

# **ELEKTRISCHE INSTALLATIES**

## **TWEEDE GRAAD BSO**

LEERPLAN SECUNDAIR ONDERWIJS

September 2009

VVKSO – BRUSSEL D/2009/7841/001



# **ELEKTRISCHE INSTALLATIES**

## **TWEEDE GRAAD BSO**

---

LEERPLAN SECUNDAIR ONDERWIJS

VVKSO – BRUSSEL D/2009/7841/001  
September 2009

(vervangt leerplan D/2002/0279/042 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	Instroom .....	6
1.2	Profilering van de studierichting Elektrische installaties t.o.v. de studierichting Elektrotechnieken ...	6
1.3	Vorming vertrekend van een christelijk mensbeeld.....	7
1.4	Algemene doelstellingen en na te streven attitudes van de studierichting Elektrische installaties.....	7
1.5	Uitstroom.....	8
2	Algemene didactische wenken.....	9
2.1	Integratie van theorie en proefondervindelijk waarnemen .....	9
2.2	Projectmatig werken.....	9
2.3	Het gebruik van informatie- en communicatietechnologie (ict) .....	11
3	Evaluatie .....	12
3.1	Procesevaluatie.....	12
3.2	Productevaluatie.....	13
3.3	Zelfevaluatie .....	13
4	Leerplandoelstellingen, leerinhouden en didactische wenken .....	14
4.1	Te integreren doelstellingen.....	14
4.2	Specifieke doelstellingen, Uitvoeringsmethoden en praktijk.....	18
4.3	Specifieke doelstellingen, Elektriciteit .....	33
5	Minimale materiële vereisten.....	40
5.1	Uitvoeringsmethoden en praktijk.....	40
5.2	Elektriciteit .....	42
6	Bibliografie .....	45
6.1	Naslagwerken.....	45
6.2	Nuttige adressen op het internet.....	45
6.3	Aanbevolen software.....	45



## Plaats van dit leerplan in de lessentabel

<b>Studierichting</b>	Elektrische installaties tweede graad bso
<b>Pedagogische vakbenaming</b>	Uitvoeringsmethoden en praktijk (zie 4.2 in leerplan)
<b>Administratieve vakbenaming</b>	PV + TV Elektriciteit
<b>Specifiek gedeelte</b>	19-22 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>	2-3 uur in eerste en tweede leerjaar

# 1 Studierichtingprofiel

De studierichting Elektrische installaties 2de graad sluit naadloos aan op het beroepenveld elektriciteit in de 1ste graad en vormt de logische onderbouw voor de 3de graad Elektrische installaties.

## 1.1 Instroom

Instromende leerlingen komen hoofdzakelijk uit het B – stroom beroepenveld Elektriciteit, deze leerlingen hebben reeds tal van beroepsspecifieke vaardigheden verworven. De tweede graad Elektrische installaties bouwt hierop verder.

Leerlingen die instromen uit andere basisopties of beroepenvelden, kunnen bij de start van de studierichting aan de hand van ter beschikking gesteld aangepast oefenmateriaal en het uitvoeren van aangepaste oefeningen 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 beroepsdrempels gelden. Er moet daarbij aandacht worden gegeven aan mogelijke belemmerende factoren: letsels die de fysieke inspanning of het motorisch functioneren beletten of bemoeilijken, gewricht- en rugaandoeningen, beperkt gezichtsvermogen, aandoeningen aan de luchtwegen, producteczeem, contacteczeem en allergieën, kleurenblindheid.

## 1.2 Profilering van de studierichting Elektrische installaties t.o.v. de studierichting Elektrotechnieken

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



### 1.3 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 ...).

### 1.4 Algemene doelstellingen en na te streven attitudes van de studierichting Elektrische installaties

De studierichting Elektrische installaties heeft de dubbele doelstelling;

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

- **de vervolgoopleidingen 3de graad Elektrische installaties te volgen;**
- **een moderne huishoudelijke elektrische installatie, onder begeleiding, voorbereiden en uitvoeren.**

Elektrische installaties is daarom een studierichting die zich richt op jongeren met uitgesproken motorische vaardigheden, en een ruime praktische belangstelling voor de technologie en technieken uit het vakgebied elektriciteit.

#### 1.4.1 Te integreren doelstellingen

De leerling:

- is er zich bewust van welke de verwachtingen zijn bij het volgen van de studierichting Elektrische installaties en kent de mogelijkheden om een beroeps carrière uit te bouwen;
- 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;
- plant, onder begeleiding, de werkzaamheden op een ecologische en kostprijsbewuste manier;
- voert, binnen de gegeven opdracht, de werkzaamheden uit;
- beoordeelt kritisch de uitgevoerde werkzaamheden op een volledig correcte, kwalitatieve uitvoering;
- verantwoordt de uitgevoerde werkzaamheden ten overstaan van zijn directe overste en de opdrachtgever/klant.

#### 1.4.2 Specifieke doelstellingen

De leerling:

- reikt in overleg met zijn directe overste ontwerpelementen aan voor een moderne huishoudelijke elektrische installatie, hij houdt daarbij rekening met de nieuwste technologische ontwikkelingen;

- plant begeleid zelfstandig de installatie van een moderne huishoudelijke elektrische installatie;
- voert in team de plaatsing van de huishoudelijke elektrische installatie uit;
- voert, kostprijsbewust, herstellingen aan elektrische toestellen uit;
- installeert, volgens opdracht, ecologisch verantwoorde oplossingen.

### **1.4.3 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:

- 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;
- communiceert vlot in het Nederlands met het oog op:
  - het zich verantwoorden ten opzichte van zijn directe overste of gebruiker/klant;
  - de samenwerking in teamverband te bevorderen;
  - het actief deelnemen aan gesprekken omtrent de te volgen werkstrategieën;
  - het invullen van werkverslagen en documenten in het kader van een opdracht.
- werkt actief mee aan het veiligheidsbeleid, leeft de voorschriften op het vlak van gezondheid, hygiëne en ergonomie na;
- werkt actief mee aan een milieuvriendelijke leefwereld.

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

## **1.5 Uitstroom**

Na de tweede graad van de studierichting 'Elektrische installaties' zullen de leerlingen hoofdzakelijk doormerken naar de derde graad 'Elektrische installaties'.

