



Lesbrief doe-opdracht Expeditie 7 werelden van techniek

Duik in de wereld van
Energie, Water & Veiligheid: Klomp B.V.

Praktische info doe-opdracht Energie, Water en Veiligheid



Doelgroep

- ▶ 3-vmbo (bk, g, tl)
- ▶ 4-havo, 5-vwo

Dit materiaal is met een kleine aanpassing ook voor andere doelgroepen te gebruiken.



Tijdsduur

- ▶ 1 lesuur



Begeleiding

- ▶ Natuurkundedocent of toa



Toepassing

Bij het vak **natuurkunde of NaSk-1**, als introductie op het thema 'elektriciteit' of 'duurzame energie' uitdagingen.



Leerdoelen

Leerlingen duiken in de wereld van Energie, Water en Veiligheid. Zij maken kennis met de uitdagingen die bij het kiezen en plaatsen van zonnepanelen komen kijken.



Benodigheden

- ▶ Zonnepaneeltjes met een vermogensmeter
- ▶ De zon of andere sterke lichtbron

Eventueel voor een thuis-opdracht

Lampjes, ventilatortjes of ander klein materiaal dat op zonne-energie werkt. Het moet harder gaan branden of draaien bij meer energie en andersom.

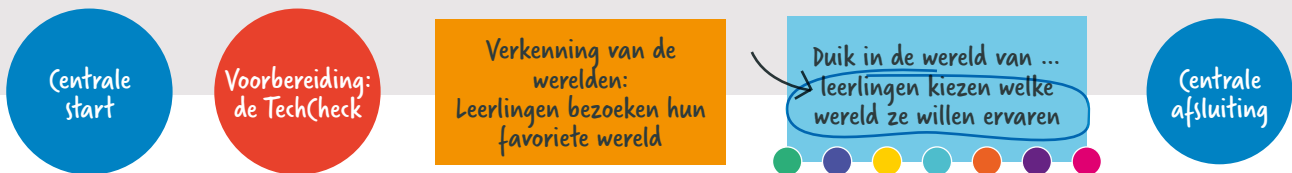


Locatie

- ▶ De doe-opdracht is prettig om buiten te doen als de zon schijnt. Anders in het natuurkunde- of technieklokaal.

Expeditie 7 werelden van techniek

Met deze lesbrief duiken de leerlingen in de wereld van Energie, Water en Veiligheid. Dit is één van de 7 werelden van techniek. Deze lesbrief maakt deel uit van 7 lesbrieven – voor iedere wereld één – die bij de Expeditie 7 werelden van techniek van Jet-Net & TechNet horen. Het kan handig zijn om voor deze doe-opdracht de voorbereiding en verkenning van de werelden te doen.



► Doe-opdrachten waarmee je de werelden in duikt

De doe-opdrachten zijn ideaal als praktische opdracht. Elke doe-opdracht wordt ingeleid door een korte video van 5-10 minuten. Met deze video krijgen de leerlingen een kijkje in een bedrijf dat actief is in deze wereld. Ze maken kennis met de medewerkers van dit bedrijf en leren wat hun werkzaamheden inhouden. Elke video eindigt met een vraag en leidt vervolgens naar de doe-opdracht. De doe-opdrachten in de lesbrieven houden rekening met de verschillende onderwijsniveaus. Je kunt daarmee zelf kijken hoe complex je de opdracht wil maken, passend bij jouw klas, tijd, lokaal en mogelijkheden. Bij alle opdrachten zit ook een tip voor een thuisopdracht.

TIP Aan de hand van deze praktische opdracht kun je verder met de theoretische onderbouwing van het onderwerp, of je bouwt de opdracht verder uit tot een groter project van meerdere dagen, misschien wel samen met andere vakken – aan jou de keuze!

De doe-opdrachten zijn allemaal geschikt om uit te breiden met een (online) gastles, een bedrijfsbezoek, of om op voort te borduren met een profielwerkstuk.

► De doe-opdrachten bouwen op in moeilijkheidsgraad:

De achterliggende gedachte van alle drie de doe-opdrachten is hetzelfde. Ze verschillen voornamelijk in complexiteit:

- vmbo-niveau: kennismaken met het concept. Relatief meer doen dan denken.
- havo-niveau: de opdracht wordt groter, complexer, er komt meer berekening bij kijken. Aan de hand van het doen maak je ontwerpkeuzes of ga je iets onderzoeken.
- vwo-niveau: eerst denken, dan checken door te doen. Bij een ontwerp maak je eerst keuzes, die je vervolgens toepast in je ontwerp. Bij een onderzoek krijg je meer variabelen om rekening mee te houden en moeilijkere berekeningen. De opdracht wordt nog wat groter en complexer.

