



## Elektrotechniek voor werktuigkundigen



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

Blz.

<b>HOOFDSTUK 1 - Inleiding .....</b>	<b>2</b>
<b>HOOFDSTUK 2 - inhoud OPLEIDING .....</b>	<b>3</b>
2.1 Eindtermen .....	3
2.2 Grondbeginselen elektrotechniek .....	3
2.3 E-voorzieningen .....	5
2.4 Verlichting.....	6
2.5 Brandbeveiligingsinstallaties (zwakstroom) .....	7
2.6 Power Quality en Aarding .....	8
<b>HOOFDSTUK 3 - organisatie .....</b>	<b>10</b>
3.1 Opleidingsduur.....	10
3.2 Studielast .....	10
3.3 Doelgroep .....	10
3.4 Vooropleiding.....	10
3.5 Docenten.....	10
3.6 Certificaat of diploma .....	10
3.7 Leermiddelen .....	11
3.8 Elektronische Leeromgeving (ELO) .....	11
3.9 Voorbereiding en werkopdrachten .....	11
3.10 Examen.....	11
3.11 Voorwaarden toelating examen .....	12
3.12 Herkansing .....	12



## HOOFDSTUK 1 - INLEIDING

De rol van medewerkers in de installatietechniek verandert. Dit geldt ook voor de werktuigbouwkundig opgeleide medewerker. De raakvlakken met de E-installaties nemen steeds meer toe en afstemming tussen deze raakvlakken is belangrijk voor een goed eindresultaat van het project. Ook werk je steeds vaker in multidisciplinaire teams, waarbij het handig is dat je elkaars discipline begrijpt en elkaars taal spreekt. Afstemming en kennis van deze raakvlakken is van belang voor een goed eindresultaat van het project.

Met deze cursus verkrijg je niet alleen inzicht in verschillende technische disciplines, maar ook in de bijbehorende wetgeving en normen voor E-installaties in relatie tot W-installaties. Dit geeft je de brede kennis en vaardigheden die nodig zijn om effectief te kunnen samenwerken in multidisciplinaire teams. Met het opdoen van deze expertise ga je merken dat je zelfvertrouwen groeit en dat je je steeds zekerder voelt als gesprekspartner bij installatieprojecten.

Deze studiegids geeft inzicht in de onderwerpen in deze cursus, het lesprogramma en leermiddelen.

Veel leesplezier!

*NB. Hoewel deze studiegids met zorg is samengesteld, kunnen er geen rechten aan de inhoud worden ontleend.*



## HOOFDSTUK 2 - INHOUD OPLEIDING

In dit hoofdstuk word je meegenomen in de (algemene) inhoud van de opleiding.

### 2.1 Eindtermen

De cursus 'E voor W' geeft werktuigkundigen binnen de installatietechniek inzicht in E-installaties door gevoel te kweken voor begrippen en vuistregels.

Na afronding van deze cursus:

- krijg je door inzicht in de E-installatie gevoel voor begrippen en vuistregels;
- kun je uitgangspunten (normen en richtlijnen) voor E-installaties benoemen;
- neem je met bredere kennis en meer begrip deel aan multidisciplinaire teams;
- voer je basisberekeningen uit voor elektriciteit;
- benoem je E-voorzieningen in gebouwen en lees je zelfstandig elektrische schema's;
- heb je inzicht in de belasting en vervuiling van het elektriciteitsnet;
- beschrijf je de onderdelen en vorm je een oordeel over de projectering van de brandmeldinstallatie;
- kun je een verlichtingsplan van een gebouw beoordelen;
- met bredere kennis en meer begrip deelnemen aan bouwteams of multidisciplinaire projectteams.

In dit hoofdstuk worden de modules uit de opleiding uitgebreid toegelicht, met bijbehorende leerdoelen en behandelde onderwerpen.

### 2.2 Grondbeginselen elektrotechniek

#### Resultaat

Na afloop van de module grondbeginselen elektrotechniek heb je inzicht gekregen in basisprincipes van elektriciteitsleer, soorten spanning en stroom, hun toepassingen en veiligheidskenmerken. Je leert, o.a. vanuit veiligheidsoogpunt, met welke elektrotechnische aspecten rekening gehouden moet worden ten aanzien van de werktuigkundige installatie. Tevens leer je welke normen en wet-, en regelgeving van toepassing zijn.

