

LEERPLAN DERDE GRAAD SECUNDAIR ONDERWIJS

Elektromechanische technieken

Specifiek gedeelte Dubbele finaliteit

Graad: derde graad

Leerjaar: eerste en tweede leerjaar

Leerplannummer: voorlopige versie dd. 07/09/2023

Nummer inspectie:

DISCLAIMER: De eindtermen (alsook de decretale nummers) opgenomen in dit leerplan zijn onder voorbehoud van goedkeuring door het Vlaams Parlement.

Inhoudstafel

Visie	3
Doelgroep en beginsituatie	4
Leerplandoelen	5
01.01 Generieke doorstroomcompetenties	5
06.03 Beschrijvende statistiek	7
06.09 Goniometrie en vectoren	8
06.10 Uitgebreide analyse en algebra	9
06.11 Toegepaste ruimtemeetkunde	12
11.18 Toegepaste fysica: basis toegepaste fysica	13
11.19 Toegepaste fysica: toegepaste elektriciteit en elektronica	14
11.20 Toegepaste fysica: toegepaste mechanica	20
12.01 STEM-Engineering	28
BK-doelen	29
Minimale materiële vereisten	43
Vakkenkoppeling	44

Visie

De studierichting Elektromechanische technieken is een studierichting in de 3de graad dubbele finaliteit, gericht op een specifieke waaier aan opleidingen in het hoger onderwijs waar professioneel gerichte industriële wetenschappen en technologie centraal staan evenals een mogelijke toegang tot de arbeidsmarkt.

Leerlingen leren leerinhouden uit de toegepaste elektriciteit, elektronica en mechanica functioneel integreren in competenties die belangrijk zijn bij het onderhoud van industriële installaties.

De leerlingen krijgen het pakket basisvorming voor de dubbele finaliteit. De specifieke vorming bestaat uit onderdelen van de wetenschapsdomeinen verbonden aan de studierichting, namelijk algemene doorstroomcompetenties, wiskunde, basis toegepaste fysica, toegepaste elektriciteit-elektronica, toegepaste mechanica en STEM-engineering.

Daarnaast ook doelen die leiden naar de beroepskwalificatie elektromechanici. Deze doelen onderbouwen competenties aangaande correctieve en preventieve acties en voert deze uit teneinde de functionaliteit (prestaties, betrouwbaarheid, beschikbaarheid, veiligheid ...) van industriële machines, installaties of systemen te behouden en de verwachte levensduur ervan te verzekeren.

Doelgroep en beginsituatie

Leerlingen die het eerste leerjaar van de derde graad Elektromechanische technieken aanvatten in de dubbele finaliteit, kunnen naar interesse en keuze voor deze studierichting beschouwd worden als een homogene groep.

De vooropleiding vanuit de tweede graad en de kenmerken van de leerlingen in de derde graad verschillen echter qua aanleg en belangstelling op cognitief, psychomotorisch en sociaal-affectief vlak, waardoor ze vanuit dit oogpunt kunnen beschouwd worden als een heterogene groep.

Daarom vinden we het belangrijk om – bij het begin van de derde graad – **de beginsituatie** van elke leerling goed in kaart te brengen, om als lerarenteam zicht te krijgen op de kenmerken van de leerlingengroep en een leerlijn uit te werken die nauw aansluit bij de beginsituatie en de mogelijkheden van de leerlingen. Hierbij heeft het lerarenteam **de vrijheid en de verantwoordelijkheid** om leerplandoelen in te plannen in zowel het eerste als tweede jaar van de derde graad volgens de noden, behoeften en mogelijkheden van hun leerlingengroep. Daarnaast heeft het lerarenteam de vrijheid om te bepalen op welke manier de doelen functioneel geclusterd en aangeboden kunnen worden binnen de derde graad.

Aan de ene kant wordt in de derde graad Elektromechanische technieken verder gebouwd op de tweede graad Elektromechanische technieken. Daartegenover wordt ingezet op het **verfijnen en verdiepen van de competenties** uit de tweede graad. In de derde graad vinden we het daarom belangrijk om – afgestemd op de leerlingengroep - als lerarenteam passende begeleiding met expliciete aandacht voor **Gepersonaliseerd Samen Leren** te voorzien. Een leertraject kan gedifferentieerd zijn, maar het einddoel blijft dat samen met alle leerlingen alle leerplandoelen met onderliggende kenniselementen op het einde van de derde graad op een kwaliteitsvolle manier op het vastgelegde beheersingsniveau werden aangeleerd, ingeïfend en geëvalueerd.

Leerplandoelen

01.01 Generieke doorstroomcompetenties

WD3_01.01.01	01.01.01
De leerlingen doorlopen een onderzoekscyclus in samenhang met inhouden van minstens 1 wetenschapsdomein verbonden aan de studierichting.	
Beheersingsniveau	
creëren	
WD3_01.01.01.01	Subdoel 1
De leerlingen kiezen een onderzoeksmethode in functie van een gegeven of zelfgekozen onderzoeksvraag. <ul style="list-style-type: none">• onderzoekbaarheidscriteria	
WD3_01.01.01.02	Subdoel 2
De leerlingen verzamelen data en bronnen in functie van de gekozen onderzoeksmethode. <ul style="list-style-type: none">• betrouwbaarheidscriteria	
WD3_01.01.01.03	Subdoel 3
De leerlingen verwerken data en bronnen in functie van de gekozen onderzoeksmethode.	
WD3_01.01.01.04	Subdoel 4
De leerlingen synthetiseren de onderzoeksresultaten en formuleren een antwoord op de onderzoeksvraag.	
WD3_01.01.01.05	Subdoel 5
De leerlingen rapporteren over de onderzoeksactiviteiten en -resultaten. <ul style="list-style-type: none">• mondelinge of schriftelijke rapportage	
WD3_01.01.02	
De leerlingen refereren correct aan gebruikte bronnen volgens een wetenschappelijk referentiesysteem.	

