

## Energieoverdracht



---

# Energieoverdracht Opdrachten

Jac van Beek  
Hennie te Morsche  
Jaap Steeneveld  
Arie Versluis

*eerste druk, 2004*

---

*Artikelcode: 27124.1*

**Colofon**

Auteur(s): Jac van Beek, Hennie te Morsche, Jaap Steeneveld, Arie Versluis  
Redactie: Studio Maan, Clazien Rodenburg  
Illustraties: Verbaal - bureau voor visuele communicatie  
Illustrator: Marieke Nolet, Linda van Putten  
Onderwijskundige: Berlinda de Boer  
Resonans: J.J. Marcusse

© 2004 Ontwikkelcentrum, Ede, Nederland  
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, hetzij mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van het Ontwikkelcentrum.

---

# Voorwoord

Deze uitgave bevat de onderwijseenheid 'Energieoverdracht' van de deelkwalificatie 'Machineonderhoud en reparatie B'. Voor de onderwijseenheid is er een uitgave met opdrachten en bronnen en een uitgave met theorie.

## Opdrachten

Aan het begin van elke opdracht staat het opdracht doel. Daar staat wat je aan het einde van de opdracht moet kunnen. De opdrachten bevorderen de zelfwerkzaamheid. Met de opdrachten kun je je kennis in de praktijk toetsen of bepaalde vaardigheden trainen. Als je alle opdrachten met voldoende resultaat hebt uitgevoerd, beheers je de stof.

## Bronnenoverzicht

Om de opdrachten uit te voeren heb je informatie nodig. Hiervoor kun je het bijbehorende theorieboek gebruiken. Je kunt ook andere bronnen raadplegen. In het bronnenoverzicht staat waar je allemaal informatie kunt vinden over groot onderhoud. Dit kunnen boeken zijn, maar ook vakbladen, folders, video's of het internet.

## Theorie

Het theorieboek bevat de theorie die je het meest nodig hebt en die niet gauw verandert. Om het bestuderen en verwerken van de tekst gemakkelijker te maken kun je aan het einde van elke paragraaf verwerkingsvragen maken.

Wij wensen je veel succes bij het werken met deze uitgave.  
De auteurs

## **Wat weet je al van energieoverdracht?**

Heb je wel eens het idee dat je van alles moet doen, maar dat je niet weet waar je moet beginnen? Vooral als je veel grote opdrachten moet doen, is het goed om van tevoren een planning te maken. Bekijk de opdrachten. Lees de opdrachten globaal door. Bestudeer de illustraties.

a Wat zijn de drie belangrijkste onderwerpen van deze onderwijseenheid?

.....

.....

.....

b Noteer bij elk onderwerp wat je al van dat onderwerp weet.

Onderwerp	Dit weet ik al	Vraag

c Noteer ook bij elk onderwerp een vraag waar je graag antwoord op wilt hebben.

d Plan nu de opdrachten van deze onderwijseenheid in. Ontwerp hiervoor zelf een planningstabel.

---

# Inhoud

**Voorwoord 5**

**Wat weet je al van energieoverdracht? 6**

**1 Hydraulische systemen 9**

**2 Hydraulische onderdelen 10**

**3 Onderhoud van hydraulische installaties 24**

**4 Pneumatiek 35**

**5 Mechanica 43**

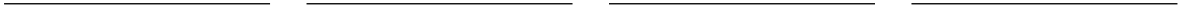
**6 Elektriciteit 55**

**7 12-24-voltinstallaties 60**

**8 Elektronica 68**

**Wat weet je nu van energieoverdracht? 75**

**Bronnenoverzicht 77**





---

# 1 Hydraulische systemen

Er zijn geen aparte opdrachten over dit onderwerp. In andere hoofdstukken zitten opdrachten die ook over dit onderwerp gaan.

---

## 2 Hydraulische onderdelen

### Leerdoelen

Na het maken van deze opdrachten kun je:

- de globale werking van trekkers en werktuigen via een symbolentekening verklaren;
- de hydraulische onderdelen van trekkers en werktuigen herkennen;
- de hydraulische systemen van trekkers en werktuigen op de juiste manier aansluiten en bedienen.

### 2.1 Opdrachten

#### Opdracht 2.1 Druk van een hydraulisch systeem instellen

##### *Doel*

Je kunt de druk van een systeem meten en instellen.

##### *Oriëntatie*

Een hydraulische installatie bestaat uit verschillende onderdelen.

- Noem minstens vier onderdelen die in een hydraulische installatie voorkomen. Noteer die in de tabel.
- Geef in de tweede kolom aan wat de functie van elk onderdeel is.

Onderdeel	Functie

##### *Uitvoering*

In deze opdracht ga je de druk van een hydraulisch systeem meten en instellen. Voer deze opdracht met z'n tweeën uit. Je kunt de opdracht het beste uitvoeren bij een pompaggregaat met aansluitingen voor hydraulische componenten. Dit kan een hydrauliektafel zijn. Bij het werken met hydrauliek komen je handen meestal onder de olie. Daarom is het verstandig als één persoon de handelingen aan de hydrauliektafel uitvoert en de andere persoon de antwoorden opschrijft.

- Bestudeer de afbeelding van een pompaggregaat in figuur 2.1.

**Fig. 2.1**  
Op deze doorsnede zie je  
wat er binnen in de tank  
zit.



2 Welke letters in figuur 2.1 horen bij de onderdelen in de tabel? Vul de tabel in.

Onderdeel	Letter
elektromotor	
tandwielpomp	
instelbare veiligheidsklep	
reservoir	
magnetische aftapplug	
peilglas	
retourfilter	
vuldop met ontluchting en filter	
vulzeef	
persleiding	
retourleiding	

3 Zoek een pompaggregaat en bekijk die.

4 Wat is het verschil tussen de persleiding en de retourleiding?

.....

5 Geef in figuur 2.1 met blauwe pijlen aan in welke richting de olie door de aggregaat en de leidingen stroomt.

- 
- 6 Bestudeer het plaatje op de elektromotor van de aggregaat en noteer hoeveel vermogen (kW) deze aggregaat heeft.

.....

- 7 Koppel alle afgesloten onderdelen los van de tafelleidingen en sluit een manometer van 0 – 160 bar aan op de persleiding van de hydrauliektafel.
- 8 Draai de zwarte knop van de veiligheidsklep bijna helemaal terug, dat wil zeggen omhoog.
- 9 Zet de hendel van de stuurschuif aan de hydrauliektafel in de middelste of neutrale stand.
- 10 Start de aggregaat en lees de druk af op de manometer. Noteer de aangegeven druk (bar).

.....

- 11 Waarom is de druk zo laag?

.....

- 12 Plaats de hendel van de stuurschuif aan de hydrauliektafel zo dat de meter druk aangeeft. Noteer de aangegeven druk (bar).

.....

- 13 Draai de knop van de veiligheidsklep langzaam in, dat wil zeggen omlaag. Noteer wat er met de oliedruk gebeurt.

.....

.....

.....

- 14 Hoe hoog is de maximale druk die je gemeten hebt?

.....

15 Waarom wordt de druk niet hoger dan de maximale druk die je gemeten hebt?

.....  
.....  
.....

16 Stel de veiligheidsklep van de aggregaat af op 70 bar. Zet de stuurschuif weer in de neutrale stand en stop de elektromotor van de aggregaat.

17 Teken in figuur 2.1 met rode pijlen hoe de olie door de aggregaat en de leidingen stroomt als de oliedruk maximaal is.

18 Is de pomp nog in staat om de gewenste druk van 70 bar te leveren? Verklaar je antwoord.

.....  
.....  
.....

*Afsluiting*

Maak de volgende opdrachten en beantwoord de vragen.

- a Maak een overzicht van de vaardigheden die je in deze opdracht hebt geoefend.
- b Geef aan welke vaardigheden je makkelijk vond om te doen en welke je moeilijk vond.

Vaardigheden	Makkelijk om te doen	Moeilijk om te doen

c Welke vaardigheden zou je nog beter willen oefenen?

.....

---

**Opdracht 2.2    Stuurschuiven en cilinders**

*Doel*

Je kunt hydraulische onderdelen op elkaar en aan de pompaggregaat aansluiten.

*Oriëntatie*

Lees de opdracht eerst door.

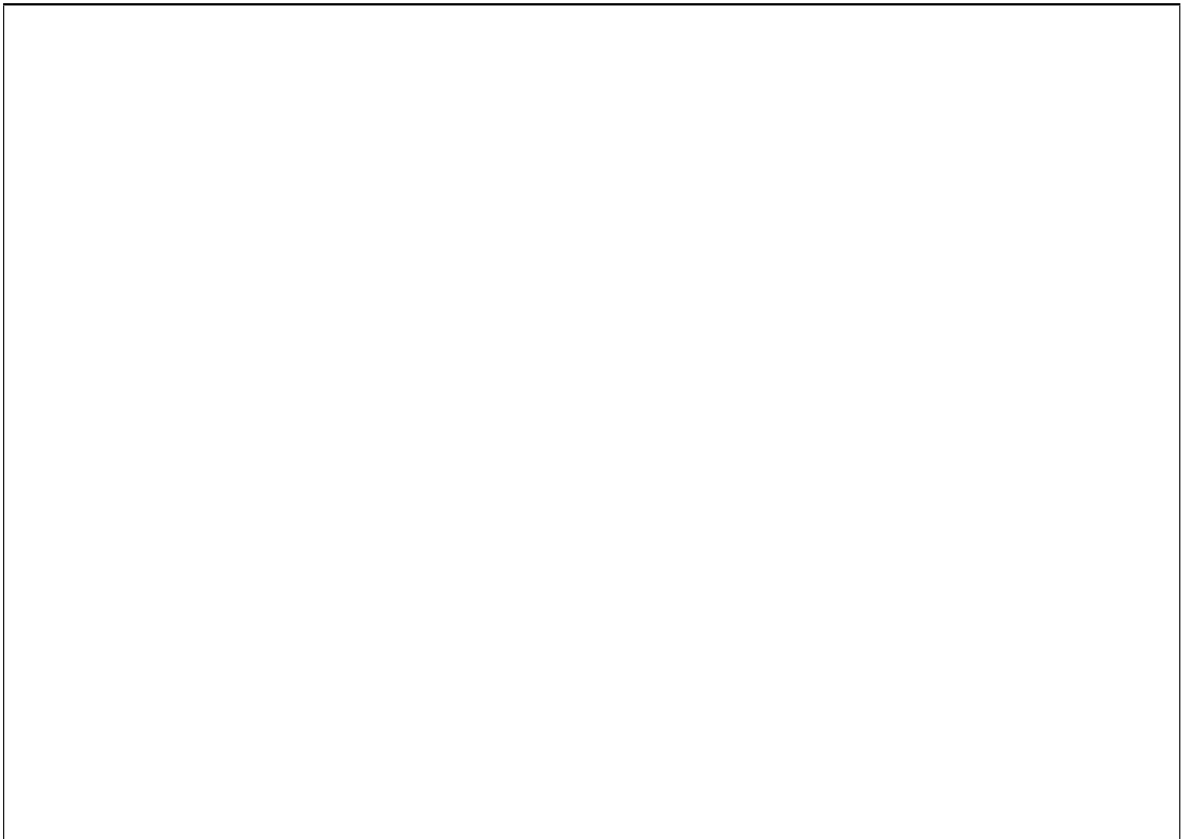
- a    Welke werkzaamheden heb je nog nooit geoeffend?

