



Hogere Elektrotechniek Fase 1
Leadengineer Elektrotechnische Bedrijfsinstallaties



Studiegids

Nederlandse technische vereniging voor installaties in gebouwen TVVL

Niets van deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm, geluidsband, elektronisch of op welke andere wijze ook en evenmin in een retrieval system worden opgeslagen zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de Nederlandse technische vereniging voor installaties in gebouwen TVVL.

TVVL en degenen die aan de samenstelling van deze syllabus hebben meegewerkt, hebben een zo groot mogelijke zorgvuldigheid betracht bij het verwerken en opstellen van de in deze syllabus vervatte gegevens. Nochtans moet niet worden uitgesloten, dat deze publicatie onvolledig is of dat zij onjuistheden of onvolkomenheden bevat. Degene die van deze syllabus en de daarin vermelde gegevens gebruik maakt, aanvaardt dan ook daarvoor zelf het risico.

**INHOUDSOPGAVE****Pagina****Inhoud**

1.	INLEIDING	2
2.	ORGANISATIE OPLEIDING	3
2.1	Opleidingsduur en lestijden	3
2.2	Docenten	3
2.3	Elektronische Leer Omgeving	3
2.4	Deelname	3
2.5	Toelatingsvoorwaarden.....	3
2.6	Vorbereiding en werkopdrachten	4
2.7	Examen	4
2.8	Voorwaarden toelating examen	5
2.9	Beoordeling.....	5
2.10	Herkansing	5
2.11	Certificaat of diploma	5
2.12	Stichting Post hbo	6
3.	DOELSTELLING, LEERDOELEN EN INHOUD	7
3.1	Resultaat opleiding	7
3.2	Leerdoelen	7
3.3	Opbouw opleiding	8
4.	LEERMIDDELEN	9
4.1	Studiemateriaal	9
4.2	Leermiddelen	9
4.3	Aanvullende informatiebronnen	9
4.4	Nen 1010.....	9
5.	INHOUD MODULES.....	10
5.1	Ontwerpen bedrijfsinstallaties	10
5.2	Elektriciteitsleer	11
5.3	Bescherming tegen elektrische schok	12
5.4	Bijzondere beveiligingstoestellen TN- en IT netten	13
5.5	Netaansluitingen	14
5.6	Kabelleer.....	15
5.7	DC Installaties	16
5.8	Schakel en verdeelinrichtingen.....	18



1. INLEIDING

Met de elektrificatie van gebouwen neemt de complexiteit en omvang van elektrotechnische installaties toe. In gebouwen zijn steeds meer technische installaties nodig voor veiligheid, optimaal energiegebruik en comfort. Bovendien worden gebouwen vaker verbonden met hun omgeving om slim energie uit te wisselen. Elektriciteit is daarbij de meest universeel bruikbare vorm van energie om uit te wisselen.

Elektrotechniek is ook een basis-ingrediënt voor oplossingen binnen de visie *“the future is all electric”*. Deze visie gaat er vanuit dat elektriciteit de meest universele energiedrager is en de oplossing biedt voor een wereld vrij van fossiele energie. Het is daarom essentieel dat er mensen worden opgeleid die in staat zijn om de elektrotechniek in een gebouw effectief en integraal afgestemd, ook op gebiedsniveau, te ontwerpen en te optimaliseren of te verbeteren. Een vak als Hogere Elektrotechniek wordt niet binnen het reguliere onderwijs onderwezen. Het onderwijs op dit gebied is in het algemeen al beperkt, het aanbod is schraal en gefragmenteerd.

De TVVL-opleiding Hogere Elektrotechniek voorziet in de behoefte als aanvullende opleiding voor hoger opgeleide elektrotechnici. De techniek in gebouwen is constant in beweging. Er staan steeds nieuwe toepassingen tot onze beschikking, waardoor ook de theoretische kennis steeds moet worden uitgebreid en verdiept. Daarnaast staan we aan de vooravond van een ware revolutie; gelijkstroom wordt steeds vaker toegepast waardoor de gehele infrastructuur, ook in gebouwen, gaat veranderen.

De docenten zijn stuk voor stuk ervaren krachten uit de praktijk. Zij brengen naast de theoretische kennis ook hun praktijkervaring in waardoor de opleiding op een levendige en interactieve manier wordt gegeven. Deze interactieve manier van lesgeven wordt gestimuleerd door de projecten die door alle lessen lopen. De cursisten werken per les aan verschillende delen van een ontwerp van een (bestaande) laagspanningsinstallatie van een gebouw, zoals wij die ook zullen herkennen in de toekomst.

Deze studiegids geeft de cursist en werkgever inzicht in de onderwerpen in deze opleiding en ook wordt het lesprogramma en de uitgereikte leermiddelen nader toegelicht. Het biedt inzicht in de opbouw, organisatie van de opleiding en wat cursisten kunnen verwachten.

Veel lees- en leerplezier!



