

# **ELEKTROTECHNIEKEN**

## **TWEEDE GRAAD TSO**

LEERPLAN SECUNDAIR ONDERWIJS

September 2009  
VVKSO – BRUSSEL D/2009/7841/002



# **ELEKTROTECHNIEKEN**

## **TWEEDE GRAAD TSO**

---

LEERPLAN SECUNDAIR ONDERWIJS

VVKSO – BRUSSEL D/2009/7841/002

September 2009

(vervangt leerplan D/2002/0279/020 met ingang van 1 september 2009)



Vlaams Verbond van het Katholiek Secundair Onderwijs  
Guimardstraat 1, 1040 Brussel

---



# Inhoud

Plaats van dit leerplan in de lessentabel.....	5	
1	Studierichtingprofiel.....	6
1.1	Elektrotechnieken in het tso curriculum van het studiegebied Mechanica-elektriciteit .....	6
1.2	Instroom .....	7
1.3	Profilering van Elektrotechnieken t.o.v. Elektrische installaties.....	7
1.4	Vorming vertrekend van een christelijk mensbeeld.....	8
1.5	Algemene doelstelling van de studierichting Elektrotechnieken .....	8
1.6	Uitstroom .....	9
2	Algemene pedagogisch-didactische wenken .....	10
2.1	Integratie van theorie en proefondervindelijk waarnemen .....	10
2.2	Projectmatig werken.....	10
2.3	Het gebruik van informatie- en communicatietechnologie (ict) .....	12
3	Evaluatie .....	13
3.1	Procesevaluatie.....	13
3.2	Productevaluatie.....	14
3.3	Zelfevaluatie.....	14
4	Leerplandoelstellingen, leerinhouden en didactische wenken .....	15
4.1	Te integreren doelstellingen.....	15
4.2	Specifieke doelstellingen, Installatiemethoden en realisaties.....	19
4.3	Specifieke doelstellingen, Elektriciteit .....	34
5	Minimale materiële vereisten.....	46
5.1	Installatiemethoden en praktijk.....	46
5.2	Elektriciteit .....	51
6	Bibliografie .....	53
6.1	Naslagwerken.....	53
6.2	Nuttige adressen op het internet.....	53
6.3	Aanbevolen software.....	54



## Plaats van dit leerplan in de lessentabel

<b>Studierichting</b>	Elektrotechnieken tweede graad tso
<b>Pedagogische vakbenaming</b>	Installatiemethoden en realisaties (zie 4.2 in leerplan)
<b>Administratieve vakbenaming</b>	PV + TV Elektriciteit
<b>Specifiek gedeelte</b>	12-14 uur in eerste en tweede leerjaar
<b>Pedagogische vakbenaming</b>	Elektriciteit (zie 4.3 in leerplan)
<b>Administratieve vakbenaming</b>	TV Elektriciteit
<b>Specifiek gedeelte</b>	3-4 uur in eerste en tweede leerjaar

# 1 Studierichtingprofiel

## 1.1 Elektrotechnieken in het tso curriculum van het studiegebied Mechanica-elektriciteit

Eerste graad 2 <sup>de</sup> leerjaar	Tweede graad 1 <sup>ste</sup> en 2 <sup>de</sup> leer- jaar	Derde graad 1 <sup>ste</sup> en 2 <sup>de</sup> leerjaar	Derde graad 3 <sup>de</sup> leerjaar
Mechanica-elektriciteit	Mechanische technieken	Autotechnieken	Toegepaste autotechnieken
		Mechanische vormgevingstechnieken	Computergestuurde mechanische productietechnieken
		Koel- en warmtechnieken	Mechanica constructie- en planningstechnieken
		Kunststoftechnieken	Industriële koeltechnieken
		Orthopedie technieken	Industriële warmte-technieken
		Vliegtuigtechnieken	Kunststof vormgevingstechnieken
		Elektrische Installatie-technieken	Orthopedische instrumenten
		Elektronische installatie-technieken	Stuur- en beveiligings-technieken
		Industriële ICT	Audio-, video-, en tele-technieken
		Industriële wetenschappen	Industriële computer-technieken
Industriële wetenschappen	Industriële wetenschappen	Industriële wetenschappen	
	Elektromechanica	Elektromechanica	Industriële onderhoudstechnieken
	Elektriciteit-elektronica	Elektriciteit-elektronica	Regeltechnieken



De plaats van de 2de graad Elektrotechnieken wordt in bovenstaand curriculumschema aangegeven. Dit schema – dat van links naar rechts wordt gelezen – geeft een aantal studierichtingen weer in een aantal studiegebieden van de tweede en de derde graad. Het studiegebied mechanica-elektriciteit start vanaf de tweede graad. Uit het schema blijkt dat de studierichting Elektrotechnieken 2de graad:

- naadloos aansluit op de basisoptie Mechanica-elektriciteit in de 1ste graad;
- de logische onderbouw is voor de 3de graad Elektrische installatietechnieken, Elektronische installatietechnieken en Industriële ict.

## 1.2 Instroom

Alle leerlingen hebben een uitgesproken interesse voor techniek. Ze hebben in de eerste graad technologisch-technische basisinzichten, -vaardigheden en attitudes verworven. De studierichting Elektrotechnieken 2de graad bouwt hierop verder.

Bovendien hebben leerlingen die uit de basisoptie Mechanica-elektriciteit instromen reeds tal van vakspecifieke vaardigheden verworven.

Leerlingen die niet uit de basisoptie Mechanica-elektriciteit instromen, kunnen bij de start van de studierichting aan de hand van ter beschikking gesteld aangepast cursusmateriaal en het uitvoeren van aangepaste oefeningen, begeleid zelfstandig de startcompetenties nastreven.

Gezien de aard en de vereisten van een aantal beroepen waarop deze studierichting voorbereidt, moet er bij de oriëntering van de leerlingen worden op gewezen dat voor heel wat beroepen in deze sector bepaalde beroepdrempels gelden. Er moet daarbij aandacht worden gegeven aan mogelijke belemmerende factoren: letsels die de fysieke inspanning of het motorisch functioneren beletten of bemoeilijken, gewichts- en rugaandoeningen, beperkt gezichtsvermogen, aandoeningen aan de luchtwegen, producteczeem, contacteczeem en allergieën, kleurenblindheid.

## 1.3 Profilering van Elektrotechnieken t.o.v. Elektrische installaties.

<b>Elektrotechnieken 2de graad tso</b> <b>De studie van een uit te voeren project</b>	<b>Elektrische installaties 2de graad bso</b> <b>Het uitvoeren van een project</b>
Communiceren om het concept van de werkzaamheden te begrijpen en de uitvoering voor te bereiden.	Communiceren om de werkzaamheden te kunnen uitvoeren.
Zelfstandig een opdrachtgebonden dossier samenstellen en beheren	Onder begeleiding een opdrachtgebonden dossier samenstellen en beheren
De noodzakelijke uitvoeringsrichtlijnen formuleren om de gevraagde kwaliteitscriteria te bereiken	De kenmerken van het concept begrijpen en voorzieningen treffen om de uitvoering ervan mogelijk te maken.
De uitvoering voorbereiden opvolgen en bijsturen.	Onder leiding de werkzaamheden uitvoeren volgens opgelegde kwaliteitscriteria.
50% van de beschikbare tijd gaat naar conceptstudie, 50% naar uitvoering.	25% van de beschikbare tijd gaat naar conceptstudie, 75% naar uitvoering.

Hoewel beide studierichtingen hetzelfde globaal project nastreven moet het onderscheid tussen beiden bewaakt worden. Leerlingen uit de studierichting Elektrische installaties zullen in eerste instantie hun projecten **begeleid** verwezenlijken, leerlingen uit de studierichting Elektrotechnieken zullen daarentegen alle werkzaamheden **zelfstandig** uitvoeren en zondig ontwerpfouten structureel bijsturen en documenteren.

## 1.4 Vorming vertrekend van een christelijk mensbeeld

Ons onderwijs streeft de vorming van de totale persoon na waarbij het christelijk mensbeeld centraal staat. Onderstaande waarden zijn dan ook steeds na te streven tijdens alle handelingen:

- Respect voor de medemens;
- Solidariteit;
- Zorg voor milieu en leven;
- Respectvol omgaan met eigen geloof, anders gelovigen en niet-gelovigen;
- Vanuit eigen spiritualiteit omgaan met ethische problemen (geneeskunde, milieu, wetenschap ...);
- Respectvol omgaan met eigen lichaam (seksualiteit, gezondheid, sport ...).

## 1.5 Algemene doelstelling van de studierichting Elektrotechnieken

De studierichting Elektrotechnieken heeft de dubbele doelstelling;

**Voldoende kennis, inzichten en attitudes verwerven om;**

- **de vervolgoopleidingen 3de graad Elektrische installatietechnieken, Elektronische installatietechnieken, Industriële ICT, te volgen;**
- **een moderne huishoudelijke elektrische installatie te ontwerpen, de installatie ervan voor te bereiden, uit te voeren en desgevallend te coördineren.**

Elektrotechnieken is daarom een studierichting die zich richt op jongeren met uitgesproken motorische vaardigheden, een voldoende sterk analytisch vermogen en een ruime praktische belangstelling voor de technologie en technieken uit het vakgebied elektriciteit.

### 1.5.1 Te integreren doelstellingen

De leerling:

- is er zich bewust van welke de verwachtingen zijn bij het volgen van de studierichting Elektrotechnieken en kent de mogelijkheden om een beroeps carrière uit te bouwen;
- plant, binnen de gegeven opdracht, de werkzaamheden op een ecologische en kostprijsbewuste manier;
- verantwoordt de geplande werkzaamheden ten overstaan van zijn directe overste en de opdrachtgever/klant;
- houdt rekening met geldende reglementering en past deze consequent toe om zijn veiligheid, deze van zijn teamgenoten en tenslotte die van de eindgebruiker te garanderen.
- voert, binnen de gegeven opdracht, de werkzaamheden uit en treedt zondig coördinerend – leidinggevend op;
- beoordeelt kritisch en zelfstandig de uitgevoerde werkzaamheden op een volledig correcte, kwalitatieve uitvoering.

## 1.5.2 Specifieke doelstellingen

De leerling:

- ontwerpt een moderne huishoudelijke elektrische installatie, rekening houdende met de nieuwste technologische ontwikkelingen;
- plant de installatie van moderne huishoudelijke elektrische installaties;
- voert zelfstandig de installatie van moderne huishoudelijke elektrische installaties, en kan een klein team aansturen.
- voert, kostprijbewust, herstellingen uit aan elektrische toestellen;
- stelt ecologisch verantwoorde oplossingen voor, dimensioneert en installeert ze.

## 1.5.3 Na te streven attitudes

Het is belangrijk om attitudes bewust en expliciet op diverse momenten na te streven. Attitudes die bijzondere aandacht verdienen zijn:

De leerling:

- voltooit, volgens afgesproken regels en afspraken binnen de gestelde tijd, de opdracht kwaliteitsvol en kostprijbewust;
- past zich aan bij wijzigende omstandigheden (andere materialen, andere gereedschappen, nieuwe opdrachten, nieuwe technologieën, ...) en probleemsituaties;
- functioneert in team, met het oog op tevredenheid van zichzelf en van anderen;
- leeft zich in in de situatie, de cultuur en de filosofische overtuiging waarin de medemens leeft;
- beoordeelt de uitgevoerde werkzaamheden kritisch op de volledige vooropgestelde vereisten;
- communiceert vlot in de eigen taal met het oog op:
  - het zich verantwoorden ten opzichte van zijn directe overste of gebruiker/klant;
  - het bevorderen van de samenwerking in teamverband;
  - het actief deelnemen aan gesprekken omtrent de te volgen werkstrategieën;
  - het invullen van werkverslagen en documenten in het kader van een opdracht.
  - het actief meewerken aan het veiligheidsbeleid;
  - het naleven van de voorschriften op het vlak van gezondheid, hygiëne en ergonomie;
- werkt actief mee aan een milieuvriendelijke leefwereld.

Al deze attitudes terzelfder tijd nastreven is uiteraard onmogelijk. Het is daarom aangewezen om in functie van de opdracht telkens één of enkele attitudes expliciet te benadrukken.

## 1.6 Uitstroom

Na de tweede graad van de studierichting 'Elektrotechnieken' zullen de leerlingen vooral doorstromen naar de derde graad:

- Elektrische installatietechnieken
- Elektronische installatietechnieken
- Industriële ICT.

## 2 Algemene pedagogisch-didactische wenken

De vorming leunt sterk aan op wat typisch en attractief is voor het betreffende arbeidsveld. De leerlingen ervaren dagelijks de samenhang tussen het lesgebeuren en het arbeidsproces in het beroepsleven. Het lesgebeuren streeft naar de vorming van beroepsfiere technici.

Vanuit pedagogisch-didactisch standpunt is het absoluut noodzakelijk een degelijke, duidelijke samenhang tussen de deelgebieden te realiseren. Een eerste stap om op dit vlak goede resultaten te bereiken is vertrekken vanuit het geïntegreerd en projectmatig werken.

Alle technologische aspecten van een residentiële elektrische installatie komen zinspelend op elkaar aan bod. Hierbij wordt het verwerven van encyclopedische kennis vermeden. De leerlingen verwerven daarentegen de attitude en methoden om de gepaste bronnen te raadplegen.

Dergelijke aanpak bevordert sterk de succeservaring en het welbevinden van de leerlingen. Een aantal randvoorwaarden om deze vernieuwde aanpak te realiseren dienen vervuld te zijn: voldoende ruimte en uitrusting, aangepaste leermiddelen ...