- relevant wetenschappelijk referentiesysteem
- bronvermelding

Beheersingsniveau

toepassen

06.03 Beschrijvende statistiek

WD3_06.03.01

06.03.01

De leerlingen analyseren het verband tussen twee numerieke grootheden in een dataset met behulp van een spreidingsdiagram.

- trendlijn
- correlatiecoëfficiënt

Beheersingsniveau

analyseren

WD3_06.03.02

De leerlingen lossen telproblemen zonder herhaling op.

Beheersingsniveau

analyseren

WD3_06.03.03

De leerlingen bepalen kansen met behulp van kruistabellen.

Beheersingsniveau

analyseren

06.09 Goniometrie en vectoren

WD3_06.09.01

Voorlopig n° 06.09.01

De leerlingen bouwen de grafiek van de functie $f(x)=\sin x$ op vanuit de goniometrische cirkel.

- Radialen
- Verwante hoeken

Beheersingsniveau

toepassen

WD3_06.09.02

Voorlopig n° 06.09.02

De leerlingen leggen het verband tussen de grafiek van een algemene sinusfunctie $f(x)= a\cdot\sin[b(x-c)]$ en haar kenmerken: nulwaarden, tekenverloop, stijgen/dalen, extrema, periode, amplitude, faseverschuiving.

Beheersingsniveau

analyseren

WD3_06.09.03

De leerlingen lossen vergelijkingen op van de vorm $\sin(ax+b)=c$.

Beheersingsniveau

toepassen

WD3_06.09.04

Voorlopig n° 06.09.03

De leerlingen rekenen met vectoren in het vlak.

- Bewerking: optelling en vermenigvuldiging met een getal
- Norm met een vector en ontbinding van een vector in zijn componenten

Beheersingsniveau

toepassen

06.10 Uitgebreide analyse en algebra

WD3_06.10.01

Voorlopig n° 06.10.01

De leerlingen bepalen het voorschrift of de grafiek van een tweedegraadsfunctie als de andere representatie gegeven is.

- Voorschrift $f(x)=a(x-p)^2+q$
- Voorschrift $f(x)=ax^2+bx+c$

Beheersingsniveau

toepassen

WD3_06.10.02

De leerlingen lossen tweedegraadsvergelijkingen grafisch op.

Beheersingsniveau

toepassen

WD3_06.10.03

Voorlopig n° 06.10.02

De leerlingen lossen tweedegraadsvergelijkingen van de vorm $a(x-p)^2+q = 0$ en $ax^2+bx+c=0$ algebraïsch op.

- discriminant

Beheersingsniveau

toepassen

WD3_06.10.04

Voorlopig n° 06.10.03

De leerlingen analyseren kenmerken van tweedegraadsfuncties: nulwaarden, tekenverloop, stijgen/dalen, extremum en symmetrie ten opzichte van een verticale rechte.

Beheersingsniveau

analyseren

WD3_06.10.05

Voorlopig n° 06.10.05

De leerlingen interpreteren een logaritmische schaal.

Beheersingsniveau

begrijpen

WD3_06.10.06

De leerlingen lossen exponentiële vergelijkingen van de vorm $a^x=c$ algebraïsch op.

Beheersingsniveau

toepassen

WD3_06.10.07

Voorlopig n° 06.10.06

De leerlingen interpreteren de afgeleide als limiet van een differentiequotiënt en als richtingscoëfficiënt van de raaklijn aan de grafiek.

Beheersingsniveau

begrijpen

WD3_06.10.08

Voorlopig n° 06.10.07

De leerlingen leggen grafisch het verband tussen een functie en haar afgeleide functie.

Beheersingsniveau

analyseren

WD3_06.10.09

Voorlopig n° 06.10.04

De leerlingen leggen het verband tussen de grafiek van de functie $f(x)=c/x$ en haar kenmerken.¹

Beheersingsniveau

analyseren

¹ Dit doel kwam volledig aan bod in de tweede graad

06.11 Toegepaste ruimtemeetkunde

WD3_06.11.01	Voorlopig n° 06.11.01
De leerlingen analyseren het verband tussen 3D-situaties en bijbehorende 2D-voorstellingen. ²	
Beheersingsniveau	
analyseren	

² Rekening houdend met de context van de studierichting

11.18 Toegepaste fysica: basis toegepaste fysica

De specifieke minimumdoelen voor dit onderdeel zijn opgenomen bij de doelen van 'toegepaste elektriciteit en elektronica' en 'toegepaste mechanica'.

11.19 Toegepaste fysica: toegepaste elektriciteit en elektronica

WD3_ 11.19.01	11.19.01
De leerlingen analyseren eigenschappen van een serie- en parallelschakeling in een elektrische gelijkstroomkring.	
Beheersingsniveau	
Analyseren	
Dit doel kwam volledig aan bod in de tweede graad.	
WD3_ 11.19.02	11.19.02
De leerlingen berekenen grootheden in serie-, parallel- en gemengde elektrische gelijkstroomkringen.	
Beheersingsniveau	
Analyseren	
Dit doel kwam volledig aan bod in de tweede graad.	
WD3_ 11.19.03	11.19.03
De leerlingen verklaren technische toepassingen van permanente magneten en elektromagneten.	
Beheersingsniveau	
begrijpen	
WD3_ 11.19.03.01	

