



# Docentenhandreiking

## Lesproject 'Olie in Oman'

Maart 2011



# Docentenhandreiking lesproject 'Olie in Oman'

## Inhoudsopgave

|   |    |
|---|----|
| Inleiding .....   | 3  |
| 1. Onderwerp en context.....                              | 4  |
| 2. Doelgroep, vakken en beginsituatie .....               | 5  |
| 3. Lesdoelen .....  | 6  |
| 4. Indeling van de les .....                              | 8  |
| 5. Werkvormen.....  | 10 |
| 6. De theorie/leerstof en achtergrondinformatie.....      | 12 |
| 7. Het werkboek .....                                     | 15 |
| 8. Benodigheden algemeen .....                            | 16 |
| 9. Uitvoering van en benodigheden voor het practicum..... | 17 |
| 10. Contact.....  | 21 |
| Bijlagen.....   | 22 |

## Inleiding

Deze docentenhandreiking maakt deel uit van het lespakket voor lesproject 'Olie in Oman'. Dit lesproject wordt al enige jaren uitgevoerd door CB&I Lummus en Gymnasium Haganum te 's-Gravenhage voor de 3<sup>o</sup> klas van het gymnasium. De doorlooptijd van het project is drie weken en er doen meerdere vakken mee in het project.

In deze docentenhandreiking wordt de informatie beschreven over dit lespakket, zodat ook andere scholen, met andere soortgelijke bedrijven als CB&I Lummus dit lesproject kunnen uitvoeren.

Deze uitvoering is beschreven zoals het project door CB&I Lummus en Haganum wordt gedaan; andere scholen en bedrijven kunnen natuurlijk hun eigen keuzes en aanpassingen maken voor de uitvoering.

Het lespakket bestaat uit de volgende onderdelen:

- Powerpointpresentatie (een versie specifiek voor CB&I Lummus en een gedeeltelijk zelf in en aan te vullen versie voor andere bedrijven/scholen);
- Werkboek voor de leerling (een versie specifiek voor CB&I Lummus en een zelf aan te passen versie voor andere bedrijven/scholen);
- Excelwerkblad natuurkunde;
- Antwoordenboek;
- Docentenhandreiking.

Het lesproject is ontwikkeld in samenwerking met Jet-Net te Den Haag.

## 1. Onderwerp en context

Als internationaal opererend ingenieursbureau heeft CB&I Lummus dagelijks te maken met het uitvoeren van projecten voor de olie- en gasindustrie. Het 'Olie in Oman project' is een manier om middelbare scholieren op een interessante manier kennis te laten maken met ons vakgebied. De leerlingen werken voor dit project in groepjes voor een periode van drie weken aan *het ontwerp van een olieraffinaderij*, gesitueerd in Oman.

Tegelijkertijd kent de manier waarop het project wordt uitgevoerd veel overeenkomsten met de werkomgeving van CB&I Lummus. Zo vraagt het ontwerpen van een raffinaderij om een vakoverstijgende aanpak en komen de leerlingen op verschillende manieren in contact met het bedrijfsleven. Door leerlingen in de onderbouw met een toegankelijke aanpak te benaderen lukt het om een breed publiek enthousiast te maken voor techniek.

Ook andere soortgelijk bedrijven als CB&I Lummus zullen dit project gezamenlijk met een school met een gymnasiumafdeling kunnen uitvoeren.

## 2. Doelgroep, vakken en beginsituatie

### Doelgroep

3 Gymnasium; tweede helft van het schooljaar.

### Betrokken vakken

Scheikunde, natuurkunde, wiskunde, aardrijkskunde, economie en Engels.

### Beginsituatie/voorkennis

De voorkennis is afhankelijk van het vak. Uitgangspunt is dat de leerlingen alle kennis die ze nodig hebben in het project in principe al voor een groot deel gehad hebben. De nadruk ligt op het toepassen van kennis en niet nog veel nieuwe kennis vergaren. Uit ervaring is gebleken dat het project anders voor leerlingen te veel wordt.

#### Scheikunde

Leerlingen moeten weten dat stoffen bestaan uit moleculen. Dat moleculen bestaan uit atomen en dat die atomen met letters kunnen worden weergegeven in molecuul- en structuurformules. Tevens moeten ze weten wat een chemische reactie is en dat je deze in een reactieschema (in woorden) kunt opschrijven.

#### Natuurkunde

Volumeberekeningen, vergroten en verkleinen (2<sup>de</sup> klas, hoofdstuk 7, 8, methode getal en ruimte), dichtheid, gebruik van stroommeter, spanningsmeter en stopwatch.

#### Wiskunde

De stelling van pythagoras, 2<sup>de</sup> graadsvergelijking, berekenen van het volume van een samengesteld lichaam: blok, cilinder, piramide en gelijkvormigheid (2<sup>de</sup> klas, hoofdstuk 6,7,8, 3<sup>e</sup> klas hoofdstuk 3 methode getal en ruimte).

#### Aardrijkskunde

Klimaatsindeling volgens Köppen, basisinformatie over olieraffinage en de factoren die van invloed zijn op de vestigingsplaatskeuze van raffinaderijen.

#### Economie

- Totale kosten bij constante meerproductie;
- Totale Opbrengsten;
- Totale Winst;
- Samengestelde interest;
- Afschrijving;
- Wisselkoersen en wisselkoersrisico's.

