



**Hogere Elektrotechniek Fase 1**  
**Leadengineer Elektronische Bedrijfsinstallaties**



**Studiegids**

**INHOUDSOPGAVE****Pagina**

|               |  |    |
|---------------|--|----|
| HOOFDSTUK 1 - | INLEIDING .....                            | 2  |
| HOOFDSTUK 2 - | DOELSTELLING EN ORGANISATIE .....          | 3  |
| 2.1           | Leerdoel .....                             | 3  |
| 2.2           | Deelname.....                              | 3  |
| 2.3           | Vooropleiding .....                        | 3  |
| 2.4           | Docenten.....                              | 3  |
| 2.5           | Cursusduur en lestijden .....              | 3  |
| 2.6           | Certificaat of diploma .....               | 4  |
| 2.7           | Stichting Post hbo .....                   | 4  |
| 2.8           | Voorbereiding en werkopdrachten .....      | 4  |
| 2.9           | Elektronische LeerOmgeving .....           | 4  |
| HOOFDSTUK 3 - | LEERMIDDELEN.....                          | 5  |
| 3.1           | Studiemateriaal.....                       | 5  |
| 3.2           | Leermiddelen .....                         | 5  |
| 3.3           | Aanvullende informatiebronnen .....        | 5  |
| 3.4           | Nen 1010.....                              | 5  |
| HOOFDSTUK 4 - | OPBOUW EN STUDIEBELASTING .....            | 6  |
| 4.1           | Studiebelasting per onderwerp .....        | 6  |
| 4.2           | Voorbeeldrooster lesdagindeling .....      | 6  |
| HOOFDSTUK 5 - | INHOUD VAN DE LESSEN .....                 | 7  |
| 5.1           | Ontwerpen bedrijfsinstallaties .....       | 7  |
| 5.2           | Elektriciteitsleer .....                   | 8  |
| 5.3           | NEN1010 .....                              | 9  |
| 5.4           | IT stroomstelsels en beveiliging.....      | 10 |
| 5.5           | Midden- en laagspanningaansluitingen ..... | 11 |
| 5.6           | Kabelleer .....                            | 12 |
| 5.7           | Gelijkstroominstallaties en Gaspoc .....   | 13 |
| 5.8           | HVK-OVK AC en DC .....                     | 14 |



## HOOFDSTUK 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. Kwalitatief hoogwaardige bijscholing op hbo-niveau, buiten het reguliere beroepsonderwijs, is dan ook van groot belang.

Door nauwe samenwerking met vooruitstrevende instanties zoals stichting KIEN en bedrijfsleden van TVVL wordt met een regelmatige update de meest actuele informatie aan de cursisten overgedragen. De docenten, allen autoriteit uit de praktijk, brengen naast de theoretische kennis ook hun praktijkervaring in waardoor op een levendige en interactieve manier wordt les 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.

De TVVL opleiding Hogere Elektrotechniek staat in de leerlijn Elektrotechniek. Na afloop van het eerste jaar kan de cursist zich verder verdiepen binnen het ontwerpen van elektrotechnische gebouwinstallaties in de opleiding Hogere Elektrotechniek fase II

De docenten zijn stuk voor stuk ervaren krachten uit de praktijk. Zij brengen naast de theoretische kennis ook hun praktijkervaring in waardoor de cursus op een levendige en interactieve manier wordt gegeven. De docenten worden jaarlijks getraind ten aanzien van hun didactische vaardigheden.

Deze studiegids geeft de cursist en werkgever inzicht in de onderwerpen in deze cursus en ook wordt het lesprogramma en de uitgereikte leermiddelen nader toegelicht.



