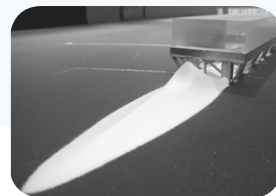
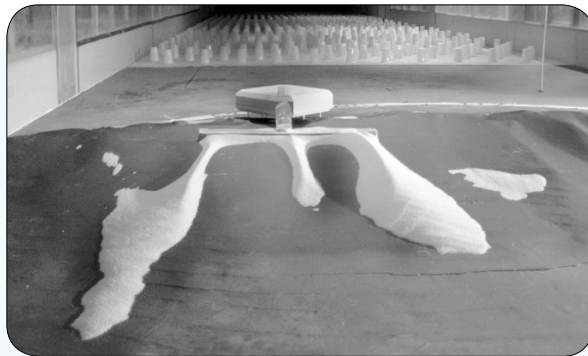




◻ Geschiedenis ● Talen ◻ Aardrijkskunde ● Natuurwetenschappen

Het Station: binnenste buiten gekeerd!



INHOUDSTAFEL

THEORETISCHE NOOT	3
HET EXTERN ONTWERP	3
De vorm	3
De peilers	4
Het dakterras	4
De zonnepanelen en de windmolens	5
De wanden	5
De ramen	6
DE BINNENKANT VAN HET STATION	7
De inkomhal, observatieruimte en de garages	7
De buitenste schil	8
Vestiaire	8
Laboratorium/ziekenboeg	8
De kantoorruimte	8
De slaapkamers	8
De woonkamer	8
De middenste schil	8
Wasserij	8
Toiletten en badkamer	9
Keuken	9
De technische kern	9
Het Station Controle Systeem (SCS)	9
De Waterzuiveringsinstallatie (WZI)	9
De Energie Opslagruimte (EOR)	9
OPVOEDENDE NOOT	11
1) NOOT AAN DE LEERKRACHT	11
2) EINDTERMEN	11
Talen	11
Natuurwetenschappen	11
3) VOORGESTELDE ACTIVITEITEN	12
Inleiding	12
1) Windtunnelexperiment	12
2) Duurzaam leven	12
3) Vergelijking Antarctische station met PEA Station	12
4) Warmte-isolatie testen	13
5) Ander	13
BRONNEN	14
WEBSITES	14

THEORETISCHE NOOT

Dankzij een lange voorbereiding, een combinatie van studiewerk in België en observaties en metingen uitgevoerd tijdens de verschillende BELARE-expedities (zie pedagogisch dossier 'BELARE: het station is niet op één dag gebouwd!') is een team ontwerpers, ingenieurs, wetenschappers en andere vakkundigen erin geslaagd het design van het Princess Elisabeth Antarctisch (PEA) Station te voltooien. De oorspronkelijke bouwplannen werden verschillende keren aangepast. Alle aanpassingen staan in het teken van het 'zero emissioen'-concept, met als doel een zo minimaal mogelijke impact te creëren op het Antarctische milieu.

In het huidige pedagogische dossier zullen de buiten- en binnenkant van het Princess Elisabeth Antarctisch Station binnenste buiten gekeerd worden. De verschillende gebruikte technologische hoogstandjes zullen hier aangehaald worden, als voorsmaakje op de uitgediepte versie in het volgende pedagogisch dossier 'Het technische kantje van het Princess Elisabeth-Station'.

Dit dossier stelt u op een fictieve manier het Princess Elisabeth station voor. Een wetenschapper gidst vier leerlingen doorheen het station.

Hemel en aarde lijken één te worden. Het stormt en het waait. De zichtbaarheid is quasi nihil. We zijn met vier gelukkige winnaars van een wedstrijd gedropt met een klein vliegtuigje na wat een turbulente vlucht mag genoemd worden. We bevinden ons alleen aan de voet van de Utsteinen **Nunatak**¹. Maar als we de ogen dichtknijpen, kunnen we in de verte een zwart voorovergebogen gedaante zien. Dit is Maarten, bio-ingenieur van opleiding, veronderstellen we. Hij is één van de gelukkigen die tijdens de vier **australe zomer** maanden² onderzoek mag verrichten op het zesde continent, dat voor velen slechts een droom zal blijven. Plots komt er beweging in dat zwarte stipje. Het groeit en verandert langzaam in een streepje. Hoe dichtert Maarten nadert, hoe meer de hemel opklaart. En in een mum van tijd scheiden hemel en aarde zich in een hemelsblauwe lucht en een sneeuwwit ijsplateau. Helemaal ingeduffeld schudt Maarten ons de hand. Onmiddellijk stelt hij voor ons in en rond het station rond te leiden. Een prachtig, onvergetelijk avontuur is begonnen in de 'middle of nowhere'.

1 Een **Nunatak** is een berg, volledig of gedeeltelijk bedekt met ijs en/of sneeuw van de ijskap.

2 De **australe zomer** is de zomer op de zuidelijke halfrond (december-januari) en staat tegenover de boreale zomer op het noordelijk halfrond (juli-augustus).

HET EXTERN ONTWERP

We zijn hier pas een paar uur en we hebben het allemaal al meegemaakt: storm, wind, zonneschijn... Het is dus duidelijk dat het station moet bestand zijn tegen extreme weersomstandigheden: temperaturen tussen -50 en -5°C, een maandelijkse gemiddelde windsnelheid van 20km/u, met dominerende **katabatische winden**³ die kunnen oplopen tot 250km/u voor namelijk vanuit het zuidoosten, een gemiddelde luchtdruk van 830hPa, een variërende neerslag afhankelijk van de **sneeuwdrift**⁴ en 24-uur daglicht op 100 van de 120 dagen van het australe zomerseizoen.

Gelukkig is de zon nu mooi op een helderblauw doek vastgespeld. Maarten kan beginnen met de uitleg. We zijn allemaal oor en zoals puppies hun moeder volgen, zo volgen wij Maarten op de voet. Hij was er van in het begin

van het project bij en kan ons dus het hele concept van a tot z uit de doeken doen.

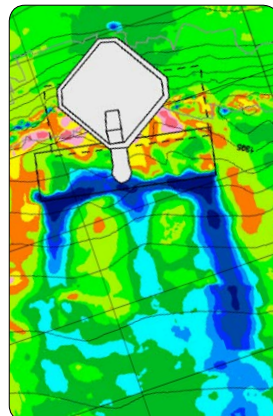
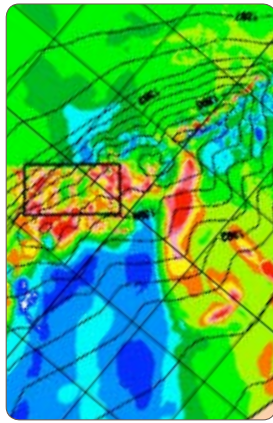
De vorm

"De vorm van het station is zo gekozen dat het beantwoordt aan de **aerodynamische wetten**⁵ van de fysica", aldus Maarten. Zo werden verschillende concepten getest door het Von Karman Instituut (VKI), in een subsonische windtunnel. De parameters waarmee gespeeld werd om een constructie te verkrijgen die zo min mogelijk impact zou ondervinden van de wind en de sneeuw, terwijl de veiligheid, het onderhoud en de bereikbaarheid gegarandeerd bleven, waren: de positie (hoogte), de oriëntatie en de vorm van het station.

