



Hoogheemraadschap van
Rijnland

BUNDEL
Algemene Voorschriften voor in
opdracht van Rijnland uit te voeren
werken

Deel:
Elektrotechnische installaties
Versie 2018

Bezoekadres: Archimedesweg 1, 2333 CM Leiden
Postadres: Postbus 156, 2300 AD Leiden
Website: www.rijnland.net
Email: post@rijnland.net
Telefoon: (071) 306 306 3
Telefax: (071) 5 123 916

Afdeling: Onderhoud
auteurs: W.A.M. van Haaster
Bestand: Bundel AV 2018 ET.doc
Versie: 2018
Datum: 5 juli 2018

Voorwoord

Dit document is onderdeel van de "Bundel Algemene voorschriften voor in opdracht van Rijnland uit te voeren werken" en beschrijft de voorschriften die gelden ter uitvoering voor de elektrotechnische installaties.

Voor de exacte omvang van de werkzaamheden en leveringen wordt verwezen naar de werkschrijving uit het bestek (deel II), de werkbeschrijving en/of vraagspecificatie.

Nummer	Beknpte omschrijving	Auteur	Datum
2015	<ul style="list-style-type: none">▪ Aanpassing lay-out op nieuwe huisstijl▪ Aanpassingen t.g.v. vernieuwde PA-visie: eisen hardware en PA-documentatie verschuiven naar PA-bundel	W.van Haaster	31-3-2015
2016	<ul style="list-style-type: none">▪ Opmerkingen afdeling onderhoud	W. van Haaster	31-3-2016
2017	<ul style="list-style-type: none">▪ Opmerkingen afdeling onderhoud	W. van Haaster	12-4-2017
2018	<ul style="list-style-type: none">▪ Opmerkingen afdeling onderhoud	W. van Haaster	1-4-2018

Inhoudsopgave

Voorwoord	I
Inhoudsopgave	II
1 Inleiding	1
1.1 Verklaring van gebruikte afkortingen	1
2 Voorschriften en normen	2
2.1 Van toepassing zijn de voorschriften en normen voor het elektrotechnische werk	2
3 Op te leveren documenten	5
3.1 Bedienings- en onderhoudsvoorschriften	5
3.2 Berekeningen	5
3.3 Documentatie betreffende EMC markeringen	5
4 Keuring, beproeving en inbedrijfstelling	6
4.1 Door de aannemer uit te voeren keuringen en beproevingen	6
5 Opzet en indeling van installaties	7
5.1 Ontwerpen volgens de Europese richtlijnen	7
5.2 E-typicals	7
5.3 Aanzetinrichting motorschakelingen	8
5.4 Dimensionering van elektrotechnisch materiaal	9
5.5 Selectie van elektrotechnisch materiaal	10
5.6 Kabelloop	10
5.7 Ontwerp noodstopfuncties	10
5.8 Montage van elektrotechnisch materiaal	11
6 Algemene eisen en definities	12
6.1 Accept en reset	12
6.2 Bediening, signalering en instellingen	12
6.2.1 Via een werkschakelaar	12
6.2.2 Via een testdrukknop	12
6.2.3 Via een bedieningsschakelaar	12
6.2.4 Semi Automatisch bedrijf (SA-bedrijf)	14
6.2.5 Via een MCC-schakelaar of bediening op lokale panelen	14
6.2.6 Via een MMI	14
6.2.7 Via een beeldschermbedieningssysteem (BBS)	15
6.3 Beveiliging	15
6.4 Blokkering herinschakeling	15
6.5 Codering en naamplaten	15
6.6 Netbewaking c.q. spanningsuitval	15
6.7 Signalering	15
6.8 Storingen, verwerking, signalering en alarmering	16
7 Elektromotoren	18
7.1 Uitvoering	18
7.2 Montage	18
8 Verdeelinrichtingen, schakel- en bedieningspanelen en klemmenkasten	19
8.1 Definities en codering	19
8.2 Keuring en beproeving	22
8.3 Algemene eisen voor alle soorten panelen	22
8.4 Buitenopstellingskasten	23
8.5 Aansluittechniek bedrading en bekabeling	24
8.6 Bedrading; uitvoering, draadkleur en codering	24
8.7 Bekabeling; aansluiten en afwerken op panelen	25
8.8 Component codering in panelen	26
8.9 Klemmenstroken; uitvoering en codering	26

8.10	Klimaatbeheersing in panelen.....	27
8.11	Mechanische eisen voor alle soorten panelen	27
8.12	Mechanische eisen (hoofd)schakel- en verdeelpanelen (HVK en MCC)....	28
8.13	Montage eisen voor alle soorten panelen.....	29
8.14	Montage eisen (hoofd)schakel- en verdeelpanelen (HVK en MCC)	31
8.15	Railsystemen	31
9	Bevestigingsmethoden en constructies.....	33
9.1	Algemeen.....	33
9.2	Bevestiging van "verstelbare" meetapparatuur e.d.	33
9.3	Bevestiging van "vast opgestelde" meetapparatuur e.d.	34
10	Specificatie elektrotechnische apparatuur en materiaal.....	35
10.1	Beschermingsklasse	35
10.2	Schakelapparatuur.....	36
10.2.1	Algemeen	36
10.2.2	Decontactoren	36
10.2.3	Eindschakelaar	37
10.2.4	Groepsschakelaar.....	37
10.2.5	Lastschakelaar en lastscheiders.....	37
10.2.6	Magneetschakelaar.....	37
10.2.7	Motorstartercombinaties.....	38
10.2.8	Naderingsschakelaar (contactloos).....	38
10.2.9	Overige schakelaars	38
10.2.10	Relais (hulp-, tijd- en speciaalrelais).....	39
10.2.11	Mechanisch schakelende procesinstrumenten (drukschakelaar/ pressostaat, thermostaat, stromingsschakelaar e.d.)	39
10.2.12	Schakelklok	39
10.2.13	Scheider.....	40
10.2.14	Stuurstroomschakelaar.....	40
10.2.15	Werkschakelaar	40
10.3	Beveiligingsapparatuur.....	41
10.3.1	Algemeen	41
10.3.2	Selectiviteit	41
10.3.3	Aardlekbeveiliging	42
10.3.4	Installatieautomaat	42
10.3.5	Vermogensautomaat	43
10.3.6	Mespatronen en mespatroonhouders.....	43
10.3.7	Motorbeveiligingsschakelaar	44
10.3.8	Schroefautomaten.....	45
10.3.9	Schroefpatronen en schroefpatroonhouders	45
10.3.10	Thermisch relais	45
10.3.11	Thermistorrelais	45
10.4	Meet- en regelapparatuur	46
10.4.1	Algemeen	46
10.4.2	Ampèremeter en voltmeter.....	46
10.4.3	Blindstroomcompensatie	47
10.4.4	Contactelektrode.....	48
10.4.5	Debietmetingen water, slib en lucht.....	48
10.4.6	Frequentie omvormer	49
10.4.7	Grenswaardenrelais.....	53
10.4.8	kWh-meter / Powermonitor	53
10.4.9	Meetwaarde omvormers.....	54
10.4.10	Meetversterkers / procestransmitters / signaalconditioners	54
10.4.11	Monsternamen-apparatuur.....	54
10.4.12	Niveaumetingen kelders, putten, tanks (hydrostatisch)	54
10.4.13	Niveaumetingen kelders, putten, tanks (ultra sonoor of radarmeting).....	55

10.4.14	Niveaumeting lensputten	55
10.4.15	Niveauwipper	56
10.4.16	Scheidingsversterkers.....	56
10.4.17	Slibconcentratiemeting in bassins.....	56
10.4.18	Slibconcentratiemeting in leidingen	57
10.4.19	Softstarter	57
10.4.20	Teller	58
10.4.21	Temperatuurmeting in bassins	58
10.4.22	Zuurstofconcentratiemeting in bassins	59
10.5	Diversen	59
10.5.1	Akoestische signaalgever	59
10.5.2	Diodes voor lampentest	59
10.5.3	Drukknoppen op front schakelkast.....	60
10.5.4	Junctionboxen (koppeldozen).....	60
10.5.5	Signaallampen op front schakelkast.....	60
10.5.6	Stuurstroomtransformator.....	60
10.5.7	Stroomtransformator	60
10.5.8	Transformator	61
10.5.9	24V DC voeding	61
10.6	Lichtinstallatie en installaties lichtkracht algemeen	62
10.6.1	Algemeen	62
10.6.2	Armatuur algemeen.....	63
10.6.3	Armatuur voor lampen.....	63
10.6.4	Armatuur voor TL-buislampen.....	64
10.6.5	Krachtwandcontactdozen (3 fase 400VAC).....	64
10.6.6	Lasdozen	64
10.6.7	Lichtmasten	64
10.6.8	Lichtschakelaars en wandcontactdozen 230 Volt (AC)	65
10.6.9	Terrein- en gevelverlichting algemeen.....	65
10.6.10	Terreinverlichting armaturen	65
10.6.11	Noodverlichting	65
11	Kabels en leidingen; aanleg en montage.....	67
11.1	Algemeen.....	67
11.2	Dimensionering en algemene uitvoeringseisen	68
11.3	Kabelnummering, kabellabels, labelkleurcodering en kabeladerkleuren ..	69
11.4	Gescheiden aanleggen, bundelen en sorteren van kabels.....	70
11.5	Kabels in de grond.....	70
11.6	Kabels niet in de grond.....	72
11.7	Doorvoeringen	74
11.8	Kabelbeschermbuizen.....	74
11.9	Kabelbeschermslang	75
11.10	Leidingaanleg met buis (kabelbuis) - algemeen.....	75
11.11	Leidingaanleg <u>tegen</u> plafonds en wanden	76
11.12	Leidingaanleg <u>in</u> plafonds, wanden en vloeren.....	76
11.13	Leidingaanleg <u>in</u> schoon metselwerk.....	77
11.14	Montage kabels en leidingen voor motoren en apparaten.....	78
11.15	Kabeldragers	78
11.16	Pakkingbussen (wartels).....	80
12	Aarding, bliksem- en overspanningbeveiliging	82
12.1	Algemeen	82
12.2	Aarding en potentiaalvereffening	83
12.3	Uitwendige bliksemafleiderinstallatie	84
12.4	Inwendige bliksembeveiliging en overspanningbeveiliging.....	86
13	Overige zwakstroominstallaties	89
13.1	Telefooninstallatie.....	89

14	Voeding 24 V DC.....	90
15	Automatisering hardware	91
15.1	Globale opzet.....	91
15.2	MRK	91
15.3	PLC-kast	92
15.4	Server-kasten	92
15.5	Aanleg	93
16	Reservedelen.....	94

1 Inleiding

1. In dit document zijn de algemene voorschriften voor uitvoering van elektrotechnische installaties vastgelegd.
2. Deze voorschriften hebben betrekking op het werk zoals omschreven in het bestek, de werkbeschrijving of de vraagspecificatie. In dit stuk wordt tussen deze soorten documenten geen verder onderscheid gemaakt. Daar waar in deze voorschriften "bestek" staat dient daar waar van toepassing, dit gelezen te worden als, het bestek als geheel, dan wel de specifieke omschrijving van het werk zoals vast gelegd "in besteksdeel II", dan wel "de werkbeschrijving" of "de vraagspecificatie".
3. Deze voorschriften hebben betrekking op alle type installaties. Vanwege de leesbaarheid van de tekst worden installaties voor oppervlaktewaterregulering aangeduid als poldergemalen. De betreffende voorschriften zijn ook van toepassing voor andere type installaties voor oppervlaktewaterregulering zoals inlaten - stuwen - schuiven - balgen - etc.

1.1 Verklaring van gebruikte afkortingen

1. In dit stuk komen de volgende afkortingen voor:

Afkorting	Verklaring
AWTG	Afval Water Transport Gemaal, ook wel aangeduid als rioolgemaal
AWZI	Afval Water Zuivering Installatie Gemaal, ook wel aangeduid als zuiveringsinstallatie
BBS	Beeldscherm Bediening Station, het computersysteem ter bediening van de zuivering
FO	Frequentie omvormer, ook wel aangeduid als frequentieregelaar, functie toerenregelaar elektromotor
MABO	Gecertificeerd Monteur Aarding Bliksem Overspanningsbeveiliging
MCC	Motor Control Center, de schakelkast ter voeding van de motorgroepen
MMI	Man Machine Interface, het bedieningsdisplay / touchscreen
MRK	Meet en Regel Kast
NH-bedrijf	Nood Hand bedrijf, hierbij wordt de besturing door relais verzorgd
NH-stand	Bedrijfskeuzeschakelaar in stand Nood Hand
NoBo	Notified Body, een internationaal erkend keuringsinstituut
PG	Polder Gemaal
PLC	Programmabel Logic Controler, dit is een industriële besturingscomputer
PLC-bedrijf	Besturing door de PLC, dit is de reguliere bedrijfsstand
PLC-stand	Bedrijfskeuzeschakelaar in stand PLC
SA-bedrijf	Semi Automatisch bedrijf, besturing door relais. Zie ook paragraaf 6.2.4.
SA-stand	Bedrijfskeuzeschakelaar in stand Semi Auto
TABO	Technicus Aarding Bliksem Overspanningsbeveiliging gecertificeerd ontwerper bliksembeveiligings-installaties.

2 Voorschriften en normen

2.1 Van toepassing zijn de voorschriften en normen voor het elektrotechnische werk

1. Overige van toepassing zijnde voorschriften en normen zijn:

Norm	Omschrijving
NEN-EN 54 ATEX 137	Automatische brandmeldinstallaties: Richtlijn 1999/92/EG (ATEX 137) geeft in hoofdlijnen aan hoe om te gaan met gas- en stof-ontploffingsgevaarlijke ruimten
NEN-EN 981	Veiligheid van machines - Systeem van akoestische en optische gevaarsignalen en informatieve signalen
NEN 1010 NPR 1014	Veiligheidsbepalingen voor laagspanningsinstallaties. Bliksembeveiliging - Leidraad bij de NEN-EN-IEC 62305 reeks
NEN-EN 1037	Veiligheid van machines - Voorkoming van onbedoeld starten
NEN 1041	Veiligheidsbepalingen voor hoogspanningsinstallaties.
NEN-EN 1087	Ventilatie van gebouwen - Bepalingsmethoden voor nieuwbouw
NEN 1838 NEN 2535	Toegepaste verlichtingstechniek - Noodverlichting Brandveiligheid van gebouwen - Brandmeldinstallaties - Systeem- en kwaliteitseisen en projecteringsrichtlijnen.
NEN 2575	Brandveiligheid van gebouwen - Ontruimingsinstallaties - Systeem- en kwaliteitseisen en projecteringsrichtlijnen
NPR 2576	Functiebehoud bij brand - Richtlijn voor bekabeling, ophanging en montage van transmissiewegen.
NEN 3011	Veiligheidskleuren en -tekens in de werkomgeving en in de openbare ruimte
NEN 3140	Bedrijfsvoering van elektrische installaties - Aanvullende Nederlandse bepalingen voor laagspanningsinstallaties. (Zie ook NEN-EN 50110)
NEN 3157	Technische tekeningen - Symbolen voor de meet- en regeltechniek - Basissymbolen voor de procesinstrumentatie.
NEN 3347	Technische tekeningen - Symbolen voor de meet- en regeltechniek - Uitgewerkte symbolen voor de procesinstrumentatie
NEN 3840	Bedrijfsvoering van elektrische installaties - Aanvullende Nederlandse bepalingen voor hoogspanningsinstallaties.
NEN-ISO 3864 NEN 5152	Veiligheidskleuren en -tekens Technische tekeningen - elektrotechnische symbolen.
NPR 5164	Meet- en regeltechniek - Theoretische logicaschema's voor beveiligen, sturen en melden - Symbolen en voorbeelden
NPR 5269	Meet- en regeltechniek - Basisdocumentatiepakket voor procesbesturingsinstallatie
NPR-5310	Nederlandse praktijkrichtlijn bij NEN-1010.

Norm	Omschrijving
NEN 5509	Gebruikershandleidingen - Inhoud, structuur, formulering en presentatie
NEN-6786	Voorschriften voor het ontwerpen van beweegbare bruggen (VOBB)
NEN-6787	Het ontwerpen van beweegbare bruggen - veiligheid.
NEN-ISO 7000	Grafische symbolen voor gebruik op apparatuur - Index en overzicht
NPR 7910	Gevarenzone-indeling met betrekking tot ontploffingsgevaar:
NEN 8012	Keuze van het leidingtype met als doel het beperken van schade als gevolg van brand van en via elektrische leidingen met inbegrip van glasvezelleidingen
NPR 8110	Risicoklassenindeling overspanningbeveiliging
NPR 9090	DC installaties voor laagspanning
NEN-EN-ISO 10628	Stroomschema's voor de procestechniek - Algemene regels.
NEN-EN-ISO 12100	Veiligheid van machines - Basisbegrippen voor ontwerp - Risicobeoordeling en risicoreductie
NEN-EN 12464-1	Licht- en verlichtingstechniek - Werkplekverlichting - Deel 1: Werkplekken binnen
NEN-EN 12464-2	Licht- en verlichtingstechniek - Werkplekverlichting - Deel 2: Werkplekken buiten.
NEN-EN-ISO 13849	Veiligheid van machines - Onderdelen van besturingssystemen met een veiligheidsfunctie (PL)
NEN-EN-ISO 13850	Veiligheid van machines - Noodstop - Ontwerpbeginselen
NPR-ISO/TR 14121-2	Veiligheid van machines - Risicobeoordeling
NEN-EN 50110	Bedrijfsvoering van elektrotechnische installaties: (Zie ook NEN 3140).
NEN-EN 50160	Spanningskarakteristieken in openbare elektriciteitsnetten
NEN-EN 50164	Onderdelen voor bliksembeveiligingsinstallatie:
NEN-EN 50172	Noodverlichtingsystemen voor vluchtwegen.
NEN-EN 50271	Elektrisch materieel voor de detectie en meting van brandbare gassen, giftige gassen of zuurstof - Eisen voor en beproevingen van toestellen die gebruik maken van programmatuur en digitale technieken.
NEN-EN 50394-1	Elektrisch materieel voor plaatsen waar ontploffingsgevaar kan heersen - Groep I - Intrinsiek veilige systemen: Deel 1: Constructie en beproeving.
NEN-EN-IEC 60034-30	Roterende elektrische machines - Deel 30: Rendementsklassen driefasige kooiankeromotoren met enkele snelheid (IE-code)
NEN-EN-IEC 60079	Elektrisch materieel voor plaatsen waar gasontploffingsgevaar kan heersen:
NEN-EN-IEC 60204	Veiligheid van machines - Elektrische uitrusting van industriële machines:
IEC 60331	Beproeving op het gedrag van elektrische leidingen bij brand - Functiebehoud
NEN-EN-IEC 60445	Identificatie aansluitingen en geleiders
IEC 60757	Kleurcode voor bedrading / aders
NEN-EN-IEC 60947	Laagspanningsschakelaars
NEN-EN-IEC 61000	Elektromagnetische compatibiliteit (EMC).

Norm	Omschrijving
NPR-IEC/TR 61000-5-2	Elektromagnetische compatibiliteit (EMC) - Deel 5: Installatie- en mitigatierichtlijnen - Sectie 2: Aarding en bekabeling
NEN-EN-IEC 61131	Programmeerbare besturingen
NEN-EN-IEC 61310-1	Veiligheid van machines - Signalering, markeringen en bediening - Deel 1: Eisen aan zichtbare, hoorbare en voelbare signalen
NEN-EN-IEC 61310-2	Veiligheid van machines - Signalering, markeringen en bediening - Deel 2: Eisen aan markeringen
NEN-EN-IEC 61310-3	Veiligheid van machines - Signalering, markeringen en bediening - Deel 3: Eisen aan de positie en de bediening van bedieningselementen
NEN-EN-IEC 61346-2	Industriële systemen, installaties en uitrustingen in industriële producten – Structuur beginselen en referentie-aanduidingen – Deel 2: Classificatie van objecten en codes voor klassen
NEN-EN-IEC 61383-24	Systemen van buizen voor het onderbrengen van elektrische leidingen - Deel 24: Bijzondere eisen - Buizen voor aanleg in de grond
NEN-EN-IEC 61439	Laagspanningsschakel- en verdeelinrichtingen
NEN-EN-IEC 61800	Regelbare elektrische aandrijfsystemen
NEN-EN-IEC 61969	Mechanische structuren voor elektronische apparatuur – Omhulsels voor buitenopstelling:
NEN-EN-IEC 62061	Veiligheid van machines - Functionele veiligheid van elektrische, elektronische en programmeerbare systemen met een veiligheidsfunctie (SIL)
NEN-EN-IEC 62079	Vorbereiding van instructies - Structurering, inhoud en presentatie
NEN-EN-IEC 62446-1	Fotovoltaïsche (PV) systemen - Eisen voor beproeving, documentatie en onderhoud - Deel 1: Netgekoppelde systemen - Documentatie, in-bedrijfsname-testen en inspectie
NEN-EN-IEC 62305	Bliksembeveiliging.
NEN-EN-IEC 81346-2	Industriële installaties, Structuurbeginselen en referentie-aanduidingen - apparaatcodes

- De elektrotechnische installatie moet worden uitgevoerd volgens de aansluitvoorwaarden van de netbeheerder van het elektriciteitsnet waarop moet worden aangesloten.
- De gehele NEN 1010 en de gehele NPR 5310 zijn van toepassing.

3 Op te leveren documenten

Zie bijlage 2 bundeldeel "Richtlijn voor het leveren van asset data van de in opdracht van Rijnland uitgevoerde werken".

3.1 Bedienings- en onderhoudsvoorschriften

Zie eisen gebruikershandleiding onder vraagspecificatie proces.

3.2 Berekeningen

Zie bundeldeel "Richtlijn voor het leveren van asset data van de in opdracht van Rijnland uitgevoerde werken".

3.3 Documentatie betreffende EMC markeringen

Geen aanvullingen t.o.v. het gestelde in de vraagspecificatie proces.

4 Keuring, beproeving en inbedrijfstelling

In aanvullingen op de vraagspecificatie proces, zijn voor de elektrotechnische installatie onderstaande eisen van toepassing.

4.1 Door de aannemer uit te voeren keuringen en beproevingen

1. Voor keuring en beproeving van panelen (FAT-hardware) wordt verwezen naar artikel 8.2 "Keuring en beproeving.
2. De keuringen en beproevingen omvatten ten minste:
 - een algemene visuele inspectie van de installatieonderdelen
 - een keuring van de afwerking en de oppervlaktebehandeling
 - een keuring van de onderdelen op constructie en veiligheid
 - een beoordeling van de geluidsproductie
 - doormeten van alle bekabeling
 - het afstellen en controleren van beveiligingen
 - een gefaseerde inbedrijfname en de daartoe benodigde testen van de installatie
 - functionele beproeving van de goede werking van de installatie in alle voorkomende bedrijfssituaties
3. Ten aanzien van de besturingsinstallatie moet de aannemer aantonen dat:
 - alle verbindingen tussen het proces en de PLC zijn getest
 - de werktuigen correct functioneren in het Nood Hand bedrijf en/of het Semi Automatisch bedrijf, ter sturing buiten de PLC om
 - alle aansluitingen van meetsignalen, schakelaars, contacten etc. vanuit het proces tot op de PLC juist zijn
 - de functionele werking van alle ingangen juist is
 - de uitgangen van de PLC op de juiste wijze zijn aangesloten en de functionele werking van alle uitgangen juist is.

Taakverdeling installatietesten door E-aannemer / PA-aannemer:

 - Instrumentatie en FO's instellen en testen (E)
 - Functioneel testen alle stuurstroom (E)
 - I/O test, vanaf de veldcomponent tot op het SCADA. (E en PA gezamenlijk, E leidend)
 - SAT (E en PA gezamenlijk, PA leidend)
4. De aannemer moet aantonen dat de installaties aan de eisen en gegarandeerde waarden voldoen en goed functioneren, er geen onderdelen abnormaal trillen, er geen hinderlijk geluid ontstaat en de werktuigen niet overbelast kunnen worden.
5. De aannemer moet voorts aantonen dat de thermische beveiligingen van de elektromotoren de stroom afschakelen bij de op te geven stroomsterkten en belastingperioden.
6. Na geslaagde (deel)beproevingen en na een goede werking van de installatieonderdelen zal de installatie door de aannemer schriftelijk dan wel mondeling voor opneming/oplevering kunnen worden aangemeld.

5 Opzet en indeling van installaties

1. Bij kleine installaties kunnen de energie verdeelinrichting, bedienings- en besturingspanelen voor het gehele proces meestal in één ruimte worden ondergebracht.
Dit is het geval bij de meeste poldergemalen, rioolgemalen en kleine AWZI's.
2. Bij grotere installaties zal op meerdere plaatsen behoefte zijn aan panelen t.b.v. de energieverdeling, bediening en besturing.
3. De verdeling van elektrisch energie verloopt dan via één of meerdere transformatoren, één of meerdere hoofdverdeelpanelen en twee of meerdere onderverdelers c.q. schakel-/bedieningspanelen.
4. Op elke locatie waar in een schakel-/bedieningspaneel is voorzien moet ook een meet- en regelkast (MRK) worden geprojecteerd (zie ook hoofdstuk 8).
5. Bij installaties met beperkte ruimte kan ervoor worden gekozen om het schakel-/bedieningspaneel te combineren met de meet- en regelkast.
6. Vanuit de krachtverdeelinrichting wordt de meet-, regel- en besturingsinstallatie gevoed met een driefasen automaat.
7. In geval van een aparte meet- en regelkast moet op de deur van deze kast in een hoofdschakelaar worden voorzien.
8. Alle onderdelen moeten voor zover mogelijk goed bereikbaar zijn zonder gebruik van hulpmiddelen.

5.1 Ontwerpen volgens de Europese richtlijnen

1. De elektrische installatie ontwerpen conform Europese richtlijnen, waarvan de belangrijkste de laagspanningsrichtlijn, de machinerichtlijn en de EMC richtlijn.

Eisen uit de laagspanningsrichtlijn kunnen afwijken van eisen uit de machinerichtlijn. Om conflicten in eisen te voorkomen geldt de volgende demarcatie:

2. In het kader van de laagspanningsrichtlijn, de NEN1010 aanhouden voor de verdeelinrichting (tot het beveiligingstoestel van de eindgroep) en voor de gebouw gebonden installatie.
3. In het kader van de machinerichtlijn, de NEN-EN-IEC 60204 hanteren voor het circuitdeel vanaf het beveiligingstoestel van de eindgroep tot aan de machine en voor de machinebesturing.

5.2 E-typicals

Rijnland hecht vanuit onderhoud optiek veel waarde aan standaardisatie. Ter bevordering van eenduidigheid heeft Rijnland E-typicals opgezet.

1. Ter uitwerking van het elektrotechnisch ontwerp zijn de volgende voorbeeldschema's beschikbaar:
 - E-standaard typicals WS Rijnland, voor poldergemalen en kleine kunstwerken Watersystemen;

- E-standaard typicals AWTG Rijnland, voorbeeld uitgewerkt voor afvalwatertransportgemalen met 2 of 3 pompen;
 - E-standaard typicals AWZI Rijnland, voorbeeld voor afvalwaterzuiveringinstallaties.
2. Op de E-typicalen geven de principes ter uitwerking van de elektrotechnische installatie. De E-typicalen worden in PDF-formaat aangeleverd. Daar waar in het bestek / de vraagspecificatie afwijkende eisen staan, moeten de schema's hierop aangepast worden.
 3. De opdrachtnemer maakt de elektrische tekeningen specifiek voor de betreffende installatiedelen en vult de basis aan met ontbrekende gegevens.
 4. De opdrachtnemer kan laatste revisie van de typicals bij de opdrachtgever opvragen in het geval deze niet bij opdracht zijn verstrekt.
 5. De E-typicalen voor AWZI zijn nog gebaseerd op verouderde regelgeving waarbij het gebruik van werkschakelaars in de stroomstroom was toegestaan. Tegenwoordig is het uitsluitend toegestaan om alleen werkschakelaars in de hoofdstroom op te nemen.
Gewijzigde uitgangspunt ter uitwerking voor het ontwerp is dat werktuigen, tot en met 63A, bij het werktuig een werkschakelaar in de hoofdstroom krijgen. Voor werktuigen welke via een frequentie omvormer aangestuurd worden vervalt de werkschakelaar.
N.B. Voor alle werktuigen geldt dat zij in het MCC een vergrendelbare motorbeveiligingsschakelaar krijgen, overeenkomstig artikel 10.2.1 lid 3.

