

# **Elektrotechniek**

## **Syllabus BB, KB en GL**

### **centraal examen**

### **2010**



**augustus 2010**

© 2008 Centrale Examencommissie Vaststelling Opgaven vwo, havo, vmbo, Utrecht

Alle rechten voorbehouden. Alles uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier zonder voorafgaande toestemming van de uitgever.

# Inhoud

<b>Inleiding</b>	4
1. Syllabus Elektrotechniek BB	5
1a. Verdeling examinering CE/SE	5
1b. Specificatie van de globale eindtermen voor het CE	6
2. Syllabus Elektrotechniek KB	15
2a. Verdeling examinering CE/SE	15
2b. Specificatie van de globale eindtermen voor het CE	16
3. Syllabus	29
• Metaaltechniek GL	29
• Elektrotechniek GL	29
• Installatietechniek GL	29
• Metalektro GL	29
• Instalektro GL	29
• <b>Techniek breed GL</b>	29
3a. Verdeling examinering CE/SE bij GL	29
3b. Specificatie van de globale eindtermen voor het CE	30

## Inleiding

De minister heeft de examenprogramma's op hoofdlijnen vastgesteld. In het examenprogramma zijn de exameneenheden aangewezen waarover het centraal examen (CE) zich uitstrekt: het CE-deel van het examenprogramma. Het examenprogramma is op 1 augustus 2007 in werking getreden en geldt tot nader order.

De CEVO geeft in een syllabus, die in beginsel jaarlijks verschijnt, een toelichting op het CE-deel van het examenprogramma. Naast een beschrijving van de exameneisen voor een centraal examen, kan de syllabus verdere informatie over het centraal examen bevatten over een of meer van de volgende onderwerpen:

- toegestane hulpmiddelen,
- specificaties van examenstof,
- voorbeeldopgaven,
- bijzondere vormen van examinering (computerexamens),
- toelichting op de vraagstelling,
- begrippenlijsten,
- bekend veronderstelde voorkennis uit de onderbouw,
- bekend veronderstelde onderdelen van exameneenheden die verplicht zijn op het schoolexamen.

Ten aanzien van de syllabus is nog het volgende op te merken. De functie ervan is een leraar in staat te stellen zich een goed beeld te vormen van wat in het centraal examen wel en niet gevraagd kan worden. Naar zijn aard is de syllabus dus niet een volledig gesloten en afgebakende beschrijving van alles wat op een examen zou kunnen voorkomen. Het is mogelijk, dat op een centraal examen (c.e.) ook iets aan de orde komt dat niet met zo veel woorden in deze syllabus staat, maar dat naar het algemeen gevoelen wel tot de c.e.-stof behoort. In het algemeen geldt:

- eindtermen die noodzakelijk zijn voor de aangewezen exameneenheden, en mogelijk in andere dan deze exameneenheden zijn verworven, kunnen deel uitmaken van de toetsing in de centrale examens,
- voor praktische eindtermen van deze syllabus geldt dat ook de onderliggende theorie geëxamineerd kan worden.

Een syllabus is zodoende een hulpmiddel voor degenen die anderen of zichzelf op een centraal examen voorbereiden. Een syllabus kan ook behulpzaam zijn voor de producenten van leermiddelen en voor nascholers.

Deze syllabus geldt voor het examenjaar 2010. De CEVO verspreidt uitsluitend digitale versies van de syllabi 2010. Dit gebeurt via Examenblad.nl, de officiële website voor de examens in het voortgezet onderwijs.

In de syllabi 2010 zijn de wijzigingen ten opzichte van de vorige syllabus voor de examenjaren 2008 en 2009 duidelijk zichtbaar. De veranderingen zijn geel gemarkeerd.

Er zijn diverse vakken waarbij de syllabus 2010 geen veranderingen heeft ondergaan.

Een syllabus kan zo nodig ook tussentijds worden aangepast, bij voorbeeld als een in de syllabus beschreven situatie feitelijk veranderd is. De aan een centraal examen voorafgaande Septembermededeling is dan het moment waarop dergelijke veranderingen bekend worden gemaakt. Kijkt u voor alle zekerheid jaarlijks in september in Examenblad.nl.

De CEVO stelt het aantal en de tijdsduur van de toetsen van het centraal examen vast en de wijze waarop het centraal examen wordt afgenomen. Deze vaststelling wordt gepubliceerd in het rooster voor de centrale examens en in de Septembermededeling.

De syllabus is niet van belang voor het schoolexamen. Daarvoor zijn handreikingen door de SLO geproduceerd die in deze uitgave niet is opgenomen.

Voor opmerkingen over deze tekst houdt de CEVO zich steeds aanbevolen. U kunt die zenden aan [info@cevo.nl](mailto:info@cevo.nl) of aan CEVO, postbus 8128, 3503 RC Utrecht.

De voorzitter van de CEVO,  
drs. H.W.Laan

# 1. Syllabus Elektrotechniek BB

## 1a. Verdeling examinering CE/SE

Tabel:

Verdeling van de examenstof Elektrotechniek BB over centraal examen en schoolexamen

Exameneenheden		B	CE	moet op SE	mag op SE
ET/K/1	De elektrotechnische wereld	X		<b>B</b>	
ET/K/2	Professionele vaardigheden	X	<b>B</b>	<b>B</b>	
ET/K/3	Technische informatica	X		<b>B</b>	
ET/K/4	Inleiding op het leidingnet in de woning	X		<b>B</b>	
ET/K/5	Inleiding op het afmonteren in de woning	X		<b>B</b>	
ET/K/6	Inleiding op het leidingnet in de utiliteitsbouw	X		<b>B</b>	
ET/K/7	Inleiding op elektrische toestellen en machines in de utiliteitsbouw	X		<b>B</b>	
ET/K/8	Aanleg leidingnet voor elektrische installatie in de woning	X	<b>B</b>		<b>B</b>
ET/K/9	Afmonteren van de elektrische installatie in de woning	X	<b>B</b>		<b>B</b>
ET/K/10	Aanleg leidingnet voor elektrische installatie in de utiliteitsbouw	X	<b>B</b>		<b>B</b>
ET/K/11	Aansluiten en in bedrijf stellen van elektrische toestellen en machines in de utiliteitsbouw	X	<b>B</b>		<b>B</b>
ET/K/12	Industriële elektrische installatie	X		<b>B</b>	
ET/K/13	Speciale elektrische installaties 1	X		<b>B</b>	
ET/K/14	Telecommunicatie installaties	X		<b>B</b>	

## 1b. Specificatie van de globale eindtermen voor het CE

ET/K/2	<p><b>Professionele vaardigheden</b></p> <p>De kandidaat kan</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1 op systematische wijze werkzaamheden uitvoeren<ul style="list-style-type: none"><li>- werk plannen /werk voorbereiden</li><li>- systematisch uitvoeren</li><li>- tussentijds controleren en bijstellen</li><li>- eindcontrole uitvoeren</li><li>- afleveren/opleveren</li><li>- evalueren (oog hebben voor verbeteringen volgende opdracht)</li></ul></li><li>2 de Nederlandse taal functioneel gebruiken<ul style="list-style-type: none"><li>- op basaal niveau lees- en schrijfvaardigheden toepassen bij de administratieve verwerking van zijn werkzaamheden</li><li>- een eenvoudig zakelijk verslag schrijven met gebruikmaking van geautomatiseerde systemen</li><li>- mondeling communiceren<ul style="list-style-type: none"><li>. werkoverleg</li><li>. vaktaal</li><li>. mondelinge opdrachten interpreteren</li><li>. informeel communiceren</li></ul></li></ul></li><li>3 tijdens de werkvoorbereiding en de werkuitvoering op basaal niveau berekeningen maken<ul style="list-style-type: none"><li>- de zakrekenmachine doelmatig gebruiken</li><li>- aftekenen</li><li>- bepalen van maat en plaats van de te installeren/plaatsen onderdelen</li><li>- verwerken meetgegevens</li></ul></li><li>4 met gebruikmaking van een computer eenvoudige administratieve werkzaamheden uitvoeren<ul style="list-style-type: none"><li>- binnen het vakgebied gericht informatie opzoeken met behulp van moderne technieken<ul style="list-style-type: none"><li>. bronnen gebruiken, geautomatiseerde gegevensbestanden, internet</li><li>. informatie op waarde schatten, kiezen en ordenen</li><li>. informatie bewerken: samenvatting, tabel, grafiek</li></ul></li><li>- materiaalstaat uittrekken en invoeren in een beheerapplicatie</li><li>- eenvoudige calculatie lezen</li><li>- werkbonden invullen en invoeren in een beheerapplicatie</li><li>- projectvoortgangsstaat lezen</li><li>- opleveringsrapport invullen</li></ul></li><li>5 tijdens de werkvoorbereiding en de werkuitvoering tekeninglezen<ul style="list-style-type: none"><li>- elektrotechnische tekeningen<ul style="list-style-type: none"><li>. stroomkringschema</li><li>. installatie tekening</li><li>. bedradingstekening</li></ul></li><li>- werktuigbouwkundige tekeningen<ul style="list-style-type: none"><li>. Amerikaanse projectiemethode</li></ul></li><li>- gerelateerde bouwkundige tekeningen</li></ul></li></ol>
--------	---

