

Panelenbouw is een vak apart

De NEN-EN-IEC 61439 nader verklaard

WOORD VOORAF

Het zal medio 2008 zijn geweest toen ondergetekende vanuit het Nederlands Normalisatie Instituut werd benaderd met de vraag of het verzorgen van een cursus over schakel- en verdeelsystemen tot de mogelijkheden behoorde. Normtechnisch ging het over de toen van kracht zijnde NEN-EN-IEC 60439, met een outlook naar de destijds nog in ontwikkeling zijnde IEC 61439. Ondergetekende was en is als voorzitter van de Nederlandse normcommissie voor schakel- en verdeelsystemen betrokken bij de ontwikkeling van deze norm. De behoefte aan een cursus was er te meer, omdat er in Nederland geen specifieke cursussen op dit gebied aanwezig waren.

Een knelpunt voor de ontwikkeling van een cursus was echter de 'marktverwachting' ofwel het te verwachten aantal potentiële deelnemers. De NEN-EN-IEC 60439 was niet bepaald 'een hardloper' daar waar het de verkoop betrof. En dat gaf te denken: degenen die de activiteiten in Nederland kenden wisten dat er veel partijen direct dan wel indirect met de norm voor schakel- en verdeelsystemen te maken hadden. En dat bleek: de cursus van NEN trok veel belangstellenden.

Naast het verzorgen van cursussen is ondergetekende redacteur bij Vakmedianet voor de kennisbank schakel- en verdeelinrichtingen. Met deze online kennisbank vindt u antwoorden op belangrijke vragen. Wat hoort er in een specificatie of bestek te staan? Wanneer moet ik de kortsluitvastheid testen? Hoe zit het met de temperatuurhuishouding van een verdeelsysteem? Waar moet de doorsnede van de PE aan voldoen? Hoe bouw ik een dubbel geïsoleerd verdeelsysteem?

Naast deze mogelijkheden om kennis uit te wisselen bleef door de jaren heen de vraag omtrent een boek over schakel- en verdeelsystemen actueel. En met dit voorliggende boek probeert ondergetekende hier invulling aan te geven.

De titel van het boek luidt: 'Panelenbouw is een vak apart'. Voor deze titel zijn twee woorden heel bewust gekozen: 'vak' en 'apart'.

Panelenbouw is een vak. En dat wordt in de praktijk niet altijd onderkend. Wat kan er nou moeilijk zijn aan 'componentje in een kastje zetten en een draadje aansluiten'? In ieder geval komt daar zoveel bij kijken dat er een boek mee gevuld kan worden. En dan gaat het niet alleen om praktische aanwijzingen, maar, heel belangrijk, over het inzicht en begrip omtrent de technische achtergronden van schakel- en verdeelsystemen.

Panelenbouw is ook een vak apart. Een adviseur of installateur die de NEN 1010 of de NEN-EN-IEC 60204 goed beheerst weet veel over elektrische installaties of over de elektrische uitrusting van een machine. Maar dat betekent nog niet dat hij/zij veel weet van het ontwerp van een schakelkast en de productnorm die hiervoor van toepassing is: de NEN-EN-IEC 61439. En deze norm wordt ook genoemd in de subtitel: 'de NEN-EN-IEC 61439 nader verklaard'.

In de praktijk wordt vaak gedacht dat normen taai documenten zijn met een opsomming van regels en eisen waaraan voldaan moet worden. Nu kunnen normen op punten inderdaad tekstmatig taai of complex zijn omdat een norm de consensus van veel experts van verschillende landen verwoordt. Feitelijk geeft de norm aan wat 'we' vinden wat de minimale eisen zijn voor een veilige schakelkast. Veiligheid moet dan ook gezien worden als de kern van de norm. Een

norm zal dan ook niet snel iets zeggen over de kleur van een kast, dat is aan de gebruiker waarbij we in de branche dan in de meeste gevallen niet verder komen dan een wit-beige standaard RAL-kleur. Maar als het over isolatie, temperaturen of kortsluitvastheid gaat, dan gaat het wel degelijk over veiligheid en zal de norm daar iets over 'roepen'.

In dit boek wordt zeker aandacht besteed aan de norm voor schakel- en verdeelsystemen. Sterker nog: het vormt de basis voor dit boek. Hierbij is het niet de doelstelling om alleen maar aan te geven wat er vereist wordt, het is de doelstelling om uit te leggen wat de achtergronden zijn waarom iets vereist wordt. En dan kom je terecht bij het vak van ontwerpen en bouwen van schakel- en verdeelsystemen. Als je bijvoorbeeld goed begrijpt op welke wijze het warm wordt in een schakelkast, ben je ook beter in staat om maatregelen te nemen om te hoge temperatuurstijgingen te voorkomen. En wat dan hoge temperatuurstijgingen zijn: daar geeft de norm aanwijzingen voor.

Bij het beschrijven en uitleggen van een norm is er altijd sprake van interpretatie, of met andere woorden 'hoe lees je het precies en hoe ga je er mee om'. Ondergetekende heeft zijn interpretaties zo goed mogelijk afgestemd met andere specialisten en leden van relevante normcommissies, waarbij in geval van formele discussies de originele normtekst natuurlijk leidend blijft. In het bijzonder is ondergetekende dank verschuldigd aan de heer Bas Bouman voor het meedenken en controleren van de hoofdstukken 1 tot en met 5 en de heer Nico Kluwen voor hoofdstuk 8.

Ondergetekende hoopt met dit boek de lezer inzicht en begrip te geven in de problematiek van schakelkasten. Het boek kan, naast voor personen actief in de panelenbouw of besturingskastenbouw, ook van belang zijn voor adviseurs, installateurs, installatieverantwoordelijken en docenten.

September 2019

Roel J. Ritsma

INHOUD

WOORD VOORAF	5
BEDRIJVEN	7
INLEIDING	13
HOOFDSTUK 1 INLEIDING: VERDELEN, VERDEELSYSTEMEN EN NORMEN	17
1.1 VERDELEN EN VERDEELSYSTEMEN	18
1.2 NORMEN EN HUN SPEELVELDEN	26
1.2.1 Europese richtlijnen	26
1.2.2 Normen en hun samenhang	28
1.3 DE NORM EN-IEC 61439	32
1.3.1 Indeling, onderwerp en toepassingsgebied	32
1.3.2 Inhoudsopgave van de norm EN-IEC 61439-1	34
1.3.3 Normatieve verwijzingen	36
HOOFDSTUK 2 UITGANGSPUNTEN EN TECHNISCHE GEGEVENS	41
2.1 SYMBOLEN EN AFKORTINGEN	42
2.2 DEFINITIES	43
2.3 KARAKTERISTIEKEN (INTERFACE)	45
2.3.1 Spanningen	46
2.3.2 Stromen	50
2.4 VERMELDING VAN TECHNISCHE GEGEVENS	57
2.4.1 Eisen aan het typeplaatje	58
2.4.2 Overige te verschaffen technische documentatie	58
2.4.3 Specificaties	59
2.4.4 Case: discussie door ontbreken van productinformatie	60
2.5 OMGEVINGSOMSTANDIGHEDEN VAN VERDEELSYSTEMEN	60
2.5.1 Omgevingstemperaturen	61
2.5.2 Vervuiling van de omgeving	61
2.5.3 Geografische hoogte	62
2.5.4 Omgeving gedurende het transport, opslag en opbouw van het verdeelsysteem	62
BIJLAGE 2.1:	
CHECKLIST VOOR SPECIFICATIES	63
Elektrisch stelsel	63
Kortsluitvermogen	63
Bescherming van personen tegen aanrakingsgevaar in overeenstemming met de IEC 60364-4-41	64

