

**C2/112**

**TECHNISCHE VOORSCHRIFTEN  
VOOR AANSLUITING  
OP HET HS-DISTRIBUTIENET**

uitgave 25.03.2015



## DEEL 1 – ALGEMEENHEDEN EN TECHNISCHE VOORSCHRIFTEN

<b>1</b>	<b>ALGEMEEN</b>	<b>9</b>
1.1	BESCHRIJVING VAN DIT VOORSCHRIFT	9
1.2	DOEL VAN DIT VOORSCHRIFT	10
1.3	TOEPASSINGSGEBIED	11
1.4	VEILIGHEIDSVORSCHRIFTEN	12
1.5	AANVULLENDE VOORSCHRIFTEN VAN DE DNB	13
1.6	REFERENTIEDOCUMENTEN	13
<b>2</b>	<b>FASES BIJ AANSLUITING VAN EEN CABINE VAN DE DNG</b>	<b>15</b>
2.1	FASE 1: ORIËTERENDE STUDIE EN VOORONTWERP VAN EEN NIEUWE AANSLUITING OF VAN EEN AANPASSING VAN EEN AANSLUITING	15
2.2	FASE 2: DETAILSTUDIE EN ONTWERP VAN AANSLUITING	16
2.3	FASE 3: OPMAAK VAN HET TECHNISCH DOSSIER	17
2.4	FASE 4: GOEDKEURING VAN HET TECHNISCH DOSSIER	18
2.5	FASE 5: UITVOERING VAN DE INSTALLATIE	18
2.6	FASE 6: CONFORMITEIT MET HET AREI	18
2.7	FASE 7: GOEDKEURING VAN DE DNB	18
2.8	FASE 8: AANVULLENDE STAPPEN VOOR HET ONDER SPANNING BRENGEN	19
2.9	FASE 9: AANSLUITING EN ONDER SPANNING BRENGEN	19
2.10	FASEN 10 EN 11: EXPLOITATIE VAN DE CABINE	19
2.11	HERINDIENSTNEMING VAN EEN HS-INSTALLATIE	20
<b>3</b>	<b>FUNCTIE EN SAMENSTELLING VAN EEN CABINE</b>	<b>21</b>
3.1	FUNCTIE VAN DE CABINE	21
3.2	SAMENSTELLING VAN DE CABINE VAN DE DNG	21
3.3	SAMENSTELLING VAN DE DISTRIBUTIECABINE VAN DE DNB	23
3.4	CABINES MET MEERDERE DNG'S	24
3.5	OPBOUW VAN HET VOORSCHRIFT	25
<b>4</b>	<b>INPLANTING EN TOEGANG TOT DE CABINE</b>	<b>27</b>
4.1	INPLANTING VAN DE CABINE	27
4.2	TOEGANG TOT DE CABINE	27
4.3	UITZONDERINGEN	27
<b>5</b>	<b>GEBOUW</b>	<b>29</b>
5.1	INLEIDING	29
5.2	CLASSIFICATIE VAN HET LOKAAL	30
5.3	LOKAAL KLASSE BB00	30
5.4	LOKAAL KLASSE BB05	30
5.5	LOKAAL KLASSE BB10	31
5.6	LOKAAL KLASSE BB20	33
5.7	LOKAAL KLASSE BB30	34
5.8	LOKAAL KLASSE BB40	38
5.9	LOKAAL KLASSE BB50	38
5.10	SCHEMATISCHE VOORSTELLING VAN DE CLASSIFICATIE VAN EEN NIEUW LOKAAL VOLGENS ZIJN WEERSTAND TEGEN OVERDRUK	40
5.11	SCHEMATISCHE VOORSTELLING VAN DE CLASSIFICATIE VAN EEN BESTAAND LOKAAL VOLGENS ZIJN WEERSTAND TEGEN OVERDRUK	41
<b>6</b>	<b>FUNCTIONELE HS-EENHEDEN</b>	<b>43</b>
6.1	ALGEMEENHEDEN	43
6.2	FASEN VOOR DE CLASSIFICATIE EN DE ERKENNING VAN DE FU'S	43
6.3	CLASSIFICATIE VAN DE FU'S EN HUN INSTALLATIEVOORWAARDEN	45
6.4	SPANNINGSDETECTOREN	55
6.5	VOORSTELLING VAN DE FU'S	55
<b>7</b>	<b>INTERACTIE TUSSEN DE FU'S EN HET LOKAAL</b>	<b>57</b>
7.1	ALGEMEEN	57
7.2	COMBINATIES LOKAAL-MATERIAAL	57
7.3	HANDLEIDING VOOR HET GEBRUIK VAN DE FICHES	58

<b>8</b>	<b>TRANSFORMATOR.....</b>	<b>59</b>
8.1	ALGEMEEN.....	59
8.2	IN OLIE GEDOMPSELDE TRANSFORMATOREN.....	60
8.3	DROGE TRANSFORMATOREN.....	63
8.4	VERMOGEN.....	65
8.5	KOELING VAN DE IN OLIE GEDOMPSELDE TRANSFORMATOR .....	66
8.6	INPLANTING VAN DE TRANSFORMATOR VAN DE DNG OP ZIJN SITE .....	66
8.7	BEVEILIGING VAN DE TRANSFORMATOR TEGEN OVERSTROMEN.....	66
8.8	ROUTINETESTRAPPORTEN.....	67
8.9	RECUPERATIE VAN GEBRUIKTE TRANSFORMATOREN.....	67
<b>9</b>	<b>FUNCTIONELE MEETEENHEID HS .....</b>	<b>69</b>
9.1	ALGEMEEN.....	69
9.2	ALGEMENE CONSTRUCTIEVE EISEN.....	69
9.3	FUNCTIONELE MEETEENHEID VOOR DE FACTURATIEMETING .....	70
9.4	FUNCTIONELE MEETEENHEID VOOR DE SPANNINGSMETING.....	74
<b>10</b>	<b>KWH-METING.....</b>	<b>77</b>
10.1	ALGEMEEN.....	77
10.2	CONSTRUCTIEVE EISEN VAN DE METING OP LS .....	77
10.3	CONSTRUCTIEVE EISEN VAN DE METING OP HS.....	80
	.....	80
10.4	CONTROLE VAN DE MEETKRINGEN BIJ EEN METING OP HS .....	80
10.5	METERKAST.....	82
10.6	TELEMETING.....	83
10.7	IMPACT OP DE SIGNALLEN GEBRUIKT DOOR DE DNB.....	83
<b>11</b>	<b>KABELS EN TOEBEHOREN .....</b>	<b>85</b>
11.1	ALGEMEEN.....	85
11.2	HS-KABELS VOOR DE AANSLUITING MET HET NET VAN DE DNB .....	85
11.3	HS-KABELS VOOR AANSLUITING MET EEN INTERN HS-NET .....	88
11.4	HS-KABELS VOOR DE AANSLUITING VAN TRANSFORMATOREN.....	88
11.5	VERBINDING TUSSEN TRANSFORMATOR EN ZICHTBARE SCHEIDING .....	90
11.6	LS-KABELS VOOR DE HULPVOEDINGEN .....	94
<b>12</b>	<b>CONSTRUCTIE VAN HET LOKAAL EN ZIJN TOEGANG .....</b>	<b>95</b>
12.1	WEERSTAND VAN DE LOKAALWANDEN TEGEN OVERDRUK IN GEVAL VAN EEN INTERNE BOOG.....	95
12.2	AFMETINGEN VAN HET LOKAAL.....	95
12.3	BINNENINRICHTING VAN HET LOKAAL .....	98
12.4	DEUR(EN) VAN HET ELEKTRISCH LOKAAL.....	99
12.5	KABELDOORGANG VOOR ELEKTROGEENGROEP / MEETWAGEN.....	100
12.6	VENTILATIE .....	100
12.7	UITRUSTINGEN VOOR DE HULPVOEDINGEN.....	101
12.8	TOEGANGSWEG .....	102
12.9	CONSTRUCTIEVE EISEN VAN DE CABINE .....	102
12.10	CONSTRUCTIEVE EISEN VAN DE WERFCABINE .....	103
<b>13</b>	<b>BEVEILIGINGEN.....</b>	<b>105</b>
13.1	ALGEMEEN.....	105
13.2	TECHNOLOGIE VAN DE BEVEILIGINGSTOESTELLEN .....	105
13.3	TOEPASSING VAN DE BEVEILIGING TEGEN OVERSTROMEN EN AARDFOUTEN.....	110
13.4	MINIMUMSPANNINGSBEVEILIGING VAN HET DISTRIBUTIENET.....	117
13.5	AANVULLENDE BEVEILIGING VAN DE TRANSFORMATOR .....	118
<b>14</b>	<b>AARDING VAN CABINES.....</b>	<b>119</b>
14.1	ALGEMEEN.....	119
14.2	OVERZICHTSTABEL VAN DE LS- EN HS-AARDINGSSITUATIES.....	121
14.3	TECHNOLOGIE EN UITVOERING.....	124
<b>15</b>	<b>ZICHTBARE SCHEIDING OP LS .....</b>	<b>127</b>

15.1	ALGEMEEN.....	127
15.2	ZICHTBARE SCHEIDING VERMOGENSTOEPASSINGEN .....	127
15.3	ZICHTBARE SCHEIDING HULPVOEDINGEN .....	128
<b>16</b>	<b>HULPVOEDINGEN.....</b>	<b>129</b>
16.1	ALGEMEENHEDEN.....	129
16.2	OVERZICHT VERBRUIKERS GEVOED DOOR DE HULPVOEDINGEN .....	129
16.3	HULPVOEDINGEN OP 230V AC (AUX TYPE A) .....	131
16.4	HULPVOEDINGEN OP 24/48 V DC (AUX TYPE B) .....	134
16.5	GELIJKRICHTER MET BATTERIJEN .....	136
<b>17</b>	<b>SMART GRID.....</b>	<b>137</b>
17.1	DEFINITIE VAN SMART GRID .....	137
17.2	TOEPASSINGSGBIED .....	137
17.3	FILOSOFIE VAN DE SMART GRID READY CABINE.....	137
17.4	DE SMART GRID TECHNOLOGIEËN .....	137
<b>18</b>	<b>DNG RECHTSTREEKS AANGESLOTEN OP EEN TS.....</b>	<b>139</b>
18.1	ALGEMEENHEDEN EN DEFINITIES.....	139
18.2	AANSLUITSCHEMA'S EN EXPLOITATIEGRENZEN .....	139
18.3	EXPLOITATIEGRENZEN.....	141
18.4	METING.....	141
18.5	ELEKTRISCHE KARAKTERISTIEKEN VAN DE FU'S.....	142
18.6	KABELS EN TOEBEHOREN.....	142
18.7	BEVEILIGING .....	143
<b>19</b>	<b>DECENTRALE PRODUCTIE.....</b>	<b>145</b>
19.1	ALGEMEENHEDEN.....	145
19.2	DEFINITIES.....	145
19.3	TECHNISCH DOSSIER .....	145
19.4	METING VAN DE SPANNING VAN DE NETONTKOPPELBEVEILIGING.....	146
19.5	AANSLUITING VAN DE DNG .....	147
19.6	MAATREGELEN TER BEPERKING VAN HET KORTSLUITVERMOGEN.....	147
19.7	NETONTKOPPELBEVEILIGING.....	147
<b>20</b>	<b>NET-NOODVOEDING .....</b>	<b>149</b>
20.1	ALGEMEENHEDEN.....	149
20.2	NOODVOEDING VANUIT EEN NOODGENERATOR.....	149
20.3	TECHNISCH DOSSIER .....	149
20.4	CONTROLE TER PLAATSE .....	149
20.5	JAARLIJKSE CONTROLE .....	149
<b>21</b>	<b>WIJZIGINGEN AAN OF HERINDIENSTNEMING VAN CABINES .....</b>	<b>151</b>
21.1	ALGEMEENHEDEN.....	151
21.2	HERINDIENSTNEMING EN TYPES WIJZIGINGEN.....	151
21.3	MINIMALE VEREISTEN.....	153
<b>22</b>	<b>RISICOANALYSE CABINE VAN DE DNG .....</b>	<b>161</b>
22.1	INLEIDING.....	161
22.2	MAATREGELEN OP BASIS VAN RISICOANALYSE.....	162

## DEEL 2 – BIJLAGEN EN WOORDENLIJST

Bijlage 1	Checklijst voor de controle van conformiteit van nieuwe installaties met de C2-112
Bijlage 2	Woordenlijst
Bijlage 3	Eendraadsschema's
Bijlage 4	Aansluitschema's van de meettransformatoren en hun verbindingen met de meterkast
Bijlage 5	Formulier controlemeting TI's en TP's op hoogspanning door het erkend organisme
Bijlage 6	Modelverklaring in te vullen door de architect of de fabrikant (in geval van een prefab-cabine).
Bijlage 7	Interactie tussen de HS-apparatuur en het lokaal (fiches)
Bijlage 8	Praktische uitvoering van de HS- en LS-aarding
Bijlage 9	Wettelijke bepalingen en normen
Bijlage 10	Ter plaatse gemonteerde installaties

# DEEL 1:

## Algemeenheden en technische voorschriften





# 1 ALGEMEEN

## 1.1 BESCHRIJVING VAN DIT VOORSCHRIFT

Dit voorschrift bestaat uit twee delen:

- Het eerste gedeelte "Algemeenheden en technische voorschriften" beschrijft het ontwerp van een cabine, het materiaal dat deze moet bevatten en de basisvoorschriften die moeten gevolgd worden om aangesloten te worden op het net van de distributienetbeheerder (DNB).
- Het tweede gedeelte "Bijlagen" bevat de technische details van deze basisvoorschriften, zowel op het gebied van reglementering als op het gebied van de normen.

Elke paragraaf krijgt een pictogram dat het doelpubliek aanduidt.

Pictogram	Doelpubliek
Geen pictogram	Voor iedereen
	Distributienetgebruikers (DNG's) en/of hun afgevaardigden
	Installateurs van de DNG's
	Ontwerpers van het gebouw en van de installatie van een cabine (architect, studiebureau bouwkunde of elektriciteit en fabrikant van de prefab cabines)
	Erkende organismen
	Fabrikanten van materiaal gebruikt in de cabines

## 1.2 DOEL VAN DIT VOORSCHRIFT

Dit voorschrift (in de tekst overal C2/112 genoemd) bepaalt de technische voorschriften die van toepassing zijn op alle installaties die op het hoogspanningsdistributienet (HS-distributienet) van de DNB zijn aangesloten om:

- de veiligheid van personen te verzekeren in de cabine en in de onmiddellijke omgeving ervan;
- het behoud van goederen in en rond de cabine te verzekeren;
- alle mogelijke oorzaken van storingen op de installatie van de DNG, die de werking van het distributienet negatief beïnvloeden, te vermijden;
- de continuïteit van de stroomvoorziening te garanderen voor alle DNG's.

### Geldigheid:

Dit voorschrift vervangt de vorige versies en is geldig vanaf de datum van uitgifte.

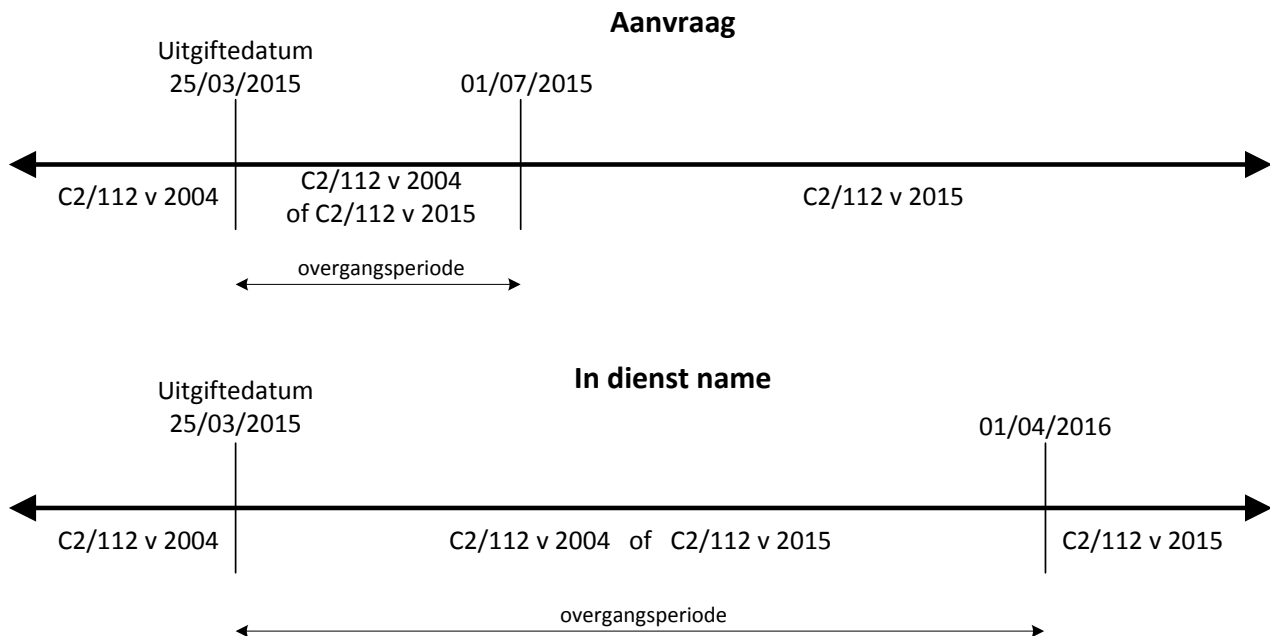
Deze versie heeft betrekking op:

- de nieuwe installaties die de goedkeuring vereisen van de DNB na de datum van uitgifte;
- de bestaande installaties die aangepast worden na de datum van uitgifte, waarvan de details terug te vinden zijn in hoofdstuk 21.

De vorige versie van de C2/112 (versie 03/2004), aangevuld door de C2/116 (versie 11/2014) wordt opgeheven op 01/04/2016.

Er wordt echter een onderscheid gemaakt tussen de aanvraag (studie) en de in dienst name:

- Voor nieuwe installaties die in de ontwerpfasen zijn, zal tot 01/07/2015 bij het indienen van de aanvraag tot aansluiting of aanpassing van de aansluiting bij de DNB het gebruik van de vorige versie van de C2/112, aangevuld met de C2/116, nog worden toegelaten indien het een door de DNB ontvankelijk verklaarde aanvraag betreft.
- De in dienst name van de nieuwe installaties of van de wijzigingen, gebaseerd op de vorige versie van de C2/112 kan echter uitgevoerd worden tot 01/04/2016. Na deze datum zal de toepassing van huidig voorschrift zonder uitzondering van toepassing zijn.



Dit voorschrift en zijn bijlagen kunnen indien nodig gereviseerd worden. In dit geval zal het draft voorschrift twee maanden voor zijn officiële publicatie op de site van Synergrid geplaatst worden voor een publieke consultatie.

### 1.3 TOEPASSINGSGEBIED

Dit voorschrift is van toepassing:

- voor nieuwe cabines;
- voor wijzigingen aan bestaande installaties;
- voor cabines op werven<sup>1</sup>.

Het voorschrift is algemeen toepasbaar op installaties aangesloten op distributienetten met een gebruiksspanning tussen 3 en 36 kV stroomafwaarts van de primaire hoogspanningsposten (hoogspanning Categorie2/hoogspanning Categorie1). Deze primaire hoogspanningsposten worden verder in het voorschrift transformatiestations (TS) genoemd.

De technische voorschriften opgenomen in dit voorschrift zijn enkel van toepassing voor materiaal met een toegekende spanning tot en met 17,5 kV. Toepassingen voor materiaal met een hogere toegekende spanning zullen door elke DNB afzonderlijk behandeld worden.

Netten met een gebruiksspanning < 10 kV worden geleidelijk aan afgebouwd. Daarom zal in principe geen enkele nieuwe installatie nog aangesloten worden op deze spanning (behoudens aanvullende voorschriften van de DNB). Bij wijziging van een bestaande cabine zal deze worden aangepast aan de toekomstige gebruiksspanning van het net. Alle nieuwe installaties worden in elk geval voorzien voor een toegekende spanning van 17,5 kV en een weerstand tegen een stootspanning van 95 kV.

Schakelapparatuur met een toegekende spanning ( $U_r$ ) van 17,5 kV moet bestand zijn tegen een korte duurstroom ( $I_k$ ) van 20 kA-1s. Deze apparatuur is tevens bestand tegen een korte duurstroom ( $I_k$ ) van 25 kA-1s bij een toegekende spanning ( $U_r$ ) van 12 kV.

De technische gegevens betreffende de drukken in de lokalen ten gevolge van een interne boog zijn gebaseerd op een foutstroom van 14kA-1s. Voor DNG's rechtstreeks gevoed uit een TS gelden andere waarden.

Dit voorschrift is niet van toepassing op de installaties die zich in een TS bevinden. De technische voorschriften hiervan worden vastgelegd door de DNB en de transportnetbeheerder (TNB).

Dit voorschrift richt zich voornamelijk tot:

- de DNG's (hoofdcabine en alle andere cabines waartoe het personeel van de DNB toegang moet hebben voor de exploitatie van de groene kWh-meting, enz.);
- de DNB's.

Volgende derde partijen maken, in functie van hun uitgeoefende activiteit, ook gebruik van dit voorschrift (niet-limitatieve lijst):

- fabrikanten van schakelapparatuur;
- fabrikanten en installateurs van geprefabriceerde cabines;
- installateurs die instaan voor de inrichting van cabines;
- architecten en studie bureaus bouwkunde die instaan voor het gebouw van cabines;
- studie bureaus die instaan voor het ontwerp van cabines;
- erkende organismen.

---

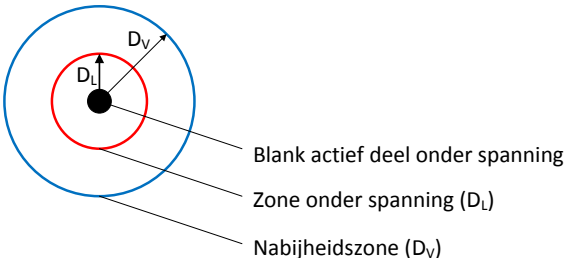
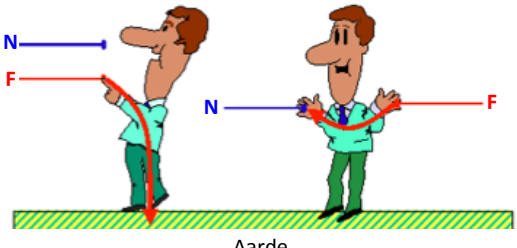
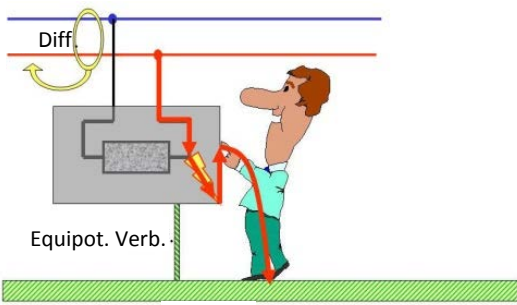
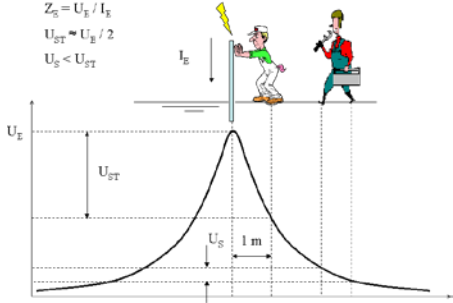
<sup>1</sup> Enkel de vereisten met betrekking tot de veiligheid beschreven in dit voorschrift zijn van toepassing voor deze cabines (beveiliging tegen rechtstreekse en onrechtstreekse aanraking, beveiliging tegen interne bogen). De vereisten met betrekking tot de beschikbare ruimte voor de smart grid en de meter, motorisatie zijn niet van toepassing.

## 1.4 VEILIGHEIDSVOORSCHRIFTEN



Het elektrische HS- en LS-materiaal dat gebruikt wordt voor de inrichting van de cabines, verder in de tekst kortweg materiaal genoemd, voldoet aan de meest recente normen die van toepassing zijn in België. Deze normen en hun aanvullingen vormen de basis van het voorschrift C2/112. Een lijst ervan wordt als bijlage 9 toegevoegd. Dit voorschrift werd opgesteld om het niveau van de risico's waaraan personen en goederen worden blootgesteld te beperken tot onder de grenswaarde die "verondersteld wordt aanvaardbaar te zijn" (zie hoofdstuk 22) en dit met inachtneming van de bepalingen opgenomen in het AREI, de wet en de Codex op welzijn op het werk en zijn uitvoeringsbesluiten.

De DNG houdt tijdens de volledige levensduur van de installatie het risiconiveau onder een aanvaardbare grenswaarde. Daarom voldoet de DNG zonder uitstel aan elk verzoek met betrekking tot de exploitatieveiligheid van de installatie (bijvoorbeeld rechtzetting van een verborgen gebrek door de fabrikant van materiaal, gevaarlijke toegang voor de DNB, ...) om adequate maatregelen te treffen waardoor de risico's naar een aanvaardbaar niveau gebracht worden. Dit verzoek moet door de DNB naar behoren gemotiveerd worden.

Voorbeelden van risico's	Verklarende schema's
<p>de risico's voor elektrische schokken door rechtstreekse aanraking in HS, = de zone onder spanning betreden</p>	 <p>Blank actief deel onder spanning Zone onder spanning (<math>D_U</math>) Nabijheidszone (<math>D_V</math>)</p>
<p>de risico's voor elektrische schokken door rechtstreekse aanraking in LS,</p>	 <p>Aarde</p>
<p>de risico's voor elektrische schokken door onrechtstreekse aanraking, = een persoon komt in contact met een massa die per ongeluk onder spanning werd gebracht door een isolatiefout</p>	 <p>Diff.</p> <p>Equipot. Verb.</p> <p>Aarde</p> <p>voorbeeld van onrechtstreekse aanraking op LS</p>
<p>de risico's te wijten aan potentiaalspreiding</p>	 <p><math>Z_E = U_E / I_E</math> <math>U_{ST} \approx U_E / 2</math> <math>U_E &lt; U_{ST}</math></p> <p><math>I_E</math></p> <p><math>U_E</math></p> <p><math>U_{ST}</math></p> <p><math>U_E</math></p> <p>1 m</p>

de risico's te wijten aan ontladingen en lichtbogen	
de risico's voor oververhitting, brandwonden, brand en ontploffing, veroorzaakt door de elektrische uitrusting	
de risico's te wijten aan een spanningsdaling en het wederopkomen van de spanning	
de risico's inherent aan het gebruik van elektrische energie en de werkzaamheden aan elektrische installaties	
de niet elektrische risico's die te wijten kunnen zijn aan een fout of een slecht functioneren van een elektrische uitrustingscomponent, zoals stuurorganen of stroombanen	

## 1.5 AANVULLENDE VOORSCHRIFTEN VAN DE DNB



Elke DNB kan, naast het Synergrid voorschrift C2/112, aanvullende eisen opleggen. Deze "aanvullende voorschriften van de DNB" worden op vraag van de DNB ter beschikking gesteld.

Bovendien zijn op de site van Synergrid, in het Synergrid voorschrift C2/112, hyperlinks naar de aanvullende voorschriften van de verschillende DNB's terug te vinden.

## 1.6 REFERENTIEDOCUMENTEN



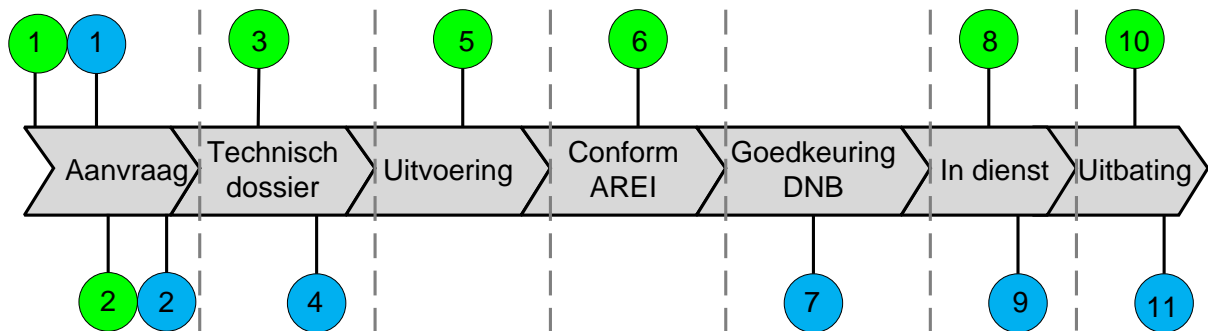
- Het AREI;
- De wet en Codex van het Welzijn op het werk van 04/08/1996 en de hieraan gerelateerde Koninklijke Besluiten gepubliceerd op de datum van uitgifte;
- Het Technisch Reglement Distributie Elektriciteit, dat door de regionale overheden werd opgesteld;
- De regels van goed vakmanschap gepubliceerd door Synergrid (C1/117, C10/11, ...). Een niet-limitatieve lijst van deze voorschriften vindt u op de website [www.synergrid.be](http://www.synergrid.be);
- De specifieke voorschriften van de regio, de provincie of de gemeente;
- De van kracht zijnde wettelijke voorschriften en bepalingen die door de Koning werden goedgekeurd of geregistreerd door het NBN;
- De specifieke reglementen die op bepaalde industriële sectoren of instellingen van toepassing zijn.

Deze lijst is niet exhaustief.





## 2 FASES BIJ AANSLUITING VAN EEN CABINE VAN DE DNG

Aanvullend op de bepalingen van de technische reglementen wordt hierna ter informatie een overzicht van de verschillende fases voor het verwezenlijken van een cabine weergegeven:



Legende:

	Fase voor de DNG, zijn installateur of het erkend organisme
	Fase voor DNB

### 2.1 FASE 1: ORIËTERENDE STUDIE EN VOORONTWERP VAN EEN NIEUWE AANSLUITING OF VAN EEN AANPASSING VAN EEN AANSLUITING

Zoals bepaald in de technische reglementen geeft de aanvrager aan of hij een voorafgaandelijke oriënterende studie of onmiddellijk een detailstudie wenst (zie fase 2). De details van de oriënterende studie worden in deze paragraaf toegelicht, die van een detailstudie in §2.2.

In deze fase reikt de DNG alle nodige informatie aan zodat de DNB, op basis van deze gegevens, een oriënterende studie kan maken over de haalbaarheid van de aansluiting of de wijziging ervan. Volgende gegevens moeten minimaal ter beschikking gesteld worden bij een aanvraag voor een oriënterende studie voor een nieuwe aansluiting, voor een verhoging van het bestaand aansluitvermogen of voor een andere wijziging:

- De aard van de installatie: verbruik, productie of een combinatie van de twee.
- De grootte van het vermogen dat ter beschikking moet gesteld worden door de DNB in geval van een nieuwe installatie of van de verhoging van dit vermogen in het geval van een bestaande installatie. Voor een verlaging van het vermogen wordt gevraagd naar de modaliteiten van de betrokken DNB.
- De karakteristieken van alle elektrische toestellen (zowel op hoogspanning als op laagspanning) die bij het opstarten of bij gewoon gebruik spanningsdips kunnen veroorzaken op het net. Zo moeten alle technische gegevens worden opgegeven van volgende toestellen (niet-limitatieve lijst): transformatoren, elektrische motoren met een hoge startstroom, elektrische lastoestellen, generatoren, condensatoren, gelijkrichters en wisselrichters, verlichting, enz.
- Merk op dat het geïnstalleerd vermogen van de transformatoren groter kan zijn dan het contractueel vermogen.
- Deze gegevens zijn nodig om storingen op het distributienet te vermijden. De DNB kan desgevallend achteraf nog steeds maatregelen opleggen indien storingen worden vastgesteld.
- Het belastings- en/of productieprofiel van de gewenste aansluiting.
- Het voorlopige stedenbouwkundig plan (schaal 1/200) in DXF-formaat waarop nauwkeurig de ligging van de cabine wordt aangeduid ten opzichte van openbare wegen. Op dit plan staan ook de voorziene toegangswegen aangeduid naar de cabine, evenals de zones waar de aansluitkabels voor de cabine op het privéterrein mogen aangebracht worden.
- Een lijst van alle elektrische en niet-elektrische risico's waaraan de medewerker van de DNB kan worden blootgesteld eenmaal de cabine in dienst is. De medewerkers van de DNB nemen zodoende en zoals opgelegd door de welzijnswet, de nodige maatregelen ten aanzien van deze risico's.

- Alle modaliteiten voor de medewerker van de DNB voor de gemakkelijke en veilige toegang vanaf de openbare weg tot aan de cabine, rekening houdend met de eisen opgesomd in §4.2.
- De gewenste datum van indienststelling.

De DNB kan op elk moment bij de aanvrager aanvullende informatie opvragen die noodzakelijk is om het voorontwerp van aansluiting voor te bereiden.

De DNG meldt elke wijziging aan bovenstaande gegevens tijdens de levensduur van de cabine onmiddellijk per aangetekende brief aan de DNB, wat kan leiden tot de aanvraag van een aanpassing van de bestaande aansluiting.

De DNG dient zijn aanvraag in bij de bevoegde dienst van de betrokken DNB in overeenstemming met de aanvraagprocedure voor de aansluiting van de cabine. Hij neemt hiervoor op voorhand contact op met zijn DNB die alle eventuele bijkomende vragen/eisen opgeeft.

De oriënterende studie wordt opgesteld volgens de modaliteiten van de betrokken DNB die rekening houdt met het van toepassing zijnde technisch reglement.

De DNB bezorgt zijn (niet-bindende) conclusies aan de aanvrager:

- hetzij door middel van een voorontwerp van aansluiting;
- hetzij door middel van een gemotiveerde weigering van de aansluiting.

Indien een voorontwerp wordt opgemaakt uit de oriënterende studie, bevat dit voorontwerp:

- een schema voor de beoogde aansluiting;
- de technische voorschriften voor de aansluiting;
- een indicatieve raming van de kosten;
- een indicatieve raming van de termijn die nodig is voor de realisatie van de aansluiting, met inbegrip van de eventuele versterkingen die aan het distributienet moeten worden aangebracht ten gevolge van de aansluiting.

## 2.2 FASE 2: DETAILSTUDIE EN ONTWERP VAN AANSLUITING



Wanneer de DNB over alle nodige informatie en over een ondertekend aanvraagformulier beschikt, vangt de periode aan voorzien voor het opstellen van de detailstudie. De detailstudie heeft als doel een ontwerp van aansluiting op te stellen. De DNB voert een haalbaarheidsstudie uit die gebaseerd is op de verstrekte gegevens zoals vermeld in de oriënterende studie. Indien de aanvrager dadelijk voor een gedetailleerde studie opteert, wordt alle nodige informatie zoals beschreven in §2.1 in deze fase opgegeven. Elke wijziging van technisch aard van deze gegevens kan resulteren in een nieuwe studie die gepaard gaat met een nieuwe periode voor het afleveren van de detailstudie.

De detailstudie wordt opgesteld volgens de modaliteiten van de betrokken DNB die rekening houdt met het van toepassing zijnde technisch reglement.

Na de detailstudie, bezorgt de DNB de aanvrager hetzij een ontwerp van aansluiting, hetzij een gemotiveerde weigering

Indien op basis van de detailstudie een ontwerp van aansluiting en een contract wordt opgemaakt door de DNB, en het gevraagde vermogen dus ter beschikking kan gesteld worden, bevat het project volgende details:

- Het eendraadsschema van het gedeelte dat wordt verbonden met de voedingskabels afkomstig van het HS-distributienet.
- De technische karakteristieken van de aansluitkabels.
- De wijze van exploitatie.
- De details betreffende de inplanting en de toegang tot de cabine of bijkomende maatregelen die ten gevolge hiervan zijn genomen.
- De voorziene termijn voor de aansluiting.
- Afhankelijk van het geldend technisch reglement, een offerte voor de realisatie van de aansluiting.
- Een algemene lijst van aanvullende voorschriften op het Synergrid voorschrift C2/112, eigen aan de DNB.
- Indien vereist, een lijst met technische eisen op maat van de betreffende aansluiting.
- De wijze van meting (HS-LS).
- Aansluiting op een net met globale of niet globale aarding.
- De keuze van de foutstroomindicatoren volgens de modaliteiten van de DNB.



Als de detailstudie anderzijds aangeeft dat het gevraagde vermogen niet ter beschikking worden, zullen de details die deze beslissing motiveren vervat zijn in de studie.



### 2.3 FASE 3: OPMAAK VAN HET TECHNISCH DOSSIER

De DNG bestelt bij de DNB de aansluiting volgens de voorwaarden van de offerte. Gelijktijdig onderneemt de DNG volgens zijn eigen proces de nodige stappen die de realisatie van de cabine in gang zetten. Hiervoor maakt hij of zijn afgevaardigde gebruik van de detailstudie van de DNB voor het ontwerp van de cabine. De technische diensten van de DNB staan ter beschikking van de DNG of zijn afgevaardigde om aanvullende informatie te verstrekken aangaande het ontwerp van de cabine.

Voor het inrichten van de cabine zal de DNG of het studiebureau doorgaans een installateur aanstellen. Deze installateur zal een technisch dossier opstellen dat ter goedkeuring aan de DNB wordt voorgelegd. Het technisch dossier bevat minimaal volgende elementen:

- Het definitief stedenbouwkundig plan (schaal 1/200) in DXF-formaat waarop de ligging van de cabine wordt aangeduid ten opzichte van openbare wegen, de voorziene toegangswegen naar de cabine en de exacte ligging van de aansluitkabels voor de cabine op het privéterrein.
- De uitvoeringsplannen, aanzichten en doorsneden (schaal 1/20) van het lokaal met de weergave van de uitrusting die er zich in bevindt (functionele HS-eenheden, transformator(en), hoofd- en hulp- LS-toestellen, leidingen, kabeldraggers, meterbord, aardingsinstallatie, enz.) en met aanduiding van alle afmetingen.
- De combinatie van de materiaalkeuze, de lokalen en de omgeving (zie Hoofdstuk 7).
- Het eendraadsschema, opgesteld volgens de symboliek in de C2/119, samen met de benaming van de toestellen en vermelding van hun merk, type, eigenschappen, gebruiksinstructies en indien van toepassing, de schema's van andere elektrische voedingen.
- De principeschema's en bedradingschema's van alle automatisen die gebruikt worden in de HS-installatie en de betrokken LS-installaties (vb. hulpvoedingen, net-nood omschakeling met noodaggregaat, enz.).
- De instellingen voor de vermogensschakelaars en/of de karakteristieken van de smeltveiligheden (kaliber, verliezen, tijd-/stroomcurven, merk en type, andere technische specificaties).
- Indien van toepassing: een verklaring van de architect of, in geval van prefab-behuizingen, de constructeur die vermeldt dat er werd rekening gehouden met specifieke belastingen ten gevolge van een interne boog. Deze verklaring zal de klasse van het lokaal vermelden zoals gedefinieerd in hoofdstuk 5.
- Liggingsplan van de HS-aarding (met al zijn details) en de aarding van het nulpunt van de transformatoren in relatie tot de omliggende gebouwen. (zie AREI art 17). Een principe schema van alle equipotentiaalverbindingen met al zijn details.
- Keuze van het waterdichte doorvoering systeem voor netkabels §12.3.6.
- Indien van toepassing het verslag met de richtlijnen geformuleerd door de verantwoordelijke van brandweer.
- De checklijst van bijlage 1, ingevuld door de installateur.

#### **Opmerkingen:**

In zijn studie houdt de DNG rekening met de bescherming van zijn installatie tegen eventuele storingen eigen aan het HS-distributienet zoals vb.:

- kortstondige overspanningen;
- stroomonderbrekingen en spanningsdalingen (dips);
- harmonische vervormingen;
- asymmetrische spanningen.

De DNG houdt rekening met volgende opeenvolgende stappen in de realisatie van zijn HS-installatie:

- aanbesteding - onderhandeling – gunning;
- opmaak technisch dossier + aanvraag goedkeuring bij de DNB;
- ontvangst goedkeuring en levertermijn apparatuur;
- installatie apparatuur.

De DNG neemt eveneens de nodige maatregelen om zijn installatie te beschermen tegen eventuele invloeden van de centrale afstandsbediening (CAB), bijvoorbeeld het gebruik van filters. Deze mogen echter de goede werking van de CAB niet verminderen.

## 2.4 FASE 4: GOEDKEURING VAN HET TECHNISCH DOSSIER



De DNB analyseert het technisch dossier volgens zijn eigen procedures. Inbreuken op de C2/112 of op de aanvullende algemene of specifieke voorschriften van de DNB worden onmiddellijk doorgegeven. In dit geval wordt een nieuw ingevulde checklijst ingediend. Aan de hand van deze opmerkingen past de installateur van de cabine zijn technisch dossier aan tot het geen inbreuken meer vertoont. Hiervoor wordt de checklijst van bijlage 1 gebruikt.

De DNB meldt formeel aan de installateur wanneer het dossier goedgekeurd (na ontvangst van het ondertekende contract en betaling door de DNG) is en communiceert hierbij de instelling van de beveiligingen van alle toestellen die invloed hebben op het net van de DNB. Enkel vanaf deze goedkeuring mag de installateur het geschikte materiaal nodig voor de cabine bestellen.

## 2.5 FASE 5: UITVOERING VAN DE INSTALLATIE



De installateur van de DNG monteert de cabine volgens de details van het door de DNB goedgekeurd technisch dossier. Wijzigingen tijdens deze fase worden zo snel mogelijk doorgegeven. Enkel vooraf door de DNB goedgekeurde wijzigingen mogen toegepast worden.

De installatie van de foutstroomindicatoren wordt uitgevoerd volgens de modaliteiten van de DNB.

Het is aangeraden om het cabinelokaal door hem te laten controleren vooraleer de elektrische uitrusting geïnstalleerd wordt.

De DNG is verantwoordelijk voor het in overeenstemming brengen van het lokaal en de installatie met het technisch dossier voordat de aansluiting wordt uitgevoerd. De checklijst van bijlage 1 helpt bij het controleren van de verschillende uitvoeringsfasen.

## 2.6 FASE 6: CONFORMITEIT MET HET AREI



De installateur vraagt een keuring aan bij een erkend organisme wanneer de cabine voltooid is. De medewerker van het erkend organisme controleert of de installatie beantwoordt aan de voorschriften van het AREI (controlebezoek met meting van de aardingsweerstand, injectietesten enz.). Hierna volgen periodieke controles door een erkend organisme op vraag van de DNG voor cabines van de DNG en op vraag van de DNB voor cabines van de DNB.

Voor het instellen van het beveiligingsrelais van de algemene beveiliging, of van de LS-vermogensschakelaar indien de cabine van de DNG niet uitgerust is met een HS-vermogensschakelaar als algemene beveiliging, gebruikt de medewerker van het erkend organisme de door de DNB opgelegde instelwaarden die terug te vinden zijn in het contract. De DNB kan zelf deze instelwaarden controleren en de uitschakeltesten uitvoeren van de actieve beveiligingsinrichtingen van zijn eigen installaties.

De gemeten waarden van  $I_{>}$ ,  $I_{>>}$  en eventueel  $I_{0>}$  met hun respectievelijke uitschakeltijden moeten duidelijk beschikbaar zijn en blijven in de nabijheid van het desbetreffende beveiligingsrelais. De toegang tot het instellen van het beveiligingsrelais wordt vervolgens door het erkend organisme verzegeld. De injectietesten vinden op de primaire kring plaats.

In geval van een decentrale productie-installatie worden de instellingen van de ontkoppelingsbeveiliging, conform de voorschriften van de DNB (zie het Synergrid voorschrift C10/11), door het erkend organisme gecontroleerd.

Een kopie van het proces verbaal van de conformiteitscontrole zonder inbreuken, met inbegrip van de gemeten waarden van de instellingen van de betrokken beveiligingsrelais, wordt aan de DNB overgemaakt. Pas nadat deze kopie ter beschikking wordt gesteld kan overgegaan worden naar de volgende fase.

## 2.7 FASE 7: GOEDKEURING VAN DE DNB



De DNG of zijn installateur licht de DNB in wanneer de volledige installatie van de cabine voltooid en gekeurd is, waarbij het PV van de conformiteitscontrole geen inbreuken bevat. Vanaf dit ogenblik kan de DNB ter plaatse komen om te controleren of de installatie conform het goedgekeurd technisch dossier is. De door de installateur vooraf ingevulde checklijst dient als basis voor deze controle door de DNB.

Indien onregelmatigheden worden vastgesteld, kan de DNB weigeren om de aansluiting uit te voeren, waardoor ook de geplande indienststelling wordt uitgesteld. Alle eventuele kosten voor het conform maken van de installatie zijn ten laste van de DNG.

Indien de DNB beslist niet ter plaatse te komen om de installatie te keuren, meldt hij dit dadelijk nadat hij is ingelicht dat de cabine gekeurd is door een erkend organisme.

## 2.8 FASE 8: AANVULLENDE STAPPEN VOOR HET ONDER SPANNING BRENGEN



Naast de hierboven en in het Technisch Reglement Distributie Elektriciteit (TRDE) vermelde eisen, moet de DNG de volgende administratieve stappen hebben uitgevoerd vooraleer het deel dat geëxploiteerd wordt door de DNB onder spanning mag gebracht worden:

- Het aansluitingscontract voor toegang tot het HS-distributienet moet door de DNG worden ondertekend.
- De DNB moet worden ingelicht over het bestaan van een leveringscontract van elektriciteit.

Bovendien moeten de volgende wettelijke administratieve stappen door de DNG ondernomen worden vooraleer het deel dat door hem geëxploiteerd wordt onder spanning mag gebracht worden.

- De cabine moet worden goedgekeurd door de preventiedienst van de DNG, IDPB (interne dienst voor preventie en bescherming) of, indien van toepassing de EDPB (externe dienst voor preventie en bescherming).
- De risicoanalyse van de desbetreffende installatie, opgesteld door de preventieadviseur van de DNG, moet aan de DNB worden bezorgd. Deze vermeldt:
  - de aspecten met betrekking tot de toegang van het personeel van de DNB;
  - de milieurisico's (nabijheid van opslagruimte met gevaarlijke producten, explosieve omgeving, Seveso-zone, enz.);
  - de risico's verbonden aan de activiteiten van de onderneming.
- De DNG moet in het bezit zijn van de vereiste vergunning(en) volgens de geldende wetgeving .

## 2.9 FASE 9: AANSLUITING EN ONDER SPANNING BRENGEN



De planning voor de aansluiting wordt in samenspraak met de installateur overeengekomen. De installateur neemt hiervoor tijdig contact op met de DNB. Hij volgt de procedures van de betrokken DNB voor de planning en de realisatie van de aansluiting.

Na de aansluiting wordt het gedeelte dat door de DNB wordt geëxploiteerd onder spanning gebracht in aanwezigheid van de installatieverantwoordelijke (AREI art. 266) afgevaardigd door de DNG. Nadien ondertekenen ze, met vermelding van de datum, hun naam en functie, het document dat verklaart dat ze kennisnemen van het onder spanning brengen van de installatie.

Indien er inbreuken geconstateerd worden in stap 6 en 7, wordt de algemene beveiliging vergrendeld met een hangslot. Bovendien wordt de voeding naar de gedeelten die niet werden gecontroleerd door een erkend organisme, eveneens door de DNB in open toestand vergrendeld totdat de controle wordt voltooid. De DNB beperkt zich tot die installaties waartoe hij toegang moet hebben voor de exploitatie van het net.

## 2.10 FASEN 10 EN 11: EXPLOITATIE VAN DE CABINE



Het ter beschikking stellen van de energie wordt verwezenlijkt door het inschakelen van de algemene beveiliging van de DNG. De installatieverantwoordelijke staat in voor deze schakeling.

Enkel de DNB krijgt toegang tot de schakelapparatuur van de functionele eenheden verbonden met de netkabels van het HS-distributienet en is bevoegd om hierop schakelingen uit te voeren. Daarom worden de bedieningsorganen van deze functionele eenheden door de DNB vergrendeld. Andere bedieningsorganen kunnen tijdelijk vergrendeld worden door de DNB als gevolg van bijkomende beperkende maatregelen. De toegang tot de meettransformatoren geplaatst in de cabine van de DNG is uitsluitend voorbehouden aan de DNB en is daarom door hem vergrendeld of verzegeld.

Voor het specifiek geval van een DNG rechtstreeks aangesloten op een TS : zie Hoofdstuk 18.

In alle gevallen is elke DNG verantwoordelijk voor het beheer en onderhoud van zijn installatie<sup>2</sup> volgens de instructies van de fabrikant, behalve voor de installaties waar een specifieke overeenkomst bestaat tussen de DNG en de DNB omdat deze functioneel deel uitmaken van het HS-distributie net. Daartoe bestelt de DNG de terbeschikkingstelling van de vergrendelde functionele eenheden aan de DNB. De DNG moet de vereiste voorzorgsmaatregelen nemen zodat elke storing in zijn installatie zo snel mogelijk kan verholpen worden (onderhoudscontract, functionele eenheid in reserve, enz.).

De DNG moet routinebezoeken en periodieke controles die door het AREI worden opgelegd (art 267 tot 273) uitvoeren of laten uitvoeren. Bovendien moet de DNG zonder uitstel alle onderhouds- en herstellingswerkzaamheden uitvoeren zodat de continuïteit van de energieverdeling van het distributienet niet in het gedrang komt. Een register dat de risicoanalyses, het rapport van de periodieke controle van conformiteit met het AREI en de routinebezoeken bevat, moet in de cabine beschikbaar zijn zodat het door de DNB kan worden geraadpleegd.

De maatregelen (aangaande de interventies van de DNB om de veiligheid en de betrouwbaarheid van het distributienet te verzekeren) die in het TRDE van het betreffend gewest worden vermeld, zijn van toepassing.

De fasen 10 en 11 zijn eveneens van toepassing op cabines die reeds in dienst zijn voor de publicatie van dit voorschrift.

## 2.11 HERINDIENSTNEMING VAN EEN HS-INSTALLATIE



Onder een herindienstneming wordt het volgende verstaan: het door de DNB opnieuw in dienst stellen van een installatie die door een DNG werd geëxploiteerd, die meer dan 15 opeenvolgende werkdagen door de DNB buiten dienst werd gesteld, wegens een faillissement (buitendienstneming omwille van veiligheidsredenen, fraude, selectiviteitsprobleem met het net van de DNB, enz.), overmacht of dreigend gevaar.

Elke verplaatste werfcabine wordt beschouwd als een nieuwe in dienst te stellen installatie.

De algemene beveiliging wordt in open stand vergrendeld met een hangslot tot alle wijzigingen zoals geëist in de volgende hoofdstukken uitgevoerd zijn en de installatie opnieuw gekeurd is. De herindienstneming van een cabine is onderworpen aan het nauwgezet opvolgen van de voorwaarden omschreven in hoofdstuk 21.

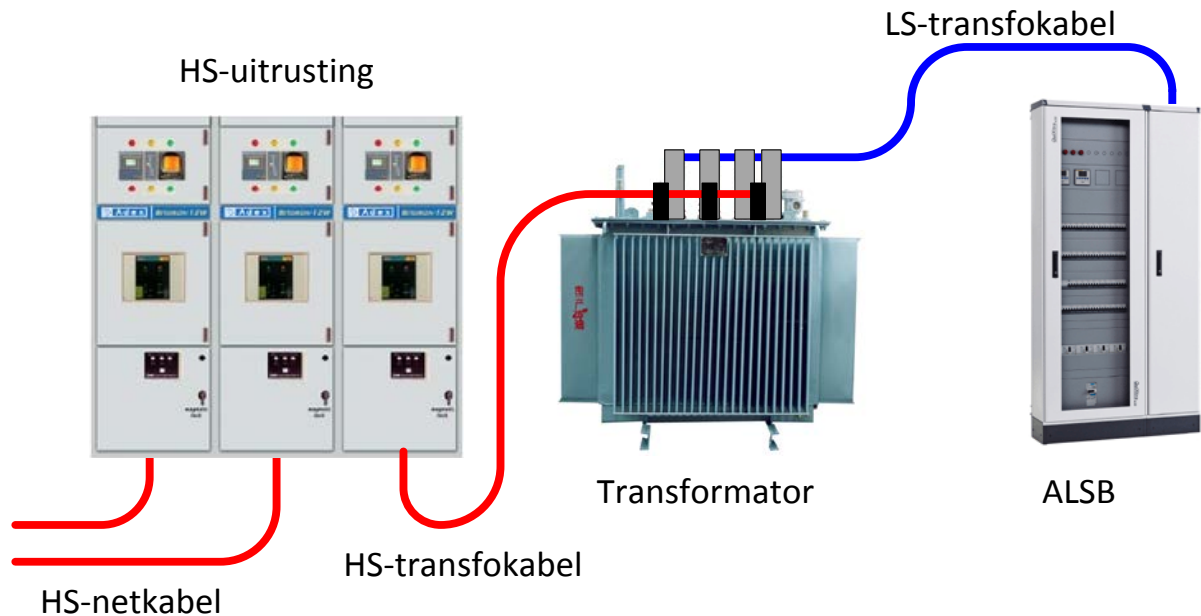
---

<sup>2</sup> De term "zijn installatie" slaat op alle apparatuur waarvan de DNG eigenaar is, zelfs deze die de DNB exploiteert.

## 3 FUNCTIE EN SAMENSTELLING VAN EEN CABINE

### 3.1 FUNCTIE VAN DE CABINE

De belangrijkste functie van een cabine bestaat erin de elektrische energie op hoogspanning te verdelen en om te zetten naar energie op een bruikbare spanning voor de gebruiker(s). De cabine is principieel als volgt samengesteld:



Het principe van de werking van een cabine is als volgt:

De energie wordt via de inkomende HS-netkabels naar elke afzonderlijke cabine verdeeld. De energie die plaatselijk nodig is, vloeit via de HS-transfokabels naar de transformator. De overige energie wordt geleid via de vertrekkende HS-netkabels naar de volgende cabines in de lus. De transformator zet de elektrische energie op hoogspanning om naar een laagspanning die voor de DNG's bruikbaar is. De transformator wordt met het algemeen laagspanningsbord (ALSB) verbonden via de LS-transfokabels. Het ALSB verdeelt op zijn beurt de energie over alle LS-kringen.

De cabines van de DNB en de DNG volgen hetzelfde principe maar verschillen van elkaar op volgende punten:

- De cabine van een DNG heeft een meetinstallatie voor de facturatie van de verbruikte energie.
- De cabine van een DNG heeft een algemene beveiliging om de selectiviteit met het net van de DNB te kunnen garanderen.

### 3.2 SAMENSTELLING VAN DE CABINE VAN DE DNG



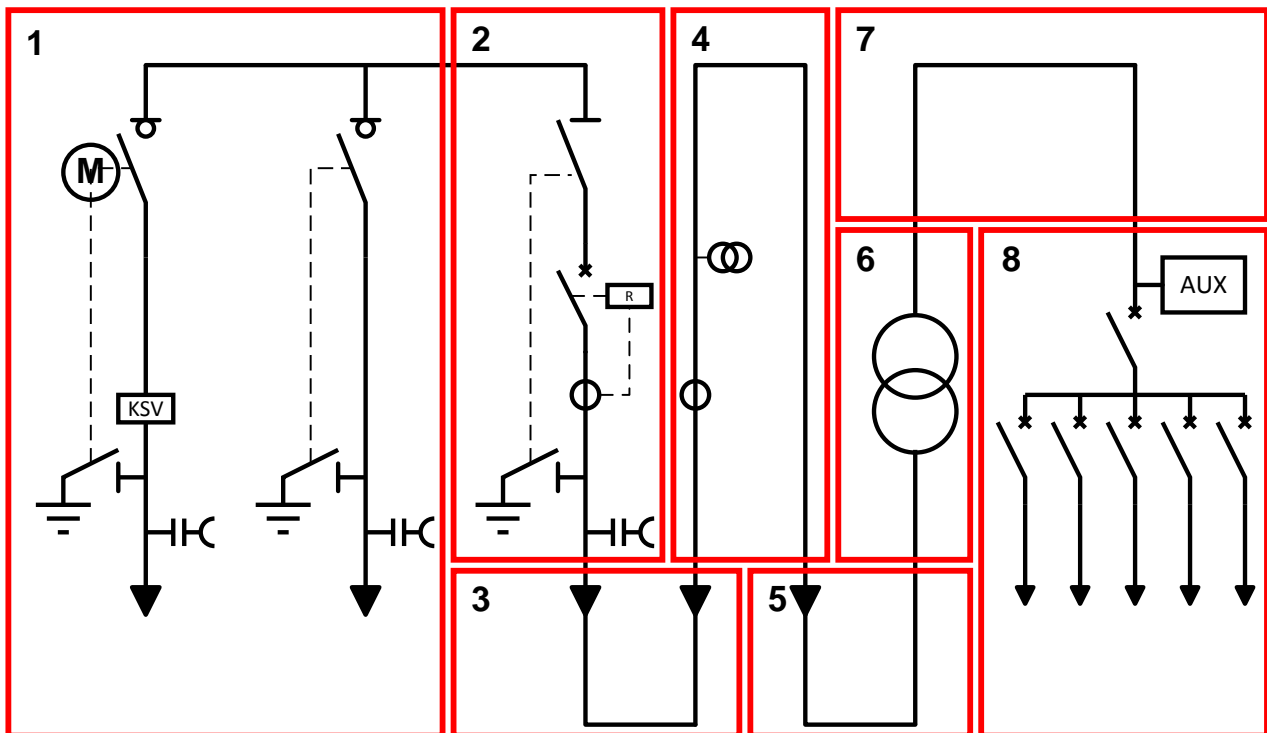
De cabines van de DNG (ook klantcabines genoemd om deze te onderscheiden van de distributiecabines van de DNB) zijn bestemd voor verbruikers of producenten die op het hoogspanningsnet zijn aangesloten, meestal kleine en middelgrote ondernemingen. De DNG staat zelf in voor de aankoop, de installatie en het onderhoud van het materiaal waaruit zijn cabine is opgebouwd.

De meettransformatoren die nodig zijn voor de facturatie worden geïnstalleerd:

- ofwel stroomopwaarts van de transformator (aan de HS-zijde) in een functionele meeteenheid;
- ofwel stroomafwaarts van de transformator. De stroomtransformatoren zijn dan ofwel op de transformator zelf, ofwel in een apart kastje gemonteerd. In het geval van een LS-meting is geen functionele meeteenheid vereist aan de HS-zijde.

De elektrische uitrusting van een cabine van een DNG bestaat doorgaans uit:

- minstens twee functionele eenheden waarop de HS-kabels worden aangesloten en waarin zich de schakelapparatuur bevindt (1). De verbinding tussen de functionele eenheden gebeurt via een barenstel. De functionele eenheden aangeduid door de DNB moeten uitgerust zijn met een afstandsbediende motor en de sturing hiervan;
- minstens één systeem voor foutstroomindicatie (KSV) geleverd door de DNG in functie van de bijkomende voorschriften van de DNB en geïnstalleerd in minstens één functionele eenheid waarop de netkabels worden aangesloten (details zie §17.4.6.) (1);
- een algemene beveiliging zoals beschreven in hoofdstuk 13 (2). In onderstaande tekening is de beveiliging bij wijze van voorbeeld als vermogensschakelaar uitgevoerd;
- HS-verbindingen tussen de algemene beveiliging en de eenheid die de meettransformatoren bevat (3). Deze kan uitgevoerd zijn met kabels of met een barenstel dat zich binnen de twee functionele eenheden bevindt;
- een functionele eenheid die de meettransformatoren bevat (4) om de meetfunctie uit te voeren. De variëte hierop (met een meting op LS) is niet voorgesteld;
- HS-verbindingen tussen de functionele eenheid die de meettransformatoren bevat en de HS/LS-transformator (5);
- één of meerdere HS/LS-transformatoren (6);
- één of meerdere LS-verbindingen tussen de secundaire kant van de transformator(en) en het (de) LS-bord(en) (7);
- één of meerdere LS-borden (8) bestaande uit (per spanningsniveau): een algemene schakelaar met een vergrendelbare zichtbare<sup>3</sup> onderbreking, een barenstel, beveiligingen en onderbrekingen voor elke kring, een kast voor de hulpvoedingen- en de meetapparatuur;
- interfaces voor communicatie en hulpvoedingen (8).



Al het materiaal dat ter plaatse wordt geïnstalleerd, is eigendom van de DNG met uitzondering van het meterbord en de HS-aansluitkabels met hun eindsluitingen.

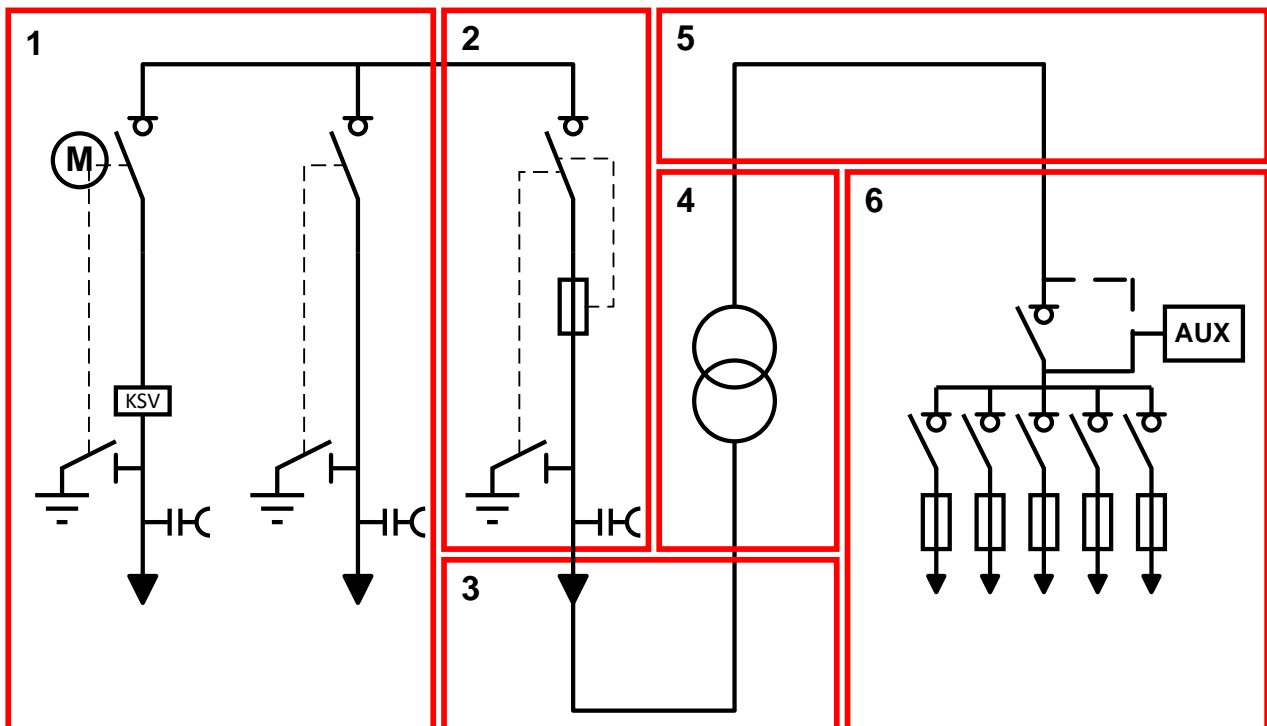
Andere varianten van dit schema (zoals decentrale productie, interne distributienetten, een rechtstreekse aansluiting op een TS, enz.) worden beschreven in bijlage 3.

<sup>3</sup> Zichtbare onderbreking of een onderbreking met een veiligheidsgraad equivalent aan deze voorzien in artikel 235.01.c.2 van het AREI, hierna beschreven als 'zichtbare onderbreking'.

### 3.3 SAMENSTELLING VAN DE DISTRIBUTIECABINE VAN DE DNB

De elektrische uitrusting van een cabine van de DNB bestaat doorgaans uit:

- één of meerdere functionele eenheden waarop de HS-kabels worden aangesloten en waarin zich de schakelapparatuur bevindt (1). De verbinding tussen de functionele eenheden gebeurt via een barenstel. Bepaalde functionele eenheden worden van een motorbediening voorzien op basis van de noden van het net;
- minstens één systeem voor foutstroomindicatie (KSV) (1);
- een functionele eenheid met een vertrek naar de HS/LS-transformator, uitgerust met een gecombineerde lastscheidingschakelaar met smeltveiligheden of een vermogensschakelaar, die de HS/LS-transformator beveiligd (2). Een functionele eenheid met een vertrek per geïnstalleerde transformator is vereist;
- HS-verbindingen tussen de functionele eenheid die de beveiliging van de transformator bevat, en de transformator zelf (3);
- één of meerdere HS/LS-transformatoren (4);
- één of meerdere LS-verbindingen tussen de secundaire kant van de HS/LS-transformator(en) en het (de) LS-bord(en) (5);
- één of meerdere LS-borden (6) bestaande uit: een algemene LS-lastscheidingschakelaar, een barenstel, verdeelstroken met smeltveiligheden of andere beveiligingen voor elke kring;
- een kast voor de hulpvoedingen en de meetapparatuur (6);
- interfaces voor communicatie en hulpvoedingen (6).



### 3.4 CABINES MET MEERDERE DNG'S



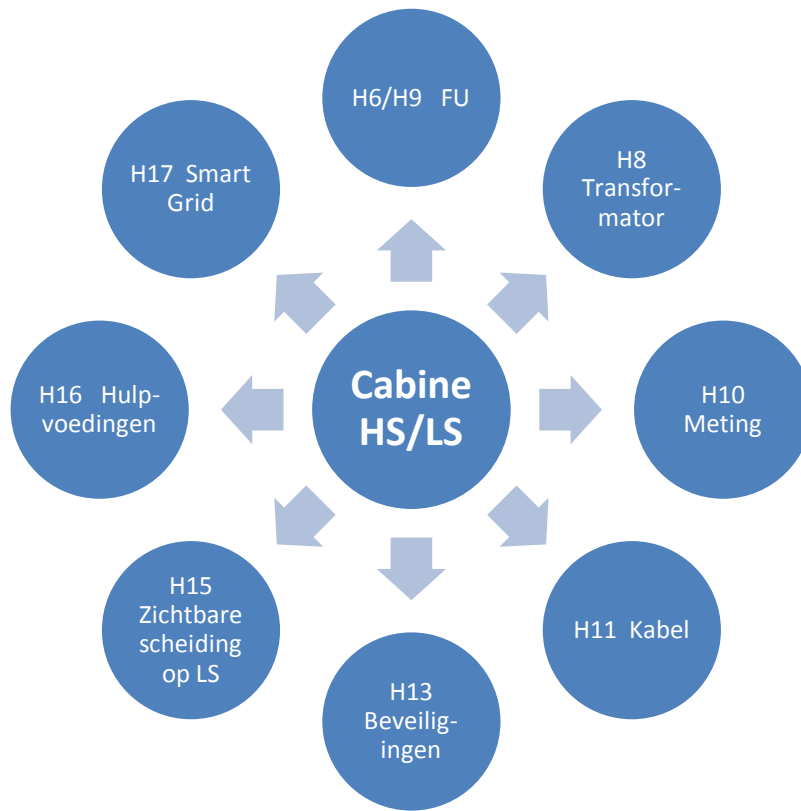
Het begrip cabine met meerdere gebruikers is van toepassing wanneer in hetzelfde lokaal de functionele eenheden voor de kabelaankomsten gedeeld worden tussen verschillende DNG's die elk over hun eigen meting beschikken. Configuraties met meerdere DNG's in eenzelfde cabine worden enkel toegestaan mits uitdrukkelijke goedkeuring van de DNB en op voorwaarde dat minstens de volgende voorwaarden voldaan zijn:

- De DNG's stellen per overeenkomst een exclusieve beheerder aan (standaard de aannemer of de eigenaar van het gebouw) die de verantwoordelijke is van de installatie, en bijgevolg ook de gesprekspartner is van de DNB en het erkend organisme;
- De verschillende DNG's en de DNB stellen een overeenkomst op waarin de volgende zaken worden verduidelijkt:
  - De exploitatie- en toegangsregels rekening houdend met een mogelijke compartimentering vereist door de DNB;
  - De verdeling van de kosten (onderhoud van het gebouw en de apparatuur, jaarlijks bezoek door een erkend organisme, mogelijk opnieuw conform maken van de installatie, exploitatiekosten, verhoging van het geïnstalleerd vermogen, reparatie, enz.);
- De enige beheerder overhandigt een exemplaar van deze overeenkomsten aan de DNB;
- De aannemer draagt alle kosten voor de ontwikkeling van het project;
- De DNB bepaalt samen met de beheerder van de cabine de meest geschikte configuratie.

