hoofdstuk 9.3.*;
6. dat hij de zekerheid heeft dat de opzichters de reglementaire voorschriften en instructies die ze dienen na te leven of moeten doen naleven, kennen en begrijpen;
7. dat, op zorgvuldig gekozen plaatsen, een handleiding aangeplakt wordt betreffende het toedienen van de eerste zorgen ingeval van een ongeval te wijten aan elektriciteit;
8. dat onmiddellijk de Algemene Directie Energie van de Federale Overheidsdienst Economie, K.M.O., Middenstand en Energie gewaarschuwd wordt van elk ongeval waarvan personen het slachtoffer zijn en dat rechtstreeks of onrechtstreeks te wijten is aan de aanwezigheid van installaties die dienen voor de productie, de omzetting, de transmissie, de distributie of het gebruik van elektrische energie.

Afdeling 9.1.2. Routinebezoek van de elektrische hoogspanningsinstallaties

De uitbater van een hoogspanningsinstallatie, zijn gemachtigde of zijn verantwoordelijke onderzoekt of doet deze onderzoeken op een door hem te bepalen frequentie, teneinde te waken over het behoud van haar veiligheid.

De bezoeker moet zonder dralen de opdrachtgever op de hoogte brengen van de gebreken die hij vaststelt. De waarnemingen moeten met dit doel in een bijzonder register bijgehouden worden. Dit register moet ter beschikking gesteld worden van het erkend organisme of de bevoegde overheid, vermeld in *hoofdstuk 6.3.*, alsook van de agenten en functionarissen belast met de controle en het hoog toezicht van de installatie.

Afdeling 9.1.3. Installaties die bij een gelijkvormigheidscontrole of een controlebezoek in inbreuk zijn

Onderafdeling 9.1.3.1. Gelijkvormigheidscontrole

Geen enkele elektrische installatie of deel ervan waarvoor inbreuken tegenover dit Boek worden vastgesteld tijdens de gelijkvormigheidscontrole mag in gebruik worden genomen.

Voor het in *onderafdeling 6.4.7.3. 4de* alinea genoemde geval waarvoor de gelijkvormigheidscontrole werd uitgevoerd na de ingebruikname, moeten de werken, nodig om de tijdens gelijkvormigheidscontrole vastgestelde inbreuken te doen verdwijnen, zonder vertraging worden uitgevoerd en alle gepaste maatregelen moeten worden getroffen opdat, indien de installatie in dienst blijft, deze inbreuken geen gevaar vormen voor de personen of goederen.

Onderafdeling 9.1.3.2. Controlebezoek

De werken, nodig om de tijdens het controlebezoek vastgestelde inbreuken te doen verdwijnen, moeten zonder vertraging worden uitgevoerd en alle gepaste maatregelen worden genomen opdat, indien de installatie in dienst blijft, deze inbreuken geen gevaar vormen voor de personen of goederen.

Afdeling 9.1.4. Lokalisatie van ondergrondse elektrische leidingen

De eigenaar van een ondergrondse elektrische leiding moet te allen tijde de plannen van de ondergrondse leidingen ter beschikking hebben of moet bij ontstentenis hiervan de nodige aanduidingen kunnen geven om de plaats ervan te bepalen.

Binnen een termijn van 7 werkdagen, te rekenen vanaf de ontvangst van de aanvraag die hem in dat verband wordt toegestuurd, moet hij deze inlichtingen verstrekken aan om het even wie gemachtigd is om werken uit te voeren in de nabijheid van de kabel.

Afdeling 9.1.5. Document met uitwendige invloeden

De uitwendige invloeden alsook de ruimten waarin deze van toepassing zijn, worden bepaald op basis van gegevens verstrekt door de uitbater van de ruimten waarin de installatie zich bevindt.

Deze gegevens zijn aangebracht op het document van de uitwendige invloeden. Het document, in de vorm van plan, tabel of lijst, bepaalt op unieke wijze de uitwendige invloeden van de ruimten. In het geval dat er geen specifieke uitwendige invloeden in aanmerking zijn te nemen, zoals deze opgenomen in de hiernavolgende tabel van niet-specifieke uitwendige invloeden, bevestigt het document dit. Het document dient te worden geparafeerd door de exploitant of zijn afgevaardigde vóór het ontwerp en de uitvoering van de installatie. De vertegenwoordiger van het erkend organisme bedoeld in *hoofdstuk 6.3.* parafeert het document voor ontvangst bij de controle. De overeenstemming tussen het document en de installatie moet door de vertegenwoordiger van het erkend organisme worden nagekeken.

De niet-specifieke uitwendige invloeden in de betrokken zones worden vermeld in *tabel 9.1.*

Tabel 9.1. Niet-specifieke uitwendige invloeden

Omgevingstemperatuur	**AA**	1	2	3	**4**	**5**	6	7	**8**
Aanwezigheid van water	**AD**	**1**	2	3	4	5	6	7	8
Aanwezigheid van vreemde vaste lichamen	**AE**	**1**	2	3	4				
Aanwezigheid van corrosieve en vervuilende stoffen	**AF**	**1**	2	3	4				
Mechanische belastingen veroorzaakt door schokken	**AG**	**1**	2	3					
Mechanische belastingen veroorzaakt door trillingen	**AH**	**1**	2	3					
Aanwezigheid van flora en/of schimmelvorming	**AK**	**1**	2						
Aanwezigheid van fauna	**AL**	**1**	2						
Elektromagnetische, elektrostatische of ioniserende invloeden	**AM**	**1**	2	3	4	5	6		
Zonnestraling	**AN**	**1**	2						
Bekwaamheid van personen	**BA**	**1**	2	3	4	5			
Toestand van het menselijk lichaam	**BB**	**1**	2	3					
Aanraking van het aardpotentiaal door personen	**BC**	**1**	**2**	**3**	4				
Mogelijkheden van ontruiming van personen in noodgevallen	**BD**	**1**	2	3	4				
Aard van behandelde of opgeslagen goederen	**BE**	**1**	2	3	4				
Bouwmaterialen	**CA**	**1**	2						
Structuur van gebouwen	**CB**	**1**	2	3	4				

Noot: de niet-specifieke uitwendige invloeden zijn aangegeven door zwarte vakjes.

De uitbater van meerdere installaties van hetzelfde type of zijn afgevaardigde mag, per type installatie, een afzonderlijke lijst van niet-specifieke uitwendige invloeden samenstellen. De lijst dient te worden geparafeerd door de exploitant of zijn afgevaardigde vóór het ontwerp en de uitvoering van de installatie. De vertegenwoordiger van het erkend organisme bedoeld in *hoofdstuk 6.3.* parafeert de lijst voor ontvangst bij de controle. De overeenstemming tussen de lijst en de installatie moet door de vertegenwoordiger van het erkend organisme worden nagekeken.

Afdeling 9.1.6. Zoneringsplannen

De specificaties voor de realisatie van de zoneringsplannen met betrekking tot explosiegevaar zijn beschreven in *hoofdstuk 7.3.*

Afdeling 9.1.7. Ongevallen

Onverminderd de voorschriften van *afdeling 9.1.3.* verwittigt de uitbater van de elektrische energielijn in de kortst mogelijke tijd de besturen, de concessiehouders van de waterwegen, de betrokken concessiehouders of houders van wegvergunningen van elke beschadiging die mogelijk de veiligheid van personen en goederen in het gedrang kan brengen, hetzij rechtstreeks, hetzij onrechtstreeks, door de desbetreffende lijn of door de stroom die ze vervoert.

Zijn in het bijzonder aangewezen om volgens het geval deze inlichtingen te ontvangen:
1. de kantonnier, de agent of wachter van de bevaarbare waterwegen of bij ontstentenis hiervan, de plaatselijke conducteur van Bruggen en Wegen wanneer het land- of waterwegen betreft, beheerd door de Staat;
2. de chef van het dichtst bij het ongeval gelegen station, wanneer het een kruising betreft met een spoorweg met breedspoor;
3. de stelplaatsoverste van de buurtspoorweglijn, wanneer de elektrische energielijn opgericht is langs een buurtspoorweglijn of deze kruist;
4. de uitbater van een tramlijn, wanneer de elektrische energielijn opgericht is langs de tramweg of deze kruist;
5. de uitbater van een trolleybuslijn, wanneer de elektrische energielijn opgericht is langs de elektrische uitrusting van de bovenleiding of deze kruist;
6. de sociale zetel van de betrokken regionale Maatschappij voor Intergemeentelijk Vervoer;
7. de plaatselijke wegencommissaris wanneer gebruik gemaakt wordt van land- of waterwegen beheerd door een provincie;
8. het betrokken gemeentebestuur als er gebruik gemaakt wordt van wegen beheerd door de gemeenten;
9. in ieder geval de Algemene Directie Energie van de Federale Overheidsdienst Economie, K.M.O., Middenstand en Energie.

Genoemde uitbater moet alle aanduidingen geven die moeten toelaten desgevallend de installaties toebehorend aan de betrokken besturen of vergunninghouders terug in orde te brengen (juiste plaats van het ongeval, juiste aard van de schade ...).