## 2 Algemene 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 met meer praktisch georiënteerde doelstellingen.

### 2.2 Projectmatig werken

In de context van dit leerplan wordt gewerkt aan een globaal project: de realisatie van de residentiële elektrische installatie.

Zowel cognitieve als meer uitvoeringsgerichte doelstellingen komen bij het projectmatig werken 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 vertrekt steeds vanuit een duidelijke probleemomschrijving, en besteedt voldoende aandacht aan de 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: de volledige 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

Het spreekt dat van de didactische mogelijkheden van de computer optimaal gebruik moet 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, 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 de 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. Daarom beogen enkele doelstellingen in dit leerplan het verwerven van inzicht in de doelstellingen en het profiel van het beroep waartoe deze studierichting vormt. Hierdoor wordt de leerlingen hét criterium geboden om zichzelf en hun realisaties te beoordelen.

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

- Is een tekening conform de normen?
- Voldoet 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 stellen dit dossier onder begeleiding samen (Zie ook 1.2), minimaal moeten zij in staat zijn om op basis van een ter beschikking gesteld dossier, de installatie te plaatsen.

Alle schema's en tekeningen worden na een, begeleid zelfstandig getekende, potloodschets conform gangbare normalisatie getekend met behulp van een CAE-pakket.

### 4.1 Te integreren doelstellingen

#### 4.1.1 Doelstellingen in verband met oriëntering 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 studiekeuze beïnvloeden verwoorden.

##### LEERINHOUDEN

- Beroepsprofiel van de residentieel installateur
- Professionele loopbaan van de residentieel installateur
- Installatiebedrijven in de buurt van de school
  - Aangeboden producten en diensten
  - Tewerkstelling
- Toekomstmogelijkheden in de elektriciteitssector

##### 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 communicatieve 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

### 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 Onder begeleiding de nodige materiaalhoeveelheden berekenen.
- 9 Onder begeleiding 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
- Materiaalverlies
- Materiaalkostprijs
- Winstmarge (**U**)
- Uitvoeringstijd bepalen
- Uitvoeringstijd schatten

### DIDACTISCHE WENKEN

- Leer de leerlingen dat de planning, minimaal, antwoord geeft op: 'wie', 'wat' gaat doen, 'hoe', 'wanneer'.
- 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 efficiënte, het afstemmen van ieders inbreng, op kwaliteit ...
- 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/ te 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 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>
17	Persoonlijke beschermingsmiddelen volgens verstrekte richtlijnen gebruiken.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Persoonlijke beschermingsmiddelen</li> </ul>
18	Oordeelkundig ladders en stellingen kiezen en plaatsen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voorschriften bij het gebruik van;               <ul style="list-style-type: none"> <li>– ladders</li> </ul> </li> </ul>

## LEERPLANDOELSTELLINGEN

## LEERINHOUDEN

LEERPLANDOELSTELLINGEN	LEERINHOUDEN	
19	Gevaarlijke situaties herkennen, melden en volgens verstrekte richtlijnen handelen.	<ul style="list-style-type: none"><li>– stellingen</li><li>• Gevaarlijke situaties eigen aan werkplek</li></ul>
20	De werking en veiligheidsvoorschriften van de te gebruiken machines, gereedschappen en hulpmiddelen toelichten.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Veiligheidspictogrammen</li><li>• Machine-instructiekaart</li><li>• Machineveiligheidsinstructies</li></ul>
21	De elementaire voorzieningen van een EHBO-kit toelichten.	<ul style="list-style-type: none"><li>• EHBO-kit</li></ul>
22	Bij een ongeval de nodige maatregelen treffen.	<ul style="list-style-type: none"><li>• EHBO</li></ul>
23	De verstrekte richtlijnen op het vlak van milieu naleven.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Milieuvoorschriften<ul style="list-style-type: none"><li>– Sorteren van afval</li><li>– Afvalvoorkoming en –verwerking</li></ul></li></ul>
24	Maatregelen nemen om op een milieuvriendelijke wijze te werken.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Duurzaam construeren</li><li>• Duurzaam materiaalgebruik</li><li>• Levenscyclus van materialen</li><li>• Recyclage</li></ul>
25	Producten, materialen, afvalstoffen volgens afspraak en voorschriften verhandelen, bewerken, verwerken, sorteren en opslaan.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kenmerken van producten en materialen</li><li>• Verhandelen, bewerken, verwerken</li><li>• Sorteren</li><li>• Opslaan</li></ul>
26	De ergonomische voorzieningen bij een werkpost herkennen, bij het werken een ergonomische werkhouding aannemen en lasten ergonomisch tillen, dragen en hijsen.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aangepaste voorzieningen</li><li>• Ergonomische werkhouding</li><li>• Lasten tillen, dragen, hijsen</li></ul>

## 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 in de derde graad te behalen VCA – attest. Vermits heel wat van onze leerlingen tewerkgesteld worden in aannemingsbedrijven waar zo'n certificering wordt gevraagd, is het zinvol hier voldoende aandacht aan te schenken. Maak alvast gebruik van een VCA les-CD-ROM.
- 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 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 uitgevoerd te worden.
- Visueel onderzoek, metingen, proeven en fouten opsporen dient 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**

##### **LEERINHOUDEN**

- |    |  |  |
|----|--|--|
| 27 | Tijdens de uitvoering van installaties, uitvoeringsfouten ontdekken en mogelijke oplossingen aanreiken.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uitvoeringsfouten</li> <li>• Suggesties tot bijsturen</li> </ul>                    |
| 28 | Na het uitvoeren van de werkzaamheden, begeleid, de installatie en het installatieproces evalueren en op basis daarvan voorstellen formuleren tot bijsturen. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluatiecriteria</li> <li>• Productevaluatie</li> <li>• Procesevaluatie</li> </ul> |

##### **DIDACTISCHE WENKEN**

- Bij het evalueren is het belangrijk dat individuele leerlingevoluties kunnen worden vastgesteld, maak eventueel gebruik van een vorderingsplan dat je toelaat de vorderingen van je leerlingen te documenteren en individuele leerlingen te remediëren.
- 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, Uitvoeringsmethoden en praktijk**

