

# **ELEKTROMECHANICA DERDE GRAAD TSO**

---

## **LEERPLAN SECUNDAIR ONDERWIJS**

VVKSO – BRUSSEL D/2012/7841/045  
(vervangt leerplan D/2009/7841/032 vanaf 1 september 2012)



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

---

# Inhoud

1	Plaats van dit leerplan in de lessentabel .....	3
2	Uitgangspunten bij het leerplan Elektromechanica tso 3 <sup>de</sup> graad .....	3
3	Studierichtingsprofiel .....	3
3.1	Situering .....	3
3.2	Instroom .....	4
3.3	Elektromechanica in het tso-curriculum van het studiegebied Mechanica-elektriciteit, Auto, Koeling en warmte.....	5
3.4	Factoren die de keuze voor deze studierichting kunnen beïnvloeden.....	5
3.5	Uitstroom .....	6
3.6	Vorming vertrekend van een christelijk mensbeeld.....	6
3.7	Structuur van het leerplan .....	6
3.8	Na te streven attitudes Elektromechanica .....	7
3.9	Relatie met andere vakken .....	8
3.10	Relatie met de geïntegreerde proef .....	8
4	Algemene pedagogisch-didactische wenken .....	9
4.1	Inleiding .....	9
4.2	Werken aan de realisatie van het studierichtingsprofiel (SRP).....	9
5	Evaluatie .....	10
5.1	Wat is evalueren?.....	10
5.2	Wat en waarom evalueren? .....	10
5.3	Wanneer evalueren? .....	10
5.4	Hoe evalueren? .....	11
5.5	Hoe rapporteren? .....	11
6	Algemene doelstellingen, leerplandoelstellingen, leerinhouden Elektromechanische Processen .....	12
6.1	Preventie (geïntegreerd te realiseren) .....	12
6.2	Milieu (geïntegreerd te realiseren) .....	13
6.3	Planning – Evaluatie (geïntegreerd te realiseren).....	13
6.4	Elektromechanische processen .....	14
7	Minimale materiële vereisten.....	29
7.1	Infrastructuur .....	29
7.2	Specifieke minimale materiële vereisten specifiek gedeelte.....	29
8	Bibliografie .....	33
9	Nuttige adressen .....	34

# 1 Plaats van dit leerplan in de lessentabel

Zie website van het VVKSO bij lessentabellen.

## 2 Uitgangspunten bij het leerplan Elektromechanica tso 3<sup>de</sup> graad

De opdracht voor de leerplancommissie gaat uit van de volgende vijf punten:

- Het leerproces moet gekaderd zijn binnen een duidelijk studierichtingsprofiel;
- De studierichting moet uitdagend en aantrekkelijk onderwijs bieden voor jongeren;
- Er moet ruimte worden gecreëerd voor de eigen inbreng van scholen;
- De moderne technologieën moeten binnen het leren hun plaats krijgen;
- Er moet voldoende aandacht zijn voor preventie en milieu.

## 3 Studierichtingsprofiel

### 3.1 Situering

Elektromechanica is een doorstromingsrichting. In deze studierichting ligt de nadruk op de vormende waarde van de aangeboden leerplandoelstellingen en leerinhouden van zowel de algemene, als de theoretisch-technische vakken. Aan de talenkennis en de taalvorming wordt aandacht besteed zowel via de doelstellingen van het algemeen vormend deel als in functie van analyse en rapportering bij het specifieke deel. Het theoretisch-technisch deel wordt wiskundig en wetenschappelijk onderbouwd. De studierichting streeft er vooral naar de leerlingen in staat te stellen om succesvol studies hoger onderwijs van het niveau **professionele bachelor** binnen het domein elektromechanica aan te vatten.

Het gestructureerd inzichtelijk en creatief denken en handelen, in het kader van het technologisch proces, staat centraal in deze vorming. Er is voldoende aandacht voor concrete studies van realisaties, met zin voor kwaliteit en preventie.

De doelstellingen hebben een grote transfer- en abstraherende waarde. Zij zijn gericht op het verwerven van leercompetenties met een bijzondere aandacht voor vaardigheden.

De studierichting heeft dan ook een dubbele doelstelling.

**Door het behalen van het diploma secundair onderwijs in de studierichting Elektromechanica verwerven leerlingen voldoende inzichten, vaardigheden en attitudes**

- **om met succes studies van het niveau van professionele bachelor binnen het domein van de Elektromechanica aan te vatten;**
- **om van een elektromechanische realisatie op een gestructureerde wijze te analyseren.**

## 3.2 Instroom

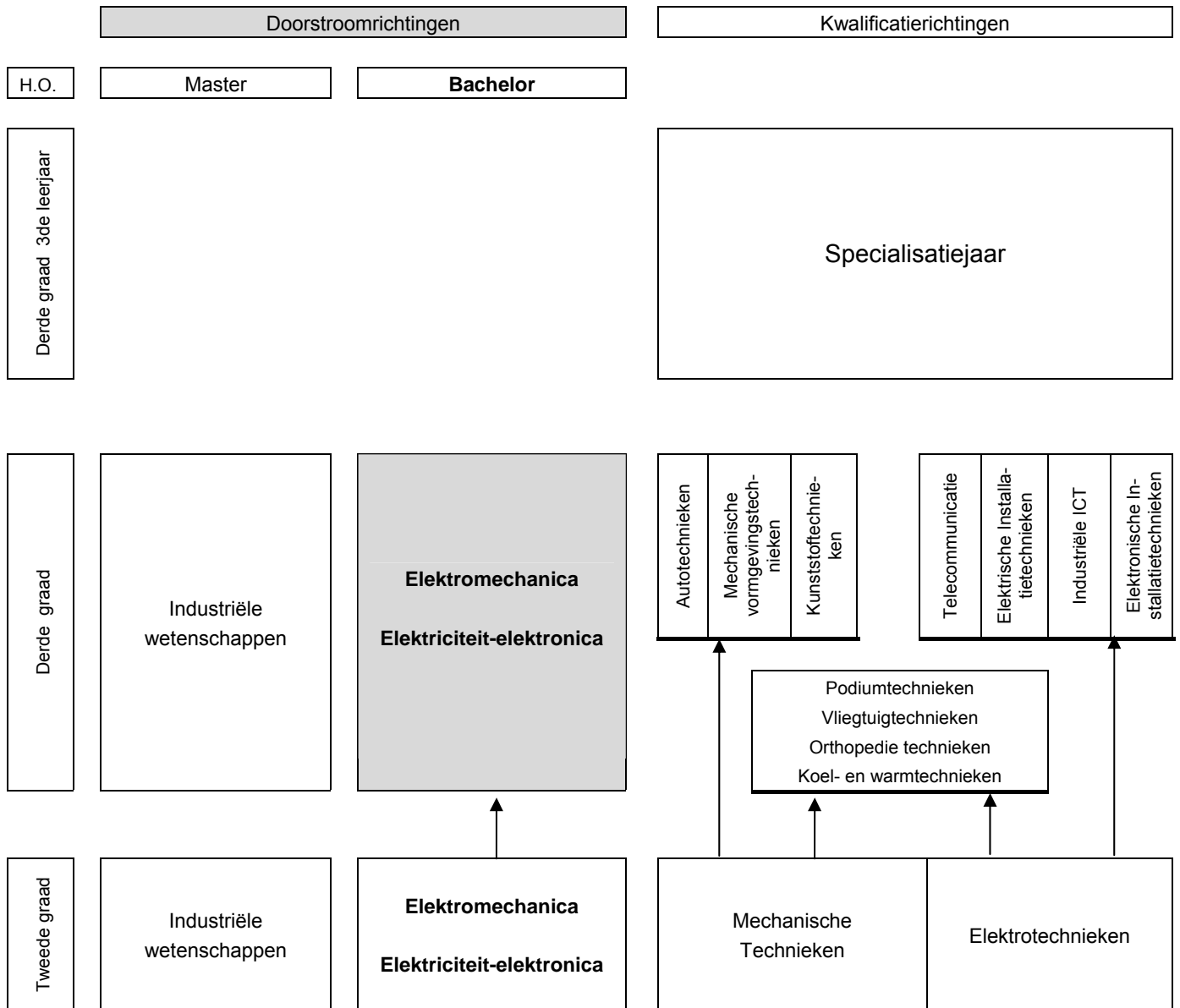
De logische vooropleiding is de studierichting Elektromechanica tso tweede graad. De meeste leerlingen komen ook uit deze studierichting.

