

# **Sleutelboek Netwerktechniek**

**Marc Goris**

De afbeeldingen in dit boek werden ofwel zelf aangemaakt ofwel ontleend van rechtenvrije bronnen. Van sommige afbeeldingen kon de oorspronkelijke bron niet achterhaald worden. Mogelijke rechthebbenden kunnen zich tot de auteur wenden via de website [www.sleutelboek.eu](http://www.sleutelboek.eu).

© Marc Goris 2023

Uitgegeven door de auteur in eigen beheer.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt, op welke wijze ook, zonder de uitdrukkelijke voorafgaande en schriftelijke toestemming van de auteur. Informatie over kopieerrechten en de wetgeving met betrekking tot de reproductie vindt u op [www.reprobel.be](http://www.reprobel.be).

All rights reserved. No part of this book may be reproduced, stored or made public by any means whatsoever, whether electronic or mechanical, without prior permission in writing by the author.

ISBN 978 94 6485 662 0

NUR 120

## Voorwoord

Dit cursusboek werd ontwikkeld voor gebruik in de studierichting Datacommunicatie en Netwerkinstallaties in alle schoolnetten van het Vlaamse secundair onderwijs. Toch vindt dit boek een veel ruimere verspreiding: het sluit immers ook perfect aan bij het programma van bepaalde opleidingsonderdelen in sommige opleidingen het volwassenenonderwijs. Ook in Nederland vindt dit boek zijn weg in het MBO-onderwijs. Dit boek behandelt de technische aspecten van computernetwerken. Alles werd in een zo eenvoudig mogelijke taal geschreven en vaktermen worden uitvoerig verklaard.

Dit boek is ook in zwartafdruk verkrijgbaar. Het staat niet op zichzelf. Toepassingen, bijkomende informatie, actuele ontwikkelingen, multimediatekstbestanden en oefeningen zijn terug te vinden op de website die bij dit boek hoort: [www.sleutelboek.eu](http://www.sleutelboek.eu). Het is belangrijk te weten dat het boek niet volledig is zonder de website, en de website niet volledig zonder het boek. Beide vullen elkaar dus aan.

Dit boek heet niet zomaar "Sleutelboek". Die naam betekent echt wel iets. Enerzijds vormt dit boek voor studenten en hobbyisten de sleutel tot meer inzicht in de opbouw van computernetwerken. Ze veronderstelt geen voorkennis – dit in tegenstelling tot veel gespecialiseerde werken. Dat betekent ook dat nergens in het boek onnodig gedetailleerd op theoretische details wordt ingegaan.

In zijn tweede betekenis verwijst het begrip "Sleutelboek" naar praktijkwerk. Er is uitgebreide aandacht voor praktijkoefeningen waarbij er daadwerkelijk gesleuteld zal worden aan computernetwerken. Die praktijkopdrachten worden omschreven in de gratis downloadbare werkbladen bij dit Sleutelboek.

Dit boek bespreekt geen specifieke software, maar uiteraard wordt er wel regelmatig naar verwezen. Wanneer dat gebeurt legt het boek geen keuze op: netwerkbesturingssystemen of andere software worden enkel in algemene termen besproken. Ook de configuratie van netwerkapparatuur is erg afhankelijk van het merk en type van de apparatuur en wordt dus niet als stap-voor-stap gids opgenomen. Wel vind je op de website links naar webpagina's waar je die informatie snel kan vinden.

Behalve dit boek bestaan ook de Sleutelboeken Computerhardware en Computernetwerken, die al aan hun derde editie toe zijn. Deze Sleutelboeken sluiten aan bij de studierichtingen Applicatie- en Databeheer en Informatica- en Communicatiewetenschappen. Meer informatie over deze Sleutelboeken vind je eveneens terug op [www.sleutelboek.eu](http://www.sleutelboek.eu).