### 2.1 Integratie van theorie en proefondervindelijk waarnemen

Enkele aspecten van het vakdomein van de residentiële installateur behelzen basiswetenschappelijke competenties omtrent de elektriciteit. Deze technisch-theoretische competenties worden geïntegreerd aangeboden.

In de context van dit leerplan verstaan we onder een geïntegreerde aanpak een methodiek waarbij theorie wordt opgebouwd uit proefondervindelijk waarnemen en beiden verder betrokken op elkaar aan bod komen.

Er wordt echter rigoureus gewaakt over de samenhang meer praktisch georiënteerde te behalen doelstellingen.

### 2.2 Projectmatig werken

In de context van dit leerplan wordt gewerkt aan een globaal project: het ontwerp en de realisatie van de residentiële elektrische installatie. Zowel cognitieve als meer uitvoeringsgerichte doelstellingen komen hierbij betrokken op elkaar aan bod.

Elk deelproject start vanuit een duidelijke probleemomschrijving en verloopt volgens het technologisch proces waardoor de leerlingen regelmatig zichzelf en hun realisaties dienen te evalueren.

De grootste uitdaging is het kiezen van geschikte deelprojecten in een logisch en pedagogisch verantwoord continuüm. Belangrijke richtlijnen hierbij zijn:

- projecten dienen om de leerplandoelstellingen te realiseren.
- projecten zijn zinvol, vermijd in ieder geval opdrachten waar enkel de “vaardigheid op zich” centraal staat.
- elk project schenkt aandacht aan het technologisch proces.
- elk project vertrekt steeds vanuit een voorbereiding en planning.
- de moeilijkheidsgraad van de projecten neemt geleidelijk toe.
- elk nieuw project refereert enerzijds naar kennis en vaardigheden uit vorige projecten maar biedt anderzijds ook telkens iets nieuws aan.

- beperk de projecten in de tijd.

### **2.2.1 Projectdossier en dossiers van deelprojecten**

Omwille van deze didactische aanpak kan de leerling, volgens het profiel van de studierichting, een “dossier van (deel)projecten” bijhouden en aanvullen. Dit biedt heel wat voordelen: gans de leerstof kan erin worden gebundeld, het kan het persoonlijk werk van de leerling bevatten en het kan aangeven hoe de leerling heeft gepresteerd en hoe hij werd geëvalueerd.

Mogelijke dossierinhouden:

- een omschrijving van de opdrachten en de gestelde kwaliteitseisen;
- verwijzingen naar informatiebronnen zoals brochures, handboeken, technische fiches, cd-rom's en websites;
- verwerkingsdocumenten in verband met de voorkennis zoals samenvattingen, geformuleerde oplossingen en verantwoording van gemaakte keuzen;
- tussentijdse opdrachten en toetsen;
- documenten in verband met de voorbereiding;
- documenten in verband met evaluatie en rapportering;
- foto's van de realisatie.

Hierbij moet worden opgemerkt dat dossiers gaandeweg **door de leerlingen** worden samengesteld en aangevuld.

### **2.2.2 Hoe vertalen in een jaarplan?**

Wanneer alle projecten afgewerkt zijn dienen alle leerplandoelstellingen één of meerdere malen aan bod te zijn gekomen. Om het overzicht te behouden worden de leerplandoelstellingen het best opgelijst, wordt bijgehouden in welke projecten ze aan bod komen, welke diepgang er wordt gevraagd en bereikt, welke evaluatiemethoden er worden gehanteerd, welke elementen van belang zijn voor bijsturing, welke punten in een volgend project extra aandacht vragen.

Dit overzicht vervult tevens de rol van jaarplan.

### **2.2.3 Randvoorwaarden**

Hieronder worden enkele essentiële voorwaarden die deze leerplanvisie ondersteunen opgesomd:

- Deze visie vraagt een zorgvuldige keuze en opbouw van de diverse (deel)projecten.
- De meest geschikte opbouw van de leerstofonderdelen wordt bestudeerd en door het lerarenteam gedragen. Alle actoren dienen deze vormingsvisie te steunen en blijvend te stimuleren.
- Een krachtige leeromgeving met aangepaste infrastructuur en voldoende ruimte om aan projecten te werken. Een werkplaatsklas is hiervoor zeer geschikt.
- De leerkrachten coachen en inspireren hun leerlingen om eigenhandig hun opleiding te sturen.
- Polyvalente en gedreven leerkrachten die niet de inhoud maar de leerling centraal plaatsen.
- Aangepaste leermiddelen en evaluatie-instrumenten moeten worden ontwikkeld.
- Beperkte klasgroepen om via differentiatie recht te doen aan elke individuele leerling.

## **2.3 Het gebruik van informatie- en communicatietechnologie (ict)**

### **2.3.1 Algemeen**

Van de didactische mogelijkheden van de computer dient optimaal gebruik te worden gemaakt.

Typische mogelijkheden die op dit leerplan betrekking hebben zijn:

- Het opzoeken van onder meer: kenmerken van materialen, gereedschappen en uitvoeringstechnieken via Internet, cd-rom's, ...
- Het gebruik van educatieve programma's in verband met de elektriciteitstheorie, eenvoudige simulatie, het lezen van tekeningen, ruimtelijk voorstellings- en waarnemingsvermogen.
- Eenvoudige rekenbladen of geprogrammeerde formulieren om de kostprijs te berekenen.
- Programma's ter ondersteuning van zelfstudie en zelfevaluatie.

Er dient opgemerkt dat de programma's die men gebruikt dermate gebruiksvriendelijk dienen te zijn dat de klemtoon ligt op de te verwerven leerplandoelstellingen en zeker niet op de beheersing van één of ander softwarepakket.

### **2.3.2 Specifiek schetsen en tekenen**

Bij het elektrisch tekenen is het gebruik van een aangepast CAE-pakket fundamenteel. Vaardigheden rond het schetsen, zowel mechanisch als elektrisch mogen echter niet uit het oog verloren worden.

Vooraf het verhogen van het waarnemings- en voorstellingsvermogen en het lezen, begrijpen en interpreteren van de tekeningen en schema's staan centraal, niet de beheersing van de software.

Het gebruik van de computer met gebruikersvriendelijke tekensoftware verhoogt de efficiëntie, waardoor er meer aandacht kan gaan naar de reeds vermelde doelstellingen omtrent het tekenen en de creatieve aspecten daarvan.

### 3 Evaluatie

De **evaluatie is geen doel op zich** maar dient om leerlingen te oriënteren, hen vooruit te helpen en het leerproces te sturen, niet om hen terecht te wijzen. Evaluatiemomenten zijn actieve leermomenten eerder dan beoordelingsmomenten.

In de eerste plaats stellen we dat **permanente- en zelfevaluatie** sterk aangewezen zijn bij de geïntegreerde en projectmatige aanpak bij de realisatie van dit leerplan. Om de leerlingen toe te laten zichzelf en hun leerproces te evalueren is het uiteraard belangrijk dat de evaluatiecriteria goed begrepen en bekend zijn.

Evaluatiemomenten waarbij men gebruik maakt van meer “**klassieke**” evaluatiemiddelen zijn echter nog steeds verantwoord binnen deze benadering maar ook dan dienen de evaluatiecriteria en –elementen op voorhand bij de leerlingen gekend te zijn.

De prestaties van de leerlingen dienen globaal gewaardeerd te worden en vanuit de meest diverse standpunten benaderd. Er dient op een evenwichtige wijze rekening gehouden te worden met zowel het **proces** als het **product**.

Bij de evaluatie worden de volgende aspecten in een verantwoord evenwicht in rekening gebracht, in overeenstemming met het profiel van de studierichting:

- Cognitieve aspecten: kennen, begrijpen, inzien, toepassen ...
- Psychomotorische aspecten (vaardigheden): nadoen, beheersen, oog-hand-coördinatie, ritme, snelheid nauwkeurigheid
- Attitudes: doorzetting, efficiëntie, sociale gerichtheid ...

#### 3.1 Procesevaluatie

De procesevaluatie kan gebeuren door:

- een opvolging van de door de leerling geleverde prestaties waarin de neerslag (verwerking, reflectie en kritiek) ligt van het verwerkingsproces.
- een regelmatige individuele begeleiding van de leerling die moet leiden naar zelfevaluatie waardoor de leerling zijn eigen handelen kan bijsturen om tot kwaliteitsverbetering te komen.
- de verschillende opeenvolgende oefeningen en opdrachten waaraan het inzicht en de persoonlijke vorming van de leerling kan getoetst worden.

Enkele indicaties in verband met procesevaluatie:

- Gaat de leerling logisch, gestructureerd en zorgvuldig te werk?
- Ontwikkelt de leerling zelfredzaamheid en groeit hij/zij naar meer zelfstandigheid?
- Maakt de leerling efficiënt gebruik van de ter beschikking gestelde gereedschappen en leermiddelen?
- Voert de leerling een opdracht volgens voorschrift uit?
- Reflecteert de leerling na het uitvoeren van opdracht?

## 3.2 Productevaluatie

De productevaluatie kan gebeuren:

- In de vorm van rechtstreekse communicatie: individuele leergesprekken, groepsbesprekingen en overleg.
- Als onrechtstreekse communicatie: bespreking van het werk van de leerling, onderlinge vergelijkingen en tegenstellingen.

Enkele indicaties in verband met productevaluatie:

- Is een tekening conform de normen?
- Voldoet de uitvoering van een installatie aan de vooropgestelde eisen?

## 3.3 Zelfevaluatie

Alvorens een lerende zichzelf kan evalueren moet hij vertrouwd zijn met de vooropgestelde leerdoelen. Ter ondersteuning van het verwerven van de minimumdoelstellingen is het daarom belangrijk dat de leerlingen ze kennen en begrijpen. Hierdoor wordt hen hét criterium geboden om zichzelf en hun realisaties te beoordelen. Enkele doelstellingen uit dit leerplan beogen daarom het verwerven van inzicht in de doelstellingen en het profiel van het beroep waartoe deze studierichting vormt.

Zorg dat de leerlingen bij de start van elk (deel)project een duidelijk beeld heeft van het einddoel en de te verwerven leerplandoelstellingen. Een korte checklist in functie van uitgevoerde project kan een extra hulp zijn bij zelfevaluatie door de leerling.

- Is een tekening conform de normen?
- Voldoet het ontwerp en de uitvoering van een installatie aan de vooropgestelde eisen?
- Is er ruimte voor verbetering?
- Hoeveel tijd werd besteed aan de voorbereiding?
- Hoeveel tijd nam de uitvoering in beslag?
- ...



## 4 Leerplandoelstellingen, leerinhouden en didactische wenken

### Leeswijzer

Doelstellingen met de vermelding **(U)** kunnen bij uitbreiding worden nagestreefd. Alle andere doelstellingen moeten worden bereikt.

In tal van doelstellingen is een verwijzing naar het artikelnummer van het Algemeen Reglement op de Elektrische Installaties (AREI) opgenomen. Deze verwijzing is opgenomen als hulpmiddel voor de leerkracht bij het voorbereiden en/of samenstellen van projecten en/of oefeningen. Het reproduceren van het artikel op zich maakt **geen** deel uit van de doelstelling.

Doelstellingen 1 tot en met 28 dienen geïntegreerd in alle vakken, ze worden best keer op keer opnieuw aangestipt tijdens het verloop van de vorming. Ze zijn daarom een bezorgdheid van het ganse lerarenteam.

Het dossier van een residentiële elektrische installatie loopt als een rode draad doorheen dit leerplan, de leerlingen dienen in staat te zijn om dit dossier zelfstandig samen te stellen (Zie ook 1.3). Daarbij maken ze uiteraard gebruik van de meest geschikte ICT hulpmiddelen zoals daar zijn; een CAE pakket, rekenbladen, tekstverwerking ...

### 4.1 Te integreren doelstellingen

#### 4.1.1 Doelstellingen in verband met oriëntatie en beroepskeuze

##### LEERPLANDOELSTELLINGEN

- |   |  |
|---|--|
| 1 | De eigenheid van de diverse beroepen uit de sector met eigen woorden uitleggen.            |
| 2 | De bedrijven in de buurt van de school herkennen.  |
| 3 | Factoren die de eigen keuze naar vervolgonderwijs beïnvloeden met eigen woorden uitleggen. |

##### LEERINHOUDEN

- Beroepsprofiel van een residentieel elektrisch installateur
- Professionele loopbaan een residentieel elektrisch installateur
- Installatiebedrijven in de buurt van de school
  - Productengamma
  - Tewerkstelling
- De hoofddoelstellingen en het project van de studierichtingen;
  - Elektrische installatietechnieken
  - Elektronische installatietechnieken
  - Koel- en warmtechnieken
  - Podiumtechnieken
  - Industriële ICT

##### DIDACTISCHE WENKEN

- Het is belangrijk dat de leerlingen de band ervaren tussen de leerplandoelstellingen die aan bod komen en de realiteit van het toekomstig beroep. Dit werkt tegelijkertijd motiverend en oriënterend
- Verzorg de relaties met de bedrijven in de buurt en nodig ze regelmatig uit op de school.
- Bovenstaande doelstellingen kunnen onderdeel uitmaken van een te behalen commutatieve doelstelling in een taalvak.

- Op <http://www.stroomopwaarts.be> en <http://www.vdab.be/beroepen/default.shtml> vind je tal van filmpjes om de leerlingen te begeleiden in een positieve keuze voor een beroep onder spanning.