#### Engels

Er is geen speciale kennis van technisch Engels vereist. Het woordenlijstje Nederlands-Engels geeft een aantal belangrijke termen die de leerlingen nodig hebben. Er is geen ervaring met presenteren in het Engels vereist. Wel is het belangrijk dat de leerlingen over een basisspreekvaardigheid beschikken. (De ervaring met derde klassen van het Gymnasium Haganum heeft uitgewezen dat de leerlingen - en in ieder geval een aantal leerlingen per groep - goed in staat zijn een mondelinge toelichting in het Engels te geven bij een poster die ze zelf al in het Engels hebben geschreven. Ook de verkooppresentatie kunnen ze halverwege het derde schooljaar aan zonder expliciete coaching van de docent. De meeste van onze leerlingen hebben dan nog nooit een presentatie in het Engels gehouden. Wel hebben ze ruime ervaring met het bespreken van gelezen boeken in het Engels.)

### 3. Lesdoelen

#### Lesdoelen algemeen

Aan het einde van het project kan de leerling:

- in eigen woorden globaal het doel en de werkzaamheden van het bedrijf beschrijven;
- in eigen woorden uitleggen dat je met een technische achtergrond ook met sociale en economische aspecten te maken krijgt; dat technische projecten vakoverstijgend zijn;
- in eigen woorden uitleggen dat er een sociale kant zit aan het werk dat een ingenieur doet;
- kennis van verschillende vakken toepassen in een relevante context.

#### Lesdoelen per vak

##### Scheikunde

Aan het einde van de lessenserie scheikunde kan de leerling:

- in eigen woorden uitleggen dat aardolie uit verschillende fracties is opgebouwd;
- het verschil tussen alkanen en alkenen noemen;
- De namen geven van onvertakte alkanen t/m 6 C-atomen en van onvertakte alkenen t/m 3 C-atomen;
- in eigen woorden uitleggen wat een structuurformule is;
- structuurformules tekenen bij een gegeven molecuulformule van alkanen of alkenen;
- kunnen noemen dat alkanen en alkenen geen platte moleculen zijn;
- in eigen woorden uitleggen wat isomeren zijn en deze kunnen tekenen bij een gegeven molecuulformule;
- in eigen woorden een proef kunnen beschrijven waarmee je kunt aantonen dat je een alkeen hebt in plaats van een alkaan;
- in eigen woorden uitleggen wat er gebeurt tijdens de destillatie van olie;
- in eigen woorden uitleggen wat er gebeurt bij het kraken van olie;
- de hoogte van een destillatiekolom berekenen;
- het verschil tussen hydrocracken en catcracken benoemen.

##### Natuurkunde

Aan het einde van de lessenserie natuurkunde kan de leerling:

- in eigen woorden uitleggen wat debiet betekent;
- de twee formules voor debiet noemen;
- het debiet berekenen;
- een rekenblad in Excel kunnen gebruiken;
- een diagram kunnen maken in Excel;
- het verband tussen het elektrisch vermogen en het debiet van een pomp bepaal middels een trendlijn in Excel.

##### Wiskunde

Aan het einde van de lessenserie wiskunde kan de leerling:

- de stelling van Pythagoras toepassen;
- een 2<sup>e</sup> graadsvergelijking toepassen;
- de inhoud berekenen van een afgeknotte piramide;
- gelijkvormigheid gebruiken.

##### Aardrijkskunde

Aan het einde van de lessenserie aardrijkskunde kan de leerling:

- in grote lijnen de bevolkingsspreiding in Oman beschrijven en verklaren;
- Oman plaatsen in een regionale context en heeft hij enig inzicht in economie en cultuur (o.a. religie) van het land;
- het klimaat en de seizoenen in Oman benoemen en omschrijven;
- uitleggen waarom voor een bepaalde locatie voor de olieraffinaderij is gekozen;

- een toelichting geven bij de omvang van de tijdelijke stad die voor de bouwers van het project wordt gerealiseerd, de voorzieningen die deze stad krijgt en de gekozen bouwwijze;
- voor- en nadelen kunnen noemen van bepaalde manieren van water- en energievoorziening.

#### **Economie**

- De leerling kan een schatting, van de te verwachten Totale Kosten van een productieproces gekenmerkt door constante meerproductie, maken;
- De leerling kan op basis van gekozen prijzen bepalen hoe de Totale Opbrengsten zich zullen ontwikkelen;
- De leerling kan op basis van een kosten en opbrengsten analyse uitspraken doen over de te verwachten winst.

#### **Engels**

Aan het einde van de les(senserie) Engels kan de leerling:

- met genoeg vaststellen dat hij een 'moeilijk' onderwerp in het Engels heeft gepresenteerd en dat technisch Engels een kwestie is van het verwerven van een bepaalde hoeveelheid technisch vocabulaire maar dat het verder niet moeilijker is dan 'gewoon' Engels.

