

# Standaardbestek 270

## DEEL II

### *Hoofdstuk 47*

## Processturingen



agentschap  
Wegen en Verkeer

## INHOUDSTAFEL

<b>1</b>	<b>PLC.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>Algemene bepalingen .....</b>	<b>1</b>
1.1.1	Beschrijving.....	1
1.1.2	Controles.....	1
1.1.2.1	Testen .....	1
1.1.2.2	Waarborg.....	1
<b>1.2</b>	<b>Functionele voorschriften.....</b>	<b>1</b>
1.2.1	Beschrijving.....	1
1.2.1.1	Kenmerken van de uitvoering.....	2
1.2.1.1.A	Omgevingsvoorwaarden .....	2
1.2.1.1.B	Programmeeromgeving - programmatie.....	2
<b>1.3</b>	<b>Technische uitrusting.....</b>	<b>4</b>
1.3.1	Beschrijving.....	4
1.3.1.1	Kenmerken van de uitvoering.....	4
1.3.1.1.A	Opbouw .....	4
1.3.1.1.B	Capaciteit.....	4
1.3.1.2	Kenmerken van de materialen .....	5
1.3.1.2.A	Voeding .....	5
1.3.1.2.B	Processormodule.....	5
1.3.1.2.C	Bijkomende geheugenmodules.....	6
1.3.1.2.D	In- en uitgangsmodule .....	6
1.3.1.2.E	Communicatiemodule .....	9
<b>1.4</b>	<b>Programmatie.....</b>	<b>11</b>
1.4.1	Beschrijving.....	11
1.4.1.1	Kenmerken van de uitvoering.....	11
1.4.1.1.A	Hardware .....	11
1.4.1.1.B	Software.....	12
<b>1.5</b>	<b>Documenten .....</b>	<b>14</b>
1.5.1	Beschrijving.....	14
1.5.1.1	Kenmerken van de uitvoering.....	14
1.5.1.1.A	Hardware .....	14
1.5.1.1.B	Software.....	15
<b>1.6</b>	<b>Opleiding.....</b>	<b>16</b>
1.6.1	Beschrijving.....	16

<b>LIJST NORMEN EN DIENSTORDERS</b>
-------------------------------------

IEC 60664 2 1:1997.....	2
IEC 60664:2000.....	2
ISO 2110:1989.....	10
ISO/IEC 646:1991 .....	12
NBN EN 60027-1:2007 .....	14
NBN EN 60445:2000 .....	14
NBN EN 60947-5-1:2005.....	8
NBN EN 61131-2:2008.....	2, 7, 8, 14
NBN EN 61131-3:2003 .....	12
NBN EN 61131-5:2001 .....	5

## **1 PLC**

### **1.1 Algemene bepalingen**

---

#### **1.1.1 Beschrijving**

Een Programmeerbare logische besturingseenheid of PLC (Programmable Logic Controller) is een elektronisch apparaat met een microprocessor dat op basis van de informatie op zijn diverse ingangen, zijn uitgangen aanstuurt.

#### **1.1.2 Controles**

##### **1.1.2.1 Testen**

Elk programma wordt vóór het opladen ter plaatse grondig getest. De aannemer legt een voorstel voor van de uit te voeren testen. Deze testen gebeuren in overleg met de aanbestedende overheid. De testen worden uitgevoerd in aanwezigheid van de aanbestedende overheid of van zijn afgevaardigde en zijn ten laste van de aannemer.

Er worden twee soorten testen voorzien:

- functionele testen.

De functionele testen testen het programma onder normale omstandigheden. Minimaal worden alle beveiligingsorganen voor mens en installatie uitgetest.

- stresstesten.

De stresstesten testen het programma onder abnormale omstandigheden.

Deze test omvat een onderbreking van de voedingsspanning. De voedingsspanning van de besturingseenheid wordt uit en aan geschakeld. Men gaat na of het opstartgedrag van de programmeerbare besturingseenheid aan de functionele specificaties voldoet.

Ter plaatse wordt een logboek bijgehouden. Dit logboek vermeld onder meer datum, tijd, testresultaten, wijzigingen en eventuele opmerkingen. Het wordt gevisieerd zowel door de diensten van de aannemer als door de aanbestedende overheid.

Het logboek wordt samen met de elektrische schema's, opgeborgen in het kastelement of in een planhouder, bevestigd op de deur van de kast, waarin de programmeerbare besturingseenheid gemonteerd is.

##### **1.1.2.2 Waarborg**

De aannemer bezorgt een garantie van de leverancier aan de aanbestedende overheid, waarin staat vermeld dat het leveren van besturingsmodules en andere kringen van de besturing is gewaarborgd voor een periode van tien jaar gerekend vanaf de voorlopige oplevering.

### **1.2 Functionele voorschriften**

---

#### **1.2.1 Beschrijving**

De voorschriften vermeld in dit hoofdstuk zijn zowel van toepassing op modulaire types van programmeerbare logische eenheden welke volledig samengesteld dienen te worden, als op types waarbij voeding en processor met eventuele in- en uitgangen reeds voorgeconfigureerd zijn.

### 1.2.1.1 Kenmerken van de uitvoering

#### 1.2.1.1.A OMGEVINGSVOORWAARDEN

De verschillende elementen zijn zo opgevat dat ze kunnen toegepast worden voor industrieel gebruik. Het geheel is opgesteld in een gesloten, natuurlijk of gedwongen geventileerde kast. Indien de kast voorzien is van verwarming en ventilatie, dient de goede werking van de verwarming en ventilatie door de besturingseenheid gecontroleerd te worden. In geval van storing dient een alarmmelding gegenereerd te worden die door het gebruikersprogramma verwerkt wordt.

De programmeerbare logische besturingseenheden, met hun in- en uitgangen en met hun uitwendige bekabeling, zodanig opgevat dat ze geplaatst kunnen worden in de onmiddellijke omgeving van hoog- en laagspanningskabels, transformatoren, zend- en ontvangstapparatuur.

De goede werking van de programmeerbare besturingseenheid wordt verzekerd onder de volgende omstandigheden:

(definities volgens NBN EN 61131-2:2008)

- omgevingstemperatuur ("Operating ambient air temperature") van 0 °C tot 55 °C;
- opslagtemperatuur van -25 °C tot 70 °C;
- relatieve vochtigheidsgraad ("Relative humidity secerity level"): RH 2 (van 5 % tot 95 % zonder condensatie);
- trillingsbestendigheid: conform artikel 2.1.3.1. "Vibrations" van NBN EN 61131-2:2008;
- schokbestendigheid: conform artikel 2.1.3.2. "Shocks" van NBN EN 61131-2:2008;
- vervuiling: isolatieafstanden in functie van vervuilingsgraad 2 volgens IEC 60664:2000 en IEC 60664 2 1:1997;
- ruisimmunitet: overeenkomstig tabel 16 "Electrical noise immunity requirements for PC-system and standalone peripherals" van NBN EN 61131-2:2008.

