

The background features a smiling man in a blue suit on the left, and silhouettes of four workers in hard hats in the center. Wind turbines are visible in the background against a blue sky with clouds. The entire scene is overlaid with a network of white lines and dots, suggesting a technical or digital theme.

# ELECTRICAL ENGINEER

Het opleidingsprogramma voor elektrische experts  
die sturing geven aan de energietransitie

## Electrical engineer

Op de politieke agenda staat voldoen aan onze klimaatdoelstellingen bovenaan. Zonder experts op het gebied van elektrische energietechniek is dit een onbegonnen missie. Om de energietransitie in goede banen te leiden zijn **electrical engineers** nodig. Technici die in staat zijn om ons elektriciteitsnet te doorgronden en die in kunnen spelen op de integratie van nieuwe energieaanbieders aan ons net.

### Opleiden draagt bij aan energietransitie

Quercus doet niet mee in de discussie over de opwarming van de aarde, CO2-reductie en nieuwe toepassingen van energiedragers. Wij willen een bijdrage leveren aan de energietransitie door medewerkers op te leiden die alle aspecten van elektrische energie begrijpen en toe kunnen passen. Duurzame oplossingen komen van medewerkers die ons elektriciteitsnetwerk kunnen doorgronden en de verschillende toepassingen kunnen beredeneren en berekenen. Wij hebben daarom besloten een opleidingsprogramma te ontwikkelen die alle aspecten afdekt van de elektrische energie.

### Voor wie

Het opleidingsprogramma is interessant voor medewerkers van onder andere energie- en bouwbedrijven, netbeheerders, infrabedrijven en ingenieursbureaus. Denk daarbij aan functies zoals: werkvoorbereiders, projectleiders, installatieverantwoordelijken, asset managers en ontwerpers.

### **Quercus uw kennispartner**

Meer dan 25 jaar ervaring in de industrie, offshore en infrastructuur. Een eigen en hoogopgeleid docententeam. Expertise in laagspanning, hoogspanning en explosieveiligheid. Dit zijn slechts enkele ingrediënten die Quercus uw kennispartner maakt in de elektro- en energietechniek.



“Wij leiden personen niet op om een kunstje te leren, wij leiden personen op zodat zij op verantwoorde wijze taken kunnen verrichten”

Paul Koop CEO Quercus

# Opleidingsprogramma

Voor het opleidingsprogramma electrical engineer komen op korte termijn slechts 24 plaatsen beschikbaar. De kandidaten die het programma succesvol doorlopen worden formeel gecertificeerd (ISO-IEC 17024) en opgenomen in een internationaal register van electrical engineers. Met het hbo wordt gewerkt aan een associate degree-erkenning. Het opleidingsprogramma bevat 9 modules:

Modulen	Studieduur	Examen
1: Transport en distributie	2 dagen of 4 middagen	+ 2 uur
2: Beveiligingen en installatieveiligheid	2 dagen of 4 middagen	+ 3 uur
3: Schakelen in hoogspanningsinstallaties	2 dagen	+ 6 uur
4: Theorie hoogspanningsberekeningen	3 dagen of 6 middagen	+ 3 uur
5: Vision simulatie HS-netten	2 dagen	Inclusief
6: Gaia simulatie LS-netten	2 dagen	Inclusief
7: Hoogspanningsdeskundige	5 dagen	+ 3 uur
8: Ontwerpdeskundige hoogspanning	10 middagen of avonden	+ 6 uur
9: Senior specialist ontwerpdeskundige	4 middagen	+ eindpresentatie

# Ons team



**Paul Koop** • CEO

Directeur-groootaandeelhouder en oprichter van Quercus Technical Services. Als E&I-ingenieur is hij gedurende twee decennia betrokken geweest bij internationale projecten waarbij engineering, constructie, inbedrijfstelling en onderhoud van grootschalige industriële installaties centraal stond. Naast het managen van zijn eigen bedrijf, leidt hij seminars, cursussen, presentaties en consulteert hij internationale organisaties.



**Wilma Hobers - van der Boor** • Docent hoogspanning

Wilma Hobers heeft een groot hart voor techniek en wist altijd al dat ze les wilde geven. Zij studeerde energietechniek en begon haar carrière bij een aannemer, waar ze cursussen gaf in hoogspanning. Dolblij was ze. Later heeft ze zeven jaar als installatieverantwoordelijke bij de spoorwegbeheerder gezeten. Om haar droom waar te maken heeft ze haar baan toen opgezegd en inmiddels werkt ze al bijna een decennium als docent bij Quercus.