#### Leerdoelen

- Je leert welke grondbeginselen van toepassing zijn met betrekking tot elektrische stroom, energie, spanning, weerstand en vermogen.
- Je weet welke soorten spanning en stroom er zijn en wat de invloed en toepassing is op de werktuigkundige installatie.
- Je kent elementen met betrekking tot laagspanningsinstallaties o.a.
  - Automatische uitschakeling
  - Weerstandswaarde veiligheidsaarding
  - DC-spanningsniveaus
- Je leert elektrische gevaren te herkennen en krijgt inzicht om werkzaamheden veilig te kunnen uitvoeren.
- Je wordt zich bewust van risico's en gevaren met betrekking tot elektriciteitsleer, o.a. aanrakings- en kortsluitgevaar.
- Je leert welke beschermingsmaatregelen en -handelingen genomen c.q. gebruikt kunnen worden tegen elektrische schok.
- Je leert installaties veilig te kunnen schakelen en scheiden.



- Je leert met welke elektrotechnische componenten hij/zij rekening moet houden vanuit de werktuigkundige installatie.

### **Onderwerpen**

#### Elektriciteitsleer

- Elektrische stroom, energie, spanning, weerstand en vermogen
- Serie en parallel schakelen
- Soorten spanning en stroom:
  - Wissel-, gelijk en draaistroom

#### Veiligheid

- Wetgeving/ ARBO-wet/ beleid NEN EN5010-1 en NEN3140
- Risico's door elektriciteit
- Afhankelijkheid risico's door elektriciteit
- Bekwaamheid
- Schakelen en scheiden
- Metingen
- Verborgene gevaar
- EMC
- Aardingsinstallatie
- bliksembeveiliging



## 2.3 E-voorzieningen

### Resultaat

Na afloop van deze module weet je hoe energie wordt opgewekt, getransporteerd, gedistribueerd in relatie tot o.a. HVAC installaties. Je krijgt kennis van de opbouw van de elektrische Installatie en welke tekeningen, schema's (symbolenkennis), normen en richtlijnen van toepassing zijn én hoe deze gebruikt worden. Je krijgt inzicht in leiding- berekeningen, meetinstrumenten en componentkennis.

Kortom, na het volgen van deze module ken je de raakvlakken tussen de E en W installatie en weet waar hij/zij rekening mee moet houden met betrekking tot de energievoorziening.

### Leerdoelen

- Je kan de verschillende Stroomstelsels herkennen en benoemen en kent de eigenschappen.
- Je kan een aardlekschakelaar beschrijven en de werking verklaren.
- Je hebt inzicht in de soorten elektrische aandrijvingen en kan gelijk- en draaistroom motoren begrijpen en de werking verklaren.
- Je begrijpt de wijze van aansluiten van draaistroommotoren.
- Je hebt inzicht in de schema's die horen bij draaistroom en ster-driehoek schakelingen. Daarnaast kun je de werking verklaren.
- Je hebt kennis van de beveiligingen en kan een verantwoorde keus die horen bij motorschakelingen. Zowel directe aanloop als ster-driehoek aanloop.
- Je hebt kennis van softstarters en frequentieregelaars (SF/FO). Hij kan globaal de werking verklaren.
- Je hebt inzicht in de normen NEN 1010 en NEN 3140 en de toepassingen.
- Je hebt kennis van de werking van NSA en UPS
- Je kan tekening lezen. Zowel hoofdstroomschema, stuurstroomschema, een lijnschema, Installatieschema.
- Je hebt kennis van meetinstrumenten en hun specifieke gebruik ervan.
- Je hebt kennis van de gevaren van elektriciteit.

### Onderwerpen

- Transformator en HVK
- Stroomstelsels
- Aandrijftechniek
  - Motoren
  - Aanzetten
  - Regelen
- Schakelaars en wandcontactdozen
- Smeltveiligheden
- Installatieautomaten
- Overspanningsbeveiliging
- Tekening en symbolen
- Toepassingen van draaistroom:
  - Ster – driehoek
  - Stelsels
- Leidingwegen zoals kabelgoot, scheidingschotten i.v.m. EMC



## 2.4 Verlichting

### Resultaat module

Na afloop van de module verlichting heb je inzicht gekregen in basisprincipes van verlichting, de toepasbaarheid en de eigenschappen van lichtbronnen (m.n. LED) en armaturen.

Je hebt geleerd welke invloed de werktuigbouwkundige installatie heeft op verlichting en kan zelf basis lichtberekeningen en inschattingen maken. Ook weet je welke normen en wet-, en regelgeving van toepassing zijn.