Voor de doe-opdracht in deze lesbrieven kun je dus kiezen hoe uitgebreid je op dit onderwerp in wil gaan.

TIP Met een vmbo-3 klas die bijvoorbeeld PIE doet, zou je ook (een deel van) de doe-opdracht van de havo kunnen doen. En mocht dat beter passen, dan kun je in je vwo-klas ook prima de doe-opdracht van de havo inzetten. En de vwo-opdracht kan een hele leuke profielwerkstuk-start zijn voor een havo- én een vwo-leerling die dit interessant vinden.



De wereld van Energie, Water en Veiligheid

In de wereld van Energie, Water & Veiligheid werken mensen met technische kennis hard aan het oplossen van de problemen van onze aarde zoals luchtvervuiling en de gevolgen van het veranderende klimaat. In deze wereld zet men zich in voor het veilig en gezond houden van de aarde, het milieu en onszelf.

Het bedrijf: Klomp B.V.

Klomp B.V. is een bedrijf dat goed in deze wereld past: zij leggen gas- en waterleidingen en elektra aan. Maar ze installeren ook beveiligingssystemen en bijvoorbeeld zonnepanelen. Daarnaast onderhouden ze deze systemen ook.

Het project: Zonnevelden bij een rioolgemaal

Eén van de projecten waar zij nu mee bezig zijn, is het aanleggen van een zonneveld bij een rioolgemaal. Een zonneveld is een grote verzameling zonnepanelen rechtstreeks op de grond geplaatst. De stroomopbrengst van dit zonneveld zorgt dat het water in het riool doorstroomt van de huizen naar de afvalwaterzuiveringsinstallatie. Werkt dit rioolgemaal niet, dan kan het rioolwater bij veel waterafvoer terug de huizen in lopen.

Het is dus belangrijk dat een rioolgemaal blijft werken. Daar is veel energie voor nodig. Energie die je ook duurzaam kunt opwekken, met een zonneveld bijvoorbeeld. Maar bij het aanleggen van zo'n zonneveld moet je met allerlei factoren rekening houden. Bijvoorbeeld met de grootte, het vermogen, de oriëntatie ten opzichte van de zon, en zaken als de hoogte, zichtbaarheid en kleur van de zonnepanelen.

De doe-opdracht: wat is de beste oriëntatie voor een zonnepaneel?

Bij zonnepanelen wil je een zo hoog mogelijke energieopbrengst. Daarvoor moeten de zonnepanelen in de goede stand staan ten opzichte van de zon.

In deze opdracht:

- ervaren leerlingen op vmbo-niveau welke invloed de stand van de zon heeft op het rendement van een zonnecel;
- onderzoeken havo-leerlingen hoe de stand van de zon het rendement van de zonnecel beïnvloedt;
- berekenen vwo-leerlingen aan de hand van specificaties hoe je de zonnepanelen moet neerzetten en hoe je deze kunt aansluiten op de waterzuiveringsinstallatie.



De Les

Tijd	Onderdeel
5'	▶ Introductie door de docent
10'	▶ Bekijk de introductievideo
20'	▶ Uitvoering
10'	▶ Evaluatie



▶ **Introductie door de docent**

- Maak zo mogelijk een link naar voorgaande lessen
- Licht de wereld 'Energie, Water en Veiligheid' toe
- Vertel de globale opzet van de doe-opdracht (video + opdracht)



▶ **Bekijk de introductievideo**

Bekijk samen de introductievideo van Klomp B.V. in de wereld Energie, Water en Veiligheid van de [Expeditie 7 werelden](#).

Aan het einde van de video geven medewerkers van Klomp B.V. een opdracht aan de leerlingen. Een medewerker op mbo-niveau licht de opdracht voor vmbo leerlingen toe. Een medewerker op hbo-niveau voor havo leerlingen en een medewerker op wo-niveau de opdracht voor vwo leerlingen.



vmbo



havo



vwo



▶ **Uitvoering**

De opdrachten voor de leerlingen staan uitgeschreven in de bijlagen.