De studierichting Elektromechanica tso derde graad bouwt vooral verder op inzichten, vaardigheden en attitudes verworven in de tweede graad Elektromechanica tso:

- door zijn meetvaardigheid de resultaten van een zelfstandig uitgevoerd experiment wiskundig duiden in het kader van de wetmatigheden van het domein mechanica/elektriciteit;
- door zijn rekenvaardigheid de wetmatigheden van de mechanica/elektriciteit toepassen;
- zelfstandig eenvoudige experimenten opzetten met als doel wetmatigheden uit het domein mechanica/elektriciteit te toetsen aan de praktijk;
- door zijn creativiteit en zijn probleemoplossende ingesteldheid bij het uitvoeren van experimenten en realisaties, actief en zelfsturend deelnemen aan zijn leer- en evaluatieproces;
- door zijn kritische en analytische ingesteldheid eenvoudige processen uitrafelen tot eenduidige algoritmen die hen in staat stellen processen te automatiseren;
- na het uitvoeren van een experiment en/of realisatie, nauwgezet rapporteren in functie van de werking en het theoretische kader van het experiment en/of de realisatie.

Van de leerlingen die in de derde graad Elektromechanica tso derde graad instromen wordt verwacht dat zij deze doelen in voldoende mate hebben gerealiseerd.

### 3.3 Elektromechanica in het tso-curriculum van het studiegebied Mechanica-elektriciteit, Auto, Koeling en warmte



Dit schema geeft een aantal studierichtingen weer in een aantal studiegebieden van de tweede en de derde graad. **Elektromechanica** 3<sup>de</sup> graad sluit naadloos aan op de studierichting **Elektromechanica** in de 2de graad.

### 3.4 Factoren die de keuze voor deze studierichting kunnen beïnvloeden

Bepaalde lichamelijke en fysische gebreken kunnen een belemmerende factor zijn voor het uitoefenen van één of meerdere beroepen waarop deze studierichting voorbereidt. Een gepaste oriëntering en begeleiding is dan ook ten eerste aangewezen, enerzijds omdat ze invloed hebben op de slaagkansen van de leerlingen en anderzijds omdat ze de uitoefening van heel wat beroepen bemoeilijken.

### 3.5 Uitstroom

Door het slagen in de studierichting derde graad tso **Elektromechanica** verwerft de leerling het diploma van het secundair onderwijs.

Door het doorstroomkarakter van de studierichting is verder studeren het normale vervolg na de derde graad. Indien de nodige motivatie en doorzetting aanwezig zijn, moeten alle technische en wetenschappelijke studierichtingen van Bachelor binnen de mogelijkheden liggen.

### 3.6 Vorming vertrekkend 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
- Vanuit eigen geloof respectvol omgaan met anders gelovigen en niet-gelovigen
- Vanuit eigen spiritualiteit omgaan met ethische problemen
- Respectvol omgaan met eigen lichaam (seksualiteit, gezondheid, sport ...)

### 3.7 Structuur van het leerplan

#### 3.7.1 Algemene doelstelling

De algemene doelstelling van de studierichting is:

Door het behalen van het diploma secundair onderwijs in de studierichting Elektromechanica verwerven leerlingen voldoende inzichten, vaardigheden en attitudes

- om met succes studies van het niveau van professionele bachelor binnen het domein van de Elektromechanica aan te vatten;
- om de studie van een elektromechanische realisatie op een gestructureerde wijze te analyseren.

Bij de algemene doelstelling van de studierichting dienen leerlingen **leercompetenties** te verwerven binnen het **afgebakend toepassingsgebied** van de studierichting Elektromechanica 3<sup>de</sup> graad.

Bij het clusteren van de leerplandoelen maken we het onderscheid tussen de doelen die gerealiseerd dienen te worden in een concreet toepassingsgebied en de doelen waarmee rekening dient te worden gehouden voor alle leerdoelen in alle toepassingsgebieden.

Dit geeft voor het leerplan de volgende structuur:

- doelstellingen te realiseren in alle toepassingsgebieden:
  - de nodige preventiemaatregelen nemen om de veiligheid van zichzelf en zijn teamgenoten te garanderen;
  - op een duurzame manier omgaan met het milieu;
  - zijn eigen studies van realisaties en zijn leerproces plannen en evalueren.
- doelstellingen te realiseren in een concreet toepassingsgebied:

- fysische wetmatigheden onderzoeken, besluiten trekken en deze wetenschappelijk onderbouwen;
- constructies en constructie-elementen analyseren en ontwerpen;
- hydraulische en pneumatische kringen analyseren en ontwerpen;
- de aandrijving van elektromechanische processen analyseren om elektromotoren te kiezen gekozen elektromotoren schakelen;
- elektrische kringen beveiligen door analyseren;
- geautomatiseerde elektromechanische processen analyseren om randapparatuur te kiezen;
- stuur- en controle-elementen bij EM-processen centraliseren;
- data operationeel maken door analyseren en transfereren;
- geautomatiseerde EM-processen uitvoeren;
- het totale EM-proces documenteren door gegevens te selecteren en te structureren.

### 3.7.2 *Van algemene doelstelling naar leerplandoelstelling*

Het verwerven van de nodige leercompetenties voor de leerlingen van de doorstromingsrichting Elektromechanica gebeurt door:

- te zoeken naar verbanden tussen onderdelen van de leerstof of tussen nieuwe leerstof en voorkennis: **Relateren**;
- hoofd- en bijzaken te onderscheiden, grote hoeveelheden informatie reduceren tot enkele relevante delen: **Selecteren en synthetiseren**;
- leerstof schematisch te ordenen: **Structureren**;
- informatie te bestuderen vertrekkend vanuit een geheel naar onderdelen en deelproblemen: **Analyseren**;
- een oordeel te vormen, conclusies trekken: **Verwerken**;
- via transfers vanuit het geleerde nieuwe kennis te construeren: **Ontwerpen**.

Het afgebakend toepassingsgebied waarbinnen de leercompetenties Elektromechanica 3de graad worden verworven bestaat uit:

- kinematica, dynamica, statica en sterkteleer;
- tekenen, materialen, machine-elementen, metingen;
- elektrische aandrijvingen;
- kringen, installaties;
- geautomatiseerde elektromechanische processen.

## 3.8 **Na te streven attitudes Elektromechanica**

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

- Verantwoordelijkheidszin  
Het belang van het eigen handelen onderkennen en plichtsbewust handelen.
- Teamgeest  
Met tegenstrijdige belangen tussen medeleerlingen kunnen omgaan.

- Overtuigingskracht  
Een eigen mening onderbouwen en argumenteren.
- Analytisch denken  
Een probleem in zijn verschillende elementen bekijken.
- Leergierig zijn  
Actief zoeken naar situaties om zijn competentie te verbreden en te verdiepen.
- Synthetisch denken  
Verschillende elementen die tot een oplossing leiden, samenbrengen.
- Kwaliteitsbewust zijn  
In staat zijn om in te schatten aan welke vereisten de studieresultaten moeten voldoen.
- Organiseren  
Het eigen leerproces organiseren en sturen.
- Planmatig werken  
Structuur aanbrengen in tijd en ruimte. Prioriteiten leren leggen bij de aanpak en het verloop van de studie.

Al deze attitudes terzelfder tijd nastreven is uiteraard onmogelijk. Het is daarom aangewezen tijdens afgesproken periodes telkens één of enkele attitudes expliciet te benadrukken.

### 3.9 Relatie met andere vakken

Bepaalde leerinhouden hebben een vakoverschrijdend karakter, bijvoorbeeld 'communicatieve vaardigheden'. Dergelijke leerinhouden, al dan niet in relatie met de geschreven doelstellingen, kunnen ingeleid worden in een les van leraren met een andere vakspecialiteit. Dit heeft als gevolg dat deze doelstellingen kwalitatief makkelijker worden bereikt. Deze leraren kunnen ook ondersteunende medewerking bieden bij de geïntegreerde proef, bij het samenstellen van het dossier of het maken van stageverslagen.

#### Voorbeeld:

De in **lichamelijke opvoeding aangeleerde technieken** om op een ergonomische verantwoorde wijze werkzaamheden uit te voeren, toepassen.

### 3.10 Relatie met de geïntegreerde proef

De leerplandoelstellingen en leerinhouden vormen de basis van de geïntegreerde proef. De betrokkenheid van de interne en externe juryleden en de integratie van algemene vakken vormen een belangrijke meerwaarde bij de geïntegreerde proef. De GIP is van opbouw gelijkend op thema's en projecten, de integratie kan breder zijn.

Het algemeen kader wordt toegelicht in een VVKSO-mededeling. Op de VVKSO-website bij de lessentabel vind je het document met specifieke gegevens voor deze studierichting.