Omgevingscondities	64
Installatiemethode	65
Opstelling tijdens bedrijf	65
Toetreding en onderhoud	66
Stromen	66
HOOFDSTUK 3 CONSTRUCTIE-EISEN	69
3.1 STERKTE VAN MATERIALEN EN ONDERDELEN	71
3.1.1 Eisen in de norm	72
3.1.2 Verificatie van het ontwerp	73
3.2 OMHULLING EN BESCHERMINGSGRAAD (IP-GRAAD)	76
3.2.1 Eisen in de norm	79
3.2.2 Verificatie van het ontwerp	85
3.3 LUCHT- EN KRUIPWEGEN, ISOLATIE	89
3.3.1 Eisen in de norm	89
3.3.2 Verificatie van het ontwerp	93
3.4 BESCHERMING TEGEN ELEKTRISCH AANRAKINGSGEVAAR	96
3.4.1 Bescherming tegen elektrische schok: klasse 1 en klasse 2	97
3.4.2 Aarding en vereffening van klasse 1 verdeelsystemen	105
3.4.3 Volledig geïsoleerde verdeelsystemen (klasse 2)	108
3.4.4 Verificatie van het ontwerp	111
3.5 INBOUW VAN APPARATUUR	112
3.5.1 Algemene eisen	112
3.5.2 Inbouw van componenten	113
3.5.3 Eisen ten aanzien van toegankelijkheid en onderhoud	121
3.5.4 Verificatie van het ontwerp	122
3.6 INTERNE BEDRADING	122
3.6.1 Doorsneden	122
3.6.2 Doorlussen	126
3.6.3 Dimensionering afgaande rails/bedrading	127
3.6.4 Bedrading met fundamentele isolatie en metalen geleidende constructiedelen in schakelkasten	129
3.6.5 (Kleur)codering geleiders	130
3.6.6 Aansluitklemmen/terminals	131
3.6.7 Verificatie van het ontwerp	140
3.7 TERMINALS VOOR AANSLUITEN EXTERNE KABELS	140
3.7.1 Eisen in de norm	141
3.7.2 Verificatie van het ontwerp	142
3.8 BOUWVORMEN	142
HOOFDSTUK 4 TEMPERATUURHUISHOUDING	151
4.1 EISEN IN DE NORM	152
4.2 ACHTERGRONDEN TEMPERATUREN EN TEMPERATUURSTIJGINGEN	157
4.2.1 Eenvoudige model	157

4.2.2	Ingebouwde (schakel) componenten	161
4.2.3	Welke factoren beïnvloeden de temperatuurstijgingen	164
4.2.4	Relatie specificatie en optredende temperaturen	172
4.2.5	Case: te hoge gelijktijdigheidsfactor	176
4.3	VERIFICATIE VAN TEMPERATUURVERHOOGING	178
4.3.1	Verificatie door middel van test	179
4.3.2	Verificatie door analyse	180
4.3.3	Doorsneden interne geleiders	183
4.3.4	Uitgangspunten voor bepalen doorsneden interne bedrading	190
4.3.5	NPR-EN-IEC 60890	192
4.3.6	Kasten met actieve ventilatie	194
4.3.7	Berekening totale watt-verliezen	195
4.3.8	Case: verificatie door analyse (1)	196
4.3.9	Case: verificatie door analyse (2)	211
	HOOFDSTUK 5 GEDRAG TIJDENS KORTSLUITING	229
5.1	ACHTERGRONDEN KORTSLUITSTROMEN EN KORTSLUITVASTHEID	230
5.1.1	Kortsluitstromen	230
5.1.2	Effectieve waarden en piekwaarden	230
5.1.3	Soorten kortsluitingen	235
5.1.4	Berekening van kortsluitstromen (eerste inschatting)	237
5.2	EISEN IN DE NORM	242
5.3	RAILSYSTEMEN EN INTERNE BEDRADING	243
5.3.1	Temperatuurstijging tijdens kortsluiting	243
5.3.2	Elektromagnetische krachten tijdens kortsluiting	246
5.3.3	Railsystemen en de praktijk	249
5.4	INBOUW VAN COMPONENTEN	251
5.4.1	Case: inbouw van vermogenschakelaars	251
5.5	VERIFICATIE VAN KORTSLUITVASTHEID EN BEVEILIGING TEGEN KORTSLUITING	262
5.6	INTERNE LICHTBOOG	266
5.6.1	NPR-IEC-TR 61641	266
5.6.2	Lichtboogenergieberekening	270
	HOOFDSTUK 6 ELEKTROMAGNETISCHE COMPATIBILITEIT	273
6.1	EISEN IN DE NORM	274
6.2	VERIFICATIE VAN HET ONTWERP	277
6.3	CASE: DE NEN-EN-IEC 61439 EN EMC-RICHTLIJN	278
6.4	INHOUDELIJKE REFERENTIES MET BETREKKING TOT EMC	279
	HOOFDSTUK 7 VERIFICATIE VAN DE SAMENBOUW (EINDKEURING)	281
7.1	ALGEMEEN	282
7.2	VISUELE CONTROLE	283
7.3	SPECIFIEKE CONTROLE	287
7.3.1	Mechanische werking	287
7.3.2	Aandraaimomenten	288
7.3.3	Bedrading en juist functioneren	289
7.3.4	Technische documentatie	290
7.3.5	Lucht- en kruipwegen	291

INHOUD

7.4	SPANNINGSTEST	292
7.5	EN... MAAK EEN FOTO	293
HOOFDSTUK 8 SCHAKEL- EN VERDEELSYSTEMEN: FUNCTIONELE EISEN EN INSPECTIES		297
8.1	NORMEN: FUNCTIONELE EISEN EN INSPECTIES	299
8.1.1	NEN 1010 en NPR 5310	299
8.1.2	NEN-EN-IEC 60204	308
8.1.3	NEN 3140	309
8.1.4	NTA 8220	316
8.2	NPR 8040: THERMOGRAFIE	323
8.2.1	Algemeen	323
8.2.2	De 5 methodieken voor beoordeling	327
8.3	INSPECTIES EN VEILIGHEID	336
8.4	INHOUDELIJKE REFERENTIES M.B.T. INSPECTIES	342
BIJLAGEN		343
ANNEX A ANALYSE METHODE 5 VAN DE NPR 8040		344
A.1 INLEIDING		344
A.2 INHOUDELIJKE BEHANDELING METHODE 5		344
A.3 METHODE 5 EN DE NEN-EN-IEC 61439		347
A.4 ALTERNATIEF VOOR METHODE 5		349
REGISTER		353

INLEIDING

Voor de opbouw van dit boek staat de norm voor schakel- en verdeelsystemen, de NEN-EN-IEC 61439 centraal. Na een inleidend hoofdstuk wordt in detail bij de opbouw en de eisen van dit voorschrift stilgestaan. Afsluitend wordt in het laatste hoofdstuk aandacht besteed aan functionele eisen die aan schakel- en verdeelsystemen worden gesteld en de praktijk van inspecties.

Meer in detail is de indeling van dit boek en de globale inhoud van de verschillende hoofdstukken onderstaand weer-gegeven.

Hoofdstuk 1: Inleiding: verdelen, verdeelsystemen en normen

Schakel- en verdeelsystemen voor elektrische installaties komen we in ieder gebouw of bedrijf tegen. Zo ook bij ons thuis in de meterkast. En hetzelfde geldt in de meeste installaties ook voor besturingskasten voor machines. Aan deze producten worden eisen gesteld en minimaal moeten zowel schakel- en verdeelsystemen als besturingskasten aan de wet voldoen. En dan heb je het al snel over Europese richtlijnen.

Nu geven Europese richtlijnen algemene eisen. De Laagspanningsrichtlijn, die voor een 'gevaarlijke' spanning altijd van toepassing is, geeft de algemene eis dat apparaten die werken met een gevaarlijke spanning elektrisch veilig moeten zijn. Een logische eis, maar hoe doe je dat dan? Bij deze vraag komen normen om de hoek kijken. Want wordt voor een apparaat gebruikgemaakt van een in de richtlijn gerefereerde norm, dan mag een fabrikant er gevoeglijk van uitgaan dat aan de essentiële eis van de richtlijn voldaan wordt.

Voor schakel- en verdeelsystemen is de productnorm de NEN-EN-IEC 61439. In dit inleidende hoofdstuk wordt de relatie van de NEN-EN-IEC 61439 met de Europese richtlijnen beschreven en wordt de opzet en verschillende delen van de NEN-EN-IEC 61439 behandeld.

Hoofdstuk 2: Uitgangspunten en technische gegevens

Uitgangspunten en technische gegevens is de titel van dit hoofdstuk. Dat is tweeledig en dat is het ook in de praktijk.

De norm voor schakel- en verdeelsystemen, de NEN-EN-IEC 61439, geeft een aantal uitgangspunten waarvoor een goed begrip van belang is. Zo beschrijft het voorschrift de 'interface'. Daar wordt mee bedoeld: zie het verdeelsysteem als een *black box*. Welke spanningen en stromen 'ziet' het verdeelsysteem dan?

In de uitgangspunten van het voorschrift worden ook eisen gegeven voor de technische informatie. En dat lijkt een formaliteit... maar in werkelijkheid is het zo belangrijk. Technische informatie geeft feitelijk weer aan welke specificaties een verdeelsysteem voldoet en wat, en dat is belangrijk, de grenzen van het gebruik in de praktijk zijn. Bedenk: het kan te heet worden als het verdeelsysteem overbelast is. Maar wanneer is het dan precies overbelast? Dat is nu iets wat in de technische productinformatie hoort te staan. Op voorhand: fabrikant, zorg nu dat je dat voor elkaar hebt. Maar ook gebruiker: zorg dat je het erbij hebt en ook duidelijk hebt aangegeven wat je hebben wil.