3 **Katabatische winden** zijn krachtige winden, die onder invloed van de zwaartekracht en onder het gewicht van de koude luchtlaag, vanaf het hoger gelegen binnenland langs de hellingen van de ijskap naar de lagergelegen kust geblazen worden.

4 **Sneeuwdrift** is de door de wind veroorzaakte afwijking van de koers van de sneeuw.

5 De **aerodynamica** is een tak binnenin de dynamica die de luchtbewegingen ten opzichte van een onderwerp gaat bestuderen.



Figuur 1: De sneeuwerosie werd voor verschillende concepten getest in een windtunnel.

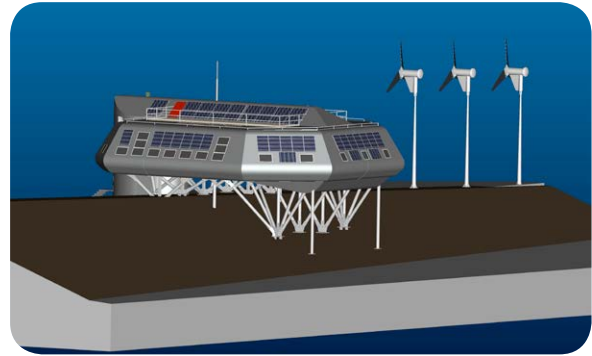
Het station bevindt zich op 2m boven de bergkam, je kan er dus onder lopen en het is in oost-westelijke richting georiënteerd, om de sterke ZO-winden te kunnen trotseren. Oorspronkelijk opteerde men voor een ruitvormig model, maar het evolueerde naar een octogonale constructie.

Om de windlast en sneeuwerosie rond het hoofdgebouw, maar ook rond de garages, te beperken werd gekozen voor een combinatie van scherpe en gebogen hoeken. De scherpe hoeken zorgen ervoor dat turbulenties op een gecontroleerde manier gevormd worden. Ze zijn niet op alle buitenwanden aanwezig, maar op welgekozen plaatsen met als resultaat een vermindering van de windlast op het gebouw, met bijvoorbeeld minder gekraak en beweging van de muren als gevolg.

Deze studies zijn belangrijk omdat in het verleden vele stations reeds te maken hebben gehad met opwaaiende sneeuw (sneeuwaccumulatie), waardoor bepaalde structuren gedeeltelijk of volledig onder de sneeuw kwamen te liggen. Maarten stelt ons voor één dezer dagen een kijkje te gaan nemen naar de Koning Boudewijnbasis. Of wat er van overblijft. Want die is in de loop der jaren volledig ondergesneeuwd (zie 'De Belgen op Antarctica door de eeuwen heen'). Om dit probleem te voorkomen, worden stations nu vaak op peilers gebouwd, waardoor de wind de sneeuw van onder het gebouw kan blazen.

Als we aan de achterkant van het station komen,

merken we een speciale structuur die de vermelding waard is: de *windgeleider*. Maarten anticipeert onmiddellijk op onze blikken met een woordje uitleg: "Doordat de afstand van het station tot de grond aan de achterzijde groter is dan aan de voorzijde, zullen de winden gekanaliseerd worden en sterk versnellen. Om dit tegen te gaan, wordt de afstand aan de achterzijde verkleind met de windgeleider, waardoor de windkracht beter verdeeld wordt."



Figuur 2: De windgeleider is duidelijk zichtbaar onderaan de achterkant van het station.

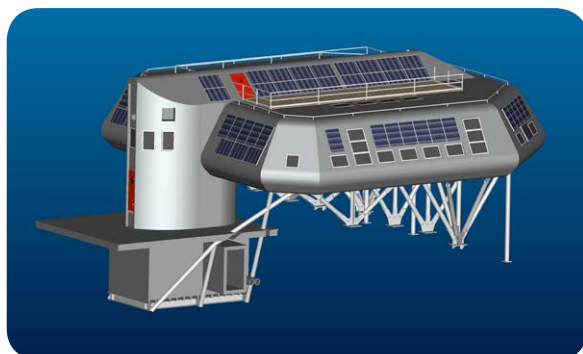
De peilers

We willen graag onder het station gaan wandelen. Maar Maarten raadt ons dit toch ten strengste af: "De winden kunnen daar enorm te keer gaan, en ik zou niet willen dat jullie de eerste dag al wegwaaien", zegt hij al knipogend. De keuze om het station **op palen** te zetten op een **granieten ondergrond** is omwille van 2 redenen (1) steen zorgt voor de nodige stabiliteit, terwijl het sneeuw- of ijsoppervlak constant in beweging is, (2) sneeuwophoping wordt voorkomen, doordat de sterke winden de sneeuw onder het gebouw door blazen en dit op een plaats die van nature sneeuwvrij is. De lengte van de palen kan variëren van 2m tot 6m lang, afhankelijk van de plaatsing. 't Klinkt logisch.

Ik vraag hoe de vastankering van de palen is gebeurd. Maarten moet toch even nadenken. Maar in enkele luttele seconden, tovert hij ons een antwoord bij elkaar: "Eerst werden er gaten in de granieten grond geboord van maximum 6m diep. Eénmaal de paal erin zat, werd het gat gevuld met een hars dat werd uitgehard door het te verwarmen. Dat was niet eenvoudig maar de oplossing bestond erin door de holle kern van de verankeringsstaven warm water te laten circuleren en dit gedurende verschillende dagen." Voor de windturbines daarentegen zijn de genieën van de **composietenmaterialen**⁶ op een ander schitterend idee gekomen: 1) zes ankerpunten van max. 2m diep werden geboord op vooraf bepaalde punten; 2) stalen staven samen met een verwarmende draad werden in de boorgaten

⁶ Composieten zijn samengestelde kunstmaterialen.

bevestigd; 3) de voet van de windmolen werd in niveau geplaatst en vervolgens werd het hars rondom de elektrische draden in het boorgat gegoten. De hars verhardde door de warmte afgegeven door de elektrische draden. Indrukwekkend.



Figuur 3: De lengte van de peilers kan variëren van 2 tot 6 meter. Het dakterras is bereikbaar via de deuren in de dakkapel.

Het dakterras

Bovenop het dak zien we ineens twee personen 'wandelen'. Maarten roept naar één van de twee: "Leoooooooooooooooo? Hoe vorderen de **aerosol**metingen?" Hij voegt er aan toe dat de twee dakterrassen elk 30m² bedragen en via twee deuren in de dakkapel bereikbaar zijn. Maar waarom nu een dakterras als je rond het station zoveel open ruimte hebt? Omdat sommige meetapparatuur hoogte vereisen en enkel kunnen werken met korte kabels om de meetgegevens door te sturen naar de onderliggende labo's.