2. ORGANISATIE OPLEIDING

Graag nemen wij u mee in de organisatie van de opleiding. In dit hoofdstuk gaan we dieper in op de organisatie van de opleiding Hogere E fase 1.

2.1 Opleidingsduur en lestijden

De opleiding Hogere Elektrotechniek duurt 16 lesdagen die om de veertien dagen gegeven worden in de middag en avond. De opleiding wordt afgesloten met een examentraining en een examen. De opleidingsdagen zijn inclusief een maaltijd en koffie/thee.

Naast de lesdagen hebben cursisten gemiddeld 4 tot 12 uur per week thuisstudie. De studiebelasting inclusief lesdagen (excl. examen) is gemiddeld 380 uur.

2.2 Docenten

De lessen worden verzorgd door docenten die zijn geselecteerd op hun praktijkervaring en hun didactische vaardigheden. Elke docent wordt hiervoor periodiek getraind om zijn vaardigheden op peil te houden. De docenten zijn veelal verbonden aan de bedrijven werkzaam in het betreffende vakgebied. Zij zijn in staat naast behandeling van de lesstof in de bijbehorende literatuur, de stof aan de hand van aansprekende praktijkvoorbeelden toe te lichten.

2.3 Elektronische Leer Omgeving

Tijdens de opleiding wordt een Elektronische Leer Omgeving (ELO) gebruikt waar alle cursisten toegang tot krijgen. Op de ELO worden de digitale leermiddelen gezet, en na afloop van de lessen worden de hand-outs van de presentaties op de ELO geplaatst. Cursisten kunnen hun werkopdracht maken en/of inleveren via de ELO, en de feedback en cijfers van deze opdrachten inzien.

2.4 Deelname

Er zijn maximaal 24 deelnemers per opleiding. Aanmeldingen worden in volgorde van binnenkomst behandeld. De opleidingsvoorwaarden vind je op de website of kun je opvragen via cursus@tvvl.nl

2.5 Toelatingsvoorwaarden

Kandidaten voor de opleiding Hogere Elektrotechniek dienen bij voorkeur een hbo-opleiding als basis te hebben in verband met het vereiste werk- en denkniveau. Er worden daarbij geen specifieke inhoudelijke vooropleidingseisen gesteld, vanwege het eenvoudige feit dat er geen opleidingen op dit gebied bestaan. De overige relevante opleidingen die zijn gevolgd, dienen tenminste op mbo+ niveau te liggen.

De breedte en zwaarte van de mix is uiteindelijk bepalend voor de acceptatie tot de opleiding. Tenminste 3 jaar werkervaring in het ontwerpen van elektrotechnische installaties wordt eveneens meegewogen bij de toelating. Voor de instroom wordt door TVVL een beoordeling gedaan op grond van ervaring en achtergrond van de cursist. Ook wordt beoordeeld of de positie van de aspirant cursist zodanig is dat ook daadwerkelijk het juiste referentiekader aanwezig is, noodzakelijk voor het goed opnemen van de opleidingsstof. Bij twijfel wordt contact opgenomen met de inschrijver.



2.6 Voorbereiding en werkopdrachten

Voorafgaand aan de lessen wordt de te bestuderen stof opgegeven en kunnen er oefenvragen gesteld worden. Dit geeft focus en verdieping voorafgaand aan de les. Hiermee stimuleren we voorbereiding en interactie tijdens de lessen. De lesdagen zelf worden gekenmerkt door een combinatie van verscheidene didactische werkvormen. Het grootste gedeelte van de opleiding bestaat uit het overbrengen van theorie door mondelinge toelichting, praktijkvoorbeelden en ondersteunende presentatie. Bij meerdere modules is een sessie of excursie onderdeel van het programma. Zoals het zelf ervaren van Powerquality (PQ) fenomenen in een praktijklokaal.

TVVL probeert zoveel mogelijk interactie tussen de cursisten onderling te stimuleren; enerzijds vanuit de didactisch overweging dat dit de aandacht en concentratie binnen de groep bevordert, anderzijds ook omdat bij de deelnemers vaak veel dekkennis en ervaring aanwezig is de diverse deelgebieden van de elektrotechniek. Gebleken is inmiddels dat ook samenwerking tussen cursisten onderling ontstaat bij het oplossen van operationele vraagstukken. Kennisdeling en kennisoepassing wordt door deze vorm gestimuleerd en kan men leren van en met elkaar door elkaars inzichten.

De gehele opleidingsstof is samengevat in diverse boeken, deels eigen ontwikkelde syllabi en deels lesboeken. Hierin zijn alle behandelde onderdelen zoals theorie, tabellen, rekenvoorbeelden en afbeeldingen zijn opgenomen. Ook ontvangen de deelnemers na afloop de hand-outs van de gegevens presentaties.