Doe-opdracht 1 vmbo

Past bij eindtermen

- NASK1/K/1 Oriëntatie op leren en werken
- NASK1/K/2 Basisvaardigheden
- NASK1/K/3 Leervaardigheden in het vak natuurkunde
- **NASK1/K/5 Elektrische energie**
- NASK1/V/3 Verwerven, verwerken en verstrekken van informatie
- NASK1/V/4 Vaardigheden in samenhang



► Hoe zorg je dat een zonnepaneel zoveel mogelijk energie oplevert?

Leerlingen onderzoeken in welke stand een zonnecel het hoogste vermogen levert. Hiervoor houden zij een zonnecel in een bepaalde richting van de zon. Zij meten het vermogen met een vermogensmeter. Welke stand van het paneel ten opzichte van de zon of lichtbron geeft het hoogste vermogen? Hoe zet je dus de panelen neer? Zij presenteren hun antwoord aan de hand van een foto die ze maken van hun zonnecel in de juiste stand.

Extra

Doe dit op verschillende momenten van de dag. De leerlingen zullen dan zien dat de zon draait, dus dat de beste plek verandert gedurende de dag. Welke plek kiezen zij dan?

Doe-opdracht 2 havo

Past bij eindtermen

- Diverse onderdelen van Domein A - vaardigheden
- Subdomein G1. Gebruik van elektriciteit



► Onderzoek hoe de stand van een zonnecel het rendement beïnvloedt

Leerlingen onderzoeken in welke stand een zonnecel het meeste vermogen oplevert. Hiervoor houden zij een zonnecel in een bepaalde richting van de zon. Zij meten het vermogen met een vermogensmeter. Zij berekenen welke stand van het paneel ten opzichte van de zon of lichtbron het hoogste vermogen gedurende de hele dag geeft.

Zij presenteren hun antwoord aan de hand van een foto die ze maken van hun zonnecel in de juiste stand, de waarde van de stand van de zonnecel en hun berekening.

TIP Heb je weinig tijd? Dan kan de vmbo-opdracht ook. Heb je veel tijd? Dan kunnen havo-leerlingen de vwo opdracht ook doen. Help ze eventueel met hoe ze dit aanpakken.

Doe-opdracht 3 vwo

Past bij eindtermen

- Diverse onderdelen van Domein A - vaardigheden
- Subdomein D1: Elektrische systemen
- Subdomein G1. Gebruik van elektriciteit
- Domein H (vwo) Natuurwetten en modellen
- Subdomein I2: Modelstudie



► Wat is het beste paneel voor deze situatie?

Leerlingen bereken in deze opdracht de oriëntatie van de zonnepanelen op een veld, hoeveel zonnepanelen je daar kunt plaatsen, hoeveel vermogen deze panelen opleveren en welke zonnepanelen het meest geschikt zijn voor dit zonneveld.

TIP Afhankelijk van hoeveel tijd je beschikbaar hebt, kies je welke opdracht het beste past.

Voor de docent

- Optimale oriëntatie zonnepaneel: azimut = 0° (op het zuiden)
- Hellingshoek kan tussen de 15° en de 60° zijn, optimaal bij een vast zonnepaneel is daarom: 35°
- Vwo: de uitwerking van de opgaven staan in bijlage 4

Thuisopdracht

De vmbo- en havo-opdracht kunnen de leerlingen ook thuis uitvoeren als zij een zonnecel hebben en een vermogensmeter die ze daarop kunnen aansluiten. Hebben ze deze niet, dan kunnen ze de doe-opdracht – sterk vereenvoudigd – uitvoeren met een apparaatje dat op zonnecellen werkt (lampje of ventilatortje). Hier geldt verder dezelfde doe-opdracht: houdt het apparaatje zo dat deze het meeste vermogen oplevert etc. Opdracht 3 kunnen leerlingen sowieso thuis uitvoeren.

De vwo-opdracht kunnen leerlingen sowieso thuis uitvoeren.



► Evaluatie

Bespreek met de leerlingen

- Wat zij interessant vonden aan het video en aan de doe-opdracht.
- Hoe zou dit interessant kunnen zijn bij een beroep dat zij later misschien willen gaan doen?
- Wat vinden de leerlingen interessant aan de wereld 'Energie, Water en Veiligheid?'
- Welke onderwerpen uit het boek zien zij bij deze doe-opdracht terugkomen?