.....

.....

.....

- b    Maak een symbolentekening van een volledig hydraulisch systeem waarbij een dubbelwerkende cilinder in en uit schuift.



- c Zet in het schema ook een manometer. Zorg ervoor dat de druk vanaf de aggregaat gemeten kan worden. Raadpleeg zo nodig informatie over symbolen en symbolentekeningen.

*Uitvoering*

In deze opdracht ga je het systeem dat je getekend hebt aansluiten op een hydrauliektafel.

- 1 Laat de symbolentekening door de begeleider controleren.
- 2 Doe de tekening in een plastic hoesje om te voorkomen dat de tekening helemaal onder de olie raakt.

Los lekkages altijd direct op! Draai de loszittende nippels vast met twee passende sleutels om torderen te voorkomen.

- 3 Ga naar een hydrauliektafel.
- 4 Controleer het olieniveau van het reservoir van de pompaggregaat. Vul zo nodig olie bij.
- 5 Stel de drukregelklep op de aggregaat af op 70 bar.
- 6 Zoek een stuurschuif met het juiste aantal standen en het juiste aantal aansluitingen.
- 7 Plaats de stuurschuif samen met de andere benodigde onderdelen in de goede volgorde op de hydrauliektafel.
- 8 Sluit de pers- en retourleiding van de stuurschuif aan op de hydrauliektafel.
- 9 Plaats een dubbelwerkende cilinder op de hydrauliektafel.
- 10 Sluit de cilinder aan op de werkleidingen van de stuurschuif.
- 11 Laat het opgebouwde systeem door de begeleider controleren.
- 12 Schakel de motor in. Let daarbij goed op de sterddriehoekschakeling.
- 13 Bedien de stuurschuif en kijk naar de manometer.
- 14 Onthoud de waarden die je afleest.
- 15 Maak je handen schoon en noteer de druk in de tabel.

Stand/beweging	Druk (bar)
Neutrale stand stuurschuif	
Tijdens uitgaande beweging van de zuigerstang	
Stuurschuif op stand heffen en zuigerstang op het einde van de slag	
Tijdens ingaande beweging zuigerstang	

- 16 Verklaar de drukverschillen.

.....  
 .....

- 17 Herhaal deze opdracht, maar gebruik nu een enkelwerkende cilinder en een vierstandenschuif.
- 18 Maak eerst een symbolentekening.
- 19 Laat deze controleren door je begeleider.
- 20 Sluit het systeem aan.
- 21 Laat het controleren.
- 22 Laat het systeem werken en noteer de druk.

Stand/beweging	Druk (bar)
Neutrale stand stuurschuif	
Tijdens uitgaande beweging van de zuigerstang	
Tijdens ingaande beweging van de zuigerstang en de stuurschuif op stand zakken	
Tijdens ingaande beweging van de zuigerstang en de stuurschuif op zweefstand	

- 23 Koppel de onderdelen los.
- 24 Wat zijn de verschillen tussen het systeem met de dubbelwerkende cilinder en dat met de enkelwerkende cilinder? Denk aan de opbouw en de druk in het systeem bij de bediening.

Systeem met dubbelwerkende cilinder	Systeem met enkelwerkende cilinder

- 25 Kun je die verschillen verklaren?

.....

.....

.....

*Afsluiting*

Geef aan een medeleerling een demonstratie. Je mag kiezen uit:

- het op elkaar aansluiten van hydraulische onderdelen;
- het aansluiten van hydraulische onderdelen aan de pompaggregaat.



---

### Opdracht 2.3 Hydromotor en snelheidsregeling

*Doel*

Je kunt een hydromotor en een snelheidsregeling aansluiten aan de pompaggregaat.

*Oriëntatie*

Als je met anderen over motoren praat, gaat het meestal over een motorvoertuig op twee wielen.

- a Welke andere soorten motoren ken je nog meer?

.....

.....

.....

- b In de hydrauliek wordt een hydromotor gebruikt op machines en werktuigen. Noem drie machines of werktuigen waarop hydromotoren worden toegepast. Noteer je antwoord in de tabel.

- c Geef in de tweede kolom van de tabel aan wat de hydromotor op die machine of dat werktuig aandrijft.

Machine/werktuig	Hydromotor drijft aan

- d De snelheid van hydromotoren op de machines en werktuigen is vaak regelbaar. Lees informatie over de snelheidsregeling van hydromotoren.

- e Noem drie verschillende methoden van snelheidsregelingen van hydromotoren.

.....

.....

.....

- 
- f Welke van deze methoden wordt toegepast voor hydromotoren met een klein vermogen, bijvoorbeeld voor de aandrijving van een bodemketting op een stalmeststrooier of opraapwagen?

.....

*Uitvoering*

In deze opdracht ga je een hydromotor laten werken die twee kanten op kan draaien. Verder ga je de snelheid in één richting regelen met een driewegstroomregelklep en de druk in het systeem meten.

- 1 Teken op een A4'tje een hydraulisch schema van dit systeem.
- 2 Doe de opdracht en het door jou getekende schema in een plastic hoes, zodat ze niet vuil kunnen worden.
- 3 Verzamel de benodigde hydraulische onderdelen.
- 4 Sluit de onderdelen op de juiste manier aan.
- 5 Laat de aansluitingen controleren door de begeleider.
- 6 Zet de pompaggregaat in werking en laat de hydromotor draaien.
- 7 Regel de snelheid van de motor, eerst naar het minimum en dan weer naar het maximum. Zie je verschil in werkdruk? Onthoud het antwoord en vul dat later in.
- 8 Schakel de pompaggregaat uit.
- 9 Kun je de hydromotor verdraaien als de stuurschuif in neutrale stand staat? Onthoud het antwoord en vul het later in.
- 10 Koppel de onderdelen weer los en maak je handen schoon.
- 11 Zag je verschil in werkdruk toen je de snelheid van de motor regelde van minimum naar maximum?

.....

- 12 Kon je de hydromotor verdraaien toen de stuurschuif in neutrale stand stond?

.....

- 13 Verklaar waarom je de hydromotor wel of niet kunt verdraaien.

.....

.....

.....

- 
- 14 Verklaar wat er met de olie gebeurt die wel door de pomp wordt geleverd, maar die niet door de hydromotor gaat.

.....

.....

.....

*Afsluiting*

Leg aan een medeleerling uit hoe de snelheid van hydromotoren met een klein vermogen wordt geregeld.

- a Heeft je medeleerling het begrepen? Zo niet, wat kun je dan de volgende keer anders uitleggen?

.....

.....

.....

**Opdracht 2.4 Kleppen in werkleidingen**

*Doel*

Je kunt kleppen aansluiten en onderhouden.

*Oriëntatie*

Een klep in een hydraulisch systeem dient om een leiding of aansluiting af te sluiten of te openen.

- a Verzamel informatie over kleppen in een hydraulisch systeem.
- b Noteer in de tabel de naam van de klep, de functie en de plaats in het hydraulisch systeem.

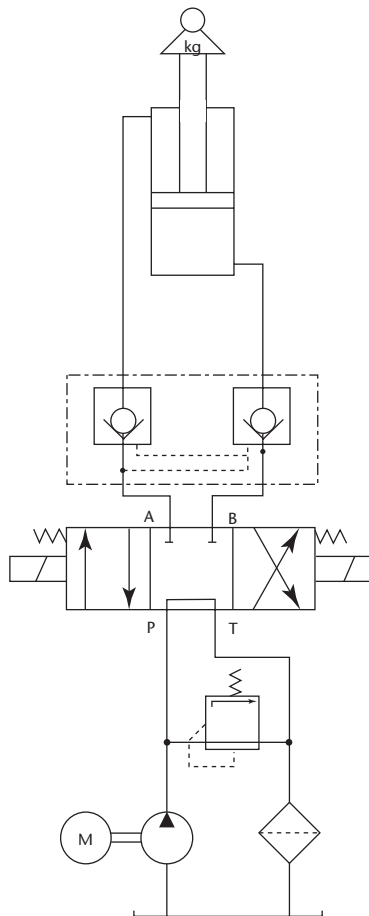
Naam klep	Functie	Plaats in hydraulisch systeem

*Uitvoering*

In deze opdracht ga je een dubbelwerkende cilinder en gestuurde terugslagkleppen op een elektrisch bediende stuurschuij aansluiten. Voer de opdracht met z'n tweeën uit op de hydrauliektafel. Bespreek de antwoorden samen, maar noteer de antwoorden pas als je de opdracht helemaal klaar hebt.

- 1 Doe de opdracht en het schema uit figuur 2.2 in een plastic hoes.
- 2 Zoek een elektrisch bediende stuurschuij.
- 3 Zoek uit wat de persleiding, de retourleiding en de werkleiding is van de elektrisch bediende stuurschuij.
- 4 Sluit de persleiding, de retourleiding en de werkleiding aan op de hydrauliektafel en een accu. Doe dit volgens het schema in figuur 2.2.

**Fig. 2.2**



- 5 Laat de aansluiting door de begeleider controleren.
- 6 Bedien de stuurschuij zonder dat de pomp ingeschakeld is en probeer de cilinder met de hand in te duwen of uit te trekken. Lukt dat? Verklaar je antwoord.

.....  
.....  
.....

---

7 Zet de pomp aan. Waarom zakt de cilinder niet in de neutrale stand?

.....  
.....  
.....

8 Bedien de stuurschuif. Waarom kan de cilinder nu wel bewegen?

.....  
.....  
.....

9 Hoe worden de terugslagkleppen geopend?

.....  
.....  
.....

10 Waarom is het noodzakelijk om een hydraulische topstang met gestuurde terugslagkleppen uit te rusten?

.....  
.....  
.....