Voorbereiding lessen

Bij de meeste lesdagen wordt voorafgaand aan de les de voorbereiding op de Elektronische Leeromgeving (ELO) gezet. TVVL streeft er naar de voorbereiding 2 weken voorafgaand op ELO te plaatsen. Bij de specifieke les van de module (in ELO) staat de voorbereiding vermeld. Soms is er een voorbereidende werkopdracht die cursisten moeten maken en inleveren via de ELO. Dit staat duidelijk vermeld met een instructie in ELO.

Werkopdrachten

Tijdens de lessen worden opgaven individueel of in groepen uitgewerkt. Een aantal lessen wordt afgerond met het meegeven van een werkopdracht die ingeleverd moet worden en beoordeeld wordt met een cijfer. Deze opdrachten dragen bij tot het actief verdiepen en toepassen van kennis en inzicht. Het is belangrijk om de opdrachten op tijd te maken en in te leveren om mee te mogen doen aan het examen.

Via ELO wordt vermeld welke opdrachten gemaakt en ingeleverd moeten worden. Het maken van deze opdrachten is voorwaardelijk om toegelaten te worden tot het examen. In de ELO omgeving staat vermeld wanneer en hoe de cursist de opdracht moet inleveren.

2.7 Examen

De opleiding wordt afgesloten met een theorie-examen en aansluitend het maken van een casus. Dit examen wordt gedurende een dagdeel afgenomen en vindt plaats bij TVVL. Het theorie-examen toetst de parate kennis van de deelnemer aan het einde van de opleiding. Via de casus wordt inzicht en praktijkkennis getoetst.



2.8 Voorwaarden toelating examen

TVVL heeft een aantal voorwaarden gesteld voor toelating tot het eindexamen:

- De cursist heeft alle werkopdrachten, conform het lesrooster, tijdig ingeleverd en heeft met deze werkopdrachten gezamenlijk een gemiddelde beoordeling van tenminste 6,0 heeft behaald.
- De cursist heeft een minimale aanwezigheid in de lessen van 80%.

2.9 Beoordeling

Gedurende de opleiding vindt continu toetsing plaats. Toetsing binnen het programma richt zich op het vaststellen of, en zo ja in welke mate, de kennis en vaardigheden door de cursist beheerst worden en tussentijdse toetsing vormt een goede voorbereiding voor het examen. Hierbij wordt een onderscheid gemaakt tussen formatieve en summatieve toetsing:

- Formatieve toetsing is een doorlopend proces van informatie verzamelen over de leerresultaten, over sterke en zwakke punten etc. Docenten kunnen deze informatie gebruiken voor feedback naar de deelnemers, bij hun lessen en bij de voorbereiding daarvan;
- Summatieve toetsing betreft het, aan het einde van de opleiding of een onderdeel daarvan, toekennen van een cijfer voor het bereiken van de doelstellingen.

We hanteren een formatieve beoordeling van de werkopdrachten en een summatieve beoordeling van het examen waarbij de beoordeling van de werkopdrachten meetelt om in aanmerking te komen voor het examen.

Beoordeling werkopdrachten

De cursist dient alle werkopdrachten, conform het lesrooster, tijdig in te leveren en heeft met deze werkopdrachten gezamenlijk een gemiddelde beoordeling van tenminste 6,0 behaald.

Beoordeling examen

Voor het totale examen (2 onderdelen tezamen) wordt 1 cijfer gegeven. Om in aanmerking te komen voor diplomering dient het totale examen met gemiddeld minimaal een 5,5 te zijn afgesloten. Het examen bestaat uit een theoriegedeelte en een casus. Het theorie-examen telt mee voor 40% en de casus voor 60% in het eindresultaat. De separate onderdelen moeten minimaal met een 5,0 zijn afgesloten.

2.10 Herkansing

Het kan voorkomen dat je in aanmerking komt voor een herkansing van het examen. Dit geldt voor zowel het theoriegedeelte als de casus. Voor de voorwaarden die aan een herkansing verbonden zijn, zie hiervoor het examenreglement in de ELO omgeving.

2.11 Certificaat of diploma

TVVL maakt onderscheid tussen een certificaat en een diploma. Wanneer de cursist de opleiding heeft gevolgd en het examen met goed gevolg heeft afgerond, ontvangt hij/zij het TVVL Diploma met Post HBO registratie, zie onderstaand paragraaf 2.12.



Als een cursist voldoet aan de voorwaarden om aan het examen mee te doen, en/of het examen niet haalt, ontvangt hij/zij het TVVL Certificaat. In paragraaf 'Voorwaarden toelating examen' staat nadere toelichting over de gestelde voorwaarden om aan het examen deel te nemen. Voor verdere uitleg over de voorwaarden voor het verkrijgen van het Certificaat verwijzen we graag naar het in de ELO omgeving opgenomen examenreglement.

2.12 Stichting Post hbo

De opleiding Hogere Elektrotechniek fase I van TVVL is een post-hbo opleiding. De opleiding staat geregistreerd bij CPION en staat onder toezicht van de Stichting Post Hoger Beroeps Onderwijs (SPHBO). Meer informatie is [hier](#) te vinden.