Verdieping en verbreding

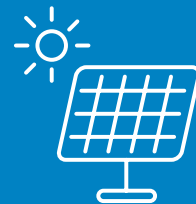
De doe-opdracht kun je goed koppelen aan een bedrijfsbezoek aan of gastles van een installatiebedrijf of een bedrijf dat zonnepanelen maakt of verkoopt. Kijk voor bedrijven op www.jet-netloket.nl

Meer informatie, om de opdracht verder toe te lichten, uit te breiden of als start voor een groter (profiel)werkstuk vind je hieronder:

- Meer beeldmateriaal over zonne-energie vind je [hier](#)
- Meer over installatietechniek (vmbo) vind je [hier](#)



Bijlage 1: Werkblad vmbo



Klomp B.V. gaat een zonneveld aanleggen. Een zonneveld is een grote verzameling zonnepanelen. De stroomopbrengst van dit zonneveld zorgt dat het water in het riool doorstroomt van de huizen naar de afvalwaterzuiveringsinstallatie. Werkt dit rioolgemaal niet, dan kan het rioolwater bij veel waterafvoer terug de huizen in lopen. Op het zonneveld moeten de zonnepanelen in de goede oriëntatie ten opzichte van de zon staan, om zoveel mogelijk energie op te kunnen wekken. In deze opdracht zoek je uit hoe je een zonnepaneel neer moet zetten zodat het zoveel mogelijk energie opwekt.



Bekijk hier de
introductionvideo

1. Houd een zonnecel in de zon.

2. Meet het vermogen.

Het vermogen is _____

3. Beweeg de zonnecel in een andere richting.

Het vermogen is nu _____

4. Draai de zonnecel zo, dat hij zo'n hoog mogelijk vermogen levert.

Hoeveel vermogen levert jouw zonnecel maximaal?

Maximale vermogen: _____

5. Vergelijk dit met andere leerlingen/groepjes.

Hoeveel vermogen meten zij maximaal?

Maximale vermogen in de klas: _____

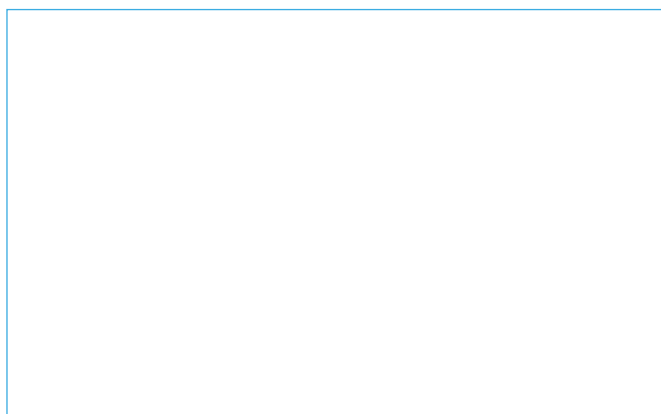
Zo krijg je het hoogste vermogen: _____

6. Maak een tekening van jouw zonnecel als deze zo'n hoog mogelijk vermogen levert.

Zorg dat op de tekening duidelijk te zien is:

- Jouw zonnecel
- De vermogensmeter
- De plek van de zonnecel
- De oriëntatie van de zonnecel.

Dat betekent in welke richting hij staat en hoeveel hij gedraaid is



7. Laat je docent deze foto zien.

Vertel daarbij hoe jij de zonnepanelen neer zou zetten om zoveel mogelijk energie op te wekken.

Ik zou de zonnepanelen op de volgende manier neerzetten:

Bijlage 2: Werkblad havo



Klomp B.V. gaat een zonneveld aanleggen. Een zonneveld is een grote verzameling zonnepanelen. De stroomopbrengst van dit zonneveld zorgt dat het water in het riool doorstroomt van de huizen naar de afvalwaterzuiveringsinstallatie. Werkt dit rioolgemaal niet, dan kan het rioolwater bij veel waterafvoer terug de huizen in lopen. Op het zonneveld moeten de zonnepanelen in de goede oriëntatie ten opzichte van de zon staan, om zoveel mogelijk energie op te kunnen wekken. In deze opdracht zoek je uit hoe je een zonnepaneel neer moet zetten zodat het zoveel mogelijk energie opwekt.