Hoofdstuk 3: Constructie-eisen

Een voorschrift geeft eisen en een voorschrift geeft ook aan hoe je kunt aantonen dat aan de gestelde eisen is voldaan. Dit laatste heet in het voorschrift 'verificaties'.

De eisen in het voorschrift zijn opgesplitst in twee separate hoofdstukken: constructie-eisen en prestatie-eisen. Constructie-eisen hebben, zoals de benaming eigenlijk al zegt, te maken met zaken die een directe constructieve achter-

INLEIDING

grond hebben, zoals het aanhouden van een isolatie-afstand of het bereiken van een gewenste IP-graad. Maar ook: welke eisen zijn er voor interne bedrading en hoe zit het met de inbouw van componenten. Bij prestatie-eisen gaat het om spanningen en stromen en wat het gedrag daarvan is op een verdeler. Dan gaat het over temperaturen en kortsluitvastheid.

In dit hoofdstuk worden de constructie-eisen behandeld. Soms logisch, soms eenvoudig, soms aanleiding tot grote calamiteiten in de praktijk.

Hoofdstuk 4: Temperatuurhuishouding

Misschien wel één van de belangrijkste onderdelen van de NEN-EN-IEC 61439: de temperatuurhuishouding. Met een overigens eenvoudige eis: het mag niet te warm worden. En daar geeft het voorschrift maximale waarden voor.

Een eenvoudige vraag kan zijn: 'Nou, en nu wordt het te warm. Wat gebeurt er dan? Het antwoord is: 'Vandaag niets en morgen ook niet. Maar overmorgen...' Te hoge temperaturen betekent levensduurverkorting. Isolatiematerialen zullen versneld degenereren en hun isolerende eigenschap zal verminderen en uiteindelijk te kort schieten. En een interne kortsluiting in een verdeler is het laatste wat we willen.

In dit hoofdstuk wordt stilgestaan bij de temperatuurhuishouding. En dan gaat het over de kast, de componenten en de dikte van de interne bedrading.

Hoofdstuk 5: Gedrag tijdens kortsluiting

Een kortsluiting in een elektrische installatie is een calamiteit die, gelukkig, niet 'alledaags' is. Veel verdeelsystemen zien hun leven lang geen kortsluiting. Maar als er een kortsluiting optreedt in een elektrische installatie ontstaan er, kortstondig, hoge tot hele hoge stromen. En daar moet een verdeelsysteem tegen bestand zijn. Het voorschrift is eigenlijk heel praktisch: 'in geval van kortsluitstromen blijft een verdeler veilig heel'. In dit hoofdstuk wordt stilgestaan bij deze eis. En dan gaat het over het beheersen van krachten die in een railsysteem kunnen optreden en over de juiste inbouw van bijvoorbeeld een vermogenschakelaar.

Een kortsluiting kan optreden in een installatie, maar binnen een verdeelsysteem kan dat ook. Dan is er in de praktijk sprake van een interne kortsluiting die met een elektrische lichtboog gepaard gaat in het verdeelsysteem zelf. En daar gaat het voorschrift niet over. Bij grote kortsluitstromen kan het verdeelsysteem dan volledig exploderen met alle gevaren voor de directe omgeving en zich daarin bevindende personen. Er zijn andere voorschriften die hier iets over zeggen en deze worden in dit hoofdstuk ook aangehaald.

Hoofdstuk 6: Elektromagnetische compatibiliteit

Elektromagnetische compatibiliteit, ofwel afgekort EMC. Een vakgebied op zich. De NEN-EN-IEC 61439 besteedt hier aandacht aan. Dat moet ook: de norm wordt namelijk gerefereerd in de EMC-richtlijn en met het aanhouden van de eisen uit de NEN-EN-IEC 61439 wordt het zogenoemde 'vermoeden van overeenstemming' met de eisen van de EMC-richtlijn verkregen.

De norm heeft een hele praktische benadering. Deze komt erop neer dat een goed functioneren met betrekking tot EMC feitelijk bij de fabrikanten van de in te bouwen componenten wordt neergelegd. Eigenlijk hoeft alleen gekeken te worden wat een de fabrikant voorschrijft. Eenvoudig en daarmee is dit toch lastige onderwerp verreweg het kortste hoofdstuk van dit boek. Maar werkt het ook altijd in de praktijk?

Hoofdstuk 7: Verificatie van de samenbouw (eindkeuring)

Formeel heeft de norm het over 'verificatie van de samenbouw'. Vrij vertaald wordt hiermee in de praktijk de eindkeuring van een paneel bedoeld. Deze term zal voor paneelbouwers een bekende zijn. Veelal is er iemand apart aangesteld als eindkeurder.

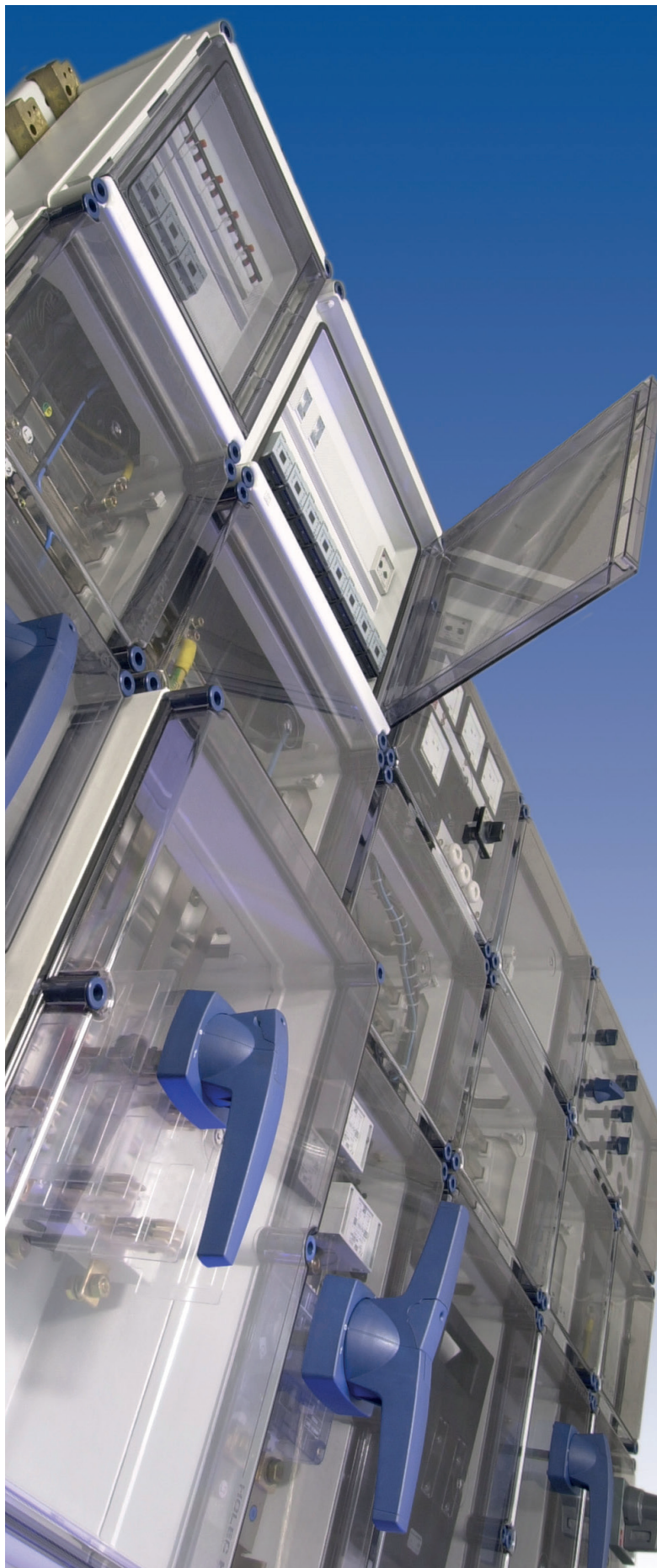
Het doel is dat de eindkeurder controleert of er tijdens de bouw van een paneel geen fouten zijn gemaakt. In organisaties wordt wel eens vertaald als 'het controleren van de monteurs'. Een veel betere verwoording is 'het controleren of het paneel dat uitgeleverd wordt veilig is en aan de eisen voldoet'. In deze context kun je de vraag stellen: 'zo'n eindkeurder, heeft 'ie nu een dankbare of een ondankbare taak?'