Cursisten die één van deze opleidingen met een diploma hebben afgesloten worden opgenomen in het Landelijke Register van Deelnemers dat de SPHBO mede namens alle instellingen bijhoudt.



3. DOELSTELLING, LEERDOELEN EN INHOUD

In dit hoofdstuk word je meegenomen in de opbouw en inhoud van de opleiding. Ook geven we je inzicht in de studiebelasting.

3.1 Resultaat opleiding

De cursist krijgt gedegen kennis van de grondbeginselen, de wet- en regelgeving en het ontwerpen van de elektrotechnische installaties voor gebouw- en bedrijfsinstallaties opgedaan. Na afloop van de opleiding zijn cursisten in staat zijn om complexe elektrotechnische ontwerpvoorstellen te analyseren, integrale oplossingen te kunnen ontwerpen en te optimaliseren, mede rekening houdend met powerquality fenomenen die in toenemende mate voorkomen.

3.2 Leerdoelen

- De cursist leert, via theoretische en praktische kennis van de opwekking, distributie en dissipatie van de laagspanning installaties en de van toepassing zijnde normen, vermogensberekeningen te maken, stelsels uit te werken en de desbetreffende elektrische metingen uit te voeren.
- De cursist leert zelfstandig schakel- en verdeelinrichtingen te ontwerpen en de juiste componenten te selecteren. Hij/zij is bekend met de verschillende distributiesystemen voor elektrische energie inclusief de ondersteunende kabelwegen.
- De cursist leert zelfstandig schakel- en verdeelinrichtingen en achterliggende eindgroepen te inspecteren.
- De cursist weet discussies te voeren over de NEN 1010 en kent de achtergronden en de toepassingen.
- De cursist kan beschermingsmaatregelen berekenen en selecteren en zelfstandig vermogensautomaten instellen.
- De cursist weet verschillende componenten voor het decentraal opwekken van energie te ontwerpen en te berekenen, scenarioanalyse uit te voeren in verband met congestieve of transportbeperkingen.
- De cursist is in staat om decentrale opwekking in de vorm van windmolen, generatoren, hybride omvormers, accu-systemen en systemen voor het terugleveren via laadpalen, toe te passen in het ontwerp.
- De cursist kan verschillende methoden voor DC opwekking, transport en beveiliging simuleren in Gaspoc en daarbij een gefundeerde keuze kunnen maken ten behoeve van een infrastructurele installaties in gebouwen tot op wijkniveau.
- De cursist kan de mogelijkheden van intelligentie met betrekking tot energiestromen in gebouwen overzien waardoor hij/zij de juiste keuze leert te maken door energiebesparingsmaatregelen of loadbalancing.
- De cursist kan exploitatie en optimalisatie berekenen en in begrijpelijke taal toelichten aan stakeholders.



3.3 Opbouw opleiding

Het programma van de opleiding bestaat uit 8 modules die een logische opbouw en volgorde kennen. In diverse modules zijn praktijkbezoeken c.q. excursies opgenomen.

Modules Hogere E fase 1; Leadengineer elektrotechnische bedrijfsinstallaties

- Ontwerpen bedrijfsinstallaties
- Elektriciteitsleer
- Bescherming tegen elektrische schok
- Bijzondere beveiligingstoestellen TN- en IT netten
- Netaansluitingen
- Kabelleer
- DC Installaties
- Schakel en Verdeelinrichtingen



4. LEERMIDDELEN

4.1 Studiemateriaal

Het volgende studiemateriaal worden tijdens de opleiding gebruikt:

- Laagspanningsinstallaties: technologie en ontwerp. Prof. J. Desmet etc., Universiteit Gent, Lemcko
- Ontwerpen van elektrische bedrijfsinstallaties. Laagspanningsinstallaties in utiliteit en industrie. Jan van der Meer, TVVL
- Protective Measures with Insulation Monitoring. Wolfgang Hofheinz, VDE-Verlag
- Fault Current Monitoring in Electrical Installations. Wolfgang Hofheinz, VDE-Verlag
- DC/DC Book of Knowledge. Practical tips for the user. Steve Roberts, Recom (online)
- Syllabus Grondbeginselen, TVVL (online)
- Syllabus Verdeelinrichtingen, TVVL (online)

TVVL zorgt ervoor dat bovenstaand studiemateriaal wordt uitgereikt (m.u.v. online beschikbaar studiemateriaal).