#### 1.2.1.1.B PROGRAMMEEROMGEVING - PROGRAMMATIE

##### 1.2.1.1.B.1 Algemeen

De programmeersoftware werkt op Linux, Windows XP of een recentere Windows versie.

De programmeersoftware met licentie en de daarbij horende activeercode of hardwaresleutel, inclusief de programma-broncode met bijhorende tekst en uitleg, wordt op CD/DVD-ROM geleverd.

De hardwarebeveiliging - indien aanwezig - hoort bij de CD/DVD-ROM.

Indien modules zijn gebruikt die aparte bibliotheken vereisen in de programmeeromgeving, worden ook deze meegeleverd met hun eventuele licentie of andere aanwezige beveiliging.

De functies van de programmeersoftware worden met een muis opgeroepen via selectiemenu's en iconen.

Een context gevoelige hulpfunctie laat toe uitleg te krijgen betreffende de functies van de programmeersoftware en de instructies van de programmeerbare besturingseenheid. Nadat een functie of instructie geselecteerd is kan met behulp van de hulpfunctie ook informatie verkregen worden betreffende eventueel in te vullen parameters.

Indien de auteursrechterlijke beveiliging van de programmeersoftware hardwarematig wordt gerealiseerd op de parallelle poort of op de USB-poort, dan mag deze geen invloed hebben op de werking van andere randapparatuur of hardwarebeveiligingen.

##### 1.2.1.1.B.2 Editeerfuncties

De volgende functies zijn minimaal aanwezig:

- ontwikkelen en aanpassen van programmamodules;
- overschrijven van in- en uitgangen, operanden en instructies;

- tussenvoegen van in- en uitgangen, operanden en instructies;
- wissen van in- en uitgangen, operanden en instructies;
- wissen, kopiëren en verplaatsen van geselecteerde stukken software;
- tussenvoegen van programmamodules;
- wissen van programmamodules.

De ontwikkelde programmamodules kan men een naam en versienummer geven en voor later gebruik bewaren. Deze modules kunnen afzonderlijk getest en foutvrij gemaakt worden.

Indien men het programma of de programmamodules onder een bepaalde naam op CD-ROM opslaat, wordt er automatisch gecontroleerd of deze naam niet reeds bestaat. Indien dit het geval is, dient een overschrijfbevestiging gevraagd te worden.

Wanneer een programma overgebracht wordt naar een permanent geheugen, moet eerst nagegaan kunnen worden of de inhoud van het permanent geheugen volledig gewist is.

#### 1.2.1.1.B.3 Testfuncties

Testfuncties zijn voorzieningen die processimulatie mogelijk maken.

Zo moet het onder meer mogelijk zijn om in- en uitgangen te forceren. Tevens dient men de toestand van procesvariabelen, zoals ingangen, uitgangen, merkers, timers, tellers en data, te kunnen volgen terwijl het programma werkt.

Daarom zijn minimaal de volgende mogelijkheden aanwezig:

- controlepunten: het programma kan op willekeurige plaatsen in het programma door de gebruiker instelbare controlepunten getest worden;
- om de wijziging van de procesvariabelen gedurende het programmaverloop te volgen, kan op willekeurige plaatsen in het programma de toestand van deze variabelen dynamisch opgevraagd worden;
- indien men de toestand van een teller opvraagt, dient niet alleen aangegeven te worden of de teller al dan niet geactiveerd is, het aantal pulsen dat de teller op dat ogenblik gedetecteerd heeft, dient eveneens aangegeven worden;
- in het geval van tijdfuncties is het mogelijk om het verloop van de opgevraagde tijdfunctie weer te geven;
- zoekfunctie: bij deze functie wordt een als zoekbegrip opgegeven instructie of operand, absoluut of symbolisch, in het programma opgezocht;
- wijzigen van variabelen: deze functie maakt het mogelijk procesvariabelen, zoals in- en uitgangsregisters, merkers, tijden, tellers en data, te wijzigen;
- het programmeertoestel kan ook de waarde van de klokkalender in de besturingseenheid aanpassen om na te gaan of de hierop gebaseerde tijdfuncties goed werken;
- sturen van fysische uitgangen:
  - met deze functie kunnen afzonderlijke uitgangen onmiddellijk in de gewenste signaaltoestand gebracht worden, dit heeft geen invloed op de registers of de programmaverwerking, niet geplaatste of defecte uitgangsmodule en foutieve bedrading zijn aldus detecteerbaar;
  - bij het sturen van fysische uitgangen of het wijzigen van variabelen, genereert de programmatuur waarschuwingmeldingen om de gebruiker op het potentieel gevaar van deze acties te wijzen.

#### 1.2.1.1.B.4 Documentatiefuncties

De volgende functies kunnen opgeroepen worden., en de visualisatie ervan kan zowel op scherm als op printer gebeuren.:

- referentielijsten: het is mogelijk om absolute en symbolische referentielijsten van ingangen, uitgangen, merkers, tijden, tellers en data te genereren, deze referentielijsten duiden aan waar de operanden in het programma voorkomen en geven aan in welke context de variabelen gebruikt worden, zoals bijvoorbeeld definiëring van de variabele, afvraging van de variabele, eventueel gebruik als parameter in een subroutine;
- bezettingsfunctie: de bezettingsfunctie geeft een overzicht van de gebruikte en nog beschikbaar zijnde operanden (lijst van gebruikte en ongebruikte adressen), alsook een overzicht van de geheugenbezetting;
- commentaarfunctie: tijdens en na het schrijven van het programma is het mogelijk om commentaar aan het programma toe te voegen en te verwijderen, de visualisatie van deze informatie- en documentatiefuncties kunnen opgeroepen worden, de visualisatie ervan kan zowel op beeldscherm als op de printer gebeuren.

## **1.3 Technische uitrusting**

---

### **1.3.1 Beschrijving**

#### **1.3.1.1 Kenmerken van de uitvoering**

##### **1.3.1.1.A OPBOUW**

De programmeerbare logische besturingseenheid bestaat uit één of meer basismodules, die de voeding, processor, geheugen, communicatie en eventueel in- en uitgangen omvatten. De basismodules kunnen aangevuld worden met ingangs- en uitgangsmodule en communicatiemodules.

Maken verder deel uit van de programmeerbare besturingseenheid:

- alle nodige verbindingenkabels;
- alle vereiste software.

##### **1.3.1.1.B CAPACITEIT**

###### **1.3.1.1.B.1 Definities**

De oorspronkelijke uitrusting omvat het geheel van modules, zoals voedingsmodules, in- en uitgangsmodule, enz., die bij de indienststelling in het rack van de besturingseenheid geplaatst worden om de goede werking van de installatie, overeenkomstig de voorschriften van de opdrachtdocumenten, te verwezenlijken.

Indien de besturingseenheid meer dan 1024 in- en uitgangen heeft dan wordt de besturingsopgave gesplitst en verdeeld over meerdere besturingen die in een netwerk worden verbonden.