Hoofdstuk 8: Schakel- en verdeelsystemen: functionele eisen en inspecties

Paneelbouwers lopen in toenemende mate tegen projecten met onvolledige specificaties aan. Zo wordt in een PV-project gevraagd om een kast met schakelbare stroken met mespatronen, maar of er nu wel of niet een hoofdschakelaar in de kast zit wordt buiten beschouwing gelaten. Of de vaak terugkerende vraag: moet er nu wel of niet een 30 mA-aardlekschakelaar in de kast aanwezig zijn? Feitelijk functionele eisen waarvoor de installatienormen, zoals de NEN 1010 feitelijk de aanwijzingen geven.

Een ander aandachtspunt is inspecties. Bij een inspectie wordt er een specifieke afwijking in een verdeelsysteem of besturingskast aangetroffen. Terecht of onterecht, dat is niet altijd discussieloos.

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste functionele eisen en de verschillende inspecties inhoudelijk behandeld.



HOOFDSTUK 1

INLEIDING: VERDELEN, VERDEELSYSTEMEN EN NORMEN

VOOR SCHAKEL- EN VERDEELSYSTEMEN IS DE PRODUCTNORM DE NEN-EN-IEC 61439. IN DIT INLEIDENDE HOOFDSTUK WORDT DE RELATIE VAN DE NEN-EN-IEC 61439 MET DE EUROPESE RICHTLIJNEN BESCHREVEN EN WORDEN DE OPZET EN VERSCHILLENDE DELEN VAN DE NEN-EN-IEC 61439 BEHANDELD.

INLEIDING: VERDELEN, VERDEELSYSTEMEN EN NORMEN

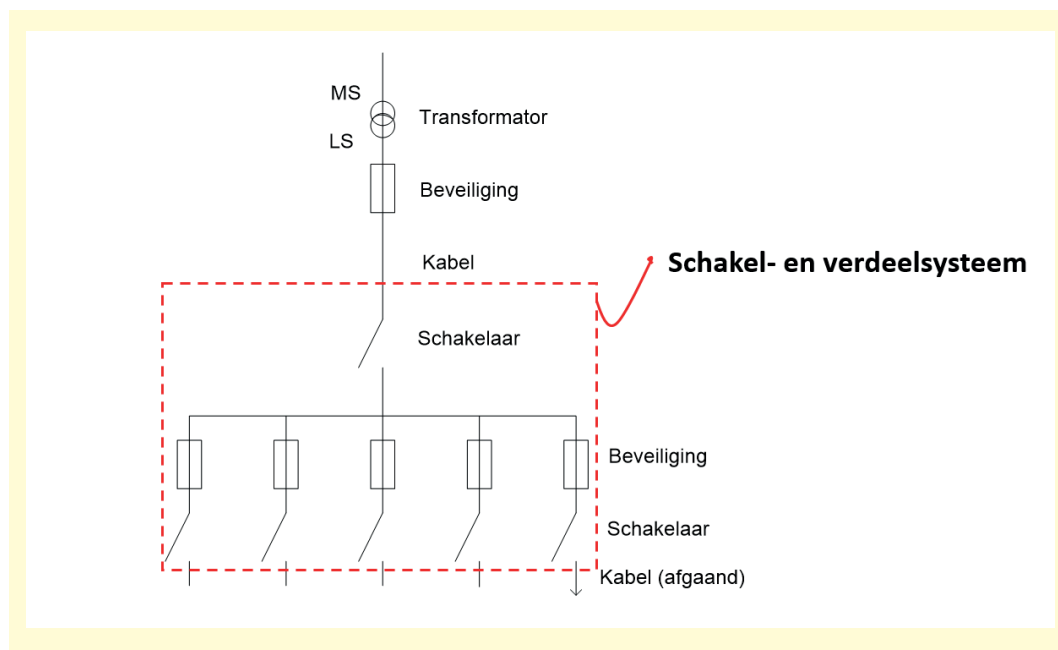
Schakel- en verdeelsystemen voor elektrische installaties komen we in ieder gebouw of bedrijf tegen. Zo ook bij ons thuis in de meterkast. En hetzelfde geldt in de meeste installaties ook voor besturingskasten voor machines. Aan deze producten worden eisen gesteld en in alle gevallen moeten zowel schakel- en verdeelsystemen als besturingskasten aan de wet voldoen. En dan heb je het al snel over Europese richtlijnen.

Nu geven Europese richtlijnen algemene eisen. De Laagspanningsrichtlijn, die voor een 'gevaarlijke' spanning altijd van toepassing is, geeft de algemene eis dat apparaten die werken met een gevaarlijke spanning elektrisch veilig moeten zijn. Een logische eis, maar hoe doe je dat dan? Bij deze vraag komen normen om de hoek kijken. Want wordt voor een apparaat gebruik gemaakt van een in de richtlijn gerefereerde norm, dan mag een fabrikant er gevoeglijk van uitgaan dat aan de essentiële eis van de richtlijn voldaan wordt.

Voor schakel- en verdeelsystemen is de productnorm de NEN-EN-IEC 61439. In dit inleidende hoofdstuk wordt de relatie van de NEN-EN-IEC 61439 met de Europese Richtlijnen beschreven en wordt de opzet en verschillende delen van de NEN-EN-IEC 61439 behandeld.

1.1 VERDELEN EN VERDEELSYSTEMEN

Een laagspanningsinstallatie is opgebouwd uit transformatoren (omzetting middenspanning naar laagspanning), kabels of leidingen en componenten voor schakelen, beveiligen, meten en regelen. In grotere utiliteitinstallaties zoals kantoorcomplexen, ziekenhuizen en industriële installaties, is de gehele installatie inclusief transformator aanwezig. Voor kleine installaties als woonhuizen en winkels zou dit wat te ver gaan: de transformator voedt in dit geval meerdere eindverbruikers tegelijkertijd. Het algemene schema van deze verdeling is in afbeelding 1.1 weergegeven.

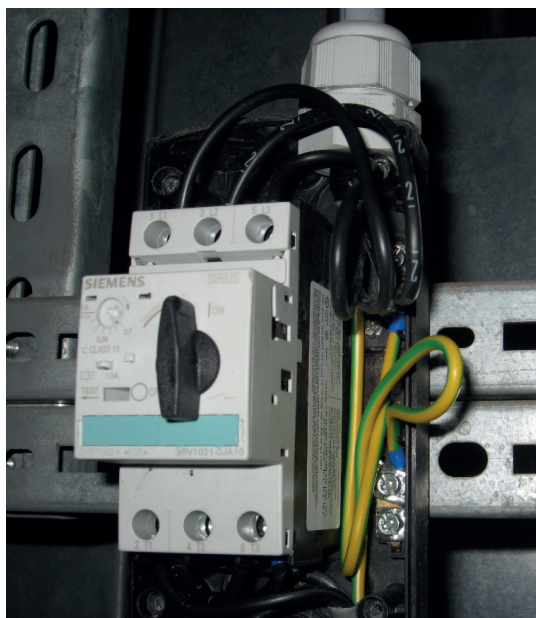


Afbeelding 1.1: Algemeen grondschemadiagram laagspanningsinstallatie.

Een overeenkomst tussen kleine en grote installaties is dat er in alle gevallen één of meerdere verdeelsystemen aanwezig zijn. Een verdeelsysteem kan in deze context het best omschreven worden als de omhulling of kast waar de invoerende kabel wordt opgesplitst in meerdere uitgaande kabels (groepen of velden), voorzien van schakel- en beveiligingscomponenten en, indien aan de orde, componenten voor meten, signaleren en regelen. Wat formeler is de definitie volgens de norm voor schakel- en verdeelsystemen, de EN-IEC 61439: 'een verdeelsysteem is een samenstel van één of meer laagspanningschakeltoestellen, met de daarbij behorende stuur-, meet-, beveiligings-, signalerings- en regelcomponenten, volledig met alle inwendige elektrische en mechanische verbindingen en constructiedelen samen gebouwd.'

Als deze definitie goed gelezen wordt betekent dit dus ook dat een enkele schakelaar in een klein kastje, bijvoorbeeld een werkschakelaar voor een machine, feitelijk ook een schakel- en verdeelsysteem is. Dat lijkt wat overdreven, maar als alle eisen uit het voorschrift op een rij gezet worden gelden ze ook allemaal voor dit eenvoudige kastje met één schakelaar.