4.2 Leermiddelen

Daarnaast wordt er gebruik gemaakt van de volgende leermiddelen:

- Werkopdrachten (huiswerk)
- Cases en oefeningen (tijdens de les)
- Practica (tijdens de les)
- Diverse softwareprogramma's, waaronder:
 - Gaspoc simulatie
 - EcoStruxure Power Build - Rapsody

4.3 Aanvullende informatiebronnen

Tot slot heeft de cursist beschikking over onder andere de volgende informatiebronnen:

- Bouwbesluit 2012 (online)
- Praktijkboek Besluit bouwwerken leefomgeving (online)
- Diverse publicaties uit TVVL Magazine via TVVL Connect, waaronder:
 - Aluminium als alternatief voor koperen voedingskabel
 - Duurzame oplossing: aanbrengen coating op bekabeling
- Diverse ISSO publicaties via ISSO Open, waaronder:
 - PDT-instructieboek IBpq Power Quality
 - PDT-instructieboek IBzeb Zonne-energie Basisopleiding
- <https://www.phasetophase.nl/boek/> (online)
- Documentenoverzicht Techniek Nederland (online)
- Symbolenlijst (online)

4.4 Nen 1010

De cursist moet tijdens de cursus (persoonlijk of via de werkgever) toegang hebben tot de NEN1010. We gaan ervanuit dat elektrotechnische bedrijven een abonnement bij de NEN hebben of normen daarvan hebben aangeschaft.



5. INHOUD MODULES

In dit hoofdstuk worden de modules uit de opleiding uitgebreid toegelicht, met bijbehorende leerdoelen en behandelde onderwerpen. In ELO-omgeving staat overzichtelijk de inhoud per module weergegeven, bijbehorende leermiddelen en voorbereiding en de werkopdrachten. Ook staat hier vermeld wanneer (en hoe) opdrachten ingeleverd dienen te worden.

5.1 Ontwerpen bedrijfsinstallaties

Resultaat

Deze module bevat vaardigheden voor het ontwerpen en berekenen van elektrische bedrijfsinstallaties waarbij de nadruk ligt op kabel en leidingnetten. Na afloop van de module is de cursist in staat de verschillende ontwerpmethoden voor AC en DC netten en beveiliging te benoemen en een gefundeerde keuze te maken ten behoeve van infrastructurele installaties in gebouwen op laagspanningsniveau.

Leerdoelen

- De cursist kan de verschillende technieken voor distributie van elektrische energie op laagspanningsniveau ontwerpen.
- De cursist kent de normatieve randvoorwaarden die behoren bij kabelberekeningen en kan deze toepassen.
- Door het methodisch opzetten van een door de cursist zelfgemaakt kabelberekeningsprogramma leert de cursist welke factoren van invloed zijn op het ontwerpen van kabel- en leidingsystemen.
- De cursist kan zowel in AC als DC netten beveiligingstoestellen selecteren en toepassen in zijn/haar ontwerp.

Onderwerpen

- Bedrijfsstromen in netten, eigenschappen van toestellen, motoren en verlichting
- Smeltpatronen, installatieautomaten, thermische beveiligingen, selectiviteit, gelijktijdigheid en aanloopstromen
- Hoogst toelaatbare stroom, overbelasting, kortsluiting en kortsluitvermogen
- Netopbouw, harmonisch spanningsverlies, vereffening en aarding
- Aansluitwaarde



5.2 Elektriciteitsleer

Resultaat

Na afloop van de module elektriciteitsleer heeft de cursist inzicht gekregen in basisprincipes van elektriciteitsleer, soorten spanning en stroom, hun toepassingen en veiligheidskenmerken.

De cursist krijgt theoretische kennis van de opwekking, distributie en dissipatie van laagspanning installaties. Hij/zij leert hoe je een vermogensberekening opstelt en welke informatie benodigd is. Hij weet stelsels te herkennen en de desbetreffende elektrische metingen uit te voeren.

Je leert, o.a. vanuit veiligheidsoogpunt, met welke elektrotechnische aspecten rekening gehouden moet worden en welke normen en wet-, en regelgeving van toepassing zijn. In deze module worden ook de theoretische achtergronden van alle Power Quality oorzaken, symptomen, gevolgen, problemen en oplossingen behandeld. Dit wordt ondersteund met live demonstraties en praktijkcases, waarbij problemen worden gesimuleerd, gemeten en analyses worden uitgevoerd (door de cursisten zelf) met alle type power quality analyzers.

Leerdoelen:

- De cursist krijgt inzicht in de grondbeginselen van de opwekking, distributie en dissipatie van laagspanning installaties.
- De cursist beheerst alle principe van verschillende stelsels en foutstromen.
- De cursus weet de theorie van elektriciteitsleer toe te passen en metingen uit te voeren.
- De cursist heeft kennis van verschillende beveiligingstoestellen (LRC kringen)
- De cursist heeft kennis van de normen en richtlijnen die van toepassing zijn ten aanzien van laagspanning installaties.
- De cursist heeft kennis van het elektrotechnisch gedrag van aandrijftechnieken en de invloed van onbalans op zijn werking.
- De cursist weet dat schakelende voedingen zoals adapters, PC's en verlichting harmonische verstoringen kunnen veroorzaken.
- De cursist kan het harmonisch spectrum van vuile stroom analyseren met de Power Quality analyser en leert een scenarioanalyse uit te voeren om oplossingen aan te dragen.
- De cursist heeft kennis van eigenschappen van zwakke netten en de invloed van kabelweerstand en impedantie hierop.
- De cursist weet de juiste versie van NEN 1010 toe te passen met het rechte verkregen niveau zowel voor AC als DC installaties.