### Leerdoelen

- Je leert een aantal basisbegrippen (o.a. lichtstroom, verlichtingssterkte, luminantie, gelijkmatigheid, kleurweergave etc.) uit de verlichtingskunde begrijpen en te kunnen toepassen.
- Je leert kenmerken en toepasbaarheid van lichtbronnen.
- Je hebt kennis van kenmerken van de verschillende wijzen van dimmen en kan de werking ervan uitleggen.
- Je hebt kennis van de kenmerken en toepasbaarheid van de verschillende soorten armaturen.
- Je hebt inzicht in hoe een lichtmanagementsysteem werkt, hoe dit kan leiden tot energiebesparende maatregelen en hoe de koppeling is met andere gebouwgebonden installaties (GBS).
- Je hebt inzicht in de raakvlakken tussen verlichting en de werktuigbouwkundige installaties.
- Je leert lichtberekeningen beoordelen en zelf een inschatting te kunnen maken van het aantal benodigde armaturen in een ruimte.
- Je leert de (wettelijke) regels, de toepasbaarheid en technische eigenschappen van noodverlichting kennen.

### Onderwerpen

- Begrippen uit de verlichtingskunde en natuurkundige eigenschappen van licht
- Eigenschappen van lichtbronnen, kenmerken en toepasbaarheid (o.a. LED)
- Kenmerken en eigenschappen van armaturen
- Lichtmanagement, -regeling en koppelingen met regeltechnische installaties/GBS
- Energiebesparende maatregelen
- Warmtelast en luchtafzuiging van armaturen
- Circulariteit van verlichtingsinstallaties
- Ontwerpen en berekenen van een verlichtingsinstallatie
- Beoordelen van lichtberekeningen
- Noodverlichting (bouwbesluit en NEN 1838)
- ATEX, IP en IK-klassen





## 2.5 Brandbeveiligingsinstallaties (zwakstroom)

### Resultaat

Na afloop van de module brandbeveiligingsinstallaties heb je inzicht gekregen in basisprincipes van fenomeen brand, hoe de verschillende elementen van een brandbeveiligingsinstallatie werken en welke invloed branddetectie heeft op een werktuigbouwkundige installatie. Ook weet je welke normen en wet-, en regelgeving van toepassing zijn.

### Leerdoelen

- Je hebt inzicht in het basisprincipe van hoe brand kan ontstaan, hoe en met wat deze te bestrijden is.
- Je hebt inzicht in wat het doel is van een brandmeldinstallatie.
- Je weet wat een Alarm verificatie concept (AVC) is en wanneer deze toegepast kan worden.
- Je moet de kenmerken van verschillende type melders kunnen uitleggen.
- Je hebt kennis hoe melders geprojecteerd kunnen worden in een standaard ruimte.
- Je hebt inzicht in hoe de norm en regelgeving wordt opgezet voor brandbeveiliging.
- Je weet welke aspecten van de werktuigbouwkundige installatie invloed hebben op de projectie van melders.
- Je kan projectieberekeningen doen en zal hierna kunnen beoordelen hoeveel melders er in een ruimte geplaatst dienen te worden.
- Je weet de technische aspecten te benoemen van verschillende type melders.
- Je hebt inzicht in het verschil van een ontruimingsinstallatie type A en B en een stille alarmering.
- Je hebt inzicht in een stuk standaardisatie voor brandbeveiliging wat betreft sturingen in een functiematrix.
- Je weet de voordelen te benoemen van het inzetten van slimme melders in niet standaardruimtes, nadat deze in een praktijkcase ook wordt toegepast en waargenomen.

### Onderwerpen

- Fenomeen brand en brand ontwikkeling
- Wet- en Regelgeving (brand)
- Functiematrix opstellen wat gebeurt bij brand, koppeling met zowel E als W componenten.
- Projecteren melders met vooral t.a.v. W-componenten zoals luchtrooster
- Koppeling met sprinkler, HVAC, RWA
- Brandbeveiligingsinstallatie (melders en centrale)
- Ontruiming type A en B
- Praktijkoefeningen t.a.v. projecteren melders
- Proefbrand via testopstelling (brandkast)



## 2.6 Power Quality en Aarding

### Power Quality

#### Resultaat

Na afloop van de module Power Quality heb je inzicht gekregen in Power Quality (elektrische stroomkwaliteit). Ofwel de mate waarin de spanning, stroom en frequentie van een elektrisch netwerk voldoen aan vastgestelde normen en geschikt zijn voor het correct, efficiënt en veilig functioneren van installaties. Je krijgt kennis aangereikt over Power Quality factoren zoals spannings-, frequentiestabiliteit, harmonischen, en stroomstoringen (spanningspieken en dips). Je leert waarom Power Quality van belang is in relatie tot de werktuigkundige installatie, vooral gezien de toename en afhankelijkheid van elektrotechnische installaties binnen de werktuigkundige installaties.