De zonnepanelen en de windmolens

We zetten de rondleiding verder. Het station wordt voorzien van elektriciteit door een combinatie van windturbines en zonnepanelen. Zo wordt getracht het gebruik van fossiele brandstoffen (enkel in geval van nood) tot een minimum te herleiden en de impact op het milieu eveneens minimaal te houden. En nu kunnen we eindelijk met onze eigen ogen zien hoe de acht robuuste windmolens, elk met een capaciteit van 6kW, het station voorzien van 230V aan elektriciteit. Fier reiken de 9m-hoge turbines uit boven de horizon, ten noorden van het station op de Utsteinen-bergrug. De eerste bevindt zich op slechts 50m van het station. De windmolens bestaan elk uit 3 bladen, vervaardigd uit zeer stevige, maar toch flexibele **thermoplastische**⁸ composietmateriaal en bezitten een **directe aandrijvingsgenerator**⁹ en een **zelf-regulerende rotor**¹⁰, die meedraait met de wind. Niet slecht.



Figuur 4: Een windmolen voorziet het station van elektriciteit.

Aan de voorkant kunnen ook zonnepanelen gezien worden. Wat we echter niet wisten, is dat er twee soorten zonnepanelen zijn: thermische en fotovoltaïsche. Opnieuw legt Maarten het uit: "De thermische zonnepanelen beslaan 36 m² en zorgen voor de verwarming (zie term thermisch) van water. De fotovoltaïsche zonnepanelen, zullen de zonne-energie omzetten in elektriciteit (foto slaat op licht, voltaïsch slaat op elektriciteit). Daarvoor werden 114 zonnepanelen op het station geplaatst en 288 op het dak van de garage, goed voor een totale oppervlak van 374 m² en een output van 52kW.

Meer informatie over de energievraag en -productie kan gevonden worden in het pedagogische dossier 'Het technische kantje van het Princess Elisabeth-Station'.

De wanden

We zijn nu al een uur buiten. De tijd vliegt. En nog steeds staat de zon hoog, maar de koude dringt geleidelijk aan door onze kleren. Onze vingertoppen beginnen gevoelloos te worden. Hoe komt het dat die koude niet kan doordringen doorheen de wanden en zo de binnenruimtes van het station afkoelt? Maarten weet weer het antwoord.

De wanden vormen de dragende houten structuur. Ze bestaan uit negen lagen die een thermische grens vormen tussen de binnen- en buitenkant en het station zo bestand maken tegen een windkracht van 300km/u en tegen slijtage en schokken. Ze garanderen eveneens voldoende isolatie. De koude moet dus eerst een sterk geïsoleerde wand van ongeveer 53cm doordringen, eer het de binnenkant bereikt. Alle naden zijn ook zo gedicht dat lucht er niet door kan. Isolatie op en top!

De achtereenvolgende lagen van de wand van de binnenkant naar de buitenkant zijn:

- wollen vilt (geplakt tegen de volgende laag d.m.v. velcro) als afwerklingslaag;
- een aluminium folie waterdampschild (kleine poriënbarrière) om te voorkomen dat vocht van

7 De **aerosol** is uiterst fijne nevel van vaste of vloeibare deeltjes in de atmosfeer of in een ander gas.

8 **Thermoplastisch** is het door verhitting week of plastisch maken.

9 Een **directe aandrijvingsgenerator** is rechtstreeks gekoppeld met de rotor waardoor energieverliezen geminimaliseerd worden. Hierbij is de geleverde stroom rechtstreeks afhankelijk van het toerental.

10 Bij een te hoge windsnelheid, wordt de turbine normaal automatisch uitgeschakeld. Een **zelf-regulerende rotor** verhindert dit en gaat ervoor zorgen dat de windturbine enkel vertraagd wordt.

- de binnenkant in het hout kan;
- kraft papier (zeer stevig papier vervaardigd uit Abaca (*Musa textilis*), een bananensoort);
- een 74 mm-dikke gelijmd-gelamelleerd sparrenhouten laag;
- een 400 mm-dikke grafiet geladen polystyrene laag met lage dichtheid (voornaamste isolatielaag);
- een 42 mm-dikke gelijmd-gelamelleerd sparrenhouten laag;
- een 3 mm-dikke resistentielaag, en tegelijkertijd een waterdichtingslaag op het hout, om te voorkomen dat vocht van buiten naar binnen kan;
- een 5 mm-dikke schuimlaag met gesloten cellen;
- een 1.5 mm-dikke roestvrij stalen plaat.



Figuur 5: De doorsnede doorheen een module van de muur.

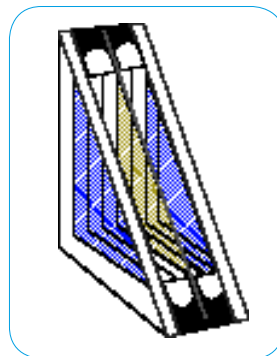
Uiteindelijk komt Maarten met nog een paar getalietjes: de wanden van het station zijn samengesteld uit 168 panelen, waarvan 40 verschillende modellen. Elk paneel heeft een oppervlakte van ongeveer 7m² en een gewicht van ongeveer 500kg en is zo ontworpen dat ze als puzzelstukjes in de 120 containers pasten om verscheept te worden naar hun eindbestemming op Antarctica: daar waar we nu staan.

De ramen

Vanuit één van de raampjes zwaait Katrien vanuit haar bureau. We zwaaien als in een wave terug. Vermits wetenschappers het grootste gedeelte van hun tijd al zittend aan hun bureau doorbrengen, werd gekozen om de ramen van het station zo in te planten dat de wetenschappers rechtstreeks zicht hebben op het uitgestrekte witte landschap en dus op ons. Het glas van de ramen is bestendig tegen temperaturen van wel -71°C en windsnelheden van 280km/u en bevatten een hendeltje waarmee de luchtdruk in de spouwen geregeld kan worden. Merk op dat de positie en plaatsing van de ramen ook sterk bijdragen tot de temperatuurscontrole in het gebouw.

In de sneeuw tekent Maarten een doorsnede van een raam, waarin de verschillende lagen duidelijk worden en waardoor we kunnen inzien hoe dik die wel zijn. Elk raam bestaat eigenlijk uit 2 verschillende ramen, eentje aan de buitenkant van de

muur en eentje dat zich aan de binnenkant van de muur bevindt. Elk van deze ramen bestaat uit een speciale dubbele beglazing met een **zonnewarmte-filter**¹¹ in het centrale lege gedeelte. Het raam aan de buitenkant is versterkt door 3 glazen lagen, geplakt langs de externe wand; de ruimte tussen de beide ramen vormt een luchtlaag van 400mm.



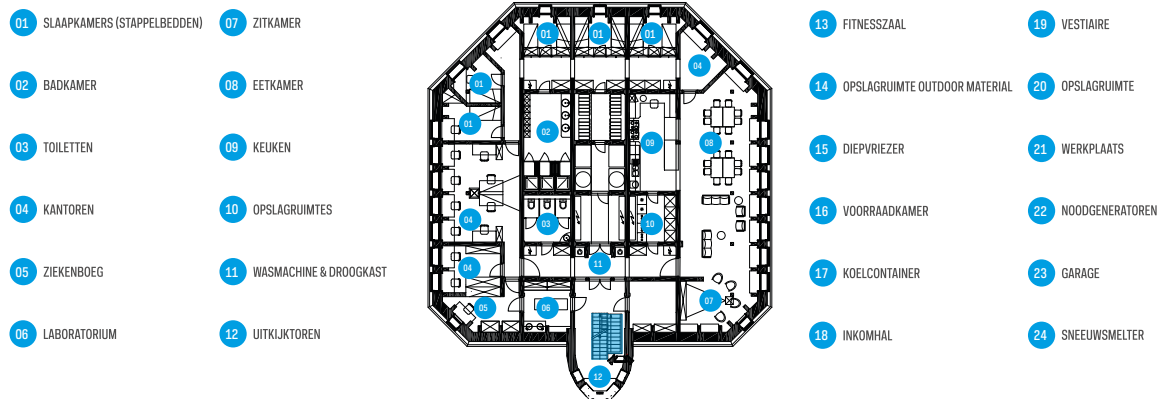
Figuur 6: De doorsnede van het binnenste raam, met dubbele beglazing en centraal een zonnewarmte filter.

