

ASSET

Een alliantie met de natuur

Door ir. J. Breukels

Het winnende concept van het KitEye project. [Bron ir. J. Breukels]

De industriële revolutie heeft voor de mens een enorme expansie met zich mee gebracht. Deze expansie heeft grote gevolgen gehad voor de wereld waarin we leven. Naast het feit dat we onze welvaart enorm hebben zien groeien, heeft onze expansiedrift ook zeer nadelige effecten gehad met betrekking tot het milieu. De decennia van vervuiling hebben het idee de wereld in geholpen dat het bestaan van de welvarende mens en het bestaan van een gezonde natuur loodrecht op elkaar staan. Vanuit deze visie betekenen natuurvriendelijke ingrepen vaak een beperking voor de mens in bijvoorbeeld zijn mobiliteit, productiviteit of communicatiemogelijkheden. De milieureglementen omtrent Schiphol zijn hier een lichtend voorbeeld van.

Toen Gagarin voor het eerst in zijn capsule rond de aarde cirkelde, hield hij de mensheid een spiegel voor. De ruimtevaart heeft de mens bewust gemaakt van het fragiele karakter van zijn planeet. Dit bewustzijn ligt ten grondslag aan de vorming van de nieuwe leerstoel van de Faculteit Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek genaamd ASSET (AeroSpace for Sustainable Engineering and Technology). Deze leerstoel, onder leiding van voormalig astronaut en sinds september 2003 voltijd hoogleraar Prof. Dr. W.J. Ockels, heeft als doel om welvaart na te streven, niet ten koste van de natuur, maar juist in nauwe samenwerking met de natuur. De visie van de leerstoel is dat de mensheid deel uit maakt van de natuur en dat de enige manier om het voortbestaan van de mensheid te waarborgen is om een alliantie te vormen met die natuur. Daardoor kunnen we een positief pad bewandelen waarin we gebruik maken van al ons technisch vernuft, innovatie en creativiteit om tot een duurzame samenleving te komen. Het feit, dat de ruimtevaart ons inzicht gegeven heeft in het fragiele karakter van onze planeet, brengt ook de verantwoordelijkheid met zich mee om dat inzicht om te zetten in daden. Wij bij ASSET zijn bereid deze spannende en belangrijke uitdaging aan te gaan.

Laddermolen

Er gaat een enorme hoeveelheid energie schuil in de hoge windsnelheden op grote hoogte. De hoeveelheid energie die boven Nederland op een hoogte van 1000 meter tot 9000 meter schuil gaat in de wind is acht keer zo groot als de hoeveelheid energie die via zonnestraling op ons land valt. De ladder-molen is een vooruitstrevend concept dat de mens in staat stelt om die energie te beteugelen en te exploiteren. De lad-

De concepten die ontworpen zijn voor het KitEye project. [Bron ir. J. Breukels]

dermolen is een enorme roterende lus van vliegers die vanaf de grond tot in de tropopauze reikt. Deze lus van vliegers wordt in stand gehouden door die vliegers aan de lus te laten stijgen en dalen in opeenvolgende orde. Op de grond wordt de circulerende kabel gebruikt om een generator aan te drijven. Op deze manier moet het mogelijk zijn om ongeveer zestig megawatt aan energie op te wekken. Hierbij vergeleken staat de 1.8 megawatt die de grootste windmolen ter wereld oplevert in een schril contrast.

Een windmolen heeft nu eenmaal het nadeel dat hij alleen gebruik maakt van de wind op lage hoogte. Op tien kilometer hoogte is het vermogen van de wind ongeveer twintig keer zo groot als op de grond. De laddermolen zal in staat zijn om van dit gegeven gebruik te maken.

De kiteplane challenge

Het succes van de laddermolen is deels afhankelijk van de stabiliteit en controle van een vlieger. De kiteplane challenge is een

ontwerpwedstrijd die als doel heeft om op een sportieve en creatieve wijze het veld van de stabiele en bestuurbare vlieger te verkennen. De stabiliteitsvoorwaarden voor een vliegtuig en een vlieger lopen sterk uiteen.

Om de laddermolen in de lucht te houden moet de vlieger zich volledig beheerst in beide vliegeregimes kunnen bewegen.

De kiteplane challenge is een spel dat deze mogelijkheid verkent. Het is de bedoeling om door middel van een bestuurbare vlieger een bepaalde lading op te pikken en deze gecontroleerd op een andere plek weer neer te zetten. Om een lading op te pikken met een vlieger aan een lijn met een vaste lengte moet de vlieger in staat zijn om als zweefvliegtuig het vliegeregime van een conventioneel vliegtuig te betreden om vervolgens door middel van uitvieren weer tot een toestand van een conventionele vlieger te komen. De specifieke eisen omtrent het spel en de vliegers zelf zijn op dit moment nog in ontwikkeling.