De kennisgeving van een ongeval of van de schade veroorzaakt door rechtstreeks of onrechtstreeks contact tussen een elektrische energielijn en een telecommunicatielijn van het Ministerie van Landsverdediging, van het Ministerie van Openbare Werken, van de operatoren van het openbaar telecommunicatienetwerk, van de Belgische Spoorwegen, de spoorwegmaatschappijen met vergunning van de Nationale Maatschappij van Buurtspoorwegen of de betrokken Maatschappij voor Intergemeentelijk Vervoer moet onder de volgende voorwaarden gebeuren.

De uitbater van een elektrische energielijn die in kennis gesteld wordt van een ongeval, teweeggebracht aan personen of van schade van redelijke omvang, teweeggebracht aan goederen ten gevolge van het bestaan van de elektrische energielijn, verwittigt de betrokken dienst langs de snelst mogelijke weg.

Deze verwittiging bepaalt zo nauwkeurig mogelijk en zonder er de verzending van te vertragen, de plaats waar het ongeval gebeurd is en de aard ervan.

Hoofdstuk 9.2. Toekenning van de codificatie BA4/BA5

De bekwaamheid van personen die gekenmerkt wordt door de code BA4 of BA5 wordt aan de werknemers toegekend door de werkgever. De reikwijdte van deze toekenning met betrekking tot de aard van de elektrische installaties of de aard van de werkzaamheden waarvoor deze bekwaamheid geldt, moet bepaald zijn.

Onverminderd de bepalingen van hoofdstuk VI van boek 3, titel 2 van de Codex over het welzijn op het werk betreffende de elektrische installaties op arbeidsplaatsen, houdt de werkgever bij de beoordeling van de bekwaamheid van personen en bij de toekenning van deze bekwaamheid ten minste rekening met:
- de kennis van de betrokken werknemer met betrekking tot de risico's die door de elektrische installaties geboden worden, opgedaan door opleiding of ervaring binnen of buiten de inrichting van de werkgever;
- de aard en de verscheidenheid van de elektrische installaties, zoals hoog- of laagspanning, netstelsels, aard van het toegepaste elektrisch materieel (bijvoorbeeld klassiek elektrisch materieel, ontploffingsveilig materieel),... waarvoor deze kennis geldt;
- de verscheidenheid aan activiteiten aan of nabij een elektrische installatie (werken onder spanning, in de nabijheid van onder spanning staande delen, werken buiten spanning, schakelwerkzaamheden

aan elektrische installaties, controle-, inspectie- en meetwerkzaamheden...) waarvoor deze kennis geldt.

Deze beoordeling van de bekwaamheid, met inbegrip van de omschrijving van de installaties en van de werkzaamheden waarvoor de beoordeling geldt, is traceerbaar.

De toekenning van de codificatie van de bekwaamheid van personen die gekenmerkt wordt door de code BA4 of BA5 aan een werknemer wordt door de werkgever vastgelegd in een document, dat, behalve de naam van de werknemer, duidelijk bepaalt voor welke werkzaamheden en voor welke elektrische installaties de bekwaamheid geldt (o.a. door een beschrijving van de toegelaten activiteiten, een beschrijving van de elektrische installaties waaraan of waar nabij mag gewerkt worden...), met de eventuele bijzondere beperkingen ervan, de geldigheidsduur en de eventuele voorwaarden voor het behouden van de bekwaamheid.

Onverminderd het codificeren van de bekwaamheid BA4/BA5 blijven de werkgevers, elk binnen hun bevoegdheid en op hun niveau, ertoe gehouden:
- ervoor te zorgen dat iedere betrokken persoon een voldoende en aangepaste opleiding en vorming ontvangt die speciaal gericht is op zijn werkpost of functie;
- de bekwaamheid van de betrokken personen op gebied van veiligheid en gezondheid in aanmerking te nemen wanneer zij hen met de uitvoering van een werkzaamheid aan of nabij een elektrische installatie belasten;
- te controleren of de verdeling van de taken op een zodanige wijze geschiedt dat de verschillende werkzaamheden aan of nabij een elektrische installatie worden uitgevoerd door personen die daartoe de vereiste bekwaamheid hebben of hebben behouden, en de vereiste vorming, opleiding en instructies hebben ontvangen.

Hoofdstuk 9.3. Werken aan elektrische installaties

Afdeling 9.3.1. Toepassingsgebied

Dit hoofdstuk:
- is van toepassing op alle werkzaamheden die aan, met of in de omgeving van elektrische installaties worden uitgevoerd;
- is niet van toepassing op personen die gebruik maken van elektrische installaties die zijn ontworpen en geïnstalleerd voor gebruik door personen gecodificeerd als BA1, BA2 of BA3, zoals bepaald in *afdeling 2.10.11.*

Afdeling 9.3.2. Algemene voorschriften

Onderafdeling 9.3.2.1. Basisprincipe

Alle werkzaamheden moeten voorafgegaan worden door een risicobeoordeling, die toelaat te bepalen hoe de werkzaamheden moeten voorbereid en uitgevoerd worden om de veiligheid te waarborgen.

Voor exploitatiewerkzaamheden of regelmatig weerkerende werkzaamheden die onder dezelfde omstandigheden verlopen volstaat een algemeen geschreven procedure gesteund op een risicobeoordeling.

Alle gebruikte collectieve en persoonlijke beschermingsmiddelen, alsook alle arbeidsmiddelen (werktuigen, meetapparatuur...), moeten voor die aanwending geschikt zijn, in een behoorlijke gebruikstoestand zijn onderhouden en correct worden aangewend.

Indien nodig, moet tijdens de volledige duur van de werkzaamheden een aangepaste signalering worden aangebracht.

Er moet onverwijld verholpen worden aan gebreken die een onmiddellijk gevaar opleveren.

Onderafdeling 9.3.2.2. Personeel

Elke persoon die betrokken is bij werkzaamheden moet onderricht worden over de veiligheids- en de bedrijfsvoorschriften die op zijn werk van toepassing zijn. Deze moeten tijdens de uitvoering van de werkzaamheden worden herhaald in geval van langdurige werkzaamheden of bij verandering van de werkomstandigheden.

Onderafdeling 9.3.2.3. Organisatie

Elke elektrische installatie moet onder de verantwoordelijkheid van de installatieverantwoordelijke worden geplaatst.

Alle werkzaamheden moeten onder de verantwoordelijkheid staan van de werkverantwoordelijke.

De werkverantwoordelijke en de installatieverantwoordelijke moeten in gemeenschappelijk akkoord schikkingen treffen om de veilige uitvoering van de werkzaamheden te waarborgen.

De werkverantwoordelijke en de installatieverantwoordelijke kunnen één en dezelfde persoon zijn.

De werkzone moet worden bepaald door de werkverantwoordelijke na overleg met de installatieverantwoordelijke. Een aangepaste werkruimte en de nodige toegangsmiddelen moeten worden voorzien.

Indien de risicobeoordeling de noodzaak er voor aantoont:
- moet de werkzone en/of de toegang tot de werkzone worden afgebakend;
- moet een schriftelijke voorbereiding van de werkzaamheden worden opgemaakt.

Alle nodige informatie, mondeling of schriftelijk of visueel, moet op een betrouwbare en ondubbelzinnige wijze worden overgebracht.

Om fouten bij een mondelinge overdracht van informatie te vermijden, moet de bestemmeling de informatie hoorbaar voor de verzender herhalen die op zijn beurt moet bevestigen dat zij goed ontvangen en begrepen werd.

De toelating om de werkzaamheden aan te vatten en de elektrische installatie na de voltooiing van de werkzaamheden opnieuw onder spanning te brengen, mag niet worden gegeven door signalen die automatisch worden gestuurd noch door een voorafgaand akkoord over een welbepaald tijdsinterval.

Afdeling 9.3.3. Exploitatiewerkzaamheden

Onderafdeling 9.3.3.1. Algemeenheden

De exploitatiewerkzaamheden zijn onderworpen aan het akkoord van de installatieverantwoordelijke en moeten worden uitgevoerd door of gewaarschuwde (BA4) of vakbekwame (BA5) personen. De installatieverantwoordelijke moet, indien vereist, worden ingelicht wanneer de gebruikelijke exploitatiewerkzaamheden zijn voltooid.

De personen die exploitatiewerkzaamheden uitvoeren moeten de aangewezen voorzorgsmaatregelen treffen tegen elektriciteitsrisico's. Alle collectieve en persoonlijke beschermingsmiddelen, alsook alle arbeidsmiddelen (aangepaste werkkledij, meetapparaten...) moeten voor die aanwending geschikt zijn.

In voorkomend geval moeten de regels voor werkzaamheden buiten spanning, werkzaamheden onder spanning of werkzaamheden in de nabijheid van delen onder spanning worden toegepast.

De meet- en testapparaten moeten vóór en, indien nodig, ook na hun gebruik op hun goede werking worden gecontroleerd.