## HOOFDSTUK 2 - DOELSTELLING EN ORGANISATIE

### 2.1 Leerdoel

Na het succesvol afronden van deze post-hbo opleiding heb je gedegen kennis van de grondbeginselen, de wet- en regelgeving en het ontwerp van de elektrotechnische installaties voor gebouw- en bedrijfsinstallaties. Je kunt:

- Met theoretische en praktische kennis van de opwekking, distributie en dissipatie van de laagspanning installaties en de van toepassing zijnde normen, vermogensberekeningen maken, stelsels uitwerken en de desbetreffende elektrische metingen en inspecties uitvoeren.
- Zelfstandig schakel- en verdeelinrichtingen ontwerpen en inspecteren. U bent bekend met de verschillende distributiesystemen voor elektrische energie inclusief de ondersteunende kabelwegen.
- Laagspanningsaansluitingen selecteren en sparringpartner zijn van de netbeheerder. Daarbij herkent u de verschillende interfaces die in slimme meters zijn ingebouwd en kunt u deze met andere systemen laten communiceren.
- Voorschriften uit de NEN 1010 toepassen, en u kent de achtergronden.
- De beschermingsmaatregelen berekenen en selecteren en zelfstandig vermogensautomaten instellen.
- Verschillende componenten voor het decentraal opwekken van energie ontwerpen en berekenen, en een haalbaarheidsstudie uitvoeren.
- De verschillende methoden voor DC opwekking, transport en beveiliging toepassen en een gefundeerde keuze te maken ten behoeve van een infrastructurele installatie in gebouwen tot op wijkniveau (LVDV, geen HVDC).

### 2.2 Deelname

Er zijn maximaal 24 deelnemers per cursus. Aanmeldingen worden in volgorde van binnenkomst behandeld. De cursusvoorwaarden vind je op de website of kun je opvragen via [cursus@tvvl.nl](mailto:cursus@tvvl.nl)

### 2.3 Vooropleiding

Voor het volgen van de cursus is een vooropleiding nodig op hbo-niveau of mbo niveau met minimaal 3 tot 5 jaar ervaring in het elektrotechnische vakgebied. Als de cursist of TVVL twijfelt over de juiste voorkennis, kan een intakegesprek met de hoofddocent onderdeel zijn van de toelating.

### 2.4 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.

### 2.5 Cursusduur en lestijden

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

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



## 2.6 Certificaat of diploma

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

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. Voor verdere uitleg over de voorwaarden voor het verkrijgen van het Certificaat verwijzen we graag naar het meest actuele Examenreglement.

## 2.7 Stichting Post hbo

De cursus Hogere Elektrotechniek fase I van TVVL is een post-hbo opleiding. De cursus staat geregistreerd en onder toezicht van de Stichting Post Hoger Beroeps Onderwijs (SPHBO).



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

## 2.8 Voorbereiding en werkopdrachten

Bij diverse lesdagen wordt twee weken voorafgaand aan de les de voorbereiding op de Elektronische Leeromgeving (ELO) gezet. Soms is er een voorbereidende werkopdracht die cursisten moeten maken en inleveren via de ELO. Ook zijn er lessen die worden afgesloten met een werkopdracht, die cursisten achteraf inleveren via de ELO. Het is belangrijk om de opdrachten op tijd te maken en in te leveren om mee te mogen doen aan het examen.

## 2.9 Elektronische LeerOmgeving

Tijdens de cursus 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.



## HOOFDSTUK 3 - LEERMIDDELEN

### 3.1 Studiemateriaal

Het volgende studiemateriaal worden tijdens de cursus 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
- Veilig werken aan elektrische installaties, laagspanning en hoogspanning. Vapro
- Protective Measures with Insulation Monitoring. Wolfgang Hofheinz, VDE-Verlag
- Fault Current Monitoring in Electrical Installations. Wolfgang Hofheinz, VDE-Verlag
- Wiskunde de basis deel 1. Jaap Grasmeijer, Noordhoff Uitgevers
- DC/DC Book of Knowledge. Practical tips for the user. Steve Roberts, Recom
- Syllabus Grondbeginselen, TVVL
- Syllabus Verdeelinrichtingen, TVVL