## 4 Algemene pedagogisch-didactische wenken

### 4.1 Inleiding

Dit leerplan wil hoofdzakelijk een leidraad zijn. De erin opgenomen doelstellingen en leerinhouden zijn een referentiekader waarmee het lerarenteam vrij kan omgaan. Het is zelf verantwoordelijk voor de wijze waarop deze doelstellingen door de leerlingen kunnen worden verworven. De in dit leerplan opgenomen pedagogisch-didactische wenken zijn dan ook bedoeld als suggesties, als tips.

In samenspraak met de pedagogische begeleiding werd een begeleidingsdocument opgemaakt. Dit document is te raadplegen via VVKSO > pedagogische websites > Nijverheid(<http://nijverheid.vvksso.be>) > begeleidingsdocumenten > 3<sup>de</sup> graad Elektromechanica.

Het leerplan op zich mag in geen geval een excuus zijn om geen rekening te houden met de noden van de maatschappij en te luisteren naar de verwachtingen van de leerlingen. Daarom is het noodzakelijk dat er voldoende aandacht blijft bestaan voor opvoeding, voor ontplooiingskansen van elke individuele leerling, voor geloofsovertuiging ...

Het is belangrijk dat leerlingen tijdens hun leerproces succes beleven. Zij moeten dan ook voldoende worden gewaardeerd voor het gerealiseerde werk.

### 4.2 Werken aan de realisatie van het studierichtingsprofiel (SRP)

#### 4.2.1 Betekenis

Onder "Werken aan de realisatie van het studierichtingsprofiel" verstaan we een aanpak waarbij we vertrekken vanuit de samenhang tussen de toepassingsgebieden van de toegepaste wetenschappen mechanica en elektriciteit.

In moderne installaties en machines is er bijna altijd sprake van een samengaan van elektro en mechanica. Om de link met de realiteit van het bedrijfsleven te leggen en om zo tot een uitdagende studierichting te komen gaan we dan ook in de 3<sup>de</sup> graad EM-analyses maken van elektromechanische realisaties die gebruik maken van moderne technologieën waarbij de samenhang tussen elektro en mechanica voorkomt.

Verder moet er ook worden gewerkt aan het verwerven van een theoretische basis via wiskunde en toegepaste wetenschappen, daar waar mogelijk in relatie met de studie van realisaties en het uitvoeren van experimenten.

#### 4.2.2 Voordelen van het werken aan de realisatie van het SRP

Een goed omschreven studierichtingsprofiel vergroot de **herkenbaarheid** van de gevolgde studierichting voor leerlingen, ouders en bedrijfswereld.

## 5 Evaluatie

### 5.1 Wat is evalueren?

Evalueren is het verzamelen en beoordelen van gegevens over de prestaties van leerlingen. Deze prestaties moeten gerelateerd zijn aan de door het onderwijs geformuleerde doelstellingen.

### 5.2 Wat en waarom evalueren?

Evalueren is geen doel op zich. Het maakt deel uit van het didactisch proces. Via evalueren krijgen de leerlingen en de leraar informatie over de bereikte en de niet-bereikte leerdoelen.

Zowel het **proces** als het **product** worden geëvalueerd. De klemtoon ligt daarbij uiteraard op het proces want de hoofdbedoeling van het evalueren is bijsturen, remediëren.

Met het proces bedoelen we het leerproces van de lerende. Dit proces bestaat uit het verwerken van de aangeboden leerinhouden die toelaten de doelen te realiseren, het evalueren van die doelstellingen en het bijsturen of remediëren.

De evaluatie van het product is een meting die aangeeft of de lerende in voldoende mate de vooropgestelde doelen heeft bereikt.

Bij het evalueren wordt aandacht besteed aan:

- kennis,
- vaardigheden,
- attitudes,

en aan de samenhang ertussen.

Met het oog op het realiseren van het studierichtingsprofiel is het belangrijk dat de lerende via zelfevaluatie zijn eigen leerproces leert bijsturen om te komen tot competenties die hij nodig heeft om verder te studeren in hoger onderwijs professionele bachelor.

### 5.3 Wanneer evalueren?

Het lerend bezig zijn van de leerlingen en de vorderingen die ze daarbij maken worden permanent geëvalueerd en bijgestuurd.

Naast deze vorm van evalueren moet, met het oog op het studierichtingsprofiel, worden nagegaan of de beoogde doelen van de leercompetenties gehaald worden. Hiervoor zijn evaluaties van grotere leerinhouden nodig. Deze evaluaties kunnen gebeuren tijdens examenperiodes die door de school worden vastgelegd.

Verder kunnen de leerlingen ook nog periodiek, aan de hand van goed gekozen projecten en thema's, worden geëvalueerd. Deze evaluaties van de projecten en thema's hebben altijd het studierichtingsprofiel en de daarmee samenhangende leerdoelen op het oog.

Evalueren helpt het onderwijsproces sturen. Daarom wordt het evalueren doorgedreven geïntegreerd in dat onderwijsproces. Evaluatie is geen afzonderlijke activiteit maar is een leermoment. Daardoor worden het leerproces van de leerling en de instructie van de leraar geoptimaliseerd.

## 5.4 Hoe evalueren?

Tussen de doelstellingen, de gekozen werkvorm en de evaluatie is er een sterke relatie.

Indien we een formatieve evaluatie van het proces nastreven is het doel ervan goede feedback te kunnen geven. Er is sprake van een kwaliteitsvolle feedback indien de terugkoppeling van gegevens tot doel heeft de lerende ermee vooruit te helpen.

Indien we een summatieve evaluatie van het product nastreven is het doel ervan het uitspreken van een eendoordeel over de prestaties van de leerling. Deze evaluatie is gericht op het beslissen of een leerling al dan niet mag overgaan.

Eigenschappen van de evaluatie:

- juiste conclusies trekken uit de resultaten (validiteit);
- herhaald gebruik onder gelijke condities dezelfde resultaten opleveren (betrouwbaarheid);
- elke leerling krijgt dezelfde kansen (objectiviteit);
- de beoordelaar heeft geen invloed (objectiviteit);
- de nodige informatie wordt verstrekt (transparantie);
- de beoordeling is te rechtvaardigen (normering);
- participatie in de evaluatie (leerlingbetrokkenheid);
- aansluiten bij het beroepsleven (authenticiteit).

## 5.5 Hoe rapporteren?

De rapportering gebeurt niet louter via een cijferrapport. De vorderingen van de leerling en vooral de tips voor remediëren worden in een eenvoudige en directe taal omschreven.

Een soort portfolio of dossier bijhouden van de gerealiseerde projecten (eventueel geïllustreerd met foto's van de gerealiseerde projecten) kan een middel zijn om de succesbeleving te bevorderen.



Leerplannen van het VVKSO zijn het werk van leerplancommissies, waarin begeleiders, leraren en eventueel externe deskundigen samenwerken.

**Op het voorliggende leerplan kunt u als leraar ook reageren** en uw opmerkingen, zowel positief als negatief, aan de leerplancommissie meedelen via e-mail ([leerplannen.vvkso@vsko.be](mailto:leerplannen.vvkso@vsko.be)).

Vergeet niet te vermelden over welk leerplan u schrijft: vak, studierichting, graad.

Langs dezelfde weg kunt u zich ook aanmelden om lid te worden van een leerplancommissie.

In beide gevallen zal de coördinatrice leerplannen zo snel mogelijk op uw schrijven reageren.

---

## 6 Algemene doelstellingen, leerplandoelstellingen, leerinhouden Elektromechanische Processen

### 6.1 Preventie (geïntegreerd te realiseren)

#### ALGEMENE DOELSTELLING

De nodige preventiemaatregelen nemen om de veiligheid van zichzelf en zijn teamgenoten te garanderen.