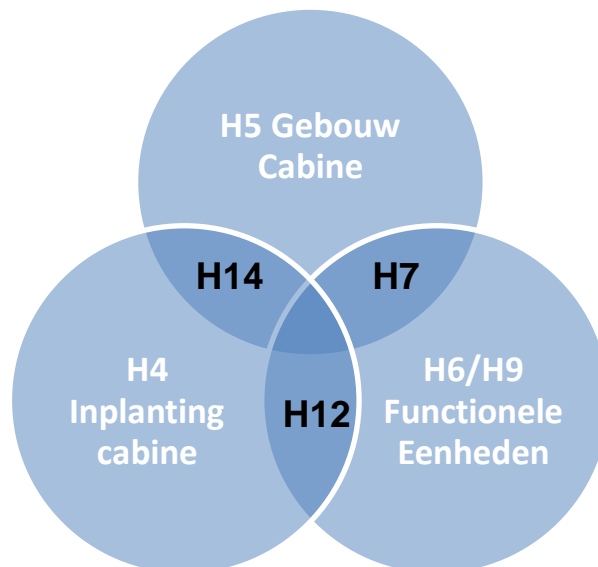


### 3.5 OPBOUW VAN HET VOORSCHRIFT

Alle afzonderlijke delen van de elektrische uitrusting van de cabine en de manier waarop ze worden geïnstalleerd zijn beschreven in de volgende hoofdstukken:



Daarnaast is de keuze van de gebruikte uitrustingscomponenten en de installatie ervan afhankelijk van het lokaal en zijn plaatsing:



- H7: Interactie tussen de functionele eenheden (FU's) en het lokaal
- H12: Constructie van het lokaal en zijn toegang
- H14: Aarding van cabines

Specifieke toepassingen (rechtstreekse aansluiting op een TS, decentrale productie, net-noodvoeding, wijzigingen en risicoanalyse van bestaande cabines van de DNG) worden behandeld in de hoofdstukken 18 tot en met 22.



## 4 INPLANTING EN TOEGANG TOT DE CABINE



De DNG legt zijn voorstel met betrekking tot de ligging van de cabine en haar toegangsweg ter goedkeuring voor aan de DNB.

De DNG moet voor elke wijziging van de toegangsweg van de cabine (bijvoorbeeld een wijziging van de toegangsweg of de toegangsprocedure, vervangen van het slot of het plaatsen van een alarmsysteem of het inschakelen van een bewakingsdienst) voorafgaandelijk van de DNB de goedkeuring krijgen. Indien de wijzigingen niet aanvaardbaar zijn voor de exploitatie van het distributienet, worden de in §4.3 vermelde bijkomende eisen toegepast.

### 4.1 INPLANTING VAN DE CABINE

Voor de inplanting van de cabine wordt rekening gehouden met volgende exploitatie eisen van de DNB:

- De cabine bevindt zich in principe op de gelijkvloerse verdieping met directe toegang tot een openbare of een private weg en met rechtstreekse toegang via een buitendeur.
- De geschikte preventieve maatregelen worden getroffen voor cabines die zich in de gevarezone 0, 1 of 2 volgens art.105 van het AREI, of in een andere risico-omgeving (overstromingsgevaar, vervuiling, enz.) bevinden.

### 4.2 TOEGANG TOT DE CABINE

Voor de toegang tot de cabine wordt rekening gehouden met volgende exploitatie eisen van de DNB:

- De ligging en de toegangsweg worden zodanig gekozen dat de cabine gemakkelijk, onmiddellijk, op elk ogenblik (24 uur op 24, 7 dagen op 7) en in alle veiligheid toegankelijk is voor de medewerkers van de DNB, zonder tussenkomst van derden, zelfs bij afwezigheid van spanning.
- De toegangsweg tot de cabine moet de doorgang van grote voertuigen zoals een meetwagen toelaten.
- De toegangsweg maakt het eveneens mogelijk de aansluitkabels afkomstig van een meetwagen of een elektrogeengroep, met een maximale kabellengte van 25 m, op een praktische en veilige manier aan te sluiten (vb. toegangsluiken).
- De toegangsweg naar het cabinelokaal (trappen, opritten, deuren, luiken, gangen, enz.) is aangepast aan het gewicht, de afmetingen en de hantering van het materiaal.
- Elke toegangsdeur op weg naar de cabine is voorzien van een slot van de DNB.
- Zie ook §12.8 voor de constructieve eisen van de toegang tot de cabine.

### 4.3 UITZONDERINGEN

Afwijkingen op bovenvermelde eisen zijn mogelijk mits uitdrukkelijke toestemming van de DNB die gebaseerd is op een gefundeerde aanvraag van de DNG. Deze kunnen leiden tot bijkomende verplichtingen door de DNB. Deze bijkomende maatregelen zijn ten laste van de DNG.

Enkele voorbeelden (niet exhaustief) hiervan zijn:

- Indien de toegangsdeur(en) op weg naar de cabine niet voorzien is/zijn van een slot van de DNB, wordt een sleutelkast naast de eerste deur voorzien.
- De afstand tussen de cabine en de openbare weg moet zo kort mogelijk zijn. Voor elke afstand groter dan 20 m kan de DNB eisen dat een hoofdcabine wordt geïnstalleerd langs de openbare weg (bestaande uit FU's voor de lus, de algemene beveiliging, de functionele meeteenheid en één of meerdere FU's voor kabelvertrekken).
- Bij een beveiligde toegang tot het gebouw worden de nodige procedures voorzien voor een vrije toegang van de medewerkers van de DNB. Er mag geen gebruik gemaakt worden van een code of een magnetische kaart.
- Indien tijdens de studie blijkt dat de medewerkers van de DNB niet binnen een redelijke termijn toegang kunnen krijgen tot de elektrische uitrusting, kan de DNB een afstandssignalisatie en een afstandsbediening opleggen aan de DNG. (vb. frequente file, cabine niet toegankelijk vanaf de openbare weg, cabine achter een hek, verplichte aanmelding aan de receptie, volgen van een veiligheidsfilm, enz.).
- De DNB kan een hoofdcabine eisen die rechtstreeks toegankelijk is vanaf de openbare weg.



# 5 GEBOUW

## 5.1 INLEIDING



Het lokaal waarin de cabine wordt geïnstalleerd kan de volgende uitvoeringsvormen hebben:

- vrijstaand;
- aangrenzend;
- geïntegreerd in een gebouw (met of zonder naar buiten gerichte wanden).

Meer details over deze uitvoeringen zijn terug te vinden in §14.1.

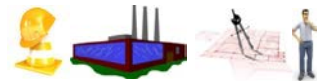
Er bestaan twee concepten voor de vrijstaande cabines in functie van de exploitatiewijze ervan:

- Betreedbare cabines: deze gebouwen beschikken over een schakelruimte die de medewerkers van de DNB en de DNG betreden om hun verschillende taken uit te voeren.
- Niet-betreedbare cabines: deze gebouwen beschikken niet over een interne schakelruimte, waardoor alle exploitatiehandelingen via de buitenzijde van de cabine plaatsvinden.

De keuze van de uitvoering en van de exploitatiewijze gebeurt in functie van de bouwvoorschriften en van de volgende aanvullende voorschriften van de DNB:

- Niet-betreedbare cabines zijn nooit toegelaten voor cabines met een meting op HS. In het geval van een meting op LS, zijn niet betreedbare cabines toegelaten op voorwaarde dat ze beantwoorden aan de eisen in verband met de afmetingen beschreven in hoofdstukken 10 en 17 (kWh meting en Smart Grid ready).
- In elk geval moet het lokaal waarin de cabine wordt ondergebracht, bestand zijn tegen mechanische schokken volgens beschermingsgraad IK10, conform NBN EN 62262.
- In elk geval moet het lokaal waarin de cabine wordt ondergebracht, kunnen weerstaan aan de gevolgen van een interne boog op HS in de functionele eenheden.
  - Dit wordt toegelicht in §5.2. Deze weerstand is afhankelijk van de afgelegde weg van de hete gassen die het gevolg zijn van een interne boog. Dit traject, tot aan de uitgang van de cabine, wordt weergegeven op een gedetailleerd plan dat van maatcijfers is voorzien. De afmetingen van de evacuatieopeningen worden eveneens op dit plan vermeld en desgevallend ook de afmetingen van de lokalen die doorlopen worden door de hete gassen.
  - De weerstand tegen de gevolgen van een interne boog wordt gestaafd op basis van testrapporten, statische en/of dynamische berekeningen of eventueel op basis van praktijkervaring (statische proeven op de functionele openingen of afsluitelementen zoals deuren en luiken, inclusief de bevestigingselementen ervan).
  - De stabiliteitsberekening in geval van interne fout zal gebeuren op basis van uitzonderlijke belastingen (gereduceerde veiligheidscoëfficiënten - NBN EN 1990 ANB).
  - Om rekening te houden met het dynamisch aspect van de belastingen wordt als referentie een driehoekige symmetrische golf genomen met een basistijd van 40 ms.
  - Het effect van zulke dynamische belasting hangt af van de eigen frequenties van de getroffen structuren. Bij ontbreken van informatie in verband met deze dynamische gedragingen, mag er een verhogingscoëfficiënt van 1,5 toegepast worden voor de conversie van een dynamische belasting in een gelijkwaardige statische belasting.
- Daarenboven is het eveneens toegestaan voor belastingen van korte duur zoals de vermelde, een verhogingscoëfficiënt van 1,3 van de weerstand in acht te nemen voor structuren in staal, gewapend beton of gewapend metselwerk. Onder weerstand wordt verstaan:
  - De stabiliteit van het gebouw mag niet in gedrang komen.
  - Blijvende vervormingen (scheuren) zijn toegelaten voor zover ze geen directe ontsnapping van hete gassen mogelijk maken.

## 5.2 CLASSIFICATIE VAN HET LOKAAL



Afhankelijk van het type functionele eenheid (FU) geplaatst in de cabine, voldoet het lokaal aan de eisen inzake weerstand tegen de uitwendige gevolgen van de interne boog.

De classificatie van de lokalen gebeurt op basis van de volgende eigenschappen:

- De weerstand tegen overdruk ten gevolge van een interne boog;
- Het architecturaal ontwerp.

Voor elk type lokaal worden de weerstandswaarden tegen de overdruk, de afmetingen en hun bijzonderheden beschreven in de fiches van bijlage 7. Deze fiches zijn opgesteld op basis van de combinaties lokaal – FU.

Voor alle lokalen waarvoor een weerstandswaarde tegen de overdruk ten gevolge van een interne boog wordt vereist, is een verklaring beschikbaar, verstrekt door de architect of fabrikant in geval van een prefab-cabine waarop deze weerstand wordt gegarandeerd. Bij gebrek aan dergelijke verklaring wordt het lokaal beschouwd als een lokaal met ongekende weerstand tegen overdruk.

**Algemene opmerking:** Het bruto volume van een cabine is het volume van het lokaal onafhankelijk van het volume van het geïnstalleerde elektrisch materiaal.

## 5.3 LOKAAL KLASSE BB00



Een lokaal klasse BB00 is een lokaal dat een bestaande HS-installatie huisvest en waarvan de weerstand van de wanden, tegen de druk ten gevolge van een interne boog, onbekend is of lager is dan de minimale waarden die vereist zijn voor de andere klassen. Het lokaal klasse BB00 kan om het even welke uitvoeringsvorm (vrijstaand, aangrenzend of geïntegreerd) hebben.

Elk lokaal dat voor de eerste keer een HS-installatie huisvest mag niet van de klasse BB00 zijn, tenzij aan volgende twee voorwaarden is voldaan:

- FU's gebruikt die uitgerust zijn met opties die de gevolgen van een interne boog op een significante manier verminderen (zie hoofdstuk 7).
- De wanden hebben voldoende weerstand tegen overdruk (cellenbeton en lichte wanden uit gipsplaten zijn bijgevolg niet toegelaten).

## 5.4 LOKAAL KLASSE BB05



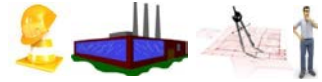
Dit type lokaal beschikt over wanden die bestand zijn tegen de overdrukken vermeld in onderstaande tabel. Deze drukken worden gegarandeerd door de ontwerper. Deze categorie werd BB00+ genoemd in de vorige versies van C2/116.

De overdrukken zijn weergegeven in functie van het bruto volume. Het lokaal moet voorzien zijn van een overdrukopening met een oppervlakte zoals bepaald in de fiches van bijlage 7.

Bruto volume van HS-lokaal.	Minimale weerstand van de wanden in de schakelruimte.
$\geq 10 \text{ m}^3$	45 hPa
$\geq 15 \text{ m}^3$	30 hPa
$\geq 20 \text{ m}^3$	25 hPa
$\geq 30 \text{ m}^3$ en $< 100 \text{ m}^3$	20 hPa

Het lokaal klasse BB05 kan om het even welke uitvoeringsvorm hebben. In geval van een lokaal geïntegreerd in een gebouw zonder buitenmuren, moet de evacuatieopening voorzien worden in een wand waarachter een lokaal met een bruto volume van minimaal  $250 \text{ m}^3$  is gelegen met een permanente bruto opening van  $2 \text{ m}^2$  naar buiten. Alle details hieromtrent zijn terug te vinden in de eerder vermelde fiches van bijlage 7.

## 5.5 LOKAAL KLASSE BB10



### 5.5.1 DEFINITIE

Volgende uitvoeringen zijn mogelijk voor een lokaal klasse BB10: vrijstaand, aangrenzend of geïntegreerd in een gebouw met minstens één naar buiten gerichte wand.

Een lokaal klasse BB10 is een lokaal dat voldoet aan de volgende drie voorwaarden:

- Het bruto expansievolume bedraagt minimaal  $3,8 \text{ m}^3$  en doet dienst als kabelkelder of kabelkanaal. Het expansievolume weerstaat aan een overdruk van 220hPa.
- Een versterkte wand (aan de achterzijde van de schakelapparatuur) die weerstaat aan een overdruk van 250 hPa<sup>4</sup>.
- De overige wanden inclusief hun bouwelementen zoals deuren, rooster, enz. alsook het plafond weerstaan aan een overdruk van 50 hPa.

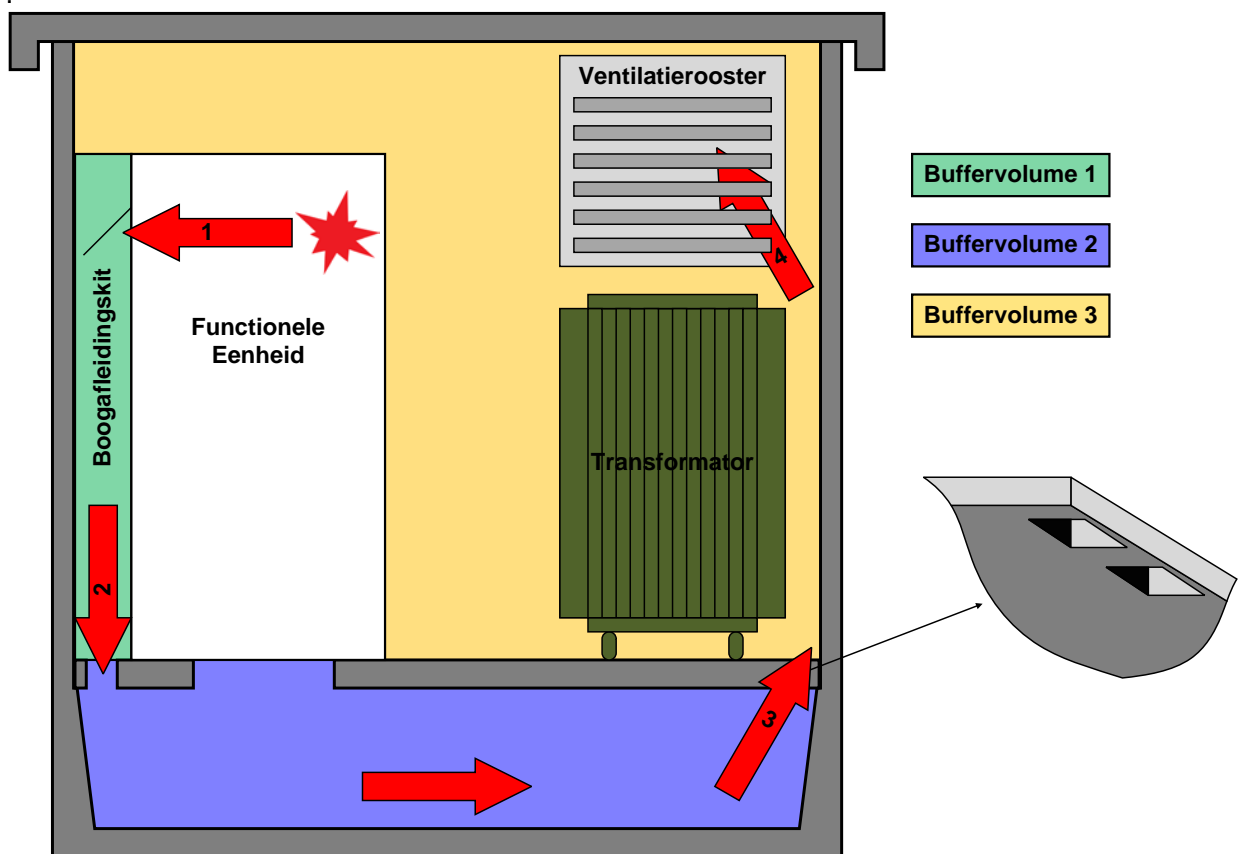
### 5.5.2 PRINCIPE VAN DE EVACUATIE VAN DE HETE GASSEN

De cabine is zo ontworpen dat de hete gassen die als gevolg van een interne boog vrijkomen uit de FU's op de volgende manier worden opgevangen en afgekoeld:

- De evacuatieopeningen van de FU's die als gevolg van een interne boog worden geopend, sturen de hete gassen naar een **eerste buffervolume**, dat ontworpen is om aan de drukgolf te weerstaan (1). Dit eerste buffervolume bestaat:
  - ofwel uit de ruimte tussen de versterkte wand van het gebouw, de achterzijde van de FU's en de boogafleringskit geleverd door de fabrikant;
  - ofwel uit een getest expansievolume welke bevestigd wordt aan de FU waardoor er geen druk wordt uitgeoefend op de wand van de cabine die zich achter de functionele eenheden bevindt.
- De hete gassen worden naar de kabelkelder of het kabelkanaal geleid. Deze doet dienst als **tweede buffervolume**. Dit gebeurt via de openingen in de vloer, onder het eerste buffervolume, over de volledige lengte van het geheel van de FU's en met een breedte zoals gespecificeerd door de fabrikant van het materiaal. Door de expansie en afkoeling neemt de druk van de hete gassen af (2).
- De afgekoelde gassen worden vervolgens via kleine openingen in de vloer en waarvan de totale doorsnede  $0,14 \text{ m}^2$  bedraagt opnieuw naar het schakellokaal geleid. Deze doet dienst als **derde buffervolume**. De openingen zijn op een zodanige plaats voorzien dat een groot apparaat (vb. een transformator) een mechanische barrière vormt tussen deze openingen en de personen die in dit schakellokaal aanwezig kunnen zijn. Bij afwezigheid hiervan moet een scherm met een hoogte van 2 m en voorzien van een pictogram (explosie gevaar) deze functie vervullen. Alle andere openingen in de vloer zijn afgesloten met afdichtingen die weerstaan aan 220 hPa (3).
- Boven deze doorvoeringen in de vloer wordt zo hoog mogelijk in de aangrenzende wand, een evacuatieopening voorzien waardoor de hete gassen uit het schakellokaal kunnen ontsnappen (4).
- In geval er een transformator aanwezig is in de cabine, vervult de hoge ventilatierooster (zie hoofdstuk 12) deze functie. Bij afwezigheid van een transformator, en dus geen nood aan een ventilatie, is in het schakellokaal een evacuatieopening voorzien die naar buiten opent bij een overdruk vanaf 15 hPa. De hoogte van deze opening of rooster bedraagt bij voorkeur 2 m. Indien deze hoogte niet mogelijk is, wordt aan de buitenzijde de zone rond de evacuatieopening ontoegankelijk gemaakt (2 m in elke richting).

---

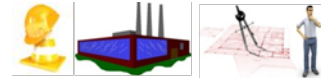
<sup>4</sup>Deze druk kan ook lager zijn, afhankelijk van het geïnstalleerde HS-materiaal (zie hoofdstuk 7)



**Opmerking:** Het principe dat hierboven bij wijze van voorbeeld wordt beschreven, is het resultaat van de wisselwerking van een lokaal klasse BB10 met FU's waarbij de overdruk ten gevolge van een interne boog naar de kabelkelder of het kabelkanaal wordt afgevoerd. Deze FU's worden meer in detail beschreven in hoofdstuk 6.



## 5.6 LOKAAL KLASSE BB20



### 5.6.1 DEFINITIE

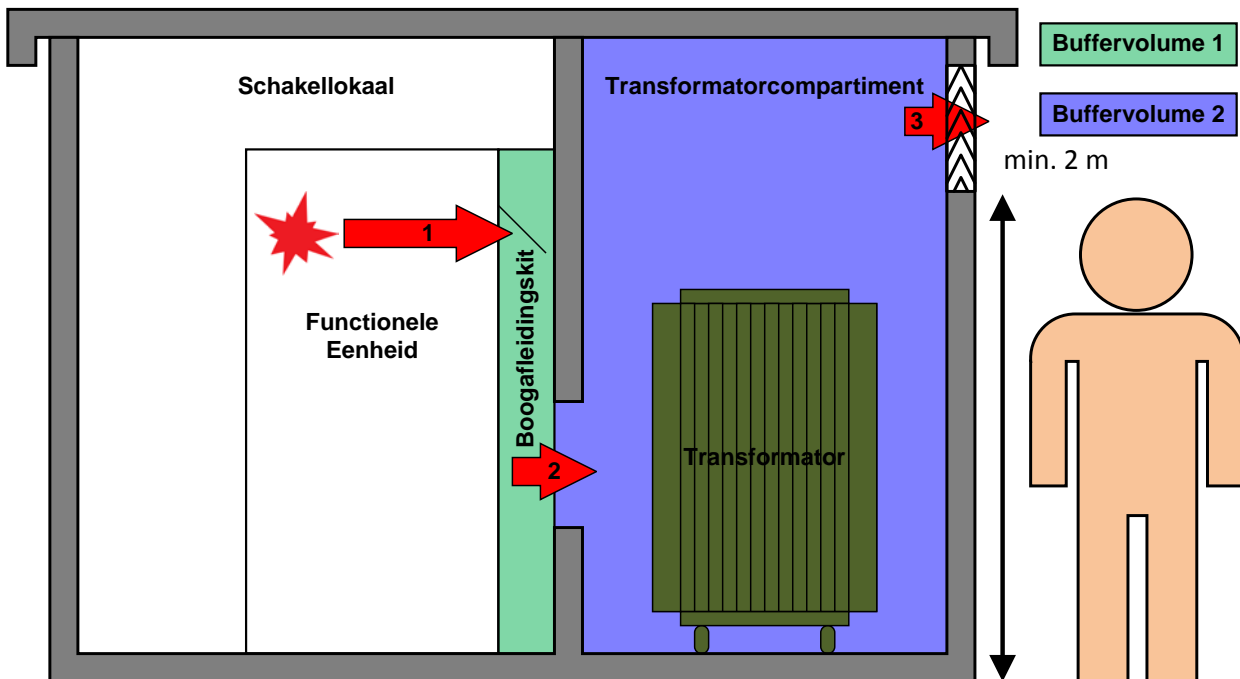
Een lokaal klasse BB20 is een lokaal dat voldoet aan de volgende drie voorwaarden:

- Het bruto expansievolume bedraagt minimaal  $5 \text{ m}^3$  en bestaat uit een transformatorcompartiment dat door een onvervormbare en drukvaste wand (om te vermijden dat de warme gassen terugkeren naar het schakellokaal) van het schakellokaal gescheiden is en waarin een opening van  $1,50 \times 0,8 \text{ m}$  is voorzien. De aanwezigheid van een transformator is niet verplicht.
- Alle wanden van het schakellokaal kunnen weerstaan aan een overdruk van minimaal 50 hPa.
- Alle wanden van het transformatorcompartiment kunnen weerstaan aan een overdruk van minimaal 125 hPa.

### 5.6.2 PRINCIPE VAN EVACUATIE VAN DE HETE GASSEN

Het principe van de opeenvolgende buffervolumes beschreven in §5.5.2 voor het afkoelen van de hete gassen blijft behouden, maar met een andere opstelling. De FU's worden geplaatst tegen de onvervormbare wand van het schakellokaal. De hete gassen die als gevolg van een interne boog vrijkomen uit de FU's worden in dit geval op de volgende manier opgevangen en afgekoeld:

- De evacuatieopeningen van de FU's die als gevolg van een interne boog worden geopend, sturen de hete gassen naar een **eerste buffervolume**, dat ontworpen is om aan de drukgolf te weerstaan. Dit eerste buffervolume bestaat uit de ruimte tussen de scheidingswand van het gebouw, de achterzijde van de FU's en de boogafleidingskit geleverd door de fabrikant van de FU's (1).
- De hete gassen worden naar het transformatorcompartiment geleid, dat dienst doet als **tweede buffervolume**. Dit gebeurt via de opening in de tussenwand. Door de expansie neemt de druk van de hete gassen af (2).
- In het transformatorcompartiment wordt zo hoog mogelijk in één of meerdere buitenwand(en) een evacuatieopening voorzien waardoor de hete gassen uit het transformatorcompartiment kunnen ontsnappen (3). Deze hoogte bedraagt bij voorkeur 2 m. Indien deze hoogte niet mogelijk is, wordt de zone rond de evacuatieopening ontoegankelijk gemaakt (2 m in elke richting).



**Opmerking:** Het principe dat hierboven als voorbeeld wordt beschreven, is het resultaat van de wisselwerking van een lokaal BB20 met schakelapparatuur waarbij de overdruk ten gevolge van een interne boog naar een buffervolume wordt afgevoerd. Deze FU's worden meer in detail beschreven in hoofdstuk 6.

## 5.7 LOKAAL KLASSE BB30



### 5.7.1 LOKAAL BB30 VOLGENS HET BB10 PRINCIPE EN AANGRENZEND AAN EEN LOKAAL MET EEN BRUTO VOLUME VAN MINSTENS 250 M<sup>3</sup>

#### 5.7.1.1 DEFINITIE

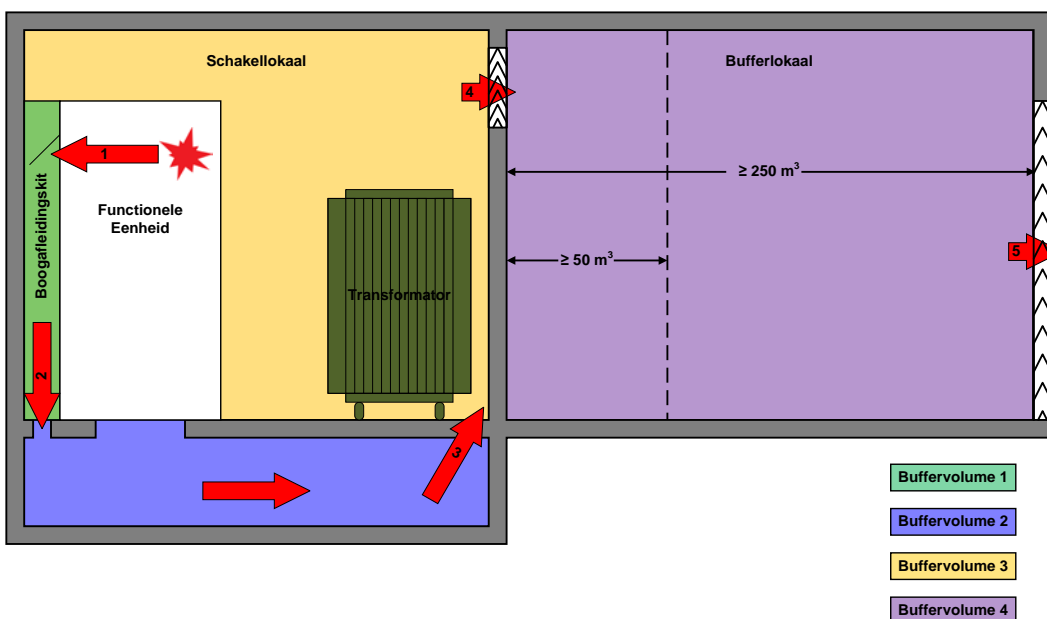
Dit lokaal van klasse BB30 is een lokaal gebaseerd op het principe van een lokaal klasse BB10 met overeenstemmende drukwaarden, maar met volgende inplantingsdetails:

- geïntegreerd in een gebouw;
- zonder naar buiten gerichte wanden.

#### 5.7.1.2 PRINCIPE VAN EVACUATIE VAN DE HETE GASSEN

De hete gassen die als gevolg van een interne boog vrijkomen uit de FU's worden in dit geval op de volgende manier opgevangen en afgekoeld:

- De evacuatieopeningen van de FU's die als gevolg van een interne boog worden geopend, sturen de hete gassen naar het **eerste buffervolume**, dat ontworpen is om aan de drukgolf te weerstaan. Dit eerste buffervolume bestaat bijvoorbeeld uit de ruimte tussen de versterkte wand van het gebouw, de achterzijde van de FU's en de boogafleidingskit geleverd door de fabrikant van de FU's (1);
- De hete gassen worden naar de kabelkelder of het kabelkanaal geleid. Deze doet dienst als **tweede buffervolume**. Dit gebeurt via de openingen in de vloer, onder het eerste buffervolume, over de volledige lengte van het geheel van de FU's en met een breedte zoals gespecificeerd door de fabrikant van het materiaal. Door de expansie en afkoeling neemt de druk van de hete gassen af (2);
- De afgekoelde gassen worden vervolgens via kleine openingen in de vloer en waarvan de totale doorsnede 0,14 m<sup>2</sup> bedraagt opnieuw naar het schakellokaal geleid. Deze doet dienst als **derde buffervolume**. De openingen zijn op een zodanige plaats voorzien dat een groot apparaat (vb. een transformator) of, bij afwezigheid hiervan, een scherm een mechanische barrière vormt tussen deze openingen en de personen die in dit schakellokaal aanwezig kunnen zijn. Alle andere openingen in de vloer zijn afgesloten met afdichtingen die weerstaan aan 220 hPa (3);
- Boven deze doorvoeringen in de vloer wordt zo hoog mogelijk in de aangrenzende wand een evacuatieopening (onderkant op een hoogte van minimaal 2 m als er zich personen in het aangrenzend lokaal kunnen bevinden) voorzien waardoor de hete gassen uit het schakellokaal kunnen ontsnappen naar het naastgelegen lokaal met grote afmetingen dat dienst doet als **vierde buffervolume** (4);
- Het naastgelegen grote lokaal heeft een permanente opening naar buiten van minstens 2 m<sup>2</sup> netto waarlangs de hete gassen naar buiten kunnen ontsnappen (5).



Bij gebruik van FU's voorzien van een uitrusting voor de detectie en de onderdrukking van de boog binnen een tijdspanne van 50 ms, mag het volume van het aangrenzend lokaal worden beperkt tot 50m<sup>3</sup>. Alle details hieromtrent zijn terug te vinden in de fiches van bijlage 7.

## 5.7.2 LOKAAL BB30 VOLGENS HET BB20 PRINCIPE EN GRENZEND AAN EEN LOKAAL MET EEN BRUTO VOLUME VAN MINSTENS 250 M<sup>3</sup>

### 5.7.2.1 DEFINITIE

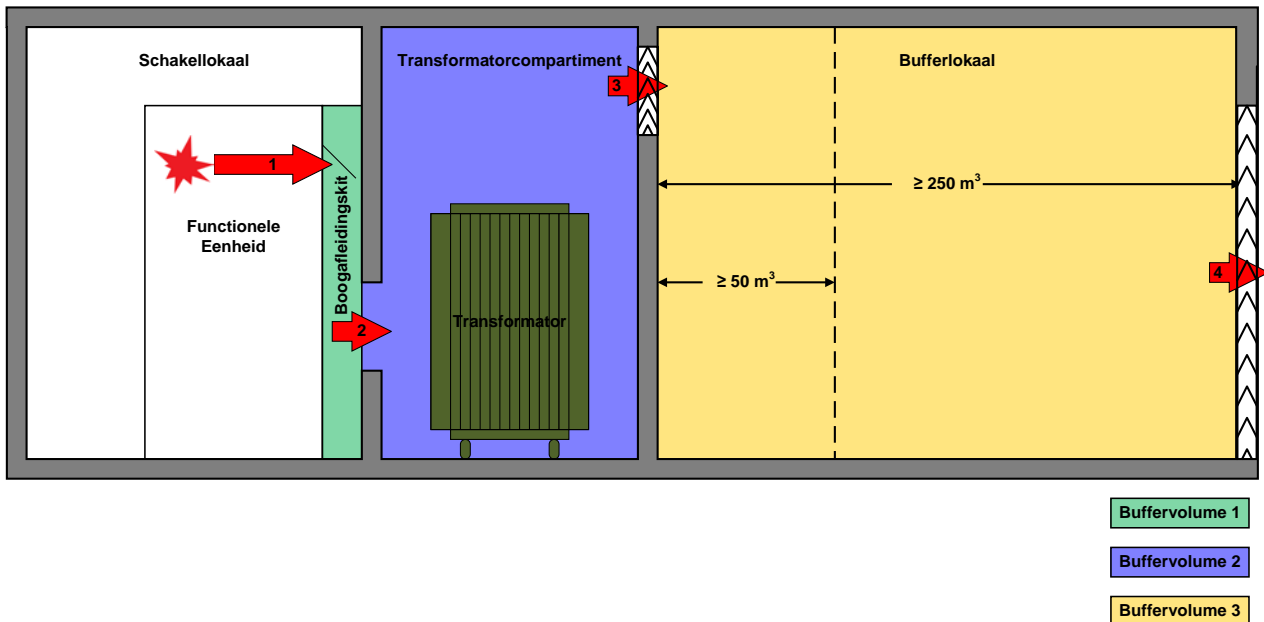
Dit lokaal van klasse BB30 is een lokaal gebaseerd op het principe van een lokaal klasse BB20 met overeenstemmende drukwaarden, maar met volgende inplantingsdetails:

- geïntegreerd in een gebouw;
- zonder naar buiten gerichte wanden.

### 5.7.2.2 PRINCIPE VAN EVACUATIE VAN DE HETE GASSEN

De hete gassen die als gevolg van een interne boog vrijkomen uit de FU's worden in dit geval op de volgende manier opgevangen en afgekoeld:

- De evacuatieopeningen van de FU's die als gevolg van een interne boog worden geopend, sturen de hete gassen naar een **eerste buffervolume**, dat ontworpen is om aan de drukgolf te weerstaan. Dit eerste buffervolume bestaat uit de ruimte tussen de scheidingswand van het gebouw, de achterzijde van de FU's en de boogafleidingskit geleverd door de fabrikant van de FU's (1);
- De hete gassen worden naar het transformatorcompartiment geleid, dat dienst doet als **tweede buffervolume**. Dit gebeurt via de openingen in de tussenwand. Door de expansie neemt de druk van de hete gassen af (2);
- In het transformatorcompartiment wordt zo hoog mogelijk in de wand een evacuatieopening (onderkant op een hoogte van minimaal 2 m als er zich hier personen kunnen bevinden) voorzien waardoor de hete gassen kunnen ontsnappen uit het schakellokaal naar het naastgelegen lokaal met grote afmetingen dat dienst doet als **derde buffervolume** (3);
- Het naastgelegen grote lokaal heeft een permanente opening naar buiten van minimaal 2 m<sup>2</sup> waarlangs de hete gassen naar buiten kunnen ontsnappen (4).



Bij gebruik van FU's voorzien van een uitrusting voor de detectie en de onderdrukking van de boog binnen een tijdspanne van 50 ms, mag het volume van het aangrenzend lokaal worden beperkt tot 50m<sup>3</sup>. Alle details hieromtrent zijn terug te vinden in de fiches van bijlage 7.

**Opmerking:** Voor beide bovenvermelde lokalen (§5.7.1 en §5.7.2) geldt volgende regel: indien de evacuatieopening in het groot aangrenzend lokaal niet op een hoogte van minimaal 2 m kan voorzien worden, dan wordt de onmiddellijke omgeving (2 m in elke richting) ervan ontoegankelijk gemaakt als de geïnstalleerde FU's van het type AA10, AA31, AA33 zijn (aanwezigheid van hete gassen in deze onmiddellijke omgeving aan de buitenzijde van het lokaal).

## 5.7.3 LOKAAL BB30 VOLGENS HET BB10 PRINCIPE MET EEN EVACUATIEKANAAL NAAR BUITEN TOE

### 5.7.3.1 DEFINITIE

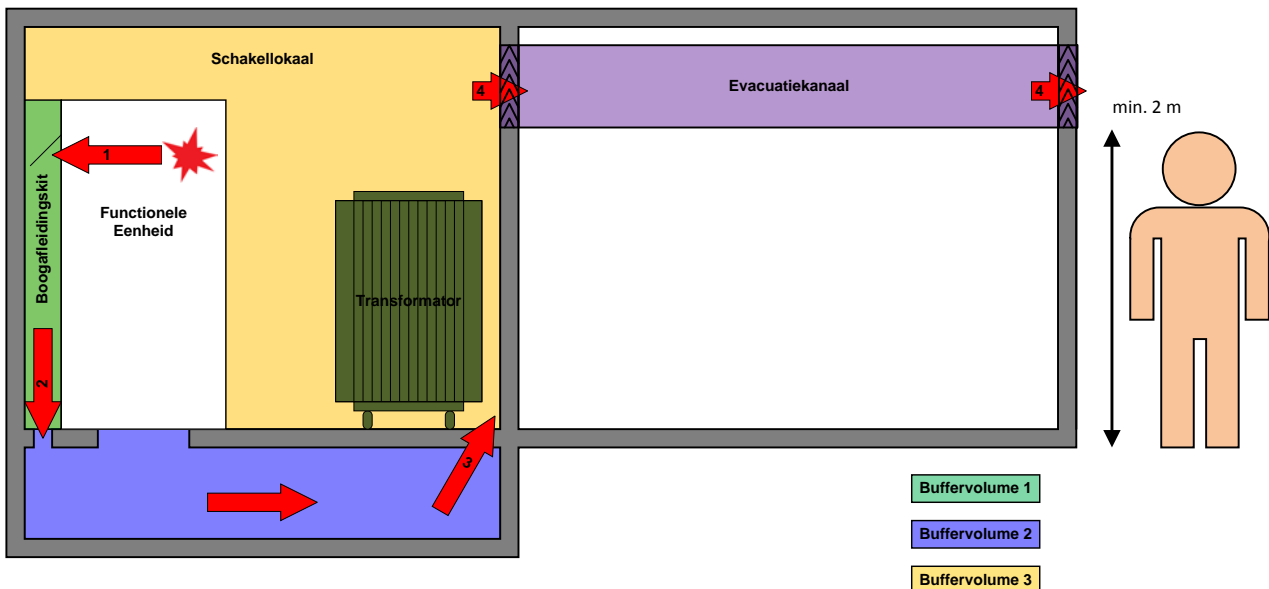
Dit lokaal van klasse BB30 is een lokaal gebaseerd op het principe van een lokaal klasse BB10 met overeenstemmende drukwaarden, maar met volgende inplantingsdetails:

- geïntegreerd in een gebouw;
- zonder naar buiten gerichte wanden;
- waarvan de buffervolumes aangepaste afmetingen hebben.

### 5.7.3.2 PRINCIPE VAN EVACUATIE VAN DE HETE GASSEN

De hete gassen die als gevolg van een interne boog vrijkomen uit de FU's worden in dit geval op de volgende manier opgevangen en afgekoeld:

- De evacuatieopeningen van de FU's die als gevolg van een interne boog worden geopend, sturen de hete gassen naar een **eerste buffervolume**, dat ontworpen is om aan de drukgolf te weerstaan. Dit eerste buffervolume bestaat bijvoorbeeld uit de ruimte tussen de versterkte wand van het gebouw, de achterzijde van de FU's en de boogafleidingskit geleverd door de fabrikant van de FU's (1).
- De hete gassen worden naar de kabelkelder of het kabelkanaal geleid. Deze doet dienst als **tweede buffervolume** en heeft een volume van 9m<sup>3</sup>. Dit gebeurt via de openingen in de vloer, onder het eerste buffervolume. Door de expansie en afkoeling neemt de druk van de hete gassen af (2).
- De afgekoelde gassen worden vervolgens via kleine openingen in de vloer en waarvan de totale doorsnede 0,14 m<sup>2</sup> bedraagt, opnieuw naar het schakellokaal geleid. Deze doet dienst als **derde buffervolume**. De openingen zijn op een zodanige plaats voorzien dat een groot apparaat (vb. een transformator) of, bij afwezigheid hiervan, een scherm een mechanische barrière vormt tussen deze openingen en de personen die in dit schakellokaal aanwezig kunnen zijn. Alle andere openingen in de vloer zijn afgesloten met afdichtingen die weerstaan aan 220 hPa (3).
- Boven deze doorvoeringen in de vloer wordt zo hoog mogelijk in de aangrenzende wand een evacuatieopening (onderkant op een hoogte van minimaal 2 m) voorzien, waardoor de hete gassen uit het schakellokaal kunnen ontsnappen via een evacuatiekanaal naar buiten toe met een netto diameter van minimum 0,5 m<sup>2</sup> (4).



De afmetingen van de buffervolumes worden gereduceerd in geval van gebruik van FU's voorzien van uitrusting voor de detectie en de onderdrukking van de boog binnen een tijdsperiode van 50 ms. Alle details hieromtrent zijn terug te vinden in de fiches van bijlage 7.

Het evacuatiekanaal weerstaat aan een overdruk van 50 hPa.

## 5.7.4 LOKAAL BB30 VOLGENS HET BB20 PRINCIPE EN MET EEN EVACUATIEKANAAL NAAR BUITEN TOE

### 5.7.4.1 DEFINITIE

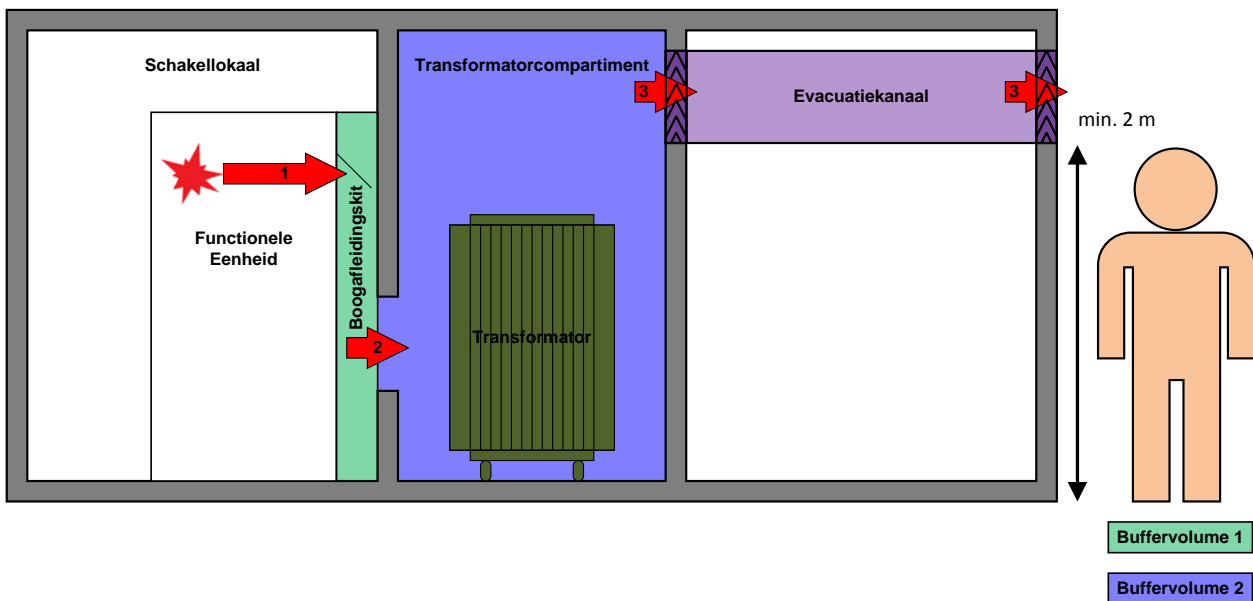
Dit lokaal van klasse BB30 is een lokaal gebaseerd op het principe van een lokaal klasse BB20 met overeenstemmende drukwaarden, maar met volgende inplantingdetails:

- geïntegreerd in een gebouw;
- zonder naar buiten gerichte wanden;
- waarvan de buffervolumes aangepaste afmetingen hebben.

### 5.7.4.2 PRINCIPE VAN EVACUATIE VAN DE HETE GASSEN

De hete gassen die als gevolg van een interne boog vrijkomen uit de FU's worden in dit geval op de volgende manier opgevangen en afgekoeld:

- De evacuatieopeningen van de FU's die als gevolg van een interne boog worden geopend, sturen de hete gassen naar een **eerste buffervolume**, dat ontworpen is om aan de drukgolf te weerstaan. Dit eerste buffervolume bestaat uit de ruimte tussen de scheidingswand van het gebouw, de achterzijde van de FU's en de boogafleidingskit geleverd door de fabrikant van de FU's (1).
- De hete gassen worden naar het transformatorcompartiment geleid, dat dienst doet als **tweede buffervolume** en een volume van 9m<sup>3</sup> heeft. Dit gebeurt via de openingen in de tussenwand. Door de expansie neemt de druk van de hete gassen af (2);
- In het transformatorcompartiment wordt zo hoog mogelijk (onderkant op een hoogte van minimaal 2 m) in de wand een evacuatieopening voorzien waardoor de hete gassen naar buiten kunnen ontsnappen via een evacuatiekanaal van minimaal 0,5 m<sup>2</sup> (3);



De afmetingen van de buffervolumes worden gereduceerd in geval van gebruik van FU's voorzien van uitrusting voor de detectie en de onderdrukking van de boog binnen een tijdsperiode van 50 ms. Alle details zijn terug te vinden in de fiches van bijlage 7.

Het evacuatiekanaal weerstaat aan een overdruk van 125 hPa.

**Opmerking:** Voor beide bovenvermelde lokalen (§5.7.3 en §5.7.4) geldt volgende regel: indien de evacuatieopening in het groot aangrenzende lokaal niet op een hoogte van minimaal 2 m kan worden voorzien wordt de onmiddellijke omgeving (2 m in elke richting) ervan ontoegankelijk gemaakt.

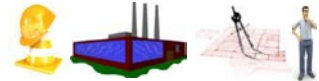
## 5.7.6 ALGEMENE OPMERKING VOOR ALLE LOKALEN KLASSE BB30

De principes die hierboven als voorbeeld worden beschreven, zijn het resultaat van de wisselwerking van een lokaal BB30 met schakelapparatuur waarbij de overdruk als gevolg van een interne boog naar een buffervolume wordt afgevoerd. Dit materiaal wordt beschreven in hoofdstuk 6.

De aanwezigheid van een bufferlokaal (kabelkelder "inrichting BB10" of transformatorcompartiment "inrichting BB20") is niet noodzakelijk indien een snel systeem voor detectie en onderdrukking van de boog (<50 ms) wordt gebruikt en de uitlaat van de hete gassen langs de bovenzijde van de HS-schakelapparatuur plaats vindt.

De druk in het cabinelokaal hangt in dit geval af van het bruto volume van het lokaal, van de doorsnede van de rookafvoerkanalen en van de ruimte waarin de gassen naartoe worden geleid. Er wordt geen speciale ventilatie van de aangrenzende lokalen gevraagd. Het bereikte drukniveau van het lokaal BB30 vereist de controle door een architect om de drukvastheid van de wanden te garanderen. De tabel hieronder geeft de statische druk weer waaraan de wanden van het lokaal moeten weerstaan in functie van het bruto volume van de cabine en van de bruto doorsnede van het ventilatiekanaal, afhankelijk van het type BB30 configuratie.

Bruto volume van de cabine in m <sup>3</sup>	Bruto doorsnede van het ventilatierooster of afvoerkanaal in m <sup>2</sup>	Druk op de wanden van het cabinelokaal in hPa		
		Volume aangrenzende ruimte 50 m <sup>3</sup>	Volume aangrenzende ruimte 100 m <sup>3</sup>	Afvoerkanaal (max 10 m)
20	0,6	38	35	49
	1	32	29	34
25	0,6	32	29	42
	1	27	24	29
30	0,6	28	26	37
	1	24	22	26
40	0,6	22	20	30
	1	19	17	20

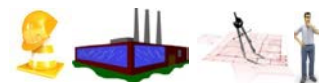


## 5.8 LOKAAL KLASSE BB40

Dit is een lokaal waarvan de weerstand tegen een interne boog en zijn gevolgen samen met de FU's werd getest volgens de norm NBN EN 62271-202.

In het verlengde hiervan, zijn alle combinaties van het lokaal met FU's van dezelfde weerstandscategorie tegen interne boog toegelaten op voorwaarde dat de evacuatie van de hete gassen op een gelijkaardige manier en aan dezelfde kant van de FU's gebeurt.

## 5.9 LOKAAL KLASSE BB50



### 5.9.1 DEFINITIE

Een lokaal klasse BB50 is een lokaal dat voldoet aan de volgende vier voorwaarden:

- Het bruto expansievolume bedraagt minstens 100 m<sup>3</sup>.
- De wand aan de achterzijde van de FU's weerstaat<sup>5</sup> aan een overdruk van minstens 250 hPa.
- De andere wanden weerstaan aan een overdruk van minstens 15 hPa.
- De opening naar buiten toe bestaat uit:
  - ofwel een evacuatieopening;
  - ofwel een vrije opening;
  - ofwel een evacuatiekanaal voor gassen naar buiten toe. De afmetingen ervan worden bepaald in functie van het geïnstalleerde HS-materiaal.

<sup>5</sup>Deze waarden kunnen ook lager zijn, afhankelijk van het geïnstalleerde HS-materiaal (zie hoofdstuk 7)

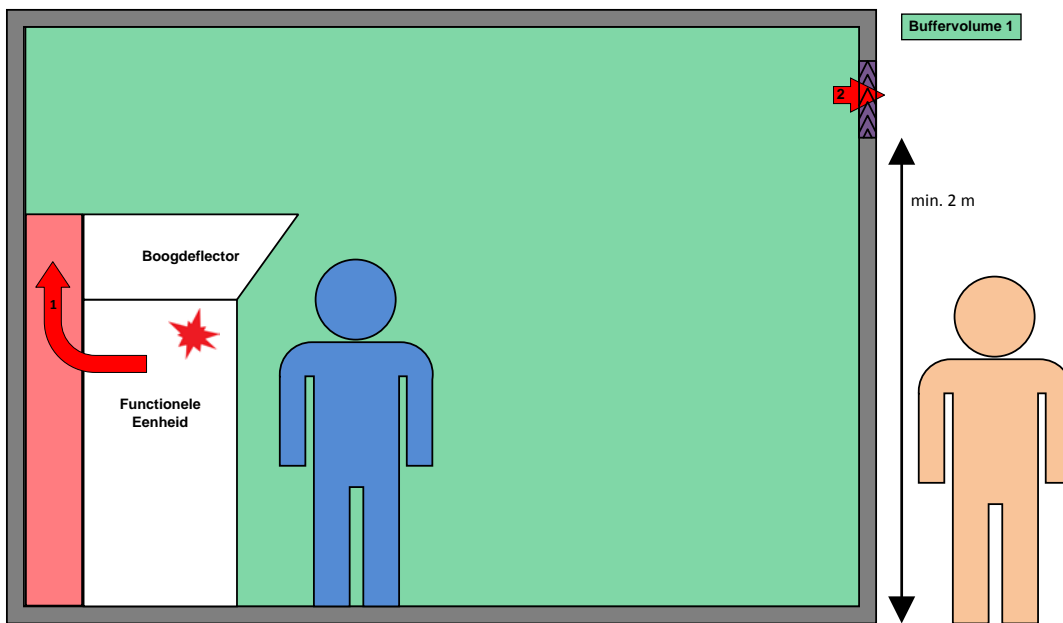
## 5.9.2 PRINCIPE VAN EVACUATIE VAN DE OVERDRUK

De grote afmetingen van het lokaal zorgen ervoor dat er geen hoge drukken worden gecreëerd op de wanden die zich niet rechtstreeks achter de FU's bevinden. Om de **schakelagent** te beschermen, moet het materiaal geplaatst worden zoals opgesteld bij de interne boog testen (indien nodig moet het materiaal uitgerust zijn met boogdeflectoren). De overdruk in het lokaal neemt af door de evacuatieopening naar buiten toe.

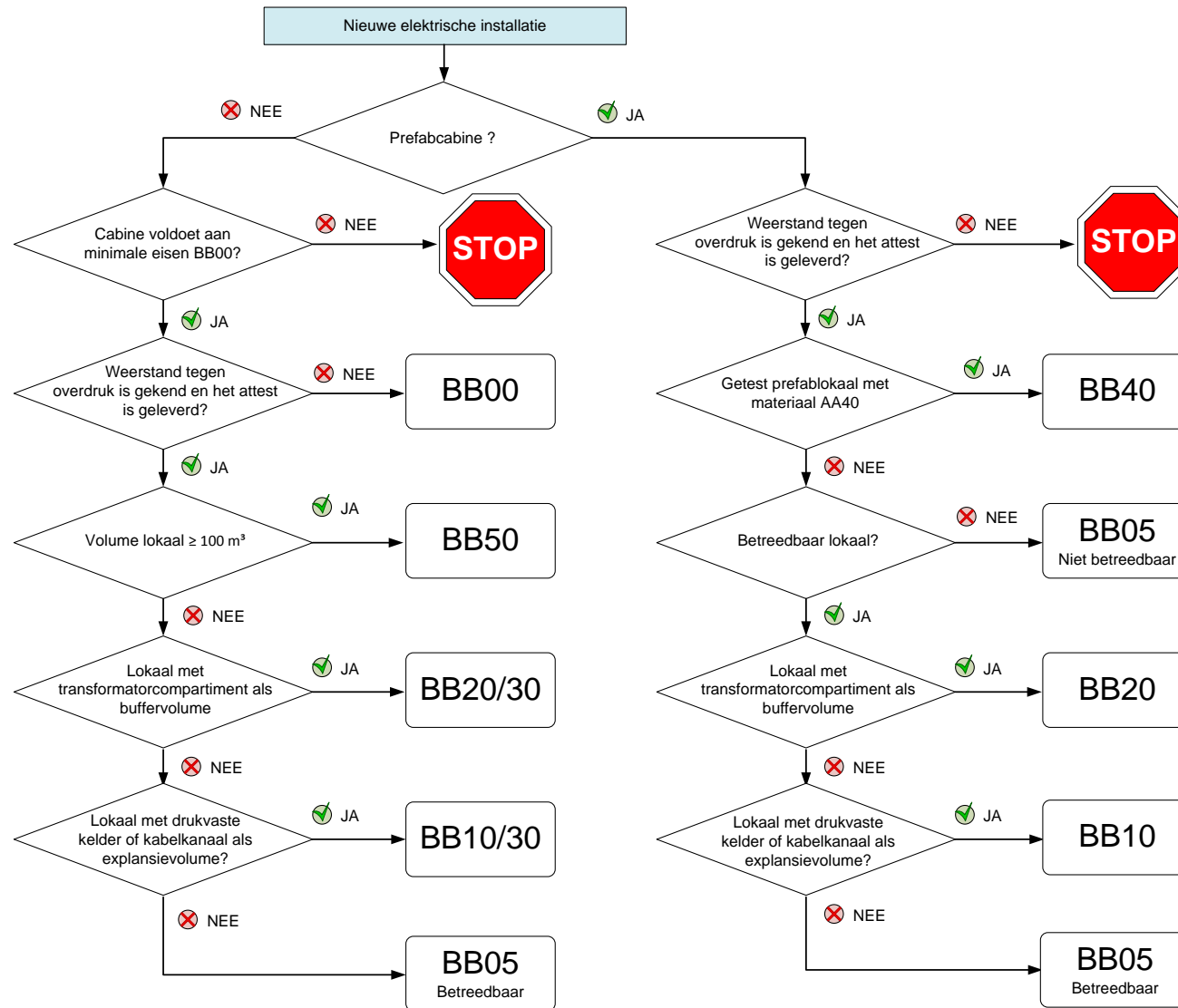
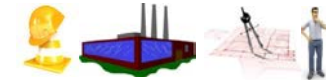
Deze evacuatie bevindt zich op een zodanige hoogte (minimaal 2 m) dat een toevallige **voorbijganger** niet rechtstreeks wordt verwond door de hete gassen die naar buiten toe worden geëvacueerd.

Indien de evacuatieopening naar buiten toe niet op een hoogte van minimaal 2 m kan voorzien worden dan wordt de onmiddellijke omgeving (2 m in elke richting) ervan ontoegankelijk gemaakt.

**Opmerking:** Het principe dat hierboven als voorbeeld wordt beschreven is het resultaat van de wisselwerking van een lokaal BB50 met schakelapparatuur waarvan de overdruk ten gevolge van een interne boog naar een buffervolume wordt afgevoerd. Deze FU's worden meer in detail beschreven in hoofdstuk 6.

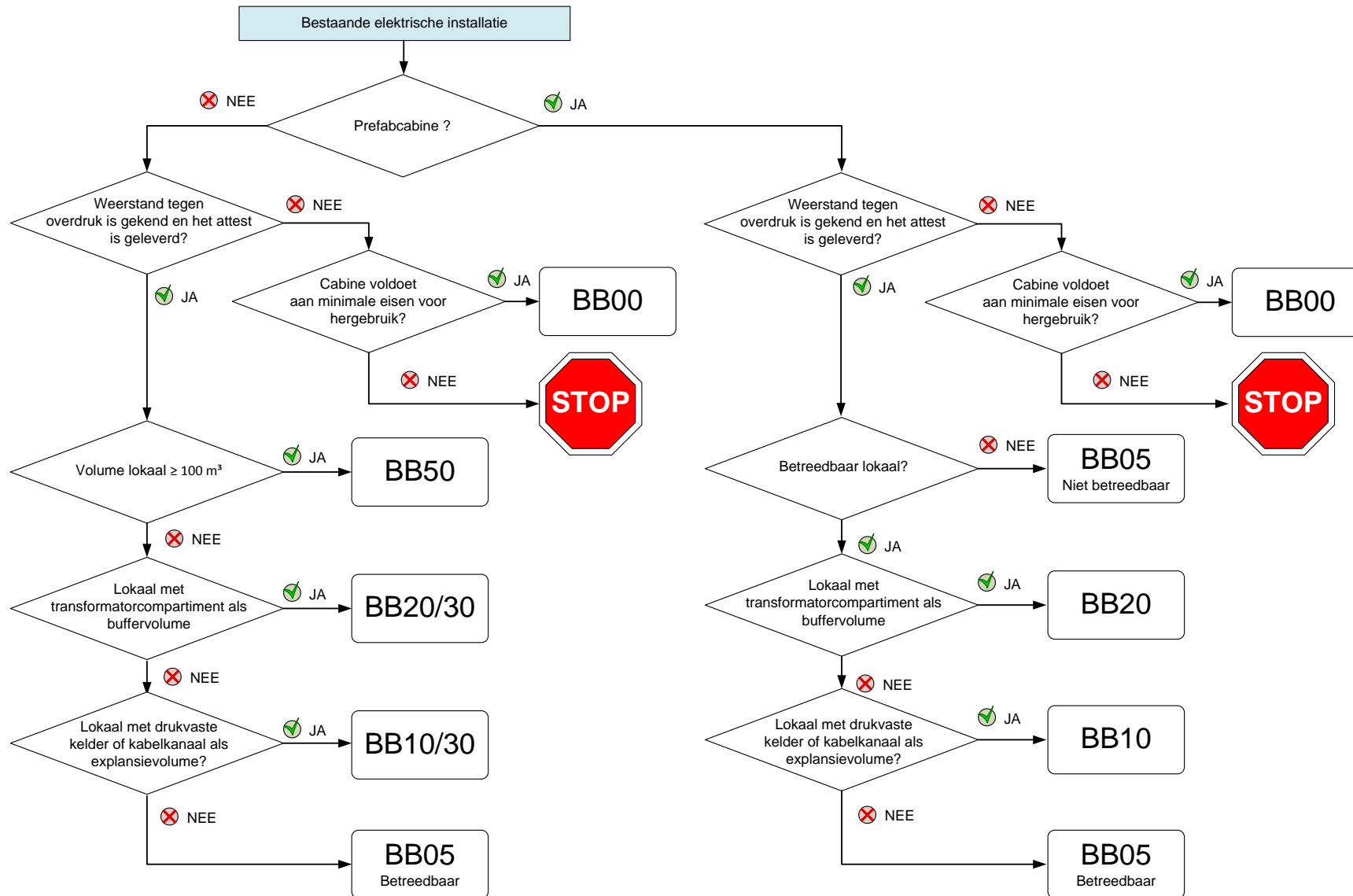


## 5.10 SCHEMATISCHE VOORSTELLING VAN DE CLASSIFICATIE VAN EEN NIEUW LOKAAL VOLGENS ZIJN WEERSTAND TEGEN OVERDRUK





## 5.11 SCHEMATISCHE VOORSTELLING VAN DE CLASSIFICATIE VAN EEN BESTAAND LOKAAL VOLGENS ZIJN WEERSTAND TEGEN OVERDRUK





## 6 FUNCTIONELE HS-EENHEDEN

### 6.1 ALGEMEENHEDEN

Onder functionele eenheid wordt verstaan elke individuele HS-cel in geval van modulaire schakelapparatuur of de HS-functie in geval van schakelapparatuur dat in een gemeenschappelijke kuip is ondergebracht, zoals dikwijls het geval is bij RMU's. De functionele eenheden worden hierna kortweg FU's ("Functional Unit") genoemd.

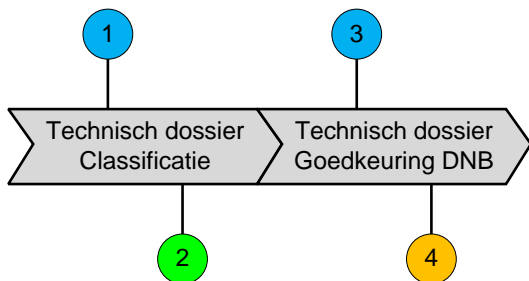
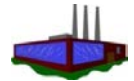
Alle FU's (dus ook de functionele meeteenheid die in hoofdstuk 9 wordt toegelicht) van een nieuwe installatie moeten naast de vereisten vermeld in dit hoofdstuk eveneens beantwoorden aan de specifieke eisen van de DNB en aan de in België geldende normen vermeld in bijlage 9. Om een homogeen geheel te vormen, moeten de FU's van een nieuwe installatie van hetzelfde merk en constructietype zijn. De functionele meeteenheid kan van een andere klasse zijn dan het geheel als zij zich stroomafwaarts bevindt van een gecombineerde lastscheidingschakelaar met smeltveiligheden.

De fabrikanten van de HS-schakelapparatuur dienen een technisch dossier in bij Synergrid zodat hun FU's gebruikt mogen worden in een installatie aangesloten op het net van de DNB. Daartoe krijgen deze FU's volgende gegevens/erkenningen toegekend:

- Een AA-categorie voor de interne boog, van toepassing voor alle DNB's, op basis van de beschouwde IAC<sup>6</sup>-stroom en de duur van de boog. Deze categorie wordt gelijktijdig toegekend met de bevestiging van conformiteit met de geldende normen en de algemene technische voorschriften die van toepassing zijn op het Belgisch distributienet.
- Een erkenning die door elke DNB individueel wordt verleend.
- Een nazicht van de onderlinge vergrendelingen voorzien in een FU. Deze verhinderen in het algemeen het uitvoeren van volgende handelingen: openen van een scheidingschakelaar onder belasting, sluiten van een aardingschakelaar bij de gesloten stand van de stroomopwaarts gelegen schakelaar met scheidingsfunctie, openen van de deur van het kabelcompartiment bij open stand van de overeenkomstige aardingschakelaar.

De vereiste klasse van het lokaal waarin de FU mag worden geïnstalleerd, hangt af van de categorie toegekend aan deze apparatuur.

### 6.2 FASEN VOOR DE CLASSIFICATIE EN DE ERKENNING VAN DE FU'S



Legende:

	Fase voor de fabrikant
	Fase voor Synergrid
	Fase voor de DNB

De details van de te volgen procedure voor het bekomen van de classificatie door Synergrid en de erkenning door de DNB's zijn beschreven in het voorschrift C2/113.

<sup>6</sup> IAC = Internal Arc Classification volgens NBN EN 62271-200.

### 6.2.1 FASE 1: DOSSIER VOOR CLASSIFICATIE VAN DE FU'S

De FU wordt in de categorieën "AA" geïnclassificeerd naargelang het gebruikte principe om de kans op een interne boog en/of de gevolgen hiervan te beperken.