#### 4.1.2 Doelstellingen in verband met planning en werkplekorganisatie

##### LEERPLANDOELSTELLINGEN

- |    |  |
|----|--|
| 4  | Een planning van de gezamenlijke werkzaamheden in overleg opstellen, bijsturen en evalueren. |
| 5  | De materialen- en productenstroom in de school herkennen.                                    |
| 6  | De eigen werkplek inrichten en deze zo efficiënt mogelijk organiseren.                       |
| 7  | De eigen werkplek opruimen en onderhouden.   |
| 8  | Zelfstandig de nodige materiaalhoeveelheden berekenen.                                       |
| 9  | De materiaalkostprijs berekenen.   |
| 10 | Van de uitgevoerde werken de uitvoeringstijd noteren.  |

##### LEERINHOUDEN

- Planning van de gezamenlijke werkzaamheden
- Planning van de eigen werkzaamheden
- Afspraken in overleg
- Materialen, producten
  - Toevoer, verwerking, afvoer
- Werkplekinrichting
- Werkplekorganisatie
- Het opruimen van de werkplek.
- Het onderhouden van de werkplek
- Bruto hoeveelheid
- Netto hoeveelheid
- Materiaalverlies
- Materiaalkostprijs
- Winstmarge (**U**)
- Prijszetting (**U**)
- Uitvoeringstijd bepalen
- Uitvoeringstijd schatten

##### DIDACTISCHE WENKEN

- Leer de leerlingen dat een planning minimaal antwoord geeft op de vraag: 'wie', 'wat', 'waar' gaat doen, 'hoe', 'wanneer' en 'voor hoeveel'.
- Geef leerlingen de kans om in overleg werkzaamheden te plannen, bij te sturen en te evalueren. Geef voldoende feedback en beklemtoon voornamelijk de positieve kanten van hun voorstellen. Laat hun ook ervaren wat minder goede voorstellen inhouden op het vlak van efficiëntie, het afstemmen van ieders inbreng, op kwaliteit ... Laat de leerlingen ook een verslag maken over dit overleg. Spreek terzake ook af met de leraren algemene vakken.
- Toon, aan de hand van beeldend materiaal uit de praktijk, het belang aan van de plaats van het materieel en het materiaal bij een werkplaatsinrichting. Leg ook het verband tussen een goed ingerichte werkplek, het rendement, de netheid, de productiekostprijs en het opruimen na de werktijd.
- Licht voldoende toe dat bij de aanvang van het project nooit alle parameters in detail gekend zijn, maar duidelijker worden naargelang de vorderingen van de werkzaamheden. Het is dus belangrijk dat in de beginfase de parameters zo goed mogelijk worden omschreven en bij opvolging zo goed mogelijk wordt geanticipeerd op onverwachte gebeurtenissen.
- Schenk tijdens bedrijfsbezoeken aandacht aan de bedrijfsorganisatie. Bestudeer de inrichting van de werkplaats en de goederenstroom. Laat eventueel bedrijfsdeskundigen een les in de school mee ondersteunen.
- Schenk voldoende aandacht aan het naleven van de interne afspraken in de school. Leg de link met afspraken die in het bedrijfsleven worden gemaakt.
- Laat de leerlingen ervaren dat een degelijke werkvoorbereiding noodzakelijk is om rendabel en efficiënt te werken.

- Stel gegevens ter beschikking van werkelijke uitvoeringstijden en laat leerlingen deze noteren van de werkzaamheden die ze zelf uitvoeren. Toon de invloed ervan aan op de voorziene planning en licht de bijsturingmogelijkheden voldoende toe.
- Laat tabellen maken/invullen met de nodige materiaalhoeveelheden. Maak gebruik van eenvoudige computerprogramma's om de berekeningen uit te voeren/controleren.

### 4.1.3 Doelstellingen in verband met veiligheid en milieu

#### LEERPLANDOELSTELLINGEN

#### LEERINHOUDEN

11	De voorschriften in verband met basisveiligheid naleven.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aandachtspunten               <ul style="list-style-type: none"> <li>– CE, andere keurmerken</li> <li>– werkplaatsreglement</li> <li>– mogelijke risico's en ongevallen</li> <li>– gevaarlijke producten</li> <li>– brand en ontploffingsgevaar</li> <li>– gereedschap en machines</li> <li>– verlengsnoeren en kabelhaspels</li> <li>– struikelen, uitglijden en vallen</li> </ul> </li> <li>• Signalisatie</li> <li>• Te treffen maatregelen</li> <li>• Werkvergunningen</li> </ul>
12	De gevaren van de elektriciteit voor personen en omgeving toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gevaren               <ul style="list-style-type: none"> <li>– kortsluiting</li> <li>– overbelasting</li> <li>– brandgevaar</li> <li>– elektrocutie</li> </ul> </li> </ul>
13	De eigen bevoegdheid toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Codificatietabel art. 47 van het AREI</li> </ul>
14	De gevaren verbonden aan elektriciteit in het algemeen en de betrokken installatie in het bijzonder toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gevaren van elektriciteit</li> <li>• Gevaren van de betrokken elektrische installatie</li> </ul>
15	Handelen volgens de procedures eigen aan de betrokken elektrische installaties.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Werken en werkzaamheden (EN50110)               <ul style="list-style-type: none"> <li>– buiten spanning</li> <li>– onder spanning</li> </ul> </li> <li>• Procedures voor exploitatiewerkzaamheden op de oefeninstallaties</li> <li>• Procedures voor exploitatiewerkzaamheden op de vaste elektrische installatie</li> </ul>
16	De collectieve veiligheidsvoorzieningen herkennen en volgens de verstrekte richtlijnen handelen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Collectieve beschermingsmiddelen</li> </ul>

## LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 17 Persoonlijke beschermingsmiddelen volgens verstrekte richtlijnen gebruiken.
- 18 Oordeelkundig ladders en stellingen kiezen en plaatsen.
- 19 Gevaarlijke situaties herkennen, melden en volgens verstrekte richtlijnen handelen.
- 20 De werking en veiligheidsvoorschriften van de te gebruiken machines, gereedschappen en hulpmiddelen toelichten.
- 21 De elementaire voorzieningen van een EHBO-kit toelichten.
- 22 Bij een ongeval de nodige maatregelen treffen.
- 23 De verstrekte richtlijnen op het vlak van milieu naleven.
- 24 Maatregelen nemen om op een milieuvriendelijke wijze te werken.
- 25 Producten, materialen, afvalstoffen volgens afspraak en voorschriften verhandelen, bewerken, verwerken, sorteren en opslaan.
- 26 De ergonomische voorzieningen bij een werkpost herkennen, bij het werken een ergonomische werkhouding aannemen en lasten ergonomisch tillen, dragen en hijsen.

## LEERINHOUDEN

- Persoonlijke beschermingsmiddelen
- Voorschriften bij het gebruik van
  - ladders
  - stellingen
- Gevaarlijke situaties eigen aan werkplek
- Veiligheidspictogrammen
- Machine-instructiekaart
- Machineveiligheidsinstructies
- EHBO-kit
- EHBO
- Milieuvoorschriften
  - Sorteren van afval
  - Afvalvoorkoming en –verwerking
- Duurzaam construeren
- Duurzaam materiaalgebruik
- Levenscyclus van materialen
- Recyclage
- Kenmerken van producten en materialen
- Verhandelen, bewerken, verwerken
- Sorteren
- Opslaan
- Aangepaste voorzieningen
- Ergonomische werkhouding
- Lasten tillen, dragen, hijsen

## DIDACTISCHE WENKEN

- Wijs op de overeenkomsten tussen de in de school na te leven afspraken en deze die in het bedrijfsleven gelden.
- Bij de doelstelling over de persoonlijke veiligheidsvoorschriften verwijzen sommige leerinhouden naar het behalen VCA-attest. Vermits heel wat van onze leerlingen tewerkgesteld worden in aannemingsbedrijven waar een zo'n certificering wordt gevraagd, is het zinvol hier voldoende aandacht aan te schenken.
- Besteed bijzondere aandacht aan voorschriften in verband met preventie, persoonlijke en collectieve beschermingsmiddelen, hygiëne en milieu. Let er op dat elke leerling alvorens aan het werk te gaan aan een machine voldoende geïnstrueerd is over het werken ermee en de gevaren die ermee gepaard gaan. Zie toe op het noteren ervan in de agenda. Heb oog voor eventuele afwezigen.
- Verwijs naar de impact van op het milieu bij de winning, productie, verwerking gebruik en verwerking na gebruik van materialen.

- Bij het opvolgen en handelen volgens voorgeschreven procedures dienen controlewerkzaamheden zoals, visueel onderzoek, metingen, proeven en fouten opsporen te gebeuren met meetsnoeren die het onmogelijk maken naakte onder spanning staande delen aan te raken.

#### 4.1.4 Doelstellingen in verband met zelfevaluatie

##### LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 27 Tijdens de uitvoering van installaties, uitvoeringsfouten ontdekken en mogelijke oplossingen aanreiken.
- 28 Na het uitvoeren van de werkzaamheden, in team, de installatie en het installatieproces evalueren en op basis daarvan voorstellen formuleren tot bijsturen.

##### LEERINHOUDEN

- Uitvoeringsfouten
- Suggesties tot bijsturen
- Evaluatiecriteria
- Productevaluatie
- Procesevaluatie

##### DIDACTISCHE WENKEN

- Bij het evalueren is het belangrijk dat individuele leerlingevoluties kunnen worden vastgesteld.
- Leer de leerling meer en meer zichzelf en het eigen werk te evalueren.
- Zorg ervoor dat evaluaties dicht aansluiten bij de werkzaamheden waarmee de leerlingen echt bezig zijn. Enkel op die manier kan er aan remediëring worden gedaan.

## 4.2 Specifieke doelstellingen, Installatiemethoden en realisaties

### 4.2.1 Het dossier van een residentiële installatie

##### LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 29 Bouwplannen lezen, de symbolen herkennen en maten aflezen.
- 30 **Zelfstandig** een elektrisch dossier van een residentiële elektrische installatie samenstellen aan de hand van een CAE pakket.
- 31 Het elektrisch dossier van een bestaande installatie aanpassen en/of vervolledigen.

##### LEERINHOUDEN

- Symbolen:
  - ramen, deuren, muren, materialen
- Begrippen
  - Bouwlijn, rooilijn
- Afmetingen
- Vloerhoogte, raamhoogte, deurhoogte, plafondhoogte, muurdikte, op schaal
- **CAE**, symbolen, normen en codering
- Het frontblad
- Schema's
  - ééndraadsschema
  - situatieschema
- Proces verbaal van keuring
  - aansluitgegevens van de netbeheerder
- Elektrisch dossier van een niet gedocumenteerde bestaande installatie.

- |    |   |   |
|----|---|---|
| 32 | De controles bij de keuring van een huishoudelijke elektrische installatie opsommen, toelichten en uitvoeren. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Keuringsverslag (art. 269, 270 en 271)</li> <li>• Verzegelbare klemmen</li> <li>• Spreidingsweerstand</li> <li>• Isolatiweerstand</li> </ul>   |
| 33 | De aansluitingsvoorwaarden bij een huisinstallatie verklaren en naleven.                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Richtlijnen bij huisaansluitingen: <ul style="list-style-type: none"> <li>– elektriciteit</li> <li>– telefoon</li> <li>– kabeldistributie</li> </ul> </li> <li>• Tarieven</li> <li>• Tellers</li> <li>• Soorten huisaansluitingen (boven- en ondergronds)</li> <li>• Beschikbare spanningen</li> <li>• Beschikbare vermogens</li> <li>• Kabels <ul style="list-style-type: none"> <li>– EXVB</li> <li>– geleiderdoorsnede</li> </ul> </li> </ul> |
| 34 | Het blokschema van het elektriciteitsdistributiesysteem verklaren.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Het verdeelnet <ul style="list-style-type: none"> <li>– tweedraads aansluiting</li> <li>– drie / vierdraads aansluiting</li> </ul> </li> <li>• De vrijgemaakte energiemarkt <ul style="list-style-type: none"> <li>– producent</li> <li>– transporteur</li> <li>– leverancier</li> <li>– netbeheerder</li> </ul> </li> </ul>   |

## DIDACTISCHE WENKEN

- Start met een kleine studio, eventueel vereenvoudigd getekend, ga vandaar naar een appartementje met twee slaapkamers, zo groei je door naar grotere woning, aan het einde van de tweede graad behandel je een grote villa met diverse elektrisch gestuurde- en comfortschakelingen.
- Elk bouwplan wordt gegeven bij het begin van elk deelproject schooljaar en als rode draad doorheen de leerstof gebruikt.
- Voor het CAE - tekenen kunnen eenvoudige gebruiksvriendelijke tekenpakketten gebruikt worden, met een volledige en correcte symbolenbibliotheek. Het aanleren van een pakket is hier niet de hoofdzaak, wel het afleveren van een verzorgd document.
- Iedere leerling beschikt bij het begin van het schooljaar over een aangepaste lijst van symbolen. De symbolenlijst is van toepassing in elektriciteit en lab, uitvoeringsmethoden en praktijk elektriciteit.
- Bij het opstellen van situatieschema's zijn ontwerpen van keukens en badkamers noodzakelijk.
- In de werkplaats kan een mini-woning gebouwd worden in prefabwanden.
- Leerlingen moeten kunnen beschikken over catalogi van diverse fabrikanten om opzoekingswerk te maken, internet en cd-rom's kunnen als alternatief gebruikt worden.
- Het bezoek aan een woning in opbouw, in de diverse stadia, kan heel verhelderend werken. Het dossier van deze woning kan als voorbeeld dienen.