Zelfs de siliconenlijm, nodig bij de secundaire afdichting van de isolatieglaseenheden, werd speciaal gekozen voor haar bestendigheid tegen ultraviolette straling, voor haar permanente elasticiteit en haar bewezen lange levensduur. Ze hebben werkelijk aan alles gedacht.

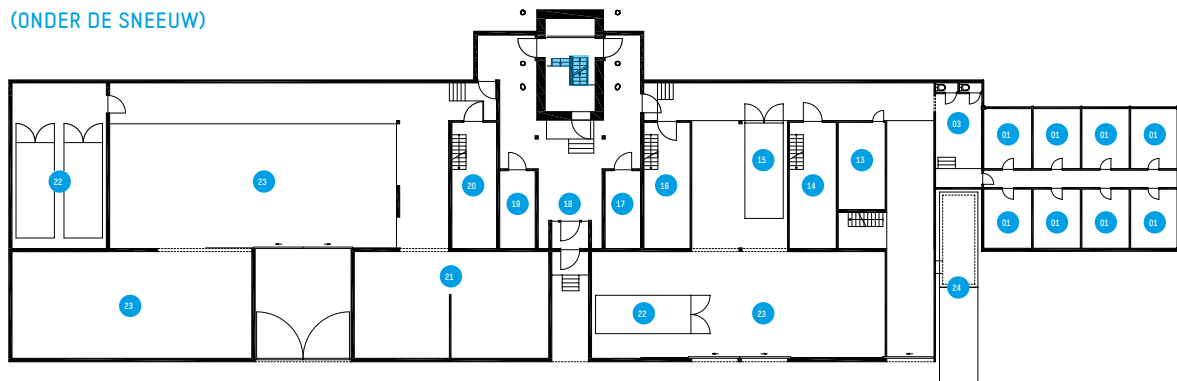
¹¹ Een **zonnewarmtefilter** filtert bepaalde golflengtes van de zon, om te verhinderen dat warmte binnendringt. Het reguleren van de binnentemperatuur gebeurt via een ventilatiesysteem dat in detail besproken wordt in het pedagogische dossier 'Het technische kantje van het PE Station'.

DE BINNENKANT VAN HET STATION

HOOFDGEBOUW



ONDERGRONDSE RUIMTES (ONDER DE SNEEUW)



Figuur 7: Een schema van het interieur.

De inkomhal, observatieruimte en de garages

En dan eindelijk mogen we onze eerste stappen zetten in het station. Maarten leidt ons naar een lange buis, die net achter de accumulatiezone ligt en een tunnel vormt van de garages naar het terrein waar de wind minder hard waait. Als in een science fiction-film doorlopen we de tunnel tot we aan de toren komen. Trede na trede stijgen we in hoogte. Maar waarom komen we nu langs deze weg naar binnen? En niet langs die rode voordeur? Waarom rood eigenlijk? Voor de zichtbaarheid weet Maarten ons te vermelden. Het zou niet de eerste keer zijn dat iemand doodvriest op een paar meters van een station. Vele andere stations zijn nl volledig in het rood. En deze deur zal enkel gebruikt worden in nood. Een nooduitgang dus.



Figuur 8: Let op de buis die de ingang vormt naar de garages en tevens naar het station.

Hoe dan ook, eenmaal boven in de toren, staan we met onze vijven in de *hal* (zie figuur 7, nr14), van waaruit we alle kanten uitkunnen. Er is geen lift, maar wel een soort kraan in de toren om het zware materiaal van de garages naar de binnenruimtes van het station te verplaatsen. Oh ja, de *garages* (zie figuur 3) zijn er ook nog. Ze liggen volledig onder de sneeuw en nemen een oppervlakte van 350m² in van een totaal van 1050m² en zijn verbonden met het station via de toren. De garage wordt verdeeld

in twee blokken, gescheiden door de toren: 1) de noordelijke of de 'vuile' garage, waar herstellingen gedaan worden en waarin zich de noodgeneratoren bevinden en 2) de zuidelijke of de 'propere' garage, waarin zich de sneeuwmelters, koude laboratoria en stockage van wetenschappelijk materiaal en voedselvoorraden bevinden. In geval van storm kunnen de inwoners van het station er schuilen en er verder werken.

Bovenaan de trap vraagt Maarten ons achterom te kijken. We zijn met stormheid geslagen. Vanuit de *controlekamer* en tegelijkertijd het *observatiepunt* (zie figuur 7, nr17) van het station kijken we uit over de uitgestrekte zee van ijs en sneeuw. Van zodra dit beeld tot ons doorgedrongen is, neemt Maarten ons bij de arm om ook de binnenkant laag na laag te ontdekken.

Maarten vergelijkt de verschillende lagen van het station met de schillen van een ui. De woonvertrekken komen in de buitenste schil, terwijl de **bioreactoren**¹² en andere gevoelige installaties terechtkomen in het altijd warme hart van het station.

De buitenste schil

Vestiaire

Hij loodst ons, met stevig schoeisel aan de voeten en gekleed in een dikke jas, met eronder wel 3 verschillende lagen stof, en een kap met bonte kraag, die ons gezicht verbergt, als bij een **Inuit**¹³, binnen in de *vestiaire* (zie figuur 7, nr15). De *vestiaire* werd hier geplaatst uit veiligheidsredenen. Bij evacuatie kunnen de bewoners voor het verlaten van het gebouw, snel hun kledij, nodig om het buiten te overleven, aantrekken. Wij, echter, kunnen alles nu uitdoen en wegbergen. We voelen ons direct een pak lichter.

Laboratorium/ziekenboeg

De volgende stop is in het '*laboratorium*', dat incidenteel kan omgevormd worden tot een *ziekenboeg* (zie figuur 7, nr16). Het is slechts voorzien van het strikte minimum, aangezien de meeste wetenschappelijke onderzoeken in de labo's in de garages zullen doorgaan. Maarten neemt uit zijn zak een paar stalen, die hij eerder op de dag had genomen uit een bevroren meertje. Later zal hij deze analyseren en in detail bestuderen (voor informatie over wetenschappelijk onderzoek in het station: zie pedagogisch dossier 'Proeven van de polaire wetenschappen').

De kantoorruimte

Plots valt het ons op dat het hier nogal 'doods' is. Waar is iedereen? Onze woorden zijn nog niet koud en we kruisen de eerste stationsbewoner. Naast Maarten natuurlijk. Het is niemand minder dan Katrien. Nog steeds aan haar bureau, verdiept in artikels. Zonder dat we het beseften, waren we in de *kantoorruimte* (zie figuur 7, nr10) geleid. Daar kunnen de eerste resultaten bekomen in de andere labo's verder onderzocht worden, wetenschappelijke naslagwerken gelezen worden, enz. We schuiven stilletjes door om Katrien niet te storen.