Onderwerpen

- Gelijkstroomleer
- Power Quality
- Practicum, o.a.:
 - Analyseren harmonisch spectrum onbalans, flicker, transiënten e.d.
 - Power Quality impedantie, interpolaire absoluut/procentueel
 - Harmonische spanningsverlies
 - Werken met meetinstrumenten van stroomtang tot oscilloscoop



5.3 Bescherming tegen elektrische schok

Resultaat

De NEN 1010 vormt een methode om aan de verplichtingen vanuit Bouwbesluit 2012 voor veiligheid in laagspanningsinstallaties binnen de elektrotechniek te voldoen. De cursist krijgt via deze module kennis van de laagspanningsrichtlijn en de aanverwante normen die van toepassing zijn op de complexere en intelligentere installaties. Na afloop weet de cursist de achtergronden en doelbepalingen van de NEN 1010 te begrijpen, hoe hij/zij informatie opzoekt en weet aspecten van de norm te interpreteren. Hij/zij heeft geleerd waar vanuit NEN 1010, met name deel 4 en 5, rekening gehouden moet worden.

Leerdoelen

- De cursist heeft kennis van verschillende uitgaven van NEN 1010 en het rechtens verkregen niveau.
- De cursist krijgt inzicht in wetgeving en normen en weet welke van toepassing zijn voor het ontwerpen van elektrotechnische installaties.
- De cursist beheerst de theoretische achtergrond van de verschillende laagspanning normen met als focus NEN1010.
- De cursist weet waarom de norm gebruikt wordt en hoe de NEN 1010 toegepast wordt.
- De cursist leert hoe de norm is ingedeeld, hoe hij/zij deze leest en uitgangspunten.
- De cursist kan de verschillende wettelijk van toepassing zijnde onderdelen van het bouwbesluit, de laagspanningsrichtlijn en het warenwetbesluit benoemen in relatie tot de installaties.
- De cursist krijgt mee welke beschermingsmaatregelen en aspecten behandeld worden in de NEN 1010 behorende bij installatietechnische ontwerpen.
- De cursist leert vanuit de norm, deel 4 en 5 toe te passen en weet welke aspecten belangrijk zijn.
- De cursist krijgt kennis over leidingaanleg en van toepassing zijnde regelgeving.
- De cursist heeft kennis gekregen over eisen met betrekking tot de aanleg van de installatie ten opzichte van de omgeving en het gebruik.
- De cursist weet dat de 'stand der techniek' van belang is om actueel te blijven om het juiste ontwerp te kunnen maken.

Onderwerpen

- Wetgeving
- Rechtens verkregen niveau
- Onderwerp en toepassingsgebied
- Termen en definities
- Kenmerken elektrisch materieel
- Bescherming tegen elektrische schok
- Scheiden en schakelen
- Aarding en potentiaalvereffening
- Aanvullende bescherming
- Aanduiding van draden, aders en kabels
- Leidingaanleg
- Installaties in de utiliteit
- Installaties in de industrie



5.4 Bijzondere beveiligingstoestellen TN- en IT netten

Resultaat

Na afloop van deze module is de cursist in staat zelfstandig alle beschermingsmaatregelen genoemd in NEN1010 te benoemen en toe te passen. De cursist heeft geleerd de juiste beschermingsmaatregelen te berekenen en te selecteren. Na afloop van deze module kan hij/zij zelfstandig instelbare vermogensautomaten instellen.

Leerdoelen

- De cursist weet de beschermingsmaatregelen genoemd in NEN1010 op de juiste wijze toe te passen in zijn/haar ontwerp.
- De cursist heeft kennis van de onderliggende normen en richtlijnen die van toepassing zijn op beschermingsmaatregelen (componenten en leidingen).
- De cursist heeft kennis van de theorie over aanraakspanning, uitschakeltijd, selectiviteit en kortsluiting.
- De cursist heeft kennis van de verschillende beschermingsmaatregelen toegepast in speciale ruimten.
- De cursist heeft kennis van de verschillende beschermingsmaatregelen toegepast in IT-stelsels.
- De cursist heeft kennis van de verschillende beschermingsmaatregelen toegepast in netten met DC component (terugvoeding zonder galvanische scheiding).
- De cursist heeft kennis van laadinrichtingen ten behoeve van elektrische voertuigen.

Lesonderwerpen

- Netstelsels /praktijk problemen
- Meetmethodieken beveiligingstoestellen
- Keuze netstelsels
- IEC-EN-NEN
- Beveiligingstoestellen bij gebruik van statische omvormers
- Aardfoutzoeksystemen
- Normen en richtlijnen
- Beschermingsmaatregelen vanuit NEN1010
- Laadinrichtingen elektrische voertuigen en veiligheid



5.5 Netaansluitingen

Resultaat

Na afloop van deze module is de cursist in staat om in samenwerking met de netbeheerder tot een MS-aansluiting te komen. De cursist begrijpt het jargon van de netbeheerder en kan documenten van de netbeheerder zoals: overeenkomsten, handleidingen en programma van eisen doorgronden. Daarnaast ziet de cursist het belang in van betrouwbare verbindingen en weet welke eisen daaraan worden gesteld. De cursist kan kennis van transformatoren, kortsluitingen, parallelkabels, MS-verdeelinrichtingen omzetten in het op de juiste wijze inrichten en ontwerpen van een MS-netaansluiting.