- Richtlijnen bij het opstellen van een dossier zijn in een eenvoudige vorm te vinden op de website van de controle-organisatie: AIB-Vinçotte: <http://www.aib-vincotte.com>.
- Bespreek een ingevuld, officieel keuringsformulier.
- Brochures met de plaatselijke voorschriften van de verschillende nutsbedrijven kunnen opgevraagd worden of teruggevonden worden via het internet.
- De structuur van de vrije energiemarkt wordt met film van EANDIS al snel duidelijk: [http://www.eandis.be/nl/14\\_onderwijs/devrijemarkt.aspx](http://www.eandis.be/nl/14_onderwijs/devrijemarkt.aspx)
- Vertrek steeds van een 3-draads (ouderwetse) aansluiting, leid hieruit de verschillende mogelijkheden voor 2-draads aansluitingen af. Verklaar waarom de spanning opgetrokken werd naar niveau 400 V en leid hieruit de verschillende 2-draadsaansluitingen af. Meteen wordt het verschil duidelijk tussen een L geleider en een N geleider. Vergelijk het potentiaal van beide t.o.v van de aarde.

## 4.2.2 *Onderdelen en gereedschappen beheren*

### LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 35 Veilig hand- en elektrisch gereedschap herkennen en benoemen.
- 36 De bouwstoffen herkennen en benoemen.

### LEERINHOUDEN

- Eigenschappen van veilig gereedschap
- Handgereedschap
- Elektrisch gereedschap
- Cement, zand en pleister
- Gipsplaten
- Mortel, baksteen, beton en cellenbeton
- Hout en plaatmateriaal
- Silicone en lijmen

### DIDACTISCHE WENKEN

- De gereedschappen en materialen worden behandeld tijdens de realisatiemomenten.
- Het is zeker niet de bedoeling om lessen gereedschapsleer of materialenleer te geven.
- Zorg dat je van elke bouwstof een staal kan tonen.
- <http://www.livios.be> is een erg bruikbare site in verband met bouwmaterialen en gereedschappen.

## 4.2.3 *Vorbereidende werken uitvoeren*

### LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 37 De plaatsingsmethoden voor aardlussen en aardelektroden toelichten.
- 38 Op een bouwplan de plaats van de nu-taansluitingen aangeven.

### LEERINHOUDEN

- Aardingslus (art. 69)
- Aardgeleider
- Aardelektrode
- Aansluitbocht, energiesteen
- Wachtbuizen

- 39 De plaats van elektrische leidingen en toestellen **zelfstandig bepalen** en aftekenen op vloeren, wanden en plafonds.
- Volumes in de badkamer (art. 86)
  - De plaats van leidingen (art. 144)
  - De plaats van stopcontacten (art. 249)
  - De plaats van een schakelaar
  - De plaats van een boiler, vaatwas, wasmachine en fornuis
  - De plaats van een convector

### DIDACTISCHE WENKEN

- Als uitbreiding kan gesproken worden over de AREI voorschriften voor installaties van voor 1 oktober 1981 art. 278, dit artikel is van belang bij renovatiewerken.
- Maak gebruik van de AREI voorschriften voor het plaatsen van elektrische toestellen.
- Het is aan te bevelen om in het begin van het schooljaar een bouwwerk te bezoeken waar een installatie in opbouw is. Het is zeer belangrijk dat de leerlingen van in het begin een zo volledig mogelijk beeld krijgen van de werkomstandigheden waarin ze later kunnen terecht komen.
- Vermeld de specifieke gereedschappen in een overzichtstabel, ook gereedschappen die niet voorhanden zijn in de werkplaats.
- Verscheidene fabrikanten van elektrisch gereedschap geven op aanvraag demonstraties en workshops. (Bosch, Spit, Hilti ...)
- Sta hier ook even stil bij het impact op het milieu van elektrische apparaten in vergelijking met hun aardgas equivalent. Een elektrische kookplaat met een vermogen van 7,2 kW heeft een zwaarder impact dan een aardgaskookplaat met hetzelfde vermogen.

### LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 40 De correcte buis selecteren, de keuze verantwoorden, en plaatsen in functie van de toepassing.

### LEERINHOUDEN

- Tth, TAL, voorbedrade buis (art. 200, 202, en 207)
    - handelsmaten
    - toebehoren en klein materiaal
  - Bewerkingen
    - Plooien (Tth)
    - afkorten
    - bevestigen
- 41 Installatiemateriaal voor holle en volle wanden selecteren, de keuze verantwoorden en plaatsen.
- Installatiemateriaal (art. 214)
    - inbouwdozen
    - buizen en bedrading
    - bevestigingsmateriaal
  - Bewerkingen
    - bevestigen
  - Elektrisch gereedschap



- 42 Installatiemateriaal voor opbouw, in functie van de uitwendige invloeden selecteren, de keuze verantwoorden en plaatsen.
- Beschermingsgraden (IP<sub>xy-x</sub>)
  - Isolatieklassen van materialen
    - 01, 02, 03 ...
  - Installatiemateriaal
    - opbouwdozen
    - aftakdozen
    - waterdichte uitvoering
    - buizen en bedrading
    - kabelgoten, plinten en kanalen(art. 208, 210)
    - bevestigingsmateriaal (art. 209)
  - Bewerkingen
    - aftekenen
    - bevestigen
  - Elektrisch gereedschap

#### DIDACTISCHE WENKEN

- Leer de leerlingen hoe een voorbedrade buis en kabel wordt afgerold en afgekort.
- Neem de soorten inbouwdozen naar vorm, afmetingen en toepassingsgebied op in een overzichtstabel. Verlies daarbij de merkgebonden inbouwdozen niet uit het oog.
- Werk met overzichtstabellen, waar de leerlingen naast de benamingen en symbolen ook de gangbare gegevens gemakkelijk kunnen terugvinden.
- Behandel uitsluitend de meest gebruikte materialen.
- Behandel uitsluitend de meest voorkomende beschermingsgraden IP<sub>x4</sub> en IP<sub>x5</sub>
- Bespreek het maximum aantal draden H07V-U voor een buis van 16 mm en voor een buis van 20 mm.

#### 4.2.4 *Draad trekken en kabels plaatsen*

##### LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 43 De correcte bedrading/snoeren selecteren, de keuze verantwoorden, bewerken en plaatsen voor een specifieke toepassing.

##### LEERINHOUDEN

- Draaddoorsneden (art. 198)
- Draadkleuren (art. 199)
  - gereguleerde en afgesproken kleuren
- Draden en kabels voor vaste opstellingen
  - H07V-U
  - H07V-R
  - XVB-F2
- Snoeren

#### DIDACTISCHE WENKEN

- Behandel draden en kabels in functie van het gebruik tijdens realisaties.

- Werk met overzichtstabellen voor draden, kabels en snoeren die de leerlingen steeds verder aanvullen doorheen de loop van het schooljaar.
- Voor een doeltreffend leerproces van de elektrische schakelingen is een duidelijke afspraak rond het gebruik van draadkleuren noodzakelijk. Let bij het toewijzen van draadkleuren op verschillende kleurafspraken bij gebruik van kabels t.o.v. draad.

#### 4.2.5 Schakelaars en wandcontactdozen plaatsen en aansluiten

##### LEERPLANDOELSTELLINGEN

##### LEERINHOUDEN

44	In functie van de wensen van de opdrachtgever, zelfstandig, een elektrische installatie ontwerpen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bezoek aan een bestaande woning</li> <li>• Wensen van de opdrachtgever</li> </ul>
45	De noodzakelijke elektrische symbolen in de schema's van een residentieel gebouw herkennen en gebruiken.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gebruik van elektrische symbolen</li> </ul>
46	Stroombaan-, installatie-, leiding- en bedradingschema van de basisschakelingen <b>ontwerpen</b> en de schakelingen opbouwen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Basisschakelingen               <ul style="list-style-type: none"> <li>– de eenpolige schakeling</li> <li>– de tweepolige schakeling</li> <li>– de dubbele aansteking</li> <li>– de wisselschakeling</li> <li>– de kruisschakeling</li> <li>– de tweepolige wisselschakeling (<b>U</b>)</li> <li>– combinatieschakelingen</li> <li>– bijzondere schakelingen (<b>U</b>)</li> <li>– codering van elementen en contacten</li> <li>– toepassingen met controle en oriëntatielampjes</li> </ul> </li> <li>• Verbindingen               <ul style="list-style-type: none"> <li>– lasdoppen</li> <li>– steekklemmen</li> <li>– kroonsteen</li> </ul> </li> </ul>
47	Stroombaan-, installatie-, leiding- en bedradingschema van kringen met wandcontactdozen <b>ontwerpen</b> en opbouwen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kringen van wandcontactdozen               <ul style="list-style-type: none"> <li>– wandcontactdozen</li> <li>– fornuizen, ovens, steamers</li> </ul> </li> <li>• Gemengde kringen</li> <li>• Verbindingen               <ul style="list-style-type: none"> <li>– lasdoppen</li> <li>– steekklemmen</li> <li>– kroonsteen</li> </ul> </li> </ul>
48	Rechtstreekse en onrechtstreekse verwarming onderscheiden. ( <b>U</b> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rechtstreeks</li> <li>• Onrechtstreeks</li> </ul>

## DIDACTISCHE WENKEN

- Vertrek steeds vanuit een probleemstelling. bv. een lichtpunt moet bediend worden op 1 plaats maar met verhoogde veiligheid. Dit garandeert een stapsgewijze opbouw vertrekkende van het reeds gekende naar het nieuwe.
- Werk met overzichtstabellen voor schakelaars en verbindingen die de leerlingen steeds verder aanvullen doorheen de loop van het schooljaar.
- Voor een doeltreffend leerproces van de elektrische schakelingen is een duidelijke afspraak rond het gebruik van draadkleuren noodzakelijk.
- De basisschakelingen worden naast de klassieke op- en inbouw met HO7V-U ook af en toe met kabels of draad in kabelgootjes, lijsten en plinten uitgevoerd.
- Breng de schakelingen aan in functie van de kamers in een woning. Het is niet de bedoeling om alle schakelingen na elkaar te behandelen, maar in functie van (deel)projecten binnen het globaal project van de woning.
- Laat de leerlingen schakelaars doormeten, spanningen en stromen meten, gebruik steeds de meest geschikte meetapparatuur. Ga bij het doormeten van schakelaars zéér methodisch te werk. Wat je nu aanleert op eenvoudige lichtschakelaars vormt later de basis voor het uitmeten van meer gecompliceerde schakelaars.
- Bouw klassikaal het situatieschema op vanuit van het bouwplan van de woning, leer de leerlingen waarom net die bepaalde schakeling op die plaats de beste oplossing is.
- Schenk voldoende aandacht aan het aansluiten van contactdozen.
- Laat de schakelingen gevarieerd uitvoeren: eens opbouw, dan weer inbouw met en zonder aftakdozen, met verbindingen achter de schakelaar, in kabelgoten en plinten. Start hiermee vanaf het begin van het schooljaar.

### 4.2.6 *Elektrisch gestuurde schakelingen ontwerpen, opbouwen en instellen*

#### LEERPLANDOELSTELLINGEN

49 De plaats van de thermostaat tekenen op het bouwplan van de woning.

#### LEERINHouden

- Symbolen van thermostaten
- Soorten thermostaten
  - mechanische
  - elektronische
  - programmeerbare
  - opbouw en modulaire inbouw
- Wachtbuizen

- |    |  |  |
|----|--|--|
| 50 | Stroombaan-, installatie-, leiding- en bedradingschema van comfortschakelingen <b>ontwerpen</b> en de schakelingen opbouwen.     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comfortschakelingen <ul style="list-style-type: none"> <li>– impulsrelais</li> <li>– trappenhuisautomaat</li> <li>– schakelklok</li> <li>– voorkeur of voorrangrelais</li> <li>– afstandsbediening</li> <li>– bewegingsmelder (2- en 3-draadsaansluiting)</li> <li>– schemerschakelaar</li> <li>– dimmer</li> <li>– programmeerbaar relais</li> </ul> </li> <li>• Combinatieschakelingen met manuele bediening (<b>U</b>)</li> </ul>  |
| 51 | Programmeerbare schakelmodules situeren, aansluiten en programmeren volgens de richtlijnen van de fabrikant.                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systeemconcept <ul style="list-style-type: none"> <li>– ingangen, uitgangen en schakelprogramma</li> <li>– functieblokken: delay, impuls, set-reset, klok</li> </ul> </li> <li>• Naar keuze <ul style="list-style-type: none"> <li>– domotica-woningintelligentie</li> <li>– programmeerbaar relais</li> </ul> </li> <li>• Duurzame oplossingen <ul style="list-style-type: none"> <li>– Energiebeheer, comfort, veiligheid, communicatie-technisch beheer</li> </ul> </li> </ul> |
| 52 | Bij het gebruik van programmeerbare schakelmodule, een relais selecteren en aansluiten in functie van het te schakelen vermogen. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schakelvermogen van contacten <ul style="list-style-type: none"> <li>– verlichtingskringen</li> <li>– kringen met wandcontactdozen en toestellen</li> <li>– tweepolige onderbreking voor kringen met wandcontactdozen</li> </ul> </li> </ul>  |
| 53 | Comfortschakelingen voor diverse toepassingen <b>ontwerpen</b> , opbouwen en toetsen aan vooropgestelde specificaties.           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Toepassingen naar keuze; <ul style="list-style-type: none"> <li>– verlichting</li> <li>– dimmers voor gloeilampen, halogeenlampen, TL-lampen, LED-verlichting</li> <li>– ventilatie</li> <li>– rolluikbediening</li> <li>– automatische zonnewering</li> </ul> </li> </ul>  |

## DIDACTISCHE WENKEN

- Breng diverse elektrische schakelingen aan in functie van de kamers in een woning. Het is niet de bedoeling om alle schakelingen na elkaar te behandelen, maar in functie van (deel)projecten binnen het globaal project.
- Besteed voldoende aandacht aan de selectietabellen voor dimmers die door de diverse fabrikanten ter beschikking gesteld worden.
- Bouw klassikaal het situatieschema op vanuit van het bouwplan van de woning, leer de leerlingen waarom net die bepaalde schakeling op die plaats de beste oplossing is.