5.3 Aanzetinrichting motorschakelingen

1. Direct On Line (D.O.L.) voor ongeregelde motoren tot 2,5 kW.
2. Sofstarter voor ongeregelde motoren vanaf 4 kW.
3. Frequentieregelaar voor geregelde motoren.

5.4 Dimensionering van elektrotechnisch materiaal

1. Materiaal moet aantoonbaar en herleidbaar gedimensioneerd worden. Uitgangspunten / beginselen ter grondslagen moeten duidelijk vastgelegd worden. De onderbouwing in het objectdossier opnemen. Uit de documentatie moet duidelijk blijken op welke materiaal de onderbouwing betrekking heeft. Waar mogelijk apparaatcodes ter identificatie hierbij hanteren.
2. Dimensioneringsvoorschriften, zie ook bundeldeel "Richtlijn voor het leveren van asset data van de in opdracht van Rijnland uitgevoerde werken":
 - artikel 3.2.1 berekeningen;
 - bijlage 2, artikel 2.5 netwerkanalyse lid 1.
3. Dimensioneren van schakel- en verdeelinrichtingen, zie artikel 8.3 lid 1 en lid 2.
4. Dimensionering railsystemen, zie artikel 8.15 lid 1 en lid 2. Verdelers moeten bestand zijn tegen de dynamische krachten ten gevolge van de kortsluitstromen. Zie ook artikel 8.1 lid 9 en lid 12.
5. Dimensioneren schakelapparatuur, zie artikel 10.2.
6. Dimensioneren beveiligingsapparatuur, zie artikel 10.3.1. Let op bij de materiaalkeuze tevens op de selectiviteitseisen, zie artikel 10.3.2.
7. Dimensioneren frequentie omvormers, zie artikel 10.4.6 lid 1.
8. Dimensioneren bedrading, zie artikel 8.6 lid 5.
9. Dimensioneren kabels en leidingen, zie artikel 11.2. Voor "standaard" 230VAC lichtgroepen met aderdiameters tot 2,5mm² is onderbouwing niet nodig.
10. Dimensioneren kabeldragers, zie artikel 11.15.
11. Dimensioneren ventilatie/koeling schakel- en verdeelinrichtingen, zie artikel 8.10.
12. Dimensioneren aarding, bliksem- en overspanningbeveiliging, zie artikel 12.1.
13. Voedingsbronnen (struurstoomtrafo's/ 24VDC voedingen/UPS voedingen) bij aanleg uitleggen op 80% belasting.

5.5 Selectie van elektrotechnisch materiaal

1. In bundeldeel "Toe te passen elektrotechnische materialen" staan geaccepteerde merken en typen vermeld.
2. Materialen moeten geschikt zijn voor het beoogde doel en de toepassing, bestand zijn tegen de condities waaraan de materialen worden bloot gesteld, voor een levensduur van 15 jaar.
3. Bij de selectie van meetinstrumenten rekening houden:
 - Keuze meetprincipe afgestemd op de specifieke toepassing;
 - Meetschaal uitgelegd op het meetbereik (ondergrens – bovengrens) waarbinnen het instrument wordt geacht te functioneren,
 - selectie op al dan niet negatieve aanwijswaarde (naast positieve aanwijswaarden);
 - voor aanwijsinstrumenten bij voorkeur maximum meetwaarde uitleggen op 80% full scale.

5.6 Kabelloop

1. Ter projectering van de kabelloop, de in de NEN-EN-IEC 62305-3 voorgeschreven scheidingsafstand aanhouden tussen de bekabeling en de opvanginrichting c.q. afgaande leidingen van de bliksembeveiligingsinstallatie. Vanuit praktisch oogpunt een minimum scheidingsafstand 0,5 m hanteren. De scheidingsafstanden tussen kabels onderling staan vermeld in artikel 11.6 lid 5.

5.7 Ontwerp noodstopfuncties

1. Voor de op te leveren installatie moet uit een RI&E conform de NEN-EN-ISO 12100 blijken welke veiligheidsvoorzieningen nodig zijn. Het resultaat per werktuig (of per sectie van samenwerkende werktuigen) aantoonbaar documenteren en opnemen in het op te leveren objectdossier.
Uit de RI&E moet blijken of noodstopfuncties nodig zijn.
Voor iedere noodstopfunctie moet de stopcategorie¹ en de categorie van de veiligheidsfunctie² van de noodstop vast gelegd worden.
2. Noodstopfuncties ontwerpen conform NEN-EN-ISO 13850.

Voor iedere noodstop moet vast gelegd zijn hoe deze op de productielijn ingrijpt, met onderscheid in "Single span of control", "Multiple spans of control" en welke sectie gestopt wordt.

Als voor een noodstop toestel niet direct duidelijk blijkt welke werktuigen stoppen, moet ter plaatse met behulp van pictogrammen verduidelijkt worden welke sectie stopt.

Het aantal ingrijpende magneetschakelaars moet in lijn zijn met de vigerende bepalingen.

¹ Conform de NEN-EN-IEC 60204-1.

² Categorie veiligheidsfunctie in overeenstemming met de Performance Level-norm (NEN-EN-ISO 13849-1) of SIL norm (NEN-EN-IEC 62061).

3. In vertrekken waar machines noodstopstoestellen (zoals noodstopknoppen of noodstopkoorden) krijgen, nabij iedere doorgangsdeur een noodstopknop aanbrengen, welke alle machines met een noodstopcircuit afschakelt.
4. Ter plaatse moeten de gestopte installatiedelen met een reset drukknop herstart kunnen worden.
Activatie van een noodstopcircuit moet leiden tot melding op het BBS/lokale HMI display. Op het BBS/lokale HMI display kan men een melding accepteren. Resetten van de melding kan alleen met een drukknop ter plaatse. Geen accept drukknop ter plaatse, alleen acceptatie vanaf het BBS / HMI display.
5. De installatie moet na netspanningsuitval zelfstartent zijn. Daar bij netspanningsuitval de noodstroomrelais uitvallen, moet de PLC bij initialisatie een reset op afstand aan de noodstroomrelais geven.
6. Uit de documentatie moet blijken dat het geselecteerde materiaal voldoet.

5.8 Montage van elektrotechnisch materiaal

1. Materialen volgens goed vakmanschap deugdelijk monteren met in acht name van de voorschriften van de fabrikant.
2. Apparatuur op een logische plaats aanbrengen, duidelijk zichtbaar en goed voor onderhoud bereikbaar. Onderdelen moeten altijd zo worden geplaatst dat (de)montage probleemloos mogelijk is.

6 Algemene eisen en definities

1. Met nadruk wordt er ook verwezen naar de functionele beschrijving (FB).
2. In het algemeen geldt dat de eisen in dit hoofdstuk en de functionele beschrijving elkaar aanvullen.

6.1 Accept en reset

1. Accept en reset worden gebruikt voor het afhandelen van storingen.
2. Accept is een bedieningsactie waarmee de bedrijfsvoering kenbaar maakt dat een storing is opgemerkt. Accept bediening en afhandeling vindt volledig in de procesautomatisering plaats.
3. Reset is een bedieningsactie waarmee de vergrendelingen, die veroorzaakt zijn door een storing, worden opgeheven, nadat de oorzaak van de storing is verdwenen of is opgelost.
4. Resetten is mogelijk via de resetdrukknop op de MRK, via een bedieningscommando op het MRK-touchscreen of BBS.
Bij een reset worden zowel de hardwarematige als de softwarematige vergrendelingen weggenomen.

6.2 Bediening, signalering en instellingen

Naast de in de voorgaande hoofdstuk omschreven algemene bedieningsfuncties zijn de in de hierna volgende artikelen omschreven soorten bediening, signalering en instellingen van toepassing.

6.2.1 Via een werkschakelaar

1. Doel en uitvoering werkschakelaar staat omschreven naar artikel 10.2.15.
2. De stand van de werkschakelaar wordt op een digitale ingang van de PLC gemeld.
3. Nadat de werkschakelaar is ingeschakeld mag het werktuig direct (weer) worden gestart als aan alle overige (start)voorwaarden is voldaan.

6.2.2 Via een testdrukknop

1. Frequentiegeregelde werktuigen krijgen ter plaatse van het werktuig een (hold to run) testdrukknop om het werktuig ter beproeving in te schakelen. Bij het voor onderhoud spanningsloos maken van een werktuig, is via de testdrukknop te testen of de juiste motorbeveiliging groep is afgeschakeld³.
2. De testdrukknop is te activeren tijdens het PLC-, SA- en NH-bedrijf. Bij activering gaat het werktuig op een ingesteld Jog toerental van 10Hz draaien. Sturing vindt volledig plaats in de stuurstroom, er is geen melding naar de PLC.

6.2.3 Via een bedieningsschakelaar

1. Een bedieningsschakelaar voor een werktuig, wordt opgenomen in de stuurstroom.

³ N.B. Personeel moet daarnaast de LOTOTO procedure volgen.

2. Het bediendeel van een bedieningsschakelaar voor een werktuig wordt op het front van het MCC of een lokaal paneel aangebracht. Een bedieningsschakelaar kan de volgende keuzestanden hebben:

0	:	het werktuig buiten bedrijf
I	:	het werktuig aan, via de stuurstroom aangestuurd
PLC	:	het werktuig wordt door de PLC aangestuurd
SA	:	het werktuig wordt in het Semi Automatisch bedrijf via de stuurstroom aangestuurd
NH	:	het werktuig wordt in het Nood Hand bedrijf via de stuurstroom aangestuurd

De volgende combinaties kunnen op de bedieningsschakelaar voor komen:
 - 0 - I
 - 0 - PLC
 - 0 - SA
 - 0 - PLC - SA
 - 0 - PLC - NH
 - 0 - PLC - SA - NH
3. Zowel de PLC-stand als de SA-stand en de NH-stand worden separaat aan de PLC gemeld.
4. Werktuigen die continu moeten werken zijn in het Nood Hand bedrijf handmatig in bedrijf te nemen. Hierbij wordt het werktuig vanuit de stuurstroom aangestuurd. De NH-stand is bedoeld om een werktuig bij uitval van de PLC te kunnen bedienen op handbediening met behoud van de hardwired werktuigbeveiligingen in het stuurstroomcircuit. Bij vuilwaterpompen op AWTG's is slechts de thermistorbeveiliging als werktuigbeveiliging in de stuurstroomketen opgenomen.
5. Werktuigen die discontinu moeten werken zijn in het Semi Automatisch bedrijf buiten de PLC om in bedrijf te nemen. Hierbij wordt het werktuig door sensoren vanuit de stuurstroom aangestuurd. Dit is onder andere het geval bij de vuilwaterpompen op AWTG's die buiten de PLC om op niveau te sturen zijn, m.b.v. grenswaardecontacten op de niveaumeters. In het Semi Automatisch bedrijf zijn alle werktuigbeveiligingen actief. Bij vuilwaterpompen op AWTG's is de droogloopbeveiliging, water op vloer beveiliging en thermistorbeveiliging, de als werktuigbeveiliging in de stuurstroomketen opgenomen.
6. Indien een bedieningsschakelaar wordt overgeschakeld tussen 2 bedrijfskeuzes en voor beide keuzes is aan de bedrijfsvoorwaarden voldaan, mag er geen onderbreking in de aansturing optreden. In de schakelaar moeten daarvoor de juiste contacten worden opgenomen (maak vòòr verbreek).
7. Werktuigen met tweetoeren motoren krijgen een extra keuzeschakelaar voor de keuze van het toerental tijdens het handbedrijf (NH / SA).
8. Werktuigen met twee draairichtingen krijgen een extra keuzeschakelaar voor de keuze van de draairichting tijdens het handbedrijf (NH / SA).
9. Voor afsluiters die niet over een separate besturingseenheid beschikken, op het MCC twee drukknoppen aanbrengen om in het NH-bedrijf de afsluiter open en dicht te kunnen sturen.

10. Voor een gemaal met (twee) pompen die elkaars reserve zijn, geldt de beperking dat deze (twee) nooit tegelijk in bedrijf mogen zijn.
11. Voor een gemaal met (twee) pompen die mogen samenlopen geldt deze beperking niet.

6.2.4 Semi Automatisch bedrijf (SA-bedrijf)

1. Voor het realiseren van de niveausturing moet per niveaumeting in grenswaardenrelais worden voorzien.
2. Toerengeregelde pompen die op het Semi Automatisch bedrijf of via de testdrukknop in bedrijf worden genomen moeten gaan draaien op het toerental voor Nood Hand bedrijf, instelbaar via een potentiometer. Potentiometer aanbrengen nabij bedieningsdisplay van de frequentie omvormer.
3. Voor een gemaal met twee pompen waarvan één reserve gelden de volgende regels en beperkingen voor SA-bedrijf:
 - er mogen nooit twee pompen tegelijk in bedrijf zijn
 - pomp inschakelvolgorde is in de typicals vast gelegd:
 - pomp 1 schakelt op het eerste niveau van het grenswaardenrelais;
 - pomp 2 schakelt op het eerste niveau van het grenswaardenrelais als pomp 1 niet in bedrijf komt.
4. Voor een gemaal met drie pompen waarvan één reserve gelden de volgende regels en beperkingen voor SA-bedrijf:
 - er mogen nooit drie pompen tegelijk in bedrijf zijn
 - pomp inschakelvolgorde is in de typicals vast gelegd:
 - pomp 1 schakelt op het eerste niveau van het grenswaardenrelais
 - pomp 2 schakelt:
 - of op het eerste niveau van het grenswaardenrelais als pomp 1 niet in bedrijf komt.
 - of op het tweede niveau van het grenswaardenrelais als pomp 1 wel in bedrijf komt.
 - pomp 3 schakelt:
 - op het eerste niveau van het grenswaardenrelais als pomp 1 en pomp 2 beide niet in bedrijf komen.
 - in de andere gevallen schakelt pomp 3 op het tweede niveau van het grenswaardenrelais.

6.2.5 Via een MCC-schakelaar of bediening op lokale panelen

1. Op MCC's of lokale panelen is voor bepaalde hulpwerktuigen, zoals lenspompen en ventilatoren, een 0-1 schakelaar geplaatst.
2. Stand "1" van dergelijke schakelaars moet op een digitale ingang van de PLC worden aangeboden.

6.2.6 Via een MMI

1. Op besturingspanelen wordt in de meeste gevallen (zie het bestek) een Mens Machine Interface (MMI) aangebracht.
2. Via de MMI moeten alle bedieningen, instellingen en signaleringen mogelijk zijn zoals weergegeven in de functionele beschrijving.

6.2.7 Via een beeldschermbedieningssysteem (BBS)

1. In de bedieningsruimte van een AWZI wordt in de meeste gevallen (zie het bestek) één of meerdere beeldschermbedieningssystemen (BBS) aangebracht.
2. Via het BBS moeten alle bedieningen, instellingen en signaleringen mogelijk zijn zoals weergegeven in de functionele beschrijving.

6.3 Beveiliging

1. Beveiligingen schakelen het werktuig uit bedrijf en vergrendelen het of stoppen de regeling van het proces totdat de betreffende "oorzaak" is weggenomen en er een reset is gegeven.

6.4 Blokkering herinschakeling

1. Bij pompen, vijzels en ventilatoren moet na uitschakeling en bij eventuele omschakeling van hoog toeren naar laag toeren van het werktuig eerst een ingestelde tijd worden gewacht alvorens weer te mogen inschakelen; dit om overbelasting van het werktuig te voorkomen (bijvoorbeeld: de vijzelbak moet eerst leeglopen). Bij F.O. bedrijf kan het af toeren van hoog naar laagtoeren via een in te stellen tijd gebeuren.
2. In verband met NH-bedrijf / SA-bedrijf moet blokkering van de herinschakeling hardwarematig worden opgelost. Bij een vijzel moet er altijd een minimale wachttijd in acht genomen worden, dit in verband met de aanloopstromen als de vijzel nog niet leeg gelopen is.

6.5 Codering en naamplaten

1. Zie bundelbijlage "Handleiding codering en naamplaten Rijnlandse installaties".

6.6 Netbewaking c.q. spanningsuitval

1. In elke installatie of deelinstallatie met een eigen verdeelpaneel c.q. onderverdeelpaneel moet een netbewaking aanwezig zijn.
2. De netbewaking aansluiten op de PLC-besturing en op de back-up alarmmelder zodanig dat bij spanningsuitval na een instelbare tijd een urgent alarm wordt gegenereerd.
3. De gehele installatie moet zo te zijn ontworpen dat na spanningsuitval de gehele installatie bij terugkeer van de spanning opstart in de bedrijfssituatie zoals die was vóór de spanningsuitval.
4. Herstart van werktuigen moet gestaffeld plaats vinden.
5. Bij het (her)opstarten van werkArtikel tuigen eventueel van toepassing zijnde staffeltijden in acht nemen.

6.7 Signalering

1. Onder signalering wordt verstaan het weergeven van de status en/of waarde van het proces en van alle van belang zijnde procesonderdelen en procesmetingen.

2. Signalering kan plaatsvinden middels hardwarematige signaalgevers of via de opgestelde besturings- of visualisatie-apparatuur zoals beeldschermbedieningssysteem (BBS) of via een MMI (zie ook artikel 6.2).
3. Er zijn twee soorten signaalgevers:
 - signaallampen (voor de technische eisen zie artikel 10.5.5 "Signaallampen op front schakelkast")
 - akoestische signaalgevers (voor de technische eisen zie artikel 10.5.1 "Akoestische signaalgever")Bij poldergemalen is geen akoestische signalering van toepassing.
4. Een rioolgemaal beschikt over de volgende signaalgevers:
 - rode signaallamp "verzamel storing algemeen" op het front van de MRK
 - akoestische signaalgever (buzzer, piezo signaalgever of sound module) op het front van de MRK
 - in sommige gevallen een zwaailamp in de pompenkelder
 - een algemene signaallamp die brandt als één van de pompen op de NH-stand staat; deze lamp plaatsen nabij/boven de toegangsdeur aan de binnenzijde.
5. Een AWZI beschikt over de volgende signaalgevers:
 - rode signaallamp "verzamel storing algemeen" per MRK
 - akoestische signaalgevers (buzzer, piezo signaalgever of sound module) per MRK
 - zoemer in de bedieningsruimte(n)
 - buitenhoorn aan de gevel van het hoofdgebouw
 - één of meerdere zwaailampen (aantal en plaats zijn vermeld in het bestek).

6.8 Storingen, verwerking, signalering en alarmering

1. Een storing is een ongewenste gebeurtenis, of het ongewenst optreden van een situatie in het proces of in een van de installatieonderdelen, waardoor werktuigen of delen van het proces stagneren en worden vergrendeld; de storingen zijn van zodanig belang dat ze kenbaar moeten worden gemaakt aan de bedrijfsvoering.
2. Een storing wordt altijd optisch knipperend gesignaleerd nadat deze is ontstaan. Het knipperen gaat over in continu signalering na het bedienen van ACCEPT. De besturingsinstallatie voor poldergemalen kent geen lokale ACCEPT functie.
3. Van een storing moet altijd eerst de oorzaak worden opgeheven. Daarna kan door het bedienen van RESET de eventuele vergrendeling en signalering worden opgeheven.
4. De storingen worden weergegeven door middel van signaalgevers in het veld of op een van de panelen (HVK, MCC, MRK).
5. Akoestische signaleringen en zwaailichten treden in werking bij elke nieuwe storing die ontstaat indien de operator zijn/haar aanwezigheid kenbaar heeft gemaakt Poldergemalen worden niet van akoestische signalering en zwaailichten voorzien.

6. Op het betreffende paneel treedt de storingssignaallampen en de zoemer in werking als de operator zich heeft aangemeld. Poldergemalen worden niet van een zoemer voorzien.
7. Alarmen zijn de weergave van storingen door en via de automatiseringsinstallatie.
8. Een alarmering is het uitsturen van een signaal naar een wachtsman of operator op afstand om kenbaar te maken dat er gereageerd moet worden op het optreden van één of meerdere storingen.

7 Elektromotoren

7.1 Uitvoering

1. Zie bundeldeel Werktuigbouwkundige installaties.

7.2 Montage

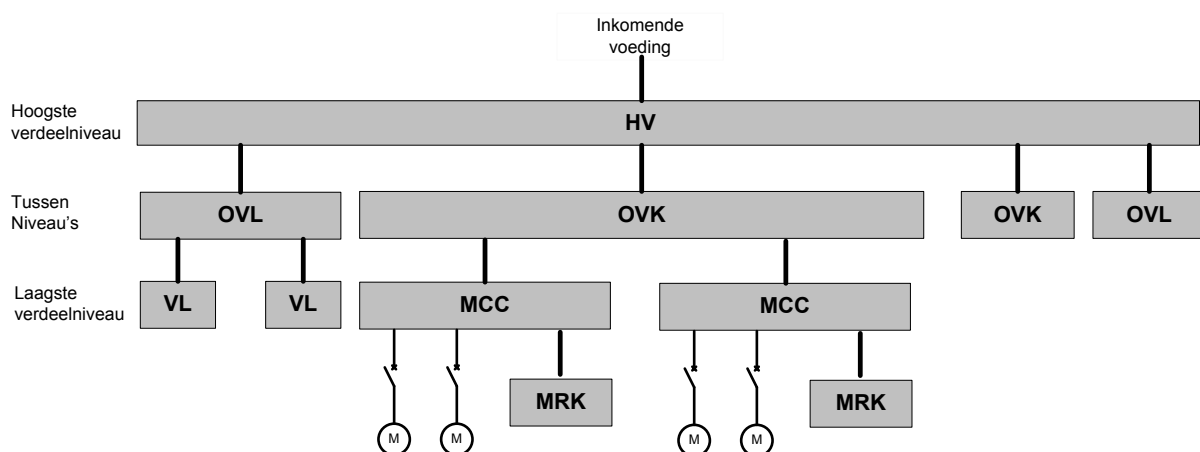
1. Alle motoren apart beveiligen d.m.v. een motorbeschermingsschakelaar. *Voor eisen met betrekking tot motorbeveiligingsschakelaars wordt verwezen naar artikel 10.3.7: "Motorbeveiligingsschakelaar".*
2. Alle elektromotoren die een werktuig aandrijven d.m.v. een V-snaar of een ketting moeten op breuk hiervan worden bewaakt. Deze beveiliging bij voorkeur uitvoeren door een toeren- of loopbewaking op het werktuig. Voor ongeregelde motoren mag bij uitzondering ter lastbreukbewaking na acceptatie door de directie gebruik worden gemaakt van de bewaking van de opgenomen motorstroom. Voor frequentiegeregelde motoren wordt lastbreukbewaking op basis van de $\cos \varphi$ toegestaan na acceptatie door de directie. (Lastbreuk dan melden via de algemene FO storing en ter plaatse op het FO-display de foutoorzaak tonen).
3. Alle motoren die geregeld worden door FO's beschikken over PTC-thermistoren. Zie ook artikel 10.4.6 "Frequentie omvormer" en artikel 10.3.11 "Thermistorrelais". Voor frequentie gestuurde motoren de thermistoren aansluiten op de PTC ingangen van frequentie omvormer. Voor overige toepassingen de thermistoren op een separaat in het schakelpaneel onder te brengen thermistorbeveiligingsrelais aansluiten. De storing apart melden naar de PLC.
4. Bij motoren welke voorzien zijn van een separate koelventilator, moet de elektromotor van deze ventilator apart worden beveiligd. De storing apart melden naar de PLC.

8 Verdeelinrichtingen, schakel- en bedieningspanelen en klemmenkasten

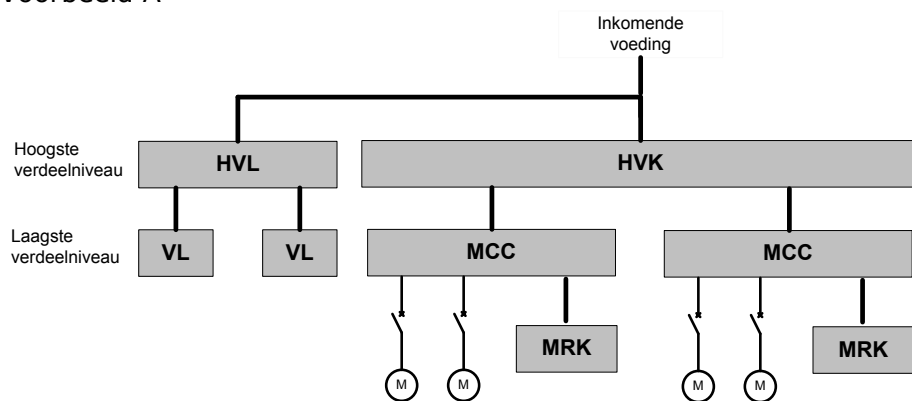
8.1 Definities en codering

1. Het hoogheemraadschap van Rijnland kent verschillende soorten panelen afhankelijk van functie en toepassing. Elk soort wordt met een standaard afkorting aangeduid.

- HV Hoofd Verdeler (Algemeen)
- HVK Hoofd Verdeler Kracht
- OVK Onder Verdeler Kracht
- MCC Motor Control Center
- COS Cos phi verbetering
- MRK Meet- en Regel Kast
- HVL Hoofd Verdeler Licht
- OVL Onder Verdeler Licht
- VL Verdeler Licht
- RV Rangeer Verdeler
- KK Klemmen Kast
- INBR Inbraakdetectie
- BRND Branddetectie



Voorbeeld A



Voorbeeld B

d B

2. Een Hoofd Verdeler (HV/HVK/HVL) verdeelt de elektrische energie vanaf het inkoop punt naar de voor die installatie geprojecteerde andere (onder)verdeelkasten.
De verdeling van licht en kracht wordt vanwege beschikbaarheid en onderhoudsaspecten gescheiden.
 - Een HVK dient ter energieverdeling naar de krachtgroepen en heeft hiertoe een separate hoofdschakelaar.
 - Een HVL dient ter energieverdeling naar lichtgroepen en heeft hiertoe een separate hoofdschakelaar.
 - Een HV betreft een verdeler op het hoogste verdeelniveau met één hoofdschakelaar en dient ten behoeve van energieverdeling naar zowel licht en kracht. Op de afgaande groepen worden separate lichtverdelers (OVL / VL) dan wel krachtverdelers (OVK / MCC) aangesloten.
 - Een hoofd- en onderverdeler kan eindgroepen hebben.
Dit is bijvoorbeeld het geval voor de HVL bij poldergemalen en AWTG's.Preferente verbruikers, zoals een brandmeldinstallatie, worden als eindgroep op een verdeler aangesloten.
3. Een onderverdeler (OVK/OVL) krijgt zijn voeding vanaf een bovenliggende verdeler en distribueert de energie verder tot aan de eindverdelers (MCC / MRK / VL). Een onderverdeler kan eindgroepen hebben.
4. Een MCC verzorgt de energieverdeling en beveiliging naar motorgroepen en de MRK.
5. Een VL verzorgt de energieverdeling en beveiliging naar lichtgroepen en vormt daarmee het laagste niveau in de lichtverdeling.
6. Een verdeelkast uitvoeren als een uit velden (zo nodig onderverdeeld in compartimenten) samengestelde standaard systeemkast opgebouwd uit een frame van profielstaal en afgedekt met vlakke staalplaat. Elk compartiment wordt gesloten uitgevoerd.
7. Schakelkastvelden van links naar rechts nummeren, schakelkast compartimenten van boven naar onder nummeren. Zie ook bundeldeel "Handleiding codering & naamplaten Rijnlandse installaties".
8. Een verdeelinrichting is voorzien van een railsysteem. Bij PG met een kleinverbruikersaansluitingen (3f 400VAC max 80A) met een kortsluitstroom van maximaal 18kA mag in plaats van een verdeelrailsysteem gebruik worden gemaakt van een verdeelblok. Het verdeelblok moet geschikt zijn voor een I_p (prospectieve kortsluitstroom) van 20kA. Ter bepaling van de kortsluitstroom vraagt de aannemer de kortsluitgegevens van het net op bij de netbeheerder

Uitvoeringsvormen verdelers:

- kleinverbruiker PG: bouwvorm 1 (ongecompartimenteerd) met verdeelblok of railsysteem. Blanke rail volstaat.
- grootverbruiker PG: bouwvorm 4a (gecompartimenteerd, aansluitklemmen in het motorcompartiment) met railsysteem. Blanke rail volstaat.
- BG: bouwvorm 4b (gecompartimenteerd systeem met uittrekbare lade) met railsysteem. Blanke rail volstaat.