	<p>6 zijn werkzaamheden op een veilige wijze uitvoeren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ARBO, NEN 3140</li> <li>- NEN 1010</li> <li>- veiligheidsmaatregelen</li> <li>- omgaan met relevante risico's <ul style="list-style-type: none"> <li>. gezondheid, welzijn en milieu</li> <li>. juiste werkhouding</li> <li>. persoonlijke beschermingsmiddelen</li> <li>. arbeidsmiddelen</li> </ul> </li> <li>- werkplek organisatie <ul style="list-style-type: none"> <li>. correcte inrichting werkplek</li> <li>. gereedschap gebruik</li> <li>. materiaal ge- en verbruik</li> </ul> </li> </ul> <p>7 zijn werkzaamheden uitvoeren volgens regels die voortvloeien uit een integrale milieu- en kwaliteitszorg</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ISO-certificering</li> <li>- 'good house keeping' <ul style="list-style-type: none"> <li>. energie gebruik</li> <li>. materiaal gebruik</li> <li>. afvalstoffen verwerking</li> </ul> </li> </ul> <p>8 zich aan- en inpassen in de bedrijfscultuur</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- bedrijfsnormen</li> <li>- overzicht arbeidsorganisatie</li> <li>- plaatsen van eigen arbeid</li> <li>- functioneren in hiërarchie</li> </ul> <p>9 samenwerken bij het uitvoeren van werkzaamheden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- taken verdelen</li> <li>- overleggen</li> <li>- zich houden aan afspraken</li> <li>- omgaan met kritiek</li> <li>- rapporteren</li> </ul> <p>10 een kritische instelling tot eigen belang manifesteren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- afstand nemen van werk</li> <li>- risico's onderkennen</li> <li>- omgaan met werkdruk</li> <li>- belangenbehartiging</li> <li>- eigen belang bij conflicten</li> <li>- speelruimte benutten</li> </ul> <p>11 omgaan met verschillen op basis van culturele gebondenheid en geslacht</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- normen</li> <li>- waarden</li> <li>- gewoontes</li> </ul>
--	--

<b>ET/K/8</b>	<p><b>Aanleg leidingnet voor elektrische installatie in de woning</b></p> <p>De kandidaat kan</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 technische gegevens van huisinstallatietekeningen opzoeken, aflezen en interpreteren       <ul style="list-style-type: none"> <li>- installatietekening</li> <li>- stroomkringschema's van basislichtschakelingen tekenen</li> <li>- bedradingstekeningen van basislichtschakelingen tekenen</li> <li>- de keuze van elektrisch materieel, leidingen en toebehoren maken</li> <li>- onderscheid maken in comfortklasse</li> </ul> </li> <li>2 met gangbare gereedschappen leidingsystemen volgens gangbare installatiesystemen monteren       <ul style="list-style-type: none"> <li>- buis</li> <li>- plintgoot en koker</li> </ul> </li> <li>3 leidingsystemen bestaande uit buis, koker en (plint)goot bedraden en aflassen</li> <li>4 elektrische toestellen voor huisinstallaties afmonteren       <ul style="list-style-type: none"> <li>- schakelaars en wandcontactdozen</li> <li>- enkelpolige-, serie-, en wisselschakeling</li> </ul> </li> <li>5 in een eigen gemaakte huisinstallatie of delen daarvan, in spanningsloze toestand, fouten zoeken en verhelpen       <ul style="list-style-type: none"> <li>- verbinding testen met doormeetzoemer</li> </ul> </li> <li>6 de opbouw en werking van een elektrische installatie in een woning omschrijven       <ul style="list-style-type: none"> <li>- principe stroomkring</li> <li>- de begrippen spanning, stroom en weerstand</li> <li>- de begrippen geleider/isolator</li> <li>- de relatie tussen stroom, spanning en weerstand (wet van ohm)</li> <li>- parallel schakelen van verbruikstoestellen</li> <li>- werking enkelpolige-, serie- en wisselschakeling, wandcontactdoos</li> <li>- minimum aantal wandcontactdozen en lichteansluitpunten volgens NEN 1010</li> <li>- beschermingsmaatregelen als beschermings- en vereffeningleiding (NEN 1010)</li> </ul> </li> <li>7 de werkmethode voor het installeren van een huisinstallatie omschrijven</li> <li>8 vanuit een eigen experiment materiaaleigenschappen bepalen en omschrijven       <ul style="list-style-type: none"> <li>- ferro- en non-ferrometalen</li> <li>- thermoplastisch/ thermohardend</li> </ul> </li> <li>9 de kenmerken van de onderdelen die toegepast worden in een elektrische installatie voor een woning omschrijven       <ul style="list-style-type: none"> <li>- buis en koker</li> <li>- centraaldozen, normaaldozen en inbouwdozen</li> <li>- draad</li> <li>- schakelmateriaal</li> <li>- bevestigingsmateriaal</li> </ul> </li> </ol>
---------------	--



10 het gebruik van gangbare gereedschappen bij het aanleggen van een elektrische installatie in een woning omschrijven

- machinaal gereedschap (gebruik, onderhoud en veiligheid)
- handgereedschap (gebruik, onderhoud en veiligheid)
- toepassingsgebied

11 de kenmerken en het gebruik van gangbare meetgereedschappen die worden gebruikt bij het aanleggen van een elektrische installatie in een woning omschrijven

- duimstok, rolmaat
- doormeezoemer
- waterpas, smetlijn, lasermeetapparatuur

Toelichting

De kandidaat kan de handelingen, zoals omschreven in de eindtermen 1 t/m 5, 'onder begeleiding' uitvoeren.

<b>ET/K/9</b>	<p><b>Afmonteren van de elektrische installatie in de woning</b></p> <p>De kandidaat kan</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 documentatie van aan te sluiten toestellen en apparaten raadplegen</li> <li>2 met gangbaar gereedschap verlichtingstoestellen/ armaturen afmonteren       <ul style="list-style-type: none"> <li>- voor gloeilampen, fluorescentielampen en halogeenlampen</li> </ul> </li> <li>3 met gangbaar gereedschap elektrische huishoudelijke verbruikstoestellen aansluiten       <ul style="list-style-type: none"> <li>- kooktoestellen, wasbehandelingstoestellen, toestellen voor heetwatervoorziening en voor centrale verwarming</li> <li>- mantelsnoer en leiding aansnijden</li> <li>- samengeslagen aders afwerken voor aansluiting</li> </ul> </li> <li>4 met gangbaar gereedschap de schakel- en verdeelinrichting voor een woning plaatsen en afmonteren</li> <li>5 aardingsvoorziening overeenkomstig NEN 1010 in een woninginstallatie aansluiten       <ul style="list-style-type: none"> <li>- (hoofd) vereffeningsleiding</li> <li>- beschermingsleiding</li> <li>- aardelektrode</li> <li>- (hoofd) aardrail</li> <li>- CAP (centraal aardpunt)</li> </ul> </li> <li>6 de installatie met huishoudelijke toestellen onder toezicht in bedrijf stellen       <ul style="list-style-type: none"> <li>- aangesloten apparatuur testen</li> <li>- in spanningsloze toestand storingen zoeken en verhelpen in de aansluiting van de aangesloten apparatuur</li> </ul> </li> <li>7 op een veilige wijze elektrische grootheden in proefopstellingen meten (NEN 3140)       <ul style="list-style-type: none"> <li>- spanning</li> <li>- stroom</li> <li>- (aardverspreidings)weerstand</li> <li>- arbeid (kWh)</li> <li>- isolatieweerstand</li> </ul> </li> <li>8 de kenmerken van netstelsels in de woningbouw omschrijven       <ul style="list-style-type: none"> <li>- begrip sinusvormige wisselspanning /-stroom</li> <li>- frequentie 50 Hz</li> <li>- de relatie frequentie periodetijd</li> <li>- TT-stelsel</li> <li>- TN S-stelsel</li> </ul> </li> <li>9 kenmerken van onderdelen en materialen die worden gebruikt bij elektrische toestellen omschrijven       <ul style="list-style-type: none"> <li>- klasse indeling O, OI, I, II en III</li> <li>- mantelsnoeren en leidingen</li> </ul> </li> </ol>
---------------	--