- 11 Als de cilinder helemaal ingeschoven is, zet dan de pomp uit.
- 12 Koppel de onderdelen weer los en ruim alles netjes op.
- 13 Zorg dat je schone handen hebt en noteer de antwoorden op de hierboven gestelde vragen.
- 14 Bekijk nu een snelkoppeling.
- 15 Ook in een snelkoppeling zitten kleppen. Bestudeer de bouw van een snelkoppeling. Bekijk het zogeheten 'vrouwtje'.
- 16 Hoeveel afdichtingsringen zitten er in het vrouwtje?

.....

---

17 In welke volgorde zijn deze ringen gemonteerd?

.....  
.....

18 Van welke materialen zijn de afdichtingsringen van deze snelkoppeling gemaakt?

.....  
.....

19 Verwijder voorzichtig de afdichtingsringen. In de praktijk betekent dat vaak dat je ze dan moet vervangen door nieuwe, omdat de afdichtingsringen vaak beschadigen als je ze uit de snelkoppeling haalt. Teken de vorm van beide ringen.

20 Beoordeel de ringen op beschadigingen en vervang ze zo nodig.

21 Monteer ze weer in de juiste volgorde.

22 Controleer op dezelfde manier de afdichtingsringen van het andere deel van de snelkoppeling (het mannetje).

23 Monteer alle onderdelen die je hebt losgemaakt.

*Afsluiting*

Beantwoord de volgende vragen.

a Welke werkzaamheden uit deze opdracht vond je moeilijk om uit te voeren? Verklaar je antwoord.

.....  
.....  
.....

---

b Welke werkzaamheden uit deze opdracht zou jij nu in de praktijk kunnen uitvoeren? Verklaar je antwoord.

.....

.....

.....

---

## 3 Onderhoud van hydraulische installaties

### Leerdoelen

Na het maken van deze opdrachten kun je:

- eenvoudige berekeningen van een hydraulisch systeem maken;
- mogelijk storingen en gevolgen van storingen van trekkers en werktuigen opnoemen;
- het dagelijks en periodiek onderhoud van trekkers en werktuigen uitvoeren.

### 3.1 Opdrachten

#### Opdracht 3.1 Onderhoud aan filter en tank

##### *Doel*

Je kunt onderhoud uitvoeren aan een filter en een tank van een hydraulische installatie.

##### *Oriëntatie*

Voer de volgende opdrachten uit en beantwoord de vragen.

- Zoek informatie over de verschillende typen filters.
- Lees die informatie door.
- Over welke typen filters heb je informatie gevonden?

.....  
.....  
.....

- Op welke plaatsen in de hydraulische installatie worden deze filters gebruikt?

.....  
.....  
.....



---

e Beschrijf in twee zinnen waarom het onderhoud van filters en de tank belangrijk is.

.....

.....

.....

.....

*Uitvoering*

In deze opdracht ga je onderhoud aan een tank en een filter uitvoeren.

- 1 Ga naar een pompaggregaat.
- 2 Haal de vuldop van de tank.
- 3 De vuldop wordt behalve voor het vullen van de tank ook gebruikt om de tank te ontlichten. Waarom is het nodig de tank te ontlichten?

.....

.....

.....

4 Hoe zie je aan de vuldop dat de beluchting en ontlichting via deze dop plaatsvindt?

.....

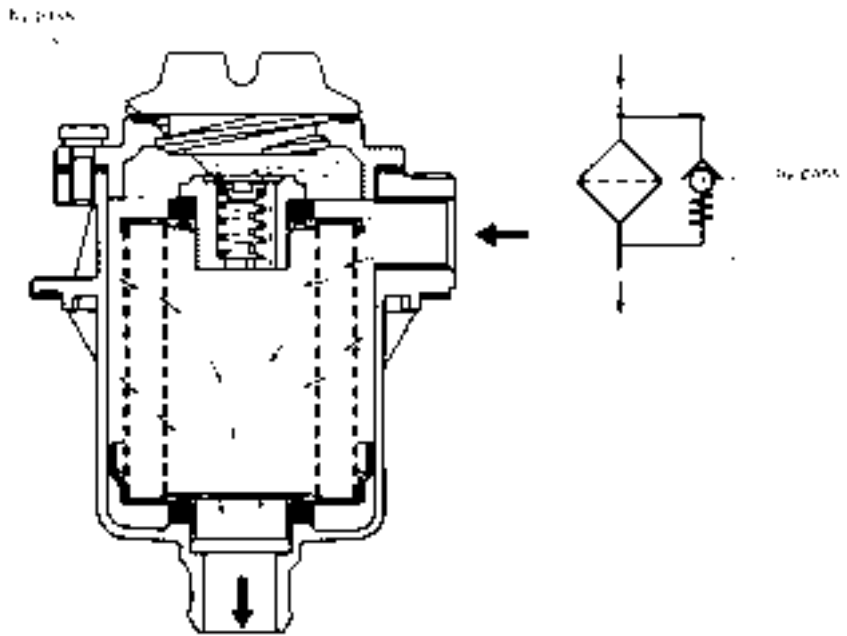
.....

5 Hoe controleer je of de lucht via de dop in en uit de tank kan?

.....

.....

**Fig. 3.1**  
*Het filter moet tijdig  
 vervangen of  
 schoongemaakt worden.*



6 Zoek op de aggregaat het filter. Waar zit het filter?

.....

7 Waarom noem je dit een retourfilter?

.....

.....

8 Vraag aan je begeleider een los filter en demonteer dit.

9 Waarvoor dient de veer boven in het filterelement?

.....

.....

10 Wat gebeurt er met de oliestroom bij dit filter als het filter erg vervuild is?

.....

.....

11 Geef in figuur 3.1 met pijlen de plaats van de afdichtingen aan.

---

12 Welke soorten afdichtingen worden in het door jou gedemonteerde filter toegepast?

.....  
.....

13 Controleer de verschillende afdichtingen van het filter. Kijk of ze beschadigd zijn. Noteer de beschadigingen.

.....  
.....  
.....

14 Monteer het losse filter weer.

15 Welke oliesoort en oliedikte zijn vereist voor de aggregaat? Kijk op het olievat waarin de olie zit die gebruikt wordt voor het bijvullen.

.....

*Afsluiting*

Beantwoord de volgende vragen.

a Wat ging goed?

.....  
.....  
.....  
.....

b Wat ging minder goed?

.....  
.....  
.....  
.....

---

c Wat zou je nog een keer willen oefenen?

.....

.....

.....

.....

**Opdracht 3.2 De hydraulische installatie op een werktuig**

*Doel*

Je kunt de onderdelen in een hydraulische installatie herkennen en onderhouden.

*Oriëntatie*

Op veel werktuigen zit een hydraulische installatie.

a Beschrijf hoe jij denkt dat je de hydraulische installatie het gemakkelijkst kunt leren kennen.

.....

.....

.....

b Zoek een instructieboekje van een werktuig met een hydraulische installatie. Bestudeer hieruit de veiligheidsvoorschriften voor de bediening.

c Noteer de onderdelen die hydraulisch worden aangedreven of bediend. Gebruik eventueel een hydraulisch schema.

.....

.....

.....

.....

.....

*Uitvoering*

In deze opdracht ga je onderhoud uitvoeren aan een hydraulische installatie.

- 1 Vraag je begeleider welk werktuig je voor deze opdracht mag gebruiken. Dit kan dus een ander werktuig zijn dan je bij de oriëntatie hebt gebruikt. Vraag ook of je het werktuig mag bedienen. Door de onderdelen te bedienen kun je zien of er snelheden regelbaar zijn. Bedien dus de verschillende onderdelen om sneller inzicht te krijgen in de installatie.
- 2 Noteer in de tabel welke typen cilinders (zuigercilinder/plunjercilinder/telescoopcilinder) op het werktuig zijn toegepast. Noteer ook wat de functie is van die cilinders en of ze met de hand, elektrisch of hydraulisch worden bediend.

Type cilinder	Functie	Bediening

- 3 Noteer welke typen hydropompen en hydromotoren toegepast zijn. Noteer ook de functie en de bediening.

Type hydropomp/hydromotor	Functie	Bediening

- 4 Zijn er in de leidingen naar de cilinders speciale kleppen of smoringen opgenomen die de snelheid of de stroomrichting regelen? Zo ja, welke?

.....  
.....

- 5 Zijn de snelheid en de draairichting regelbaar bij de hydropompen en -motoren?  
Zo ja, hoe?

.....

.....

.....

- 6 Noteer de onderhoudspunten van de hydraulische installatie in de tabel. Gebruik het instructieboekje van het werktuig.

Onderhoudspunten	Na aantal draaiuren

- 7 Voer in overleg met je begeleider het onderhoud uit.  
8 Noteer je werkzaamheden en je bevindingen in de tabel.

Onderhoudswerkzaamheden	Bevindingen (afwijkingen, storingen, defecten)

*Afsluiting*

Beantwoord de volgende vragen.

- a Heb je de hydraulische installatie op deze manier goed leren kennen?

.....  
.....

- b Had jij deze manier ook bedacht of had je iets anders bedacht? Zo nee, welke manier had jij bedacht?

.....  
.....  
.....

- c Welke manier werkt beter, denk je?

.....  
.....  
.....

**Opdracht 3.3 Testen van een hydraulische installatie**

*Doel*

Je kunt een hydraulische installatie testen.

*Oriëntatie*

Om slijtage of storingen in een hydraulische installatie op te sporen, heb je apparatuur nodig.

- a Noteer in de tabel welke meetapparatuur je denkt nodig te hebben voor het opsporen van slijtage of storingen.  
b Geef ook aan hoe groot het meetbereik van de meetapparatuur moet zijn.

Meetapparatuur	Meetbereik

### *Uitvoering*

Voor het opsporen van slijtage of storingen in een hydraulische installatie gebruik je vaak testapparatuur die behalve kan meten ook de belasting van de installatie kan nabootsen via een smoring. In deze opdracht ga je een trekker testen met deze testapparatuur.

- 1 Vraag je begeleider of je samen met hem een trekker mag testen met een testapparaat. Kies een trekker.
- 2 Sluit het testapparaat aan op de twee aansluitingen van een stuurschuif van de trekker.
- 3 Zet de eventuele hoeveelheidsregeling op de stuurschuif op maximaal. Zorg dat je de hendel van die stuurschuif in de juiste richting bedient, anders stroomt de olie in de verkeerde richting door de testapparatuur. En dat kan schade veroorzaken.
- 4 Meet de volumestroom onder de omstandigheden die in de tabel staan. Noteer de gegevens in de tabel.