### 3.2 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

### 3.3 Aanvullende informatiebronnen

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

- Bouwbesluit 2012
- Praktijkboek Besluit bouwwerken leefomgeving
- Diverse publicaties uit TVVL Magazine via TVVL Connect, waaronder:
  - Aluminium als alternatief voor koperen voedingskabel. Raoul Janszen
  - Duurzame oplossing: aanbrengen coating op bekabeling? Raoul Janszen
- Diverse ISSO publicaties via ISSO Open, waaronder:
  - PDT-instructieboek IBpq Power Quality
  - PDT-instructieboek IBzeb Zonne-energie Basiscursus
- Documentenoverzicht Techniek Nederland
- Symbolenlijst

### 3.4 Nen 1010

De cursist moet, via de werkgever, toegang hebben tot de NEN1010. We gaan er van uit dat elektrotechnische bedrijven een abonnement bij de NEN hebben of normen daarvan hebben aangeschaft.



## HOOFDSTUK 4 - OPBOUW EN STUDIEBELASTING

### 4.1 Studiebelaasting per onderwerp

Het programma van de cursus bestaat uit 8 onderwerpen en een bedrijfsbezoek, die zijn verdeeld over 16 lesdagen. De cursus sluit af met een examen. In onderstaande tabel staat een overzicht van de cursusonderdelen met de bijbehorende gemiddelde studiebelasting.

| Onderwerp                            | Contacttijd | Zelfstudie |
|--------------------------------------|-------------|------------|
| Ontwerpen bedrijfsinstallaties       | 16          | 32         |
| Elektriciteitsleer                   | 12          | 24         |
| NEN1010                              | 16          | 32         |
| IT stroomstelsels en beveiliging     | 8           | 16         |
| Midden- en laagspanningaansluitingen | 12          | 24         |
| Kabelleer                            | 8           | 16         |
| Gelijkstroominstallaties en Gaspoc   | 16          | 32         |
| HVK-OVK AC en DC                     | 16          | 32         |
| Eindopdracht                         | 20          |            |
| Bedrijfsbezoek                       | 4           | -          |
| Examen                               | 4           | 40         |
| totaal                               | 132         | 248        |

### 4.2 Voorbeeldrooster lesdagindeling

| Lesdag | Onderwerpen   |
|--------|---|
| 1      | Ontwerpen Bedrijfsinstallaties I & Elektriciteitsleer I             |
| 2      | NEN 1010 deel 4   |
| 3      | Ontwerpen Bedrijfsinstallaties II & Elektriciteitsleer II           |
| 4      | NEN 1010 deel 5   |
| 5      | Ontwerpen Bedrijfsinstallaties III & Elektriciteitsleer III         |
| 6      | IT stroomstelsels en beveiliging                                    |
| 7      | Midden- & Laagspanning aansluitingen I                              |
| 8      | Ontwerpen Bedrijfsinstallaties IV & Kabelleer I                     |
| 9      | HVK-OVK I: AC - Verdeelinrichtingen                                 |
| 10     | Kabelleer II & bedrijfsbezoek                                       |
| 11     | Midden- & Laagspanning aansluitingen II & Eindopdracht Beveiliging  |
| 12     | Gelijkstroominstallaties en Gaspoc I                                |
| 13     | HVK-OVK II: DC - Verdeelinrichtingen                                |
| 14     | Gelijkstroominstallaties en Gaspoc II                               |
| 15     | Eindopdracht midden- & laagspanning & Eindopdracht HVK-OVK          |
| 16     | Eindopdracht Gelijkspanning & Eindopdracht Beveiligingsinstallaties |



## HOOFDSTUK 5 - INHOUD VAN DE LESSEN

In dit hoofdstuk worden de lesonderwerpen uit de cursus uitgebreid toegelicht, met bijbehorende leerdoelen en eindtermen

### 5.1 Ontwerpen bedrijfsinstallaties

#### *Leerdoel*

Na afloop van deze les is de cursist in staat de verschillende methoden voor DC opwekking, transport en beveiliging te benoemen en een gefundeerde keuze te maken ten behoeve van een infrastructurele installaties in gebouwen tot op wijkniveau. (geen HVDC)