10 kenmerken en gebruik van gereedschappen die worden gebruikt bij het aansluiten en in bedrijfstellen van elektrische huishoudelijke toestellen in een woning omschrijven en deze gereedschappen op een veilige wijze gebruiken

- handgereedschap, mes, persgereedschap, moersleutels en striptang
- toepassingsgebied
- onderhoud
- veiligheid

11 de werking van huishoudelijke verbruikstoestellen omschrijven

- principe serieschakeling van weerstanden
- eerste en tweede wet van Kirchhof
- blokschematische opbouw

12 de kenmerken van meetgereedschappen die gebruikt worden bij het in bedrijfstellen van een huisinstallatie omschrijven

- universeelmeter
- aardlektester
- isolatieweerstandsmeter
- aardverspreidingsweerstandmeter
- kilowattuurmeter

Toelichting

De kandidaat kan de handelingen, zoals omschreven in de eindtermen 1, 3, 5, 6 en 7 'onder begeleiding' en eindterm 4 'oriënterend' uitvoeren

<b>ET/K/10</b>	<p><b>Aanleg leidingnet voor elektrische installatie in de utiliteitsbouw</b></p> <p>De kandidaat kan</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 technische gegevens van een installatietekening voor utiliteit zoeken, aflezen en interpreteren       <ul style="list-style-type: none"> <li>- de keuze van elektrisch materieel, leidingen en toebehoren maken</li> </ul> </li> <li>2 met gangbaar gereedschap een (grond) kabelinstallatie volgens het hoofdleidingsysteem aanleggen en afmonteren       <ul style="list-style-type: none"> <li>- schakel- en verdeelinrichtingen</li> <li>- kabel</li> <li>- buis</li> </ul> </li> <li>3 bestaande leidingsystemen bedraden, bekabelen en aflassen</li> <li>4 elektrische toestellen voor utiliteitinstallaties afmonteren       <ul style="list-style-type: none"> <li>- schakelaars en wandcontactdozen; waterdicht</li> <li>- lichtschakelingen o.a. impulsrelais gestuurd</li> </ul> </li> <li>5 in een eigen gemaakte utiliteitsinstallaties of delen daarvan in spanningsloze toestand fouten zoeken en verhelpen       <ul style="list-style-type: none"> <li>- weerstand meten met universeelmeter</li> </ul> </li> <li>6 de opbouw en werking van een elektrische installatie in een utiliteitsgebouw omschrijven       <ul style="list-style-type: none"> <li>- principe meerfasesysteem</li> <li>- beschermings- en beveiligingsmaatregelen volgens NEN 1010</li> <li>- elektrische geleidbaarheid van materialen (weerstand)</li> <li>- warmteontwikkeling ten gevolge van stroomdoorgang</li> </ul> </li> <li>7 de werking van een relaisgestuurde lichtschakeling omschrijven       <ul style="list-style-type: none"> <li>- blokschematisch opbouw</li> <li>- principe van een elektromagneet</li> <li>- werking relais/relaisschakeling</li> </ul> </li> <li>8 vanuit een eigen experiment magnetische eigenschappen omschrijven       <ul style="list-style-type: none"> <li>- magnetisme</li> <li>- elektromagnetisme</li> </ul> </li> <li>9 de kenmerken en toepassingsgebieden van de materialen die toegepast worden in een elektrische installatie voor de utiliteitsbouw omschrijven       <ul style="list-style-type: none"> <li>- buis, koker, goot, baan en ladder</li> <li>- kabeldozen, normaaldozen</li> <li>- (grond) kabel, leiding</li> <li>- schakelmateriaal, waterdicht</li> <li>- bevestigingsmaterialen</li> </ul> </li> <li>10 de kenmerken en toepassingsgebieden van de materialen die toegepast worden in de panelenbouw omschrijven.</li> </ol> <p>Toelichting De kandidaat kan de handelingen, zoals omschreven in de eindtermen 1 t/m 5, 'onder begeleiding' uitvoeren.</p>
----------------	---

<b>ET/K/11</b>	<p><b>Aansluiten en in bedrijf stellen van elektrische toestellen en machines in de utiliteitsbouw</b></p> <p>De kandidaat kan</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 een eigen werkvoorbereiding maken <ul style="list-style-type: none"> <li>- documentatie van aan te sluiten toestellen en apparaten raadplegen</li> <li>- aansluiting bepalen en tekenen</li> <li>- aansluiting driefasemotoren, (ster en driehoek) bepalen en tekenen</li> <li>- bedradingstekening van een eenvoudige machineschakeling tekenen</li> </ul> </li> <li>2 met behulp van een schema en gangbaar gereedschap elektrische werktuigen, verbruikstoestellen en waterdichte armaturen aansluiten <ul style="list-style-type: none"> <li>- schakel- en verdeelinrichtingen</li> <li>- universeelmotor</li> <li>- asynchrone driefase SKA-motor (in gangbare schakelingen)</li> </ul> </li> <li>3 aardingsvoorziening in een utiliteitsinstallatie aansluiten <ul style="list-style-type: none"> <li>- aarding, aardlekschakelaar en overstroombeveiliging</li> </ul> </li> <li>4 utiliteitsinstallatie en toestellen onder toezicht in bedrijf stellen <ul style="list-style-type: none"> <li>- installatie doormeten en testen</li> <li>- aangesloten apparatuur testen</li> <li>- storingen zoeken in de aansluiting van de aangesloten apparatuur</li> </ul> </li> <li>5 op een veilige wijze elektrische grootheden in proefopstellingen voor meerfasesystemen meten (NEN 3140) <ul style="list-style-type: none"> <li>- lijn- en fasespanning</li> <li>- lijn- en fasestroom</li> </ul> </li> <li>6 (met behulp van eenvoudige berekeningen) de kenmerken van netstelsels voor utiliteitsbouw en machines omschrijven <ul style="list-style-type: none"> <li>- TN CS-stelsel</li> <li>- meerfasesysteem</li> <li>- principe van universeel- en driefase elektromotoren</li> <li>- lijn- en fasespanning</li> <li>- lijn- en fasestroom</li> <li>- weerstand en impedantie</li> <li>- schijnbaar en werkelijk vermogen bij driefase-systemen</li> <li>- arbeid bij driefase-systemen</li> <li>- relatie spanning, stroom, weerstand en vermogen bij driefase-systemen</li> </ul> </li> <li>7 de werking van elektrische machines omschrijven</li> <li>8 kenmerken van onderdelen die worden gebruikt in toestellen voor utiliteitsinstallaties omschrijven <ul style="list-style-type: none"> <li>- klasse-indeling</li> <li>- beschermingsmaatregelen tegen invloeden van buitenaf</li> <li>- snoeren en leidingen</li> </ul> </li> </ol>
----------------	--

9 de kenmerken van meetgereedschappen die worden gebruikt bij het aansluiten en in bedrijfstellen van utiliteitsinstallaties omschrijven

- ampèretang
- duspol
- elektronische tester

Toelichting

De kandidaat kan de handelingen, zoals omschreven in de eindterm 1 t/m 5 'onder begeleiding' uitvoeren.