Toerental motor (toeren/min)	Lastdruk (bar)	Volumestroom (liter/min)
900	geen	
900	75	
900	150	
900	190	
1300	geen	
1300	75	
1300	150	
1300	190	
1800	geen	
1800	75	
1800	150	
1800	190	
2100	geen	
2100	75	
2100	150	
2100	190	



---

5 Wat zijn je conclusies?

De maximale hoeveelheid olie via de stuurschuif is .....liter/minuut.

Hiervoor is wel/niet (streek door wat niet van toepassing is) het maximale toerental van de motor nodig.

De lastdruk heeft wel/geen (streek door wat niet van toepassing is) invloed op de geleverde hoeveelheid olie.

6 De hydraulische pomp stopt met het leveren van olie bij een bepaalde druk. Hoe hoog staat deze druk ingesteld? .....bar

7 Zet de motor van de trekker stil.

8 Voor het opwekken van een oliestroom onder een bepaalde druk is vermogen nodig. Dit hydraulisch vermogen kun je berekenen met de volgende formule:

$$\text{hydraulisch vermogen (kW)} = \frac{\text{pompdruk (bar)} \times \text{aantal liter olie per minuut}}{\pm 500 \text{ (normaal is 580-600; bij oudere trekkers is de efficiëntie lager)}}$$

Er wordt uitgegaan van een rendement van het hydraulisch systeem van  $\pm 85\%$ .

9 Hoeveel vermogen is er volgens jouw meting nodig als de trekker een toerental heeft van 1800 en de druk 150 bar is?

.....

10 Wat gebeurt er als er veel inwendige lekkage is in een hydraulische installatie?

.....

11 Maak de hydraulische installatie drukloos. Koppel de testapparatuur los.

*Afsluiting*

In het begin van deze opdracht heb je genoteerd welke meetapparatuur je nodig hebt voor het opsporen van slijtage en storingen.

a Had je alle apparatuur genoteerd?

.....

---

b Zo nee, wat was je vergeten?

.....  
.....

c Beheers je het gebruik van de apparatuur? Op welke punten wel en op welke punten niet?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

---

# 4 Pneumatiek

## Leerdoelen

Na het maken van deze opdrachten kun je:

- de onderdelen van een pneumatische installatie benoemen;
- van verschillende typen compressoren de werking en bediening verklaren;
- aangeven hoe de door de compressor geleverde lucht in goede conditie aan een verbruiker (bijvoorbeeld een pneumatische snoeischaar of een luchtdruksleutel) wordt aangeleverd;
- verklaren hoe vocht uit de lucht wordt opgenomen;
- aangeven welke manieren er zijn om olie toe te voegen aan perslucht;
- aangeven hoe cilinders zijn opgebouwd en welke functies zij kunnen vervullen;
- verschillende ventielen onderscheiden en hun werking verklaren;
- de werking van een pneumatisch systeem afleiden uit een schema;
- uitleggen hoe schema's van een pneumatische installatie gemaakt moeten worden;
- aangeven welke symbolen er in een pneumatisch schema gebruikt worden;
- aangeven hoe je normale onderhoudswerkzaamheden aan een pneumatische installatie kunt verrichten;
- aangeven hoe je via een logische weg (stroomschema) een storing in een pneumatische installatie kunt opzoeken en mogelijk kunt oplossen.

## 4.1 Opdrachten

### Opdracht 4.1 Onderhoud van luchtdrukinstallaties

#### *Doel*

Je kunt het dagelijks en wekelijks onderhoud aan een luchtdrukinstallatie uitvoeren.

#### *Oriëntatie*

Bij het werken met machines of werktuigen en het uitvoeren van onderhoud wordt gebruik gemaakt van perslucht. Die techniek noem je ook wel pneumatiek.

- a Wanneer heb jij met pneumatiek te maken als je werkt op een loonbedrijf? Geef drie voorbeelden.

.....

.....

.....

- 
- b Om onderhoud aan een pneumatisch systeem te kunnen uitvoeren moet je eerst weten uit welke onderdelen de installatie bestaat en hoe het systeem werkt. Ga naar een werkplaats waar een compressor is en vraag naar het instructieboek van de compressor. Bekijk de compressor en het instructieboek.
- c Is de compressor vast opgesteld of is de compressor voorzien van wielen?  
.....
- d Is de aandrijfmotor een eenfase- (220 V) of een driefasenelektromotor (380 V)?  
.....
- e Is het een zuiger-, een schroef- of een schoepencompressor?  
.....
- f Wat is de maximale werkdruk van de compressor?  
.....
- g Wat gebeurt er als de maximale werkdruk bereikt wordt?  
.....
- h Is het een ééntraps- of een tweetrapscompressor? Hoe zie je dat?  
.....  
.....  
.....
- i Welke onderdelen zijn er naast de compressor in het pneumatisch systeem opgenomen?  
.....  
.....
- j Teken op ruitjespapier een plattegrond (bijvoorbeeld op een schaal van 1:100) van het gebouw waar de luchtdrukinstallatie zich bevindt. Teken hierin de plaats van de compressor en de andere pneumatische onderdelen die in het systeem zijn opgenomen. Teken ook de luchtleiding door het gebouw en de

snelkoppelingen. Gebruik zo veel mogelijk symbolen voor de onderdelen. Deze symbolen vind je in een theorieboek over pneumatiek.

### *Uitvoering*

Als je weet hoe het pneumatisch systeem in elkaar zit, kun je het onderhoud aan de luchtdrukinstallatie uitvoeren.

- 1 Voer het dagelijks en wekelijks onderhoud uit. De werkzaamheden staan in de tabel.

Pas op als het systeem onder druk staat. Een slang onder druk kan gevaarlijk in het rond slaan als er lucht uit stroomt. Dus als je iets gaat demonteren, eerst de druk eraf zetten.

Dagelijks onderhoud	Uitgevoerd	Datum	Datum	Datum
Tap condenswater in reservoirs (luchtketels) af				
Controleer het olieniveau in compressor en olieverniveelaar				
Controleer de luchtfilters van componenten die in stoffige omstandigheden werken				
<b>Wekelijks onderhoud</b>				
Controleer de slangen op porositeit en knikplaatsen				
Test de olieverniveelaar, stel indien nodig de doseerschroef bij				
Test de werking van de manometers				
Test de werking van het reduceerventiel				
Controleer de werking van het afslag(uitschakel)mechanisme				

- 2 Kijk in het instructieboekje van de compressor of er nog meer onderhoudspunten zijn dan in de tabel staan. Zo ja, noteer ze dan in de tabel.
- 3 Vink aan wat je gedaan hebt en noteer de datum waarop je het onderhoud uitvoert. Dan kun je zien wanneer je het weer moet doen. De andere kolommen kun je een volgende keer gebruiken.

### *Afsluiting*

Leg aan je begeleider uit welke onderdelen je hebt onderhouden en waarom.

---

## Opdracht 4.2    **Halfjaarlijks onderhoud van luchtdrukinstallaties**

### *Doel*

Je kunt het halfjaarlijks onderhoud aan een luchtdrukinstallatie uitvoeren.

### *Oriëntatie*

Een van de meest voorkomende storingen aan een luchtdrukinstallatie is lekkage.

- a    Op welke twee plaatsen komt volgens jou vaak lekkage in een luchtdrukinstallatie voor?

.....  
.....

- b    Welke gegevens denk je nodig te hebben om de luchtdrukinstallatie op lekkages en capaciteiten te controleren?

.....  
.....

- c    Waar vind je deze informatie?

.....

### *Uitvoering*

In deze opdracht ga je het halfjaarlijks onderhoud aan een luchtdrukinstallatie uitvoeren.

- 1    Ga naar de luchtdrukinstallatie.
- 2    Controleer eerst de capaciteit van de compressor. Pas op, want je werkt met een systeem dat onder druk staat.  
      Komt de gemeten capaciteit overeen met de capaciteit gegevens van de compressor?

.....

Draai geen leidingen los. Pas op bij het aansluiten van slangen en apparatuur. Deze kunnen gevaarlijk in het rond gaan slaan.

- 3    Voer het halfjaarlijks onderhoud uit. De werkzaamheden staan in de tabel. In de tabel is nog ruimte om andere werkzaamheden in te vullen. Vink aan wat je gedaan hebt en noteer de datum waarop je de werkzaamheden uitvoert in de tabel.

Halfjaarlijks onderhoud	Uitgevoerd	Datum	Datum	Datum
Controleer koppelingen en slangen op lekkage				
Test apparatuur op lekkage en capaciteit				
Repareer of vervang lekkende of slecht werkende apparatuur				
Maak filters schoon of vervang ze				
Maak geluiddempers schoon of vervang ze				

*Afsluiting*

In de oriëntatie heb je twee plaatsen genoemd waar vaak lekkage voorkomt.

a Kwam er op die plaatsen daadwerkelijk lekkage voor?

.....

b Laat je begeleider de reparaties controleren.

**Opdracht 4.3 Onderhoud luchtdrukreminstallatie op trekker en wagen**

*Doel*

Je kunt het onderhoud aan een luchtdrukreminstallatie uitvoeren.

*Oriëntatie*

Om onderhoud aan een luchtdrukreminstallatie uit te kunnen voeren moet je weten uit welke onderdelen de installatie bestaat.

a Noteer de onderdelen van een luchtdrukreminstallatie in de tabel.

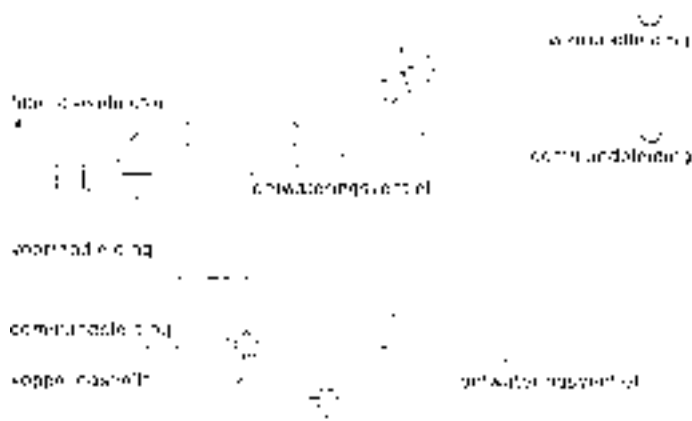
	Onderdelen luchtdrukinstallatie	Functie
	compressor	brengt lucht op druk

	Onderdelen luchtdrukinstallatie	Functie

- b Geef in de laatste kolom van de tabel in een paar woorden de functie van het onderdeel weer.
- c Benoem in figuur 4.1 de onderdelen die je in de tabel genoemd hebt. Zet de juiste nummers in de eerste kolom van de tabel.