Subdoel 1	
De leerlingen omschrijven de magnetische fenomenen bij een stroomvoerende rechte geleider. <ul style="list-style-type: none">• veldlijnenpatronen bij een stroomvoerende rechte geleider• magnetische veld bij een stroomvoerende rechte geleider• magnetische inductie bij een stroomvoerende rechte geleider• magnetische flux	
WD3_ 11.19.03.02	Subdoel 2
De leerlingen omschrijven de magnetische fenomenen bij een stroomvoerende spoel. <ul style="list-style-type: none">• veldlijnenpatronen bij een stroomvoerende spoel• magnetische veld bij een stroomvoerende spoel• magnetische inductie bij een stroomvoerende spoel• magnetische flux	
WD3_ 11.19.03.03	Subdoel 3
De leerlingen omschrijven de magnetische kracht bij een stroomvoerende geleider.	
WD3_ 11.19.03.04	Subdoel 4
De leerlingen verklaren de werking van DC motor als toepassing van permanente magneten en elektromagneten.	
WD3_ 11.19.03.05	Subdoel 5
De leerlingen omschrijven elektromagnetische inductie. <ul style="list-style-type: none">• gegenereerde spanning via verandering van magnetisch flux (generator)• inductiespanning door zelfinductie en wederzijdse inductie (stroomverandering)	
WD3_ 11.19.03.06	Subdoel 6
De leerlingen analyseren de werking van een transformator aan de hand van een simulatie of laboproef.	

WD3_ 11.19.03.07	Subdoel 7
De leerlingen verklaren het fenomeen EMC in een technische toepassing.	

WD3_ 11.19.04	11.18.09
De leerlingen leggen verbanden tussen frequentie, periode, golflengte en golfsnelheid.	
Beheersingsniveau	
begrijpen	
WD3_ 11.19.04.01	Subdoel 1
De leerlingen illustreren vanuit toepassingen het verband tussen frequentie en periode aan de hand van een formularium met o.a. de formule $T=1/f$.	
WD3_ 11.19.04.02	Subdoel 2
De leerlingen illustreren vanuit toepassingen het verband tussen golflengte, golfsnelheid en frequentie aan de hand van een formularium met o.a. de formule $v=\lambda \cdot f$.	
WD3_ 11.19.04.03	Subdoel 3
De leerlingen illustreren vanuit toepassingen het verband tussen intensiteit, afstand tot de bron en vermogen van de bron aan de hand van een formularium met o.a. de formule $I=P/4\pi r^2$.	

WD3_ 11.19.05	11.19.04
De leerlingen analyseren het gedrag van een gemengde wisselstroomkring in een technische	

toepassing in functie van frequentieafhankelijkheid, faseverschuiving en impedantie.	
Beheersingsniveau	
analyseren	
WD3_ 11.19.05.01	Subdoel 1
De leerlingen omschrijven karakteristieke eigenschappen van eenfasige wisselspanning en wisselstroom. <ul style="list-style-type: none">• grafische voorstelling• fase, amplitude en peak-to-peak• gemiddelde waarde en effectieve waarde	
WD3_ 11.19.05.02	Subdoel 2
De leerlingen voeren metingen uit op wisselspanning met een oscilloscoop.	
WD3_ 11.19.05.03	Subdoel 3
De leerlingen omschrijven het gedrag van een gemengde wisselstroomkring in functie van frequentieafhankelijkheid, faseverschuiving en impedantie. <ul style="list-style-type: none">• werking van een zuiver ohmse kring• werking van een zuiver inductieve kring toe• werking van een zuiver capacatieve kring toe• werking van een RC-seriekring: reactantie, impedantie, vectoriële voorstelling• werking van een RL-seriekring: reactantie, impedantie, vectoriële voorstelling• werking van een parallelschakeling: admittantie, vectoriële voorstelling	
WD3_ 11.19.05.04	Subdoel 4
De leerlingen analyseren het gedrag van een gemengde wisselstroomkring in een technische toepassing aan de hand van een simulatie of labobproef. <ul style="list-style-type: none">• hoog- en laagdoorlaatfilter• vermogen en arbeidsfactor	
WD3_ 11.19.05.05	

Subdoel 5	
De leerlingen maken oefeningen op serieschakelingen en parallelschakelingen met passieve componenten.	
WD3_ 11.19.05.06	Subdoel 6
De leerlingen analyseren de werking van enkelvoudige kringen aan de hand van laboproef.	
WD3_ 11.19.05.07	Subdoel 7
De leerlingen analyseren de werking van gemengde kringen aan de hand van laboproef.	

WD3_ 11.19.06	11.19.05
De leerlingen verklaren de werking van een technische toepassing aangesloten op driefasige spanning. ³	
Beheersingsniveau	
begrijpen	
WD3_ 11.19.06.01	Subdoel 1
De leerlingen omschrijven karakteristieke eigenschappen van driefasige wisselspanning en wisselstroom. <ul style="list-style-type: none">• grafische voorstelling• hoofdeigenschap van een driefasennet	
WD3_ 11.19.06.02	Subdoel 2

³ Rekening houdend met de context van de studierichting.

De leerlingen verklaren de werking van een technische toepassing aangesloten op driefasige spanning.

- ster- en driehoekschakeling

WD3_ 11.19.07

11.19.06

De leerlingen gebruiken elektronische componenten en een programmeerbare stuureenheid in een technische toepassing.⁴

Beheersingsniveau

toepassen

WD3_ 11.19.07.01

Subdoel 1

De leerlingen lichten het gedrag van elektronische componenten toe.

- diode
- zenerdiode
- opto-coupler
- transistor of mosfet
- thyristor

WD3_ 11.19.07.02

Subdoel 2

De leerlingen gebruiken elektronische componenten en een programmeerbare stuureenheid in een technische toepassing.