## 2. Syllabus Elektrotechniek KB

### 2a. Verdeling examinering CE/SE

Tabel:

Verdeling van de examenstof Elektrotechniek KB over centraal examen en schoolexamen

Exameneenheden		K	CE	moet op SE	mag op SE
ET/K/1	De elektrotechnische wereld	X		K	
ET/K/2	Professionele vaardigheden	X	K	K	
ET/K/4	Inleiding op het leidingnet in de woning	X		K	
ET/K/5	Inleiding op het afmonteren in de woning	X		K	
ET/K/6	Inleiding op het leidingnet in de utiliteitsbouw	X		K	
ET/K/7	Inleiding op elektrische toestellen en machines in de utiliteitsbouw	X		K	
ET/K/8	Aanleg leidingnet voor elektrische installatie in de woning	X	K		K
ET/K/9	Afmonteren van de elektrische installatie in de woning	X	K		K
ET/K/10	Aanleg leidingnet voor elektrische installatie in de utiliteitsbouw	X	K		K
ET/K/11	Aansluiten en in bedrijf stellen van elektrische toestellen en machines in de utiliteitsbouw	X	K		K
ET/K/12	Industriële elektrische installatie	X		K	
ET/K/13	Speciale elektrische installaties 1	X		K	
ET/K/14	Telecommunicatie installaties	X		K	
ET/K/15	Elektronica	X		K	
ET/K/16	Automatiseren	X	K		K
ET/K/17	Telematica	X		K	
ET/K/18	CAD	X	K		K
ET/K/20	Inleiding op monteren en bekabelen	X		K	
ET/V/1	Integratieve opdracht	X	K		K

## 2b. Specificatie van de globale eindtermen voor het CE

ET/K/2	<p><b>Professionele vaardigheden</b></p> <p>De kandidaat kan</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 op systematische wijze werkzaamheden uitvoeren             <ul style="list-style-type: none"> <li>- werk plannen /werk voorbereiden</li> <li>- systematisch uitvoeren</li> <li>- tussentijds controleren en bijstellen</li> <li>- eindcontrole uitvoeren</li> <li>- afleveren/opleveren</li> <li>- evalueren (oog hebben voor verbeteringen volgende opdracht)</li> </ul> </li> <li>2 de Nederlandse taal functioneel gebruiken             <ul style="list-style-type: none"> <li>- op basaal niveau lees- en schrijfvaardigheden toepassen bij de administratieve verwerking van zijn werkzaamheden</li> <li>- een eenvoudig zakelijk verslag schrijven met gebruikmaking van geautomatiseerde systemen</li> <li>- mondeling communiceren                 <ul style="list-style-type: none"> <li>. werkoverleg</li> <li>. vaktaal</li> <li>. mondelinge opdrachten interpreteren</li> <li>. informeel communiceren</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>3 tijdens de werkvoorbereiding en de werkuitvoering op basaal niveau berekeningen maken             <ul style="list-style-type: none"> <li>- de zakrekenmachine doelmatig gebruiken</li> <li>- aftekenen</li> <li>- bepalen van maat en plaats van de te installeren/plaatsen onderdelen</li> <li>- verwerken meetgegevens</li> </ul> </li> <li>4 met gebruikmaking van een computer eenvoudige administratieve werkzaamheden uitvoeren             <ul style="list-style-type: none"> <li>- binnen het vakgebied gericht informatie opzoeken met behulp van moderne technieken                 <ul style="list-style-type: none"> <li>. bronnen gebruiken, geautomatiseerde gegevensbestanden, internet</li> <li>. informatie op waarde schatten, kiezen en ordenen</li> <li>. informatie bewerken: samenvatting, tabel, grafiek</li> </ul> </li> <li>- materiaalstaat uittrekken en invoeren in een beheerapplicatie</li> <li>- eenvoudige calculatie lezen</li> <li>- werkbonden invullen en invoeren in een beheerapplicatie</li> <li>- projectvoortgangsstaat lezen</li> <li>- opleveringsrapport invullen</li> </ul> </li> <li>5 tijdens de werkvoorbereiding en de werkuitvoering tekeninglezen             <ul style="list-style-type: none"> <li>- elektrotechnische tekeningen                 <ul style="list-style-type: none"> <li>. stroomkringschema</li> <li>. installatie tekening</li> <li>. bedradingstekening</li> </ul> </li> <li>- werktuigbouwkundige tekeningen                 <ul style="list-style-type: none"> <li>. Amerikaanse projectiemethode</li> </ul> </li> <li>- gerelateerde bouwkundige tekeningen</li> </ul> </li> <li>6 zijn werkzaamheden op een veilige wijze uitvoeren</li> </ol>
--------	--



	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ARBO, NEN 3140</li> <li>- NEN 1010</li> <li>- veiligheidsmaatregelen</li> <li>- omgaan met relevante risico's <ul style="list-style-type: none"> <li>. gezondheid, welzijn en milieu</li> <li>. juiste werkhouding</li> <li>. persoonlijke beschermingsmiddelen</li> <li>. arbeidsmiddelen</li> </ul> </li> <li>- werkplek organisatie <ul style="list-style-type: none"> <li>. correcte inrichting werkplek</li> <li>. gereedschap gebruik</li> <li>. materiaal ge- en verbruik</li> </ul> </li> </ul> <p>7 zijn werkzaamheden uitvoeren volgens regels die voortvloeien uit een integrale milieu- en kwaliteitszorg</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ISO-certificering</li> <li>- 'good house keeping' <ul style="list-style-type: none"> <li>. energie gebruik</li> <li>. materiaal gebruik</li> <li>. afvalstoffen verwerking</li> </ul> </li> </ul> <p>8 zich aan- en inpassen in de bedrijfscultuur</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- bedrijfsnormen</li> <li>- overzicht arbeidsorganisatie</li> <li>- plaatsen van eigen arbeid</li> <li>- functioneren in hiërarchie</li> </ul> <p>9 samenwerken bij het uitvoeren van werkzaamheden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- taken verdelen</li> <li>- overleggen</li> <li>- zich houden aan afspraken</li> <li>- omgaan met kritiek</li> <li>- rapporteren</li> </ul> <p>10 een kritische instelling tot eigen belang manifesteren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- afstand nemen van werk</li> <li>- risico's onderkennen</li> <li>- omgaan met werkdruk</li> <li>- belangenbehartiging</li> <li>- eigen belang bij conflicten</li> <li>- speelruimte benutten</li> </ul> <p>11 omgaan met verschillen op basis van culturele gebondenheid en geslacht</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- normen</li> <li>- waarden</li> <li>- gewoontes</li> </ul>
--	---

**ET/K/8**

**Aanleg leidingnet voor elektrische installatie in de woning**

De kandidaat kan

- 1 technische gegevens van huisinstallatietekeningen opzoeken, aflezen en interpreteren
  - installatietekening
  - stroomkringschema's van basislichtschakelingen tekenen
  - bedradingstekeningen van basislichtschakelingen tekenen
  - de keuze van elektrisch materieel, leidingen en toebehoren maken
  - onderscheid maken in comfortklasse
- 2 met gangbare gereedschappen leidingsystemen volgens gangbare installatiesystemen monteren
  - buis
  - plintgoot en koker
- 3 leidingsystemen bestaande uit buis, koker en (plint)goot bedraden en aflassen
- 4 elektrische toestellen voor huisinstallaties afmonteren
  - schakelaars en wandcontactdozen
  - enkelpolige-, serie-, en wisselschakeling
- 5 in een eigen gemaakte huisinstallatie of delen daarvan, in spanningsloze toestand, fouten zoeken en verhelpen
  - verbinding testen met doormeetzoemer
- 6 de opbouw en werking van een elektrische installatie in een woning omschrijven
  - principe stroomkring
  - de begrippen spanning, stroom en weerstand
  - de begrippen geleider/isolator
  - de relatie tussen stroom, spanning en weerstand (wet van ohm)
  - parallel schakelen van verbruikstoestellen
  - werking enkelpolige-, serie- en wisselschakeling, wandcontactdoos
  - minimum aantal wandcontactdozen en lichtaansluitpunten volgens NEN 1010
  - beschermingsmaatregelen als beschermings- en vereffening sleiding (NEN 1010)
- 7 de werkmethode voor het installeren van een huisinstallatie omschrijven
- 8 vanuit een eigen experiment materiaaleigenschappen bepalen en omschrijven
  - ferro- en non-ferrometalen
  - thermoplastisch/ thermohardend
- 9 de kenmerken van de onderdelen die toegepast worden in een elektrische installatie voor een woning omschrijven
  - buis en koker
  - centraaldozen, normaaldozen en inbouwdozen
  - draad
  - schakelmateriaal
  - bevestigingsmateriaal
- 10 het gebruik van gangbare gereedschappen bij het aanleggen van een elektrische installatie in een woning omschrijven
  - machinaal gereedschap (gebruik, onderhoud en veiligheid)
  - handgereedschap (gebruik, onderhoud en veiligheid)
  - toepassingsgebied