### **4.2.1 Het dossier van een residentiële installatie samenstellen**

##### **LEERPLANDOELSTELLINGEN**

##### **LEERINHOUDEN**

- |    |  |   |
|----|--|---|
| 29 | Bouwplannen lezen, de symbolen herkennen en maten aflezen. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Symbolen: <ul style="list-style-type: none"> <li>– ramen, deuren, muren en materialen</li> </ul> </li> <li>• Begrippen <ul style="list-style-type: none"> <li>– Bouwlijn, rooilijn</li> </ul> </li> <li>• Afmetingen <ul style="list-style-type: none"> <li>– Vloerhoogte, raamhoogte, deurhoogte, plafondhoogte, muurdikte, schaal</li> </ul> </li> </ul> |
|----|--|---|

- |    |  |   |
|----|--|---|
| 30 | <b>Begeleid</b> het elektrisch dossier van een residentiële elektrische installatie samenstellen aan de hand van een CAE-pakket. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>CAE</b>, symbolen, normen en codering</li> <li>• Het frontblad</li> <li>• Schema's <ul style="list-style-type: none"> <li>– éénraadsschema</li> <li>– situatieschema</li> </ul> </li> <li>• Proces verbaal van keuring</li> <li>• Aansluitgegevens van de netbeheerder</li> </ul>   |
| 31 | Het elektrisch dossier van een bestaande installatie aanpassen en/of vervolledigen. <b>(U)</b>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrisch dossier van een niet gedocumenteerde bestaande installatie.</li> </ul>  |
| 32 | De controles die gebeuren bij de keuring van een huishoudelijke elektrische installatie opsommen.                                | <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 naleven.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Richtlijnen bij aansluitingen: <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 toelichten.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Het verdeelnet <ul style="list-style-type: none"> <li>– tweedraads aansluiting</li> <li>– drie- vierdraadsaansluiting</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, je kan stelselmatig een grotere woning gebruiken, aan het einde van de tweede graad moet een groter residentieel gebouw als basis dienen voor het elektrisch dossier. De villa wordt uitgerust met diverse comfort en elektrisch gestuurde schakelingen.

- Bij elk nieuw bouwplan besteed je voldoende aandacht aan rationeel energiegebruik.
- Elk bouwplan wordt gegeven bij het begin van elk deelproject 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-Vincotte: <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 400V 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, pleister
- Gipsplaten
- Mortel, baksteen, beton, 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 Voorbereidende werken uitvoeren

#### LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 37 De plaatsingsmethoden voor aardlussen en aardelektroden toelichten.
- 38 Op een bouwplan de plaats van de nu-taansluitingen aangeven.
- 39 De plaats van elektrische leidingen en toestellen aftekenen op vloeren, wanden en plafonds.

#### LEERINHOUDEN

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

## LEERPLANDOELSTELLINGEN

41 Installatiemateriaal plaatsen in holle en volle wanden.

42 Installatiemateriaal voor opbouw, in functie van de uitwendige invloeden herkennen en plaatsen.

## LEERINHOUDEN

- Installatiemateriaal (art. 214)
  - inbouwdozen
  - buizen en bedrading
  - bevestigingsmateriaal
- Bewerkingen
  - bevestigen
- Elektrisch gereedschap
- Beschermingsgraden (IPxxy-x)
- 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

- Besteed voldoende aandacht aan de voorschriften in verband met brandverspreiding en geluidverspreiding.
- 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 IPx4 en IPx5.
- Bespreek het maximum aantal draden H07V-U voor een buis van 16mm en voor een buis van 20 mm.



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

##### **LEERPLANDOELSTELLINGEN**

- 43 De correcte bedrading selecteren, 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**

- 44 De noodzakelijke elektrische symbolen in de schema's van een residentieel gebouw herkennen en gebruiken.

##### **LEERINHOUDEN**

- Gebruik van elektrische symbolen

## LEERPLANDOELSTELLINGEN

45 Stroombaan-, installatie-, leiding- en bedradingschema van de basisschakelingen **tekenen** en de schakelingen opbouwen.

46 Stroombaan-, installatie-, leiding- en bedradingschema van kringen met wandcontactdozen **tekenen** en de kringen opbouwen.

## LEERINHOUDEN

- Basisschakelingen
  - de eenpolige schakeling
  - de tweepolige schakeling
  - de dubbele aansteking
  - de wisselschakeling
  - de kruisschakeling
  - de tweepolige wisselschakeling (**U**)
  - combinatieschakelingen
  - bijzondere schakelingen (**U**)
  - codering van elementen en contacten
  - toepassingen met signalisatie- en oriëntatielampjes
- Verbindingen
  - lasdoppen
  - steekklemmen
  - kroonsteen
- Kringen van wandcontactdozen
  - wandcontactdozen
  - fornuizen, ovens, steamers ...
- Gemengde kringen
- Verbindingen
  - lasdoppen
  - steekklemmen
  - kroonsteen

## 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.
- 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.

## 4.2.6 Elektrisch gestuurde schakelingen opbouwen en instellen

### LEERPLANDOELSTELLINGEN

### LEERINHOUDEN

- |    |  |  |
|----|--|--|
| 47 | De plaats van de thermostaat aangeven op het bouwplan van de woning.   | <ul style="list-style-type: none"><li>• Symbolen van thermostaten</li><li>• Soorten thermostaten naar keuze<ul style="list-style-type: none"><li>– mechanische</li><li>– elektronische</li><li>– programmeerbare</li><li>– opbouw en modulaire inbouw</li></ul></li><li>• Wachtbuizen</li></ul>  |
| 48 | Stroombaan-, installatie-, leiding- en bedradingschema van comfortschakelingen <b>tekenen</b> en de schakelingen opbouwen. | <ul style="list-style-type: none"><li>• Comfortschakelingen<ul style="list-style-type: none"><li>– impulsrelais</li><li>– tijdrelais</li><li>– schakelklok</li><li>– voorkeur en voorrangrelais</li><li>– programmeerbare schakelmodule</li><li>– afstandsbediening</li><li>– bewegingsmelder (naar keuze 2-, 3- en 4- draadsaansluiting)</li><li>– schemerschakelaar</li><li>– dimmer</li></ul></li></ul> |
| 49 | Comfortschakelingen voor diverse toepassingen opbouwen.  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Toepassing zoals bijvoorbeeld;<ul style="list-style-type: none"><li>– verlichting</li><li>– dimmers voor gloeilampen, halogeenlampen, TL-lampen</li><li>– ventilatie</li><li>– rolluikbediening</li><li>– automatische zonnewering</li></ul></li></ul>   |

### DIDACTISCHE WENKEN

- 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.
- Besteed voldoende aandacht aan de selectietabellen voor dimmers die door de diverse fabrikanten ter beschikking gesteld worden.
- Bouw klassikaal het situatieschema op vanuit het bouwplan van de woning, leer de leerlingen waarom net die bepaalde schakeling op die plaats de beste oplossing is.
- Leer de leerlingen de bijsluiters van schakelcomponenten lezen en interpreteren.
- 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.