## 4. Indeling van de les

Totaal aantal slu is: 20.

| Vak                  | Slu                                  | Les    | Onderwerp  | Vorbereidings-tijd docent | Tips en aandachtspunten   |
|----------------------|--------------------------------------|--------|--|---------------------------|---|
| Algemene introductie | 1                                    |        | Algemene introductie.  |                           | Groepjes van 4 a 5 leerlingen.  |
| Scheikunde           | 4                                    | 1      | Theorie alkanen en alkenen.  | 0,5 uur                   |   |
|                      |                                      | 2      | Destilleren van aardolie.  | 0,5 uur                   | Computers moeten werken; controleer links op internet.  |
|                      |                                      | 3      | Berekenen van de hoogte van een destillatiekolom.                  | 0,25 uur                  | Maak opdracht 1 <sup>e</sup> keer zelf, anders is begeleiding lastig.   |
|                      |                                      | 4*     | Kraken van aardolie.   | 0,25 uur/<br>TOA: 0,5 uur | Probeer proeven uit.  |
| Natuurkunde          | 3                                    | 1      | Stroming van vloeistoffen door leidingen.                          | 1 uur                     | In de techniek wordt $\pi/4 \cdot d^2$ gebruikt i.p.v. $\pi r^2$ . Kennis van vergroten en verkleinen is weggezakt. Extra aandacht! |
|                      |                                      | 2      | Opvoerhoogte en leidingconfiguratie.                               | 0,5 uur                   | Het maken van een ontwerptekening heeft aanmoediging nodig.   |
|                      |                                      | 3      | Elektrisch vermogen en debiet van een pomp.                        | 1,5 uur<br>TOA: 0,5 uur   | Ga na wat de lln. weten van diagrammen in Excel en controleer of één van beide versies van Excel beschikbaar is.                    |
| Wiskunde             | 3                                    | 1      | Inhoud van afgeknotte piramide en cilinder.                        | 10 min                    |   |
|                      |                                      | 2      | Inhoud van aarden wal en inhoud van een tank.                      | 15 min                    | Computerlokaal reserveren.  |
|                      |                                      | 3      | Volume opslagtanks en volume supertanker.                          | 15 min                    |   |
| Aardrijkskunde       | 3 of 4                               | 1      | Oman.  | 0,5 uur                   | Klassikaal Google Earth gebruiken voor "rondleiding"<br>Grote Bosatlas (water in Midden-Oosten)                                     |
|                      |                                      |        | Elektriciteits- en watervoorziening.                               | 1 uur                     |   |
|                      |                                      | 2 en 3 | Locatie van olieraffinaderij.                                      | 1 uur                     | Voor- en nadelen van de verschillende typen vestigingsplaats klassikaal toelichten.   |
| 3 en 4               | Voorzieningen in de tijdelijke stad. | 1 uur  | Dit zal afhangen van de gekozen locatie; klassikaal kan een aantal |                           |   |



|          |   |   |                                     |         |  |
|----------|---|---|-------------------------------------|---------|--|
|          |   |   |                                     |         | aandachtspunten worden besproken.  |
| Economie | 2 | 1 | Constate meerproductie.             | 30 min. | Voorbeeld Verloop Variabele Kosten.  |
|          |   | 2 | Break-even-Point.                   | 15 min. | Wiskundig en grafisch.   |
|          |   | 3 | Investering en terugverdienperiode. |         | Slijtage en afschrijvingen.  |
| Engels   | 1 | 1 | Presentatie geven.                  | 1 uur   | De leerlingen dienen hun presentatie inhoudelijk nagenoeg af te hebben bij aanvang van de Engelse les. |

- \* De les is als volgt georganiseerd: de klas is in 4 groepen verdeeld. groep 1 krijgt demonstratieproef 1, groep 2 krijgt tegelijkertijd demonstratieproef 2 (2e zuurkast), groep 3 en 4 zijn aan het werk. Vervolgens wisselen groep 1 en 2 van plaats en krijgen de andere demonstratieproef. Daarna wisselen groepen 1 en 2 en 3 en 4 om. Elke demonstratieproef wordt dus 4 x gedaan. De TOA doet het kraken, de docent het aantonen van alkenen (met uitleg). Bij een gehele klassikale organisatie lukt het niet in 50 minuten.

## 5. Werkvormen

- **Klassikaal:** de introductiepresentatie van het bedrijf.
- **Zelfstandig (groeps)werk:** Leerlingen werken in groepen aan opdrachten in het boekje, deels onder de les en deels buiten de les. Hoe in de les hieraan gewerkt wordt (2 aan 2 of per groep) wordt door de docent zelf bepaald.
- **Practica:** als demonstratie en in groepen (tijdens scheikunde en natuurkunde).
- **Bedrijfsbezoek:** groepsvertegenwoordigers komen op bezoek bij het bedrijf om over de voortgang te praten en vragen te stellen.
- **Presentatie:** ter afsluiting geven de groepjes een posterpresentatie in het Engels die gezien kan worden als samenvatting en eindresultaat.

| Vak            | Les         | Werkvorm   | Rol / taak van docent  |
|----------------|-------------|--|--|
| Algemeen       | Introductie | Klassikaal.  | Presentatie geven.   |
| Scheikunde     | 1           | Klassikaal.<br>Practicum (tweetallen).   | Theorie uitleggen<br>Begeleiden.   |
|                | 2           | Demonstratieproef.<br><br>Zelfstandig werken (tweetallen achter computer).<br>Klassikaal.  | Demonstratieproef uitvoeren en uitleggen.<br>Begeleiden.<br><br>Nabespreken antwoorden.  |
|                | 3           | Zelfstandig werken (tweetallen).   | Korte bespreking fig. 5 & wijzen op belang opdracht 5; begeleiden.   |
|                | 4           | Twee demonstratieproeven.  | Demonstratieproef/ uitleg geven*.  |
| Natuurkunde    | 1           | 10 min. klassikaal.<br>35 min. werken in tweetallen met tussentijds groepsoverleg over keuzes en beslissingen.   | Theorie over debiet en over lineaire, oppervlakte- en volumevergroting.<br>Begeleiden.   |
|                | 2           | 10 min klassikaal inleiding over het doel van de les.<br>10 min in tweetallen ontwerpschets maken.<br>15 min Excel en optimaliseren.<br>10 min in groepsverband het beste ontwerp bepalen. | Theorie over de verschillende weerstanden van een pijpleiding.<br>Begeleiden.  |
|                | 3           | Groepspracticum.   | Verdeling van taken<br>Begeleiden.   |
| Wiskunde       | 1           | Klassikaal / zelf sommen maken.  | Theorie.   |
|                | 2           | Computerles.   | Hulp verlenen.   |
|                | 3           | Werken in groepjes.  | Hulp verlenen.   |
| Aardrijkskunde | 1 Oman      | Klassikaal m.b.v. Google Earth rondkijken in Oman met GB erbij.<br><br>Vragen les 1 maken in groepjes (deels thuis afmaken).   | Sturing geven aan inventarisatie van klimaten, reliëf, bevolkingsspreiding en activiteiten in Oman.<br>Theorie uitleggen over mogelijkheden voor elektriciteitsproductie en drinkwatervoorziening. |