Indien de fabrikant een classificatie van zijn apparatuur wenst te verkrijgen, dan moet hij voor elke FU die hij ter erkenning voorlegt, een technisch dossier indienen bij Synergrid op basis van het voorschrift C2/113. Dit technisch dossier bevat onder meer:

- het ingevulde voorschrift "Classificatie op basis van de weerstand tegen een interne boog van omsloten materiaal";
- de gevraagde testrapporten. De classificatie wordt toegekend op basis van de geldende normen waarvan de lijst is opgenomen in bijlage 9 en op basis van de algemene technische voorschriften die van toepassing zijn op het Belgische distributienet;
- de installatie-, bedienings- en onderhoudshandleiding.

Het voorschrift C2/113 dat alle te ondernemen stappen en details betreffende de classificatieprocedure bevat, is beschikbaar op de website [www.synergrid.be](http://www.synergrid.be).

### 6.2.2 FASE 2: CLASSIFICATIE VAN DE FU'S DOOR SYNERGRID

Synergrid bezorgt de fabrikant een offerte voor de analyse van zijn classificatiedossier. Zodra Synergrid de bestelbon van de fabrikant van de apparatuur ontvangt, wordt het classificatiedossier geanalyseerd, in functie van de vereisten van huidig voorschrift, aangevuld met de technische specificaties vermeld in C2/113 en met het AREI (in het bijzonder art. 266). Wanneer het dossier goedgekeurd is, wordt de apparatuur van de fabrikant aan de lijst C2/114 toegevoegd. De lijst C2/114 is beschikbaar op de website [www.synergrid.be](http://www.synergrid.be), die alle apparatuur met haar toegekende AA-categorie vermeldt. Indien de analyse van het dossier negatief is, dan zal Synergrid de fabrikant hiervan op de hoogte brengen en de beslissing motiveren.

### 6.2.3 FASE 3: DOSSIER VOOR DE ERKENNING VAN DE FU'S DOOR DE DNB

De erkenning van de betrokken DNB is vereist om de FU's op zijn distributienet aan te sluiten. Er kan alleen maar een erkenning worden gegeven aan FU's die voorafgaandelijk door Synergrid geïnclassificeerd werden (de FU's zijn voorzien van een categorie voor de weerstand tegen een interne boog en de gevolgen hiervan) en bijgevolg opgenomen zijn in de lijst C2/114 (zie fase 1 en 2).

In het geval dat de synoptische en didactische panelen niet algemeen goedgekeurd werden op het niveau van Synergrid, moet een nieuw voorstel ingediend worden dat rekening houdt met de opmerkingen geformuleerd door de betreffende DNB.

### 6.2.4 FASE 4: ERKENNING VAN DE FU'S DOOR DE DNB'S

Wanneer het bijkomend technisch dossier goedgekeurd is door de DNB, wordt de apparatuur van de fabrikant aan de lijst C2/117 van deze DNB toegevoegd. De lijsten met goedgekeurde apparatuur voor elk van de DNB's zijn beschikbaar op de website [www.synergrid.be](http://www.synergrid.be), ingedeeld per toegekende AA-categorie.

Indien de analyse van het dossier negatief is, dan zal de DNB de fabrikant hiervan op de hoogte brengen en de beslissing motiveren.

### 6.2.5 INTREKKEN VAN DE ERKENNING VAN EEN FU

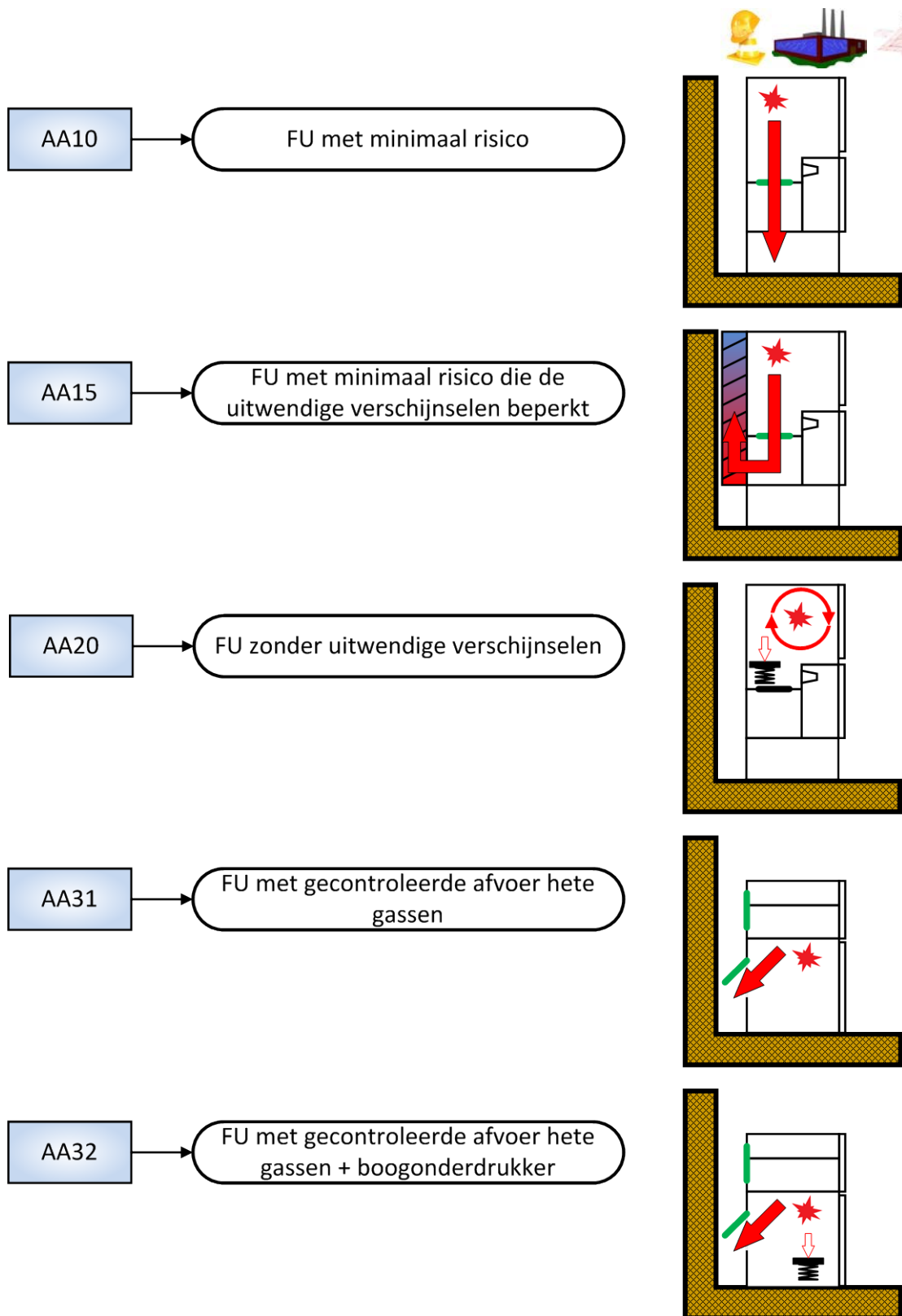
Synergrid behoudt zich het recht om een model van een FU uit de lijsten C2/114 en C2/117 te verwijderen bij:

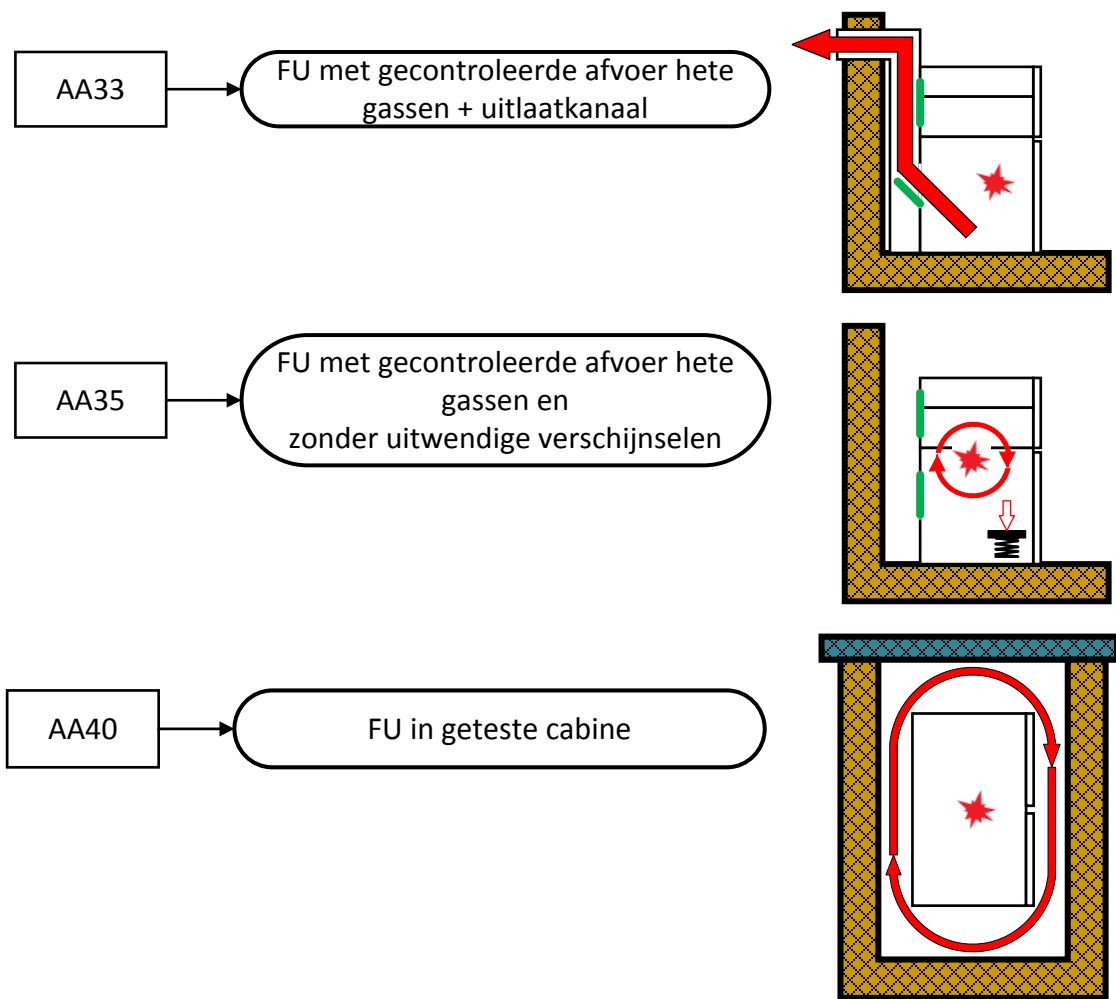
- het stoppen van de productie ervan;
- constructieve wijzigingen die niet erkend zijn door Synergrid;
- de vaststelling van ontwerpfouten die niet gecorrigeerd worden door de fabrikant.

Het intrekken van de erkenning verplicht de eigenaar van de installatie niet om de betrokken FU's die reeds in dienst zijn te vervangen. De intrekking is niet van toepassing op reeds lopende goedgekeurde technische dossiers. Daarenboven mogen werfcabines uitgerust met dergelijke FU's opnieuw aangesloten worden zolang de reden van de intrekking niet te wijten is aan het in gedrang brengen van de veiligheid van de personen en/of goederen.

### 6.3 CLASSIFICATIE VAN DE FU'S EN HUN INSTALLATIEVOORWAARDEN

Onderstaande schema's geven voor elk van de verschillende categorieën een schematisch voorbeeld. De pijlen duiden de evacuatiweg aan van de hete gassen ten gevolge van een interne boog.





### 6.3.1 ALGEMENE INSTALLATIEVOORWAARDEN

De toegelaten montageconfiguraties en de installatie-instructies worden door de fabrikant in de installatiehandleiding voor elk van de FU's beschreven, onafhankelijk van de categorie van het materiaal. De instructies moeten nauwkeurig worden gevolgd om het gewenste veiligheidsniveau te verkrijgen. Bovendien moeten er kwaliteitscontroles (verificatie van de aandraaimomenten, meting van de contactweerstand, enz.) worden uitgevoerd door de installateur voor de indienststelling.

## 6.3.2 FU'S VAN DE CATEGORIE AA10: FU MET MINIMAAL RISICO

### 6.3.2.1 PRINCIPE

Deze FU's zijn ontworpen om de kans op een interne boog te beperken. Deze eigenschap wordt verkregen door de actieve delen van de FU te isoleren van de omgevingsomstandigheden (vervuiling, vochtigheid). De geleiders onder spanning worden in een gecontroleerde, vaste- en/of gasvormige isolatie geplaatst. Het concept van het isoleren van het geheel, verbindingen inbegrepen, en het systeem van het aansluiten van de kabels is zodanig dat een defect in de vaste isolatie of een overslag in de lucht slechts een fout tussen fase en aarde veroorzaakt.

### 6.3.2.2 INSTALLATIEVOORWAARDEN

Ondanks de intrinsieke eigenschappen van de FU's van deze categorie, die het risico op een interne boog sterk verminderen, zijn de onderstaande installatievoorwaarden bedoeld om de gevolgen in geval van een interne fout te beperken.

Het aansluiten van de kabels moet worden uitgevoerd met behulp van HS-stekkers met een aardscherm (volgens NBN EN 50181). Op deze manier worden de gevolgen van defecten in het kabelcompartiment zodanig geminimaliseerd dat ze ongevaarlijk zijn voor de bediener (de foutstroom kan maar maximum 2 kA bedragen).

De installatievoorwaarden verschillen naargelang het isolatiesysteem van het omsloten HS-materiaal:

#### 6.3.2.2.1 SYSTEEM MET EEN ONDER DRUK STAAND OF HERMETISCH GESLOTEN OMHULSEL (CONFORM NBN EN 62271-200)

Dit omsloten geheel is uitgerust met een gekalibreerde breekplaat die zorgt voor een gecontroleerde drukontlasting in geval van een interne boog. De installatie van het geheel moet ervoor zorgen dat de hete gassen, afkomstig van een interne boog, naar een buffervolume van minimaal 0,7 m<sup>3</sup> worden geleid. De wanden van dit buffervolume moeten weerstaan aan een druk van 400 hPa. Het kabelcompartiment van de FU kan deel uitmaken van dit volume. Dit houdt in dat het deksel of de deur van het kabelcompartiment ook weerstaat aan deze druk.

Het buffervolume heeft een netto uitgang van 0,04 m<sup>2</sup><sup>(7)</sup>. Deze uitgang naar het schakellokaal, die eventueel voorzien is van roosters, mag niet uitkomen op de schakelgang of op een andere toegankelijke zijde van de FU's.

Dit buffervolume moet één van de volgende uitvoeringen hebben:

- Een kabelkanaal met een drukvaste afsluiting indien van toepassing (schema 1 op volgende blz.).
- Een drukvast afgesloten kabelkelder (schema 1).
- Een sokkel met een door Synergrid toegekende categorie volgens de lijst C2/114 en gegarandeerd door de fabrikant van de schakelapparatuur. Deze categorie wordt bevestigd via de kenplaat op de sokkel (schema 2).
- Ofwel een combinatie van deze 3 bovenstaande oplossingen (schema 3).

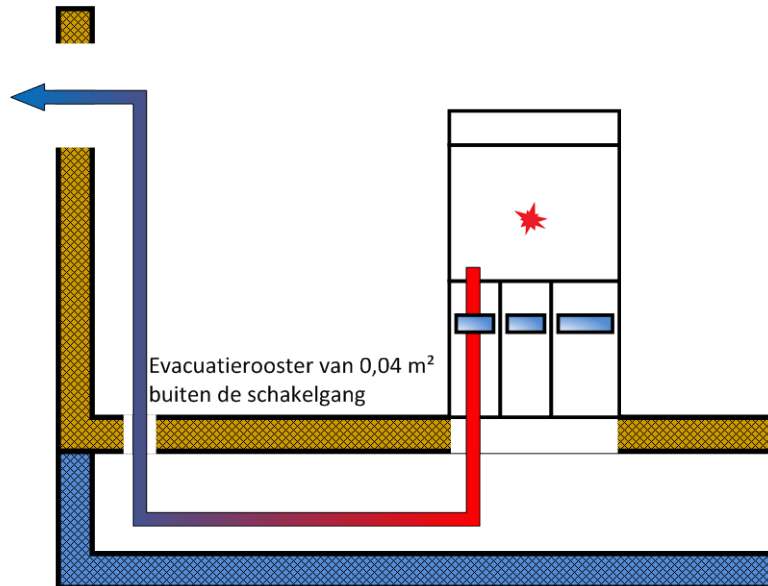
In dit buffervolume zijn alle andere openingen dan deze naar het schakellokaal drukvast afgesloten. De installateur duidt deze aan op de plannen van zijn technisch dossier.

De nodige inrichtingen (vb. een manometer) zorgen ervoor dat de FU niet kan worden bediend wanneer er niet aan de schakelvoorwaarden (bv. onvoldoende SF<sub>6</sub>-gas in de kuip) wordt voldaan. De kans op een boog tussen fasen wordt hierdoor aanzienlijk verminderd.

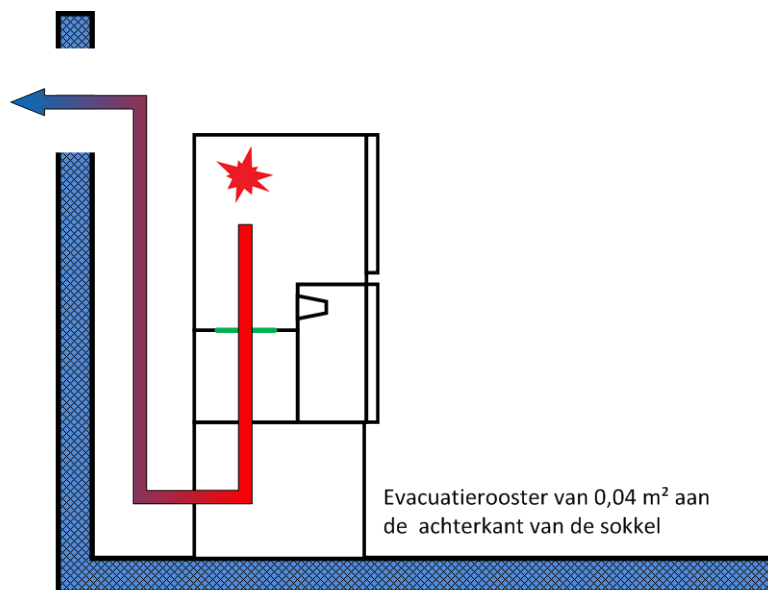
---

<sup>7</sup>Het geheel van de vervorming van de sokkel en de toleranties op de montage mogen geen extra doorlaat groter dan 0,01 m<sup>2</sup> veroorzaken.

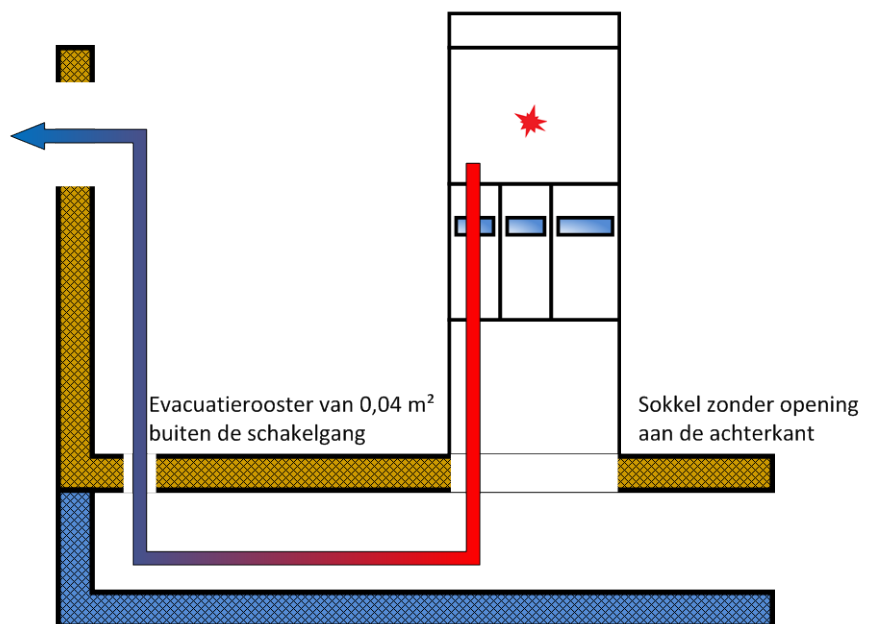
Schema 1



Schema 2



Schema 3





#### 6.3.2.2 SYSTEEM VAN HET TYPE MET ISOLEREND OMHULSEL (NBN EN 62271-201)

Dit onderwerp is in onderzoek.

#### 6.3.2.3 BEDIENINGSVOORWAARDEN

In geval van FU's ondergebracht in een hermetisch gesloten onder druk staande kuip, wordt de lektheid ervan gecontroleerd om te zorgen dat nog veilig kan geschakeld worden. Deze controle gebeurt met een uitrusting die de dichtheid of overdruk van het isolerend gas aangeeft, waarbij rekening gehouden wordt met de omgevingstemperatuur. In een hermetisch gesloten systeem zonder druk, moet een equivalente uitrusting voorzien worden om de lektheid (indringing van vochtige en/of vervuilde lucht voorkomen) te controleren.

In geval van FU's met een automatische bediening (vermogensschakelaar, gemotoriseerde lastscheidingschakelaar) moet voor deze uitrusting rekening gehouden worden met onderstaande richtlijnen:

- Voor de gemotoriseerde lastscheidingschakelaars wordt dit, temperatuur gecompenseerd systeem, voorzien van twee normaal gesloten hulpcontacten. Het eerste contact wordt gebruikt voor de signalisatie van de te lage drempel van de minimale druk. Het andere verhindert de elektrische bediening.
- Voor de gecombineerde lastscheidingschakelaars met smeltveiligheden worden buiten de algemene voorschriften geen bijkomende maatregelen opgelegd.
- Voor de vermogensschakelaars die het gas in de kuip gebruiken om de boog te doven worden 2 hulpcontacten voorzien die openen als de druk zakt tot de minimale functionele druk. Het openen van deze contacten moet als gevolg hebben dat de vermogensschakelaar wordt geopend en elektrisch vergrendeld wordt in de open stand om te beletten dat hij automatisch kan terug ingeschakeld worden.

Vóór elke manuele bediening moet de aanduiding van bovenvermelde uitrusting afgelezen worden die aangeeft als er veilig kan geschakeld worden. Een groene aanduiding geeft aan dat de manuele bediening mag uitgevoerd worden. Een rode aanduiding geeft aan dat de manuele bediening niet mag uitgevoerd worden.

### 6.3.3 FU'S VAN DE CATEGORIE AA15: FU MET MINIMAAL RISICO DIE DE UITWENDIGE VERSCHIJNSELEN BEPERKT

#### 6.3.3.1 PRINCIPE

Deze FU's berusten op hetzelfde principe als de FU's van categorie AA10. Het heeft als extra voordeel dat in het uitzonderlijke geval dat er zich een interne boog voordoet, de gevolgen ervan in belangrijke mate worden beperkt door het gebruik van een koelsysteem. Dit koelsysteem zorgt voor een afkoeling van de hete gassen en een afname van de druk in het lokaal. De koelinrichting is zodanig ontworpen dat zij minstens 60% van de energie absorbeert die vrijkomt in geval van een interne boog. Dit principe is enkel van toepassing voor schakelapparatuur volgens NBN EN 62271-200.

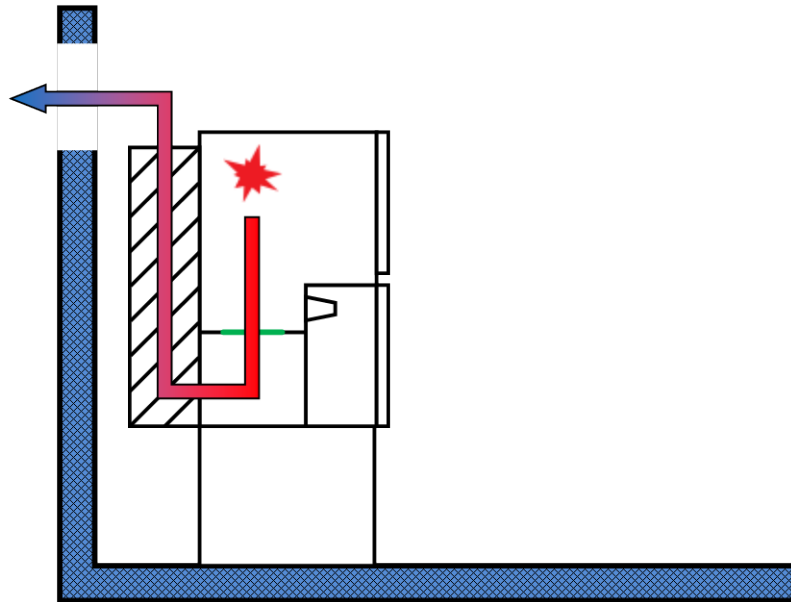
#### 6.3.3.2 INSTALLATIEVOORWAARDEN

Ondanks de verbeterde intrinsieke eigenschappen van de FU's van deze categorie, die het risico op een interne boog sterk verminderen, zijn de onderstaande installatievoorwaarden bedoeld om de gevolgen in geval van een interne boog in een nog grotere mate dan bij de AA10 te beperken.

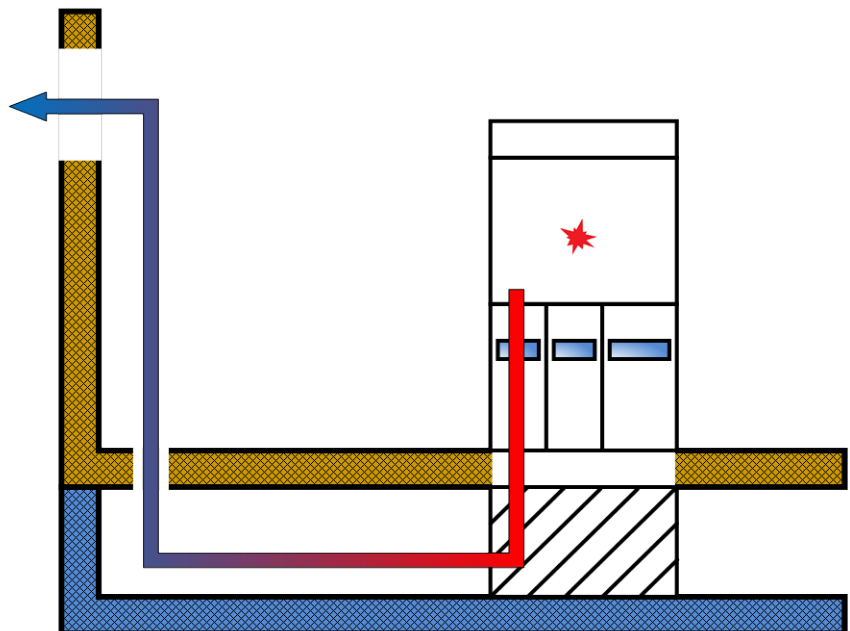
De koelinrichting die voor een bijkomende beperking van de gevolgen zorgt, kan geïntegreerd zijn in de FU's of kan in een afzonderlijke ruimte (vb. kabelkelder) geplaatst worden waarnaar de hete gassen in eerste instantie worden geleid.

Hierna worden schematisch de twee oplossingen voorgesteld:

Schema 1



Schema 2



Voor de aansluiting gelden dezelfde installatievoorwaarden als voor FU's van de categorie AA10. Door de koelinrichting worden de drukken in het lokaal, die een invloed hebben op de stabiliteit ervan, sterk verminderd.

Meer details zijn terug te vinden in de fiches van bijlage 7.

### 6.3.3.3 BEDIENINGSVOORWAARDEN

De bedieningsvoorwaarden zijn dezelfde als voor FU's van de categorie AA10 volgens NBN EN 62271-200.

## 6.3.4 FU'S VAN CATEGORIE AA20: FU ZONDER UITWENDIGE VERSCHIJNSELEN

### 6.3.4.1 PRINCIPE

Het ontwerp van dit type schakelapparatuur en zijn bijbehorende uitrustingen (boogonderdrukker) is zodanig dat wanneer de interne boog zich voordoet, de gevolgen ervan van die aard zijn dat er geen onomkeerbare schade aan personen of apparatuur buiten het omsloten materiaal te verwachten is (warmte, wegvliegende onderdelen of overdruk). De hoeveelheid hete gassen die ontsnapt is onbestaande of in zeer grote mate beperkt zodat men kan spreken van schakelapparatuur zonder externe verschijnselen.

### 6.3.4.2 INSTALLATIEVOORWAARDEN

Voor de aansluiting gelden dezelfde voorwaarden als voor FU's van de categorie AA10. Door de eigenheid van deze FU's zijn geen bijkomende installatievoorwaarden vereist.

### 6.3.4.3 BEDIENINGSVOORWAARDEN

De bedieningsvoorwaarden zijn dezelfde als voor FU's van de categorie AA10 volgens NBN EN 62271-200. Bijkomend moeten de FU's uitgerust zijn met een signalisatie die aangeeft dat de boogonderdrukker gewerkt heeft. Alle schakelingen worden vervolgens verboden of onmogelijk gemaakt door een mechanische vergrendeling.

Indien de schakelingen mechanisch niet zijn geblokkeerd, wordt dit verbod duidelijk op het didactisch paneel aangebracht.

## 6.3.5 FU'S VAN CATEGORIE AA31: FU MET GECONTROLEERDE AFVOER HETE GASSEN DIE DE UITWENDIGE VERSCHIJNSELEN BEPERKT DOOR DE INSTALLATIEMAATREGELEN

### 6.3.5.1 PRINCIPE

De FU bestaat gewoonlijk uit actieve delen die geheel of gedeeltelijk in de omgevingslucht zijn opgesteld. In geval van een interne boog wordt de druk in de FU beperkt door het openen van uitlaatkleppen die zich bevinden buiten de schakelgang. Hierdoor blijft het uitwendig omhulsel intact ter hoogte van de schakelgang zodat de schakelagent die zich hierin bevindt, beschermd wordt.

In het algemeen bevinden deze uitlaatkleppen zich aan de achterzijde (niet toegankelijk) of boven het materiaal om personen te beschermen tegen directe uitwendige verschijnselen.

### 6.3.5.2 INSTALLATIEVOORWAARDEN EN MONTAGECONFIGURATIES

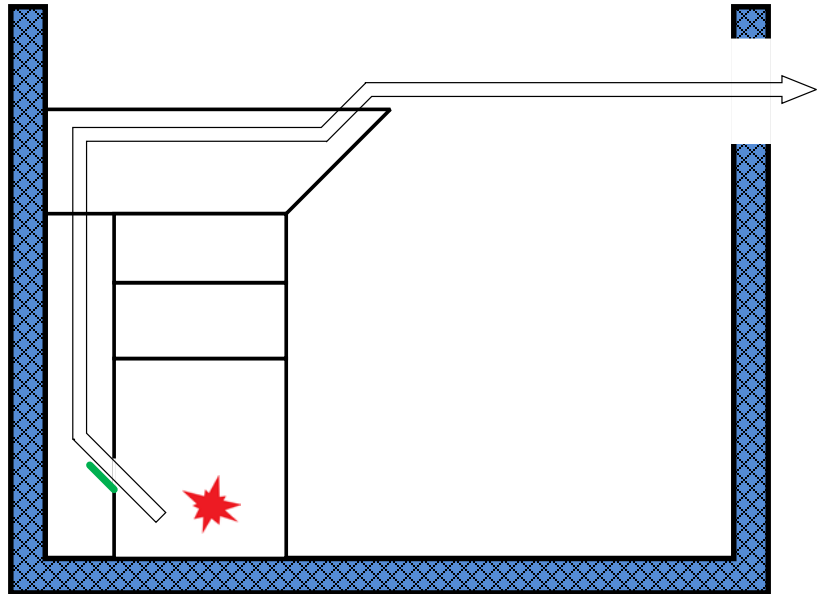
De boogafleiders beschermen in het algemeen de schakelagent tegen de uitwendige verschijnselen van de interne boog door het geleiden van de hete gassen naar plaatsen buiten de schakelgang.

Dit type materiaal kan verschillende montageconfiguraties hebben. De hete gassen afkomstig van een interne boog kunnen:

- ofwel rechtsreeks in het lokaal vrijkomen: de apparatuur moet dan indien nodig voorzien zijn van boogafleiders (ook boogdeflectoren genoemd), volgens de testopstelling van de interne boog en de gebruikte toebehoren om de vereiste IAC-classificatie te bekomen (schema 1);
- ofwel naar een buffervolume worden geleid: de apparatuur wordt dan voorzien van een boogafleidingskit (schema 2). Deze configuratie laat eveneens toe de gevolgen van overdruk te beperken voor personen en voor het lokaal. Dit wordt verwezenlijkt door een van de twee volgende uitvoeringen:
  - een geïntegreerde boogafleidingskit: deze bestaat uit een afzonderlijk kanaal dat deel uitmaakt van de FU. In het geval dat de bodemplaten van de FU's uitgerust zijn met uitlaatkleppen moeten deze correct georiënteerd zijn;
  - een uitwendige boogafleidingskit: deze bestaat uit bijkomende platen en maakt gebruik van een gedeelte van de achterwand van het lokaal om een gesloten volume ten opzichte van het schakellokaal te creëren.

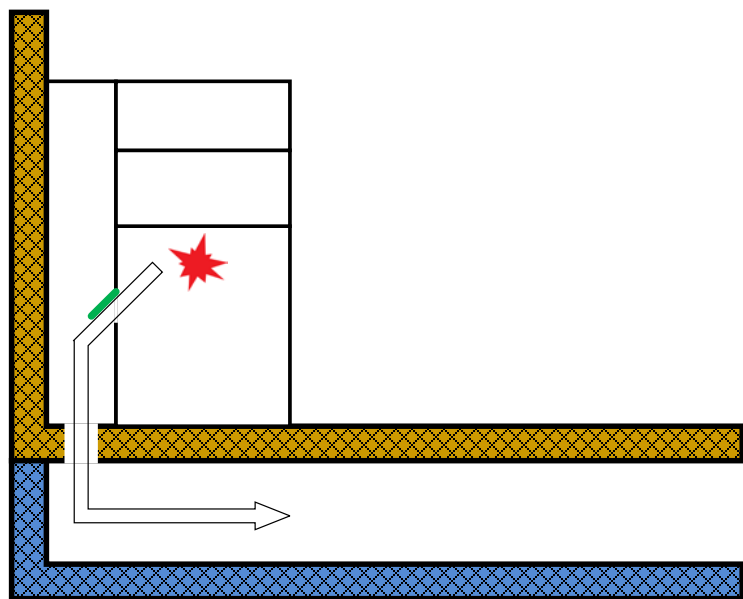
Hierna worden de twee verschillende uitvoeringen schematisch weergegeven.

Schema 1



In deze situatie komen de hete gassen vrij in het schakellokaal. Indien de FU's tijdens IAC testen (NBN EN 62271-200) voorzien werden van bijkomende boogafleiders, dan moeten deze ook gebruikt worden in de reële opstelling.

Schema 2



In deze situatie worden de gassen gekanaliseerd naar een buffervolume. In bovenstaande afbeelding is dit de kabelkelder van een cabine. De boogafleidingskit wordt gebruikt om de hete gassen naar de kabelkelder te leiden zonder dat ze rechtstreeks in het schakellokaal zelf terechtkomen.

Deze verschillende montageconfiguraties leiden tot verschillende druklasten waaraan de lokalen worden blootgesteld. Hierdoor worden bepaalde specifieke aanvullende eisen opgelegd (zie bijlage 7).

De hermetisch gesloten onder druk staande delen van de omsloten apparatuur moeten voorzien zijn van een uitrusting die de densiteit of overdruk van het isolerend gas aangeeft, waarbij rekening gehouden wordt met de omgevingstemperatuur. Indien dit niet voorzien is, moet dit materiaal door de DNB erkend worden als zijnde "met gegarandeerde druk".

## 6.3.6 FU'S VAN CATEGORIE AA32: FU VAN HET TYPE AA31 MET BIJKOMEND EEN VOORZIENING TER ONDERDRUKKING VAN DE INTERNE BOOG

### 6.3.6.1 PRINCIPE

Het ontwerp van dit type schakelapparatuur is gebaseerd op dezelfde principes als dat van de schakelapparatuur van categorie AA31. Het is bijkomend voorzien van een inrichting voor de detectie en snelle eliminatie van de boog ( $\leq 50$  ms) door het creëren van een rechtstreekse driefasige kortsluiting naar de aarde. Een systeem dat stroomopwaarts geplaatst is en dat het openen van een vermogensschakelaar beveelt, is eveneens geschikt, maar kan alleen gebruikt worden wanneer:

- de vermogensschakelaar zich in het lokaal zelf bevindt;
- de volledige uitschakeltijd  $\leq 50$  ms (reactietijd van het systeem + uitschakeltijd van de vermogensschakelaar).

De inrichting voor een snelle eliminatie van de boog zorgt ervoor dat de uitwendige verschijnselen in belangrijke mate beperkt worden en dat de gevolgen ervan voor personen en goederen (inclusief het lokaal waarin de uitrusting is ondergebracht) evenredig worden beperkt.

### 6.3.6.2 INSTALLATIEVOORWAARDEN EN MONTAGECONFIGURATIES

De montageconfiguraties zijn gelijkaardig aan deze van de FU's van categorie AA31. Indien de boogonderdrukkers in het kabelcompartiment ondergebracht zijn, dan moet een systeem voorzien zijn voor het deactiveren van deze boogonderdrukkers bij het vrijschakelen van dit compartiment.

Dit betekent dat:

- de procedure hoe het te gebruiken duidelijk staat beschreven op het didactisch paneel;
- het neutraliseren van de energie in boogonderdrukker veilig kan gebeuren.

Dit systeem is zo opgebouwd dat na het neutraliseren van deze energie, deze op geen enkele wijze, ongewild of ontijdig kan vrijkomen.

## 6.3.7 FU'S VAN CATEGORIE AA33: FU VAN HET TYPE AA31, BIJKOMEND VOORZIEN VAN EEN AFVOERKANAAL VOOR DE HETE GASSEN

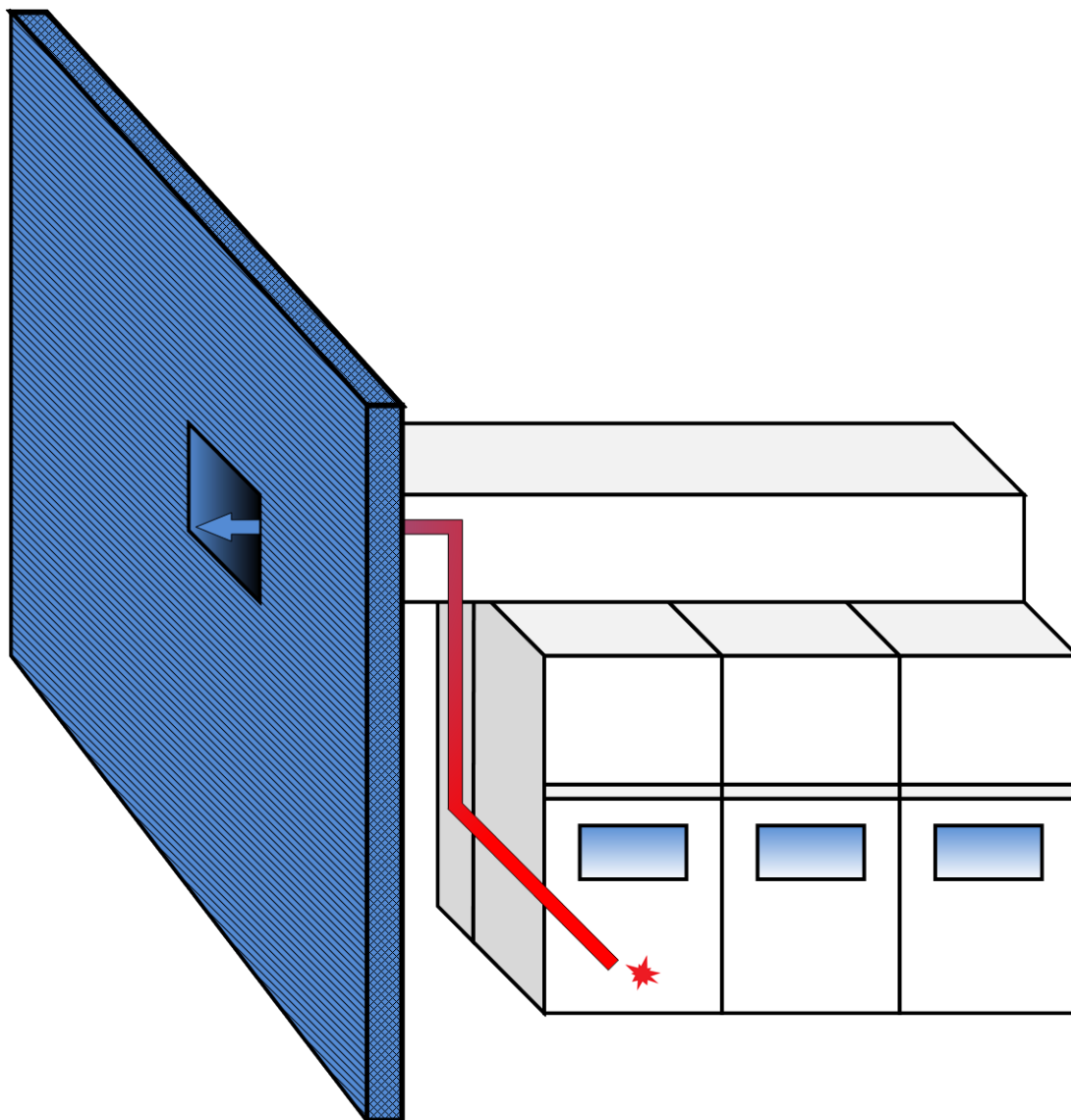
### 6.3.7.1 PRINCIPE

Het betreft omsloten schakelapparatuur conform de voorschriften van categorie AA31 en voorzien van een stijgkanaal per FU en van een gemeenschappelijk geprefabriceerd afvoerkanaal. Hierdoor is een gecontroleerde evacuatie van de hete gassen naar buiten mogelijk waardoor, onder meer, een overdruk op de wanden van het cabinelokaal wordt vermeden.

De stijgkanalen per FU zijn aangesloten op een afvoerkanaal. Het afvoerkanaal beschikt over de vereiste accessoires: een zijdelingse of naar achter gerichte uitgang, evenals niveauverschillen. Deze zorgen ervoor dat de hete gassen tot buiten het lokaal worden gebracht naar zones die niet toegankelijk zijn voor personen. Dit zijn zones:

- ofwel hoger dan 2 meter boven de grond aan de buitenkant van de cabine;
- ofwel waar de circulatie van voetgangers onmogelijk werd gemaakt (2m in elke richting).

Ter uitbreiding kan de FU van categorie AA33 eveneens gebaseerd zijn op de categorie AA10 of AA15.



### 6.3.7.2 INSTALLATIEVOORWAARDEN EN MONTAGECONFIGURATIES

De montageconfiguraties zijn gelijkaardig aan deze van de FU's van categorie AA31. De openingsrichting van de uitlaatkleppen van de verschillende compartimenten in de stijganalen moet in overeenstemming zijn met de evacuatie-richting van de hete gassen. De uitlaatklep van het afvoerkanaal opent naar buiten zodat de hete gassen een minimale weerstand ondervinden bij het ontsnappen. Deze klep mag in geen geval loskomen bij het openen.

### 6.3.8 FU'S VAN CATEGORIE AA35: FU MET GECONTROLEERDE AFVOER HETE GASSEN EN ZONDER UITWENDIGE VERSCHIJNSELEN

#### 6.3.8.1 PRINCIPE

Het betreft omsloten schakelapparatuur conform de voorschriften van categorie AA31, AA32 of AA33 en bijkomend voorzien van een systeem voor een voldoende snelle eliminatie (met zeer hoge bedrijfszekerheid) van een interne boog zodat uitwendige verschijnselen niet merkbaar zijn. Hierdoor wordt, onder meer, een overdruk op de wanden van het cabinelokaal vermeden. De opening van de veiligheidskleppen is voorzien voor het geval dat de boog onderdrukker zijn functie niet vervult.

Dit systeem voor de eliminatie van de boog moet, indien zijn werking dit vereist, voorzien zijn van een verzekerde voedingsbron.

#### 6.3.8.2 INSTALLATIEVOORWAARDEN

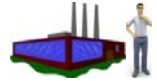
De installatievoorwaarden zijn gelijkaardig aan deze van de FU's van categorie AA20.

## 6.3.9 FU'S VAN DE CATEGORIE AA40: FU'S GEÏNTEGREERD IN EEN GEPREFABRICEERDE, GETESTE CABINE

### 6.3.9.1 PRINCIPE

Het betreft materiaal dat werd geïntegreerd in een geprefabriceerde cabine die getest werd op weerstand tegen de interne boog volgens de norm NBN EN 62271-202. Dit materiaal mag alleen geïnstalleerd worden in het geteste cabinemodel.

### 6.3.9.2 INSTALLATIEVOORWAARDEN EN MONTAGECONFIGURATIES



Andere configuraties dan deze die getest werden, zijn slechts toegelaten indien de effecten van de interne boog gelijk blijven of verminderd worden ten opzichte van het geteste model op voorwaarde dat de evacuatie van de hete gassen op een gelijkaardige manier en aan dezelfde kant van de FU's gebeurt. Dit is bijvoorbeeld het geval indien een bijkomende functionele eenheid wordt voorzien, waardoor er een bredere afscherming gecreëerd wordt voor de schakelagent.

Indien er wijzigingen aan de configuratie worden aangebracht, waardoor de effecten van de interne boog groter worden ten opzichte van het geteste model, dan moet deze configuratie opnieuw getest worden.

## 6.4 SPANNINGSDETECTOREN

Alle FU's waaruit de HS-installatie samengesteld is, worden op elke fase uitgerust met een VDS-stekker (Voltage Detecting Systems) met lage impedantie (LRM) conform EN 61243-5 en met een spanningsbereik aangepast aan het net van de DNB. De VDS beschikt over een geïntegreerd scherm waarop de aan- of afwezigheid van de spanning kan afgelezen worden. Bovendien is de VDS voorzien van een functie voor het nazicht van de toestand van het scherm en van het intern circuit volgens bovenvermelde norm. De VDS kan eveneens voorzien zijn van potentiaalvrije contacten om sturingen, zoals een automatische wederinschakeling, mogelijk te maken.

In de FU van de algemene beveiliging meet deze detector de spanning stroomafwaarts van de apparatuur.

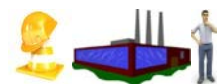
Het spanningsbereik van de detectoren laat detectiedrempels toe vastgelegd door de norm EN 61243-5. Dit spanningsbereik wordt aangeduid op de voorzijde van de FU (standaardbereik van de lijnspanning 10 tot 16 kV / voor een 6 kV net is het spanningsbereik 6 tot 11 kV).

Indien volgens de aanduiding van de betrokken DNB, de waarde van de voedingsspanning kan wijzigen binnen afzienbare tijd, moet:

- de capaciteit van de capacatieve verdeler (C1) compatibel zijn met de nieuwe spanning;
- de geschikte laagspanningsmodule (aangepaste C2) beschikbaar zijn;
- de aanduidingen vermeld op de voorzijde van de FU overeenkomstig aangepast kunnen worden.

Het moet steeds mogelijk zijn de werking van de VDS en de afwezigheid van de spanning te testen met een controleteststel volgens de norm EN 61243-5.

## 6.5 VOORSTELLING VAN DE FU'S



Een standaard symboliek werd opgesteld om de verschillende FU's voor te stellen evenals hun verschillende configuraties. Zo worden onder andere FU's met volgende functies onderscheiden:

- beveiliging met gecombineerde lastscheidingschakelaar met smeltveiligheden;
- beveiliging met vermogensschakelaar;
- aansluiting kabel met lastscheidingschakelaar;
- functionele meeteenheid;

In elke symbolische voorstelling worden de verschillende toestellen van de FU voorgesteld, evenals de onderlinge vergrendelingen, het al dan niet beschikken van het volledig inschakelvermogen van de aardingsschakelaar, de aanwezigheid van een VDS, het type schakelapparatuur, de aansluiting met kabels of met een barenstel, ...

Het eendraadschema van de cabine zoals vereist in de artikels 16 en 17 van het AREI, dat ter keuring wordt voorgelegd aan de DNB in het technisch dossier (§2.3), moet opgesteld worden met deze symboliek. Alle details rond de symboliek van de FU's worden beschreven in het voorschrift C2/119.



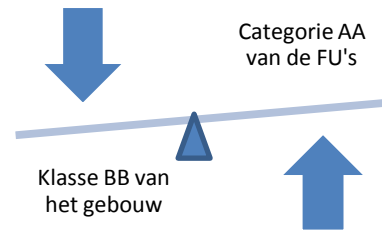


# 7 INTERACTIE TUSSEN DE FU'S EN HET LOKAAL



## 7.1 ALGEMEEN

Er bestaat een relatie tussen de categorie AA van de geïnstalleerde FU's en de klasse BB van het lokaal. De gekozen categorie AA is afhankelijk van de weerstand van de muren van het lokaal, de ventilatie, enz. Hoe minder de structuur van het gebouw bestand is tegen de overdruk (d.w.z. hoe minder deze structuur aan de gevolgen van een interne boog kan weerstaan), hoe meer de FU's de risico's op een interne boog en/of zijn gevolgen ervan moet beperken.



## 7.2 COMBINATIES LOKAAL-MATERIAAL



De tabel hieronder geeft de toegelaten combinaties (zowel de aanbevolen als de mogelijke combinaties) van de FU's met categorieën "AA" en de lokalen met klasse "BB", om het globale risiconiveau ten gevolge van een interne boog op een aanvaardbaar niveau te brengen.

Alle combinaties (C) tussen FU's (aa) en lokaal (bb) worden weergegeven als een combinatievorm met volgende notatie: Caabb.

In de fiches van bijlage 7 worden voor elke combinatie Caabb de specifieke eisen beschreven voor drukvastheid, volume, overdrukopeningen, enz.

De tabel kan op 2 verschillende manieren afgelezen worden:

- De klasse van het lokaal is gekend: de tabel vermeldt de FU's die mogen geïnstalleerd worden en verwijst naar de overeenstemmende fiches.
- De categorie van de FU is gekend: de tabel vermeldt de klasse van lokalen waarin de FU's mogen geïnstalleerd worden en verwijst naar de overeenstemmende fiches.

Caabb	BB00	BB05	BB10	BB20	BB30	BB50	BB40
AA10	(*)	C1005	C1010	C1020	C1030	C1050	
AA15	C1500 (**)	C1505	C1510	C1520	C1530	C1550	
AA20	C2000	C2005	C2010	C2020	C2030	Idem C2000	
AA31			C3110	C3120	C3130	C3150	
AA32			Idem C3110	Idem C3120	C3230	C3250	
AA33	C3300	C3305	C3310	C3320	C3330	C3350	
AA35	Idem C20XX	Idem als C20XX				Idem C20XX	
AA40							C4040

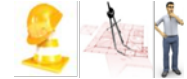
(\*) wel toegelaten in geval van renovatie aangevuld met een risicoanalyse

(\*\*) wel toegelaten in geval van renovatie of bij een nieuw lokaal, aangevuld met een risicoanalyse

Aanbevolen combinatie	Mogelijke combinatie	Verboden combinatie	Niet van toepassing	Toegelaten onder voorwaarden (zie * en **)
-----------------------	----------------------	---------------------	---------------------	--

**Opmerking:** Zoals vermeld in hoofdstuk 5 zijn niet-betreedbare cabines nooit toegelaten voor cabines met een meting op hoogspanning. Gezien zij in geval van een meting op LS enkel toegelaten zijn na expliciete goedkeuring van de DNB op basis van een technisch dossier, zullen zij onderworpen worden aan een specifieke studie en worden zij niet beschreven in een fiche.

### 7.3 HANDLEIDING VOOR HET GEBRUIK VAN DE FICHES

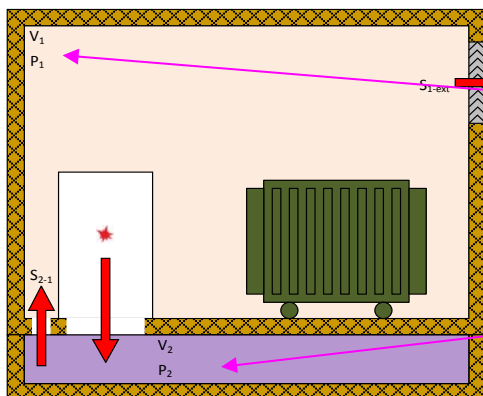


De fiches die de interactie beschrijven tussen de FU's en het lokaal zijn terug te vinden in bijlage 7.

Het nummer dat in de tabel met combinaties wordt vermeld, is terug te vinden op de desbetreffende fiche.

Voor een beter begrip zijn de fiches opgedeeld in twee delen:

- Het linkerdeel vermeldt de mogelijke configuraties die beschreven worden in de desbetreffende fiche. De schema's geven het lokaal en het aanwezige materiaal weer. De volumes, drukken en oppervlaktes worden aangeduid zodat deze terug te vinden zijn in de tabel aan de rechterzijde.



- Het rechterdeel geeft de volgende waarden weer:
  - de volumes;
  - de drukken;
  - de oppervlaktes
- voor elke configuratie weergegeven in het eerste deel.

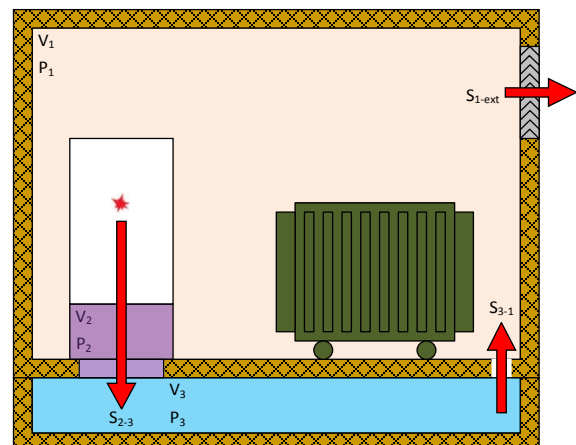
Volume $V_1$ in $m^3$	Druk $P_1$ in hPa	
10 - 15	45	20 (*)
15 - 20	30	20 (*)
20 - 30	25	20 (*)
30 - 100	20	

(\*)  $P_1$  vermindert tot 20 hPa voor  $S_{1-ext} \geq 1 m^2$

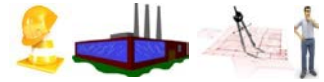
Volume $V_2$ in $m^3$	Druk $P_2$ in hPa
0,7	400

Er worden eenduidige benamingen gebruikt om de volumes en de drukken van de lokalen aan te duiden, alsook voor de verschillende uitlaatoppervlakten voor de gassen.

Voorbeeld van een configuratie met genormaliseerde symbolen



## 8 TRANSFORMATOR



### 8.1 ALGEMEEN

De transformator beantwoordt aan de van kracht zijnde normen (zie eveneens §8.2 & §8.3) en heeft de volgende technische en constructieve eigenschappen:

- De karakteristieken van de primaire spanning worden, op vraag van de DNG, door de DNB meegedeeld.
- Elke transformator moet uitgerust zijn met een spanningsregelaar met vijf standen per stap van 2,5% (0, ± 2,5%, ± 5% tenzij anders opgegeven door de DNB) of met een apparaat dat voor de droge transformatoren dezelfde functie vervult.
- Elke transformator is voorzien van een kenplaat die, zelfs als de transformator onder spanning staat, kan afgelezen worden. Hieronder wordt een voorbeeld gegeven van een kenplaat.
- De primaire wikkeling is in driehoek geschakeld. De isolatiespanning bedraagt 17,5 kV voor netten met een nominale spanning t.e.m. 15,8 kV en 40,5 kV voor netten met een nominale spanning t.e.m. 36 kV.
- De secundaire wikkeling is gewoonlijk in ster geschakeld.

TRANSFORMATEUR TRIPHASE DRIEFAZIGE TRANSFORMATOR		50 Hz	
Conforme à Conform		NBN-EN-60076-1 et TST 01-1 06/2006	Année Jaar 2010
630 kVA	Nr 442333-01	Isolément HT kV Isolatieklassen 95-38	Isolément BT kV Isolatieklassen 30-10
Couplage Koppeling Dyn11		HT HS Cu	BT LS Cu
En service sur Toestel in dienst op			
Tensions - Spanningen	pos 1	16144	V
	pos 2	15759	V
	pos 3	15375	V
	pos 4	14991	V
	pos 5	14606	V
Courants Stromen	23.7	A	
REPLISSAGE INTEGRAL INTEGRALE VULLING		Bornes Klemmen 2u2-2v2-2w2	Bornes Klemmen 2u1-2v1-2w1
Tension de c/c Kortsluitspanning		242	420 V
Diélectrique Isolerende vloeist.		1503.0	866.0 A
		3.81	4.12 %
		HUILE	
		NYNAS NYTRO TAURUS ou LIBRA	

De DNB kan een transformator opleggen met een dubbele primaire spanning, uitgevoerd met een stappenschakelaar (commutator). Dit is het geval indien het voorzien is dat de spanning van het net waarop de cabine is aangesloten binnen afzienbare tijd zal evolueren naar deze tweede waarde (vb. netten met een nominale spanning tussen 6 en 15 kV).

De transformator moet zo geplaatst worden dat de spanningsregelaar (stappenschakelaar) gemakkelijk bereikbaar is.

De meest voorkomende<sup>8</sup> transformatorverhoudingen op het distributienet worden hieronder opgesomd:

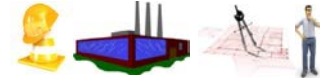
- 10.600 V / 420 V of 10.600 V / 420 - 242 V;
- 11.400 V / 420 V of 11.400 V / 420 - 242 V;
- 12.300 V / 420 V of 12.300 V / 420 - 242 V;
- 15.375 V / 420 V of 15.375 V / 420 - 242 V;
- 15.750 V / 420 V of 15.750 V / 420 - 242 V;
- 29.999 V / 420 V.

Voorbeelden van mogelijke uitzonderingen hierop zijn:

- specifieke primaire spanningen in bepaalde regio's;
- decentrale productie-installaties met een netspanning verschillend van 230 V of 400 V;
- toepassingen zoals tractie, kranen, motoren, ...

<sup>8</sup> In geval van decentrale productie wordt een lagere secundaire spanning (400V/230V) aangeraden.

## 8.2 IN OLIE GEDOMPPELDE TRANSFORMATOREN



### 8.2.1 ALGEMEEN

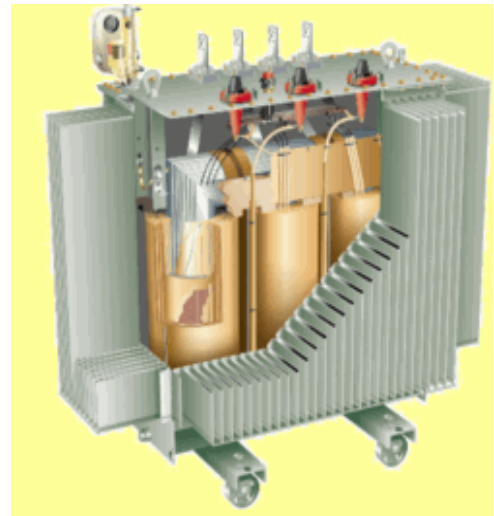
De met olie gevulde driefasige transformatoren moeten voldoen aan NBN EN 50464-1 (of NBN HD 428-1) en NBN EN 60076-1.

De HS-aansluitklemmen van de transformator zijn van het inplugbare type voor doorvoerisolatoren volgens NBN EN 50180.

Er mogen geen transformatoren meer geïnstalleerd worden met een verlies groter dan CC' volgens NBN HD 428-1.

Sinds 11 juni 2014 is het reglement (EU) Nr 548/2014 over eco-design van transformatoren in werking getreden. De maximaal toegelaten verliezen voor een vermogenstransformator  $\leq 3.150$  kVA worden weergegeven in de tabellen op de volgende bladzijden.

Het reglement laat bepaalde toleranties toe op de weergegeven waarden



In het geval van decentrale productie, waarbij hogere kortsluitspanningen van de transformator mogelijk zijn, kunnen de verliezen afwijken van deze minimumwaarden. Meer details hierover in hoofdstuk 19 decentrale productie.

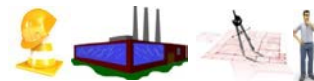
Bij gebruik van een transformator met isolatievloeistof, moet de cabine uitgerust worden met een waterdichte opvangbak, aangepast aan de hoeveelheid vloeistof die accidenteel kan vrijkomen uit het toestel.

Deze opvangbak moet eveneens chemisch inert zijn t.o.v. de isolatievloeistof van de transformator. Daarenboven is het noodzakelijk de gewestelijke milieuwetgeving die van toepassing is, te respecteren. Hiervoor kan het gebruik van biodegradeerbare oliën aangewezen zijn.

Wanneer de wetgeving i.v.m. brandveiligheid een transformator met een hoog vlampunt (300 °C) eist, is een olietransformator met siliconenolie of bio-afbreekbare olie een waardevol alternatief.



## 8.2.2 TABELLEN REGLEMENT (EU) NR 548/2014 OVER ECO-DESIGN VAN TRANSFORMATOREN



Hieronder worden de tabellen herhaald die terug te vinden zijn in de richtlijn 548/2014 en die van toepassing zijn op huidige voorschrift ter titel van volledigheid.

Tabel I.1: Maximale kortsluit- en nullastverliezen (in W) voor middelgrote met **vloeistof gevulde** driefasige vermogenstransformatoren met één wikkeling met  $U_m \leq 24$  kV en de andere met  $U_m \leq 1,1$  kV.

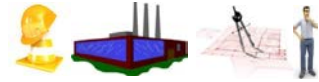
Fase	Fase 1 (1 juli 2015)		Fase 2 (1 juli 2021)	
Nominaal vermogen (kVA)	Maximale kortsluitverliezen $P_k$ (W) <sup>(*)</sup>	Maximale nullastverliezen $P_o$ (W) <sup>(*)</sup>	Maximale kortsluitverliezen $P_k$ (W) <sup>(*)</sup>	Maximale nullastverliezen $P_o$ (W) <sup>(*)</sup>
≤ 25	$C_k$ (900)	$A_o$ (70)	$A_k$ (600)	$A_o - 10\%$ (63)
50	$C_k$ (1.100)	$A_o$ (90)	$A_k$ (750)	$A_o - 10\%$ (81)
100	$C_k$ (1.750)	$A_o$ (145)	$A_k$ (1.250)	$A_o - 10\%$ (130)
160	$C_k$ (2.350)	$A_o$ (210)	$A_k$ (1.750)	$A_o - 10\%$ (189)
250	$C_k$ (3.250)	$A_o$ (300)	$A_k$ (2.350)	$A_o - 10\%$ (270)
315	$C_k$ (3.900)	$A_o$ (360)	$A_k$ (2.800)	$A_o - 10\%$ (324)
400	$C_k$ (4.600)	$A_o$ (430)	$A_k$ (3.250)	$A_o - 10\%$ (387)
500	$C_k$ (5.500)	$A_o$ (510)	$A_k$ (3.900)	$A_o - 10\%$ (459)
630	$C_k$ (6.500)	$A_o$ (600)	$A_k$ (4.600)	$A_o - 10\%$ (540)
800	$C_k$ (8.400)	$A_o$ (650)	$A_k$ (6.000)	$A_o - 10\%$ (585)
1 000	$C_k$ (10.500)	$A_o$ (770)	$A_k$ (7.600)	$A_o - 10\%$ (693)
1 250	$B_k$ (11.000)	$A_o$ (950)	$A_k$ (9.500)	$A_o - 10\%$ (855)
1 600	$B_k$ (14.000)	$A_o$ (1.200)	$A_k$ (12.000)	$A_o - 10\%$ (1.080)
2 000	$B_k$ (18.000)	$A_o$ (1.450)	$A_k$ (15.000)	$A_o - 10\%$ (1.305)
2 500	$B_k$ (22.000)	$A_o$ (1.750)	$A_k$ (18.500)	$A_o - 10\%$ (1.575)
3 150	$B_k$ (27.500)	$A_o$ (2.200)	$A_k$ (23.000)	$A_o - 10\%$ (1.980)

<sup>(\*)</sup> De maximumverliezen voor transformatoren met nominale vermogen die tussen de nominale vermogens van tabel I.1 liggen, worden verkregen door lineaire interpolatie.

Tabel I.3: Correctie van kortsluit- en nullastverliezen in het geval van andere combinaties van wikkelingsspanningen of dubbele spanning in één of meer wikkelingen (nominaal vermogen  $\leq$  3.150 kVA)

<p>Eén wikkeling met <math>U_m \leq 24</math> kV en de andere met <math>U_m &gt; 1,1</math> kV</p>	<p>De maximaal toelaatbare verliezen in de tabellen I.1 en I.2 worden voor nullastverliezen met 10 % en voor kortsluitverliezen met 10 % verhoogd.</p>
<p>Eén wikkeling met <math>U_m = 36</math> kV en de andere met <math>U_m \leq 1,1</math> kV</p>	<p>De maximaal toelaatbare verliezen in de tabellen I.1 en I.2 worden voor nullastverliezen met 15 % en voor kortsluitverliezen met 10 % verhoogd.</p>
<p>Eén wikkeling met <math>U_m = 36</math> kV en de andere met <math>U_m &gt; 1,1</math> kV</p>	<p>De maximaal toelaatbare verliezen in de tabellen I.1 en I.2 worden voor nullastverliezen met 20 % en voor kortsluitverliezen met 15 % verhoogd.</p>
<p>Dubbele spanning op één wikkeling</p>	<p>In het geval van transformatoren met één hoogspanningswikkeling en twee spanningen beschikbaar vanuit een afgetakte laagspanningswikkeling, worden de verliezen berekend op basis van de hoogste spanning van de laagspanningswikkeling; zij moeten in overeenstemming zijn met de maximaal toelaatbare verliezen in de tabellen I.1 en I.2. Het maximaal beschikbare vermogen op de laagste spanning van de laagspanningswikkeling op dergelijke transformatoren moet worden beperkt tot 0,85 van het nominale vermogen dat is toegekend aan de laagspanningswikkeling bij zijn hoogste spanning.</p> <p>In het geval van transformatoren met één laagspanningswikkeling met twee spanningen beschikbaar vanuit een afgetakte hoogspanningswikkeling, worden de verliezen berekend op basis van de hoogste spanning van de hoogspanningswikkeling; zij moeten in overeenstemming zijn met de maximaal toelaatbare verliezen in de tabellen I.1 en I.2. Het maximaal beschikbare vermogen op de laagste spanning van de hoogspanningswikkeling op dergelijke transformatoren moet worden beperkt tot 0,85 van het nominale vermogen dat is toegekend aan de hoogspanningswikkeling bij zijn hoogste spanning.</p> <p>Als het volledige nominale vermogen ongeacht de combinatie van spanningen beschikbaar is, kunnen de verliezen in de tabellen I.1 en I.2 met 15 % worden verhoogd voor nullastverliezen, en met 10 % voor kortsluitverliezen.</p>
<p>Dubbele spanning op beide wikkelingen</p>	<p>De maximaal toelaatbare verliezen in de tabellen I.1 en I.2 kunnen voor nullastverliezen met 20 % en voor kortsluitverliezen met 20 % worden verhoogd voor transformatoren met dubbelspanning op beide wikkelingen. Het niveau van de verliezen wordt gegeven voor het grootst mogelijke nominale vermogen en ervan uitgaande dat het nominale vermogen hetzelfde is, ongeacht de combinatie van spanningen.</p>

## 8.3 DROGE TRANSFORMATOREN



### 8.3.1 ALGEMEEN

Het gebruik van droge transformatoren (conform de norm NBN EN 50541-1) vertoont volgende bijzonderheden waarmee rekening moet gehouden worden bij het ontwerp van het lokaal:

- verhoogde kans op een vlamboog door actieve delen in de lucht;
- grotere afmetingen;
- hoger geluids- en vibratieniveau;
- beduidend hogere verliezen;
- nood aan bijkomende maatregelen tegen rechtstreekse aanraking;

Naast bovenvermelde nadelen moet rekening gehouden worden met volgende installatiebeperkingen:

- deze transformatoren mogen niet in hetzelfde lokaal opgesteld worden als de apparatuur die geëxploiteerd wordt door het personeel van de DNB.
- aangezien deze transformatoren een beduidend risico op een vlamboog met zich meebrengen, moeten ze geïnstalleerd worden in lokalen die kunnen weerstaan aan een overdruk van minstens 125 hPa indien aangrenzend aan het schakellokaal, of geïnstalleerd worden in een lokaal dat er niet aan grenst;
- de transformatoren mogen uitsluitend gebruikt worden met een HS-meetinstallatie die zich in het schakellokaal bevindt.