**Vandana-Devi Mehairjan** • Docent hoogspanning

Een van onze twee vrouwelijke docenten is Vandana-Devi Mehairjan, waarbij energietechniek en doceren, net als bij haar vader en moeder, door de aderen stroomt. In 2010 afgestudeerd aan de Technische Universiteit van Delft en daarna werkzaam geweest bij Liandon. De moeder van drie kinderen was voorheen als freelance examiner te boek, maar is sinds 2017 als docent toegevoegd aan het Quercus team.



**Albert Muskee** • Docent hoogspanning

Albert is een echte rot in het vak. Veertig jaar geleden begon hij als leerling monteur bij het Gemeentelijk Energiebedrijf Rotterdam. In zijn loopbaan heeft hij verschillende functies bekleed, zoals toezichthouder montage en kabelleggen, projectmanager en conceptueel netbeheerder. Voor hij als docent bij Quercus in dienst trad, was hij bij ENECO en daarna bij Stedin gestationeerd.



# Modulaire opbouw

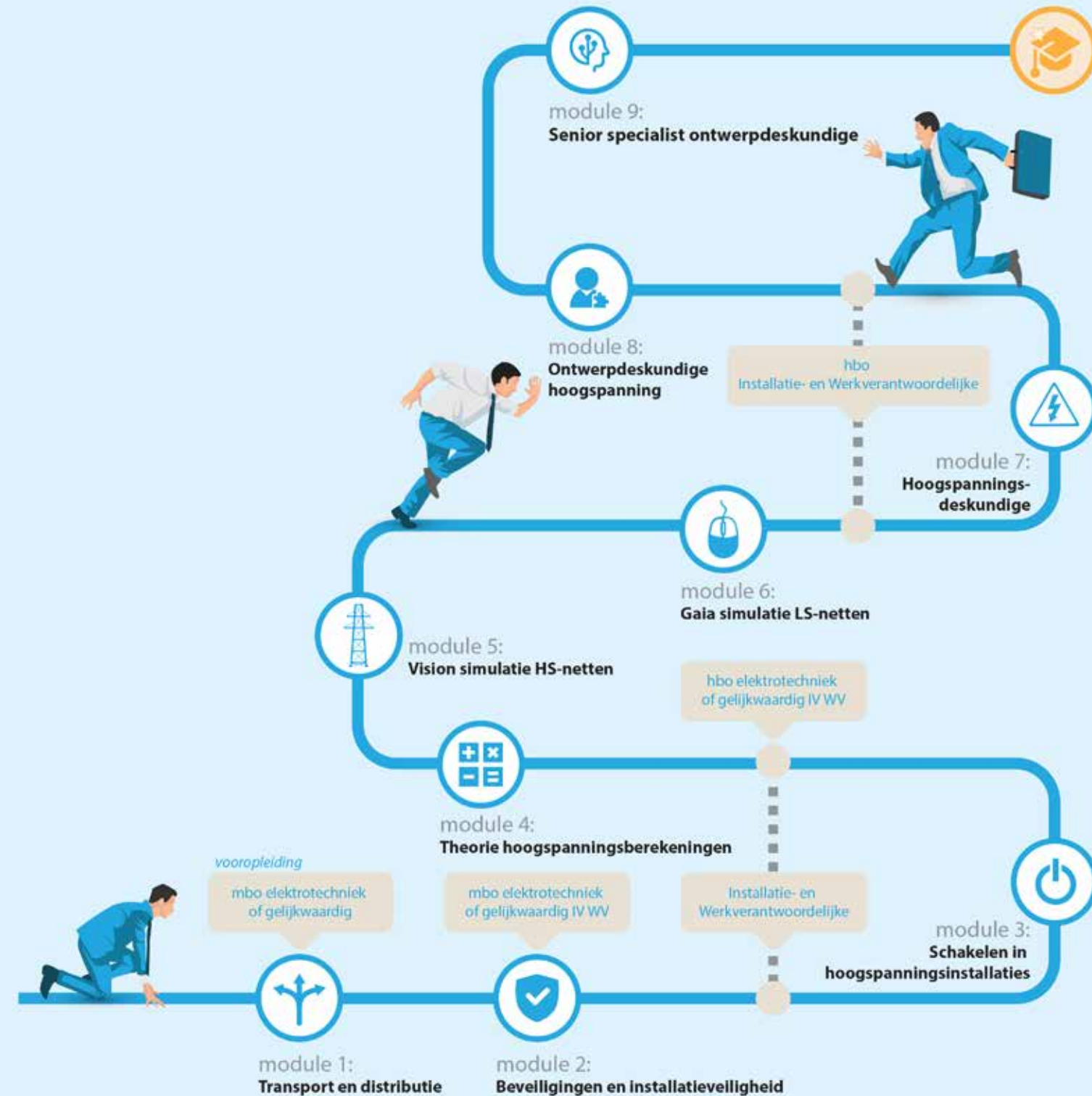
De opleiding Electrical engineer bestaat uit 9 modules die u succesvol moet doorlopen om uw certificaat in ontvangst te mogen nemen. Voor elke module is beschreven welke leeruitkomsten u moet behalen. Hierbij gaat het om de resultaten van het leren en niet om de manier waarop deze resultaten behaald zijn. Leeruitkomsten kunnen ook behaald worden door eerder verworven competenties te laten valideren. Hierdoor is het mogelijk om op verschillende manieren toe te werken naar het behalen van uw certificaat Electrical Engineer.