|          |  |   |   |
|----------|--|---|---|
|          | 2 / 3<br>locatie-<br>keuze<br>raffinaderij | Klassikaal theorie<br>bespreken, daarna in<br>groepjes overleggen en<br>keuzes maken.   | Theorie uitleggen, daarna<br>groepjes van raad voorzien.      |
|          | 3 / 4<br>De stad                           | Klassikaal<br>aandachtspunten<br>uitleggen en theorie<br>betreffende<br>elektriciteitsopwekking<br>en watervoorziening<br>uitleggen;<br>In groepjes overleggen<br>welke vorm de stad gaat<br>krijgen: type woningen<br>en de voorzieningen. | De groepjes met hun<br>verschillende keuzes verder<br>helpen. |
| Economie | 1  | Klassikaal.   | Presentatie geven.  |
|          | 2  | Klassikaal.   | Presentatie geven.  |
|          | 3  | Klassikaal.   | Presentatie geven.  |
|          | 4  | Klassikaal.   | Presentatie geven.  |
| Engels   | 1  | Groepswerk.   | Begeleiden**.   |

\* De les is als volgt georganiseerd: de klas is in 4 groepen verdeeld. groep 1 krijgt demonstratieproef 1, groep 2 krijgt tegelijkertijd demonstratieproef 2 (2e zuurkast), groep 3 en 4 zijn aan het werk. Vervolgens wisselen groep 1 en 2 van plaats en krijgen de andere demonstratieproef. Daarna wisselen groepen 1 en 2 en 3 en 4 om. Elke demonstratieproef wordt dus 4 x gedaan. De TOA doet het kraken, de docent het aantonen van alkenen (met uitleg). Bij een gehele klassikale organisatie lukt het niet in 50 minuten.

\*\* De docent Engels heeft normaliter zelf geen enkele expertise op het gebied van olieraffinage. Voor vragen over technische termen kan hij de leerling zo nodig doorverwijzen naar de technische woordenlijst in het projectboekje, het internet of een van de technische docenten. De praktijk leert dat de meeste problemen zich zullen voordoen op het vlak van het algemene vocabulaire of idioom. Hij kan tijdens de les bij de verschillende groepjes de rol spelen van de CB&I manager op de presentatiedag en het een en ander vragen over de (bijna voltooide) poster en waar nodig suggesties doen voor de Engelse formulering.

## 6. De theorie/leerstof en achtergrondinformatie

### Achtergrond informatie

#### Scheikunde

Uit het werkboekje blijkt welke theorie voor de leerlingen nieuw behandeld wordt. Hoeveel dit is, ligt aan hun voorkennis. Het is aan de docent de theorie op zijn manier uit te leggen. Deze theorie is scheikundestof die meestal in het begin van klas 4 wordt gedaan. Door dit nu al te behandelen, krijgen de leerlingen een idee van hoe scheikunde in klas 4 er uit ziet. Dit verkleint de overstap van klas 3 naar klas 4.

Het berekenen van de hoogte van de destillatiekolom (les 3) is gebaseerd op een vrij basale methode.

Bij de scheikunde opdracht wordt de hoogte van de destillatiekolom bepaald door het aflezen van de zandlopergrafiek. Dit is een (basale) zandlopergrafiek waarbij de hoogte meer dan van de kolom meer dan evenredig toeneemt bij een toename van de (gewenste) productzuiverheid toeneemt. Dit is een vereenvoudigde weergave. De complexe berekening inclusief reflux condenser en reboiler leek (ons) niet voldoende aansluiten op de lesstof van 3 VWO. De zandlopergrafiek heeft een symmetrische vorm en is zo samengesteld dat de massabalans van de ingaande en uitgaande componenten kloppen. Bovendien is in de grafiek te zien dat een hogere bodemtemperatuur en lagere toptemperatuur resulteren in een hogere zuiverheid van de producten.

#### Natuurkunde

Het begrip debiet is nieuw voor de leerlingen. Het steunt op het kunnen berekenen van het volume van een cilinder en constante snelheid. Voor de oppervlakte van een cirkel wordt de nadruk gelegd op het gebruik van de diameter in plaats van de straal.

Het gebruik van Excel komt nadrukkelijk aan de orde. Iedere te nemen stap wordt genoemd. Toch mag niet verwacht worden dat de leerlingen dit meteen foutloos zullen doen.