- Leer de leerlinden de bijsluiters van schakelcomponenten lezen en interpreteren.
- Programmeerbare schakelmodules voor huishoudelijke en tertiaire toepassingen worden onder andere op de markt gebracht door Mitsubishi (Alpha); Siemens (Logo!), Moeller (Easy) Stel indien mogelijk verschillende systemen ter beschikking, leerlingen zullen zelf een voorkeur ontwikkelen in functie van de mogelijkheden van de diverse toestellen.
- Alle schakelingen worden uitgevoerd met beschermingsgeleider.
- Hou rekening met de gestelde voorschriften en reglementeringen van de fabrikant en het AREI.
- Bouw realistische schakelingen.
- Leer de leerlingen gericht zoeken in catalogi, multimedia en internet.

#### 4.2.7 Bijkomende uitrusting plaatsen en aansluiten

##### LEERPLANDOELSTELLINGEN

##### LEERINHouden

54	De meest geschikte beltransformator selecteren in functie van de gebruiker.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opzoeken in catalogus</li> <li>• Primaire spanning</li> <li>• Secundaire spanning</li> <li>• Vermogen</li> <li>• Kenplaatgegevens</li> <li>• Symbool van een transformator</li> </ul>
55	Signalisatie- en communicatiesystemen conform de documentatie van de fabrikant, aansluiten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Signalisatie en communicatiesystemen naar keuze;               <ul style="list-style-type: none"> <li>– belschakeling</li> <li>– deurmelder</li> <li>– parlofooninstallatie voor een ééngezinswoning</li> <li>– videofoon</li> <li>– deurslot</li> <li>– binnenhuis telefooncentrale</li> </ul> </li> <li>• Specifieke kabels               <ul style="list-style-type: none"> <li>– VVT</li> <li>– SVV</li> </ul> </li> </ul>
56	Kabel distributie en digitale communicatie uitrusting conform de specificaties van de leverancier plaatsen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• UTP kabel</li> <li>• RJ45</li> <li>• Coax-kabel</li> <li>• Luidsprekerkabel en luidsprekercontactdoos               <ul style="list-style-type: none"> <li>– VTLmB (H03VH-K)</li> </ul> </li> </ul>

##### DIDACTISCHE WENKEN

- Stel toestellen van verschillende fabrikanten ter beschikking. Leer hen de installatievoorschriften en de productinformatie van de bijsluiters te raadplegen.
- Laat de leerlingen realistische schakelingen voor een huishoudelijke installatie bouwen.

- Laat de leerlingen gebruik maken van gepaste meetapparatuur voor het controleren en foutzoeken; testlamp, continuïteitstester ...
- Hou permanent rekening met de voorschriften en reglementeringen van het AREI.
- Leer de leerlingen gericht zoeken in catalogi, multimedia en internet.

#### 4.2.8 Een verdeelkast plaatsen, monteren en aansluiten

##### LEERPLANDOELSTELLINGEN

##### LEERINHOUDEN

57	Aan de hand van het zelfstandig samengesteld elektrisch dossier de geschikte verdeelkast kiezen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Catalogusgebruik</li> <li>• Aantal modules</li> </ul>
58	Het doel <b>en de werking</b> van een overstrombeveiliging verklaren.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Overbelasting (art. 114, 115)</li> <li>• Kortsluiting (art. 118)</li> <li>• Relatie draaddoorsneden beveiliging (art. 117)</li> <li>• Smeltveiligheid</li> <li>• Automaat</li> <li>• Kalibreerelement (art. 251)</li> <li>• Nominaal stroomsterkte</li> <li>• Onderbrekingsvermogen (art. 251)</li> <li>• Uitschakelcurven</li> </ul>
59	Het doel <b>en de werking</b> van een verliesstroombeveiliging verklaren.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De gevoeligheid van een verliesstroomschakelaar</li> <li>• hoofd verliesstroomschakelaar</li> <li>• bijkomende verliesstroomschakelaars (Art.85)</li> <li>• Rechtstreekse en onrechtstreekse aanraking</li> <li>• Verliesstroom</li> <li>• Doel van de testknop</li> </ul>
60	De juiste overspanningbeveiliging kiezen en aansluiten in functie van de installatie.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Overspanningsbeveiliging op; <ul style="list-style-type: none"> <li>– het net</li> <li>– telefoonaansluiting</li> <li>– kabel distributie</li> </ul> </li> </ul>
61	De mechanische montage van een verdeelkast uitvoeren.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aftekenen</li> <li>• Plaatsen</li> <li>• Voorschriften van nutsbedrijven</li> </ul>

## LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 62 De componenten van een verdeelkast selecteren, de keuze verantwoorden, plaatsen, bedraden en aansluiten.
- 63 De meterkast en toebehoren in functie van de tariefformule selecteren en plaatsen.
- 64 Toebehoren voor kabel distributie en digitale telecommunicatie selecteren, de keuze verantwoorden, plaatsen en aansluiten.
- 65 Het gebruik en de samenstelling van een werfkast toelichten.

## LEERINHOUDEN

- Bedrading
  - H07V-K, draadhulzen
  - H07V-R
  - verdeelrails
- Modulaire apparaten
  - beveiliging
  - afstandbestuurde schakelaars
  - programmeerbare schakelmodule (**U**)
  - domotica schakelmodule (**U**)
- Meterkast
- Aansluitkabel
- Scheider en / of hoofdautomaat
- Voorschriften digitale communicatie
- Voorschriften kabel distributie
- RJ45 connector
- Patchpanelen (**U**)
- Teller
- Tijdelijke aansluiting - aansluitkabel
- Verliesstroombeveiliging (art. 95)
- Aarding
- Keuring

## DIDACTISCHE WENKEN

- Bij de nutsbedrijven zijn plaatsingsmallen op papier te krijgen, waarop de plaats van de verschillende aansluitingen in een woning staan. (zie folder van de distributienetbeheerder).
- In het CAE-pakket moet de bibliotheek van de onderdelen van de verdeelkast aanwezig zijn om de lay-out te tekenen.
- De leerlingen beschikken over tabellen met de verhouding draadsectie-stroomdoorgang.
- Voor de schakelkast en de componenten moet uitgegaan worden van het dossier van de modelwoningen die als rode draad door dit leerplan lopen.
- Een beperkt uitgeschreven opdracht achteraf laat toe de verworvenheden verder in te oefenen.
- Bij montage en aansluiting van de toestellen maak je bij voorkeur gebruik van verbindingsrails, bij uitbreidingen van bestaande installaties kan je beperkt gebruik maken van draadbrugjes.
- Laat de leerlingen hun eigen netwerkkabeltje maken én gebruiken. Dit is bevorderlijk voor hun attitudevorming.
- Leer de leerlingen gericht zoeken in catalogi, multimedia en internet.

## 4.2.9 Aard- en de equipotentiaalverbindingen plaatsen en aansluiten

### LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 66 De aardingsinstallatie conform het AREI (art. 69, 70 en 71) plaatsen en de functie ervan bespreken.
- 67 De equipotentiale verbindingen conform het AREI (art. 72 en 73) plaatsen en de functie ervan bespreken.
- 68 De spreidingsweerstand meten en de meetresultaten toelichten.
- 69 De oplossingen bij een te hoge spreidingsweerstand toelichten.

### LEERINHOUDEN

- Aardingsonderbreker
- Hoofdbeschermingsgeleider
- Hoofdaardingsklem
- Beschermingsgeleider
- Draaddoorsneden
- Hoofd equipotentiale verbinding
- Bijkomende equipotentiale verbinding
- Draaddoorsneden
- Aardingsmeter (art. 86)
- Aardelektrode (art. 86)
- Verliesstroomschakelaar

### DIDACTISCHE WENKEN

- Maak gebruik van de sites van de erkende keuringsorganismen.
- Duiden op de correcte plaatsingswijze van de aardgeleider en het belang hiervan aantonen.
- Aantonen waar je welk type aardgeleider gebruikt (elektrolytisch volkoper of gelood koper).
- Correcte plaatsingswijze van aardingspennen benadrukken, eventueel werken met verkorte aardingspennen dewelke terug uitgegraven kunnen worden.
- Het belang van de aardingsonderbreker aantonen.
- Eventueel bezoek brengen aan een werf voor plaatsing aardingslus.
- Een realistisch opgebouwd, gemonteerd paneel of wand ter beschikking stellen (aangepast aan de woning).
- Leer de leerlingen gericht zoeken in catalogi, multimedia en internet.

## 4.2.10 Verlichtingsapparatuur dimensioneren, plaatsen en aansluiten

### LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 70 Vermogentabellen van verlichtingskringen opstellen of genereren met een CAE-pakket.
- 71 Verlichtingssterkte meten en de resultaten toetsen aan het opgenomen vermogen.

### LEERINHOUDEN

- Vermogentabellen van verlichtingskringen
- Verlichtingssterkte  $E$ 
  - meten (Lux)
  - toetsen aan het opgenomen vermogen



## LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 72 Verlichtingssystemen toelichten en selecteren in functie van de specifieke toepassing.
- 73 Zelfstandig een verlichtingsstudie uitvoeren. (U)
- 74 Armaturen, gloei- en halogeenlampen selecteren, de keuze verantwoorden, plaatsen en aansluiten.
- 75 Armaturen en fluorescentielampen selecteren, de keuze verantwoorden, plaatsen en aansluiten.
- 76 Armaturen en duurzame technologieën selecteren, de keuze verantwoorden, plaatsen en aansluiten.

## LEERINHOUDEN

- Verlichting
  - diffuus
  - direct
  - indirect
  - gemengd
- Verlichtingsstudie
- Verlichtingsnormen
- Soorten gloei- en halogeenlampen
  - netspanning
  - zeer lage veiligheidsspanning (ZLVS)
  - draad- en kabellengten en doorsneden
  - brandveiligheidsvoorschriften bij halogeenverlichting
  - rendementen
- Lampvoeten
- Soorten armaturen
- Varianten met dimmers
- Diverse schakelingen
  - basisschakeling met TL en starter
  - elektronische schakelingen
  - varianten met dimmers
  - rendementen
- Soorten lampen
  - kleurtemperatuur
- Spaarlampen
- LED-verlichting

## DIDACTISCHE WENKEN

- Beperk deze doelstellingen tot praktische benaderingen rond de huishoudelijke installatie en beoog in de eerste plaats het streven naar een duurzame attitude bij de leerlingen. Het “rondstrooien” van gloei- en halogeenlampen is zeker uit den boze.
- Sta voldoende lang stil bij duurzame verlichtingsconcepten, je kan een woning, energievriendelijk, gezellig én functioneel verlichten met 500 W. Leer de leerlingen daarom in de eerste plaats kritisch om te gaan met het installeren van verlichting, het is vaak dé verspilpost bij uitstek in een woning.
- Geef enkele waarden op die nodig zijn om in verschillende omstandigheden de optimale verlichting te realiseren.
- Verklaar het bestaan van verschillende types TL-lampen aan de hand van mogelijke toepassingen.
- Toon het belang van kleurtemperatuur, kleurweergave aan de hand van praktische voorbeelden aan.
- Licht het belang van het gebruik van reflectoren en rasters toe.

- Leg voldoende nadruk op het belang van de juiste montagemethode voor armaturen en lampen bij halogeenverlichting.
- Maak gebruik van verschillende types dimmers en transformatoren.
- Besteed veel aandacht aan het gebruik van de juiste draaddoorsnede bij halogeenverlichting.
- Leer de leerlingen gericht zoeken in catalogi, multimedia en internet.