## Vrijstelling

U komt in aanmerking voor een vrijstelling voor bepaalde modules als u kunt aantonen dat u beschikt over een mbo- of hbo-opleiding elektrotechniek of een certificaat Installatie- en/of Werkverantwoordelijke. Dit kunt u eveneens teruglezen in de infographic.

Om de vrijstelling te krijgen, verzoeken wij u contact op te nemen met Quercus. Dan stemmen wij met u een specifiek opleidingsplan af.

Voor module 4, 8 en 9 is geen vrijstelling mogelijk.



# Transport en distributie

In 1663 fabriceerde Otto von Guericke een elektriseermachine, een historische doorbaak waarmee hij een elektrische lading op gecontroleerde wijze kon opwekken. We behandelen in deze module de geschiedenis en de toekomst van de elektriciteitsvoorziening.

## Elektriciteitsnetten

De belangrijkste eisen voor elektriciteitsnetten blijven dat het systeem de continu veranderende vraag van belastingen en aanbod moet kunnen verwerken én de kwaliteit van de levering. Verschillen tussen transport- en distributienetten komen aan de orde en stations worden besproken.

De structuren van de meest toegepaste midden- en laagspanningsnetten in Nederland worden toegelicht.

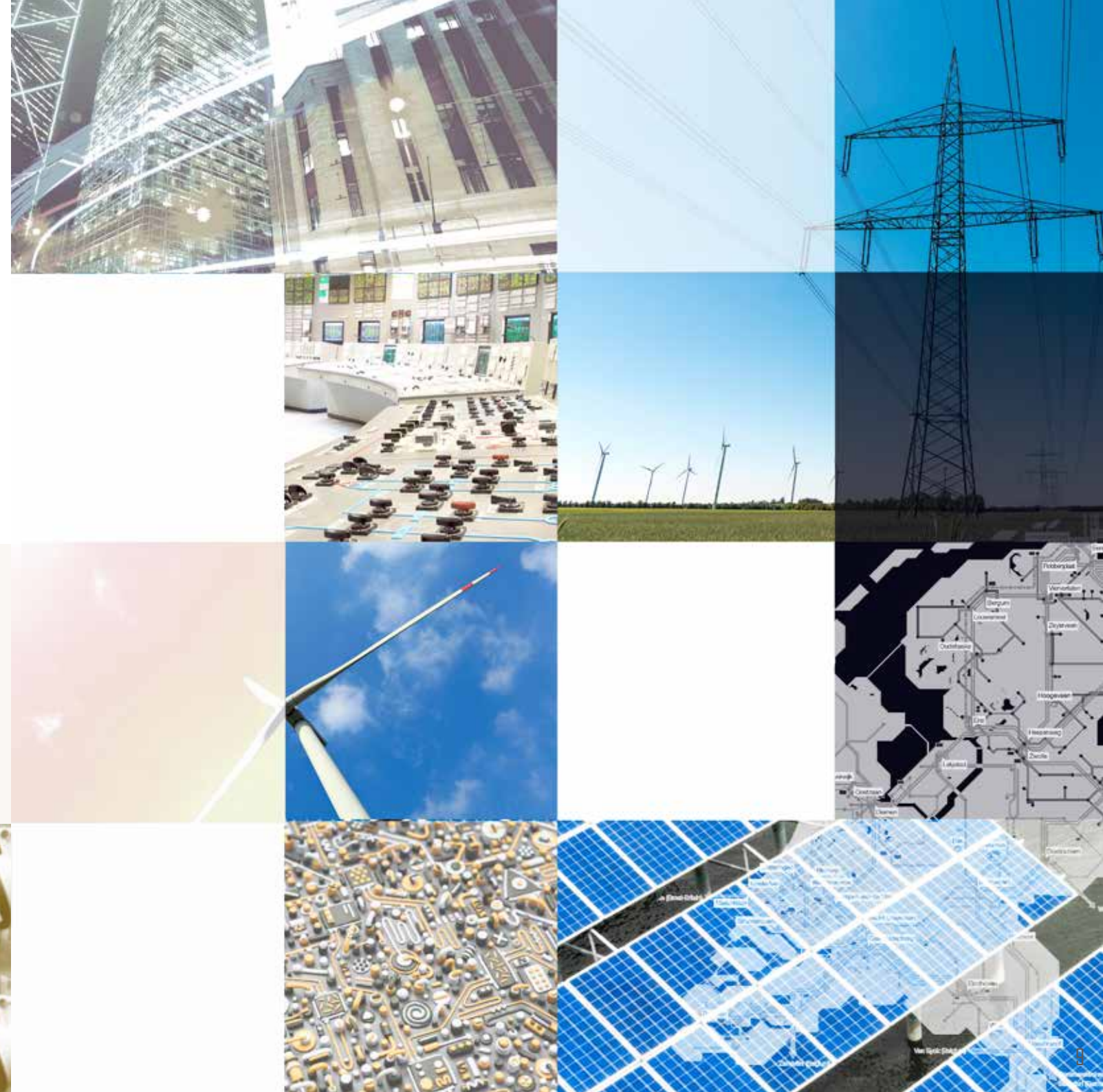
We besluiten met de beschrijving van de aansluitingen voor de diverse aansluitcategorieën.