⁴ Rekening houdend met de context van de studierichting.

11.20 Toegepaste fysica: toegepaste mechanica

WD3_11.20.01	11.20.02 11.18.08
De leerlingen leggen het verband tussen positie, tijdstip, snelheid en versnelling bij de eenparige cirkelvormige beweging en de horizontale worp. ⁵	
Beheersingsniveau	
analyseren	
WD3_11.20.01.01	Subdoel 1
De leerlingen omschrijven de begrippen omtreksnelheid, diameter, toerental en hoeksnelheid bij eenparige cirkelvormige bewegingen en de horizontale worp.	
<ul style="list-style-type: none">• omtreksnelheid• diameter• toerental• hoeksnelheid	
WD3_11.20.01.02	Subdoel 2
De leerlingen berekenen de omtreksnelheid, diameter, toerental en hoeksnelheid bij eenparige cirkelvormige bewegingen.	
<ul style="list-style-type: none">• formules m.b.t. eenparige cirkelvormige beweging	
WD3_11.20.01.03	Subdoel 3
De leerlingen omschrijven de begrippen gemiddelde en ogenblikkelijke hoeksnelheid en hoekversnelling bij eenparige veranderlijke cirkelvormige bewegingen.	
<ul style="list-style-type: none">• ogenblikkelijke waarde• gemiddelde waarde• hoeksnelheid• hoekversnelling	
WD3_11.20.01.04	Subdoel 4

⁵ Rekening houdend met de context van de studierichting.

De leerlingen berekenen de gemiddelde en ogenblikkelijke hoeksnelheid en hoekversnelling bij eenparige veranderlijke cirkelvormige bewegingen.

- formules m.b.t. eenparige veranderlijke cirkelvormige beweging

WD3_11.20.01.05

Subdoel 5

De leerlingen stellen hoeksnelheid in functie van de tijd van een eenparige veranderlijke cirkelvormige beweging grafisch voor.

WD3_11.20.01.06

Subdoel 6

De leerlingen berekenen de vluchttijd en de worpafstand bij een horizontale worp aan de hand van afgeleide formules.

WD3_11.20.01.07

Subdoel 7

De leerlingen stellen de horizontale worp grafisch voor.

WD3_11.20.01.08

Subdoel 8

De leerlingen lossen vraagstukken op i.f.v. verband tussen positie, tijdstip, snelheid en versnelling bij ééndimensionale bewegingen met constante versnelling.

WD3_11.20.01.09

Subdoel 9

De leerlingen verklaren soorten bewegingen in praktische toepassingen bij eenparige cirkelvormige bewegingen.

- Indeling bewegingen

WD3_11.20.01.10

Subdoel 10

De leerlingen verklaren soorten bewegingen in praktische toepassingen bij eenparige veranderlijke cirkelvormige bewegingen.

<ul style="list-style-type: none">• Indeling bewegingen	
WD3_11.20.01.11	Subdoel 11
De leerlingen verklaren soorten bewegingen in praktische toepassingen bij een horizontale worp. <ul style="list-style-type: none">• Indeling bewegingen	
WD3_11.20.01.12	Subdoel 12
De leerlingen onderzoeken een eenparige cirkelvormige beweging aan de hand van een laboproef.	
WD3_11.20.01.13	Subdoel 13
De leerlingen onderzoeken een eenparige veranderlijke cirkelvormige beweging aan de hand van een laboproef.	
WD3_11.20.01.14	Subdoel 14
De leerlingen verklaren de werking van een technische toepassing aan de hand van de eenparige cirkelvormige beweging. <ul style="list-style-type: none">• hoeksnelheid• baansnelheid• periode/omlooptijd• centripetale versnelling• centripetale kracht	
WD3_11.20.01.15	Subdoel 15
De leerlingen beschrijven de manier waarop een motor of aandrijving in staat is om een rotatie te veroorzaken met een constant toerental. <ul style="list-style-type: none">• evenwicht tussen aandrijfkoppel van de motor of aandrijving en het weerstandskoppel dat ontstaat door werking van de technische toepassing• massatraagheidsmoment	

WD3_11.20.02	11.20.03
De leerlingen stellen de evenwichtsvergelijkingen voor statisch evenwicht op. ⁶	
Beheersingsniveau	
creëren	
WD3_11.20.02.01	Subdoel 1
De leerlingen voeren berekeningen met krachten uit: ontbinden en samenstellen van samenlopende coplanaire en samenlopende niet-coplanaire krachten.	
WD3_11.20.02.02	Subdoel 2
De leerlingen berekenen krachtmomenten voor coplanaire en niet-coplanaire krachten. <ul style="list-style-type: none">• momentenstelling van Varignon	
WD3_11.20.02.03	Subdoel 3
De leerlingen berekenen en bepalen de ligging van het zwaartepunt. <ul style="list-style-type: none">• zwaartepunt	
WD3_11.20.02.04	Subdoel 4
De leerlingen stellen voor isostatische situaties de evenwichtsvergelijkingen op en bepalen de reactiekrachten.	
WD3_11.20.03	11.20.04
De leerlingen analyseren mechanische eigenschappen van materialen. ⁷	

⁶ De complexiteit van de situatie waarin het doel wordt gerealiseerd (bijvoorbeeld in het vlak of driedimensionaal) is afhankelijk van de context van de studierichting.

⁷ Rekening houdend met de context van de studierichting.