De slaapkamers

Vooraleer hij ons kan voorstellen aan de rest van de bemanning, die zich in de living onspannen, toont Maarten ons de *slaapkamers* (zie figuur 7, nr12). Er zijn er vijf en elke kamer kan tot vier mensen te slapen leggen in 2 stapelbedden. Je zou ze kunnen vergelijken met kajuiten in een boot: geoptimaliseerd om zo goed mogelijk met de beschikbare ruimte om te springen.

De woonkamer

Ah, eindelijk kunnen we nu de rest van de crew ontmoeten. Bij het betreden van de *woonkamer* (zie figuur 7, nr11), na een kleine fitnessruimte (zie figuur 7, nr13) te hebben doorkruist, zien we ze allen zitten gezellig in de sofa. De ene leest, de andere kijkt naar een dvd, een klein groepje speelt een gezelschapsspel... Voor elk wat wils.

De middenste schil

"De buitenste schil is binnenste buiten gekeerd. Het is tijd voor de volgende schil". Met deze woorden wekt Maarten opnieuw onze interesse. Naar het schijnt bevinden zich in de middelste schil de ruimtes belangrijk voor levensonderhoud. Levensmiddelen en andere materialen, zoals slaapzakken, toiletpapier... kunnen opgeslaan en bewaard worden in de *westelijke en oostelijke opslagruimtes* (zie figuur 7, nr8-9). Ze vormen eveneens een thermische en akoestische buffer voor de technische kern van het station.

Wasserij

Onze persoonlijke gids toont ons de *wasmachines* (zie figuur 7, nr7). Niets speciaals, denken we. Maar niets is minder waar. "Een set van twee wasmachines kan zonder enig probleem de noden van 12 tot 20 stationsbewoners inwilligen," kondigt Maarten met een opgeheven vingertje aan. Elke wasmachine heeft een capaciteit van 7kg, een hogere toerental per minuut waardoor de kleren droger zijn en dus minder lang in de droogkast moeten en een zeer stille droger dat minder gulzig is in energie.

Ook de *wasdroger* is speciaal ontworpen met een

12 Een **bioreactor** is een reactor waarin met behulp van beheerste biologische processen farmaceutische, chemische of voedingsstoffen geproduceerd worden.

13 **Inuit**, wat letterlijk 'man' betekent, is de naam waarmee Eskimo's (vertaling voor 'eters van rauw vlees') zichzelf bij voorkeur noemen.

ingebouwd rek om er de schoenen in te drogen te leggen. Super. Kleren, vervaardigd uit wol, een zeer isolerend materiaal trouwens, kunnen eveneens in de trommel gelegd worden. Elke machine is ook voorzien van een speciaal condensatiesysteem, waarbij het water uit de kleren verzameld wordt en herbruikt kan worden bij het wassen, spoelen, kuisen... Echt in lijn met het energiebesparend concept.

De twee sets van elk één wasmachine en één droogkast worden alternerend gebruikt. In geval er één uitvalt is er dus telkens een reserve. Slim bedacht.

Toiletten en badkamer

Mijn collega kan het niet meer uithouden. Hij moet dringend naar het *kleine kamertje* (zie figuur 7, nr5). Wat een toeval, we komen er juist langs. Eenmaal hij weer in ons midden is, toont Maarten ons nog de *badkamer* (zie figuur 7, nr4). Hoe een gewone badkamer toch speciaal kan zijn! Er zijn drie douches en met de juiste afspraken moet er niet eens 'rijtje schuiven' zijn.

Keuken

Van al dat gerondloop zou je honger krijgen. Twee wetenschappers zijn aan het koken voor de hele bende. Je krijgt er echt een groepsgevoel van. Laat de potten en pannen maar klinken. Vandaag op het menu staan lasagne en mousaka. Na alle ingrediënten verzameld te hebben, worden de nodige mixen gedaan en in geen tijd staan twee potten lasagne en twee mousaka's klaar om in de oven gestoken te worden. Maar wat nu: vier potten en slechts twee ovens. Geen nood. De *keuken* (zie figuur 7, nr6) is voorzien van twee dubbele ovens waarin verschillende gerechten tegelijkertijd klaargeemaakt kunnen worden. Zelfs als er slechts één deel van de oven gebruikt wordt, zal enkel dit deel verwarmd worden, met een lager energiegebruik als gevolg. Schitterend.

Koken gebeurt op een inductievuur. Inductiekoken is de meest economische manier van koken, vermits bijna geen energieverlies optreedt. Enkel de bodemoppervlakte van de pan wordt verwarmd.

Het groentenaafval wordt via een speciale maalmolen afgebroken en een pompsysteem pompt de resten naar de bioreactoren.

De keuken is eveneens verbonden met een 'weekberging' (zie figuur 7, nr6'), waarin de voedselvoorraden voor één week bewaard worden. Er bevinden er zich ook diepvriezers en koelkasten, evenals opbergruimtes.

De technische kern

Terwijl we wachten op de lasagne en/of mousaka, wil Maarten ons de laatste schil laten zien. Het hart van het station bevat de meeste apparaten die warmteverliezen genereren, ze zijn onderverdeeld in drie technische kamers: het Station Controle Systeem (SCS), de Waterzuiveringsinstallatie (WZI) en de Energie Opslagruimte (EOR). Het geheel bevindt zich achter een dubbele automatische deur, dat zich voor onze neus opent. Op het einde van de kern bevindt zich een derde luik, voor de brandveiligheid.

Het Station Controle Systeem (SCS)

In de eerste kamer wanen we ons in een mini-elektriciteitscentrale (zie figuur 7, nr3). Maarten benadrukt het belang van een betrouwbaar elektrisch net en installatie, met een zo laag mogelijke gevoeligheid voor externe en interne storingen. De werking van al het wetenschappelijk materiaal hangt immers van een betrouwbare stroomtoevoer af. De ligging van de elektrische toevoersdraden op de wanden (die een snelle inspectie en herstel mogelijk maken) en de elektrische schakelschema's en verdeel dozen werden zo gekozen volgens voorafbepaalde richtlijnen.

De Waterzuiveringsinstallatie (WZI)

Bij het binnentreden van de volgende ruimte (zie figuur 7, nr2), schept Maarten op met 'zijn' waterzuiveringsinstallatie. De wetenschappers op het Princess Elisabeth Station zijn de eersten op de Zuidpool die hun eigen afvalwater hergebruiken, net zoals de ruimtevaarders. Zo zal 75% ervan gerecycleerd worden voor een secundair gebruik. De behandeling gebeurt in meerdere fasen: bioreactoren, filters, UV-straling en actieve steenkool. Na behandeling wordt water gedeeltelijk geëvacueerd in een kloof, tussen het ijs en de rotsen. Je zou voor minder opscheppen.

Maarten wijst ons ook de opvangvaten onder het dak met de gesmolten sneeuw en ijs, dat dienst doet als drinkwater. Dit wordt via een hydraulisch pomp- en leidingssysteem gehaald uit de zuidelijke garage, uit de sneeuwsmelters, die automatische en handmatig opgevuld worden met verse sneeuw. Eronder liggen de bioreactoren voor het afvalwaterzuiveringssysteem.