Er mogen geen transformatoren meer geïnstalleerd worden met een verlies groter dan  $P_k P_0$  volgens de norm NBN HD 538-1.

Sinds 11 juni 2014 is het reglement (EU) Nr 548/2014 over eco-design van transformatoren in werking getreden. De maximaal toegelaten verliezen voor een vermogenstransformator  $\leq 3.150$  kVA worden weergegeven in de tabellen op de volgende bladzijden.

Het reglement laat bepaalde toleranties toe op de weergegeven waarden.

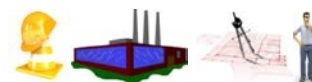
Ter informatie worden hieronder de technische karakteristieken van droge transformatoren vergeleken met deze van olietransformatoren (zie tabellen ecodesign fase 1). Vooral voor de nullastverliezen zijn hierbij de grote verschillen duidelijk te zien.

Vermogen	$C_k$	$B_k (\leq 630 \text{ kVA})$ $A_k (>630 \text{ kVA})$	$A_o$	$A_o$
	Olie	Droge	Olie	Droge
kVA	W	W	W	W
100	$C_k (1750)$	$B_k (2050)$	$A_o (145)$	$A_o (280)$
160	$C_k (2350)$	$B_k (2900)$	$A_o (210)$	$A_o (400)$
250	$C_k (3250)$	$B_k (3800)$	$A_o (300)$	$A_o (520)$
400	$C_k (4600)$	$B_k (5500)$	$A_o (430)$	$A_o (750)$
630	$C_k (6500)$	$B_k (7600)$	$A_o (600)$	$A_o (1100)$
800	$C_k (8400)$	$A_k (8000)$	$A_o (650)$	$A_o (1300)$
1000	$C_k (10500)$	$A_k (9000)$	$A_o (770)$	$A_o (1550)$

De beveiliging tegen directe aanraking gebeurt door hindernissen volgens de voorschriften beschreven in het AREI.

Droge transformatoren zijn uitgerust met een beveiliging die de transformator uitschakelt wanneer zijn hoogst toegelaten temperatuur bereikt wordt.

### 8.3.2 TABELLEN REGLEMENT (EU) NR 548/2014 OVER ECO-DESIGN VAN TRANSFORMATOREN



Hieronder worden de tabellen die terug te vinden zijn in de richtlijn 548/2014 en die van toepassing zijn op huidige voorschrift ter titel van volledigheid herhaald.

Tabel I.2: Maximale kortsluit- en nullastverliezen (in W) voor middelgrote driefasige vermogenstransformatoren **van het droge type** met één wikkeling met  $U_m \leq 24$  kV en de andere met  $U_m \leq 1,1$  kV.

Fase	Fase 1 (1 juli 2015)		Fase 2 (1 juli 2021)	
Nominaal vermogen (kVA)	Maximale kortsluitverliezen Pk (W) <sup>(*)</sup>	Maximale nullastverliezen Po (W) <sup>(*)</sup>	Maximale kortsluitverliezen Pk (W) <sup>(*)</sup>	Maximale nullastverliezen Po (W) <sup>(*)</sup>
≤ 50	Bk (1 700)	Ao (200)	Ak (1 500)	Ao – 10 % (180)
100	Bk (2 050)	Ao (280)	Ak (1 800)	Ao – 10 % (252)
160	Bk (2 900)	Ao (400)	Ak (2 600)	Ao – 10 % (360)
250	Bk (3 800)	Ao (520)	Ak (3 400)	Ao – 10 % (468)
400	Bk (5 500)	Ao (750)	Ak (4 500)	Ao – 10 % (675)
630	Bk (7 600)	Ao (1 100)	Ak (7 100)	Ao – 10 % (990)
800	Ak (8 000)	Ao (1 300)	Ak (8 000)	Ao – 10 % (1 170)
1 000	Ak (9 000)	Ao (1 550)	Ak (9 000)	Ao – 10 % (1 395)
1 250	Ak (11 000)	Ao (1 800)	Ak (11 000)	Ao – 10 % (1 620)
1 600	Ak (13 000)	Ao (2 200)	Ak (13 000)	Ao – 10 % (1 980)
2 000	Ak (16 000)	Ao (2 600)	Ak (16 000)	Ao – 10 % (2 340)
2 500	Ak (19 000)	Ao (3 100)	Ak (19 000)	Ao – 10 % (2 790)
3 150	Ak (22 000)	Ao (3 800)	Ak (22 000)	Ao – 10 % (3 420)

<sup>(\*)</sup> De maximumverliezen voor nominale vermogens kVA die tussen de nominale vermogens van tabel I.2 liggen, worden verkregen door lineaire interpolatie.



Tabel I.3: Correctie van kortsluit- en nullastverliezen in het geval van andere combinaties van wikkelingsspanningen of dubbelspanning in één of meer wikkelingen (nominaal vermogen  $\leq$  3.150 kVA)

Eén wikkeling met $U_m \leq 24$ kV en de andere met $U_m > 1,1$ kV	De maximaal toelaatbare verliezen in de tabellen I.1 en I.2 worden voor nullastverliezen met 10 % en voor kortsluitverliezen met 10 % verhoogd.
Eén wikkeling met $U_m = 36$ kV en de andere met $U_m \leq 1,1$ kV	De maximaal toelaatbare verliezen in de tabellen I.1 en I.2 worden voor nullastverliezen met 15 % en voor kortsluitverliezen met 10 % verhoogd.
Eén wikkeling met $U_m = 36$ kV en de andere met $U_m > 1,1$ kV	De maximaal toelaatbare verliezen in de tabellen I.1 en I.2 worden voor nullastverliezen met 20 % en voor kortsluitverliezen met 15 % verhoogd.
Dubbele spanning op één wikkeling	<p>In het geval van transformatoren met één hoogspanningswikkeling en twee spanningen beschikbaar vanuit een afgetakte laagspanningswikkeling, worden de verliezen berekend op basis van de hoogste spanning van de laagspanningswikkeling; zij moeten in overeenstemming zijn met de maximaal toelaatbare verliezen in de tabellen I.1 en I.2. Het maximaal beschikbare vermogen op de laagste spanning van de laagspanningswikkeling op dergelijke transformatoren moet worden beperkt tot 0,85 van het nominale vermogen dat is toegekend aan de laagspanningswikkeling bij zijn hoogste spanning.</p> <p>In het geval van transformatoren met één laagspanningswikkeling met twee spanningen beschikbaar vanuit een afgetakte hoogspanningswikkeling, worden de verliezen berekend op basis van de hoogste spanning van de hoogspanningswikkeling; zij moeten in overeenstemming zijn met de maximaal toelaatbare verliezen in de tabellen I.1 en I.2. Het maximaal beschikbare vermogen op de laagste spanning van de hoogspanningswikkeling op dergelijke transformatoren moet worden beperkt tot 0,85 van het nominale vermogen dat is toegekend aan de hoogspanningswikkeling bij zijn hoogste spanning.</p> <p>Als het volledige nominale vermogen ongeacht de combinatie van spanningen beschikbaar is, kunnen de verliezen in de tabellen I.1 en I.2 met 15 % worden verhoogd voor nullastverliezen, en met 10 % voor kortsluitverliezen.</p>
Dubbele spanning op beide wikkelingen	De maximaal toelaatbare verliezen in de tabellen I.1 en I.2 kunnen voor nullastverliezen met 20 % en voor kortsluitverliezen met 20 % worden verhoogd voor transformatoren met dubbelspanning op beide wikkelingen. Het niveau van de verliezen wordt gegeven voor het grootst mogelijke nominale vermogen en ervan uitgaande dat het nominale vermogen hetzelfde is, ongeacht de combinatie van spanningen.

## 8.4 VERMOGEN



De plaatsing van transformatoren met een individueel vermogen groter dan 1.000 kVA is onderworpen aan het voorafgaande akkoord van de DNB, gezien rekening gehouden moet worden met mogelijke problemen ten gevolge van de inschakelstroom (spanningsdips en selectiviteit van de beveiligingen op het net van de DNB).

## 8.5 KOELING VAN DE IN OLIE GEDOMPELDE TRANSFORMATOR

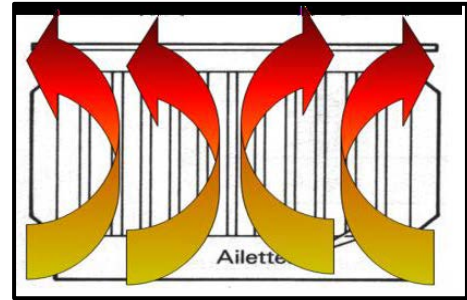


Enkel ONAN gekoelde transformatoren worden aanvaard.

ONAN = Oil Natural Air Natural, wat staat voor een natuurlijke koeling van de olie in de transformator en een natuurlijke koeling van de koelelementen van de transformator met lucht.

Dit wil zeggen dat transformatoren met een koeling van het type ONAF (koeling met geforceerde luchtcirculatie, d.w.z. met een ventilator) niet toegelaten zijn.

Om de ONAN koeling volgens zijn design optimaal te laten functioneren en het vermogen van de transformator ten volle te kunnen benutten is het aangeraden de olieopvang onder het vloerniveau te voorzien.



## 8.6 INPLANTING VAN DE TRANSFORMATOR VAN DE DNG OP ZIJN SITE



De transformator wordt bij voorkeur opgesteld in de cabine, waar het aansluitpunt zich bevindt of in de onmiddellijke nabijheid ervan. Hieronder wordt verstaan op maximaal 10 m afstand van de cabine, maximaal 20 m kabellengte met mechanische afscherming en een locatie die steeds zonder risico toegankelijk is voor de DNB. Indien het niet mogelijk is de transformator op zulk een locatie te installeren, dan zal het ontwerp van de installatie moeten aangepast worden op de volgende manier:

- de transformator<sup>9</sup> moet in dit geval beveiligd worden door een vermogensschakelaar met indirecte beveiliging;
- de vermogensschakelaarfunctie moet beschikken over een door de DNB vergrendelbare aardingsschakelaar om handelingen op de functionele meeteenheid toe te laten aan medewerkers van de DNB, zoals bepaald in art. 266 van het AREI;
- de energiemeting moet steeds op HS gebeuren;
- de configuratie vereist een bijkomende FU met een lastscheidingsschakelaar om een zichtbare onderbreking op HS stroomafwaarts van de functionele meeteenheid mogelijk te maken. De FU die na de functionele meeteenheid wordt voorzien bevat bij voorkeur een aardingsschakelaar die voorzien is van een vergrendeling van het type "interlock" (sleutelvergrendeling) om ervoor te zorgen dat de DNG enkel toegang heeft tot zijn transformator indien deze aardingsschakelaar gesloten is.
- Het vermogen van de transformator mag niet kleiner dan of gelijk zijn aan 250 kVA als hij zich op meer dan 10 m (tussen de buitenmuren van de twee lokalen) bevindt en enkel beveiligd is door een HS-vermogensschakelaar.

De verschillende configuraties voor de inplanting van (een) transformator(en) met of zonder decentrale productie zijn voorgesteld in bijlage 3.

## 8.7 BEVEILIGING VAN DE TRANSFORMATOR TEGEN OVERSTROMEN



De beveiliging van de transformator tegen overstroom wordt gekozen in functie van zijn vermogen en zijn primaire spanning. Ze kan gerealiseerd worden, ofwel met een gecombineerde lastscheidingsschakelaar met smeltveiligheden of met een vermogensschakelaar. Zie hoofdstuk 13 – beveiligingen.

<sup>9</sup> Enkel van toepassing voor een situatie met slechts één transformator

## 8.8 ROUTINETESTRAPPORTEN

Van elke transformator die bij de DNG wordt geïnstalleerd eist de DNB een rapport van de routinetesten uitgevoerd volgens de methodes beschreven in NBN EN 60076-1. Dit is van toepassing zowel voor de nieuwe transformatoren, als voor de gerecupereerde transformatoren die geplaatst worden in nieuwe of aan te passen cabines.

Met het oog op rationeel energiegebruik worden transformatoren met grote verliezen niet toegelaten. De verliezen van de transformatoren moeten in de testrapporten vermeld staan. Deze moeten aantonen dat de transformator verliezen had / heeft die conform zijn de geldende normen op het moment van zijn constructie.

Onderstaande tabel geeft de geldende normen weer voor de beschouwde periodes

Datum	Code verliezen
1998 – 2010	Type CC' volgens EN 428-1 of beter
2011 – 2012	$B_k - C_0$ volgens NBN EN 50464-1
2013 – juni 2015	$A_k - B_0$ volgens NBN EN 50464-1 ( $A_0 - C_k \leq 1.000\text{kVA}$ en $A_0 - B_k > 1.000\text{kVA}$ )
Vanaf juli 2015	Zie richtlijn (EU) Nr 548/2014

## 8.9 RECUPERATIE VAN GEBRUIKTE TRANSFORMATOREN



Om een rationeel energiegebruik te verzekeren, mogen alleen verliesarme transformatoren hergebruikt worden. Ze moeten steeds vergezeld zijn van hun testrapport (volgens § 8.8) om aanvaard te worden door de DNB.

Wanneer een gerecupereerde transformator opnieuw gebruikt wordt, moet een certificaat van olieanalyse, opgesteld conform de regionale normen, voorgelegd worden aan de DNB. Dit certificaat moet aantonen dat het gehalte aan PCB/PCT in de olie, bepaald volgens de methode van NBN EN 61619 (methode van de 109 congenereën), lager is dan 50 ppm (mg/kg).

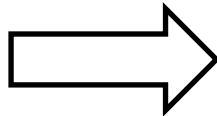
Indien een gerecupereerde, in olie gedompelde transformator niet voldoet aan het principe van minimaal risico<sup>10</sup> moet hij in deze zin worden aangepast. Hierin kunnen twee gevallen onderscheiden worden:

- **Bestaande transformator met genaakbare HS-aansluitklemmen opnieuw gebruikt in dezelfde, gerenoveerde cabine.** De recuperatie van een transformator in een gerenoveerde cabine of een cabine die wordt uitgebreid is toegestaan voor zover de HS-aansluitklemmen minimaal IPXX-B afgeschermd worden in de betekenis van artikel 44 van het AREI en indien hij beveiligd wordt door een gecombineerde lastscheidingsschakelaar met smeltveiligheden. Het behouden van een transformator met genaakbare aansluitklemmen (vb. met porseleinen isolatoren) is dus verboden indien de transformator beveiligd wordt door een vermogensschakelaar. De afscherming van de HS-aansluitklemmen gebeurt bij voorkeur door een doorzichtig scherm met voldoende mechanische weerstand (vb. polycarbonaat) zoals op nevenstaand afbeelding te zien is. Alle genaakbare (= niet aanraakveilige) verbindingen nodig om de transformator aan te sluiten bevinden zich eveneens achter dit scherm.



<sup>10</sup> Een olietransformator voldoet aan het principe van minimaal risico indien hij aan de HS-zijde is aangesloten met HS-aansluitklemmen van het inplugbare type.

- **Transformator opnieuw gebruikt in een nieuwe of in een bestaande cabine:** Indien een gerecupereerde transformator wordt gebruikt in een nieuwe cabine of een bestaande cabine waar de transformator niet aanwezig was en die toegankelijk is voor het personeel van de DNB, is enkel een oplossing aanvaardbaar waarbij de doorvoerisolatoren worden vervangen door een type volgens de norm NBN EN 50180, d.w.z. een aansluiting met inplugbare stekkers. Deze transformator beantwoordt minimum aan de norm NBN HD 428-1 met verliezen van het type CC' of beter.



**Opmerkingen:**

De wanden van het lokaal waarin transformatoren opgesteld staan met isolatoren met actieve geleiders in de lucht en beveiligd door een vermogensschakelaar, moeten aan dezelfde eisen voldoen als de lokalen waarin droge transformatoren worden geïnstalleerd.

Voor de transformatoren gebruikt in werfcabines moet geen rekening gehouden worden met de bovenvermelde voorschriften in verband met de verliezen.

## 9 FUNCTIONELE MEETEENHEID HS

### 9.1 ALGEMEEN

Hoofdstuk 9 behandelt de functionele meeteenheid. De details betreffende de kWh-meting zowel op HS als op LS worden in hoofdstuk 10 toegelicht.

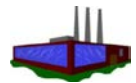
Er bestaan 2 types functionele meeteenheden:

- FU voor meting van stroom en spanning: dit is een FU waarmee de gecombineerde meting van spanning en stroom mogelijk is door het gebruik van stroomtransformatoren (TI's) en spanningstransformatoren (TP's), met het oog op facturatie of groene stroom certificaten. Indien niet voldaan is aan de voorwaarden omschreven in §9.3.2 moet een tweede set TP's voorzien worden voor de ontkoppelbeveiliging. Dit type omsloten FU bevat geen enkel onderbrekings- of aardingselement aangezien deze functionaliteiten verzekerd worden door de aangrenzende FU's.
- FU voor meting van spanning: dit is een FU bestemd voor de spanningsmeting voor de netontkoppelbeveiliging van een decentrale productie-installatie of voor een andere toepassing. Dit type FU bevat hetzelfde beveiligingselement (gecombineerde lastscheidingschakelaar met smeltveiligheden) en dezelfde aarding als de FU met smeltveiligheden voor de beveiliging van de vermogenstransformatoren. Het gebruik van een geassocieerde lastscheidingschakelaar met smeltveiligheden is voor deze toepassing ook toegelaten. Deze functionele meeteenheid kan eveneens gebruikt worden voor de hulpvoedingen toegelicht in hoofdstuk 16. In dit geval moet de fabrikant het maximale vermogen van de TP opgeven waarvoor de temperatuurtesten voor deze FU nog geldig zijn.

Naast de normen die de TI's en TP's beschrijven (NBN EN 61869-1, -2 en -3) zijn NBN EN 62271-200, 62271-304 en NBN EN 60587 eveneens van toepassing op de functionele meeteenheden. Een referentie naar deze normen moet geïntegreerd zijn in de lay-out van het kenplaatje van deze FU.

De functionele meeteenheden kunnen op dezelfde wijze ingedeeld worden als de overige FU's, volgens de categorieën AAXX vermeld in hoofdstuk 6.

### 9.2 ALGEMENE CONSTRUCTIEVE EISEN

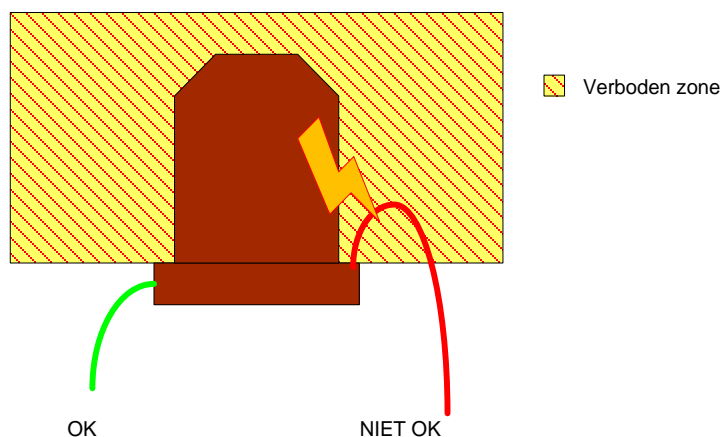


Om de kans op een interne boog te minimaliseren, is het niet toegestaan meettransformatoren te gebruiken die aangesloten zijn tussen twee fasen, behalve voor de toepassingen voor de hulpvoedingen. Om deze reden is enkel de driewattmetermethode toegestaan door de DNB.

De functionele meeteenheden waarbij de meettransformatoren in lucht staan opgesteld, worden bij voorkeur voorzien van minimaal één kijkvenster die van hetzelfde type is als deze van de overeenkomstige functionele schakeleenheid (AA10, AA20, enz.). Deze kijkvensters bieden de gebruiker de mogelijkheid bepaalde anomalieën vast te stellen.

De schema's van alle functionele meeteenheden, zijn zoals deze van de overige FU's, opgenomen in het voorschrift C2/119.

De aansluiting van de secundaire kring wordt zo uitgevoerd dat de LS-kabels zich buiten de gevarenzone van de meettransformator bevinden. De gevarenzone is de zone waar, door slijtage van het toestel, een boog tot stand kan komen met materialen die zich op een andere potentiaal bevinden. De figuur hieronder illustreert deze gevarenzone en toont een **goede** en een **slechte** uitvoeringswijze van de aansluiting van de LS-kabel. Om dezelfde reden moet de afstand tussen TP's zo groot mogelijk zijn, met een minimum van 8 mm.



## 9.3 FUNCTIONELE MEETEENHEID VOOR DE FACTURATIEMETING



### 9.3.1 ALGEMEEN

De functionele meeteenheid voor de facturatiemeting bestaat uit drie TI's en drie TP's. De TI's zijn in de richting van de afname, stroomopwaarts van de TP's geplaatst.

Het is toegelaten om een tweede set TP's te voorzien in deze FU om bijvoorbeeld de spanningsmeting voor een netontkoppelbeveiliging te realiseren.

De functionele meeteenheid bevindt zich stroomafwaarts van de algemene beveiliging van de hoofdcabine. De fabrikant van de functionele meeteenheden levert de TI's en de TP's. Deze mogen ofwel door hemzelf, ofwel door een installateur in de FU gemonteerd worden, volgens de instructies van de fabrikant.

De eigenschappen van de meettransformatoren worden bepaald in overeenstemming met het TRDE voor het betreffend gewest.

De DNG staat in voor elke wijziging aan en/of herstelling van de meettransformatoren, alsook voor de logistieke aspecten ervan binnen een periode van 24 uur.

### 9.3.2 OPBOUW VAN DE FUNCTIONELE MEETEENHEID



Het gedeelte van de FU dat de nodige uitrustingen bevat voor de facturatiemeting is enkel toegankelijk voor de DNB. Om deze reden wordt deze FU steeds in de hoofdcabine geïnstalleerd en bevinden alle aansluitingen (zowel op HS als op LS) zich in compartimenten die vergrendeld worden door de DNB.

De functionele meeteenheid bestaat bijgevolg minstens uit twee compartimenten nl. een HS-compartiment en een LS-compartiment. Beide compartimenten zijn onafhankelijk van elkaar vergrendelbaar met een hangslot. De toegang tot de functionele meeteenheid is enkel mogelijk na verwijdering van dit hangslot.

In het HS-compartiment worden ondergebracht:

- de HS-meettransformatoren;
- HS-verbindingen om de aansluiting met de voorgaande en volgende FU mogelijk te maken;
- de capacitieve koppeling voor de VDS type LRM als de functionele meeteenheid aangesloten is met één of twee set kabels;
- de kogelaardingsbouten voor het realiseren van een wegneembare aarding (zie verder). Deze kogelaardingsbouten bevinden zich steeds stroomafwaarts van de TP's.

De LS-bedrading (sectie 2,5 mm<sup>2</sup>) van de meettransformatoren vertrekt eveneens vanuit dit HS-compartiment en wordt zodanig voorzien dat ze geen hinder vormt voor exploitatiehandelingen bij het openen van het HS-compartiment. Deze bedrading wordt gebundeld, op een ordelijke manier gemonteerd en naar het LS-compartiment geleid. De aansluiting van de s2-klemmen van de TI's en de n-klemmen van de TP's worden door de fabrikant of de installateur gerealiseerd.

In het LS-compartiment bevindt zich de LS-bedrading komende van het HS-compartiment. De stroomkringen worden op kortsluitklemmen aangesloten. Deze klemmen zijn van het type "met veerdruk" zodat een goed contact in de tijd verzekerd wordt. De spanningsmeetkringen worden op een 4-polige scheidingsschakelaar met houder voor smeltveiligheden aangesloten. Al naar gelang de eisen van de betrokken DNB, wordt deze houder voorzien van smeltveiligheden van bij voorkeur 0,5 A of van geleidende buisjes met dezelfde afmetingen als de smeltveiligheden.

De meettransformatoren mogen in principe niet gebruikt worden voor andere doeleinden dan deze hierboven vermeld. Indien een andere toepassing voor de meettransformatoren wenselijk is, moet de DNG volgende regels strikt opvolgen:


- Het maximale vermogen van de meettransformatoren wordt niet overschreden.
- De toestellen aangesloten op de meetkringen bevinden zich fysisch op de functionele meeteenheid in een afzonderlijk compartiment dat kan vergrendeld worden met een hangslot en dus onbereikbaar zijn voor de DNG.
- Alle spanningsmeetkringen worden apart beveiligd met smeltveiligheden.
- Het vermogen van de meetkringen overschrijdt niet de waarden opgegeven in §9.3.3 en §9.3.4.

TP's met een dubbele wikkeling zijn niet toegelaten.

De toegang voor de DNG tot dit afzonderlijk compartiment brengt een exploitatiekost met zich mee voor het verwijderen en terug aanbrengen van de zegel.

De meettransformatoren worden zodanig opgesteld dat de klemaansluitingen aan primaire en secundaire zijde controleerbaar zijn. Hun opstelling is zodanig dat de kenplaat op een eenvoudige manier kan worden afgelezen, wat eveneens een vereiste is voor de indienstneming.

De gegevens van de meettransformatoren moeten op de kenplaat vermeld staan. Aangezien de gegevens ervan steeds verifieerbaar moeten zijn, wordt een tweede kenplaat voor elke meettransformator voorzien op een plaats die steeds toegankelijk is (zelfs als de functionele meeteenheid onder spanning staat en de meettransformatoren moeilijk of niet toegankelijk zijn). Een montage in een afgesloten volume (bv. aan de binnenzijde van de deur van het LS-compartiment), dat steeds toegankelijk blijft, is te verkiezen boven een montage aan de buitenzijde van de FU. Bij de indienstneming controleert de DNB of de gegevens van beide kenplaten identiek zijn.

Functionele meeteenheden met meettransformatoren die omwille van hun opbouw nooit toegankelijk zijn (vb. ingebouwd in een onder druk staand omhulsel), worden vrijgesteld van de controle tussen de twee kenplaatjes. Ter compensatie vindt een meting plaats die de transformatieverhouding (stroom- en spanningstransformatoren) verifieert. Deze meting wordt uitgevoerd door een erkend organisme en maakt deel uit van het proces-verbaal van de gelijkvormigheidscontrole voor de indienstneming. 

De elektrische verbinding met de meterkast gebeurt via kabels die aangesloten worden in het LS-compartiment van de functionele meeteenheid. Dit houdt in dat deze functionele meeteenheid steeds voorzien is van twee kabels type LiYY tussen de aansluitklemmen van de meettransformatoren en de aansluitklemmen in het LS-compartiment. De aansluiting van de primaire en secundaire wikkelingen wordt door de fabrikant of installateur uitgevoerd volgens de regels van goed vakmanschap en de driewattmetermethode. Bijlage 4 toont de te volgen aansluiting. Het elektrisch schema, alsook de kleurcode ervan, moet gerespecteerd worden.

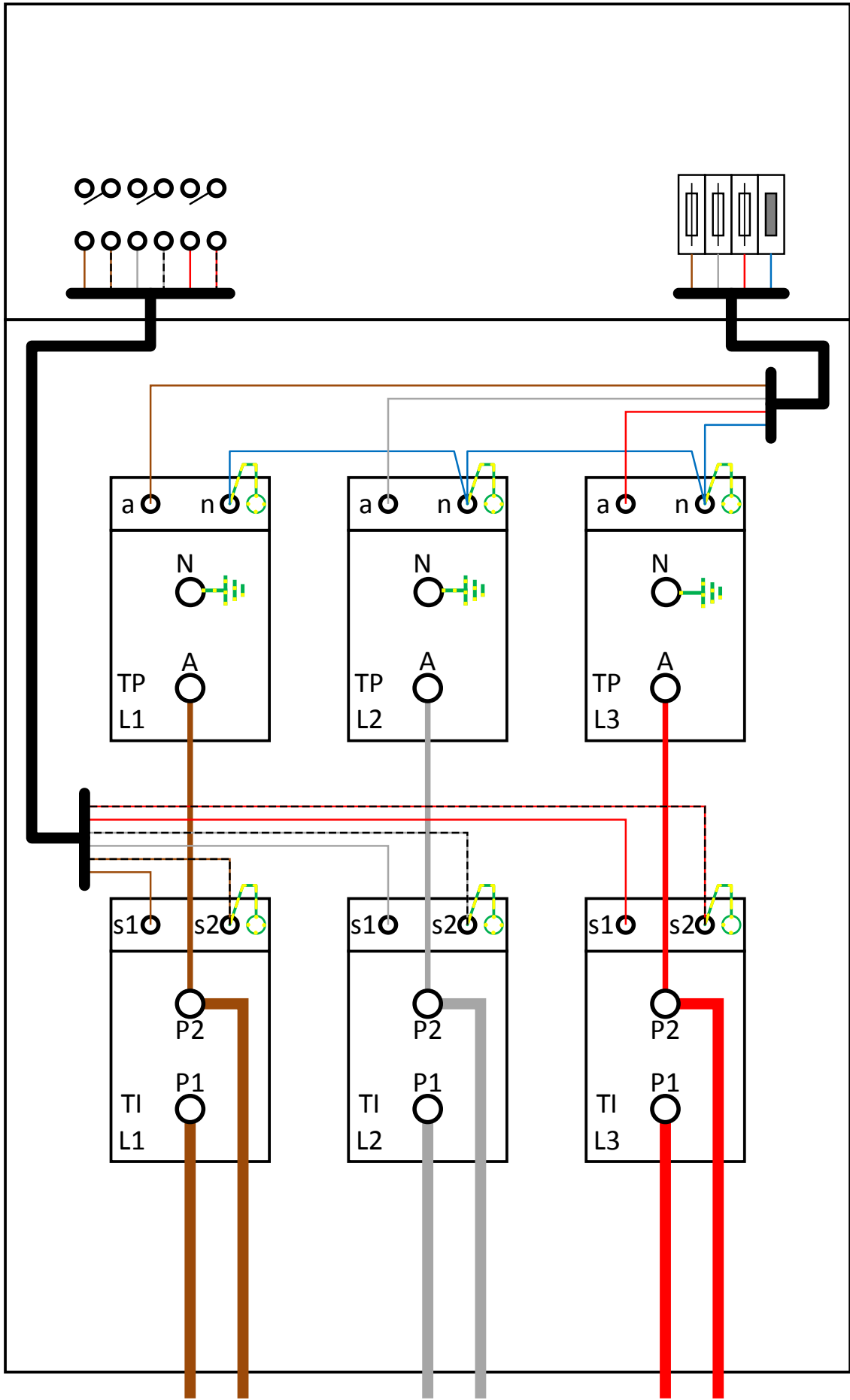
De meettransformatoren mogen in geen geval de elektrische karakteristieken van de functionele meeteenheid verminderen.

De functionele meeteenheden hebben een beschermingsgraad IP 2X ten opzichte van de aangrenzende FU's. Om de elektrische verbinding op HS tussen aangrenzende FU's te verwezenlijken, worden doorvoerisolatoren gebruikt.

De primaire wikkelingen van de TP's worden aangesloten zonder onderbrekingsstelsel of smeltveiligheden. De beveiliging van dit circuit wordt bepaald door de DNB.

In het geval dat een evolutie van de dienstspanning voorzien is in het aansluitingscontract, moet de DNG voor de nieuwe spanning een tweede set TP's voorzien.

Hierna volgt een schematische voorstelling van de meettransformatoren van een functionele meeteenheid en haar bekabeling.





### 9.3.3 KENMERKEN VAN DE STROOMTRANSFORMATOREN



De belangrijkste kenmerken van de HS-stroomtransformatoren zijn de volgende:

- transformatieverhouding: 25/5 <sup>11</sup>, 50/5 <sup>12</sup>, 125/5, 250/5, 500/5;
- nauwkeurighedsvermogen 5 VA;
- nauwkeurighedsklasse 0,2 s;
- veiligheidsfactor FS 5.

TI's met dubbele transformatieverhoudingen zijn niet toegelaten.

De stroomtransformatoren worden op een metalen plaat gemonteerd die deel uitmaakt van de functionele meeteenheid. De elektrische verbinding tussen de plaat waarop de meettransformator wordt gemonteerd en het aansluitpunt van de externe aarding van de FU is zo uitgevoerd dat een stroom van 30 A DC een spanningsval van maximaal 0,5 V genereert.

De verbinding van de secundaire klem "s2" van de TI met de aardingsklem, die zich op het chassis van de TI bevindt, gebeurt door middel van een geelgroene draad met een sectie van minimum 2,5 mm<sup>2</sup>. De aardingsklem mag niet uitgerust zijn met een schroef die door het dieper indraaien contact kan maken met het chassis van de TI.

De kleuren van de draden van de LiYY-kabels voor de verbinding tussen de klemmen van de TI's en hun aansluiting in het LS-compartiment, zijn als volgt:

- bruin / bruin-zwart voor de fase L1;
- grijs / grijs-zwart voor de fase L2;
- rood / rood-zwart voor de fase L3.

Om een onderscheid te maken tussen de draden die verbonden zijn met de primaire klem "s1" en de secundaire klem "s2", worden de draden met een volle kleur gebruikt voor de "s1" klemmen en de draden met een zwarte arcering gebruikt voor de "s2" klemmen.

### 9.3.4 KENMERKEN VAN DE SPANNINGSTRANSFORMATOREN



De belangrijkste kenmerken van de HS-spanningstransformatoren zijn de volgende:

- transformatieverhouding:  $\frac{U_n/\sqrt{3}}{110/\sqrt{3}}$ ;
- U<sub>n</sub>: 5500 V, 6600 V, 11000 V, 12100 V en 15400 V;
- nauwkeurighedsvermogen: 5 VA of 15 VA, in functie van het opgenomen vermogen van de kWh-meter en de modem;
- nauwkeurighedsklasse 0,2.

De montage van de TP's gebeurt op dezelfde manier als voor de TI's, met dezelfde eisen wat betreft de verbinding met de aarde.

De verbinding van de secundaire klem "n" van de TP met de aardingsklem, die zich op het chassis van de TP bevindt, gebeurt door middel van een geelgroene draad met een sectie van minimum 2,5 mm<sup>2</sup>. De aardingsklem mag niet uitgerust zijn met een schroef die door het dieper indraaien contact kan maken met het chassis van de TP.

De kleuren van de draden van de LiYY-kabels voor de verbinding tussen de klemmen van de TP's en hun aansluiting in het LS-compartiment, zijn als volgt:

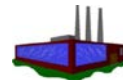
- bruin voor de fase L1;
- grijs voor de fase L2;
- rood voor de fase L3;
- blauw voor N.

De drie secundaire "n" klemmen worden onderling verbonden met een blauwe draad.

<sup>11</sup> Enkel toegestaan stroomafwaarts van een gecombineerde lastscheidingschakelaar met smeltveiligheden of bij gebruik van ringkerntransformatoren.

<sup>12</sup> Op een 25 kA-1 s net enkel toegestaan stroomafwaarts van een gecombineerde lastscheidingschakelaar met smeltveiligheden indien de stroomtransformatoren niet bestand zijn tegen deze doorgaande kortsluitstroom.

### 9.3.5 MODALITEITEN VOOR DE TOEGANG TOT DE FUNCTIONELE MEETEENHEDEN



Om toegang te kunnen verlenen tot de functionele meeteenheid conform de bepalingen van artikel 266 van het AREI is deze zoals reeds eerder vermeld minstens voorzien van:

- een VDS van het type LRM met een zelfde interface als deze in de andere FU's;
- een systeem met een hangslot voor het vergrendelen van de toegang tot het HS- en het LS-gedeelte van de functionele meeteenheid;
- één kogelaardingsbout per fase, stroomafwaarts van de meettransformatoren geplaatst, voor de aansluiting van een wegneembare aarding in geval van werkzaamheden in het HS-gedeelte van de functionele meeteenheid. Functionele meeteenheden ondergebracht in een hermetisch gesloten omhulsel moeten niet worden voorzien van kogelaardingsbouten (in dit geval moet een mogelijkheid tot scheiden voorzien worden stroomafwaarts van de functionele meeteenheid).

De schema's van de functionele meeteenheden, alsook die van de schakelapparatuur, zijn beschikbaar in het voorschrift C2/119.

Er worden 3 typesituaties onderscheiden in functie van de opstelling van de vermogenstransformator(en):

- vermogenstransformator(en) in de cabine
- vermogenstransformator(en) in een lokaal buiten de cabine
- meerdere vermogenstransformatoren in lokalen buiten de cabine.

In elk van deze gevallen kan het vrijeschakelen van de functionele meeteenheid conform art. 266 van het AREI plaatsvinden, maar worden in functie van de opstelling van de transformator(en) andere schakelaars bediend.

Deze typesituaties zijn opgenomen in de schema's in bijlage 3. Hierin wordt ook duidelijk vermeld dat de algemene beveiliging die zich stroomopwaarts van de functionele meeteenheid bevindt, voorzien is van een aardingsschakelaar met volledig inschakelvermogen. Dit inschakelvermogen mag beperkt worden tot 2 kA als de cabine slechts over één transformator beschikt en er geen draaiende machines, noch decentrale productie-eenheden met een vermogen groter dan 1 MVA, geïnstalleerd zijn.

### 9.3.6 GEBRUIK VAN EEN FUNCTIONELE MEETEENHEID ACHTER EEN GECOMBINEERDE LASTSCHEIDINGSSCHAKELAAR MET SMELTVEILIGHEDEN.



Indien er bij een installatie van categorie AA10, AA20, AA32, AA33 of AA35 smeltveiligheden worden gebruikt als algemene beveiliging, dan moet de functionele meeteenheid niet noodzakelijk van dezelfde categorie zijn, maar is een functionele meeteenheid van categorie AA31 ook toegelaten. Dit is mogelijk aangezien smeltveiligheden de kortsluitstroom zodanig beperken dat een eventuele interne boog stroomafwaarts van de beveiliging en dus in de functionele meeteenheid, geen of verwaarloosbare gevolgen heeft.

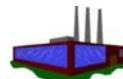
## 9.4 FUNCTIONELE MEETEENHEID VOOR DE SPANNINGSMETING

### 9.4.1 ALGEMEEN

Zoals eerder vermeld is de opbouw van deze functionele meeteenheid identiek aan deze van een FU voor de beveiliging van een transformator, die voorzien is van een gecombineerde lastscheidingsschakelaar met smeltveiligheden. Het gebruik van een geassocieerde lastscheidingsschakelaar met smeltveiligheden is voor deze toepassing ook toegelaten.

De functionele meeteenheid voor spanningsmeting bestaat uit drie éénfase-spanningstransformatoren die zijn ondergebracht in het kabelcompartiment van deze functionele meeteenheid. Ze bevindt zich steeds stroomafwaarts van de functionele meeteenheid zodat het verbruik van de TP's steeds wordt gemeten.

De fabrikant van de functionele meeteenheid levert de TP's. Deze mogen ofwel door hemzelf, ofwel door een installateur in de FU gemonteerd worden volgens de instructies van de fabrikant.



## 9.4.2 OPBOUW VAN DE FUNCTIONELE MEETEENHEID

De TP's worden in het kabelcompartiment van deze FU voorzien en de toegang ertoe is in principe voorbehouden aan de DNG. Indien de toepassing het vereist, kan de DNB de exclusieve toegang tot dit compartiment opeisen. Het moet bijgevolg mogelijk zijn het kabelcompartiment te vergrendelen met een hangslot.

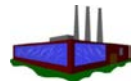
De TP's worden met smeltveiligheden beveiligd tegen kortsluiting. Hiervoor worden smeltveiligheden van het kleinste kaliber en van het type DIN 10 gebruikt.

De TP's zijn in het kabelcompartiment geïnstalleerd volgens de bovenvermelde specificaties. Dit type functionele meeteenheid is steeds voorzien van een VDS en een aardingsschakelaar en is bijgevolg enkel toegankelijk bij ingeschakelde aardingsschakelaar.

De LS-bedrading van de TP's vertrekt vanuit het kabelcompartiment. Deze bedrading wordt gebundeld, op een ordelijke manier gemonteerd en naar het LS-compartiment geleid. Ze wordt zodanig voorzien dat ze geen hinder vormt voor exploitatiehandelingen bij het openen van het HS-compartiment.

De TP's worden zodanig opgesteld dat de klemaansluitingen aan primaire en secundaire zijde verifieerbaar zijn. Ook is hun opstelling zodanig dat de kenplaat op een eenvoudige manier kan worden afgelezen, wat een vereiste is voor de indienstneming. De gegevens van de TP's moeten op de kenplaat vermeld staan.

De TP's mogen in geen geval de elektrische karakteristieken van de functionele meeteenheid verminderen.



## 9.4.3 KENMERKEN VAN DE SPANNINGSTRANSFORMATOREN

De belangrijkste kenmerken van de HS-spanningstransformatoren zijn de volgende:

- transformatieverhouding: identiek aan deze van de TP's voor de kWh-meting
- nauwkeurigheidsvermogen: 5 VA
- nauwkeurigheid: Klasse 1

De TP's worden op een metalen plaat gemonteerd die deel uitmaakt van de functionele meeteenheid. De elektrische aardverbinding tussen de plaat waarop de meettransformator wordt gemonteerd en het aansluitpunt van de externe aarding van de functionele meeteenheid is zo uitgevoerd dat een stroom van 30 A DC een spanningsval van maximaal 0,5 V genereert.

De verbinding van de secundaire klem "n" van de TP met de aardingsklem, die zich op het chassis van de TP bevindt, gebeurt door middel van een geelgroene draad met een sectie van minimum 2,5 mm<sup>2</sup>. De aardingsklem mag niet uitgerust zijn met een schroef die door het dieper indraaien contact kan maken met het chassis van de TP.

De kleuren van de draden van de LiYY-kabels voor de verbinding tussen de klemmen van de TP's en hun aansluiting in het LS-compartiment, zijn als volgt:

- bruin voor de fase L1;
- grijs voor de fase L2;
- rood voor de fase L3;
- blauw voor N.

De drie secundaire "n" klemmen worden onderling met een blauwe draad verbonden.

## 9.4.4 FUNCTIONELE MEETEENHEID ALS VOEDING VOOR DE HULPVOEDINGEN



Dit type functionele meeteenheid mag eveneens gebruikt worden om de hulpvoedingen beschreven in hoofdstuk 16 te voeden.

In dit geval geeft de fabrikant op welke het maximaal vermogen van de TP is opdat deze functionele meeteenheid nog steeds zou beantwoorden aan de "temperature rise" testen. De TP mag dan ook verbonden worden tussen twee fasen, waarbij de spanning aan de klemmen van de secundaire klemmen van de TP 230 V bedraagt. De sectie van de bedrading wordt gekozen in functie van het vermogen van de TP en zijn kortsluitspanning. In het LS-compartiment van de functionele meeteenheid wordt voor deze uitvoering altijd een beveiliging voorzien tegen overbelasting en kortsluiting van de stroomafwaarts gelegen installatie.



# 10 KWH-METING



## 10.1 ALGEMEEN

Dit hoofdstuk behandelt de details rond de kWh-meting (verder in de tekst kortweg meting genoemd), met uitzondering van de functionele meeteenheid die in hoofdstuk 9 wordt toegelicht.

Elke nieuwe meetinrichting wordt uitgevoerd volgens de driewattmetermethode, zoals schematisch voorgesteld in bijlage 4 voor zowel een meting op HS als op LS.

De kWh-meter, de modem, de klemmen en de bedrading die ondergebracht zijn op een paneel dat zich in de meterkast bevindt, evenals de antenne met de antennekabel, zijn eigendom van de DNB. De installatie van zowel de meterkast en het meterpaneel gebeurt volgens de modaliteiten van de DNB.

De DNB bepaalt de transformatieverhouding van de meettransformatoren. Indien de activiteiten van de DNG een wijziging vereisen van het aansluitvermogen dat ter beschikking wordt gesteld, worden de meettransformatoren op zijn kosten vervangen om aan de opgelegde vereisten van de betrokken cabine te voldoen. Dit wordt beschouwd als een wijziging van de cabine en wordt uitgebreid toegelicht in hoofdstuk 21.

De meting gebeurt op HS of op LS (tot of tot en met 250 kVA, afhankelijk van het Technisch Reglement van de bevoegde regionale overheden). Dit geldt ook voor het vereiste nauwkeurigheidsniveau. Als de DNG in het bezit is van een transformator met dubbele spanning moet de meting steeds op HS gebeuren. Zelfs in het geval van een vermogen kleiner dan 250 kVA, is het raadzaam om een meting op HS te voorzien indien de DNG een toekomstige toename van het vermogen mogelijk acht.

Behalve in geval van schriftelijke toestemming van de DNB, bedraagt het nauwkeurigheidsvermogen van de TP's 5 VA of 15VA (in functie van het opgenomen vermogen van de kWh-meter en de modem) en die van de TI's 5 VA.

De testrapporten van de individuele nauwkeurigheidscntroles van de meettransformatoren moeten ten laatste bij de ingebruikname aan de DNB bezorgd worden.

Het gedeelte dat de noodzakelijke uitrustingen voor de meting bevat, mag enkel toegankelijk zijn voor de DNB.

## 10.2 CONSTRUCTIEVE EISEN VAN DE METING OP LS



### 10.2.1 ALGEMEEN

De meting op LS en de levering van de hiervoor noodzakelijke onderdelen (aansluitkast, TI's, beveiliging spanningsmeetkring, behuizing, enz. met uitzondering van de bekabeling) gebeurt volgens de bepalingen van de DNB.

De TI's en de aftakking van de spanning kunnen afhankelijk van de betrokken DNB:

- ofwel rechtstreeks op de LS-klemmen van de transformatoren gemonteerd worden. Ze worden dan vergrendeld en zijn voorzien van een verzegelbare behuizing (zie 10.2.2);
- ofwel geïntegreerd worden in een aansluitkast voor de meting waarvan de toegang verzegeld is (zie 10.2.3).

De belangrijkste kenmerken van de LS-stroomtransformatoren zijn de volgende:

- transformatieverhouding: 250/5 400/5 600/5 800/5;
- nauwkeurigheidsvermogen: 5 VA;
- nauwkeurigheidsklasse: 0,5 s;
- veiligheidsfactor: FS 5.

## 10.2.2 METING RECHTSTREEKS OP DE LS-KLEMMEN VAN DE TRANSFORMATOR



De TI's bevinden zich in een behuizing op de transformator. Ze worden al dan niet geleverd door de DNB en door de installateur rond de LS-klemmen van de drie fasen van de transformator geplaatst of rond zijn aansluitkabels. De draden van de stroommeting worden op kortsluitklemmen aangesloten die zich eveneens in de behuizing bevinden. Deze klemmen zijn van het type "met veerdruk" zodat een goed contact in de tijd verzekerd wordt. De meetspanning wordt rechtstreeks afgetakt op de hoofdklemmen van de transformator. In de behuizing wordt een lastscheidingschakelaar (klasse AC1) met smeltveiligheden voorzien voor de beveiliging van deze meetkring. De bedrading tussen de klemmen van de transformator en deze lastscheidingschakelaar wordt kortsluitvast uitgevoerd in functie van het vermogen en de kortsluitspanning van de transformator. Stroomafwaarts van de smeltveiligheden wordt een kabel van het type LiYY 4 x 2,5 mm<sup>2</sup> gebruikt.

Voor de bedrading van de stroommeetkringen wordt voor respectievelijk s1 en s2 de volgende kleurcode gebruikt:

- Bruin / bruinzwart voor de fase L1;
- grijs / grijszwart voor de fase L2;
- rood / roodzwart voor de fase L3.

Een alternatief voor de gearceerde draden is een draad in dezelfde kleur met een zwarte ring aan weerszijden voor aanduiding van de verbinding met de klem s2.

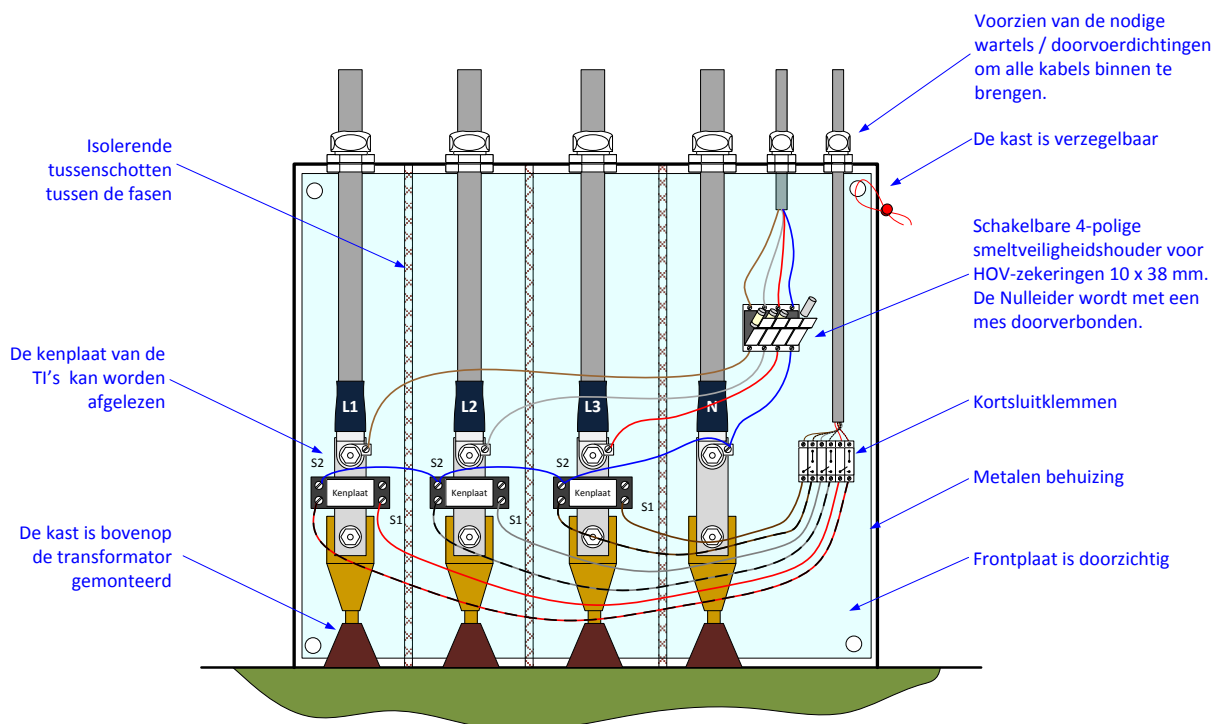
Naar analogie met het schema van §9.3.2 voor de functionele meeteenheid HS, wordt voor de bedrading van de spanningskringen volgende kleurcode gebruikt:

- bruin voor de fase L1;
- grijs voor de fase L2;
- rood voor de fase L3;
- blauw voor N.

De behuizing is voorzien van een bevestigingsrail voor de montage van de kortsluitklemmen en van de lastscheidingschakelaar met smeltveiligheden. Ze laat de plaatsing van een zegel toe en de voorkant ervan wordt met een doorzichtige polycarbonaatplaat afgewerkt zodat een visuele controle steeds mogelijk is. Bovenaan worden wartels voorzien voor volgende kabels:

- LS energiekabels voor de verbinding met het ALSB;
- LS energiekabel voor de aansluiting van het nulpunt van de transformator;
- LS stuurkabels van respectievelijk de stroommeetkring en de spanningsmeetkring.

Onderstaande figuur verduidelijkt deze uitvoering.



In bijlage 4 wordt een schematische voorstelling van deze aansluiting weergegeven.

De DNG staat in voor elke wijziging aan en/of herstelling van de meettransformatoren, alsook voor de logistieke aspecten ervan.

De DNB kan op vraag van de DNG de LS stuurkabels leveren voor de aansluiting van de stroom- en spanningsmeetkringen tussen de behuizing boven de transformator en de voorziene plaats voor de meterkast, met een reservelengte van minimum 1 meter. Deze aansluiting is ononderbroken (bevat geen verbindingselementen of klemmenstroken) en moet door de installateur uitgevoerd worden in overeenstemming met artikels 122 en 123 van het AREI.

De kabels zijn van het type LiYY en hebben volgende samenstelling in functie van de meetkring en zijn lengte.

Lengte van de elektrische bekabeling	Spanningsmeetkring	Stroommeetkring
< 8 m (minimaal 3 m)	4 x 2,5 mm <sup>2</sup> Cu	6 x 2,5 mm <sup>2</sup> Cu
≥ 8 m (maximaal 18 m)	4 x 2,5 mm <sup>2</sup> Cu	6 x 4 mm <sup>2</sup> Cu

Deze twee kabels worden samengebundeld en mechanisch beschermd over hun tracé. Ze worden aan de transformatorzijde aangesloten door de installateur. Na controle van de volledige meetinstallatie worden ze door de DNB aangesloten in de meterkast. Hierna verzegelt hij de meterkast en de behuizing op de transformator zodat de cabine in dienst kan genomen worden. De controle van de goede werking van de volledige meetkring wordt uitgevoerd volgens de modaliteiten van de DNB.



### 10.2.3 METING IN EEN AANSLUITKAST

De DNB stelt een meterkast ter beschikking met hieraan gekoppeld een aansluitkast van hetzelfde type en merk. Deze aansluitkast bevat volgende onderdelen:

- LS-vermogensschakelaar;
- TI's;
- aansluitklemmen en aansluitingen van de LS-kabels, komende van de transformator en vertrekkende naar het ALSB;
- kabelontlasting voor bovenvermelde kabels;
- koperen verbindingen tussen kabels en vermogensschakelaar;
- bedrading voor de meetkringen naar de meterkast. Deze is mechanisch gekoppeld met de aansluitkast

De installateur van de cabine zorgt voor de aansluiting van de twee kabeluiteinden alvorens het volledige kastengeheel (meterkast en aansluitkast) door de DNB wordt verzegeld. De bedieningshendel van de vermogensschakelaar blijft ter beschikking van de DNG, terwijl zijn aansluiting ervan en de instelling van het beveiligingsrelais zich in de verzegelde kast bevinden. Op de figuur hiernaast wordt deze uitvoering weergegeven



In bijlage 4 wordt een schematische voorstelling van deze aansluiting weergegeven.

De DNG staat in voor elke wijziging aan en/of herstelling van de onderdelen die zich in dit kastengeheel bevinden alsook voor de logistieke aspecten ervan

De aansluiting van de LS-kabels ter hoogte van de aansluitklemmen van de transformator moeten voorzien worden van een systeem dat door de DNB kan verzegeld worden.

De meterkast bevindt zich steeds in de cabine. Vermits de volledige meetinstallatie zich in een kastengeheel bevindt dat gecontroleerd uit het magazijn van de DNB vertrekt, is een controle van de meetinstallatie ter plaatse niet vereist. Na goedkeuring van de cabine (conform het AREI en controle door de DNB) en instelling van de vermogensschakelaar, worden de kasten door de DNB verzegeld. De controle van de goede werking van de volledige meetkring wordt uitgevoerd volgens de modaliteiten van de DNB.

## 10.2.4 KEUZE VAN DE STROOMTRANSFORMATOREN



De eerstvolgende standaardwaarde van de transformatieverhoudingen van de TI's vermeld in §10.2.1 op het resultaat van onderstaande formule bepaalt de te gebruiken verhouding.

$$I = \frac{S}{\sqrt{3}xU}$$

met:

S = contractueel schijnbaar vermogen in VA

U = spanning in V

## 10.3 CONSTRUCTIEVE EISEN VAN DE METING OP HS



### 10.3.1 ALGEMEEN

De meting op HS en de levering van de meterkast gebeurt volgens de bepalingen van de DNB.

De eisen waaraan de functionele meeteenheid moet voldoen, staan beschreven in hoofdstuk 9. Deze paragraaf behandelt het gedeelte van de meetinstallatie vanaf de klemmen die zich in het LS-compartiment van de functionele meeteenheid bevinden.

De installateur van de cabine monteert de meterkast tegen een wand van de cabine. Hij voorziet eveneens de kabelverbinding tussen de functionele meeteenheid en de meterkast. De DNB kan op vraag van de DNG de kabels leveren voor deze verbinding, met een reservelengte van minimaal 1 meter. Deze kabels zijn van het type LiYY en hebben volgende samenstelling in functie van de meetkring en zijn lengte.

Lengte van de elektrische bekabeling	Spanningsmeetkring	Stroommeetkring
< 8 m (minimaal 3 m)	4 x 2,5 mm <sup>2</sup> Cu	6 x 2,5 mm <sup>2</sup> Cu
≥ 8 m (maximaal 18 m)	4 x 2,5 mm <sup>2</sup> Cu	6 x 4 mm <sup>2</sup> Cu

De kabels worden in de functionele meeteenheid aangesloten door de installateur. Deze aansluiting is ononderbroken (bevat geen verbindingselementen of klemmenstroken) en moet uitgevoerd worden in overeenstemming met art. 122 en 123 van het AREI. Na controle van de volledige meetinstallatie (zie §10.4) worden de kabels door de DNB aangesloten in de meterkast. Hierna verzegelt hij de kast zodat de cabine in dienst kan genomen worden. De controle van de goede werking van de volledige meetkring wordt uitgevoerd volgens de modaliteiten van de DNB.



### 10.3.2 KEUZE VAN DE STROOMTRANSFORMATOREN

De eerstvolgende standaardwaarde van de transformatieverhoudingen van de TI's vermeld in §9.3.3 op het resultaat van onderstaande formule bepaalt de te gebruiken verhouding.

$$I = \frac{S}{\sqrt{3}xU}$$

met:

S = contractueel schijnbaar vermogen in kVA

U = spanning in kV

## 10.4 CONTROLE VAN DE MEETKRINGEN BIJ EEN METING OP HS



### 10.4.1 ALGEMEEN

Voor de ingebruikname moet de medewerker van het erkend organisme controleren of de volledige meetkring correct is aangesloten op de klemmenstrook van de functionele meeteenheid. Dit gebeurt volgens het door de DNB goedgekeurde aansluitschema voor de TI's en de TP's (bijlage 4). Na elke verandering in een cabine waarbij werkzaamheden worden uitgevoerd op de meetkringen, moet dezelfde keuring opnieuw plaatsvinden.

De controle moet zowel visueel als via effectieve controlemetingen gebeuren, waarbij de resultaten van deze controle vermeld worden in het controleformulier opgenomen in bijlage 5. De volgende controles zijn vereist:

- controle van de spanningsmeetkringen;
- controle van de stroommeetkringen.



## 10.4.2 CONTROLE VAN DE SPANNINGSMEETKRINGEN



Om te controleren of de aansluiting van de TP's zowel aan de HS- als aan de LS-zijde correct is uitgevoerd volgens de driewattmetermethode, worden onderstaande metingen uitgevoerd.

Om de correcte bedrading tussen de klemmen van de TP's en de lastscheidingsschakelaar in het LS-compartiment na te gaan, wordt er aan de primaire kring telkens tussen een fase en de aarding een spanning van 230V aangesloten via een externe mobiele voeding die voorzien is van de nodige beveiligingsinrichtingen. Aan de lastscheidingsschakelaar, met of zonder smeltveiligheden, die zich in het LS-compartiment van de functionele meeteenheid bevindt moet dan een spanning gemeten worden tussen de corresponderende LS-fase en de nulleider die overeenkomt met de transformatieverhouding van de TP.

Zo moet bijvoorbeeld voor een TP van  $\frac{11.000/\sqrt{3}}{110/\sqrt{3}}$ , bij het aansluiten van een spanning van 230 V aan de primaire zijde, 2,3 V gemeten worden aan de secundaire zijde (op de klemmen in het LS-compartiment).

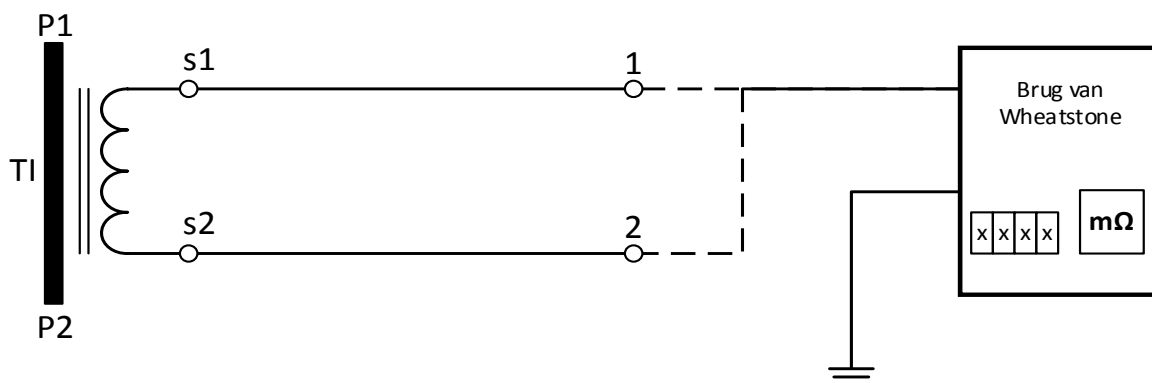
De aansluiting van de LiYY kabel op de lastscheidingsschakelaar wordt visueel gecontroleerd volgens de kleurcode vermeld in het aansluitschema van bijlage 4.

De correcte aansluiting in de meterkast is de verantwoordelijkheid van de DNB. Deze kan in de praktijk op een later tijdstip dan de keuring van het erkend organisme plaatsvinden en maakt dus geen deel uit van de controle van de spanningsmeetkringen.

## 10.4.3 CONTROLE VAN DE STROOMMEETKRINGEN

Indien het kenplaatje op de TI niet duidelijk of helemaal niet kan afgelezen worden, vindt een stroominjectie plaats om de transformatieverhouding van de TI na te gaan.

De correcte aansluiting van de draden van de stroommeetkring van de TI-kring tot aan de kortsluitklemmen in het LS-compartiment van de functionele meeteenheid kan op de volgende manier worden nagegaan:



Met een brug van Wheatstone wordt de weerstand tussen de aarding en de verbinding met respectievelijk klem s1 en klem s2 gemeten vanuit de kortsluitklemmen die zich in het LS-compartiment bevinden. De verbinding met de grootste weerstand geeft aan dat men de aansluiting met klem s1 heeft gemeten, daar de weerstand van de secundaire kring van de TI geïntegreerd is in deze meetkring. De meting tussen de aarde en klem s2 geeft een waarde aan van enkele tienden van een Ohm.

De aansluiting van de LiYY kabel op de kortsluitklemmen wordt visueel gecontroleerd volgens de kleurcode vermeld in het aansluitschema van bijlage 4.

De correcte aansluiting in de meterkast is de verantwoordelijkheid van de DNB. Deze kan in de praktijk op een later tijdstip dan de keuring plaatsvinden en maakt dus geen deel uit van de controle van de stroommeetkringen.

## 10.4.4 PROCES-VERBAAL VAN HET ERKEND ORGANISME



De controle van zowel de TI-kringen als de TP-kringen wordt op een invulblad genoteerd, waarvan een voorbeeld is opgenomen in bijlage 5. Dit document maakt deel uit van het PV van de gelijkvormigheidscontrole vóór ingebruikname, opgesteld door een erkend organisme, en moet dus aanwezig zijn in de cabine voor de indienstneming.

## 10.5 METERKAST

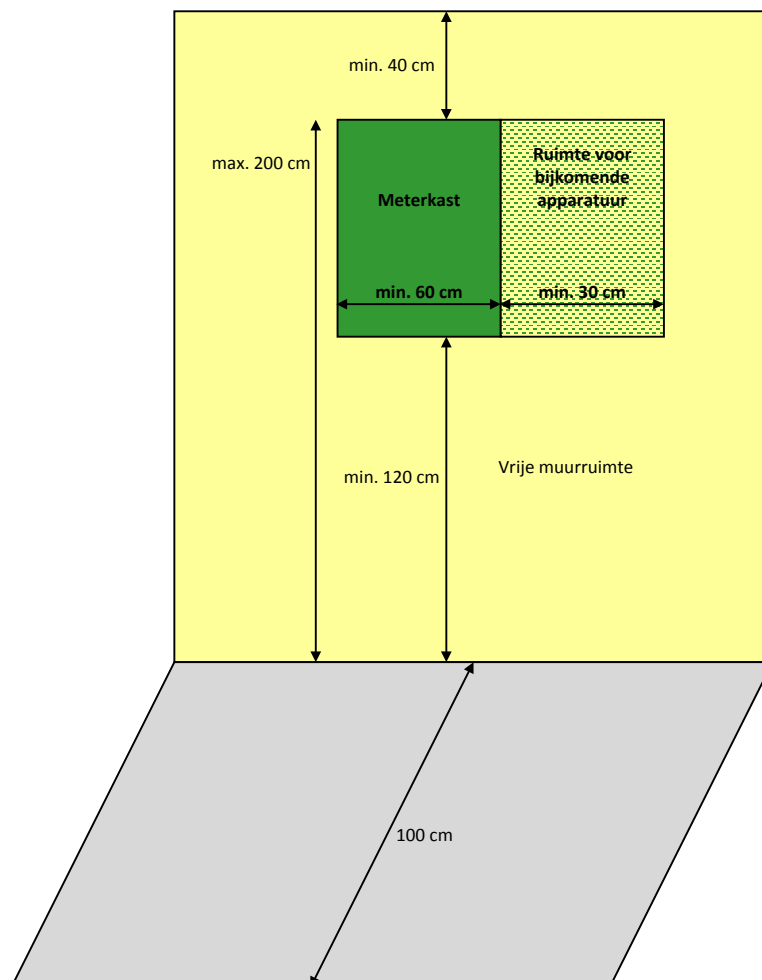
Teneinde de exploitatie van de meterkast over zijn volledige levensduur correct te kunnen uitvoeren, houdt de installateur bij de plaatsing ervan rekening met volgende factoren:

- De meterkast bevindt zich steeds in de cabine;
- hij controleert de goede staat van de kast die hij ontvangen heeft van de DNB. Indien de kast barsten of andere zichtbare schade vertoont, stelt hij de DNB hiervan dadelijk op de hoogte. Een kast met schade wordt niet in dienst genomen.
- het scherm van de kWh-meter moet gemakkelijk leesbaar zijn,
- de bevestiging van de meterkast en de aansluitkast gebeurt op een stevige, vlakke wand die het gewicht ervan kan dragen,
- hij wordt loodrecht tegen de wand geplaatst, op de kortst mogelijke afstand van de functionele meeteenheid. Verdere details over de plaats van bevestiging volgen hierna;
- hij bevindt zich buiten het genaakbaarheidsvolume van de HS-installatie (conform art. 28.01 van het AREI).