Beheersingsniveau	
analyseren	
WD3_11.20.03.01	Subdoel 1
De leerlingen lichten de begrippen elastische vervorming, plastische vervorming en breuk toe.	
WD3_11.20.03.02	Subdoel 2
De leerlingen omschrijven de wet van Hooke. <ul style="list-style-type: none">• elasticiteitsmodulus• glijmodulus	
WD3_11.20.03.03	Subdoel 3
De leerlingen analyseren spanning-rekdiagrammen.	
WD3_11.20.03.04	Subdoel 4
De leerlingen omschrijven de begrippen afschuiving, schuifspanning, wringing, wringspanning, knik, kniklast. <ul style="list-style-type: none">• afschuiving• schuifspanning• wringing• wringspanning• knik• kniklast	
WD3_11.20.03.05	Subdoel 5
De leerlingen analyseren mechanische eigenschappen van materialen aan de hand van aangereikte data en formules. <ul style="list-style-type: none">• trek en druk: invloed eigen gewicht, toelaatbare spanning, statische en dynamische belasting• afschuiving: toelaatbare schuifspanning, eensnedige en meersnedige afschuiving• buiging: momentenlijn en dwarskrachtenlijn, spanningsverloop, maximaal buigmoment, weerstandsmoment, lineair oppervlaktetraagheidsmoment	

- wringing: spanningsverloop, wringingshoek, weerstandsmoment, polair traagheidsmoment

WD3_11.20.04

11.18.07

De leerlingen analyseren het verband tussen druk, volume en temperatuur in een gas.⁸

Beheersingsniveau

analyseren

WD3_11.20.04.01

Subdoel 1

De leerlingen benoemen en beschrijven de toestandsgrootheden druk, (absolute) temperatuur en volume van een ideaal gas.

WD3_11.20.04.02

Subdoel 2

De leerlingen berekenen één van de toestandsgrootheden druk, volume of temperatuur als de andere gegevens gekend zijn.

- $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$

WD3_11.20.04.03

Subdoel 3

De leerlingen analyseren toestandsveranderingen van een ideaal gas via de isothermen op het p,V-diagram.

- $p_1 \cdot V_1 / T_1 = p_2 \cdot V_2 / T_2 = \text{constant}$

Dit doel is reeds gerealiseerd in de tweede graad

11.18.01

De leerlingen berekenen de verplaatsing bij een beweging met een constante snelheid.⁹

Dit doel is reeds gerealiseerd in de tweede graad

⁸ Rekening houdend met de context van de studierichting.

⁹ Dit doel kwam volledig aan bod in de tweede graad.

Dit doel is reeds gerealiseerd in de tweede graad

11.18.02

De leerlingen berekenen de wrijvingskracht en de zwaartekracht.^{10 11}

- Normaalkracht

Dit doel is reeds gerealiseerd in de tweede graad

Dit doel is reeds gerealiseerd in de tweede graad

11.18.03

De leerlingen verklaren het effect van inwerkende krachten op de bewegingsverandering van een systeem aan de hand van de drie wetten van Newton.¹²

Dit doel is reeds gerealiseerd in de tweede graad

Dit doel is reeds gerealiseerd in de tweede graad

11.18.04

De leerlingen berekenen de arbeid geleverd door een constante kracht.^{13 14}

Dit doel is reeds gerealiseerd in de tweede graad

Dit doel is reeds gerealiseerd in de tweede graad

11.18.05

De leerlingen berekenen de kinetische, gravitationele en elastische energie van een lichaam rekening houdend met de wet van behoud van energie.¹⁵

Dit doel is reeds gerealiseerd in de tweede graad

Dit doel is reeds gerealiseerd in de tweede graad

11.18.06

De leerlingen berekenen spanning over, stroomsterkte door, weerstand en vermogen van een verbruiker.¹⁶

Dit doel is reeds gerealiseerd in de tweede graad

¹⁰ Rekening houdend met de context van de studierichting.

¹¹ Dit doel kwam volledig aan bod in de tweede graad.

¹² Dit doel kwam volledig aan bod in de tweede graad.

¹³ Rekening houdend met de context van de studierichting.

¹⁴ Dit doel kwam volledig aan bod in de tweede graad.

¹⁵ Dit doel kwam volledig aan bod in de tweede graad.

¹⁶ Dit doel kwam volledig aan bod in de tweede graad.

WD3_ 11.20.05

11.20.01

De leerlingen analyseren het verband tussen positie, tijdstip, snelheid en versnelling bij ééndimensionale bewegingen met constante versnelling.

Beheersingsniveau

Analyseren

Dit doel kwam volledig aan bod in de tweede graad.

12.01 STEM-Engineering

De specifieke minimumdoelen voor dit onderdeel zijn opgenomen als subdoelen bij de hierna volgende BK-doelen onder de respectievelijke nummers BK3_02.03.05 en BK3_02.11.05.

BK-doelen

BK3_01.01	1
De leerlingen werken in teamverband met aandacht voor de organisatiecultuur, communicatie en procedures.	
Beheersingsniveau	
toepassen	
BK3_01.01.01	Subdoel 1
De leerlingen passen strategieën toe om teamgericht te werken.	
BK3_01.01.02	Subdoel 2
De leerlingen passen strategieën toe om doelgericht te communiceren.	
BK3_01.01.03	Subdoel 3
De leerlingen passen interne procedures en afspraken toe.	

BK3_01.02	2
De leerlingen handelen kwaliteitsbewust.	
Beheersingsniveau	
toepassen	
BK3_01.02.01	Subdoel 1
De leerlingen passen procedures uit stappenplannen, instructiefiches of handleidingen toe.	
BK3_01.02.02	Subdoel 2

De leerlingen passen strategieën voor planning en organisatie toe.	
BK3_01.02.03	Subdoel 3
De leerlingen passen strategieën voor kwaliteitscontrole toe.	