Inspecties moeten worden uitgevoerd door vakbekwame personen (BA5) die ervaring hebben met het inspecteren van soortgelijke installaties. Inspecties moeten worden uitgevoerd met passende hulpmiddelen en zodanig dat gevaren worden voorkomen waarbij, indien nodig, rekening wordt gehouden met de beperkingen door de aanwezigheid van ongeïsoleerde actieve delen.

Wanneer proeven met behulp van een externe voedingsbron worden uitgevoerd, moeten de volgende voorzorgsmaatregelen worden getroffen om te verzekeren dat:
- de installatie van elke normale voedingsbron gescheiden is;
- de installatie door geen enkele andere voedingsbron kan worden hervoed;
- gedurende de volledige duur van de proeven de aangewezen veiligheidsmaatregelen worden getroffen om het aanwezige personeel tegen elektriciteitsgevaren te beschermen;
- de scheidingspunten afdoende zijn geïsoleerd om aan de gelijktijdige toepassing van de proefspanning enerzijds en de bedrijfsspanning anderzijds te weerstaan.

Onderafdeling 9.3.3.2. Bediening onder stroom en bediening onder spanning

a. Bij laagspanning

In de installaties op laagspanning van de 2e categorie is het verboden onder stroom staande smeltveiligheden te bedienen.

Het bedienen van scheidingsschakelaars voor laagspanning van de 2e categorie wordt enkel toegelaten voor het in- of uitschakelen van installaties waarvan het geïnstalleerd schijnbaar vermogen 100 kVA niet overschrijdt.

Dit voorschrift is evenwel niet van toepassing wanneer de scheidingsschakelaars stroomonderbrekers bedienen die zijn voorzien van toestellen die de stroom beperken, op voorwaarde echter dat het personeel gedurende de bediening beschermd is.

Het bedienen, door rechtstreekse actie op actieve delen, van scheidingsschakelaars en smeltveiligheden voor laagspanning van de 2e categorie mag slechts gebeuren mits gebruik van bedieningsmiddelen waarvan het geheel minstens twee isolerende elementen in serie bevat, die elk op zichzelf een voldoende isolatie bieden, geschikt voor de nominale spanning van het net. Een schakelstok met een equivalente isolatiegraad als het hiervoor genoemd geheel mag hiertoe worden gebruikt.

Het vaststellen van de aan- of afwezigheid van spanning, van de overeenkomst van de fasen... door middel van een draagbaar toestel in laagspanning van de 2e categorie mag slechts gebeuren indien het genoemd toestel een voldoende isolatie biedt, aangepast aan de nominale spanning van het net.

b. Bij hoogspanning

In de installaties op hoogspanning is het verboden onder stroom staande smeltveiligheden te bedienen; uitzondering op deze regel mag worden gemaakt voor de smeltveiligheden die de spanningstransformatoren en de transformatoren met een vermogen van ten hoogste 10 kVA beschermen op voorwaarde dat voor deze laatste de laagspanningsstroombaan helemaal verbroken is vooraleer de primaire smeltveiligheden worden bediend.

Het bedienen van scheidingsschakelaars voor hoogspanning wordt enkel toegelaten voor het in- of uitschakelen van installaties waarvan het geïnstalleerd schijnbaar vermogen 100 kVA niet overschrijdt.

Dit voorschrift is evenwel niet van toepassing in geval van openluchtschakelaars van bovengenoemde lijnen die op afstand worden bediend en zijn voorzien van hoornen of ieder andere inrichting geschikt om grote stroomsterkten te onderbreken. Hetzelfde geldt wanneer de scheidingsschakelaars stroomonderbrekers bedienen die zijn voorzien van toestellen die de stroom beperken, op voorwaarde evenwel dat het personeel gedurende de bediening beschermd is.

Het bedienen, door rechtstreekse actie op actieve delen, van scheidingsschakelaars en smeltveiligheden voor hoogspanning mag slechts gebeuren mits gebruik van bedieningsmiddelen waarvan het geheel minstens twee isolerende elementen in serie bevat, die elk op zichzelf een voldoende isolatie bieden, geschikt voor de nominale spanning van het net. Een schakelstok met een equivalente isolatiegraad als het hiervoor genoemd geheel mag hiertoe worden gebruikt.

Het vaststellen van de aan- of afwezigheid van spanning, van de overeenkomst van de fasen,... door middel van een draagbaar toestel in hoogspanning mag slechts gebeuren indien het genoemd toestel een voldoende isolatie biedt, aangepast aan de nominale spanning van het net.

Wanneer het elektrisch materieel rechtstreeks door een hoogspanningsnet wordt gevoed, mag het bedienen of behandelen van dit materieel slechts worden toevertrouwd aan gewaarschuwde (BA4) of vakbekwame (BA5) personen.

Afdeling 9.3.4. Werkprocedures

Onderafdeling 9.3.4.1. Voorbereiding

a. Algemeenheden

De installatieverantwoordelijke of de werkverantwoordelijke vergewist zich er van dat de specifieke en gedetailleerde instructies werden meegedeeld vóór de aanvang van de werkzaamheden aan het personeel dat met de uitvoering van de werkzaamheden is belast. Hij vergewist er zich van dat deze instructies begrepen zijn en toegepast worden.

Vóór de aanvang van de werkzaamheden licht de werkverantwoordelijke de installatieverantwoordelijke in aangaande de aard, de plaats, de planning van de voorziene werkzaamheden en de gevolgen voor de elektrische installatie.
In geval van op voorhand geplande werkzaamheden, exploitatiewerkzaamheden uitgezonderd, gebeurt deze informatie schriftelijk.

Enkel de installatieverantwoordelijke mag toestemming verlenen om met de werkzaamheden aan te vangen. Die procedure moet eveneens worden bepaald in het geval van onderbreking.

In principe worden de werkzaamheden buiten spanning uitgevoerd.
Werken onder spanning mogen slechts uitgevoerd worden op voorwaarde dat aan de drie volgende voorwaarden voldaan wordt:
- dat de kenmerken van de elektrische installatie het toelaten; en

- dat een aangepaste werkmethode wordt toegepast; en
- dat de dienstnoodwendigheden zulks vereisen.

b. Inductie

Geleiders of geleidende delen in de buurt van geleiders onder spanning kunnen elektrische invloeden ondergaan. Onverminderd de voorschriften van de *onderafdelingen 9.3.4.2.* en *9.3.4.4.* moeten er specifieke voorzorgsmaatregelen worden getroffen bij de uitvoering van werkzaamheden op de vermelde geleiders of geleidende delen die aan inductie blootstaan:
- door aarding op passende tussenafstanden om zo de spanning tussen geleiders en aarde tot een veilig niveau terug te brengen;
- door potentiaalvereffening op de werkzone om zo de mogelijkheid te voorkomen dat personen zich in een inductielus begeven.

c. Atmosferische omstandigheden

Bij ongunstige atmosferische omstandigheden moeten beperkingen worden opgelegd. Indien dit noodzakelijk is om gevaar te voorkomen, moeten werkzaamheden aan installaties in de openlucht of aan een toestel dat direct is verbonden met een dergelijke installatie, bij het zien van bliksem of het horen van donder of wanneer er een onweersbui nadert, onmiddellijk worden gestaakt. Dit moet aan de installatieverantwoordelijke worden meegedeeld.

Wanneer het zicht op de werkzone slecht is, mogen er geen werkzaamheden worden begonnen of voortgezet.

Onderafdeling 9.3.4.2. Werkzaamheden buiten spanning

a. Essentiële voorschriften

Om zich te verzekeren dat de elektrische installatie in de werkzone buiten spanning is en blijft gedurende de duur van de werkzaamheden, moeten de volgende maatregelen worden toegepast:
- voorbereiden van de werkzaamheden;
- scheiden van de elektrische installatie;
- voorkomen van herinschakeling van de elektrische installatie;
- controleren van de spanningsafwezigheid;
- aarden, ontladen en kortsluiten;
- afbakenen en/of afschermen van de elektrische installatie;
- vrijgeven van de elektrische installatie.

b. Voorbereiden van de werkzaamheden

Het voorbereiden omvat de identificatie van de installatie waaraan moet worden gewerkt, alsmede de identificatie van de maatregelen die moeten worden getroffen om de veiligheid te waarborgen en de installatie vrij te geven.

c. Scheiden

Het gedeelte van de installatie waarop de werkzaamheden moeten worden uitgevoerd, moet van alle voedingsbronnen worden gescheiden volgens de voorschriften van *onderafdeling 5.3.3.1.*

d. Voorkomen van herinschakeling

d.1. Algemeenheden

Alle schakelinrichtingen die gebruikt werden om de elektrische installatie in de werkzone te scheiden, moeten tegen elke mogelijke herinschakeling worden beveiligd, bij voorkeur door vergrendeling van het bedieningsmechanisme. Indien een mechanische vergrendeling onmogelijk is, moeten andere maatregelen worden getroffen om een voortijdig onder spanning brengen te voorkomen. Indien voor het schakelen van de onderbrekingsinrichting een hulpenergiebron noodzakelijk is, moet deze voedingsbron buiten bedrijf worden gesteld.

d.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

Er moeten verbodsberichten worden aangebracht om elke ongeoorloofde schakeling te verbieden. Deze verplichting geldt niet voor de automatische scheidingsystemen voorzien in *afdeling 5.3.3.*

d.3. Bij hoogspanning

Er moeten verbodsberichten worden aangebracht om elke ongeoorloofde schakeling te verbieden.

e. Controleren van de spanningsafwezigheid

De afwezigheid van spanning moet met de aangepaste uitrustingen worden nagegaan op alle actieve geleiders van de elektrische installatie binnen de werkzone of in de onmiddellijke nabijheid daarvan.

f. Aarden, ontladen en kortsluiten

f.1. Algemeen

Binnen de werkzone moeten alle gedeelten waarop werkzaamheden moeten worden uitgevoerd, geaard en vervolgens kortgesloten worden. De aardings- en kortsluitinrichtingen of -uitrustingen moeten eerst aan het aardingspunt en vervolgens aan de te aarden actieve delen worden aangesloten.