## Belasting en opwekking

Een distributienet wordt ontworpen om tenminste 40 jaar lang ongestoord elektrisch vermogen van voldoende kwaliteit te leveren. De energie transitie leidt tot het aansluiten van nieuwe belastingen en opwekkers, zoals: warmtepompen, micro WKK's en elektrische auto's. Het toekomstige distributienet moet daarom zodanig ontworpen worden dat grote aanpassingen vermeden kunnen worden.

### Key topics

- Netten en hun structuren
- Termijngedrag van de belasting
- Netcomponenten: kabels, transformatoren, schakelinstallaties en overspanningsafleiders
- Aardingsconcepten en veiligheid





# Beveiligingen en installatieveiligheid

Bij een kortsluiting treden zeer grote stromen op die kabels en installaties kunnen beschadigen. Om directe en indirecte schade te beperken, moet elke kortsluiting zo snel mogelijk worden afgeschakeld en dat moet bovendien selectief gebeuren om zo weinig mogelijk klanten te hinderen. Om de gevolgen van een kortsluiting te beperken wordt een beveiligingssysteem aangebracht met een drieledig doel: beperken van de materiële schade, beperken van hinder en overlast, en waarborgen van de persoonlijke veiligheid. Hoe dat werkt, vertellen wij in deze module.

## Loadflowberekeningen

Apparaten die op het elektriciteitsnet worden aangesloten zijn gespecificeerd om goed te functioneren indien de stromen en spanningen zich binnen specifieke grenzen bevinden. Een te grote afwijking van deze grenzen kan beschadiging of versnelde veroudering van het apparaat tot gevolg hebben.

Dit geldt ook voor de componenten van het netwerk zelf, die moeten worden beschermd tegen hoge overspanningen en te grote stromen, veroorzaakt door overbelasting of kortsluiting. Ten behoeve van het plannen, analyseren en bedrijfsvoeren van een elektrisch net op elk spanningsniveau worden loadflowberekeningen gemaakt.

### Key topics

- Selectiviteit beveiliging
- Transformatorbeveiliging
- Aardingsconcepten
- Potentiaalvereffening
- Stroomstelsels





# Schakelen in hoogspanningsinstallaties

In onze moderne samenleving is elektrische energie niet meer weg te denken. Het belang van een betrouwbare continue energievoorziening neemt met de dag toe. Voor de energiebedrijven en de industrie betekent dit dat de eisen die worden gesteld aan het distributienet steeds hoger worden. Dat hierbij veiligheid en bedrijfszekerheid een belangrijke rol spelen geldt als een vanzelfsprekendheid. De praktijkdagen zijn bedoeld om gevoel te krijgen met de materie.