Bij de keuze van de bevestigingsplaats van de meterkast tegen de muur, wordt rekening gehouden met de volgende voorschriften:

- de kast wordt steeds tegen een vrije wand bevestigd (dus niet op een FU);
- de minimale hoogte onder de meterkast bedraagt 120 cm;
- de maximale hoogte tot de bovenkant van de meterkast bedraagt 200 cm;
- de minimale ruimte tussen het plafond en de bovenkant van de meterkast bedraagt 40 cm (hoogte nodige voor de plaatsing van de antenne);
- de vrije ruimte voor de bevestiging van de meterkast bedraagt 60 cm in de breedte. Er wordt een extra breedte van 30 cm vrijgehouden voor de installaties van een tweede kast (bijv. de datalogger, telemonitoringkast, enz.).
- een vrije ruimte met een lengte van 100 cm voor de meterkast wordt vrijgelaten om de ijking in goede omstandigheden te kunnen uitvoeren.

De onderstaande figuur geeft een schematische voorstelling van de bovenvermelde voorschriften



## 10.6 TELEMETING



Om de afstandsuitlezing van de kWh-meter mogelijk te maken, moet de DNG een aansluiting op een telecommunicatienetwerk voorzien. Deze aansluiting kan op vraag van de DNB vervangen worden door een GSM-aansluiting op voorwaarde dat de antenne in een zone met goede signaalontvangst wordt geplaatst. Bij goede ontvangst wordt de antenne op de meterkast geplaatst. Bij slechte ontvangst voorziet de DNG een buis met trekdraad vanaf de meterkast naar een zone met goede ontvangst, indien nodig aan de buitenkant van het gebouw.

## 10.7 IMPACT OP DE SIGNALLEN GEBRUIKT DOOR DE DNB



### 10.7.1 ALGEMEEN

De signalen voor CAB bestaan uit impulstelegrammen die op regelmatige tijdstippen door de DNB in de HS- en LS-distributienetten worden verstuurd. Deze signalen worden gekenmerkt door een frequentie in het gebied van 110 Hz tot 1500 Hz. De frequentie is verschillend al naargelang de locatie.

De installatie van de DNG zal op geen enkele wijze de signalen, die de DNB gebruikt voor de centrale afstandsbediening, nadelig beïnvloeden. In het bijzonder zal er over gewaakt worden dat de installatie geen abnormale absorptie van deze signalen veroorzaakt.

Geen enkele uitrusting van de DNG mag interfereren met de band A volgens EN 50065, deze is voorbehouden aan de DNB.

### 10.7.2 Kn-FACTOR

De mate van opslorping van de CAB-signalen wordt weergegeven door de  $K_n$ -factor van de installatie. De waarde van  $K_n$  geldt steeds bij het aanknopingspunt van de DNG.

$K_n$  is de verhouding van de impedantie van de installatie bij  $f = 50$  Hz t.o.v. de impedantie bij  $f_{CAB}$ .

$$K_n \equiv \frac{Z_{50}}{Z_{f_{CAB}}}$$

Bij ieder aansluitpunt van een DNG moet voldaan zijn aan de voorwaarde:

$$K_n \leq 2,5$$

De ideale waarde van  $K_n = 1$

### 10.7.3 TE NEMEN MAATREGELEN BIJ CONDENSATORBATTERIJEN

De niet oordeelkundige opstelling van condensatorbatterij(en) voor compensatie van het reactieve vermogen is doorgaans de oorzaak van ontoelaatbare afzuiging van de CAB-signalen.

Het totale vermogen van de opgestelde condensatorbatterij(en) moet beperkt blijven tot max. 25% van het nominale vermogen van de HS-/LS-trafo waarop ze stroomafwaarts zijn aangesloten.

**Voorbeeld:**  $P_n$  van de transformator bedraagt 1.000 kVA. In dit geval mag  $P_{tot}$  van de condensator maximaal 250 kVAr bedragen. Indien het vermogen van de condensatorbatterijen toch hoger moet zijn dan 25% van  $P_n$  van de transformator dan moeten de condensatorbatterijen voorzien worden van een afsperring voor de CAB-signalen. Deze afsperring kan bestaan uit een speciaal sperfilter of seriespoel (ook anti-harmonischenspoel genoemd) van gepaste dimensionering.

### 10.7.4 SPERKRINGEN

Sperkringen worden opgenomen in serie met de condensatorbatterij. De gebruikte sperkringen (meestal parallelkring van spoel en condensator) worden afgestemd op de CAB-frequentie van de verdeler. Ze zijn voldoende ruim gedimensioneerd voor het reactief vermogen van de condensatorbatterij (op 50 Hz) waar ze bij horen.

### 10.7.5 ANTI-HARMONISCHENSPOEL

In zeer veel gevallen wordt een condensatorbatterij voorzien van een in serie geschakelde spoel welke voor de condensatoren een bescherming moet bieden tegen hogere harmonische componenten die in de installatie kunnen aanwezig zijn.

Om geen opslorping van de CAB-signalen te veroorzaken wordt deze spoel als volgt gedimensioneerd:

$$110 \text{ Hz} \leq f_{cab} \leq 250 \text{ Hz} \rightarrow \text{spoel} \geq 14\%$$

$$250 \text{ Hz} \leq f_{cab} \leq 400 \text{ Hz} \rightarrow \text{spoel} \geq 7\%$$

$$400 \text{ Hz} \leq f_{cab} \leq 1500 \text{ Hz} \rightarrow \text{spoel} \geq 5\%$$

De waarde van de spoel is hierbij uitgedrukt in procenten van het vermogen in kVAr van de condensatorbatterij waar ze bij hoort.

# 11 KABELS EN TOEBEHOREN

## 11.1 ALGEMEEN

De kabeltypes voor de aansluiting van de eerder beschreven installatiedelen en van de LS-installatiedelen beschreven in hoofdstuk 15 en 16 worden in dit hoofdstuk toegelicht, alsook hun voornaamste karakteristieken. Deze technische kenmerken worden per type kabel in de volgende paragrafen opgesomd:

- HS-kabels voor aansluiting met het distributienet van de DNB;
- HS-kabels voor aansluiting met een intern distributienet;
- HS-kabels voor de aansluiting op transformatoren;
- LS-kabels voor de verbinding tussen de transformator en de zichtbare onderbreking op LS;
- LS-kabels voor de hulpvoedingen.

De plaatsingswijze van deze kabels moet beantwoorden aan het AREI en aan de regels van goed vakmanschap.

De specifieke maatregelen voorgeschreven in art. 104 van het AREI worden niet herhaald in dit voorschrift.

## 11.2 HS-KABELS VOOR DE AANSLUITING MET HET NET VAN DE DNB



### 11.2.1 ALGEMEEN

Deze kabels zijn altijd van het type “monopolair met aardscherm” en dit over het volledige tracé in de cabine en in eventueel aangrenzende gebouwen, tot ze in de volle grond liggen. Driepolige kabels in de cabine en in eventueel aangrenzende gebouwen zijn bijgevolg niet toegelaten. Behoudens technische verplichtingen bevinden alle verbindingsmoffen, en in het bijzonder overgangsmoffen, zich buiten de cabine en in de volle grond.

De gebruikte kabels zijn conform NBN HD 620 en zijn gehomologeerd door de DNB.



### 11.2.2 DOORSNEDE VAN DE HS-KABELS

De doorsnede van deze HS-kabels wordt door de DNB bepaald in functie van de maximale stroom die permanent en in geval van nood door de kabel mag vloeien, van de plaatsingswijze van de kabel en van de spanningsval.

De doorsnede van de kabel bepaalt o.a. de keuze van de FU waarop deze worden aangesloten. De tabel hieronder geeft een overzicht van de doorsnede van de netkabels in functie van het type schakelapparatuur.

Type schakelapparatuur	Maximale kabeldoorsnede
FU's met doorvoerisolatoren (type RMU) $I_n = 630 \text{ A}$	240 of 400 mm <sup>2</sup> indien de combinatie tussen de eindsluiting en de RMU dit toelaat.
FU's met luchtgeïsoleerde aansluitingen (modulair) $I_n = 630 \text{ A}$ of $800 \text{ A}^*$	400 mm <sup>2</sup>
FU's met luchtgeïsoleerde aansluitingen (modulair) en FU's met doorvoerisolatoren (type GIS) $I_n = 800 \text{ A}$ of $1250 \text{ A}^*$	630 mm <sup>2</sup>

\* in functie van de verwachte stroomsterkte in de kabels, kan de DNB afhankelijk van de situatie het gebruik van FU's van 800 A of 1250 A opleggen.



### 11.2.3 EINDSLUITINGEN VAN DE HS-KABELS

De eindsluitingen voor deze kabels worden uitgevoerd door de DNB zelf, tenzij uitzonderingen die door de DNB worden toegestaan. In dat geval gebruikt de aannemer eindsluitingen die voldoen aan de specificaties van de DNB.

**Belangrijke opmerking:** voor de RMU's is het nooit toegelaten om meerdere kabels per fase op eenzelfde FU aan te sluiten; voor andere types schakelapparatuur zijn aangepaste FU's vereist.

## 11.2.4 LIGGING EN PLAATSING VAN HS-KABELS BUITEN DE GEBOUWEN



De volledige kabellengte moet steeds bereikbaar blijven zodat herstellingen mogelijk zijn over de gehele lengte van de kabel, zowel overdag als 's nachts, zonder tussenkomst van derden en onder dezelfde omstandigheden als op het openbaar domein. Het tracé van de HS-kabels op het domein van de DNG wordt in samenspraak met de DNB bepaald zodat de aansluiting zo kort mogelijk wordt gehouden. Dit tracé moet zichtbaar en duurzaam worden aangeduid (cfr. AREI art. 188), zodat de DNG het steeds kan lokaliseren.

De kabels worden buiten de gebouwen geplaatst in overeenstemming met het AREI, (o.a. art. 187 en 188).

In het geval dat de kabels geïnstalleerd worden op een plaats die later ontoegankelijk wordt, zal de DNG wachtbuizen en trekputten voor het plaatsen van de kabels voorzien.

<p>Het volledige tracé in buizen mag niet groter zijn dan 20 m.</p>	
<p>De wachtbuizen zijn uit harde kunststof gemaakt, hebben een gladde binnen oppervlak en zijn bestand tegen de druk van de aarde en van de aandamtoestellen bij plaatsing op een diepte van 1 m.</p>	
<p>De buizen hebben een diameter (voor plaatsing in klaver) die bepaald wordt met volgende formule:</p>	$D_{wachtbuis} \geq 5.4 \times D_{kabel}$
<p>De trekputten hebben volgende minimale binnen afmetingen: 1,5 m x 0,8 m x 1 m (L x B x H) voor kabels met een aderdoorsnede van 240 mm<sup>2</sup>. De trekputten worden afgesloten door een waterdichte deksel waarop bovendien geen water kan blijven staan. In de zones met voertuigenverkeer is de sterkte van de deksels aangepast aan de lasten die ze moeten dragen.</p>	
<p>Er wordt steeds een trekput voorzien bij een richtingsverandering van meer dan 15°. Zijn inplanting hangt af van de kabelsectie van de netkabel.</p>	
<p>Bij een richtingverandering van 90° of meer, worden de minimale afmetingen ervan bijgesteld tot 1,5 x 1,5 x 1 m (L x B x H).</p>	

Een mogelijk alternatief voor wachtbuizen en trekputten zijn kabelkokers voorzien van afneembare deksels met een voldoende mechanische weerstand, rekening houdend met de aard van het verkeer dat erboven rijdt.

In geen geval mag een gebouw worden opgetrokken boven een HS-kabeltracé.

## 11.2.5 LIGGING EN PLAATSING VAN HS-KABELS IN DE GEBOUWEN



In de gebouwen worden de netkabels altijd ondersteund door kabelladders, behalve wanneer het tracé te kort is om deze te plaatsen.

De netkabels moeten op deze kabelladders om de meter bevestigd worden met kabelbevestigingen die bestand zijn tegen de kracht van een kortsluiting. In de FU's worden de kabels bevestigd met de daarvoor voorziene kabelbevestigingsklemmen.

De waarde van de buigstraal, berekend vanaf de grond waarop de kabel wordt gelegd tot het bevestigingssysteem van de kabels bij de ingang van de cellen, wordt in onderstaande tabel opgegeven.

Kabeldoorsnede	R min
$\leq 240 \text{ mm}^2$	15 x kabeldiameter
$> 240 \text{ mm}^2$	20 x kabeldiameter

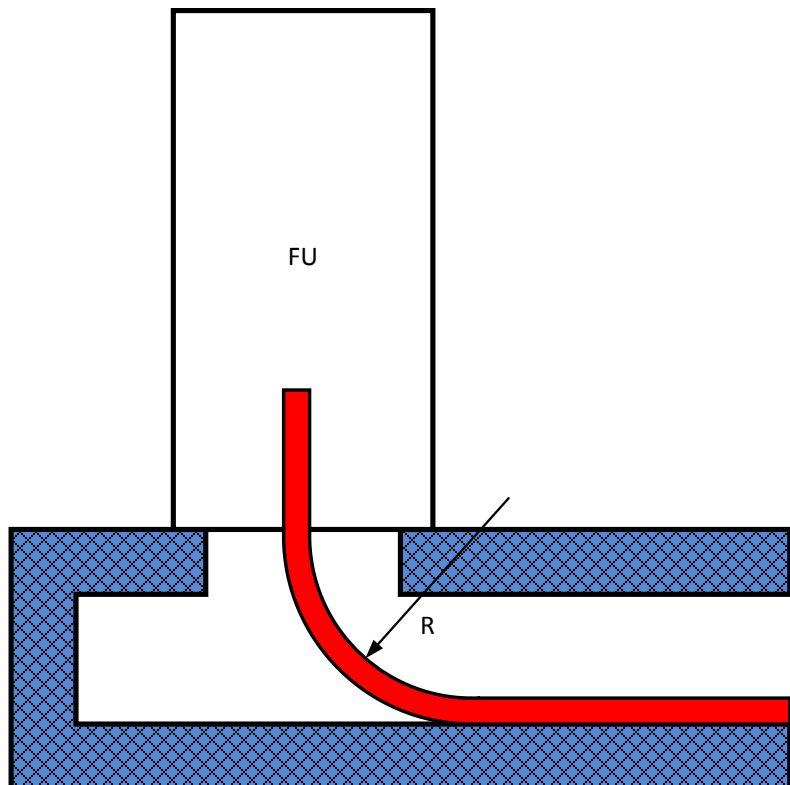
Het kabeltracé in gebouwen wordt zo voorzien dat deze buigstralen worden nageleefd. Dit is geldig voor elke richtingswijziging in de gebouwen. De figuur hiernaast toont de typische richtingswijziging van een kabel wanneer hij wordt aangesloten in een FU.

Om deze buigstralen te respecteren voorziet de DNG kabelkanalen en kabelkelders met een minimale diepte bepaald in hoofdstuk 12 constructie van het lokaal.

Indien de kabels door andere lokalen dan de cabine zelf lopen, worden ze op kabelladders geplaatst die exclusief voorbehouden zijn aan de DNB.

De HS-kabels worden zodanig opgesteld dat het gevaar op mechanische beschadiging wordt voorkomen door vb. de plaatsing van een behuizing er rond of een deksel op de kabelladder

De kabels worden voorzien van een brandbescherming volgens het advies van de brandweer. Hiertoe neemt de beheerder van het gebouw de nodige maatregelen voor de bescherming van de kabels conform art. 104 van het AREI. De behuizing van deze kabels wordt over het volledige tracé aangeduid door middel van gevaarsborden.



## 11.3 HS-KABELS VOOR AANSLUITING MET EEN INTERN HS-NET

### 11.3.1 ALGEMEEN

Deze kabels zijn altijd van het type “monopolair met aardscherm” en dit over het volledige tracé in de cabine en in eventueel aangrenzende gebouwen, tot ze in de volle grond liggen. Driepolige kabels in de cabine zijn bijgevolg niet toegelaten. Alle verbindingsmoffen en in het bijzonder de overgangsmoffen, bevinden zich buiten de cabine in de volle grond.

De gebruikte kabels zijn conform NBN HD 620 en zijn gehomologeerd door de DNB.

### 11.3.2 DOORSNEDE VAN DE HS-KABELS

De doorsnede van deze HS-kabels wordt door de DNG bepaald, die zich hiervoor baseert op enerzijds de maximale stroom die door de kabel moet kunnen vloeien en anderzijds de door de DNB opgegeven kortsluitstroom en uitschakeltijd. Dit houdt in dat de kabel van het type E(A)XCVB een sectie heeft van minimaal 95 mm<sup>2</sup>.

### 11.3.3 EINDSLUITINGEN VAN DE HS-KABELS

De eindsluitingen voor deze kabels worden uitgevoerd door de installateur van de DNG.

### 11.3.4 LIGGING EN PLAATSING VAN HS-KABELS BUITEN DE GEBOUWEN



De DNG volgt een ander tracé voor zijn interne kabels dan deze van de netkabels, behalve als de kabels zich in een kabelkanaal bevinden.

### 11.3.5 LIGGING EN PLAATSING VAN HS-KABELS IN DE GEBOUWEN

Binnenin gebouwen worden deze kabels altijd ondersteund door kabelladders, behalve wanneer het tracé te kort is om deze te plaatsen. De kabels moeten op deze kabelladders om de meter bevestigd worden met kabelbevestigingen die bestand zijn tegen de kracht van een kortsluiting. In de FU's worden de kabels bevestigd met de daarvoor voorziene kabelbevestigingsklemmen.

## 11.4 HS-KABELS VOOR DE AANSLUITING VAN TRANSFORMATOREN

### 11.4.1 ALGEMEEN

Het betreft hier de kabel tussen een FU voor de beveiliging van een transformator en de transformator zelf. Indien de cabine slechts met één transformator is uitgerust, dan bevindt de functionele meeteenheid zich hiertussen (in geval van een meting op hoogspanning). Deze paragraaf heeft bijgevolg eveneens betrekking op de eventuele kabelverbindingen die gebruikt worden om de functionele meeteenheid aan te sluiten.

Deze kabels zijn altijd van het type “monopolair met aardscherm” en dit over het volledige tracé in de cabine en in eventueel aangrenzende gebouwen, tot ze in de volle grond liggen. Driepolige kabels in de cabine zijn bijgevolg niet toegelaten. Alle verbindingsmoffen, en in het bijzonder de overgangsmoffen, bevinden zich buiten de cabine in de volle grond.

De gebruikte kabels zijn conform NBN HD 620 en zijn gehomologeerd door de DNB.

### 11.4.2 DOORSNEDE VAN DE HS-KABELS



De doorsnede van deze kabels wordt aangepast aan het vermogen van de transformator en aan het kortsluitvermogen van het net. Het is bovendien afhankelijk van het type beveiliging (vermogensschakelaar of gecombineerde lastscheidingschakelaar met smeltveiligheden):

- De doorsnede van een EXCVB of EXeCWB kabel waarbij gekozen wordt voor een gecombineerde lastscheidingschakelaar met smeltveiligheden, bedraagt minimaal 25 mm<sup>2</sup>.
- De doorsnede van een E(A)XCVB kabel waarbij gekozen wordt voor een vermogensschakelaar, bedraagt minimaal 95 mm<sup>2</sup>.

Deze kabels hebben een scherm met een minimale doorsnede van 16 mm<sup>2</sup> Cu indien de aderssectie 25 mm<sup>2</sup> bedraagt en een scherm met een minimale doorsnede van 25 mm<sup>2</sup> Cu in alle andere gevallen. Dit scherm wordt aan één van de uiteinden van de kabel met de aarding verbonden door middel van een aardgeleider met een identieke doorsnede.



### 11.4.3 EINDSLUITINGEN VAN DE HOOGSPANNINGSKABELS

Aan de zijde van de transformator worden de kabels aangesloten door middel van stekkers met aardscherm voor doorvoerisolatoren volgens NBN EN 50180.



Stekkers met aardscherm

Aan de zijde van de FU die instaat voor de beveiliging van de transformator of eventueel aan de functionele meeteenheid, worden de kabels aangesloten met technologie die is aangepast aan het type schakelapparatuur:

- Steckers met aardscherm voor doorvoerisolatoren volgens NBN EN 50181 in geval van onder druk staande omhulsels.



- Eindsluitingen voor aansluiting op blank koper als het aansluitingen betreft op schakelapparatuur in lucht geïsoleerde omhulsels.



## 11.5 VERBINDING TUSSEN TRANSFORMATOR EN ZICHTBARE SCHEIDING



### 11.5.1 ALGEMEEN

De LS-kabels die instaan voor de verbinding tussen elke vermogenstransformator en zijn zichtbare onderbreking hebben de volgende karakteristieken:

- conform het AREI
- van het monopolaire type, zoals de HS-kabels;
- voorzien van een dubbele isolatie;
- flexibel, klasse 5;
- koper met een doorsnede van 120 of 240 mm<sup>2</sup>, afhankelijk van het vermogen van de transformator, en de secundaire spanningen.

Het gebruik van andere kabelsecties of kabeltypes is toegestaan op voorwaarde dat in het technisch dossier een verantwoording hiervoor wordt voorzien, die rekening houdt met de belastbaarheden van de voorgestelde kabel.

Als de verbinding tussen transformator en de zichtbare onderbreking uit meerdere kabels per fase bestaat, hebben alle kabels eenzelfde lengte (met 1% nauwkeurigheid). Het verschil in lengte tussen de verschillende kabels wordt in de twee verticale trajecten verwerkt.

Deze verbinding wordt naar keuze uitgevoerd met kabels of met een railkokerverbinding, tot en met volgende vermogens:

- maximaal 800 kVA bij een secundaire spanning van 230V;
- maximaal 1250 kVA bij een secundaire spanning van 400V.

Voor hogere vermogens is enkel een railkokerverbinding toegelaten.

### 11.5.2 PLAATSING VAN DE KABELS

Deze kabels worden op een kabelladder geplaatst. De kabelbundels (in klaverblad) worden gelijkmatig verdeeld over deze kabelladder, zoals weergegeven in onderstaande schema's. Hierdoor wordt het magnetisch veld rondom de kabels beperkt. Bij meerdere kabels per fase worden de kabels in de bundels geordend om een zo klein mogelijk magnetisch veld te creëren. Dit wordt bekomen door de opstelling van L2 en L3 alternerend te wisselen. Elke kabelbundel die in klaverblad op de kabelladder geplaatst wordt, is om de 25 cm (=op elke sport van de ladder) bevestigd met dubbele, gekruiste kabelbinders in polyamide of inox. Kabelbinders in polyamide kunnen elk afzonderlijk aan een kracht van 1120 N weerstaan, deze in inox aan 3115 N. Inox kabelbinders laten bijgevolg toe de breedte van de kabelladder te verminderen.

Hierna (§11.5.3) worden voor alle transformatorvermogens de voorgeschreven opstellingen van de kabelbundels weergegeven. Indien een installateur hiervan afwijkt, dient hij in zijn technisch dossier een berekeningsnota toe te voegen die de evenwaardigheid van deze alternatieve opstelling aantoont. De berekeningen in deze nota houden onder meer rekening met een omgevingstemperatuur van 35 °C, de nodige correctiefactoren voor een opstelling in klaverblad, de onderlinge afstand tussen de kabelbundels en de dynamische krachten die op de kabelbinder van elke bundel kunnen optreden in functie van de kortsluitstroom die zich over alle afzonderlijke binders verdeelt.

Het is toegestaan om de kabelverbindingen van transformatoren met een dubbele spanning op één kabelladder te plaatsen zolang er rekening gehouden wordt met bovenvermelde installatievoorwaarden.

Bovendien moeten de kabels van de drie fasen steeds door een eenzelfde opening van de kabelladder lopen, teneinde de opwarming van deze kabelladder te voorkomen.

Indien de kabels door een bufferlokaal lopen (zoals vb. de kabelkelder van een lokaal BB10, of de kabelkelder onderaan AA10 materiaal), moeten de kabeldoorgangen eveneens afgesloten worden met een afdeklaat om de doorsnede van de openingen te beperken tot de waarden vastgelegd in de fiches van bijlage 7.

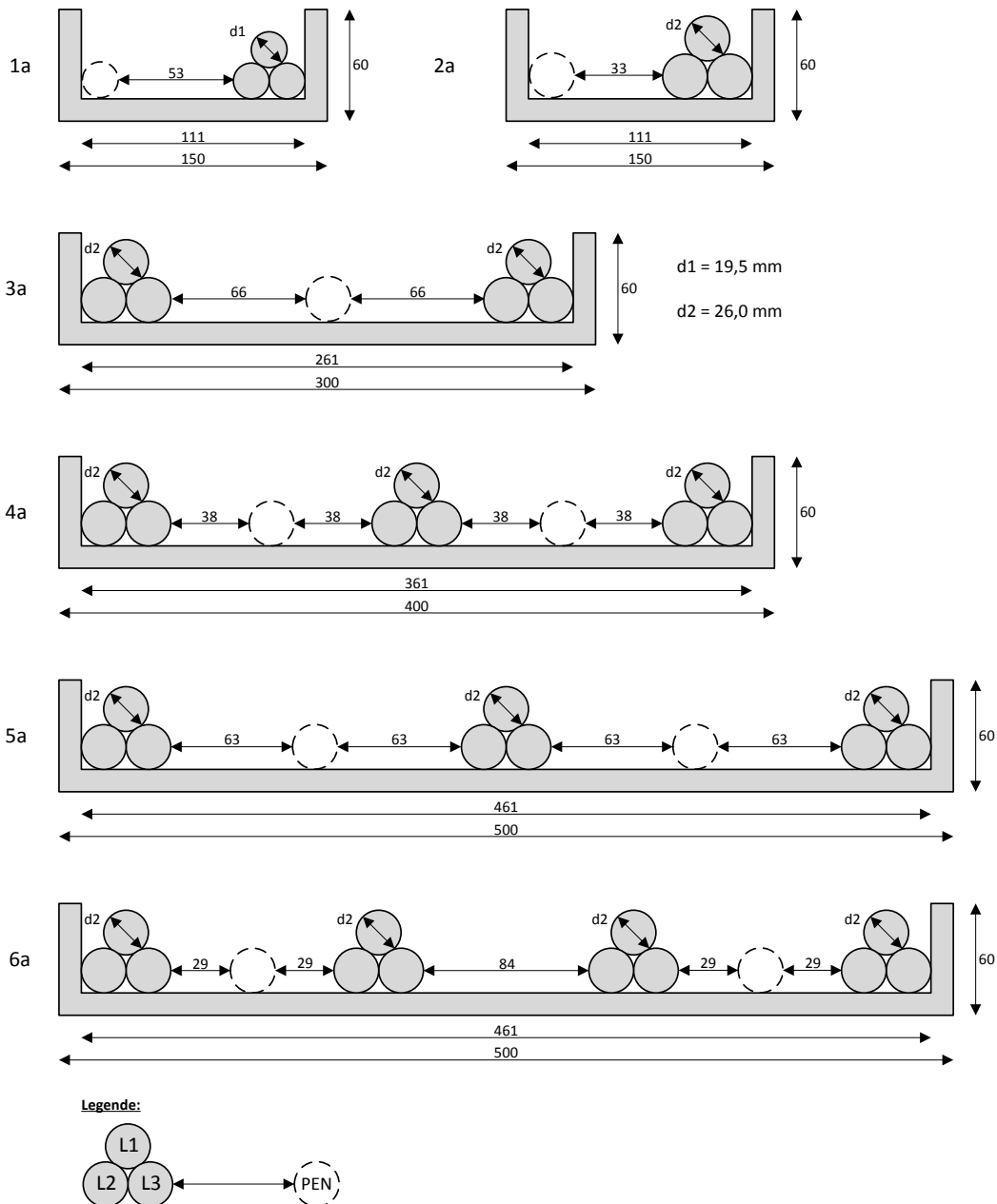
Bij de bepaling van het kabeltracé moet rekening gehouden worden met de van toepassing zijnde correctiefactoren (voor temperatuur, aantal naast elkaar liggende kabels, ventilatie van de kabelkelder, enz.) vastgelegd door de fabrikant. De hierna opgegeven secties (zie §11.5.3.1 en §11.5.3.2) en het aantal geleiders moeten eventueel worden bijgesteld.

### 11.5.3 KENMERKEN VAN DE KABELVERBINDING

#### 11.5.3.1 NETTEN GEËXPLOITEERD IN 3X230 V (+N)

In onderstaande tabel worden de voorgeschreven kabelverbindingen samengevat voor een transformator met een secundaire spanning van 230 V tussen de fasen. De laatste kolom verwijst naar de opstelling van de kabels. Deze wordt schematisch voorgesteld op de figuur volgend op de tabel. De PEN-geleider is in stippellijn getekend op deze figuur. Het eventueel gebruik hiervan is afhankelijk van het gekozen LS-net.

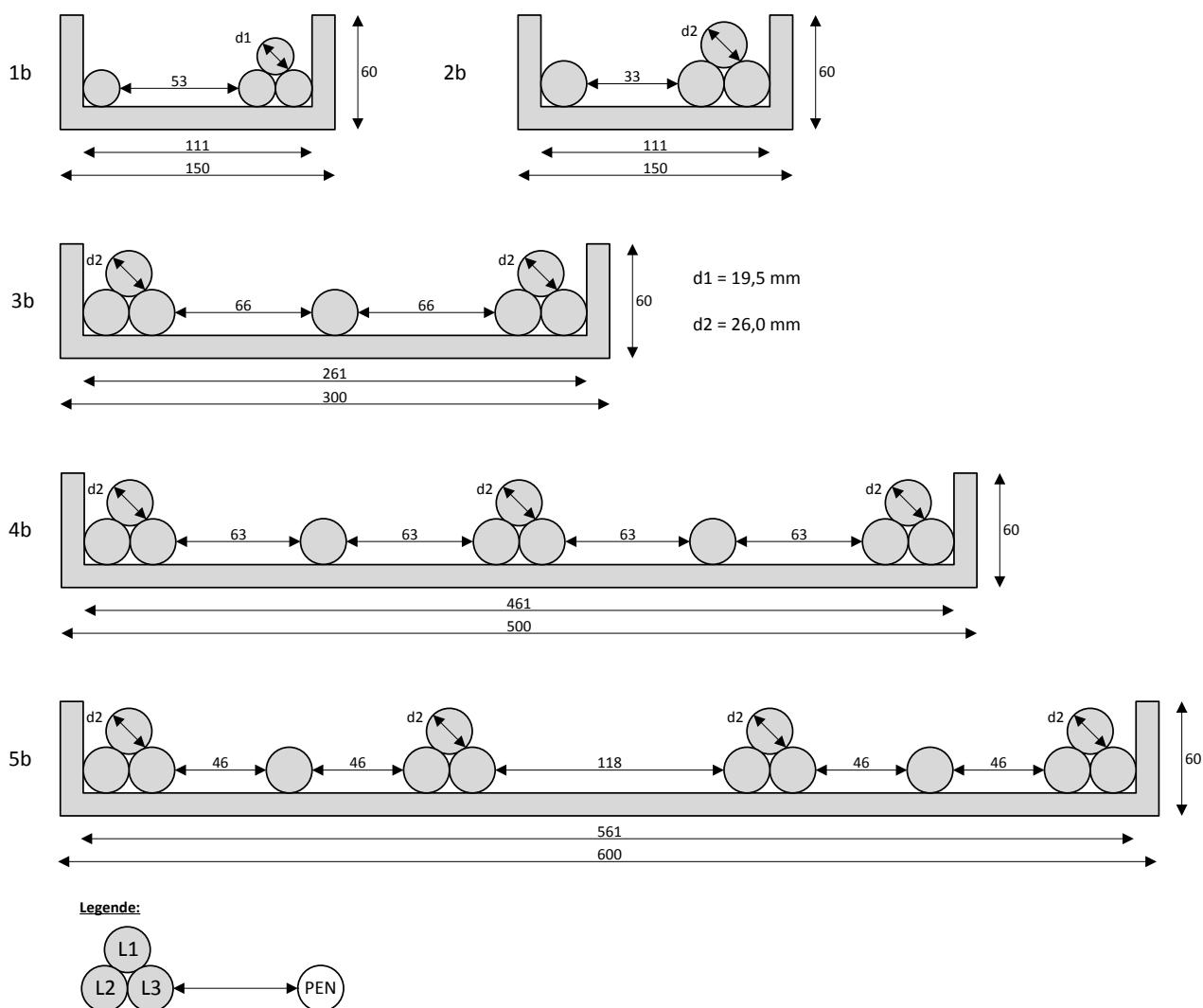
Transformator (kVA)	Kabelbundel		Kabelladder		Type opstelling
	3 x 1 x 120 mm <sup>2</sup>	3 x 1 x 240 mm <sup>2</sup>	breedte (mm)	materiaal kabelbinders	
50 - 125	1		150	Polyamide	1a
160 - 200		1	150	Polyamide	2a
250 - 400		2	300	Polyamide	3a
500		3	400	Inox	4a
630		3	500	Inox	5a
800		4	500	Inox	6a



### 11.5.3.2 NETTEN GEËXPLOITEERD IN 3X400V+N

In onderstaande tabel worden de voorgeschreven kabelverbindingen samengevat voor een transformator met een secundaire spanning van 400 V tussen de fasen. De laatste kolom verwijst naar de opstelling van de kabels. Deze wordt schematisch voorgesteld op de figuur volgend op de tabel. Hierbij wordt uitgegaan van een TN-C net. Andere net types en secties voor de PEN-geleider zijn eveneens mogelijk.

Transformator (kVA)	Kabelbundel		Kabelladder		Type opstelling
	3 x 1 x 120 mm <sup>2</sup>	3 x 1 x 240 mm <sup>2</sup>	breedte (mm)	materiaal kabelbinders	
50 - 200	1		150	Polyamide	1b
250 - 400		1	150	Polyamide	2b
500 - 800		2	300	Polyamide	3b
1000		3	400	Inox	4b
1250		4	600	Inox	5b



#### 11.5.4 AANSLUITING VAN DE LS-KABELS

De kabels worden met vertinde koperen kabelschoenen aan de aansluitvlaggen van de transformator aangesloten door middel van zeskantdruk. Aan de kant van de zichtbare onderbreking kan dit ofwel gelijkaardig uitgevoerd worden, ofwel aan de hand van V-klemmen.

Ter hoogte van de transformator worden de LS-aansluitingen IPXX-B afgeschermd tegen directe aanraking. Dit kan gebeuren door een individuele afscherming per klem te voorzien of met een algemene bescherming over alle LS-klemmen. De twee uitvoeringswijzen worden hieronder bij wijze van voorbeeld geïllustreerd. Deze afscherming moet kunnen verzegeld worden door de DNB.



Isolerende afdekkappen (een alternatief hiervoor zijn krimpmoffen) om de individuele klemmen IP XX-B af te schermen.



Algemene behuizing om alle klemmen IP XX-B af te schermen.

#### 11.5.5 PLAATSING VAN DE RAILS

Het betreft geprefabriceerde railkokers die beveiligd zijn tegen direct aanraking IPXX-B. Deze railkokers en hun ophanging weerstaan aan de heersende kortsluitstromen.

## 11.6 LS-KABELS VOOR DE HULPVOEDINGEN



### 11.6.1 ALGEMEEN

De LS-kabels voor de hulpvoedingen zijn van het type XVB als ze uitsluitend in gebouwen gebruikt worden en van het type EVAVB of EXVB als een gedeelte van het kabeltracé zich buiten de gebouwen bevindt.

### 11.6.2 PLAATSING VAN DE KABELS

De kabels worden op kabelgoten of kabelladders geplaatst, of kunnen ook of in kunststofbuizen ondergebracht worden.

### 11.6.3 DOORSNEDE VAN DE KABELS

De doorsnede van elke afzonderlijke kabel wordt bepaald door de volgende factoren:

- De toelaatbare stroom in de geleider in functie van de gebruikte beveiliging. Zie art 117 van het AREI voor de toe te passen waarden.
- De kortsluitstroom, zijn uitschakeltijd en het isolatiemateriaal van de kabel. Zie art 118 van het AREI.

# 12 CONSTRUCTIE VAN HET LOKAAL EN ZIJN TOEGANG



## 12.1 WEERSTAND VAN DE LOKAALWANDEN TEGEN OVERDRUK IN GEVAL VAN EEN INTERNE BOOG

De weerstand van de wanden wordt bepaald in functie van de interactie tussen de FU's en het lokaal. De fiches van bijlage 7 geven, voor elke combinatie FU-lokaal, weer welke de vereiste weerstandswaarden zijn voor de verschillende wanden.

## 12.2 AFMETINGEN VAN HET LOKAAL



De afmetingen van het lokaal worden bepaald in functie van:

- de afmetingen van de elektrische uitrusting (FU's, transformator, LS-bord, enz.);
- de ruimte die nodig is voor de buigstraal van de kabels;
- de afmetingen van de schakelgang die nodig is voor de veiligheid van de schakelagenten;
- de breedte van de vluchtweg (minimaal 80 cm);
- de ruimte die nodig is voor de meterkast;
- de ruimte die nodig is voor toekomstige smart-grid installatiedelen en toepassingen, volgens de modaliteiten van de DNB.
- de plaatselijke schikking van alle onderdelen;

Door met deze richtlijnen rekening te houden komt een logische opstelling tot stand, die in overeenstemming is met het eendraadsschema. De besturing, het onderhoud en de vervanging van alle uitrustingen moet op een veilige en ergonomische manier kunnen gebeuren.

### 12.2.1 HOOGTE VAN HET LOKAAL

De nuttige hoogte van het lokaal wordt bepaald door de hoogte van de FU's (met inbegrip van het LS-compartiment) en de installatie ervan (al dan niet met sokkels, uitlaatkanalen voor gassen, enz.).

De minimale hoogte bedraagt in elk geval steeds 2,20 m. Bij de bepaling van de hoogte van een lokaal klasse BB50, wordt een vrije hoogte van minimum 60 cm boven de FU's voorzien wanneer de schakelapparatuur van het type AA31 is, tenzij de testrapporten van de interne boogtesten aantonen dat deze geslaagd zijn met een afstand tussen de FU's en het plafond die kleiner is dan 60 cm.

Bovendien wordt er voor kabels met een diameter tot 240 mm<sup>2</sup> een minimale hoogte van 60 cm opgelegd tussen de onderste afsluitplaat van de FU en de vloer waarop de kabels zijn gelegd. Voor kabels met een grotere diameter, wordt de buigstraal berekend volgens de bepalingen van § 11.2.5. Deze hoogte tussen de onderste afsluitplaat van de FU en de vloer waarop de kabels zich bevinden, kan bekomen worden door middel van een kabelkanaal, een sokkel of een combinatie van beide. Bij gebruik van een sokkel wordt de hoogte van het lokaal aangepast.

### 12.2.2 BREEDTE VAN HET LOKAAL

De breedte van het lokaal wordt bepaald door de volgende afmetingen:

- de diepte van de FU's;
- de vrije ruimte achter de FU's, conform de voorschriften van de fabrikant;
- de breedte van de schakelgang (minimaal 80 cm vrije ruimte aan de voorzijde van FU's vanaf het meest vooruitspringende deel);
- de vrije ruimte die aan de kabeldoorgangen nodig is voor de buigstraal van de kabels (indien van toepassing);
- de diepte van de toestellen die eventueel tegenover de FU's zijn geplaatst (zoals vb. een meterbord, een uitrusting voor smart-grid toepassingen, enz.)

De schakelgang heeft idealiter de volgende afmetingen: de diepte van een HS-installatiedeel + 50 cm manoeuvreerruimte om een mogelijk defecte toestel (transfo, FU, enz.) te kunnen verwijderen. Andere afmetingen worden aanvaard voor zover de vervanging van deze HS-installatiedelen in alle gevallen mogelijk blijft en met de expliciete goedkeuring van de DNB. Het niet volgen van bovenvermelde regels kan een bijkomende kost ten last van de DNG veroorzaken die de loskoppeling of heraansluiting van de FU's vereist in geval van een defect.

### 12.2.3 LENGTE VAN HET LOKAAL

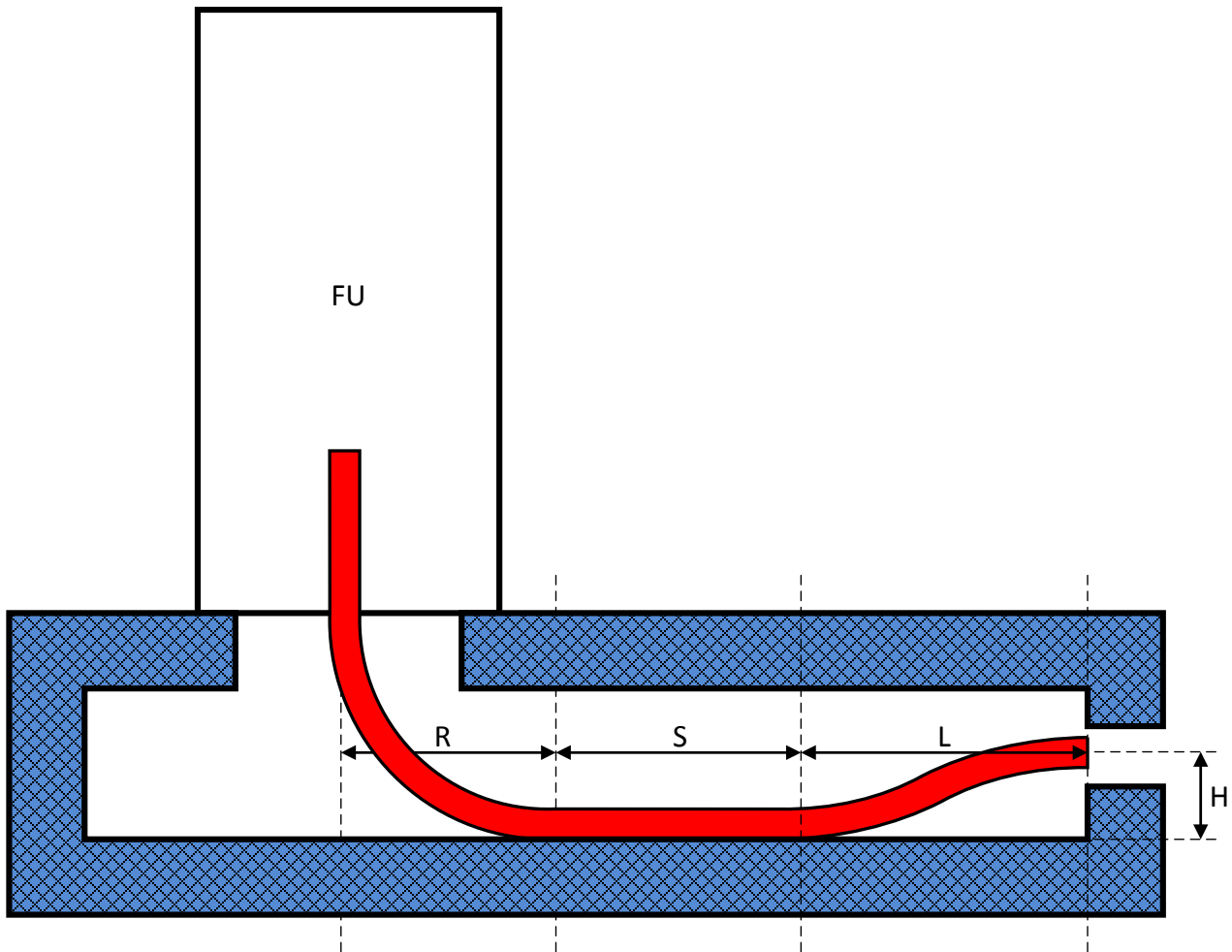
De lengte van het lokaal wordt bepaald in functie van:

- het aantal FU's;
- eventuele reserveplaatsen die nodig worden geacht voor latere uitbreidingen;
- de vrije ruimte die na de kabeldoorgangen nodig is voor de buigstraal van de kabels.

Indien de kabels ter hoogte van de doorgang in de muur eerst moeten zakken alvorens met de minimale buigstraal te worden aangesloten aan de FU, bepaalt de onderstaande formule de minimale lengte van het lokaal:

minimale lengte (A) = R + L	met:
	R = buigstraal van de kabel
	$L = 2 \sqrt{RxH - H^2/4}$
	$S \geq 0 \text{ m}$

De figuur hieronder geeft een situatie weer waarbij zowel de breedte als de lengte van het lokaal beïnvloed worden door de lengte die nodig is voor de kabelaan sluiting. Hierbij stelt "S" een afstand voor die enkel van toepassing is wanneer de FU zich op een afstand van de kabeldoorgang bevindt die groter is dan R+L.



### 12.2.4 KABELKANALEN EN KABELKELDERS

Indien voor het lokaal van de cabine gebruik gemaakt wordt van een kabelkanaal of een kabelkelder, worden de afmetingen van de openingen bepaald door de FU's die er boven staan. De eisen per type FU worden opgegeven in de installatievoorschriften van de desbetreffende fabrikant.

De opening van het kabelkanaal of van de kabelkelder onderaan de FU's moet zodanig gepositioneerd zijn dat de FU's op een correcte manier kunnen bevestigd worden en dat bij de invoering van de kabels in de FU's de minimale buigstraal wordt gerespecteerd.



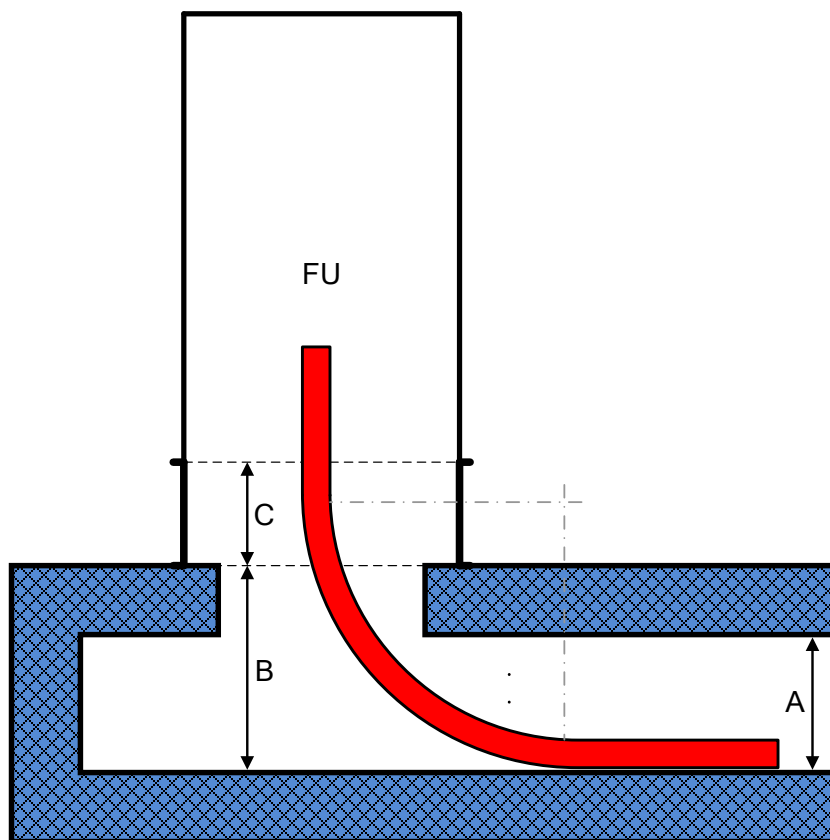
Alle toegangsluiken tot de kabelkelders en deksels of afneembare platen die zich boven de kabelkanalen of kabelkelders bevinden, worden zodanig bevestigd dat ze weerstaan aan de overdruk.

Naast de leidingen van de elektrische installaties bevat het lokaal geen enkele andere leiding van welke aard ook (zoals vb. water, aardgas, stookolie, riolering, perslucht, zuurstof, verwarming, airconditioning, telecomkabels die geen deel uitmaken van de installatie, ventilatiekanalen buiten die van de cabine zelf enz.).

In onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van de minimale hoogte in functie van de buigstraal van de HS-kabels. Voor kabelkelders moet om ergonomische redenen echter steeds een minimale diepte (A) van 600 mm<sup>13</sup> voorzien worden. De tabel geeft een opdeling per type FU (modulair of RMU) voor deze hoogtes

Materiaal	Kabels (mm <sup>2</sup> )	A (mm)	B + C (mm)
Modulair	≤ 240	540 <sup>(*)</sup>	600
	400	900 <sup>(**)</sup>	1000 <sup>(**)</sup>
	630	1900 <sup>(***)</sup>	2000 <sup>(***)</sup>
RMU	240	540 <sup>(*)</sup>	600
	400	niet van toepassing	
	630	niet van toepassing	

(\*) voor kabelkelders moet deze diepte om ergonomische redenen minimum 600 mm zijn (minimum 800 mm vanaf 01/07/2017)  
 (\*\*) een lagere hoogte (A≥800 en B+C≥ 920) wordt enkel toegelaten voor kabels met gereduceerde isolatie  
 (\*\*\*) een lagere hoogte (altijd > 1200) wordt enkel toegelaten in combinatie met een aangepast en door de DNB goedgekeurd(e) systeem/methode voor de kabelhechting en -geleiding.



<sup>13</sup> De DNB's zullen vanaf 01/07/2017 een minimale diepte van 800 mm vereisen voor de kabelkelder.

## 12.3 BINNENINRICHTING VAN HET LOKAAL



### 12.3.1 BRANDVEILIGHEID

Alle niet-vrijstaande lokalen moeten conform de in bijlage 9 beschreven voorschriften en normen betreffende de brandveiligheid zijn. Daarnaast moet er contact worden opgenomen met de lokale brandweer om kennis te nemen van eventuele aanvullende eisen.

De aanvullende eisen van de verzekeringen moeten worden voorgelegd aan de DNB. In dit opzicht mogen in principe geen brandbeveiliging systemen geïnstalleerd worden. Branddetectiesystemen zijn wel toegelaten. Doch, indien de verzekering dergelijk systeem vereist, is de DNG verantwoordelijk om dit systeem buiten gebruik te stellen tijdens het bezoek van de agent van de DNB en om dit na het bezoek opnieuw in dienst te stellen.

De voorschriften met betrekking tot brandbeveiliging zijn minimaal deze die beschreven worden onder artikel 104 van het AREI.

Bovendien vermelden de voorschriften van het KB tot vaststelling van de basisnormen voor de preventie van brand en ontploffing van 07/07/1994 de RF waarden van de deuropeningen en van de wanden van het lokaal. Het naleven hiervan valt onder de verantwoordelijkheid van de architect. De geprefabriceerde elementen uit beton voldoen aan de eisen vermeld in de Eurocode 1 & 2.

### 12.3.2 BOUWMATERIALEN

De cabine wordt in duurzaam materiaal gebouwd, conform de van kracht zijnde wettelijke bepalingen en normen. Het gebruik van asbest en van asbest afgeleide producten is verboden. In de mate van het mogelijke moeten de materialen aan de buitenzijde een lichte kleur hebben.

Het lokaal moet droog zijn alvorens het elektrisch materiaal wordt geplaatst: het residuele vochtpercentage in de muren mag niet meer dan 20% bedragen.

Alle nodige voorzorgen worden genomen om condensatie en het binnendringen van vocht, sneeuw, dieren, enz. te voorkomen. Om condensatie te voorkomen, worden o.a. materialen gebruikt met dezelfde thermische inertie als die van traditioneel gemetste gebouwen.

Het lokaal heeft een algemene beveiligingsgraad van IP23D, IK = 10, conform NBN EN 62262.

Afhankelijk van het gekozen aardingssysteem worden de metalen wapeningen verbonden met de HS-aarding of met de LS-aarding (zie hoofdstuk 14).

### 12.3.3 VLOER EN BODEMBEDEKKING

De cabinevloer is volledig effen en antislip uitgevoerd. Hij kan een mobiele belasting dragen die inherent is aan de aanwezigheid, de plaatsing en het onderhoud van het materiaal (minimum 3.000 kg).

Om waterindringing tegen te gaan is de vloer met 0,10 m +/- 0,01 m verhoogd ten opzichte van het niveau van de openbare weg, de omliggende grond of de vloer van communicerende lokalen. Indien het niveauverschil meer dan 0,20 m bedraagt, moet er een toegangshelling met een maximale hellingsgraad van 10% of een trap met leuning geplaatst worden. In dit geval wordt er ook een bijbehorend pictogram "valgevaar" voorzien.

Beschikt de cabine over een kabelkelder die gebruikt wordt als expansievolume, dan moet rekening gehouden worden met de voorschriften van hoofdstuk 7.

### 12.3.4 MUREN EN SCHEIDINGSWANDEN

Bij een traditioneel metselwerk worden de muren met cement bestreken of zijn ze opgevoegd.

De muren en scheidingswanden moeten voldoende sterk zijn op de plaatsen die voorzien zijn voor de bevestiging van de elektrische uitrusting (meterkast, boogafleidingskit, LS-bord, enz.).

Alle muren en tussenwanden worden in een lichte kleur afgewerkt zodat de noodverlichting in het geval van een stroomonderbreking een maximaal effect heeft.

### 12.3.5 PLAFOND EN DAK

Het plafond bestaat uit betonplaten of uit gegoten beton in het geval dat een minimale weerstand van het lokaal vereist is (zie hoofdstuk 7).

Het dak is waterdicht en kan weerstaan aan een belasting van minstens 200 daN/m<sup>2</sup>.

### 12.3.6 WATERDICHTHEID VAN KABELDOORGANGEN EN WATERAFVOER

De HS-kabeldoorgangen voor de netkabels moeten door de DNG voorzien worden van een waterdichtingssysteem waarvan het model gekeurd is door de DNB. De DNG legt daarom in het ontwerpstadium het gekozen systeem ter goedkeuring voor aan de DNB.

Het waterdichtingssysteem moet in ieder geval aangepast zijn aan:

- de aard van de buitenmantel van de kabel en zijn sectie;
- de uitzetting van de diameter van de kabel in functie van de toegelaten belasting en/of de maximale kortsluitstroom;
- de longitudinale uitzetting van het gedeelte van de HS-kabel dat zich in de cabine bevindt ten gevolge van de stroomdoorgang door de kabel.

De DNB werkt dit afdichtingssysteem af op het moment dat de netkabels worden binnengebracht. Hij doet dit volgens de voorschriften van de leverancier van het waterdichtingssysteem.

De doorgang kan een rechthoekige of ronde vorm hebben. Indien de kabeldoorgang vergeten werd bij de realisatie van de wand, wordt deze achteraf voorzien door middel van een boring, waardoor enkel nog een ronde vorm mogelijk is. De afmetingen van de opening worden bepaald door het aantal kabels dat wordt binnengebracht.

Een kabeldoorgang bevat altijd de drie fasen van een kabelverbinding. Er mogen geen aparte doorgangen per fase worden voorzien om opwarming te vermijden ten gevolge van gesloten magnetische kringen rond individuele fasen.

Om het risico op wateraccumulatie op het laagste punt van de installatie te voorkomen (afkomstig van condensatie, een defect in de waterdichte doorvoeringen, een lek in de kabelkelderwand of ten gevolge van een overstroming) worden de nodige voorzieningen getroffen om een tijdelijke waterpomp te plaatsen. Om de plaatsing van de pomp te vergemakkelijken, moet het laagste punt dicht bij de toegangsluiken gelegen zijn.

### 12.4 DEUR(EN) VAN HET ELEKTRISCH LOKAAL



De deuren van een lokaal die moeten kunnen weerstaan aan een overdruk ten gevolge een interne boog (lokaal klasse BB 10, 20, 30) zijn voorzien van:

- 3 vergrendelingspunten;
- 4 scharnieren in roestvrij staal.

Andere uitvoeringen zijn aanvaardbaar mits testrapporten die aantonen dat deze uitvoering weerstaat aan de geëiste overdruk volgens de klasse van het lokaal.

Bijkomende maatregelen worden genomen teneinde de eisen vermeld in art 98 van het AREI met betrekking tot de beveiliging tegen onrechtstreekse aanraking na te komen, zoals vb. een deurkozijn met metalen pennen en bouten en elektrisch isolerende pluggen, een toegangsweg met een voldoende weerstand (zie hoofdstuk 14), het gebruik van isolerend beton (3 kV AC / 1 min voor een niet globale aarding, 1 M $\Omega$  na 1 min bij 500 V DC voor een globale aarding) ...

De afmetingen en de opstelling van de deur zijn zodanig dat de aparte installatiedelen van een cabine (transformatoren, FU's, LS-borden, enz.) gemakkelijk naar binnen of buiten kunnen gebracht worden.

De vrije doorgang van de deuren bedraagt altijd minimaal:

- 0,95 m in de breedte;
- 2 m in de hoogte (hoger als de hoogte van de FU dit vereist).

De vrije doorgang mag niet worden gehinderd door hoogteverschillen in de vloer of door het raamwerk dat het kozijn ondersteunt.

De toegangsdeur tot de cabine opent altijd naar buiten toe, in overeenstemming met de voorschriften van het AREI. Dit zal eveneens vermeld worden op de bouwaanvraag.

Daarnaast moet deze deur kunnen geblokkeerd worden in openstaande positie. In geopende positie mag ze echter de vrije doorgang rondom de cabine niet verhinderen.

Bovendien moet ze steeds van binnenuit kunnen geopend worden zonder sleutel, zelfs wanneer zij van buiten met een sleutel werd vergrendeld. De bovenvermelde afmetingen voor de vrije doorgang van de installatiedelen mogen niet gereduceerd worden door het gebruikte vergrendelingsysteem.

De deur moet aan de buitenzijde uitgerust zijn met een stevige handgreep (deurklinken zijn verboden) en beschikt over een driepuntsluiting voorzien van:

- ofwel een cilinder die wordt geleverd door de DNB en wordt geplaatst door de DNG;
- ofwel een slot met cilinder, geleverd en geplaatst door de DNG. De DNB heeft dan via een exemplaar van de sleutel van de DNG toegang tot de installaties. Dit exemplaar wordt in een door de DNG geplaatste sleutelkast bewaard. Deze is gelegen naast de eerste deur en is voorzien van een cilinder geleverd door de DNB.

De van toepassing zijnde wettelijke vermeldingen worden aan de buitendeur van de cabine voorzien.

## 12.5 KABELDOORGANG VOOR ELEKTROGEENSGROEP / MEETWAGEN



Een functionele opening van minimum 250 mm x 250 mm (of met een diameter van 250 mm) wordt in één van de buitenmuren aangebracht, op de plaats die in onderling overleg met de DNB is bepaald. Deze opening wordt afgesloten met een plaat die enkel van binnenuit afneembaar is.

Een systeem met gelijkwaardige functionaliteit is mogelijk mits goedkeuring van de DNB.

## 12.6 VENTILATIE



### 12.6.1 ALGEMEEN

Elk lokaal dat een transformator bevat, moet geventileerd worden zodat de gemiddelde dagtemperatuur in het lokaal niet boven 35 °C stijgt.

De ventilatieopeningen moeten zodanig ingericht zijn dat ze de volgende risico's uitschakelen, zonder de goede werking van het ventilatiesysteem te belemmeren:

- Elk risico op direct contact met onderdelen die onder spanning staan (IP2XD).
- Indien van toepassing, elk risico op het binnendringen van water (IPX3) of sneeuw bij normale windsnelheden (IPX4).
- Elk risico op het binnendringen van dieren.

Daarnaast moeten deze over een voldoende schokweerstand beschikken (IK10 volgens NBN EN 62262, waarbij de vereiste IP-graad behouden blijft in geval van een schok).

De opening voor het aanzuigen van verse lucht wordt op een laag punt geplaatst in de deur of in een wand en wordt gesloten bij een interne overdruk vanaf 10 hPa voor de lokalen BB10, 20 en 30.

De ventilatieopening voor de afvoer van warme lucht wordt geplaatst in de nabijheid van de transformator (bij voorkeur boven de transformator) en zo hoog mogelijk in de scheidingswand of in de dakrand. De twee ventilatieopeningen moeten een minimale oppervlakte van 0,5 m<sup>2</sup> <sup>14</sup> hebben en voldoen aan de vereisten voor de afkoeling van de transformatoren (volgens het belastingsniveau en de verliezen ervan). In het geval dat de hoge ventilatieopening ook de functie van overdrukopening vervult, moet deze een oppervlakte van minimum 0,6 m<sup>2</sup> hebben.

De ventilatie mag in geen geval gebeuren naar een ruimte waar gevaarlijke goederen, corrosieve dampen, brandbare of explosieve stoffen, vloeistoffen, gassen en dampen aanwezig zijn of waar de temperatuur hoger ligt dan de binnentemperatuur van het cabinelokaal.

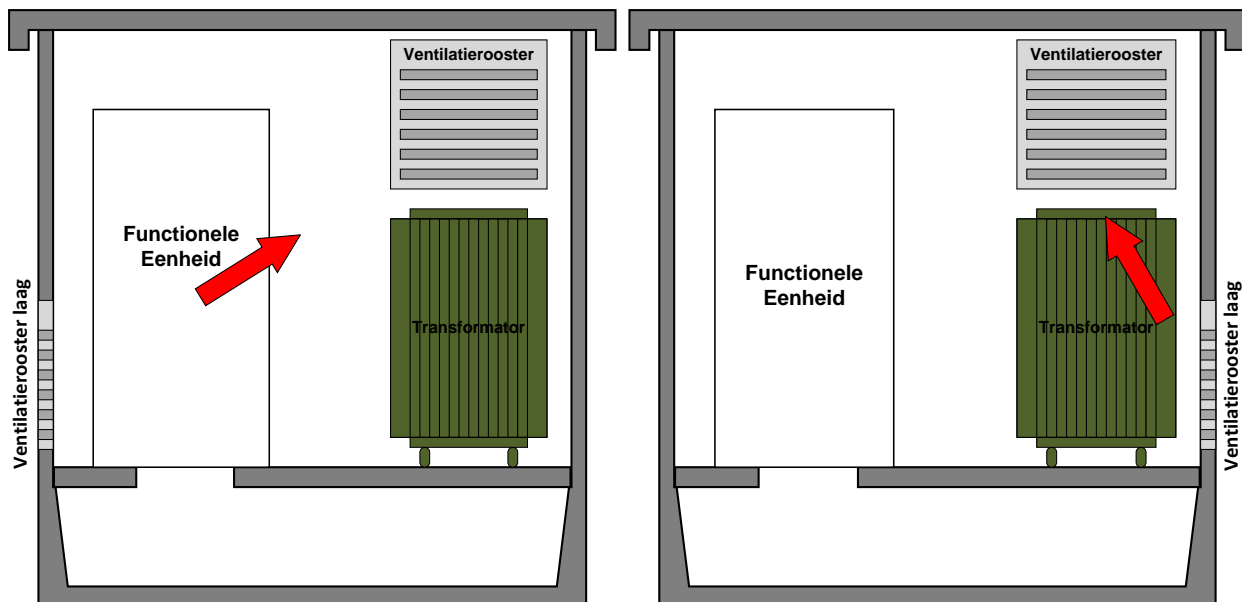
### 12.6.2 NATUURLIJKE VENTILATIE

Er worden twee openingen voorzien waarvan de eerste zo hoog mogelijk in een buitenwand en in de onmiddellijke nabijheid van de transformator wordt geplaatst. De tweede opening wordt zo laag mogelijk in een wand opgesteld.

Om condensatie op de FU's tegen te gaan, bevinden deze zich bij voorkeur niet op het natuurlijke ventilatietraject.

---

<sup>14</sup> De verluchtungs- en ventilatiewaarden die in dit hoofdstuk worden weergegeven, zijn bruto waarden die rekening houden met ten minste 50% vrij oppervlak. Daarenboven mag in geval van cabines die zich in de kelder bevinden de nodige oppervlakte van 0,6 m<sup>2</sup> verdeeld worden over de hoge en lage ventilatierooster op voorwaarde dat een risicoanalyse aantoont dat er geen gevaar bestaat voor voorbijgangers. Dit impliceert dat de lage ventilatie niet sluit in geval van een interne boog.



Afgeraaden plaatsing van de ventilatieopeningen

Aanbevolen plaatsing van de ventilatieopeningen

Andere configuraties van de positie van de lage en hoge ventilatie mogen toegepast worden voor zover ze geen bron van condensatie zijn ter hoogte van de FU's.

### 12.6.3 GEFORCEERDE VENTILATIE

Bij regelmatige overschrijding van de temperatuur van 35 °C (maximale daggemiddelde), kan de DNB eisen dat een geforceerde ventilatie wordt voorzien. Deze wordt achter een filter geplaatst bij de luchttoevoer, zodat een overdruk in de cabine ontstaat. De filter voorkomt de aanzuiging van onzuiverheden. Deze geforceerde ventilatie schakelt automatisch uit in geval van brand. Bij risico op een snelle verstopping van de filter door verontreiniging, moeten controlemetingen worden uitgevoerd van de  $\Delta P$  tussen de ingang en de uitgang van de filter, teneinde een alarm voor filteronderhoud te genereren. De aanzuig- en afvoerkanalen zijn uitsluitend voorbehouden aan het cabinelokaal. Indien de warme lucht naar een aangrenzend lokaal wordt afgevoerd, moet er rekening gehouden worden met de eisen van de brandweer (zie §12.3.1).

## 12.7 UITRUSTINGEN VOOR DE HULPVOEDINGEN



### 12.7.1 VERLICHTING

De cabines worden voorzien van kunstlicht. Natuurlijk licht via vensters is verboden. De verlichting is gedimensioneerd voor een vlotte en veilige exploitatie (bediening van de toestellen, aflezen van de meetapparatuur). De lichtintensiteit in de schakelgang bedraagt minimaal 120 lux op 0,85 m van de vloer (conform art. 47 van het AREI).

De verlichting gebeurt door middel van minimaal twee lichtpunten waarvan de plaatsing zo gekozen is dat de volledige HS- en LS-schakelgang verlicht wordt en dat schaduwvorming wordt tegengegaan. De verlichting kan bij voorkeur geschakeld worden via een contact, bediend door de vergrendelingschoot van de deur, zodat de deur gewoon kan gesloten worden (zonder sleutel) zonder de voeding van de verlichting uit te schakelen; bij gebrek hieraan worden de schakelaars in de onmiddellijke nabijheid van de toegangsdeuren aangebracht

Zowel de schakelaars als de verlichtingstoestellen zijn van het type "isolatieklasse 2".