Het begrip opvoerhoogte wordt in de techniek gebruikt als vervanging van het natuurkundige begrip druk.

De leerling moet bekend zijn met de begrippen elektrische stroom, spanning en vermogen.

#### Aardrijkskunde

In het werkboek staat een aantal vragen en opdrachten die de leerlingen helpen om zich een beeld te vormen van de omstandigheden in Oman en die richting geven aan het denken over wat kan en wat moet gebeuren.

Hieronder volgt een aantal gedachten en ideeën die bij de planvorming een rol kunnen spelen. Hoe de docent deze onder de aandacht van de leerlingen brengt en in hoeverre hij daarin wil sturen, zal per docent verschillen. Omdat zowel bij de locatiekeuze als bij de te bouwen nederzetting vele mogelijkheden bestaan, wordt hier slechts een aantal suggesties gedaan voor de docent.

Essentieel voor de locatiekeuze is de vraag: wat zijn de voor- en nadelen van raffinage aan de kust t.o.v. die van raffinage bij de bron?

Voordelen kustlocatie:

- + De 30 % ruwe olie die geëxporteerd wordt, moet toch naar de kust. Hoewel de afstand bescheiden is, kan dit toch makkelijker als ruwe olie;
- + Hier ligt de afzetmarkt voor de in de raffinaderij geproduceerde brandstoffen;
- + Hier liggen al een oliehaven en een raffinaderij;
- + Er lopen al een olie- en een gasleiding uit de regio van de bron; of hier (mede) gebruik van kan worden gemaakt zou een vraag kunnen zijn voor CB&I;
- + In het kustgebied kan wellicht de accommodatie voor de bouwarbeiders een meer dan tijdelijk karakter krijgen en na afloop van het project een functie krijgen voor de Omaanse bevolking, zoals dat bijvoorbeeld met onderkomens voor Olympische sporters is gedaan;
- + Laatstgenoemde geldt ook voor voorzieningen voor drinkwater en elektriciteit; dit opent wellicht mogelijkheden voor publiek-private samenwerking;

- + De arbeiders zouden gebruik kunnen maken van een aantal in dit gebied reeds aanwezige voorzieningen.

Nadelen kustlocatie:

- de grondprijs zal er aanzienlijk hoger zijn dan in het binnenland;
- de overlast die de raffinaderij veroorzaakt zal daar veel meer gevoeld worden; dit zou dan ook pleiten voor aansluiten bij de reeds bestaande infrastructuur.

Als de locatie gekozen is, volgt de vraag wat voor nederzetting gebouwd gaat worden, waarbij overwogen kan worden te streven naar een manier van flexibel bouwen die behoud en blijvend gebruik van de faciliteiten mogelijk maakt. De leerlingen kunnen in de groepjes de mogelijkheden hiervan bespreken.

In elk geval moeten de leerlingen zich realiseren dat de nederzetting bedoeld is voor een heel specifieke doelgroep:

- \* Een in religieus opzicht vrij homogene groep alleenstaande mannen;
- \* Hoofddoel van deze mannen zal zijn geld verdienen in de periode die het project duurt;
- \* De betrokkenen zullen niet veel vrij te besteden tijd hebben en niet over een grote koopkracht beschikken.

Dit is van belang voor het niveau en de aard van de voorzieningen:

collectieve voorzieningen zoals bedrijfskantines, multifunctionele ruimten voor recreatie, reflectie en gebed lijken gewenst.

Voor de elektriciteitsproductie en drinkwatervoorziening zou kunnen worden gekeken naar mogelijkheden om dit op een duurzame wijze te doen. Dit is, nog los van de ecologische aspecten, ook van belang voor het imago van de sector.

De leerlingen kunnen nadenken over decentraal, kleinschalig gebruik van zonne-energie voor zowel verlichting in en om de behuizing als voor waterverwarming. Komen zij daarbij zonder sturing tot het besef dat hier twee verschillende vormen van toepassing van zonne-energie aan de orde zijn dan verdient het enige hulp van de docent.

In de GB valt te zien dat Oman al gebruik maakt van ontzilting van zeewater. Dit lijkt ook de meest voor de hand liggende manier om voor de te bouwen nederzetting drinkwater te produceren en ook daar zal gedacht kunnen worden aan zonne-energie.

Een mooie taak voor de leerlingen zou kunnen zijn om op internet uit te zoeken hoeveel energie er nodig is voor een m<sup>3</sup> ontzilt zeewater en een reële inschatting te maken van de noodzakelijke hoeveelheid drinkwater die voor de nederzetting met 5.000 arbeiders nodig is. Hiermee zijn we waarschijnlijk wel aan het plafond geraakt van de mogelijkheden van klas 3.

### **Wiskunde**

Als er met de methode "Getal en Ruimte" gewerkt wordt is alle voorkennis aanwezig. Daarnaast wordt alles wat de leerlingen moeten kunnen in de 1<sup>o</sup> les/opdracht behandeld.

### **Economie**

Wellicht is het mogelijk om van tevoren een of enkele lessen te besteden aan de mondiale oliehandel en –transporten en te kijken naar de productie- en consumptiegebieden. Aanbeveling verdient het om alvast aandacht te besteden aan het principe van olieraffinage en de leerlingen een indruk te geven van de omvang van de benodigde investeringen, de verwevenheid van bedrijven in een complex en de factoren die een rol spelen bij de keuze van een vestigingsplaats.

### **Engels**

Engels is de voertaal in het internationale bedrijfsleven, met name in de technische sector.