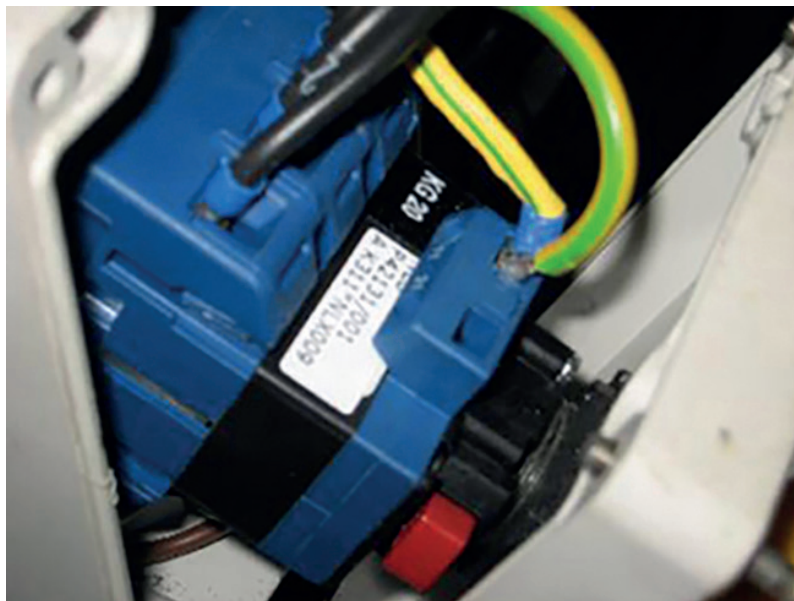
In afbeelding 1.2 is een dergelijke situatie te zien.



Afbeelding 1.2: Enkele motorbeveiligingsschakelaar in (geopend) kastje.

Als de foto in afbeelding 1.2 goed bekeken wordt valt het op dat er een onderdeel ontbreekt: het doorkoppelstripje tussen de PE-aansluitklem rechtsonder en de PE-aansluitklem rechtsboven. Met andere woorden: de PE is onderbroken. Het is een essentiële eis in de EN-IEC 61439 dat de continuïteit van de PE in alle gevallen gewaarborgd is en dit na iedere samenbouw gecontroleerd wordt. Tja, in dit geval is het laatste in ieder geval niet gebeurd.

Nog een voorbeeld van een werkschakelaar is in afbeelding 1.3 gegeven.



Afbeelding 1.3: Aansluiting bedrading op werkschakelaar.

De twee PE-draden, die een verschillende doorsnede hebben, zijn onder één klem gemonteerd. Eén van de draden kon met speels gemak uit de klem getrokken worden. Het is een essentiële eis in de EN-IEC 61439 dat de verbinding correct is. Er wordt in het voorschrift letterlijk verwoord: *‘een aansluitklem is in principe bedoeld voor het aansluiten van één draad. Het aansluiten van meer dan één draad is dan slechts toegestaan als de klem daar ook voor ontworpen is.’* In de praktijk komt het veel voor dat er wel twee draden in één klem kunnen, maar die draden moeten dan wel dezelfde doorsnede hebben. Twee draden van ongelijke doorsnede is nagenoeg altijd fout, zo ook de aansluiting in afbeelding 1.3.

Samengevat kan de grootte van een verdeelsysteem dus erg variëren. In een woonhuis is een klein kastje voldoende, in de industrie neemt men pas met een tiental meters verdeelsysteem genoegen. Ook voor besturingskasten varieert de grootte van één enkele motorsturing tot complexe besturingskasten voor bijvoorbeeld een productielijn.

Praktisch gezien is er een aantal verdelers te onderscheiden:

- Hoofdverdeler: schakel- en verdeelinrichting direct gevoed door één of meer transformatoren of eventueel generatoren, met afgaande velden naar onderverdelers of grote motoren/gebruikers. Afbeelding 1.4 geeft een voorbeeld;
- Onderverdeler: schakel- en verdeelinrichting gevoed door één of meer afgaande velden van een hoofdverdeler of een andere onderverdeler, hoofdzakelijk bedoeld voor afgaande groepen/velden ten behoeve van elektrische (eind) belastingen. Afbeelding 1.5 geeft een voorbeeld;
- Besturingskasten: verdeelinrichtingen die bedoeld zijn voor de voeding en besturing van een elektrische machine. Afbeelding 1.6 geeft een voorbeeld.



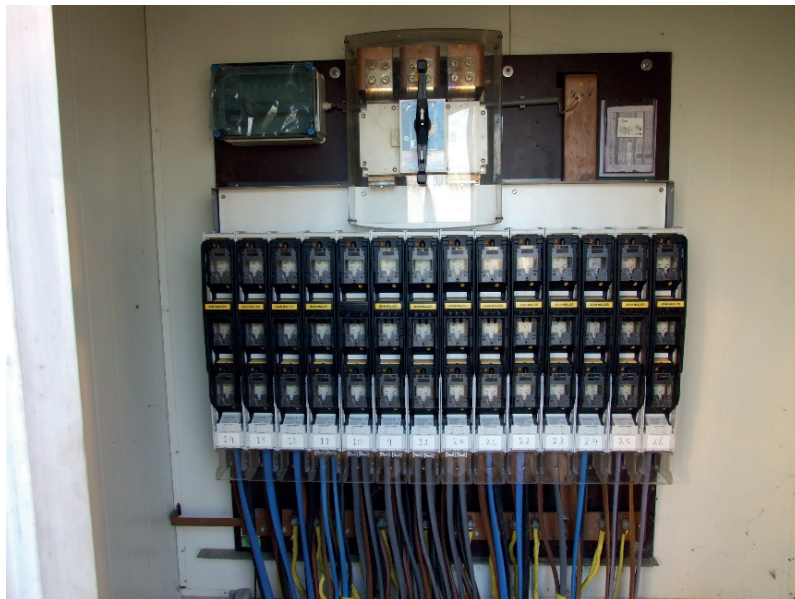
Afbeelding 1.6: Besturingskast. Bron: Rittal.

Voor onderverdelers worden in de praktijk vaak verschillende termen gehanteerd:

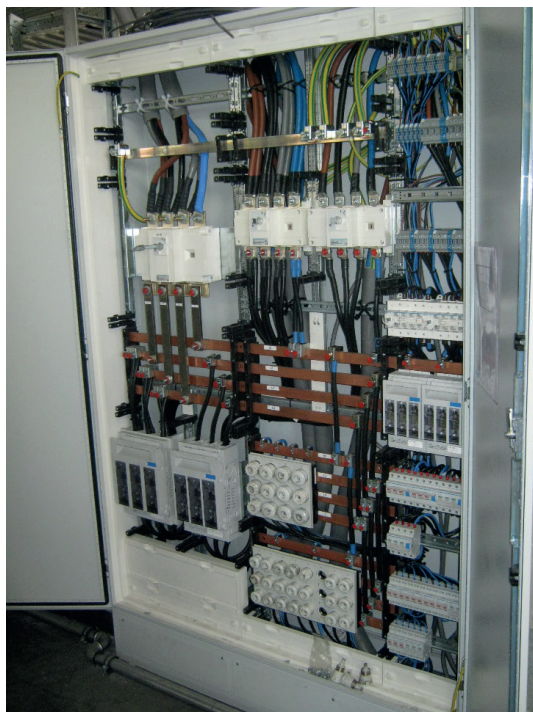
- motor control center: afgaande velden voeden hoofdzakelijk motoren. Toepassing met name industrieel;
- krachtverdeler: afgaande velden of groepen (driefasen + nul) voeden zwaardere apparatuur, bijvoorbeeld koelcellen, draaibanken, ovens, transportbanden, lasapparaten enz., al dan niet via een (driefasen + nul) stopcontact;
- lichtverdeler: afgaande velden of groepen (éénfase + nul) voeden verlichtingsinstallaties of stopcontacten voor algemeen (enkelfasig) gebruik.

De fysieke uitvoeringsvormen kunnen sterk verschillen:

- open rek;
- afgeschermd front (zie afbeelding 1.7);
- gesloten kast, ongecompartimenteerd (zie afbeelding 1.8);
- gesloten kast, gecompartmenteerd;
- lessenaartype;
- kastenbatterij (zie afbeelding 1.9);
- railkokersysteem (zie afbeelding 1.10).



Afbeelding 1.7: Afgeschermd front.



Afbeelding 1.8: Gesloten kast, ongecompartimenteerd (afdekplaten zijn verwijderd op de foto).

24 - Panelenbouw is een vak apart

1.2 NORMEN EN HUN SPEELVELDEN

Het toepassen van normen is wettelijk niet verplicht. Maar normen zijn een belangrijke bron om aan wettelijke verplichtingen te voldoen. In Europa kennen we Europese richtlijnen en die zijn wel wettelijk verplicht. Binnen Europa moeten Europese richtlijnen in de wetgeving van de individuele lidstaten zijn opgenomen. De relatie tussen normen en richtlijnen wordt in de volgende paragraaf uiteengezet. Daarna wordt de samenhang tussen normen en de opbouw van de EN-IEC 61439 nader toegelicht.