- 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.
- Schenk voldoende aandacht aan het aansluiten van contactdozen.
- 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**

- |    |  |  |
|----|--|--|
| 50 | De meest geschikte beltransformator selecteren in functie van de gebruiker.                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Catalogusgebruik</li> <li>• Primaire spanning</li> <li>• Secundaire spanning</li> <li>• Vermogen</li> <li>• Kenplaatgegevens</li> <li>• Symbool van een transformator</li> </ul>  |
| 51 | Signalisatie- en communicatiesystemen conform de documentatie van de fabrikant, aansluiten.                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Signalisatie en communicatiesystemen               <ul style="list-style-type: none"> <li>– belschakel</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> |
| 52 | Kabeldistributie 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**

53	Aan de hand van het elektrische dossier de geschikte verdeelkast kiezen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Catalogusgebruik</li> <li>• Aantal modules</li> </ul>
54	Het doel 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>• Nominale stroomsterkte</li> <li>• Onderbrekingsvermogen (art. 251)</li> <li>• Uitschakelcurven</li> </ul>
55	Het doel van een verliesstroombeveiliging verklaren.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De gevoeligheid van een verliesstroomschakelaar               <ul style="list-style-type: none"> <li>– hoofd verliesstroomschakelaar</li> <li>– bijkomende verliesstroomschakelaars (Art.85)</li> </ul> </li> <li>• Rechtstreekse en onrechtstreekse aanraking (art. 31)</li> <li>• Verliesstroom</li> <li>• Doel van de testknop</li> </ul>
56	De juiste overspanningsbeveiliging 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>
57	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

## LEERINHOUDEN

- |    |  |   |
|----|--|---|
| 58 | De componenten van een verdeelkast plaatsen, bedraden en aansluiten.                   | <ul style="list-style-type: none"><li>• Bedrading<ul style="list-style-type: none"><li>– H07V-K, draadhulzen</li><li>– H07V-R</li><li>– verdeelrails</li></ul></li><li>• Modulaire apparaten<ul style="list-style-type: none"><li>– beveiliging</li><li>– afstandbestuurde schakelaars</li><li>– programmeerbare schakelmodule (<b>U</b>)</li><li>– domotica schakelmodule (<b>U</b>)</li></ul></li></ul> |
| 59 | De meterkast en toebehoren in functie van de tariefformule selecteren en plaatsen.     | <ul style="list-style-type: none"><li>• Meterkast</li><li>• Aansluitkabel</li><li>• Scheider en/of hoofdautomaat</li></ul>  |
| 60 | Toebehoren voor kabel distributie en digitale telecommunicatie plaatsen en aansluiten. | <ul style="list-style-type: none"><li>• Voorschriften digitale communicatie</li><li>• Voorschriften kabel distributie</li><li>• RJ45 connector</li><li>• Patchpanelen (<b>U</b>)</li></ul>  |
| 61 | Een werfkast voor een woning in aanbouw plaatsen.                                      | <ul style="list-style-type: none"><li>• Teller</li><li>• Tijdelijke aansluiting-aansluitkabel</li><li>• Verliesstroombeveiliging (art. 95)</li><li>• Aarding</li><li>• Keuring</li></ul>  |

## 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 equipotentiaalverbindingen plaatsen en aansluiten**

##### **LEERPLANDOELSTELLINGEN**

##### **LEERINHOUDEN**

- |    |   |  |
|----|---|--|
| 62 | De aardingsinstallatie conform het AREI (art. 69, 70 en 71) plaatsen en de functie ervan bespreken.     | <ul style="list-style-type: none"><li>• Aardingsonderbreker</li><li>• Hoofdbeschermingsgeleider</li><li>• Hoofdaardingsklem</li><li>• Beschermingsgeleider</li><li>• Draaddoorsneden</li></ul> |
| 63 | De equipotentiale verbindingen conform het AREI (art. 72 en 73) plaatsen en de functie ervan bespreken. | <ul style="list-style-type: none"><li>• Hoofd equipotentiale verbinding</li><li>• Bijkomende equipotentiale verbinding</li><li>• Draaddoorsneden</li></ul>                                     |
| 64 | De spreidingsweerstand meten.   | <ul style="list-style-type: none"><li>• Aardingsmeter (art. 86)</li></ul>  |
| 65 | De oplossingen bij een te hoge spreidingsweerstand toelichten.  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Aardelektrode (art. 86)</li><li>• Verliesstromschakelaar</li></ul>   |

##### **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 plaatsen en aansluiten**

##### **LEERPLANDOELSTELLINGEN**

##### **LEERINHOUDEN**

- |    |  |  |
|----|--|--|
| 66 | Armatuuren voor gloei- en halogeenlampen plaatsen en aansluiten. | <ul style="list-style-type: none"><li>• Soorten gloei- en halogeenlampen<ul style="list-style-type: none"><li>– netspanning</li><li>– zeer lage veiligheidsspanning (ZLVS)</li><li>– draad- en kabellengten en doorsneden</li><li>– brandveiligheidsvoorschriften bij halogeenverlichting</li></ul></li><li>• Lampvoeten</li><li>• Soorten armaturen</li><li>• Varianten met dimmers</li></ul> |
|----|--|--|