Leerdoelen

- De cursist kan benoemen wat de betekenis is van begrippen die door de netbeheerder in de communicatie naar de klant wordt gebruikt.
- De cursist heeft inzicht in de opbouw van verschillende categorieën netaansluitingen.
- De cursist kent de uitvoeringen van transformatorstations.
- De cursist kan de eigenschappen benoemen van de verschillende stroomstelsels.
- De cursist kan de eigenschappen benoemen van de verschillende manieren van sterpuntbehandeling.
- De cursist kan op hoofdlijnen benoemen aan welke eisen goede elektrische verbindingen moeten voldoen en hoe deze verbindingen tot stand worden gebracht.
- De cursist kan de aandachtspunten benoemen bij het aanleggen van parallelkabels en kan verklaren welke verschijnselen optreden bij fouten hierin.
- De cursist kan afhankelijk van de toepassing geschikte transformatoren en beveiligingen en schakelende toestellen selecteren.
- De cursist kan een inrichting en ontwerp maken van de inkoopruimte van een inkoopstation op basis van het programma van eisen van een netbeheerder.
- De cursist kan kortsluitberekening in het hoogspanningsnet inclusief selectiviteit van beveiligingen uitvoeren.
- De cursist is in staat de bekabeling tussen transformator en HS-hoofdverdeelinrichting te bepalen.
- De cursist weet welke elementen van belang zijn voor het ontwerp van een hoogspanningsverdeler.

Onderwerpen

- Netcode
- Aansluitcategorieën
- Aanvraagproces
- Verbindingen
- Meetinrichtingen spanning en stroomtransformatoren
- Kortsluitvastheid van MS-verdeelinrichtingen
- Beveiligingstoestellen
- HS Schakelaars en Railsystemen
- Programma van eisen van de netbeheerder
- Transformatoren en hun behuizing
- Klokgetallen



5.6 Kabelleer

Resultaat

Na afloop van deze module heeft de cursist inzicht gekregen in verschillende distributiesystemen voor elektrische energie inclusief de ondersteunende kabels. De cursist leert welke uitgangspunten van belang zijn om een juiste keuze te kunnen maken m.b.t. kabels en leidingen, rekening houdend met omgevingsinvloeden en het type installatie. Hoe een kabel is opgebouwd en welke eigenschappen deze heeft. Hij leert welke technische componenten, verschillen, voor- en nadelen, toepassingen en uitgangspunten met betrekking tot kabels en leidingen van belang zijn voor een correcte keuze vanuit de engineering. Na afloop van de module kent de cursist de toepassing van de NEN 1010 (hoofdstuk 5), NEN 3207 en NEN8012:2023 op kabels en leidingen.

Leerdoelen

- De cursist weet welke uitwendige invloeden de keuze en toepassing van een type kabel beïnvloeden.
- De cursist kan de keuze van het distributiesteem economisch en op duurzaamheid onderbouwen.
- De cursist weet de voor- en nadelen van de verschillende kabels- en leidingwegen.
- De cursist krijgt kennis over kabelnamen nationaal en internationaal.
- De cursist krijgt inzicht in kabelnamen en hun eigenschappen.
- De cursist leert welke aspecten van belang zijn bij de keuze van de correcte kabelschoen.
- De cursist, via toepassing Bouwbesluit 2012 en NEN 8012:2023, de juiste brandclassificatie te kiezen.
- Totstandkoming normalisatie kabels en leidingen (NEC20b), discussieonderwerpen en ontwikkelingen.
- De cursist krijgt inzicht in de technische verschillen tussen aluminium- en kopergeleiders.

Onderwerpen

- Technische opbouw kabels
- Keuze kabels n.a.v. omgevingsinvloeden
- Kabelproductie (doorlopen productie van koperen geleider tot en met de uiteindelijke kabel)
- Nationaal/internationale kabelbenamingen
- Keuze juiste verbindingstechniek (kabelschoenen)
- Bouwbesluit 2012, NEN 3207, NEN 1010 & NEN 8012:2023
- Voor- en nadelen aluminium- vs kopergeleiders
- Inzicht in brandclassificaties (volgens Bouwbesluit 2012/NEN 8012:2023)



5.7 DC Installaties

Resultaat

Tijdens de module DC installaties staat de opbouw van een gelijkspanningsnetwerk met bijbehorende energieregelingen centraal. De module DC installatie, is een eerste introductie in DC installaties met betrekking tot structuur, toegepaste componenten en de werking van een regeling in een DC installatie. Hiermee leert de cursist waarom een DC installatie anders is dan een AC installatie en leert hij ook hoe dit ontworpen moet worden. Er wordt ingegaan op de diverse mogelijkheden waarop een DC installatie ingericht kan worden en welke componenten er nodig zijn om dit op te bouwen. Net zoals in een AC installatie komen ook kabelberekening, aarding en beveiliging aan bod.