	<p>11 de kenmerken en het gebruik van gangbare meetgereedschappen die worden gebruikt bij het aanleggen van een elektrische installatie in een woning omschrijven</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- duimstok, rolmaat</li><li>- doormeezoemer</li><li>- waterpas, smetlijn, lasermeetapparatuur</li></ul> <p>Toelichting De kandidaat kan de handelingen, zoals omschreven in de eindtermen 1 t/m 5, 'onder begeleiding' uitvoeren.</p>
--	---

<b>ET/K/9</b>	<p><b>Afmonteren van de elektrische installatie in de woning</b></p> <p>De kandidaat kan</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 documentatie van aan te sluiten toestellen en apparaten raadplegen</li> <li>2 met gangbaar gereedschap verlichtingstoestellen/ armaturen afmonteren       <ul style="list-style-type: none"> <li>- voor gloeilampen, fluorescentielampen en halogeenlampen</li> </ul> </li> <li>3 met gangbaar gereedschap elektrische huishoudelijke verbruikstoestellen aansluiten       <ul style="list-style-type: none"> <li>- kooktoestellen, wasbehandelingstoestellen, toestellen voor heetwatervoorziening en voor centrale verwarming</li> <li>- mantelsnoer en leiding aansnijden</li> <li>- samengeslagen aders afwerken voor aansluiting</li> </ul> </li> <li>4 met gangbaar gereedschap de schakel- en verdeelinrichting voor een woning plaatsen en afmonteren</li> <li>5 aardingsvoorziening overeenkomstig NEN 1010 in een woninginstallatie aansluiten       <ul style="list-style-type: none"> <li>- (hoofd) vereffeningsleiding</li> <li>- beschermingsleiding</li> <li>- aardelektrode</li> <li>- (hoofd) aardrail</li> <li>- CAP (centraal aardpunt)</li> </ul> </li> <li>6 de installatie met huishoudelijke toestellen onder toezicht in bedrijf stellen       <ul style="list-style-type: none"> <li>- aangesloten apparatuur testen</li> <li>- in spanningsloze toestand storingen zoeken en verhelpen in de aansluiting van de aangesloten apparatuur</li> </ul> </li> <li>7 op een veilige wijze elektrische grootheden in proefopstellingen meten (NEN 3140)       <ul style="list-style-type: none"> <li>- spanning</li> <li>- stroom</li> <li>- (aardverspreidings)weerstand</li> <li>- arbeid (kWh)</li> <li>- isolatieweerstand</li> </ul> </li> <li>8 de kenmerken van netstelsels in de woningbouw omschrijven       <ul style="list-style-type: none"> <li>- begrip sinusvormige wisselspanning /-stroom</li> <li>- frequentie 50 Hz</li> <li>- de relatie frequentie periodetijd</li> <li>- TT-stelsel</li> <li>- TN S-stelsel</li> </ul> </li> <li>9 kenmerken van onderdelen en materialen die worden gebruikt bij elektrische toestellen omschrijven       <ul style="list-style-type: none"> <li>- klasse indeling O, OI, I, II en III</li> <li>- mantelsnoeren en leidingen</li> </ul> </li> </ol>
---------------	--

	<p>10 kenmerken en gebruik van gereedschappen die worden gebruikt bij het aansluiten en in bedrijfstellen van elektrische huishoudelijke toestellen in een woning omschrijven en deze gereedschappen op een veilige wijze gebruiken</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- handgereedschap, mes, persgereedschap, moersleutels en striptang</li> <li>- toepassingsgebied</li> <li>- onderhoud</li> <li>- veiligheid</li> </ul> <p>11 de werking van huishoudelijke verbruikstoestellen omschrijven</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- principe serieschakeling van weerstanden</li> <li>- eerste en tweede wet van Kirchhof</li> <li>- blokschematische opbouw</li> </ul> <p>12 de kenmerken van meetgereedschappen die gebruikt worden bij het in bedrijfstellen van een huisinstallatie omschrijven</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- universeelmeter</li> <li>- aardlektester</li> <li>- isolatieweerstandsmeter</li> <li>- aardverspreidingsweerstandsmeter</li> <li>- kilowattuurmeter</li> </ul> <p>Toelichting</p> <p>De kandidaat kan de handelingen, zoals omschreven in de eindtermen 1, 3, 5, 6 en 7 'onder begeleiding' en eindterm 4 'oriënterend' uitvoeren</p>
--	--

<b>ET/K/10</b>	<p><b>Aanleg leidingnet voor elektrische installatie in de utiliteitsbouw</b></p> <p>De kandidaat kan</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 technische gegevens van een installatietekening voor utiliteit zoeken, aflezen en interpreteren <ul style="list-style-type: none"> <li>- de keuze van elektrisch materieel, leidingen en toebehoren maken</li> </ul> </li> <li>2 met gangbaar gereedschap een (grond) kabelinstallatie volgens het hoofdleidingsysteem aanleggen en afmonteren <ul style="list-style-type: none"> <li>- schakel- en verdeelinrichtingen</li> <li>- kabel</li> <li>- buis</li> </ul> </li> <li>3 bestaande leidingsystemen bedraden, bekabelen en aflassen</li> <li>4 elektrische toestellen voor utiliteitinstallaties afmonteren <ul style="list-style-type: none"> <li>- schakelaars en wandcontactdozen; waterdicht</li> <li>- lichtschakelingen o.a. impulsrelais gestuurd</li> </ul> </li> <li>5 in een eigen gemaakte utiliteitsinstallaties of delen daarvan in spanningsloze toestand fouten zoeken en verhelpen <ul style="list-style-type: none"> <li>- weerstand meten met universeelmeter</li> </ul> </li> <li>6 de opbouw en werking van een elektrische installatie in een utiliteitsgebouw omschrijven <ul style="list-style-type: none"> <li>- principe meerfasesysteem</li> <li>- beschermings- en beveiligingsmaatregelen volgens NEN 1010</li> <li>- elektrische geleidbaarheid van materialen (weerstand)</li> <li>- warmteontwikkeling ten gevolge van stroomdoorgang</li> </ul> </li> <li>7 de werking van een relaisgestuurde lichtschakeling omschrijven <ul style="list-style-type: none"> <li>- blokschematisch opbouw</li> <li>- principe van een elektromagneet</li> <li>- werking relais/relaisschakeling</li> </ul> </li> <li>8 vanuit een eigen experiment magnetische eigenschappen omschrijven <ul style="list-style-type: none"> <li>- magnetisme</li> <li>- elektromagnetisme</li> </ul> </li> <li>9 de kenmerken en toepassingsgebieden van de materialen die toegepast worden in een elektrische installatie voor de utiliteitsbouw omschrijven <ul style="list-style-type: none"> <li>- buis, koker, goot, baan en ladder</li> <li>- kabeldozen, normaaldozen</li> <li>- (grond) kabel, leiding</li> <li>- schakelmateriaal, waterdicht</li> <li>- bevestigingsmaterialen</li> </ul> </li> <li>10 de kenmerken en toepassingsgebieden van de materialen die toegepast worden in de panelenbouw omschrijven.</li> </ol> <p>Toelichting De kandidaat kan de handelingen, zoals omschreven in de eindtermen 1 t/m 5, 'onder begeleiding' uitvoeren.</p>
----------------	---