De eindcapaciteit is de capaciteit tot dewelke de besturingseenheid uitgebreid kan worden door het bijvoegen van uitbreidingsracks en kablingen.

###### **1.3.1.1.B.2 Vereisten**

De opdrachtdocumenten leggen een eindcapaciteit vast. Indien de te besturen installatie een hogere capaciteit vereist dan deze eindcapaciteit, dan wordt de besturingsopgave gesplitst en verdeeld over meerdere logische eenheden die in een netwerk worden verbonden.

Conform de voorschriften van de opdrachtdocumenten, kan de vereiste basis- of eindcapaciteit verwezenlijkt worden door gebruik te maken van uitbreidingsracks, hetzij lokaal (tot op 20 m afstand), hetzij op afstand (tot op 500 m afstand). Deze uitbreidingen zijn voorzien van een voedingsmodule, een aantal digitale of analoge in- en uitgangsmodule waarmee in- en uitgangssignalen op afstand verwerkt kunnen worden en indien nodig een koppelingsmodule om de netwerkfunctie te bewerkstelligen.

In het geval de communicatie verbroken wordt, moeten deze uitbreidingseenheden zelfstandig in staat

zijn om hun uitgangen in een gespecificeerde toestand te brengen binnen een welbepaalde tijd en zonder dat er tussentijds niet-gespecificeerde uitgangstoestanden kunnen voorkomen. Bij verbreking van communicatie wordt tevens een foutmelding gegenereerd. De centrale processor dient het gebruikersprogramma in te lichten over de status van de uitbreidingseenheden.

De uitbreidingseenheden moeten worden gezien als een integraal onderdeel van de programmeerbare besturingseenheid. De technische voorschriften van NBN EN 61131-5:2001 zijn dan ook op deze uitbreidingseenheden volledig van toepassing.

### **1.3.1.2 Kenmerken van de materialen**

#### **1.3.1.2.A VOEDING**

De voeding levert de verschillende spanningen nodig voor de interne werking van de programmeerbare besturingseenheid. De aansluiting gebeurt op het net 230 V – 50 Hz.

De doorsnede van de voedingskabel is functie de toepassing maar bedraagt minimaal 1,5 mm<sup>2</sup>.

De in- en uitgangskringen worden gevoed door één of meer externe voedingen, afhankelijk van de gewenste spanningen en het benodigde vermogen. Indien de in- en uitgangskringen enkel gevoed worden door een 24 V gelijkspanning, mag de spanning voor de voeding van de in- en uitgangskringen geleverd worden door de voedingsmodule van de besturingseenheid op voorwaarde dat het vermogen van de voedingsmodule hiervoor berekend is.

Het geïnstalleerde vermogen is voldoende voor de basiscapaciteit van de uitrusting bij volledige belasting.

Het aantal verschillende voedingen wordt zoveel mogelijk beperkt. Indien meerdere voedingen gebruikt worden, worden hun respectievelijke nulpunten met behulp van equipotentiele geleiders onderling verbonden.

De voedingsmodule(s) is (zijn) beschermd tegen aansluiten van verkeerde polariteit en verkeerde spanning. De voedingsmodule(s) is (zijn) ook voorzien van een overstroom- en overspanningbeveiliging. De voedingsmodule(s) is (zijn) uitgerust met een zelfdiagnosefunctie die onder meer nagaat of de opgewekte spanningen binnen de tolerantiegrenzen blijven. De status van iedere voedingsmodule wordt gevisualiseerd aan de voorzijde van de module.

De tolerantie waarbinnen een normale werking verzekerd is, is minimaal +/- 10 % voor de netspanning en +/- 2 Hz voor de netfrequentie. Een onderbreking van het net gedurende 10 ms mag op de werking van de besturingseenheid geen invloed hebben, welke ook zijn belasting is. Buiten deze grenzen werkt de besturingseenheid ofwel normaal verder, ofwel stelt hij zichzelf automatisch buiten dienst. De uitgangselementen gaan in dit laatste geval over naar een gespecificeerde bedrijfsveilige toestand. In geval de aangesloten uitgangselementen door afzonderlijk beschermde kringen gevoed worden, bijvoorbeeld bij aanwending van verschillende spanningen, stelt het onderbreken van één van de voedingen de besturingseenheid buiten dienst.

#### **1.3.1.2.B PROCESSORMODULE**

De centrale processor wordt verwezenlijkt in functie van de eindcapaciteit van de besturingseenheid. Voor installaties met decentrale in- en uitgangen, moet de programmeerbare logische besturingseenheid variabele steekplaatsadressering toelaten om een logische naamgeving in groepen toe te laten. De processor is in staat om na te gaan welke modules in het rack aanwezig zijn. Indien het gebruikersprogramma een niet-aanwezige module wenst te adresseren, wordt een foutmelding gegenereerd en stopt de besturingseenheid.

De centrale verwerkingseenheid is opgebouwd rond een microprocessor met minimaal 32 bit verwerking. De klokfrequentie van de processor is voldoende hoog zodat de verwerkingstijd van de processorinstructies voldoende kort is om de hierna vermelde verwerkingstijden voor programmainstructies na te leven.

De verwerkingstijden voor de programma instructies zijn als volgt verdeeld:

- 5 % van de programma-instructies worden uitgevoerd binnen 5 µs;
- 50 % van de programma-instructies worden uitgevoerd binnen 50 µs;



- 80 % van de programma-instructies worden uitgevoerd binnen 100  $\mu$ s;
- 90 % van de programma-instructies worden uitgevoerd binnen 500  $\mu$ s;
- 100 % van de programma-instructies worden uitgevoerd binnen 1.000  $\mu$ s;
- bit instructies: < 0,2  $\mu$ sec;
- woord instructies: < 0,5  $\mu$ sec;
- integer bewerking: < 5  $\mu$ sec;
- floating point bewerking: < 5  $\mu$ sec.

Indien elke programma instructie evenveel tijd in beslag neemt, dan bedraagt de instructietijd 20 $\mu$ s. De centrale verwerkingseenheid is voorzien van een RAM geheugen. Het RAM geheugen is een statisch geheugen van het CMOS type. De geheugencapaciteit van dit geheugen is gelijk aan deze, noodzakelijk voor de realisatie van de installatie (programma, variabelen voor communicatie, aansturing van bedieningspanelen, ...) vermeerderd met 20 % voor eventuele uitbreiding. De geheugencapaciteit waar tot het interne RAM geheugen nog verder uitgebreid kan worden, bedraagt minimaal 32 K programma-instructies.

Het RAM-geheugen wordt gebufferd door een Lithiumbatterij. De levensduur van de batterij bedraagt tenminste tien jaar bij opslag en ten minste één maand wanneer de batterij instaat voor de voeding van het RAM geheugen.

Er wordt gezorgd voor een reeks interne foutdetectiekringen die de correcte toestand van de centrale verwerkingseenheid, het geheugen, de interne bus, de communicatiekanalen, het programma (watchdog timer) en de voedingsspanning controleren. Deze controle gebeurt cyclisch. De status van de processormodule wordt gevisualiseerd aan de voorzijde van de module.