Cursisten gaan simuleren met het softwareprogramma Caspoc en het fysiek opbouwen van een DC netwerk middels DC-meetkoffers. We koppeling theorie aan praktijk door zelf te gaan berekenen, meten en ontwerpen in Caspoc. De leerdoelen uit de diverse andere modules, zoals 'Ontwerpen Bedrijfsinstallaties', 'Bijzondere beveiligingstoestellen TN en IT netten' en 'Schakel en verdeelinrichtingen' worden verder uitgediept en toegepast in de Caspoc software. De cursist krijgt een introductie in de manier waarop in een DC installatie de regeling werkt en gaat dit zelf met een praktische opstelling na op schaal bouwen. Hij/zij wordt via deze module voorbereid op de energietransitie en de toegepaste componenten die met name op DC werken.

Leerdoelen

- De cursist leert de overeenkomsten en verschillen tussen AC en DC installaties kennen en leert de opzet van een DC installatie.
- De cursist begrijpt de functie van de basiscomponenten die in een DC installatie voorkomen en kan deze plaatsen in de structuur van een DC installatie.
- De cursist kan de benodigde kabelberekeningen en keuze van beveiliging in een DC installatie maken.
- De cursist leert de juiste keuze en toepassing te selecteren voor passieve en actieve beveiligingen in DC installaties.
- De cursist leert de basisfunctie van een Grid-Manager in een DC installatie en gaat deze met behulp van een praktische opstelling zelf instellen.
- De cursist leert de werking van de regeling en de regelkarakteristiek in een DC installatie.
- De cursist gaat de regeling in een DC installatie met behulp van een praktische opstelling zelf opstellen en doet metingen aan de werking van de regeling in een DC installatie. Hiermee leert de cursist de functie van een Droop-regeling in een DC installatie.

Onderwerpen

- Bipolaire en Unipolaire DC netten
- Verschillende Spanningsniveaus en spanningsbanden van DC installaties
- Eigenschappen en verschillen tussen spanningsniveaus en –banden
- Uitschakeltijden conform NEN 1010
- Kabelberekening
- Vermogenselektronische omzetters, werking, principe en regelmogelijkheden
- Verbinding tussen DC installaties en het AC net
- Aarding in DC installaties
- Kortsluitbeveiliging in DC installaties
- Parasitaire en inductieve koppelingen
- Duurzame opwek mbv zonnepanelen in een DC installatie en MPPT regeling
- Batterij opslag en regeling hiervan in een DC installatie
- Congestiemanagement en Droop Control



- Functie en werking van een Grid Manager
- Uitwisselen van energie in een DC installatie



5.8 Schakel en verdeelinrichtingen

Resultaat

Na afloop van deze module is de cursist in staat zelfstandig schakel en verdeelinrichtingen te ontwerpen voor verschillende doeleinden.

Leerdoelen

- De cursist beheerst de normatieve basiskennis van schakel en verdeelinrichtingen
- De cursist weet de kwaliteitseisen te benoemen die aan schakel en verdeelinrichtingen worden gesteld.
- De cursist weet het ontwerp en/of de uitvoering van schakel en verdeelinrichtingen te beoordelen.
- De cursist heeft kennis van de gestandaardiseerde kortsluitberekening voor schakel en verdeelinrichtingen.
- De cursist krijgt kennis van verschillende bouwvormen van verdeelinrichtingen.
- De cursist krijgt kennis van selectiviteit en backup beveiliging.
- De cursist krijgt kennis van het schakelen en scheiden in verschillende stroomstelsels.
- De cursist krijgt een introductie in de toepassing van (speciale) verdeelinrichtingen (zoals railkokersystemen) toe te passen.
- De cursist kan bestaande schakel en verdeelinrichtingen beoordelen op uitbreidbaarheid, veiligheid.
- Inzicht verkrijgen in de juiste plaats van een overspanningsbeveiliging in de verdeelinrichting.
- De cursist weet op de juiste wijze vermogensautomaten in te stellen en toe te passen.
- De cursist krijgt de mogelijkheid om berekeningen te doen middels EcoStruxture power design software.

Lesonderwerpen

- Kortsluitstromen (EcoStruxture power design software)
- Specificeren van verdeelinrichtingen met Icw of Icc
- Railsystemen
- Bouwvormen van verdeelinrichtingen
- Selectiviteit en backup beveiliging
- Stroomstelsels
- Schakelen en scheiden
- Railkokersystemen



Korenmolenlaan 4
3447 GG Woerden
Telefoon: 088 401 06 20

cursus@tvvl.nl | www.tvvl.nl