ET/K/11	<p><b>Aansluiten en in bedrijf stellen van elektrische toestellen en machines in de utiliteitsbouw</b></p> <p>De kandidaat kan</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 een eigen werkvoorbereiding maken <ul style="list-style-type: none"> <li>- documentatie van aan te sluiten toestellen en apparaten raadplegen</li> <li>- aansluiting bepalen en tekenen</li> <li>- aansluiting driefasemotoren, (ster en driehoek) bepalen en tekenen</li> <li>- bedradingstekening van een eenvoudige machineschakeling tekenen</li> </ul> </li> <li>2 met behulp van een schema en gangbaar gereedschap elektrische werktuigen, verbruikstoestellen en waterdichte armaturen aansluiten <ul style="list-style-type: none"> <li>- schakel- en verdeelinrichtingen</li> <li>- universeelmotor</li> <li>- asynchrone driefase SKA-motor (in gangbare schakelingen)</li> </ul> </li> <li>3 aardingsvoorziening in een utiliteitsinstallatie aansluiten <ul style="list-style-type: none"> <li>- aarding, aardlekschakelaar en overstroombeveiliging</li> </ul> </li> <li>4 utiliteitsinstallatie en toestellen onder toezicht in bedrijf stellen <ul style="list-style-type: none"> <li>- installatie doormeten en testen</li> <li>- aangesloten apparatuur testen</li> <li>- storingen zoeken in de aansluiting van de aangesloten apparatuur</li> </ul> </li> <li>5 op een veilige wijze elektrische grootheden in proefopstellingen voor meerfasesystemen meten (NEN 3140) <ul style="list-style-type: none"> <li>- lijn- en fasespanning</li> <li>- lijn- en fasestroom</li> </ul> </li> <li>6 (met behulp van eenvoudige berekeningen) de kenmerken van netstelsels voor utiliteitsbouw en machines omschrijven <ul style="list-style-type: none"> <li>- TN CS-stelsel</li> <li>- meerfasesysteem</li> <li>- principe van universeel- en driefase elektromotoren</li> <li>- lijn- en fasespanning</li> <li>- lijn- en fasestroom</li> <li>- weerstand en impedantie</li> <li>- schijnbaar en werkelijk vermogen bij driefase-systemen</li> <li>- arbeid bij driefase-systemen</li> <li>- relatie spanning, stroom, weerstand en vermogen bij driefase-systemen</li> </ul> </li> <li>7 de werking van elektrische machines omschrijven</li> <li>8 kenmerken van onderdelen die worden gebruikt in toestellen voor utiliteitsinstallaties omschrijven <ul style="list-style-type: none"> <li>- klasse-indeling</li> <li>- beschermingsmaatregelen tegen invloeden van buitenaf</li> <li>- snoeren en leidingen</li> </ul> </li> </ol>
---------	--

	<p>9 de kenmerken van meetgereedschappen die worden gebruikt bij het aansluiten en in bedrijfstellen van utiliteitsinstallaties omschrijven</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- ampèretang</li><li>- duspol</li><li>- elektronische tester</li></ul> <p>Toelichting De kandidaat kan de handelingen, zoals omschreven in de eindterm 1 t/m 5 'onder begeleiding' uitvoeren.</p>
--	---



<b>ET/K/16</b>	<p><b>Automatiseren</b></p> <p>De kandidaat kan</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 in een practicum een meting uitvoeren en de resultaten omschrijven <ul style="list-style-type: none"> <li>- meetopdracht interpreteren</li> <li>- instrumentkeuze: type, nauwkeurigheid</li> <li>- instrument instellen: schaalkeuze, nauwkeurigheid</li> <li>- metingen uitvoeren</li> <li>- weergave meting: tabelvorm, grafiek</li> <li>- eenvoudige berekeningen uitvoeren</li> </ul> </li> <li>2 met een datalogger meetgegevens verzamelen <ul style="list-style-type: none"> <li>- aansluiten</li> <li>- in werking stellen</li> <li>- testen</li> <li>- meetgegevens produceren</li> </ul> </li> <li>3 in een practicum een eenvoudige schakeling met relais opbouwen, de werking zichtbaar maken en omschrijven <ul style="list-style-type: none"> <li>- principe relais: opbouw schakeling</li> <li>- volgorde schakeling</li> </ul> </li> <li>4 in een practicum situatie een eenvoudige schakeling met pneumatisch componenten opbouwen, de werking zichtbaar maken en omschrijven <ul style="list-style-type: none"> <li>- enkel- en dubbelwerkende cilinder</li> <li>- gangbare ventielen</li> </ul> </li> <li>5 in een practicum een eenvoudige schakeling met digitale bouwstenen opbouwen, de werking zichtbaar maken en omschrijven <ul style="list-style-type: none"> <li>- NIET poort (invertor) : waarheidstabel, formule</li> <li>- (NIET) OF poort (NOR, OR): waarheidstabel, formule</li> <li>- (NIET) EN poort (NAND, AND): waarheidstabel, formule</li> <li>- SR-flipflop: waarheidstabel</li> </ul> </li> <li>6 in een practicum sensoren en actuatoren aansluiten, de werking zichtbaar maken en omschrijven <ul style="list-style-type: none"> <li>- naderingsschakelaars: inductief/ capacitief, microschakelaar</li> <li>- optische signaalgevers: fotocel/lichtbron met reflector (AIR), passief infrarood (PIR)</li> <li>- actuatoren: reedrelais, contactor/ relais, elektromagneet, magneetschakelaar, servomotor/ stappenmotor, signaalgevers</li> </ul> </li> <li>7 in een practicum regeleenheden aansluiten, in werking stellen, de werking zichtbaar maken en de functie noemen <ul style="list-style-type: none"> <li>- transducers</li> <li>- PC/ PLC/ programmeerbaar schakelelement</li> <li>- programma invoeren</li> <li>- interfacing, AD/ DA omzetter, galvanische scheiding, invoer- en uitvoersystemen</li> </ul> </li> </ol>
----------------	--

	<p>8 experimenteren in een bestaande practicumopstelling van een eenvoudige open regelsysteem en de eigenschappen van het systeem omschrijven</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- regelaar</li> <li>- actuator</li> <li>- kenmerk: geen terugmelding, wel beveiliging</li> </ul> <p>9 experimenteren in een bestaande practicumopstelling van een eenvoudige gesloten regelsysteem voor volgordeschakeling en de eigenschappen van het systeem omschrijven</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kenmerk: terugmelding</li> <li>- sensor</li> <li>- regelaar: programmaschakelaar, PC/ PLC/ programmeerbaar schakelement microprocessor</li> <li>- actuator</li> </ul> <p>10 experimenteren in een bestaande practicumopstelling van een eenvoudige gesloten regelsysteem voor aan/ uit-regeling en de eigenschappen van het systeem omschrijven</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kenmerk: terugmelding vanuit proces</li> <li>- sensor</li> <li>- regelaar: programmaschakelaar, PC/ PLC/ programmeerbaar schakelement</li> <li>- actuator</li> </ul> <p>11 de grondbeginselen van het meten omschrijven</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- meten: vergelijken grootheid met eenheidsmaat</li> <li>- begrippen: grootheid en eenheid, analoog en digitaal</li> <li>- instrument: schaalkeuze, nauwkeurigheid, symbolen voor nauwkeurigheid</li> <li>- weergave meting: tabelvorm, grafiek</li> </ul> <p>12 de opbouw en werking van meetsystemen omschrijven</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- opbouw: sensor, verwerkingseenheid, uitlezing</li> </ul> <p>13 de opbouw en werking van sensoren omschrijven</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- vormen van energie-omzetting: thermisch/ elektrisch, mechanisch/ elektrisch, chemisch/ elektrisch, (elektro)magnetisch/ elektrisch, licht/ elektrisch</li> <li>- typen: directe opnemers, indirecte opnemers</li> </ul> <p>14 de maatschappelijke effecten van productietechnologie omschrijven</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- economische effecten: werkgelegenheid: van productie naar dienstverlening</li> <li>- sociale effecten: senioren, gehandicapten</li> <li>- ethische overwegingen: milieueffecten</li> </ul> <p>Toelichting De kandidaat kan de handelingen zoals omschreven in de eindtermen 1 t/m 10 'oriënterend' uitvoeren.</p>
--	---