## LEERPLANDOELSTELLINGEN

## LEERINHOUDEN

- |    |   |  |
|----|---|--|
| 67 | Armaturen voor fluorescentielampen plaatsen en aansluiten.    | <ul style="list-style-type: none"><li>• Diverse schakelingen<ul style="list-style-type: none"><li>– klassieke schakelingen</li><li>– elektronische schakelingen</li><li>– varianten met dimmers</li></ul></li><li>• Soorten lampen<ul style="list-style-type: none"><li>– lichtkleur</li></ul></li></ul> |
| 68 | Armaturen voor duurzame technologieën plaatsen en aansluiten. | <ul style="list-style-type: none"><li>• Spaarlampen</li><li>• LED-verlichting</li></ul>  |

## 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 500W. 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

- |    |   |   |
|----|---|---|
| 69 | 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> |
|----|---|---|



## LEERPLANDOELSTELLINGEN

70 De mogelijke storingen in eenvoudige elektrische huishoudtoestellen opsommen, verklaren, opsporen en verhelpen.

71 De belangrijkste storingen in eenvoudige werkplaatstoestellen opsommen, opsporen en verhelpen.

72 Voor herstelling, de juiste snoeren kiezen

73 Na herstelling de controle uitvoeren.

## LEERINHOUDEN

- Storingen bij huishoudtoestellen
  - snoerbreek
  - andere
- Snoeren
  - H05VV-F(VTMB)
  - H03VV-F(VTLB)
  - H03VVH2-F(VTLBp)
  - H03RT-F(CSuB)
- Naar keuze:
  - koffiezet, strijkijzer, toaster, convectoren
  - friteuse, waterverwarmer, kookplaat
- Storingen bij werkplaatstoestellen
  - snoerbreek
- Rubbermantelsnoeren
  - HO5RR-F (CTLB)
  - HO7RN-F (CTMB/N)
- Netaansluiting
  - stekkers
  - koppelstekkers
  - trekontlasting
  - krimpkous
  - draadhuls, kabelschoentjes
- Visuele inspectie, in dienst stellen
- Controle van isolatie en aarding
- Installatietester (**U**)

## DIDACTISCHE WENKEN

- De leerling moet een algemene werkwijze leren en toepassen om fouten op te sporen in lichtschakelingen en signalatieschakelingen die hij maakt.
- Het opsporen van fouten kan gebeuren op de eigen gemaakte schakelingen, 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**

##### **LEERINHOUDEN**

- |    |   |   |
|----|---|---|
| 74 | De belangrijkste ferro-metalen herkennen.     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gelegeerd en ongelegeerd staal</li> <li>• Gietijzer</li> </ul>   |
| 75 | De belangrijkste non-ferro-metalen herkennen. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aluminium (Al)</li> <li>• Koper (Cu)</li> <li>• Zilver (Ag)</li> <li>• Lood (Pb) (<b>U</b>)</li> </ul> |

##### **DIDACTISCHE WENKEN**

- Maak een lijstje met een belangrijkste 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**

##### **LEERINHOUDEN**

- |    |  |   |
|----|--|---|
| 76 | Eenvoudige werktekeningen maken.                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perspectief</li> <li>• Aanzichten</li> <li>• Maataanduiding</li> </ul>                 |
| 77 | Bewerkingen op plaat en kunststofplaat uitvoeren.              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eenvoudige bewerkingen op plaatmateriaal</li> <li>• Eenvoudige verbindingen</li> </ul> |
| 78 | Op correcte wijze schroefdraad tappen en snijden. ( <b>U</b> ) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schroefdraad tappen</li> <li>• Schroefdraad snijden</li> </ul>                         |

##### **DIDACTISCHE WENKEN**

- Deze technieken worden behandeld in functie van realisaties.
- 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

#### LEERPLANDOELSTELLINGEN

79 De omzetting van elektrische energie naar andere energievormen met een praktisch voorbeeld omschrijven.

#### LEERINHOUDEN

- Energie
- Energieomzetters, bijvoorbeeld;
  - gloeilamp
  - verwarmingselement
  - motor
- Omzetten van energie (arbeid)

#### DIDACTISCHE WENKEN

- Elektrische energie wordt gewonnen door producenten van elektrische energie uit kernenergie, thermische energie, waterkracht, biomassa en met windturbines, hier en daar wordt elektrische energie gewonnen uit fotovoltaïsche cellen. Het hoeft niet verder te gaan, sta daarom ook niet te lang stil bij het filosofische begrip energie.
- Verduidelijk het begrip energieomzetter aan de hand van een gloeilamp. Elektrische energie wordt hier omgezet in licht en warmte. Je kan de verdere studie van de elektriciteit starten met de twee grootheden die vermeld worden op de lamp, het vermogen en de nominale spanning.

#### LEERPLANDOELSTELLINGEN

80 De begrippen elektrische stroom en spanning verduidelijken, de eenheden, de symbolen en hun meest gebruikte veelvouden en onderdelen correct gebruiken.

#### LEERINHOUDEN

- Wat is elektrische spanning
- Symbool en basiseenheid
- Veelvouden en onderdelen
  - mV, kV
- Stroomsterkte
- Symbool en basiseenheid
- Veelvouden en onderdelen
  - kA, mA

81 Een elektrische verbruiker in een kring schakelen en de spanning over en de stroom door de verbruiker meten.

- Spanning over een elektrische verbruiker
- Spanning over een schakelaar
- Spanning over de overstroombeveiliging
- Stroomsterkte in een open en gesloten stroomkring
- Soorten meettoestellen
  - Multimeter, Ampèretang
- Correct gebruik van meettoestellen
  - polariteit

## LEERPLANDOELSTELLINGEN

82 Een stroomkring tekenen, opbouwen en de functie van de onderdelen verklaren.

83 Zelfstandig continuïteitsmetingen uitvoeren en onderbrekingen opsporen.

## LEERINHOUDEN

- Stroomkring
  - Bron, overstroombeveiliging, geleiders, schakelaar en verbruiker

- Continuïteitsmetingen met multimeter en/of continuïteitstester

## DIDACTISCHE WENKEN

- Elektrische spanning geeft een potentieel aan elektrische energie weer. Het vermogen van een verbruiker staat in verhouding tot de aangelegde spanning. Verwijs hierbij naar de waarden gedrukt op de lamp.
- Onderzoek de stroomsterkte als de tweede factor die bepalend is voor het geleverde vermogen, hiervoor gebruik je verbruikers met waarneembaar verschillende vermogens. Wijs de leerlingen vervolgens op het feit dat elektrische stroomsterkte de grootte is die de energie van de centrale, door de geleiders, naar de verbruiker transporteert.
- Leerlingen zullen snel zelf besluiten dat niet alleen de spanning bepalend is voor het vermogen. Die was immers steeds dezelfde. Laat de leerlingen vervolgens de spanning over dezelfde gloeilamp variëren, de leerlingen merken dat de geproduceerde lichtsterkte varieert.
- Maak met de leerlingen eenvoudige samenvattende tabellen die de verhoudingen tussen de grootheden weergeven.