#### 4.2.11 Systematisch storingen oplossen

##### LEERPLANDOELSTELLINGEN

##### LEERINHOUDEN

77	De mogelijke storingen in een elektrische installatie opsommen, verklaren, opsporen en verhelpen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kortsluiting</li> <li>• Overbelasting</li> <li>• Isolatiefout</li> <li>• Onderbreking</li> <li>• Meetapparatuur</li> </ul>
78	De mogelijke storingen in eenvoudige elektrische huishoudtoestellen opsommen, verklaren, opsporen en verhelpen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Storingen bij huishoudtoestellen               <ul style="list-style-type: none"> <li>– snoerbreek</li> <li>– andere</li> </ul> </li> </ul>
79	Voor herstelling, de juiste snoeren kiezen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Snoeren               <ul style="list-style-type: none"> <li>– H05VV-F(VTMB)</li> <li>– H03VV-F(VTLB)</li> <li>– H03VVH2-F(VTLBp)</li> <li>– H03RT-F(CSuB)</li> </ul> </li> <li>• Naar keuze:               <ul style="list-style-type: none"> <li>– koffiezet, strijkijzer, toaster, convector ...</li> <li>– friteuse, waterverwarmer, kookplaat ...</li> </ul> </li> </ul>
80	De belangrijkste storingen in eenvoudige werkplaatstoestellen opsommen, opsporen en verhelpen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Storingen bij werkplaatstoestellen               <ul style="list-style-type: none"> <li>– snoerbreek</li> </ul> </li> <li>• Rubbermantelsnoeren               <ul style="list-style-type: none"> <li>– H05RR-F (CTLB)</li> <li>– H07RN-F (CTMB/N)</li> </ul> </li> <li>• Netaansluiting               <ul style="list-style-type: none"> <li>– stekkers</li> <li>– koppelstekkers</li> <li>– trekontlasting</li> <li>– krimpkous</li> <li>– draadhuls, kabelschoentjes</li> </ul> </li> </ul>
81	Na herstelling de controle uitvoeren.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bezichtiging, in dienst stellen</li> <li>• Controle van isolatie en aarding</li> <li>• Installatietesten waar mogelijk</li> </ul>

## DIDACTISCHE WENKEN

- De leerling moet een algemene werkwijze leren en toepassen om fouten op te sporen in lichtschemingen en signalisatieschemingen die hij maakt.
- Het opsporen van fouten kan gebeuren op de eigen gemaakte schemingen, maar ook op speciale simulatiepanelen.
- In de tweede graad worden geen toestellen besproken met motoraandrijving, enkel toestellen met lampen of verwarming.
- Leer de leerlingen gestructureerd handelen.
- Let op de lengte van de ontmanteling, degelijke verbindingen, beschadigingen van de kern en juiste druk.
- Laat de leerlingen met de nieuwste gereedschappen kennis maken via demonstratie of multimedia.
- Gebruik recente huishoudtoestellen.
- Het is alleen de bedoeling kleine herstellingen te laten uitvoeren (vb. thermostaat, snoeren en stekkers).
- Het kan niet de bedoeling zijn dat elke leerling elk toestel verwerkt, de leraar maakt een keuze uit de in de school beschikbare toestellen.
- Ervoor zorgen dat de hulpmiddelen, gereedschappen en de machines steeds juist benoemd worden.
- In het begin kan de keuze van hulpmiddelen, gereedschappen en machines nog bepaald worden door de leraar. Na verloop van tijd bepalen de leerlingen hun keuze zelf.
- Het schoonmaken van gereedschappen en machines hoort bij het gebruik.
- De verschillende verbindingsmogelijkheden worden aangeleerd in functie van de herstellingen die gemaakt moeten worden.

### 4.2.12 *De in de elektrotechniek gebruikte metalen herkennen*

#### LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 82 De belangrijkste ferro-metalen herkennen.
- 83 De belangrijkste non-ferro-metalen herkennen.

#### LEERINHOUDEN

- Gelegeerd en ongelegeerd staal
- Gietijzer
- Aluminium (Al)
- Koper (Cu)
- Zilver (Ag)
- Lood (Pb) (**U**)

#### DIDACTISCHE WENKEN

- Maak een lijstje maken met een belangrijke metalen, hun specifieke eigenschappen en de toepassing in de elektrotechniek. Leg de nadruk op het herkennen van deze metalen.

### 4.2.13 *Mechanisch schetsen en vorm geven*

#### LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 84 Eenvoudige werktekeningen maken.

#### LEERINHOUDEN

- Perspectief
- Aanzichten
- Maataanduiding

## LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 85 Bewerkingen op plaat en kunststofplaat uitvoeren.
- 86 Een elektromechanisch project realiseren. (U)
- 87 Op correcte wijze schroefdraad tappen en snijden. (U)

## LEERINHOUDEN

- Eenvoudige bewerkingen op plaatmateriaal
- Eenvoudige verbindingen
- Projecten;
  - dimmer, flikkerlicht, testapparaatje
- Bewerkingen, montage
- Testen en fout zoeken
- Schroefdraad tappen
- Schroefdraad snijden

## DIDACTISCHE WENKEN

- De technieken worden enkel behandeld in functie van de realisaties.
- Verschillende aantrekkelijke en bruikbare realisaties zijn nodig om de doelstellingen te bereiken. De realisaties worden zodanig gekozen dat ze nauw aansluiten bij het elektriciteitsproject.
- Een eenvoudige werktekening kan zijn;
  - een constructietekening voor een montageplaat van een kastje,
  - een constructietekening voor een wartelplaat,
  - een boormal voor armaturen.
- De tekeningen staan steeds in teken van een uit te voeren project.

## 4.3 Specifieke doelstellingen, Elektriciteit

### 4.3.1 De basiselektrische grootheden meten en berekenen

#### LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 88 De basisgrootte van het SI-stelsel van elektriciteit definiëren, de eenheid, het symbool en de meest gebruikte veelvoud en onderdelen correct gebruiken.
- 89 Het begrip elektrische spanning toelichten, de eenheid, het symbool en de meest gebruikte veelvoud en onderdelen correct gebruiken.

#### LEERINHOUDEN

- SI-stelsel
- Elektrische stroom (verplaatsing van ladingen per tijdseenheid)
- Symbool: (I) en basiseenheid:(A)
- Veelvoud en onderdelen:
  - kA, mA,  $\mu$ A
- Hoeveelheid elektriciteit (Wet van Faraday)
- Elektrische spanning (potentiële elektrische energie)
- Symbool(U) en basiseenheid (V)
- Veelvoud
  - kV

## LEERPLANDOELSTELLINGEN

90 Een elektrische stroomkring tekenen en de functie van de componenten toelichten.

91 Meettoestellen schakelen in een elektrische kring en elektrische grootheden meten<sup>1</sup>.

92 Aan de hand van metingen het verband tussen de spanning over - en de stroom door een gebruiker verklaren.

93 Zelfstandig weerstand- en continuïteitsmetingen uitvoeren.

94 De weerstandslijn van een lineaire weerstand opmeten en de wet van Ohm eruit afleiden.

95 Het stroomverloop bij een variabele weerstand aangesloten op een constante spanning opmeten en grafisch voorstellen.

## LEERINHOUDEN

- Soorten kringen
  - open kring
  - gesloten kring
- Functie van de componenten
  - bron (spanning, polariteit, stroomzin)
  - overstroombeveiliging
  - geleiders (goede en slechte)
  - isolatoren
  - schakelaar
  - verbruiker, weerstand, belasting
- Soorten digitale meettoestellen
  - Voltmeter
  - Ampèremeter, Ampèretang
  - Multimeter
- Correct gebruik van meettoestellen
  - Polariteit
  - Aansluiten van meettoestellen
- De relatie tussen ingesteld meetbereik en afgelezen waarde
- Wet van Ohm
- Weerstandsmeting met multimeter
- Continuïteitsmetingen met multimeter en/of continuïteitstester
- $U = f(I)$  bij een constante weerstand
- Rechtevenredig
- $I = f(R)$  bij een constante spanning
- Omgekeerd evenredig

## DIDACTISCHE WENKEN

- Vertrek vanuit het dagelijkse leven, alle leerlingen hebben een accu op zak. De gegevens op de accu van een GSM moeten zeker betrokken worden bij het lesgebeuren. Laat de leerlingen eventueel de accuspanning van hun GSM meten.
- De leerlingen **bouwen zelfstandig** de elektrische stroomkring op, naast het verwerven van inzicht in de elektriciteit staan de lessen in het teken van het verwerven van meetvaardigheid! De leerlingen meten dus **zelfstandig** spanningen en stromen.

<sup>1</sup> In het hoofdstuk metrologie van het leerplan toegepaste fysica worden verbandhoudende doelen en inhouden aangebracht, overleg met de leerkracht toegepaste fysica is van fundamenteel belang.

- Kenmerken van rechtevenredigheid en omgekeerd evenredigheid worden ook behandeld tijdens de lessen toegepaste fysica, enig overleg kan verdiepend zijn voor de leerlingen.
- Verwijs uitvoerig naar de lessen toegepaste fysica; voornamelijk het hoofdstuk metrologie behandelt tal van relevante doelen en inhouden, **coördinatie is absoluut noodzakelijk**. Als je oefeningen maakt op de omzettingen van eenheden, veelvouden en onderdelen, gebruik daarbij dan dezelfde methodiek als de leerkracht toegepaste fysica.
- Breng weerstand aan als een eigenschap van gebruikers. Het is het logische gevolg van het meten van de spanning over en de stroom door de verbruiker in een elektrische kring.
- Sta bij het aanbrengen van de wet van Ohm voldoende lang stil bij de betekenis van de grafiek, hanteer eensgezind dezelfde methodiek als de leerkracht toegepaste fysica voor het behandelen en benaderen van grafieken.
- Laat de leerlingen zelf bedenkingen formuleren rond de gemeten en berekende waarden.

### 4.3.2 *Elektrische arbeid en vermogens meten en berekenen*

#### LEERPLANDOELSTELLINGEN

#### LEERINHOUDEN

96	De begrippen arbeid en vermogen met eenvoudige praktische voorbeelden illustreren.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeid</li> <li>• Vermogen</li> </ul>
97	De begrippen arbeid en vermogen definiëren en omschrijven aan de hand van enkele voorbeelden.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeid: het omzetten van een energievorm naar een andere energievorm.</li> <li>• Omschrijving met voorbeelden zoals:               <ul style="list-style-type: none"> <li>– verplaatsing van een lichaam</li> <li>– verwarmen van een vloeistof</li> <li>– verplaatsen van lading</li> </ul> </li> </ul>
98	De basis- en afgeleide formules, het symbool, de eenheid en de meest gebruikte veelvouden van arbeid en vermogen correct gebruiken.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Basisformules</li> <li>• Afgeleide formules</li> <li>• Eenheid: 1 Watt en 1 Joule</li> <li>• Veelvouden               <ul style="list-style-type: none"> <li>– mW, kW, MW, GW</li> <li>– kJ, MJ, GJ</li> </ul> </li> </ul>
99	De herkomst van meer praktische eenheden van arbeid toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktische eenheden van arbeid               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Ws, Wh, kWh</li> <li>– Kalorie 4,184 J = 1 Kal (<b>U</b>)</li> </ul> </li> </ul>
100	Het begrip “Joule-effect” verklaren.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Joule-effect</li> <li>• Toepassingen van het Joule-effect</li> </ul>
101	Zelfstandig arbeid en vermogen meten en de meetresultaten toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metingen               <ul style="list-style-type: none"> <li>– vermogen</li> <li>– energie (arbeid)</li> </ul> </li> </ul>

- |     |   |   |
|-----|---|---|
| 102 | De omzetting van elektrische energie naar andere energievormen met een praktisch voorbeeld omschrijven. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieomvormingen               <ul style="list-style-type: none"> <li>– gloeilamp</li> <li>– motor</li> </ul> </li> <li>• Energieverlies bij omvormingen               <ul style="list-style-type: none"> <li>– rendement</li> </ul> </li> </ul> |
| 103 | Het begrip rendement verduidelijken.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rendement van een energieomzetter               <ul style="list-style-type: none"> <li>– toegevoerde arbeid (vermogen)</li> <li>– nuttige arbeid (vermogen)</li> </ul> </li> </ul>   |

## DIDACTISCHE WENKEN

- Breng arbeid aan vanuit de mechanica, op die manier zijn arbeid en energie geen abstracte begrippen. Het is fundamenteel dat de leerlingen de grootte van een vermogen kunnen inschatten om hen hiermee te helpen kan je eventueel de vergelijking met de oude eenheid van vermogen aanbrengen. ( $735,5 \text{ W} = 1 \text{ PK}$ )
- Elke omvorming van energie gaat gepaard met een gedeeltelijk verlies aan energie. Dit verlies is niet nuttig gebruikt, het is echter niet verdwenen maar omgezet in een energie die niet bedoeld was. (bv. warmte bij een motor, warmte bij een gloeilamp ...)
- De begrippen arbeid, vermogen en rendement staan in een nauwe onderlinge relatie met elkaar.
- Het vermogen is een vergelijkbare factor wanneer het gaat om toestellen (motoren, huishoudelijke toestellen, lampen, ...). Laat vermogens aflezen op kenplaatjes van toestellen, beperk je indien mogelijk niet tot elektrische toestellen. Leg de leerlingen uit waarom een elektrische kookplaat met een vermogen van 7,2 kW in een energiezuinig concept een slechtere oplossing dan een gaskookplaat met hetzelfde vermogen.
- Dit is het uitgelezen moment om meer duurzame vormen van energie en duurzame technologieën onder de aandacht te brengen. Onze leerlingen moeten de attitude verwerven om steeds de oplossing met het hoogste **stelsysteemrendement** voor te stellen, ook als die oplossing een niet elektrisch is!
- De leerlingen **zelf** de proefopstellingen laten uitvoeren.
- Wijs op de gevolgen van slechte contacten bij het behandelen van het Joule-effect.
- Verklaar met een praktische oefening de termen toegevoegde en nuttige energie.

### 4.3.3 *Het schakelen van verbruikers toelichten*

#### LEERPLANDOELSTELLINGEN

#### LEERINHOUDEN

- |     |   |  |
|-----|---|--|
| 104 | In een serieketen de stroomsterkte, de deelspanningen en de vervangingsweerstand meten en berekenen.                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metingen</li> <li>• Berekeningen</li> </ul>   |
| 105 | Een serieschakeling van weerstanden herkennen, de eigenschappen toelichten en het begrip vervangingsweerstand verduidelijken. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Serieschakeling</li> <li>• Eigenschappen van een serieschakeling</li> <li>• Vervangingsweerstand</li> </ul>   |
| 106 | Vanuit de eigenschappen van de serieschakeling enkele praktische toepassingen toelichten en hun voor- en nadelen verklaren.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Toepassingen               <ul style="list-style-type: none"> <li>– spanningsdeler</li> <li>– voorschakelweerstand</li> </ul> </li> <li>• Voor- en nadelen</li> </ul> |

107	In een parallelketen de stroomsterkte, de deelstromen en de vervangingsweerstand meten en berekenen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metingen</li> <li>• Berekeningen</li> </ul>
108	Een parallelschakeling van weerstanden herkennen, de eigenschappen toelichten en het begrip vervangingsweerstand verduidelijken.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Parallelschakeling</li> <li>• Eigenschappen van de parallelschakeling</li> <li>• Vervangingsweerstand</li> </ul>
109	Vanuit de eigenschappen enkele praktische toepassingen toelichten en hun voor- en nadelen verklaren.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktische toepassingen <ul style="list-style-type: none"> <li>– belasting bij een spanningsdeler</li> </ul> </li> <li>• Voor- en nadelen</li> </ul>
110	Een gemengde schakeling van <b>enkele</b> weerstanden herkennen als een opbouw van basisschakelingen, en methodisch vereenvoudigen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gemengde schakeling</li> <li>• Vervangingsweerstand</li> </ul>
111	In een gemengde schakeling de onbekende grootheden meten en berekenen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metingen</li> <li>• Berekeningen</li> </ul>

### DIDACTISCHE WENKEN

- Een verbruiker, meestal voorgesteld door één weerstand, kan echter bestaan uit meerdere weerstandselementen die op één of andere manier met elkaar verbonden zijn. Het kan gaan om in serie geschakelde weerstanden of parallel of een gemengde schakeling.
- Simulaties kunnen verhelderend werken, ze mogen echter onder geen beding het bouwen en bemeten van schakelingen vervangen.
- De leerlingen **zelfstandig** de proefopstellingen opbouwen en bemeten.