Marc Goris



# Inhoudstafel

<b>1. Inleiding.....</b>	<b>7</b>
1.1 Over eentjes en nulletjes .....	8
1.2 Onder stroom .....	11
1.3 Safety first .....	13
1.4 De gouden acht .....	15
<b>2. Twisted pair bekabeling .....</b>	<b>17</b>
2.1 Eigenschappen van twisted pair bekabeling .....	18
2.2 Monteren van een RJ-45 stekker.....	20
2.3 Monteren van bekabeling in een patch-paneel.....	26
2.4 Een wandcontactdoos aansluiten .....	31
<b>3. De switch .....</b>	<b>33</b>
3.1 Kenmerken van de switch .....	34
3.2 Configuratie van een switch.....	36
3.3 Montage van een switch in een rack.....	40
<b>4. Draadloze netwerken .....</b>	<b>41</b>
4.1 WiFi.....	42
4.2 Beveiliging van draadloze netwerken.....	44
4.3 Een draadloos access point installeren .....	46
4.4 Alternatieve draadloze technieken .....	51
<b>5. Je eigen computer .....</b>	<b>53</b>
5.1 Samenstellen van een computer .....	54
5.1.1 Veiligheidsaspecten bij PC-montage.....	54
5.1.2 Opbouw van het moederbord .....	55
5.1.3 Opslageenheden inbouwen.....	60
5.1.4 Uitbreidingskaarten inbouwen .....	61
5.1.5 Voeding inbouwen.....	62
5.2 Installatie van een besturingssysteem .....	65
5.3 De configuratie van een computer.....	67
5.4 Installatie van toepassingsprogramma's .....	68
<b>6 Servers.....</b>	<b>69</b>
6.1 Functies van een server .....	70
6.2 Serverhardware .....	73

<b>7</b>	<b>De router .....</b>	<b>77</b>
7.1	Functie van een router .....	78
7.2	Een router configureren .....	80
<b>8</b>	<b>Nog meer stroom .....</b>	<b>81</b>
8.1	Beveiliging tegen kortsluiting en piekstroom .....	82
8.2	Noodstroomvoorzieningen .....	85
8.3	Elektriciteit wordt slim .....	87
<b>9</b>	<b>Nog meer kabels .....</b>	<b>89</b>
9.1	Glasvezelkabels.....	90
9.2	Coaxiale kabel .....	100
<b>10</b>	<b>Een netwerk realiseren .....</b>	<b>103</b>
10.1	Het OSI reference model.....	104
10.2	Netwerktopologieën.....	109
10.3	Het netwerkdiagram .....	111
10.4	Netwerkapparaten aansluiten.....	113
10.5	Aan de slag.....	115
<b>11</b>	<b>Troubleshooting .....</b>	<b>117</b>

## 1. Inleiding

### Wat je leert in dit hoofdstuk

- ▶ Je begrijpt de manier waarop computers met bits en bytes werken.
- ▶ Je kent de eenheden van gegevensopslag van kilobyte tot quettabyte.
- ▶ Je weet hoe de snelheden van gegevensoverdracht worden uitgedrukt.
- ▶ Je kent het verschil tussen analoge en digitale signalen.
- ▶ Je kent de basisbegrippen van elektriciteit: isoleren en geleiden, elektrische stroom, elektrische spanning, elektrische weerstand, elektrisch vermogen, elektrische arbeid, gelijkstroom, wisselstroom en stroomfrequentie.
- ▶ Je kent het verschil tussen elektrisering en elektrocutie.
- ▶ Je kent het belang van het Algemeen Reglement op de Elektrische Installatie (AREI).
- ▶ Je kent het doel van de BA4 en BA5-opleidingen en het verschil tussen beide.
- ▶ Je kent het belang van collectieve (CBM) en persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM).
- ▶ Je kent de acht gouden stappen voor veiligheid bij het werken aan elektrische installaties.

## 1.1 Over eentjes en nulletjes

Stel je een wereld voor waarin computers niet met elkaar verbonden waren. Een wereld zonder computernetwerk en zonder internet. Informatie opzoeken, online games, contact houden met vrienden via sociale media, YouTube-filmpjes bekijken, ... Computernetwerken zijn dus ontzettend belangrijk.

Het aanleggen en onderhouden van computernetwerken is dan ook een essentiële taak in onze samenleving. Daarover precies gaat dit boek. De praktische toepassingen en uitvoering staan daarbij centraal, maar het is ook belangrijk dat je begrijpt hoe netwerken in elkaar zitten. Die kennis stelt je immers in staat om foute handelingen te vermijden en netwerkproblemen vlotter op te lossen.