#### LEERPLANDOELSTELLINGEN

#### LEERINHOUDEN

1	Op de arbeidsplaats naar best vermogen zorg dragen voor de eigen veiligheid en gezondheid en deze van de andere personen, in overeenstemming met de gegeven instructies en met de verkregen opleiding.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Veiligheid</li><li>• Gezondheid</li><li>• Instructies</li></ul>
2	Op de juiste wijze gebruik maken van machines, toestellen, gereedschappen, gevaarlijke stoffen, vervoermiddelen en andere middelen die ter beschikking worden gesteld.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Gebruiksaanwijzing</li><li>• Machine-instructiekaart</li><li>• Veiligheidsinstructiekaart</li><li>• Gevaarlijke stoffen</li><li>• Etikettering</li></ul>
3	Op de juiste wijze gebruik maken van de persoonlijke beschermingsmiddelen die ter beschikking worden gesteld en deze na gebruik weer opbergen.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM's)</li></ul>
4	De veiligheidsvoorzieningen van machines, toestellen, gereedschappen, installaties en gebouwen herkennen, deze voorzieningen op de juiste manier gebruiken en ze niet willekeurig uitschakelen, veranderen of verplaatsen.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Collectieve beschermingsmiddelen (CBM's)</li><li>• Signalisatie</li><li>• Pictogrammen</li><li>• Noodprocedures</li><li>• Evacuatieprocedures</li></ul>
5	Elk ernstig of onmiddellijk gevaar voor de veiligheid en de gezondheid en elk gebrek in de beschermingssystemen dat vastgesteld wordt, onmiddellijk melden.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Gevaren</li><li>• Risico's</li><li>• Meldingsprocedures</li></ul>
6	Waar nodig meewerken met de interne dienst voor preventie en bescherming op het werk om taken uit te voeren of verplichtingen na te leven met het oog op de veiligheid.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Preventieadviseur</li><li>• Interne dienst voor preventie en bescherming op het werk</li><li>• Comité voor preventie en bescherming op het werk</li></ul>
7	Waar nodig meewerken aan de realisatie van veilige arbeidsomstandigheden en een veilig werkmilieu en aan het voorkomen van risico's inzake veiligheid en gezondheid binnen het werkterrein.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Beginselen van preventie en veiligheid</li></ul>

- 
- |   |   |   |
|---|---|---|
| 8 | Zich onthouden van geweld, pesterijen of ongewenst seksueel gedrag op het werk en bijdragen tot een positief klimaat op dit vlak. | <ul style="list-style-type: none"><li>• Agressie, pesterijen, ongewenst seksueel gedrag</li><li>• Procedures en afspraken bij het hijsen van lasten</li><li>• Houding aan de werkpost</li></ul> |
|---|---|---|

## 6.2 Milieu (geïntegreerd te realiseren)

### ALGEMENE DOELSTELLING

Op een duurzame manier omgaan met het milieu.

#### LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 9 Het doel en de werking van milieuvriendelijke energieproductietechnieken toelichten.

#### LEERINHOUDEN

- Windenergie
- Zonne-energie
- Waterkracht
- Warmtepomp

- 
- 10 Een keuze maken om rationeel energieverbruik te realiseren.

- Energiezuinig leven
- Isolatie
- Energieverbruik en mobiliteit

## 6.3 Planning – Evaluatie (geïntegreerd te realiseren)

### ALGEMENE DOELSTELLING

Zijn eigen studies van realisaties en leerproces plannen en evalueren.

#### LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 11 De eigen studies van EM-realisaties plannen.
- 12 Het doel van het plannen van de eigen studies verklaren.
- 13 Voor uit te voeren studies een planningsmethode hanteren.

#### LEERINHOUDEN

- Soorten planningen
  - Tijdsplanningen
  - Capaciteitsplanning
- Vaste en variabele planningsgegevens
- Doel van de planning
- Storingen en onderbrekingen

- 
- 14 De administratieve afhandeling en verwerking van gegevens van een eigen studie uitvoeren.
-

15	Zelfstandig beslissingen nemen in het eigen leerproces.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigen leerdoelen</li> <li>• Eigen leeractiviteiten</li> </ul>
16	Aan de hand van ter beschikking gestelde criteria de realisatie van eigen leerdoelen evalueren.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluatiecriteria</li> <li>• Resultaten</li> </ul>

## 6.4 Elektromechanische processen

Al de inhoud van het specifieke deel komen in aanmerking om leerlingen creatief en proefondervindelijk te laten werken.

### 6.4.1 Algemeen

#### LEERPLANDOELSTELLINGEN

#### LEERINHOUDEN

17	Vooraf besproken opstellingen voorbereiden, uitvoeren en resultaten formuleren en toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planning</li> <li>• Documentatie</li> <li>• Presentatie</li> <li>• Neerslag</li> </ul>
18	De verschillende fasen van de opgelegde onderzoeksmethoden in een experiment herkennen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proefopstelling</li> <li>• Meetresultaten</li> <li>• Interpretatie en rapportering</li> </ul>
19	Op basis van een gegeven elektromechanisch systeem, via analyse, oplossingen voorstellen ter verbetering.	
20	Experimenten of onderzoeksopdrachten uitvoeren aan de hand van een instructie.	
21	Tijdens de uitvoering, uitvoeringsfouten ontdekken en oplossingen formuleren.	
22	Gepaste hulpmiddelen en informatie gebruiken om gegevens te verzamelen, relaties te onderzoeken en resultaten voor te stellen.	
23	Reflecteren over de te bekomen resultaten en over de aangewende methode.	

### 6.4.2 Specifiek

#### ALGEMENE DOELSTELLINGEN

De leerling kan:

- fysische wetmatigheden onderzoeken, besluiten trekken en deze wetenschappelijk onderbouwen;
- constructies en constructie-elementen analyseren en ontwerpen;

- hydraulische en pneumatische kringen analyseren en ontwerpen;
- de aandrijving van elektromechanische processen analyseren om elektromotoren te kiezen en gekozen elektromotoren te schakelen;
- elektrische kringen beveiligen door analyseren;
- geautomatiseerde elektromechanische processen analyseren om randapparatuur te kiezen;
- stuur- en controle-elementen bij EM-processen centraliseren;
- data operationeel maken door analyseren en transfereren;
- geautomatiseerde EM-processen uitvoeren;
- het totale EM-proces documenteren door gegevens te selecteren en te structureren.

## LEERPLANDOELSTELLINGEN

## LEERINHOUDEN

24	Bewegingen samenstellen en ontbinden.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relatieve en absolute beweging</li> </ul>
25	De begrippen bij bewegingen van vaste lichamen toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Translatie</li> <li>• Rotatie</li> </ul>
26	In toepassingen waarden berekenen, proefondervindelijk opmeten en de meetwaarden interpreteren.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rollen</li> <li>• Samengestelde bewegingen               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Samenstelling van bewegingen</li> <li>– Ontbinden van bewegingen</li> </ul> </li> </ul>
27	Krachten samenstellen en ontbinden.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Samenlopende krachten in de ruimte</li> <li>• Coplanaire en niet-coplanaire krachten</li> </ul>
28	Reactiekrachten en -momenten berekenen bij lichamen in statisch evenwicht.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vrij en gebonden lichaam</li> <li>• Vrijmaken van lichamen</li> <li>• Evenwichtsvoorwaarden</li> <li>• Evenwicht in het vlak</li> <li>• Evenwicht in de ruimte</li> <li>• Evenwicht door wrijvingskrachten               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Wrijvingskrachten</li> <li>– Wrijvingsfactor</li> <li>– Statische en kinematische wrijving</li> </ul> </li> </ul>
29	Krachten berekenen bij lichamen in een dynamisch evenwicht.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lichamen in translatie en rotatie</li> <li>• Traagheidskrachten</li> <li>• Principe van d'Alembert</li> <li>• Massatraagheidsmoment</li> <li>• Centripetale kracht</li> </ul>

30	Bij translatie- en rotatiebewegingen van lichamen waarden berekenen van dynamische grootheden.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grootheden <ul style="list-style-type: none"> <li>– arbeid</li> <li>– vermogen</li> <li>– rendement</li> </ul> </li> </ul>
31	Bij toepassingen van energieomzettingen de waarden van de soorten energie meten en berekenen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De wet van behoud van energie</li> <li>• Begrippen <ul style="list-style-type: none"> <li>– Energie</li> <li>– Potentiële energie</li> <li>– Kinetische energie</li> </ul> </li> </ul>
32	De arbeidsvergelijking van eenvoudige werktuigen opstellen en toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De arbeidsvergelijking</li> <li>• Eenvoudige werktuigen</li> </ul>
33	Aan de hand van een spannings-rekdiagramma de relatie tussen kracht en verlenging bepalen en de begrippen toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Begrippen: spanning en rek <ul style="list-style-type: none"> <li>– Spannings-rekdiagram</li> <li>– Wet van Hooke</li> <li>– Toelaatbare spanning</li> <li>– Trek- en drukspanning</li> <li>– Rekgrens 0,2%</li> <li>– Elasticiteit</li> <li>– Plasticiteit</li> </ul> </li> </ul>
34	In functie van het belastingsgeval de toelaatbare spanning met behulp van een tabel bepalen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soorten spanning: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Trek</li> <li>– Druk</li> <li>– Afschuiving</li> <li>– Buiging</li> <li>– Wringing</li> <li>– Knik (U)</li> <li>– Normaal</li> <li>– Tangentiaal</li> </ul> </li> <li>• Veiligheidsfactor</li> </ul>
35	In een constructie-element de spanningen als gevolg van inwerkende krachten en momenten berekenen en toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Belaste oppervlak <ul style="list-style-type: none"> <li>– Dwarsdoorsnede</li> </ul> </li> <li>• Normaalkracht</li> </ul>



- Dwarskracht
- Buigmoment
- Wringmoment
- Traagheidsmoment
  - Tabellenboek
- Grafische voorstelling
  - Momentenlijn-dwarskracht
- Zin van de inwerkende krachten en momenten
  - Positief
  - Negatief
- Soorten spanningen
  - Trek
  - Druk
  - Buiging
  - Afschuiving
  - Wringing
  - Knik (U)

- 
- 36 In een te ontwerpen constructie de keuze van de onderdelen verantwoorden.
- 37 Voor te ontwerpen constructies de onderdelen en de verbindingen kiezen.
- 38 In functie van de belasting de afmetingen bepalen.