De Energie Opslagruimte (EOR)

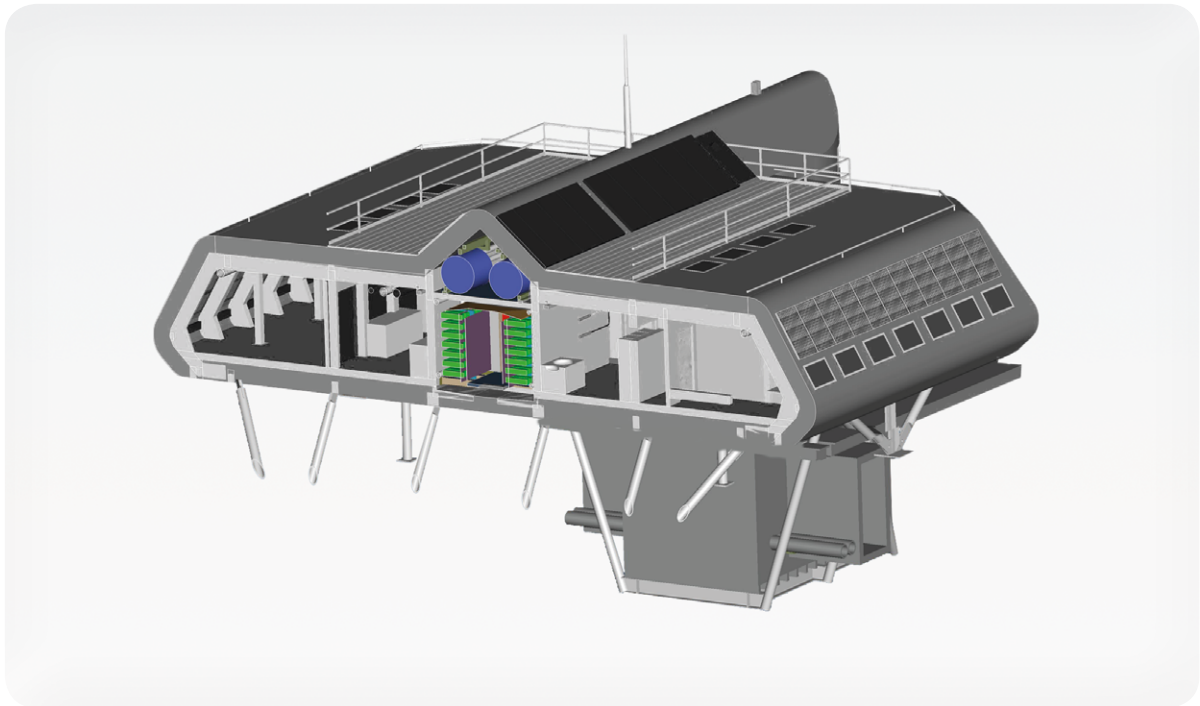
En dan "last but not least", het echte hart van het station: de ruimte met de batterijen die de stroom, opgewekt door de zonnepanelen en de acht windmolens, opslaan (zie figuur 7, nr1). Zonder de batterijen, geen elektriciteit, geen wetenschappelijk onderzoek, geen basis. De totale energievraag per

jaar bedraagt ongeveer 54MWh. Aangezien het een zomerstation is, zal er tijdens de vier zomermaanden meer geconsumeerd worden aan energie (7000kWh¹⁴/maand) dan in de acht wintermaanden (2000kWh/maand). In geval van nood zijn er ook twee dieselgeneratoren van 44kW aanwezig.

Bespreking van de energieproductie en -consumptie, evenals de beschrijving van het waterzuiveringsproces en andere technieken, kunnen geraadpleegd worden in het pedagogische dossier 'Het technische kantje van het Princess Elisabeth Station'.

En dan plots horen we een alarmklok afgaan. We kijken allemaal naar elkaar. Brand? Aardbeving? Storm? In het centrum van het station zijn geen ramen. We zijn er afgesloten van de rest. Er kan zich van alles aan het afspelen zijn. Maar met een glimlach

14 Een kilowattuur (kWh) is een eenheid van arbeid of energie. Voorbeeld: een gloeilamp van 100 watt die men 10 uur lang laat branden verbruikt daarbij 1 kWh.



Figuur 9: Een doorsnede van het station.

tot achter zijn oren, zegt Maarten: "Etenstijd!"

OPVOEDENDE NOOT

1) NOOT AAN DE LEERKRACHT

60 jaar na de Koning Boudewijnbasis is een nieuw tijdperk angebroken voor de Belgen op de Zuidpool met de bouw van het nieuw wetenschappelijke station: Het Princess Elisabeth Antarctisch (PEA) Station. Dit actueel punt kan aangehaald worden in verschillende lessen. Het pedagogische dossier 'De Belgen op Antarctica door de eeuwen heen' geeft reeds een overzicht van de geschiedenis van de internationale en national exploratie van het zesde continent van de 18e eeuw tot de dag van vandaag, waarin het PEA Station centraal staat. De voorbereidende fases op de realisatie van dit project, de zgn BELARE-expedities, worden eveneens besproken in een gelijknamig dossier. Vervolgens zullen de technieken en technologieën, reeds vermeld in dit dossier, gedetailleerd besproken worden in een vierde dossier. Uiteindelijk zal een vijfde en laatste dossier de polaire wetenschappen op het station behandelen.

Zonder twijfel, noch moeite, kan dit thema verschillende vakken overkoepelen: geschiedenis, talen, natuurwetenschappen en technische opvoeding. Dit kan zowel de leerkrachten als de leerlingen stimuleren in groep te werken om het 'project' zo goed mogelijk uit te spitten en tot een zo volledig mogelijk beeld te komen van wat het station nu eigenlijk is en zal doen.

2) EINDTERMEN¹⁵

De eindtermen wijzen erop dat dit dossier kan gebruikt worden voor verschillende vakken: gaande van Frans of Engels naar biologie en fysica. Ook technische-technologische vorming komt van pas. Het is dus duidelijk dat het zowel een vakspecifiek als vakoverschrijdend onderwerp is.

Talen

De vaardigheden lezen en schrijven komen van pas: relevante informatie kan geselecteerd worden, tekststructuur en tekstsamenhang kunnen herkend worden; informatie kan op een overzichtelijke en persoonlijke wijze geordend en beoordeeld worden en de inhoud van deze informatieve teksten kunnen globaal weergegeven en samengevat worden. De leerlingen slagen er ook in een korte samenvatting te schrijven. Hierbij is het onderwerp van de tekst van meer algemene aard, gaande van duurzaam leven, naar de verschillende Antarctische stations.

De leerlingen kunnen bij de planning, uitvoering en beoordeling van hun leestaken lees- en schrijfstrategieën toepassen die het bereiken van het leesdoel bevorderen en communicatiestrategieën aanwenden (d.w.z. dat ze de betekenis van ongekende woorden afleiden uit de context, doelmatig (...) elektronische hulpbronnen en gegevensbestanden raadplegen en gebruik maken van ondersteunend visueel materiaal en ICT).