Wanneer mensen aan het rekenen slaan, gebruiken ze daarvoor cijfers van 0 tot 9. Om getallen te vormen, maken we dus gebruik van tien verschillende symbolen. Als we schrijven gebruiken we de letters uit het alfabet – dat zijn er 26 in totaal. Als je ermee rekening houdt dat er ook hoofdletters bestaan, wil dat zeggen dat je uit 52 verschillende symbolen kan kiezen om woorden te kunnen maken.

Ook computers gebruiken zo'n verzameling van symbolen, maar die verzameling is wel heel beperkt. Ze bestaat uit slechts twee symbolen: 1 en 0. De plaats waarin één eentje of één nulletje bewaard wordt, heet een **bit**. Met slechts één bit kan je natuurlijk weinig informatie opslaan. Daarom worden verschillende bits samengenomen in reeksen. Op die manier kan je verschillende combinaties of patronen van eentjes en nulletjes maken. Met elke bit die je toevoegt, verdubbel je het aantal combinatiemogelijkheden.

Als we twee bits samen nemen, kunnen we daarmee vier verschillende combinaties maken: 00, 01, 10 en 11. Maar voegen we daar één extra bit aan toe, dan kunnen we plots acht verschillende combinaties maken: 000, 001, 010, 011, 100, 101, 110 en 111. Nog een bit erbij, en het aantal combinatiemogelijkheden verdubbelt weer tot zestien.

In de wereld van de informatica vormen een reeks van 8 bits een eenheid die **byte** wordt genoemd. Met één byte kunnen 256 verschillende combinaties worden gemaakt. Om aan die combinaties een betekenis te geven, worden afspraken gemaakt, die men ook codes noemt. Zo wordt bijvoorbeeld internationaal de ASCII-code gebruikt om te bepalen welke combinatie van bits welk letter of welk leesteken in het alfabet weergeeft. De bitreeks 01100001 staat in de ASCII-code voor de kleine letter a, of de code 00100100 voor het dollarteken.

2 bits	$2^2$ combinaties	4 combinaties
3 bits	$2^3$ combinaties	8 combinaties
4 bits	$2^4$ combinaties	16 combinaties
5 bits	$2^5$ combinaties	32 combinaties
6 bits	$2^6$ combinaties	64 combinaties
7 bits	$2^7$ combinaties	128 combinaties
8 bits	$2^8$ combinaties	256 combinaties



Wanneer de mogelijkheden van één byte niet volstaan voor een code, worden twee of zelfs vier bytes bij elkaar genomen.

Omdat je in slechts één byte weinig informatie kunt bewaren, wordt de capaciteit van opslagenheden of geheugens uitgedrukt met tiende machten van bytes, die telkens nieuwe eenheden opleveren:

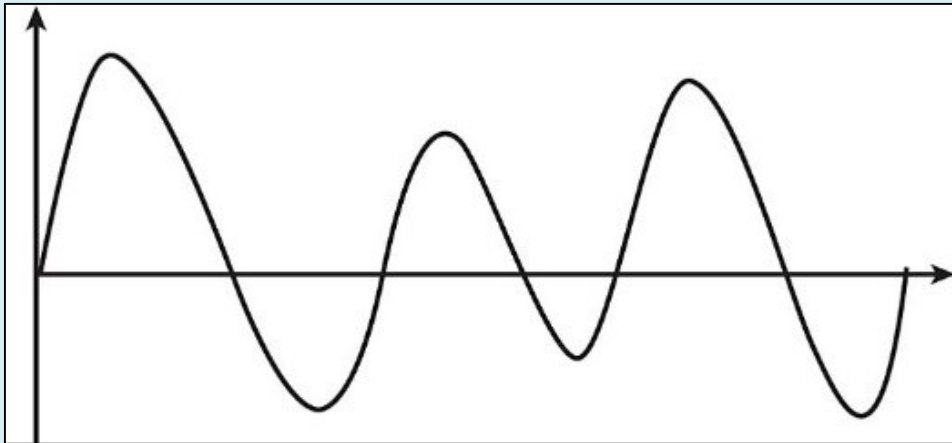
1 kilobyte	= 1 KB	= $2^{10}$ bytes	= 1 024 bytes
1 megabyte	= 1 MB	= $2^{20}$ bytes	= 1 048 576 bytes
1 gigabyte	= 1 GB	= $2^{30}$ bytes	= 1 073 741 824 bytes
1 terabyte	= 1 TB	= $2^{40}$ bytes	= 1 099 511 627 776 bytes
1 petabyte	= 1 PB	= $2^{50}$ bytes	= 1 125 899 906 842 624 bytes
1 exabyte	= 1 EB	= $2^{60}$ bytes	= 1 152 921 504 606 846 976 bytes
1 zettabyte	= 1 ZB	= $2^{70}$ bytes	= 1 180 591 620 717 411 303 424 bytes
1 yottabyte	= 1 YB	= $2^{80}$ bytes	= 1 208 925 819 614 629 174 706 176 bytes
1 ronnabyte	= 1 RB	= $2^{90}$ bytes	= 1 237 940 039 285 380 274 899 124 224 bytes
1 quettabyte	= 1 QB	= $2^{100}$ bytes	= 1 267 650 600 228 229 401 496 703 205 376 bytes