<b>ET/K/18</b>	<p><b>CAD</b></p> <p>De kandidaat kan</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 een eenvoudige installatie met behulp van CAD-software voor een woning ontwerpen volgens de geldende normen <ul style="list-style-type: none"> <li>- formaat en indeling van de tekening bepalen</li> <li>- samenstellen lijnen, cirkels en ellipsen</li> <li>- bouwkundige tekening</li> <li>- installatietekening, installatieschema</li> <li>- stroomkringschema, bedradingsschema</li> <li>- symbolen uit bibliotheek ophalen en samenstellen tot tekening of schema</li> <li>- plotten/printen</li> <li>- tekening opslaan</li> </ul> </li>   <li>2 met behulp van CAD- en calculatie software het werk voorbereiden <ul style="list-style-type: none"> <li>- tekeningen genereren</li> <li>- materiaallijst maken</li> <li>- calculeren</li> <li>- planning maken</li> <li>- materiaal bestellen</li> <li>- bijzonder gereedschap reserveren</li> </ul> </li> </ol>
----------------	--

<b>ET/V/1</b>	<p><b>Integratieve opdracht</b></p> <p>De kandidaat kan in een gesimuleerde beroepsuitvoerende situatie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a criteria bepalen voor de keuze van (onderzoeks)materialen voor het maken van een werkstuk/product c.q. het doen van een onderzoek</li> <li>b criteria vaststellen voor de kwaliteit van het werkstuk/product, c.q. het onderzoek</li> <li>c informatie verzamelen</li> <li>d een werkwijze vaststellen voor het maken van het werkstuk/product c.q. doen van het onderzoek</li> <li>e het werkstuk/product maken, c.q. het onderzoek doen</li> <li>f het werkstuk/product, c.q. het onderzoek toetsen en evalueren aan de hand van zelf en/of door anderen geformuleerde criteria</li> <li>g het werkstuk/product, c.q. het onderzoek indien gewenst bijstellen/verbeteren</li> <li>h de voorbereiding, de uitvoeringen en/of de resultaten en de evaluatie van het werkstuk/product, c.q. het onderzoek schriftelijk of audiovisueel vastleggen dan wel anderszins presenteren voor een publiek overeenkomstig van te voren gegeven criteria.</li> </ul>
---------------	---

### 3. Syllabus

- **Metaaltechniek GL**
- **Elektrotechniek GL**
- **Installatietechniek GL**
- **Metalektro GL**
- **Instalektro GL**
- **Techniek breed GL**

#### 3a. Verdeling examinering CE/SE bij GL

Tabel:

Verdeling van de examenstof over centraal examen en schoolexamen

Exameneenheden		G	CE	moet op SE	mag op SE
<b>CE-deel Metaaltechniek GL, Elektrotechniek GL, Installatietechniek GL, Metalektro GL en Instalektro GL</b>					
MEI/K/2	Professionele vaardigheden	X	G	G	
MEI/K/20	Inleiding op monteren en bekabelen	X	G		G
MEI/K/21	Automatiseren	X	G		G
MEI/K/22	CAD	X	G		G
<b>SE-deel Elektrotechniek GL</b>					
ET/K/1	De elektrotechnische wereld	X		G	
ET/K/2	Professionele vaardigheden	X		G	
ET/K/15	Elektronica	X		G	
ET/K/17	Telematica	X		G	
ET/K/19	Installaties in de woning	X		G	

### 3b. Specificatie van de globale eindtermen voor het CE

<b>MEI/K/2</b>	<b>Professionele vaardigheden</b>  De kandidaat kan  1 op systematische wijze werkzaamheden uitvoeren <ul style="list-style-type: none"><li>- werk plannen/ werk voorbereiden</li><li>- systematisch uitvoeren</li><li>- tussentijds controleren en bijstellen</li><li>- eindcontrole uitvoeren</li><li>- afleveren/ opleveren</li><li>- evalueren (oog hebben voor verbeteringen volgende opdracht)</li></ul> 2 de Nederlandse taal functioneel gebruiken <ul style="list-style-type: none"><li>- op basaal niveau lees- en schrijfvaardigheden toepassen bij de administratieve verwerking van zijn werkzaamheden</li><li>- een eenvoudig zakelijk verslag schrijven met gebruikmaking van geautomatiseerde systemen</li><li>- mondeling communiceren<ul style="list-style-type: none"><li>. werkoverleg</li><li>. vaktaal</li><li>. mondelinge opdrachten interpreteren</li><li>. informeel communiceren</li></ul></li></ul> 3 tijdens de werkvoorbereiding en de werkuitvoering op basaal niveau berekeningen maken <ul style="list-style-type: none"><li>- de zakrekenmachine doelmatig gebruiken</li><li>- aftekenen</li><li>- verwerken meetgegevens</li></ul> 4 met gebruikmaking van een computer eenvoudige administratieve werkzaamheden uitvoeren <ul style="list-style-type: none"><li>- binnen het vakgebied gericht informatie opzoeken met behulp van moderne technieken<ul style="list-style-type: none"><li>. bronnen gebruiken, geautomatiseerde gegevensbestanden, internet</li><li>. informatie op waarde schatten, kiezen en ordenen</li><li>. informatie bewerken: samenvatting, tabel, grafiek</li></ul></li><li>- materiaalstaat uittrekken en invoeren in een beheerapplicatie</li><li>- eenvoudige calculatie lezen</li><li>- werkbonden invullen en invoeren in een beheerapplicatie</li><li>- projectvoortgangsstaat lezen</li></ul> 5 tijdens de werkvoorbereiding en de werkuitvoering tekeningelezen <ul style="list-style-type: none"><li>- werktuigbouwkundige tekeningen<ul style="list-style-type: none"><li>. Amerikaanse projectiemethode</li><li>. isometrische projectiemethode</li></ul></li></ul>
----------------	---

	<p>6 zijn werkzaamheden op een veilig wijze uitvoeren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- veiligheidsmaatregelen</li> <li>- omgaan met relevante risico's <ul style="list-style-type: none"> <li>. gezondheid, welzijn en milieu</li> <li>. juiste werkhouding</li> <li>. persoonlijke beschermingsmiddelen</li> <li>. arbeidsmiddelen</li> </ul> </li> <li>- werkplek organisatie <ul style="list-style-type: none"> <li>. correcte inrichting werkplek</li> <li>. gereedschap gebruik</li> <li>. materiaal ge- en verbruik</li> </ul> </li> </ul> <p>7 zijn werkzaamheden uitvoeren volgens regels die voortvloeien uit een integrale milieu en kwaliteitszorg</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ISO-certificering</li> <li>- 'good house keeping' <ul style="list-style-type: none"> <li>. energie gebruik</li> <li>. materiaal gebruik</li> <li>. afvalstoffen verwerking</li> </ul> </li> </ul> <p>8 aan- en inpassen in de bedrijfscultuur</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- bedrijfsnormen</li> <li>- overzicht arbeidsorganisatie</li> <li>- plaatsen van eigen arbeid</li> <li>- functioneren in hiërarchie</li> </ul> <p>9 samenwerken bij het uitvoeren van werkzaamheden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- taken verdelen</li> <li>- overleggen</li> <li>- zich houden aan afspraken</li> <li>- omgaan met kritiek</li> <li>- rapporteren</li> </ul> <p>10 een kritische instelling tot eigen belang manifesteren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- afstand nemen van werk</li> <li>- risico's onderkennen</li> <li>- omgaan met werkdruk</li> <li>- belangenbehartiging</li> <li>- eigen belang bij conflicten</li> <li>- speelruimte benutten</li> </ul> <p>11 omgaan met verschillen op basis van culturele gebondenheid en geslacht</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- normen</li> <li>- waarden</li> <li>- gewoontes</li> </ul>
--	---