De leerlingen zijn eveneens bereid de nodige leesbereidheid op te brengen en zich te concentreren op wat ze willen vernemen en zorg te besteden aan de presentatie van hun geschreven teksten.

Natuurwetenschappen

Door het opzetten van een windtunnelmodel leren de leerlingen een experiment uit te voeren door zich te houden aan de instructies en voorschriften bij het uitvoeren van opdrachten.

BIOLOGIE – De leerlingen kunnen aantonen dat verantwoord handelen van individu en maatschappij noodzakelijk is voor het milieu; een kritisch oordeel formuleren over de wisselwerking tussen maatschappelijke ontwikkelingen en het milieu; informatie op elektronische dragers raadplegen en verwerken. De leerlingen kunnen het belang van 'duurzame ontwikkeling' aantonen.

FYSICA – Het begrip energie correct gebruiken en in concrete situaties omschrijven; mechanische energie en

¹⁵ <http://www.cnd.vlaanderen.be/DVO/secundair/index.htm>

andere vormen van energie herkennen en aangeven in concrete situaties; omzettingen van energie beschrijven; de wet van behoud van energie.

De leerlingen kunnen de termen techniek en 'technisch' begrijpen en wat erachter schuilt en ontwikkelen een constructief kritische houding ten opzichte van techniek, technische beroepen en ondernemingen.

Verskillende aspecten van **leren leren** en **milieueducatie** zijn eveneens van toepassing op de verschillende voorgestelde activiteiten.

3) VOORGESTELDE ACTIVITEITEN

(ZIE OOK WERKBLADJES VOOR DE LEERLINGEN)

Inleiding

Via een powerpointvoorstelling (eveneens te downloaden vanop <http://www.antarcticstation.org>) kan een kort overzicht gegeven worden van de binnen- en buitenkant van het Princess Elisabeth station.

1) Windtunnelexperiment

Duur: 2 à 3 lesuren

Doelgroep: 3e graad

Vak: Natuurwetenschappen

Doel: De leerlingen leren het experiment correct uit te voeren door de instructies op te volgen en samen te werken met klasgenoten. Energie wordt eveneens vermeld en besproken, evenals andere aerodynamische wetten van de fysica.

De leerlingen worden verdeeld in 4 groepen. Elke groep moet een model maken van het station en de positie, oriëntatie en vorm testen in een zelfgemaakte windtunnel gevuld met zand. Eenmaal het model gemaakt is, wordt deze geplaatst in de tunnel in het zand. Vervolgens wordt met een ventilator de wind nagebootst. Bekijk en vergelijk hoe het zand zich verplaatst en bepaal welk model het minst zal beïnvloed worden door de wind en de sneeuw- en ijsaccumulatie. Leg de link met de aerodynamica.

2) Duurzaam leven

Duur: 1 à 2 lesuren

Doelgroep: 2e en 3e graad

Vak: Talen, Natuurwetenschappen, Technische-Technologische Vorming (Milieueducatie)

Doel: De leerlingen kunnen bruikbare informatie opzoeken, raadplegen en selecteren, deze informatie analyseren en samenvatten in een verzorgde geschreven tekst.

Na een korte inleiding over de binnen- en buitenkant van het station, waarbij de leerlingen, via bv een powerpointvoorstelling met diverse afbeeldingen een eerste introductie hebben gekregen over het station, kunnen ze thuis of in de klas verderwerken met het schrijven van een korte essay over hoe er duurzaam kan geleefd worden. Hierbij kan het Princess Elisabeth Station als voorbeeld genomen worden, waarbij gefocust wordt op de duurzame apparaten, die er gebruikt worden in oa de keuken, wasserij...

3) Vergelijking Antarctische station met PEA Station

Duur: 1 à 2 lesuren

Doelgroep: 2e en 3e graad

Vak: Talen, Natuurwetenschappen, Technische-Technologische Vorming (Milieueducatie)

Doel: De leerlingen kunnen, zich baserend op een reeds opgestelde lijst van Antarctische stations, bruikbare informatie opzoeken en kunnen uit elektronische informatiedragers informatie selecteren, analyseren en samenvatten in een verzorgde geschreven tekst. Zowel Engelse als Franse websites kunnen vooraf

geselecteerd worden.

Na een korte inleiding over de binnen- en buitenkant van het station, waarbij de leerlingen, via bv een powerpointvoorstelling van de diverse foto's een eerste introductie hebben gekregen over het station, kunnen ze thuis of in de klas verderwerken met het vergelijken van het Princess Elisabeth Station met verschillende andere Antarctische stations, wat betreft de vorm, inplanting, bemanningsleden, locatie, grootte, nationaliteit...

4) Warmte-isolatie testen¹⁶

Duur: 1 à 2 lesuren

Doelgroep: 1e graad

Vak: Technische-Technologische opvoeding

Doel: De functie en de opbouw van de verschillende bouwelementen verklaren, waaronder thermisch isolatie aan de hand van het concreet voorbeeld van het Princess Elisabeth Station.

Bekleed een schaalmodel met 3 à 4cm dik isolatiemateriaal (doeken, polystyreen, staal, glas...). Zorg dat de hoeken mooi sluiten; het te beproeven isolatiemateriaal zal het deksel vormen van de doos (warmte stijgt). Plaats in de doos een beker warm water waarvan op regelmatige tijdstippen de temperatuur wordt opgenomen (thermometer door de zijwand). Herhaal deze proefopstelling met telkens een ander isolatiemateriaal. Welk materiaal isoleert het beste?

5) Ander

- Experimenten rond de eerste wet van behoud van energie kunnen uitgevoerd worden tijdens een fysicales, waarbij de link gelegd wordt met de omvorming van windenergie in elektriciteit (2e en 3e graad).
- Verschillende types van windmolens met verschillende bladen, diameter, enz kunnen getest worden op hun toerental, snelheid... (3e graad).

¹⁶ Bron: <http://ond.vvksoict.com/leerplannen/doc//Technologische%20opvoeding2005-037.pdf>

BRONNEN

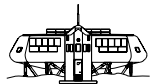
WEBSITES

<http://www.antarcticstation.org>

– Het persdossier geeft een schat aan informatie.

<http://www.polarfoundation.org>

– Via Johan Berte, project manager van het project 'Princess Elisabeth Antarctic Station'.



◇ Geschiedenis ◇ Talen ◇ Aardrijkskunde ● Natuurwetenschappen

Het Station: binnenste buiten gekeerd!

WINDTUNNELEXPERIMENT.

DOEL

Nagaan in hoever de vorm, positie en oriëntatie van een voorwerp, in dit geval een gebouw, een invloed kan hebben op het landschap.

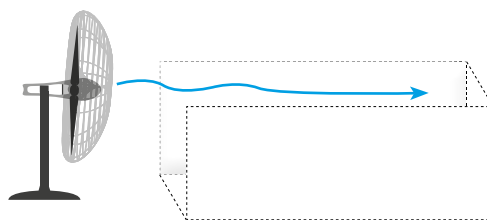
BENODIGDHEDEN

- Een halfopen doos
- Een ventilator
- Zand
- Vier verschillende modellen:
 - 1) Een rechthoekig model
 - 2) Een octogonaal model
 - 3) Een rechthoekig model op peilers
 - 4) Een octogonaal model op peilers

UITVOERING

Verdeel de leerlingen in vier even grote groepjes. Elk groepje moet op eigen initiatief, gebruik makend van hun creativiteit één van de vier modellen in elkaar knutselen in bijvoorbeeld papier-maché, klei... Let wel op dat het model zwaar genoeg is dat die niet weggeblazen kan worden.