De actieve delen van voormelde elektrische installatie die na de scheiding nog capacitieve ladingen vertonen, moeten met behulp van aangepaste apparatuur worden ontladen.

Installaties die eventueel na het onderbreken nog een restspanning kunnen vertonen mogen pas kort gesloten worden nadat deze restspanning totaal verdwenen is.

De aardings- en kortsluitinrichtingen of -uitrustingen moeten, telkens wanneer dit mogelijk is, vanuit de werkzone zichtbaar zijn. Indien dat niet mogelijk is, moeten de aardingsverbindingen zo dicht als redelijkerwijs mogelijk bij de werkzone worden aangebracht.

Wanneer er tijdens de werkzaamheden geleiders moeten worden doorgesneden of aangesloten en indien er een risico van potentiaalverschillen op de installatie bestaat, dan moeten er vóór het doorsnijden of aarden van de geleiders aangepaste maatregelen binnen de werkzone worden getroffen, zoals overbruggen en/of aarden.

In al die gevallen moet men zich ervan vergewissen dat de inrichtingen en/of uitrustingen voor het aarden (aardingsscheider, kabels, klemmen...) aangepast zijn aan de voorziene kortsluitstroom.

De nodige voorzorgsmaatregelen moeten worden getroffen opdat de aardingen tijdens de duur van de werkzaamheden verzekerd blijven, uitgezonderd wanneer de aardingsverbindingen moeten verwijderd worden bij metingen of proeven die niet uitgevoerd kunnen worden met geïnstalleerde aardings- of kortsluitinrichtingen. In dit geval moeten bijkomende of alternatieve maatregelen genomen worden.

f.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

De in *f.1.* vermelde verplichting tot het aarden en kortsluiten van installaties op laagspanning en op zeer lage spanning binnen de werkzone is enkel verplicht wanneer het risico aanwezig is dat deze installatie ongewild spanning kan voeren, bijvoorbeeld:
- bij bovengrondse leidingen die gekruist worden door andere lijnen of die elektrisch worden beïnvloed;
- installaties die gevoed kunnen worden door noodstroombronnen.

f.3. Bij hoogspanning

In het geval van luchtlijnen uit blanke of gelijkgestelde geleiders moeten de aardingen en kortsluitingen zo dicht mogelijk aan weerszijden van de werkzone worden uitgevoerd op alle geleiders die de werkzone binnenkomen; minstens één van de aardings- en kortsluitinrichtingen of -uitrustingen moet vanuit de werkzone zichtbaar zijn. Op die regels gelden de volgende uitzonderingen:
- voor specifieke werkzaamheden, voor zover er tijdens de werkzaamheden geen onderbreking van de continuïteit van de geleiders is, is de installatie van slechts één aardings- en kortsluitinrichting in de werkzone toegelaten;
- wanneer het niet mogelijk is om de aardings- en kortsluitinrichtingen aan de grenzen van de werkzone visueel waar te nemen, moet een plaatselijke aardings- en kortsluitinrichting worden aangebracht.

Wanneer werkzaamheden op slechts één enkele geleider van een luchtlijn worden uitgevoerd, hoeft er geen kortsluiting binnen de werkzone te worden uitgevoerd wanneer aan de volgende voorwaarden is voldaan:
- alle scheidingspunten zijn overeenkomstig *f.1.* geaard en kortgesloten;
- de geleider waarop de werkzaamheden worden uitgevoerd en alle geleidende delen binnen de werkzone zijn elektrisch met elkaar verbonden en met behulp van aangepaste inrichtingen of uitrustingen geaard;
- de afstand tussen de geaarde geleider, de werkzone en de werknemer enerzijds en de overige geleiders van dezelfde elektrische installatie anderzijds bedraagt meer dan D_L (zie figuren in *afdeling 2.11.1.*).

In het geval van geïsoleerde luchtlijnen, kabels of andere geïsoleerde geleiders moeten de aardingen en kortsluitingen worden uitgevoerd op de blanke gedeelten van de scheidingspunten van de elektrische installatie, zo dicht mogelijk bij de werkzone en aan weerszijden ervan.

g. Afbakenen en/of afschermen

Wanneer delen van een elektrische installatie in de onmiddellijke omgeving van de werkzone onder spanning blijven dient men af te bakenen en/of af te schermen volgens de bepalingen van *onderafdeling 9.3.4.4.*

h. Vrijgeven

De toelating om de werkzaamheden aan te vatten, moet worden verleend door de installatieverantwoordelijke. De werkverantwoordelijke moet het personeel informeren dat ze de werken mogen aanvangen in het gedeelte dat wordt vrijgegeven.

De werkverantwoordelijke mag de uitvoerders pas toelating verlenen om de werkzaamheden aan te vatten nadat de maatregelen die onder de *punten b.* tot *g.* worden beschreven, volledig werden uitgevoerd.

i. Terug onder spanning brengen

Na het stopzetten of voltooien van de werkzaamheden en het uitvoeren van de vereiste controles, moeten de personen wier aanwezigheid niet langer vereist is, de werkzone verlaten. Alle arbeidsmiddelen, de signalering en de collectieve beschermingsmiddelen die tijdens de werkzaamheden werden gebruikt, moeten worden weggenomen indien niet noodzakelijk tijdens het eventuele verdere verloop van de werkzaamheden.

De maatregelen vermeld in de *punten c.* tot *g.*, die werden getroffen om de veiligheid tijdens de werkzaamheden te verzekeren dienen ongedaan gemaakt te worden.

Van zodra één van de maatregelen vermeld in deze onderafdeling die werden getroffen om de veiligheid van de elektrische installatie te verzekeren, ongedaan is gemaakt, mag dat gedeelte van de elektrische installatie niet langer beschouwd worden als een zone waar werkzaamheden buiten spanning kunnen uitgevoerd worden.

Het is pas wanneer de werkverantwoordelijke ervan verzekerd is dat de elektrische installatie klaar is om opnieuw op veilige wijze onder spanning te worden gebracht, dat hij de plicht heeft de installatieverantwoordelijke te melden dat de werkzaamheden zijn voltooid.

Pas vanaf dat ogenblik mag de procedure voor het herstel van de spanning worden ingezet.

De werkzaamheden om de installatie terug onder spanning te brengen gebeuren onder de verantwoordelijkheid van de installatieverantwoordelijke.

Onderafdeling 9.3.4.3. Werkzaamheden onder spanning

a. Algemeenheden

Werkzaamheden onder spanning mogen enkel aangevat worden nadat voorafgaandelijk alle maatregelen ter voorkoming van brandwonden, brand en ontploffing werden getroffen.

Voor werkzaamheden onder spanning moeten er beschermingsmaatregelen worden getroffen om elektrische schokken en kortsluitingen te vermijden.

Alle collectieve en persoonlijke beschermingsmiddelen alsook alle arbeidsmiddelen (aangepaste werkkledij, meetapparaten...) moeten voor die aanwending geschikt zijn.

b. Specifieke opleiding, vorming en kwalificatie

Enkel de personen die een specifieke opleiding en vorming gevolgd hebben mogen, na gunstige beoordeling van hun bekwaamheid, werkzaamheden onder spanning uitvoeren.

De vaardigheid tot onder spanning werken moet op peil worden gehouden hetzij in de praktijk, hetzij door extra- of permanente educatie.

c. Werkmethoden – Definities

c.1. Algemeenheden

Werkzaamheden op afstand > D_L: methode voor het uitvoeren van werkzaamheden onder spanning waarbij de persoon op een gegeven afstand van de blanke delen onder spanning blijft en zijn werk met behulp van aangepaste isolerende werkmiddelen uitvoert.

Werkzaamheden met contact: methode voor het uitvoeren van werkzaamheden onder spanning waarbij de persoon, van wie de handen elektrisch beschermd zijn door isolerende handschoenen en eventueel ook door isolerende armbeschermers, bij de uitvoering van zijn werk in rechtstreeks mechanisch contact is met de blanke delen onder spanning.