Treedt er een fout op, dan wordt het alarmsignaal op een hiervoor bestemde uitgang gegenereerd.

Wanneer het systeem volgens de foutdetectiekringen normaal functioneert, bevindt deze uitgang zich in een gespecificeerde toestand. In het andere geval zal deze uitgang naar de andere toestand overgaan. Op deze manier moet een foutmelding op afstand gerealiseerd kunnen worden. De uitgangselementen gaan in deze situatie over naar een gespecificeerde bedrijfsveilige toestand.

De processor bevat een softwaregestuurde gebufferde klok/kalender. De kalenderfunctie is automatisch gecompenseerd met betrekking tot schrikkeljaren.

De processormodule is steeds met een communicatiepoort uitgerust ter programmering van de logische besturingseenheid zonder dat er verbindingen met andere periferie moet worden verbroken. De seriële poorten zijn ten opzichte van de interne elektronica galvanisch gescheiden en voldoen aan de voorschriften van **SB 270-47**.

#### 1.3.1.2.C BIJKOMENDE GEHEUGENMODULES

Het RAM-geheugen van de programmeerbare besturingseenheid is uitgerust met een bijkomend permanent geheugen, waarvan de inhoud bewaard blijft zonder behulp van een voedingsspanning.

Het RAM-geheugen wordt gebruikt voor het ontwikkelen en het op punt stellen van het applicatieprogramma (online programmering). Eens het programma op punt staat, wordt het in het permanente geheugen geladen. Het permanente geheugen is van het type EEPROM of FLASH EPROM in functie van de opdrachtdocumenten.

De capaciteit van het permanente geheugen is gelijk aan het geheugen, noodzakelijk voor de realisatie van de installatie (programma, constanten, teksten voor bedieningspanelen, ...) vermeerderd met 20 % voor eventuele uitbreiding. De geheugencapaciteit waartoe het permanente geheugen nog verder uitgebreid kan worden, bedraagt minimaal 32 K programma-instructies.

#### 1.3.1.2.D IN- EN UITGANGSMODULES

##### 1.3.1.2.D.1 Algemeen

- Opbouw: om een maximale flexibiliteit te garanderen zijn er verschillende in- en uitgangsmodule toegelaten die aan verschillende behoeften voldoen, zowel op het niveau van functionaliteit (DC/AC, digitaal/ analoog, thermokoppels, Pt 100, enz.) als op niveau van modulariteit (2, 4, 8, 16,

24, 32 of 64 in- of uitgangskringen).

De gebruikte elektronische schakelingen zijn volledig storingsongevoelig voor invloeden van buitenaf op de in- en uitgangskringen en op de besturingseenheid in zijn geheel.

- Aansluitingen: de aansluitingen op de modules worden verwezenlijkt door middel van connectoren. Iedere aansluitconnector is afzonderlijk verwijderbaar, zodat men de bedrading niet moet verwijderen bij het plaatsen of verwijderen van een module.

De aansluitconnectoren en de modules mogen onder spanning gemanipuleerd worden, zelfs wanneer ze belast zijn, zonder risico op beschadiging. De processormodule kan het resultaat van deze manipulaties detecteren en mededelen aan het gebruikersprogramma voor verdere verwerking. De aansluitingen aan de voorzijde mogen het zicht van licht of andere signalisaties niet belemmeren.

De bekabeling wordt uitgevoerd met soepele kabels die men in kabelgoten plaatst.

Drie verschillende categorieën kabels worden onderscheiden:

- communicatiekabels, kabels met analoge signalen en kabels met telsignalen, deze kabels worden in afgeschermd kabel uitgevoerd;
- kabels met digitale ingangssignalen;
- kabels met digitale uitgangssignalen.

De ingangs- en uitgangsmodule worden door middel van een ronde kabel of flatcable met geleidersdoorsnede 0,5 mm<sup>2</sup> en connectoren aan beide zijden verbonden met een klemmenstrook. De klemmenstrook heeft aan één zijde een uittrekbare connectorverbinding en aan de andere zijde schroefbare verbindingen voor aansluiting van de externe toestellen. Alle in- en uitgangen worden op deze manier verbonden, ook de reserve.

Men gebruikt verschillende kleuren voor de meeraderige bekabeling van in- en uitgangskringen.

De doorsnede en het aantal aders is functie van de toepassing, doch de doorsnede van de ader mag nooit kleiner zijn dan 0,5 mm<sup>2</sup>.

De kabelgoten worden voldoende groot gedimensioneerd zodat ze voor maximaal 80 % gevuld zijn. De kabelgoten mogen de natuurlijke ventilatie van de besturingseenheid niet belemmeren.

De aansluitklemmen zijn in een onontvlambaar niet-hygroscopisch materiaal. Ze zijn voorzien van een herkenningsetiket. Iedere klem, laat het aansluiten toe van twee draden van 1,5 mm<sup>2</sup>. De aansluiting van de uitwendige kabels gebeurt door middel van vooraf geïsoleerde klemschoenen. Men gebruikt afzonderlijke klemmenstroken voor in- en uitgangsklemmen en voor verschillende spanningsniveaus. De klemmenstroken worden voldoende groot gedimensioneerd zodat ze voor maximaal 80 % bezet zijn.

De doorsnede van de beschermings- en equipotentiele geleiders is functie van de toepassing maar bedraagt minimaal 16 mm<sup>2</sup>.

Wanneer een aarding met een weerstand van minder dan 10 Ω vereist is, wordt deze voorzien bij het leveren en plaatsen van de besturingseenheid.

#### 1.3.1.2.D.2 Digitale ingangen

De volgende ingangsniveaus zijn beschikbaar:

- gelijkspanning: 24 V of 48 V volgens de bepalingen van de opdrachtdocumenten;
- wisselspanning: 50 Hz, 230 V.

Andere spanningsniveaus worden met behulp van externe interfacemodules tot deze spanningen herleid. Het lager logische niveau 5 V wordt niet toegelaten. Voor de gevraagde spanningsniveaus zijn ingangen beschikbaar waarvan de logische drempels overeenkomen met type 1 en type 2, zoals gedefinieerd in NBN EN 61131-2:2008.

Een variatie van 20 % op de voedingsspanning van de ingangsmodule mag geen storende invloed hebben op hun goede werking. De ingangen zijn beveiligd tegen overspanningen en tegen geïnverteerde polariteiten.

Een galvanische ontkoppeling van het opto-elektronische type wordt toegepast. De isolatie tussen kanalen onderling, tussen kanaalgroepen en tussen kanalen en bus bedraagt 500 V r.m.s. bij 50 Hz

gedurende 60 s. De opdrachtdocumenten kunnen een isolatieniveau van 1500 V vragen, bijvoorbeeld voor lange externe ingangslijnen naar een centrale programmeerbare logische besturingseenheid waar er gevaar bestaat voor inductiespanningen.

Indien gebruik gemaakt wordt van externe voedingen, mogen de verschillende ingangskanalen door verschillende fasen gevoed worden.