### LEERPLANDOELSTELLINGEN

112	De factoren die de weerstand van geleiders beïnvloeden proefondervindelijk bepalen.
113	De wet van Pouillet gebruiken bij berekeningen.
114	Vanuit een praktische toepassing de invloed van de temperatuur op de waarde van de weerstand aantonen.

### LEERINHouden

- Metingen
  - invloed van de draaddoorsnede
  - invloed van de lengte van de geleider
  - invloed van de aard van de geleider
- Besluiten
- Wet van Pouillet:
- Toepassingen
  - verbruiker aan het uiteinde van een lange kabel
  - draaddiameter halogeenverlichting
- Praktische toepassingen:
  - weerstand van lamp in gebruik (t.o.v. koude toestand)

### DIDACTISCHE WENKEN

- Sommige onderdelen van de elektrische stroomkring verdienen onze bijzondere aandacht. Eén daarvan is de manier waarop een verbruiker met de bron verbonden wordt. Laat de leerlingen het spanningsverlies en het **vermogenverlies** in lange leidingen meten en berekenen. Verwijs hierbij naar bijzondere maatregelen bij



het aansluiten van verlichting op laagspanning, maar ook naar het gebruik van hoogspanning in het distributienet.

- Streef naar een duurzame attitude! Enkel het transport van elektrische energie over het hoogspanningsnet resulteert voor elke gebruikte kW in bijna 50 W vermogenverlies. Daarom is het belangrijk dat elektrische energie, kleinschalig en gedecentraliseerd geproduceerd wordt.
- Sta even stil bij de begrippen recht- en omgekeerde evenredig, de leerlingen zijn vertrouwd met die begrippen vanuit de lessen wiskunde en fysica.

#### 4.3.4 De eigenschappen van bronnen toelichten

##### LEERPLANDOELSTELLINGEN

##### LEERINHOUDEN

115	De eigenschappen van spanningsbronnen toelichten.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ideale spanningsbron</li><li>• Praktische spanningsbron<ul style="list-style-type: none"><li>– inwendige spanning</li><li>– inwendige spanningsval</li><li>– uitwendige spanning</li><li>– te verwachten kortsluitstroom</li></ul></li></ul>
116	Herlaadbare en niet herlaadbare cellen van elkaar onderscheiden en de <b>belangrijkste</b> eigenschappen en toepassingen van de verschillende technologieën opsommen.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Niet herlaadbare cellen</li><li>• Oplaadbare batterijen</li></ul>
117	Het begrip hoeveelheid elektriciteit toelichten	<ul style="list-style-type: none"><li>• Wet van Faraday</li><li>• Praktische eenheden<ul style="list-style-type: none"><li>– As, Ah</li></ul></li></ul>
118	De eigenschappen van een serieschakeling van bronnen toelichten.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Serieschakeling van bronnen<ul style="list-style-type: none"><li>– invloed op de uitwendige spanning en de kortsluitstroom</li><li>– invloed op de inwendige weerstand</li><li>– invloed op de ladingscapaciteit</li></ul></li></ul>
119	De eigenschappen van een parallelschakeling van bronnen toelichten en de voorwaarden voor het parallelschakelen van bronnen opsommen. ( <b>U</b> )	<ul style="list-style-type: none"><li>• Parallelschakeling van bronnen<ul style="list-style-type: none"><li>– invloed op de uitwendige spanning en de kortsluitstroom</li><li>– invloed op de inwendige weerstand</li><li>– invloed op de ladingscapaciteit</li></ul></li><li>• Voorwaarden voor parallelschakeling van bronnen</li></ul>

##### DIDACTISCHE WENKEN

- De eigenschappen van spanningsbronnen kunnen gekaderd worden in het gebruik van beltransformatoren.
- Indien dit hoofdstuk aan het einde van het eerste leerjaar van de tweede graad behandeld wordt is het uitgelezen materie voor onderzoekend (deductief) leren. Hier komen immers tal van eerder behandelde leerdoelen opnieuw aan de orde;
  - hoeveelheid elektriciteit
  - schakeling van weerstanden

- Meet het verschil tussen een belaste en een onbelaste spanningsbron (beltransformator).
- Beperk je tot de **belangrijkste** eigenschappen en toepassingen van volgende cellen en batterijen;
  - Alkaline cel
  - Lood – Loodperoxide, NiCd (Nikkel – Cadmium), NiMH (Nikkel –Metaalhybride) en Li ION (Lithium - ion) accu's
- Let op terminologie; een cel is niet hetzelfde als een batterij.

#### 4.3.5 *Elektromagnetische fenomenen en praktische toepassing in een residentiële elektrische installatie toelichten*

##### LEERPLANDOELSTELLINGEN

120 De basisbegrippen van het magnetisme toelichten.

##### LEERINHOUDEN

- Basisbegrippen:
  - polen, poolas, poolafstand, neutraal vlak
  - magnetische massa m
  - magnetische veldsterkte H
  - magnetische inductie B
- Wet van de polen (Krachtwerking)

##### DIDACTISCHE WENKEN

- Magnetisme en elektromagnetisme zijn uitstekend geschikt voor een inductieve benadering, maak er geen saaie theoretische lessen van.
- Het is niet de bedoeling magnetische ketens te berekenen.
- Laat de leerlingen zelf besluiten formuleren bij de waarnemingen.

##### LEERPLANDOELSTELLINGEN

121 Met een proefopstelling het magnetisch veld in een solenoïde **aantonen**.

##### LEERINHOUDEN

- Het magnetisch veld rond een stroomvoerende geleider
- Het magnetische veld in een stroomlus
- Een spoel met luchtkern of solenoïde

122 De begrippen magnetiseren, demagnetiseren, remanent magnetisme, en magnetische verzadiging toelichten.

- Magnetiseren
- Demagnetiseren,
- Remanent magnetisme
  - zacht magnetische en hard magnetische materialen

123 Met een proefopstelling hysteresis **aantonen** en het fenomeen verduidelijken.

- Verzadiging
- Metingen
  - aantrekstroom van een relais
  - houdstroom van een relais

## DIDACTISCHE WENKEN

- Naast de natuurlijke magneten kan je kunstmatig een magnetisch veld opwekken, rond elke stroomvoerende geleider ontstaat een magnetisch veld. Om dit veld krachtiger te maken nemen we onze toevlucht tot meer wikkelingen (spoel). Laat de leerlingen met eenvoudige proefjes dit zelf ontdekken.
- De toepassingen van elektromagnetisme zijn zeer veelvuldig, laat de leerlingen deze opsommen. Deurbel, zoemer, relais ...
- Het hysteresis fenomeen wordt door de leerlingen zelfstandig onderzocht, verwijst naar andere gekende hysteresis verschijnselen in de residentiële elektrische installatie; een kamerthermostaat ...

## LEERPLANDOELSTELLINGEN

124 Lorentzkracht **aantonen** en de factoren die de grootte van de kracht beïnvloeden toelichten.

125 Het werkingsprincipe van een praktische toepassing van de Lorentzkracht toelichten.

## LEERINHouden

- De kracht in een:
  - geleider
  - solenoïde of spoel
- Factoren
  - magnetische inductie
  - stroomsterkte
  - lengte van de geleider
- Praktische toepassing van Lorentzkracht bv.
  - universele motor
  - draaispoelmeter
  - elektrodynamische luidspreker

## DIDACTISCHE WENKEN

- Tal van toepassingen uit de elektriciteit berusten op de Lorentzkracht, de leerlingen verwerven hier daarom inzicht in het ontstaan van de Lorentzkracht, gebruik terminologie zoals veldverzwakking en veldversterking. Waak erover dat de leerlingen de aangebrachte theorie ook kunnen kaderen in een praktische toepassing.

## LEERPLANDOELSTELLINGEN

126 Elektromagnetische inductie door beweging **aantonen** en de factoren die de grootte van de geïnduceerde spanning beïnvloeden toelichten.

127 Het werkingsprincipe van een enkelfase wisselstroomgenerator toelichten.

## LEERINHouden

- Het opwekken van een spanning in een;
  - geleider
  - solenoïde
- Factoren
  - magnetische inductie
  - aantal windingen
  - snelheid
- Praktische toepassing van inductie door beweging

## DIDACTISCHE WENKEN

- Met elektriciteit kan men een mechanische beweging opwekken, het omgekeerde is ook waar, via beweging van een geleider in een magnetisch veld ontstaat een gegenereerde EMK in deze geleider (generator).

- Bij de behandeling van de Lorentzkracht kon misschien al even opgemerkt worden dat bij het bewegen van een geleider een tegen EMK gegenereerd werd die de stroom door de geleider tegenwerkte, niet getreurd als het niet waarneembaar was, de leerlingen krijgen nu de kans het fenomeen te bestuderen.
- Bespreek eventueel de fietsdynamo (generator) als een toepassing op elektromagnetische inductie door beweging, maar ook een elektrodynamische microfoon is een enkelfasige wisselstroomgenerator.

#### LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 128 Elektromagnetische inductie door stroomverandering **aantonen** en de factoren die de grootte van de geïnduceerde spanning beïnvloeden toelichten.
- 129 Toepassingen van de elektromagnetische inductie opsommen en de werking ervan toelichten.
- 130 Wederzijdse inductie **aantonen** en het werkingsprincipe van een enkelfase transformator toelichten.

#### LEERINHOUDEN

- Het opwekken van een spanning in een spoel
- Factoren
  - stroomvariatie
  - zelfinductiecoëfficiënt
- Toepassingen:
  - voorschakelapparaat TL
- Wederzijdse inductie
- De transformator

#### DIDACTISCHE WENKEN

- Met zelfinductie en wederzijdse inductie wordt het rijtje van veelvuldig toegepaste elektromagnetische fenomenen afgesloten.
- Let op; niet de formules maar wel het inzicht in het tot stand komen en de wisselwerking tussen de verschillende verschijnselen primeren.
- Geef de leerlingen uitgebreid de kans om de diverse toepassingen van zelf- en wederzijdse inductie te onderzoeken; inductieoven, transformator ...
- Deze ontdekkingstocht heeft niet stilgestaan bij magnetische flux noch de magnetische keten, bij de behandeling van wederzijdse inductie kan je daarom best even kort stilstaan bij de invloed van een open en een gesloten kern op de koppelfactor.

#### LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 131 Het ontstaan van de ladingstoestand van een lichaam toelichten.
- 132 De onderlinge krachtwerking tussen elektrisch geladen voorwerpen aantonen.
- 133 Het begrip capaciteit toelichten.
- 134 De principiële opbouw van een condensator toelichten.
- 135 De gevaren bij het gebruik van condensatoren benoemen en gepaste maatregelen nemen.

#### LEERINHOUDEN

- Elektrische lading van een lichaam
- Onderlinge krachtwerking
- Capaciteit
- Bouw van een condensator
- Veiligheid
- Ontladen van condensatoren

## DIDACTISCHE WENKEN

- Beperk de aangebrachte inhouden tot het strikt noodzakelijke, onze leerlingen gebruiken condensatoren ze bouwen ze niet.
- Toon op een didactisch bord de verschillende uitvoeringen van spoelen en condensatoren.
- Leg de nadruk op het feit dat men bij ontlading van spoelen en condensatoren veiligheidsmaatregelen dient te treffen.

### 4.3.6 *Het ontstaan van een wisselstroom en –spanning toelichten*

#### LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 136 Het verloop van een sinusoïdale wisselspanning en stroom toelichten.
- 137 Het begrip frequentie, haar eenheid en de meest gebruikte veelvouden correct gebruiken

#### LEERINHOUDEN

- Projectie van een ronddraaiende vector
  - projectie op de verticale as, de sinus
  - hoeksnelheid
- Vectoriële voorstelling
- Notaties
  - ogenblikkelijke waarde, effectieve waarde, amplitude
  - gemiddelde waarde (**U**)
- Frequentie en periode
- Eenheid en veelvouden
  - Hz, kHz, MHz, GHz

## DIDACTISCHE WENKEN

- Beperk de wiskunde tot het absolute minimum, bedenk dat je leerlingen onvoldoende beslagen zijn in het rekenen met vectoren.
- De leerlingen behandelen verwante doelen en inhouden tijdens de lessen toegepaste fysica, coördinatie en een eensgezinde aanpak zijn verdiepend voor de leerlingen, een verschillende aanpak werkt contraproductief!
- De gemiddelde waarde heeft in dit stadium voor de leerlingen nauwelijks of geen betekenis, de leerplan commissie adviseert daarom ze niet te behandelen.
- Introduceer de oscilloscoop als meetinstrument om **spanningen** in beeld te brengen en spanningsvariaties in de tijd te meten. Gebruik bij voorkeur eenvoudige toestellen of software oscilloscopen op pc.