1.2.1 EUROPESE RICHTLIJNEN

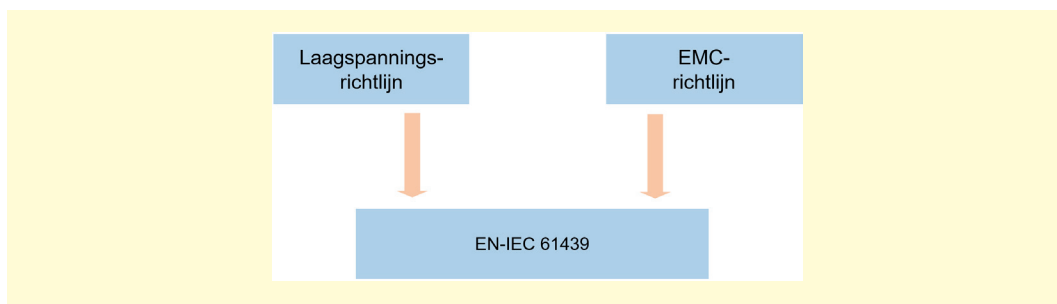
Europese richtlijnen geven essentiële eisen en zijn wettelijk verplicht: een Europese richtlijn moet zijn opgenomen in de wet- en regelgeving van de individuele lidstaten.

Voorbeelden van Europese richtlijnen zijn:

- de Laagspanningsrichtlijn;
- de Machinerichtlijn;
- de EMC-richtlijn;
- de ATEX-richtlijn.

Als aangegeven geven de Europese richtlijnen essentiële eisen. Als je de eisen voor de Laagspanningsrichtlijn weergeeft komt het er in essentie op neer dat een elektrisch product elektrisch veilig moet zijn. Dat is geen onlogische eis, maar de vraag dringt zich wel op 'hoe je daar dan voor zorgt'. En juist bij de realisatie komen normen om de hoek kijken. Europese richtlijnen verwijzen in een bijlage naar geharmoniseerde Europese normen. Het toepassen van een dergelijke geharmoniseerde norm is niet verplicht, echter indien een product is ontworpen en gebouwd conform een geharmoniseerde norm is er sprake van het zogenoemde 'vermoeden van overeenstemming met de essentiële eisen van de Europese richtlijn'. In normen is namelijk de consensus vastgelegd van wat volgens de huidige inzichten veilig gevonden wordt. Het 'vermoeden van overeenstemming met de essentiële eisen van de Europese richtlijn' is ook zeker wat waard. Het betekent dat in een mogelijk conflict of een product wel of niet aan de Europese richtlijn voldoet, de bewijslast bij 'de klager' komt te liggen. De fabrikant heeft met het volgen van de norm immers het genoemde vermoeden van overeenstemming. Dit wordt ook wel 'de omgekeerde bewijslast' genoemd. Maar, normen zijn niet verplicht en een fabrikant mag ook zelf bepalen hoe het product veilig is en aan de Europese richtlijn voldoet. In dat geval vervalt de omgekeerde bewijslast.

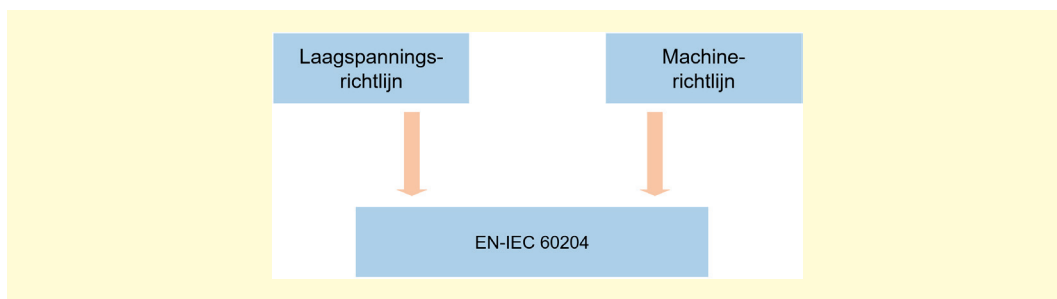
Voor schakel- en verdeelsystemen is de geharmoniseerde norm de EN-IEC 61439-serie. Aan deze norm wordt zowel in de Laagspanningsrichtlijn als in de EMC-richtlijn gerefereerd (zie afbeelding 1.11). Een verdeelsysteem dat voldoet aan de EN-IEC 61439 geeft dus het vermoeden van overeenstemming met de Laagspanningsrichtlijn en de EMC-richtlijn.



Afbeelding 1.11: Laagspanningsrichtlijn en EMC-richtlijn refereren aan de EN-IEC 61439.

Samengevat kan gesteld worden dat verdeelsystemen zoals toegepast in elektrische installaties bij voorkeur dienen te voldoen aan de EN-IEC 61439, in het bijzonder aan één van de specifieke productdelen 2 t/m 7.

Voor besturingskasten van machines ligt dit verhaal wat anders. Machines moeten voldoen aan de Europese Machine-richtlijn. Voor de elektrische uitrusting is de EN-IEC 60204 de gerefereerde norm (zie afbeelding 1.12). Deze norm geeft niet alleen vermoeden van overeenstemming met de Machinerichtlijn, maar automatisch ook met de Laagspannings-richtlijn.



Afbeelding 1.12: Laagspanningsrichtlijn en Machinerichtlijn refereren aan de EN-IEC 60204.

Hieruit kan de perceptie ontstaan dat bij een besturingskast van een machine de EN-IEC 61439 niet van belang is. Formeel mag dat waar zijn, echter ook hier de vraag 'hoe je dan voor een veilige samenbouw van een besturingskast zorgt'. De EN-IEC 60204 geeft immers geen specifieke aanwijzingen voor samenbouw. De EN-IEC 60204 noemt de EN-IEC 61439 wel, namelijk in hoofdstuk 4.2.2:

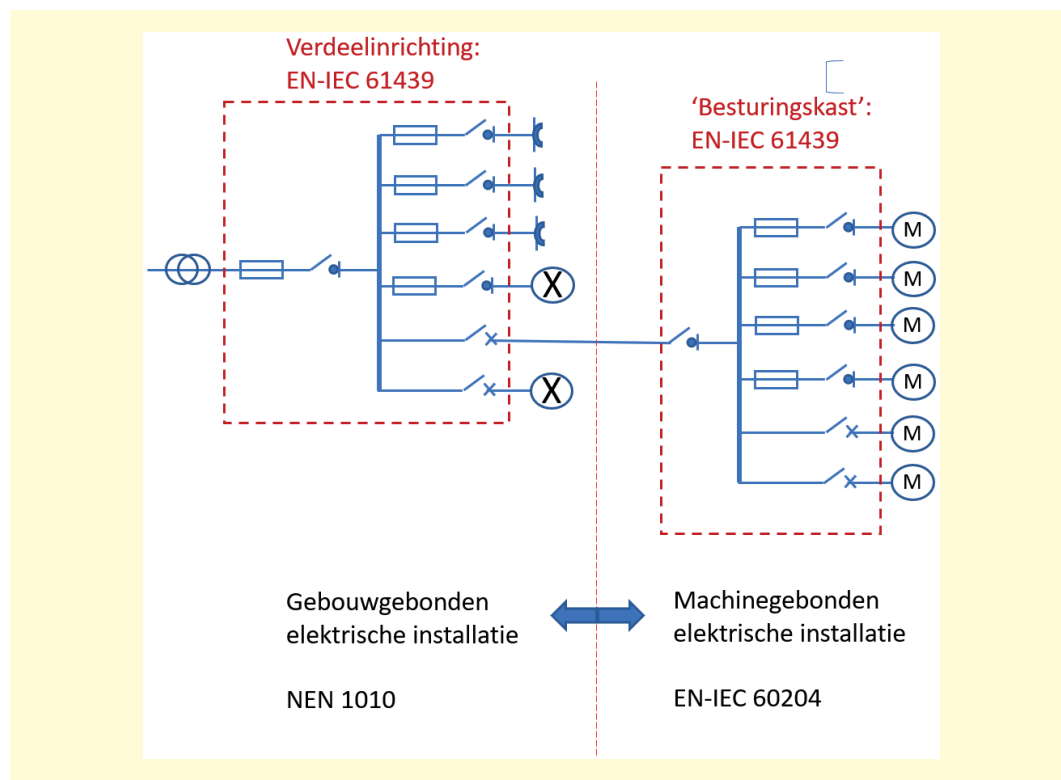
4.2.2 Switchgear

In addition to the requirements of IEC 60204-1, depending upon the machine, its intended use and its electrical equipment, the designer may select parts of the electrical equipment of the machine that are in compliance with relevant parts of the IEC 61439 series (see also Annex F).