Indien de cabine deel uitmaakt van een groter gebouw, moet de doorgang vanaf de ingang van het gebouw tot aan de toegangsdeur van de cabine voorzien worden van noodverlichting (NBN EN 50172). Deze wordt geïnstalleerd en onderhouden door de aannemers en/of beheerders van het gebouw.

Indien de transformator in een afzonderlijk lokaal staat opgesteld, wordt hiervoor ook een afzonderlijke bedieningskring voorzien.

## 12.7.2 CONTACTDOZEN

Het aantal, het type (16A en CEE 32A) en de plaatsing van de contactdozen wordt in onderling overleg met de DNB bepaald.

Bij een HS-distributienet met gescheiden HS- en LS-aarding (zie hoofdstuk 14), moet de contactdoos enkel voorbehouden worden aan toestellen van klasse 2. Dit moet dan ook duidelijk op de contactdoos aangeduid worden.

## 12.7.3 VERWARMING

Indien condensatie optreedt in luchtgeïsoleerde FU's (AIS), kan de DNB eisen dat verwarmingstoestellen klasse 2 en met een vermogen van ongeveer 60 W worden geïnstalleerd in de betrokken compartimenten. Deze gaat dan gepaard met een hygrostatische regeling.

## 12.7.4 VOEDING

Alle details hieromtrent zijn terug te vinden in hoofdstuk 16.

## 12.8 TOEGANGSWEG



Er moet steeds een zone van 1,25 m breed vrij worden gehouden voor de toegang tot de cabine. Deze zone is betegeld, bevloerd, gebetonneerd of geasfalteerd. Ze ligt minimum 10 cm hoger dan de omliggende grond en helt naar buiten af zodat er geen water kan blijven staan.

De vloer van de toegangsweg is effen en antislip uitgevoerd; hij kan een vaste en mobiele belasting dragen die inherent is aan de aanwezigheid, de plaatsing en het onderhoud van het materiaal (minimum 1500 kg en desgevallend 3000 kg op het toegangstraject voor de plaatsing van transformatoren).

De details omtrent de toegang tot de cabine worden in hoofdstuk 4.2 toegelicht.

## 12.9 CONSTRUCTIEVE EISEN VAN DE CABINE



De thermische inertie en de thermische stabiliteit tussen dag en nacht van de cabine moeten onder normale omstandigheden een te hoog vochtgehalte in de cabine voorkomen, zoals voorgeschreven is in NBN EN 62271-1. Om deze eigenschappen te bereiken, kunnen bepaalde dunwandige constructies met slechte thermische eigenschappen een combinatie van aanvullende middelen vereisen, zoals vb. thermische isolatie, aangepaste ventilatie, gerichte verwarming of thermische regeling. Voor deze type constructies is het zeer sterk aanbevolen om enkel HS-materiaal (zowel schakelmateriaal als meetinrichtingen) te gebruiken dat geen enkel actief deel in lucht bevat (categorie AA10, AA15 en AA20).

Cabines met elektrisch geleidende wanden vereisen aanvullende beveiligingsmiddelen (niet geleidende sassen, specifieke actieve beveiliging, verwijderen, enz.) zodat gevaarlijke spanningen bij onrechtstreekse aanraking worden vermeden (zie art. 99 van het AREI). In dit geval moet worden voldaan aan de beveiligingsvereisten tegen onrechtstreekse aanraking (zowel binnen als buiten de cabine) rekening houdend met de limieten bepaald door de veiligheidscurve. Dit omvat de volgende vereisten rondom het geheel:

- op 1 m afstand een aardingslus die op een diepte van minimum 0,60 m wordt ingegraven. Deze aardingslus wordt aangevuld met aardingsstaven om de 2,5 m afstand van elkaar. De aardingsstaven worden onder een hoek van 45° in de grond geslagen en zijn regelmatig verdeeld over de omtrek van de aardingslus;
- een niet-geleidende bodembedekking (asfalt of gelijkwaardig) over een breedte van minstens 1m;
- op minstens 1,25 m afstand een bijkomende geïsoleerde omheining indien de stedenbouwkundige voorschriften dit toelaten. In deze zone van 1,25 m mag zich geen vreemd geleidend deel bevinden.

Er kan afgeweken worden van deze drie voorwaarden indien de buitenwanden van het lokaal voldoen aan een diëlektrische test die afgestemd is op het type aardingsnet (bij niet globale aarding 3 kV/50 Hz / 1 min en bij globale aarding 500 V 50 Hz / 1 min).

Deze thermische en elektrische eigenschappen vereisen een specifieke controle van de installatie. In het bijzonder de integriteit van de elektrische buitenisolatie, evenals goede werking van de mechanismen moeten nagegaan worden tijdens het routine-bezoek zoals beschreven in art. 267 van het AREI of bij het uitvoeren van schakelingen. Schakelingen op FU's van de lus van de DNB zijn ten laste van de DNG

## 12.10 CONSTRUCTIEVE EISEN VAN DE WERFCABINE



### 12.10.1 ALGEMEEN

Een attest ter bevestiging van de klasse van het lokaal wordt door een architect of de fabrikant van het lokaal opgesteld. Bovendien moet, voor elke indienstneming van een werfcabine, een bevoegde medewerker van de eigenaar van de werfcabine een nieuwe verklaring opstellen waarin wordt aangegeven dat:

- de cabine nog steeds in overeenstemming is met het origineel attest;
- de aansluitingen, de geleidende en isolerende delen van het schakelapparaat in goede staat zijn;
- de cabine nog steeds de mechanische belasting kan weerstaan, veroorzaakt door een interne boog of externe invloeden (wind, regen, mechanische schok, enz.);
- de bescherming tegen onrechtstreekse aanraking nog steeds in goede staat verkeert.

Voor niet betreedbare werfcabines zijn de vereiste afmetingen gesteld in hoofdstuk 10 (afstanden naast en voor de kWh-meter) en hoofdstuk 17 (afmetingen voor Smart grid apparatuur) niet van toepassing. De meting moet in dit geval aan de LS-zijde worden uitgevoerd en wordt bijgevolg toegestaan voor transformatoren met een vermogen groter dan 250 kVA.

Voor de specifieke vereisten betreffende metalen werfcabines wordt verwezen naar §12.10.2.

Indien de werfcabine voorzien is van een algemene beveiliging van het type vermogensschakelaar is voor elke indienstneming een controle door een erkend organisme, met bijbehorende PV, vereist. Deze controle heeft betrekking op de regelingen van het beveiligingsrelais.



### 12.10.2 METALEN WERFCABINE

Het gebruik van cabines met een metaalstructuur is toegelaten voor werfcabines op voorwaarde dat de cabine volledig geïsoleerd is en een diëlektrische weerstand heeft die afgestemd is op het type aardingsnet (niet-globale aarding: 3 kV-50 Hz, globale aarding: 500 V- 50 Hz).

In dit geval moet de DNG de kwaliteit en de integriteit van de elektrische isolatie van de cabine regelmatig laten controleren door een erkend organisme. Dit vindt ten minste één keer per jaar plaats, alsook bij een nieuwe plaatsing (telkens voor de indienstneming). Aangezien in dit geval niet wordt voldaan aan de vereiste thermische inertie beschreven in §12.3.2, moet ook de schakelapparaat regelmatig (nl. vóór elke indienstneming) worden gecontroleerd. Voornamelijk de beschadigingen ten gevolge van vocht moeten gecontroleerd worden. De apparatuur mag in geen enkel geval opnieuw onder spanning worden gebracht na het vaststellen van sporen van kruipstromen of corrosie.





# 13 BEVEILIGINGEN

## 13.1 ALGEMEEN

De beveiligingen die in een cabine voorzien worden hebben als doel de continuïteit van de stroomvoorziening voor alle DNG's te maximaliseren. Deze beveiligingen worden volledig afgestemd op het type aansluiting van de DNG op het HS-distributienet van de DNB (rechtstreekse aansluiting op een TS of aansluiting in de lus) en op de configuratie van de cabine zelf.

In bijlage 3 worden basisconfiguraties opgegeven van de cabine van de DNG. Het is echter onmogelijk om alle varianten weer te geven.

De belangrijkste beveiliging in een cabine is de beveiliging tegen overstroom. Deze wordt in de eerst volgende paragrafen toegelicht. Naast de overstroombeveiliging worden aansluitend volgende beveiligingsfuncties toegelicht:

- Ontkoppelbeveiliging: beveiliging die de decentrale productie uitschakelt wanneer een defect optreedt op het distributienet. Alle details hieromtrent worden toegelicht in hoofdstuk 19.
- Differentieelbeveiliging of directionele overstroombeveiliging: beveiliging die de defecte kabel selectief uitschakelt in geval van een aansluiting met meerdere voedingskabels (bij een rechtstreekse aansluiting op een TS). Deze beveiliging wordt toegelicht in hoofdstuk 18.
- Minimumspanningsbeveiliging: beveiliging die het gelijktijdig onder spanning brengen van alle transformatoren belet bij het herstellen van het distributienet na een defect. Alle details hieromtrent zijn terug te vinden in §13.4.

## 13.2 TECHNOLOGIE VAN DE BEVEILIGINGSTOESTELLEN



### 13.2.1 ALGEMEEN

De beveiliging tegen overstroom kan door middel van de twee volgende technologieën gebeuren:

- een gecombineerde lastscheidingschakelaar met smeltveiligheden;
- een vermogensschakelaar met indirecte beveiliging.

Het AREI maakt een onderscheid tussen volgende types overstromen:

- kortsluiting;
- overbelasting;
- impedante fouten in de transformator.

Aardfouten kunnen performanter door het gebruik van een vermogensschakelaar beveiligd worden. Het uitschakelbereik van een vermogensschakelaar is nl. groter dan die van een smeltveiligheid.

In de twee volgende paragrafen worden de eigenschappen en het gebruik van deze twee technologieën toegelicht.

### 13.2.2 GECOMBINEERDE LASTSCHEIDINGSSCHAKELAAR MET SMELTVEILIGHEDEN



#### 13.2.2.1 ALGEMEEN

De gecombineerde lastscheidingschakelaar met smeltveiligheden beveiligt de stroomafwaarts gelegen delen van de installatie zeer efficiënt tegen kortsluitingen, maar minder of helemaal niet efficiënt tegen overbelasting of aardfouten (meer details in §13.3). Een interne impedante fout in de transformator wordt ook niet goed door smeltveiligheden beveiligd.

De overstromen ten gevolge van overbelasting die niet door de HS-smeltveiligheden worden beveiligd, moeten bijgevolg door middel van een LS-vermogensschakelaar, of een ander systeem beschreven in het Synergrid voorschrift C2/120, worden opgevangen.

Na een kortsluiting moeten de drie smeltveiligheden vervangen worden, zelfs indien ze niet alle drie doorgesmolten zijn. Hiervoor worden steeds drie reserve smeltveiligheden beschikbaar gehouden in de cabine.

### 13.2.2.2 KEUZE VAN DE SMELTVEILIGHEDEN

De smeltveiligheden worden gekozen in overeenstemming met NBN EN 62271-105, de norm IEC 60787, de voorschriften van de fabrikant van de schakelapparatuur en het vermogen van de transformatoren. De gecombineerde lastscheidingschakelaar met smeltveiligheden moet karakteristieken (overgangsstroom, intersectie, uitschakeltijd en maximum opwarming) bezitten die overeenstemmen met die van de gebruikte smeltveiligheden. De installateur van de DNG moet aantonen dat hij de juiste combinatie gebruikt.

De tabel hieronder geeft, in functie van het vermogen van de transformator en de nominale netspanning, de gangbare waarden van de toegekende stromen en de te gebruiken smeltveiligheden.

<b>Beveiliging tegen kortsluiting door een gecombineerde lastscheidingschakelaar met smeltveiligheden</b>						
<b>Installatie met slechts één transformator</b>						
Transfo	Nominale netspanning 5 & 6kV		Nominale netspanning 11kV		Nominale netspanning 15kV	
	Dienstspanning 5 tot 7,2kV <sup>(*)</sup>		Dienstspanning 10 tot 12,3kV <sup>(*)</sup>		Dienstspanning 13 tot 16kV <sup>(*)</sup>	
P (kVA)	I <sub>n</sub> Primair (A)	I <sub>r</sub> (A)	I <sub>n</sub> Primair (A)	I <sub>r</sub> (A)	I <sub>n</sub> Primair (A)	I <sub>r</sub> (A)
50	4,8	16	2,6	10	1,9	10
100	9,6	20/25 <sup>(**)</sup>	5,3	10/12,5 <sup>(**)</sup>	3,9	10
160	15,4	32	8,4	20	6,2	16
250	24,0	40/50 <sup>(**)</sup>	13,1	25/32 <sup>(**)</sup>	9,6	20
315	30,3	63	16,6	32	12,1	25
400	38,5	63/80 <sup>(**)</sup>	21,0	40	15,4	32
500	48,2	Verboden	26,3	50	19,3	40
630	60,7	Verboden	33,1	63	24,3	50
800	77,0	Verboden	42,0	80	30,8	63

<sup>(\*)</sup> Geharmoniseerde primaire spanningen van de transformatoren:

- dienstspanning 5,2 tot 7kV: 5200V, 6200V, 6300V, 6600V, 6750V
- dienstspanning 10 tot 12,3 kV: 10600V, 11400V, 12300V
- dienstspanning 13 tot 16 kV: 15375V

<sup>(\*\*)</sup> De keuze van de waarde is afhankelijk van de nominale spanning van het HS-distributienet: het hoogste kaliber wordt gebruikt voor de lagere spanning en het laagste kaliber wordt gebruikt voor de hogere spanning (vb.: voor een transfo van 400 kVA, wordt bij een dienstspanning van 5 kV een smeltveiligheid van 80 A gekozen en bij een dienstspanning 7,2 kV een smeltveiligheid van 63 A gekozen).

De maximum toegestane permanente stroom die door de smeltveiligheden mag vloeien, wordt bepaald door het type/merk van de smeltveiligheden en door het type FU waarin ze worden geplaatst. De DNG zal de richtlijnen van de fabrikant van de schakelapparatuur opvolgen bij de selectie van de smeltveiligheden. Hierbij houdt hij rekening met de declassering. Er worden bij voorkeur smeltveiligheden van het type "back-up" of "full range" gebruikt.

### 13.2.2.3 VOORDELEN VAN HET GEBRUIK VAN GECOMBINEERDE LASTSCHEIDINGSSCHAKELAAR MET SMELTVEILIGHEDEN

De uiterst snelle uitschakeling van de smeltveiligheden bij een kortsluiting biedt de volgende voordelen:

- De diameter van kabels die zich stroomafwaarts van de smeltveiligheden bevinden, kan beperkt worden tot 25 mm<sup>2</sup> Cu.
- Het gebruik van een functionele meeteenheid van categorie AA31 in een installatie van de categorie AA10, AA15, AA20, AA33 of AA35 wanneer de algemene beveiliging van het type gecombineerde lastscheidingschakelaar met smeltveiligheden is.

### 13.2.3 VERMOGENSSCHAKELAAR MET INDIRECT BEVEILIGINGSRELAIS



#### 13.2.3.1 ALGEMEEN

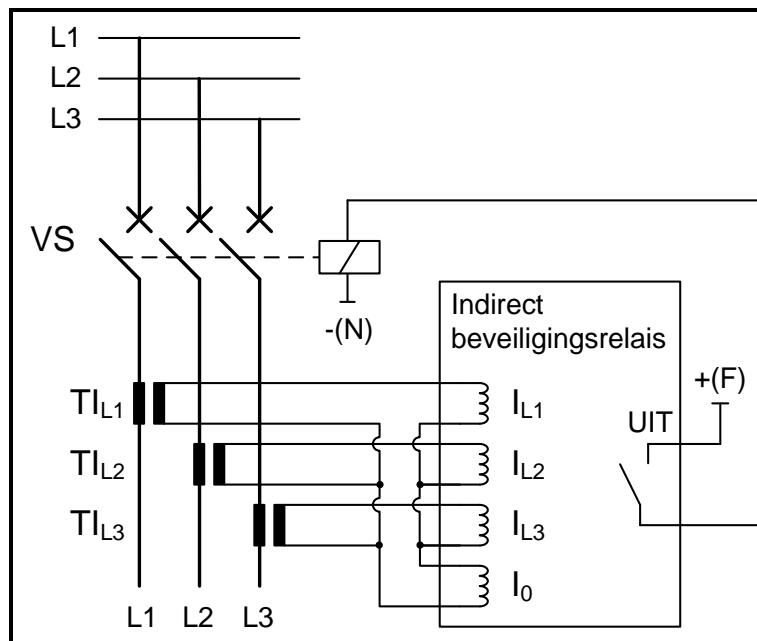
Vermogensschakelaars met een direct beveiligingsrelais zijn niet toegestaan.

De vermogensschakelaar met indirecte beveiligingsrelais beveiligt de stroomafwaarts gelegen delen van de installatie tegen kortsluiting (minder snel dan smeltveiligheden) en tegen overbelasting. Een interne impedante fout in de transformator wordt eveneens beveiligt. De overstroom omwille van een kortsluiting wordt echter niet zo snel uitgeschakeld als bij een gecombineerde lastscheidingschakelaar met smeltveiligheden. De vermogensschakelaar laat bijgevolg meer energie door dan de smeltveiligheden, waardoor het stroomafwaarts gelegen installatiedeel een grotere weerstand moet hebben tegen kortsluitstromen. Er worden voornamelijk beperkingen opgelegd op de tijdsduur van de kortsluitstroom voor transformatoren waarvan de grootte van de kuip gevoelig is aan de grootte en de duur van de kortsluitstroom. In de praktijk houdt dit in dat hoe trager de kortsluitstroom wordt uitgeschakeld, hoe groter de afmetingen van de kuip moeten zijn. Dit resulteert in de volgende indeling van de vermogensschakelaar in functie van de uitschakeltijd (met overeenstemmend vermogen van de transformator):

- een trage vermogensschakelaar ( $t > 100$  ms en max. 120 ms) → vermogen  $> 630$  kVA;
- een halfsnelle vermogensschakelaar ( $80 < t \leq 100$  ms) → vermogen  $250 \text{ kVA} < S \leq 630 \text{ kVA}$ <sup>15</sup>;
- een snelle vermogensschakelaar ( $t \leq 80$  ms) . → vermogen  $\leq 250$  kVA.

#### 13.2.3.2 INDIRECT BEVEILIGINGSRELAIS

Het principe van een beveiliging met een indirect beveiligingsrelais is gebaseerd op de meting van de overstroom door TI's, die deze waarden doorgeven aan het beveiligingsrelais. Deze meetwaarden worden dan vergeleken met de ingestelde waarden en bij een overschrijding ervan zal een uitschakelbevel gegenereerd worden. De uitschakelspoel zal hierdoor het bedieningsmechanisme van de vermogensschakelaar activeren. Afhankelijk van de voedingswijze van het beveiligingsrelais, spreekt men van een autonoom beveiligingsrelais of een beveiligingsrelais met hulpvoeding. Deze twee types met hun karakteristieken worden in de volgende paragrafen (§13.2.4 en §13.2.5) toegelicht.



Enkel de door Synergrid erkende beveiligingsrelais mogen gebruikt worden. De erkenning van het beveiligingsrelais gebeurt door het indienen van een technisch dossier waarvan de inhoud bepaald wordt door het voorschrift C10/20.

<sup>15</sup> In dit geval mag een trage vermogensschakelaar toegepast worden indien een niveaudetectie in de transformatorkuip voorzien is die de vermogensschakelaar uitschakelt bij een lage oliedrempel via een verzekerde voeding.

Het beveiligingsrelais moet in staat zijn om grote stromen (zoals bij een kortsluiting) te detecteren, alsook stromen die kleiner zijn dan de nominale stroom van de TI's (zoals bij een aardfout). Volgende tabel geeft een overzicht van de verschillende beveiligingen tegen overstromen en aardfouten:


Foutstroom	Drempel (*)		Kenmerk
Overstromen	$I_{>>}$	Ogenblikkelijk	Blokkering mogelijk op $\infty$
	$I_{>}$	Vertraagd werkend	-
Aardfouten	$I_{0>>}$	Ogenblikkelijk	Blokkering mogelijk op $\infty$
	$I_{0>}$	Vertraagd werkend	Blokkering mogelijk op $\infty$


- (\*)
- $I_{>>}$ : Fasebeveiliging hoge drempel
  - $I_{>}$ : Fasebeveiliging lage drempel
  - $I_{0>>}$ : Homopolaire beveiliging hoge drempel
  - $I_{0>}$ : Homopolaire beveiliging lage drempel

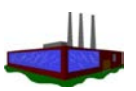
De gebruikte drempels moeten een volledig afzonderlijk instelbare vertraging hebben. Dit is nodig om de selectiviteit met het HS-distributienet van de DNB te verzekeren

Het beveiligingsrelais beschikt minstens over de volgende twee uitschakelcurven:


Nr.	Type curve	Norm of formule
1	Constance tijd	IEC 60255-3
2	Inverse tijd	IEC 60255-3

De instelling van de fase- en homopolaire beveiliging kan uitgevoerd worden volgens verschillende curven. De gebruikte curve en de instelwaarden van het beveiligingsrelais worden door de DNB bepaald. De toegang tot het instellen van het beveiligingsrelais wordt door de medewerker van het erkend organisme verzegeld. 

De instelling van het beveiligingsrelais wordt door de medewerker van het erkend organisme gecontroleerd via injectietesten. De resultaten van deze controletesten maken deel uit van het PV van de gelijkvormigheidscontrole voor de ingebruikname van een nieuwe cabine of van de aangepaste cabine. 

Deze injectietesten moeten, volgens art. 272 van het AREI, ook mogelijk blijven tijdens de verplichte periodieke controles volgens art. 272 van het AREI, met de cabine onder spanning. Om de injectietesten te kunnen uitvoeren mogen de HS-kabels van de DNB in geen geval worden losgemaakt van de FU. De fabrikant van de FU's zorgt er daarom voor dat indien van toepassing de nodige accessoires voor deze testen aanwezig zijn. Deze accessoires worden geëvalueerd bij de constructieve controle van elke FU, die plaatsvindt voor de goedkeuring van de DNB (zie §6.2.4). 

### 13.2.4 AUTONOMO INDIRECT BEVEILIGINGSRELAIS

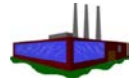
Een autonoom indirect beveiligingsrelais wordt gevoed door de energie afkomstig van de TI's. Dit heeft als voordeel dat ze niet afhankelijk zijn van een externe voeding. De kans dat het beveiligingsrelais niet werkt doordat de externe hulpvoeding wegvalt, is door dit principe uitgesloten. 

Technologisch zijn deze beveiligingsrelais echter niet zo performant als de beveiligingsrelais met een externe hulpvoeding. Dit heeft als gevolg dat bepaalde functionaliteiten niet inbegrepen zijn in dit type beveiligingsrelais.

Naast de technologische beperkingen van dit relais, wordt de goede werking ervan bepaald door de hoeveelheid energie die het van de TI's ter beschikking krijgt. In geval van een kleine stroomdoorgang is het mogelijk dat de TI's onvoldoende energie ter beschikking stellen om het beveiligingsrelais te doen functioneren. Dit kan problematisch zijn in het geval van aardfouten. Indien het beveiligingsrelais niet functioneert bij kleine aardfoutstromen opgelegd door de DNB, moet het voorzien zijn van een externe voeding afkomstig van de secundaire zijde van de distributietransformator. Hierdoor functioneert dit relais bij ingeschakelde transformator steeds correct. Dit soort relais wordt relais met "Dual Source" genoemd.

De volledige beveiligingskring bestaat uit het beveiligingsrelais voor overstroom, de uitschakelspoel en de TI's. De TI's zorgen eveneens voor de nodige energie om de uitschakeling van de vermogensschakelaar te bewerkstelligen. Dit vindt plaats via een energiearme uitschakelspoel. De fabrikant toont de onderlinge

afstemming aan tussen deze drie onderdelen (TI's, beveiligingsrelais en uitschakelspoel) en dit in het volledige bereik van de overstromen (tot 20 kA-1s in netten met een isolatiespanning van 17,5 kV en 25 kA-1s in netten met een isolatiespanning van 12 kV). Enkel de combinaties beveiligingsrelais-vermogensschakelaar die erkend zijn via de lijst C2/114 zijn toegestaan.



Bij het bepalen van de uitschakeltijd van een vermogensschakelaar wordt de reactietijd van het beveiligingsrelais mee in rekening gebracht. Hiervoor wordt voor een autonoom beveiligingsrelais de meest nadelige situatie beschouwd. Deze stemt overeen met het inschakelen van een vermogensschakelaar op een kortgesloten transformator. Vermits het beveiligingsrelais op het moment van de inschakeling nog niet is gevoed, wordt de opstarttijd van het beveiligingsrelais ook mee in rekening gebracht. Deze tijd wordt opgeteld bij zijn reactietijd en de uitschakeltijd van de vermogensschakelaar. De som van deze drie tijden is de tijd die in §13.2.3.1 wordt aangegeven als de uitschakeltijd van de vermogensschakelaar waardoor zijn klasse (traag, halfsnel of snel) wordt bepaald.

Een autonoom indirect beveiligingsrelais is onderworpen aan de volgende vereisten:

- Het bedieningspaneel voor de instelling van het beveiligingsrelais moet verzegelbaar zijn. Tijdens de exploitatie van het beveiligingsrelais mag deze zegel niet verwijderd worden.
- De totale tijd (opstart- en reactietijd) van het relais, vermeerderd met de uitschakeltijd van de vermogensschakelaar, mag niet groter zijn dan 120 ms.
- Het beveiligingsrelais moet een aardfout van 60 A kunnen uitschakelen binnen een tijd van 0,3 s.
- De correcte werking van de drie componenten die deel uitmaken van de beveiligingskring (TI's – beveiligingsrelais – uitschakelspoel) moet verzekerd zijn over het volledige bereik van de overstromen.
- Er moet expliciet aangetoond worden dat er geen verzadiging optreedt bij een kortsluiting en dat de uitschakeling van de vermogensschakelaar correct plaats vindt.



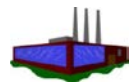
### 13.2.5 INDIRECT BEVEILIGINGSRELAIS MET HULPVOEDING

Dit type beveiligingsrelais wordt gevoed door een onafhankelijke verzekerde bron (batterijen). Dit is het voornaamste verschil met het autonoom indirect relais. Enkel een beveiligingsrelais dat opgenomen is in de Synergrid lijst C10/20 mag gebruikt worden.

Bij afwezigheid van de hulpvoeding zal geen enkele beveiligingsfunctie kunnen plaatsvinden, waardoor geen enkele beveiliging tegen overstromen of aardfouten meer aanwezig is. Dit is onaanvaardbaar voor aansluitingen in de lus aangezien in dit geval de stroomopwaarts gelegen vermogensschakelaar van de DNB wordt uitgeschakeld, met als gevolg de uitschakeling van alle DNG's aangesloten op de betrokken lus. Om deze reden wordt een minimumspanningsspoel zonder vertraging voorzien op de hulpvoeding, waardoor de DNG wordt geïsoleerd van het distributienet van zodra zijn hulpspanning daalt onder de werkingsdrempel van het gebruikte relais. Het is daarom sterk aangeraden een alarmbewaking in de hulpvoeding te integreren. De DNB kan een afwijking op het gebruik van een minimumspanningsspoel toestaan. Alle details omtrent de hulpvoeding worden in hoofdstuk 16 toegelicht.

Het beveiligingsrelais met hulpvoeding werkt volgens hetzelfde principe als het autonome relais. De meting gebeurt met TI's die zich in dezelfde FU bevinden als de vermogensschakelaar. Voor het bekrachtigen van de uitschakelspoel van de vermogensschakelaar wordt dezelfde hulpvoeding als voor het beveiligingsrelais gebruikt. Bij de keuze van de TI's houdt de installateur van de cabine rekening met hun verzadiging bij kortsluiting.

Van zodra een erkenningsprocedure bij Synergrid is uitgewerkt, zullen ook andere stroomsensoren kunnen voorgesteld worden.



De goede werking van de kring met de TI's en het beveiligingsrelais moet voor elke installatie in het technisch dossier worden aangetoond.

Nadat het beveiligingsrelais is ingesteld en gecontroleerd door het erkend organisme, wordt hij verzegeld om te vermijden dat de instellingen veranderd worden. De wijze van verzegelen wordt in het erkenningsdossier volgens het voorschrift C10/20 van het beveiligingsrelais geëvalueerd.



## 13.3 TOEPASSING VAN DE BEVEILIGING TEGEN OVERSTROMEN EN AARDFOUTEN



### 13.3.1 ALGEMEEN

In de installatie van een DNG is de beveiliging tegen overstroom voornamelijk toegespitst op de beveiliging van de transformator die zich over het algemeen in de onmiddellijke omgeving van de FU's bevindt. De kans op een defect op de aansluitkabel aan zowel de HS-zijde als de LS-zijde is dan verwaarloosbaar klein omwille van de korte afstanden.

Voor de gevallen waar langere kabeltrajecten worden voorzien, is een defect op de kabeltrajecten niet verwaarloosbaar. Hierdoor is het belangrijk om ook voor dit deel van de installatie een beveiliging te voorzien. Voornamelijk kabels die in de grond worden aangelegd moeten voorzien zijn van een adequate beveiliging tegen aardfouten, die typisch zijn voor HS-netten met monopolaire kabels.

### 13.3.2 ALGEMENE BEVEILIGING

De algemene beveiliging bepaalt de selectiviteit tussen de cabine van de DNG en het HS-distributienet.

In de cabines van de DNG wordt de beveiliging tegen overstroom en aardfouten toegepast op het gedeelte van de installatie dat zich stroomafwaarts van de algemene beveiliging bevindt.

In cabines van de DNB, die instaan voor de distributie in laagspanning, is geen algemene beveiliging vereist aangezien de eigenaar van de twee netten (HS en LS) dezelfde is en bijgevolg geen kWh-meting vereist is.

De uitvoering van de algemene beveiliging (gecombineerde lastscheidingschakelaar of vermogensschakelaar) hangt af van de configuratie van de HS-installatie in de cabine van de DNG. Hieronder worden de regels opgesomd die de keuze van de uitvoering van de algemene beveiliging bepalen.

De algemene beveiliging is steeds een vermogensschakelaar gekoppeld aan een indirect beveiligingsrelais wanneer:

- de installatie uit meer dan één transformator bestaat;
- het vermogen van de transformator groter is dan 800 kVA (>400 kVA bij een gebruiksspanning van 5, 6 en 6.6 kV. Dit is enkel van toepassing bij renovaties van oude installaties op deze spanningen);
- de transformator zich niet in de hoofdcabine bevindt<sup>16</sup>;
- om het even welke combinatie van bovenvermelde voorwaarden aanwezig is.

In alle andere gevallen mag de algemene beveiliging nog steeds een vermogensschakelaar zijn, op voorwaarde dat de overeenstemming tussen het vermogen van de transformator en de totale uitschakeltijd wordt nageleefd (zie §13.2.3.1).

De algemene beveiliging mag een gecombineerde lastscheidingschakelaar met smeltveiligheden zijn wanneer volgende drie voorwaarden gelijktijdig vervuld zijn:

- de cabine is uitgerust met één enkele transformator;
- de transformator bevindt zich in de cabine<sup>(\*)</sup>;
- het schijnbaar vermogen bedraagt maximaal 800 kVA.

(\*) Onder "in de cabine" wordt het volgende verstaan: in de hoofdcabine zelf of in een naastgelegen gebouw waartoe de toegang even veilig en efficiënt kan gebeuren als in het gebouw van de hoofdcabine en waarbij de fysische afstand tussen de twee gebouwen niet meer dan 10 m bedraagt. De kabellengte mag maximaal 20 m bedragen en moet over zijn volledige tracé mechanisch beschermd zijn.

---

<sup>16</sup> In dat geval mag voor de vermogensschakelaar als alternatief een beveiliging door een lastscheidingschakelaar met smeltveiligheden voorgesteld worden indien gelijktijdig aan volgende 3 voorwaarden voldaan is:

- de uitschakelspoel wordt geactiveerd door een erkend beveiligingsrelais;
- de combinatie TI, uitschakelspoel en beveiligingsrelais garanderen een uitschakeling homopolaire fout met een kleine intensiteit;
- de nodige maatregelen worden genomen om de betrouwbaarheid op lange termijn te garanderen.



De algemene beveiliging heeft als bijkomende functie te waken over het al dan niet overschrijden van het contractueel vermogen. Het contractueel vermogen mag met maximaal 10% worden overschreden. Bij een overschrijding van meer dan 10% moet de algemene beveiliging uitschakelen.

Deze functie is eenvoudig instelbaar bij een vermogensschakelaar met indirect relais, maar is niet realiseerbaar met een gecombineerde lastscheidingschakelaar met smeltveiligheden. Om deze reden is in het geval dat de algemene beveiliging uitgevoerd wordt met een gecombineerde lastscheidingschakelaar met smeltveiligheden, een LS-vermogensschakelaar aan secundaire zijde van de transformator voorzien die ervoor zorgt dat het contractueel vermogen niet wordt overschreden. Alle details omtrent deze LS-vermogensschakelaar zijn terug te vinden in hoofdstuk 15.

De instelling van de vermogensschakelaars voor het naleven van het contractueel vermogen gebeurt doorgaans met de DT-curve (constante tijd). De stroomwaarde van deze curve wordt bepaald met de volgende formule:

$$I_{>} = 1,1 \times S_{\text{contract}} / (\sqrt{3} \times U_n)$$

De DNB kan een andere correctiefactor toepassen.

In sommige gevallen is de uitschakelcurve van de smeltveiligheid niet selectief met de instelling van de stroomopwaarts gelegen vermogensschakelaar van het HS-distributienet van de DNB. Om deze reden kan de DNB de DNG toch verplichten om een vermogensschakelaar te gebruiken i.p.v. een gecombineerde lastscheidingschakelaar met smeltveiligheden. Deze verplichting zal in de studie van de DNB (zie fase 2 van hoofdstuk 2) opgenomen zijn.

In geval van een algemene beveiliging door middel van een HS-vermogensschakelaar, moet de instelling van het beveiligingsrelais en/of de functionaliteiten ervan aangepast worden aan de technologische eisen van de transformator (met name de inschakelstroom en de inschakeltijd).

De algemene beveiliging is verplicht uitgerust met een beveiligingsrelais met hulpvoeding in geval van:

- een decentrale productie-installatie vanaf 1 MVA;
- een decentrale productie-installatie waarbij ook een richtingsgevoelige beveiliging vereist is;
- een DNG met een contract waarin een uitschakelbare belasting voorzien is;
- een DNG met een vermogen vanaf 2 MVA.

De DNB kan een richtingsgevoelige beveiliging eisen wanneer de instelwaarden voor afname en injectie verschillend zijn.

De DNB legt de instelwaarden voor de beveiligingsapparatuur per DNG op, waarna de DNG deze laat instellen door zijn installateur. Het erkend organisme controleert deze waarden aan de hand van injectietesten. Bij niet conformiteit met de opgegeven waarden van de DNB wordt dit als een inbreuk genoteerd in het proces verbaal van de conformiteitscontrole. Bij conformiteit met de gegeven waarden van de DNB noteert de keurder van het erkend organisme de gemeten waarden in het proces verbaal en verzegelt hij de apparatuur.



### 13.3.3 TRANSFORMATORBEVEILIGING



Indien de HS-installatie in de cabine van de DNG slechts één transformator bevat, dan vervult de algemene beveiliging ook de rol van transformatorbeveiliging. Indien de installatie bestaat uit meerdere transformatoren wordt stroomafwaarts van de algemene beveiliging, na de functionele meeteenheid, een transformatorbeveiliging voorzien per transformator.

De keuze van de transformatorbeveiliging (gecombineerde lastscheidingschakelaar met smeltveiligheden of vermogensschakelaar) wordt voornamelijk bepaald door het vermogen van de transformator. Transformatoren tot en met 800 kVA (400 kVA bij een gebruiksspanning kleiner dan 10 kV) mogen met een gecombineerde lastscheidingschakelaar met smeltveiligheden worden beveiligd. De beveiliging van transformatoren met een groter vermogen gebeurt met een vermogensschakelaar. Transformatoren met een kleiner vermogen mogen ook met een vermogensschakelaar worden beveiligd op voorwaarde dat de overeenstemming tussen het vermogen van de transformator en de totale uitschakeltijd wordt nageleefd (zie §13.2.3.1).

Merk op dat bepaalde RMU's, omwille van hun beperkte vermogen om warmte te absorberen, geen stromen toelaten groter dan 40 A, ongeacht het kaliber en merk van de smeltveiligheden.

De keuze van de technologie van de beveiliging van de transformator bepaalt of er al dan niet bijkomende beveiligingstoestellen vereist zijn. Het voorschrift C2/120 beschrijft de beveiliging van een transformator, rekening houdend met art. 134 van het AREI.

In de tabel hieronder worden de twee uitvoeringsmogelijkheden voor de beveiliging tegen overstromen (HS-vermogenschakelaar en gecombineerde lastscheidingschakelaar met smeltveiligheden) weergegeven, evenals welke beveiligingsfunctie per toegepaste technologie mogelijk is.

Beveiligingstechnologie \ Beveiligingsfunctie	Kortsluiting op HS	Overbelasting tfo	Impedante fout tfo	Aardfout op HS
HS-vermogenschakelaar + beveiligingsrelais	X	X	X	X
Gecombineerde lastscheidingschakelaar met smeltveiligheden	X			
LS-vermogenschakelaar		X		
Transformatorbeveiliging volgens de norm IEC EN 50216-3			X	
Kabels kort houden en mechanisch afschermen				X

De kortsluitbeveiliging en de beveiliging tegen overbelasting zijn verplicht volgens het AREI. De beveiliging tegen impedante fouten in de transformator daarentegen zijn optioneel. Een transformatorbeveiliging uitgevoerd met een vermogenschakelaar beschikt over alle verplichte en optionele beveiligingsfuncties. Wordt daarentegen de transformatorbeveiliging uitgevoerd met een gecombineerde lastscheidingschakelaar met smeltveiligheden, dan is voor de beveiliging tegen overbelasting bijkomend een beveiliging vereist zoals vb. een vermogenschakelaar aan secundaire zijde van de transformator. Voor de optionele beveiliging tegen impedante fouten wordt bij het gebruik van een gecombineerde lastscheidingschakelaar met smeltveiligheden een bijkomend beveiligingstoestel aangewend. Dit toestel is voor de in olie gedompelde transformatoren gebaseerd op de meting van druk en temperatuur in de kuip en de detectie van de aanwezigheid van gasbellen in de olie. Deze optionele beveiliging kan eveneens toegepast worden voor transformatoren geplaatst in cabines met een extreem hoge omgevingstemperatuur (> 40 °C) en/of wanneer de activiteit van de DNG een verhoogd risico op olieklekken buiten het lokaal teweegbrengt.

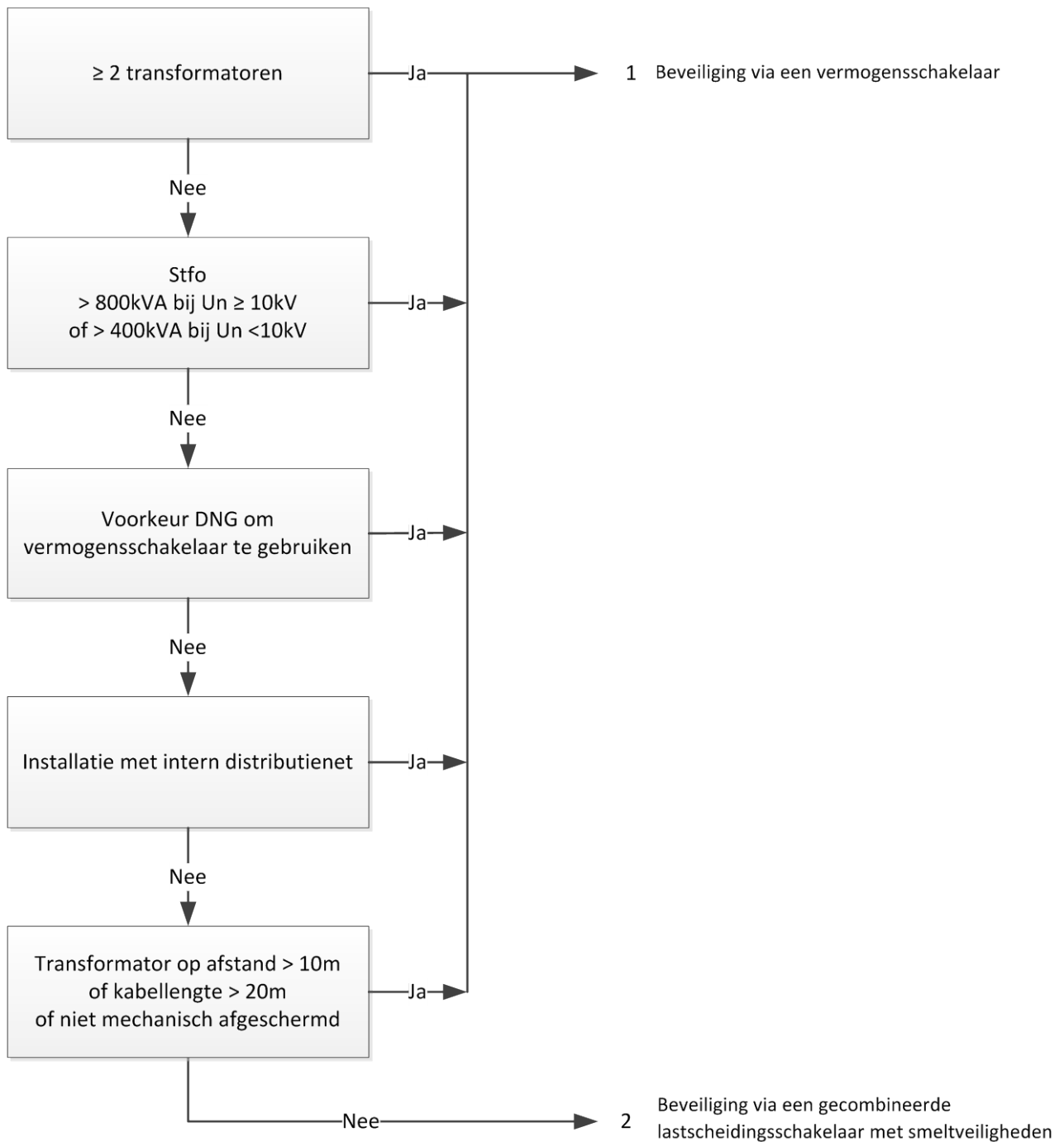
**Opmerking:** De zichtbare onderbreking aan de secundaire zijde van de transformator moet niet noodzakelijk verzekerd worden door een LS-vermogenschakelaar. Een lastscheidingschakelaar die vergrendelbaar is in open stand is eveneens geschikt indien de beveiliging aan de HS-zijde uitgevoerd is door middel van een vermogenschakelaar met indirecte beveiligingsrelais.



### 13.3.4 SAMENVATTING VAN DE BEVEILIGINGEN TEGEN OVERSTROOM

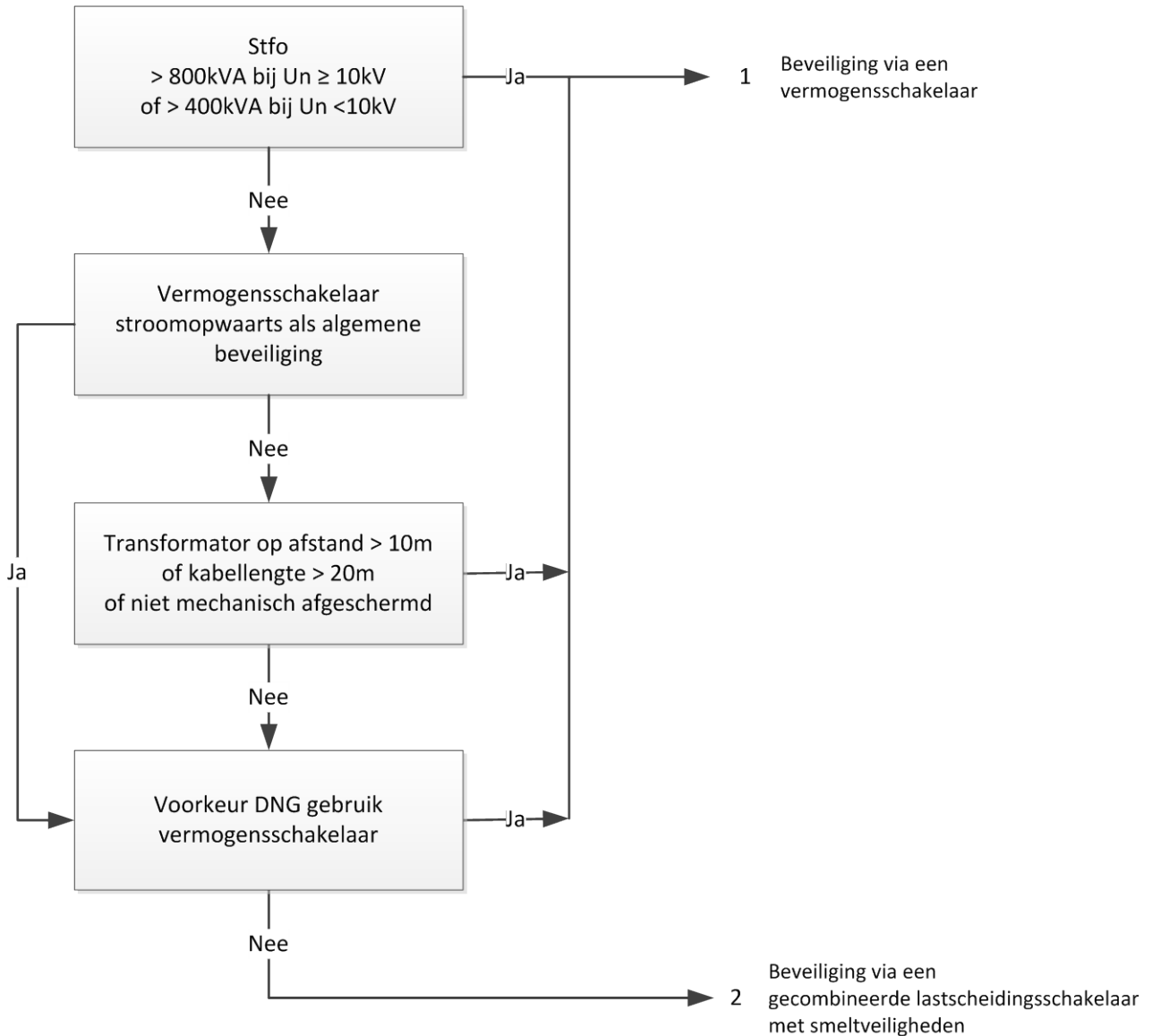


#### Algemene beveiliging



Algemene beveiliging		
Beveiliging tegen kortsluiting	Beveiliging tegen overschrijding stroomwaarde aansluitcontract	Beveiliging tegen aardfouten
<b>1. Beveiliging via een vermogensschakelaar.</b>		
<p>Mogelijk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• De stroomafwaarts gelegen installatiedelen worden blootgesteld aan het volledige kortsluitvermogen gedurende een tijd die opgegeven wordt door de DNB en die nooit groter is dan 1s.</li> <li>• <math>I_{&gt;}</math> wordt opgegeven door de DNB.</li> <li>• <math>t_{&gt;}</math> wordt opgegeven door de DNB.</li> </ul>	<p>Mogelijk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Er is geen bijkomende apparatuur nodig voor deze beveiligingsfunctie.</li> <li>• Wordt ingesteld volgens de formule: <math display="block">I_{&gt;} = 1,1 * \frac{S_{contract}}{\sqrt{3} * U_n}</math> </li> <li>• <math>t_{&gt;}</math> wordt opgegeven door de DNB.</li> </ul>	<p>Mogelijk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Er is geen bijkomende apparatuur nodig voor deze beveiligingsfunctie.</li> <li>• <math>I_{0&gt;}</math> wordt altijd ingesteld ook als de transformator(en) zich in de cabine bevinden of in een afzonderlijk voor de DNB toegankelijk lokaal op &lt;10 m afstand met een kabellengte &lt;20 m die mechanisch is afgeschermd.</li> <li>• <math>t_{0&gt;}</math>, wordt opgegeven door de DNB.</li> <li>• <math>I_{0&gt;&gt;}</math> en <math>t_{0&gt;&gt;}</math> wordt enkel ingesteld op vraag van de DNB.</li> </ul>
<p><b>Opmerking type vermogensschakelaar:</b> indien de vermogensschakelaar met functie algemene beveiliging tevens de functie van transformatorbeveiliging uitoefent, moeten de eisen van deze laatste functie ook nageleefd worden zolang ze deze van de algemene beveiliging niet tegenspreken.</p>		
<p><b>Opmerking type beveiligingsrelais:</b> Indien het contract van de DNG opgesteld is volgens een van de onderstaande voorwaarden wordt enkel een type met hulpvoeding toegelaten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• contractueel vermogen &gt; 2MVA;</li> <li>• injectievermogen &gt; 1MVA;</li> <li>• contract met afschakelbaar vermogen;</li> <li>• verschil in beveiligingsinstelling tussen geïnjecteerd vermogen en afgenomen vermogen.</li> </ul>		
<b>2. Beveiliging via een gecombineerde lastscheidingsschakelaar met smeltveiligheden.</b>		
<p>Mogelijk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• De stroomafwaarts gelegen installatiedelen worden aan een verlaagde kortsluitstroom blootgesteld waarbij de thermische effecten verwaarloosbaar zijn en de dynamische effecten beperkt worden.</li> <li>• De keuze van de smeltveiligheid gebeurt volgens de tabel van §13.2.2.2.</li> </ul>	<p>Niet mogelijk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Een vermogensschakelaar aan de LS-zijde van de transformator wordt voorzien voor deze beveiligingsfunctie.</li> <li>• De instelling van de vermogensschakelaar aan LS-zijde wordt opgegeven door de DNB.</li> </ul>	<p>Niet mogelijk bij kleine stromen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Indien de transformator zich in de cabine bevindt of op een afstand &lt;10m met een kabellengte &lt;20m die mechanisch afgeschermd is mag deze beveiligingsfunctie i.g.v. gebruik van smeltveiligheden weggelaten worden omwille van de onwaarschijnlijkheid dat ze kan optreden.</li> </ul>
<p><b>Opmerking:</b> in dit geval oefent de algemene beveiliging ook de functie uit van transformatorbeveiliging.</p>		

## Transformatorbeveiliging



<b>Transformatorbeveiliging</b>			
<b>Beveiliging tegen kortsluiting.</b>	<b>Beveiliging tegen impedante fouten.</b>	<b>Beveiliging tegen overbelasting.</b>	<b>Beveiliging tegen aardfouten.</b>
<b>1. Beveiliging via een vermogensschakelaar.</b>			
<p>Mogelijk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• De stroomafwaarts gelegen installatiedelen worden blootgesteld aan het volledig kortsluitvermogen gedurende een tijd die opgegeven wordt door de DNB en die nooit groter is dan 1s.</li> <li>• <math>I_{&gt;&gt;}</math> wordt opgegeven door de DNG.</li> <li>• <math>t_{&gt;&gt;}</math> wordt opgegeven door de DNG.</li> </ul>	<p>Mogelijk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deze beveiliging wordt niet expliciet door het AREI geëist</li> <li>• De instelling is doorgaans dezelfde als deze van de beveiliging tegen overbelasting.</li> </ul>	<p>Mogelijk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deze beveiligingsinstelling mag weggelaten worden als aan de LS-zijde een beveiliging tegen overbelasting wordt voorzien of als de transformator wordt uitgerust met een overbelastingsbeveiliging</li> <li>• De instelling wordt gedaan met <math>I_{&gt;}</math> en <math>t_{&gt;}</math>. Deze waarden worden door de DNG bepaald.</li> </ul>	<p>Mogelijk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>I_{0&gt;}</math> en <math>t_{0&gt;}</math> moeten niet ingesteld worden bij aanwezigheid van een stroomopwaarts gelegen algemene beveiliging.</li> <li>• De instelwaarden worden door de DNG bepaald.</li> <li>• <math>I_{0&gt;&gt;}</math> en <math>t_{0&gt;&gt;}</math> worden niet ingesteld.</li> </ul>
<p><b>Opmerkingen vermogensschakelaar:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Indien de vermogensschakelaar voor de beveiliging van de transformator tevens de functie van algemene beveiliging vervult, primeren de eisen gesteld aan de algemene beveiliging</li> <li>• Afhankelijk van zijn uitschakeltijd wordt de minimale grootte (S) van de transformator als volgt bepaald: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Trage vermogensschakelaar: <math>S_{tfo} &gt; 630\text{kVA}</math>;</li> <li>- Semi-snelle vermogensschakelaar: <math>250\text{ kVA} &lt; S_{tfo} \leq 630\text{ kVA}</math>;</li> <li>- Snelle vermogensschakelaar: <math>S_{tfo} \leq 250\text{ kVA}</math>.</li> </ul> </li> </ul> <p>(bij gebruik van een niveaudetectie op de transformatorkuip mag een trage vermogensschakelaar gebruikt worden wanneer de uitschakeling via een verzekerde voeding, volgens de tabel in §16.2, plaats vindt).</p>			
<p><b>Opmerkingen beveiligingsrelais:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bij gebruik van een beveiligingsrelais met externe voeding en aanwezigheid van een stroomopwaarts gelegen algemene beveiliging (=vermogensschakelaar) moet geen directe minimumspanningsspoel, die inwerkt op de hulpspanning van de beveiliging, op de individuele transformatorbeveiligingen voorzien worden.</li> <li>• Bij aanwezigheid van een stroomopwaarts gelegen algemene beveiliging bepaalt de DNG de technologie van het beveiligingsrelais van de transformatorbeveiliging (autonoom of met hulpvoeding).</li> </ul>			
<b>2. Beveiliging via een gecombineerde lastscheidingschakelaar met smeltveiligheden</b>			
<p>Mogelijk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• De stroomafwaarts gelegen installatiedelen worden aan een verlaagde kortsluitstroom blootgesteld waarbij de thermische effecten verwaarloosbaar zijn en de dynamische effecten beperkt worden.</li> <li>• De keuze van de smeltveiligheid gebeurt volgens de tabel van §13.2.2.2</li> </ul>	<p>Niet mogelijk bij kleine stromen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Het bijplaatsen van een individuele transformatorbeveiliging die de transformator uitschakelt is nodig indien deze beveiliging gewenst is</li> </ul>	<p>Niet mogelijk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• De beveiliging tegen overbelasting wordt doorgaans aan de secundaire zijde van de transformator via een LS-vermogensschakelaar uitgevoerd.</li> <li>• Als er rekening moet gehouden worden met extreme temperatuursomstandigheden is een bijkomende temperatuursbeveiliging op de transformator nodig</li> </ul>	<p>Niet mogelijk bij kleine stromen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Indien de transformator zich buiten de cabine bevindt en stroomopwaarts is een algemene beveiliging voorzien zal de DNB geen instelling van de aardfoutbeveiliging opleggen</li> </ul>

## 13.4 MINIMUMSPANNINGSBEVEILIGING VAN HET DISTRIBUTIENET



### 13.4.1 ALGEMEEN

Om spanningsdips ten gevolge van het herstel van het HS-distributienet na een defect in te perken, is in sommige gevallen de toepassing van een minimumspanningsbeveiliging nodig. Deze beveiliging is verplicht op elke individuele transformator indien de DNG zich in één van volgende situaties bevindt:

- Het geïnstalleerde vermogen van de vermogenstransformator(en) is groter dan de grenswaarde toegelaten door de DNB, rekening houdend met de bestaande netbeveiligingen van de DNB. Dit geïnstalleerde vermogen betreft ofwel één enkele transformator, ofwel de som van de vermogens van de verschillende transformatoren.
- In het netdeel stroomopwaarts van de desbetreffende cabine is een kabeltracé met een kleine diameter ( $\leq 35 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ ,  $50 \text{ mm}^2 \text{ Alu}$  of  $54,6 \text{ mm}^2 \text{ Almelec}$ ) aanwezig.

Wanneer een minimumspanningsbeveiliging niet verplicht is (zie voorwaarden hierboven), is het plaatsen van een tele-gesignaleerde foutstroomindicator op basis van een door de DNB goedgekeurde type en LS-schema, verplicht. Deze foutstroomindicator automatiseert en vergemakkelijkt tevens het zo snel mogelijk herstellen van de continuïteit in stroomvoorziening. De toegang tot het LS-gedeelte is niet toegestaan voor de DNG of zijn afgevaardigde. Hiertoe is de toegang tot het LS-compartiment vergrendeld.

Het aantal foutstroomindicatoren is minstens gelijk aan het aantal kabelvelden vermindert met één. De DNB bepaalt op welk(e) kabelvertrek(ken) de foutstroomindicator(s) moet(en) geïnstalleerd worden.

De technologie van deze tele-gesignaleerde foutstroomindicator wordt bepaald door de betrokken DNB. Hierdoor zal bij een defect op het HS-distributienet het afschakelen van de installatie van de DNG vermeden worden en bij herstel zal de installatie bijgevolg ook onmiddellijk terug onder spanning komen.

De eigenschappen van de minimumspanningsbeveiliging worden toegelicht in §13.4.2. Alle eisen in geval van een installatie met meerdere transformatoren zijn toegelicht in §13.4.4

### 13.4.2 EIGENSCHAPPEN VAN DE VERTRAAGDE MINIMUMSPANNINGSSPOEL

Alle individuele HS-beveiligingen van de transformatoren (met inbegrip van deze bestemd voor de productie van energie) moeten afschakelen na een tijdsvertraging wanneer de netspanning verdwijnt.

De uitschakeling moet niet ogenblikkelijk gebeuren, maar wel binnen de 3 seconden volgend op de uitval van de netspanning. Hierdoor zullen spanningsdips ten gevolge van een overstroom op het net niet voor een onterechte uitschakeling zorgen.

In geval van een defect in de hulpvoeding van de minimumspanningsbeveiliging (energiereserve), moet een testcircuit toelaten de beheerder van de installatie hiervan te verwittigen opdat deze het probleem kan oplossen. Via een testknop, die kan bediend worden door de DNB of door een erkend organisme bij een periodieke controle van de installatie, wordt de aanwezigheid en doeltreffendheid van de hulpvoeding gecontroleerd en aangegeven.

### 13.4.3 AUTOMATISCHE WEDERINSCHAKELING

Er wordt bij voorkeur een systeem voor de automatische wederinschakeling geïnstalleerd indien de HS-installatie is uitgerust met één of meerdere minimumspanningsspoelen. Dit systeem voor automatische wederinschakeling voldoet aan de volgende eisen:

- Het terugkeren van de spanning wordt gedetecteerd door een VDS van het type LRM.
- In de stuurkring wordt een serieschakeling gebruikt van een hulpcontact op de VDS type LRM en een hulpcontact van de lastscheidingschakelaar van elk kabelveld om de aanwezigheid van de spanning op het barenstel te signaleren.
- De wederinschakeling wordt met minimum 2 minuten vertraagd volgend op de terugkeer van de netspanning. De tijdsvertraging wordt in overleg met de DNB bepaald.
- De automatische wederinschakeling is onmogelijk na een uitschakeling van de algemene beveiliging of van de transformatorbeveiliging als gevolg van een overstroom of in geval van een vrijwillige uitschakeling.
- De automatische wederinschakeling wordt gevoed door een hulpbron (zie hoofdstuk 16).
- Een waarschuwings- en informatiebord over de aanwezigheid van een systeem voor de automatische wederinschakeling is duidelijk zichtbaar aangebracht in de cabine.

De uitvoering van deze sturing maakt deel uit van het technisch dossier dat ter goedkeuring aan de DNB wordt voorgelegd.

Bij afwezigheid van een systeem voor de automatische wederinschakeling kan de DNG zijn installatie manueel inschakelen van zodra de netspanning opnieuw aanwezig is.

#### 13.4.4 BIJZONDERHEDEN IN GEVAL VAN MEERDERE TRANSFORMATOREN

Elke transformator is uitgerust met een afzonderlijk minimumspanningsbeveiliging. De automatische wederinschakeling zorgt voor een opeenvolgende inschakeling van elk van de transformatoren met een onderlinge tijdsvertraging van minimaal 1 minuut.

Zoals hierboven vermeld is één van onderstaande uitrustingen verplicht:

- een tele-gesignaleerde foutstroomindicator;
- een minimumspanningsbeveiliging op de algemene beveiliging.

In dit geval mag geen minimumspanningsbeveiliging toegepast worden met de hierboven beschreven technologie. De informatie over de afwezigheid van spanning aan de secundaire zijde van de transformator zou immers de volledige uitschakeling van de cabine veroorzaken. Om deze reden wordt de minimumspanningsbeveiliging in dit geval gerealiseerd met behulp van de detectie van de spanning op het barenstel juist stroomopwaarts gelegen van de algemene beveiliging. Dit gebeurt via de contacten van de VDS type LRM en de stand van de lastscheidingschakelaars. De voeding van deze beveiligingskring moet, zoals eerder vermeld, periodiek getest worden.

#### 13.5 AANVULLENDE BEVEILIGING VAN DE TRANSFORMATOR

Dit type beveiliging richt zich op transformatoren die in lokalen geïnstalleerd zijn waar de gemiddelde dagtemperatuur in de omgeving van de transformator 35 °C overschrijdt, en/of wanneer een extra beveiliging vereist is doordat de activiteiten van de DNG een verhoogd risico op een olie lek buiten het lokaal met zich meebrengen.

De beveiliging is gebaseerd op de detectie van de overschrijdingen van de grenswaarde voor de temperatuur, de oliedruk en gasvorming in de olie ten gevolge van een overstroom.

De detector is voorzien van een elektrisch sluitcontact dat in werking treedt wanneer de absolute interne druk (in normale omstandigheden  $1.3 \pm 0,05$  bar absolute druk) groter is dan de maximumdrempel in extreme gebruiksomstandigheden en lager is dan de minimumdrempel van de mechanische weerstand van de transformatorkuip. De detector is zo ontworpen of gemonteerd dat een controle van de uitschakelfunctie mogelijk is (alarm bij 90 °C, uitschakeling bij ofwel 95 °C, ofwel 0,35 mbar overdruk ofwel gasdetectie/detectie van het olieniveau).

Het gebruik ervan moet compatibel zijn met de overname stroom (= take-over current) van de gecombineerde lastscheidingschakelaar met smeltveiligheden. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat de stromen groter dan de overname stroom door de smeltveiligheden binnen een tijd van 0,2 sec worden uitgeschakeld.

De energie die nodig is voor de uitschakeling, wordt geleverd door batterijen, voor zover zij aanwezig zijn voor andere doeleinden. Zo niet kan de energie geleverd worden door een condensator met voldoende energievoorraad. De toestand van deze laatste energievoorziening moet steeds (ook als de transformator in dienst is) kunnen nagegaan worden.

# 14 AARDING VAN CABINES



## 14.1 ALGEMEEN

### 14.1.1 DEFINITIES & PRINCIPES

In art. 98.01 van het AREI worden de basisbegrippen met betrekking tot aardingsinstallaties gedefinieerd, zoals onder meer lokale aardingsinstallatie, globale aarding, kabel met aardingseffect, aardingsweerstand, toelaatbare contactspanning, stapspanning, enz.

**Globale aarding:** Voor de definitie van en de voorwaarden voor een globale aarding wordt verwezen naar art. 98.03.2.3 van het AREI.

**Diepteaarding:** diepte-aardelektrode (AREI art. 98.03.2.2.b3 van het AREI) met een ingedreven lengte van minimum 6 meter.

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

**Equipotentiaalzone of Potentiaalvereffeningszone:** ruimte waarbinnen, in geval van een fout in een elektrische installatie geen gevaarlijke potentiaalverschillen kunnen ontstaan.

<p><b>Alleenstaande cabine:</b> cabine die niet aangrenzend staat aan de omringende gebouwen. Alle wanden van de cabine zijn vrije buitenwanden.</p>	
<p><b>Aangrenzende cabine:</b> Cabine die fysiek verbonden is met (een) aangrenzend(e) gebouw(en), door middel van één enkele gemeenschappelijke wand, of aangebouwd tussen twee gebouwen.</p>	
<p><b>Cabine geïntegreerd in een gebouw:</b> Cabine die geïntegreerd is in een ander gebouw (met of zonder naar buiten gerichte wanden).</p>	

## 14.1.2 VEREISTEN VAN EEN AARDINGSINSTALLATIE



Eén van de hoofddoelen van een aardingsinstallatie van een cabine is de bescherming van personen tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking, door het **vermijden of beperken van gevaarlijke contactspanningen** in en rond de cabine in geval van een aardfout op het HS-distributienet.

Voor de vereisten en de uitvoering van een aardingsinstallatie in en rond een cabine wordt verwezen naar art. 98 en 99 van het AREI, waar onder meer de maximaal toegelaten waarde van  $R_E$  opgelegd wordt:

- niet-globale aarding: maximum  $10 \Omega$ ;
- globale aarding: maximum  $15 \Omega$ ;
- $\rho_E$  (grond)  $> 150 \Omega\text{m}$ : aangepast aan de resistiviteit van de bodem (zie art 98, 3.2.2 c) en aan de minimale afmetingen van de aardelektrode (zie tabel 98.1 in art. 98).

In het AREI wordt voor de uitvoering van de verschillende aarding een onderscheid gemaakt tussen HS-distributienet met **een globale en een niet-globale aarding**. De HS-en LS-aarding mogen enkel bij een HS-distributienet met een globale aarding met elkaar verbonden worden.

Dit komt neer op het volgende:

- HS-aarding in globale aarding: HS- en LS-aarding **mogen** gemeenschappelijk zijn.
- HS-aarding in niet-globale aarding: HS- en LS-aarding **moeten** gescheiden zijn.

Afhankelijk van de configuratie van het net, kan de DNB bijkomende maatregelen opleggen om de bescherming tegen onrechtstreekse aanraking te verhogen.

## 14.1.3 PROCEDURE VOOR DE AANVRAAG VAN DE UITVOERINGSWIJZE VAN DE AARDVERBINDING



Enkel de DNB beschikt over de nodige informatie betreffende zijn HS-distributienet om te kunnen bepalen of een toekomstige cabine al dan niet in een HS-distributienet met een globaal aardingsstelsel kan geïntegreerd worden, en hoe bijgevolg de LS- en HS-aarding moet worden uitgevoerd.