## Veilig werken

Bij een elektrische hoogspanningsinstallatie moet altijd spanningsloos en op een veilige manier worden gewerkt, door:

**A.** Een hoogspanningsinstallatie spanningsloos te maken volgens vijf stappen:

1. Scheiden van de elektrische installatie
2. Voorkomen van wederinschakeling van de elektrische installatie
3. Controleren van de afwezigheid van spanning
4. Aarden, ontladen en kortsluiten
5. Afschermen van de elektrische installatie

**B.** De vereiste werken uit te voeren.

**C.** De hoogspanningsinstallatie terug onder spanning te plaatsen en in gebruik te nemen.

## Key topics

- Gevaren van hoogspanning
- Werking van een hoogspanningsinstallatie
- Noodzakelijk procedures voor het verrichten van handelingen
- Kennismaken met verschillende typen installaties





# Theorie hoogspanningsberekeningen

De berekening van stromen in geval van kortsluiting in het net lichten we in deze module toe. Voor diverse soorten kortsluiting wordt uitvoerig beschreven hoe, aan de hand van de internationaal erkende norm IEC 60909, de stroom op de kortsluitplaats en de bijdrage aan de kortsluitstroom vanuit overige delen van het net, kan worden berekend. Ook wordt de methode van sequentiële storingsanalyse toegelicht, waarmee meer informatie over stromen en spanningen tijdens een kortsluiting wordt verkregen.

## Ontwerpen van distributienetten

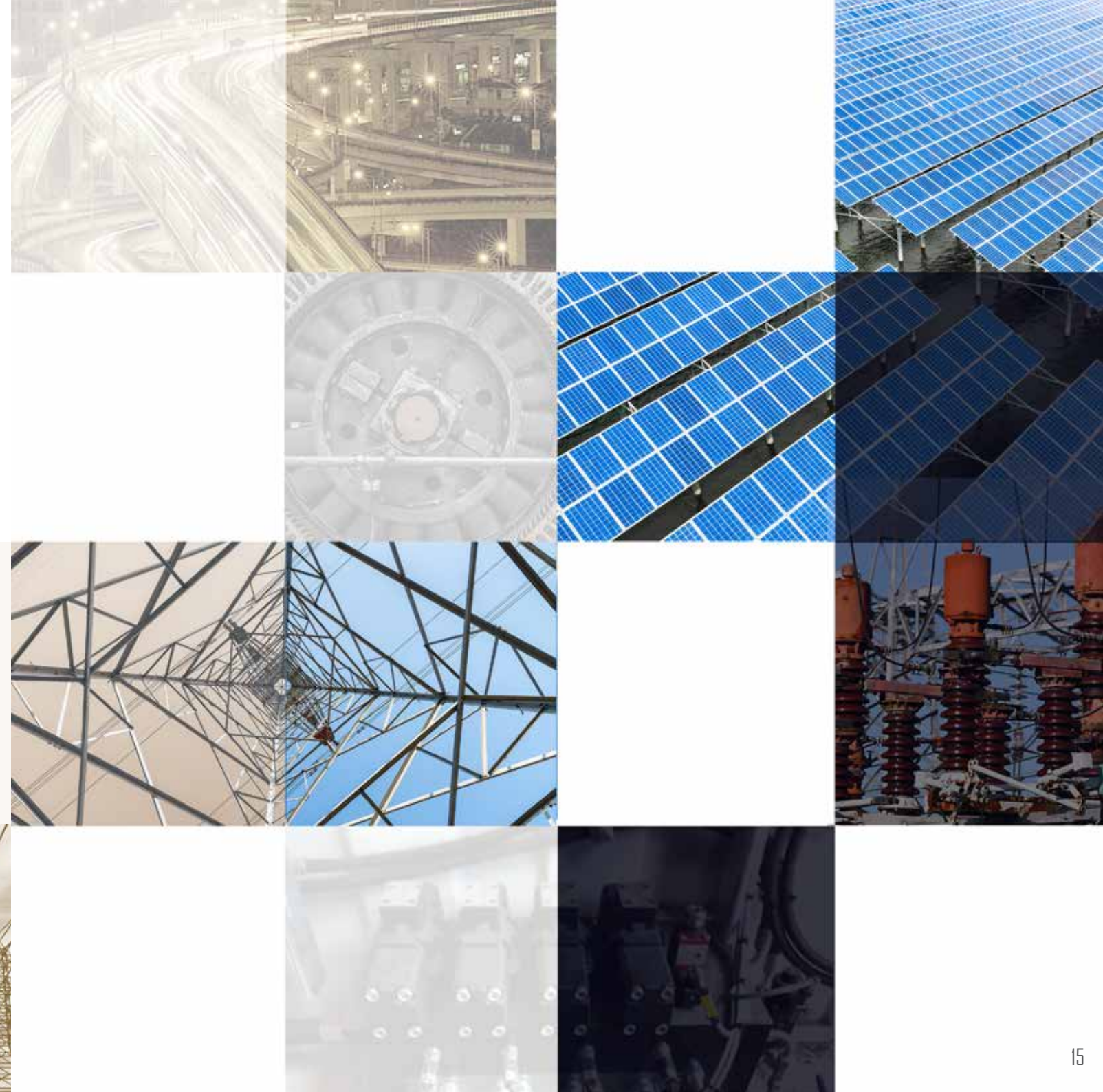
Basis voor het ontwerpen van elektriciteitsnetten is de geplande vermogensuitwisseling in een geografisch gebied. Op distributieniveau wordt de vermogensuitwisseling ten behoeve van het regionale verbruik en de decentrale productie gerealiseerd. Bij het ontwerp van een nieuw of aangepast net worden parameters gedetailleerd uitgewerkt.