## LEERPLANDOELSTELLINGEN

84 De begrippen arbeid en vermogen verduidelijken, de symbolen, de eenheden en de meest gebruikte veelvoudigen correct gebruiken.

85 Het begrip rendement toelichten.

## LEERINHOUDEN

- Arbeid, het omzetten van een energievorm naar een andere energievorm.

- Symbool en basiseenheid (Joule)

- Veelvoudigen

- kJ, MJ, GJ

- Vermogen, een maatstaf voor de sterkte van de omzetter

- Symbool en basiseenheid (Watt)

- Veelvoudigen

- kW, MW

- Formule

- $W = P \cdot t$

- $P = U \cdot I$

- Rendement van een energieomzetter

- toegevoerde arbeid (vermogen)

- nuttige arbeid (vermogen)

## LEERPLANDOELSTELLINGEN

86 In een parallelketen van vermogens de stroomsterkte en de deelstromen meten en berekenen, de grootte van vermogens inschatten.

87 De herkomst van meer praktische eenheden voor arbeid verduidelijken en de grootte van arbeid inschatten.

## LEERINHOUDEN

- Totaal vermogen
  - $P_T = P_1 + P_2 + \dots + P_n$
- Totale stroomsterkte
  - $I_T = I_1 + I_2 + \dots + I_n$
- Metingen
- Berekeningen
- Maximaal vermogen op een stroomkring
- Praktische eenheden van arbeid
  - Ws, Wh, kWh
- Het energieverbruik van een gemiddelde woning

## DIDACTISCHE WENKEN

- Leer de leerlingen dat de hoeveelheid energie die een gebruiker omzet in een andere energievorm, arbeid genoemd wordt. Het is niet omdat een gebruiker een hoog vermogen heeft dat hij ook arbeid verricht, een lamp met een vermogen van 100W die niet aangesloten is op het net, geeft géén licht. Dit betekent dat het vermogen een aanduiding geeft over de **mogelijkheid** een hoeveelheid arbeid (werk) te verrichten binnen een bepaald tijdsbestek.
- Tot hier toe werd telkens slechts één gebruiker met de spanningsbron (het net) verbonden. Laat je leerlingen onderzoeken wat er gebeurt met de spanning, de stroomsterkte en het vermogen wanneer meerdere lampen met het net verbonden worden. De leerlingen merken meteen dat totaal geproduceerde lichtsterkte een stuk groter wordt dan de lichtsterkte die één lamp produceert. Ze meten ook dat de stromen steeds groter worden. Laat niet na om te verwijzen naar de basisformule voor vermogen!
- Toon aan dat alle kringen in een elektrische installatie een parallelschakeling van gebruikers vormen.
- In het kader van rationeel energiegebruik is het belangrijk dat de leerlingen leren de grootte van vermogens inschatten. Een bescheiden woning met een bewoonbare oppervlakte van 125 m<sup>2</sup> kan met 500 W doeltreffend, smaakvol, gezellig én functioneel verlicht worden. In tal van woningen hangt echter meer dan 500 W om uitsluitend de keuken te verlichten. Hoewel het zeker niet de bedoeling kan zijn om er lang bij stil te staan, kan je de leerlingen helpen de grootte van een vermogen in te schatten door de verhouding met de oude eenheid van vermogen even in de verf te zetten. (735,5 W = 1 PK)

## LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 88 Het begrip elektrische weerstand verduidelijken, de eenheid, het symbool, en de meest gebruikte veelvouden en onderdelen correct gebruiken.
- 89 De wet van Ohm toepassen<sup>1</sup> voor het berekenen van onbekende spanningen, stromen en weerstanden.
- 90 Zelfstandig weerstandsmetingen uitvoeren.
- 91 De gevolgen en toepassingen van het "Joule-effect" verklaren.

## LEERINHOUDEN

- Elektrische weerstand, de constante verhouding van spanning over stroomsterkte.
- De wet van Ohm
  - $R = \frac{U}{I}$
- Symbool en basiseenheid
- Veelvouden en onderdelen
  - mΩ, Ω, kΩ, MΩ
- De wet van Ohm
  - $R = \frac{U}{I}$
- Weerstandsmeting met digitale multimeter
- Joule – effect
- Als de stroom verdubbelt verviervoudigt de ontwikkelde warmte.
- Toepassingen van het Joule-effect
  - gloeilamp

## DIDACTISCHE WENKEN

- Grijp even terug naar de gloeilamp van eerder. Op de kop van de gloeilamp staat de nominale spanning en het vermogen van de gloeilamp. Maar wat gebeurt er wanneer de lamp aangesloten wordt op een lagere spanning? Hoe groot is dán de stroomsterkte?
- Om dat te weten te komen wordt het experiment herhaald met een lineaire weerstand. Neem bv. een dompelkoker en laat de leerlingen onderzoeken of er een verband bestaat tussen de spanning die over de verbruiker komt te staan en de stroom die erdoor vloeit.
- Laat de leerlingen de spanning in stapjes verhogen en telkens de corresponderende stroomsterkte meten. Laat ze vervolgens met een rekenmachine de aangelegde spanning telkens door de corresponderende gemeten stroomsterkte delen. Wat valt op?
- Als de leerlingen gebruik maakten van een dompelkoker om bovenbeschreven experiment uit te voeren kan je meteen het Joule-effect bespreken.
- Bij het behandelen van het Joule-effect leg je de nadruk op brand door overstroom.

---

<sup>1</sup> Niet reproduceren, maak gebruik van een formularium, dit laat leerlingen toe bij oefeningen, testen en toetsen de formule telkens correct te noteren.