Meer informatie is te vinden op:

- <http://nl.wikipedia.org/wiki/Olieraffinaderij>

### **Informatie over opleidingen en mogelijke carrières**

Opleidingen in de sector: allerlei bèta-opleidingen, met name op de technische universiteiten: technische natuurkunde, werktuigbouwkunde, chemische technologie etc.  
Mogelijke carrières: <http://www.cbi.com/careers/>

**Informatie over CB&I Lummus**

Algemene bedrijfsinformatie over CB&I Lummus is te vinden op: <http://www.cbi.com/about-cbi>

## 7. Het werkboek

Voor de leerlingen is een werkboek ontwikkeld. Hierin staat een toelichting op het project en is de lesstof helemaal verwerkt. Ook zijn er verwerkingsopdrachten opgenomen. Daarnaast bevat het werkboek de informatie over het eindproduct, een poster.

In het werkboek worden regelmatig namen van de school, het bedrijf, personen en data en tijden (planning van het project) aangegeven. Deze zijn allemaal **geel gearceerd** met een aanwijzing wat u voor uw eigen uitvoering kunt/moet aanpassen. Ook wijst dit de plaatsen aan waar een beroep op het bedrijf wordt gedaan, bijvoorbeeld de mogelijkheid om vragen te stellen via email aan het bedrijf, zodat u zich daar op kunt voorbereiden.

Het bijbehorende *antwoordenboek* is als apart deel in het lespakket opgenomen.

## 8. Benodigheden algemeen

### Algemeen

- Werkboek (docenten stellen dit samen, CB&I drukt dit);
- Twee lege A0 postervellen per groepje voor de afsluitende posterpresentaties;
- Printer;
- Computer met e-mail mogelijkheden voor de communicatie met CB&I;
- Optioneel: computer inclusief internet/schoolbibliotheek/bedrijfsinformatie voor het verzamelen van informatie.

| Vak            | Les         | Benodigheden   | Tips en opmerkingen  |
|----------------|-------------|--|--|
| Algemeen       | Introductie | Computer met beamer.   |  |
| Scheikunde     | 1           | Molecuulbouwdozen.   |  |
|                | 2           | Computer(s) met internet (en Flash) i.v.m. bekijken filmpjes.  | Probeer filmpjes uit.  |
|                | 3           | Rekenmachines.   |  |
|                | 4           | Zie practicumbeschrijving.   |  |
| Natuurkunde    | 1           | Internet, rekenmachine.  | Informatie over supertankers en laad- en lostijden ervan moet opgezocht worden.          |
|                | 2           | PC met Excel en werkblad natuurkunde.  | Het werkblad natuurkunde kan op het intranet geplaatst worden onder een eigen webpagina. |
|                | 3           | PC met Excel*, practicummateriaal, zie practicumbeschrijving.  |  |
| Wiskunde       | 1           | -  |  |
|                | 2           | Computers met internet.  | Zorg ervoor dat je het zelf al eens gedaan hebt.   |
|                | 3           | -  |  |
| Aardrijkskunde |             | Computer met internet en beamer; atlassen (met computers met internet voor elke leerling is natuurlijk nog meer mogelijk). | In mediatheek of thuis kunnen ln. klimaat-info zoeken.                                   |
| Economie       | 1           |  |  |
|                | 2           |  |  |
|                | 3           |  |  |
|                | 4           | Computers met Excel*.  | Vooraf Excel-vaardigheden op peil brengen.   |
| Engels         | 1           | Computer met internet.   |  |

\* naast het werkboekje bestaan er twee Excelbestanden waarmee leerlingen moeten werken: één voor natuurkunde en één voor economie.



## 9. Uitvoering van en benodigdheden voor het practicum

### Scheikunde

#### Aantonen alkanen & alkenen

##### *Materiaal:*

- 2 reageerbuisen;
- 2 mL hexaan;
- 2 mL hexeen;
- 4 mL broomwater.

##### *Uitvoering:*

Voer deze proef in de zuurkast uit. Schenk in een reageerbuis 1 cm hexaan en in een andere reageerbuis 1 cm hexeen. Voeg aan beide buizen 1 cm broomwater toe en schud even.

##### *Resultaat:*

Hexaan: 2 lagensysteem, waarbij het hexaan boven de waterlaag zit en geel gekleurd is.

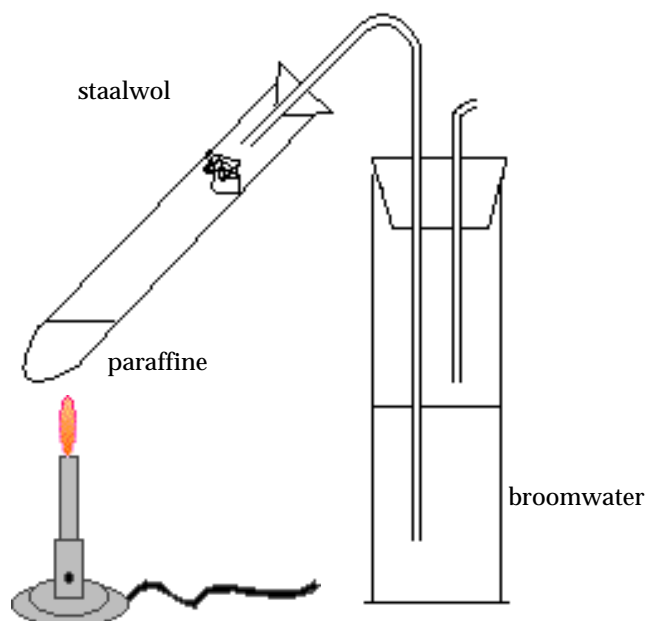
Hexeen: 2 lagensysteem, waarbij beide lagen kleurloos zijn en het hexeen boven de waterlaag zit.