De tijdsvertragingsconstante van het filternetwerk tegen stoorsignalen bedraagt minimaal 5 ms en maximaal 20 ms.

De logische staat van elke ingang afzonderlijk wordt gevisualiseerd door een verlichte aanduiding. De signalisatie-LED's van alle ingangen van een ingangsmodule moeten samen zichtbaar zijn. Een omschakeling via een knopje zodat verschillende groepen ingangen op dezelfde reeks lampjes worden weergegeven is niet toegelaten.

#### 1.3.1.2.D.3 Digitale uitgangen

De uitgangen worden uitgevoerd door middel van een relais of een halfgeleiderelement. Beide uitgangcontacten zijn spanningsvrij.

De wisselspanninguitgangen zijn geschikt voor gebruikerscategorie AC 15 volgens NBN EN 60947-5-1:2005. Relaisuitgangen kunnen in deze gebruikscategorie tenminste 300 000 schakeloperaties verrichten. De uitgangskarakteristieken voldoen aan NBN EN 61131-2:2008

De gelijkspanninguitgangen zijn geschikt voor gebruikscategorie DC 13 volgens NBN EN 60947-5-1:2005. Relaisuitgangen kunnen in deze gebruikscategorie tenminste 300 000 schakeloperaties verrichten. De uitgangskarakteristieken voldoen aan NBN EN 61131-2:2008

De volgende uitgangsniveaus zijn beschikbaar:

- gelijkspanning: 24 V of 48 V volgens de bepalingen van de opdrachtdocumenten;
- wisselspanning: 50 Hz, 230 V.

Indien een andere stuurspanning vereist is, wordt de uitgangsspanning met behulp van een externe interfacemodule tot dit stuurspanningsniveau herleid.

De continue uitgangsstroom kan 0,5 A per uitgang bedragen bij een Ohmse belasting. In het geval van een inductieve belasting ( $\cos \varphi = 0,5$ ) kan de uitgangsstroom 1 A per uitgang bedragen. Deze eis geldt voor een gelijktijdigheidfactor van minimaal 50 %.

Het vermogengedeelte wordt galvanisch geïsoleerd van het centraal gedeelte. De isolatie tussen kanalen onderling, tussen kanaalgroepen en tussen kanalen en bus bedraagt 500 V r.m.s. bij 50 Hz gedurende 60s. Als de opdrachtdocumenten het voorschrijven, bijvoorbeeld voor lange externe uitgangslijnen naar een centrale programmeerbare logische besturingseenheid waar er gevaar bestaat voor inductiespanningen, dan kan een isolatieniveau van 1500 V gevraagd worden.

Indien gebruik gemaakt wordt van wisselspanning, mogen de verschillende uitgangskanalen door verschillende fasen gevoed worden.

De uitgangen worden elektronisch beschermd tegen overstromen. Bij relais-uitgangen is bescherming door zekeringen toegelaten. Alle uitgangen naar het terrein of buiten de stuurkast worden verbonden via een interfacerelais. Indien de bescherming gebeurt door middel van zekeringen bevinden de zekeringgegevens zich aan de binnenzijde van de uitgangsmodule. De uitgangen zijn tevens beveiligd tegen geïnverteerde polariteiten. Een beschermkring tegen overspanning en een ontstoringsskring wordt voorzien. De ontstoringsskring wordt op het te bedienen element geplaatst en niet op de uitgangsmodule zelf.

De logische stand van elke uitgang afzonderlijk wordt gevisualiseerd door een verlichte aanduiding.

#### 1.3.1.2.D.4 Analoge ingangen

De analoge ingangsmodule hebben als karakteristieken:

- functionaliteit: verschillende ingangsbereiken waaronder ten minste 4 - 20 mA, 0 - 10 V, thermokoppel en Pt 100;
- de maximale resolutie bedraagt ten minste 12 bits;
- de nauwkeurigheid is minimaal 1 % van het ingangsbereik bij 25 °C;

- ingangsimpedantie:
  - maximaal 300  $\Omega$  voor stroomingenangen;
  - minimaal 10 k $\Omega$  voor spanningsingenangen;
- een isolatie tussen ingangskanaal en databus van minimum 500 V r.m.s. bij 50 Hz gedurende 60 s. Als de opdrachtdocumenten het voorschrijven, bijvoorbeeld voor lange externe ingangslijnen naar een centrale programmeerbare logische besturingseenheid waar er gevaar bestaat voor inductiespanningen, dan kan een isolatieniveau van 1500 V gevraagd worden;
- de kanalen zijn onderling, één per één, galvanisch van elkaar gescheiden;
- de verwerkingstijd is korter dan 20 ms per ingang (zonder integratie);
- indien het ingangssignaal de werkinggrenzen te buiten gaat moet er een alarm gegenereerd worden.

De bemonsteringsparameters kunnen voor elk kanaal softwarematig vastgelegd worden.

De ingangen voor thermokoppels zijn intern voorzien van een koude las compensatie en van een linearisatie.

#### 1.3.1.2.D.5 Analoge uitgangen

De analoge uitgangsmodule hebben als karakteristieken:

- functionaliteit: verschillende uitgangsbereiken waaronder ten minste 4 - 20mA en 0 - 10V;
- resolutie: tot ten minste 10 bits leverbaar;
- de nauwkeurigheid is minimaal 1 % van het uitgangsbereik bij 25 °C;
- een isolatie tussen uitgangskanaal en databus van 500 V r.m.s. bij 50Hz gedurende 60 s; Als de opdrachtdocumenten het voorschrijven, bijvoorbeeld voor lange externe uitgangslijnen naar een centrale programmeerbare logische besturingseenheid waar er gevaar bestaat voor inductiespanningen, dan kan een isolatieniveau van 1500 V gevraagd worden.
- de kanalen zijn onderling galvanisch gescheiden, één per één;
- de verwerkingstijd is korter dan 20 ms per uitgang;
- de spanningsuitgangen zijn kortsluitvast;
- de stroomuitgangen verdragen de overbelasting te wijten aan een open uitgang;
- een belastingsweerstand tot maximaal 600  $\Omega$  voor stroomuitgangen en tot minimaal 1000  $\Omega$  voor spanningsuitgangen moet kunnen gestuurd worden.

Wanneer de programmeerbare besturingseenheid in de bedrijfstoestand "stop" komt, is het mogelijk om de laatste analoge waarde te behouden.