#### *Onderwerpen*

- Grondbeginselen Elektrotechniek
- PV installaties
- EV laadvoorzieningen en laadinrichtingen
- Invertereigenschappen

#### *Eindtermen*

- De cursist kan de verschillende technieken voor DC distributie op wijkniveau benoemen.
- De cursist kent de normatieve randvoorwaarden voor toepassing van de verschillende technieken voor in gebouw DC netten.
- De cursist kent de normatieve randvoorwaarden voor toepassing van de verschillende technieken voor buiten gebouw DC netten.
- De cursist kan DC netten en beveiligingstoestellen selecteren en toepassen in gebouwen.
- De cursist heeft inzicht in de voor en nadelen, en economische aspecten anno 2014 van DC installaties
- De cursist heeft inzicht in de toepassingsmogelijkheden van DC in de toekomst.





## 5.2 Elektriciteitsleer

### *Leerdoel*

De cursist heeft theoretische kennis van de opwekking, distributie en dissipatie van laagspanning installaties en de van toepassing zijnde normen. De cursist kan vermogensberekeningen maken, stelsels herkennen en de desbetreffende elektrische metingen uitvoeren.

### *Onderwerpen en practica*

- Power Quality
- Gelijkstroomleer
- Toelaatbare stroom
- Practicum: analyseren harmonisch spectrum verlichting
- Practicum Power Quality impedantie
- Practicum spanningsdips

### *Eindtermen:*

- De cursist krijgt een grondbeginselen niveau, zodat de volgende huiswerkopdrachten en lesdagen met een goede basis gevolgd kunnen worden.
- De cursist weet het principe van stelsels.
- De cursus weet de theorie van elektriciteitsleer toepassen, en meten.
- De cursist heeft kennis van de verschillende installatieonderdelen van laagspanning installaties.
- 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 motoren en de invloed van onbalans op zijn werking.
- De cursist weet dat verlichting harmonische kan veroorzaken.
- De cursist kan het harmonisch spectrum van de verlichting analyseren met de Power Quality analyser.
- De cursist heeft inzicht in magnetische velden en hun interferentie met geleidende delen.
- De cursist heeft inzicht in begrip zwaknet en de invloed van kabelweerstand hierop.
- De cursist heeft inzicht in het vervorminggedrag van verschillende type verlichtingen en kan de meetapparatuur gebruiken.



### 5.3 NEN1010

#### *Leerdoel*

Na afloop van deze les heeft de cursist kennis van de laagspanningsrichtlijn en de aanverwante normen die van toepassing zijn op de complexere en intelligentere installaties.

#### *Eindtermen*

- De cursist beheerst de theoretische achtergrond van de verschillende laagspanning normen met als focus NEN1010:
  - wetgeving
  - onderwerp en toepassingsgebied
  - termen en definities
  - kenmerken elektrisch materieel
  - bescherming tegen elektrische schok
  - scheiden en schakelen
  - toepassing aardlekschakelaars
  - basis leiding berekenen
  - leidingaanleg
  - installaties in woningen
  - installaties in de utiliteit
  - installaties in de industrie
  - installaties in smart grids
- De cursist kan de verschillende wettelijk van toepassing zijnde onderdelen van het bouwbesluit, de laagspanningsrichtlijn en het warenwetbesluit benoemen in relatie tot de installaties.



## 5.4 IT stroomstelsels en beveiliging

### *Leerdoel*

Na afloop van deze les is de cursist in staat zelfstandig alle beschermingsmaatregelen genoemd in NEN1010 te benoemen. Na afloop van deze les is de cursist in staat de juiste beschermingsmaatregelen te berekenen en te selecteren. Na afloop van deze les is de cursist in staat zelfstandig instelbare vermogensautomaten in te stellen.