- AWTG: bouwvorm 4a (gecompartimenteerd, aansluitklemmen in het motorcompartiment) met railsysteem. Railsysteem H2S bestendig uitvoeren, in elektrolytisch vernikkeld koper. Zie ook artikel 8.15.
 - AWZI: bouwvorm 4b (gecompartimenteerd systeem met uittrekbare lade) met railsysteem. Railsysteem H2S bestendig uitvoeren, zie ook artikel 8.15. Horizontale rails in koper met een epoxy coating, verticale rails in elektrolytisch vertint koper.
9. Bij form 4b verdelers, de gehele verdeler lichtboogbestendig opbouwen conform de IEC-EN61641, voldoende aan voldoet aan criteria 1 t/m 7 uit de NPR-IEC-TR61641.
10. Bij geopende deur moeten alle onderdelen IP20 afgeschermd zijn.
11. Verdelers met railsystemen opbouwen uit een horizontaal hoofdrailsysteem met verticale verdeelrailsystemen. Uitvoering aanraakveilig, behuizing bevestigingssysteem met verhoogde bescherming tegen vlambogen. Montage en onderlinge afstand railsteunen conform voorschriften fabrikant.
12. Uitvoering verdelers met verdeelblokken:
De verdeler moet bestand zijn tegen de dynamische krachten van de kortsluitstroom. Materiaalkeuze en aanleg hierop afstemmen.
Verdeelblokken solide tegen de op de montageborden monteren.
Bekabeling intredend voedend veld (kabel of singels) op montageborden of profiel frame monteren m.b.v. kunststof kabelklemmen/kabelblokken.
Montageafstand bevestigingsmiddel binnen 10 cm vanaf de aansluitklemmen van het kabelblok / schakelmaterieel. Tussen kabelbevestigingsmiddelen 60 cm aanhouden, bij bochten weerszijde 15 cm aanhouden.
Uittredende bekabeling vast zetten, bij voorkeur monteren op een profiel of draadmand.
13. Een motor-control-center (MCC) is een paneel ten behoeve het voeden, beveiligen, schakelen, bedienen en signaleren van werktuigen. Stuurstroom ter aansturing van een werktuig in het betreffende compartiment van het werktuig opnemen.
NB. Machinebeveiligingen & besturing voor het Nood Handbedrijf maken deel uit van de stuurstroom.
14. Generieke noodstoprelais (noodstopcircuits die niet bij een specifiek werktuig behoren) op een vast montagebord aanbrengen (niet in een uittrekbare lade), eventueel in de MRK.
15. Een MCC uitvoeren als een uit velden en compartimenten bestaand paneel opgebouwd uit een frame van profielstaal en afgedekt met vlakke staalplaat.
Het paneel voorzien van zowel een horizontaal hoofdrailsysteem als verticale verdeelrailsystemen.
16. Een meet- en regelkast (MRK) omvat al het benodigde voor de instrumentatie die niet specifiek bij één werktuig hoort en de benodigdheden voor de besturing c.q. de automatisering.
17. In de meeste gevallen wordt een MRK geprojecteerd nabij een MCC, zodanig dat in deze combinatie alles van het betreffende proces(deel) tezamen is ondergebracht.

18. Een MRK uitvoeren als een samenstel van één of meerdere panelen opgebouwd uit een frame van profielstaal en afgedekt met vlakke staalplaat.
Het paneel voorzien van de benodigde voorzieningen voor de distributie van stroom.
19. Een HVL of VL uitvoeren als een paneel van plaatstaal of kunststof.
20. Een kunststof verdeelinrichting opbouwen uit één of meer slagvaste kunststof kasten.
21. Een rangeerverdeler (RV) wordt geprojecteerd als grote aantallen signalen op één plek verzameld worden en gerangeerd moeten kunnen worden bijvoorbeeld ten behoeve van het aansluiten op een besturingssysteem.
22. Een rangeerverdeler (RV) uitvoeren in panelen van plaatstaal.
23. Klemmenkasten (KK) ten behoeve van verbindingen in het veld altijd uitvoeren als slagvaste kunststof kasten.
24. Elk kast, veld, sectie en compartiment (op deur/deksel) te voorzien van een resopal opschriftplaat met het groepsnummer, de benaming en codering van de betreffende motor of groep(en).

In de volgende paragrafen worden diverse algemene eisen voor alle soorten panelen beschreven. Daarna worden eventuele bijzondere eisen per soort paneel en de eisen voor het railsysteem beschreven.

8.2 Keuring en beproeving

1. Tenzij de directie anders besluit worden alle panelen op de fabriek gekeurd en beproefd.
2. Op alle soorten panelen moeten minimaal de volgende metingen en beproevingen worden uitgevoerd nadat het paneel geheel is samengebouwd (rapportage opnemen in de documentatie):
 - isolatiemeting tussen alle fasen, aarde en nul en onderling
 - spanningstest tussen alle fasen, aarde en nul en onderling
 - herhalen van de isolatiemeting na de spanningstest

8.3 Algemene eisen voor alle soorten panelen

1. Schakelkasten dimensioneren volgens de NEN-EN-IEC 61439.
2. De aannemer moet voor de verdeelinrichtingen c.q. schakelkasten en componentkeuze dimensioneringsberekeningen ter instemming aan de directie overleggen. Als onderdeel hiervan geeft de aannemer de gehanteerde kortsluitvereisten voor het railsysteem, verdeelblokken en de beveiligingen aan.
3. Alle panelen die niet aan een wand worden bevestigd opstellen op een doorlopend stalen fundatieframe van UNP100 profiel (tenminste 10 cm hoog).

4. Op plaatsen waar ongedierte voor kan komen (*zoals bij overkapte poldergemalen*), de schakelkasten insect werend uitvoeren.
 - in casu, staande panelen met kabelinvoer aan de onderzijde, uitvoeren met kabelwartels, of in sluitende bodemplaten voorzien van de benodigde kabelinvoertulen dan wel connectordoorvoertulen.
 - ventilatieroosters van insect werend materiaal voorzien; bij geforceerde ventilatie volstaan standaard filtermatten; bij natuurlijke koeling mag als alternatief horrengaas worden toegepast.
5. Kabelinvoer bij hangende wandkasten m.b.v. kabelwartels realiseren.
6. Kabelinvoer via bovenzijde en zijden schakelkasten m.b.v. kabelwartels realiseren.
7. Wartelgaten in panelen ponsen in plaats van boren.

<i>Door het ponsen, wordt de lak het minste beschadigd en de zinklaag op de plaat wordt in het gat gevloeid. Bij boren ontstaat te veel warmte in de plaat en laat de lak los en het gat gaat roesten.</i>
--

8. Voor het afwerken van doorvoeringen ten behoeve van bekabeling wordt verwezen naar artikel 11.7: "Doorvoeringen".
9. Per schakelpaneel voorzien in een tekeningenhouder. Deze onderbrengen in een compartiment waarvoor opening van de paneeldeur het niet nodig is om op deur aanwezige schakelaars eerst af te schakelen.
10. De maximale transportlengte van verdeelinrichtingen of panelen moet vroegtijdig door de aannemer in overleg met de directie worden vastgesteld. Indien het in zijn geheel inbrengen van het paneel niet mogelijk is, moet in één of meerdere paneel delingen worden voorzien.
11. Indien signaallampen op een paneel zijn voorzien op het desbetreffende paneel een drukknop "lampentest" aanbrengen.
12. Elk veld van panelen voorzien van schakelkastverlichting en een service wandcontactdoos met randaarde aan.
13. Interne bedrading (bekabeling) t.b.v. de schakelkastverlichtingsinstallatie in de kleur oranje uitvoeren. Dit geldt dus ook voor de schakelkastverlichting / servicewandcontactdozen etc. Voor apparatuur met aangegoten stekers of systeemstekkers, is in plaats van oranje ook geel acceptabel.

8.4 Buitenopstellingskasten

Voor buitenopstellingskasten gelden de volgende voorschriften aanvullend op de algemene voorschriften voor alle soorten panelen.

1. Uitvoeren in roestvaststaal RVS 304, minimaal 2 mm plaatdikte. Indien de locatie in het bestek aangemerkt is als molest gevoelig plaatdikte minimaal 3 mm.
2. De behuizing dient te voldoen aan de eisen van de norm NEN-EN-IEC 61969.

8.5 Aansluittechniek bedrading en bekabeling

Onderstaande bepalingen gelden voor alle aansluittechniek in de gehele installatie.

1. Op alle installatieonderdelen, componenten en klemmenstroken zijn uitsluitend de volgende aansluittechnieken toegestaan:
 - Schroefklemmen;
 - Veerdrukklemmen;
 - push-in klemmen.
2. Componentaansluitingen voor kabels vanaf 50 mm² uitvoeren als aansluitvlaggen voor kabelschoenmontage.
3. Bij aansluiten op schroefklemmen of veerdrukklemmen moeten alle uiteinden van soepele bedrading en kabeladers worden voorzien van geïsoleerde adereindhulzen of geïsoleerde kabelschoenen.
4. Bij aansluiten op aansluitvlaggen moeten alle uiteinden van bedrading en kabeladers worden voorzien van geïsoleerde kabelschoenen met oog.
5. Kabelschoenen met oog moeten met de aansluitvlaggen worden verbonden door middel van boutverbindingen.
6. Alle schroefklemmen en boutverbindingen aanhalen. Waar concrete aanhaalmomenten zijn voorgeschreven deze tot stand brengen met gereedschap waarmee het voorgeschreven aanhaalmoment is gegarandeerd. Hierna moeten deze verbindingen worden gemarkeerd met behulp van een lakstift.

8.6 Bedrading; uitvoering, draadkleur en codering

1. Alle bedrading, ook hoofdstroombedrading, uitvoeren als soepele bedrading, geschikt voor 750 Volt.
2. De bedrading te leggen in kunststof draadkokers.
De maximale vulgraad van de draadkokers bedraagt 80%.
3. De diameters en kleuren van geïsoleerde draden moeten in overeenstemming zijn met de Nederlandse voorschriften en minimaal voldoen aan de hierna volgende eisen.
4. Reductiefactoren voor bedrading moeten volgens opgave van de fabrikant en de normen strikt in acht worden genomen.
5. De bedrading dimensioneren en uitvoeren zoals hierna is aangegeven.

Bedradingsgroep	Minimale Aderdoorsnede
licht- en krachtgroepen	2,5 mm ²
230V stroom, signalering e.d.	1 mm ²
t.b.v. PLC periferie, & zwakstroom (24 V AC of 24 V DC)	0,5 mm ²

Eisen voor de aderdoorsnede van kabels staan vermeld onder artikel 11.2.

Functie	Spanning	Draadkleur
hoofdstroom fasen	400 V AC	Zwart
hoofdstroom fase	230 V AC	Bruin
hoofdstroom nul	230 V AC	Blauw
hoofdstroom schakeldraad	230 V AC	Zwart
stuurstroom fase	230 V AC	Rood
stuurstroom nul	230 V AC	donker blauw
stuurstroom/signalerings PLC	24 V DC+	rood-wit (gestreept)
stuurstroom/signalerings PLC	24 V DC-	zwart-wit (gestreept)
stuurstroom fase	24 V AC	Violet
stuurstroom nul	24 V AC	Groen
vreemde spanning	--	Oranje
meting na stroomtrafo	--	Transparant
intrinsiek veilig		blauw-wit (gestreept)
Aarding		geel/groen
Potentiaalvereffening		geel/groen
Beschermingsleiding		geel/groen

6. Voor analoge meetsignalen instrumentatiekabel gebruiken, zoals omschreven in artikel 11.3.
7. De kabeladerkleuren voor bekabeling staan omschreven in artikel 11.3.
8. Alle bedrading aan beide zijden coderen in overeenstemming met het klemnummer waarop wordt aangesloten.
9. De draad- en klemmencodering zijn identiek aan de op de schema's te gebruiken codering en mag niet op eenvoudige wijze te verwisselen zijn.

8.7 Bekabeling; aansluiten en afwerken op panelen

1. In de nabijheid van de kabelaansluitklemmen een kabelbevestigingsrail aanbrengen. Hierop moeten de kabels deugdelijk worden bevestigd en op trek te worden ontlast.
2. De kabeldoorvoeringen aan de onderzijde en bovenzijde van panelen afsluiten met wartelplaten en/of een onbrandbaar milieuvriendelijk product, één en ander ter beoordeling van de directie.
3. De kabeldoorvoeringen aan de onder- en de bovenzijde van de kunststof verdeel-inrichting uitvoeren door middel van pakkingbussen in wartelplaten, één en ander ter beoordeling van de directie.
4. Kabeladers krijgen het nummer van de klem waarop wordt aangesloten. Aders uit een kabel moeten zoveel mogelijk op opeenvolgende klemmen worden aangesloten inclusief reserve-aders.
5. Grond- en installatiekabels mogen niet tezamen met bedrading in één koker worden gelegd, deze moeten afzonderlijke worden gelegd zo nodig in kokers of mantelbuizen.
6. Kabels direct onder de aansluitklemmen en/of nabij de kabelopvangbeugel voorzien van het kabelnummer.

8.8 Component codering in panelen

1. Alle apparatuur in verdeelinrichtingen én panelen coderen overeenkomstig de codering op de schema's.
2. Alle codering te vermelden op de indelingstekening.
3. Zie ook eisen bundelbijlage "Handleiding codering en naamplaten Rijnlandse installaties".

8.9 Klemmenstroken; uitvoering en codering

1. Voor de uitgaande kabels op de montageplaat klemmen aanbrengen.
2. Uitgaande kabels met een aderdoorsnede vanaf 16 mm² mogen rechtstreeks op de betreffende apparatuur worden aangesloten.
3. Klemmenstroken aan te brengen per kast, veld, of compartiment.
4. Per voorkomende spanningssoort (zoals hierna aangegeven) een aparte klemmenstrook aanbrengen.
5. Elke klemmenstrook coderen waarbij in ieder geval de volgende spanningssoorten in de code zijn ondergebracht:
 - n.m X1 hoofdstroom 3 fasen
 - n.m X2 hoofdstroom 1 fase
 - n.m X3 stuurstroom 230 V AC
 - n.m X4 stuurstroom 24 V DC
 - n.m X5 stuurstroom 24 V AC
 - n.m X6 analoge meetsignalen
 - n.m X7 reserve nummer
 - n.m X8 vreemde spanning (*inclusief 60VDC t.b.v. telefoniesignalen*)
 - n.m X9 intrinsiek veilig
 - n.m X10 verlichting

Hierin is (indien van toepassing):

n het nummer van het betreffende veld

m het nummer van het betreffende compartiment
6. Klemmen ten behoeve van signalen naar digitale en analoge in- en uitgangen van een PLC uitvoeren als scheidingsklemmen voorzien van een meetbus aan beide zijden van de klem.
7. Kabel aansluitklemmen ten behoeve van motoren voorzien van de codering U₁V₁W₁ en waar nodig U₂V₂W₂.
8. Kabel aansluitklemmen ten behoeve van voeding onder verdeelinrichtingen en licht en kracht algemeen voorzien van de codering N-L1-L2-L3.
9. Van elke klemmenstrook alle klemmen nummeren met daartoe geëigende middelen.
10. De nummering zodanig aanbrengen dat deze altijd goed leesbaar blijft (dus niet onder of achter de aangesloten bedrading of kabeladers) en niet verwijderd hoeft te worden voor het losnemen van de aansluitingen of voor het doormeten van verbindingen.

8.10 Klimaatbeheersing in panelen

1. De maximaal toegestane temperatuur in panelen bedraagt 40 °C.
Alle materiaal en componenten daarop selecteren en/of dimensioneren.
2. Als bepaalde, door de opdrachtgever voorgeschreven, materialen en componenten niet geschikt zijn voor deze condities moet de aannemer een alternatief ter goedkeuring aan de directie voor leggen.
3. Indien dit nodig is moet natuurlijke en/of mechanische ventilatie met stoffilters worden toegepast. Het effect hiervan dient in de berekeningen te worden meegenomen.
4. Ventilatioorosters voorzien van stoffilters, stoffilter maten bepalen in relatie met de hoeveelheid te verplaatsen lucht. In verband met mogelijke vervuiling van de filters deze minimaal 25 % over te dimensioneren.
T.b.v. de aanzuiging ventilatioorosters aan de onderzijde voorkant paneelsectie monteren.
5. Ventilatoren zodanig plaatsen dat koelst beschikbare lucht wordt aangezogen. Over het algemeen betekent dit voor kasten die op overdruk worden gehouden, kastventilatoren onderin plaatsen, voor kasten die op onderdruk worden gehouden ventilatoren bovenin plaatsen.
6. Voor buitenopstellingskasten geldt kasten op overdruk houden (lucht inblazen) om zo stofindringing te voorkomen.
7. Voor binnenopstellingskasten (in ruimtes waar geen bijzonderheden t.a.v. stofontwikkeling voor komen) heeft lucht afzuigen de voorkeur.
8. Als grote hoeveelheden warmte moeten worden afgevoerd in een relatief kleine ruimte moet in overleg met de directie de warmtehuishouding van deze ruimte worden vastgesteld. Hierbij wordt gedacht aan:
 - ventileren van de panelen met buitenlucht en niet via de ruimte
 - geforceerde koeling via airconditioners
 - frequentie omvormers van groot vermogen met vloeistof koelen in plaats van met lucht
9. Ter bestrijding van condensvorming brengt de aannemer in elke paneel of lessenaar een kastverwarming aan op een doelmatige plaats Dit geldt niet voor verticaal gecompartmenteerde hoofdverdeelinrichtingen.
Kastverwarming via een hygrostaat aansturen.
10. Ter indeling van de thermostaat en de hygrostaat er rekening mee houden dat deze nooit boven de verwarming geplaatst mag worden of dicht bij de ventilator.

8.11 Mechanische eisen voor alle soorten panelen

1. Zie artikel 10.1 voor de beschermingsklasse.
2. De deuren voorzien van een arrêtering en zo nodig van verstevigingsruggen.
3. De deuren voorzien van een stevig bevestigde stofafdichting, bestaande uit schuimrubber met een neopreen omhulling. Het geheel in passend profielstaal bevestigen.

4. Paneeldeuren voorzien van minimaal 3 scharnieren en een zogenaamd veiligheidssluitsysteem, bestaande uit een op 3 of 4 punten werkende espagnoletsluiting met inklapbare, zwenkbare handgreep.
5. De binnenwerken van sluitingen, ten behoeve van het afsluiten c.q. vergrendelen van de handgreep in gesloten toestand, uitvoeren met een sleutelbediening.
6. Voor in pandig opgestelde panelen sleutelbedieningen voor paneeldeuren uitvoeren met een dubbelbaardsluiting 3 mm.
7. Buiten opgestelde kasten voorzien van 17 mm eurocilinderslot(en). De aannemer moet de sluiting tijdelijk voorzien van cilindersloten tot de oplevering van het werk en schriftelijk aan Rijnland opgeven hoeveel cilinders en typen / inbouwlengte er gewenst zijn.
Het uitwisselen van de door Rijnland toegeleverde standaard Rijnland sleutel cilinders behoort tot het werk van de aannemer. De Rijnland cilinders worden zo mogelijk direct na de inbedrijfstelling of direct voor de overdracht aangeleverd.
8. De gehele constructie van alle panelen moet zodanig zijn uitgevoerd en samengebouwd dat het geheel voldoende stabiel en stijf is, een en ander ter beoordeling door de directie.
9. Apparatuur en de apparatuur aansluitingen moet/moeten gemakkelijk bereikbaar zijn. Daar waar nodig hiervoor apparatuur in zwenkramen monteren.
10. Bij toepassing van twee of meer kunststof kasten, moeten deze tot één geheel worden samengebouwd.
11. De deksels voor kasten met beveiligingsautomaten doorzichtig en scharnierbaar of als onverliesbaar uitvoeren.

8.12 Mechanische eisen (hoofd)schakel- en verdeelpanelen (HVK en MCC)

1. Een (hoofd)schakel- en verdeelkast bestaat uit velden.
2. Een veld is een verticaal deel van de kast over de volle hoogte van deze kast.
3. Velden worden verticaal verdeeld in compartimenten per motor en/of per groepenverdeling behoudens voor die verbruikers die een volledig veld behoeven.
4. Gecompartimenteerde velden hebben een breedte van maximaal 600 mm.
5. Niet gecompartimenteerde velden hebben een breedte van maximaal 800 mm.
6. Elk gecompartimenteerd veld van moet worden voorzien van een verticaal kabelcompartiment van tenminste 250 mm breed.
7. Elk veld of compartiment voorzien van een uitneembare montageplaat ter montage van apparatuur.

8. Elk niet gecompartmenteerd veld is voorzien van een opliggende scharnierende deur met minimaal 3 scharnieren en een op 3 of 4 punten werkende espagnolet-sluiting met sleutelbediening.
9. Elk compartiment is voorzien van een opliggende scharnierende deur met één of meer sluitingen met sleutelbediening.
10. Elk compartiment is rondom voorzien van metalen afscherming behoudens de zijde aansluitend op het kabelcompartiment.
11. Indien de hoogte van een compartiment minder is dan 300 mm mag de afstand tussen de montageplaat en de deur (is de diepte van het compartiment) niet meer bedragen dan 250 mm.

8.13 Montage eisen voor alle soorten panelen

1. Voor grootte en middelgrootte installaties⁴ alle apparatuur en aansluitklemmen welke betrekking hebben op één installatieonderdeel⁵ per veld of compartiment aanbrengen, hoofdstroom- en stuurstroomgedeelte systematisch en logisch bij elkaar groeperen en/of ten opzichte van elkaar opstellen (zie ook artikel 8.9: "Klemmenstroken; uitvoering en codering").
2. Voor kleine installaties (poldergemalen en overige kleinschalige kunstwerken t.b.v. oppervlakte waterbeheer) alle apparatuur logisch indelen, gecompartmenteerde bouw per installatieonderdeel is niet verplicht.
3. Alle bedienings-/aanwijsapparatuur c.a. in de deuren of deksels aanbrengen.
4. Alle overige benodigde apparatuur, componenten, bedrading en aansluitklemmen c.a. onderbrengen op de montageplaat. Deuren en wanden mogen daarvoor niet worden gebruikt.
5. De opzet en indeling van deuren, deksels en montageplaten ter goedkeuring indienen.
6. Montage op de montageplaat mag niet worden uitgevoerd met verliesbare bevestigingsmiddelen aan de achterzijde van de montageplaat.
7. Alle montageplaten aarden.
8. Indien EMC gevoelige apparatuur zoals elektronica in een kast is ondergebracht de alle kastdeuren aarden door middel van soepele blanke platte litze verbindingen.
9. Indien apparatuur met een 230V AC aansluiting op de kastdeur aangebracht worden, de kastdeur van veiligheidsaarde voorzien, direct aan te sluiten op de aardrail van de schakelkast.

⁴ zuiveringsinstallaties, rioolgemalen, boezemgemalen, bruggen en sluizen

⁵ Een werktuig geldt als één installatieonderdeel. In principe krijgt ieder motor een eigen compartiment. Met instemming van de opdrachtgever mogen kleine schakelingen voor hulpwerktuigen, zoals een losse koelventilator, in het compartiment van het hoofdwerktuig worden bijgebouwd.

10. Indien zowel een EMC aarding als een veiligheidsaarding voor een paneeldeur nodig is, kan deze gecombineerd worden mits gebruik gemaakt wordt van een platte litze voorzien van geel/groene mantel welke op de aardrail wordt aangesloten.
11. De bedrading naar de deuren deugdelijk afschermen tegen mechanische beschadigingen. De beweging van de deur en de toegang tot het compartiment of veld mag daardoor niet worden gehinderd.
12. Schakelaars welke worden aangesloten door middel van aders met een doorsnede groter dan 6 mm², niet in de deuren doch op de montageplaat monteren.
Bediening door middel van een knop met deursluiting vanaf de deur.
De deursluiting dient niet geborgd te worden uitgevoerd.
13. Daar waar vanuit artikel 10.1 lid 4 doorzichtige kunststof afschermplaten worden aangebracht, moeten deze voorzien worden van de nodige openingen ten behoeve van de mechanische herstelling van achterliggende apparatuur zoals installatie automaten, tijdrelais etc. De aan te brengen openingen zo klein mogelijk houden.
14. Magneetschakelaars die trillingen en daardoor hinderlijk geluid kunnen veroorzaken, zodanig monteren dat andere apparatuur niet wordt beïnvloed.
15. Het lichtgedeelte moet op doelmatige wijze van het krachtgedeelte gescheiden zijn. Bij het lichtgedeelte een rode resopal opschriftplaat aanbrengen met het opschrift:

**DIT GEDEELTE BLIJFT ONDER SPANNING
BIJ UITGESCHAKELDE
HOOFDSCHAKELAAR KRACHT**

16. Voor apparatuur die bij uitgeschakelde hoofschakelaar kracht onder spanning blijft staan, de apparaat codering uitvoeren in rood schild met witte letters.
17. Per licht/kracht-onderverdeelinrichting moeten tenminste 3 reserve krachtgroepen en 4 reserve lichtgroepen worden opgenomen.
Elke afgaande groep moet worden uitgevoerd met een installatie-automaat.
18. Installatieonderdelen in de compartimenten, welke na het uitnemen van de betreffende smeltveiligheden c.q. het uitschakelen van de betreffende beveiliging nog onder spanning staan, afschermen door middel van doorzichtige kunststof afschermplaten van minimaal 3 mm en een rode resopal opschriftplaat aanbrengen met het opschrift:

VREEMDE SPANNING AANWEZIG

8.14 Montage eisen (hoofd)schakel- en verdeelpanelen (HVK en MCC)

1. Over de gehele lengte van de verdeelinrichting een aardrail aanbrengen, met een minimale kerndoorsnede van 50 mm² of hoger overeenkomstig de daaraan gestelde norm en rekening houdend met het aantal en de diameter van de eraan te verbinden aarddraden.
2. Deze aardrail verbinden met het gestel van het betreffende paneel.
3. In elk kabelcompartiment een goed bereikbare aardrail aanbrengen; hierop moeten de aarddraden van de kabels ruim en goed toegankelijk kunnen worden afgewerkt.
De aardrails aan te sluiten op een, onderin de hoofdverdeelinrichting, aan te brengen aardrail met een minimale doorsnede volgens de eisen in het bestek.
4. Op deze aardrails de aarddraden van de kabels afwerken.
5. In een hoofdverdeelinrichting moeten de nodige voorzieningen worden getroffen om een veiligheidsaarde aan te sluiten.

8.15 Railsystemen

1. Alle railsystemen moeten worden gedimensioneerd overeenkomstig de vigerende normen rekening houdend met de ontwerpcapaciteit, de eigenschappen van het voedende systeem en de omgevingscondities.
2. Maximaal toegestane belasting railsysteem bij eerste aanleg:
 - 60% voor AWZI's (exclusief reservergroepen);
 - 85% voor BG's, AWTG's, PG's met een grootverbruikersaansluiting.
3. Inom van de hoofdschakelaar en hoofdautomaat moet overeenkomen met de Inom van het railsysteem.
4. Bij de maximale stroombelasting van het railsysteem mag de temperatuuroptoe name van het railsysteem niet meer dan 30 °C bedragen.
5. Het railsysteem uitvoeren met driefas rails en een nulrail, alle rails van gelijke doorsnede.
NB. Daarnaast kent de kast ook een aardrail, zie artikel 8.14 lid 1.

Railsystemen op zuiveringstechnische installaties moeten resistent zijn tegen H₂S (waterstofsulfide).

6. Voor installaties op AWTG's de (vaste) railsystemen vervaardigen uit elektrolytisch vernikkeld koper.
De nikkel laag (minimaal 10 micron) mag pas worden aangebracht nadat alle maat-bepalende en overige bewerkingen zijn uitgevoerd.
7. Voor installaties op zuiveringen het vaste deel van het railsysteem (horizontale rails) vervaardigen uit koper met een epoxy coating.
Voor installaties op zuiveringen de te koppelen delen van het railsysteem (verticale rails) vervaardigen uit elektrolytisch vertint koper. De tin laag (minimaal 10 micron) mag pas worden aangebracht nadat alle maat-bepalende en overige bewerkingen zijn uitgevoerd.