**Fig. 4.1**

In een luchtdrukstelsel zitten veel verschillende onderdelen.



*Uitvoering*

Beantwoord de onderstaande vragen en voer de opdrachten uit.

- 1 Ga naar een trekker en een wagen met een luchtdrukstelsel.
- 2 Op welke manier wordt deze compressor van het luchtdrukstelsel gesmeerd?

.....

- 3 Hoe kun je de koelribben het beste schoonmaken?

.....

- 4 Hoe strak moet de V-snaar gespannen staan?

.....



---

5 Indien er een drukmeter in het systeem opgenomen is, tussen welke waarden schommelt de druk?

.....

6 Komt dit overeen met de waarden die nodig zijn voor het goed functioneren van het remsysteem?

.....

7 Is er een controlelamp voor de druk in het systeem? Zo ja, bij welke druk gaat deze controlelamp aan of uit?

.....

8 Welke vloeistof wordt er in de vorstbeveiliger gebruikt?

.....

9 Is er een luchtdrogerpatroon in het systeem opgenomen? Zo ja, hoe vaak moet dat worden vervangen?

.....

10 Heeft de luchtketel een handbediende of een automatisch bediende ontwateringsklep?

.....

11 Hoe vaak moet het water worden afgelaten?

.....

12 Waarom moet je de afsluitdoppen op de koppelstukken bij het afkoppelen van de slangen steeds gebruiken?

.....

.....

.....

---

13 Waar zijn er in het systeem filters opgenomen? Waarom juist daar?

.....  
.....  
.....  
.....

14 Heeft de wagen een handbediende of een automatische lastafhankelijke regelklep?

.....  
.....

15 Controleer indien aanwezig het oliepeil van de compressor.

16 Reinig de koelribben.

17 Breng de V-snaar op de gewenste spanning.

18 Controleer het vloeistofniveau in de vorstbeveiliging.

19 Controleer of de afsluitdoppen op de koppelstukken goed afsluiten.

20 Koppel het remsysteem van de wagen aan de trekker en zorg ervoor dat het systeem op bedrijfsdruk staat.

21 Zet de motor stil. Trap de voetrem in en houd hem ingetrapt. Er mag dan geen luchtlekkage hoorbaar zijn.

22 Is er ergens lekkage? Waar?

.....

23 Repareer eventuele lekken. Zorg dat er geen lucht meer uit het systeem lekt.

24 Meet de slag die de remcilinder maakt als de handrem van de trekker is aangetrokken.

De slag is .....cm. Dit mag niet meer bedragen dan .....van de maximale slag van de cilinder.

25 Wat is je conclusie? Moet de remmen worden bijgesteld? Zo ja, doe dat dan.

.....  
.....

### *Afsluiting*

Vraag aan je begeleider of je een proefrit mag maken. Rij daarbij eerst met een lage snelheid van 5 km per uur en test de remmen. Ga vervolgens wat sneller rijden en test telkens de remmen.

---

# 5 Mechanica

## Leerdoelen

Na het maken van deze opdrachten kun je:

- berekeningen uitvoeren met de begrippen uit de mechanica;
- uitleggen wat een koppelkromme van een motor is en deze interpreteren naar de dagelijkse praktijk;
- de resultaten van een vermogenstest vertalen naar de dagelijkse praktijk.

## 5.1 Opdrachten

### Opdracht 5.1 Trekkertestrapport lezen

#### *Doel*

Je kunt een trekkertestrapport begrijpen.

#### *Oriëntatie*

In deze opdracht ga je, samen met een klasgenoot, kijken hoe een trekkertestrapport in elkaar zit.

- Zoek een trekkertestrapport op, bijvoorbeeld in een agrarisch vakblad.
- Zoek de begrippen/kernwoorden op waar het in dit rapport over gaat.
- Noteer die begrippen/kernwoorden in de tabel. Zet in de linkerkolom de begrippen die te maken hebben met de grafieken uit het trekkertestrapport. Zet in de rechterkolom de overige begrippen.

Begrippen bij de grafieken	Overige begrippen

*Uitvoering*

Je gaat meer informatie verzamelen over trekkertesten.

- 1 Maak een afspraak bij een landbouwmechanisatiebedrijf dat regelmatig trekkers test. Vraag of zij jullie iets willen vertellen over de trekkertest en of ze jullie kunnen laten zien hoe je de trekkertest uitvoert.
- 2 Bereid het bezoek voor door minimaal vijf vragen over dit onderwerp te bedenken. Zet die vragen in de linkerkolom van de tabel.

Vragen	Antwoorden

- 3 Ga naar het bedrijf en stel je vragen. Noteer de antwoorden in de rechterkolom.
- 4 Vraag of de monteur een trekker wil testen. Kijk tijdens het testen vooral naar de werkvolgorde.
- 5 Schrijf iedere stap die hij verricht op.
- 6 Stappen die vooraf gaan aan de trekkertest zijn:

.....

.....

.....

.....

.....

- 7 Stappen die tijdens de trekkertest plaatsvinden zijn:

.....

.....

---

.....  
.....  
.....

8 Stappen die de monteur na de trekkertest verricht, zijn:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

9 Kijk terug op het testen door de volgende vragen te beantwoorden.

10 Bij welk motortoerental is de trekkertest begonnen?

.....

11 Heeft de monteur vooraf de vloeistofreservoirs gecontroleerd? Zo ja, waarom?

.....  
.....  
.....

12 Heeft de monteur vooraf een compressietest uitgevoerd bij de motor? Zo nee, waarom niet?

.....  
.....  
.....

13 Bij welk motortoerental is de trekkertest afgebroken? Waarom juist bij dat motortoerental?

.....

- 
- .....
- .....
- 14 Bekijk het uitgedraaide testresultaat samen met de monteur. Vergelijk het met het testresultaat van een nieuwe trekker (van hetzelfde merk en type). Welke conclusies kunnen jullie trekken?

.....

.....

.....

.....

.....

*Afsluiting*

Geef een toelichting op het testrapport en jullie conclusies aan je klasgenoten.

**Opdracht 5.2 Reactiekrachten**

*Doel*

Je kunt de reactiekrachten op banden en de daarbij behorende bandenspanning uitrekenen.

*Oriëntatie*

Beantwoord de volgende vragen.

- a Van welke omstandigheden is de juiste bandenspanning afhankelijk?

.....

.....

.....

.....

.....

- b Wat zijn de consequenties voor de grond als de spanning van de banden te hoog is?

.....

---

.....  
.....  
.....  
.....

c Wat zijn de consequenties voor de banden als je rijdt op een verharde weg met een te lage bandenspanning?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

d Zoek op hoe je uitrekent wat de reactiekrachten zijn van de banden op de grond. Zoek ook uit hoe je dan kunt bepalen hoe hard de banden opgepompt moeten worden.

*Uitvoering*

In deze opdracht ga je de reactiekrachten en de bandenspanning uitrekenen van een trekker met een kipwagen.

- 1 Voor deze opdracht heb je een trekker nodig met een beladen kipwagen in de trekhaak. Regel dat je zo'n combinatie kunt gebruiken.
- 2 Hoe ver staan de banden van deze combinatie uit elkaar?

.....

3 Waar bevindt zich het zwaartepunt ten opzichte van de banden?

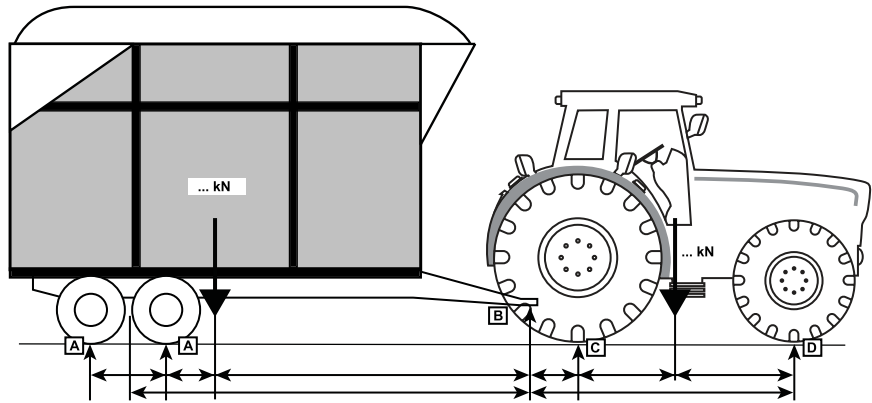
.....

4 Hoe zwaar is de trekker en de beladen kipwagen?

.....

5 Zet alle maten en gewichten in figuur 5.1.

**Fig. 5.1**  
 Zijaanzicht van een  
 trekker-  
 kipwagencombinatie



6 Hoeveel gewicht rust er op de trekhaak (B)?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7 Hoeveel gewicht rust er op de voorwielen (D)?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



---

.....  
.....  
.....  
.....

8 Hoeveel gewicht rust er op de achterwielen van de trekker (C)?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

9 Hoeveel gewicht rust er op de banden van de kipwagen (A)?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

.....

.....

.....

10 Is de som van alle reactiekrachten die op de banden rusten gelijk aan het totaalgewicht van de combinatie trekker-kipwagen? Noteer de berekening.

.....

.....

.....

.....

.....

11 Zoek van de banden de tabellen om de bandenspanning te bepalen. Bepaal de bandenspanning aan de hand van de gewichten die op de banden rusten. Noteer in de tabel de bandenspanning voor het werken in het veld (rij snelheid ongeveer 10 km/uur) en voor het rijden op de openbare weg (rij snelheid 50 km/uur).

	Vereiste bandenspanning	
	10 km/uur	50 km/uur
Bandenmaat		
Voorwiel		
Achterwiel		
Wiel kipwagen		

*Afsluiting*  
 Probeer of je met deze bandenspanning kunt werken. Lukt dat? Zo niet, waarom niet?

.....

.....

.....