- Schroefverbindingen
  - Specifieke aanduidingen sterkte, klasse
  - Borgen van schroefverbinding
  - Montagevoorschriften
  - Afmetingen in functie van de belasting
  - Voorspankracht, aanhaalmoment
  - Info uit tabellen
- Assen
  - Astapafmetingen
  - Asafmetingen
  - Draagas
  - Overbrengingsas
- As-naafverbinding
- Spieën
- Afdichtingen
- Lagers
  - Glijlagers
  - Wentellagers

		<ul style="list-style-type: none"> <li>– Lagerafmetingen</li> <li>– Draaggetal</li> <li>– Levensduur</li> <li>– Equivalente statische en dynamische belasting (U)</li> <li>• Penverbindingen</li> <li>• Askoppelingen</li> <li>• Tandwieloverbrenging <ul style="list-style-type: none"> <li>– Rechte tandwielen</li> <li>– Kenmerken van de tandvorm <ul style="list-style-type: none"> <li>– Evolvente</li> <li>– Steek</li> <li>– Module</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• Riem-riemschijf</li> <li>• Ketting-kettingwielen</li> </ul>
39	In een te ontwerpen constructie van het bewegingsmechanisme het werkingsprincipe toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kinematische ketting</li> <li>• Kracht-, snelheidsverloop</li> <li>• Vermogen</li> </ul>
40	De betekenis van de materiaaleigenschappen toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiaaleigenschappen <ul style="list-style-type: none"> <li>– Geleidbaarheid (warmte, elektrische ...)</li> <li>– Taaiheid</li> <li>– Hardheid</li> <li>– Kerfbestendigheid <ul style="list-style-type: none"> <li>Kerfwerking: oorzaak, gevolg</li> </ul> </li> <li>– Corrosiebestendigheid <ul style="list-style-type: none"> <li>Soorten corrosie</li> <li>Contactcorrosie</li> <li>Spleet- en putvormige corrosie</li> <li>Interkristallijne corrosie</li> <li>Spanningscorrosie</li> </ul> </li> <li>– Treksterkte ...</li> </ul> </li> </ul>
41	Het verband tussen de materiaalkeuzes en de functie van de toepassing toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soorten materialen</li> <li>• Ferrometalen <ul style="list-style-type: none"> <li>– Staal</li> <li>– Gietijzer</li> <li>– Legeringen (twee)</li> <li>– rvs</li> </ul> </li> <li>• Non-ferrometalen <ul style="list-style-type: none"> <li>– Aluminium en één legering</li> </ul> </li> </ul>

---

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Koper, messing en brons</li> <li>• Kunststoffen <ul style="list-style-type: none"> <li>– Thermoplasten</li> <li>– Thermoharders</li> <li>– Elastomeren</li> <li>– Composieten <ul style="list-style-type: none"> <li>Toepassingen</li> <li>Verwerken</li> <li>Composietmaterialen</li> </ul> </li> <li>– Gieten</li> <li>– Extruderen</li> <li>– Vacuümtechnieken</li> </ul> </li> <li>• Bewerken <ul style="list-style-type: none"> <li>– Verspanen</li> <li>– Lassen</li> <li>– Plooien</li> </ul> </li> <li>• Thermische behandelingen (U)</li> <li>• Thermoformeren</li> <li>• Beschermen tegen corrosie: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Aanbrengen van deklagen</li> <li>– Kathodische bescherming</li> <li>– Corrosiebewust construeren</li> </ul> </li> </ul>
42	<p>Het verband tussen de structuren en de materiaaleigenschappen duiden.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiaalsoorten <ul style="list-style-type: none"> <li>– Ferrometalen</li> <li>– Non-ferrometalen</li> </ul> </li> <li>• Kristalroosters</li> <li>• Legeringen: mengkristallen, mengsel van kristallen</li> <li>• Composieten</li> <li>• Kunststoffen <ul style="list-style-type: none"> <li>– Thermoplasten</li> <li>– Thermoharders</li> <li>– Elastomeren</li> </ul> </li> </ul>
43	<p>Kenmerkende eigenschappen van materialen in tabellen opzoeken, onderling vergelijken en toelichten.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fysische eigenschappen <ul style="list-style-type: none"> <li>– Elektrische geleidbaarheid</li> <li>– Warmte geleidbaarheid</li> <li>– Soortelijke massa</li> </ul> </li> <li>• Mechanische eigenschappen <ul style="list-style-type: none"> <li>– Verwerkbaarheid</li> </ul> </li> </ul>

---

		<ul style="list-style-type: none"> <li>– Lasbaarheid</li> <li>• Chemische eigenschappen <ul style="list-style-type: none"> <li>– Corrosiebestendigheid</li> </ul> </li> <li>• Materialen <ul style="list-style-type: none"> <li>– IJzer en zijn legeringen</li> <li>– rvs</li> <li>– Aluminium</li> <li>– Koper–messing</li> </ul> </li> </ul>
44	Materiaalbeproevingen uitvoeren, resultaten formuleren en toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiaalonderzoek</li> <li>• Niet-destructieve <ul style="list-style-type: none"> <li>– Penetrant onderzoek</li> <li>– Magnetisch onderzoek</li> <li>– Ultrasoon onderzoek (U)</li> <li>– Röntgen onderzoek (U)</li> </ul> </li> <li>• Destructieve <ul style="list-style-type: none"> <li>– Trekproef</li> <li>– Materiaalsoorten <ul style="list-style-type: none"> <li>Ferromaterialen</li> <li>Non-ferrometalen</li> <li>Kunststof</li> </ul> </li> <li>– Meetresultaten <ul style="list-style-type: none"> <li>Spannings-rekdiagram</li> <li>Overgangspunten, –gebieden</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• Hardheidsproef <ul style="list-style-type: none"> <li>– Materiaalsoorten <ul style="list-style-type: none"> <li>Ferromaterialen: <ul style="list-style-type: none"> <li>Zacht staal</li> <li>Gehard oppervlak</li> </ul> </li> <li>Non-ferrometalen: <ul style="list-style-type: none"> <li>Aluminium</li> <li>Koper–messing–brons</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>– Soorten hardheidsmeting <ul style="list-style-type: none"> <li>Rockwell B en C</li> <li>Drukproef (U)</li> <li>Buigproef (U)</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>
45	Vanuit een omschrijving van een constructie een tekening maken.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse van de gevraagde constructie <ul style="list-style-type: none"> <li>– Functie, werking, materiaalkeuze, verbindingen, sterkteberekeningen, kinematische en dynamische keten</li> <li>– Genormaliseerde delen</li> <li>– Aankooldelen - zelf te maken delen</li> </ul> </li> <li>• Tekening</li> </ul>
46	Tekeningen en schema's analyseren en toelichten via CAD.	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– 3D en 2D</li> <li>– Ontvouwingen (U)</li> <li>• Maatvoering en tolerantie</li> <li>• Bijkomende aanduiding</li> </ul>
47	<p>De begrippen, gebruikt bij maatvoering en toleranties, toelichten.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tolerantie <ul style="list-style-type: none"> <li>– Passing</li> <li>– Maat: functioneel, referenties ...</li> <li>– Vorm en plaats</li> </ul> </li> <li>• Oppervlaktegesteldheid</li> </ul>
48	<p>Uit een gegeven samenstellingstekening een uitvoeringstekening genereren.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uitvoeringstekening</li> <li>• Bematn <ul style="list-style-type: none"> <li>– Maattolerantie</li> <li>– ISO-passing</li> <li>– Functioneel</li> <li>– Referentiepunten</li> <li>– Vorm- en plaatstolerantie</li> <li>– Oppervlaktegesteldheid</li> <li>– Plaatontvouwing (U)</li> </ul> </li> </ul>
49	<p>Bij een constructie of een onderdeel van een constructie vanuit de functie de toleranties bepalen en controleren.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Studie van de tekening <ul style="list-style-type: none"> <li>– Referenties</li> <li>– Maattolerantie</li> <li>– Vorm- en plaatstolerantie</li> <li>– Oppervlaktegesteldheid</li> </ul> </li> <li>• Te meten vormen <ul style="list-style-type: none"> <li>– Kegel</li> <li>– Tandwiel (recht)</li> <li>– Schroefdraad</li> <li>– Binnen- en buitenvormen</li> </ul> </li> <li>• Te meten <ul style="list-style-type: none"> <li>– Lengtes, hoeken, ruwheden</li> </ul> </li> <li>• Te gebruiken meetgereedschappen, toestellen <ul style="list-style-type: none"> <li>– 3D-meetsysteem</li> <li>– Profielmeetbank (U)</li> </ul> </li> </ul>
50	<p>De begrippen bij hydraulische en pneumatische kringen toelichten.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Druk <ul style="list-style-type: none"> <li>– Absolute druk</li> <li>– Atmosferische druk</li> </ul> </li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>– Onder- en overdruk</li> <li>– Totale druk</li> <li>– Debiet</li> <li>• SI-eenheden van druk</li> <li>• Afgeleide eenheden</li> </ul>
51	In een toegepaste hydraulische kring de specifieke waarden berekenen, proefondervindelijk opmeten en de meetwaarden interpreteren.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hydrostatische toepassing <ul style="list-style-type: none"> <li>– Hydrostatische druk</li> </ul> </li> <li>• Wet van Pascal</li> <li>• Hydrodynamica <ul style="list-style-type: none"> <li>– Hydrodynamische druk</li> <li>– Wet van Castelli</li> <li>– Wet van Bernoulli</li> <li>– Venturi principe</li> <li>– Energieoverdracht in een hydraulisch systeem</li> </ul> </li> </ul>
52	Het werkingsprincipe en de specifieke begrippen van een pomp toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkingsprincipe <ul style="list-style-type: none"> <li>– Verdringingspomp</li> <li>– Stromingspomp</li> </ul> </li> <li>• Begrippen <ul style="list-style-type: none"> <li>– Debiet</li> <li>– Opvoerhoogte</li> <li>– Zuighoogte</li> <li>– Vermogen</li> <li>– Cavitatie</li> </ul> </li> <li>• Interpretatie pompgrafiek</li> </ul>
53	Vanuit een omschrijving een hydraulische kring ontwerpen en een schema opstellen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse van de kring <ul style="list-style-type: none"> <li>– Functie, werking, dimensioneringen, energetische keten</li> <li>– Basiscomponenten</li> <li>– Genormaliseerde delen</li> <li>– Koopdelen</li> <li>– Schema's</li> </ul> </li> </ul> <p style="text-align: right;">Symbolen Codes</p>