## Intelligente netten

De wereldwijd ingezette energietransitie probeert de overgang te bewerkstelligen van een op fossiele brandstoffen gebaseerde energievoorziening naar een volledig duurzame energievoorziening. Dat betekent dat de vraag naar elektrische energie gaat toenemen. Moeten we dan bestaande distributienetten verzwaren? En hoe gaan we om met decentrale opwekking?

### Key topics

- Rekentechnische basis
- Modellen voor: het externe net, kabels, transformatoren en belastingen, generatoren, motoren, spanningsloos huishouden
- Berekenen van kortsluitvastheid
- Power Quality
- Betrouwbaarheid van de levering
- Bedrijfsvoering van MS- en LS-netten
- Geografie





# Vision simulatie HS-netten

In deze module leert u met behulp van het softwarepakket Vision Network Analysis elektriciteitsnetten analyseren. Met Vision kunnen loadflow-, kortsluitberekeningen en storings- en betrouwbaarheidsanalyses worden uitgevoerd. Daarnaast kan met Vision de werking van beveiligingen worden gesimuleerd. Vision wordt gebruikt voor planning, ontwerp en beheer van transport-, distributie- en industriële netten.

## Transportnetwerk planning

Vision Network Analysis is bijzonder geschikt voor HS- / MS-transportnetwerkstudies. Het programma ondersteunt de netwerkplanner met loadflow gebaseerde studies als n-1/n-2 analyse en lange termijnprofielanalyses.

## Flexibele foutanalyses

Naast kortsluitstroomberekeningen conform de IEC 60909 kunnen ook meer flexibele foutanalyses worden uitgevoerd. Met de module sequentiële storingsanalyse krijgt de gebruiker meer inzicht in complexe situaties bij gestoorde objecten.

### Key topics

- Transportnetwerk planning
- Symmetrische en asymmetrische kortsluitberekeningen
- Fout-, beveiligings- en betrouwbaarheidsanalyse
- Harmonische componenten





# Hoe waarborgen we de continuïteit en kwaliteit van de levering van elektrische energie in de toekomst?



STATION QUERCUS ZWOLLE

DORP D

55 HA TUINBOUW

WIJK IN AANBOUW 30.000 WONINGEN

DORP A

DORP E

STATION QUERCUS BERKEL

10 MVA

STATION B

STATION C

16 HA TUINBOUW

INDUSTRIE



# Gaia simulatie LS-netten

In deze module leert u met behulp van het softwarepakket Gaia LV Network Design laagspanningsnetten analyseren en ontwerpen. Met het gereedschap kunt u op een eenvoudige wijze de spanningshuishouding, de belasting van net-componenten en de aardingsveiligheid van gebruikers bij kortsluitingen in het net bepalen. Ook kan met Gaia op basis van technische en economische criteria automatisch een net worden gedimensioneerd. Gaia LV Network Design wordt gebruikt voor planning, ontwerp en beheer van distributie- en industriële netten.