### 4.3.7 *Wisselspanningen en –stromen meten en de resultaten verklaren*

#### LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 138 Zelfstandig een resistieve keten opbouwen, bemeten en de meetresultaten toelichten.
- 139 De eigenschappen van een resistieve keten toelichten.

#### LEERINHOUDEN

- Metingen op een resistieve keten
- Eigenschappen van een resistieve keten
  - resistentie
  - in fase

140	Zelfstandig een zuiver inductieve keten opbouwen, bemeten en de meetresultaten toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metingen op een zuiver inductieve keten</li> </ul>
141	De eigenschappen van een zuiver inductieve keten toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenschappen van een zuiver inductieve keten <ul style="list-style-type: none"> <li>– inductieve reactantie, inductantie</li> <li>– invloed van de frequentie</li> <li>– faseverschuiving</li> </ul> </li> </ul>
142	Zelfstandig een zuiver capacatieve keten opbouwen, bemeten en de meetresultaten toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metingen op een zuiver capacatieve keten</li> </ul>
143	De eigenschappen van een zuiver capacatieve keten toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenschappen van een zuiver capacatieve keten <ul style="list-style-type: none"> <li>– capacatieve reactantie, capacitantie</li> <li>– invloed van de frequentie</li> <li>– faseverschuiving</li> </ul> </li> </ul>
144	De begrippen faseverschil, voorijlen, na-ijlen, in fase, tegenfase toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faseverschil</li> <li>• In fase en tegenfase</li> <li>• Voor- en na-ijlen</li> </ul>

#### DIDACTISCHE WENKEN

- Waak erover dat de leerlingen de aangebrachte inhouden kaderen als een **uitbreiding** van eerder verworven doelen en inhouden en niet als een uitzondering erop.
- Breng een spoel en een condensator aan als componenten met merkwaardige eigenschappen, laat zeker niet na om de leerlingen die eigenschappen te laten nagaan bij gelijkstroom.
- Benader spoelen en condensatoren in dit stadium als frequentieafhankelijke stroombegrenzers.
- Laat niet na de leerlingen te leren hoe je een sinus construeert.
- Pas in laatste instantie worden de begrippen fase, faseverschil, faseverschuiving enz. geïntroduceerd, deze krijgen immers pas een betekenis bij het samenstellen van enkelvoudige wisselstroomketens.

#### LEERPLANDOELSTELLINGEN

145	Zelfstandig een enkelvoudige serieketen opbouwen en bemeten en de meetresultaten verklaren.
146	Zelfstandig een enkelvoudige parallelketen opbouwen, bemeten en de resultaten verklaren.

#### LEERINHouden

- Ideale spoel respectievelijk condensator met serieweerstand
  - vectordiagram
  - impedantiedriehoek
- Bemerkingen
  - faseverschuiving
- Ideale spoel respectievelijk condensator met parallelweerstand
  - vectordiagram
  - admitantiedriehoek
- Bemerkingen
  - faseverschuiving

## DIDACTISCHE WENKEN

- In de eerste plaats verwerven de leerlingen inzicht in de elektriciteit. Het berekenen van de ketens komt op de tweede plaats.

## 5 Minimale materiële vereisten

### 5.1 Installatiemethoden en praktijk

#### 5.1.1 *Klassikaal*

- Voldoende PC's met aangepaste CAE software en internetaansluiting
- Projectiesystemen
- Catalogi
- Prijslijsten
- Info nutsbedrijven
- Didactische panelen:
  - Aarding
  - TL-schakeling
  - Bouwplan
  - Soorten lampen
  - Soorten lamphouders
- Werkplaatsreglement
- CD-rom
- Veiligheidsvoorschriften
- ARAB-AREI
- Normbladen
- Pictogrammen
- Bouwplannen
- Tekenbenodigdheden
- Symboollijsten
  - bouwkundig
  - elektrisch
- Didactische materialen:
  - gereedschappen
  - installatiematerialen
  - hulpstukken
- Tabellen
- Overzichtlijsten
- Huishoudelijke toestellen
- Verlichtingstoestellen
- Signaalgevers
- Programmeerbare schakelmodules
- Meetapparatuur



## Uitrusting en gereedschappen

- AREI
- Oefenpanelen
- Wand:
  - opbouw
  - inbouw
- Kast met
  - catalogi
  - prijslijsten
  - overzichtlijsten
  - leerboeken
- Pictogrammen
- Werkplaatsreglement
- Veiligheidsborden
- Kolomboormachine
- Handboormachine
- Set metaalboren
- Set houtboren
- Schroefmachine
- Set bits
- Metaalzaag
- Trekveer
- Plooiveer
- Waterpas - smetkoord
- Schietlood
- Slangwaterpas
- Buizensnijder
- Boorhamer
- Decoupeerzaag
- Tafelslijpmolen
- Krimptang
- Plaatschaar
- Plooi bank
- Set doortrekmatrizen
- Set schroefdraadsnijkkussens
- Set schroefdraadtappen
- Wringijzer
- Set ring- en steeksleutels
- Set inbussleutels

- Borgveertang
- Blindklinknageltang
- Meetapparaten voor:
  - isolatiemeting
  - aardingsmetingen
  - stroom- en spanning
- Ladder en stelling

### **Grondstoffen en materialen**

- Bouwstoffen (cement, zand, pleister ...)
- Gipskartonplaat
- Cellenbeton - steen - beton
- Silicone en lijmen
- Aardelektrode
- Meetbrug
- Enkele verdeelkasten
- Smeltveiligheden
- Kalibreerelementen
- Automaten
- Verliesstroomschakelaars
- Verdeelrails
- Verbindingsrails
- Invoertullen
- Soorten TL-buizen
- Soorten spaarlampen
- Soorten halogeenlampen

### **5.1.2 Per leerlingengroep**

#### **Gereedschappen**

- Schuifmaat
- Aftekengereedschappen
- Traceerpen
- Centerpons
- Doorslag Winkelhaak
- Set vijlen
- Lichte soldeerbout (**U**)
- Soldeermiddelen (**U**)
- Bankschroef
- Snelspantang

- Kabelschoentang
- Eindhulstang
- Truweel

### **Grondstoffen en materialen**

- Lichtschakelaars-stopcontacten:
  - opbouw
  - inbouw
- Impulschakelaars
  - enkel- en dubbelpolig
  - diverse spoelspanningen
- Trappenhuisautomaat
  - zonder en met dimfunctie
  - 3 of 4 geleiders
- Parlofoon-videofoon
- Dimmers
- Bewegingsmelders
- Schemerschakelaars
- Relais-contactoren
- Tijdschakelaars-schakelklok
- Signaalgevers
- Drukknoppen
- Deurmelder
- Binnenhuisrelais
- Voorrangrelais
- Voorkeurrelais
- Beltransformatoren
- Kabelschoenen
- Telefoon aansluitingen
- Luidspreker aansluitingen
- Verlichtingsarmaturen
  - voor TL
  - voor andere huishoudelijke toepassingen
- Stekkers en koppelstekkers
- Programmeerbare schakelmodule
- Soorten
  - schakelaars
  - stopcontacten
  - inbouwdozen
  - aftakdozen

- buizen
- toebehoren
- schroeven (metaal en hout)
- pluggen
- kabelgoten
- lijsten
- plinten
- toebehoren
- draden, kabels en snoeren
- verbindingsmiddelen (lasdop ...)
- Huishoudelijke toestellen
  - kookplaat
  - strijkijzer
  - wafelijzer
  - koffiezet

### **5.1.3 Per leerling**

- Universele tang
- Striptang
- Zijknijptang
- Set schroevendraaiers
- Set kruisschroevendraaiers
- Rolmeter
- Meetlat
- Juniorzaagje
- Hamer
- Elektricienmes
- Meettoestel
- Koffer
- Priem
- Kraspen
- Bouwplan
- Lijst symbolen volgens CAE
- Lijst bouwkundige symbolen
- Tabellen:
  - handelsmaten buizen
  - draadsectie-veiligheid
- Overzichtslijsten
  - installatiematerialen

- hulpstukken
- materialen
- draden en kabels
- snoeren
- veiligheden
- automaten
- verdeelkasten
- Veiligheidsfiches
- Instructiefiches
- Keuringsformulier
- Werkplaatsreglement en veiligheidsvoorschriften bij het werken aan elektrische installaties
- Universele digitale multimeter

## 5.2 Elektriciteit

### 5.2.1 *Klassikaal*

- Een of meer verticale didactische panelen met de gepaste bouwstenen voor de demonstratieproeven
- Soorten geleiders en isolatoren
- Batterijen, accu's
- Een DC-voeding
- Een niet-gestabiliseerde voeding (ongeveer 20 A) voor proeven rond elektromagnetisme
- Didactische, goed af te lezen meettoestellen
- Een LF-functiegenerator (eventueel met digitale uitlezing)
- Een oscilloscoop
- Een Watt-meter
- Een kWh-meter
- Elektrische motor, luidspreker, draaispoelmeter, transformator
- Multimedia pc's met didactische software en internet-aansluiting
- Projectiesysteem
- Transparanten
- Catalogi, info-cd-rom's ...
- Normen, reglementeringen, lijsten, tabellen, kenplaatjes van elektrische toestellen ...

### 5.2.2 *Per meetgroep*

- Universeel plug-systeem met componenten en verbindingselementen voor de diverse proeven en metingen.
- Componenten om stroomkringen op te bouwen: bron, veiligheden, schakelaars, verbruikers zoals verschillende soorten lampen, soorten weerstanden, potentiometers, geleiders ...
- Componenten voor de proeven rond magnetisme: magneten, kompas, ijzervijzel, magnetisch en niet-magnetisch materiaal, spoelen, elektromagneten, relais ...

- Condensatoren
- Meetsnoeren
- Digitale multimeters
- Een regelbare DC-voeding (bijvoorbeeld 0-30 V, 0-2 A, kortsluitvast)
- Een eenvoudige LF-generator
- Een eenvoudige oscilloscoop

## 6 Bibliografie

### 6.1 Naslagwerken

- **Kluwer**, Algemeen reglement op de elektrische installatie.
- **CD-rom**, Modulaire databanken veiligheid en milieu. Kluwer.
- **FORTUIN, A.**, Installatietechnieken 1. Nijgh-Van Ditmar.
- **FORTUIN, A.**, Installatietechnieken 2. Nijgh-Van Ditmar.
- **FORTUIN, A.**, Installatietechnieken 3. Nijgh-Van Ditmar.
- **MICHILS, A.**, Watt nu !? 1 – 2, Wolters Plantyn
- **BAELE, D., BOODTS, W., CLABOUT, F.**, Elektra 1, Uitgeverij Plantyn Wolters.
- **CLAERHOUT, L.**, Elektriciteit 1-2, Uitgeverij Wolters Plantyn.
- **GOES, P.**, Basiselektriciteit, Uitgeverij Die Keure.
- **HAP, P.**, Tabellenboek en Elektrotechniek, Uitgeverij Wolters Plantyn.
- **NEDERVEEN, J.P.**, Tabellen Elektrotechniek, Uitgeverij Educaboek-Stam technische Boeken.
- **Op 'T ROODT, M.A.J.**, Elektriciteit 1-2, Uitgeverij van In.
- **STANDAERT, K. Hemeryck, P.**, Gedifferentieerd leerpakket Elektriciteit, Standaard Educatieve Uitgeverij.
- **TEUNISSEN, F.**, Elektrotechniek vaktheorie-naslagwerk 1-2, Uitgeverij W.J. Thieme & Cie.

### 6.2 Nuttige adressen op het internet

- [www.eandis.be](http://www.eandis.be) gemengde intercommunales
- [www.infrax.be](http://www.infrax.be) zuivere intercommunales
- [www.energiesparen.be](http://www.energiesparen.be)
- [www.vreg.be](http://www.vreg.be)
- [www.creg.be](http://www.creg.be)
- [www.vei.be](http://www.vei.be)
- [www.stroomopwaarts.be](http://www.stroomopwaarts.be)
- [www.fvbffc.be](http://www.fvbffc.be) - Bouwinformatie
- [www.niko.be](http://www.niko.be) - Fabrikant van elektrisch materiaal
- [www.legrand.be](http://www.legrand.be) - Fabrikant van elektrisch materiaal
- [www.schneider.be](http://www.schneider.be) - Fabrikant van elektrisch materiaal
- [www.moeller.be](http://www.moeller.be) - Fabrikant van elektrisch materiaal
- [www.hager.be](http://www.hager.be) - Fabrikant van elektrisch materiaal
- [www.gepowercontrols.com](http://www.gepowercontrols.com) - Vynckier fabrikant van elektrisch materiaal
- [www.telenet.be](http://www.telenet.be) - Nutsbedrijf voor internet en telefonie
- [www.vormelek.be](http://www.vormelek.be)
- [www.crocodile-clips.com/croctech/index.htm](http://www.crocodile-clips.com/croctech/index.htm) - Zelf een virtuele elektrische kring bouwen

- [www.walter-fendt.de/ph14nl/](http://www.walter-fendt.de/ph14nl/) - Java applets voor natuurkunde
- [www.klascement.net](http://www.klascement.net)

### 6.3 Aanbevolen software

- **CADdy++** CAE voor Windows
- **ePLAN** CAE voor Windows
- **MultiSim** Electronics Workbench, National Instruments