BK3_01.03		3
De leerlingen handelen economisch en duurzaam.		
Beheersingsniveau		
toepassen		
BK3_01.03.01	Subdoel 1	
De leerlingen passen procedures toe om kostenbewust om te gaan met materialen, grondstoffen of tijd.		
BK3_01.03.02	Subdoel 2	
De leerlingen passen procedures toe met betrekking tot milieuvoorschriften.		

BK3_01.04		4
De leerlingen handelen veilig, ergonomisch en hygiënisch.		
Beheersingsniveau		
toepassen		
BK3_01.04.01	Subdoel 1	
De leerlingen passen procedures toe met betrekking tot veilig handelen.		
BK3_01.04.02	Subdoel 2	

De leerlingen passen procedures toe met betrekking tot ergonomisch handelen.	
BK3_01.04.03	Subdoel 3
De leerlingen passen procedures toe met betrekking tot hygiënisch handelen.	

BK3_02.01	14+6
De leerlingen plannen en bereiden de werkzaamheden voor.	
Beheersingsniveau	
creëren	
BK3_02.01.01	Subdoel 1
De leerlingen analyseren de opdracht.	
BK3_02.01.02	Subdoel 2
De leerlingen begrijpen elektrische, mechanische, (elektro-)pneumatische en (elektro-)hydraulische schema's, tekeningen en technische dossiers.	
BK3_02.01.03	Subdoel 3
De leerlingen selecteren de benodigde gereedschappen, machines en materialen. <ul style="list-style-type: none">• gebruik onderhoudsproducten• gebruik hefwerktuigen, hijswerktuigen	
BK3_02.01.04	Subdoel 4
De leerlingen stellen een werkvolgorde op met tijdsindicatie. <ul style="list-style-type: none">• onderhoudsplan• onderhoudsrichtlijnen• onderhoudsprocedures• tijdsindicatie	
BK3_02.01.05	Subdoel 5
De leerlingen stellen een materialenlijst op. <ul style="list-style-type: none">• recuperatie materiaal	

<ul style="list-style-type: none">• kostenprijsberekening	
BK3_02.01.06	Subdoel 6
De leerlingen raadplegen vaktechnische informatie. <ul style="list-style-type: none">• veiligheids-, milieu- en kwaliteitsnormering• BA4/BA5, PBM's, CBM's bij werkzaamheden onder spanning• de gouden 8• machinerichtlijn• EMC-richtlijnen• AREI• Atex-richtlijnen• BIM• LMRA-richtlijnen• onderdelen van tabellenboek voor metaaltechniek in functie van het minimumdoel• specifieke risico's van gevaarlijke stoffen• risicobeoordeling	

BK3_02.02	14
De leerlingen ontwerpen tekeningen.	
Beheersingsniveau	
creëren	
BK3_02.02.01	Subdoel 1
De leerlingen ontwerpen elektrische schema's en tekeningen.	
BK3_02.02.02	Subdoel 2
De leerlingen ontwerpen mechanische schema's en tekeningen. <ul style="list-style-type: none">• soorten belasting: trek• soorten belasting: druk• soorten belasting: afschuiving• soorten belasting: wringing• soorten belasting: buiging• soorten belasting: knik	
BK3_02.02.03	Subdoel 3

De leerlingen ontwerpen (elektro-)pneumatische schema's en tekeningen.	
BK3_02.02.04	Subdoel 4
De leerlingen ontwerpen (elektro-)hydraulische schema's en tekeningen.	
BK3_02.02.05	Subdoel 5
De leerlingen tekenen elektrische, mechanische, (elektro-)pneumatische en (elektro-)hydraulische schema's en tekeningen met een ICT-tekenpakket. <ul style="list-style-type: none">• elektrische stuurkring• elektrische hoofdkring• ontleding mechanische samenstellingstekening• (elektro-)pneumatisch schema• (elektro-)hydraulisch schema• symbolen• maattoleranties• vormtoleranties• plaatstoleranties• europese normering• passing• referenties• oppervlakteruwheid• lasaanduiding• schroefdraad	

BK3_02.03	12.01.01 9+11
De leerlingen controleren (controle-) metingen.	
Beheersingsniveau	
evalueren	
BK3_02.03.01	Subdoel 1
De leerlingen gebruiken data van metingen en/of software om defecten, slijtage en afwijkingen op te sporen. <ul style="list-style-type: none">• analysetoestellen• meetwaarden	

BK3_02.03.02

Subdoel 2

De leerlingen gebruiken de meetinstrumenten schuifmaat, schroefmaat, lineaire hoogtemeter, micrometer, meetklok, kalibers, V-blokken, multimeter, wattmeter, cos fi meter, toerentalmeter, oscilloscoop, aardingstester, isolatiemeter, LAN-tester, ampèretang, temperatuurmeter, drukmeter, momentsleutel, kabeltester, voelerplaatjes, momentsleutel, meetklok, schroefdraadkammen, kabeltester met toongenerator om defecten, slijtage en afwijkingen op te sporen.

- werking van meettoestellen
- werking van schuifmaat
- werking van schroefmaat
- werking van hoogtemeter
- werking van micrometer
- werking van meetklok
- werking van kalibers
- werking van V-blokken
- werking van multimeter
- werking van wattmeter
- werking van cos fi meter
- werking van toerentalmeter
- werking van oscilloscoop
- werking van aardingstester
- werking van isolatiemeter
- werking van LAN-tester
- werking van ampèretang
- werking van temperatuurmeter
- werking van drukmeter
- werking van momentsleutel
- werking van kabeltester
- werking van voelerplaatjes
- werking van momentsleutel
- werking van meetklok
- werking van schroefdraadkammen
- werking van kabeltester met toongenerator
- elektrische meettechnieken
- mechanische meettechnieken
- druk, debiet, temperatuur
- ruwheidsmethodes

BK3_02.03.03

Subdoel 3

De leerlingen controleren de werking van het materieel, de instrumentgegevens (druk, debiet, temperatuur, ...) en de kritieke slijtagepunten, smeringspunten.