Werkzaamheden op hetzelfde potentiaal: methode voor het uitvoeren van werkzaamheden onder spanning waarbij de persoon in elektrisch contact met de actieve delen komt, na op hetzelfde potentiaal te zijn gebracht en geïsoleerd te zijn ten opzichte van zijn omgeving.

c.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

Voor wat betreft de definitie van «werkzaamheden met contact» sluit het gebruik van isolerende handschoenen het gebruik niet uit van isolerend of geïsoleerd handgereedschap en gepaste isolatie t.o.v. de omgeving.

c.3. Bij hoogspanning

De definitie van «werkzaamheden met contact» sluit de toepassing van de voorschriften in *onderafdeling 9.3.3.2.* niet uit.

d. Arbeidsmiddelen, collectieve en persoonlijke beschermingsmiddelen

Aanvullend op *onderafdeling 9.3.2.1.* moeten de karakteristieken, de aanwending, de opslag, het onderhoud, het vervoer en de controles van de arbeidsmiddelen en uitrustingen voor werkzaamheden onder spanning worden gespecificeerd.

e. Omgevingsomstandigheden

e.1. Algemeenheden

In het geval van ongunstige weersomstandigheden of omgevingsomstandigheden moeten de werkzaamheden onder spanning aan beperkingen worden onderworpen.

Wanneer de omstandigheden een stopzetting van de werkzaamheden vereisen, moet het personeel de installatie en de isolerende en geïsoleerde inrichtingen in beveiligde toestand achterlaten.

e.2. Bij hoogspanning

Vooraleer de werkzaamheden op hoogspanning worden hervat, moeten de gebruikte arbeidsmiddelen desgevallend volgens de instructies van de fabrikant worden behandeld.

f. Specifieke eisen voor installaties op zeer lage spanning

Werkzaamheden aan ZLVS-installaties (waarvan de spanning de waarden van de tabel van *4.2.2.1.h.* niet overschrijdt) mogen zonder beschermingsmaatregelen tegen rechtstreekse aanraking worden uitgevoerd. Gepaste maatregelen moeten genomen worden tegen risico's van kortsluitingen. In het geval van andere vormen van ZLS moeten de voorschriften van *punt g.* hieronder vermeld worden toegepast.

g. Bijkomende eisen voor installaties op laagspanning en op zeer lage spanning

Buiten de bijzondere voorschriften die voor specifieke installaties op laagspanning en op zeer lage spanning kunnen van kracht zijn, dienen de volgende algemene voorschriften, in functie van het risico, in acht te worden genomen:
- gebruik van gepaste collectieve beschermingsmiddelen;
- toepassen van bijkomende isolatie en/of aanwending van geïsoleerde gereedschappen;
- aanwending van individuele beschermingsmiddelen (handschoenen, gelaatsscherm).

h. Bijkomende eisen voor hoogspanningsinstallaties

Het onder spanning werken in hoogspanningsinstallaties is enkel toegestaan mits het in acht nemen van specifieke procedures.

Alle gekozen methoden en gereedschappen moeten worden gecontroleerd op hun geschiktheid voor de installatie waaraan wordt gewerkt. Diëlektrische en mechanische eigenschappen moeten worden gekozen aan de hand van hun specificatie of de desbetreffende norm, waarbij ook rekening wordt gehouden met de fysieke factoren van de werkzone.

Als de omvang van de werkzone de persoon aangeduid als werkverantwoordelijke niet toelaat een totale supervisie te verzekeren, moet hij een persoon aanduiden die hem helpt bij zijn werkzaamheden.

i. Aanvullende voorschriften voor installaties in explosieve atmosferen

De werkzaamheden onder spanning zijn verboden.

Een risicobeoordeling moet bepalen of een uitzondering kan worden toegestaan:
- voor werkzaamheden aan intrinsieke veilige stroombanen;
- binnen de werkzone wanneer door testen wordt gewaarborgd dat er geen explosiegevaar aanwezig is.

Het openen van toestellen (bv. voor het vervangen van lampen, metingen…) is onderworpen aan de eisen opgelegd in de gebruiksaanwijzing van de fabrikant.

Alle werkzaamheden met warmteontwikkeling moeten het onderwerp uitmaken van een specifieke werkprocedure.

j. Specifieke werkzaamheden onder spanning

Werkzaamheden zoals reiniging, besproeiing, of het verwijderen van ijsafzettingen op isolatoren moeten in specifieke werkinstructies worden omschreven. Dergelijke werkzaamheden moeten worden uitgevoerd door of gewaarschuwde (BA4) of vakbekwame (BA5) personen.

De reinigingswerkzaamheden onder spanning van elektrische installaties moeten worden uitgevoerd met naleving van de volgende voorschriften:
- de gebruikskenmerken van de arbeidsmiddelen, gebruikt bij de verstuiving van de reinigingsvloeistof (natte reiniging), alsook deze van de stofzuiginstallatie (droge reiniging) alsook deze van de vloeistof zelf worden bepaald door de nominale spanning U_n van de stroombanen waaraan wordt gewerkt;
- de gebruikskenmerken (isolatieniveau, kruipstroom, vochtigheid, doorslagspanning...) van de onder het eerste streepje vermelde arbeidsmiddelen moeten worden gestaafd aan de hand van een beproevingsverslag afgeleverd door een voor deze toepassing geaccrediteerd laboratorium;
- de afmetingen van zowel het spuitstuk (natte reiniging) als het opzuigstuk (droge reiniging) zijn zo gekozen dat tijdens de werkzaamheden hun handvatten nooit voorbij het initieel vlak van de (eventueel verwijderde) afschermingsinrichtingen van de actieve delen blijven;
- de reinigingsvloeistof is noch ontvlambaar noch schadelijk voor de werknemers;
- de reinigingswerkzaamheden mogen enkel uitgevoerd worden door een gewaarschuwde (BA4) of vakbekwaam (BA5) persoon in aanwezigheid van een andere vakbekwame persoon (BA5) zoals omschreven in *afdeling 2.10.11.* Deze personen hebben een praktijkgerichte opleiding genoten die op de aan deze werkzaamheden verbonden risico's is afgestemd;
- bij aanwezigheid van niet-afgeschermde borden (IP van minstens XX-A) onder spanning dient de met de reinigingswerkzaamheden belaste persoon een elektrische isolerende werkkledij te dragen;
- maatregelen moeten worden genomen opdat de reinigingsvloeistof zich niet met water kan verzadigen en opdat het condensatiewater niet kan worden weggeslingerd;
- de reinigingsvloeistof mag geen componenten bevatten die de isolatiematerialen van de elektrische apparatuur kunnen aantasten.

Onderafdeling 9.3.4.4. Werkzaamheden in de nabijheid van delen onder spanning

a. Algemeenheden

Werkzaamheden in de nabijheid van delen onder spanning mogen, wanneer de nominale spanning meer dan die van de ZLS bedraagt, alleen worden uitgevoerd wanneer de genomen veiligheidsmaatregelen de zekerheid bieden dat de delen onder spanning niet kunnen worden aangeraakt of dat de zone onder spanning niet kan worden bereikt.

De waarden van de afstanden D_V, die de buitengrens van de nabijheidszone aangeven, zijn opgenomen in *tabel 2.22.* in *afdeling 2.11.1.*

Om de elektrische risico's in de nabijheid van delen onder spanning te beheersen, moet de beveiliging worden verzekerd door middel van omhullingen, of door hindernissen. Wanneer deze maatregelen niet kunnen worden getroffen, moet de bescherming worden verzekerd door het behoud van een minimale werkafstand ten opzichte van de niet-geïsoleerde delen onder spanning die niet minder dan D_L mag bedragen en door, indien nodig, in een aangepast toezicht te voorzien.

Voordat met de werkzaamheden wordt begonnen, moet de werkverantwoordelijke het personeel, vooral zij die niet vertrouwd zijn met het werken in de nabijheid van actieve delen, instrueren over het aanhouden van veilige afstanden, over de getroffen veiligheidsmaatregelen en over de noodzaak van veiligheidsbewust gedrag. De grens van de werkplek moet nauwkeurig zijn aangegeven, en er moet aandacht worden geschonken aan bijzonderheden en ongewone omstandigheden.

Deze aanwijzingen moeten regelmatig of wanneer de werkomstandigheden zijn gewijzigd worden herhaald.

b. Beveiliging door middel van omhullingen of hindernissen

Wanneer deze beschermingsinrichtingen worden geïnstalleerd binnen de zone onder spanning, moeten ze van isolerend materiaal zijn en moeten de gepaste procedures voor hetzij werken buiten spanning, hetzij werken onder spanning worden toegepast.