Bekijk hier de
introductionvideo

1. Houd een zonnecel in de zon.

2. Meet het vermogen.

Het vermogen is _____

3. Beweeg de zonnecel in een andere richting.

Het vermogen is nu _____

4. Draai de zonnecel zo, dat hij zo'n hoog mogelijk vermogen levert.

Hoeveel vermogen levert jouw zonnecel maximaal?

Maximale vermogen: _____

5. Vergelijk dit met andere leerlingen/groepjes.

Hoeveel vermogen meten zij maximaal?

Het hoogst gemeten vermogen in de klas is: _____

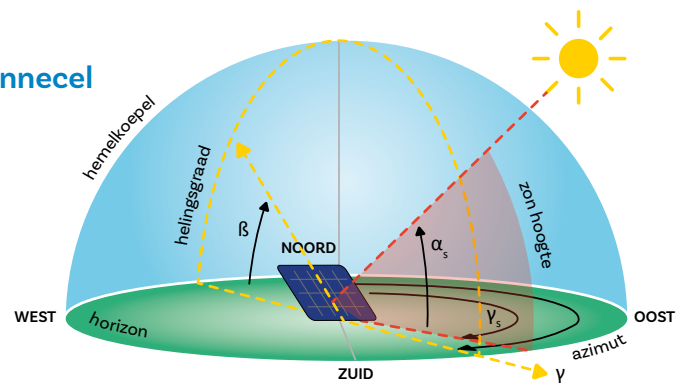


Tekening

6. Maak op de hierboven een tekening van jouw zonnecel als deze zo'n hoog mogelijk vermogen levert.

Zorg dat op de tekening duidelijk te zien is:

- Jouw zonnecel
- De vermogensmeter
- De plek van de zonnecel
- De oriëntatie van de zonnecel. Dat betekent in welke richting hij staat en hoeveel hij gedraaid is (zie figuur met de koepel)



7. Laat je docent deze tekening zien

Vertel daarbij hoe jij de zonnepanelen neer zou zetten om zoveel mogelijk energie op te wekken.

Ik zou de zonnepanelen op de volgende manier neerzetten:

- Meting gedaan op: (datum/tijd) _____
- Hoogte van de zon op dat moment: _____
- Oriëntatie zonnepaneel: _____
- Azimut: _____
- Hellingshoek: _____
- Ik zou de zonnepanelen nu zo neer zetten, omdat _____

De zon draait gedurende de dag. De ideale stand van jouw zonnecel zal dus ook veranderen. Kijk op de pagina www.aa.quae.nl/nl/antwoorden/zonpositie.html naar de figuur bij hoofdstuk 8 'Wanneer krijg ik zon in mijn tuin?'



8. Bepaal aan de hand van de figuur wat jou de ideale azimut en hellingshoek lijkt om zonnepanelen neer te zetten. Houd rekening met de stand van de zon gedurende het hele jaar in Nederland.

Ik zou de zonnepanelen op de volgende manier neerzetten:

- Azimut: _____
- Hellingshoek: _____

Bijlage 3: Werkblad vwo

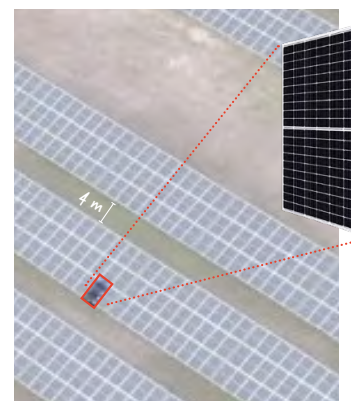
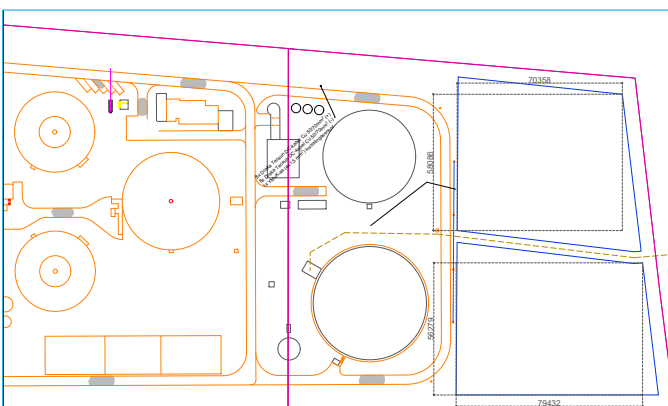