In de norm staat het woord 'may'. Dit betekent in het Engels dat je de EN-IEC 61439 mag gebruiken, echter de doorverwijzing geeft vrijblijvendheid. Er staat niet 'moet'.

De EN-IEC 61439 noemt op haar beurt ook de EN-IEC 60204. In de beschrijving van het toepassingsgebied stelt de norm:

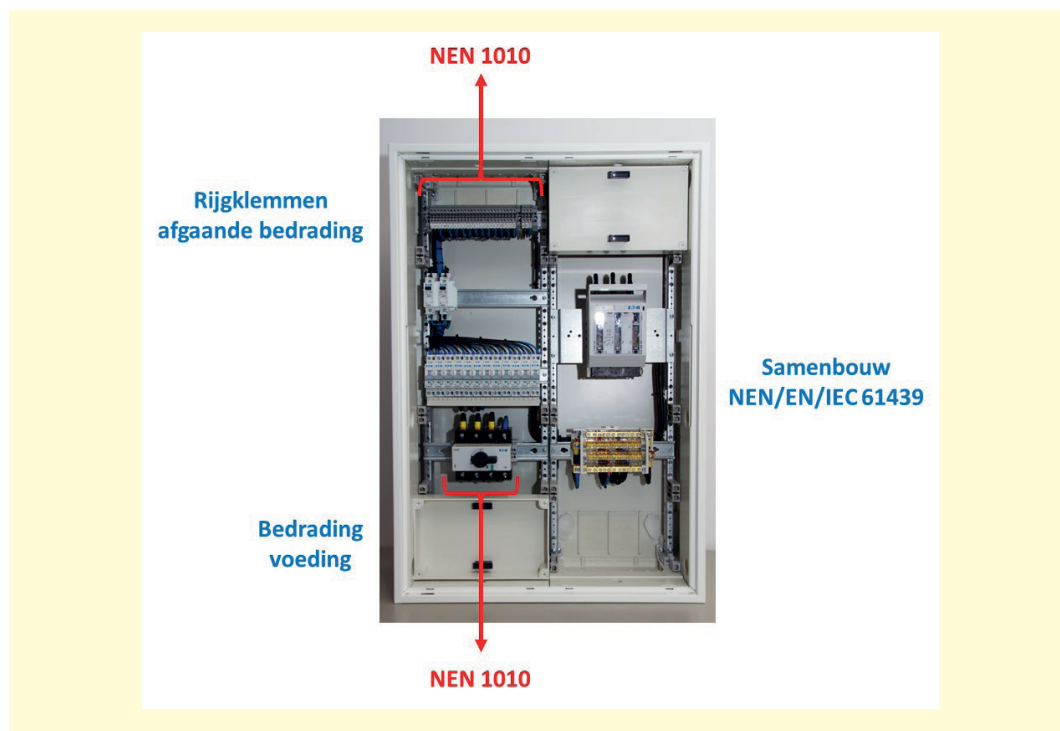
EN-IEC 60204 en de EN-IEC 61439 voor. Vaak is het in de praktijk onduidelijk waar bijvoorbeeld de grens tussen vaste gebouwgebonden installatie (NEN 1010) en elektrische uitrusting van een machine (EN-IEC 60204) ligt. Afbeelding 1.14 geeft dit schematisch weer.



Afbeelding 1.14: Werkgebied NEN 1010, EN-IEC 60204 en EN-IEC 61439.

INLEIDING: VERDELEN, VERDEELSYSTEMEN EN NORMEN

Specifiek geldt voor een schakelkast in een NEN 1010-installatie dat 'in de kast' – dat wil zeggen alles tussen de aansluitklemmen van de voedingskabel en de aansluitklemmen van de afgaande bekabeling – de EN-IEC 61439 van toepassing is. Afbeelding 1.15 verduidelijkt dit.

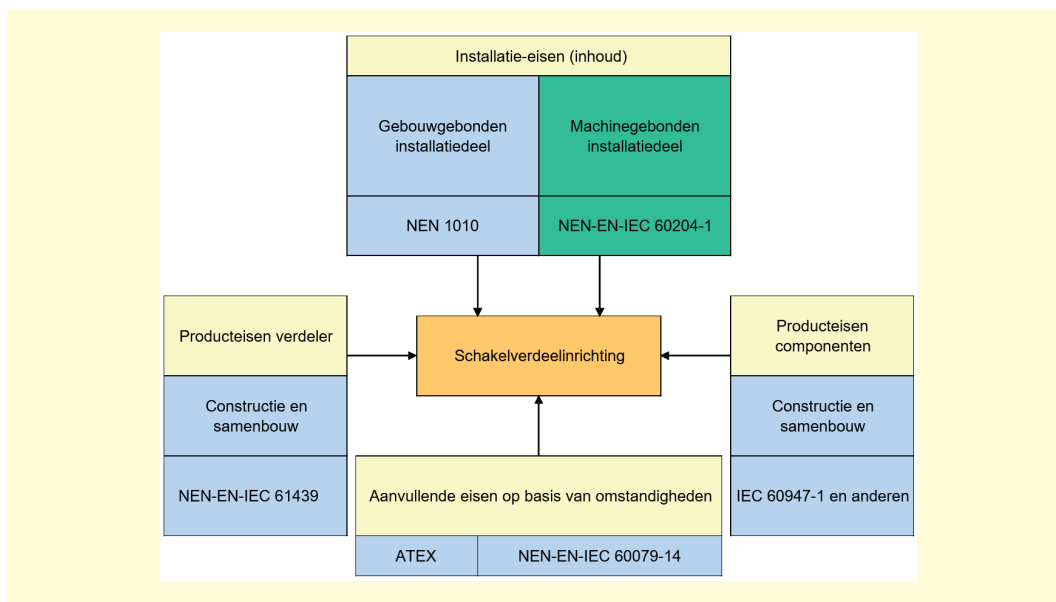


Afbeelding 1.15: Bij inkomende en afgaande kabels is de NEN 1010 van toepassing, 'in de kast' de EN-IEC 61439.

Een voorbeeld van verschillen in eisen is bijvoorbeeld de codering van kabel en geleiders. De NEN 1010 schrijft een strikte kleurcodering voor. Zo is de aarde over de gehele lengte groen/geel, de nul blauw en in geval van de driefasen moeten de kleuren bruin/zwart/grijs gebruikt worden. In de kast geldt echter de kleurcodering van de EN-IEC 61439. En deze is veel minder stringent. Indien er bijvoorbeeld een aarddraad gemonteerd wordt en het begin en het eind van de draad is eenduidig te zien, dan is bijvoorbeeld codering van één van de aansluitpunten al voldoende. Een groen-gele draad is geen dwingende eis (opmerking: maar is in de praktijk wel verstandig). Ook het kleurcoderen van de uiteinden van de bedrading is in de EN-IEC 61439 toegestaan en de driefasendraden mogen allemaal zwart zijn.

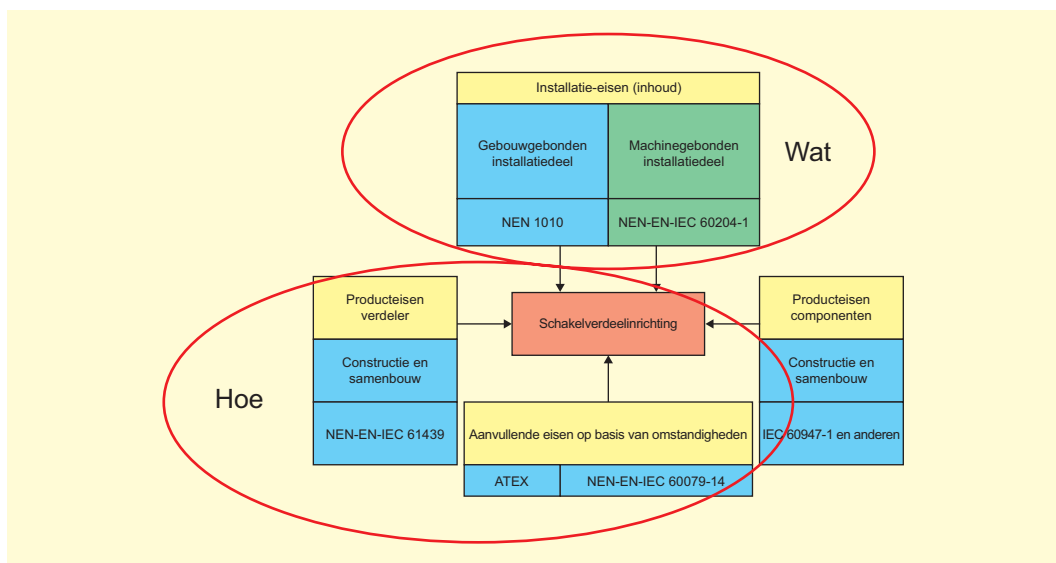
In verdeelsystemen en besturingskasten zitten componenten. Deze componenten dienen op hun beurt weer te voldoen aan hun geharmoniseerde productnormen, bijvoorbeeld voor industrieel schakelmateriaal de EN-IEC 60947-serie (lastscheiders, patroon-lastscheiders, vermogenschakelaars, magneetschakelaars/relais). En soms is er sprake van bijzondere omgevingsomstandigheden, bijvoorbeeld explosiegevaar. Ook hier zijn aparte normen voor beschikbaar: namelijk de EN-IEC 60079-serie.