8. Alle bewerkingen (zagen, boren, frezen, etc.) aan het railsysteem uitvoeren in een daartoe ingerichte gescheiden werkplaats/productieruimte met gereedschap dat uitsluitend voor de betreffende metaalsoort wordt gebruikt. Gescheiden gereedschap gebruiken voor het bewerken van respectievelijk koper, aluminium en staal.

Bij verwerking van staal in dezelfde ruimte en of met het zelfde gereedschap worden staaldeeltjes in het koper gebracht. Deze staaldeeltjes kunnen gaan gloeien wanneer de rail belast wordt. Door deze belasting en de vervuiling met staaldeeltjes, kan koper gaan smelten, de koperdamp ionisatie veroorzaken en de kast exploderen.

9. Alle rails op deugdelijke wijze volledig afschermen tegen aanraking.
10. Elk railsysteem moet zijn samengebouwd uit onderdelen en componenten van een systeem dat is voorzien van een typekeuring door de KEMA of van een ander algemeen aanvaardt EU-keuringsmerk (type keur afgegeven door een notified body). Kast en railsysteem dienen samen getest te zijn conform de NEN-EN-IEC 61439.
11. Alle verbindingen en aftakkingen van het railsysteem dienen van de originele fabrikant toegepast te worden.
12. Het ontwerp van railsystemen ter goedkeuring bij de directie indienen.
13. Railsysteem zo opbouwen/inrichten, dat alle delen zijn te inspecteren, onderhouden, vervangen. Voldoende handelingsruimte voor/boven de kast vrij houden om deze verrichtingen te kunnen uitvoeren zonder dat de verdeler verplaatst hoeft te worden.
14. Voor het verdeelsysteem een onderhoudsadvies verstrekken met vermelding van de inspectie- en onderhoudsinterval(len). Het advies als onderdeel van de B&O voorschriften leveren. Voor verdelers met vertinde delen rekening houden dat whisker vorming kan op treden. Uit de voorschriften moet blijken hoe via inspectie en onderhoud voorkomen wordt dat Whisker tot vlamboogontsteking gaat leiden.

9 Bevestigingsmethoden en constructies

9.1 Algemeen

1. Onder bevestigingsmethoden en constructies worden alle middelen verstaan waarmee onderdelen van de elektrotechnische installatie en instrumentatie worden gemonteerd en afgewerkt.
2. Bevestigingsconstructies uitvoeren in:
 - roestvaststaal (316) indien deze aangebracht worden in natte kelders of putten, óf die in aanraking komen met procesvloeistof;
 - roestvaststaal (304), indien deze uitpandig wordt aangebracht;
 - thermisch verzinkt staal voor de overige gevallen.
3. Diverse bevestigingsmethoden en (staal)constructies zijn aangegeven op de bij het bestek behorende principe- of standaardtekeningen. De aannemer is verantwoordelijk voor de functionele uitvoering, sterkte en stabiliteit van deze constructies. Waar een constructie een grote last moet dragen overlegt de aannemer sterkteberekeningen aan de directie waaruit blijkt dat de constructie voor zijn doel geschikt is.
4. De stalen bevestigingsconstructies zodanig uitvoeren en monteren dat geen galvanische corrosie kan optreden. Hiertoe geschikte bevestigingsmethode en bevestigingsmiddelen gebruiken. Waar nodig delen van verschillende metalen onderling isoleren.
5. Opstellingsconstructies moeten deugdelijk tegen het beton of met behulp van een voetplaat op het beton worden bevestigd.
6. Buitenopstellingen voor werkschakelaars, wandcontactdozen, meetversterkers en overige apparatuur voorzien van een roestvaststalen regenkap. Afmeting en uitvoering bepalen in overleg met de directie voor zover dit niet is aangegeven in de tekeningen.
7. Voorzieningen treffen dat kalibratie zonder ingrijpende (de)montage werkzaamheden veilig en betrouwbaar kan worden uitgevoerd.

9.2 Bevestiging van "verstelbare" meetapparatuur e.d.

1. De bevestigingsconstructie voorzien in toereikende verstelmogelijkheid voor de instrumentatie.
2. De meetinstrumenten (sensoren én versterkers c.a.) moeten op eenvoudige wijze kunnen worden gedemonteerd.
3. Voor "Nat" opgestelde niveaumeetapparatuur waarvan de werking door slingeren van het instrument (t.g.v. waterstroming) nadelig wordt beïnvloed, door de bevestigingsconstructie slingeren voorkomen.
4. Hangende niveauopnemers in kelders/bassins aanbrengen in dikwandige PVC-buis met een diameter van 125 mm.
Hangende niveauopnemers in het oppervlaktewater aanbrengen in een RVS316 of dikwandige PVC beschermbuis met een minimale diameter van Ø 200 mm.

9.3 Bevestiging van "vast opgestelde" meetapparatuur e.d.

1. "Droog" opgestelde drukopnemers moeten worden gemonteerd op een appendage voorzien van doorspoelmogelijkheid volgens Rijnlands standaard opstellingsmethode. Voor uitvoeringsdetails wordt verwezen naar het werktuigbouwkundig besteksdeel en typicals tekeningnummer HAP 09 024 (voor nieuwbouw situaties) c.q. tekeningnummer HAP 09 017 (voor renovatie werken).

10 Specificatie elektrotechnische apparatuur en materiaal

10.1 Beschermingsklasse

1. Materiaal minimaal uit te voeren in de volgende beschermingsklasse:

Omschrijving:	Behuizing:
binnen opgestelde panelen in kantoor & schakelruimten	IP41
binnen opgestelde panelen in overige ruimten	IP54 (stofvrij & spatwaterdicht)
buiten opgestelde schakelkasten	IP66 (stofdicht & waterdicht)

2. Behuizing bedieningscomponenten en aanwijsinstrumenten minimaal uitvoeren in beschermingsklasse geldend voor het desbetreffende paneel.
3. Het materiaal dat in de schakelkasten wordt gemonteerd uitvoeren in minimaal beschermingsklasse IP20 (aanrakingsveilig).
4. Onder spanning staande apparatuur die niet voldoet aan beschermingsklasse IPXXB (aanrakingsveilig) afschermen door middel van 3 mm dikke doorzichtige kunststof afschermplaten, zodanig dat de beschermingsklasse alsnog bereikt wordt.
5. Afschermkappen mogen niet zonder gebruik van gereedschap verwijderd mogen worden.
6. Vrij inpendig opgestelde apparatuur, zoals frequentie omvormers en softstarters uitvoeren in minimaal beschermingsklasse IP54 .
7. De behuizing voor droog opgestelde veldcomponenten zoals eindschakelaars, naderingsschakelaars, pressostaten/drukschakelaars en thermostaten minimaal uitvoeren in beschermingsklasse IP54 .
8. Vrij uitpendig opgestelde materialen uitvoeren in minimaal beschermingsklasse IP65.
9. De behuizing voor naderingschakelaars minimaal uitvoeren in beschermingsklasse IP67.
10. De behuizing voor contactelektroden minimaal uitvoeren in beschermingsklasse IP67.
11. De behuizing voor niveaumeters minimaal uitvoeren in beschermingsklasse IP67.
12. De behuizing voor debietmeters (sensor en meetversterker) minimaal uitvoeren in beschermingsklasse IP67.

13. Lichtinstallatie en installaties lichtkracht algemeen:

Ruimte	Bescherm- -klasse	Omschrijving
Bedieningsruimte, kantooromgeving, kantine/ pentry	IP20	(aanrakingsveilig)
Schakelruimte	IP20	(aanrakingsveilig)
Algemene ruimte (gang, trappenhuis)	IP54	(beschermd tegen stof & op spatten water)
Werkplaatsen	IP54 ⁽¹⁾	(beschermd tegen stof & op spatten water)
Kruipruimte	IP54 ⁽¹⁾	(beschermd tegen stof & op spatten water)
Technische ruimte (bv. pompenkelders)	IP55	(beschermd tegen stof & spuitwaterdicht)
Buiten	IP55	(beschermd tegen stof & spuitwaterdicht)

⁽¹⁾ = Stootvaste uitvoering

14. Overige buiten op te stellen onderdelen van de lichtinstallatie uitvoeren in minimaal beschermingsklasse IP54 .

15. Buiten opgestelde verlichtingsarmaturen vandaalbestendig uitvoeren in slagvastheidklasse IK-08 of hoger.
Buiten opgesteld schakelmateriaal uitvoeren slagvast uitvoeren.

10.2 Schakelapparatuur

10.2.1 Algemeen

1. De nominaalstroom van een schakelaar moet minimaal gelijk zijn aan de nominaalstroom van de beveiligingstoestellen tegen overstroom in dezelfde stroomketen.
2. Schakelmateriaal voor motoren moet geschikt zijn voor de desbetreffende motorefficiëntieklasse (IE2, IE3, EI4).
3. Per werktuig moet het (figuurlijk) hoogst gelegen schakelcomponent in de voedingsketen als schakelaar ter voorkoming van onverwacht inschakelen, zoals bedoeld in de NEN-EN-IEC 60204 dienst doen.
4. De schakelaar ter voorkoming van onverwacht inschakelen moet op het huis in uitgeschakelde toestand mechanisch geborgd kunnen worden via een (hang)slotvergrendeling.
5. In geval het betreffende schakelcomponent is uitgerust met een schakelknopbediening op het front van de schakelkast moet de knop via een (hang)slot kunnen worden vergrendeld.

10.2.2 Decontactoren

1. Betreft stekers en contactdozen met geïntegreerde schakelaar, welke als werkschakelaar fungeert. Bestemt ter voeding van een specifiek werktuig.
2. Moeten voldoen aan de IEC/EN 60309-1 en de IEC/EN 60947-3.

3. De decontactor moet in een standdoormelding (ingeschakeld / uitgeschakeld) voorzien. Hiervoor de decontactor uitvoeren met 2 extra polen, waarvan de betreffende polen in de steker onderling zijn doorverbonden.
4. Het vaste deel van de contactdooscombinatie moet via een separate voedingskabel en een separate signaalkabel worden aangesloten. Beschikt hiervoor over gescheiden wartels.
5. De behuizing moet in slagvaste kunststof spatwaterdicht zijn uitgevoerd.
6. De contactdoos moet mechanisch kunnen worden vergrendeld.
7. Onderwaterwerktuigen welke d.m.v. een 30 mA aardlekbeveiliging zijn beschermd via een decontactor aansluiten. Onderwaterwerktuigen welke niet d.m.v. een 30 mA aardlekbeveiliging zijn beschermd vast aansluiten, of via een klemmendoos aansluiten voor zover een losneembare verbinding wordt vereist.

10.2.3 Eindschakelaar

1. De schakelcontacten moeten sprongmoment-contacten zijn, uitgevoerd als in omschakelcontact geschikt zijn voor een spanning van 250 V_{AC}/ 50 Hz en een nominaal stroom van 2 A.

10.2.4 Groepsschakelaar

1. Groepsschakelaar "licht" moet geschikt zijn voor een minimale stroomdoorgang van 16 A.
2. Groepsschakelaar "kracht" moet geschikt zijn voor een minimale stroomdoorgang van 32 A.

10.2.5 Lastschakelaar en lastscheiders

1. Voor het aansluiten van de afgaande kabels, bedrading of rails voorzien in een voldoende ruime aansluitmogelijkheid.
2. Bij het gebruik als koppeling tussen twee railsystemen van een schakel- en verdeel inrichting, de lastscheider dimensioneren op de maximaal mogelijke belasting.
3. Bij de toepassing van een lastscheider als koppeling tussen twee railsystemen met separate aansluitingen treedt de aannemer in overleg met (de inspecteur van) de netbeheerder ter verkrijging van toestemming hiervoor.

10.2.6 Magneetschakelaar

1. Levensduur conform gebruiksklasse AC3: 1.500.000 schakelingen bij 30 schakelingen per uur.
2. De magneetschakelaar moet binnen de volgende bereiken werkzaam blijven:
 - spanningsbereik: 85 - 110 % van de nominale spanning
 - frequentiebereik: 90 - 110 % van de nominale frequentie
3. Voor het aansluiten van de afgaande kabels, bedrading of rails moet voorzien worden in een voldoende ruime aansluitmogelijkheid.

10.2.7 Motorstartercombinaties

1. Motorstartercombinaties opbouwen uit een voorbeveiliging (motorbeveiligingsschakelaar) en een lijnschakelaar (magneetschakelaar).
2. De motorstartercombinatie moet voorzien in een handmatige uitschakelmogelijkheid (met lastschakelfunctie). De uit-stand moet met een hangslot vergrendeld kunnen worden.
3. Bij voorkeur motorstartercombinaties compact opbouwen uit een motorbeveiligingsschakelaar met direct aangebouwde magneetschakelaar. Motorstarter-adapters zijn toelaatbaar.
4. Voor het aansluiten van de afgaande kabels, bedrading of rails moet voorzien worden in een voldoende ruime aansluitmogelijkheid.
5. Werktuigen moeten zelfstandig (her)starten bij de terugkeer van de voedingsspanning.
6. De lijnschakelaar voorzien van een hulpcontact t.b.v. het inbedrijf melden aan de besturingsinstallatie. Dit hulpcontact mag achterwege blijven indien een inbedrijfmelding uit de aanzetinrichting (frequentieomvormer / softstarter) verkregen kan worden.

10.2.8 Naderingsschakelaar (contactloos)

1. De schakelaar moet, voor zover niet anders vermeld, geschikt zijn voor een spanning van 250 V AC/ 50 Hz.
2. De schakelafstand moet instelbaar zijn.

10.2.9 Overige schakelaars

1. Bedieningsschakelaars toepassen met bijbehorende frontplaat waarin de schakelstanden staan gegraveerd.
De functie van de schakelaars moet gegraveerd worden in een extra opschriftenruimte aan de bovenzijde van de schakelaars.
Schakelaars, indien niet anders vermeld, voorzien van een zwarte bedieningsknop.
2. De te graveren schakelstanden of functiebenamingen moeten door de directie zijn geaccepteerd alvorens met het graveren kan worden begonnen.
3. De afmetingen en uitvoering van de frontplaten en knoppen voor de verschillende typen bedieningsschakelaars moeten zoveel mogelijk gelijk zijn.
4. Alle schakelaars moeten voorzien zijn van sprong-momentbediening van de contacten.
5. De contactlichamen van schakelaars/scheiders boven de 32 A moeten op de montageplaat worden gemonteerd.

6. Schakelaars/scheiders welke fungeren als schakelaar ter voorkoming van onverwachts inschakelen conform de NEN-EN-IEC 60204 moeten met een vergrendelvoorziening zijn uitgerust (zie ook artikel 10.2.1 lid 4). De schakelaar/scheider moet met een hangslot in de uit-stand vergrendeld kunnen worden. De vergrendeling mag bij het openen van de kast niet verbroken kunnen worden. Ook niet als het bedieningsknop zich op het front van de kast bevindt.
7. De contactlichamen van schakelaars/scheider vanaf 100 A en hoger, door middel van deurkoppelingen verbinden met de bedieningsknoppen op de front van de kast. De kastdeur moet onafhankelijk van de schakelstand te openen zijn.
8. Door het verhoogd opstellen van de schakelaar, of door het opvangen van de schakel-as, moet gewaarborgd worden dat de schakel-as en de deurkoppeling altijd op één lijn liggen.

10.2.10 Relais (hulp-, tijd- en speciaalrelais)

1. De contacten van de relais moeten geschikt zijn voor een stroom (I_{th}) van 6 A bij 250 V AC/ 50 Hz.
2. Levensduur 20.000.000 schakelingen (uitgaande van gebruiksklasse AC1).
3. De relais moeten binnen de volgende bereiken werkzaam blijven:
 - spanningsbereik: 80 - 110 % van de nominale spanning
 - frequentiebereik: 90 - 110 % van de nominale frequentie
4. De relaisvoet moeten voorzien zijn van een aan de voorzijde bereikbare schroefaansluiting.
5. Alle hulprelais moeten zoveel mogelijk met dezelfde contactbezetting worden toegepast.

10.2.11 Mechanisch schakelende procesinstrumenten (drukschakelaar/ pressostaat, thermostaat, stromingsschakelaar e.d.)

1. De contacten moeten sprongmoment-omschakelcontacten zijn, geschikt voor een nominaal stroom van 2 A, 250 V AC/ 50 Hz.

10.2.12 Schakelklok

1. Een mechanische schakelklok moet zijn voorzien van een door een synchroonmotor aangedreven uurwerk, van een dag- en wekschijf zijn voorzien en een eenvoudige instelmogelijkheid hebben. De kortste schakelafstand bedraagt 30 minuten voor dagschijf en 2 uur voor wekschijf.
2. Een elektronische schakelklok moet zijn voorzien van een dag- en weekprogramma met 128 geheugenplaatsen. Kortste schakelafstand: 1 minuut.

10.2.13 Scheider

1. Het gebruik van scheiders is niet toegestaan, slechts lastscheiders zijn toegestaan.

10.2.14 Stuurstroomschakelaar

1. Een stuurstroomschakelaar moet minimaal geschikt zijn voor een stroom van 10 A.
2. Zie tevens artikel 10.2.9 lid 1.

10.2.15 Werkschakelaar

1. Om een te onderhouden werktuig veilig te stellen, is een schakelaar ter voorkoming van onverwacht inschakelen verplicht (zie ook artikel 10.2.1 lid 3). Aanvullend kan een werkschakelaar ter plaatse van een werktuig voorkomen⁶. De arborichtlijn verplicht dat een werkschakelaar een elektrische scheiding tot stand moet brengen. Deze eis beperkt de praktische toepassing zich tot specifieke gevallen.
 - Bij ongeregelde motoren (D.O.L., softstarter geschakeld) tot 63A is het toegestaan om de werkschakelaar in de hoofdstroom aan te brengen⁷.
 - Voor werktuigen met een hoog vermogen mag de werkschakelaar de spanningsscheiding via de vermogensautomaat van de desbetreffende motorgroep tot stand brengen door aansturing van de in- en uitschakelspoelen van vermogensautomaat.
 - Nooit werkschakelaars plaatsen in de motorkabel achter een softstarter / frequentie omvormer.
 - Werkschakelaars mogen niet tot verwarring leiden. Als een hoofdwerktuig geen werkschakelaar krijgt, dan krijgen de bijbehorende hulpwerktuigen ook geen werkschakelaar. Voorbeeld separate koelventilator van een toerengeregelde vijzel krijgt geen werkschakelaar.Voor de meest voorkomende werktuigen blijkt het al dan niet toepassen van een werkschakelaar uit de E-typical. Voorbeelden (niet uitputtend) van werktuigen met werkschakelaar zijn: drukverhogingsinstallatie, ongeregelde dakventilatoren, motorafsluiters, krooshek, ruimerbrug, rijwagen ongeregelde werktuigen slib- transport en verlading.
2. Werkschakelaars moeten bestand zijn tegen de maximale kortsluitstroom die ter plaatse kan optreden.
3. De nulstand van alle werkschakelaars moet met een hangslot vergrendelbaar zijn.
4. De werkschakelaar moet zijn ondergebracht in een huis van glasvezel versterkt noryl of polyester. Zie artikel 10.1 voor de beschermingsklasse.
5. Werkschakelaars uitvoeren met een zwarte bedieningsknop in een grijze slede. Werkschakelaars die een op een noodstopcircuit ingrijpen uitvoeren met rode bedieningsknop met gele achtergrond.

⁶ Elektrische installatie werktuig valt onder de machinerichtlijn (NEN-EN-IEC 60204), niet onder de laagspanningsrichtlijn (NEN1010). De NEN-EN-IEC 60204 kent geen werkschakelaars, zijn daarmee niet verplicht.

⁷ 63A is een Rijnlandse keus, voorgekomen op basis van aanlegkosten en schakelbevoegdheid voor Voldoend Onderrichte Personen.

6. Werkschakelaars duidelijk zichtbaar aanbrengen bij voorkeur in de nabijheid van het te schakelen werktuig.
7. Buiten opgestelde werkschakelaars monteren onder een regenkap van roestvast staal (zie ook tekening HAP 09 015 buitenopstelling werkschakelaar met regenkap en tekening HAP 09 018 buitenopstelling werkschakelaar met klemmenkast combinatie en regenkap).
8. De "in-stand" van elke werkschakelaar moet door middel van een hulprelais op de PLC worden gesignaleerd.

10.3 Beveiligingsapparatuur

10.3.1 Algemeen

1. Alle circuits en apparaten op deugdelijke wijze volgens de geldende normen tegen overbelasting en kortsluiting beveiligen.
2. Iedere beveiliging moet geschikt zijn voor de betreffende toepassing.
3. De beveiligingsapparatuur dimensioneren op de nominale stroom van het te schakelen toestel.
4. Het beveiligingstoestel moet bestand zijn tegen de ter plaatse maximale kortsluitstroom.
5. Ter beveiliging in principe binnen de gehele installatie beveiligingsautomaten toepassen.
6. Mespatronen als estafette beveiliging toepassen als een automaat niet verkrijgbaar is voor het benodigde kortsluitvermogen. Zekeringen zijn alleen toegestaan na schriftelijke toestemming door de directie.
7. In geval van regeling via een frequentie omvormer moet de beveiligingsapparatuur uitgelegd worden op de door de fabrikant aangegeven waarde voor de hoofdzekering.
8. Voor overspanningbeveiligingen zie hoofdstuk 12: "Aarding, bliksem- en overspanningbeveiliging".

10.3.2 Selectiviteit

1. Alle onderdelen en beveiligingen van de installatie moeten zodanig worden gekozen en geschakeld, dat de selectiviteit van de installatie in haar geheel en van de afzonderlijke delen zoveel mogelijk gegarandeerd zijn.
2. Als referentie uitgaan van één merk beveiligingsmateriaal binnen de hele keten. Bij renovatie dit afstemmen op het te handhaven beveiligingsmateriaal
3. De aannemer moet voor de gehele installatie een selectiviteitsdiagram opstellen en ter goedkeuring in te dienen. Het selectiviteitsdiagram moet met berekeningen "per trap" worden onderbouwd.

4. Indien het beoogde type hoofdbeveiliging niet selectief is met een onderliggende groepsbeveiliging, onderzoekt de aannemer of de selectiviteit wel verkregen kan worden met een ander type dan wel merk beveiliging in dezelfde stroomklasse. De aannemer doet hiervoor een voorstel aan de directie. Hierbij moet de aannemer ook voor de "afgevallen" typen de selectiviteitresultaten aantonen.

10.3.3 Aardlekbeveiliging

1. Alle stroomkringen waarin (230 AC / 400 AC) wandcontactdozen voor algemeen gebruik zijn opgenomen moeten zijn voorzien van een 30 mA aardlekbeveiliging.
2. Voor onderwaterwerktuigen heeft een uitvoering van 30 mA de voorkeur. De aannemer van het bestek moet voor het betreffende onderwaterwerktuig controleren of het onderwaterwerktuig geschikt is voor aansluiting via een 30 mA aardlekbeveiliging. Indien dit niet het geval is geeft de aannemer aan de directie afwijkende waarde op, waarbij het uitgangspunt is dat de beveiliging zo klein als toelaatbaar wordt gekozen. Afwijkende waarden dienen ter instemming aan de directie te worden voorgelegd.
3. Bovenstaande lid is niet van toepassing voor:
 - lenspompen;
 - onderwaterwerktuigen welke door middel van een frequentie omvormer worden gevoed. Deze vast aansluiten, of via een klemmendoos indien een losneembare verbinding wordt vereist.

10.3.4 Installatieautomaat

1. De installatieautomaat moet qua beveiligingskarakteristiek geschikt zijn voor de betreffende toepassing.
2. Elke installatieautomaat moet de betreffende installatie (*inclusief leidingen*) doelmatig beschermen tegen overbelasting en kortsluiting. Bij voorkeur automaten toepassen met B-, C- of D-karakteristiek.
3. Een installatieautomaat met een K-karakteristiek toepassen voor het beveiligen van leidingen met daarop aangesloten installaties of apparatuur met hoge inschakelstromen of stroompieken. Dit is bijvoorbeeld het geval bij krachtwandcontactdozen en AC/DC-omvormers.
4. Keuze beveiliging voor separaat beveiligde 230VAC/24VDC voeding/omvormers overeenkomstig de voorschriften van de fabrikant van de voeding/omvormer.
5. Een installatieautomaat met een Z-karakteristiek toepassen voor het beveiligen van leidingen met daarop aangesloten stroomkringen met een hoge impedantie, echter zonder apparatuur die hoge stroompieken veroorzaken. Dit is bijvoorbeeld het geval bij spanningstransformatoren, halfgeleiders, PLC's en meet- en regelapparatuur.
6. Installatieautomaten die 24 V DC circuits beveiligen waarvan de voeding bestaat uit een 24 V DC gelijkstroomvoeding moeten voldoen aan een Z-karakteristiek.

7. De installatieautomaten moeten zijn uitgevoerd met hulpcontacten ten behoeve van de signalering.
8. $I_{cu} \geq I_{k_{max}}$
Als hieraan niet kan worden voldaan moet een voorbeveiliging worden voorzien conform de voorschriften van de leverancier.

10.3.5 Vermogensautomaat

1. Onder een vermogensautomaat wordt verstaan een vermogenschakelaar met een magnetische beveiliging of een vermogenschakelaar met magnetische en thermische beveiliging.
2. De nominaal stroom van de vermogensautomaat moet tenminste gelijk zijn aan de, onder normale bedrijfsomstandigheden, ter plaatse maximaal optredende stroomsterkte.
3. De afschakelstroom (I_{cs}) van de vermogensautomaat moet tenminste gelijk zijn aan de mogelijk ter plaatse maximaal optredende kortsluitstroom.
4. Elektrische levensduur conform gebruiksklasse AC1, AC2, AC3 of AC4: minimaal 20.000 schakelingen.
5. Een vermogensautomaat moet zijn voorzien van hand in- en uitschakeling met indicatie.
6. De beveiligingen van de vermogensautomaat moeten zijn voorzien van een hand reset.
7. De vermogensautomaat mag uitrij baar worden uitgevoerd.
8. De trillingen die bij het schakelen ontstaan, moeten dusdanig gedempt worden dat alle overige apparatuur in het schakelpaneel niet beïnvloed wordt.
9. De vermogensautomaat uitvoeren met hulpcontacten ten behoeve van de stand signalering en/of storingssignalering.
10. Voor het aansluiten van de voedende en afgaande kabels, bedrading of rails voorzien in een ruime aansluitmogelijkheid.

10.3.6 Mespatronen en mespatroonhouders

1. Mespatronen mogen alleen na goedkeuring door de directie worden toegepast.
2. De mespatronen moeten zijn voorzien van een KEMA-KEUR⁸ en een afschakelvermogen hebben van tenminste 100 kA effectief bij 500 Volt.
3. De volgende mespatroonhouders moeten worden toegepast:
 - tot 160 Ampère - DIN 00
 - tot 250 Ampère - DIN 01
 - tot 400 Ampère - DIN 02
 - tot 630 Ampère - DIN 03
 - tot 1000 Ampère - DIN 04

⁸ of een ander algemeen erkent EU-keuringsmerk (typekeur afgegeven door een notified body)

4. Alle te leveren mespatronen moeten over een trage uitschakelkarakteristiek beschikken.

10.3.7 Motorbeveiligingsschakelaar

1. Motorbeveiligingsschakelaars moeten voorzien in een maximaalbeveiliging en in een instelbare thermische beveiliging (overbelastingsbeveiliging).
2. De thermische beveiliging moeten zijn voorzien van:
 - differentiaal beveiliging
 - temperatuurcompensatie van - 25 tot + 50 °C
3. Het bereik van de thermische beveiliging moet minimaal lopen van de nominale motorstroom (I_{nom}) tot $1,1 \times I_{nom}$. De beveiliging afstellen op de nominale motorstroom. De instelling moet duidelijk afleesbaar zijn en worden afgelakt.
4. Thermische beveiliging altijd zo kiezen dat de afstelling in het middengebiet kan plaatsvinden. Dus niet in de onder of bovengrens van de beveiliging.
5. In geval van FO aangestuurde werktuigen mag de thermische voorbeveiliging achterwege blijven.
6. De karakteristiek van de motorbeveiligingsschakelaar moet zodanig zijn, dat onder alle omstandigheden de motor én de voedingskabel afdoende worden beveiligd in geval van overbelasting en kortsluiting.
7. In geval van tweefasenloop moet de motor onafhankelijk van de opgenomen stroom, binnen enkele minuten worden uitgeschakeld. De uitschakeltijd mag in geen geval langer zijn dan de uitschakeltijd van het relais voor een even grote stroom bij driefasenloop.
8. De motorbeveiligingsschakelaar uitvoeren met hulpcontacten ten behoeve van het signaleren van het aanspreken van de beveiliging.
9. $I_{cu} \geq I_{k_{max}}$
Als hieraan niet kan worden voldaan moet een voorbeveiliging worden voorzien conform de voorschriften van de leverancier.
10. De motorbeveiligingsschakelaar moet bestand zijn tegen de maximale kortsluitstroom die ter plaatse op kan treden.
11. Levensduur conform gebruiksklasse AC3: minimaal 50.000 schakelingen.
12. De motorbeveiligingsschakelaar moet binnen de volgende bereiken werkzaam blijven:
 - spanningsbereik: 85 - 110 % van de nominale spanning
 - frequentiebereik: 90 - 110 % van de nominale frequentie

10.3.8 Schroefautomaten

1. Schroefautomaten mogen niet worden toegepast.

10.3.9 Schroefpatronen en schroefpatroonhouders

1. Schroefpatronen mogen worden toegepast tot en met 50 Ampère, echter alleen na toestemming van de directie. Gestreefd moet worden naar een zekering loze installatie.
2. De schroefpatronen moeten zijn voorzien van een KEMA-KEUR⁹ en een afschakelvermogen hebben van tenminste 50 kA, effectief bij 500 Volt.
3. De volgende schroefpatroonhouders mogen worden toegepast:
 - tot 25 Ampère - DII
 - tot 50 Ampère - DIII
4. Alle te leveren schroefpatronen moeten over een trage uitschakelkarakteristiek beschikken.