54	Functie en werkingsprincipe van de basiscomponenten van een hydraulische kring toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Basiscomponenten</li> <li>• Hydromotor, -pomp</li> </ul>
55	Voor een hydraulische kring de componenten met behulp van tabellen dimensioneren.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cilinder</li> <li>• Druk- en debietregelkleppen</li> <li>• Terugslag, balanceer en remkleppen</li> <li>• Ventielen</li> <li>• Leidingen <ul style="list-style-type: none"> <li>– Stroming <ul style="list-style-type: none"> <li>Laminair</li> <li>Turbulent</li> </ul> </li> <li>– Reynoldsgetal</li> </ul> </li> <li>• Viscositeit (SAE-getal)</li> <li>• Hydraulisch rendement</li> </ul>
56	De functie en de verwerking van de hydraulische vloeistof toelichten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conditionering van de hydraulische vloeistof <ul style="list-style-type: none"> <li>– Koeling</li> <li>– Onderhoud en storingen</li> <li>– Verontreiniging</li> </ul> </li> <li>• Hydraulische vloeistof <ul style="list-style-type: none"> <li>– Soorten</li> <li>– Eigenschappen</li> </ul> </li> <li>• Filters (zuig, pers en retour)</li> <li>• Reservoirs</li> <li>• Opstarten installatie</li> </ul>
57	Het werkingsprincipe van regelhydraulische systemen toelichten (U).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Snelheidsregelingen (proportioneel)</li> <li>• Positioneringen (servo)</li> </ul>
58	Functie en werkingsprincipe van de componenten van een pneumatische kring toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compressoren <ul style="list-style-type: none"> <li>– Werkingsprincipe</li> <li>– <math>p</math>-V diagram</li> <li>– Begrippen <ul style="list-style-type: none"> <li>Debiet</li> <li>Vermogen</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• Cilinders</li> <li>• Ventielen <ul style="list-style-type: none"> <li>– Overdrukventiel en veiligheidsventiel</li> <li>– Reduceerventiel</li> </ul> </li> </ul>

59	De conditionering van perslucht toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• conditioneringseenheid <ul style="list-style-type: none"> <li>– filters</li> <li>– drogen</li> <li>– koeling</li> <li>– reservoirs</li> <li>– smeren</li> </ul> </li> </ul>
60	Op basis van een (elektro)pneumatisch systeem, via analyse, oplossingen uitwerken.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schematische voorstelling</li> <li>• Schemalezen</li> <li>• Logische opbouw</li> <li>• Keuze componenten</li> <li>• Onderdelen <ul style="list-style-type: none"> <li>– Benoemen</li> <li>– Omschrijving functie</li> </ul> </li> <li>• Werking installatie</li> <li>• Uitvoering installatie</li> <li>• In bedrijfstelling</li> </ul>
61	In functie van een toepassing de pneumatische componenten met behulp van tabellen dimensioneren.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compressor</li> <li>• Cilinder</li> <li>• Diameter van leiding</li> </ul>
62	Een aansluitschema van een gegeven elektromechanisch proces opstellen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tekeninglezen <ul style="list-style-type: none"> <li>– CAE</li> </ul> </li> <li>• Schematische weergave</li> <li>• Symbolische voorstelling <ul style="list-style-type: none"> <li>– Elektrisch</li> <li>– Elektropneumatisch</li> <li>– Elektrohydraulisch</li> </ul> </li> <li>• Keuze beveiliging</li> <li>• Kruisverwijzing</li> </ul>
63	In een bestaand (elektro) pneumatische en/of (elektro)hydraulische installatie fouten detecteren, rapporteren en een passende oplossing voorstellen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Foutdetectie</li> </ul>
64	RL- en RC-kringen opbouwen en metingen uitvoeren bij 50 Hz.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Te meten grootheden</li> <li>• Spanning en deelspanningen</li> <li>• Stroom en deelstromen</li> <li>• Totale impedantie</li> </ul>
65	De resultaten van de meetopstellingen toetsen aan berekende waarden.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vectoriële voorstelling</li> <li>• Faseverschuiving tussen bronspanning en bronstroom</li> <li>• Praktische toepassingen</li> </ul>