Jan Akkerman

Om het concept van de laddermolen te demonstreren wordt er op dit moment hard gewerkt aan een prototype dat een concert van gitaarheld Jan Akkerman van stroom moet gaan voorzien. Een vermogen van drie kilowatt is nodig om de show tot stand te brengen. Dit vermogen zal geleverd gaan worden door een zogenaamde pompende laddermolen. Dit is een versie van de ladder-

molen die als een zuiger een op en neergaande beweging maakt in plaats van een draaiende beweging. Momenteel is het grondstation in de ontwerpfase en wordt er gewerkt aan de besturing van de vliegers.

KitEye

Het KitEye project is een project dat door Prof. Ockels is geformuleerd tijdens zijn vroegere werkzaamheden voor het ESA Education and Outreach Office. Het project heeft als doel om een vlieger te ontwerpen die, aan een enkele lijn opgelaten, in staat is het wereld hoogtorecord te verbreken. Dit hoogtorecord staat op dit moment op 4422 meter en is neergezet door een team uit Amerika. Een tweede, onofficieel record staat op zo'n 8200 meter. Onofficieel omdat het team vanwege een ongeoorloofde hoogtemeting door Guinness gediskwalificeerd is. Echter, binnen de vliegerwereld geldt dit record als het record dat verslagen moet worden. Daarom is voor het KitEye project een hoogte van tien kilometer als doel gesteld.

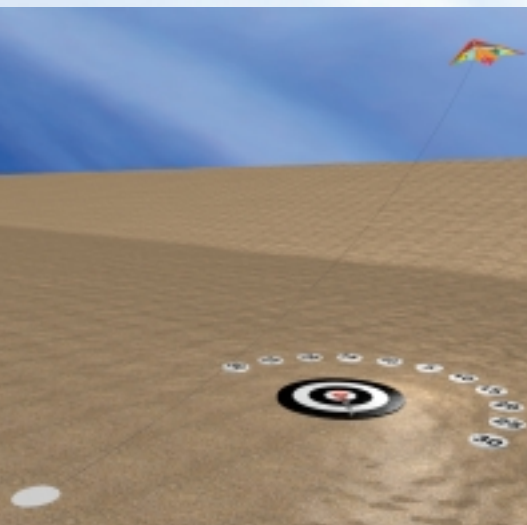
Om een vlieger een hoogte van tien kilometer te laten bereiken is het essentieel dat de vlieger volledig stabiel is. Het corrigeren van

de vlieger door het trekken aan het touw heeft geen effect wanneer het touw vele kilometers lang is. De stabiliteit van een vlieger is aanzienlijk gecompliceerder dan die van een conventioneel vliegtuig. De dynamische stabiliteit van een vliegtuig laat zich beschrijven door een vierde orde differentiaalvergelijking. Voor een volledig onvervormbare vlieger is dat al een zesde orde differentiaalvergelijking. De aanwezigheid van de kabel introduceert verschillende harmonische bewegingen van de vlieger. Bewegingen die in een conventioneel vliegtuig niet mogelijk zijn. Het is dan ook een misvatting te denken dat een stabiel vliegtuig ook een stabiele vlieger zou kunnen zijn. Een lage vleugelbelasting is essentieel voor een stabiele vlieger. Voor het concept in ontwikkeling geldt op lage hoogte een vleugelbelasting van niet meer dan tien Newton per vierkante meter. De stabiliteit van de vlieger wordt

nog gecompliceerder als men zich bedenkt dat de vlieger geen star lichaam is. Voor een conventioneel vliegtuig is het gebruikelijk om vervormingen ten gevolge van luchtkrachten niet direct mee te nemen in de stabiliteitsanalyses. De vervormingen zijn immers klein en de ontwerper kan er over het algemeen wel mee weggkomen om ze te verwaarlozen. Dit is zeker niet het geval voor een vlieger als ontworpen voor dit project. De vlieger heeft een grote mate van vervorming onder wisselende luchtkrachten. Het is zaak deze vervormingen te beheersen zodat ze geen nadelige gevolgen hebben voor de stabiliteit van de vlieger.

Met toenemende hoogte neemt de vlieger meer kabel met zich mee. Dit betekent een toenemende last tijdens de vlucht. De kracht in de kabel bestaat uit wrijvingskrachten, weerstandskrachten en gravitatiekrachten. Dit krachtenspel zorgt ervoor dat de kabel een bepaalde kromming beschrijft door de lucht. Voor een vlieger op tien kilometer hoogte hoort dan ook een kabellengte van ongeveer twintig kilometer.