Wanneer deze beschermingsinrichtingen worden geïnstalleerd buiten de zone onder spanning, moet hiervoor de procedure voor werken buiten spanning worden toegepast, ofwel gebruik gemaakt worden van middelen die verhinderen dat het personeel, dat de beschermingsmiddelen aanbrengt de zone onder spanning binnendringt, zo niet moeten de procedures voor werken onder spanning worden toegepast.

c. Bescherming door behoud van een veilige werkafstand

Wanneer de bescherming door behoud van een veilige werkafstand wordt gebruikt, moet deze werkmethode ten minste de volgende drie punten omvatten:
- de in acht te nemen afstand die niet minder dan D_L mag bedragen, daarbij rekening houdend met de aard van de werkzaamheden en de nominale spanning van de elektrische installatie;
- de te hanteren criteria voor de aanduiding van het personeel dat instaat om deze werkzaamheden uit te voeren;
- de procedures die tijdens de werkzaamheden moeten worden gevolgd om het binnendringen in de zone onder spanning te vermijden.

Indien nodig is een aangepast toezicht te voorzien.

d. Aanvullende voorschriften voor installaties in explosieve atmosferen

De werkzaamheden in de nabijheid van onder spanning staande actieve delen zijn verboden.

Een risicobeoordeling moet bepalen of een uitzondering kan worden toegestaan:
- voor werkzaamheden aan intrinsieke veilige stroombanen;
- binnen de werkzone wanneer door testen wordt gewaarborgd dat er geen explosiegevaar aanwezig is.

Het openen van toestellen (bij voorbeeld voor het vervangen van lampen, metingen…) is onderworpen aan de eisen opgelegd in de gebruiksaanwijzing van de fabrikant.

Alle werkzaamheden met warmteontwikkeling moeten het onderwerp uitmaken van een specifieke werkprocedure.

e. Niet-elektrische werkzaamheden uitgevoerd door niet-elektriciens

Bij niet-elektrische werkzaamheden, zoals:
- bouwwerken;
- stellingbouw;
- installatie en gebruik van hijstoestellen, bouwmachines, hoogwerkers en brandweerladders;
- installatiewerkzaamheden;
- transportwerkzaamheden;
- schilder- en renovatiewerkzaamheden;
- installatie van andere uitrustingen en bouwuitrustingen,

moeten de afstanden voorgeschreven in *tabel 2.22.* in *afdeling 2.11.1.* en in *onderafdeling 2.4.1.1.* m.b.t. het genaakbaarheidsgabarit nageleefd worden.

Bij de bepaling van de afstand moet rekening worden gehouden met:
- de spanning van het net;
- de aard van de werkzaamheden;
- de te gebruiken uitrustingen;
- het feit dat de betrokken personen gewone personen zijn.

In het geval van luchtlijnen moet men rekening houden met alle mogelijke bewegingen van de lijnen en met alle mogelijke verschuivingen, verplaatsingen, schommelingen, zwaai- of valbewegingen van de toestellen die voor de uitvoering van het werk worden gebruikt.

Afdeling 9.3.5. Onderhoudswerkzaamheden

Onderafdeling 9.3.5.1. Algemeenheden

Het doel van het onderhoud bestaat erin om de elektrische installatie in een goede werkingsstaat te houden. Het onderhoud kan bestaan uit een «preventief onderhoud» dat systematisch uitgevoerd wordt om defecten te voorkomen, of uit een «correctief onderhoud» dat uitgevoerd wordt om defecte onderdelen te herstellen of te vervangen.

Er bestaan twee types van onderhoudswerkzaamheden:
- werkzaamheden tijdens welke de veiligheid van het onderhoudspersoneel in gevaar komt, hetgeen de toepassing van de werkprocedure beschreven in *afdeling 9.3.4.* vereist;
- werkzaamheden waarbij het ontwerp van de uitrusting de mogelijkheid biedt om een veilig onderhoud uit te voeren volgens de werkprocedures beschreven in *onderafdeling 9.3.5.4.* (bijvoorbeeld, de vervanging van smeltveiligheden of lampen).

Onderafdeling 9.3.5.2. Personeel

Alle onderhoudswerkzaamheden moeten vóór hun uitvoering zijn onderworpen aan het akkoord van de installatieverantwoordelijke.

Wanneer er onderhoudswerkzaamheden op een elektrische installatie worden uitgevoerd:
- moet het betrokken gedeelte van de installatie duidelijk worden gedefinieerd;
- moet er een persoon als verantwoordelijke voor het onderhoud worden aangeduid.

Waar noodzakelijk moeten de voorschriften voor werkzaamheden buiten spanning, werkzaamheden onder spanning of werkzaamheden in de nabijheid van delen onder spanning worden toegepast.

Het onderhoudspersoneel dat de werken uitvoert moet uit gewaarschuwde (BA4) of vakbekwame (BA5) personen bestaan. Alle collectieve en persoonlijke beschermingsmiddelen, alsook alle arbeidsmiddelen (aangepaste werkkledij, meetapparaten...) moeten voor die aanwending geschikt zijn.

Alle veiligheidsmaatregelen moeten worden getroffen, met inbegrip van maatregelen die voor de bescherming van personen en goederen noodzakelijk zijn.

Onderafdeling 9.3.5.3. Herstellingswerkzaamheden

Herstellingswerkzaamheden kunnen ondermeer uit de volgende fases bestaan:
- het opsporen en lokaliseren van het defect;
- verhelpen van defecten en/of vervanging van componenten;
- opnieuw in dienst stellen van het herstelde gedeelte van de installatie.

Het kan nodig blijken om tijdens elke fase verschillende werkprocedures toe te passen.

Er moeten specifieke werkprocedures worden toegepast bij het opsporen en lokaliseren van defecten op een installatie onder spanning of via het toepassen van proefspanningen die gesteund zijn op de werkprocedures beschreven in *afdeling 9.3.4.*

Het verhelpen van defecten moet uitgevoerd worden in overeenstemming met de werkprocedures beschreven in *afdeling 9.3.4.*

Er moeten aangepaste proefnemingen en regelingen worden uitgevoerd om te verzekeren dat de herstelde gedeelten van de installatie geschikt zijn om opnieuw onder spanning te worden gebracht.

Onderafdeling 9.3.5.4. Vervangingswerkzaamheden

a. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

a.1. Vervanging van smeltveiligheden

Normalerwijze moet de vervanging van smeltveiligheden buiten spanning worden uitgevoerd.

Indien smeltveiligheden zodanig bevestigd zijn dat personen beschermd zijn tegen rechtstreekse aanrakingen en dat kortsluitingen vermeden worden, kan de vervanging worden uitgevoerd door een gewone persoon en zonder de afwezigheid van spanning te verifiëren.

a.2. Vervanging van lampen en toebehoren

Normalerwijze moet de vervanging van lampen en demonteerbare toebehoren, (bijvoorbeeld starters) buiten spanning worden uitgevoerd.

De vervanging van niet-demonteerbare toebehoren moet overeenkomstig de werkprocedures beschreven in *afdeling 9.3.4.* worden uitgevoerd. Men moet zich ervan vergewissen dat de gebruikte vervangingsdelen geschikt zijn om in de betrokken uitrustingen te worden aangewend.

b. Bij hoogspanning

b.1. Vervanging van smeltveiligheden

De vervanging van smeltveiligheden moet buiten spanning worden uitgevoerd door een vakbekwame persoon (BA5), volgens de werkprocedures beschreven in *afdeling 9.3.4.*

b.2. Vervanging van toebehoren

Normalerwijze moet de vervanging van demonteerbare toebehoren buiten spanning worden uitgevoerd, volgens de werkprocedures beschreven in *onderafdeling 9.3.5.3.* De vervanging van niet-demonteerbare toebehoren moet overeenkomstig de werkprocedures beschreven in *afdeling 9.3.4.* worden uitgevoerd. Men moet zich ervan vergewissen dat de gebruikte vervangingsdelen geschikt zijn om in de betrokken uitrustingen te worden aangewend.

Onderafdeling 9.3.5.5. Tijdelijke onderbreking

In het geval van een tijdelijke onderbreking van de onderhouds- of herstellingswerkzaamheden moet de persoon die als werkverantwoordelijke werd aangeduid, alle nodige maatregelen treffen om de toegang tot niet-geïsoleerde delen onder spanning te beletten en elke niet-geoorloofde schakeling op de elektrische installatie te voorkomen.

Indien nodig, moet de persoon die als verantwoordelijke voor de elektrische installatie werd aangeduid, hiervan in kennis worden gesteld.

Onderafdeling 9.3.5.6. Einde van de onderhouds- of herstellingswerkzaamheden

Aan het einde van de onderhouds- of herstellingswerkzaamheden moet de persoon die als verantwoordelijke voor het onderhoud werd aangeduid, de installatie opnieuw ter beschikking stellen van de persoon die als verantwoordelijke voor de installatie werd aangeduid en deze laatste via een bericht in kennis stellen van de toestand waarin zij zich bij de overdracht bevindt.

Afdeling 9.3.6. Bijzondere voorzorgsmaatregelen

Onderafdeling 9.3.6.1. Werken in de nabijheid van luchtlijnen en ondergrondse kabels

a. Te nemen voorzorgsmaatregelen bij werken in de nabijheidszone van luchtlijnen

Werkzaamheden uitgevoerd in de nabijheidszone van een luchtlijn met «blanke of daarmee gelijkgestelde geleiders» zijn onderworpen aan de voorschriften van de *afdelingen 9.3.1.* tot *9.3.5.* en aan het verkrijgen van voorafgaandelijke schriftelijke machtiging van de beheerder van de lijn die de aanvrager inlicht omtrent de specifieke risico's en eventueel te nemen veiligheidsmaatregelen.