---

### Opdracht 5.3 (Front)gewichten

#### Doel

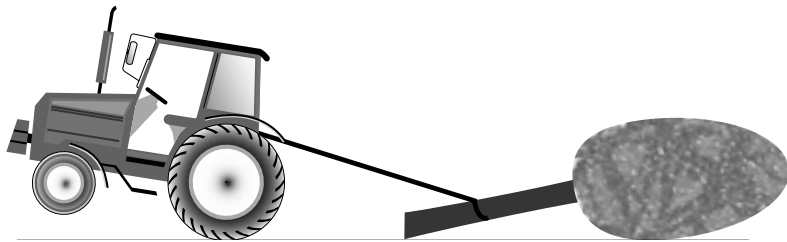
Je kunt het juiste aantal (front)gewichten bepalen om ervoor te zorgen dat de trekker goed bestuurbaar blijft.

#### Oriëntatie

Als er achter of voor de trekker een werktuig zit, zijn er vaak (front)gewichten nodig om de combinatie in evenwicht te houden. Wanneer er te weinig frontgewichten aan de trekker hangen kan er een onveilige situatie ontstaan. Bovendien is het niet goed voor het materiaal en voor de structuur van de bodem. In figuur 5.2 zie je wat er kan gebeuren. In deze opdracht ga je het juiste aantal frontgewichten bepalen.

**Fig. 5.2**

Een steigerende trekker kan een levensgevaarlijke situatie opleveren.



- a Bedenk zelf drie dingen die kunnen gebeuren als de trekker uit figuur 5.2 te weinig frontgewichten bevat.

.....

.....

.....

- b Vraag je begeleider hoe hij bepaalt hoeveel frontgewichten er aan de trekker bevestigd moeten worden. Hoe doet hij dat?

.....

.....

.....

.....

.....

---

c Zoek uit op welke manieren er (front)gewichten op een trekker geplaatst kunnen worden om ervoor te zorgen dat de trekker niet kantelt of achterover slaat. Welke manieren zijn dat?

.....

.....

.....

.....

.....

d Op welke plaatsen kun je gewichten plaatsen?

.....

.....

.....

.....

.....

e Hoe wordt in de praktijk bepaald of er voldoende (front)gewichten aan de trekker bevestigd zijn?

.....

.....

.....

.....

.....

*Uitvoering*

Je gaat voor een trekker en een (zwaar) werktuig bepalen hoeveel frontgewichten je moet gebruiken.

- 1 Zoek een trekker en een (zwaar) werktuig.
- 2 Zoek, bijvoorbeeld in trekkertestrapporten of folders, de volgende gegevens van die trekker en het werktuig op en noteer die in de tabel.

	Trekker	Werktuig
Merk/type		
Vermogen (kW)		-
Totaalgewicht (zonder frontgewichten)		
Gewicht op voorwielen		-
Gewicht op achterwielen		-

3 Schat hoeveel frontgewichten je nodig hebt voor deze combinatie. Als je er niet uit komt, vraag dan hulp. Hoeveel (front)gewichten denk je nodig te hebben? .....kg

4 Bevestig deze (front)gewichten aan de trekker.

5 Probeer voorzichtig uit of je inderdaad het juiste aantal (front)gewichten hebt bevestigd. Heb je inderdaad het juiste aantal (front)gewichten bevestigd?

.....

6 Behalve uitproberen of je het juiste aantal (front)gewichten bevestigd hebt, kun je het ook berekenen. Bereken of je het aantal (front)gewichten goed hebt geschat. Noteer je berekening.

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

---

7 Had je goed geschat? Zo niet, hoe zou je dat de volgende keer beter kunnen doen?

.....  
.....

*Afsluiting*

Schrijf een advies over het aantal frontgewichten dat je denkt nodig te hebben. Laat dit advies controleren door je begeleider.

Hoe beoordeelt hij het advies?

.....

---

# 6 Elektriciteit

## Leerdoelen

Na het maken van deze opdrachten kun je:

- de gebruiksaanwijzing van een multimeter begrijpen;
- de informatie uit de gebruiksaanwijzing van de elektrische meetapparatuur juist toepassen;
- bij het meten van elektriciteit de theoretische wetten en regels in acht nemen;
- elektrische metingen zelfstandig, zorgvuldig, nauwkeurig en foutloos uitvoeren.

## 6.1 Opdrachten

### Opdracht 6.1 Werken met een multimeter

#### *Doel*

Je kunt metingen uitvoeren met een multimeter.

#### *Oriëntatie*

Een multimeter is een meetinstrument om elektriciteit te meten.

- a In welke beroepen wordt de multimeter gebruikt? Noem er drie.

.....

.....

.....

- b Vraag aan je begeleider een multimeter. Op de multimeter zit een keuzeknop. Teken deze keuzeknop.

- 
- c Met deze keuzeknop kun je verschillende functies kiezen. Zet in de tekening bij elke functie de betekenis ervan.

*Uitvoering*

Je gaat in deze opdracht drie metingen met een multimeter uitvoeren.

Meting 1

- 1 Eerst ga je de spanning van een accu bij een trekker meten. Op welke elektrische eenheid moet je de multimeter instellen?

.....

- 2 Als je de spanning van de accu meet, meet je dan gelijkstroom of wisselstroom?

.....

- 3 Welk meetbereik stel je in? Waarom?

.....

.....

- 4 Gebruik het instructieboekje van de multimeter om te zien waar je de zwarte en waar je de rode kabel moet aansluiten tijdens het meten van de spanning van een accu. Sluit de meetkabels aan op de multimeter.

- 5 Ga naar een trekker en zoek de accu. Sluit de andere kant van de meetkabels aan op de accu.

- 6 Schakel de multimeter in. Welke spanning meet je?

.....

- 7 Je gaat nu de spanning tijdens het starten meten. Vraag je begeleider of hij de trekker wil starten terwijl jij de spanning meet.

Let op de veiligheid. Zet de versnellingen vrij.

Als de trekker een stopknop heeft, dan moet deze uitgetrokken zijn. Op die manier kun je makkelijker de spanning meten. Indien de trekker geen stopknop heeft, is het moment waarop je kunt meten erg kort. Let dus goed op de verandering van spanning. Noteer de spanning die je meet.

.....



---

8 Start de trekker en meet de spanning als de motor draait. Noteer wat je meet.

.....  
.....

9 Is de spanning veranderd? Waarom wel of waarom niet?

.....  
.....

**Meting 2**

De tweede meting die je gaat doen is een weerstandsmeting. Het gaat er hierbij niet om hoeveel weerstand de meter aangeeft, maar of er een verbinding is. Op deze manier kun je een onderdeel testen.

1 Vraag aan je begeleider enkele onderdelen zoals lampjes, zekeringen, schakelaars en kabels. Deze onderdelen ga je testen, met andere woorden: je gaat kijken of ze wel of niet 'defect' zijn. Op welke eenheid stel je de multimeter in?

.....

2 Welk meetbereik kies je?

.....

3 Controleer of de meetdraden op de juiste wijze zijn aangesloten op de multimeter. Maak contact tussen de meetpennen en de aansluitpunten van het te testen onderdeel. Noteer de gemeten waarden in de tabel.

Onderdeel	Gemeten waarde	Conclusie
Lampje		
Zekering		
Schakelaar		
Kabel		

4 Wat is je conclusie over de werking van deze onderdelen? Noteer je conclusies in de laatste kolom van de tabel.

---

### Meting 3

De derde meting is een meting van de stroom. Je gaat de hoeveelheid stroom meten die naar een lamp of een relais gaat.

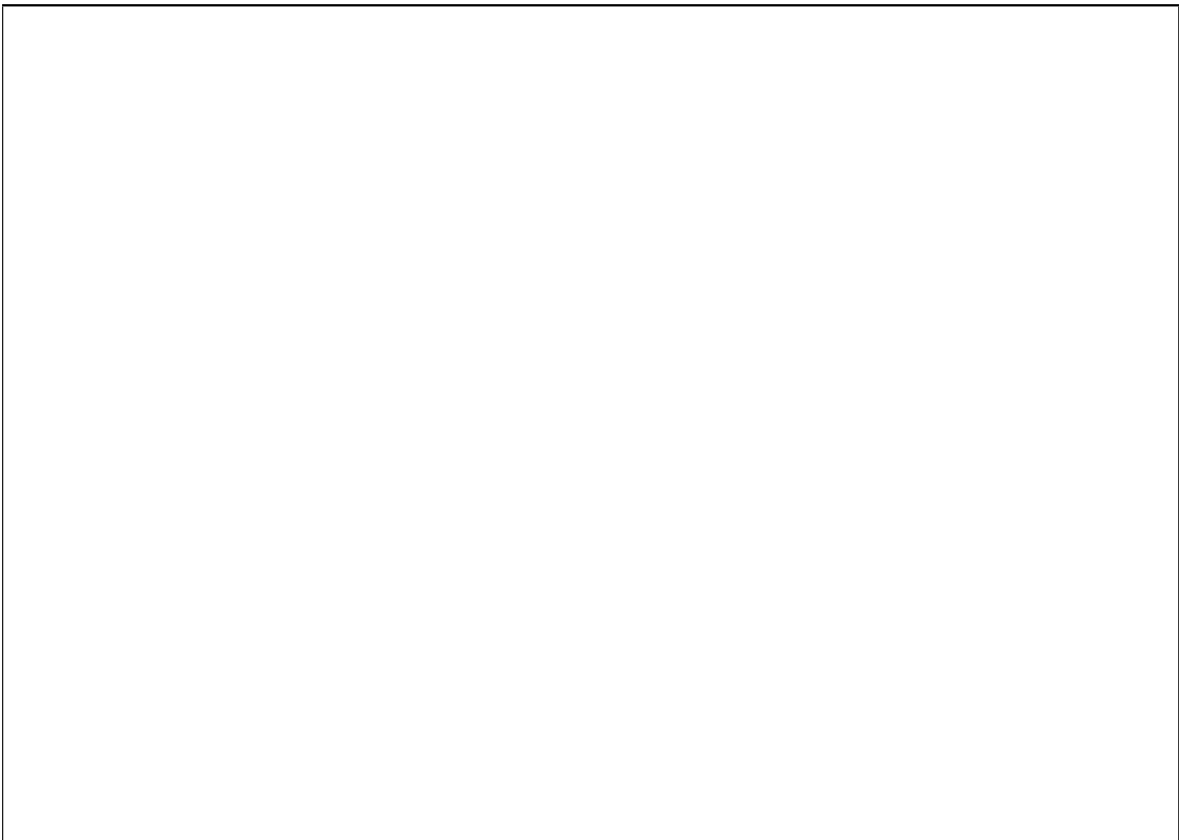
- 1 Bij de vorige metingen stond de multimeter parallel aan het elektrische circuit. Hoe moet de meter staan bij het meten van de stroomsterkte? Parallel of in serie? Waarom?

.....

.....

.....