Tevens weet je welke normen en wet-, en regelgeving van toepassing zijn.

#### Leerdoelen

- Je begrijpt wat Power Quality is en hoe dit bijdraagt aan de betrouwbaarheid en efficiëntie van elektrotechnische en werktuigkundige installaties.
- Je hebt kennis opgedaan van de belangrijkste aspecten en factoren zoals spanningsstabiliteit, frequentiestabiliteit, harmonischen en transiënten.
- Je leert hoe Power Quality problemen ontstaan, veroorzaakt kunnen worden en hoe deze te identificeren.
- Je leert technieken om Power Quality problemen te verhelpen en te voorkomen.

#### Onderwerpen

- Kwaliteit Power Quality
- Power Quality aspecten in W installaties
- Spannings- en frequentiestabiliteit
- Opwekkers en verstoringen
- Stroomharmonischen
- Gevolgen van harmonischen (en oplossingen)
- Invloed en toepassing NEN 1010 m.b.t. Power Quality



## Aarding

### Resultaat

Aarding en potentiaal vereffening is essentieel voor een veilige werkplek. Deze werkplek is veelal voor werktuigkundige in de nabijheid van elektrotechnische installaties. Om dit te doorgronden is het voor werktuigkundigen goed om de basisprincipes te begrijpen om te herkennen welke elektrische voorzieningen noodzakelijk zijn om de risico's te minimaliseren. In de module is er eveneens aandacht voor statische elektriciteit, zoals dit voor kan komen bij het transporteren van lucht in kanalen. Daarnaast is er veel aandacht voor het vereffen en aarden van luchtkanalen en andere luchttechnische componenten. Na deze module heb je inzicht in de basisprincipes van elektrotechnische aarding en potentiaal vereffening. Je weet hoe ze kunnen bijdragen aan het borgen van een veilige werktuigkundige systemen zoals HVAC-installaties, die vaak gekoppeld zijn aan elektrische installaties.

### Leerdoelen

- De rol van elektrotechnische aarding en potentiaalvereffening in de context van werktuigkundige systemen uitleggen.
- Basisprincipes van veiligheidsaarde, potentiaalvereffening en EMC-maatregelen herkennen en het belang ervan voor werktuigkundigen beschrijven.
- Relevante normen en wetgeving zoals NEN1010 in relatie tot werktuigkundige werkzaamheden benoemen.
- Potentiële risico's en aandachtspunten op het gebied van elektrotechnische aarding en potentiaal vereffening in werktuigkundige omgevingen identificeren.

### Onderwerpen

- Introductie tot Elektrotechnische Veiligheidsaarde en potentiaalvereffening.
- Basisconcepten van aarding, potentiaalvereffening, EMC en veiligheidsmaatregelen.
- Waarom aarding belangrijk is voor de veiligheid van werktuigkundigen en gebruikers van deze installaties.
- Korte uitleg van NEN1010 en de impact hiervan op werktuigkundige systemen.
- Belangrijke wet- en regelgeving die van toepassing is op de samenwerking tussen elektrotechnici en werktuigkundigen.
- Hoe werktuigkundige systemen, zoals HVAC, raakvlakken hebben met elektrotechnische installaties en de rol van aarding en potentiaalvereffening hierin.
- Elektromagnetische interferentie (EMI), EMC en de invloed hiervan op werktuigkundige systemen.
- Risico's bij onjuiste aarding en potentiaalvereffening en hoe werktuigkundigen hierop kunnen letten.



## HOOFDSTUK 3 - ORGANISATIE

In dit hoofdstuk gaan we dieper in op de organisatie van cursus E voor W.

### 3.1 Opleidingsduur

De cursus duurt 6 lesdagen excl. examinering. Lessen vinden om de week plaats in de middag en avond. Voor een maaltijd en koffie/thee wordt gezorgd.

### 3.2 Studielast

Gemiddeld staat voor een TVVL cursus/opleiding 2 uur voorbereiding (zelfstudie) voor 1 uur les (contactuur). Vanzelfsprekend is dit afhankelijk van uw vooropleiding, werkervaring en studietempo. De studielast (contacttijd en zelfstudie) bedraagt gemiddeld 100 uur incl. examinering.