<b>MEI/K/20</b>	<p><b>Inleiding op monteren en bekabelen</b></p> <p>De kandidaat kan</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 technische gegevens van een werktekening/schema van een installatie zoeken en aflezen <ul style="list-style-type: none"> <li>- installatie tekening</li> <li>- opstellingstekening</li> <li>- aansluitschema's</li> <li>- keuze materieel, leidingen, en toebehoren</li> <li>- keuze gereedschap</li> <li>- werkvolgorde bepalen</li> </ul> </li> <li>2 met behulp van analoog/digitale gereedschappen meten, controleren en vergelijken <ul style="list-style-type: none"> <li>- maatregelen afleiden tot bijstelling</li> <li>- eindcontrole</li> <li>- meetstaten en beoordelingsrapporten</li> </ul> </li> <li>3 met gangbaar gereedschap eenvoudige bewerkingen uitvoeren <ul style="list-style-type: none"> <li>- boren</li> <li>- buigen</li> <li>- zagen</li> <li>- knippen</li> <li>- tappen en snijden</li> </ul> </li> <li>4 met gangbaar gereedschap elektrische componenten in een paneel bevestigen <ul style="list-style-type: none"> <li>- aansluitklemmenstrook</li> <li>- rails DIN relais</li> <li>- besturingscomponenten</li> <li>- beveiligingscomponenten</li> </ul> </li> <li>5 met gangbaar gereedschap elektronische componenten in een paneel bevestigen <ul style="list-style-type: none"> <li>- elektronische eenheden samenstellen, bedraden en afmonteren</li> </ul> </li> <li>6 aanleggen en afmonteren van: <ul style="list-style-type: none"> <li>- leidingen</li> <li>- buizen</li> <li>- aarding</li> <li>- goten</li> <li>- kabels</li> <li>- connectoren</li> </ul> </li> <li>7 in een practicumssituatie een eenvoudige schakeling met (elektro)pneumatische componenten opbouwen, de werking zichtbaar maken en omschrijven <ul style="list-style-type: none"> <li>- enkel- en dubbelwerkende cilinder</li> <li>- gangbare ventielen</li> </ul> </li> <li>8 technieken/werkwijze en toepassingsgebieden bij het uitvoeren van montagetechnieken noemen</li> </ol>
-----------------	---



	<p>9 aan de hand van een blokschema de opbouw en werking van een speciaalinstallatie een noemen</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- in- en uitgangssignalen</li><li>- omzetting van fysische grootheden in elektrisch en omgekeerd</li></ul> <p>10 de kenmerken en het gebruik omschrijven en uitleggen van de belangrijkste gereedschappen die gebruikt worden bij het uitvoeren van montagetechnieken</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- montagegereedschap</li><li>- toepassingsgebied</li><li>- onderhoud</li><li>- veiligheid</li></ul> <p>11 kenmerken en gebruik omschrijven en uitleggen van de meet- en controlegereedschappen die gebruikt worden bij montagetechnieken</p> <p>Toelichting De kandidaat kan de handelingen, zoals omschreven in de eindtermen 1 tot en met 7, 'oriënterend' uitvoeren.</p>
--	---

<b>MEI/K/21</b>	<p><b>Automatiseren</b></p> <p>De kandidaat kan</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 in een practicum een meting uitvoeren en de resultaten omschrijven <ul style="list-style-type: none"> <li>- meetopdracht interpreteren</li> <li>- instrumentkeuze: type, nauwkeurigheid (voltmeter, ampèremeter, oscilloscoop)</li> <li>- instrument instellen: schaalkeuze, nauwkeurigheid</li> <li>- metingen uitvoeren</li> <li>- weergave meting: tabelvorm, grafiek</li> <li>- eenvoudige berekeningen maken</li> </ul> </li> <li>2 in een practicum een eenvoudige schakeling met relais opbouwen, de werking zichtbaar maken en omschrijven <ul style="list-style-type: none"> <li>- principe relais: opbouw schakeling, ruststroom/arbeidsstroom</li> <li>- volgorde schakeling</li> </ul> </li> <li>3 in een practicumsituatie een eenvoudige schakeling met (elektro)pneumatisch componenten opbouwen, de werking zichtbaar maken en omschrijven <ul style="list-style-type: none"> <li>- enkel- en dubbelwerkende cilinder</li> <li>- gangbare ventielen</li> </ul> </li> <li>4 in een practicum een eenvoudige schakeling met digitale bouwstenen opbouwen, de werking zichtbaar maken en omschrijven <ul style="list-style-type: none"> <li>- NIET poort (invertor): waarheidstabel, formule</li> <li>- (NIET) OF poort (OR/ NOR): waarheidstabel, formule</li> <li>- (NIET) EN poort (AND/ NAND): waarheidstabel, formule</li> <li>- SR-flipflop: waarheidstabel</li> </ul> </li> <li>5 in een practicum sensoren en actuatoren aansluiten, de werking zichtbaar maken en omschrijven <ul style="list-style-type: none"> <li>- naderingsschakelaar: inductief/ capacitief, microschakelaar</li> <li>- optische signaalgevers (fotocel/lichtbron met reflector (AIR), passief infrarood (PIR))</li> <li>- actuatoren: reedrelais, contactor/ relais, elektromagneet, magneetschakelaar, servomotor/stappenmotor, signaalgever</li> </ul> </li> <li>6 in een practicum regeleenheden aansluiten, in werking stellen, de werking zichtbaar maken en de functie noemen <ul style="list-style-type: none"> <li>- transducers</li> <li>- PC/PLC of programmeerbaar schakelement</li> <li>- programma invoeren</li> <li>- interfacing, AD/DA omzetter, galvanische scheiding, invoer- en uitvoersystemen</li> </ul> </li> <li>7 handelingen verrichten in een bestaande practicumopstelling van een eenvoudige open regelsysteem en de eigenschappen van het systeem omschrijven <ul style="list-style-type: none"> <li>- regelaar</li> <li>- actuator</li> <li>- kenmerk: geen terugmelding, wel beveiliging</li> </ul> </li> </ol>
-----------------	--

	<p>8 handelingen verrichten in een bestaande practicumopstelling van een eenvoudige gesloten regelsysteem voor volgordeschakeling en de eigenschappen van het systeem omschrijven</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kenmerk: terugmelding</li> <li>- sensor</li> <li>- regelaar: programmaschakelaar, plc/pc, programmeerbaar schakelement</li> <li>- actuator</li> </ul> <p>9 handelingen verrichten in een bestaande practicumopstelling van een eenvoudige gesloten regelsysteem voor aan-/uitregeling en de eigenschappen van het systeem omschrijven</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kenmerk: terugmelding vanuit proces</li> <li>- sensor</li> <li>- regelaar: programmaschakelaar, plc/pc, programmeerbaar schakelement</li> <li>- actuator</li> </ul> <p>10 de grondbeginselen van het meten omschrijven</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- meten: vergelijken grootte met eenheidsmaat</li> <li>- begrippen: grootte en eenheid, analoog en digitaal</li> <li>- instrument: schaalkeuze, nauwkeurigheid, symbolen voor nauwkeurigheid</li> <li>- weergave meting: tabelvorm, grafiek</li> </ul> <p>11 de opbouw en werking van een meetsystemen omschrijven</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- opbouw: sensor, verwerkingseenheid, uitlezing</li> </ul> <p>12 de opbouw en werking van sensoren omschrijven</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- vormen van energie-omzetting: thermisch/elektrisch, mechanisch/elektrisch, chemisch/elektrisch, (elektro)magnetisch/elektrisch, licht/elektrisch</li> <li>- typen: directe opnemers, indirecte opnemers</li> </ul> <p>13 de maatschappelijke effecten van productietechnologie omschrijven</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- economische effecten: werkgelegenheid: van productie naar dienstverlening</li> <li>- sociale effecten: senioren, gehandicapten</li> <li>- ethische overwegingen: milieueffecten</li> </ul> <p>Toelichting De kandidaat kan de handelingen zoals omschreven in de eindtermen 1 tot en met 10 "oriënterend" uitvoeren.</p>
--	--

<b>MEI/K/22</b>	<b>CAD</b>  De kandidaat kan  1 een eenvoudige installatie met behulp van CAD-software voor een woning ontwerpen volgens de geldende normen <ul style="list-style-type: none"><li>- formaat en indeling van de tekening bepalen</li><li>- samenstellen lijnen, cirkels en ellipsen</li><li>- installatietekening, installatieschema</li><li>- stroomkringschema, bedradingschema</li></ul> 2 met behulp van CAD- en calculatiesoftware het werk voorbereiden <ul style="list-style-type: none"><li>- tekeningen genereren</li><li>- materiaallijst maken</li><li>- calculeren</li><li>- planning maken</li><li>- materiaal bestellen</li><li>- bijzonder gereedschap reserveren</li></ul>
-----------------	--