- 2 Bij het meten van de stroom is het erg belangrijk dat de draden goed worden aangesloten, anders kan er kortsluiting ontstaan en kan de multimeter defect raken.  
Maak een schets van de aansluiting van de multimeter als je de stroom naar bijvoorbeeld een lamp meet.



- 3 Sluit de draden volgens deze schets aan.
- 4 Laat de schets en de aansluiting eerst controleren door je begeleider voordat je de stroom door de lamp laat gaan.

---

5 Schakel de lamp in en lees de stroomsterkte af. Welke stroomsterkte meet je?

.....

6 Hoeveel van deze lampen kunnen er op een zekering van 10 A?

.....

*Afsluiting*

Je hebt kunnen oefenen met het instructieboek erbij. Laat deze drie metingen aan je begeleider zien, maar doe het nu zonder instructieboek.

a Wat ging er goed?

.....

.....

.....

b Wat ging er minder goed?

.....

.....

.....

---

# 7 12-24-voltinstallaties

## Leerdoelen

Na het maken van deze opdrachten kun je:

- eenvoudige storingen verhelpen;
- een verlichtingsbalk aanleggen;
- vertellen hoe de elektrische installatie in grote lijnen is opgebouwd.

## 7.1 Opdrachten

### Opdracht 7.1 Storing zoeken

#### *Doel*

Je kunt eenvoudige storingen in een elektrisch systeem opsporen en oplossen.

#### *Oriëntatie*

Een elektrisch systeem van een trekker bestaat uit veel onderdelen.

- a Noteer de onderdelen die volgens jou in het elektrisch systeem van een trekker voorkomen.

.....  
.....  
.....

- b Bij welk van de genoemde onderdelen heb jij wel eens een storing verholpen?

.....  
.....

- c Zoek informatie over storing zoeken in een elektrisch systeem en het oplossen van die storingen. Lees die informatie.

---

*Uitvoering*

In deze opdracht ga je zelfstandig een storing in het verlichtingssysteem van een wagen of werktuig opsporen en oplossen.

- 1 Vraag aan je begeleider bij welke wagen of bij welk werktuig de verlichting niet goed werkt. Sluit de verlichtingskabel van deze wagen of dit werktuig aan op een trekker.
- 2 Schakel achtereenvolgens de verlichting, de richtingaanwijzers en de remmen in en controleer de werking van de lichten.
- 3 Welke storing constateer je? Met andere woorden: welke lampen branden er niet of juist wel?

.....  
.....  
.....

- 4 Is er één lamp die niet goed werkt of zijn er meer die tegelijk ingeschakeld worden en niet werken?

.....

- 5 Je kunt de storing vanaf de trekker of vanaf de lamp opzoeken. Welke methode is in dit geval volgens jou de beste? Waarom?

.....  
.....  
.....

- 6 Welk gereedschap en welk meetinstrument gebruik je bij het opzoeken van deze storing?

.....  
.....

- 
- 7 Zoek de storing op. Doe dit stapsgewijs. Meet bij iedere stap of er op die plaats in het systeem spanning is en trek daaruit je conclusies. Zet je bevindingen in de tabel.

Stap	Plaats van de meting	Spanning	Conclusie
Stap 1			
Stap 2			
Stap 3			
Stap 4			
Stap 5			
Stap 6			

- 8 Welke storing(en) heb je ontdekt?

.....  
.....

- 9 Verhelp de storing.

*Afsluiting*

Controleer de verlichting en laat aan je begeleider zien dat alle lampen branden.

---

## Opdracht 7.2 Elektrisch schema lezen

### *Doel*

Je kunt een elektrisch schema lezen.

### *Oriëntatie*

Zoek in een boek een hoofdstuk waarin het lezen van een elektrisch schema aan de orde komt. Dit hoofdstuk is opgebouwd uit paragrafen. Noteer de titels van de paragrafen in de eerste kolom van de tabel. Noteer in de tweede kolom alle woorden of begrippen die bij je opkomen als je de paragraaftitel leest.

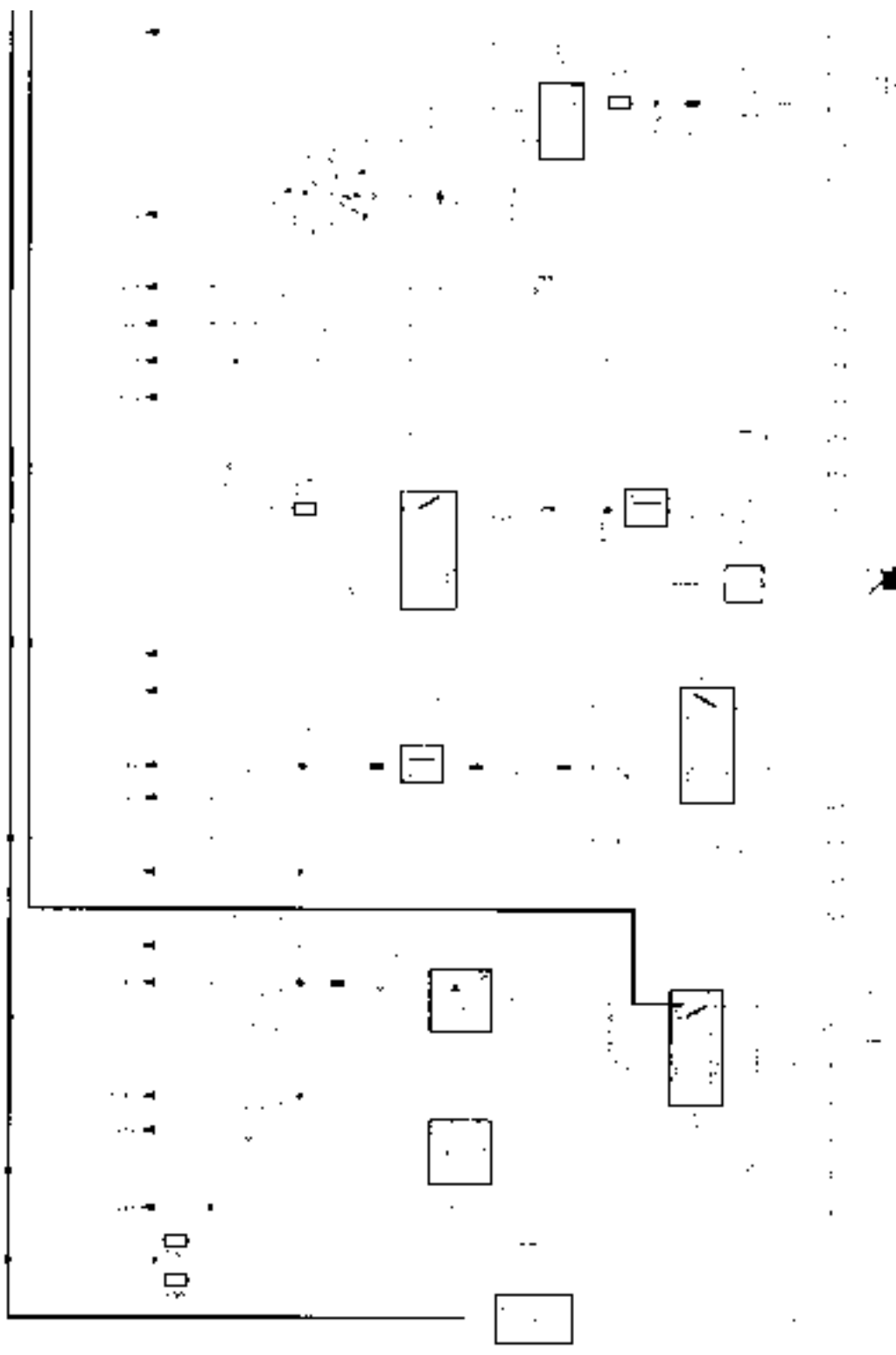
Titel paragraaf	Woorden of begrippen die bij je opkomen

### *Uitvoering*

In deze opdracht ga je een elektrisch schema van een trekker lezen en bekijken hoe dat er op een trekker uitziet.

- 1 Gebruik bij deze opdracht het schema uit figuur 7.1 of vraag je begeleider om een goed leesbaar, eenvoudig elektrisch schema van een trekker.

**Fig. 7.1** Met dit schema kun je de plaats van de storing soms gemakkelijker vinden.





**STARTEN**

- G1 Accu
- K1 Contactreëls
- K2 Startreëls
- M1 Starter en solenoïde
- S1 Contactschakelaar
- S2 Startbeveiliging schakelaar
- S53 Thermoschakelaar voor wasmotor

**LADEN**

- G2 Alternator

**THERMOSTART EN BRANDSTOFSYSTEEM**

- F8 Afsluitsolenoïde zekering
- F19 Zekering
- KV7 Thermostartreëls
- R1 Thermostartspoel
- R2 Inspuitpomp wasmotor
- Y1 Afsluitsolenoïde
- Y2 Elektrische voedingpomp

**MOTORSTOP**

- KF Motorstopreëls

DRAADKLEURCODE							
B	Zwart	R	Rood	LG	Lichtgroen	K	Roze
N	Bruin	O	Oranje	U	Blauw	W	Wit
LN	Lichtbruin	Y	Geel	TQ	Turkoois		
S	Grijs	G	Groen	P	Purper		

Lijn 10-360

2 Welke elektrische onderdelen zijn er in dit schema opgenomen naast de verlichting?

.....

.....

.....

3 Zoek de accu op in het schema. Welke onderdelen zijn er met de plus (+) van de accu verbonden?

.....

.....

4 Ga naar een trekker met een eenvoudig elektrisch systeem. Zoek de draden vanaf de accu op. Zijn het dikke of dunne draden?

.....

---

5 Kijk naar het schema. Waar gaan de draden vanaf de accu naar toe?

.....

6 Bekijk bij de trekker hoeveel draden er aan de startmotor vastzitten. Waar gaat één van de dunne draden volgens jou zeker naar toe?

.....

7 Zoek de dynamo op in het schema. Hoeveel draden zitten er volgens het schema aan de dynamo?

.....

8 Waar gaan die draden naar toe?

.....

9 Hoeveel draden zie je bij de trekker aan de dynamo zitten? Komt dit overeen met wat je in het schema gevonden hebt? Zo niet, hoe komt dat?

.....

.....

.....

10 Zoek in het schema het contactslot op. Welke nummers/letters staan er bij de aansluitingen?

.....

.....

11 Zoek de zekeringkast in het schema. Kies een zekering en noteer welke bedrading en welke onderdelen er via die zekering beveiligd zijn.

.....

.....