10.3.10 Thermisch relais

1. De thermische relais moeten zijn voorzien van:
 - differentiaal beveiliging
 - temperatuurcompensatie van - 25 tot + 50 °C
 - vergrendeling en hersteldrukknop
 - omschakelmogelijkheid van vergrendeld naar zelf herstellend
2. Het bereik van de thermische beveiliging moet minimaal lopen van de nominale motorstroom (I_{nom}) tot $1,1 \times I_{nom}$. De beveiliging afstellen op de nominale motorstroom. De instelling moet duidelijk afleesbaar zijn en worden afgelakt.
3. Thermische beveiliging altijd zo kiezen dat de afstelling in het midden gebied kan plaats vinden. Dus niet in de onder of bovengrens van de beveiliging.
4. De karakteristiek van het relais moet zodanig zijn, dat onder alle omstandigheden de motor afdoende wordt beveiligd.
5. In geval van tweefasenloop moet de motor onafhankelijk van de opgenomen stroom, binnen enkele minuten worden uitgeschakeld. De uitschakeltijd mag in geen geval langer zijn dan de uitschakeltijd van het relais voor een even grote stroom bij driefasenloop.
6. De thermische relais zo mogelijk aan de magneetschakelaars bevestigen.

10.3.11 Thermistorrelais

1. De ingang van het thermistorrelais geschikt zijn voor het aansluiten van drie of zes in serie geschakelde thermistoren.
2. Het relais moet werken volgens het ruststroomprincipe. Het schakelpunt en de hysteresis moet overeenstemmen met de aan te sluiten thermistoren.

⁹ of een ander algemeen erkend EU-keuringsmerk (type keur afgegeven door een notified body)

3. De contacten van de relais moeten geschikt zijn voor een stroom (Ith) van 6 A bij een spanning van 250 V AC/ 50 Hz.
4. Na het aanspreken moet het relais middels een extern aan te sluiten resetcontact worden hersteld.
5. Het relais moet verder voldoen aan de specificaties van artikel 10.2.10: "Relais (hulp-, tijd- en speciaalrelais)".

10.4 Meet- en regelapparatuur

10.4.1 Algemeen

1. Voor het samenbouwen en onderbrengen van de meet- en regelinstallatie zie ook hoofdstuk 5: "Opzet en indeling van installaties".
2. Meetinstrumenten ten behoeve van procesmetingen worden door een stroomautomaat beveiligd; het hulpcontact van de automaat als mede een intern storingscontact (indien aanwezig) van het meetinstrument moeten op de PLC worden aangesloten ten behoeve van alarmering en eventuele vergrendeling.
3. Meetinstrumenten aanleveren met desbetreffende kalibratie- en fabriekstestrapport.
4. De apparatuur moet geschikt zijn voor een voedingsspanning van 250 V AC/ 50 Hz en een signaal afgeven van 4-20 mA.
5. De vereiste nauwkeurigheid van procesmetingen wordt nader gespecificeerd in het bestek. De verwerking van signalen en meetpulsen moet zodanig worden uitgevoerd dat de vereiste nauwkeurigheid blijft behouden.
6. Pulssignalen welke aan de PLC worden aangeboden, moeten een minimale pulsduur hebben van twee maal de cyclustijd waarmee de toegepaste PLC digitale signalen kan verwerken. De minimale pauze tussen twee pulsen (ook na een eventuele pulsverlenging) moet hieraan ook voldoen.
7. Voor de eisen met betrekking tot het toepassen van overspanningbeveiligingen zie hoofdstuk 12: "Aarding, bliksem- en overspanningbeveiliging".
8. Meetversterkers moeten van een storingsmeldcontact zijn voorzien. Doormelding naar de PLC moet potentiaal vrij plaats vinden. Evenzo moeten schakelcontacten ter doormelding naar de PLC potentiaalvrij verbonden worden. Zo nodig via een interfacerelais aansluiten.
Nadere uitvoeringseisen meetversterkers staan onder artikel 10.4.10.
9. Voor de eisen met betrekking tot bevestigingsconstructies zie hoofdstuk 9: "Bevestigingsmethoden en constructies".

10.4.2 Ampèremeter en voltmeter

1. De ampèremeter moet voldoen aan de volgende specificatie:
 - klasse : 1,5
 - afmetingen (mm) : 96 x 96
 - beschermingsklasse : zie artikel 10.1

- overbelastbaarheid : 120 % continu
- schaaieindwaarde : 1,5 ... 2 x I nominaal
- overstroomschaal : 3-voudig voor directe aanloop
2-voudig voor niet-directe aanloop

2. De nominaal stroom aangeven door middel van een rode streep op de wijzerplaat, de nominaal stroom moet liggen tussen 55 % en 85 % van de schaaieindwaarde.
3. De voltmeter moet voldoen aan de volgende specificatie:
 - klasse : 1,5
 - afmetingen (mm) : 96 x 96
 - schaaieindwaarde V : 500
 - beschermingsklasse : zie artikel 10.1
4. Het meterhuis uitvoeren met een smalle rand.

10.4.3 Blindstroomcompensatie

1. Wanneer blindstroomcompensatie aan de orde is, dit uitvoeren via een compensatorbatterij, die in één of meer stappen de arbeidsfactor regelt.
2. De batterij-eenheid voorzien van een automatische $\cos \varphi$ -regelaar, magneetschakelaars, condensatoren en kortsluitvaste veiligheden.
3. De batterij-eenheid voorziet in filter(s) ter bescherming tegen in de installatie gevormde hogere harmonische en overige netvervuiling ook die uit het voedende net.
De te sperren frequentie(s) te bepalen in overleg met het stroom leverend bedrijf.
Filter(s) moet(en) geschikt zijn voor de plaatselijk geldende omstandigheden en voldoen aan de eisen van het stroom leverend bedrijf.
4. De batterij-eenheid onderbrengen in een separaat paneel aan te sluiten op het (hoofd)verdeelpaneel.
5. De automatische $\cos \varphi$ -regelaar monteren in de paneeldeur.
6. In de hoofdverdeelinrichting een stroomtransformator in de voedingleiding aanbrengen.
7. De condensatorbatterij voorzien van een hoofdschakelaar waarmee de condensatorbatterij kan worden uitgeschakeld; hierbij een rode resopal opschriftplaat aanbrengen met het opschrift:

**EERST CONDENSATORBATTERIJ
UITSCHAKELEN**

8. De automatische $\cos \varphi$ -regeling voorziet in tijdvertragingen, ter voorkoming van het frequent bij- of afschakelen van condensatortrappen.
9. De regelaar voorziet in:
 - auto-/handbediening
 - instelling gewenste $\cos \varphi$
 - instelling C/k-waarde

- inbedrijfsignalering per trap
- storingssignaalcontact
- $\cos \varphi$ -indicatielampen of -aanwijzing
- kringschakeling

10. De trappen van de condensator batterij moeten bij een geringe belasting worden uitgeschakeld. De ondergrens overleggen met het betreffende stroom leverend bedrijf c.q. de beheerder van het stroom leverende net.
11. De condensatoren voorzien van:
 - overdrukbeveiliging
 - ontlaadweerstand
 - PCB vrije materialen
 - zelf herstellend diëlectricum
12. Voor de eisen gesteld aan het railsysteem zie hoofdstuk 8:
"Verdeelinrichtingen, schakel- en bedieningspanelen en klemmenkasten".
13. Omgevingscondities: Zie artikel 8.10: "Klimaatbeheersing in panelen".

10.4.4 Contactelektrode

1. Contactelektroden uitvoeren in roestvaststaal met een teflon / PVC-isolatie; alleen de onderste 5 cm van elke elektrode blank uitvoeren.
2. De elektrode met een roestvaststalen bevestigingsbeugel verstelbaar monteren (zie ook tekening HAP 09 014 ophanginrichting contactelektroden).
3. Het elektroderelais onderbrengen in het betreffende schakel- / besturingspaneel.
4. De spanning op de elektrode mag maximaal 12 V zijn en moet een wisselspanning zijn.

10.4.5 Debietmetingen water, slib en lucht

1. Kalibratievoorziening conform IEC70770 standaard.
2. De natte procesdelen vervaardigen van materiaal dat resistent is tegen het procesmedium.
3. Bij ondergrondse inbouw de meetbuis beschermen te zijn tegen corrosie volgens ISO 12944 IM2/3.
4. De meetversterker moet microprocessor gestuurd zijn en een signaal (4-20 mA) af te geven dat proportioneel is met het opgegeven meetbereik.
5. Debietmetingen voorzien van een pulsuitgang, voor zowel een voorwaartse als een terugwaartse flow.
Indien omschreven in de functionele beschrijving zal met behulp van deze pulsuitgang(en) de telling via PLC plaatsvinden. Het pulscontact moet voldoen aan de algemene eisen zoals omschreven in artikel 10.4.1: "Algemeen".

6. De verhouding "puls/hoeveelheid" van het doorgestroomde medium voor alle debietmetingen **per mediumsoort** in overleg met de directie bepalen.
7. Indien niet in een terugwaartse flow-puls is voorzien, een contact aanbieden ter indicatie van een +/- flow.
Beide signalen moeten geschikt zijn om te kunnen worden aangesloten op en te worden verwerkt door de PLC.
8. Op het display van de meetversterker de flow-richting en de momentane flow aangeven.

10.4.6 Frequentie omvormer

Dimensionering

1. Voor de dimensionering van een te leveren frequentie omvormer (FO) moet worden uitgegaan van het nominale asvermogen van de motor vermeerderd met de motor- en kabelverliezen.

Uitvoeringseisen

2. Eisen aan een frequentie omvormer zijn:

principe		spanningstussenkring
modulatieprincipe		puls breedte modulatie (pwm) ¹⁰
		flux/vector regeling ¹¹
vermogen		minimaal 110% motorvermogen , zie ook voorgaande lid
uitgangsstroom		minimaal 110% nominale motorstroom , zie ook voorgaande lid
AC netspanning	V	3 x 400 FO met een vermogen lager dan 1 kW mogen in overleg met de leverancier van het werktuig en de motor met voeding 1 x 230 V AC worden uitgevoerd
netfrequentie	Hz	50
ingangscircuit		Diodes
uitgangscircuit		IGBT
overbelastbaarheid (losbrekkoppeling) voor FO's met:		
- puls breedte modulatie	A	1,1 x $I_{n_{motor}}$ - 60 sec
- flux/vector regeling	A	1,4 x $I_{n_{motor}}$ - 60 sec
frequentie instelbereik	Hz	5-120
vollast-rendement	%	> 98 voor P ≥ 30 kW > 97,5 voor P > 10 kW en < 30 kW > 97 voor P > 1 kW en < 10 kW
geluid op 1 meter van gesloten kast	dB(A)	< 70 voor P ≥ 10 kW < 60 voor P < 10 kW
arbeidsfactor (cos φ)		> 0,95 bij vollast
ventilatie/koeling		natuurlijk/geforceerd
beschermingsklasse	IP	zie artikel 10.1

¹⁰ Van toepassing voor werktuigen met een kwadratisch koppel, zoals centrifugaal pompen, blowers en ventilatoren

¹¹ Van toepassing voor werktuigen met een hoog (los breek) koppel, zoals verdringerpompen, monpompen, slibpompen en zeefbandpersen

H ₂ S bescherming (bij installatie op zuiveringen en rioolgemalen)		printplaten uitvoeren met een coating tegen H ₂ S aantasting
omgevingscondities	°C	0-40
relatieve vochtigheid	%	max. 90
vibratie		0,5 g x
norm		EN60204-1, EN61800-3, EN50178

3. Interne ventilatoren van de FO moeten thermostatisch worden geregeld.
4. Elke frequentie omvormer voorziet in:
 - een thermistoraansluiting
 - foutgeheugen voor de foutcodes
 - analoge uitgang 4-20 mA voor de motorstroombetaling
 - analoge uitgang 4-20 mA voor de aangestuurde frequentie c.q. het toerental van de motor (de waarde geschaleerd op 0 - maximale (ontwerp) frequentie)
 - een display ter presentatie van de frequentie c.q. het toerental van de motor, de motorstroom en storingsindicatie
 - een analoge aanstuurmogelijkheid met een extern signaal 4-20 mA (1)
 - een analoge aanstuurmogelijkheid met een lokale potentiometer instelling (1)
 - omschakelmogelijkheid tussen beide analoge aansturingen met behulp van een extern contact (keuze PLC- of NH-bedrijf voor algemene toepassing; voor vuilwaterpompen in een rioolgemaal is de keuze PLC- of SA/NH-bedrijf)
 - instelling van de minimale en maximale aanstuur-frequentie onafhankelijk van de waarden van de analoge aansturingen
 - potentiaalvrije uitgangcontacten voor de inbedrijfmelding en foutmeldingen (2)

(1) De analoge aansturingen schakelen op 0 - maximale (ontwerp)frequentie.

(2) Voorzien in een melding Storing FO en een separate melding "Thermistorstoring".
5. Frequentie omvormers ≥ 23 kg, uitvoeren in IP54 en aan de wand monteren met behulp van chemische ankers of op een frame. Benodigde filters en smoorspoelen moeten in een IP54 behuizing worden ondergebracht.
6. Bedieningsvoorzieningen frequentie omvormers (≥ 23 kg) gemonteerd buiten de schakelkast
 - Bedrijfskeuzeschakelaar op MCC;
 - Bedieningsdisplay op de frequentie omvormer;
 - Potentiometer ter instelling van het toerental tijdens handbedrijf / semi-automatisch bedrijf in een IP54 behuizing nabij het bedieningsdisplay van de frequentie omvormers.
7. Bedieningsvoorzieningen frequentie omvormers gemonteerd in een schakelkast
 - Alleen toegestaan voor frequentie omvormers < 23 kg;
 - Bedrijfskeuzeschakelaar op MCC;
 - Bedieningsdisplay in het front van de schakelkast aanbrengen
 - Potentiometer ter instelling van het toerental tijdens handbedrijf / semi-automatisch bedrijf in het front van de schakelkast aanbrengen.

8. Alle signalen tussen de PLC en de frequentie omvormer moeten galvanisch zijn gescheiden. Indien de (analoge) in-/uitgangen van de PLC niet van galvanische scheiding zijn voorzien, in externe scheidingsversterkers voorzien. Bij de digitale signalen in interface relais voorzien.
9. De FO van de volgende beveiligingen voorzien:
 - afwijkingen in de voedingsspanning zodanig dat goed functioneren niet meer is gewaarborgd
 - asymmetrische belasting (alleen voor 3 fase uitvoeringen)
 - overbelastingsbeveiliging die de FO tijdig afschakelt bij alle voorstelbare overbelastingen
 - kortsluitbeveiliging; zowel fase-fase als fase-aardsluiting mag géén schade aan kunnen richten
 - thermistorbeveiliging.
10. Beveiligingen schakelen de motor af.
11. De frequentie omvormer conform de NEN-EN-IEC 61800-3 voorzien in een RFI-ingangsnetfilter (ook wel als EMC-filters aangeduid). EMC-filter uitvoeren volgens:
 - categorie C2 (1^e omgeving / huishoudelijke omgeving) als de installatie niet via een eigen distributietrafo gevoed wordt maar via een "buurt trafo";
 - categorie C3 of C4 (2^e omgeving / industriële omgeving) als de installatie achter een eigen distributietrafo is aangesloten.
12. Indien de frequentie omvormer door de leverancier niet standaard is voorzien van een RFI-ingangsnetfilter moet dit ingangsfILTER separaat nabij de frequentie omvormer in de schakelkast worden aangebracht. Het vermogen van het filter ten minste afstemmen op het maximale FO-vermogen.
13. Bij motoren met vermogens vanaf bouwgrootte 400 (conform de IEC 10034-7) de FO voorzien van een common mode filter om schadelijke lagerstromen te voorkomen.
14. Bij motoren met een hogere spanning dan 500 V AC de FO voorzien van een dU/dt filter (smoorspoel).
15. Om de geluidsproductie van motoren te kunnen reduceren moet de modulatiefrequentie als parameter in stappen ingesteld kunnen worden op de FO.

Eisen met betrekking tot de aansturing

16. Voor werktuigen op grootte en middelgrootte installaties (zuiveringen, rioolgemaal, boezemgemaal, bruggen en sluizen):
 - Als er geen elektrotechnische storing aanwezig is moet de voeding op de frequentie omvormer (FO) continu aanwezig zijn.
17. Voor werktuigen op kleine installaties (kleine poldergemaal en overige kleinschalige kunstwerken t.b.v. oppervlakte waterbeheer poldergemaal):
De voeding op de frequentie omvormer (FO) schakelt met het aansturen van het werktuig.

18. Het in/uit-bedrijf schakelen van het werktuig door een elektronische start/stop tot stand brengen. Deze start/stop aansturen door de PLC of door de bedieningsschakelaar.
19. Voor toerengeregelde werktuigen moet tijdens het Nood Hand bedrijf het toerental in te stellen zijn door middel van een potentiometer welke in front van het motorcompartiment moet worden ondergebracht. De percentages voor minimum en maximum toerental moeten bij de inbedrijfstelling in overleg met de leverancier van het werktuig en de directie worden bepaald. Overschakelen gebeurt door een bedrijfskeuzeschakelaar 0-PLC-NH [òf 0-PLC-SA-NH] op het front. Voor de wijze van schakelen wordt verwezen naar de schema's.
20. De potentiometers uit te voeren als tien-slagen draaipotiometer met metaalfilm en de mogelijkheid tot het vastzetten van de gekozen instelling.
21. Alle beveiligingen in FO moeten zijn verzameld op één of meerdere potentiaalvrije contacten.

Eisen met betrekking tot het monteren & aansluiten

22. De FO in de verdeelinrichtingen inbouwen (tenzij in het bestek anders is aangegeven). De inbouwruimte en de wijze van ventileren moet de goedkeuring van de FO-leverancier en de beoordeling van de directie hebben.
23. Bij kabellengtes vanaf 100m naar de motor een smoorspoel c.q. uitgangsfiler toepassen, conform voorschriften van de leverancier van de frequentie omvormer.
24. Motorkabels van frequentiegeregelde motoren uitvoeren als EMC motorkabel (VS-YMvKafas mb 0,6/1 kV dan wel Z1S-YMz1Kafas mbzh) met EU keurmerk van een NoBo zoals de Dekra (KEMA).
25. De afscherming moet in overleg met de leverancier (volgens de installatievoorschriften) aan beide zijden aan aarde van respectievelijk de FO en de motor aangesloten worden.
26. Ten gevolge van de door de FO veroorzaakte hogere harmonische stromen zal een hogere warmteontwikkeling in de kabel optreden dan bij zuivere sinusvormige stromen. Bij de berekening van de geleiderdoorsnede hiermee rekening houden.
27. De zogenaamde EMC-kabels zijn niet geschikt voor gebruik als grondkabel. Uitpandig deze kabels in mantelbuis aanbrengen.
28. Speciale aandacht besteden aan de EMC aarding en de veiligheidsaarding. Deze uitvoeren volgens de installatievoorschriften van de FO fabrikant.
29. Indien de EMC-kabel niet over een separate ader ten behoeve van de veiligheidsaarde beschikt moet de aannemer voor de betreffende kabel aan tonen dat de afscherming van de EMC-kabel geschikt is om als veiligheidsaarde dienst te doen.
30. Voor motorkabels met een separate ader ten behoeve van de veiligheidsaarde, waarvan de doorsnede van de fasegeleider die groter is dan 10 mm², de PE-geleider symmetrisch uitvoeren.

31. Bij 3 aderige motorkabels waarbij de afscherming dienst doet als gecombineerde EMC- en veiligheidsaarding, moet ten behoeve van de veiligheidsaarding een ononderbroken verbinding tot in de behuizing gerealiseerd worden.
32. EMC-aarding van de afscherming realiseren m.b.v. EMC-doorvoerwartels of EMC-kabelklemmen.
33. Voor de aarding zo veel mogelijk gebruik maken van litze.
34. Voedings-, besturings- en motorkabels gescheiden van elkaar leggen. Minimaal 10 cm afstand aanhouden, bij voorkeur m.b.v. schotten scheiden. Zie ook artikel 11.4.

Overige eisen

35. In de bedienings- en onderhoudsvoorschriften een complete handleiding van de FO opnemen. Op een aparte lijst moeten per FO alle ingestelde parameters en eventuele programmeringen vastgelegd worden.

10.4.7 Grenswaardenrelais

1. Het grenswaardenrelais onderbrengen in het betreffende schakel-/besturingspaneel.
2. De ingang van het grenswaardenrelais moet geschikt zijn voor aansluiting op de uitgang van de meetversterker/ omvormer.
3. Grenswaardenrelais welke zijn samengebouwd met een meetversterkers / procestransmitter volstaan.
4. Het grenswaardenrelais moeten elk onafhankelijk ingesteld kunnen worden tussen 0 en 100 % met elk een eigen instelbare hysteresis.
5. De reproduceerbaarheid van een instelling mag niet meer dan 2 % afwijken.

10.4.8 kWh-meter / Powermonitor

1. De kWh-meter uitvoeren met twee stroomspoelen en één spanningspoel.
2. De maximale meetafwijking van het instrument bedraagt 2 %.
3. Stroom metingen uitvoeren met stroomtransformatoren. Spanningsmeting direct tot 400V en voorzien van afzekering.

10.4.9 Meetwaarde omvormers

1. Meetwaarde omvormers:

- Zijn geschikt voor de betreffende opnemer,
- Zijn geschikt om in alle omstandigheden het volledige signaal door te geven aan het achterliggende circuit zonder aantasting van het bereik, de lineariteit en de nauwkeurigheid van hetingangssignaal
- Zijn geschikt voor de impedantie van het uitgangscircuit

10.4.10 Meetversterkers / procestransmitters / signaalconditioners

1. Meetversterkers/procestransmitters/signaalconditioners:

- Zijn geschikt voor de betreffende opnemer;
- Zijn van het zelfde fabrikaat als de betreffende opnemer;
- Zijn geschikt om in alle omstandigheden het volledige signaal door te geven aan het achterliggende circuit zonder aantasting van het bereik, de lineariteit en de nauwkeurigheid van hetingangssignaal
- Zijn geschikt voor de impedantie van het uitgangscircuit;
- Zijn voorzien in een storingsmeldcontact ter melding van een defect aan de sensor/procestransmitter, vervuilde sensor.

Indien niet aan de eis onder het 2^e vierkantje voldaan kan worden moet, ter instemming van de directie, een ander fabrikaat aangeboden worden die wel aan de overige gestelde eisen voldoet.

10.4.11 Monstername-apparatuur

1. De monstername-apparatuur voldoen aantoonbaar aan de normen gesteld in NEN6600-1 voor de monsterneming uit stromend afvalwater door steekbemonstering en met automatische bemonsteringssystemen.
2. De monstername-apparatuur wordt door middel van een inschakelpuls geactiveerd waarna de apparatuur zelfstandig één bemonsteringscyclus moet afhandelen.

10.4.12 Niveaumetingen kelders, putten, tanks (hydrostatisch)

1. De drukopnemer in een zgn. "natte opstelling" te plaatsen in een PE klasse A-buis \varnothing 125 mm, welke door middel van tenminste 3 roestvaststalen beugels moet worden bevestigd aan de kelder-, put- of tank wand.
De bevestigingsconstructie is ter beoordeling van de directie.
De buis te monteren op een plaats en wijze, zodat de drukopnemer voor onderhoud goed bereikbaar blijft. Het aantal buizen is gelijk aan het aantal drukopnemers.
2. De drukopnemer in een zgn. "droge opstelling" te voorzien van een voorliggend keramisch membraam met een G $\frac{1}{2}$ " procesaansluiting.
Tevens voorzien in één of meerdere wanddoorvoeringen met de gewenste afsluiters en spoelvoorzieningen. Het aantal wanddoorvoeringen is gelijk aan het aantal drukopnemers.
3. De bijbehorende meetversterker/ procestransmitter in overleg met de directie onderbrengen in het besturingspaneel of lokaal opstellen.
4. Het uitgangssignaal (4-20 mA) van de meetversterker moet proportioneel zijn voor het meetbereik en geschikt om te worden aangesloten op en te worden verwerkt door de PLC.

5. Voor nadere details met betrekking tot de uitvoering van de ophanginrichting van niveau-opnemers zie de tekeningen:
 - HAP 09 012 ophanginrichting drukopnemer
 - HAP 09 017 drukopnemer droge kelder; verbouw bestaande situatie
 - HAP 09 019 drukopnemer poldergemalen, inlaat en stuw
 - HAP 09 124 drukopnemer droge kelder; nieuwbouw

10.4.13 Niveaumetingen kelders, putten, tanks (ultra sonoor of radarmeting)

1. Deze metingen mogen worden toegepast als dat in het bestek is aangegeven of na acceptatie door de directie.
2. De meting moet aan de volgende eisen voldoen:
 - onder alle voorkomende omstandigheden een stabiel en reproduceerbaar meetsignaal genereren dat niet beïnvloed wordt door de omgeving
 - geschikt voor de omgevingscondities
 - ongevoelig zijn voor druppelvormende luchtvochtigheid
 - ongevoelig zijn voor condensvorming aan de sensor
 - geschikt zijn voor het oppervlak van het te meten medium
 - bij vloeistoffen ongevoelig zijn voor mogelijk optredende schuimvorming
3. De opnemers te monteren in een corrosievrije constructie en overeenkomstig de voorschriften van de leverancier en op zodanige wijze dat demontage ten behoeve van onderhoud en reparatie op eenvoudige wijze kan worden uitgevoerd.
4. De bevestigingsconstructie is ter goedkeuring van de directie.
5. De bijbehorende meetversterker/ procestransmitter in overleg met de directie onderbrengen in het besturingspaneel of lokaal opstellen.
6. Het uitgangssignaal (4-20 mA) van de meetversterker moet proportioneel zijn voor het meetbereik en geschikt om te worden aangesloten op en te worden verwerkt door de PLC.
7. Druktransmitters dienen af fabriek te zijn gekalibreerd volgens IEC60770. Rapportage hiervan dient als onderdeel van de B&O voorschriften te worden overgedragen.

10.4.14 Niveaumeting lensputten

1. Niveaumeting en -regeling in lensputten uitvoeren m.b.v.:
 - een gecombineerde 3-contactelektroden-set;
 - de bijbehorende niveaurelais;
 - een "START" drukknop nabij de lensput.
(Deze drukknop verbindt bij indrukken de IN en de referentie-elektrode.
De lenspomp zal daarop starten en weer stoppen als de drukknop wordt losgelaten én het niveau in de put is gedaald tot onder de UIT elektrode).
2. De roestvaststalen elektrode moet minimaal 100 cm lang zijn en ter plaatse op maat te worden ingekort in overleg met de directie.
De elektrodenset op deugdelijke wijze te monteren in een roestvaststalen beugel, welke in hoogte instelbaar moet worden uitgevoerd.