Bekijk hier de
introdunctievideo

Klomp B.V. legt zonnevelden aan. Een zonneveld is een grote verzameling zonnepanelen. De stroomopbrengst van dit zonneveld zorgt dat het water in het riool doorstroomt van de huizen naar de afvalwaterzuiveringsinstallatie. Werkt dit rioolgemaal niet, dan kan het rioolwater bij veel waterafvoer terug de huizen in lopen. Om het zonneveld aan te leggen en de juiste zonnepanelen te kunnen kiezen, moet je rekening houden met een aantal factoren. In deze opdracht bereken je hoe je de zonnepanelen moet neerzetten, hoeveel zonnepanelen je kunt plaatsen, hoeveel vermogen deze panelen opleveren en wat nodig is om de gelijkstroom in een zuiveringsinstallatie te kunnen gebruiken.

1. Kijk op de pagina www.aa.quae.nl/nl/antwoorden/zonpositie.html bij hoofdstuk 8 'wanneer krijg ik zon in mijn tuin?'

Bepaal aan de hand van de figuur wat jou de ideale oriëntatie (azimut) en opstelhoek (de helling van het zonnepaneel) lijkt om zonnepanelen neer te zetten, rekening houdend met de stand van de zon gedurende het hele jaar in Nederland.



Zonneveld Coevorden

Op een plattegrond als hierboven maakt Klomp B.V. een legplan voor de zonnepanelen. Zij bereken hoeveel zonnepanelen zij kunnen plaatsen en in welke oriëntatie. Op de plattegrond staan aan de rechterkant twee rechthoeken aangegeven met grijze stippellijnen. De afmetingen van deze rechthoeken staan gegeven in millimeters. Bij deze tekening mag je ervan uit gaan dat de bovenkant van de plattegrond het noorden is, de onderkant van de plattegrond is het zuiden. Om onderlinge schaduwvorming te voorkomen, moeten de rijen zonnepanelen op 4 meter afstand van elkaar staan (zie foto hiernaast). Over het algemeen worden panelen in portrait opgezet dan 3 boven elkaar (zie foto). De afmetingen van een zonnepaneel zijn 1765 x 1048 x 40 mm.

2. Bereken hoeveel panelen passen op de beschikbare oppervlakte.

Houd rekening met de hellingshoek en de oriëntatie die je bij vraag 1 hebt berekend.

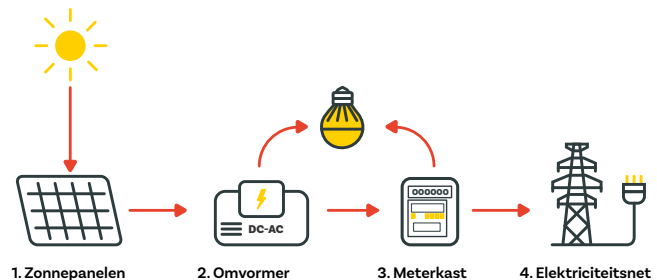
Ieder paneel levert 365Wp aan piekvermogen.

3. Bereken het totale piekvermogen van het zonneveld.

Zonnepanelen zetten zonlicht om naar gelijkstroom. Gelijkstroom kunnen we echter niet gebruiken, omdat alle elektronische apparaten in ons huishouden gebruik maken van wisselstroom. Daarom is een **omvormer** nodig die gelijkstroom omzet naar wisselstroom.

4. Er zijn talloze verschillende omvormers verkrijgbaar.

Bepaal aan de hand van het totale piekvermogen (zie vraag 3) en de in de tabel 'specificatie omvormers' hieronder gegevens **hoeveel van welke omvormers** jij zou adviseren voor dit zonneveld.