- 
- .....
- .....
- 12 Zoek de zekeringen van de trekker op. Hoe zwaar is de zekering waarmee de knipperlichten beveiligd zijn?

.....

*Afsluiting*

Kijk nog eens naar de tabel die je in de oriëntatie hebt ingevuld. Vul de woorden die je hebt ingevuld aan met nieuwe woorden en begrippen die je in deze opdracht bent tegengekomen.

---

## 8 Elektronica

### Leerdoelen

Na het maken van deze opdrachten kun je:

- een boord- of werktuigcomputer instellen, aflezen en ijken;
- sensoren herkennen en eventueel in- of afstellen;
- elektronische componenten en boord- en werktuigcomputers op de juiste wijze aankoppelen;
- nieuwe ontwikkelingen op het gebied van elektronica en boord- en werktuigcomputers herkennen.

### 8.1 Opdrachten

#### Opdracht 8.1 Gegevens van de boordcomputer invoeren en uitlezen

##### *Doel*

Je kunt gegevens invoeren en uitlezen bij een boordcomputer.

##### *Oriëntatie*

Steeds meer trekkers, machines en werktuigen zijn uitgerust met een boordcomputer.

- Noteer in de tabel ten minste drie trekkers of werktuigen waarin volgens jou boordcomputers worden gebruikt.
- Zet in de tweede kolom de twee belangrijkste gegevens die je bij die boordcomputer kunt aflezen.

Trekker of werktuig met boordcomputer	Twee belangrijkste gegevens die je kunt aflezen

- Sommige gegevens voer je in vóór het werk, andere gegevens lees je af tijdens of na het werk. In de tabel zie je verschillende gegevens die met boordcomputers te maken hebben. Geef met een kruis in de juiste kolom aan wanneer die gegevens ingevoerd of afgelezen moeten/kunnen worden.

Gegevens	Invoeren vóór het werk	Aflezen tijdens het werk	Aflezen na afloop van het werk
Kg of liters per ha			
Rijsnelheid			
Werkbreedte			
Bewerkte oppervlakte			
Afgelegde weg			
Impulsen per kg of per liter			
Impulsen per 100 meter			

*Uitvoering*

In deze opdracht ga je gegevens invoeren en aflezen bij een boordcomputer.

- 1 Vraag je begeleider welke boordcomputer je mag gebruiken. Zoek het bijbehorende instructieboekje erbij of vraag hierom bij je begeleider.
- 2 Op welk soort machine of werktuig is de boordcomputer aangesloten?

.....

- 3 Hoe kun je de ingevoerde gegevens op die boordcomputer veranderen? Kun je dit doen met plus/min-toetsen of met druktoetsen met cijfers?

.....

- 4 Na het invoeren van de gegevens moet je een handeling verrichten om de ingevoerde gegevens op te slaan. Welke handeling is dat?

.....

- 5 Vraag je begeleider welke gegevens je mag invoeren. Noteer die gegevens.

.....

.....

.....

---

.....  
.....

6 Voer die gegevens in. Voer het werk met de machine of het werktuig uit.

*Afsluiting*

Laat je begeleider aan het eind van het werk zien welke gegevens je over de verrichte werkzaamheden op de computer kunt aflezen.

**Opdracht 8.2 Een wielsensor van een boordcomputer ijken**

*Doel*

Je kunt een wielsensor van een boordcomputer ijken.

*Oriëntatie*

Beantwoord de volgende vragen.

a Noteer waaraan jij denkt bij het woord ijken.

.....  
.....

b Noem drie instrumenten die geijkt moeten worden.

.....  
.....  
.....  
.....

c Waarom moeten die instrumenten geijkt worden?

.....  
.....

d Wat kan er fout gaan als de wielsensor van een getrokken spuitmachine niet geijkt is?

.....  
.....

---

*Uitvoering*

In deze opdracht ga je een wielsensor ijken.

- 1 Vraag je begeleider bij welke trekker of bij welk werktuig je de wielsensor mag ijken. Bij welke trekker of bij welk werktuig mag je dat doen?

.....

- 2 Zorg dat je het instructieboekje van de boordcomputer hebt. Volg bij het uitvoeren van het ijken de procedure die in het instructieboekje staat. Hoeveel meter moet je rijden bij het ijken?

.....

- 3 Zet die afstand (meetstrook) uit.

- 4 Waar zet je de meetstrook uit? Op het erf, op het land of op de weg?

.....

- 5 Waarom zet je die afstand op die plaats en op die ondergrond uit?

.....

.....

.....

- 6 Rijd de uitgezette afstand. Wat zie je op het scherm van de boordcomputer tijdens het rijden?

.....

.....

- 7 Welke knop moet je na het rijden van de meetstrook indrukken? Waarom?

.....

.....

*Afsluiting*

Controleer de ijking globaal. Doe dit door in het instructieboekje van de trekker op te zoeken wat de snelheid in een bepaalde versnelling bij een bepaald toerental is. Rij met de trekker in die versnelling en dat toerental en lees op de boordcomputer de

---

rijnsnelheid af. Komt dit overeen met de gegevens in het instructieboekje van de trekker?

.....

.....

.....

### **Opdracht 8.3 Fouten/storingen bij een boordcomputer**

#### *Doel*

Je kunt bij een boordcomputer storingen lokaliseren, oplossen en de kans op storingen beperken.

#### *Oriëntatie*

Als er een storing is bij boordcomputers verschijnt er een foutcode.

- a Schrijf in je eigen woorden op waarom het aflezen en interpreteren van de foutcodes bij een boordcomputer voor jou van belang is.

.....

.....

.....

- b Foutcodes bij een boordcomputer helpen bij het opsporen van de storing. In de praktijk worden storingen vaak niet veroorzaakt door de software in de boordcomputer, maar door onderdelen die voor de aansturing van de computer zorgen. Noem drie oorzaken van storingen buiten de software.

.....

.....

.....

#### *Uitvoering*

In deze opdracht ga je een storing opsporen.

- 1 Vraag aan je begeleider welke boordcomputer je voor deze opdracht mag gebruiken. Zoek het instructieboekje erbij of vraag dit aan je begeleider.
- 2 Zoek in het instructieboekje het hoofdstuk over storingen en foutcodes.
- 3 Zet in de tabel de zes belangrijkste storingen. Noteer de foutcode of foutmelding. Schrijf in de laatste kolom hoe de mogelijke storing/fout opgelost kan worden.



Storing/fout	Foutcode/foutmelding	Oplossing

4 Zoek de onderdelen die via een draad met de boordcomputer zijn verbonden. Welke onderdelen zijn dat?

.....  
 .....  
 .....

5 Je gaat zelf een fout/storing aanbrengen in het systeem. Bij sommige sensoren is het mogelijk om aan de kant van de computer de draden van een sensor via een stekkertje los te koppelen. Vraag aan je begeleider welke sensor je los mag koppelen. Koppel indien mogelijk de draden van één van de sensoren los.

6 Schakel de boordcomputer in en bekijk of er een foutcode op het display van de boordcomputer wordt weergegeven. Welke foutcode zie je?

.....

7 Komt dit overeen met de storing die je hebt aangebracht? Zo niet, waarom niet?

.....

8 Koppel de losgemaakte sensor weer aan en controleer of alles weer correct werkt.

9 Je weet nu waar de draden en onderdelen van het boordcomputersysteem zitten. Wat zijn volgens jou de meest kwetsbare punten in het systeem, dus de plaatsen met de meeste kans op storingen? Noteer twee plaatsen in de tabel.

.....  
 .....

10 Waarom denk je dat die plaatsen het meest kwetsbaar zijn? Zet je antwoord in de tweede kolom.

11 Zet in de laatste kolom hoe die storing voorkomen kan worden.

Plaats	Kans op storing, omdat	Storing kan voorkomen worden door

*Afsluiting*

Zoek een collega die een ander boordcomputersysteem bekeken heeft dan jij. Heeft die collega andere kwetsbare plaatsen gevonden? Noteer de overeenkomsten of verschillen.

.....

.....

.....

# Wat weet je nu van energieoverdracht?

De opdrachten heb je nu allemaal uitgevoerd. Bekijk nu nog eens de vragen die je bedacht hebt bij de oriënterende opdracht.

a Heb je antwoord op deze vragen gekregen?

.....

b Zo ja, wat zijn dan die antwoorden?

Vraag	Antwoord

c Zo nee, hoe komt dat dan? Krijg je soms pas antwoord in een volgende onderwijseenheid? Schrijf de titel van de onderwijseenheid op waarin je antwoord krijgt.

.....

.....

d Bekijk de planningstabel die je in de oriënterende opdracht hebt gemaakt. Welke opdrachten heb je goed ingepland en welke niet?

.....

.....

.....

---

e Wat heb je over het hoofd gezien bij de opdrachten die je niet goed hebt ingepland?

.....

.....

.....

---

# Bronnenoverzicht

## Boeken

Brink, R. Van den, Hydrauliek in theorie en praktijk, Delta Press BV, ISBN 9066748419

Brink, R. Van den, Bosch technische leergang hydrauliek, Delta Press BV, ISBN 9066740442

Brink, R. Van den, Bosch technische leergang hydraulische systemen, berekeningen, Delta Press BV, ISBN 9066749202

Jonge, R. de en F. Peters, Natuurkunde en scheikunde vmbo bk, Thieme Meulenhoff  
Jonge, R. de en F. Peters, Natuurkunde en scheikunde vmbo/mavo kgt, Thieme Meulenhoff

Schreuders, H., Bosch technische leergang pneumatiek, Delta Press BV, ISBN 906674930 X

Velde, M.J. v.d., Hydrauliek en pneumatiek voor mobiele werktuigen, Delta Press BV, ISBN 906674490

Aandrijvingen op trekkers en werktuigen, Ontwikkelcentrum, artikelcode 20034.2  
Pneumatiek, Ontwikkelcentrum, artikelcode LA 353

Geautomatiseerde apparatuur, besturingstechniek en meettechniek, Ontwikkelcentrum, artikelcode 10091

Geautomatiseerde apparatuur, praktische toepassingen, Ontwikkelcentrum, artikelcode 10239

## Vakbladen

Trekker en werktuig, juni 2003

Loonbedrijf, december 2002

Landbouwmmechanisatie, januari 2002, Hella xenon-werklampen

Landbouwmmechanisatie, september 2003, Kijk verlichting regelmatig na

## Bedrijven

Facom Gereedschappen B.V., Postbus 134, 4130 EC Vianen, tel.: (0347) 37 60 20

## Software

CD-rom Schoondijke