Al met al heb je in een elektrische installatie dus te maken met een veelheid aan normen, die in hun onderlinge samenhang moeten worden gezien. Afbeelding 1.16 geeft dit nogmaals weer.



Afbeelding 1.16: Normen rond schakel- en verdeelinrichtingen.

Feitelijk stellen de installatienormen zoals de NEN 1010 en de EN-IEC 60204 aan welke eisen een elektrische installatie moet voldoen: het 'WAT'. Indien we het hebben over verdeelsystemen of besturingskasten dan stelt de EN-IEC 61439 niets over 'WAT' er in een kast moet zitten, maar geeft eisen 'HOE' een kast moet zijn samengebouwd (zie afbeelding 1.17). Eenvoudig gezegd: de NEN 1010 vereist dat er een 30 mA-aardlekbeveiliging moet worden toegepast, de EN-IEC 61439 geeft aan hoe je zo'n component in een kastje moet inbouwen.

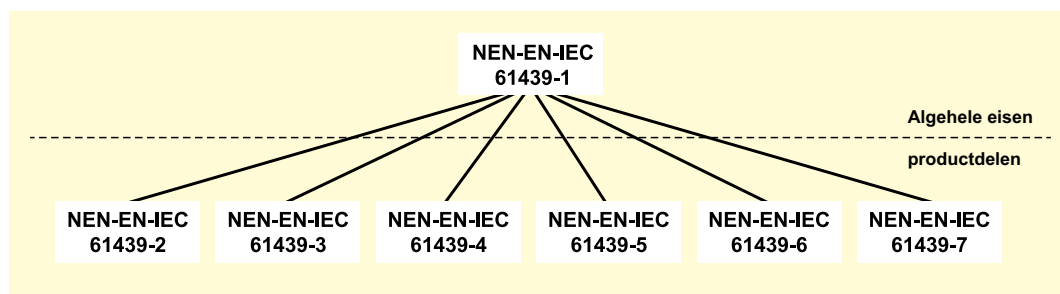


Afbeelding 1.17: Normen rond schakel- en verdeelinrichtingen: het WAT en het HOE.

ligings-, signalerings- en regelcomponenten, volledig met alle inwendige elektrische en mechanische verbindingen en constructiedelen samengebouwd.

De EN-IEC 61439 kent in totaal 7 delen (zie afbeelding 1.19):

- 1 EN-IEC 61439-1: Laagspanningsschakel- en verdeelsystemen – deel 1: Algemene eisen (General rules);
- 2 EN-IEC 61439-2: Laagspanningsschakel- en verdeelsystemen – deel 2: Vermogensschakel- en verdeelinrichtingen ofwel schakel- en verdeelsystemen voor algemeen gebruik door geïnstrueerde personen (Power switchgear and controlgear assemblies).
- 3 EN-IEC 61439-3: Laagspanningsschakel- en verdeelinrichtingen, voor gebruik in ruimtes toegankelijk voor ondeskundig personeel – Verdeelborden (Distribution boards);
- 4 EN-IEC 61439-4: Laagspanningsschakel- en verdeelinrichtingen, voor gebruik op bouwplaatsen - bouwkasten (Assemblies for construction sites);
- 5 EN-IEC 61439-5: Laagspanningsschakel- en verdeelinrichtingen in openbare netwerken (Assemblies for power distribution in public networks);
- 6 EN-IEC 61439-6: Railkokersystemen (busbar trunking systems);
- 7 EN-IEC/TR 61439-7: Schakel- en verdeelsystemen voor gebruik op campings, jachthavens, marktplaatsen en dergelijke (ook laadstations elektrische auto's). Dit is op het moment van schrijven van dit boek nog een zogenaamd 'technisch rapport'. In de nabije toekomst wordt dit een volwaardig normdeel.



Afbeelding 1.19: Opbouw van de EN-IEC 61439-serie.

Voor het gebruik van de EN-IEC 61439-serie is het goed om te weten dat de algemene eisen in deel 1 zijn opgenomen. De EN-IEC 61439-1 geeft in het toepassingsgebied aan:

Dit deel van de reeks IEC 61439 geeft de definities alsmede de bedrijfsomstandigheden, constructie-eisen, technische eigenschappen en verificatie-eisen voor laagspanningsschakel- en verdeelinrichtingen.

Deze norm kan niet op zichzelf staand worden toegepast om een SCHAKELINRICHTING te specificeren of om te worden toegepast om conformiteit vast te stellen. Verdeelsystemen moeten voldoen aan het desbetreffende deel van de reeks IEC 61439, vanaf deel 2.

Een verdeelsysteem kan dus alleen voldoen aan één van de productdelen 2 t/m 7 en een productdeel moet dus altijd in combinatie met deel 1 gelezen worden.

De EN-IEC 61439-2, het meest belangrijke deel, beschrijft (in combinatie met EN-IEC 61439-1) de eisen voor installaties, geschikt voor bediening van elektrotechnisch geschoold personeel ('skilled persons'). Deze beschrijving is niet direct af te leiden uit de, wat wonderlijke, titel 'Vermogensschakel- en verdeelinrichtingen'. Het wordt pas duidelijk als de definitie van vermogensschakel- en verdeelinrichting nader gelezen wordt:

Vermogensschakel- en verdeelinrichting

Schakel- en verdeelinrichting voor laagspanning voor de verdeling en besturing van energie voor alle soorten belastingen, die is bestemd voor industriële, commerciële en vergelijkbare toepassingen en die niet is bedoeld om door leken te worden bediend.

Indien er sprake is van 'leken' is de EN-IEC 61439-3 van kracht. Deze bevat eisen waaraan installaties moeten voldoen geschikt voor (elektrotechnisch) ongeschoold personeel ('unskilled persons'). Deel 3 is met name bedoeld voor huisinstallaties, echter voor installaties voor bijvoorbeeld kantoren wordt deel 3 ook wel aangehouden, hoewel dit niet verplicht is (er hoort in kantoren van enige omvang een aanwijlsbeleid met geïnstrueerde personen te zijn conform de EN 50110-1/NEN 3140).

1.3.2 INHOUDSOPGAVE VAN DE NORM EN-IEC 61439-1

De NEN-EN-IEC 61439 heeft in het totaal 11 hoofdstukken. De indeling van deze hoofdstukken is:

1 Onderwerp en toepassingsgebied**2 Normenverwijzing****3 Definities**

- 3.1 Algemeen
- 3.2 Constructieve delen van verdeelsystemen
- 3.3 Externe ontwerp van verdeelsystemen
- 3.4 Constructieve delen van verdeelsystemen
- 3.5 Voorwaarde voor installatie van verdeelsystemen
- 3.6 Isolatiekarakteristieken
- 3.7 Beveiligingsmaatregelen voor elektrische schok
- 3.8 Karakteristieken (spanningen en stromen)
- 3.9 Verificaties
- 3.10 Fabrikanten en gebruikers

4 Symbolen en afkortingen**5 Karakteristieken (interface)**

- 5.1 Algemeen
- 5.2 Spanningen
 - 5.2.1 Nominale spanning U_n (van het verdeelsysteem)
 - 5.2.2 Nominale bedrijfsspanning U_e (van een circuit)
 - 5.2.3 Nominale isolatiespanning U_i
 - 5.2.4 Nominale impulsspanning U_{imp}
- 5.3 Stromen
 - 5.3.1 De nominale stroom I_{nA} (van het verdeelsysteem)
 - 5.3.2 De nominale stroom I_{nc} (van een circuit)
 - 5.3.3 De nominale waarde van de gelijktijdigheidfactor
 - 5.3.4 De nominale piekstroom I_{pk}
 - 5.3.5 De nominale korte duurstroom I_{cw}
 - 5.3.6 De nominale beheerste kortsluitstroom I_{cc}
- 5.4 De nominale frequentie
- 5.5 Overige karakteristieken

34 - Panelenbouw is een vak apart