3. De elektroden hebben minimaal de volgende functies:
 - referentie/massa
 - uitschakelniveau
 - inschakelniveau
4. De uitgangskontakten van het niveaurelais, te weten "in/uit" opnemen in het stuurstroomcircuit van de lenspomp. De pomp buiten de PLC-besturing om aansturen indien een van beide niveaus wordt bereikt.

10.4.15 Niveauwipper

1. De toe te passen wipper moet bestendig zijn tegen het medium waarin zij worden toegepast.
2. De constructie van de ophanginrichting uitvoeren dat de wippers op eenvoudige wijze in hoogte versteld kunnen worden (zie ook tekening HAP 09 013 ophanginrichting niveauwippers).
3. De plaats van de wipper moet zodanig worden gekozen, dat het niet mogelijk is dat een wipper blijft "hangen" of dat een wipper door een bewegend deel wordt meegenomen. Eventueel de kabel van de wipper door een hostaliet-buis voeren.
4. De wipper mag niet worden aangesloten op een hogere spanning dan 24 Volt.
5. Niveauwippers die "Water op vloer" detecteren ter alarmering aansluiten op de PLC.

10.4.16 Scheidingsversterkers

1. Scheidingsversterkers voldoen aan de volgende eisen:
 - geschikt om in alle omstandigheden het volledige signaal door te geven aan het achterliggende circuit zonder aantasting van het bereik - de lineariteit - de nauwkeurigheid van het ingangssignaal.
 - maximale ingangsimpedantie van 100 ohm
 - geschikt voor de impedantie van het uitgangscircuit

10.4.17 Slibconcentratiemeting in bassins

1. Meetprincipe conform DIN EN ISO 7027.
2. Kalibratie door de fabrikant bij inbedrijfname.
3. De sonde moet geschikt zijn voor gebruik in sterk verontreinigd rioolwater en te worden gemonteerd of geschroefd in een 1" roestvaststalen pijp. De pijp moet onder een instelbare hoek tussen 90° - 135°, in stroomwaartse richting, met behulp van een ophanginrichting en een deugdelijke bevestigingsconstructie gefixeerd worden aan het hekwerk of de betonwand van een bassin. De ophanginrichting moet bij leverancier van de meting worden betrokken.
4. De bevestigingsconstructie uit te voeren in roestvaststaal en is ter beoordeling van de directie.
5. De sonde moet voldoende tegen invallend daglicht worden afgeschermd en moet over een diepte van tenminste 2 meter verstelbaar worden uitgevoerd.

6. De meetwaarde-omvormer uit te voeren in kunststofbehuizing en te plaatsen nabij de sonde; de plaats is aangegeven op tekening; de omvormer op "ooghoogte" aan het leuningwerk of op een console te monteren onder een roestvaststalen constructie met een ruim bemeten regenkap en een mogelijkheid om het meetsnoer ordentelijk onder te brengen.
7. De meetwaarde-omvormer moet voorzien zijn van een uitleesbaar digitaal display; het uitgangssignaal (4-20 mA) moet geschikt zijn om te worden aangesloten op en te worden verwerkt door de PLC.

10.4.18 Slibconcentratiemeting in leidingen

1. Meetprincipe conform DIN EN ISO 7027.
2. Kalibratie door de fabrikant bij inbedrijfname.
3. De meetopnemer moet geschikt zijn voor gebruik in sterk verontreinigd rioolwater en slib.
4. De bijbehorende meetwaarde-omvormer moet microprocessor gestuurd zijn.
5. De meetwaarde-omvormer moet voorzien zijn van een uitleesbaar digitaal display; het uitgangssignaal (4-20 mA) moet proportioneel zijn over het meetbereik en geschikt zijn om te worden aangesloten op en te worden verwerkt door de PLC.

10.4.19 Softstarter

1. Eisen voor te leveren softstarters:

Vermogen		minimaal 110 % motorvermogen
AC netspanning	V	3 x 400
Netfrequentie	Hz	50
Brugcircuit		6 thyristoren, antiparallel
continustroom (belasting)	A	zie het bestek
Overbelastbaarheid	A	5 * I _n - 30 sec
vollast-rendement tot 10 kW	%	> 97
vollast-rendement vanaf 10 kW	%	> 99
maximale geluidsproductie	dB(A)	60
Beveiligingen (opgenomen in een storingsmeldcontact)		thermische overbelasting motor, kortsluitbeveiliging, overbelasting softstarter, asymmetrie op in- en uitgang, temperatuurbeveiliging motor middels thermistoren en thermistorrelais
Koeling		bij voorkeur natuurlijke ventilatie
Beschermingsklasse	IP	Zie artikel 10.1
H ₂ S bescherming (bij installatie op zuiveringen en rioalgemalen)		printplaten uitvoeren met een coating tegen H ₂ S aantasting
Omgevingscondities	°C	0-40
relatieve vochtigheid	%	max. 90

10.4.22 Zuurstofconcentratiemeting in bassins

1. De zuurstofmeetcel moet geschikt zijn voor gebruik in sterk verontreinigd rioolwater.
De meetcel moet onder een instelbare hoek tussen 90° - 135°, in stroomwaartse richting, met behulp van een ophanginrichting en een deugdelijke bevestigingsconstructie gefixeerd worden aan het hekwerk of de betonwand van een bassin. De ophanginrichting moet bij leverancier van de meting worden betrokken.
2. De bevestigingsconstructie moet zodanig worden uitgevoerd, dat de elektrode op eenvoudige wijze kan worden gereinigd en het geheel kan worden ingeregeld.
3. Het moet mogelijk zijn om de sensor op eenvoudige wijze op enkele verschillende plaatsen op te kunnen stellen. Hiertoe moeten de nodige bevestigingsplaatsen zijn voorzien alsmede de benodigde bekabeling zodanig dat het verplaatsen op eenvoudige wijze kan worden uitgevoerd.
4. De sensor met meetcel moet voorzien zijn van temperatuurcompensatie.
5. Indien er sprake is van een sensor met temperatuurcompensatie én het temperatuurmeetsignaal is als uitgang beschikbaar dan moet dat signaal op de PLC worden aangesloten en op het BBS te worden gepresenteerd. Zie ook artikel 10.4.21: "Temperatuurmeting in bassins".
6. De meetwaarde-omvormer moet voorzien zijn van een uitleesbaar digitaal display; het uitgangssignaal (4-20 mA) moet proportioneel zijn over het meetbereik en geschikt zijn om te worden aangesloten op en te worden verwerkt door de PLC.
7. De meetversterker uitvoeren in een kunststofbehuizing en op "ooghoogte" aan het leuningwerk of op een console te monteren onder een ruim bemeten, roestvaststalen regenkap.
8. De elektrode moet van een afscherming worden voorzien tegen beschadigingen door grove delen.
De daadwerkelijke dompeldiepte moet minimaal 150 cm bedragen (verstelbaar).

10.5 Diversen

10.5.1 Akoestische signaalgever

1. De signaalgever moet geschikt zijn voor een inschakelduur van 100 %.
2. De signaalgever voor paneel inbouw moet van gelijke uitvoering zijn als het toe te passen signaallamparmatuur.

10.5.2 Diodes voor lampentest

1. Diodes zijn geschikt voor de in het circuit mogelijke spanningstoten en stroomstoten.
2. Diodes monteren op steekprints.
De steekprints moeten zoveel mogelijk van hetzelfde type zijn.
Verschillende steekprints mogen niet verwisseld kunnen worden.
3. Defecte diodes moeten eenvoudig te wisselen zijn.

10.5.3 Drukknoppen op front schakelkast

1. De toe te passen drukknop moet van hetzelfde merk en type (bouwvorm) zijn als de toegepaste signaallampen.

10.5.4 Junctionboxen (koppeldozen)

1. Ter overgang van apparatuurbekabeling naar bekabeling van de vaste elektrotechnische installatie junctionboxen met klemmenstrook gebruiken. Beschermingsklasse in overeenstemming met artikel 10.1.
2. Iedere junctionbox een unieke identificatiecode geven in overeenstemming met artikel 2.1.4 bijlage 7 uit bundel "Handleiding codering en naamplaten Rijnlandse installaties". Deze identificatiecode moet op de tekeningen terug komen. De functie moet blijken uit de stroomkringschema's, de aansluiting uit de klemmenstrooktekening en locatie uit de installatietekeningen.

10.5.5 Signaallampen op front schakelkast

1. Elk signaallamparmatuur voorziet in een eenvoudig te verwijderen lens. Indien hulpmiddelen voor het verwijderen c.q. aanbrengen van lens en/of lampje benodigd zijn, deze in tweevoud worden verstrekt.
2. De functie van de signaallamp in de lens graveren.
3. De lampjes uitvoeren als multi LED's, geschikt voor 24 V DC.
4. Voor de signaallampen gelden de volgende kleuren:

▪ in bedrijf	:	groen
▪ storing	:	rood
▪ spanning aanwezig	:	wit
▪ algemene informatie	:	wit
▪ paraat	:	wit

10.5.6 Stuurstroomtransformator

1. Uitsluitend stuurstroomtransformatoren toepassen als de vigerende normen (zoals de NEN-EN-IEC 60204-1) dit voor de specifieke toepassing vereist.
2. De nul van de secundaire aansluiting met de veiligheidsaarde verbinden.
3. Waar meer dan één stuurstroomtransformator wordt gebruikt, de wikkelingen van deze transformatoren zo te verbinden dat de secundaire spanningen in fase zijn.

10.5.7 Stroomtransformator

1. De stroomtransformator moet voldoen aan klasse I.
2. Secundaire aftakking stroomtrafo uitrusten met een kortluitstrip voor het geval de stroommeter wegens een defect wordt verwijderd.
3. De huizen van isoliet op giethars.
De stroomtransformator kan een drievoudige overstroom overzetten met behoud van voldoende nauwkeurigheid van aanwijzing en/of beveiliging.
4. Het vermogen moet voldoende zijn om de verliezen in de aangesloten instrumenten en leidingen te compenseren.

Voor ampèremeters, welke buiten de kast zijn geplaatst, een stroomtransformator met een secundaire stroom van 1 ampère toepassen.

5. De stroomtransformator niet aarden aan het sterpunt.
6. De stroomtransformator voorziet in een kortsluitcontact.
7. De stroomtransformator, indien om rails gemonteerd, vast zetten met klemblokjes.
8. Indien de stroomtransformator om leidingen is gemonteerd, deze door middel van een beugel op de montageplaat monteren.
9. Bij gecombineerde stroomtransformator/meetwaarde-omvormer, moet deze in een (secundaire) 4-20 mA stroomuitgang voorzien. Als externe voeding voor de combinatie moet de 230 V AC- 50 Hz stuurspanning van het betreffende werktuig worden gebruikt.

10.5.8 Transformator

1. Transformatoren uitvoeren met gescheiden wikkelingen.
2. Het blikpakket van de transformator moet tegen corrosie beschermd zijn.
3. De transformator voorziet in een geaard aardscherm tussen de wikkelingen.
4. Beschermingsklasse afhankelijk van de opstelling, zie artikel 10.1.

10.5.9 24V DC voeding

1. Uitvoeren als geschakelde voeding, in overeenstemming met de NEN-EN 50178 en de NEN-EN-IEC 61204.
2. Min potentiaal verbinden aan aarde.

10.6 Lichtinstallatie en installaties lichtkracht algemeen

10.6.1 Algemeen

1. De lichtinstallatie uitvoeren als "energiezuinige" installatie, Energie Efficiëntie Label "A" of efficiënter. Voor binnenverlichting is LED, LED buis en longlife (50.000 branduren) TL is toegestaan. TL-installaties (armaturen, voorschakelapparaten en buizen) uitvoeren als hoogfrequent-installatie of gelijkwaardig.
2. LED verlichting moet beschikken over het Dekra LED Performance keurmerk.
3. De minimale eisen voor verlichtingsinstallatie in de verschillende soorten ruimtes zijn:

Ruimte	Licht niveau (Lux)	Soort	Licht-kleur	Nood-verl. ja/nee
bedieningsruimte	500	TL 5	83	ja
schakelruimte	500	TL 5	83	ja
werkplaatsen	500	TL 5	84	ja
kantine	300	TL 5	83	ja
technische ruimte (pompenkelders)	400-500	TL 5	84	ja
algemene ruimte (gang, trappenhuis)	300	TL 5	84	ja
kruipruimte	200	GL	--	nee
buiten	bestek	TL	--	--

Verlichtingsniveau gemeten in Lux 0,8 m boven de vloer (in kruipruimten op de vloer), gelijkmatigheid $\geq 1:1,5$.

Noodverlichting uitvoeren volgens de geldende normen en ter beoordeling van de directie.

Aannemer dient aan te tonen dat de installatie aan de boven gestelde eisen voldoet, door middel van meting en beproeving.

4. Lichtsterkte buitenverlichting conform de NEN-EN 12464-2. Terreinverlichting onderverdelen in zones, met onderscheid in oriëntatieverlichting (E_{gem} : 10 lux) en werkverlichting terrein (E_{gem} : 50 lux).
5. Zie artikel 10.1 voor de beschermingsklasse van de apparatuur.
6. Bij de locatiebepaling van verlichtingsarmaturen zorgt de aannemer ervoor dat deze met eenvoudige middelen, op verantwoorde wijze bereikbaar zijn.
7. Alle buiten geplaatste bedieningen, wandcontactdozen etc. plaatsen onder ruim bemeten roestvaststalen regenkappen.
8. Het schakelmateriaal, de wandcontactdozen, de verlichtingsarmaturen en de hulpmaterialen uitvoeren in slagvast materiaal voorzien van KEMA-KEUR.
9. Wandcontactdozen op aparte groepen onder brengen.

10. Elke lichtgroep en elke wandcontactdozengroep beveiligen met behulp van een aardlekautomaat.
11. De hoogte waarop schakelaars en wandcontactdozen moeten worden aangebracht en de uitvoeringswijze van het leidingwerk, zijn omschreven in het bestek/overzicht lichtinstallatie of moeten vóór de uitvoering in overleg met de directie worden bepaald.
12. Lichtschakelaars goed bereikbaar op een logische plaats projecteren. Bij voorkeur lichtschakelaars voor de desbetreffende ruimteverlichting binnen dit vertrek naast de toegangsdeur aan de openingszijde plaatsen. Voordat een lichtschakelaar wordt aanbracht dient de directie te hebben ingestemd met de locatie.
13. Wandcontactdozen goed bereikbaar aanbrengen. In de onmiddellijke nabijheid voldoende vrije ruimte beschikbaar houden om bij de wandcontactdoos te kunnen komen.
14. In ruimten met meer dan 6 armaturen minimaal 2 lichtgroepen aanbrengen. Welke over 2 fasen verdeelt zijn in verband met het stroboscopisch effect bij draaiend delen.
15. Bij opbouwuitvoering de bekabeling van de lichtinstallatie monteren in hostalietbuis.
16. Al het opbouw schakelmateriaal en lasdozen voorzien van pakkingbussen (zie artikel 11.16: "Pakkingbussen (wartels)").
17. Verlichtingsarmaturen in verlaagde plafonds aansluiten met contactstop en contactdoos.
18. De lengte van pendels uitleggen op een lichtpunthoogte van circa 300 cm.
19. Opbouw schakelmateriaal, wandcontactdozen en hulpmaterialen uitvoeren in grijs slagvast materiaal.
20. Inbouw schakelmateriaal, wandcontactdozen waarvan de kleur niet in het bestek is aangegeven uitvoeren in crème wit.

10.6.2 Armatuur algemeen

1. Elk metalen armatuur aarden door met een in de buisleidingen mee te trekken aarddraad (geel/groen) respectievelijk aparte ader in de kabel.
2. Alle armaturen voorzien van de benodigde hulpmiddelen, bevestigingen, rozetten etc.

10.6.3 Armatuur voor lampen

1. Het armatuur voorzien van draad met hittebestendige isolatie.
2. Ter afdekking van plafonddozen en leidingen plafondkappen, draadranden en onderzetschijven van voldoende robuuste constructie toepassen.
3. Elk armatuur voorzien van lampen van het aangegeven vermogen.

10.6.4 Armatuur voor TL-buislampen

1. Het armatuur voorzien van met elektronische en/of hoogfrequent voorschakelapparatuur, buislampen en starters.
2. Het aantal gecompenseerde (capacitieve) voorschakelapparaten moet zodanig zijn verdeeld over de installatie dat in alle delen van de lichtinstallatie een $\cos \varphi$ van ongeveer 0,95 wordt bereikt.
3. Wanneer aanwezige plafonddozen niet door de armaturen worden afgedekt, deze dozen voorzien van speciale afdekplaten.
4. Elk armatuur moet dusdanig bromvrij en storingsvrij zijn, dat geen hinder ontstaat.

10.6.5 Krachtwandcontactdozen (3 fase 400VAC)

1. Elke krachtwandcontactdoos onderbrengen in een spatwaterdicht huis van een slagvaste kunststof volgens CEE-norm.
2. De krachtwandcontactdoos als vier-polig + RA uitvoeren, geschikt voor een minimale stroom van 32 ampère.
3. Indien in het bestek niet nader gespecificeerd, elke krachtwandcontactdoos beveiligen met een automaat van 32 A en een 30 mA aardlekbeveiliging aan te sluiten op de lichtverdeler van de desbetreffende ruimte.
De karakteristiek van de automaten moet voldoen aan het gestelde in artikel 10.3.4: "Installatieautomaat".
4. Licht- en krachtwandcontactdozen op het terrein als combinatie-dozen uitvoeren waarvan elke WCD lokaal schakelbaar en beveiligd is.
5. Buiten opgestelde krachtwandcontactdozen moeten onder een RVS regenkap worden aangebracht.
6. Zie artikel 10.2.2 "*Decontactoren* " m.b.t. krachtwandcontactdozen bestemd voor een specifiek werktuig.

10.6.6 Lasdozen

1. Lasdoos uitvoeren IP65 kabeldoos.
2. Als de op de lasdoos aangesloten kabels nabij de lasdoos een kabellabel hebben, kan een identificatiecode voor de lasdoos achterwege blijven.

10.6.7 Lichtmasten

1. De lichtmasten voldoen aan de eisen genoemd in NEN-EN 40-3.
2. De lichtmast voorzien in een kabelgat, een deuropening, een klemmenstrook en een aardklem achter de deuropening.
3. Elk lichtmastarmatuur beveiligen door middel van een in de lichtmast te plaatsen smeltveiligheid.
4. De lichtmasten uitvoeren als conische aluminium knik lichtmasten.

5. Op plaatsen waar niet veilig met een ladder kan worden gewerkt, zoals platte daken van gebouwen, langs bassins en dergelijke., de masten uitvoeren met een maximale hoogte van 2 meter of kantelbare masten toepassen.
6. De kabels in de masten doorlussen. Hiertoe voldoende klemmen monteren. Het gebruik van moffen is niet toegestaan.
7. Het graven en dichten van gaten voor lichtmasten behoort tot de taak van de aannemer.
8. Lichtmasten met de gemonteerde armaturen moeten, indien dit uit de berekening of de situatie ter plaatse blijkt, onder het maaiveld voorzien zijn van inrichtingen, die verhinderen dat de masten draaien en/of omvallen.

10.6.8 Lichtschakelaars en wandcontactdozen 230 Volt (AC)

1. Gebruik van meer fabricaten door elkaar, voor eenzelfde type schakelaar en/of wandcontactdoos, is niet toegestaan.
2. Ten minste twee fabricaten moeten aan de directie ter keuze en acceptatie worden aangeboden.
3. De kleur van het opbouwmateriaal moet gelijk zijn aan die van het hostaliet leidingwerk.

10.6.9 Terrein- en gevelverlichting algemeen

1. De terreinverlichting onder verdelen in oriëntatieverlichting en werkverlichting.
De armaturen over de 3 fasen te verdelen. Aantal kabeladers kiezen op basis van het aantal verlichtingsgroepen, kabels over het terrein uitvoeren met minimaal 5-aders.
2. In iedere lichtmast moet gekozen kunnen worden uit werk- en oriëntatieverlichting, door middel van het omsteken van draden op de klemmenstrook.
3. De lichtmasten op bordessen/bassins e.d. te plaatsen in een bij de mast behorende aluminium voetsteun voor plaatsing op het betonbordes.
4. Schakeling en bediening van de terreinverlichting uitvoeren zoals omschreven in het bestek en is ter beoordeling van de directie.

10.6.10 Terreinverlichting armaturen

1. Lichtkleur wit.
2. De armaturen moeten opschuifarmaturen zijn.
3. Armaturen tegen gevels op deugdelijke wijze monteren. Bevestiging aan gevelbeplating is zonder toestemming van de directie niet toegestaan.

10.6.11 Noodverlichting

1. De noodverlichtingsinstallatie uitvoeren als een decentrale installatie.
2. De noodverlichtingarmaturen moeten in een autotestfunctie voorzien.

3. Op boezemgemalen en zuiveringen de noodverlichtingsarmaturen uitvoeren als vluchtrouteaanduidingsverlichting.
4. In elektrotechnische ruimten (met schakel- en verdeelinrichtingen) op AWZI's en BG's naast vluchtrouteaanduidingsverlichting tevens centraal in de ruimte vluchtrouteverlichting aanbrengen. Te realiseren lichtsterkte 10 lux, autonomietijd 3 uur.
5. Aantal, plaats en uitvoering van de armaturen zodanig kiezen dat vluchtroutes en uitgangen van ruimten voldoende zijn verlicht en er wordt voldaan aan de wettelijke voorschriften.
6. De armaturen moeten op een goed bereikbare plaats worden aangebracht. De armaturen bij voorkeur zodanig plaatsen dat deze op verantwoorde wijze vanaf vloeren of bordessen zijn te bedienen / onderhouden.

11 Kabels en leidingen; aanleg en montage

11.1 Algemeen

1. Gebruik van verschillende spanningsniveaus binnen een kabel zo veel mogelijk beperken. Zwakstroom circuits zoveel mogelijk gescheiden van sterkstroom aanleggen. Dit om te voorkomen dat bij sluiting een zwakstroomcircuit onder sterkstroom kan komen te staan met gevaar op elektrocutie.
2. De positie van kabels, leidingen en doorvoeringen met een zo goed mogelijke benadering op de tekeningen aangegeven.
De juiste loop in het werk in overleg met de directie bepalen.
Bij het vaststellen van de kabelloop rekening houden met het vermijden van spanningsoverslag als gevolg van het afleiden van bliksemspanning via metalen delen in/aan de civiele constructie. Uitgangspunt is om de kabelloop, zoveel mogelijk buiten de elektromagnetische invloedssfeer van (buiten)muren houden door deze op afstand van deze muren leggen.
Zonder goedkeuring van de directie mag niet met de aanleg worden begonnen.
3. Indien de kabels niet direct kunnen worden ingevoerd in kasten en/of toestellen, moeten kabeleinden op doeltreffende wijze worden afgedicht om indringen van vocht te voorkomen.
4. Bij dilatatievoegen de kabels en leidingen zo aanleggen dat er bij de grootste zetting die kan optreden, geen beschadiging plaats kan vinden van anders en/of isolatie.
5. Indien de loop van leidingen, de plaats van toestellen, schakelaars, wandcontactdozen e.d. binnen de ruimte waar zij op tekening staan aangegeven of zoals in het bestek staat vermeld wordt gewijzigd, kan door de aannemer geen extra kosten in rekening worden gebracht indien de nieuwe positie is opgegeven voor of tijdens het aftekenen op de bouwplaats en het aantal toestellen e.d. niet wordt gewijzigd.
6. De conservering van de materialen of de materiaalsoort moet in overeenstemming zijn met de ruimtecondities waarin de materialen worden gemonteerd.
7. Kabels deugdelijk monteren.
8. Kabels in vrije ruimten tegen beschadiging afschermen door (afhankelijk van de omstandigheden) aanleg in slagvaste pijp, kabelslang, bescherm slang of kabeldraagsystemen.
9. Voor nadere eisen met betrekking tot aanleg en montage zie de betreffende artikelen van dit hoofdstuk.
10. Voor het bevestigen van kabels, kabelbuis, kabeldraagsystemen of ander montagemateriaal, mag **in geen geval** gebruik worden gemaakt van bouwkundige constructies opgebouwd uit voorgespannen wanden/vloeren.
In die gevallen moet gebruik worden gemaakt van bouwkundige constructies in de nabijheid daarvan. Eén en ander in overleg met bouwkundige aannemer c.q. de directie.

11.2 Dimensionering en algemene uitvoeringseisen

1. Kabels moeten geschikt zijn voor een nominale spanning van tenminste 750 V, moeten een elektrolytisch koperen kern bezitten, moeten beschikken over het predicaat "moeilijk brandbaar" en zijn voorzien van een KEMA-KEUR.
Speciaalkabel mag uitsluitend worden gebruikt na toestemming van de directie.
2. Het spanningsverlies mag niet meer bedragen dan:
 - 2 % voor de lichtinstallatie
 - 1 % voor alle voedingskabels, bij volle belasting
 - 3 % voor de motorkabels
 - 5 % voor de terreinverlichtingDe opgegeven percentages gelden vanaf de verdeelinrichtingen tot aan de gebruiker.
3. De maximaal toelaatbare belasting uitrekenen met toepassing van de door de fabrikant opgegeven reductiefactoren. Bij het dimensioneren van kabels tenminste rekening houden met een minimale reductiefactor van 0,80. (Ofwel 25% overdimensioneren).
4. De kabels voor meet- en regelapparatuur, communicatiekabels, telefoon e.d. op voldoende afstand van krachtstroomkabels leggen. Een en ander in overleg met de directie en volgens de voorschriften van de fabrikant van de apparatuur.
5. Voor de bekabeling moet het volgende worden aangehouden:

Kabelgroep	Minimale Ader doorsnede	Bijzonderheden
voedingskabels (licht/kracht groepen)	2,5 mm ²	
kabels lichtinstallatie (lichtschakelaars, verlichting, wandcontactdozen, elektrische verwarming)	Conform NEN1010	
motorkabels (hoofdstroom)	2,5 mm ²	
sterkstroom besturingskabels (230 V AC stuurstroom)	1,5 mm ²	
kabels ten behoeve van instrumentatiesignalen (bv 4 - 20 mA en 0 - 10 V)	0,5 mm ²	(1)
zwakstroom besturingskabels (periferie bekabeling PLC, stuurstroom 24 V AC of 24 V DC)	0,5 mm ²	(1)
communicatiekabels (BUS, telefoon, enz.)	0,5 mm ²	(1)
inbraakdetectiesysteem	0,5 mm ²	

- (1) Indien de kabels zich niet volledig in pandig bevinden geldt een aderdoorsnede van 1 mm²

Eisen voor de aderdoorsnede van (losse) bedrading staan vermeld onder artikel 8.6 lid 5.

6. Voor analoge en digitale signalen in separate bekabeling voorzien.

7. Voor digitale besturingssignalen getwiste (multi-paar) bekabeling gebruiken met een collectieve afscherming.
8. Voor analoge meetsignalen (0-5/10 V DC. of 4-20 mA) soepele twisted-paar instrumentatiekabel mb gebruiken met een afscherming per aderpaar en een collectieve afscherming (dubbel afgeschermd bekabeling), zoals bijvoorbeeld DRAKA serie 7200 of serie 7400 wanneer de kabel in de grond gelegd wordt.
9. Alle kabeladers in schakelkasten e.d. voorzien van het klemnummer als adercodering. Zie artikel 11.3: "Kabelnummering, kabellabels, labelkleurcodering en kabeladerkleuren".
10. Bij de dimensionering van de voedingskabels in het algemeen en van motorkabels in het bijzonder moet voor de bedrijfs-stroom (I_b) worden uitgegaan van de nominaal stroom (I_n) van voeding of motor.
11. Bij de kabelaanleg mogen uitsluitend verbindingsdozen en/of moffen gebruikt worden met toestemming van de directie.
12. Bij het verwerken van kabels moeten de voorschriften, welke door de fabrikant van de kabels worden verstrekt, strikt te worden opgevolgd. In het algemeen mogen bij een temperatuur lager dan 5 °C geen kabels worden gelegd en verwerkt.
13. Alle kabels uitvoeren in een volledig gesloten systeem. Iedere leidinguiteinde met pakkingbus-invoering afwerken, uitgezonderd voor kabelinvoering aan de onderzijde van staande schakelpanelen en verdeelinrichtingen.
14. Reserve-invoeringen in kabeldozen, apparaten e.d. voorzien van een afdichtdop met pakkingring of blindwartel.