- meettechniek in het kader van onderhoudswerkzaamheden
- meetgereedschappen voor preventief en correctief onderhoud

BK3_02.03.04	Subdoel 4
De leerlingen lokaliseren en diagnosticeren een defect of storing. <ul style="list-style-type: none">• diagnosetechnieken voor foutenanalyse• uitsluiting oorzaken van fouten• lokalisatie, diagnostisatie• vergelijking meetresultaten, foutcodes, storingen, meldingen• interpretatie meetresultaten, foutcodes, storingen, meldingen• richtwaarden• slag• speling• trilling• werking van de installatie	
BK3_02.03.05	Subdoel 5
De leerlingen gebruiken met de nodige nauwkeurigheid meetinstrumenten en hulpmiddelen. <ul style="list-style-type: none">• gegevens/meetwaarden met de juiste symbolen voor grootheden en (SI-)eenheden• beduidende cijfers• meetnauwkeurigheid• notaties met machten van 10	

BK3_02.04	5
De leerlingen gebruiken gepaste machines en gereedschappen.	
Beheersingsniveau	
toepassen	
BK3_02.04.01	Subdoel 1
De leerlingen voeren controle uit aangaande de zichtbare en auditieve gebreken van machines en gereedschappen voor, tijdens en na gebruik. <ul style="list-style-type: none">• visuele en auditieve kenmerken slijtage, defecten	
BK3_02.04.02	Subdoel 2
De leerlingen reinigen machines en gereedschappen voor en na gebruik. <ul style="list-style-type: none">• onderhoudsprocedure van de gebruikte gereedschappen en machine• reinigingsmiddelen	

BK3_02.04.03	Subdoel 3
De leerlingen gebruiken machines en gereedschappen op een veilige en efficiënte manier. <ul style="list-style-type: none">• werking machines, gereedschappen• materialen, gereedschappen, hulpmiddelen voor onderhoud• veiligheidsvoorschriften en -instructies , veiligheidsinstructiekaarten	
BK3_02.04.04	Subdoel 4
De leerlingen beveiligen de machine tegen ongecontroleerd inschakelen en herinschakelen.	
BK3_02.04.05	Subdoel 5
De leerlingen maken gebruik van manuele en machinale bewerkingstechnieken. <ul style="list-style-type: none">• algemene manuele bewerkingstechnieken• algemene machinale bewerkingstechnieken	

BK3_02.05	7
De leerlingen voeren voorbereidende werkzaamheden uit rekening houdend met situationele elementen (in werking stellen, productiewijzigingen, veiligheidsmaatregelen...) of de onderhoudshistoriek.	
Beheersingsniveau	
toepassen	

BK3_02.06	8
De leerlingen vullen opvolgdocumenten van de werkzaamheden in en raadplegen de onderhoudshistoriek. <ul style="list-style-type: none">• verloop werkzaamheden• vaststellingen, aard storing, afwijking, tijdstip, oplossing, vervangstukken• gebruik materiaal	
Beheersingsniveau	
toepassen	

BK3_02.07	10
De leerlingen onderhouden de systemen preventief aan de hand van voorgelegde takenkaart.	
Beheersingsniveau	
toepassen	
BK3_02.07.01	Subdoel 1
De leerlingen reinigen, smeren en vervangen onderdelen. <ul style="list-style-type: none">• montage, demontage lagers• smeertechnieken• onderhoudinstructies• herstel instructies	
BK3_02.07.02	Subdoel 2
De leerlingen pijlen vloeistofreservoirs en vullen bij indien nodig.	
BK3_02.07.03	Subdoel 3
De leerlingen bepalen de nood aan correctief onderhoud.	

BK3_02.08	12+14
De leerlingen vervangen, herstellen en testen de defecte mechanische, pneumatische, hydraulische en elektrische onderdelen en stellen ze af.	
Beheersingsniveau	
toepassen	
BK3_02.08.01	Subdoel 1
De leerlingen vervangen, herstellen en testen de defecte mechanische onderdelen en stellen ze af. <ul style="list-style-type: none">• montage-, en demontagetechnieken• borgingstechnieken• verbindingstechnieken• verspaningstechnieken• plaatbewerkingstechnieken	

- mechanische hersteltechnieken
- mechanische machine- en installatiecomponenten
- werkingsprincipes van mechanische installatie- en machineonderdelen
- werkingsprincipes van lagers
- werkingsprincipes van afdichtingen, dichtingen
- werkingsprincipes van askoppelingen
- werkingsprincipes van veren
- werkingsprincipes van spieën
- werkingsprincipes van tandwieloverbrengingen, tandwielen, reductiekast
- werkingsprincipes van V-riemoverbrenging
- werkingsprincipes van riemoverbrenging, riemschijf, riemen
- werkingsprincipes van wrijvingswiel
- werkingsprincipes van kettingoverbrenging, kettingen
- werkingsprincipes van krukstang-, kruksleuf-, excentriek- en nokkenmechanisme
- werkingsprincipes van dichtingen
- werkingsprincipes van pneumatische kleppen
- werkingsprincipes van hydraulische kleppen
- werkingsprincipes van compressoren
- werkingsprincipes van pompen
- werkingsprincipes van worm en wormwiel
- werkingsprincipes van trillingsdempers
- constructieleer, materialenleer, materiaaleigenschappen
- corrosie, corrosiebescherming
- composieten, kunststoffen, vloeistoffen
- hardheid, kerfwerking, taaiheid, broosheid, geleidbaarheid, vervormbaarheid, lasbaarheid
- insteltechnieken
- afsteltechnieken
- afregeltechnieken
- controle herstelling, vervanging
- spanning-rekdiagrammen

BK3_02.08.02

Subdoel 2

De leerlingen vervangen, herstellen en testen de defecte (elektro-)pneumatische onderdelen en stellen ze af.