Bij de aanvraag voor een nieuwe aansluiting of wijziging van een bestaande aansluiting is de DNB verplicht om alle informatie betreffende de uitvoering van de aardingsinstallatie bij de DNB aan te vragen, indien deze informatie niet is opgenomen in de studie. Om na te gaan of de cabine al dan niet aangesloten kan worden op een HS-distributienet met globale aarding zonder gevaarlijke contactspanningen wordt onder meer rekening gehouden met volgende factoren:

- de  $R_E$ -waarde van de naburige cabines;
- de afstand tot het TS;
- het type HS-kabel;
- het aantal stroomopwaarts gelegen cabines.

en met factoren die de contactspanning beperken, zoals onder meer:

- de uitvoering van de aardverbinding (vb. schuin ingedreven aardelektrode);
- de bijkomende weerstand van schoeisel;
- de aannemelijke contacthoudingen;
- de vloerbedekking rond de cabine.

Op basis van deze gegevens zal één van de volgende uitvoeringen opgelegd worden:

- verplicht gescheiden aarding: LS-aarding op een afstand van minimaal 15 m van de HS-aarding;
- gemeenschappelijke aarding toegelaten.

In sommige situaties waarbij het AREI aangeeft dat men te maken heeft met een HS-distributienet met globale aarding, maar waarvan de studie van de DNB aantoont dat de contactspanning tot een ontoelaatbare waarde stijgt, kan de DNB eisen dat het nulpunt van de transformator niet met de HS-aarding verbonden wordt.

Dit sterpunt wordt met een aarding verbonden die zich op minimaal 2 meter van de HS-aarding bevindt.



## 14.2 OVERZICHTSTABEL VAN DE LS- EN HS-AARDINGSSITUATIES



Deze paragraaf bevat de uitvoering van de HS- en LS-aardingsinstallatie, ingedeeld volgens drie basiscriteria:

Globale of niet-globale aarding		Drie type-topologieën van een cabine		Type cabine	
<b>G</b>	LS- en HS-aarding <u>g</u> emeenschappelijk	<b>A</b>	Alleenstaand	<b>DNG</b>	Klantcabine
		<b>M</b>	Met aangrenzing aan een gebouw		
<b>A</b>	LS- en HS-aarding <u>a</u> fzonderlijk	<b>I</b>	Geïntegreerd in een gebouw	<b>DNB</b>	Distributiecabine (=netcabine)

Voor elke situatie wordt de opgelegde uitvoering van de aarding beschreven.

Onderstaande tabel geeft per situatie volgende aspecten weer:

- het al dan niet scheiden van de LS- en HS-aarding, en hun minimale onderlinge afstand;
- één mogelijke uitvoering van de aarding – zie art. 98.03.2.2b van het AREI voor alternatieve uitvoeringen;
- de opstelling van de aardingsonderbreker(s);
- welke massa's met welke aarding verbonden moeten worden.

De technologie en de praktische uitvoering van de afzonderlijke elementen in de tabel worden in de overeenkomstige paragrafen volgend op de tabel in detail beschreven.

GLOBALE AARDING			
HS- en LS-aarding gemeenschappelijk (G)			
	Alleenstaand (A)	Met aangrenzing aan gebouw (M)	Geïntegreerd in gebouw (I)
klantcabine	<p><b>G-A DNG / G-A-net</b></p> <p>1 lusaarding onder cabine, met schuin ingedreven aardelektroden.</p> <p>1 aardingsonderbreker:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• HS-massa's</li> <li>• sterpunt secundaire zijde transfo, ook verbonden met kuip transfo*</li> <li>• LS-massa's installatie <b>DNG / DNB</b></li> <li>• geleidende constructieve elementen van de cabine</li> </ul>	<p><b>G-M DNG</b></p> <p>1 lusaarding onder cabine, met schuin ingedreven aardelektroden. De lusaarding is <b>verbonden met de lusaarding van het aangrenzend gebouw (via de respectievelijke aardingsonderbrekers)</b></p> <p>1 aardingsonderbreker:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• HS-massa's</li> <li>• sterpunt secundaire zijde transfo, ook verbonden met kuip transfo*</li> <li>• LS-massa's installatie DNG</li> <li>• geleidende constructieve elementen van de cabine</li> </ul>	<p><b>G-I DNG / G-I net</b></p> <p>1 lusaarding met schuin ingedreven aardelektroden. De lusaarding is <b>gemeenschappelijk voor de cabine en de rest van het gebouw</b></p> <p>1 aardingsonderbreker:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• HS-massa's</li> <li>• sterpunt secundaire zijde transfo, ook verbonden met kuip trafo*</li> <li>• LS-massa's installatie <b>DNG / DNB</b></li> <li>• geleidende constructieve elementen van de cabine</li> <li>• ter hoogte van de aardingslat in de cabine wordt een aanduiding voorzien van de locatie van de aardingsonderbreker</li> </ul>
Netcabine		<p><b>G-M-net</b></p> <p>1 lusaarding onder cabine, met schuin ingedreven aardelektroden. De lusaarding is <b>gescheiden van de lusaarding van het aangrenzend gebouw</b></p> <p>1 aardingsonderbreker:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• HS-massa's</li> <li>• sterpunt secundaire zijde transfo, ook verbonden met kuip trafo*</li> <li>• LS-massa's installatie <b>DNB</b></li> <li>• geleidende constructieve elementen van de cabine</li> </ul>	

\* In geval van een LS-net geëxploiteerd in IT, kan er geen verbinding gemaakt worden tussen een sterpunt en de kuip van de transformator.

NIET-GLOBALE AARDING HS- en LS-aarding afzonderlijk (A)		
Alleenstaand (A)	Met aangrenzing aan gebouw (M)	Geïntegreerd in gebouw (I)
<p><b><u>A-A DNG / A-A-net</u></b></p> <p><u>2 aarding</u>en, op 15 m** van elkaar</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• HS onder cabine : lusaarding met schuin ingedreven aardelektroden</li> <li>• LS op 15 m: diepteaarding</li> </ul> <p><u>1 of 2 aardingsonderbrekers:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• HS-aardingsonderbreker <ul style="list-style-type: none"> <li>• HS-massa's</li> <li>• geleidende constructieve elementen van de cabine (deur, ...)</li> </ul> </li> <li>• LS-aardingsonderbreker (facultatief), geïsoleerd opgesteld en afgeschermd van de HS-massa's <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nulpunt van de transfo</li> <li>• LS-massa's installatie minstens op 1,25 meter van alle HS-massa's opgesteld</li> </ul> </li> </ul>	<p><b><u>A-M DNG / A-M-net</u></b></p> <p><u>2 aarding</u>en, op 15 m** van elkaar</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• HS op 15 m: diepteaarding</li> <li>• LS lusaarding onder cabine</li> </ul> <p><u>2 aardingsonderbrekers:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• HS-aardingsonderbreker geïsoleerd opgesteld en afgeschermd van de LS-massa's <ul style="list-style-type: none"> <li>• HS-massa's geïsoleerd opgesteld ten opzichte van alle geleidende onderdelen van het gebouw</li> </ul> </li> <li>• LS-aardingsonderbreker <ul style="list-style-type: none"> <li>• geleidende constructieve elementen van de cabine (deur, ...)</li> <li>• sterpunt secundaire kant van transfo</li> <li>• LS-massa's installatie <b>DNG</b> of <b>DNB</b></li> </ul> </li> </ul>	<p><b><u>A-I DNG / A-I-net</u></b></p> <p><u>2 aarding</u>en, op 15 m* van elkaar</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• HS op 15 m: diepteaarding</li> <li>• LS lusaarding <b>gemeenschappelijk voor</b> het volledige gebouw</li> </ul> <p><u>2 aardingsonderbrekers:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• HS-aardingsonderbreker geïsoleerd opgesteld en afgeschermd van de LS-massa's <ul style="list-style-type: none"> <li>• HS-massa's geïsoleerd opgesteld ten opzichte van alle geleidende onderdelen van het gebouw</li> </ul> </li> <li>• LS-aardingsonderbreker (meestal buiten cabine) <ul style="list-style-type: none"> <li>• aardingslat in de cabine</li> <li>• geleidende constructieve elementen van de cabine (deur, ...)</li> <li>• sterpunt secundaire kant van trafo</li> <li>• LS-massa's installatie <b>DNG</b> of <b>DNB</b></li> <li>• equipotentiale verbindingen van het gebouw</li> <li>• ter hoogte van de aardingslat in de cabine wordt een aanduiding voorzien van de locatie van de aardingsonderbreker</li> </ul> </li> </ul>

\* De afstand van 15 m is niet van toepassing op bestaande elektrische installaties die reeds in dienst waren vóór 2004.

## 14.3 TECHNOLOGIE EN UITVOERING



De praktische uitvoering van de verschillende aardingssituaties wordt schematisch weergegeven in bijlage 8, in vooraanzicht en in bovenaanzicht. De in de figuren gebruikte elementen worden hierna meer in detail toegelicht.

De schema's zijn slechts illustratief en bevatten volgende vereenvoudigingen:

- bij wijze van voorbeeld is een LS-verdeling in een TN-C net voorgesteld,
- de voorgestelde cabine heeft een eenvoudige uitvoering met 2 FU's voor de netkabels, één FU voor de transformatorbeveiliging, één transformator met één secundaire spanning en zijn LS-bord.

Andere configuraties uitgevoerd volgens de vereisten van het AREI zijn uiteraard ook geldig.

### 14.3.1 LUSAARDING

Een lusaarding bevindt zich onder de buitenwanden van het gebouw, met een tolerantie van +/- 0,20 m in zowel de horizontale richting als de verticale richting. De **aardingslus** bestaat uit blank koper en heeft een minimale kabelsectie van 25 mm<sup>2</sup> (cf. art. 98 van het AREI). De totale lengte bedraagt minimum 8 m, en de aardingslus wordt op minstens 0,60 m diepte aangebracht, maar nooit dieper dan 20 cm onder het diepste punt van de kelder.

Er zijn minimaal om de 2,5 m en minstens in elke hoek aardingsstaven aangesloten op de lus.

- de aansluiting met de aardingslus gebeurt door middel van C-beugels, of met een andere bevestigingstechniek;
- de aardingsstaven hebben een lengte van minimum 1,5 m en worden schuin ingedreven onder een hoek van 45°.

De aardingslus maakt nergens contact met de fundering van het gebouw, en wordt geïsoleerd naar boven gebracht en aangesloten op de aardingsonderbreker.

### 14.3.2 DIEPTEAARDING

Een diepteaarding wordt op één van de twee onderstaande uitvoeringswijze gerealiseerd:

- één aansluitend geheel van minimaal 4 aardingsstaven die onderling mechanisch en elektrisch verbonden zijn;
- ofwel blanke koperen geleiders met een minimale sectie van 25mm<sup>2</sup> en van minimum 6 meter lengte, verticaal ingedreven in de grond.

In beide gevallen bevindt de bovenkant van de aarding zich op diepte van minstens 0,6 m. De verbinding van de diepteaarding met de aardingsonderbreker gebeurt met een geïsoleerde koperen geleider van minstens 25 mm<sup>2</sup> met geel/groene markering. De verbinding met de aardelektrode vindt plaats met een geschikte verbindingsklem.

### 14.3.3 ELEKTRISCH GESCHEIDEN AARDINGEN

Twee aardverbindingen zijn elektrisch gescheiden indien ze voldoende ver van elkaar verwijderd zijn zodat de maximale stroom die door één ervan vloeit, het potentiaal van de andere niet gevoelig verandert.

Twee aarding worden beschouwd als elektrisch gescheiden als ze minimum 15 m van elkaar verwijderd zijn.

In het geval van gescheiden aarding is het aangewezen om een beschermhuis te voorzien voor de geleider van de diepteaarding op de plaats waar deze over de lusaarding gaat, aangezien de isolatiewaarde van een VOB-kabel onvoldoende kan zijn in geval van grote foutspanningen.



### 14.3.4 GEÏSOLEERDE OPSTELLING VAN HS-MASSA'S

Bij een geïsoleerde opstelling van HS-massa's (inclusief de HS-aardingsonderbreker), worden alle HS-massa's elektrisch geïsoleerd van de aanwezige LS-massa's (LS-aarding en alle hierop aangesloten elementen, zoals metalen draagconstructies enz.), waardoor er geen gelijktijdig contact mogelijk is tussen een HS- en een LS-massa aanwezig in de cabine.

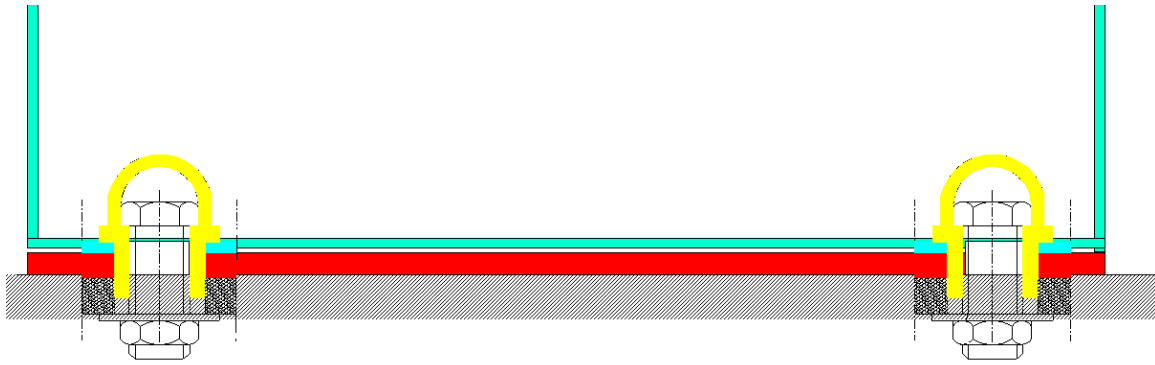
Hiervoor worden de HS-massa's geïsoleerd van muren en vloeren opgesteld, tenzij deze zelf uit isolerend materiaal opgebouwd zijn.

De afstand tussen de HS- en LS-aardingsonderbrekers moet minimaal 1,25 m zijn om het risico op toevallige aanraking te vermijden.



Indien de HS-massa's mechanisch moeten verankerd worden in het cabine-gebouw

(waarvan de massa's aangesloten zijn op de LS-aarding) moeten speciale maatregelen genomen worden om de bevestigingselementen te isoleren van de HS-massa's, bijvoorbeeld door gebruik te maken van rondsels met kraag in isolerend materiaal, en isolerende doppen.



Mogelijke uitvoeringen van deze isolerende rondsels of afschermdoppen worden hieronder weergegeven.



### 14.3.5 AARDINGSONDERBREKER

De beide uiteinden van de lusaarding of het uiteinde van de diepteaarding worden aangesloten op een aardingsonderbreker.

Om enkel de weerstand van de lokale aardverbinding te kunnen meten, is het noodzakelijk dat de aardverbinding en de equipotentiaalverbindingen galvanisch van elkaar kunnen gescheiden worden. De aardingsonderbreker wordt geïsoleerd opgesteld ten opzichte van het gebouw om de aardingsmeting niet te beïnvloeden.

#### 14.3.5.1 GEMEENSCHAPPELIJKE LS- EN HS-AARDING

In dit geval is er slechts één aardingsonderbreker in de cabine, en zijn volgende massa's al dan niet rechtstreeks aangesloten op de aardingsonderbreker van de cabine:

- HS-massa's: aarding van de HS-schakelapparatuur, aardscherm van HS-kabels, enz.;
- Het sterpunt van de secundaire zijde van de transformator (bij exploitatie in TN of TT);
- De kuip van de transformator, die bij voorkeur ook verbonden is met het sterpunt van de transformator (in plaats van via een rechtstreekse verbinding aangesloten te zijn op de aardingsonderbreker). Het aarden van de kuip van de transformator via de PEN-geleider heeft de volgende voordelen in geval van een interne isolatiefout in de transformator:
  - Er wordt vermeden dat gevaarlijke uitwisselingsstromen vloeien via een aparte aardingsgeleider en de PEN-geleider.
  - De impedantie van de weg die de fout aflegt is kleiner, waardoor de foutstroom groter wordt en de HS-beveiliging (HS-smeltveiligheden) dus sneller zal reageren.

In geval van een IT net (secundaire zijde van de transformator in driehoek geschakeld) is het niet mogelijk om de kuip van de transformator te aarden via de PEN-geleider, en moet deze afzonderlijk verbonden worden met de aardingsonderbreker.

- Andere geleidende installatiedelen: kabeldragers, metalen olieopvangbak, metalen verluchtingskokers, enz.;
- LS-massa's van de installatie van de DNG of DNB: LS-borden voor hulpvoedingen of stuurborden, condensatorbatterijen ter verbetering van de  $\cos \phi$  enz.;
- Geleidende constructieve elementen van de cabine: wapening van het gebouw, cabinedeur, vloeren en wanden indien deze in een niet-isolerend materiaal zijn uitgevoerd, enz.
- In geval van een aangrenzende cabine is de aardingsonderbreker van de cabine ook verbonden met de aardingsonderbreker van het aangrenzende gebouw.

#### 14.3.5.2 GESCHEIDEN LS- EN HS-AARDING

In dit geval zijn er twee aardingsonderbrekers in de cabine en zijn volgende massa's aangesloten op respectievelijk de HS- en LS-aardingsonderbreker van de cabine:

- HS-aardingsonderbreker met daarop de HS-massa's aangesloten: aarding van de HS-schakelapparatuur, aardscherm van HS-kabels, ...
- LS-aardingsonderbreker:
  - Het sterpunt van de secundaire zijde van de transformator (bij exploitatie in TN of TT);
  - De LS-massa's van de installatie van de DNG of DNB.

Afhankelijk van de inplanting van de cabine, moeten de geleidende constructieve elementen van de cabine, en de kuip van de transformator, met de LS- of HS-aardingsonderbreker verbonden worden (zie overzichtsschema's in bijlage 8).

De aardingsonderbreker die aangesloten is op de afzonderlijke diepteaarding op 15 m afstand moet volledig geïsoleerd en afgeschermd opgesteld worden.

Om de mogelijkheid te behouden om achteraf metingen van de aardverbinding uit te voeren, wordt bij voorkeur een LS-aardingsonderbreker voorzien die geen loskoppeling van de kabels vereist.

# 15 ZICHTBARE SCHEIDING OP LS

## 15.1 ALGEMEEN



Stroomafwaarts van de transformator bevinden zich minimaal volgende scheidingsvoorzieningen:

- Eén scheiding per spanningsniveau voor de LS-vermogenstoepassingen.
- Een aparte scheiding voor de kringen die onder spanning moeten blijven als de LS-hoofdschakelaar wordt uitgeschakeld. Dit zijn o.a. de hulpvoedingen beschreven in hoofdstuk 16.

## 15.2 ZICHTBARE SCHEIDING VERMOGENSTOEPASSINGEN



### 15.2.1 FUNCTIES VAN DE ZICHTBARE SCHEIDING

De zichtbare scheiding (of zichtbare onderbreking) voor vermogenstoepassingen heeft verschillende functies waarvan sommigen bepaald worden door de samenstelling van de HS-installatie. Ze staat in voor:

- de scheiding zoals geëist in art. 235 van het AREI;
- het vrijschakelen van de functionele meeteenheid volgens art. 266 van het AREI in geval van een cabine met één transformator;
- het instellen van het contractueel vermogen in geval van een cabine met één transformator (indien de beveiliging aan de HS-zijde gebeurt door een gecombineerde lastscheidingsschakelaar met smeltveiligheden).

### 15.2.2 TECHNOLOGIE

De zichtbare scheiding heeft een betrouwbare aanduiding van haar stand zoals beschreven in NBN EN 60947-1. Ze heeft bovendien een voorziening die het mogelijk maakt in open positie een hangslot te plaatsen. De zichtbare scheiding laat de plaatsing van een plaatje met de tekst “verboden te schakelen” conform art. 266 van het AREI toe.

De zichtbare scheiding kan volgende uitvoeringen hebben (zie hoofdstuk 13):

- lastscheidingsschakelaar;
- lastscheidingsschakelaar met smeltveiligheden;
- vermogensschakelaar.

Deze uitvoeringen zijn reeds eerder gedetailleerd in hoofdstuk 13.

De DNG houdt bij de keuze van de uitvoering van de zichtbare scheiding rekening met volgende factoren:

- het kortsluitvermogen aan de secundaire zijde van de transformator;
- het aantal polen in functie van het gekozen netsysteem;
- het instelbereik in geval van een vermogensschakelaar, teneinde maximale selectiviteit te bekomen met de stroomopwaarts en stroomafwaarts gelegen beveiligingen.

De zichtbare scheiding kan volgens de modaliteiten van de DNB onderworpen worden aan een classificatie.

### 15.2.3 LOCATIE VAN DE ZICHTBARE SCHEIDING

De zichtbare scheiding bevindt zich steeds in hetzelfde lokaal als de olietransformator waarmee zij elektrisch verbonden is.

De schematische voorstellingen van haar positie in de volledige installatie zijn weergegeven in bijlage 3.

De zichtbare scheiding is zodanig opgesteld dat zij een IP2X beschermingsgraad heeft. Dit geldt ook voor haar aansluiting. Om dit te bereiken mag zij in een kast worden gemonteerd. In dit geval is NBN EN 61439 van toepassing. Hierbij zal de ontwerper van dit installatiedeel rekening houden met de maximaal toegelaten omgevingstemperatuur van de zichtbare scheiding. In ieder geval is haar opstelling zodanig dat zij niet beïnvloed wordt door de warmteafgifte van bepaalde delen van de installatie. Zo is de plaatsing van dit toestel net boven een transformator niet toegelaten.

De zichtbare scheiding mag geïntegreerd worden in het ALSB. Dit impliceert echter dat het ALSB zich in een lokaal bevindt waarvan de toegang, conform art. 47 van het AREI, voorbehouden is voor personen met een code BA4-BA5 voor de volledige elektrische installatie die zich in dit lokaal bevindt. Het plaatsen van LS-borden, condensatorbatterijen, omvormers voor decentrale productie-installaties, enz. in dit lokaal worden sterk afgeraden.

De vertrekken van het ALSB worden niet in detail beschreven in huidig voorschrift. Het ALSB moet uitgevoerd worden conform NBN EN 61439 "LS-schakel- en verdeelborden". In het bijzonder de volgende delen zijn van toepassing:

- Deel 1 - Algemene regels;
- Deel 2 - Schakel- en verdeelkasten;
- Deel 5 - Schakel- en verdeelborden voor distributienetten (enkel voor de DNB).

Deze conformiteit wordt aangetoond door het algemeen kenplaatje waarop de CE-markering, het bouwjaar, de naam van de fabrikant, de gebruiksspanning, de toegekende stroom van het barenstel, de toegelaten korte duurstroom van het geheel, en de referentie aan de norm staan aangegeven. Bovendien bevat elk LS-onderdeel een markering die zijn afzonderlijke karakteristieken aangeeft.

Een zelfklever met de aanduiding van het draaiveld en het (de) spanningsniveau('s) moet na de in dienst name voorzien worden om de aansluiting van een elektrogeengroep te vergemakkelijken.

## 15.3 ZICHTBARE SCHEIDING HULPVOEDINGEN



### 15.3.1 FUNCTIE VAN DE ZICHTBARE SCHEIDING

De zichtbare scheiding voor de kringen van de hulpvoedingen staat in voor de scheiding zoals geëist in art. 235 van het AREI.

### 15.3.2 TECHNOLOGIE

De zichtbare scheiding mag uitgevoerd worden door een scheidingschakelaar met smeltveiligheden met hoog onderbrekingsvermogen of door vermogensschakelaars met aangepaste weerstand tegen de kortsluitstroom.

### 15.3.3 LOCATIE VAN DE ZICHTBARE SCHEIDING

De locatie van de zichtbare scheiding wordt bepaald door het type verbinding tussen de transformator en zijn zichtbare scheiding. Indien deze is uitgevoerd met kabels, wordt de zichtbare scheiding in een verdeelbord voorzien, samen met de vertrekken voor de hulpvoedingen beschreven in hoofdstuk 16. Indien de verbinding wordt gerealiseerd door middel van een railkoker kan de zichtbare scheiding hierin geïntegreerd zijn.

Het is ook toegelaten deze in het bord te voorzien waar de zichtbare scheiding van de vermogenstoepassingen is ondergebracht.



# 16 HULPVOEDINGEN

## 16.1 ALGEMEENHEDEN



Hulpvoedingen zijn de voedingen die nodig zijn voor de niet-primaire kringen in een cabine. Ze kunnen uiteenlopende functies hebben en bezitten karakteristieken die bepaald worden door hun toepassingen. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen volgende voedingen:

- voeding voor de utiliteiten van de cabine (verlichting, contactdoos, geforceerde ventilatie, enz.);
- voeding voor de beveiligingen (overstroomrelais, ontkoppelbeveiliging, minimumspanningsbeveiliging, enz.);
- voeding voor de signalisatie en de bediening van bepaalde toestellen al dan niet vanop afstand. (RTU, motorbediening, foutstroomindicatoren, enz.).

Afhankelijk van de vereiste betrouwbaarheid van de voeding wordt deze verzekerd door batterijen met één of twee gelijkrichters.

Om de installatie van de hulpvoedingen te realiseren kunnen, in functie van de toepassing ervan, volgende onderdelen voorzien worden:

- een functionele meeteenheid exclusief gebruikt voor de hulpvoeding (zie §9.4.4);
- verdeelbord voor de hulpvoedingen;
- gelijkrichter, wisselrichter en batterijen voor de hulpvoedingen;
- verlichting, noodverlichting, contactdozen, verwarming en ventilatie in de cabine;
- kabels voor de aansluiting van bovenvermelde installatiedelen (zie §11.6).

## 16.2 OVERZICHT VERBRUIKERS GEVOED DOOR DE HULPVOEDINGEN



Om de ontwerper van dit installatiedeel bij te staan wordt hieronder in tabelvorm een niet exhaustief overzicht gegeven van mogelijke verbruikers gevoed door de hulpvoedingen, waarbij volgende karakteristieken vermeld worden:

- soort spanning (AC – DC);
- spanningsniveau;
- verbruik;
- type overstroombeveiliging (smeltveiligheid of mini circuit breaker = MCB) en zijn kaliber;
- wie toegang mag hebben tot deze kring;
- aangeraden betrouwbaarheid van deze hulpvoeding.

Meest voorkomende verbruikers	Spanning (V)	Verbruik (A)	Beveiliging		Toegang		Batterij met 1 of 2 gelijkrichters (G)		
			Smeltveiligheid	MCB (**)	DNB	DNG	Nee	1G	2G
autonoom beveiligingsrelais	230 V AC indien nodig	verwaarloosbaar	X	X		X	X		
gevoed beveiligingsrelais	24/48 V DC	verwaarloosbaar		X		X			X
motorbediende schakelaar DNB	24/48 V DC	6 A		X	X			X	
motorbediende schakelaar DNG	24/48 V DC	6 A		X		X		X	
RTU voor signalisatie	24/48 V DC (***)	0,4 – 0,2 A		X	X			X	
RTU voor signalisatie	230 V AC	verwaarloosbaar	X		X		X		
RTU voor signalisatie en bediening	24/48 V DC (***)	verwaarloosbaar		X	X			X	
Foutstroomindicator	24/48 V DC	verwaarloosbaar		X	X			X	
Foutstroomindicator	230 V AC	verwaarloosbaar	X		X		X		
minimaspoel 230 V AC	230 V AC	verwaarloosbaar	X			X	X		
minimaspoel 24/48 V DC voor relais	24/48 V DC	0,2 – 0,4 A		X		X			X
uitschakelspoel 230 V AC	230 V AC	0,5 A	X			X	X <sup>(†)</sup>		
uitschakelspoel 24/48 V DC	24/48 V DC	2 A		X		X		X	
contactdoos CEE 2P+A	230 V AC	25 A	X		X		X		
contactdoos huishoudelijk type	230 V AC	16 A	X		X	X	X		
verlichting lokaal	230 V AC	0,5 - 2 A	X			X	X		
voeding gelijkrichter	230 V AC	5 A	X		X	X	X		
verwarming van stuurkasten	230 V AC	6 A	X		X	X	X		
geforceerde ventilatie cabine	230 V AC	20 A	X			X	X		
verwarming van de cabine	230 V AC	20 A	X			X	X		

(†) Voeding met back-up via condensator (supercap)

(\*\*) De smeltveiligheden mogen enkel vervangen worden door MCB's indien deze voldoen aan het kortsluitvermogen op de plaats van hun aansluiting.

(\*\*\*) Voeding op 230 VAC beveiligd door een UPS (Uninterruptible Power Supply) is eveneens toegelaten.

**Betekenis oranje** De verbruikers op 230 V AC die onder spanning blijven met geopende hoofdschakelaar van het ALSB

## 16.3 HULPVOEDINGEN OP 230V AC (AUX TYPE A)



### 16.3.1 VERDEELBORD HULPVOEDINGEN

Het verdeelbord voor de hulpvoedingen op 230 V AC wordt samengesteld conform NBN EN 61439 “LS-schakel- en verdeelborden”. In geval van een aansluiting op een net met niet-globale aarding bestaat de behuizing van dit verdeelbord uit kunststof.

De verbruikers op wisselspanning worden gevoed door hun aansluiting stroomopwaarts van de algemene beveiliging van het ALSB of door de functionele meeteenheid beschreven in §9.4.4. Deze verbruikers zijn voorzien van een opschrift “blijven onder spanning als de hoofdschakelaar geopend is”. Naast deze tekst moet een gele gevarendriehoek met bliksemschicht worden aangebracht om de aandacht te trekken op deze niet-normale situatie.

Voor de beveiliging van de kringen van de hulpvoedingen wordt doorgaans gebruik gemaakt van smeltveiligheden met hoog onderbrekingsvermogen. De DNG staat in voor de vervanging van deze smeltveiligheden.

De waarde van de smeltveiligheden van de algemene beveiliging van de hulpvoedingen bedraagt 40 A.

### 16.3.2 VERBRUIKERS VAN DE HULPVOEDINGEN

Volgende verbruikers kunnen aanwezig zijn in een cabine:

- verlichting/noodverlichting van de cabine;
- contactdoos 2P + A 16 A;
- contactdoos CEE 2P+A voor meetwagen DNB;
- stuur- en signalisatiekasten op 230 V;
- minimumspanningsbeveiliging;
- gelijkrichter;
- uitschakelspoel op 230 V AC;
- verwarmingsinstallatie in stuurkasten;
- verwarmingsinstallatie in cabines;
- installatie voor geforceerde ventilatie in cabines.

Verbruikers	Kaliber van de smeltveiligheid	Kabelsectie	Samen met andere vertrekken
Verlichting	10 A	3G1,5 mm <sup>2</sup>	Ja
Contactdoos 16A	16 A	3G2,5 mm <sup>2</sup>	Ja
Contactdoos CEE 2P+A	25 A	3G6 mm <sup>2</sup>	Nee
Stuur- en signalisatiekasten	6 A	3G1,5 mm <sup>2</sup>	Nee
Minimumspanningsbeveiliging	6 A	3G1,5 mm <sup>2</sup>	Nee
Gelijkrichter	6 A	3G1,5 mm <sup>2</sup>	Ja
Uitschakelspoel	6 A	3G1,5 mm <sup>2</sup>	Nee
Verwarmingsinstallatie in stuurkasten	6 A	3G1,5 mm <sup>2</sup>	Ja
Verwarmingsinstallatie in cabine	20 A	3G4 mm <sup>2</sup>	Ja
Installatie voor geforceerde ventilatie	16 A	3G2,5 mm <sup>2</sup>	Ja

Bovenvermelde opsomming is niet exhaustief, verschillende combinaties zijn mogelijk.

### 16.3.3 VERLICHTING

De verlichtingstoestellen en hun bediening zijn beschreven in §12.7.1, terwijl de details rond de bekabeling van deze kringen staan opgesomd in §11.6. Het is toegestaan om de verlichtingskring te combineren met andere kringen. Hierbij wordt de bekabeling aangepast aan de karakteristieken van de andere kring als deze een grotere doorsnede vereisen. In geval van een cabine van de DNG mag deze kring enkel gebruikt worden voor verbruikers die zich in de cabine bevinden.

#### **16.3.4 16A CONTACTDOOS**

De beschrijving van de contactdoos van 16 A 2P+A en van zijn bekabeling is terug te vinden in respectievelijk §12.7.2 en §11.6. Deze kring wordt bijkomend voorzien van een differentieelbeveiliging voor de personenbeveiliging en mag gecombineerd worden met andere verbruikers. Dit houdt in dat deze andere verbruikers gevoed worden door kabels met een doorsnede van minsten 2,5 mm<sup>2</sup>. In geval van een cabine van de DNG mag deze kring enkel gebruikt worden voor toestellen die gebruikt worden om werken uit te voeren aan de cabine. Het is aan de DNB wel toegestaan om apparatuur in de contactdoos te pluggen.

#### **16.3.5 CONTACTDOOS CEE 2P+A 32 A**

Voor de plaatsing van deze contactdoos wordt verwezen naar §12.7.2, terwijl de details van zijn bekabeling terug te vinden zijn in §11.6. Deze kring is voorbehouden aan de DNB voor het aansluiten van de meetwagen. Deze kring wordt bijkomend voorzien van een differentieelbeveiliging voor de personenbeveiliging. Deze kring mag niet gecombineerd worden met andere kringen. De betrokken DNB geeft in haar bijkomende voorschriften op indien deze nodig is (§12.7.2).

#### **16.3.6 STUUR- EN SIGNALISATIEKASTEN**

Indien een stuurkast wordt gebruikt die onder spanning moet blijven wanneer de hoofdschakelaar van het ALSB wordt geopend, moet hiervoor een aparte kring voorzien worden. Voor de DNB is dit het geval voor voedingen van RTU-kasten (tele-bediening en tele-signalisatie kasten) die op 230 V worden gevoed. Deze stuurkasten zijn vervaardigd uit kunststof als de cabine is aangesloten op een net met niet-globale aarding. De RTU mag niet met andere kringen gecombineerd worden. De bekabeling voor deze kring wordt geplaatst volgens de richtlijnen van §11.6. Enkel de DNB heeft toegang tot deze kring.

#### **16.3.7 MINIMUMSPANNINGSBEVEILIGING**

Voor de minimumspanningsbeveiliging van de individuele transformatoren wordt een kring voorzien van 230 V die niet mag gecombineerd worden met andere kringen. De bekabeling wordt gerealiseerd volgens de richtlijnen van §11.6. Deze kring is enkel toegankelijk voor de DNB. Dit is niet van toepassing bij automatische wederinschakeling via VDS.

#### **16.3.8 GELIJKRICHTER**

De voeding van de gelijkrichter mag gecombineerd worden met andere kringen. De kast waarin de gelijkrichter en de eventuele batterij(en) gemonteerd zijn, zijn vervaardigd uit kunststof als de cabine is aangesloten op een net met niet globale aarding. De bekabeling voor deze kring wordt geplaatst volgens de richtlijnen van §11.6. Deze kring is, behoudens uitzonderingen, enkel toegankelijk voor de DNG.

#### **16.3.9 VERWARMINGSINSTALLATIES IN STUURKASTEN**

Deze verwarmingsinstallatie mag gecombineerd worden met andere kringen. De bekabeling voor deze kring wordt geplaatst volgens de richtlijnen van §11.6. Zowel DNB als DNG maken gebruik van deze kring.

#### **16.3.10 VERWARMINGSINSTALLATIES IN DE CABINE**

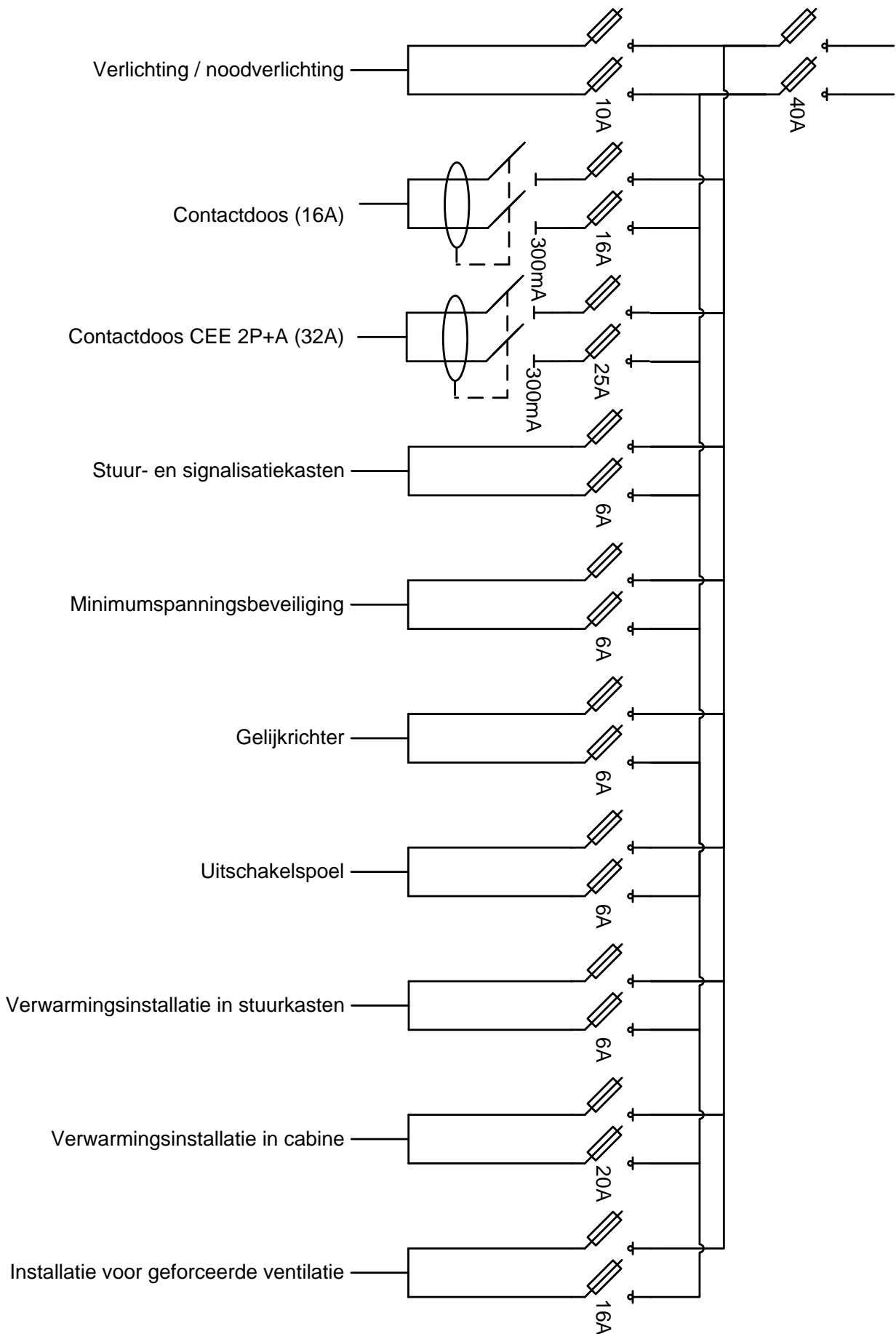
Deze verwarmingsinstallatie mag gecombineerd worden met andere kringen. De bekabeling voor deze kring wordt geplaatst volgens de richtlijnen van §11.6. Deze kring is voorbehouden voor de DNG.

#### **16.3.11 INSTALLATIE VOOR GEFORCEERDE VENTILATIE**

De ventilatie-installatie mag gecombineerd worden met andere kringen. De bekabeling voor deze kring wordt geplaatst volgens de richtlijnen van §11.6. Deze kring is voorbehouden voor de DNG.

#### **16.3.12 SCHEMATISCHE VOORSTELLING VAN DE AC HULPVOEDINGEN**

Op de volgende bladzijde is een voorbeeldschema in TN-S weergegeven.



## 16.4 HULPVOEDINGEN OP 24/48 V DC (AUX TYPE B)



### 16.4.1 VERDEELBORD

Het verdeelbord van de hulpvoedingen op 24/48 V DC wordt samengesteld conform NBN EN 61439 “LS-schakel- en verdeelborden”.

Voor de beveiliging van het hulpvoedingsbord wordt doorgaans gebruik gemaakt van MCB's.

Het kaliber van de MCB wordt bepaald door de verbruikers op 24/48 V DC terwijl de waarde van de hoofd MCB bepaald wordt door het vermogen van de gelijkrichter(s) en zijn batterij(en).

### 16.4.2 VERBRUIKERS VAN DE HULPVOEDINGEN

Volgende verbruikers kunnen aanwezig zijn in een cabine:

- Beveiligingsrelais en de daarmee verbonden minimumspanningsspoel ;
- motorbediening van de FU('s);
- stuur- en signalisatiekasten;
- RTU;
- foutstroomindicator;
- uitschakelspoel.

Verbruikers	Kaliber van de automaat	Kabelsectie	Samen met andere vertrekken
Beveiligingsrelais	6 A	2x1,5 mm <sup>2</sup>	Nee <sup>(*)</sup>
Motorbediening lastscheidingschakelaar	6 A	2x1,5 mm <sup>2</sup>	Nee
Stuur- en signalisatiekasten	10 A	2x1,5 mm <sup>2</sup>	Nee
RTU	4 A	2x1,5 mm <sup>2</sup>	Nee
Foutstroomindicator	2 A	2x1,5 mm <sup>2</sup>	Nee
Minimumspanningsspoel voor beveiligingsrelais	gecombineerd met de kring van het beveiligingsrelais		
Uitschakelspoel	gecombineerd met de kring van het beveiligingsrelais		

<sup>(\*)</sup> Met uitzondering van de minimumspanningsspoel voor het beveiligingsrelais en de uitschakelspoel die omwille van hun werking tot eenzelfde kring moeten behoren.

Bovenvermelde opsomming is niet exhaustief, verschillende combinaties zijn mogelijk.

### 16.4.3 BEVEILIGINGSRELAIS

Deze kring staat in eerste instantie in voor de voeding van het beveiligingsrelais en zorgt bovendien voor de voeding van de uitschakelspoelen. De bekabeling voor deze kring wordt geplaatst volgens de richtlijnen van §11.6. Deze kring mag niet gecombineerd worden met andere kringen en is enkel toegankelijk voor de eigenaar van het beveiligingsrelais.

### 16.4.4 MOTORBEDIENING LASTSCHEIDINGSSCHAKELAAR

Deze kring staat in voor de voeding van de motor van de lastscheidingschakelaar en zijn stuurkring. De bekabeling voor deze kring wordt geplaatst volgens de richtlijnen van §11.6. Deze kring is enkel toegankelijk voor de exploitant van de betrokken FU.

### 16.4.5 RTU

Voor de RTU wordt een aparte kring in het 24/48 V DC-verdeelbord voorzien. Deze kring is enkel toegankelijk voor de DNB. De bekabeling voor deze kring wordt geplaatst volgens de richtlijnen van §11.6.

### 16.4.6 FOUTSTROOMINDICATOR

De voeding van de foutstroomindicator mag gecombineerd worden met de voeding van andere verbruikers die enkel door de DNB gebruikt worden. Deze kring is enkel toegankelijk voor de DNB. De bekabeling voor deze kring wordt geplaatst volgens de richtlijnen van §11.6.

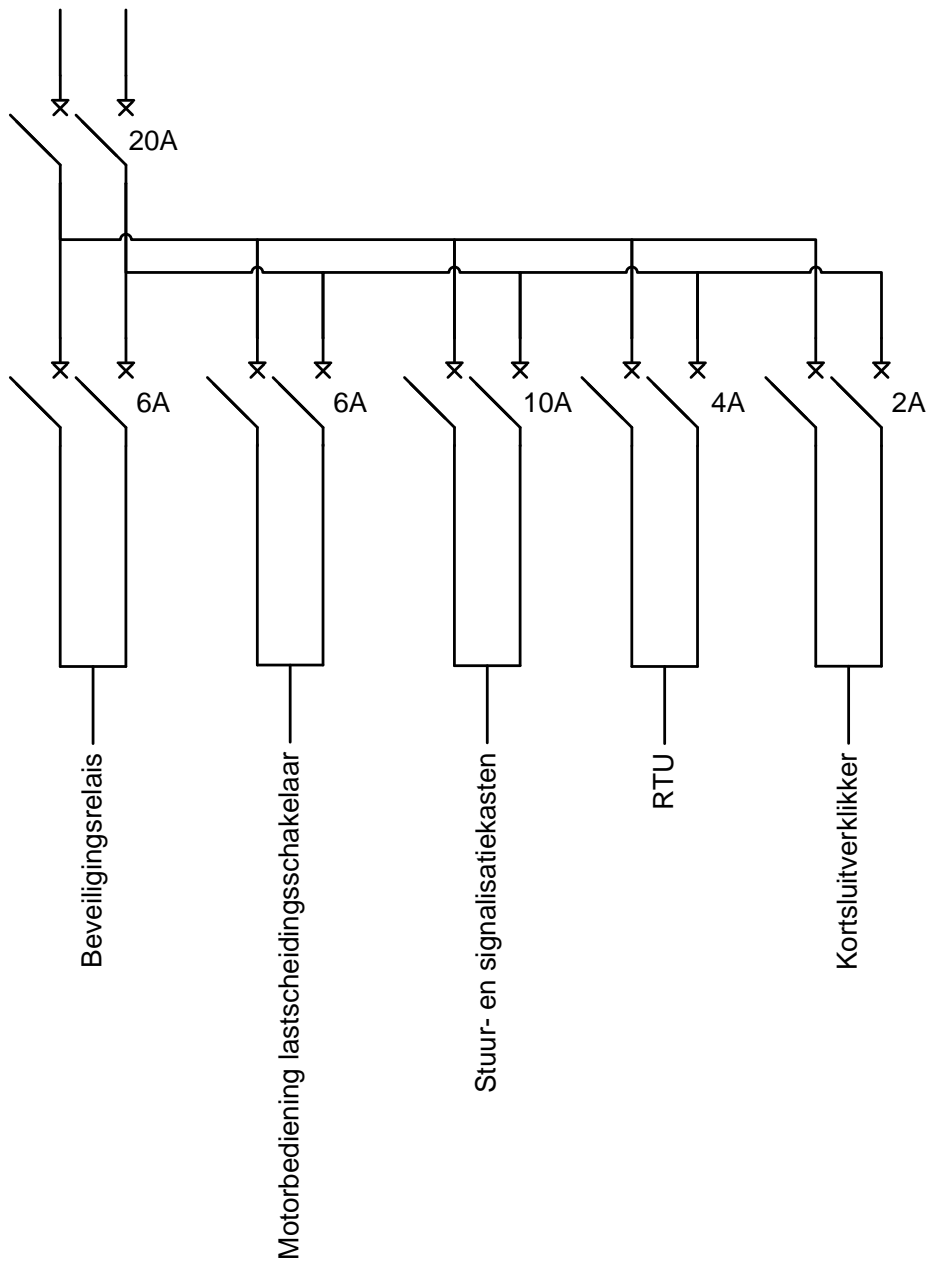
### 16.4.7 MINIMUMSPANNINGSSPOEL

Deze kring is, omwille van zijn functie, verplicht dezelfde als die van het beveiligingsrelais.

### 16.4.8 UITSCHAKELSPOEL

Deze kring is dezelfde als die van het beveiligingsrelais.

### 16.4.9 SCHEMATISCHE VOORSTELLING VAN DE DC HULPVOEDINGEN



## 16.5 GELIJKRICHTER MET BATTERIJEN



De gelijkrichter heeft een uitgangsspanning van 24/48 V DC. Het vermogen van de gelijkrichter is aangepast aan het verbruik dat op 24/48 V DC vereist is. De capaciteit van de batterijen wordt gekozen in functie van de gewenste autonomie.

De gelijkrichter met batterijen kan voorzien worden van volgende alarmen:

- watchdog (bewaking van de goede werking);
- asymmetriebewaking van de batterijen;
- capaciteit van de batterijen.

Deze alarmen brengen de DNG op de hoogte van het mogelijk wegvallen van zijn verzekerde hulpvoeding. De afwezigheid van de verzekerde hulpvoeding kan leiden tot de volledige uitschakeling van de HS-installatie als een beveiligingsrelais met externe voeding wordt gebruikt.

De volledige installatie met gelijkrichter en batterijen wordt daarom bij voorkeur van een bewaking van zijn goede werking voorzien zodat de DNG verwittigt wordt in geval van een anomalie. Indien de cabine uitgerust is met een RTU, kan een signalisatie naar de Scada van de DNB voorzien worden die op zijn beurt de DNG op de hoogte kan brengen van dit alarm.

In gevallen waar de afwezigheid van de verzekerde hulpvoeding de uitschakeling van de volledige HS-installatie veroorzaakt, worden de gelijkrichters bij voorkeur redundant uitgevoerd. Op die manier heeft de DNG de tijd om een defecte gelijkrichter te vervangen vooraleer de batterijen leeg zijn. In de tabel van §16.2 wordt met 2G (= 2 gelijkrichters) aangegeven welke kringen bij voorkeur het best met twee gelijkrichters worden uitgevoerd.

In de kast waarin de gelijkrichter met zijn batterijen is ondergebracht, wordt best een systeem voor het compenseren van de temperatuur voorzien. Dit systeem verbetert de efficiëntie en de levensduur van de batterijen en wordt gevoed op 230 V AC.



# 17 SMART GRID



## 17.1 DEFINITIE VAN SMART GRID

Een Smart Grid is een distributienet dat het gedrag en de handelingen van alle op dit net aangesloten gebruikers (producenten en verbruikers) op een intelligente manier integreert om een efficiënt, doeltreffend, duurzaam en economisch beheer ervan mogelijk te maken.



## 17.2 TOEPASSINGSGBIED

Alle cabines van de DNG worden zodanig opgebouwd dat ze de Smart Grid ready-filosofie naleven zoals beschreven in dit hoofdstuk aangevuld met de bijkomende voorschriften van de DNB. Ook al is de cabine bij aanvang niet uitgerust met alle componenten nodig om geïntegreerd te worden in een Smart Grid, toch moet haar opbouw er rekening mee houden. De details hierover worden in §17.4 toegelicht. De voorschriften beschreven in dit hoofdstuk zijn niet van toepassing op werfcabines.



## 17.3 FILOSOFIE VAN DE SMART GRID READY CABINE

Het is een cabine waarbij de afmetingen van het lokaal al vanaf de voorstudie zodanig zijn gekozen dat er rekening wordt gehouden met het huisvesten van de verschillende bijkomende uitrustingen opgelegd door de DNB met het oog op Smart Grids.

De introductie van zogenaamde „Smart Grid” technologieën maakt een optimaal beheer van de injectiecapaciteit en de verbruikscapaciteit mogelijk voor de DNB. De aandacht gaat hierbij voornamelijk uit naar de decentrale productie van de DNG's, zodat eventuele congestieproblemen kunnen worden verholpen. door rechtstreeks in te grijpen op het productie- of verbruiksprofiel.

De term decentrale productie verwijst naar minimaal de volgende technologieën:

- fotovoltaïsche panelen;
- WKK-installaties;
- gas- of hydraulische turbines;
- windturbines enz.

Hieronder wordt een niet exhaustief overzicht gegeven van de belangrijkste technologieën die gepaard gaan met Smart Grids:

- installatie voor de hulpvoedingen;
- tele-signalisatie en -bediening (RTU) met zijn communicatiemiddelen (antenne, modem, enz.);
- motorisatie van de FU's;
- met de SCADA van de DNB compatibele stroom- en spanningssensoren in de HS en/of LS-installatie en een concentrator om de gegevens over de belastingen, de spanningskwaliteit, enz. te registreren;
- met de SCADA van de DNB compatibele meet- en signalisatiesystemen voor volgende elektrische grootheden: P (actief vermogen), Q (reactief vermogen), I (stroom), U (spanning);
- online tapchanger en zijn sturing, of een gelijkaardig systeem voor de spanningsregeling van distributietransformatoren;
- foutstroomindicatoren, al dan niet communicerend;
- klimatisatiesystemen voor bovenvermelde apparatuur indien dit vereist is.



## 17.4 DE SMART GRID TECHNOLOGIEËN

### 17.4.1 INSTALLATIE VOOR DE HULPVOEDINGEN

De verschillende voorschriften inzake hulpvoedingen staan beschreven in hoofdstuk 16.

In het kader van een Smart Grid ready cabine is de voornaamste vereiste de ruimte die in de cabine moet worden voorzien voor het installeren van de hulpvoedingen.

Een grondoppervlak van 1 m x 0,6 m (BxD) met een minimale vrije ruimte van 0,8 m aan de voorkant van het bord en een hoogte van 2,15 m zijn noodzakelijk voor de plaatsing van deze hulpvoedingen.

## 17.4.2 TELE-SIGNALISATIE EN TELE-BEDIENING (RTU)

De tele-signalisatie en tele-bediening van de Smart Grid cabine zal door één of meerdere RTU's worden gegarandeerd.

De RTU zal door de DNB worden geïnstalleerd en beheerd. Deze zal tegen de muur worden bevestigd of in een kast ingebouwd worden.

In beide gevallen zijn een grondoppervlak van benaderend 1 m x 0,6 m (BxD) met een minimale vrije ruimte van 0,8 m aan de voorkant van het bord en een hoogte van 2,15 m noodzakelijk voor de plaatsing van de RTU.

In het geval van een RTU ingebouwd in een kast, kan deze ook in de hulpvoedingskast worden gemonteerd (zie §17.4.1). Vooral voor eenvoudige HS-installaties is een gezamenlijke oppervlakte voor beide installatiedelen van 1 m x 0,6 m (BxD) voldoende.

## 17.4.3 TELECOMMUNICATIEMIDDELEN

De plaatsing van een RTU houdt tevens de plaatsing in van een communicatiesysteem dat hiermee gepaard gaat.

De communicatie tussen de RTU en de SCADA van de DNB verloopt via een telecommunicatieoperator, die varieert in functie van de gebruikte technologie.

Ongeacht het geïnstalleerde communicatiesysteem (KTV, gsm-dataverkeer, XDSL, enz.) waarmee de verbinding tussen de SCADA en de RTU tot stand wordt gebracht, zijn de belangrijkste punten waarmee rekening moet worden gehouden om de cabine Smart Grid ready te maken de volgende:

- Een ruimte van benaderend 0,6 x 0,6 m voorzien voor een wandkast (min. IP41) naast de RTU en met een gelijkaardige bevestiging waarin de nodige apparatuur van het weerhouden communicatiesysteem wordt ondergebracht. Indien mogelijk mag deze apparatuur in de telebedieningskast of de kast voor de hulpvoedingen worden voorzien.
- Indien nodig, de plaatsing van een antenne (radio- of GSM) aan de voorzijde van de cabine of aan de voorzijde van het gebouw.
- In geval van een draadloze verbinding, een opening aan de voorzijde van de cabine om de kabel van de antenne door te laten of, in geval van een verbinding via kabel, een opening in de kabelkelder voor een telecommunicatiekabel.

## 17.4.4 MOTORISATIE VAN DE FU'S VAN DE LUS

In het kader van de Smart Grid ready cabine, wordt minstens één van de FU's van de lus (geëxploiteerd door de DNB) uitgerust met een motorbediening. Deze motorbediening zal door de leverancier van de FU's al in de fabriek worden gemonteerd en de bekabelingsschema's moeten door de DNB worden goedgekeurd.

De DNB kan de toestemming geven om deze motorisatie niet te voorzien. Dit zal in elke studie van de aansluiting worden vermeld.

## 17.4.5 KLANTKLEMMENSTROOK (XC ) VOOR DE MOTORISATIE VAN EEN FU.

Voor de uitvoering van deze klemmenstrook neemt de DNG contact op met de DNB.

## 17.4.6 KORTSLUITVERKLIKKER

Het type kortsluitverklikker evenals de plaatsing ervan staan beschreven in de bijkomende voorschriften van de DNB.

## 17.4.7 KLIMATISATIE

De Smart Grid ready cabines zijn of zullen uitgerust worden met elektronische toestellen (telecommunicatiesysteem, beveiligingsrelais, RTU, hulpvoedingen). De werking van de componenten moet gegarandeerd blijven onder de externe invloeden waaraan de cabine onderhevig is.

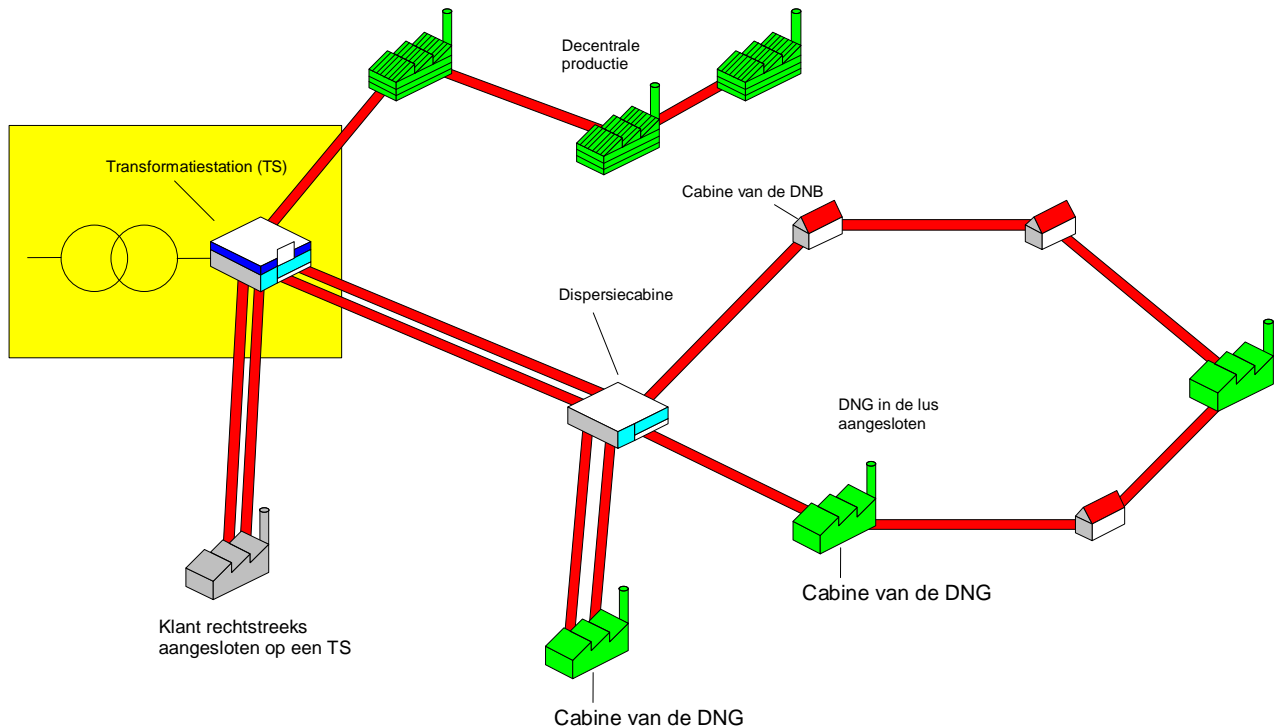
De DNG zal in zijn technisch dossier aangeven hoe hij binnen deze grenzen blijft en de technische karakteristieken van het eventuele klimatisatiesysteem aan de DNB voorleggen.

# 18 DNG RECHTSTREEKS AANGESLOTEN OP EEN TS

## 18.1 ALGEMEENHEDEN EN DEFINITIES



Onderstaande figuur toont de verschillende aansluitingen op het HS-distributienet van de DNB.



Een DNG met een rechtstreekse aansluiting is een gebruiker met een aansluiting rechtstreeks gevoed vanuit een TS (grens tussen transport en distributie) of een door de DNB gelijkwaardig gestelde installatie. De kabels worden enkel voor deze welbepaalde DNG gebruikt. Er worden dus geen andere cabines aangesloten op deze voedingskabels. De eerste cabine van een lus behoort niet tot deze categorie.

Het aantal benodigde kabelsets volgend uit de studie van de DNB wordt onder meer bepaald door het gevraagde aansluitvermogen, hun kabelsecties en het aantal FU's aan beide uiteinden.

De voorschriften van de vorige hoofdstukken blijven van toepassing. Eventuele afwijkingen of aanvullingen hierop worden in de volgende paragrafen opgesomd.

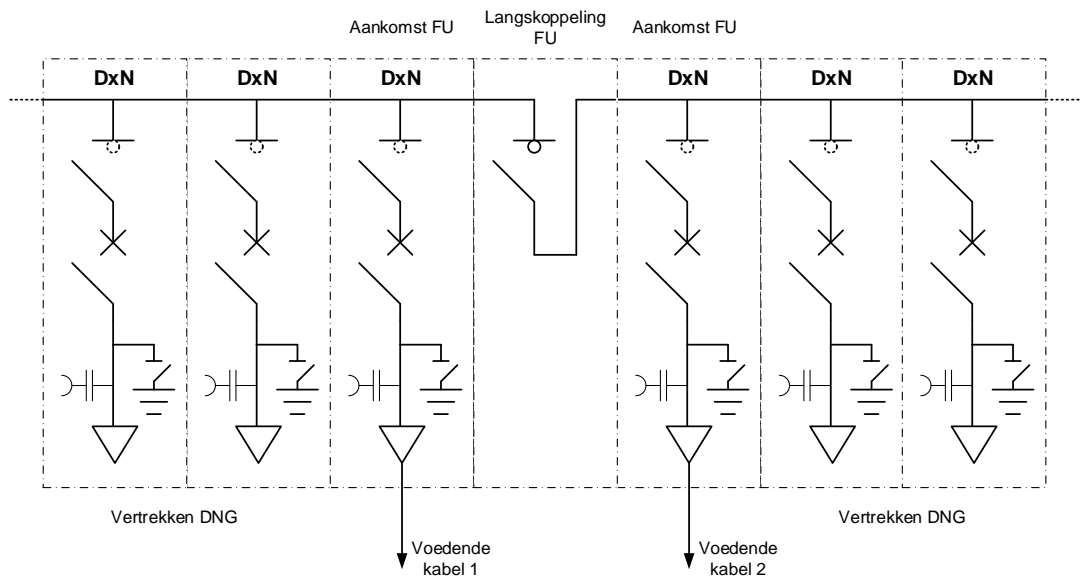


## 18.2 AANSLUITSCHEMA'S EN EXPLOITATIEGRENZEN

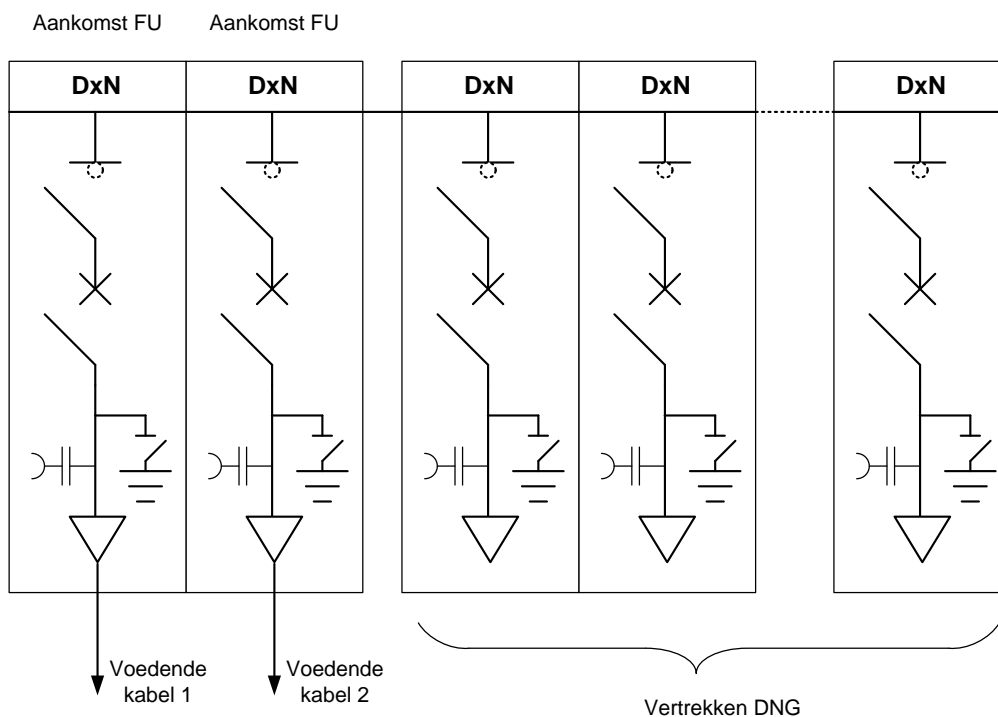
De verschillende schema's van dit hoofdstuk geven enkel de principes weer om het concept van redundantie te verduidelijken. De symboliek voor deze FU's zijn voorgesteld in het voorschrift C2/119.

### 18.2.1 REDUNDANTE VOEDING EN REDUNDANTE INSTALLATIE BIJ DE DNG

Bij wijze van voorbeeld wordt een voeding door middel van 2 kabelsets weergegeven. Deze opstelling is voorzien op zowel een defect in de voedingskabels als een defect op het barenstel (links of rechts) van de installatie van de DNG. Bij een kabeldefect schakelt de kabelbeveiliging (zie verder) enkel het defecte netdeel uit. Bij een defect op één barenstel wordt de volledige installatie van de DNG terug onder spanning gebracht indien de secundaire cabines in kabellussen zijn aangesloten die zowel met het linker als met het rechter deel van het barenstel verbonden zijn. Deze opstelling kan op een gelijkaardige manier uitgebreid worden naar meerdere voedingskabels. Elke rechtstreekse aansluiting op een TS wordt uitgerust met een bijkomende max I (zie 18.7.1) beveiliging aan de zijde van de DNG teneinde zijn barenstel te beveiligen.



### 18.2.2 REDUNDANTE VOEDING MAAR GEEN REDUNDANTE INSTALLATIE BIJ DE DNG

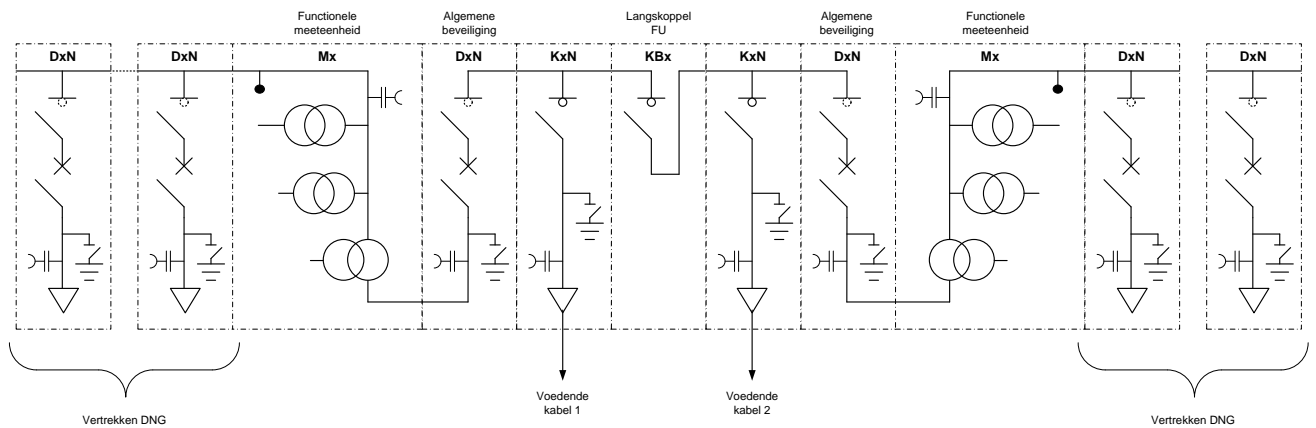


Bij wijze van voorbeeld is hier een voeding door middel van 2 kabelsets weergegeven. Deze opstelling is enkel voorzien op een defect in de voedingskabels.