66	Arbeid en vermogen bij eenfasige elektrische verbruikers interpreteren en gepaste maatregelen bepalen om de arbeidsfactor te verbeteren.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enkelvoudige kringen</li> <li>• Praktisch gemengde kringen</li> <li>• Arbeid en vermogen</li> <li>• <math>\cos\phi</math>-compensatie</li> </ul>
67	Het gebruik van het driefasennet verklaren.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ontstaan driefasenspanning</li> </ul>
68	Schakelen van verbruikers op driefasige netten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoofdeigenschap</li> <li>• Ster- en driehoekschakeling</li> </ul>
69	Metten en berekenen van arbeid en vermogen bij driefasige elektrische verbruikers, de meetwaarden integreren en gepaste maatregelen voorstellen om de arbeidsfactor te verbeteren.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3- en 4-geleidernetten</li> <li>• Symmetrische en asymmetrische belastingen</li> <li>• Lijn- en fasegrootheden</li> <li>• Symmetrische – asymmetrische verbruikers</li> <li>• Vermogen en arbeid</li> <li>• Condensatorbatterijen</li> </ul>
70	Doel en werking van bijzondere transformatoren toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soorten</li> <li>• Specifieke toepassingen <ul style="list-style-type: none"> <li>– Stroomtang</li> <li>– Stroom- en spanningstransfo als meetinstrument</li> <li>– Scheidingstransfo</li> </ul> </li> </ul>
71	De principiële werking van een eenfasemotor en driefasemotor verklaren.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eenfasige motor</li> <li>• Driefasige motoren</li> </ul>
72	Het gebruik van een universele motor toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Universele motor</li> </ul>
73	De samenstelling en werking van de driefasige asynchrone motor verklaren.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Samenstelling</li> <li>• Werking</li> <li>• Draaiveld</li> <li>• Kortsluitanker versus slepringanker</li> </ul>
74	De koppel-rotatiefrequentie, karakteristiek van een asynchrone motor, opmeten en toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Slip-rotatiefrequentie</li> <li>• Motorkoppel, frequentie, statorspanning</li> <li>• Vermogen, rendement en <math>\cos\phi</math></li> <li>• Aanloopstroom</li> </ul>
75	De DC-brushless motor aansluiten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Samenstelling en werking</li> <li>• Brushless DC-motor</li> <li>• Inverter (inclusief MOSFET, IGBT)</li> <li>• Regeling rotatiefrequentie</li> <li>• Terugkoppeling</li> </ul>
76	Op basis van een schema de driefasige asynchrone motor schakelen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vermogenkring</li> <li>• Stuurkring</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Start–stop</li> <li>• Omkeerschakeling</li> <li>• Elektronische motorstarters</li> </ul>
77	Contactoor en SSR aansluiten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contactoor</li> <li>• SSR (solid state relais)</li> <li>• De technische specificaties opzoeken</li> </ul>
78	De geldende elektrische normering i.v.m. veiligheid toepassen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Normering elektrische componenten (verbruikers en bediening)</li> <li>• Directe en indirecte aanraking</li> <li>• Netstelsels</li> <li>• Kabels (normering)</li> <li>• Sectorspecifieke normering (U)</li> </ul>
79	De AS-motor aansluiten en belasten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenplaatje-catalogi</li> <li>• Spanning, stroom, koppel en vermogen</li> <li>• Draaizin omkeren</li> <li>• In relatie tot een mechanische belasting</li> <li>• In dienststelling</li> <li>• Beveiliging</li> <li>• Storingen</li> </ul>
80	Aanzetmechanismen kiezen i.f.v. de belasting.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soorten belasting <ul style="list-style-type: none"> <li>– Ventilator, hefwerktuig</li> </ul> </li> <li>Aanzetmechanismen <ul style="list-style-type: none"> <li>– Ster-, driehoekaanzet</li> <li>– Softstarter (U)</li> <li>– Aanlopen met frequentieregelaar</li> </ul> </li> </ul>
81	Aansluiten en het in bedrijf stellen van een frequentieomvormer.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbetering motorkarakteristieken met een frequentieomvormer</li> </ul>
82	Onderbrekingsmechanismen toepassen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beveiligingsmechanismen</li> <li>• Kortsluiting</li> <li>• Overbelasting</li> </ul>
83	Beveiligingsmaatregelen tegen de gevolgen van rechtstreekse en onrechtstreekse aanraking treffen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Symbolische voorstelling</li> <li>• Onderbrekingsmethoden</li> <li>• Scheider, lastscheider, vermogensschakelaar</li> <li>• Smeltzekeringen HOV (hoog onderbrekingsvermogen)</li> <li>• Gebruiksklasse</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uitschakelcurve</li> <li>• Selectiviteit</li> <li>• Soorten onderbrekingsmechanismen <ul style="list-style-type: none"> <li>– Thermisch</li> <li>– Thermo–magnetisch</li> <li>– Elektronisch</li> </ul> </li> <li>• Spanningsdomeinen</li> <li>• LS (lage spanning) – ZLS (zeer lage spanning)</li> <li>• Afschermingsgraden – IP klasse</li> <li>• Differentieel</li> </ul>
84	De isolatieweerstand meten en het begrip toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Veiligheidscurve + maximale conventionele grensspanningen UL (lijnspanning)</li> <li>• Nulleidersystemen of regimes</li> <li>• Dubbele isolatie</li> <li>• Equipotentiale verbinding</li> </ul>
85	Verdeelbord van een geautomatiseerde installatie ontwerpen.	
86	Bij het ontwerpen van een geautomatiseerd project de meest geschikte sensor kiezen en aansluiten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse bestand verdeelbord - schema</li> <li>• Schema via CAE</li> <li>• Kastlayout via CAE <ul style="list-style-type: none"> <li>– Klemmen, klemnummers</li> <li>– Plaats van de onderdelen</li> </ul> </li> <li>• Principe van energieverandering</li> </ul>
87	Vanuit de noden van een automatiseringsproces een plc programmeren.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analooq en digitaal signaal</li> <li>• Stroom, spanningssignalen, standaardsignalen</li> <li>• Symbolische voorstelling</li> <li>• Bekabelen van sensoren</li> <li>• Sensoren <ul style="list-style-type: none"> <li>– Inductieve</li> <li>– Capacitieve</li> <li>– Optische</li> <li>– Magnetische</li> <li>– Ultrasonen</li> </ul> </li> </ul>
88	Randapparatuur volgens voorschriften aan de plc aansluiten.	<p>Analyse van proces</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Blokschema</li> <li>• Ingangen–uitgangen</li> <li>• Digitaal–analooq</li> <li>• Hoofdkring en stuurkring</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>– Programming</li> <li>– Sequentieel, combinatorisch</li> <li>• Adresseringsmogelijkheden</li> <li>• Plc-cyclus</li> <li>• Plc-hardware</li> <li>• Test routines</li> </ul>
89	Communicatiesystemen voor deelnemers aan een geautomatiseerd proces instellen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documentatie</li> <li>• HMI (human machine interface)</li> </ul>
90	Het elektro-mechanisch systeem uitbreiden met supervisie.(U)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Veldbuscommunicatie <ul style="list-style-type: none"> <li>– Decentrale in- en uitgangen</li> <li>– Tussen plc's onderling</li> </ul> </li> <li>• Koppeling naar pc (U)</li> </ul>
91	Gemeten signalen analyseren.	
92	Gemeten signalen omvormen tot standaard-signalen via bestaande componenten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0 tot 10 V, 4 tot 20 mA, ...</li> </ul>
93	Een eenvoudig combinatorisch probleem/ proces analyseren, interpreteren, aansluiten en testen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proces</li> <li>• Motoren, <ul style="list-style-type: none"> <li>– Elektropneumatisch</li> <li>– Elektrohydraulisch</li> </ul> </li> </ul>
94	Een installatie in bedrijf nemen en testen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Omgeving <ul style="list-style-type: none"> <li>– Ex ...</li> </ul> </li> <li>• Technologieën <ul style="list-style-type: none"> <li>– Elektrisch</li> <li>– Elektropneumatisch</li> <li>– Elektrohydraulisch</li> </ul> </li> </ul>
95	De bouwstenen van een installatie afstemmen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bouwstenen <ul style="list-style-type: none"> <li>– Timers en tellers</li> <li>– Turnen van actuatoren</li> </ul> </li> </ul>
96	Het elektro-mechanisch systeem documenteren ten behoeve van de gebruiker.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gebruikershandleiding</li> </ul>
97	Het elektro-mechanisch systeem documenteren ten behoeve van periodiek onderhoud. (U)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Onderhoudshandleiding</li> </ul>

## 7 Minimale materiële vereisten

### 7.1 Infrastructuur

#### 7.1.1 Werkplaats

Men dient te beschikken over een ruime werkplaats, die beantwoordt aan de reglementaire eisen op het vlak van veiligheid, gezondheid, hygiëne, ergonomie en milieu. In het bijzonder wordt er aandacht gevraagd voor het verfraaien en het inrichten van oude of verouderde werkplaatsen. Zij bepalen immers in belangrijke mate het leer- en leefklimaat van de leerlingen. Voor alle betrokkenen blijft het een belangrijke uitdaging om voor deze leerlingengroep een aangename leeromgeving te creëren.

Daarnaast zijn volgende lokalen, liefst aangrenzend, noodzakelijk:

- een goed uitgerust klaslokaal–lab met documentatiecentrum,
- een goed uitgerust informaticalokaal met internetaansluiting,
- een wasplaats,
- een kleedkamer.

#### 7.1.2 Vaklokaal

*Algemeen*

Schoolmeubilair

Projector

Pc's, printer, software (tekstverwerking, rekenblad, bestandsbeheer, simulatiepakketten, CAD-tekenpakket)

Tekenpakketten (mechanisch, 3D, elektrisch, pneumatisch, hydraulisch, sterkteberekeningen) sommige pakketten hebben dit bijna allemaal in huis.