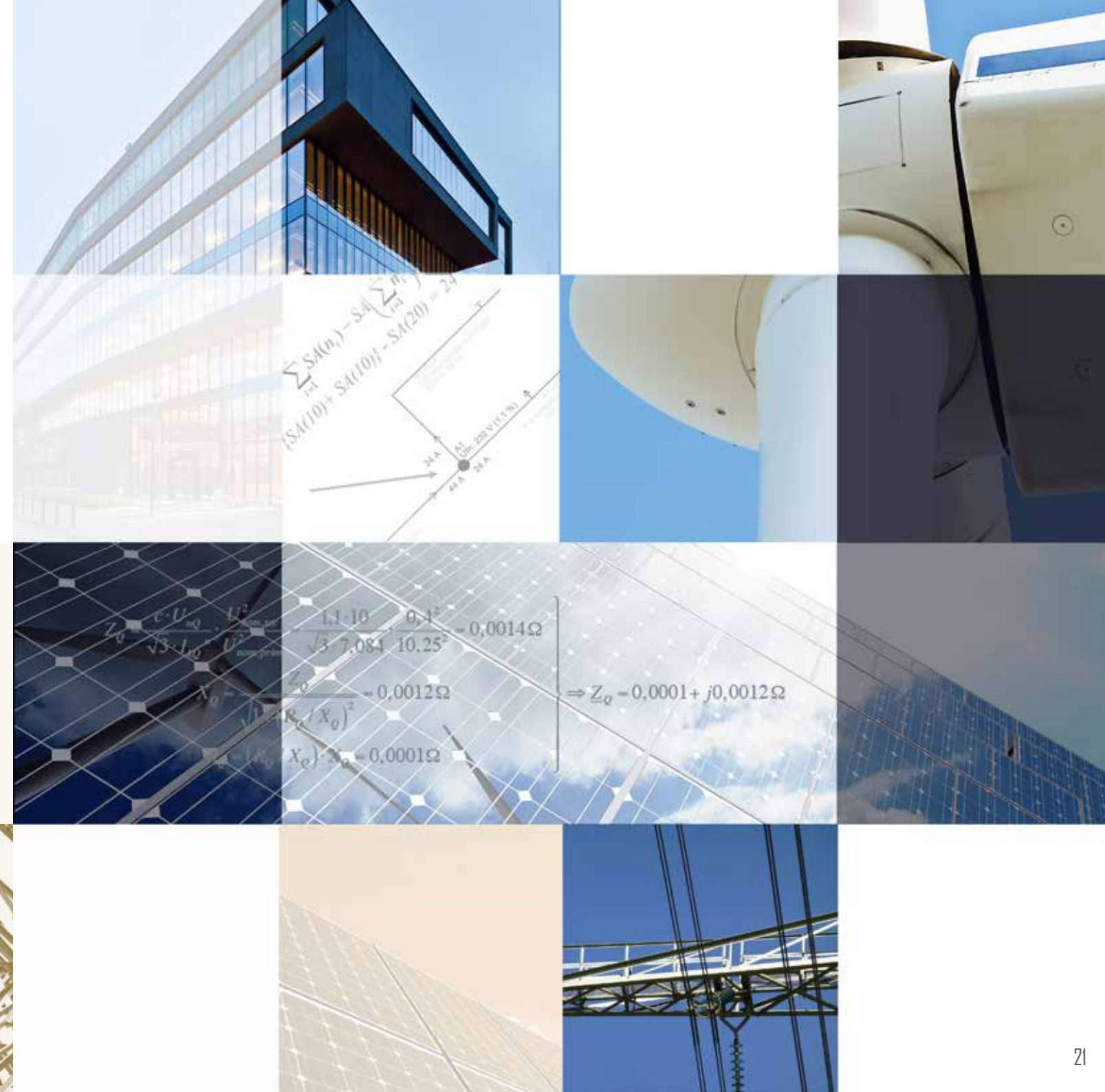
## Asymmetrische netwerken

Laagspanningsnetwerken zijn veelal asymmetrisch. Door de nulgeleider en complexe aarding is de toepassing van de symmetrische componenten methoden niet langer mogelijk.

Gaia LV Network Design gebruikt een uniek model waarbij alle geleiders met inbegrip van de mutuele koppelingen meegenomen worden. Het totale elektrische systeem kan hierbij uitgebreid geconfigureerd worden door de vele schakelmogelijkheden.

### Key topics

- Een nieuw netwerk maken (model van elektriciteitsnet)
- Plaatsen van knooppunten, takken, elementen, schakelaars en grafische objecten
- Het aanbrengen van voeding, belasting en kabels
- Berekenen van de kabeldiameters en aardingsveiligheidsberekening





# Hoogspanningsdeskundige

In de trainingsmodule Hoogspanningsdeskundige krijgt u meer technisch inzicht in de aanleg en werking van hoogspanningsinstallaties en hoogspanningsnetten. Na het volgen van de lessen kunt u het beheer voeren over uitgebreide elektrotechnische installaties en deze beoordelen op een veilige aanleg en werking. Indien nodig kunt u maatregelen treffen als hoogspanningsinstallaties en -werkzaamheden niet in overeenstemming zijn met gestelde criteria. U kunt deze module zien als een praktische voorbereiding op module 8: ontwerpdeskundige hoogspanning.