- (elektro-)pneumatische hersteltechnieken
- werkingsprincipes van (elektro-)pneumatische machine- en installatiecomponenten
- werkingsprincipes van persluchtinstallatie
- werkingsprincipes van conditioneringsunit
- werkingsprincipes van de soorten ventielen
- werkingsprincipes van soorten cilinders
- werkingsprincipes van snelheidsregeling
- werkingsprincipes van positiebepaling
- werkingsprincipes van leidingen
- werkingsprincipes van koppelingen

BK3_02.08.03

Subdoel 3

De leerlingen vervangen, herstellen en testen de defecte (elektro-)hydraulische onderdelen en stellen ze af.

- (elektro-)hydraulische hersteltechnieken
- werkingsprincipes van (elektro-)hydraulische machine- en installatiecomponenten
- werkingsprincipes van leidingen
- werkingsprincipes van koppelingen
- werkingsprincipes van hydropomp
- werkingsprincipes van reservoir
- werkingsprincipes van overdrukklep
- werkingsprincipes van manometer
- werkingsprincipes van retourfilter met drukbeveiliging
- pompdiagrammen

BK3_02.08.04

Subdoel 4

De leerlingen vervangen, herstellen en testen de elektrische onderdelen en stellen ze af.

- elektrische hersteltechnieken
- gebruik van elektrische machine- en installatiecomponenten
- gebruik van sensoren
- gebruik van actuatoren
- gebruik van transformatoren
- gebruik van generatoren
- gebruik van eenfasige motoren
- werkingsprincipes van de elektrische machine- en installatiecomponenten
- werkingsprincipes van reedcontacten
- werkingsprincipes van noodstop
- werkingsprincipes van elektromagnetische schakelaars
- werkingsprincipes van driefasige motoren
- werkingsprincipes van frequentieregelaars
- werkingsprincipes van elektrische installaties en machines
- werkingsprincipes van directe aanloop
- werkingsprincipes van links-rechts
- werkingsprincipes van ster/driehoek
- werkingsprincipes van snelheidsregeling
- werkingsprincipes van éénfasig- en driefasig in functie van motoren en generatoren
- werkingsprincipes van RLC-kringen in functie van resonantie en filters
- werkingsprincipes van netstructuren in functie van uitvoering onderhoud

BK3_02.08.05

Subdoel 5

De leerlingen lezen elektrische, mechanische, (elektro-)pneumatische en (elektro-)hydraulische schema's en tekeningen.

BK3_02.08.06	Subdoel 6
De leerlingen testen en sluiten een PLC aan. <ul style="list-style-type: none">• werkingsprincipes van PLC• werkingsprincipes van sturingen	
BK3_02.08.07	Subdoel 7
De leerlingen stellen een PLC in. <ul style="list-style-type: none">• parameters• structuur PLC programma• opbouw PLC programma• gebruik van PLC programma	
BK3_02.08.08	Subdoel 8
De leerlingen programmeren een PLC in functie van onderhoud.	
BK3_02.08.09	07.09.01
De leerlingen bewerken software om een specifiek product te maken of om een probleem op te lossen.	

BK3_02.09	13
De leerlingen voeren voorbereidende tests uit voor het vrijgeven van de machine of installatie.	
Beheersingsniveau	
toepassen	
BK3_02.09.01	Subdoel 1
De leerlingen regelen componenten af. <ul style="list-style-type: none">• procedures voor vrijgave• checklist• opstartvoorwaarden	

BK3_02.10	15
De leerlingen lichten complexe technische problemen toe aan een deskundige. <ul style="list-style-type: none">• vakterminologie	
Beheersingsniveau	
begrijpen	
BK3_02.11	12.01.02
De leerlingen ontwikkelen oplossingen voor een praktisch probleem of praktische behoefte.	
Beheersingsniveau	
creëren	
BK3_02.11.01	Subdoel 1
De leerlingen realiseren een project volgens de principes van het technische proces met betrekking tot preventief, correctief of predictief onderhoud.	
BK3_02.11.02	Subdoel 2
De leerlingen realiseren een project volgens de principes van het technische proces met betrekking tot automatisatie in functie van data-analyse in functie van onderhoud.	
BK3_02.11.03	Subdoel 3
De leerlingen realiseren een project volgens de principes van het technische proces met betrekking tot automatisatie in kader van veiligheid.	
BK3_02.11.04	Subdoel 4
De leerlingen realiseren een project volgens de principes van het technische proces met betrekking tot automatisatie in kader van onderhoud.	
BK3_02.11.05	Subdoel 5
De leerlingen ontwikkelen een oplossing voor een probleem door STEM-disciplines geïntegreerd toe te passen. <ul style="list-style-type: none">• interactie tussen onderzoeken en ontwikkelen	

- modelleren

Minimale materiële vereisten

De minimale materiële vereisten voor deze studierichting zijn [via deze link](#) te raadplegen.

Vakkenkoppeling

De vakkenkoppeling voor deze studierichting is [via deze link](#) te raadplegen.