Daarenboven dient rekening gehouden te worden met de meest ongunstige stand van de lijn bij de bepaling van de nabijheidszone.

b. Te nemen voorzorgsmaatregelen bij werken in de nabijheid van ondergrondse elektrische kabels

b.1. Principe

Geen enkel grondwerk, bestrating of ander werk mag in de omgeving van een ondergrondse elektrische kabel uitgevoerd worden zonder voorafgaand de eigenaar van de grond, de overheid die de eventueel gebruikte openbare weg beheert en de beheerder van de kabel te raadplegen. Het al dan niet aanwezig zijn van merktekens, zoals voorzien in *punt d* van *onderafdeling 5.2.10.2.* en in *afdeling 9.1.4.*, geeft geen vrijstelling van deze raadpleging.

Afgezien van deze raadpleging mag met de uitvoering van een werk slechts begonnen worden na lokalisatie van de kabels.

b.2. Spoedgevallen

De schikkingen van *punt b.1.*, eerste lid, zijn niet van toepassing indien de bestendigheid van de dienst een dringende uitvoering van de werken vereist. Indien de raadpleging niet is kunnen doorgaan mag men de werken niet aanvatten alvorens de ligging van de kabels bepaald is.

b.3. Gebruik van machines en mechanisch gereedschap voor grondwerk

Zonder dat de aannemer en de beheerder van de kabel voorafgaand overeengekomen zijn over de in acht te nemen voorwaarden mag men geen gebruik maken van machines of mechanisch gereedschap in een zone tussen twee verticale vlakken op een afstand van 50 cm aan weerszijden van de kabel.

Onderafdeling 9.3.6.2. Kennisgeving van de uitvoering van een werk voor aanleg van lijnen of kabels

De uitvoering van een werk tot aanleg, onderhoud, herstelling, vernieuwing of opruiming van elektrische energielijnen wordt afhankelijk gesteld van het bezorgen door de uitbater van de elektrische energielijn van een bericht met kracht van bewijs dat ten minste tien werkdagen op voorhand de aanvang van de werken meedeelt:

1. aan de bevoegde conducteur van Bruggen en Wegen, wanneer gebruik gemaakt wordt van door de Staat beheerde land- of waterwegen;
2. aan de sectieoverste van het betrokken baanvak, wanneer elektrische energielijnen aangelegd worden langs of kruisend met de sporen van een spoorweg met breedspoor;
3. aan de groepsoverste van de buurtspoorweglijn, wanneer de elektrische energielijnen aangelegd worden langs of kruisend met de sporen van een buurtspoorweg;
4. aan de uitbater van een tramweg, wanneer de elektrische energielijnen aangelegd worden langs of kruisend met de sporen van die tramweg;
5. aan de uitbater van een trolleybus, wanneer de elektrische energielijnen aangelegd worden langs of kruisend met de elektrische uitrusting van die trolleybus;
6. aan de sociale zetel van de Maatschappijen voor Intergemeentelijk Vervoer indien de energielijnen aangelegd worden langs hun installaties of deze kruisen;
7. aan de bevoegde wegencommissaris wanneer gebruik gemaakt wordt van door een provincie beheerde land- of waterwegen;
8. aan de betrokken gemeentebesturen, zowel wanneer gebruik gemaakt wordt van door de Staat, de provincies als door de gemeenten beheerde wegen;
9. aan de uitbaters van elektriciteits-, water- of gasdistributie, aan de concessiehoudende vennootschappen van waterwegen en aan de houders van wegvergunningen, wanneer de lijnen in de nabijheid van hun installaties liggen; een andere vorm van gemeenschappelijk overleg tussen de vergunninghouders mag deze verplichting mits gezamenlijk akkoord vervangen.

In de gevallen 2. en 3. mogen de werken echter pas na het verkrijgen van de machtiging van deze overste uitgevoerd worden.

Deze onderafdeling heeft geen betrekking op de werken die geenszins het verkeer kunnen hinderen of enige storing aan de bestaande installaties op of onder de weg kunnen veroorzaken.

Herstellingswerken, die werkelijk van dringende aard zijn, mogen zonder verwijl begonnen worden voor zover het nodige gedaan wordt om de betrokkenen vermeld onder 2. tot 6. te verwittigen. De eerstvolgende werkdag moet hiervan door een bericht, dat kracht van bewijs heeft, kennisgeving of bevestiging gegeven worden aan de belanghebbende vermeld onder 1. tot 9.

Kennisgeving van de uitvoering van een werk, dat schade kan veroorzaken aan, of storing verwekken in de werking van telecommunicatielijnen afhangende van het Ministerie van Landsverdediging, van het Ministerie van Openbare Werken, van de operatoren van het openbaar telecommunicatienetwerk, van de Nationale Maatschappij van Buurtspoorwegen, van de Belgische Spoorwegen, van de Maatschappijen voor Intergemeentelijk Vervoer of van de Spoorwegmaatschappijen met vergunning, wordt in de vorm van een schriftelijk bericht opgemaakt om de aanvang van de werken minstens 10 werkdagen op voorhand kenbaar te maken.

Met dit bericht, dat kracht van bewijs heeft, wordt, naargelang het geval, ingelicht:

1. de bevoegde ambtenaar van het Ministerie van Landsverdediging;
2. de bevoegde ambtenaar van het Ministerie van Openbare Werken;
3. de betrokken dienst van de netten van de Regie van Telegrafie en Telefonie;
4. de sectieoverste van de betrokken spoorwegsectie;
5. de groepsoverste van de buurtspoorweglijn;
6. de overste van de Maatschappij voor Intergemeentelijk Vervoer.

Voor de herstellingswerken van uitzonderlijk dringende aard, mag de termijn van tien werkdagen verkort worden in de mate dat deze verkorting verenigbaar is met de noden van de dienst van het Ministerie van Landsverdediging, van het Ministerie van Openbare Werken, van de operatoren van het openbaar telecommunicatienetwerk, van de Belgische Spoorwegen, van de Nationale Maatschappij van Buurtspoorwegen, van de Maatschappijen voor Intergemeentelijk Vervoer of van de Spoorwegmaatschappijen met vergunning.

De werken mogen echter slechts aangevat worden mits toelating van de vertegenwoordiger van de betrokken dienst.

Onderafdeling 9.3.6.3. Uitvoeringswijzen van een werk voor aanleg van lijnen of kabels

De werken mogen uitgevoerd worden mits vrijwaring van de openbare veiligheid en volgens de regels van goed vakmanschap.

Elk begonnen werk wordt zo snel mogelijk voortgezet, zelfs 's nachts in geval van gerechtvaardigde dringendheid, op eenvoudig schriftelijk verzoek, uitgaande naargelang van het geval, van de afgevaardigde van het betrokken bestuur, van het Ministerie van Landsverdediging, van het Ministerie van Openbare Werken, van de operatoren van het openbaar telecommunicatienetwerk, van de Belgische Spoorwegen, van de Nationale Maatschappij van Buurtspoorwegen, van de Maatschappijen voor Intergemeentelijk Vervoer, van de Spoorwegmaatschappijen met vergunning, of van de betrokken, behoorlijk gemachtigde concessiehouder.

De werken moeten derwijze uitgevoerd worden, dat ze de normale werking van de openbare diensten niet in gevaar brengen en de schade of hinder voor het verkeer, de scheepvaart en de vrije waterafvoer tot een minimum herleiden.

Hieromtrent wordt uitdrukkelijk het volgende bepaald:

1. De sleuven moeten derwijze gegraven worden dat de uitgraving of het uitgegraven materiaal een zo klein mogelijke terreinoppervlakte inneemt. Bij sleuven dwars door een weg of door de aanhorigheden van een bevaarbare waterweg, geschiedt het graven, onmiddellijk gevolgd door aanvulling, in tweemaal zodat de weg of de trekweg op de helft van de breedte vrij blijft zolang de werken duren.

2. Naarmate de werken vorderen moeten de sleuven aangevuld worden in lagen van ten hoogste 10 cm dikte, die worden aangedamd om elke latere inzakking van de grond te voorkomen.

3. De uitgegraven grond en materialen, die niet opnieuw worden verwerkt, moeten zo snel mogelijk buiten de aanhorigheden van de weg of de bevaarbare waterweg gevoerd worden, overeenkomstig de voorschriften die zullen gegeven worden door de afgevaardigde van de overheid die het beheer van de gebruikte weg in zijn bevoegdheid heeft.