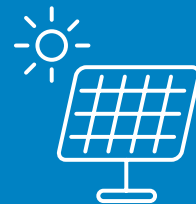


Specificatie omvormers

Technical Data	Sunny Highpower 100-20	Sunny Highpower 150-20
Input (DC)		
Max. PV array power	150000 Wp	225000 Wp
Max. input voltage	1000 V	1500 V
MPP voltage range / rated input voltage	590 V to 1000 V / 590 V	880 V to 1450 V / 880 V
Max. input current / max. short-circuit current	180 A / 325 A	180 A / 325 A
Number of independent MPP trackers	1	1
Number of inputs	1 or 2 (optional) for external PV array junction boxes	
Output (AC)		
Rated power at nominal voltage	100000 W	150000 W
Max. apparent power	100000 VA	150000 VA
Nominal AC voltage / AC voltage range	400 V / 304 V to 477 V	600 V / 480 V to 690 V
AC grid frequency / range	50 Hz / 44 Hz to 55 Hz 60 Hz / 54 Hz to 66 Hz	50 Hz / 44 Hz to 55 Hz 60 Hz / 54 Hz to 66 Hz
Rated grid frequency	50 Hz	50 Hz
Max. output current	151 A	151 A
Power factor at rated power / displacement power factor adjustable	1 / 0 overexcited to 0 underexcited	
Harmonic (THD)	< 3%	< 3%
Feed-in phases / AC connection	3 / 3-PE	3 / 3-PE
Prijs	Lager	Hoger

Extra uitdaging

De plattegrond ligt eigenlijk niet helemaal in een noord-zuid oriëntatie. Zoek op Google Maps op hoe het terrein daadwerkelijk ligt. De oriëntatie van de zonnepanelen t.o.v. de zon bepaalt het vermogen dat ze kunnen leveren (zoek dit op internet op). Het aantal zonnepanelen bepaalt hoeveel piekvermogen het totale zonneveld kan leveren. Maar in de ideale oriëntatie kunnen niet het maximale aantal zonnepanelen neergezet worden. Hoe los je dat op?

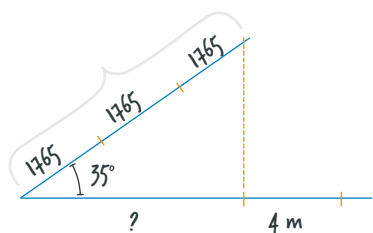


Bijlage 4: Werkblad vwo - antwoorden

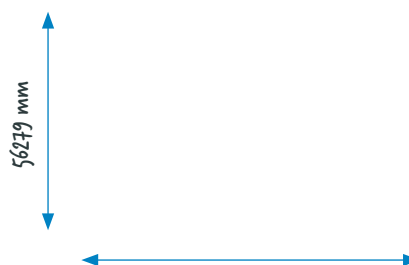
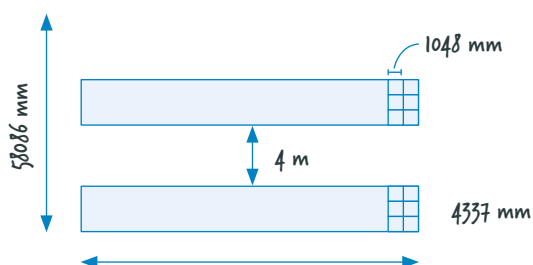
1. Ideale oriëntatie:

- azimut 0° (zuid) want over de dag heen het meeste zon
- opstelhoek = 35° = gemiddelde over het jaar heen

2.



$$? = \cos 35^\circ \times (3 \times 1765) = 4337 \text{ mm}$$



$$79432 / 1765 = 67 \text{ panelen}$$

$$56279 / 8337 = 6,75$$

Dus 7 rijen

Aantal panelen:

$$67 \times 7 \times 3 = 1407$$

(3 panelen per kolom)

$$\text{Dus } 70358 / 1765 = 75 \text{ panelen}$$

$$58086 / 8337 = 6,98$$

Dus 7 rijen (laatste hoeft geen schaduw'rand')

$$75 \times 7 \times 3 = 1575$$

$$= 1407 + 1575 = 2982 \text{ panelen in totaal}$$

3. $2982 \times 365 = 1.088.430 \text{ Wp}$ (= $1,1 \cdot 10^6 \text{ Wp}$)

4. 400V op de installatie, dus 400V AC uit bij omvormer, dus Sunny Highpower 100-20 (of transformator nodig)

5. $1.088.430 / 150.000 = 7,25$ dus 8 omvormers nodig.

(dit klopt ook met de foto van het zonneveld!)

Meer informatie

Jet-Net & TechNet bundelt alle activiteiten van Platform Talent voor Technologie rondom het primair en voortgezet onderwijs en het bedrijfsleven.

Meer weten over de 7 werelden van techniek en de kansen die dit biedt voor jouw onderwijs? Neem contact op met Jet-Net & TechNet via: info@jet-net.nl of 085 - 064 3050

Breng samen met
Jet-Net & TechNet
technologie tot leven!

www.jet-net.nl/expeditie

onderdeel van