#### 1.3.1.2.E COMMUNICATIEMODULES

##### 1.3.1.2.E.1 Algemeen

De communicatiemodule bieden de volgende functionaliteit:

- afstandscommunicatie: het is mogelijk om onbemande buitenstations te verbinden met een centrale post. Dit laat een centrale bewaking van alle buitenstations toe. Het is ook mogelijk om automatische of manuele ingrepen te doen vanuit de centrale naar de buitenstations toe. Indien de buitenstations autonoom kunnen werken, mag het uitvallen van het supervisiesysteem of een communicatiefout de autonome werking van de installatie niet verhinderen. De logische eenheden werken dan verder met de op dat moment van kracht zijnde bevelen en instellingen.
- lokale communicatie: de sturing moet op een zo laag mogelijk niveau zelfstandig zijn, dus onafhankelijk van een besturingseenheid op een hiërarchisch niveau. De communicatiemodule

laten informatie uitwisseling toe tussen programmeerbare logische eenheden onderling, tussen logische eenheden en hun uitbreidingen en tussen logische eenheden en apparaten van diverse herkomst zoals bijvoorbeeld printers, programmeerapparatuur, visualisatiecomputers en veldapparatuur.

De communicatiemodules beschikken over een eigen processor en een eigen geheugen, zodat de centrale processor niet belast wordt met de afhandeling van de communicatie. De communicatiemodules bevatten ten minste één communicatiekanaal.

De modules laten transmissie toe volgens verscheidene normen voor de fysische drager, onder andere volgens:

- EIA RS-232-C;
- EIA RS-422 (full-duplex point-to-point) of EIA RS-485 (half-duplex multipoint).

Voor elk communicatiekanaal kan men kiezen tussen verschillende werksmoden/protocols, onder andere volgens:

- CCITT IA5 (ASCII) karaktermode met een transparant protocol;
- specifiek protocol voor RS-485(vb. Profibus, Modbus RTU, ...);
- specifiek protocol voor ethernet (vb. TCP/IP, Profinet, Modbus TCP, ...).

De programmeerbare logische besturingseenheid moet protocols van verschillende merken kunnen gebruiken.

Het gebruik van de communicatiemodules wordt vereenvoudigd door een softwarematige configuratie.

De communicatiepoorten zijn galvanisch gescheiden ten opzichte van de interne elektronica in de programmeerbare besturingseenheid.

#### 1.3.1.2.E.2    Seriële punt-tot-punt koppelingen

De asynchrone seriële communicatiepoorten zijn leverbaar in de volgende uitvoeringen:

	<b>EIA RS-232</b>	<b>EIA RS-422 of EIA RS-485</b>
mechanisch	ISO 2110:1989	ISO 2110:1989
elektrisch	V 28	V 11
functioneel	V 24	V 24

**Tabel 47 - 1-1**

De volgende parameters zijn softwarematig instelbaar:

- transmissiesnelheden: instelbaar van 110 bit/s tot 19.200 bit/s;
- stopbits: 1 of 2;
- pariteit: even, odd, mark, space, none;
- databits: 7 of 8.

#### 1.3.1.2.E.3    Lokale netwerken

De voorgestelde netwerkarchitectuur is merkonafhankelijk.

Het netwerk laat een combinatie toe tussen verschillende transmissiemedia zoals afgeschermd twisted pair kabels en glasvezelkabels.

Het netwerk laat toe netwerksegmenten te koppelen die elk afzonderlijk voldoen aan verschillende behoeften op gebied van de te overbruggen afstanden, transmissiesnelheden, aantal deelnemers en storingsongevoeligheid. De te overbruggen afstanden gaan van enkele tientallen meters tot enkele kilometers, de transmissiesnelheden gaan van 9,6 kbit/s tot 10 Mbit/s.

De netwerken zijn mechanisch en elektrische beveiligd.

De netwerkmodules bezitten een geïntegreerde diagnosefunctie. Deze functie laat toe een diagnose te stellen op het niveau van:

- netwerkkarchitectuur;
- netwerksegment;
- station;
- module.

#### 1.3.1.2.E.4 Bijkomende uitrusting

Wanneer voorgeschreven in de opdrachtdocumenten, omvat de levering van de programmeerbare besturingseenheid eveneens de levering van een DCF 77 ontvanger. Deze DCF 77 ontvanger staat onder meer in voor het sturen van de inwendige klok.

## 1.4 Programmatie

---

### 1.4.1 Beschrijving

#### 1.4.1.1 Kenmerken van de uitvoering

##### 1.4.1.1.A HARDWARE

Als programmeertoestel wordt een draagbare PC gebruikt.

Het programmeertoestel laat het samenstellen, testen, verbeteren en documenteren van het gebruikersprogramma toe. Het programmeertoestel is uitgerust met een geheugen met een capaciteit die ten minste voldoende is om de besturingseenheid te programmeren (minimaal 32 K programma instructies).

Het programmeertoestel kan "off line" of "on line" functioneren:

- "off line".  
Off line is programmeren mogelijk zonder verbinding tussen programmeertoestel en besturingseenheid.  
Het gebruikersprogramma kan op en op permanent geheugen opgeslagen worden. Het programmeertoestel is voorzien van alle hiervoor benodigde interfaces.
- "on line".  
On line is door verbinding van het programmeertoestel met de besturingseenheid, hetzij rechtstreeks, hetzij via een netwerk, programmatie, test of aanpassen van een programma in de besturingseenheid mogelijk.

Het programmeertoestel kan een gebruikersprogramma, opgeslagen in het programmeertoestel, overbrengen naar het RAM geheugen van de besturingseenheid. Het programmeertoestel kan het RAM geheugen van de besturingseenheid wissen. Deze operaties zijn mogelijk terwijl de besturingseenheid het bestaande programma blijft uitvoeren.

Het programmeertoestel kan een programma dat opgeslagen is in het geheugen van de besturingseenheid starten en stoppen. Indien zowel het RAM als het permanent geheugen een uitvoerbaar programma bevatten, kan het programmeerapparaat één van beide selecteren. Het programmeerapparaat bevat instructies die toelaten om tijdens de programmaverwerking synchroon over te schakelen van het oude programma naar een gewijzigd programma en vice versa.

Het is tevens mogelijk om na te gaan of een gecompileerd programma opgeslagen in een geheugen van de besturingseenheid overeenstemt met een bronprogramma opgeslagen in het programmeerapparaat.

Het programmeertoestel is voorzien van alle hiervoor benodigde interfaces.

Deze en andere faciliteiten maken het mogelijk om een werkend programma aan te passen. In dit geval zijn er voorzieningen zodat het bronprogramma dat op het beeldscherm afgebeeld wordt volkomen

overeenstemt met het programma dat in de besturingseenheid uitgevoerd wordt. Er zijn ook software of hardwarematige voorzieningen zodat niet geautoriseerd gebruik van deze functie onmogelijk is. Bovendien waarschuwt het programma de gebruiker voor de gevaren van deze faciliteiten en voert met de met deze functionaliteit overeenstemmende commando's slechts uit na een bevestigend antwoord van de gebruiker op een vraag in de stijl van bv.: "Wilt u deze functie echt uitvoeren? ".

#### 1.4.1.1.B SOFTWARE

##### 1.4.1.1.B.1 Programmeertalen

De programmeerbare besturingseenheid kan geprogrammeerd worden gebruik makend van verschillende programmeertalen. In eenzelfde programma kunnen de verschillende programmeertalen tegelijkertijd gebruikt worden. Iedere programmeertaal kan afgebeeld worden op beeldscherm en op printer.