### 3.3 Doelgroep

De cursus Elektrotechniek voor Werktuigkundigen is bedoeld voor werktuigbouwkundig geschoolde medewerkers. Je bent werkzaam als ontwerper, werkvoorbereider, projectleider, projectmanager, teamleider of contractmanager bij een installatiebedrijf, adviesbureau, woningbouwcorporatie, opdrachtgever, leverancier of overheid. Ben je werkzaam in de rol van gebouwbeheerder, architect of medewerker van een leverancier en wil je meer weten van de elektrotechnische installaties in de gebouwde omgeving? Dan is deze cursus ook interessant voor je.

### 3.4 Vooropleiding

Een afgeronde mbo-opleiding met enkele jaren relevante werkervaring vormt de basis voor deze opleiding.

### 3.5 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.

### 3.6 Certificaat of diploma

TVVL maakt onderscheid tussen een certificaat en een diploma. Wanneer je de opleiding hebt gevolgd en het examen met goed gevolg heeft afgerond, ontvang je het TVVL Diploma.

Als je voldoet aan de voorwaarden om aan het examen mee te doen, en/of het examen niet haalt, ontvang je 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 elektronische leeromgeving (ELO) opgenomen examenreglement.



### 3.7 Leermiddelen

Leren bij TVVL doe je met behulp van verschillende leermiddelen, die wij beschikbaar stellen. Er wordt altijd gebruik gemaakt van actuele literatuur en lesmateriaal, speciaal ontwikkeld voor deze cursus. Je krijgt toegang tot de Elektronische Leer Omgeving (ELO) van TVVL. Hier vind je de digitale leermiddelen en kun je werkopdrachten maken. Ook vind je hier de hand-outs van gehouden presentaties en de resultaten van jouw werkopdrachten.

Daarnaast krijg je, indien relevant voor jouw cursus, toegang tot de digitale kennisbank BouwZo waarin je publicaties, rekentools en handboeken kunt vinden die je nodig hebt voor jouw cursus.

### 3.8 Elektronische Leeromgeving (ELO)

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 via de ELO en cijfers van deze opdrachten inzien.

### 3.9 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.

TVVL streeft er naar twee weken voorafgaand aan de les de voorbereiding op de Elektronische Leeromgeving (ELO) te zetten. Soms is er een voorbereidende werkopdracht die je maakt en inlevert 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. Bij te late inlevering van de werkopdracht, zonder voorafgaande afstemming met het cursussecretariaat, wordt automatisch het cijfer 0 (nul) toegekend.

\* NB. Creativiteit wordt aangemoedigd en het gebruik van AI als inspiratiebron is toegestaan, maar het resulterende werk moet origineel zijn en niet gegenereerd door AI. Gebruikte bronnen moeten altijd worden vermeld.

### 3.10 Examen

Aan het eind van de cursus vindt er een digitaal examen plaats. In het rooster staat vermeld wanneer dit examen plaatsvindt. Dit examen neemt 2 uur in beslag. Je ontvangt een uitnodiging voorafgaand aan het examen. Na afloop van het examen zal dit beoordeeld worden en je wordt binnen 2 weken geïnformeerd over de uitslag. Bij het positief afsluiten van het examen word je uitgenodigd voor de sluitingsmiddag en verstrekking van het diploma.



### 3.11 Voorwaarden toelating examen

TVVL heeft de volgende voorwaarden gesteld voor toelating aan het examen:

- wanneer je alle werkopdrachten hebt ingeleverd en gemiddeld een 6,0 of hoger hebt behaald neem je automatisch deel aan het examen. Je hoeft je niet aan te melden;
- als je de werkopdrachten niet allemaal hebt ingeleverd en/of gemiddeld lager dan een 6,0 staat mag je niet meedoen met het examen. Wij nemen dan contact met je op.

Als je besluit om niet deel te nemen aan het examen terwijl je dit wel zou mogen, kun je jezelf afmelden voor het examen via [cursus@tvvl.nl](mailto:cursus@tvvl.nl). Je krijgt een certificaat in plaats van het diploma.

### 3.12 Herkansing

Het kan voorkomen dat je in aanmerking komt voor een herkansing van het examen.

Voor de voorwaarden die aan een herkansing verbonden zijn, zie hiervoor het examenreglement in de ELO omgeving.





Korenmolenlaan 4  
3447 GG Woerden  
Telefoon: 088 401 06 20

[cursus@tvvl.nl](mailto:cursus@tvvl.nl) | [www.tvvl.nl](http://www.tvvl.nl)