Omdat de vlieger in stabiele toestand stil staat ten opzichte van de aarde is de vliegsnelheid gelijk aan de windsnelheid. De windsnelheden waarop het project zich baseert, zijn afkomstig uit een database van het KNMI waarin windsnelheden zijn opgenomen van



Een van de concepten voor de layout van de kiteplane challenge. Vanaf de witte stippen moet een lading worden opgepikt en op de bullseye worden neergezet. De score is het getal van het pick-up point vermenigvuldigd met de score op de bullseye. [Bron ir. J. Breukels]

de afgelopen twee decennia. Met behulp van deze data is een profiel gemaakt van de gemiddelde windsnelheden op verschillende hoogtes. Op dit profiel is het aërodynamisch ontwerp van de vlieger gebaseerd.

Uit aërodynamisch oogpunt zou men bijna instinctief zeggen dat een hoog glijgetal essentieel is voor de vlieger. De analogie met zweefvliegtuigen is immers snel gemaakt. Echter, de aanwezigheid van de kabel doet dit vermoeden al snel in duigen vallen. Het glijgetal zet de weerstand op gelijke voet met de lift, ze zijn allebei even belangrijk. De horizontale component van de kabelkracht kan gezien worden als equivalent met de voortstu-



Impressie van de laddermolen. [Bron ir. J. Breukels]

wingskracht van een conventioneel vliegtuig. Met dat verschil dat de horizontale kabelkracht toeneemt met toenemende weerstand, omdat de vlieger uiteindelijk niets anders kan dan stilstaan ten opzichte van de aarde. De kabelkracht is direct gekoppeld aan de weerstand. Aannemende dat de kabel voldoende sterk is om de kracht te dragen, kan men zeggen dat de weerstand van de vlieger van minder belang is dan de lift. Aan deze analyse zitten de nodige haken en ogen. De weerstand moet wel degelijk in de hand gehouden worden, maar een blinde optimalisatie naar het glijgetal is niet te rechtvaardigen.

De uiteindelijke vlieger zal een opblaasbare balk hebben als hoofdligger.

Opblaasbare constructies zijn constructies waarbij een drukverschil over een membraam dat membraam in staat stelt om een belasting te dragen. Opblaasbare constructies zijn licht, makkelijk te vervoeren in leeggelopen toestand en eenvoudig gereed te maken door middel van een pomp. Een te groot buigmoment op een opblaasbare balk zal resulteren in het knikken van die balk. Wanneer het buigmoment weggenomen wordt, zal de balk zich weer volledig in de originele toestand herstellen. Het knikken van de balk is dus een omkeerbaar proces. Dit brengt natuurlijk het nodige voordeel met zich mee. Mocht de vlieger bij een windstoot een te grote belasting te verduren krijgen, dan kan de constructie gewoon knikken, om zich na de verstoring volledig te herstellen.

Op dit moment is een 1:5 schaalmodel in ontwikkeling en we verwachten dat we de eerste vliegtests in de komende maanden kunnen uitvoeren. De uiteindelijke vlieger op ware grootte zou klaar moeten zijn voor het eind van 2004.

Solar racing

Ons allen staat het succes van de Nuna II nog vers in het geheugen. Diegenen die dachten dat het daarmee afgelopen was met het solar racen op deze faculteit zullen bedrogen uit komen. Voor deze zomer staan nog verschillende races in Zuid-Europa gepland voor de Nuna II. Voorts worden er op dit moment de

eerste plannen gesmeed met betrekking tot de Nuna III. In oktober 2005 is de volgende Solar World Challenge en het is de bedoeling dat die titel voor de derde keer in de wacht gesleept gaat worden. Tijdens het eerste deel van het tweede semester worden er door Prof. Ockels en het Nuna II team colleges gegeven op vrijdagochtend van 8:30 tot 10:30 in zaal A. Tijdens het tweede deel van het tweede semester worden de colleges vervolgt. Deze colleges zijn in principe toegankelijk voor alle studenten en het is de bedoeling om uit de mensen die dit college volgen het nieuwe Nuna III team te vormen. Heb je interesse? Kom dan zeker zo snel mogelijk naar de colleges toe!



Impressie van de laddermolen. [Bron ir. J. Breukels]

Dit alles is slechts een korte vogelvlucht door een deel van de plannen die er binnen ASSET gemaakt worden op dit moment. Werkzaamheden met betrekking tot bijvoorbeeld een recordpoging om de grootste vlieger ter wereld te bouwen zijn ook in volle gang. We bevinden ons in de beginfase en dit betekent dat er veel ruimte is voor nieuwe ideeën en concepten. Daarbij kijken we zo breed mogelijk en maken we gebruik van technologieën uit veel verschillende disciplines om zo uiteindelijk een duurzame toekomst te creëren. ☒