Van onderstaande vijf programmeertalen worden er tenminste drie programmeertalen ondersteund, waaronder SFC:

- SFC : Sequential Function Chart;
- FBD: Function Block Diagramme;
- LD: Ladderdiagramma;
- IL: Instruction List;
- ST: Structured text.

De syntax van deze talen is volledig conform met NBN EN 61131-3:2003.

##### 1.4.1.1.B.2 Programmastructuur

De installatie wordt bestuurd door een reeks programmamodules die aangestuurd worden vanaf een sequentiele module.

De programma's zijn modulair opgebouwd met behulp van functies en functieblokken. De maximale lengte van de instructies die in één functie of functieblok samengevoegd worden, wordt beperkt tot wat weergegeven kan worden op één beeldscherm.

Eenzelfde functie of functieblok kan meermaals na elkaar opgeroepen worden gedurende eenzelfde programmacyclus.

Men kan functies en functieblokken oproepen met een instructie gevolgd door een parameterlijst. Bij de verwerking nemen de variabelen uit de parameterlijst dan de plaats in van de formele parameters in de definitie van de functie of het functieblok.

Het is mogelijk om globale variabelen te definiëren.

Alle gebruikte variabelen (ingangen, uitgangen, merkers, tellers, tijden, enz.) en constanten worden uitsluitend aangesproken via indirecte of symbolische adressering. Aan elke variabele en constante wordt een zinvolle naam gegeven. Deze benaming kan 32 karakters lang zijn.

De gebruikte karakterset voldoet aan ISO/IEC 646:1991.

##### 1.4.1.1.B.3 Programmeerbare tijd –en tellerfuncties

Als tijdfunctie heeft men minimaal de volgende types:

- inschakelvertraging;
- uitschakelvertraging;
- impulsfunctie.

De tijdswaarde bekomt men door een tijdbasis te vermenigvuldigen met een factor. De mogelijke tijdbasis bedraagt tenminste 0,01; 0,1; 1 of 10s en wordt vermenigvuldigd met een tijdsfactor van 0 tot ten minste 999.

De tellers hebben een tellerbereik van tenminste 999 eenheden. Ze kunnen zowel op als aftellen. De tellers kunnen geladen worden met een instelbare waarde.

#### 1.4.1.1.B.4 Functioneringsprocedures

##### - Opstart procedures.

De programmeerbare besturingseenheid kent de bedrijfstoestanden "in werking" en "stop".

De bedrijfstoestand "in werking" kan ingesteld worden door een schakelaar op het frontpaneel of door een instructie vanuit het programmeerapparaat. De bedrijfstoestand "stop" wordt ingesteld door een schakelaar op het frontpaneel, door een instructie vanuit het programmeerapparaat of door een systeemfout gedetecteerd door een zelfdiagnosefunctie. De bedrijfstoestand wordt gevisualiseerd door een statuslamp.

Indien er geen permanent geheugen aanwezig is, wordt het RAM geheugen getest. Indien dit een uitvoerbaar programma bevat, wordt dit programma opgestart, zo niet gaat de besturingseenheid over naar de bedrijfstoestand "stop".

Indien er permanent geheugen aanwezig is, wordt het programma in het permanente geheugen naar het RAM-geheugen overgebracht, getest en opgestart. Indien het permanente geheugen echter geen programma bevat of het programma gebreken vertoont, gaat de besturingseenheid over naar de bedrijfstoestand "stop".

De remanente merkers, tijden, tellers, enz., behouden hun toestand zoals vóór het inschakelen van de processor vooropgezet dat de buffering door netspanning of batterij aanwezig is. Een reset-functie maakt het echter mogelijk om ook de remanente merkers, tijden, tellers, enz., op nul te zetten bij het starten van het programma.

De niet remanente merkers, tijden, tellers, enz., worden bij het starten van het programma op nul gezet.

Voor het begin van de cyclische programmaverwerking dienen voorinstellingen, waaronder de initialisatie van de in- en uitgangsregisters, merkers, tijden, tellers, enz., geprogrammeerd te kunnen worden.

Het gedrag van de besturingseenheid na een netspanningonderbreking is programmeerbaar. De gebruiker kan de programmeerbare besturingseenheid zodanig instellen dat de besturingseenheid na het opkomen van de voedingsspanning ofwel automatisch opnieuw opstart ofwel automatisch naar de bedrijfstoestand "stop" overgaat.

Deze instelling kan verschillend geprogrammeerd worden al naargelang de besturingseenheid zich voor de netspanningonderbreking in de bedrijfstoestand "in werking" of "stop" bevond.

Verschillende opstarttroutines zijn programmeerbaar, zowel voor aanloop vanuit de bedrijfstoestand "stop" als voor aanloop na het opkomen van de netspanning.

##### - Programmaverwerking.

De cyclustijd van het programma wordt zo bepaald dat de totale verwerking van een commando maximaal 100 ms bedraagt. Meer specifiek wordt de tijd bedoeld die ligt tussen het bedienen van een hardware-knop, software-knop van een SCADA of touchscreen en de daadwerkelijke uitvoering van de gekoppelde actie. Analooft geldt voor een noodstop de maximale tijd van 50ms. Een terugmelding of verklikkerlamp mag maximaal 500 ms vertraging geven.

De programmaverwerking gebeurt cyclisch. Om de totale cyclustijd te beperken, worden de programmadelen waarvan de uitvoering aan voorwaarden verbonden is, niet gelezen wanneer aan deze voorwaarden niet voldaan is. Het is mogelijk om de maximale totale cyclustijd vrij in te stellen en te bewaken.

Om de reactietijd te verkorten, kunnen de toepassingen gerealiseerd worden in autonome modules, welke geïntegreerd kunnen worden in verscheidene taken, waarvan de periodiciteit en de prioriteit aangepast zijn aan de te verwerken functie. Het is derhalve mogelijk om bepaalde programmadelen periodisch uit te voeren met een instelbare intervaltijd korter dan de totale cyclustijd. Bepaalde programmadelen kunnen op deze wijze gegarandeerd uitgevoerd worden binnen een bepaald tijdraster onafhankelijk van de totale cyclustijd.



## 1.5 Documenten

---

### 1.5.1 Beschrijving

De levering van een programmeerbare besturingseenheid omvat eveneens de levering in drievoud van de informatie, waarnaar verwezen wordt in deel 5 van NBN EN 61131-2:2008

("5. Information to be provided by the manufacturer").

Deze informatie bevat onder meer, maar niet uitsluitend:

- de gebruikershandboeken van al het gebruikte materiaal;
- de gebruikershandboeken van alle gebruikte software;
- de montage- en onderhoudsvoorschriften;
- een bedieningshandleiding;
- een checklist voor het opsporen van fouten;
- een lijst met de bestelnummers en het type van al het gebruikte materiaal.

Verder wordt de informatie waarnaar verwezen wordt in paragraaf 1.5. "Compliance" en in de annexen D "Implementation - dependent parameters" en E "Error conditions" van NBN EN 61131-2:2008 geleverd.