11.3 Kabelnummering, kabellabels, labelkleurcodering en kabeladerkleuren

1. Kabellabels c.q. kabelmerkers op de volgende plaatsen aanbrengen:
 - aan de beide uiteinden van elke kabel
 - om de 5 meter over de gehele lengte van elke grondkabel
 - op ½ meter van de plaats waar de kabel een wand/vloer doorvoert
2. Op het kabellabel aangeven:
 - het kabelnummer.Regels voor het kabelnummer staan in het de Bundel deel bijlage "Handleiding coderen & naamplaten Rijnlandse installaties".
3. Voor de kabellabels geldt de kleurcodering zoals vast gelegd in het Bundeldeel: "Handleiding codering & naamplaten Rijnlandse installaties".
4. De toe te passen kabellabels c.q. kabelmerkers zijn ter goedkeuring van de directie.
De aannemer biedt ter keuze en ter beoordeling ten minste twee fabricaten of typen kabelmerkers aan.
5. Aders van (230V) stuurstroomkabels moeten zwart gekleurd zijn en voorzien zijn van een getal opdruk met een doorlopende nummering.

6. Voor de signaalkabels moet elke ader en elk aderpaar zich door een eenduidige kleurcodering of nummering onderscheiden. Deze specifieke aderkleuren moeten op de betreffende schema's aangegeven zijn.

11.4 Gescheiden aanleggen, bundelen en sorteren van kabels

1. In kabeldragers en kabelsleuven moeten de kabels worden gesorteerd naar bron van c.q. gevoeligheid voor elektromagnetische interferentie (EMC). Zie ook de indelingskolommen "CLASSIFICATIE VOOR IN KABELGOOT" op de kabellijst.
2. Kabels van verschillende classificatie onderling gescheiden aanleggen. In kabeldragers (kabelgoten, kabelladders etc.) de classificatie scheiden d.m.v. gescheiden trajecten, kabeldragers of metalen scheidingsschotten (zie artikel 11.15 lid 16).
3. Kabels verder indelen naar de kabelgroep (zie artikel 11.2 lid 5) zodat kabellabels van dezelfde kleur bij elkaar liggen.

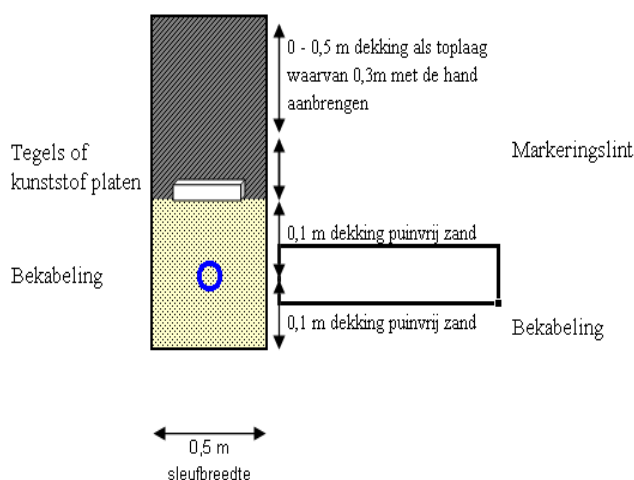
11.5 Kabels in de grond

1. De kabels in de sleuf leggen met overal een minimale dekking van 0,6 m en een maximale dekking van 0,8 m.
Indien de minimum dekking niet kan worden aangehouden de kabels afdekken met tegels of kunststof platen. *Zie tevens de linker afbeelding onder lid 14.*
2. Kabels in kabelsleuven zodanig leggen dat voldoende koeling gegarandeerd is.
3. Voor het bepalen van de lengte van de grondkabels rekening houden met zetting van de grond. Daartoe per kabel een overlengte nemen van ca. 1 meter bij elk aansluitpunt en bij elk punt waar kabels uit de grond omhooglopen of in een wand of een vloer treden en bij iedere wanddoorvoering.
4. Grondkabels uitvoeren in de kwaliteit YMvKas-mb met KEMA-KEUR tenzij anders is vermeld.
5. EMC-motorkabel welke in de grond gelegd moet worden ter mechanische bescherming onderbrengen in waterdichte HDPE-mantelbuis.
6. Grondkabels leggen in één lengte zonder verbindingsmoffen. Indien met toestemming van de directie moffen worden gebruikt, de voorschriften van de kabelfabrikant nauwgezet volgen.
7. De positie van de kabels en de plaats van de moffen op basis van vaste punten op revisietekeningen aangeven.
8. Het inmeten hiertoe moet plaats vinden voordat de kabelsleuven zijn gedicht.
De aannemer meldt het voornemen om de kabels in te meten en de sleuven te dichten vooraf aan de directie.
9. Grondkabels recht, maar niet strak gespannen leggen in voldoende brede sleuven.
Tussen krachtkabels een onderlinge afstand aanhouden volgens voorschrift van de fabrikant.

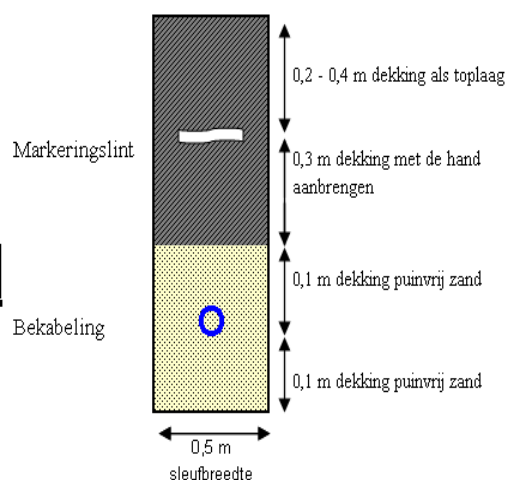
Bij kabels met een aderdoorsnede vanaf 35 mm² mogen binnen 10 cm afstand geen andere kabels worden gelegd.

10. Kabels mogen niet strak langs of om constructies van welk materiaal ook worden gelegd.
11. Krachtkabels mogen maximaal in twee lagen en stuurstroomkabels maximaal in drie lagen worden gelegd, met een tussenruimte van minimaal 10 cm verticaal gemeten.
12. Kabels voor communicatie en signaalkabels ten behoeve van meet- en regelapparatuur die in een tracé, parallel lopen aan krachstroomkabels tenminste op 30 cm afstand hiervan leggen.
13. Het graven en dichten van de kabelsleuven behoort tot de verplichtingen van de aannemer.
Nadat de sleuf klaar is, deze puin vrij maken en aanvullen met 10 cm zand. Nadat de kabels gelegd zijn opnieuw minimaal 10 cm puin vrij zand aanbrengen.
Het dichten van de sleuven geschiedt vervolgens, voor de eerste 30 cm, met de hand. De aan te brengen dekking is situatie afhankelijk.
 - In het open veld moet worden aangevuld met puin vrij gemaakte grond.
 - In geval van verharding moet de dekking in overleg met de civiele opzichter worden vastgesteld.
 - In geval van bestrating wordt over het algemeen puin vrij zand aangebracht.
 - In geval van asfalt wordt over het algemeen minimaal 50 cm puin vrij zand aangebracht, aangevuld met ca. 30 cm puin en daarboven enkele lagen asfalt.
14. De aannemer moet 40 cm boven de kabellaag een kunststof markeringslint met opschrift "elektrokabels" in de lengterichting in de sleuf leggen. Voor elke 50 cm sleufbreedte een lint aanbrengen. De sleuf vervolgens aanvullen tot het door de directie op te geven peil.

Situatie bij $< 0,6$ m dekking



Situatie bij $0,8 > \text{dekking} \geq 0,6$ m



15. De aannemer mag alleen met toestemming van de directie beginnen met het dichten van de sleuven.

11.6 Kabels niet in de grond

1. Kabels die niet in de grond worden gelegd uitvoeren in de kwaliteit YMK-mb met KEMA-KEUR, tenzij anders is vermeld.
2. Elektrische leidingen / bekabeling overeenkomstig de NEN 8012 uitvoeren:
 - Classificatie Eca (brandrisico laag) voor kleine kunstwerken watersystemen
 - Classificatie Dca (brandrisico middelgroot voor zuiveringstechnische objecten (AWTG's en AWZI's) en poldergemalen met grootverbruikersaansluiting
 - Classificatie Cca (brandrisico groot) voor boezemgemalen
3. In een kabeltracé, met maximaal vijf kabels mogen de kabels los van elkaar in slagvaste stalen of kunststof pijp (hostalit) worden gelegd met open bochten.
4. Stroomdragers die als singels worden uitgevoerd moeten om de 70cm in kabelblokken gemonteerd worden.
5. De verschillende soorten kabels moeten worden gescheiden door voldoende afscherming of op voldoende onderlinge afstand te worden gelegd zodat geen schadelijke onderlinge beïnvloeding kan optreden.

Minimaal de volgende afstanden aanhouden voor vrije kabels (kabels buiten de goten) van verschillende kabelgroepen (zie ook artikel 11.2 lid 5 voor indeling kabelgroepen):

Kabelgroep	Voedingskabels	Motorkabels (hoofdstroom)	EMC-motorkabels (hoofdstroom)	Sterkstroom besturingskabels	Zwakstroom kabels
voedingskabels • licht/kracht groepen • lichtinstallatie		0 cm	30 cm	20 cm	20 cm
motorkabels (hoofdstroom)	0 cm		30 cm	20 cm	20 cm
EMC-motorkabels (hoofdstroom)	30 cm	30 cm		30 cm	50 cm
sterkstroom besturingskabels (230 V AC stuurstroom)	20 cm	20 cm	30 cm		20 cm
zwakstroom kabels: • besturing (periferie bekabeling PLC, stuurstroom 24 V AC of 24 V DC) • instrumentatie (bv 4 - 20 mA en 0 - 10 V) • communicatie (BUS, telefoon, enz.) • inbraakdetectiesysteem	20 cm	20 cm	50 cm	20cm	

6. Kruisingen van kabels haaks uitvoeren indien er volgens de bovenstaande tabel afstand gehouden moet worden tussen de betreffende kabels.
7. Montage leiding conform NPR5310 blad 48.
8. Lasdozen en kabelzadels toepassen van isolatiemateriaal in grijze kleur met messing of polystyrol schroeven voor losneembare delen. Het gebruik van stalen schroeven is niet toegestaan.
9. Kabelzadels en dozen met roestvast stalen of messing schroeven vastzetten. Het gebruik van plakzadels is niet toegestaan.
10. Schroeven ten behoeve van het vastzetten van genoemde materialen mogen niet rechtstreeks in de voegen worden gezet. Ter montage geschikte pluggen gebruiken.
11. Waar meer dan vijf kabels parallel lopen, deze in een kabeldrager leggen.

12. Op horizontaal gelegen delen de kabels in bundels met kunststof bindbanden om de 0,6 m aan de kabelbanen bevestigen.
Op verticaal gelegen delen de kabels in bundels om de 0,6 m vastzetten door middel van niet-corroderende klembeugels of kunststof bindbanden.
13. Krachtkabels mogen met inachtneming van de reductiefactor in maximaal twee lagen op de kabelbanen worden gelegd; stuurstroomkabels in maximaal drie lagen, indien de opstaande rand van de kabelbaan dit toelaat.
14. Eén aderige kabels vastzetten met behulp van houten of kunststof blokken, overeenkomstig de kortsluitvastheidseisen en de in overleg te bepalen configuratie.

11.7 Doorvoeringen

1. Voor de meervoudige kabelinvoeringen (tenminste 5 kabels) ter ondersteuning van de kabels aan de buitenzijde van de plaats van invoering pendelplaten aanbrengen.
2. Doorvoeringen voor elektra, uitvoeren als water- & gasdicht afdichting:
 - door buitenwanden;
 - vanuit natte ruimte (zoals kelders en putten) en ruimten waar H₂S kan voorkomen;
 - in bouwkundig gescheiden schakelruimten.
3. In scheidingswanden (gesloten vertrekken) conform het bouwbesluit de doorvoeringen voor elektra uitvoeren als brandwerende scheiding. Brandklasse en rookklasse in overeenkomst met de wetgeving.
4. De doorvoering bij voorkeur inpandig aanbrengen. In geval van scheidingswanden de doorvoering ter zijde van de schoonste ruimte aanbrengen. In overleg met de directie mag van deze aanlegwijze afgeweken worden.
5. In elke kabeldoorvoering ten minste 25 % reserve houden; de reserveruimten moeten worden voorzien van blinde opvulblokken (waterdicht).
6. Doorvoeringen door wanden en/of vloeren die explosiegevaarlijke ruimten begrenzen, gasdicht uit te voeren ter acceptatie van de directie.
7. Doorvoeringen onder schakelpanelen en verdeelinrichtingen alsmede de resterende wand- en vloersparingen ten behoeve van kabeldoorvoer, moeten volledig afgedicht worden met een milieuvriendelijk onbrandbaar product.

11.8 Kabelbeschermbuizen

1. Voor in beton in te storten kabelbeschermbuis te gebruiken PE (klasse A) of PE-buis met voldoende wanddikte, inwendig glad en zoveel mogelijk aan een stuk gelegd en recht uitgevoerd. Bochten ruim uitvoeren. Bij grotere kabeldiameters is voor het gebruik van kabelbeschermbuizen de goedkeuring van de directie nodig.

2. Kabelbeschermbuizen, langer dan 5,00 m. voorzien van een nylon trekkoord. Het trekkoord weerszijde van een label voorzien met vermelding waar de kabelbeschermbuis naar toe loopt.
3. Bij muur- en vloerdoorvoeringen met minder dan 5 kabels, kabelbeschermbuis gebruiken. Bij meer dan 5 kabels een sparing met een daarin lopend een kabeldrager toepassen.
4. Kabelbeschermbuizen bij vloerdoorvoeringen en tegen buitenwanden tot 1,50 m hoogte of tot aan de bovenkant van fundatieblokken optrekken. Deze uit te voeren in hostalit.
5. Daar waar t.a.v. de Kabelbeschermbuizen mechanische beschadiging te verwachten is deze uitvoeren in RVS 304. Kabelbeschermbuizen op buitenwanden welke aan gazonnen grenzen moeten bestand zijn tegen de gevolgen van motormaaiers, daarom minimaal het gedeelte vanaf 0,15 m onder het maaiveldniveau tot 0,5 m boven het maaiveldniveau uitvoeren in RVS 304.
6. Verticaal door sparingen lopende kabeldragers tot een hoogte van 1,50 m boven de vloer afschermen tegen mechanische beschadiging.
7. Te leveren in te storten kabelbeschermbuizen moeten door de aannemer worden gesteld en afgedicht. Door derden zullen de buizen worden ingestort. Aannemer levert als naslagwerk de maatvoeringsgegevens van de ligging en foto's van de tracédetails. Deze gegevens met de bedienings- en onderhoudsvoorschriften opleveren.
8. Voor kabeltracés onder wegen kabelbeschermbuizen (inclusief reserve) aanleggen.
Aan elke zijde moeten de kabelbeschermbuizen 1,00 m buiten de verharding steken en doelmatig worden afgedicht.
De kabelbeschermbuizen moeten zijn van PE Ø 160 mm (klasse A).
Verbindingen tussen PE-leidingen onderling moeten worden gemaakt door middel van steekmoffen met styreenbutadiëen rubbermanchet.
9. Reserve kabelbeschermbuizen afdoppen.

11.9 Kabelbescherm slang

1. Mag als alternatief voor in beton te storten kabelbeschermbuis gebruikt worden. De artikelen die betrekking hebben op de uitvoeringseisen voor in te storten kabelbeschermbuis zijn ook van toepassing voor kabelbescherm slang. De kabel slang moet voldoende stevigheid hebben om tijdens het storten van het beton niet in te klappen.
2. Kabelbescherm slang, langer dan 3,00 m. voorzien van een nylon trekkoord.

11.10 Leidingaanleg met buis (kabelbuis) - algemeen

1. Leidingaanleg van draad in buis is alleen toegestaan in ruimtes waarvan dat in het bestek is aangegeven en geldt alleen voor verlichting, het schakelen van verlichting en wandcontactdozen.
2. De draden moeten geschikt zijn voor een nominale spanning van tenminste 750 Volt.

3. Kleurcodering van de draden uitvoeren conform artikel 8.6 lid 5.
4. Draden moeten een massief elektrolytisch koperen kern bezitten.
5. Lasdozen en buis van isolatiemateriaal vervaardigen.
6. Met het intrekken van draden zal niet worden begonnen voordat het buizenet door de directie is goedgekeurd.
7. Bij invoering in dozen, kasten, e.d. de buizen over de volle lengte van het invoerstuk doorvoeren.
8. Flexibele buizen mogen alleen na toestemming van de directie worden toegepast. Bij gebruik van flexibele buis, dozen met buiswartels toepassen.
9. De leidingloop wordt, alvorens met de montage wordt begonnen, met de directie besproken. De aannemer tekent de leidingloop daartoe tevoren af.
10. Voor inbouwleidingtracédelen levert de aannemer als naslagwerk de maatvoeringsgegevens van de ligging en foto's van de tracédetails. Deze gegevens met de bedienings- en onderhoudsvoorschriften opleveren.
11. Het buizenet aanleggen met buizen van zodanige lengte, dat een minimum aan lassen nodig is.
12. De buislengte tussen las- en/of trekdozen mag niet meer dan 10 meter bedragen.
13. De bevestiging van de buizen door middel van beugels en messing of roestvrij stalen schroeven. Het gebruik van houten pluggen en plakzadels is niet toegestaan. Pluggen mogen niet in de voegen worden geplaatst.
14. Kabelondersteuners (beugels) vast zetten met schroeven, vastspijkeren is niet toegestaan.

11.11 Leidingaanleg tegen plafonds en wanden

1. "In het zicht" liggende buisleidingen uitvoeren in hostalit (grijs).
2. Buisleidingen vanaf de vloer tot 1 meter boven de vloer en daar waar zij aan mechanische beschadigingen zijn blootgesteld, voorzien van een passende stalen of hostalit beschermbuis.
3. Buisleidingen op vloeren zijn niet toegestaan.
4. Indien aftakkingen in een bundel worden gemaakt, de bundel extra verhoogd aanbrengen. De aftakkingen uitvoeren met verhoogde dozen (bijvoorbeeld banula-dozen).
5. Trek- en einddozen vastzetten.

11.12 Leidingaanleg in plafonds, wanden en vloeren

1. Het buizenet als centraal dozensysteem uitvoeren. Hiervan mag alleen worden afgeweken met toestemming van de directie.

2. In de te maken betonconstructies de verbinding van twee buizen uitvoeren door middel van een overmaatbuis met een lengte van tenminste 0,30 m. De verbindingen tussen buizen onderling en lasdozen lijmen.
3. Open buiseinden en invoeropeningen van dozen afdichten.
4. Buizen, lasdozen e.d. deugdelijk in of op de bekisting bevestigen.
5. Ter plaatse van lasdozen op de bekisting, onder lasdozen passende klossen aanbrengen.
6. Indien buizen in betonbekistingen zijn aangebracht, stelt de aannemer tijdens het storten van het beton een monteur ter beschikking voor direct herstel van eventueel optredende beschadigingen.
7. Na het ontkisten de buizen op verstopping controleren en eventuele verstoppingen opheffen.
8. Zakleidingen verticaal leggen.
9. Horizontale buizen zo aanleggen dat er zich geen water in kan verzamelen.
10. Inbouw- en centraaldozen voor het afwerken van muren en plafonds tijdelijk dichtzetten.
11. De trek- en lasdozen zo aanbrengen dat zij door het armatuur worden afgedekt.
12. Voor reservegroepen van inbouwverdeelinrichtingen ledige buizen tot in toegankelijke ruimten (zoals verlaagde plafonds, kruipruimte, enz.) aanleggen.
13. Inbouw- en centraaldozen zo aanbrengen dat deze gelijk liggen met de afgewerkte wanden en plafonds.
14. Het frezen van sleuven in metselwerk, alsmede het boren van gaten voor de inbouwdozen behoort tot de verplichtingen van de aannemer.
15. Alle weg te werken leidingen intekenen en voor het dichtzetten fotograferen. Aannemer levert als naslagwerk de maatvoeringsgegevens van de ligging en foto's van de tracédetails. Deze gegevens met de bedienings- en onderhoudsvoorschriften opleveren.

11.13 Leidingaanleg in schoon metselwerk

1. Van het nieuwe leidingwerk in dit metselwerk verstrekt de aannemer tekeningen ter beoordeling.
2. Tijdens het inmettelen van de buizen en de dozen stelt de aannemer een monteur ter beschikking voor het aanbrengen van de dozen en bijbehorende leidingen.

11.14 Montage kabels en leidingen voor motoren en apparaten

1. Kabels naar werktuigen (zoals pompmotoren) welke ter reparatie verplaats moeten kunnen worden, met overlengte aansluiten opdat de motoren ter verplaatsing niet losgenomen behoeven te worden.
2. Het op de juiste wijze aansluiten van apparaten als motoren, toestellen e.d. behoort tot de taak van de aannemer.
3. Motoren aansluiten door middel van kabels of waar de directie dit aangeeft door middel van zware rubberen mantelleidingen via een klemmenkast.
4. De motorkabels mogen geen stroomstroom en andere hulpcircuits bevatten, met uitzondering van kabels voor onderwaterwerktuigen.
5. Aansluitingen op trek ontlasten door deugdelijke bevestiging van de kabels en leidingen.
In de voedings- / stroomstroom- / meet- en regelkabels naar motoren, werkschakelaars en overige aan te sluiten apparatuur op machinefundaties e.d., moet nabij die onderdelen enige overlengte worden opgenomen.
6. Voor aansluitingen van moeilijk bereikbaar motoren (bijvoorbeeld in putten) en voor verplaatsbare motoren, in overleg met de directie treden ter afstemming of de aansluiting door middel van een krachtwandcontactdoos of klemmenkast uitgevoerd moet worden.
7. Voor meet-, regel-, besturings- en beveiligingscircuits, aangesloten op dezelfde stroomkring, mogen meeraderige kabels worden gebruikt.
De afzonderlijke toestellen aansluiten via een klemmenkast.

11.15 Kabeldragers

1. Als kabeldragers kunnen kabelgoten, kabelladders en draadgoten dienst doen.
2. Alle "in het zicht" blijvende kabeldragers voorzien van bijpassende deksels inclusief bevestigingsmiddelen.
3. Bij het dimensioneren van kabeldragers moet rekening worden gehouden met 15% ruimte ten behoeve van door derden te leggen kabels en 15% reserveruimte.
In totaal moet dus rekening worden gehouden met 30% reserveruimte.
4. Bij de leidingaanleg rekening houden met kabelaanleg door derden en met toekomstige uitbreidingen.
5. Kabelbuis en kabeldraagsystemen zo dimensioneren, dat voldoende koeling van de kabels is gewaarborgd als de vulling van de goot of ladderbaan met 30 % zou worden verhoogd.

6. Kabeldragerconstructie moeten bestand zijn tegen de dynamische krachten ten gevolge van kortsluitstromen ter plaatse. De kabeldragers solide aan de bebouwing bevestigen.
Voor hoofdstroomkabels en distributiekabels met een $I_k \geq 23\text{kA}$ mogen als kabeldrager uitsluitend kabelladders dienst doen Van wege de dynamische kortsluitkrachten. Voedings- en distributiekabels m.b.v. kabelblokken monteren.
7. Voor binnen opstelling kabeldragers uitvoeren in thermisch verzinkt plaatstaal (tenminste 45 micron volgens NEN 1275), samengesteld uit standaardonderdelen.
8. Voor opstelling in de buitenlucht en in ruimten waar een zeer hoge luchtvochtigheid heerst of waar chemicaliën worden opgeslagen kabeldragers uitvoeren in r.v.s. 304 of composiet (glasvezel verstrekt polyester).
9. Kabelgoten uitvoeren met een stevige geperforeerde profielbodem en minimaal 10 bodemprofielen per strekkende meter.
10. De onderlinge afstand van de toe te passen sporten bij kabelladders is max. 300 mm.
11. De kabeldragers uitvoeren met zijkanthoogte van:
 - kabelgoten, draadgoten 60 / 100 / 110 mm.
 - kabelladder 100 mm.
12. Hoeken in de kabelgoten en kabelbanen uitvoeren met speciale stukken, zoals aftak-, hoek-, verval-, stijg-, verloop-, bochtstukken e.d.
De speciaalstukken uitvoeren met aan de buigingsstraal van de kabels aangepaste afrondingen van hoeken.
13. De kabelgoten en kabelbanen bevestigen met nastelbare ophanginrichtingen of ondersteuning.
De maximale onderlinge afstand der steunen conform opgave fabrikant.
Voor de ophangconstructie moet er van worden uitgegaan, dat de capaciteit tot 100 % benut kan worden.
14. Indien de afstand tussen ophangpunten door bouw- c.q. werktuigbouwkundige omstandigheden te groot wordt, moet de aannemer extra voorzieningen voor de ophangpunten aanbrengen, zodat de door de leverancier opgegeven maximale overspanning niet wordt overschreden.
15. Kabelbuis en kabeldragers aan staalconstructies e.d. bevestigen door middel van klemverbindingen.
Lassen en/of boren in staalconstructies is niet toegestaan.
Beschadiging van conservering doelmatig herstellen.
16. Stalen scheidingsschotten aanbrengen of meerdere goten aanleggen ter scheiding van sterkstroom-, stuurstroom- en zwakstroom leidingen.
17. Kabels met functiebehoud afzonderlijk van de vermelde kabels in het voorgaande lid leggen, tenzij dit volgens voorschrift 6.7 van de DIN VDE 0108 is toegestaan.
18. Het kabeldraagsysteem uitvoeren met alle benodigde hulpstukken, ook al zijn deze niet met name genoemd.

Indien metalen kabeldragers in het werk "pasgemaakt" moeten worden, de bewerkte vlakken behandelen met zinkcompound of gelijkwaardig.

19. Indien tijdens de montage geringe wijzigingen ten opzichte van het bestek ontstaan in ophanginrichting, speciaal stukken en/of leidingloop, komen de kosten hiervan niet voor verrekening in aanmerking.

11.16 Pakkingbussen (wartels)

1. Uitvoering in hetzelfde fabrikaat, soort en type voor gelijke toepassingen en volgens de geldende normen zoals de EMC-eisen.
2. Monteren van pakkingbussen zoals voorgeschreven door de leverancier.
3. Iedere pakkingsbus voorzien van een rubber afdichtingsring(en) die nauw sluitend is voor de intredende enkelvoudige kabel. De kabel moet trekvast in de rubber afdichtring zitten.
4. Het afkitten van pakkingbussen is niet toegestaan.
5. Doorvoeringen met pakkingbussen bij voorkeur aanbrengen aan de onderzijde of de verticale zijden van aan te sluiten apparatuur, klemmenkasten, lasdozen e.d.

11.17

12 Aarding, bliksem- en overspanningbeveiliging

12.1 Algemeen

1. Het geheel aan beveiligingen tegen te hoge spanningen voor personen en apparatuur wordt gevormd door:
 - een juist ontwerp, dimensionering en uitvoering van de gehele installatie en de beveiligingen
 - aarding en potentiaalvereffening
 - uitwendige bliksembeveiliging
 - inwendige bliksembeveiliging en overspanningbeveiligingOnderdeel van het ontwerp vormt tevens reductie van het risico op spanningsoverslag ten gevolge van de kabelloop, zie tevens artikel 11.1 lid 1.
2. Het geheel aan voorzieningen van aarding, bliksembeveiliging en overspanningbeveiligingen heeft als gezamenlijke functie:
 - beveiligen tegen het in aanraking komen met delen die een te hoge spanning kunnen voeren
 - het beveiligen van de in de installatie aanwezige apparatuur tegen te hoge spanningen en stoorsignalen
 - het bevorderen van de bedrijfszekerheid en de levensduur van de gehele installatie
3. Als in het bestek is opgenomen dat in een bliksembeveiligingsinstallatie moet worden voorzien moet deze voldoen aan de NPR 1014 c.q. NEN-EN-IEC 62305, de bepalingen in artikel 12.3: "Uitwendige bliksemafleiderinstallatie" en de bepalingen in artikel 12.4: "Inwendige bliksembeveiliging en overspanningbeveiliging".
4. De veiligheidsaarding en de uitwendige bliksembeveiligingsinstallatie wordt door een TABO (Technicus Aarding Bliksem Overspanningsbeveiliging) gecertificeerd technicus ontworpen. De veiligheidsaarding en de uitwendige bliksembeveiligingsinstallatie wordt door een MABO (Monteur Aarding Bliksem Overspanningsbeveiliging) gecertificeerd monteur aangelegd.
5. Het geheel aan aarding, potentiaalvereffening, bliksembeveiliging en overspanning-beveiliging moet zodanig zijn uitgevoerd dat risico voor personeel en schade aan de elektrotechnische installatie (of onderdelen hiervan) en aan kostbare (voor het proces essentiële) apparatuur, welke wordt blootgesteld aan spanningen die de apparatuur kunnen beschadigen, tot een minimum is beperkt.
6. Bliksembeveiligingsniveaus conform de normering te bepalen.
7. Voor zuiveringen en boezemgemalen moet de bliksembeveiligingsinstallatie minimaal aan bliksembeveiligingsklasse LPS IV voldoen.
Voor vertrekken waarin besturingsapparatuur staat opgesteld moet de bliksembeveiligingsinstallatie voldoen aan klasse LPS II.
Voor meet -en regelkasten (MRK) bliksembeveiligingsklasse LPS I aanhouden.
8. Door een erkend aardingsinstallateur moet een aardingsmeting worden uitgevoerd. Van de meting moet een aardingsrapport worden afgegeven.