## LEERPLANDOELSTELLINGEN

92 Proefondervindelijk de factoren die de weerstand van geleiders beïnvloeden aantonen en toelichten.

93 De wet van Pouillet gebruiken<sup>2</sup> bij berekeningen.

94 Met een eenvoudige proefopstelling de invloed van de temperatuur op de waarde van de weerstand aantonen. (U)

## LEERINHOUDEN

- Hypothese
  - draaddoorsnede
  - draadlengte
  - aard van de geleider (U)
- Experiment
  - invloed van de draaddoorsnede
  - invloed van de lengte van de geleider
  - invloed van de aard van de geleider (U)
- Besluiten
- Wet van Pouillet
  - $R = \rho \cdot \frac{l}{A}$
- Toepassingen
  - verbruiker aan het uiteinde van een lange kabel
- Invloed van de temperatuur op de waarde van de weerstand
- Toepassingen
  - weerstand van “warme” gloeilampen
  - weerstand van “koude” gloeilampen

## DIDACTISCHE WENKEN

- Laat de leerlingen een halogeenlampje aansluiten op een spanningsbron die ze vooraf instelden op 12 Volt. Het lampje brandt ... Nu herhalen ze het experiment maar er worden twee rolletjes H07V-U (VOB) tussen de spanningsbron en het lampje in de kring opgenomen. Laat de leerlingen de spanning over het lampje meten. Wat valt op? Herhaal de proef met rolletjes 1,5 mm<sup>2</sup> en 4 mm<sup>2</sup>. Noteer telkens de spanning over het lampje en de stroomsterkte door het lampje.
- De doorsnede van draad kan berekend worden met de vuistregel 6 A per mm<sup>2</sup>.
- Bij halogeenverlichting op zeer lage veiligheidsspanning kan je de draaddoorsnede berekenen door gebruik te maken van de vuistregel;

$$- A = \frac{P \cdot l}{200}$$

## LEERPLANDOELSTELLINGEN

95 In een serieketen de stroomsterkte, de deelspanningen en de vervangingsweerstand meten.

## LEERINHOUDEN

- Metingen

<sup>2</sup> Niet reproduceren, maak gebruik van een formularium, dit laat leerlingen toe bij oefeningen, testen en toetsen de formule telkens correct te noteren.

- |     |  |   |
|-----|--|---|
| 96  | Een serieschakeling van weerstanden herkennen en het begrip vervangingsweerstand verduidelijken.           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Serieschakeling</li> <li>• Aangelegde spanning en deelspanningen               <ul style="list-style-type: none"> <li>– <math>U_T = U_1 + U_2 + \dots + U_n</math></li> </ul> </li> <li>• Vervangingsweerstand</li> </ul>  |
| 97  | In een parallelketen de stroomsterkte en de deelstromen meten.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metingen</li> </ul>  |
| 98  | Een parallelschakeling van weerstanden herkennen en het begrip vervangingsweerstand verduidelijken.        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Parallelschakeling</li> <li>• Totale stroomsterkte en deelstromen               <ul style="list-style-type: none"> <li>– <math>I_T = I_1 + I_2 + \dots + I_n</math></li> </ul> </li> <li>• Vervangingsweerstand</li> </ul> |
| 99  | Een gemengde schakeling van enkele weerstanden en de basisschakelingen waaruit ze opgebouwd is, herkennen. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gemengde schakeling</li> </ul>   |
| 100 | De gemengde schakeling methodisch vereenvoudigen. (U)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vervangingsweerstand</li> </ul>  |
| 101 | In een gemengde schakeling de onbekende grootheden meten. (U)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metingen</li> </ul>  |

### DIDACTISCHE WENKEN

- Laat de leerlingen geen berekeningen maken op de vervangingsweerstand. Het begrip weerstand is ondergeschikt aan de grootheden spanning en stroom.
- Aan de hand van de vaststellingen die de leerlingen deden, kan je de serieschakeling van weerstanden verduidelijken.
- Verwijs naar de vaststellingen bij het meten in de elektrische kring: de spanningsverdeling verhoudt zich tot de weerstandswaarde. Onderweg vormt de grootste file zich ook bij de grootste hindernis.
- Laat de leerlingen **zelfstandig** proefopstellingen opbouwen en bemeten.

### LEERPLANDOELSTELLINGEN

- |     |   |
|-----|---|
| 102 | Herlaadbare en niet herlaadbare cellen van elkaar onderscheiden en de belangrijkste eigenschap van de verschillende technologieën opsommen. |
|-----|---|

### LEERINHOUDEN

- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Niet herlaadbare cellen           <ul style="list-style-type: none"> <li>– Alkaline</li> </ul> </li> <li>• Oplaadbare cellen           <ul style="list-style-type: none"> <li>– Lood – Loodperoxide accu's</li> <li>– NiCd (Nikkel – Cadmium) en NiMH (Nikkel – Metaalhybride) accu's</li> <li>– Li ION accu's</li> </ul> </li> </ul> |
|--|



- |     |  |   |
|-----|--|---|
| 103 | Het begrip hoeveelheid elektriciteit toelichten.                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eenheid van lading <ul style="list-style-type: none"> <li>– C</li> </ul> </li> <li>• Praktische eenheden <ul style="list-style-type: none"> <li>– As, Ah</li> </ul> </li> <li>• Wet van Faraday</li> <li>• Voorbeelden <ul style="list-style-type: none"> <li>– ladingscapaciteit van een cel</li> </ul> </li> </ul> |
| 104 | De eigenschappen van een serieschakeling van cellen metend toelichten.               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Serieschakeling van cellen</li> </ul>  |
| 105 | De eigenschappen van een parallelschakeling van cellen metend toelichten. <b>(U)</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Parallelschakeling van accu's</li> <li>• Voorwaarden voor parallelschakeling van accu's</li> </ul>   |

### DIDACTISCHE WENKEN

- Hou het toepassingsgericht! Beperk je tot de belangrijkste eigenschap van de diverse cellen in verhouding tot hun toepassingsgebied;
  - Li-ion cellen in GSM's in digitale foto toestellen omdat ze erg compact zijn.
  - Lood - Loodperoxide cellen zijn bestand tegen erg hoge piekstromen, ideale startaccu's dus
  - NiCd gebruiken we beter niet. Ze hebben een geheugeneffect.
  - NiMH is een volwaardige vervanger voor oudere NiCd accu's.
- Hoeveelheid elektriciteit heeft hier voor de leerlingen een eenduidige betekenis.