Eénmaal de vier verschillende modellen klaar zijn, kan de windtunnel klaargezet worden. Hiervoor kan een doos gebruikt worden zoals aangegeven op de tekening.



Zorg dat de doos stabiel staat en vul het met fijn zand (zoals aan de Belgische kust). Zet de ventilator voor de opening. Bevestig er het eerste model in en laat de wind maar waaien. Probeer verschillende oriëntaties van het model t.o.v de ventilator. Neem er een paar foto's van, zodat je dan achteraf kan vergelijken met de overige drie modellen. Doe hetzelfde voor de andere drie modellen, maar zorg er wel voor dat de omstandigheden zoals windsterkte, verdeling van het zand, plaats van het model, enz dezelfde zijn als bij het vorige model.

Welk model toont de minste sneeuwophoping? En verklaar.



◊ Geschiedenis ● Talen ◊ Aardrijkskunde ● Natuurwetenschappen

Het Station: binnenste buiten gekeerd!

DUURZAAM.LEVEN.

INLEIDING

Powerpointvoorstelling.

DOEL

Schrijf een kort verslag over hoe je als particulier duurzaam kan leven met als voorbeeld het Princess Elisabeth Station.

TIPS

- De juiste huishoudapparaten kunnen al voor een flinke duit in de zak zorgen. Zoek uit in welk opzicht een apparaat duurzaam kan zijn. Een leverancier van dergelijke huishoudapparaten is *Electrolux*.
- Welk zijn de duurzame energiebronnen?
Een paar leveranciers zijn:
 - Proven Energy
 - Kyocera
- Som een paar kleine handelingen die kunnen bijdragen tot een duurzaam leven zoals een douche nemen ipv een bad, enz.



◊ Geschiedenis ● Talen ◊ Aardrijkskunde ● Natuurwetenschappen

Het Station: binnenste buiten gekeerd!

VERGEELIJKING HET NIEUWE PEA STATION MET EEN
ANDER ANTARCTISCH STATION

INLEIDING

Powerpointvoorstelling.

DOEL

Vergelijk de verschillende aspecten van het Princess Elisabeth Station met twee andere Antarctische Stations:

- Land
- Locatie
- Grootte
- Aantal bemanningsleden
- Neerzetting
- Enz.

Verwerk de gevonden informatie in een verzorgde tekst.

LIJST ANTARCTISCHE STATION

Aboa
Almirante Brown Antarctic Base
Amundsen-Scott South Pole Station
Artigas Base
Arturo Parodi
Asuka Station
Belgrano II
Bellingshausen Station
Browning Pass
Byrd Station
Captain Arturo Prat base
Casey Station
Comandante Ferraz Brazilian Antarctic Base

Concordia (2) Station
Dakshin Gangotri Station
Davis Station
Dome Fuji Station
Druzhnaya 4
Dumont d'Urville Station
Eduardo Frei Montalva & Villa Las Estrellas
Enigma Lake
Escudero
Esperanza Base
Fossil Bluff
Frei

Gabriel de Castilla Spanish Antarctic Station
Gonzalez Videla Station
Great Wall Station
Halley Research Station
Henryk Arctowski Polish Antarctic Station
Jinnah Antarctic Station
Juan Carlos I Spanish Antarctic Station
Jubany
King Sejong Station
Kohnen-station
Law – Racovita Station
Leningradskaya Station
Macchu Picchu Research Station
Macquarie Base
Maitri Station
Maldonado
Marambio Base
Mario Zucchelli Station
Mawson Station
McMurdo Station
Mendel Polar Station
Mid Point
Mirny Station
Mizuho Station
Molodezhnaya Station
Neumayer Station

Novolazarevskaya Station
Bernardo O'Higgins Station
St. Kliment Ohridski Base
Odell Glacier
Orcadas Base
Palmer Station
Progress 2 Station
Rothera Research Station
Russkaya Station
San Martín Station
SANAE IV (3)
Scott Base
Signy
Sitry
Sky Blu
Svea station
Syowa
Tor
Troll (4) Station
Akademik Vernadsky Station
Vicente
Vostok station
Wasa station
Zhongshan (Sun Yet-Sen) Station

NUTTIGE WEBSITES

<http://www.antarcticconnection.com/antarctic/stations/index.shtml> - EN

<http://members.eunet.at/castaway/stations/aa-bases.html> - EN

<http://www.comnap.aq/operations/facilities> - EN

http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_research_stations_in_Antarctica - EN, NL, FR

<http://www.70south.com/> - EN, FR, D

<http://www.scar.org> – EN



◊ Geschiedenis ◊ Talen ◊ Aardrijkskunde ● Technische Opvoeding

Het Station: binnenste buiten gekeerd!

WARMTE-ISOLATIE-TEST

INLEIDING

Powerpointvoorstelling.

BENODIGDHEDEN

- Een open doos
- Een glas met warm water
- Verschillende soorten isolatiemateriaal: glazen en stalen plaat, polystyreen, glaswol, katoen
- Thermometer
- Chronometer

UITVOERING

Bekleed een schaalmodel met 3 à 4cm dik isolatiemateriaal (katoen, polystyreen, glaswol, staal, glas). Zorg dat de hoeken mooi sluiten; het te beproeven isolatiemateriaal zal het deksel vormen van de doos (warmte stijgt). Plaats in de doos een beker warm water waarvan op regelmatige tijdstippen de temperatuur wordt opgenomen (thermometer door de zijwand). Herhaal deze proefopstelling met telkens een ander isolatiemateriaal.

RESULTATEN

A) Isolatiemateriaal:

.....

TIJDS TIP (MINUTEN)	TEMPERATUUR (°C)
T0: 00min	
T1: 10min	
T2: 20min	
T3: 30min	
T4: 40min	
T5: 50min	

B) Isolatiemateriaal:

TIJDSTIP (MINUTEN)	TEMPERATUUR (°C)
T_0 : 00min	
T_1 : 10min	
T_2 : 20min	
T_3 : 30min	
T_4 : 40min	
T_5 : 50min	

C) Isolatiemateriaal:

TIJDSTIP (MINUTEN)	TEMPERATUUR (°C)
T_0 : 00min	
T_1 : 10min	
T_2 : 20min	
T_3 : 30min	
T_4 : 40min	
T_5 : 50min	

D) Isolatiemateriaal:

TIJDSTIP (MINUTEN)	TEMPERATUUR (°C)
T_0 : 00min	
T_1 : 10min	
T_2 : 20min	
T_3 : 30min	
T_4 : 40min	
T_5 : 50min	

E) Isolatiemateriaal:

TIJDSTIP (MINUTEN)	TEMPERATUUR (°C)
T_0 : 00min	
T_1 : 10min	
T_2 : 20min	
T_3 : 30min	
T_4 : 40min	
T_5 : 50min	

Welk materiaal isoleert het beste?

.....

.....