Bij een kabeldefect schakelt de kabelbeveiliging (zie verder) enkel het defecte netdeel uit. Bij een defect op het barenstel komt de volledige installatie van de DNG buiten spanning te staan (de waarschijnlijkheid dat een defect op het barenstel voorkomt is echter veel kleiner dan op een voedingskabel). Deze opstelling kan op een gelijkaardige manier uitgebreid worden naar meerdere voedingskabels.

In deze configuratie wordt elke rechtstreekse aansluiting op een TS uitgerust met een bijkomende max I beveiliging aan de zijde van de DNG teneinde zijn barenstel te beveiligen.

## 18.2.3 REDUNDANTE VOEDING EN EEN ALGEMENE BEVEILIGING BIJ DE DNG



In dit geval is de beveiliging zoals beschreven in hoofdstuk 13 van toepassing. Andere configuraties met meerdere voedingen zijn mogelijk in functie van de specifieke behoeften.

## 18.3 EXPLOITATIEGRENZEN



Bij een rechtstreekse aansluiting op een TS geldt eveneens het principe dat slechts één partij één bepaalde FU mag bedienen. In dit geval mogen de FU's "aankomst kabel" enkel bediend worden door de DNB. De overige FU's worden door de DNG geëxploiteerd. De kabels tot aan de cabine, de eindsluitingen en de differentieelbeveiliging worden geëxploiteerd door de DNB.

De DNG is eigenaar van alle FU's en is tevens verantwoordelijk voor het onderhoud ervan.

In geval van een aansluiting van een windmolenpark wordt een hoofdcabine geëist.

## 18.4 METING



De meting van een cabine van een DNG met een rechtstreekse aansluiting gebeurt doorgaans in het TS of de door de DNB gelijkwaardig gestelde installatie en moet steeds gebeuren volgens de driewattmetermethode. Per kabelverbinding wordt een afzonderlijke meter met impulsuitgangen geplaatst. De DNB kan eisen dat deze zich toch in de cabine van de DNG bevindt.

Indien de DNG een signalatiekabel door de DNB laat aanleggen (wat steeds het geval is wanneer een differentiaalbeveiliging gerealiseerd wordt) kunnen de impulsen van de meting ter informatie aan de DNG ter beschikking gesteld worden. Voor de technische details hiervan of voor het ter beschikking stellen van de meetgegevens volgens een andere technologie, neemt de DNG contact op met de DNB.

Het staat de DNG vrij een eigen meting te plaatsen. Er dient op gewezen te worden dat er een verschil bestaat tussen de controlemeting en de meting aan de bron. Dit is te wijten aan 2 factoren:

- kabelverliezen;
- nauwkeurigheid van de meetapparatuur die kan variëren.

Om dit laatste verschil zo klein mogelijk te houden wordt aan de DNG aanbevolen meetapparatuur te installeren met dezelfde nauwkeurigheid als die van de DNB.

Verschillen in meting worden gecontroleerd. Voor de facturatie is het echter de meting in het TS of in de door de DNB gelijkwaardig gestelde installatie die bepalend is.

## 18.5 ELEKTRISCHE KARAKTERISTIEKEN VAN DE FU'S



Onderstaande tabel geeft een samenvatting van de minimale waarden van de toegewezen korte duur stroom  $I_k$  (voor FU's met een toegekende spanning ( $U_r$ ) van 17,5 kV) en van de foutstroom bij een interne boog waaraan de FU's moeten voldoen wanneer ze ondergebracht zijn in een cabine van de DNG rechtstreeks aangesloten op een TS.

Deze waarden verschillen in functie van volgende factoren:

- de waarde van de maximale kortsluitstroom (in functie van het kortsluitvermogen);
- de aan- of afwezigheid van een decentrale productie en desgevallend haar productieniveau;
- het type aansluiting van de DNG.

**Opmerking:** de onderstaande tabel is eveneens geldig voor het specifieke geval van een aansluiting op een dispersiecabine (schakelpost of verdeelpost).

Decentrale productie	$I_k \text{ TS} \leq 25\text{kA}^{(*)}$	$I_k \text{ TS} > 25\text{kA}^{(*)}$
Met significante decentrale productie <sup>17</sup>	Rechtstreeks verbonden met de dispersiecabine: $I_k=20 \text{ kA} - 1 \text{ s}$ en IAC $16 \text{ kA} - 1 \text{ s}$	$I_k=25 \text{ kA} - 1 \text{ s}$ en IAC $25 \text{ kA} - 1 \text{ s}$
	Rechtstreeks verbonden met het TS: $I_k=25 \text{ kA}^{(**)}$ - 1 s en IAC $20 \text{ kA} - 1 \text{ s}$	
Zonder significante decentrale productie	Rechtstreeks verbonden met het TS: $I_k=20 \text{ kA} - 1 \text{ s}$ en IAC $16 \text{ kA} - 1 \text{ s}$	

(\*) De toe te passen waarde wordt in de studie van de DNB meegedeeld.

In beide gevallen (aansluiting op een TS of op een dispersiecabine) wordt de stroomsterkte van het barenstel gekozen in functie van het aansluitvermogen. De mogelijke stroomsterkten zijn 630 A, 800 A of 1250 A.

Het gebruikte materiaal wordt, overeenkomstig de lijst C2/114, gekozen in functie van de vereiste korte duurstroom  $I_k$  en de gebruiksspanning.

De FU's van de DNG waarin de netkabels aankomen zijn voorzien van vermogensschakelaars die de kortsluittesten van tabel 33 van NBN EN 62271-100 succesvol hebben ondergaan. Deze FU's zijn bijkomend uitgerust met een LS-compartiment dat voldoende groot is om de toestellen voor de installatie van de selectieve kabelbeveiliging. De afmetingen ervan worden ter goedkeuring voorgelegd aan de DNB.

## 18.6 KABELS EN TOEBEHOREN

### 18.6.1 VOEDINGSKABELS

Afhankelijk van het vereiste niveau van redundantie (volgens de criticiteit van de te voeden belasting), zijn verschillende configuraties mogelijk. De meest betrouwbare configuratie is een verbinding waarbij de kabelsets geografisch van elkaar gescheiden zijn en dit zowel op openbaar domein als op privé domein.

Het aantal kabelsets, het type kabel en zijn sectie worden bepaald in de studie van de DNB.

### 18.6.2 SIGNALISATIEKABEL

Bij gebruik van een differentieelbeveiliging voor de kabelsets wordt een signalisatiekabel voorzien. Eén signalisatiekabel is bruikbaar voor meerdere kabelsets.

<sup>17</sup> significante decentrale productie: decentrale productie die een bijdrage levert aan de korte duur stroom ( $I_k$ ) die  $\geq 1,1$  x de nominale stroom van elke afzonderlijke decentrale productie-eenheid (bijvoorbeeld cogeneratie)

## 18.7 BEVEILIGING

### 18.7.1 MAX I BEVEILIGING (+AARDFOUTBEVEILIGING)

In het geval van afwezigheid van een algemene beveiliging in de cabine van de DNG wordt nagegaan dat het contractueel vermogen niet wordt overschreden via de meting. Een overschrijding heeft voor deze aansluitingen immers geen effect op andere DNG's.

Om deze reden worden de beveiligingsrelais van deze verbindingen (vertrek in het TS en aankomst in de cabine van de DNG) als volgt ingesteld:

$I_{>}$	in functie van de belastbaarheid van de kabel	$t_{>}$	volgens de voorschriften van de DNB
$I_{>>}$	volgens de voorschriften van de DNB	$t_{>>}$	volgens de voorschriften van de DNB
$I_{0>}$	volgens de voorschriften van de DNB	$t_{0>}$	volgens de voorschriften van de DNB
$I_{0>>}$	volgens de voorschriften van de DNB	$t_{0>>}$	volgens de voorschriften van de DNB

### 18.7.2 DIFFERENTIEELBEVEILIGING (LANGSDIFFERENTIEELBEVEILIGING)

Deze beveiliging zorgt voor een snelle uitschakeling van de defecte kabel waardoor de andere kabel(s) nog in dienst kan(kunnen) blijven.

De differentieelbeveiliging wordt door de DNB opgelegd. De DNG mag niet zelf een beveiligingsrelais aankopen daar deze compatibel moet zijn met het beveiligingsrelais dat zich aan de bronzijde (TS) bevindt.

### 18.7.3 DIRECTIONELE MAX I BEVEILIGING

Een directionele max I beveiligingsrelais is een beveiligingsrelais dat op basis van de vectoren I en U (gemeten met behulp van de beveiligingsmeettransformatoren, TI's en TP's) toelaat om de richting van de foutstroom te bepalen. Het bevel voor de uitschakeling van de verbinding wordt gegeven wanneer het beveiligingsrelais een foutstroom detecteert met een tegengestelde zin.

De TP's voor de beveiliging bevinden zich in het kabelcompartiment van de FU voor de rechtstreekse kabelaanluiting of in een aparte functionele meeteenheid, afhankelijk van de beschikbare plaats in het kabelcompartiment.

### 18.7.4 IMPLEMENTATIE VAN HET BEVEILIGINGSRELAIS

Het max I beveiligingsrelais is steeds van het type "met hulpvoeding" en wordt door de DNG geleverd en geplaatst. Het eventueel bijkomend differentieelbeveiligingsrelais wordt door de DNB geleverd, en door de DNG geplaatst. Beide beveiligingsrelais worden in het LS compartiment van de betrokken FU geplaatst.

De installateur van de cabine van de DNG werkt de uitvoeringsschema's uit aan de hand van het principeschema dat door de DNB wordt overhandigd bij de studie en legt ze ter goedkeuring voor aan de DNB.

### 18.7.5 BEVEILIGING VAN DECENTRALE PRODUCTIE

Hiervoor wordt verwezen naar hoofdstuk 19.

### 18.7.6 HULPVOEDING VAN HET RELAIS

Het is essentieel om het beveiligingsrelais te voeden met een verzekerde hulpvoeding die op haar beurt ondersteund is door een gelijkrichter met batterijen. Een minimumspanningsbeveiliging op de hulpvoeding van het relais is voor dit type aansluiting niet vereist.





# 19 DECENTRALE PRODUCTIE




## 19.1 ALGEMEENHEDEN

In dit hoofdstuk worden de praktische aspecten behandeld die nodig zijn om de cabine af te stemmen op de koppeling van een decentrale productie-installatie (DP) met een injectievermogen groter dan 10 kVA die een netgebruiker wenst te voorzien. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen de twee volgende type aansluitingen:

- DNG rechtstreeks aangesloten op een TS;
- DNG aangesloten in de lus.

Het Synergrid voorschrift C10/11 schrijft voor dat indien er een DP wordt geïnstalleerd, deze moet beveiligd worden tegen elke storing op het HS-distributienet, zoals vb. een kortsluiting. In geval van een fout op het HS-net mag de DP niet injecteren in het HS-distributienet. De beveiliging zorgt in dat geval voor de ont koppeling van de DP.

De details en de instellingen van de netontkoppelbeveiliging zijn terug te vinden in het Synergrid voorschrift C10/11. De plaatselijke DNB kan eventueel bijkomende eisen opleggen.

Gezien het hoge vereiste betrouwbaarheidsniveau van de ont koppelbeveiliging, moet het ont koppelrelais (NOB) en zijn uitschakelkring gekeurd worden en dit ten laste van de DNG. Na elke wijziging in de beveiligingskring moet opnieuw een keuring plaatsvinden en moet de DNB hiervan geïnformeerd worden door het overhandigen van een kopie van het keuringsverslag. 

Deze keuring omvat minstens de volgende elementen:

- de controle van de overeenkomst tussen de huidige instellingen van de installatie en de initiële waarden opgegeven door de DNB;
- de controle van de goede werking van de uitschakelkring.

In geval van een aansluiting van een windmolenpark moet een hoofdcabine voorzien worden aangezien het gedeelte van de installatie dat toegankelijk moet zijn voor de DNB zich om exploitatieredenen niet in de mast van de windmolen mag bevinden.

## 19.2 DEFINITIES

### Netontkoppelbeveiliging (NOB)

Een beveiligingsrelais dat instaat voor het ont koppelen van de decentrale productie in geval van een defect op het net.

### Minimumspanningsspoel (MSS)

Beveiliging zonder vertraging die de vermogensschakelaar uitschakelt die instaat voor de ont koppeling. Deze kan zich zowel op HS als op LS bevinden.

### Back-up beveiliging voor de netontkoppelbeveiliging

Het voorschrift C10/11 vermeldt de noodzaak van een eventuele back-up beveiliging. Deze back-up beveiliging berust in dat geval op het volgende principe: indien de ont koppel-vermogensschakelaar van de decentrale productie niet uitgeschakeld wordt door de ont koppelbeveiliging, moet na 0,3 seconden een stroomopwaarts gelegen vermogensschakelaar worden uitgeschakeld.

## 19.3 TECHNISCH DOSSIER



Het volledig technisch dossier van de decentrale productie-installatie, inclusief de betrokken LS-installatie en de HS-installatie, wordt beheerd door één technisch bevoegde coördinator. Deze coördinator is de enige gesprekspartner met de DNB voor alle aspecten van het volledige project voor de aansluiting van de decentrale productie-installatie.

Vooraleer de DNB kan overgaan tot het koppelen van een decentrale productie-installatie met het distributienet moet deze coördinator onderstaande stappen volgen.


### 19.3.1 INDIENING VAN HET TECHNISCH DOSSIER

Het technisch dossier moet ter goedkeuring aan de DNB voorgelegd worden. Enkel na goedkeuring hiervan kan de bestelling van het materiaal door de DNG plaatsvinden.

Dit technisch dossier omvat:

- de uitvoeringsschema's van de decentrale productie-installatie (vermogen-, signalisatie- en stuurkringen naar de SCADA van de DNB via de RTU);
- alle interacties met de LS- en HS-installatie waarop de DP is aangesloten;
- het inplantingsschema waarop alle onderdelen weergegeven zijn;
- het technisch dossier van de HS-installatie zoals beschreven in §2.3

### 19.3.2 INDIENING VAN EEN KOPIE VAN HET VERSLAG VAN HET GELIJKVORMIGHEIDSONDERZOEK VAN DE NOB

De NOB moet door een organisme, erkend via de procedure toegelicht in het Synergrid voorschrift C10/11, ingesteld en getest worden. Een kopie van dit verslag moet aan de DNB ter beschikking gesteld worden. 

### 19.3.3 INDIENING VAN HET VERSLAG VAN HET GELIJKVORMIGHEIDSONDERZOEK VAN DE DP

Dit gelijkvormigheidsonderzoek is nodig om na te gaan of het geïnstalleerd vermogen overeenkomt met de in de initiële aanvraag vermelde waarde.

### 19.3.4 INDIENING VAN HET VERSLAG VAN HET GELIJKVORMIGHEIDSONDERZOEK VAN DE ELEKTRISCHE INSTALLATIE WAAROP DE DP WORDT AANGESLOTEN

Dit gelijkvormigheidsonderzoek omvat het nazicht van de volledige beveiligingskring en bevat minstens de controle van volgende elementen:

- de instellingen van de NOB;
- de werking van de primaire ontregelkring (vb. de MSS);
- de werking van de back-up-kring.

## 19.4 METING VAN DE SPANNING VAN DE NETONTKOPPELBEVEILIGING

### 19.4.1 METING OP HS

De meting van de spanning gebeurt op HS wanneer één van de volgende drie situaties zich voordoet:

- indien het schijnbaar injectievermogen  $\geq 1000\text{kVA}$ . Voor een PV-installatie geldt het totale vermogen van de omvormers als referentie;
- indien de transformator waarop de decentrale productie wordt aangesloten zich niet in de hoofdcabine bevindt. De meting gebeurt dan in de hoofdcabine, onafhankelijk van het injectievermogen op HS;
- indien de decentrale productie verdeeld is over meer dan één transformator.

Voor de modaliteiten in verband met de meting van de spanning voor deze beveiliging wordt verwezen naar hoofdstuk 9. Een aparte functionele meeteenheid voor de meting van de spanning bevindt zich steeds stroomafwaarts van de algemene beveiliging.

Voor bestaande cabines wordt verwezen naar hoofdstuk 21.

### 19.4.2 METING OP LS

In alle andere gevallen dan deze beschreven in §19.4.1 kan de meting op LS plaatsvinden.

Er wordt echter wel steeds de voorkeur gegeven aan een meting op HS. Op die manier ondervindt de meting geen invloed van spanningsdips omwille van kortsluitingen op het LS-net van de installatie van de DNG (wat wel het geval is bij meting op laagspanning).

De spanningsmeting zelf bevindt zich in principe steeds in de hoofdcabine, onmiddellijk stroomafwaarts van de hoofdschakelaar van de hulpvoedingen, aan de LS-zijde van de transformator. Deze meting is beveiligd door middel van een scheidingsschakelaar met smeltveiligheden met aangepaste toegekende stroom en onderbrekingsvermogen. De smeltveiligheden bevinden zich in het verdeelbord van de hulpvoedingen op 230 V AC dat in hoofdstuk 16 is toegelicht. Voor de spanningsmeting wordt dus een bijkomende vierpolige schakelaar met smeltveiligheden voorzien. Dit impliceert dat de algemene beveiliging van het verdeelbord van de hulpvoedingen op 230 V AC een vierpolige schakelaar is.

Indien de installatie voor decentrale productie zich ver van de hoofdcabine bevindt en er geen technologisch voor de hand liggende oplossing bestaat om een stuurkabel tussen deze twee plaatsen aan te leggen, kan er afgeweken worden van het bovenvermelde voorschrift dat een meting in de cabine oplegt. De DNG zal voor elk dossier een technische verantwoording opgeven die door de DNB al dan niet aanvaard kan worden.

## 19.5 AANSLUITING VAN DE DNG



### 19.5.1 DNG'S RECHTSTREEKS AANGESLOTEN OP EEN TS

Rechtstreeks aangesloten DNG's krijgen voeding vanuit een TS, via één of meerdere bundels kabels. De kabels worden enkel voor deze welbepaalde DNG gebruikt.

De facturatiemeting geschiedt in principe in het TS. De DNB kan eisen dat deze zich toch in de cabine van de DNG bevindt.

De groene stroommeting gebeurt volgens de vereisten van het in voege zijnde technisch reglement.

De ontkoppelvermogenschakelaar bevindt zich stroomopwaarts of stroomafwaarts van de transformator in functie van de aanwezige installatie (LS of HS machine). De back-up gebeurt met een stroomopwaarts hiervan gelegen vermogenschakelaar.

De meting van de netontkoppelbeveiliging gebeurt met TP's die zich in de hoofdcabine bevinden. De typeconfiguraties zijn terug te vinden in bijlage 3.

### 19.5.2 DNG'S AANGESLOTEN IN EEN LUS

Deze DNG's hebben een klassieke aansluiting met minimaal één FU voor de aankomst en één FU voor het vertrek van de kabels.

De groene stroommeting gebeurt in de DP. De ontkoppelvermogenschakelaar bevindt zich eveneens ter hoogte van de decentrale productie-installatie op een voor de DNB toegankelijke plaats.

De back-up gebeurt met een stroomopwaarts gelegen vermogenschakelaar, die in het meest ongunstige geval de algemene beveiliging van de cabine is.

De typeconfiguraties zijn terug te vinden in bijlage 3.

## 19.6 MAATREGELEN TER BEPERKING VAN HET KORTSLUITVERMOGEN



Voor deze vereisten wordt verwezen naar het Synergrid voorschrift C10/11.

## 19.7 NETONTKOPPELBEVEILIGING



### 19.7.1 CONSTRUCTIEVE EISEN VAN DE BEVEILIGING

Indien een NOB opgelegd wordt door het voorschrift C10/11, dan moet deze naast de functionele eisen gesteld in dat voorschrift eveneens over de volgende constructieve eigenschappen beschikken:

- De NOB moet inbouwbaar zijn in een deur van de kast als hij voor zijn exploitatie bereikbaar moet zijn;
- De instellingen ervan moeten verzegelbaar zijn met een pincode indien de programmatietoetsen niet verzegelbaar zijn met een afdekplaatje.

Het geheel wordt ondergebracht in een kastje dat door de DNB wordt verzegeld. Het manipuleren van de NOB mag uitsluitend gebeuren door de DNB of door derden met een goedkeuring van de DNB.

### 19.7.2 OPSTELLING VAN DE BEVEILIGING

De NOB is steeds opgesteld in de HS-hoofdcabine, tenzij de hieronder vermelde afwijking van toepassing is en na expliciete goedkeuring van de DNB. Op deze manier heeft het personeel van de DNB toegang tot het beveiligingsrelais zonder opgeleid te moeten worden voor de specifieke risico's gebonden aan de activiteiten van de DNG binnenin zijn eigendom. Indien de NOB zich niet in de hoofdcabine bevindt, staat de DNG de DNB op volgende manieren bij:

- De DNG begeleidt de medewerker van de DNB tot op de plaats van de NOB. De DNG maakt hem attent op alle risico's die hij op weg naar de NOB kan tegenkomen.

- De DNG vergewist zich ervan dat er geen onaanvaardbare risico's zijn op de weg naar de werkplek en op de werkplek zelf.
- De DNG staat ter beschikking van de DNB voor de noodzakelijke periodieke keuringen.

Indien de TP van de kWh-meting eveneens gebruikt wordt om de meting van de netontkoppeling te verwezenlijken, bevindt de NOB zich in een verzegelbaar LS-compartiment van de functionele meeteenheid. Voor deze meetkring wordt een aparte beveiliging voorzien.

### 19.7.3 WERKINGSPRINCIPE VAN DE NETONTKOPPEL- EN BACK-UP BEVEILIGING

#### 19.7.3.1 NETONTKOPPELBEVEILIGING

Bij het vervullen van de uitschakelvoorwaarden moet de uitschakelkring de ont koppelvermogensschakelaar openen om zo de volledige decentrale productie te ont koppelen van het net.

Het contact ("Trip 1") dat deze beveiligingsfuncties bundelt, wordt in serie geplaatst met het Watchdog contact van het beveiligingsrelais. Het verbreken van één van deze contacten zet de MSS van de ont koppelvermogensschakelaar spanningsloos en ont koppelt zo de decentrale productie-installatie.

#### 19.7.3.2 BACK-UP BEVEILIGING

Indien de ont koppelvermogensschakelaar van de decentrale productie niet uitschakelt moet na een tijd van 0.3 sec een stroomopwaarts gelegen back-up vermogensschakelaar uitschakelen. De back-up wordt met een uitschakelspoel gerealiseerd. Deze sequentie dient als back-up indien de eerstgenoemde vermogensschakelaar faalt. Het werkingsprincipe is als volgt: Indien binnen de opgelegde tijd geen terugkoppeling ("feedback") van de ont koppelvermogensschakelaar heeft plaatsgevonden, zal een relaissyteem of de NOB een reactie geven naar de uitschakelspoel van de back-upschakelaar.

Omwille van de criticiteit van de andere kringen zal de vermogensschakelaar voor de back-up zich stroomopwaarts aan de LS-zijde van de transformator (bij voorkeur net voor de ont koppelvermogensschakelaar) bevinden.

Indien de decentrale productie-installatie over een ont koppelbeveiliging beschikt (vb. in de invertoren van PV-installaties) kan hij aan de DNB vragen om de back-up beveiliging te laten vervallen. Deze afwijking moet per dossier worden aangevraagd. De toestemming of weigering hangt af van de bijkomende eisen van elke DNB.

### 19.7.4 WERKING VAN DE MSS VOOR EEN DECENTRALE PRODUCTIE-INSTALLATIE

De uitschakeling van de vermogensschakelaar van de decentrale productie gebeurt door het onderbreken van een MSS die bij goede werking ononderbroken onder spanning staat. De uitschakelkring wordt aangesloten op een verzekerde voeding. Op deze manier ondervindt de MSS geen invloed van spanningsdips op het net waarop de decentrale productie-installatie is aangesloten.

### 19.7.5 WERKING UITSCHAKELSPOEL VOOR EEN DECENTRALE PRODUCTIE-INSTALLATIE

De uitschakelspoel wordt gebruikt voor de back-up vermogensschakelaar. Deze uitschakelspoel wordt aangesloten op de secundaire zijde van de transformator met een energiereserve onder de vorm van een condensator of batterijen. Hierdoor wordt een hogere graad van betrouwbaarheid bekomen voor de uitschakeling van de decentrale productie-installatie in geval van een defect.

### 19.7.6 RICHTINGSGEVOELIGE BEVEILIGING

In de studie afgeleverd door de DNB voor de aansluiting van de decentrale productie worden de modaliteiten van deze aansluiting bepaald. Het is mogelijk dat het injecteerbaar vermogen en het afneembaar vermogen op de plaats van de aansluiting verschillend zijn. De DNB geeft in zijn detailstudie aan of er een richtingsgevoelige beveiliging noodzakelijk is, en bezorgt desgevallend de vereisten en alle informatie omtrent de instelling van dit relais.

## 20 NET-NOODVOEDING

### 20.1 ALGEMEENHEDEN



#### 20.1.1 DEFINITIE

Onder een autonome stroombron wordt verstaan een elektrische energiebron waarvan het debiet onafhankelijk is van de in normale dienst gebruikte bron(nen), zij is in staat om gedurende een bepaalde tijd installaties of toestellen te voeden waarvan het in dienst houden onmisbaar is.

#### 20.1.2 NOODVOEDING



De noodvoeding is in principe afkomstig van een noodgenerator die wordt geïnstalleerd nabij de HS-installatie van de DNG. Deze is in staat een deel of het volledige vermogen over te nemen in geval van nood.

De noodvoeding afkomstig uit het distributienet is enkel toegelaten met de expliciete goedkeuring van de DNB en slechts tijdens de duur van de onbeschikbaarheid van de hoofdvoeding. Bovendien is de uitrusting voor de overschakeling steeds toegankelijk voor de DNB. Elke aanvraag voor deze configuratie wordt bijgevolg onderworpen aan een haalbaarheidsstudie door de betrokken DNB op basis van de exploitatie voorwaarden van het betrokken netdeel en kan enkel voorgesteld worden indien het resultaat van deze studie positief is.

### 20.2 NOODVOEDING VANUIT EEN NOODGENERATOR

Elke HS-configuratie kan bijkomend voorzien worden van een noodgenerator. De omschakeling van net naar nood gebeurt steeds op LS.

### 20.3 TECHNISCH DOSSIER



Van elke net-nood installatie stelt de installateur van de DNG een technisch dossier samen waarin hij rekening houdt met bovenvermelde vereisten. Dit dossier wordt door de DNB onderzocht. Pas na de goedkeuring ervan is de installateur in staat de nodige installatie-onderdelen te bestellen.

### 20.4 CONTROLE TER PLAATSE



Voor de indienstneming wordt de werking van het net-nood omschakelsysteem, al dan niet uitgebreid met een afstandsbediening via een SCADA, getest door een afgevaardigde van de DNB. Het testen gebeurt in aanwezigheid van de installateur die een volledige testprocedure heeft opgesteld. Deze testprocedure wordt op voorhand ter goedkeuring voorgelegd aan de DNB.

### 20.5 JAARLIJKSE CONTROLE



De controle van de goede werking wordt jaarlijks uitgevoerd door de DNG. De DNB kan tijdens deze controle, die op voorhand wordt aangevraagd, aanwezig zijn of zich laten vertegenwoordigen door een afgevaardigde om de goede werking van de installatie na te gaan.



# 21 WIJZIGINGEN AAN OF HERINDIENSTNEMING VAN CABINES



## 21.1 ALGEMEENHEDEN

Dit hoofdstuk beschrijft de minimale eis waaraan een bestaande cabine moet voldoen om terug in dienst te worden genomen na wijzigingen van constructieve of administratieve aard of na een herindienstneming zoals beschreven in §2.11 (doorgaans zonder materiële wijzigingen aan de installatie). De vereisten beschreven in dit hoofdstuk zijn gebaseerd op de volgende drie principes:

- de veiligheid (KB 4/12/2012 en welzijnswet 1996);
- de garantie van de selectiviteit met de andere DNG's aangesloten op dezelfde lus;
- het nemen van maatregelen tegen fraude (verzegeling van de meetuitrusting).

Deze eisen worden opgelegd opdat:

- de staat van de cabine zou beantwoorden aan de actuele exploitatieprincipes;
- de installatie zou voldoen aan de minimale technische, elektrische en veiligheidseisen van het distributienet (o.a. kortsluitvermogen, exploitatie volgens art. 266 van het AREI, enz.);
- de continuïteit van de elektriciteitsdistributie zou verzekerd blijven.

Er wordt een onderscheid gemaakt tussen volgende situaties:

- herindienstneming na een langdurige periode zoals gedefinieerd in §2.11;
- wijziging van geringe omvang;
- wijziging van belangrijke omvang;
- volledige vernieuwing van de cabine.

De definities van deze situaties worden in §21.2 toegelicht en ter verduidelijking aangevuld met voorbeelden. De eisen waar in de vier verschillende gevallen aan moet voldaan worden, zijn uitgebreid beschreven in §21.3.

Volgende wijzigingen zijn hoe dan ook **niet toegestaan**:

- het uitbreiden van een bestaande HS-installatie met één of meerdere nieuwe open HS-cellen;
- het verplaatsen van een bestaande open HS-installatie in een cabine;
- het vervangen van een olie gekoelde transformator door een droge transformator.
- vervangen van een transformator door een nieuwe droge transformator zonder de maatregelen beschreven in hoofdstuk 8 in acht te nemen.

## 21.2 HERINDIENSTNEMING EN TYPES WIJZIGINGEN



Deze paragraaf definieert de herindienstneming en de verschillende types wijzigingen en verduidelijkt ze aan de hand van voorbeelden.

### 21.2.1 HERINDIENSTNEMING

Dit is het opnieuw in dienst nemen van het HS-gedeelte van de DNG na een overdracht, faillissement (buitendienstneming omwille van veiligheidsredenen, fraude, selectiviteitsprobleem met het net van de DNB,...), situatie van overmacht of een ander onmiddellijk gevaar na een periode van meer dan 15 opeenvolgende werkdagen buiten dienst. In deze situatie wordt de algemene beveiliging in open toestand vergrendeld tot de nodige aanpassingen die verder in de tekst worden aangehaald, zijn uitgevoerd. De volledige installatie van de cabine moet voor indienstneming eveneens opnieuw terug gekeurd worden door een erkend organisme.



### 21.2.2 WIJZIGINGEN VAN GERINGE OMVANG

Wijzigingen van **geringe omvang** omvatten werkzaamheden die:

- enkel betrekking hebben op de transformator;
- noodzakelijk zijn omwille van een beperkt aantal geconstateerde gebreken aan de installatie;
- het gevolg zijn van het vervangen van een beperkt aantal onderdelen, die niet meer voldoen aan de actuele regelgeving of voorschriften.

De bestaande HS-installatie blijft in zijn geheel behouden en wordt niet uitgebreid.

Voorbeelden van dergelijke werkzaamheden zijn:

- het vervangen van één of een beperkt aantal bestaande HS-schakeltoestellen van de FU's van de lus met dezelfde functie (lastscheidingschakelaar of vermogensschakelaar).
- de upgrade van een scheidingschakelaar naar een lastscheidingschakelaar;
- het naar buiten de cel bedienbaar maken van bestaande open HS-cellen uitgerust met correct functionerende HS-schakelapparatuur (geen gekende of verhoogde risico's);
- het vervangen van een bestaande transformator door een andere transformator conform de eisen gesteld in hoofdstuk 8 zonder wijziging van de aard van de beveiliging (vb. het vervangen van de smeltveiligheden of het aanpassen van de instelling van de beveiliging);
- het verhogen van het afnamevermogen binnen de grenzen waarvoor de bestaande HS-installatie technisch ontworpen is;
- het dringend herstellen of vervangen van slechts enkele onderdelen van de installatie ten gevolge van een incident (defect, interne boog, enz.) met een beperkte impact in de cabine en na overleg met de DNB.

### 21.2.3 WIJZIGINGEN VAN BELANGRIJKE OMVANG

Wijzigingen van **belangrijke omvang** omvatten uitgebreide werkzaamheden of de toevoeging van bijkomende functionaliteiten. De bestaande installatie blijft gedeeltelijk of in zijn geheel behouden.

Voorbeelden van dergelijke werkzaamheden zijn:

- de inrichting van een bestaande HS-reservecel (dit is een cel voorzien van een kortsluitvast barenstel);
- het uitbreiden van de HS-installatie met één of meerdere FU's (dit is niet van toepassing voor open cellen);
- het bijplaatsen van een decentrale productie > 10kVA op een bestaande installatie;
- het aanpassen van de bestaande HS-installatie aan het vereiste kortsluitvermogen van het net;
- het hergebruiken van een bestaande FU die niet conform de huidige voorschriften is (hoofdstuk 6) en die een nieuwe FU voedt conform onderhavig voorschrift en goedgekeurd door de DNB;
- het aanpassen van de aard van de transformatorbeveiliging (van vermogensschakelaar naar gecombineerde lastscheidingschakelaar met smeltveiligheden of omgekeerd).

### 21.2.4 VOLLEDIGE VERNIEUWING VAN DE CABINE

Onder **volledige vernieuwing van de cabine** vallen de situaties waarbij het grootste deel (meer dan 50% van het totaal aantal FU's) van de cabine niet kan aangepast worden aan de van toepassing zijnde regelgeving. Hierdoor zijn werkzaamheden om de cabine in haar totaliteit te renoveren noodzakelijk.

Volgende wijzigingen geven in ieder geval aanleiding tot een volledige vernieuwing van de cabine:

- Het bijplaatsen van een decentrale productie op een bestaande installatie die hier niet voor gedimensioneerd is (vb. een WKK met grote bijdrage tot het kortsluitvermogen).
- De wijziging van het type aansluiting: vb. bij een overgang naar een rechtstreekse aansluiting (zelfs bij een verbinding met slechts 1 kabel) of wanneer de aansluiting via kabel niet meer compatibel is met de bestaande HS-installatie (vb. één kabel van 400 mm<sup>2</sup> of 2 kabels van 240 mm<sup>2</sup> die niet aansluitbaar zijn op de bestaande installatie).
- De noodzaak tot het verplaatsen van een open HS-installatie.

Voor een cabine uitgerust met FU's in de lus welke niet geschikt zijn voor stromen  $\geq 630$  A of waarvan het bestaande materiaal niet voldoet aan de reële korte duurstroom ( $I_k$ ) zou de DNB de vernieuwing van de installatie in samenspraak met de DNG kunnen opleggen (b.v. noodzakelijk als gevolg van een wijziging van de structuur van het net van de DNB).



## 21.3 MINIMALE VEREISTEN



Installaties die vallen onder de regelgeving van het ARAB moeten aangepast worden om ze in overeenstemming te brengen met het KB van 4 december 2012 betreffende de minimale voorschriften van de elektrische installaties inzake veiligheid op arbeidsplaatsen. Bovendien moeten al naar gelang de aard van de werkzaamheden aan de cabine maatregelen genomen worden om te voldoen aan de verderop gedefinieerde vereisten. Een samenvattend overzicht van deze eisen in functie van de omvang van de wijzigingen is weergegeven in §21.3.5.

### 21.3.1 HERINDIENSTNEMING OF WIJZIGING MET GERINGE OMVANG

Bij het opnieuw in dienst nemen van een cabine of na wijzigingen van geringe omvang aan een cabine moeten volgende documenten voorgelegd worden:

- Nieuw PV van conformiteitscontrole zonder inbreuken opgesteld door een erkend organisme.
- In geval van een vermogensschakelaar als algemene beveiliging: een nieuw verslag van instelling en goed functioneren afgeleverd door een erkend organisme.
- Een risicoanalyse uitgevoerd door eigen of ingehuurd personeel dat deskundig is op het gebied van risicoanalyses van HS- en LS-elektriciteitsinstallaties, zoals beschreven in het KB van 4 december 2012.
- Een controleverslag van de aansluiting van de TI's indien hieraan wijzigingen hebben plaats gevonden.

De DNB neemt de installatie niet opnieuw in dienst als hij op basis van de door hem opgestelde risicoanalyse (zie hoofdstuk 22) besluit dat er nog **onaanvaardbare of zeer hoge risico's** aanwezig zijn.

De minimale vereisten waaraan de cabine moet voldoen, worden in de onderstaande alinea's per thema opgesomd. Een bijkomende aanpassing is noodzakelijk indien er niet wordt voldaan aan deze vereisten.

#### 21.3.1.1 CABINELOKAAL

Voor het cabinelokaal gelden volgende minimale vereisten:

- In het cabinelokaal bevindt zich een up-to-date eendraadschema en het laatste PV van conformiteitscontrole van een erkend organisme.
- Het cabinelokaal (dak, muren, vloeroppervlak) is waterdicht met in het bijzonder de plaatsen waar de kabels het lokaal verlaten. Verder is er op geen enkele plaats indringingsgevaar door dieren.
- Het cabinelokaal bevat geen ontvlambare materialen.
- Het cabinelokaal is voldoende verlicht voor het uitvoeren van exploitatiehandelingen.
- De cabine is op correcte wijze geventileerd en voert overtollige warmte af zonder condensvorming te veroorzaken op de elektrische installaties (zie §12.6).
- Indien het cabinelokaal uitgerust is met een automatische brandblusinstallatie, dan wordt deze installatie, buiten werking gesteld in de aanwezigheid van een agent van de DNG (zie §12.3.1.).
- Het cabinelokaal is 24h op 24 en 7 dagen op 7 toegankelijk voor de DNB, zelfs in geval van onderbreking van de voeding. Indien dit niet het geval is, kan een gemotoriseerde afstandsbediening van de schakelaars van de FU's van de lus geëist worden door de DNB.
- Indien de bestaande ventilatieopeningen in niet-metalen omhulsels kleiner zijn dan 0,4 m<sup>2</sup> bruto, is een totale overdrukopening van minimum 0,6 m<sup>2</sup> bruto oppervlakte verzekerd.

#### 21.3.1.2 AARDING

De HS- en LS-aarding, alsook de aarding van het nulpunt van de transformator zijn conform de voorschriften van het AREI. De verbinding tussen HS-aarding en LS-aarding is enkel mogelijk als voldaan wordt aan de voorwaarden vermeld in hoofdstuk 14.

#### 21.3.1.3 HS-CELLEN

De term "cel" verwijst zowel naar de ter plaatse gemonteerde (open) cellen als naar omsloten materiaal (FU's).

De vereisten die gesteld worden aan de HS-schakelapparatuur zijn afhankelijk van hun uitvoering:

- ter plaatse gemonteerde installaties (open HS-cellen);
- omsloten schakelapparatuur (metallische of isolerende omhulsel).

Voor de ter plaatse gemonteerde installaties (open HS-cellen) gelden volgende vereisten:

- De beschermingsgraad van de HS-installatie is minstens conform AREI art. 44 en 51.
- Het barenstel is kortsluitvast en heeft minstens een doorsnede van 200 mm<sup>2</sup> koper.
- De bestaande HS-toestellen gebruikt in de installatie zijn bestand tegen de maximale kortsluitstroom van het distributienet.
- De afstand tussen de onder spanning staande delen onderling en tussen de massa zijn in overeenstemming met het AREI art. 8.
- De cellen van de lus zijn uitgerust met driepolige lastscheidingschakelaars. Bij afwezigheid van een aardingschakelaar zijn kogelaardingsbouten met bolvormige kop vereist (diameter van 20 mm of voorgeschreven door de DNB).
- De bediening van de schakelaars is mogelijk met gesloten deur. De bedieningstoestellen zijn correct gemarkeerd (aardingschakelaar: geel/groen).
- Indien mogelijk zijn alle meettransformatoren ondergebracht in een door de DNB vergrendelbare cel.
- Alle schakeltoestellen zijn spanningsloos gecontroleerd op hun correcte werking (bedieningsonafhankelijkheid, vergrendeling enz.).
- De deuren van de cellen van de lus zijn:
  - vergrendelbaar door de DNB met een hangslot;
  - ingeval van deuren in volle plaat: voorzien van één of meerdere kijkvensters om de visuele controle van de stand van de schakelapparatuur (open of gesloten) en van de toestand van de foutstroomindicatoren toe te laten.
- Indien technisch mogelijk zijn de schakelaars van de cellen van de lus voorzien van een glijprofiel om het plaatsen van een isolerende plaat mogelijk te maken teneinde de werkzone af te bakenen in geval van werken aan de kabel.

Voor de in fabriek gemonteerde FU's (materiaal in metalen of isolerende behuizing) gelden volgende vereisten:

- De FU heeft de mogelijkheid de aanwezigheid en afwezigheid van de spanning vast te stellen zonder zich in de nabijheidszone te begeven (art. 266 AREI).
- De FU's hebben een aardingschakelaar. Indien dit niet het geval is, moeten aardingsbollen aanwezig zijn (met een diameter van 20mm of met een diameter zoals voorgeschreven door de betrokken DNB). De bedieningsorganen moeten correct aangeduid zijn (aarding: geel/groen).
- Alle schakeltoestellen zijn spanningsloos gecontroleerd op een correcte werking (bedieningsonafhankelijkheid, vergrendeling enz.).

#### 21.3.1.4 ALGEMENE BEVEILIGING

Voor de algemene beveiliging gelden volgende vereisten:

- Ze is niet van het type “met groot olievolume (inhoud > 25 l)”.
- Het beveiligingsrelais is niet van het directe type, tenzij er kan aangetoond worden dat de werking ervan nog correct is en er een volledige selectiviteit met het stroomopwaarts gelegen net mogelijk is. Verder moet het voldoen aan het vereiste kortsluitvermogen. Bij vervanging van de transformator moet het beveiligingsrelais voldoen aan de eisen gesteld in hoofdstuk 13.

#### 21.3.1.5 TRANSFORMATORBEVEILIGING

Voor elke transformatorbeveiliging gelden volgende vereisten:

- Op vraag van de DNB wordt een minimumspanningsbeveiliging voorzien.
- Bij aanwezigheid van een minimumspanningsbeveiliging wordt de goede werking ervan geverifieerd. Indien de voorwaarden vermeld in §13.4 het toelaten mag de minimumspanningsbeveiliging vervangen worden door een tele-gesignaleerde foutstroomindicator.

#### 21.3.1.6 MEETINRICHTING

Het geheel van de meting voldoet aan volgende vereisten:

- De nauwkeurigheidsklasse is geschikt voor het contractueel vermogen.
- Voor contractuele vermogens  $\geq 1\text{MVA}$  is het principe van de driewattmetermethode steeds toegepast.

### 21.3.1.7 TRANSFORMATOR EN ZIJN LS-VERBINDING

Voor de transformator en zijn LS-verbinding met de zichtbare onderbreking zijn volgende richtlijnen van toepassing:

- Genaakbare delen van de transformator moeten beschermd zijn tegen rechtstreekse aanraking (AREI art. 44/51).
- Een met olie gevulde transformator wordt voorzien van een opvangbak (zie §8.2).
- Bij de vervanging van de transformator wordt eveneens de verbinding tussen de transformator en de zichtbare onderbreking vervangen indien deze niet voldoet aan de eisen gesteld in §11.5.
- Bij een transformatorbeveiliging met gecombineerde lastscheidingschakelaar met smeltveiligheden is aan de secundaire zijde van de transformator een LS-vermogensschakelaar voorzien voor contractbewaking. Deze voldoet aan de eisen gesteld in hoofdstuk 13.

### 21.3.2 WIJZIGINGEN VAN BELANGRIJKE OMVANG

De DNB stelt de installatie niet opnieuw in dienst als hij op basis van de door hem opgestelde risicoanalyse (zie hoofdstuk 22) besluit dat er nog **onaanvaardbare, zeer hoge risico's of hoge risico's** aanwezig zijn.

De minimale vereisten waaraan de cabine moet voldoen, worden in de onderstaande paragrafen per thema opgesomd. Deze vereisten zijn bijkomend op de eisen gesteld in §21.3.1.

#### 21.3.2.1 CABINELOKAAL

Naast de vereisten gesteld in §21.3.1.1 worden in geval van belangrijke werkzaamheden volgende bijkomende eisen gesteld:

- De binnenwanden zijn in een lichte kleur geschilderd.
- De deuren zijn, indien nodig, aangepast aan de constructieve eisen van §12.4.
- De cabine beschikt over een kabeldoorgang voor de dieselgroep of de meetwagen.

Verder zijn alle leidingen die niet gebruikt worden voor de elektrische installatie van de cabine verwijderd uit het cabinelokaal (§12.2.4).

#### 21.3.2.2 AARDING

Geen bijkomende eisen op deze gesteld in §21.3.1.2.

#### 21.3.2.3 HS-CELLEN

Bij werkzaamheden aan onderdelen van FU's worden deze in elk geval in hun geheel vervangen indien het schakelapparaat betreft welke gebreken vertoont.

In dit geval worden de voorschriften voor de HS-schakelapparaat in hoofdstuk 6 van huidig voorschrift nageleefd.

In geval van een uitbreiding mag nieuwe apparatuur van het open type enkel voor de volgende doeleinden gebruikt worden:

- Uitrusten van een bestaande reservecel volgens bijlage 10 (bijlage 7 van de voormalige C2/112 versie 2004).
- Vrijmaken van een bestaande cel om een vertrek te creëren naar een nieuwe installatie die op haar beurt voldoet aan de voorschriften van hoofdstuk 6.

Naast de vereisten gesteld in §21.3.1.3 moeten de schakelaars van de luscellen worden voorzien van een glijprofiel om het plaatsen van een isolerende plaat mogelijk te maken.

Bij uitbreiding of wijziging van een bestaande omsloten installatie die voldoet aan de normen (IEC 60298, 62271-200, 60466, 62271-201) worden de werken uitgevoerd:

- ofwel met nieuwe of gerecupereerde FU's van hetzelfde type als de bestaande FU's, waarbij voldaan wordt aan één van volgende voorwaarden:
  - het bestaande materiaal is aanvaard voor gebruik op dit net (specifieke eisen);
  - of de risicoanalyse uitgevoerd voor de schakeloperaties (zie art. 266 AREI) en metingen (opzoeken van kabeldefecten...) tonen aan dat de risico's aanvaardbaar zijn (Wet van 4 augustus 1996 betreffende het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk) en dat de uitbreiding/aanpassing maximaal één schakelfunctie (K, T of D) betreft. Dit houdt in dat een tweede uitbreiding in de toekomst met dit type FU niet meer zal toegestaan zijn;

- ofwel met erkend materiaal (C2-117) verschillend van het bestaande op voorwaarde dat de elementen die de verbinding verzekeren tussen de bestaande installatie en het bijgevoegde gedeelte worden gerealiseerd met geprefabriceerd materiaal, dat ontworpen is om alle technische karakteristieken van de installatie te vrijwaren en dat de compatibiliteit gegarandeerd wordt door de fabrikant van de uitbreiding van de installatie;
- ofwel met erkend materiaal (C2-117) verschillend van het bestaande waarbij de verbinding met de bestaande installatie door middel van kabels vanuit een bestaande schakelfunctie wordt gerealiseerd. De verbinding tussen barenstellen is niet toegestaan. Zowel in het oude als in het nieuwe installatiedeel wordt hiervoor een FU gebruikt. Deze werkwijze bevordert de leesbaarheid van het synoptisch schema van de volledige installatie.

In al deze gevallen moeten de te installeren FU's onderworpen worden aan de goedkeuring van de DNB, die nagaat of:

- de karakteristieken ervan overeenkomen met het geïnstalleerd vermogen;
- de FU's een homogeen geheel vormen per railsectie (het type en synoptisch bord van het toestel zijn identiek);
- bij alle FU's in de cabine, de vitale vijf op een gelijkaardige wijze worden toegepast;
- alle synoptische bordes samenhangend zijn en de cabine voorzien is van de bijhorende didactische panelen.

#### 21.3.2.4 ALGEMENE BEVEILIGING

Bijkomend aan de vereisten gesteld in §21.3.1.4 wordt in geval van belangrijke werkzaamheden een beveiliging door middel van een direct beveiligingsrelais niet toegestaan. Deze wordt vervangen door een beveiliging conform de voorschriften van hoofdstuk 13.

#### 21.3.2.5 TRANSFORMATORBEVEILIGING

Geen bijkomende eisen op deze gesteld in §21.3.1.5

#### 21.3.2.6 MEETINRICHTING

Naast de vereisten gesteld in §21.3.1.6 worden in geval van belangrijke werkzaamheden volgende bijkomende eisen gesteld:

- De meting gebeurt steeds volgens het principe van de driewattmetermethode met meettransformatoren en meters waarvan de nauwkeurigheidsklasse voldoen aan de huidige eisen van het regionale technisch reglement.
- Alle meettransformatoren zijn ondergebracht in een aparte, door de DNB vergrendelbare behuizing.
- Om de functionele meeteenheid veilig uit te baten volgens art. 266 van het AREI wordt stroomopwaarts en stroomafwaarts van deze functionele meeteenheid een zichtbare scheiding voorzien evenals kogelaardingsbouten stroomafwaarts van de meettransformatoren. In geval van één transformator opgesteld in de hoofdcabine is een zichtbare onderbreking op LS toegelaten.

#### 21.3.2.7 HULPVOEDINGEN

De hulpvoedingen van de cabine moeten in overeenstemming gebracht worden met de vereisten van §12.7 en §16.3.

#### 21.3.2.8 KABELS

De buigstraal van alle nieuwe kabels is conform de voorschriften van hoofdstuk 11.

### 21.3.3 VOLLEDIGE VERNIEUWING VAN DE CABINE

De DNG geeft de classificatie op van zijn gebouw (zie hoofdstuk 5).

Bij de vernieuwing van de cabine moet de volledige installatie voldoen aan de regels voor nieuwe installaties die vermeld zijn in onderhavig voorschrift, met uitzondering van onderstaand aspect met betrekking tot het hergebruiken van het bestaand lokaal als cabine.

Indien het bestaand lokaal voor de cabine niet kan geklasseerd worden als lokaal BB05 of hoger, kan de DNB toestaan om, naast de FU's vermeld in de fiches, FU's van de categorie AA10 in dit lokaal te installeren, voor zover:

- het lokaal voldoende groot is (minimaal 25 m<sup>3</sup> bruto),
- de bijbehorende risicoanalyse uitwijst dat dit aanvaardbaar is. De eigenaar van de cabine blijft verantwoordelijk voor het restrisico gedurende de volledige levensduur van deze installatie.

## 21.3.4 SPECIFIEKE WIJZIGINGEN

### 21.3.4.1 BIJPLAATSEN VAN EEN SET TP'S IN EEN BESTAANDE FUNCTIONELE MEETEENHEID

Wanneer een bijkomende spanningsmeting (bijvoorbeeld voor een netontkoppelbeveiliging) nodig is, mag de bijkomende set TP's in de bestaande functionele meeteenheid geplaatst worden. Bij de plaatsing ervan in een installatie met open uitrusting moeten de afstanden vermeld in art. 8 van het AREI gerespecteerd worden. In het geval van een een metaal omsloten functionele meeteenheid is de erkenning door Synergrid vereist, gebaseerd op een technisch dossier die de fabrikant heeft ingediend. De bijgeplaatste TP's zijn niet toegankelijk voor de DNG. Handelingen hierop zijn enkel mogelijk na het vrijgeven van de functionele meeteenheid door een schakelagent van de DNB die hiervoor het hangslot verwijdert.

Alle technische karakteristieken zijn terug te vinden in hoofdstuk 9.

### 21.3.4.2 BIJLAATSEN VAN EEN NETONTKOPPELBEVEILIGING

Indien de DNG ten gevolge van het installeren van een DP >10kVA een netontkoppelbeveiliging moet voorzien, installeert hij deze beveiliging in de hoofdcabine. Van hieruit voorziet de installateur de stuurkringen naar de netontkoppelkast, die bij voorkeur niet in de hoofdcabine wordt voorzien.

Enkel indien de aansluiting van de spanningsmeetkring geen technisch en financieel verantwoorde oplossing kan bieden, mag de netontkoppelbeveiliging elders voorzien worden dan in de hoofdcabine. De toegang van de openbare weg tot aan de hoofdcabine moet te allen tijde vrij zijn van risico's volgens de welzijnswet van 1996. De DNG meldt elke wijziging aan de toegang tot deze plaats onmiddellijk aan de DNB.

## 21.3.5 SAMENVATTING

Onderwerp	Minimale eisen	Wijziging van geringe omvang of herindienstneming	Wijziging van belangrijke omvang	Vernieuwing van cabine
<b>Lokaal</b>	Up to date eendraadschema en PV van laatste conformiteitscontrole	V	V	V
	Het lokaal moet waterdicht zijn en ontoegankelijk voor fauna en flora	V	V	Conform hoofdstuk 5 bij gebruik nieuw lokaal
	Het cabinelokaal bevat geen ontvlambare materialen	V	V	
	Voldoende verlicht voor exploitatiehandelingen	V	V	
	Aangepaste ventilatie ter voorkoming condensatie	V	V	
	Indien automatische brandblusinstallatie: mogelijkheid buitendienststelling	V	V	
	Toegankelijk 24h/7d	V	V	
	Bij niet metalen omhulsel met ventilatie < 0,4m <sup>2</sup> : overdrukrooster van 0,6m <sup>2</sup> verzekerd	V	V	
	Binnenwanden in lichte kleur geschilderd	A	V	
	Toegangsdeur volgens constructieve eisen in 12.4	A	V	
Kabeldoorgang voor elektrogeengroep of meetwagen	A	V		
<b>Aarding</b>	Conform AREI	V	V	Niet van toepassing
<b>Open HS-installatie</b>	Beschermingsgraad transformator minimaal conform AREI art. 44 & 51	V	V	
	Barenstel is kortsluitvast - minimaal 200 mm <sup>2</sup> Cu	V	V	
	De HS-apparatuur is kortsluitvast	V	V	
	Afstand tussen actieve delen conform art. 8 van het AREI	V	V	
	Luscellen uitgerust met driepolige lastscheidings- en aardschakelaars. Bij afwezigheid van deze laatste: aardingsbouten met bolvormige kop.	V	V	
	Bediening met gesloten deur + correcte markering	V	V	
	Meettransformatoren ondergebracht in een door de DNB apart vergrendelbare cel	V <sup>(*)</sup>	V	
	Schakeltoestellen zijn spanningsloos gecontroleerd op goede werking (Schakelaar vertoont geen gebreken)	V	V	
	Deur luscellen vergrendelbaar met hangslot	V	V	
	Bij volle deuren: voorzien van kijkvensters	V	V	
	Luscellen uitgerust met glijprofiel voor plaatsing van isolerende platen	V <sup>(*)</sup>	V	
	Schakelapparatuur voor vervanging of reservecel conform aan de huidige normen	V	V	

Onderwerp	Minimale eisen	Wijziging van geringe omvang of herindienstneming	Wijziging van belangrijke omvang	Vernieuwing van de cabine
<b>Omsloten HS-installatie</b>	Check aan-/afwezigheid spanning mogelijk buiten nabijheidszone	V	V	Niet van toepassing
	Bij afwezigheid aardings scheider: aardingsbouten met bolvormige kop	V	V	
	Schakeltoestellen zijn spanningsloos gecontroleerd op goede werking	V	V	
	Uitbreiding met nieuwe of gerecupereerde FU van hetzelfde type (+risicoanalyse)	Niet van toepassing	Mogelijk	
	Uitbreiding met erkend materiaal volgens de lijst C2/117, van een verschillend type dan bestaande installatie	Niet van toepassing	Mogelijk	
	Uitbreiding met erkend materiaal volgens de lijst C2/117 via kabels	Niet van toepassing	Mogelijk	
<b>Algemene beveiliging</b>	Niet uitgerust met grootlievolume vermogensschakelaar	V	V	Hoofdstukken 3-20 en 22 C2/112
	Uitgerust met een indirect beveiligingsrelais	A	V	
	Beveiliging conform eisen gesteld in hoofdstuk 13 bij vervanging transformator	V	V	
<b>Transformator beveiliging</b>	Uitgerust met een minimumspanningsbeveiliging ( $U_{min}$ ) + functionele test	V (zie DNB)	V (zie DNB)	
<b>Meetinrichting</b>	Nauwkeurigheidsklasse in overeenstemming met het contractueel vermogen	V	V	
	Driewattmeter methode	Bij $S_{contract} \geq 1MVA$	V	
	Meettransformatoren ondergebracht in een door de DNB afzonderlijk vergrendelbare behuizing	V <sup>(*)</sup>	V	
	Voorzien van aardingskogels en een zichtbare scheiding voor en na de functionele meeteenheid	A	V	
<b>HS-kabels</b>	Bij vervanging toestel HS-kabel in overeenstemming brengen met paragraaf 11.2.5	A	V	
<b>Transformator + LS-verbinding</b>	Beschermingsgraad transformator minimaal conform AREI art. 44 & 51	V	V	
	Olieopvangbak met aangepast volume bij olie gevulde transformatoren	V	V	
	Verbinding transfo en LS-bord in overeenstemming met paragraaf 11.5	Bij vervanging tfo	V	
	Bij LSS met Smeltveiligheden een LS-VS voor contractbewaking	V	V	
<b>Hulpvoedingen</b>	In overeenstemming met Hoofdstuk 16	A	V	

- V Verplicht  
V<sup>(\*)</sup> Verplicht tenzij technisch onmogelijk (vb. volledige renovatie is nodig om dit te bekomen).  
A: Aanbevolen





## 22 RISICOANALYSE CABINE VAN DE DNG



### 22.1 INLEIDING

Gezien de DNB exploitatietaken uitvoert in een cabine van de DNG heeft hij als werkgever inspraak op het resultaat van de risicoanalyse uitgevoerd door de DNG. Dit is voornamelijk van toepassing op de installatiedelen waarop het personeel van de DNB schakelt. Verder worden de risico's geëvalueerd waaraan het personeel van de DNB wordt blootgesteld gedurende zijn aanwezigheid in het lokaal, alsook bij het zich verschaffen van de toegang tot de cabine.

Naast risico's met betrekking tot de veiligheid van de werknemers kan de DNB eveneens maatregelen opleggen inzake risico's welke de continuïteit van de energievoorziening (kwaliteit van het net) in het gedrang brengen of ter voorkoming van fraude.

De hieronder beschreven risicoanalyse is onafhankelijk van de risicoanalyse betreffende de omgevingsfactoren die uit te voeren is door de eigenaar van de installatie (zie § 2.8)

Naargelang het soort risico worden in dit hoofdstuk de begrippen conceptueel risico en conditioneel risico gehanteerd:

- Conceptuele risico's zijn gerelateerd aan het concept van de cabine en vergen hoofdzakelijk ingrijpende materiële preventiemaatregelen (investering).
- Conditionele risico's staan los van het concept en wijze van uitvoering. Zij hebben eerder te maken met de toestand waarin de cabine zich bevindt. Deze kunnen in veel gevallen geëlimineerd worden door middel van onderhoud of een beperkte ingreep. Dit neemt niet weg dat mogelijk door de ernst van de degradatie of aard van het conditioneel risico dit enkel met een investering kan beheerst worden.

De voornaamste risico's met impact op het personeel van de DNB situeren zich ter hoogte van volgende onderdelen:

- Toegang tot de cabine: gevaren aan dewelke de medewerker van de DNB wordt blootgesteld om van de openbare weg tot aan de cabine en alle installaties (groene stroommeting, netontkoppelbeveiliging opgesteld buiten de cabine, LS-vermogensschakelaar, ...) waarop het personeel van DNG exploitatiehandelingen uitvoert te geraken.
- Installatiedeel van de DNG bediend door de DNB: gevaren aan dewelke de medewerker van de DNB wordt blootgesteld wanneer hij exploitatiehandelingen uitvoert op deze installatiedelen.
- Installatiedeel van de DNG bediend door de DNG: gevaren aan dewelke de medewerker van de DNB wordt blootgesteld wanneer hij zich in de cabine bevindt.

Onderstaande tabel geeft enkele voorbeelden van conceptuele en conditionele risico's.

Onderdeel van de installatie	Conceptuele risico's	Conditionele risico's
Toegang en lokaal	Toegang langs een te smalle trap	Toegang wordt bemoeilijkt door de aanwezigheid van bouwafval
Installatiedeel geëxploiteerd door DNB	Geen adequate afscherming van de onder spanning staande delen, condensvorming	Aantasting van de installatie door deelontladingen
Installatiedeel geëxploiteerd door DNG	Geen vergrendeling van de scheidingsschakelaar met zijn onderliggende vermogensschakelaar	Waterinsijpeling boven dit installatiedeel

## 22.2 MAATREGELEN OP BASIS VAN RISICOANALYSE



Voor elk risico wordt naargelang zijn grootte (risicograad) beheersmaatregelen genomen. De risicograad bepaalt eveneens de uitvoeringstermijn van de ingreep om het risico te elimineren. Bij conditionele risico's gaat de DNB ervan uit dat deze steeds onmiddellijk of zo snel mogelijk worden aangepakt na vaststelling.

- Na wijzigingen van geringe omvang, moeten alle onaanvaardbare of zeer hoge risico's weggewerkt zijn.
- In geval van wijzigingen van belangrijke omvang moeten eveneens de hoge risico's weggewerkt te worden.

De onderstaande tabel geeft een overzicht van de risicograad.

Risicograad	Beheer van het risico
Onaanvaardbaar risico	Onmiddellijk beheersmaatregelen toepassen
Zeer hoog risico	Beheersmaatregelen worden prioritair uitgewerkt
Hoog risico	Beheersmaatregelen worden ingepland
Gemiddeld risico	De risico's kunnen aanvaard worden op voorwaarde dat bijkomende beheersmaatregelen worden getroffen zoals een opleiding, het juiste gereedschap en toezicht
Laag risico	Risico aanvaardbaar

De welzijnswet geeft aan dat de nodige preventiemaatregelen worden genomen waarbij de collectieve maatregelen primeren op de individuele maatregelen (referentie: preventiehiërarchie Welzijnswet art. 5.1). Collectieve maatregelen (vb. het aanpassen of vervangen van de bestaande installatie) zijn onontbeerlijk voor de onaanvaardbare en zeer hoge risico's.

Individuele preventiemaatregelen worden in overleg met de DNB vastgelegd in afwachting van de eliminatie van de risico's.

De aangehaalde aspecten en voorbeelden m.b.t. risicoanalyse in dit hoofdstuk zijn enkel illustratief en niet exhaustief. De uitvoering van een risicoanalyse gebeurt namelijk ter plaatse en hiervoor is het aangewezen beroep te doen op een deskundige inzake LS- en HS-installaties.

Blijkt in de praktijk dat andere risico's optreden dan deze vastgesteld door de DNB, dan is de beheerder van de installatie/installatieverantwoordelijke/werkgever verantwoordelijk om deze risico's te analyseren en hiervoor de nodige preventiemaatregelen te nemen.

De DNB behoudt zich het recht voor om extra maatregelen op te leggen op basis van zijn eigen risicoanalyse indien deze afwijkt van deze opgemaakt door de eigenaar of beheerder van de cabine (vb. als deze risicoanalyse of de voorgestelde maatregelen volgens de DNB geen voldoende veiligheidsniveau garanderen voor zijn medewerkers of als de werking van het HS-distributienet in het gedrang wordt gebracht). De risicoanalyse uitgevoerd door de DNB van een cabine van de DNG heeft enkel betrekking op de werkzaamheden uitgevoerd door personeelsleden van de DNB en is daardoor niet van toepassing voor de DNG.

Volgens de technische reglementen zou de DNB kunnen overgaan tot het spanningsloos stellen van de installatie en eventueel de toegang tot het distributienet te onderbreken indien uit de door DNB opgestelde risicoanalyse blijkt dat één van volgende situaties zich voordoet:

- de veiligheid voor zijn personeel of een omstaander is niet meer gegarandeerd
- de bedrijfszekerheid van het HS-distributienet komt in gedrang;
- de toegang tot de cabine is onmogelijk in een aanvaardbare tijdspanne.

In de tabel van de volgende bladzijde wordt een overzicht gegeven van het beheer (urgentie van de te nemen beheermaatregel(en)) van conceptuele en conditionele risico's in functie van de risicograad (bruto risico) met telkens één of meerdere voorbeelden.

Risicograad	Conceptuele risico's		Conditionele risico's	
	Beheer	Voorbeelden	Beheer	Voorbeelden
<b>Onaanvaardbaar risico</b>	Vereisen directe actie en dienen dus onmiddellijk weggewerkt te worden na vaststelling.	<i>HS-schakelapparatuur die niet meer mag bediend worden onder belasting gezien gekende faalmodi.</i>	Steeds onmiddellijk of zo snel mogelijk wegwerken na vaststelling.	<i>HS-schakelapparatuur met een isolerend medium (bv. SF6) waarbij de manometer een lek aangeeft.</i>
<b>Zeer hoog risico</b>	Dienen zo snel mogelijk te worden aangepakt na vaststelling, bij voorbaat onmiddellijk maar indien aanpassingen nodig zijn welke tussenkomst vereisen van een installateur is een termijn van slechts enkele maanden, na voorleggen van bestelling met concrete planning, aanvaardbaar.	<i>HS-installatie zonder afdoende afscherming tegen rechtstreekse aanraking (mogelijkheid een onder spanning staande FU vrijwel onverhinderd te betreden).</i>  <i>Een functionele meeteenheid waarbij AREI art. 266 niet kan toegepast worden m.b.t. de mogelijkheid tot zichtbare/vergrendelbare onderbreking.</i>		<i>HS-installatie met gevaarlijke partiële deelontladingen (sproei/corona).</i>  <i>Cabine in zeer slechte staat.</i>  <i>Cabine met waterinsijpeling.</i>
<b>Hoog risico</b>	Kunnen worden aanvaard door de DNB tot aan de volgende werkzaamheid van belangrijke omvang, dit gezien de DNB beschikt over personeel met classificatie BA4 (gewaarschuwde) of BA5 (vakbekwame). Na werkzaamheden met belangrijke omvang of bij de vernieuwing van de cabine moeten deze risico's weggewerkt worden.	<i>HS-installatie welke onvoldoende beschermd is tegen toevallige aanraking.</i>		<i>Toegang tot de cabine is problematisch (vb. kans op vallen of struikelen door slechte toestand van de vloer, obstakels, ...).</i>  <i>Cabinelokaal met condensatieproblemen</i>  <i>Geen orde en netheid in de cabine.</i>  <i>Struikelgevaar bij betreden door onafgedekte kabelsleuven, oneffen vloeren.</i>  <i>Stof op de HS-installatiedelen</i>
<b>Gemiddeld risico</b>	Risico is aanvaardbaar onder voorwaarden.	<i>Frontale opstelling van open HS-schakelaar.</i>		<i>HS-installatie met zeer lichte sproei (deelontladingen).</i>