9. Een bliksemveilig certificaat voor zowel de uitwendige als de inwendige bliksembeveiliging en overspanningbeveiliging moet bij oplevering worden verstrekt.
10. In de hiernavolgende artikelen zijn de nadere uitvoeringseisen ten aanzien van aarding, bliksembeveiliging en overspanningbeveiliging vermeld.

12.2 Aarding en potentiaalvereffening

1. Alle daarvoor in aanmerking komende delen van de installatie volgens de voorschriften en de aanvullende eisen van de netbeheerder (het stroomleverend bedrijf) op deugdelijke wijze aarden en opnemen in het geheel aan potentiaalvereffening.
2. Naast de installatiedelen van elektrotechnische aard betreft dit:
 - leuningwerk (in pandig, plus uitpandig voor zover dit niet onder de bliksembeveiligingsinstallatie valt)
 - metalen inspectieluiken (voor zover dit niet onder de bliksembeveiligingsinstallatie valt)
 - het gehele kabeldraagsysteem
 - alle metalen delen, ook van niet-elektrotechnische aard, in ruimten van afwijkende categorie, zoals:
 - vochtige ruimten
 - ruimten met verhoogd brandgevaar
 - ruimten met stofontploffingsgevaar
 - ruimten met beperkt gasontploffing gevaar
 - ruimten met verhoogd gasontploffing gevaar
 - ruimten met bijtende gassen, dampen of stoffen
 - alle de gebouwen binnekomende stalen leidingen en overige metalen delen
 - alle metalen delen die volgens de geldende voorschriften in het geheel aan potentiaalvereffening moeten worden opgenomenIn het bestek is aangegeven welke ruimten tot een afwijkende categorie behoren.
3. Veiligheidsaarding mag niet via een keten (doorlussen) tot stand komen, iedere verbinding moet rechtstreeks met de HAR tot stand komen.
4. Daar waar een koppeling tussen verschillende metalen delen gemaakt moet worden, elektrochemische corrosie tegen gaan, door gebruik maken van speciaal hiervoor bestemde verbindingen.
5. De bij het systeem behorende aardelektroden verticaal (of schuin indien het aantal elektroden daardoor verminderd) in de grond aanbrengen (diepteaarding).
Verbindingsdraad aanbrengen tussen de elektroden onderling én tussen de elektroden en de hoofdaardrail van de installatie.
De verbindingen uitvoeren met schroefbouten inclusief kartelringen.
6. Per gebouw in een hoofdaardrail (HAR) voorzien. HAR duidelijk zichtbaar op een van de wanden monteren.
7. Per hoofdverdeelinrichting, schakelpaneel, onderverdeelinrichting of separate installatiedelen in een (hulp)aardrail (AR) voorzien.

8. In overeenstemming met het bundeldeel "Handleiding codering & naamplaten Rijnlandse installaties" alle aardrails voorzien van een identificatiecode. Alle aardrails op de installatietekening (voor veiligheidsaarding en hoofdvereffening) vermelden voorzien van de betreffende identificatiecode.
9. Zo nodig een hulpaardelektrode(n) aanbrengen en aansluiten op de HAR.
10. Aardleidingen naar de diverse installatiedelen met speciale aardingsklemmen en voldoende zware schroefbouten met veerringen op de aardrail(s) aansluiten (kwaliteit 8.8) .
11. De aarding van de panelen en verdeelinrichtingen moet worden meegevoerd in de betreffende voedingskabel of in een aparte geleider. Eén en ander in overleg met de netbeheerder (het stroom leverend bedrijf).
12. De aannemer houdt er rekening mee dat, indien de installatie gevoed wordt via een aparte transformator, de aardingsinstallatie moet worden verbonden met het sterpunt van deze transformator.
De wijze van uitvoering behoeft de goedkeuring van de netbeheerder (het stroom leverend bedrijf).
13. De waarde van de aardverspreidingsweerstand moet in overleg met de netbeheerder (het stroom leverend bedrijf) worden bepaald.
14. Alvorens de aardelektroden worden aangebracht overtuigt de installateur zich ervan dat er geen kabels, gas-, water- of rioolleidingen etc. kunnen worden beschadigd.

12.3 Uitwendige bliksemafleiderinstallatie

1. De aannemer overlegt aan de directie een plan voor de bliksemafleiderinstallatie, aangevende aantallen, posities met lengten van de aardelektroden, de wijze van uitvoering van de elektroden en van de verbindingen in de geleiders.
2. De opvanginrichtingen van de uitwendige bliksemafleiderinstallatie uitvoeren in aluminium ringleidingen, dakgeleiders. De afgaande leidingen tevens uit aluminium vervaardigen.
3. Alle uitstekende gebouwonderdelen en zich op daken en bordessen bevindende werktuigen of machines, metalen luchtafvoer- c.q. ventilatiepijpen, als mede lichtmasten, staalconstructies, hekwerken, e.d. in het afleidersysteem opnemen en waar nodig vrijstaande afleiders plaatsen die voldoende bescherming bieden.
4. In het daknet voldoende flexibele expansiestukken opnemen.
5. Op platte daken de leidingen monteren door middel van bevestigingssteunen die zijn geschikt voor de betreffende dakbedekking.
6. Voor het aardingssysteem van uitwendige bliksemafleiderinstallaties, aardelektroden van elektrolytisch koper gebruiken.
7. Het boven einde van de aardelektroden moeten zich ten minste 60 cm beneden het maaiveld bevinden.

8. Het aardingssysteem van de uitwendige bliksemafleiderinstallatie doet tevens dienst als veiligheidsaarde voor de laagspanningsinstallatie. Voor dit gedeelte van de installatie zijn tevens de in artikel 12.2: "Aarding en potentiaalvereffening" omschreven uitvoeringseisen van toepassing.
9. C-persverbindingen gebruiken om het aardnet aan de wapening te verbinden.
10. Daar waar een koppeling tussen verschillende metalen (zoals aluminium en kopergeleiders) gemaakt wordt, elektrochemische corrosie tegen gaan, door gebruik te maken van speciaal hiervoor bestemde klem- of verlengverbinders.
11. Daar waar de stalen constructie of betonbewapening van een gebouw als kooi van Faraday kan fungeren, hiervan gebruik maken voor zover de civiele constructie dit toelaat. Hiervoor in overleg met de bouwkundig aannemer, de benodigde aardingsvoorzieningen (zoals stekeinden, cadweld platen, verbindingsmiddelen etc.) aanbrengen.

Bij aanbrengen in de spouw de leidingen om de 1 meter stevig bevestigen. De aannemer brengt de directie op de hoogte wanneer de leiding geïnspecteerd kan worden (voordat de spouwmuur wordt aangebracht). Aannemer levert als naslagwerk de maatvoeringsgegevens van de ligging en foto's van de details. Uit de foto's moet blijken dat de leiding om de 1 m is bevestigd.

Als antidiefstal maatregel, de afgaande leidingen welke ingestort worden dan wel in de spouw ondergebracht worden, bij voorkeur tot op het dak in staal uitvoeren. Dakdoorvoer waterdicht uitvoeren.

Waar bij renovatie afgaande leidingen niet inpandig zijn aan te brengen, de afgaande leidingen uitwendig in zicht monteren.
13. Uitpandig aangebrachte afgaande leidingen tot een hoogte van 4 meter tegen molest beschermen met behulp van RVS304 omega profiel". Het profiel aanbrengen met RVS anti diefstal schroeven.
14. Uitpandige afgaande leidingen zuiver verticaal monteren, waar nodig voorzien van leidingstrekkers en bevestigen door middel van kunststof bevestigingssteunen.

De uitpandige afgaande leidingen bij de begane grond door middel van kunststof buizen beschermen.

De bevestigingspunten met een onderlinge afstand van ten hoogste 1,00 m aanbrengen.
15. Elke afgaande leiding aansluiten op een eigen aardelektrode met voldoende lage aardverspreidingsweerstand (RV), echter met een minimale lengte van 6 m. In geval de stalen constructie of betonbewapening deel van de bliksemafleiderinstallatie deel uit maakt, mag de aarding voor iedere afgaande leiding via een aan aarde gelegde heipaal gerealiseerd worden.
16. Elke afgaande leiding voorzien van een meetkoppeling. Meetkoppeling veilig bereikbaar op het dak aanbrengen.

17. Indien de bodemgesteldheid zodanig is dat er onvoldoende lage weerstand per aardelektrode kan worden bereikt, voorzien in een koppelleiding tussen alle aardelektroden.
18. De afleiderinstallatie van elk gebouw, via een goed bereikbare koppelleiding, koppelen aan de centrale hoofdaardrail van het desbetreffende gebouw. *Deze bevindt zich meestal in het voedingsveld van de aldaar opgestelde verdeelinrichting/MCC.*
19. Indien de installatie meerdere gebouwen omvat moet de aannemer zorg dragen voor een goede potentiaalvereffening.
20. De installatie moet zodanig worden uitgevoerd dat een inspectie met eenvoudige hulpmiddelen kan plaatsvinden (meetkoppelingen, inspectieputten e.d.).
21. In het bijzonder in verband met eisen van architectonische aard moet over de uitvoeringsvorm nader overleg plaats vinden met de directie.

12.4 Inwendige bliksembeveiliging en overspanningbeveiliging

1. Af te leiden overstromen moeten een pad worden geboden waarbij deze door zo min mogelijk componenten gaat en op zo min mogelijk componenten kan overslaan. Overspanningbeveiligingen zo dicht mogelijk bij het kabelinvoerpunt in het pand c.q. de buitenopstellingskast aanbrengen (voor zover de aanwezige middelen dit toe laten) . Voor onbeschermden delen wordt geen parallel bekabeling toegestaan, de kabelloop op deze eis inrichten:
als een binnenkomende bekabeling tezamen met andere kabels parallel wordt gelegd dient deze kabel op het intredingspunt van een toereikende overspanningsbeveiliging te worden voorzien. Deze overspanningsbeveiliging in een "overgangsdooz" aanbrengen. De overgangsdoozen op goed bereikbaar plaats aan brengen, onderhoud moet mogelijk blijven.
2. Overspanningbeveiligingen dusdanig uitvoeren en gedimensioneerd, dat de gehele installatie of de afzonderlijk vermelde installatiedelen of gebouwen beschermd zijn tegen overspanningen die schade kunnen veroorzaken.
3. Het onnodig uitvallen van (een deel) van de installatie moet zoveel mogelijk worden voorkomen. Het toepassen van afleiders met een laag kortsluitonderbrekend vermogen moet worden vermeden.
4. De installatie moet in de volgende soorten van voorzien, ingedeeld naar het soort signalen, het niveau van beveiligen en/of de plaats in de installatie.
 - "beveiliging in de (net)voedingen van hoofdverdeelinrichtingen en onderverdeelinrichtingen"
 - grof- en midden beveiligingen in de voeding van de diverse verdeelinrichtingen
 - midden- en fijn beveiligingen in de voeding van meet- en regelpanelen en meet- en regelapparatuur; deze laatste waar nodig in verband met lengte van de verbinding, de loop door niet of minder beveiligde zones en de kwetsbaarheid en kosten van apparatuur.

- midden- en fijn beveiligingen in de voeding van communicatie-apparatuur
 - "beveiliging van meet- en regelcircuits"
 - midden- en fijn beveiligingen in meet- en regel signalen
Waar nodig in verband met lengte van de verbinding, de loop door niet of minder beveiligde zones en de kwetsbaarheid en kosten van apparatuur zowel in het veld als de verwerkingsapparatuur.
 - "beveiliging van communicatieverbindingen"
 - midden- en fijn beveiligingen in communicatieverbindingen (ook telefoonverbindingen)
Waar nodig in verband met lengte van de verbinding, de loop door niet of minder beveiligde zones en de kwetsbaarheid en kosten van apparatuur zowel in het veld als de verwerkingsapparatuur.
5. In geval van objecten met een bliksemafleiderinstallatie beveiligd worden moet de voeding van de hoofverdeelinrichting voorzien in een Class I (grof) overspanningbeveiliging en een Class II (midden) overspanningbeveiliging.
6. In geval een object niet van een bliksemafleiderinstallatie voorzien is moet de voeding van de hoofverdeelinrichting voorzien in Class II (midden) overspanningbeveiliging.
7. Een voeding van de onderverdeelinrichting voorzien van een Class II (midden) overspanningbeveiliging in geval:
- er een bliksemafleiderinstallatie aanwezig is;
 - de onderverdeelinrichting zich in een ander pand dan de hoofverdeelinrichting bevindt.
8. In (net)voedingen moeten de fasen en de nul zowel onderling als ten opzichte van aarde worden beveiligd tegen overspanning.
9. De specificaties van de toegepaste apparatuur zoals de aanspreektijd, de maximale afleidstroom en de restspanning moeten worden gekozen zodanig dat onder alle omstandigheden de te beveiligen apparatuur afdoende is beveiligd.
10. Voor schakel en verdeelinrichtingen met een maximale kortsluitstroom > 3 kA gelden de volgende minimale eisen:
- nominale afleidstootstroom I_{sn} : $\geq 100 \text{ kA (10/350)}\mu\text{s}$
 - beveiligingsniveau (restspanning): $\leq 1,5 \text{ kV}$
11. Bekabeling tussen verdeelinrichtingen welke een uitpandig loop hebben, dubbelzijdig tegen overspanning beveiligen.
12. Voor apparatuur ten behoeve van besturing en kostbare en of essentiële procesmetingen gelden de volgende minimal eisen:
- nominale afleidstootstroom I_{sn} : $\geq 4,5 \text{ kA (8/20)}\mu\text{s}$
 - beveiligingsniveau (restspanning): $\leq 1,8 U_{nom}$ (ader-ader)
: $\leq 1 \text{ kV}$ (ader-aarde)
- Opmerking:
Indien de stootspanningsvastheid van de te beveiligen apparatuur bekend is, moeten deze minimaal worden aangehouden.

13. Alle kabels ten behoeve van apparatuur die buiten het gebouw is opgesteld en die worden aangesloten op het besturingspaneel of het besturingsgedeelte van een paneel voorzien van overspanningbeveiligingen die een directe blikseminslag kunnen afleiden. Hiervoor gelden de volgende minimale eisen:
 - nominale afleidstootstroom I_{sn} : $\geq 15 \text{ kA (8/20)}\mu\text{s}$
 - beveiligingsniveau (restspanning): $\leq 1,5 \text{ kV}$
14. Daar waar dit te realiseren is, veldapparatuur met een waarde boven de €1000,- ook aan de veldzijde tegen overspanning beveiligen.
15. Alle overspanningbeveiligingen installeren en voorbeveiligen overeenkomstig de betreffende normen en de voorschriften van de leverancier van de apparatuur zodanig dat optredende kortsluitstromen of overbelastingssituaties te allen tijde kunnen worden afgeschakeld.
16. Overspanningbeveiligingen zo veel als mogelijk uitvoeren met meldcontacten die aanspreken als de beveiliging heeft gefunctioneerd of niet meer goed kan functioneren.
Meldcontacten aansluiten op een ingang van de PLC.
17. Naast meldcontacten moet zo veel als mogelijk apparatuur met toestandsindicatie worden toegepast.
18. Overspanningbeveiligingen, ook welke deel uitmaken van de aardingsinstallatie, mogen geen brandgevaar opleveren. Hierbij moet worden voldaan aan het gestelde in bepaling 422 van de NEN 1010 en de voorschriften van de leverancier.
19. De aardaansluiting van overspanningbeveiligingen zo veel mogelijk direct op de aardrail van de betreffende verdeelinrichting/MCC aansluiten.
20. (Aard)draden van de overspanningbeveiligingen moeten vrij lopen ter voorkoming van overslag naar de beschermde zijde.
21. Het ontwerp en het geheel aan toe te passen apparatuur moet ter goedkeuring bij de directie worden ingediend.

13 Overige zwakstroominstallaties

13.1 Telefooninstallatie

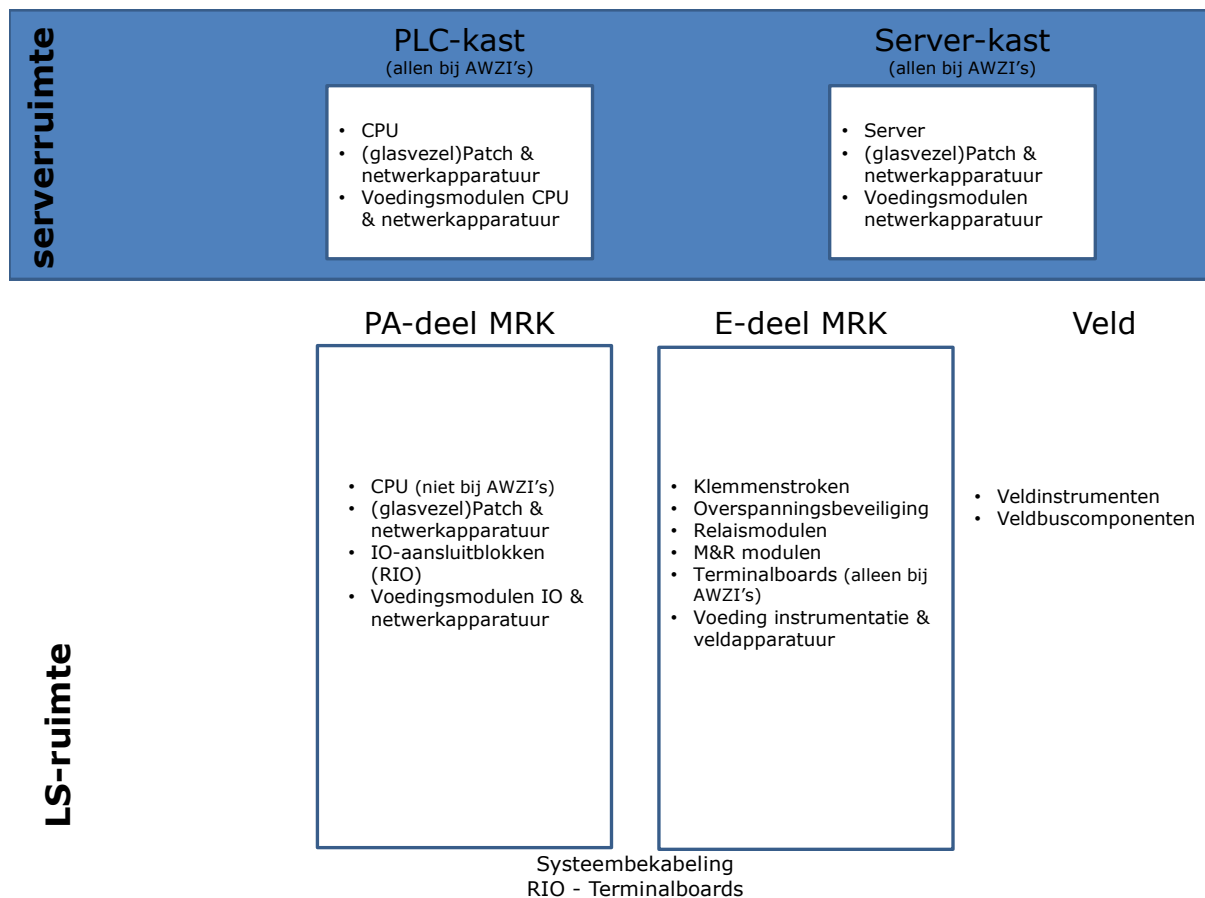
1. De te ontwerpen telefooninstallatie zodanig uitwerken dat alle functies met betrekking tot communicatie en data-overdracht zonder problemen kunnen plaatsvinden naast de benodigde spraakverbindingen.
2. De back-up alarmmelder moet voorzien in voldoende ingangen t.b.v. het afzonderlijk melden van de volgende gebeurtenissen:
 - "Storing alg."
 - "Netstoring" [systeemmelding]

14 Voeding 24 V DC

1. Ten behoeve van de besturing c.a. voorzien in de benodigde gestabiliseerde kortsluitvaste 24 V DC-voedingsapparaten, type geschakelde voeding (switched mode), van voldoende vermogen.
2. Per installatie(deel) waarvan de besturing gerealiseerd wordt door één autonome besturingseenheid (PLC), voorzien in één 24 V DC voedingseenheid.
3. De 24 V DC onderverdeelinrichting uitvoeren met 24 V DC automaten met een Z-karakteristiek.
4. De nominale capaciteit van de 24 V DC voedingseenheid moet toereikend zijn om de hoogste waarde van de toegepaste automaten selectief te beveiligen.
5. De voedingseenheden zodanig opstellen dat deze de warmtehuishouding van de automatiseringsapparatuur niet nadelig beïnvloeden.
6. Alle 24 V DC circuits aansluiten vanaf verdeelrails direct achter de voedingseenheid c.q. onder beveiliging. Het veelvuldig doorlussen van + en - is niet toegestaan.
7. Alle 24 V DC circuits direct achter de voedingseenheid zichtbaar met de "0" verbinden met aarde.

15 Automatisering hardware

15.1 Globale opzet



15.2 MRK

1. *Vanwege informatiebeveiliging wordt besturingsapparatuur in een afgescheiden PA-deel van de MRK ondergebracht. Het PA-deel is via een sleutel toegankelijk.*
Het PA-deel van de MRK wordt door de PA-aannemer geleverd. Hiertoe behoort het complete kastveld. De PA-aannemer treedt in overleg met de E-aannemer

Het PA-deel van de MRK omvat:

- CPU (alleen bij PG's, BG's en AWTG's, bij AWZI's worden de CPU's in principe in een serverruimte ondergebracht)
- I/O blokken (bij PG's als traditionele I/O-blokken, bij BG's, AWTG's, en AWZI's uitgevoerd als remote I/O-blokken)
- Glasvezelswitch netwerk
- Netwerkbekabeling
- Voedingsverdeling voor netwerkkaparaatuur
- Specifieke kastsluiting in het kader van IB
- Kabelgoten om systeemkabels binnen te leiden

2. De overige meet en regelapparatuur wordt in het E-deel van de MRK ondergebracht. Dit deel is via een dubbelbaardsleutel toegankelijk.

Dit door de E-aannemer te leveren MRK-kastdeel omvat:

- Terminal boards voor RIO (alleen BG's en AWZI's, de CPU's worden in een serverruimte ondergebracht), welke tevens als "scheidingsklemmen" fungeren
 - Systeemkabels voor aansluiten terminal boards op RIO
 - Voedingsverdeling instrumentatie en veldapparatuur
 - Meetwaarde omvormers
 - (Rangeer)klemmen
3. Stuurstroomschakelingen van specifieke werktuigen worden in het desbetreffende MCC-compartiment opgenomen.
Generieke¹² stuurstroomschakelingen op basis van instrumenten mogen tevens in het E-deel van de MRK worden ondergebracht.
 4. Het PA-deel en het E-deel van de MRK moeten van hetzelfde merk en type zijn. Beide delen aansluitend plaatsen.
Kastuitvoering MRK conform bundeldeel "Toe te passen materialen Elektrotechniek & Automatisering".
 5. Voor zover nog niet is vast gelegd, bepaald de E-aannemer de opstelling van de MRK in overleg met de directie. De E-aannemer en ontvangt van de PA-aannemer de afmetingen van het PA-deel.
 6. De PA-aannemer treedt ter afstemming in overleg met de E-aannemer. Af te stemmen zaken betreffen o.a.: opstelling, afmetingen, benodigde voedingsgroepen voor de besturing. Kastuitvoering MRK conform bundeldeel "Toe te passen materialen Elektrotechniek & Automatisering".
 7. De PA-aannemer voert de I/O-allocatie uit en accordeert de I/O-lijst. De E-aannemer verwerkt de definitieve I/O-nummering in het elektrotechnisch tekeningenpakket.
 8. De E-aannemer maakt de tekeningen voor het E-deel van de MRK. De PA-aannemer maakt de tekeningen voor het PA-deel van de MRK. In beide tekeningpakketten worden voor het koppelvlak verwijzingen naar de corresponderende tekening met vermelding van blad en stramiennummer opgenomen.

15.3 PLC-kast

1. Op AWZI's wordt de CPU, de voeding en communicatie t.b.v. de PLC ondergebracht in een PLC-kast welke in een serverruimte wordt opgesteld. De PA-aannemer levert en installeert deze kast.
2. De E-aannemer stelt een voedingsgroep voor de PLC-kast beschikbaar. De PA-aannemer verzorgt de bekabeling van de voedingsgroep vanaf de desbetreffende verdeler.
3. De PA-aannemer sluit de netwerkbekabeling aan.

15.4 Server-kasten

1. Op AWZI's worden servers ondergebracht in een server-kast welke in een serverruimte wordt opgesteld. De PA-aannemer levert en installeert deze kast.

¹² Voor meer dan een werktuig

2. De E-aannemer stelt een voedingsgroep voor de server-kast beschikbaar. De PA-aannemer verzorgt de bekabeling van de voedingsgroep vanaf de desbetreffende verdeler.
3. De PA-aannemer sluit de netwerkbekabeling aan.

15.5 Aanleg

1. Ter aanleg van meet en regelsignalen voorzien in bescherming tegen:
 - hogere harmonische
 - radiofrequentie storingen
 - elektromagnetische interferentie

Ter projectering van meet en regelapparatuur en bekabeling met name rekening houden met de opstelling en aansluiting van frequentie omvormers c.q. softstarters en magneetschakelaars.
2. Voor iedere ingangs- / uitgangskaat c.q. -module in een afzonderlijke, op de montageplaat gemonteerde, klemmenstrook voorzien.
De klemmenstroken moeten worden gerangschikt in de volgorde van de ingangs- en uitgangskaarten / modules.
De klemmen uitvoeren als scheidingsklemmen.
3. Kabels moeten zoveel mogelijk rechtstreeks op de klemmenstrook worden aangesloten. Als de aansluitklemmen ver uit elkaar liggen, moeten rangeerklemmen worden aangebracht. Deze klemmen moeten worden gegroepeerd naar de kabels.
4. De doorsnede van de bedrading aanpassen aan de aansluit- en doorvoermogelijkheid in de connectoren met een minimale doorsnede zoals vermeld in artikel 8.6: "Bedrading; uitvoering, draadkleur en codering". De scheidingsklemmenstroken en de bedrading van ingangen en uitgangen mag worden uitgevoerd in multicore kabel, waarbij het aantal aders in overeenstemming moet zijn met het aantal aansluitingen binnen de connector.
5. In plaats van multicore kabels kunnen door middel van spiraalband gebundelde aansluitdraden worden toegepast.

16 Reservedelen

1. Mochten in het bestek te leveren reserve apparaten en materialen voorgeschreven staan, de volgende aantallen aanhouden (voor zover in het bestek geen afwijkende aantallen genoemd zijn):

Te leveren materiaal aantal	Reserve aantal
X	$f(x) : x^{0,35}$
1 t/m 3	1
4 t/m 13	2
14 t/m 35	3
36 t/m 74	4
≥ 75	5

2. Nadat de aannemer de detailengineering heeft voltooid bepaald deze het aantal reservedelen en legt deze aan de opdrachtgever voor.
3. Te leveren reservedelen moeten in goed geconserveerde staat en in de originele fabrieksverpakking aan de directie worden overhandigd.
4. De aannemer verzorgt een separate materiaallijst voor de reservedelen. Deze materiaallijst maakt deel uit van de Bedienings- & Onderhoudsvoorschriften.