De snelheid waarmee gegevens verstuurd worden over een netwerk, wordt uitgedrukt in bits per seconde (bps). Snellere verbindingen worden dan uitgedrukt in kilobits, megabits of gigabits per seconde. Om zeker geen verwarring mogelijk te maken tussen bits en bytes, worden meestal de afkortingen Kbit/s, Mbit/s of Gbit/s gebruikt – al kom je soms ook wel eens kbps of mbps tegen. Onthoud: voor het uitdrukken van de snelheid van gegevensoverdracht tellen we in bits, niet in bytes.

In tegenstelling tot gegevensopslag zijn de eenheden van gegevensoverdracht niet op het binair talstelsel gebaseerd. 1 Kbit/s betekent dus 1000 bits per seconde en geen 1024. 1 Mbit/s is precies 1 miljoen bits per seconde en 1 Gbit/s is exact 1 miljard bits per seconde.

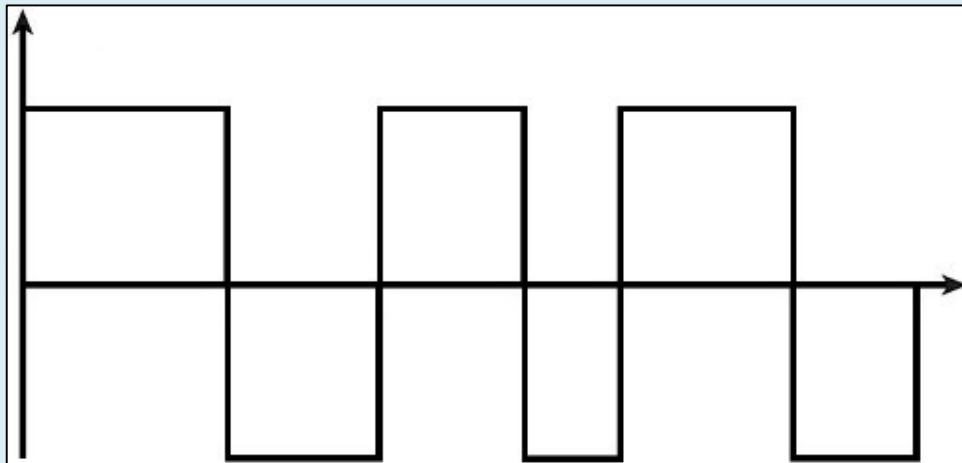
## Analoge en digitale signalen

Geluid beweegt zich door de lucht in de vorm van vloeiende, traploze geluidsgolven. We spreken dan van een analog signaal. Ook elektriciteit vormt analoge signalen. Bij het oude telefoonsysteem kon spraak – dat is geluid, dus een analog signaal – op een eenvoudige manier omgezet worden in een elektrisch signaal, dat eveneens analog is. Aan het andere eind van de telefoonlijn werd het analoge elektrische signaal weer omgezet naar een analog geluidssignaal.



10

Computers werken niet met vloeiende, traploze signalen, maar met eentjes en nulletjes. Wanneer eentjes en nulletjes verstuurd worden, noemen we dat dus geen analoge maar digitale signalen.