### 7.2 Specifieke minimale materiële vereisten specifiek gedeelte

Dit is een geïntegreerd pakket, het veronderstelt derhalve een goed uitgerust vaklokaal voorzien van moderne media voor het aanschouwelijk aanbrengen van nieuwe inhoud. Alle experimenten opgenomen in dit leerplan zijn **doeproeven**, niettemin zijn enkele didactische meetinstrumenten en didactische panelen onontbeerlijk voor het begeleiden van de door de leerlingen uitgevoerde experimenten.

De opstelling van het meubilair in het vaklokaal spoort de leerlingen aan om niet alleen van de leerkracht maar ook van de medeleerlingen te leren, een ruim lokaal waar experimenten en theorie elkaar dienen.

#### 7.2.1 Elektrische uitrusting

- Universeel plug-in systeem
- Plug-in componenten, weerstanden spoelen en condensatoren
- Meetsnoeren

- Multimeters
- Regelbare, begrensde voeding (0 - 30 V, 0 - 2 A)
- LF-Functiegenerator
- LF-Oscilloscoop
- Begrensde stroombron voor doeproeven rond elektromagnetisme (vb. lastransformator)
- Diverse kernen, spoelen en kompasnaaldjes voor doeproeven rond elektromagnetisme
- Diverse vermogenschakelaars, differentieelschakelaars, elektrisch schakelmateriaal
- Kleine elektrische schakelkastjes
- Divers schakelmateriaal voor rechtstreeks (schakelaars, drukknoppen) en onrechtstreeks schakelen (elektromagnetische en elektromechanische schakelaars)
- Domotica modules en toebehoren met lage drempel (eg. Nikobus PS) (U)
- Diverse sensoren, limietschakelaars met spanningsvrije contacten
- Diverse plc's
- Diverse actoren, kleine elektromotoren, ventielen en cilinders ed.
- Platform voor het grafisch ontwikkelen van proceduregerichte programma's
- Pc's met grafische programmeersoftware voor programmeerbare bouwstenen en micro plc's
  - Bewegende mechanische constructies voor het monteren van limietschakelaars en actuatoren
  - Plc's en toebehoren
  - Elektrische motoren
  - Omvormers
  - Sensoren
  - Vermogenschakelaars
  - Stuulementen
  - Communicatiemogelijkheden voor plc

## **7.2.2 Montage en handgereedschappen**

- Bankhamer
- Tangen
- Handboormachine
- Set inbussleutels
- Haakse slijpmachine
- Metalen handbeugelzaag
- Set schroevendraaiers
- Set snijkussenhouders
- Soldeerbout
- Set steeksleutels
- Universele doos potsleutels
- Universele tang
- Set verstelbare wringijzers voor tappen en handruimers

- Set vijlen
- Werkbank met bankschroeven
- Set binnentrekkers voor kogellagers
- Set borgveertangen voor binnenringen
- Set borgveertangen voor buitenringen
- Montagetafel en montagegereedschappen
- Set penuitdrijvers
- Platte stalen beitel voor mecanicien
- Puntslag
- Set riemschijfatrekkers
- Slagschroevendraaier
- Splitpentang
- Vijlenborstel (staaldraad)
- Waterpomptang
- Werkbank met bankschroeven

### **7.2.3 *Hydraulische-pneumatische uitrusting***

- Compressorgroep met luchtconditioneringsgroep
- Manometer
- Olienevelaar
- Pneumatica schakeling- en simulatiesoftware
- Pneumatische testbank (U)
- Pneumatische cilinders, ventielen
- Diverse vermogensschakelaars, differentieelschakelaars, elektrisch schakelmateriaal
- Kleine elektrische schakelkastjes
- Diverse schakelmateriaal voor rechtstreeks (schakelaars, drukknoppen) en onrechtstreeks schakelen (elektromagnetische en elektromechanische schakelaars)
- Diverse sensoren, limietschakelaars met spanningsvrije contacten
- Diverse micro plc's
- Diverse actoren, kleine elektromotoren, ventielen en cilinders ed.
- Didactische panelen
- Mechanische constructies voor het monteren van limietschakelaars en actuatoren hydraulisch materiaal en toebehoren
- Diverse hydraulische cilinders, kleppen en schuiven
- Hydraulische testbank (U)

### **7.2.4 *Mechanische uitrusting***

- Diverse handgereedschappen
- 3D-meetsysteem

- Hardheidsmeter
- Trekbank



## 8 Bibliografie

### **Beroepsprofielen**

SERV

### **Schaal voor attitudemeting (SAM)**

Verbond van Christelijke Werkgevers en Kaderleden

### **Richtlijnen - Normen technisch tekenen**

CRITTO

### **Polytechnisch zakboekje**

Standaard educatieve Uitgeverij

Belgiëlei 147 a

2018 Antwerpen

### **Tabellenboek voor metaaltechniek**

Plantyn

## 9 Nuttige adressen

### **Agoria Vlaanderen**

Diamantbuilding  
Reyerslaan 80  
B 1030 Brussel  
Website: <http://www.agoria.be/>

### **Fechiplast**

Marie-Louizasquare 49  
B 1000 Brussel

### **BIN (Belgisch Instituut voor Normalisatie)**

Brabançonnelaan 29  
1040 BRUSSEL  
Tel.: 02 520 22 33  
Website: <http://www.bin.be/NL/index.htm>  
E-mail: [webmaster@ibn.be](mailto:webmaster@ibn.be)

### **DBO (Dienst voor Beroepsopleidingen)**

Koningsstraat 93 bus 3  
1000 BRUSSEL  
Tel.: 02 227 14 11  
Fax: 02 227 14 00  
Website: <http://www.ond.vlaanderen.be/dbo/>  
E-mail: [DBO@Vlaanderen.be](mailto:DBO@Vlaanderen.be)

### **KVIV (Koninklijke Vlaamse Ingenieurs Vereniging)**

Desguinlei 214  
2018 ANTWERPEN  
Tel.: 03 216 09 96  
E-mail: [critto@ti.kviv.be](mailto:critto@ti.kviv.be)  
Website: <http://www.ti.kviv.be/critto>

### **Verbond van Kristelijke Werkgevers en Kaderleden**

Tervurenlaan 463  
1160 BRUSSEL  
Tel.: 02 773 16 80

### **VLOR (Vlaamse Onderwijsraad)**

Leuvenseplein 4  
1000 BRUSSEL  
Tel.: 02 219 42 99  
Fax: 02 219 81 18  
E-mail: [vlaamse.onderwijsraad@vlor.be](mailto:vlaamse.onderwijsraad@vlor.be)  
Website: <http://www.vlor.be>

### **VIK (Vlaamse Ingenieurskamer)**

Herentalsebaan 643  
2160 WOMMELGEM  
Tel.: 03 259 11 00  
Fax 03 259 11 01

E-mail: [ing@vik.be](mailto:ing@vik.be)  
Website: <http://www.vik.be>

**VMM (Vlaamse Milieumaatschappij)**

A. Van De Maelestraat 96  
9320 EREMBODEGEM  
Tel.: 053 72 64 45  
Website: <http://www.vmm.be/>

**VVKSO (Vlaams Verbond van het Katholiek Secundair Onderwijs)**

Guimardstraat 1  
1040 BRUSSEL  
Tel.: 02 507 07 30  
Fax: 02 511 33 57  
E-mail: [info@vvkso.vsko.be](mailto:info@vvkso.vsko.be)  
Website: <http://www.vsko.be>

**WTCB (Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf)**

Maatschappelijke zetel  
Violetstraat 21-23  
1000 BRUSSEL  
Tel.: 02 502.66.90  
E-mail: [info@bbri.be](mailto:info@bbri.be)  
Website: <http://www.bbri.be/wtcb.htm>

**WTCM (Wetenschappelijk en Technisch Centrum van de Metaalverwerkende nijverheid)**

Celestijnenlaan 300C  
3030 Heverlee

**Educam (stichting voor beroepsopleiding in de autosector en aanverwante sectoren)**

Woluwedal 46, bus 0  
1200 Brussel  
Tel.: 02 778 63 30  
Fax: 02 779 11 32  
E-mail: [info@educam.be](mailto:info@educam.be)  
<http://www.educam.be>

**Innovam (Innovatie- en onderwijscentrum motorvoertuigen en tweewielerbranche)**

Structuurbaan 2  
3430 DV Nieuwegein  
Tel.: 030 608 77 77  
Fax: 030 608 77 00  
E-mail: [info@innovam.nl](mailto:info@innovam.nl)  
<http://www.innovam.nl>

**Kluwer uitgevers**

Raghen Business Park  
Motstraat 30  
2800 Mechelen  
Tel.: 0800/94571  
E-mail: [info@kluwer.be](mailto:info@kluwer.be)  
<http://www.kluwer.be>