### *Eindtermen*

- De cursist heeft kennis van de beschermingsmaatregelen genoemd in NEN1010.
- 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 aangaande aanraakspanning, uitschakeltijd en kortsluiting.
- De cursist heeft kennis van de verschillende beschermingsmaatregelen toegepast in speciale ruimten.
- De cursist heeft kennis van de verschillende beschermingsmaatregelen toegepast in netten met tweerichtingsverkeer. (smart grids)
- De cursist heeft kennis van de verschillende beschermingsmaatregelen toegepast in netten met DC component. (terugvoeding zonder galvanische scheiding)



## 5.5 Midden- en laagspanningaansluitingen

### *Leerdoel*

Na afloop van deze les is de cursist in staat alle soorten laagspanningaansluitingen te selecteren en bij de netbeheerder aan te vragen. Ook heeft de cursist begrip gekregen voor de consequenties van het bouwkundig ontwerp van de transformatorruimte, de hoofdverdeler van het gebouw. Ook weet de cursist de het EAN codeboek toe te passen en de juiste metingen te selecteren voor verschillende doelen. Daarbij herkent de cursist de verschillende interfaces die in slimme meters zijn ingebouwd.

### *Eindtermen*

- De cursist weet welke factoren invloed hebben op de selectie van een laagspanningaansluiting.
- De cursist heeft gevoel bij de gemiddelde waarden voor de selectie van transformatoren.
- De cursist is op de hoogte van het bestaan van de Netcode.
- In staat een kortsluitberekening uit te voeren op trafo, singel, hvk en ovk niveau.
- De cursist weet welke aansluitingen welke eigenschappen en beperkingen hebben.
- De cursist is in staat de bekabeling tussen transformator en HVK te berekenen en te selecteren.
- De cursist is in staat gegevens te verzamelen die benodigd zijn om instelbare laagspanningsautomaten in te stellen.
- De cursist is in staat om de aanwezige interface(s) in de bemetering om te beoordelen op aansturingen.
- De cursist is in staat om de juiste selectie te maken en een PvE op te stellen voor een laagspanningsverdeler.
- De cursist is in staat om de juiste normen toe te passen.



## 5.6 Kabelleer

### *Leerdoel*

Na afloop van deze les is de cursist bekend met de verschillende distributiesystemen voor elektrische energie. Inclusief de ondersteunende kabelwegen. Na afloop van deze les kan de cursist de minimale doorsnede berekenen op basis van afgezekerde waarde. Zowel AC, als DC. Van 16A tot 1000A.

### *Eindtermen*

- De cursist weet welke factoren de keuze van een doorsnedeberekening beïnvloeden.
- De cursist weet waar de gegevens ten aanzien van de beïnvloedingsfactoren van de conceptkeuze zijn te vinden.
- De cursist kan de verschillende energiedistributie systemen benoemen.
- De cursist kan de keuze van het distributiesteem economisch en op duurzaamheid onderbouwen;
- De cursist weet de voor- en nadelen van de verschillende leidingwegen en distributiesystemen.
- De cursist is in staat om met gefundeerde berekeningen de dimensie van het distributiesysteem dan wel doorsnede van de kabel te onderbouwen.
- De cursist is in staat om met gefundeerde berekeningen de doorsnede van de kabel te onderbouwen van DC zonnestroomsystemen en UPS/NSA voedingen.



## **5.7 Gelijkstroominstallaties en Gaspoc**

Tijdens de lessen binnen dit onderwerp gaat de cursist aan de slag met softwaresimulatie in Gaspoc. De leerdoelen uit de diverse andere onderwerpen, zoals Ontwerpen Bedrijfsinstallaties, IT Stroomstelsels en beveiliging en HVK-OVK worden verder uitgediept en toegepast in de software.

Onderwerpen als Power Quality en SmartGrids worden toegelicht.



## 5.8 HVK-OVK AC en DC

### *Leerdoel*

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

### *Eindtermen*

- 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 kan bestaande schakel en verdeelinrichtingen beoordelen op uitbreidbaarheid, veiligheid.
- De cursist weet op de juiste wijze overspanningsbeveiligingen toe te passen.
- De cursist heeft kennis van kortsluitstromen en kan deze berekenen in EcoStructure software.