## Grote stromen

Elektrische installaties moeten zodanig worden ontworpen en gebouwd dat bij het optreden van kortsluitingen geen gevaar ontstaat voor personen en dat de installatie niet beschadigd raakt. Bij de grote stromen, die tijdens kortsluitingen vloeien, treden grote elektromagnetische krachten tussen de stroomvoerende delen op. Daarnaast worden de stroomvoerende delen snel warm.

## Beveiliging

De gevolgen van een kortsluiting kunnen worden beperkt met een doelmatige beveiliging, die in staat is de grootst optredende kortsluitstroom te onderbreken. Kortsluitberekeningen spelen een grote rol bij het ontwerpen van het elektriciteitsnet.

### Key topics

- Kortsluitberekeningen in hoogspanningsinstallaties
- Opbouw en functie van een hoogspanningsinstallatie
- Theoretische achtergronden van de elektrotechnische energietechniek
- Veiligheidsaarding
- Kortsluitberekeningen en kortsluitstroombezoekers





# Ontwerpdeskundige hoogspanning

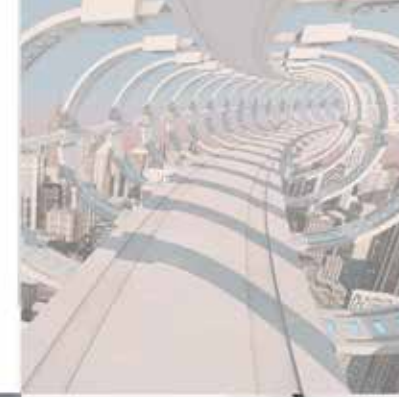
In Nederland moet een hoogspanningsinstallatie voldoen aan de NEN-EN-IEC 61936-1 en NEN-EN 50522 (veiligheidsbepaling voor hoogspanningsinstallaties). En eveneens aan de 'Aansluitvoorwaarden' die bepaald zijn door de Energiekamer. De normbladen voor hoogspanning zijn minder gedetailleerd dan het normblad (NEN 1010) voor laagspanningsinstallaties. Ten aanzien van de technische aspecten van hoogspanningsinstallaties bevat de norm nagenoeg geen aanwijzingen. Het ontwerp en de uitvoering van de installatie wordt dan ook voor een groot deel aan de constructeur overgelaten.

## Bedrijfszekere hoogspanningsinstallaties

De trainingsmodule Ontwerpdeskundige hoogspanning geeft u daarom vaardigheden in het ontwerpen van veilige en bedrijfszekere hoogspanningsinstallaties. U leert de veiligheid te waarborgen van werkzaamheden waarbij een hoogspanningsinstallatie gevaar oplevert. En u voorkomt financiële schade door het stilvallen van productieprocessen bij uitval van een installatie.

### Key topics

- Ontwerpcriteria
- Kortsluitberekeningen in hoogspanningsinstallaties
- Kortsluitberekeningen volgens de impedantiemethode
- Installatie ontwerpen
- Instellen van beveiligingen
- Onderzoek van de selectiviteit van beveiligingscomponenten



# Senior specialist ontwerpdeskundige

De afsluitende module senior specialist ontwerpdeskundige staat in het teken van de eindopdracht: het ontwerpen, bouwen en beheren van elektrische installaties en systemen. Op de eerste dag wordt met u het deelproject bepaald en de randvoorwaarden waar het ontwerp aan moet voldoen, zoals: wet- en regelgeving, tijdsduur en middelen.

Ook stemt u af wie met wie gaat overleggen, tot er een geheel project staat. Vervolgens wordt de voortgang besproken, evenals het concept van het ontwerp. De derde dag staat in het teken van concretiseren van het projectplan en het ontwerp. Nadat alles definitief is, presenteert u het ontwerpplan aan een team van deskundigen.

## Global Design

De opdracht zelf is global design en dit kunt u met een groep of zelfstandig uitvoeren.

De opdracht wordt in samenspraak met u gemaakt, waarbij rekening wordt gehouden met uw competenties en vaardigheden.

Elk project is dus anders. Het is belangrijk om per project eigen specifieke behoeften en restricties te ontwerpen voor de energie oplossingen.

### Key topics

- Global design
- Ontwerpen van elektrische installaties en systemen
- Resources en management
- Eindpresentatie aan deskundigen







**Vestigingen**

Berkel en Rodenrijs  
Den Helder  
Vlissingen  
Zwolle



**Quercus Technical Services**

info@qts.nl | www.qts.nl | 038 452 99 91