De CD-ROM met alle gebruikte software en de in deze paragraaf opgesomde documentatie worden eveneens geleverd. Elke aangebrachte verandering in de software dient nageleverd te worden op CD-ROM.

Alle documenten worden voorzien van een voorblad met duidelijke titel en versienummer. Elke wijziging van hardware of software houdt ook een aanpassing van de documentatie en van het versienummer in. Elke wijziging wordt ingeschreven in een logboek.

#### 1.5.1.1 Kenmerken van de uitvoering

##### 1.5.1.1.A HARDWARE

Alle schema's worden gerealiseerd volgens NBN EN 60027-1:2007. Alle lijsten worden opgesteld conform NBN EN 60445:2000.

##### 1.5.1.1.A.1 Installatieschema's

De installatieschema's bestaan zowel uit globale symbolische blokschema's als uit gedetailleerde elektrische deelschema's van een bepaald blok. Deze deelschema's kunnen, wanneer het blok vrij complex is, ook weer in de vorm van een blokschema opgesteld worden, maar uiteindelijk komt men steeds na één of meer tussenstappen tot een gedetailleerd elektrisch schema.

Opdat het schema effectief als documentatie gebruikt kan worden, wordt een volledig tekstuele beschrijving van de opbouw en de werking van het schema bijgeleverd. Een aanduiding van iedere component plus een lijst van onderdelen moet op het schema voorkomen. Bij vervanging van defecte componenten moet bekend zijn welke eisen er worden gesteld aan de componenten (vb. type zekering, warmtedissipatie van weerstanden, enz.). Merk en typenummer van de elementen worden op de schema's vermeld.

##### 1.5.1.1.A.2 Gebruiksschema

Bij programmeerbare logische besturingseenheden geeft het gebruiksschema de voorzijde van de kasten weer met hun indeling in racks, modules of blokken waarop de volgende inlichtingen worden aangebracht:

- kenteken van de uitrusting;
- aard van de modules;

- functies en adresteken;
- gebruikte en vrijgebleven plaatsen.

#### 1.5.1.1.A.3 Bedradinglijst

De bedradinglijst heeft betrekking op de toestellen binnen de schakelkast.

Ze is van het volgend formaat:

Van		Naar		mm <sup>2</sup>	Kleur
Toestel	Klem	Toestel	Klem		

**Tabel 47 - 1-2**

Het opstellen van de bedradinglijst gebeurt volgens een alfanumerieke aanduiding. De verschillende toestellen worden eerst in alfabetische volgorde geordend, vervolgens wordt verder gewerkt met numerieke grootheden. Wanneer alle toestellen op deze manier zijn verwerkt worden de verbindingen naar de klem van de klemmenrij en de doorverbindingen tussen de klemmen van de klemmenrij onderling beschreven.

#### 1.5.1.1.A.4 Kabellijst

De kabellijst beschrijft de aansluitingen tussen de schakelkast en de verschillende vermogenelementen, bedieningstoestellen en dergelijke. Bij elke kabel worden de verschillende aders aangeduid met cijfer en kleurencode. Als bij een bepaalde bestemming nog onderlinge verbindingen dienen uitgevoerd te worden, dan wordt dit aangeduid in de laatste kolom.

De kabellijst heeft het volgende formaat:

	Kabel nr.	Kleur	Sectie mm <sup>3</sup>	Klemmenrij nr.	Bestemming		Doorverbonden klemmen			
							Van		Naar	
					Toestel	Klem	Toestel	Klem	Toestel	Klem
Ader nr.										

**Tabel 47 - 1-3**

De kabels dienen aan beide uiteinden van hun kenteken te worden voorzien.

Dit kenteken bevat de belangrijkste specificaties van de kabel:

- kabelnummer;
- bestemming van het andere uiteinde;
- genormaliseerde aanduiding van de kabelsoort gevolgd door het aantal geleiders en de draaddoorsnede.

#### 1.5.1.1.B SOFTWARE

##### 1.5.1.1.B.1 Programmatie – functionele analyse

De programmatie vertrekt van een functionele analyse op basis van de opgenomen procesbeschrijving in de opdrachtdocumenten. Deze eerste bevat een opsomming van alle stappen met bijhorende in- en

uitgangen en grensvoorwaarden. De karakteristieken en randvoorwaarden die betrekking hebben op het automatisme zelf van de te verwezenlijken uitrusting, alsook van de karakteristieken van de verschillende aan te schakelen toestellen, dienen gekend te zijn door de aannemer.

De gedetailleerde functionele analyse is een uitwerking van de procesbeschrijving. Beiden worden qua opbouw ter goedkeuring voorgelegd aan de aanbestedende overheid. Bij de uiteindelijke programmatie wordt hiervan niet afgeweken zonder voorafgaande toestemming van de aanbestedende overheid.

Deze functionele analyse bevat kruisverwijzingen naar locaties in de eigenlijke programmatuur. De functionele analyse laat toe om de logica in de programmatuur terug te vinden.

### 1.5.1.1.B.2 Listings

Een listing is het programma op een "lijst" en in een leesbare vorm op CD-ROM in het broncode-formaat van de constructeur en tevens als PDF-document.

Een listing wordt opgemaakt in functie van de gebruikte programmeertaal.

Ook wordt een lijst opgesteld van de gebruikte variabelen en constanten.

De aannemer voorziet in de levering van een kopie op permanent geheugen van het definitief programma bij de definitieve oplevering met duidelijke vermelding van datum, versienummer en de reden van de aangebrachte wijzigingen.

Tijdens de waarborgperiode valt de levering van ieder bijkomend programma of gewijzigd programma, dat niet voortvloeit uit een aanvraag tot uitbreiding vanwege de aanbestedende overheid, ten laste van de aannemer.

## 1.6 Opleiding

---

### 1.6.1 Beschrijving

Het leveren van de besturingseenheid (of logische besturingseenheid) en van zijn hulppapparaten omvat ook de vorming gedurende twee dagen door de aanbestedende overheid aangeduid en dit onafhankelijk van de plaats waar de uiteenzetting zal gegeven worden.

Deze vorming bestaat uit een uiteenzetting, het op de hoogte brengen van het onderhoud, herstellingen bij de eerste tussenkomst en praktische simulaties van reële problemen.

Per persoon wordt tijdens de opleiding één Nederlandstalige handleiding overhandigd.

### **Hoofdstuk 47 werd opgemaakt door Werkgroep 6**

*voorzitter*

Luc Donders

*secretaris*

Karen De Winne

*leden van de werkgroep*

Kris Janssens, Roger De Wolf, Wim De Bruyn

## COLOFON

Verantwoordelijke uitgever:  
ir. Tom Roelants  
administrateur-generaal

Contactadres:  
Afdeling Expertise Verkeer en Telematica  
Koning Albert II-laan 20, bus 4  
1000 BRUSSEL  
Tel. 02-553 78 01 – Fax. 02-553 78 05

Depotnummer:  
D/2011/3241/002