4. De gedeelten van de rijweg, voetpad of ieder ander kunstwerk, die opgebroken werden voor de uitvoering van de installaties, moeten in hun oorspronkelijke staat hersteld en opnieuw aangelegd worden met de opgebroken materialen voor zover deze tot wederverwerking geschikt worden bevonden. Alvorens die bouwstoffen opnieuw te gebruiken worden ze met zorg schoon gemaakt en zo nodig wordt het tekort aangevuld met nieuwe materialen van dezelfde soort, hoedanigheid en afmetingen als de opgebroken materialen.

   Bij bestrating moeten de keien desnoods herkapt worden. De te herstellen gedeelten van de wegverharding moeten derwijze uitgevoerd worden dat hun bovenvlak volkomen aansluit met dat van de aanliggende gedeelten. In het algemeen worden de bestratingen herlegd op een laag nieuwe zand van 10 cm dikte na aandamming en afgedekt met een 2 cm dikke laag nieuw zand.

5. Er moeten achtereenvolgende herstellingswerken uitgevoerd worden, nodig om de opgebroken gedeelten op hun normaal profiel te houden totdat de grond volkomen vast ligt.

   Bij gebruik van de land- of waterwegen worden de herstellingen, indien het bestuur het nuttig acht en nadat de uitbater van de elektrische energielijn werd gehoord, door de aannemer van het onderhoud van de land- of waterwegen uitgevoerd overeenkomstig de bepalingen en voorwaarden van zijn overeenkomst. De kosten van die werken worden hem door de uitbater van de elektrische energielijn betaald op voorlegging van de opmetings- en begrotingsstaat van de uitgevoerde werken, opgemaakt door de conducteur van Bruggen en Wegen van het gebied, de wegencommissaris of de conducteur van de werken van het betrokken gemeentebestuur. In dit geval wordt de uitbater van de elektrische energielijn er van verwittigd op welke dag de werken worden begonnen.

6. Het snoeien en vellen van bomen van het openbaar domein, nodig voor het aanleggen of behouden van een bovengrondse elektrische energielijn en waartoe door de bevoegde besturen machtiging verleend werd, moet volgens de door die besturen opgelegde modaliteiten uitgevoerd worden. De kosten vallen ten laste van de uitbater van de elektrische energielijn, van wie kan geëist worden dat hij eerst de voor het dekken van de kosten nodig geoordeelde som stort en die kan verplicht worden tot het betalen van een vergoeding.

   De betrokken bevoegde besturen mogen evenwel aan de uitbater van de elektrische energielijn toelating verlenen om onder hun toezicht en volgens hun aanduidingen het snoeien of het vellen zelf uit te voeren.

7. Ter hoogte van de land- en waterwegen moeten bouw- en stapelplaatsen overdag aangeduid en 's

nachts verlicht worden. De daartoe benuttigde aanduidingen en inrichtingen zijn deze voorgeschreven door het van kracht zijnde verkeersreglement.

Onderafdeling 9.3.6.4. Controle van een werk voor aanleg van lijnen of kabels

Wanneer het personeel belast met het toezicht over de elektrische installaties zulks van hem vordert, moet de uitbater van een elektrische energielijn, op eigen kosten, in bijzijn van de afgevaardigden van de betrokken besturen of van de behoorlijk gemachtigde concessiehouders, alle nodige maatregelen treffen voor het nazicht van de opgelegde voorwaarden of, indien deze afgevaardigden het vragen, kosteloos de instrumenten, waarmede zij zelf dat nazicht kunnen doen, te hunner beschikking stellen.

Onderafdeling 9.3.6.5. Tijdelijke voorzorgen bij aanleg van lijnen of kabels

Indien de aanwezigheid van een onder spanning zijnde elektrische energielijn in een openbaar domein een gevaar oplevert voor het uitvoeren van werkzaamheden, ondernomen in de nabijheidszone zoals gedefinieerd in *de afdelingen 9.3.1.* tot *9.3.5.* en/of wanneer het risico bestaat dat de nabijheidszone binnengedrongen wordt, is de beheerder van de elektrische energielijn er toe gehouden aangepaste maatregelen te nemen en/of voor te schrijven zoals:
- het tijdelijk wegnemen van de betrokken elektrische energielijn;
- het tijdelijk buiten spanning zetten van deze;
- het plaatsen van beveiligingsschermen;
- de toegang tot de zone onder spanning onmogelijk maken of laten maken;
- alle andere middelen die hij nodig acht.

Na het indienen van een gemotiveerde aanvraag aan de beheerder van de elektrische energielijn worden in gemeenschappelijk akkoord het tijdstip en de noodzakelijke duur voor de uitvoering van de werkzaamheden vastgelegd.

Hoofdstuk 9.4. Signalisatieborden

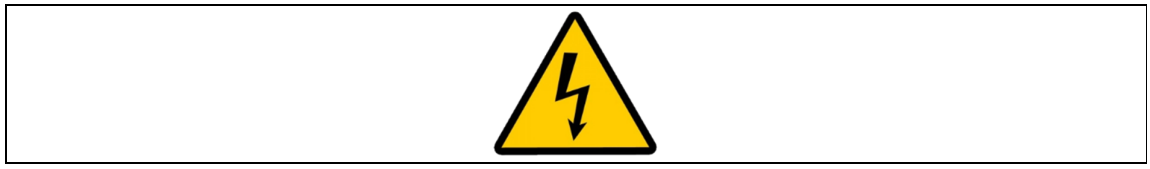
Afdeling 9.4.1. Waarschuwingsborden tegen de gevaren van elektrische installaties

Een of meer waarschuwingsborden moeten aanduiden:
- de niet-gesloten ruimten van de elektrische dienst;
- de gesloten ruimten van de elektrische dienst;
- de elektrische installaties, machines, toestellen en leidingen op laagspanning en op zeer lage spanning die, buiten beide voormelde gevallen, niet volledig beschermd zijn tegen rechtstreekse aanraking;
- de elektrische schakel- en verdeelinrichtingen, machines, toestellen en leidingen op hoogspanning die zich in gewone ruimten bevinden.

Een dergelijk waarschuwingsbord is echter niet verplicht voor de elektrische boven- en ondergrondse lijnen en hun toebehoren.

De waarschuwingsborden moeten de vorm hebben van een op één zijde geplaatste gelijkzijdige driehoek. Zij zijn afgeboord met een zwarte band en dragen in het midden een zwart bliksemteken op een gele achtergrond conform de door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen.

Figuur 9.1. Waarschuwingsbord



Afdeling 9.4.2. Verbodsborden

Een verbodsbord moet aangebracht worden op zekere elektrische toestellen, machines en leidingen waarvan de aanraking of de benadering gevaarlijk kan zijn of op de deuren die toegang verstrekken tot zulk materieel, zelfs indien een dergelijk gevaar niet onmiddellijk blijkt (bv. condensatoren die geladen blijven na de uitschakeling van het net, op afstand bediende installaties...).

De verbodsborden moeten rond zijn en bevatten op de boord en in diagonaal een rode band en in het midden op witte achtergrond het zwarte symbool bestaande uit een lijnstuk, dat een deel onder

spanning voorstelt, een bliksemteken en het schaduwbeeld van een mens, conform de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen.

Figuur 9.2. Verbodsbord

Voor wat betreft hoogspanningsluchtlijnen: zie ook onderafdeling *7.1.8.1.*

Afdeling 9.4.3. Inlichtingenborden

In de agglomeraties worden in voldoende aantal andere bijkomende borden voorzien op sommige hoogspanningsinstallaties, zoals de omvormingsposten, waarbij hun aanduiding ten minste het volledig telefoonnummer van de netbeheerder bevat.

Voor wat betreft hoogspanningsluchtlijnen: zie ook onderafdeling *7.1.8.2.*

Afdeling 9.4.4. Plaatsing en afmetingen van de signalisatieborden

De plaats en de afmetingen van deze borden moeten worden gekozen rekening houdend enerzijds met de afmetingen van de elektrische installaties, de machines, de toestellen en de leidingen waarop zij geplaatst worden en anderzijds met de afstand waarop zij gewoonlijk worden waargenomen.

Hoofdstuk 9.5. Verbodsbepalingen

Met uitzondering van de gevallen vermeld in *afdelingen 9.3.1.* tot *9.3.5.* is het verboden:
- de beveiliging tegen elektrische schokken bij rechtstreekse en onrechtstreekse aanraking weg te nemen, te beschadigen of te vernietigen;
- de actieve delen onder spanning van het elektrisch materieel zonder reden aan te raken, met uitzondering voor het materieel werkend op een zeer lage veiligheidsspanning waarvan de spanning kleiner dan of gelijk is aan deze vermeld in *punt h.* van *onderafdeling 4.2.2.1.*;
- ieder systeem voor bescherming van de elektrische installatie weg te nemen, te beschadigen of te vernietigen.

Gezien om gevoegd te worden bij ons besluit van tot vaststelling van Boek 1 betreffende de elektrische installaties op laagspanning en op zeer lage spanning, Boek 2 betreffende de elektrische installaties op hoogspanning en Boek 3 betreffende de installaties voor transmissie en distributie van elektrische energie.

Van Koningswege:
De Minister van Energie,

M. C. MARGHEM

De Minister van Werk,

W. BEKE