#### Demonstratieproef: kraken

##### *Materiaal:*

- Reageerbuis met moeilijk smeltbaar glas;
- Stop met inleidbuisje;
- Statief met klemmen;
- Brander;
- Wasfles;
- Paraffine-olie;
- Staalwol;
- Broomwater.

*Opstelling proef met wasfles:*



*Uitvoering:*

- Bouw bovenstaande opstelling;
- Doe 1 mL paraffine-olie in een reageerbuis;
- Verhit de olie totdat deze kookt en de damp uit het buisje komt;
- Probeer de damp aan te steken;
- Herhaal de proef, maar nu met een propje staalwol halverwege de reageerbuis; verhit dit eventueel ook. Nu brandt de damp wel;
- Herhaal de proef nogmaals met staalwol, maar sluit het inleidbuisje aan op een wasfles met broomwater (zie tekening opstelling).

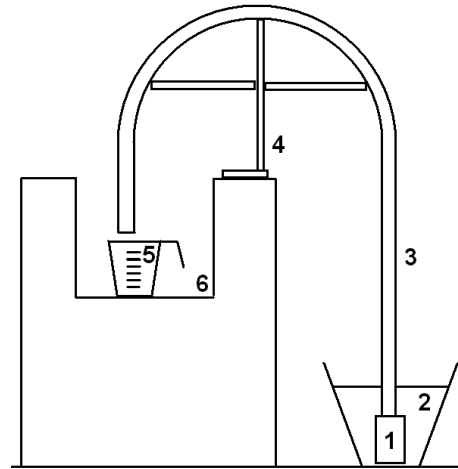
*Resultaten:*

- Eerste keer lukt het niet de damp aan te steken;
- Tweede keer lukt dit wel, nu is de paraffineolie gekraakt;
- Het broomwater wordt kleurloos, dit duidt op de aanwezigheid van alkenen.

## Natuurkunde

### Materialen en werkwijze

- Dompelpomp 12 V (1);
- Emmer (2);
- Slang (3) van 2,0 m;
- Statief (4);
- Maatbeker 1 L (5);
- Gootsteen (6);
- Regelbare spanningsbron;
- Spanningsmeter;
- Stroommeter;
- Meetsnoeren 3x;
- Stopwatch.



Figuur 11. Practicumopstelling.

De pomp kan in een kampeerwinkel gevonden worden of bij [www.opitec.nl](http://www.opitec.nl). Het is een pomp die in de caravan zorgt voor stromend water uit de kraan.

Zorg er bij de opstelling voor dat de slang niet knikt of afgekneld wordt door het statief.

De proef lukt het beste wanneer de pomp arbeid moet verrichten. Dat kan door het hoogteverschil tussen waterniveau in de emmer en de uitstroomopening van de slang zo groot mogelijk te maken of door een klem op de slang te plaatsen. Hier kan mee geëxperimenteerd worden. Zorg er wel voor dat het hoogteverschil constant is.

Bij dit practicum moet zoveel gedaan worden dat iedere leerling een eigen taak kan krijgen:

- Instelling voedingsspanning en aflezen spanningsmeter;
- Aflezen stroommeter;
- Slang bedienen, maatbeker aflezen en maatbeker legen in emmer;
- Noteren van de meetwaarden en leiding over de uitvoering;
- Rekenblad maken in Excel.

### Verslag

Indien de leerlingen een verslag van het experiment moeten maken dan is de volgende puntenverdeling per onderdeel te hanteren:

- 1 pt Inleiding
- 1 pt Onderzoeksvraag
- 1 pt Materiaal & Methode
- 1 pt Tabel
- 1 pt Diagram
- 1 pt Formule trendlijn
- 1 pt Conclusie
- 1 pt Berekening debiet en opvoerhoogte van de pomp voor het laden van de supertanker.
- 1 pt Discussie

> Totaal 9 punten

*Alternatief experiment*

Als alternatief experiment kan men het debiet als functie van de opvoerhoogte bepalen door b.v. in het trappenhuis het hoogteverschil telkens met een meter te vergroten.

## 10. Contact

Om dit lesproject uit te voeren is de bijdrage van een soortgelijk bedrijf als CB&I Lummus essentieel. Voor meer informatie kunt u contact opnemen met:

**CB&I Lummus**      Michiel van der Griendt  
070-3733488  
mvandergriendt@cbi.com

**Haganum**            Stella Buil  
070-3688489  
s.buil@haganum.nl

### *Colofon*

Datum: december 2010

Auteur: CB&I Lummus en Haganum



Sommige rechten voorbehouden. Op dit document is een [Creative Commons Naamsvermelding 3.0 Nederland licentie](#) van toepassing. De gebruiker mag het werk kopiëren, verspreiden en doorgeven, en remixen (afgeleide werken maken) onder voorwaarde dat de auteur van het oorspronkelijke werk wordt vermeld.

## Bijlagen

Evaluatieformulier project 'Olie in Oman'  
Beoordelingsmodel Poster & Werkboekje 'Olie in Oman'

## Evaluatieformulier project 'Olie in Oman'

Datum: .....