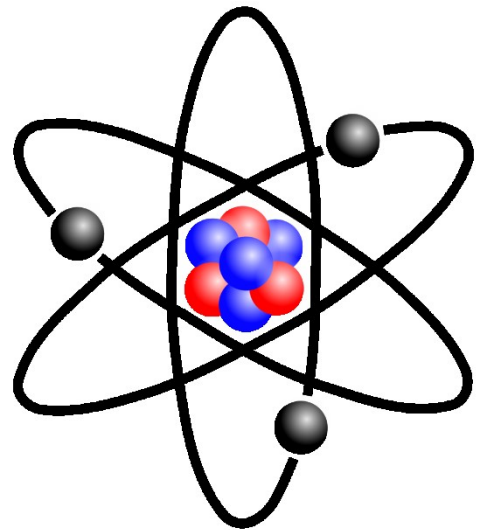
Het omzetten van digitale signalen naar analoge signalen wordt moduleren genoemd; het omgekeerde heet demoduleren. Voor het moduleren en demoduleren van signalen wordt gebruik gemaakt van een modem – de naam van het toestel is trouwens van de begrippen moduleren en demoduleren afgeleid.

## 1.2 Onder stroom

De drijvende kracht achter datacommunicatie is elektriciteit. Als signalen over een netwerkkabel worden verstuurd, gebeurt dat doorgaans met elektriciteit – tenzij het om glasvezelkabels gaat, maar daar leer je later nog over. Om te begrijpen hoe signalen over een netwerkkabel vervoerd worden, is het dus belangrijk om te weten wat elektriciteit precies is.

Elektriciteit is in de eerste plaats een natuurverschijnsel en dus zo oud als de aarde zelf. Denk maar aan de bliksem: een gigantische elektrische ontlading in de lucht. Pas in de 19de eeuw slaagde men erin om die energie te beheersen en vooral zelf op te wekken. Dat was de start van een ongeziene technologische revolutie. Vanzelfsprekend was ook computertechnologie niet mogelijk geweest zonder de beheersing van elektrische stroom.

Alles wat je rondom je ziet, maar ook jij zelf, bent opgebouwd uit chemische stoffen. De basiselementen waaruit die stoffen zijn opgebouwd, noemen we atomen. Die bestaan uit een kern, waarrond nog kleinere deeltjes rondcirkelen. Elektriciteit is de energie die ervoor zorgt dat bepaalde van die kleine deeltjes, de elektronen, van het ene atoom naar het volgende bewegen.



Dat lukt niet bij alle stoffen even goed. Bij sommige stoffen zitten de elektronen zo sterk met de kern van het atoom gebonden, dat ze moeilijk naar een ander atoom te bewegen zijn. Dat soort stoffen noemen we **isolerende stoffen**. Stoffen waarvan de elektronen makkelijk van het ene naar het andere atoom bewegen, noemen we **geleidende stoffen**.

Wanneer elektrische ladingen zich voortbewegen doorheen een geleider, spreken we van **elektrische stroom**. Hoe meer elektronen er door een geleider kunnen bewegen, hoe sterker de stroom. Dat heeft heel praktische gevolgen. Bijvoorbeeld een oplader van een smartphone die een grotere stroomsterkte levert, laadt de batterij sneller op. De eenheid van elektrische stroom is ampère (A).

De **elektrische spanning** wordt uitgedrukt in volt (V) en geeft aan hoeveel energie er nodig is voor elektronen om tussen twee punten te bewegen. Het is voornamelijk de elektrische spanning die elektriciteit gevaarlijk maakt voor de mens. De elektrische spanning uit een stopcontact bedraagt 230 volt – dat noemen we het laagspanningsnet. Het hoogspanningsnet kent elektrische spanningen van tienduizenden volt en wordt gebruikt om elektriciteit over lange afstanden te transporteren.



Elektrische stroom kan niet ongehinderd bewegen doorheen een materiaal. Elk materiaal belemmert in meer of mindere mate de elektrische stroom. Dat heet **elektrische weerstand** en wordt uitgedrukt in ohm, aangeduid met de Griekse hoofdletter omega ( $\Omega$ ). Die weerstand is niet altijd constant. Zo kan bijvoorbeeld de temperatuur een invloed uitoefenen op de weerstand van een materiaal.

**Elektrisch vermogen** is het product van stroomsterkte en elektrische spanning. Ze geeft aan hoeveel energie er nodig is om een elektrisch apparaat te doen werken en wordt uitgedrukt in watt (W).

12

Elektrische energie wordt voor praktisch gebruik steeds omgezet naar een andere energievorm. Zo produceert een lamp licht en warmte. Het geheel van die energie die omgezet wordt, noemt men de **elektrische arbeid**. De eenheid die in de natuurkunde gehanteerd wordt voor arbeid is joule (J). In de praktijk wordt voor elektrische arbeid vaak de eenheid kWh (kilowatt per uur) gebruikt. Die eenheid geeft weer hoeveel elektrisch vermogen er geleverd wordt op een uur tijd. Het elektriciteitsverbruik wordt uitgedrukt in kWh.