### LEERPLANDOELSTELLINGEN

### LEERINHOUDEN

- |     |  |  |
|-----|--|--|
| 106 | De eigenschappen van een magneet met een proefopstelling aantonen.                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aantrekking door verschillende polen</li> <li>• Afstoting door gelijknamige polen</li> </ul>  |
| 107 | Een hef magneet construeren en de factoren die de sterkte van een elektromagneet bepalen, illustreren. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aantal windingen</li> <li>• Stroomsterkte</li> <li>• Kern</li> </ul>  |
| 108 | Enkele toepassingen van elektromagnetisme in de residentiële elektrische installatie toelichten.       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Toepassingen naar keuze <ul style="list-style-type: none"> <li>– bel</li> <li>– deurslot</li> <li>– impulsrelais</li> </ul> </li> </ul> |

### DIDACTISCHE WENKEN

- De leerlingen experimenteren met magneten en elektromagneten, de leerkracht begeleidt hen daarin en leert de leerlingen hun waarnemingen verwoorden.
- Ga in huishoudelijk installatiemateriaal op zoek naar elektromagneten.
- Maak **geen** gebruik van formules. Het volstaat dat leerlingen hun waarnemingen kunnen verwoorden!
- De CD en DVD "Doeproeven elektromagnetisme" van de pedagogische begeleidingsdienst van het Bisdom Gent bevat nuttige tips omtrent doeproeven voor de leerlingen.

## 5 Minimale materiële vereisten

### 5.1 Uitvoeringsmethoden en praktijk

#### 5.1.1 Voor het lokaal

##### Uitrusting en Gereedschap

- EHBO koffer
- Het AREI
- Voldoende pc's met aangepaste CAE software, een printer, internetverbinding, catalogi van elektrische materialen en toestellen
- Dataprojector, overheadprojector, evt. smartboard
- Info van nutsbedrijven i.v.m. huisaansluitingen van elektriciteit, telefoon, kabel distributie
- Verschillende soorten kWh-meters
- Ontwerpen van badkamers en keukens
- Trekveer, plooi veer
- Waterpas
- Smetkoord
- Buizensnijder
- Elektro – pneumatische boormachine
- Boorhamer (**U**)
- Schroefboormachine
- Decoupeerzaag
- Boren
- Isolatiemeter
- Stroomtang
- Aardingsmeter
- Veiligheidspictogrammen
- Ladders en stellingen
- Schroefbits (sleuf, Philips, Pozidriv)
- Poetsgerief
- Spanningstester

##### Grondstoffen en materialen

- Bouwstoffen(cement, zand, pleister)
- Gipskartonplaat
- Silicone en lijmen
- Verdeelkasten en toebehoren

- Verlichtingsarmaturen

### **5.1.2 Per groep leerlingen**

#### **Uitrusting en Gereedschap**

- Ruwbouwhandgereedschap
- Kabelschoentang
- Eindhulstang

#### **Grondstoffen en materialen**

- Afstandsschakelaars
- Trappenhuisautomaten
- Dimmers
- Afstandsbedieningen
- Bewegingsmelder
- Rolluikbediening
- Zonweringbediening
- Voorrangsrelais, voorkeurcontactor, schemerschakelaar, schakelklok, programmeerbaar relais evt. domotica schakelmodule
- Parlofoon, videofoon
- Bellen en toebehoren
- Deurmelder
- Binnenhuistelefooncentrale
- RJ 45 stopcontact
- Coax-contactdoos
- Luidsprekeraansluitingen
- Verlichtingsarmaturen
- Materiaal voor aard- en equipotentiaalverbindingen
- Transformatoren voor halogeenverlichting
- Stekkers en koppelstekkers (huishoudelijk gebruik en gebruik op de bouwplaats)
- Huishoudtoestellen zoals beschreven in het leerplan
- Wandcontactdozen (verschillende soorten)
- Schakelaars (verschillende soorten en types)
- Inbouwdozen (verschillende soorten en types)
- Verschillende soorten buizen en toebehoren
- Diversen bevestigingsmateriaal
- Waterdicht materiaal
- Aftakdozen
- Kabelgoten, plinten, lijsten en hulpstukken

- Verschillende soorten draden en kabels zoals in het leerplan beschreven
- Lasdoppen, steekklemmen en kroonsteentjes

### **5.1.3 *Individueel***

- Bouwplannen zoals beschreven in het leerplan
- Symbolenlijst
- Juniorzaag
- Kabelmes
- Schroevendraaiers
- Tangen
- Hamer
- Rolmeter
- Digitale multimeter
- Voorschriften PBM en PBM's
- Veiligheidsvoorschriften bij het werken aan elektrische installaties
- Werkplaatsreglement

## **5.2 Elektriciteit**

### **5.2.1 *Per meettafel***

- Apparatuur
  - regelbare wisselspanningsvoeding (bijvoorbeeld 0 - 230 V / 3 A) of regelbare gelijkspanningsbron (0 – 20 V/0 – 2 A)
  - ZLVS veiligheidstrafo
  - digitale multimeter
  - stroomtang
  - energiemeter
  - spanningstester
- Spoelen, relais en bellen voor de diverse proeven en metingen
- Lampen en lampenhouders voor de diverse proeven en metingen
- Draden, kabels en snoeren voor de diverse proeven en metingen
- Schakelaars voor de diverse proeven en metingen
- Diverse hulpmiddelen voor de proeven en metingen rond magnetisme: staafmagneten, hoefijzermagneet, kompasnaald, ijzervijlsel, papier, stukjes metaal (bijvoorbeeld Fe, Cu, Tn, Al, staal), hout, kunststof, rechte geleider met houder, krokodillenklemmen, plexiglasplaat met opening in het midden ...
- universeel plug-in-systeem met toebehoren

### **5.2.2 Per lokaal**

- Weerstandsbank
- Didactische verticale panelen met de gepaste bouwstenen voor demonstratieproeven
- Multimedia-pc met aangepaste software en projectiesysteem



## 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

### 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