---

We zijn benieuwd naar je mening over het project 'Olie in Oman'.

Onder iedere vraag staan de cijfers 1 t/m 4. De betekenis van de cijfers is:

1 = onvoldoende

2 = matig

3 = voldoende

4 = goed

Je beantwoordt de vragen door het cijfer van je keuze te omcirkelen. Bedankt!

| Vraag |  | onvoldoende | matig | voldoende | goed |
|-------|--|-------------|-------|-----------|------|
| 1     | Wat vind je van de inhoud van het project in het algemeen?   | 1           | 2     | 3         | 4    |
| 2     | Geeft de introductiepresentatie genoeg informatie?   | 1           | 2     | 3         | 4    |
| 3     | Wat vind je van het werkboek in het algemeen?  | 1           | 2     | 3         | 4    |
| 4     | Wat vind je van de kwaliteit van de opdrachten in het werkboek?  | 1           | 2     | 3         | 4    |
| 5     | Wat vind je van het onderdeel van het project dat bij het vak <i>scheikunde</i> is behandeld?                        | 1           | 2     | 3         | 4    |
| 6     | Wat vind je van het onderdeel van het project dat bij het vak <i>natuurkunde</i> is behandeld?                       | 1           | 2     | 3         | 4    |
| 7     | Wat vind je van het onderdeel van het project dat bij het vak <i>wiskunde</i> is behandeld?                          | 1           | 2     | 3         | 4    |
| 8     | Wat vind je van het onderdeel van het project dat bij het vak <i>economie</i> is behandeld?                          | 1           | 2     | 3         | 4    |
| 9     | Wat vind je van het onderdeel van het project dat bij het vak <i>Engels</i> is behandeld?                            | 1           | 2     | 3         | 4    |
| 10    | Sluiten de projectonderdelen bij de verschillende vakken goed aan?   | 1           | 2     | 3         | 4    |
| 11    | Wat vind je van de practica?   | 1           | 2     | 3         | 4    |
| 12    | Wat vind je van het bedrijfsbezoek?  | 1           | 2     | 3         | 4    |
| 13    | Wat vind je van de eindopdracht (posterpresentatie)?   | 1           | 2     | 3         | 4    |
| 14    | Hoe beoordeel je de begeleiding van het bedrijf?   | 1           | 2     | 3         | 4    |
| 15    | Wat vind je van de aansluiting van de lesinhoud bij de werkzaamheden van het bedrijf in de praktijk?                 | 1           | 2     | 3         | 4    |
| 16    | Heb je door het project een beter beeld van werkzaamheden van een bedrijf in de bèta/techniek?                       | 1           | 2     | 3         | 4    |
| 17    | Heb je door het project een beter beeld of werken bij een bedrijf in de richting van bèta/techniek iets voor jou is? | 1           | 2     | 3         | 4    |

Opmerkingen of tips?

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

---

## Beoordelingsmodel Poster & Werkboekje 'Olie in Oman'

Groepje: .....

Namen groepsleden:

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

| Onderwerp  | Totaal punten | Behaalde punten |
|--|---------------|-----------------|
| Poster: compleet?                                      | 4             |                 |
| Scheikunde werkblad: ingevuld?                         | 2             |                 |
| Scheikunde werkblad/poster: niveau argumentatie        | 2             |                 |
| Natuurkunde werkblad: ingevuld?                        | 2             |                 |
| Natuurkunde poster: niveau argumentatie                | 2             |                 |
| Aardrijkskunde werkblad: ingevuld?                     | 2             |                 |
| Aardrijkskunde poster: niveau plattegrond/argumentatie | 2             |                 |
| Wiskunde werkblad: ingevuld?                           | 2             |                 |
| Wiskunde poster: niveau argumentatie                   | 2             |                 |
| Economie werkblad ingevuld?                            | 2             |                 |
| Economie werkblad/poster: niveau argumentatie?         | 2             |                 |
| Verzorging poster                                      | 2             |                 |
|  |               |                 |
| <b>Totaal</b>  | <b>26</b>     |                 |

### Op poster moet staan:

- Argumentatie & uitleg voor de keuze van het type kraakproces (sk/eco);
- Resultaten natuurkundeproef;
- Afmetingen pijpleiding & argumentatie;
- Pompinfo & argumentatie;
- Plattegrond stad, uitleg water- & energievoorzieningen;
- Investeringskosten & terugverdientijd;
- Type opslag tanks.

### Beoordeling

0 = niet aanwezig of totaal fout

1 = deels aanwezig of gedeeltelijk goed

2 = volledig of helemaal goed

### Cijfer

Punten / 2,6 = cijfer

---



## Beoordelingsformulier met de criteria voor de verslaglegging van het practicum

De leerlingen bij ons op school hebben al vaker verslagen moeten maken en weten wat er van ze verwacht wordt, zonder dat wij een handleiding met criteria hiervoor uitdelen.

Indien de leerlingen een verslag van het natuurkunde-experiment moeten maken dan is de volgende puntenverdeling per onderdeel te hanteren:

- 1 pt Inleiding
  - 1 pt Onderzoeksvraag
  - 1 pt Materiaal & Methode
  - 1 pt Tabel
  - 1 pt Diagram
  - 1 pt Formule trendlijn
  - 1 pt Conclusie
  - 1 pt Berekening debiet en opvoerhoogte van de pomp voor het laden van de supertanker.
  - 1 pt Discussie
- > Totaal 9 punten*
-