De elektrische energie uit het stroomnet is niet dezelfde als de elektrische energie uit een batterij. Bij de elektrische stroom die een batterij levert, bewegen de elektrische ladingen steeds in dezelfde richting. We noemen dat **gelijkstroom** of gelijkspanning. De elektrische ladingen uit het stroomnet veranderen voortdurend van richting. Daarom wordt dit **wisselstroom** of wisselspanning genoemd. Het wisselen van de richting van de elektrische ladingen gebeurt aan een gelijkmatig ritme – in ons Europees stroomnet is dat zo'n 50 keer per seconde. Dat wordt de **stroomfrequentie** genoemd en wordt uitgedrukt in hertz (Hz).

Elektrische apparaten werken met gelijkspanning. Die is echter moeilijk over lange afstanden te transporteren zonder grote verliezen. Daarom wordt voor stroomdistributie altijd wisselstroom gebruikt. Voor een elektrisch apparaat moet de wisselstroom daarom worden omgezet in gelijkstroom. Bovendien werken de onderdelen van elektrische apparaten doorgaans aan veel lagere spanningen dan de netspanning van 230 volt. Zo vragen computeronderdelen slechts 12 volt of minder. Het terugbrengen van de spanning naar veel lagere spanningen en het omzetten van wisselstroom naar gelijkstroom gebeurt in de voeding van een apparaat.

## 1.3 Safety first

Ons lichaam is een goede geleider voor elektrische stroom. Vooral de zenuwbanen zijn zeer goede geleiders. Wanneer ons lichaam op zo'n manier in aanraking komt met elektriciteit dat er schade optreedt, spreken we van **elektrisering**. Bij hoge spanningen, kunnen daardoor belangrijke organen zoals het hart en de hersenen zo erg beschadigd geraken, dat je overlijdt. Dat noemen we dan **elektrocutie**. Elektriciteit kan dus levensgevaarlijk zijn.

De mate van schade die elektriciteit veroorzaakt in het lichaam, hangt niet enkel af van de sterkte van de stroom, maar ook van de duur van blootstelling en de weg die de stroom door het lichaam aflegt. Vaak leidt elektrocutie tot brandwonden, zowel op de huid als inwendig in je lichaam. Elektrische schokken kunnen ook indirecte gevolgen hebben, zoals valpartijen als gevolg van spiercontracties of het inademen van schadelijke dampen vanwege verbranding.

Kortom: werken met elektriciteit houdt risico's in. Wie met elektriciteit werkt, moet daarom de nodige voorzichtigheid in acht nemen, op de hoogte zijn van de gevaren van elektriciteit en kennis hebben van veiligheidsmaatregelen. Bovendien moeten ook alle elektrische installaties aan strenge veiligheidseisen voldoen. In België worden al die maatregelen en vereisten wettelijk vastgelegd in het **Algemeen Reglement op de Elektrische Installaties (AREI)**. Dat bestaat uit drie delen:



1. Elektrische installaties op laagspanning en op zeer lage spanning;
2. Elektrische installaties op hoogspanning;
3. Installaties voor transmissie en distributie van elektrische energie.

Bij het aanleggen, onderhouden en beheren van netwerken, komen wij enkel in aanraking met het eerste deel van het AREI. De twee andere delen zijn immers voorbehouden voor specialisten in werken met hoogspanning. We spreken van hoogspanning bij spanningen groter dan 1000 volt wisselspanning.

Welke veiligheidsmaatregelen er in acht moeten worden genomen bij het werken aan elektrische installaties, wordt bepaald door een **risicoanalyse** die vooraf gemaakt wordt. Voor elke installatie kunnen de maatregelen dus anders zijn. Voor het opmaken van die risicoanalyse en het bepalen van de preventiemaatregelen hebben bedrijven preventie-adviseurs in dienst.

Een van de belangrijkste preventiemaatregelen die het AREI voorziet, is de opleiding van de werknemers die aan nieuwe of bestaande elektrische installaties kunnen en mogen werken. Er wordt onderscheid gemaakt tussen twee kwalificaties: