

# THEPS - DE ENERGIECONTAINER

De heer Frits Ogg, adviseur duurzame energie en energiebesparing

*Ingenieur Frits Ogg is auteur/adviseur/docent op het gebied van energiebesparing en duurzame energie. In een eerder artikel in INTERCOM (sept 2010) beschreef hij zijn experimenten met een duurzame energievoorziening voor radiocommunicatie. Meer informatie over zijn persoon is te vinden op zijn LinkedIn profiel.*

Een energiecontainer is een mobiel hybride energievoorzieningssysteem in een container. Door het Amerikaanse leger wordt zo'n container ook wel THEPS genoemd (*Transportable Hybrid Electric Power System*). Energiecontainers worden civiel bijvoorbeeld gebruikt om op afgelegen plaatsen in de energiebehoefte van netwerkstations voor mobiele telefonie of in de energiebehoefte van dorpen te voorzien. De naam energiecontainer is een 'container' begrip. Energiecontainers zijn er in velerlei uitvoeringen. In principe bestaat een energiecontainer uit een container die uitgerust is met zonnecellen, een windgenerator, dieselgenerator, energiemanagement systeem en accu's. In dit artikel een overzicht van de mogelijkheden, marktpartijen en toepassingen. Het artikel wordt afgesloten met een reactie van de commandant Geniewerken, lkol Paul van der Heul.



## NIETS NIEUWS ONDER DE ZON

Op zich is de energiecontainer niet nieuw. Ook in Nederland is het combineren van zonnecellen en een kleine windmolen met een dieselgenerator onderzocht. Al in 1980 heeft TNO onderzoek gedaan. Ook de universiteit van Utrecht heeft jaren geleden al onderzoek gedaan naar het managen van de verschillende fluctuerende duurzame energiestromen in combinatie met een generator.

## EUROPA

In Europa heeft de firma Terracon enkele jaren geleden een energiecontainer ontwikkeld. Deze container is in 2008 gepresenteerd op de internationale windenergiebeurs in Husum. Terracon levert geen energiecontainers meer. Afbeeldingen van de container zijn op de website nog terug te vinden maar werden voor publicatie niet meer vrijgegeven. Op dit moment zijn er verschillende bedrijven die energiecontainers leveren (afb. 1). Ook Nederlandse bedrijven zijn hierbij betrokken, hetzij als leverancier dan wel als importeur. In de bronnenlijst is een aantal websites opgenomen van leveranciers die in dit artikel genoemd worden.



Afbeelding 1: Energiecontainer Huebner-Giessen



Afbeelding 2: Energiecontainer Earlcon© van Earl Energy

Van een aantal leveranciers is in dit artikel ter illustratie een afbeelding opgenomen.

## VERENIGDE STATEN

In de Verenigde Staten wordt onder andere door het Amerikaanse leger al veel langer geëxperimenteerd met energiecontainers. Van belang hierbij is het begrip *burdening cost of fuel* (uitleg over dit begrip verderop in dit artikel). Tijdens de oorlog in Irak heeft generaal majoor Richard Zilmer aan de REF (*Rapid Equipping Force*) gevraagd om THEPS, met name om het aantal konvoien dat nodig was om voorposten te bevoorraden te verminderen. In deze systemen worden ook brandstofcellen gebruikt, waarover verderop in het artikel meer. Men realiseert zich dat de vraag naar elektriciteit op het slagveld enorm is toegenomen; *"The modern military runs on electricity"*, Citaat van Alan Shaffer, directeur van het DR&E (*Defense Research and Engineering Office*).

In de VS zijn onder andere de bedrijven Sky-Build en Earl Energy (afb. 2) actief (zie de bronnenlijst). Earl Energy levert de Earlcon©. Earl Energy is een bedrijf van en ge-

rund door veteranen. De missie van het bedrijf is de ontwikkeling en het gebruik van duurzame energie binnen het Amerikaanse leger te versnellen.

## BURDENING COST OF FUEL

De *fully burdened cost of fuel* is de totale COS (*Cost of Ownership*) van het kopen, verplaatsen en beschermen van brandstof in systemen bij (oorlogs)inzetten. Er zijn verschillende studies gedaan naar de prijsverhogende factoren van brandstof. Deze studies geven verschillende uitkomsten, van dertien tot duizend maal de aanschafprijs. Dat wil zeggen dat een liter diesel die Rotterdam à 1 euro per liter verlaat in bijvoorbeeld Afghanistan ergens tussen de 13 en 1000 euro per liter kost. Op zich is het niet belangrijk wat de uitkomst is, waar het om gaat, is dat er 'in het veld' – in de breedste zin van het woord – enorme besparingen te bereiken zijn. De verschillen tussen de rapporten zijn goed te verklaren, omdat de verschillende situaties onvergelykbaar zijn. Het verplaatsen van haven naar haven is veel goedkoper dan het verplaatsen van haven naar een verre locatie in het binnenland (met alle extra transportbescherming). Bij het rekenen aan de terugverdientijd van een energiecontainer is de juiste COS wel weer belangrijk. Brandstofbesparing kan bij gebruik van een energiecontainer tot 60 procent oplopen, afhankelijk van de dimensionering en uitvoering van de container en van het aanbod van zon en wind ter plaatse (afb. 3). Daarnaast wordt - niet onbelangrijk – in studies gemeld, dat door het aantal brandstoftransporten te verminderen, ook het aantal gesneuvelden en gewonden tijdens die transporten vermindert.

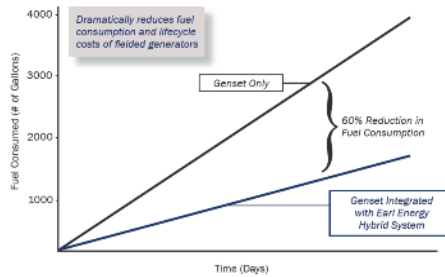
## GOTS, STANDAARDISATIE EN NORMERING

*Components Off The Shelf* is een begrip dat genoemd wordt in Amerikaanse bronnen. De modulaire opzet in een 20' of 40' container maakt het toepassen van regulier verkrijgbare componenten gemakkelijker en goedkoper. Van standaardisering (met name NATO standaardisering) is door de huidige civiele toepassingen nog geen sprake, doch in de toekomst – naast samenwerking met NGO's – wel gewenst.

Een ander onderwerp is de certificering van kleine windturbines. Op energiecontainers worden bij voorkeur kleine windmolens toegepast die gecertificeerd zijn. Momenteel wordt er door verschillende nationale overheden gewerkt aan certificering van kleine windmolens. Nederland heeft nog geen eigen certificering, wel een beoordelingsrichtlijn. In Nederland zijn op dit moment buitenlandse certificaten zoals het Engelse MCS geldig (*Micro Certification Scheme*). In internationaal verband wordt geprobeerd om tot een wereldwijde certificering te komen. Dit laatste is erg belangrijk omdat certificering erg kostbaar is en deze jonge bedrijfstak onvoldoende kapitaalkrachtig is om in ieder land een certificering te realiseren (minimale kosten 100.000 euro per type molen per land). Ook voor de gebruiker is dit belangrijk, die betaalt uiteindelijk de rekening.

## ENERGIECAPACITEITEN, VAN 1,5 TOT 50 KW

Wat kan een energiecontainer aan energie leveren? We hebben het hier primair over elektriciteitsvoorziening. De eenheid die hierbij gebruikt wordt is de kW (kiloWatt). Vervolgens hebben we het dan over maximaal vermogen in kW en kW-continue. Achtereenvolgens het maximaal vermogen dat (tijdelijk) geleverd kan worden en het continue vermogen waar de container voor ontworpen is. Afhankelijk van de hoeveelheid zon en wind kan een 5kW container (continue vermogen) 5000 tot 10.000 kWh per jaar leveren, in combinatie met een diesellaggregaat tot 37.000 kWh per jaar. De gebruikte hoeveelheid elektriciteit en de aangeboden hoeveelheid duurzame elektriciteit zal in de loop van de tijd fluctueren. Van belang is daarom een goed energie managementsysteem dat vraag en aanbod in evenwicht houdt. Een van de bedrijven die al jaren op dit gebied actief is, is de Duitse firma Inensus en haar samenwerkingspartners. Inensus heeft specifiek voor eilandbedrijf al enige tijd geleden een energiemanagement en -meetsysteem ontworpen (zie ook verderop in dit artikel *Micro Energy Solution*). De firma EVA zegt een goed systeem te hebben voor remote controlling, wat belangrijk is voor het op afstand regelen van energiecontainers. Specifiek die containers die zonder personeel opgesteld staan (moeilijk be-



Afbeelding 3: Grafische voorstelling brandstofbesparing energiecontainer ([www.earlenergy.com](http://www.earlenergy.com))

reikbaar zijn). Denk hierbij aan bergtoppen, waar de containers staan voor relaisposten of voorposten waar geen technici aanwezig zijn.

Capaciteiten van energiecontainers lopen zeer uiteen (van 1,5 tot 50kW continue). Over het algemeen zijn de capaciteiten van de op de markt aangeboden standaardcontainers in de orde grootte van 5 tot 15 kW continue. Door koppeling van energiecontainers kan tot grotere vermogens gekomen worden. Worden er erg grote vermogens gevraagd, dan wordt er niet meer gewerkt met kleine windmolens (2-30kW) maar met grotere windmolens. Een van de kandidaten daarvoor is de 275 kW molen van het Franse Vergnet. Dit is de grootste molen die in het veld nog zonder kraan geplaatst kan worden. Ook het Nederlandse WES (*Wind Energy Solutions*) is met diverse molens (80-250 kW) op de markt. Deze molens worden met een kraan gezet en kunnen na opgezet te zijn zelf als kraan fungeren (afb. 4). Dit is interessant in gebieden waar tijdens zwaar weer (orkanen) de rotor, het kwetsbaarste onderdeel preventief omlaag gelaten wordt.



Afbeelding 4: WES de mast wordt als kraan gebruikt

## WATERVEROZIENING COMPOUND ENERGIECONTAINERS

Er zijn energiecontainers – hoewel minder relevant voor telecommunicatie – die gekoppeld zijn aan een installatie die zuiver drinkwater kan produceren of afvalwater kan zuiveren.

### Dutch Rainmaker in een container

Bij het benoemen van de watervoorziening van een compound kan de Dutch Rainma-

ker niet onvermeld blijven. De Dutch Rainmaker is een ontwerp van Nederlandse bodem waarbij water uit omgevingslucht wordt onttrokken (Hatenboer, TU Delft, Fortis Wind Energy en Nieuwe Weme). Het systeem is volledig autarkisch en functioneert zonder water en elektriciteitsaansluiting. Het is een kleine windmolen die direct gekoppeld is aan een warmtepomp en door middel van condensatie water uit omgevingslucht haalt (afb. 5). Ook is er een autarke uitvoering waarbij water uit zout water met behulp van een kleine windmolen en membranen wordt gewonnen. Het systeem is getest op Curaçao en wordt (ook) in een container geleverd.



Afbeelding 5: Rainmaker, de windmolen die water uit omgevingslucht haalt (autark!).

### Warm water door afvalwarmte en zonnecollectoren

Bij het behandelen van de watervoorziening kan de warmwatervoorziening niet onvermeld blijven. Enkele energiecontainers zijn uitgerust met een warmwatertank, waarvan het warm water opgewarmd wordt door de afvalwarmte van de generator, de warmte van de uitlaatgassen en/of het bijplaatsen van zonnecollectoren tussen de zonnepanelen.

### Koeling

Koel en/of vriescellen zijn opties die nu al bij civiele toepassingen aangeboden worden.



## BRANDSTOFCELLEN EN WATERSTOF

Een nieuwe ontwikkeling is het gebruik van brandstofcellen en waterstof in energiecontainers. De Duitse firma Future-E levert een combinatie van zonnecellen, windmolen, accu's en/of waterstofopslag, energiemanagement en brandstofcel. De container wordt toegepast voor telecommunicatiedoeleinden. De brandstofcel vervangt in dat geval de dieselgenerator. Een bijkomend voordeel is dat een brandstofcel veel stiller is dan een dieselgenerator. De brandstofcel wordt gevoed door waterstof. Het is mogelijk de accu weg te laten en de energie op te slaan in waterstofcilinders. De waterstof kan ter plekke worden gemaakt door middel van de zonnecellen en de windmolen (afb.6). Het ter plekke genereren van waterstof met behulp van zonne-energie is nog in de experimentele fase. Wereldwijd draaien op dit moment enkele proefprojecten, zoals in het Canadese dorp Bella Coola. Een dergelijk systeem wordt een HARP genoemd (*Hydrogen Assisted Renewable Power-system*).

Kleinere draagbare systemen (0,5-2 kW bij 230V) zijn dit jaar door Future-E geleverd aan de Duitse Bundeswehr voor het voorzien in de energiebehoefte van communicatie-apparatuur. Het systeem is door twee personen te dragen.

### Bio brandstoffen

Daar waar dieselgeneratoren worden toegepast, kan gebruik gemaakt worden van bio-brandstoffen. Met name in Amerika wordt er nagedacht over het omzetten van afval ter plekke in biobrandstof. De Nederlandse firma Encon Energie die de EVA energiecontainer importeert ontwikkelt een biogasinstallatie in een deep sea ISO container.

### Accu's

Vaak wordt (nog) gebruik gemaakt van lood-zwavel accu's. In een aantal gevallen wordt al gebruik gemaakt van Li-ion accu's. Lithium accu's zijn duurder dan lood-zwavel accu's, maar hebben een grotere capaciteit per volumehoud en gaan veel langer mee. Uit het oogpunt van duurzaamheid is Li-ion daardoor te prefereren. Het gebruik van Li-ion accu's voor toepassing in het veld is overstreden geweest door onder andere een brand in 2008 bij het *Advanced SEAL delivery system* van mini-onderzeeërs van de Amerikaanse marine. Op dit moment zijn er veilige en betrouwbare Li-ion accu's op de markt (ENAX Europa).

### SOPRA

In eigen land wordt een energiemanagementsysteem ontwikkeld aan de Hogeschool Arnhem en Nijmegen, samen met de specialist in vermogenslektronica Exendis uit Ede. De SOPRA (*Sustainable Off-grid Power station for Rural Application*). Het is een 30kW module die gekoppeld kan wor-

den tot meer dan 1MW. Op de module kunnen alle mogelijke energiebronnen worden aangesloten, (biobrandstof-) generatoren, waterkrachtgeneratoren, windturbines of zonnepanelen in willekeurige combinaties.

### HERGEBRUIK, GEBRUIK VAN DE CONTAINER NA EEN INZET

Op dit moment worden energiecontainers wereldwijd ingezet voor civiele doeleinden. Wereldwijd leven 1,5 miljard mensen zonder toegang tot een elektriciteitsvoorziening, meestal in gebieden waar aansluiting op een centraal stroomnet economisch onrendabel is. Gezien de verschillende civiele projecten op dit moment, waarbij energiecontainers ingezet worden voor de elektrificatie van rurale gebieden, ligt het voor de hand de energiecontainer en de installatie na een inzet (en snelle terugverdiendtijd) ter plekke achter te laten en over te laten nemen door de lokale bevolking.

### MOET HET WEL IN EEN CONTAINER?

In principe wordt een energiecontainer in een container geleverd. Containers kunnen worden afgezet waardoor het onderstel een andere bestemming kan krijgen. Dit is een operationele eis, en dat is terug te zien bij de vervanging van operationele wielvoertuigen. Bij de vervanging van operationele wielvoertuigen moeten de last en de lastdrager onafhankelijk van elkaar kunnen worden ingezet. Toch stellen Inensus (afb. 15) en het Nederlandse *Sun and Wind factory* (afb. 16a en 16b), dat een energiecontainer niet overal de passende oplossing is. Een complete energiecontainer kan met name door de accubatterij zeer zwaar worden. Inensus en het Nederlandse *Sun and Wind factory* geeft er de voorkeur aan, de installatie in containers aan te leveren, doch ter plekke buiten de container op te (laten) bouwen in een permanente opstelling. Daar waar zeker is dat de installatie achterblijft kan de plaatselijke bevolking hier vanaf het begin bij betrokken worden. Inensus heeft een installatie ontwikkeld (*Micro Utility Solution*) met elektriciteitsmeters voor een compleet mini-elektriciteitsnet, dat in coöperatief verband door de lokale bevolking zelf geëxploiteerd kan worden.

Het Amerikaanse Skybuilt heeft ook duurzame energiesystemen op trailers, deze zitten niet in een container en kunnen niet afgezet worden.

### TERUGVERDIENDTIJD

De prijs van een energiecontainer ligt afhankelijk van de uitvoering tussen de 75.000 en 250.000 euro. De terugverdiendtijd is afhankelijk van de prijs per opgewekte kWh ter plekke. Onder omstandigheden waarbij de logistieke last van de aanvoer (*'burdening cost of fuel'*) van diesel hoog is kunnen zeer korte terugverdiendtijden ontstaan.

## REACTIE GENIEWERKEN

*Binnen Defensie is Bureau Geniewerken het aanspreekpunt voor operationele infrastructuur. De redactie heeft de commandant van Geniewerken, lkol Paul van der Heul gevraagd om een reactie.*

De in het artikel genoemde ontwikkelingen volgt Bureau Geniewerken, samen met diverse Kenniscentra op de voet. Een aantal van de hier geschetste ontwikkelingen zien we binnen Defensie als zeer veelbelovend. Het is echter te vroeg om deze systemen al in te kunnen voeren bijvoorbeeld bij de nieuwe missie in Afghanistan. Ten eerste, zijn veel van de systemen nog niet gebruikzeker en gebruiksvriendelijk genoeg om in te zetten in missies waar dit een vereiste is. Ten tweede leveren veel van de systemen nog niet de kwantiteit die we vragen. Nu is het niet alleen het systeem dat dit minder aantrekkelijk maakt, ook de ontwerpers moeten in staat te zijn dergelijke systemen integraal in een ontwerp op te nemen en daar werken we op dit moment hard aan. Ten derde, en dat is intern Defensie, werkt Defensie met een investerings- en een instandhoudingsbudget. Deze scheiding levert geen prikkeling op om meer te investeren om zodoende te besparen op instandhouding en dat is jammer.

Zijn er dan geen mogelijkheden om toch dit soort 'experimentele' systemen toe te passen. Ik denk van wel, door op kleine schaal samen met het bedrijfsleven deze systemen te introduceren is het mogelijk het nut en de noodzaak van energiebesparing en dus dit soort systemen toe te passen. Energiebesparing en duurzaamheid in het algemeen, staan hoog in het vaandel bij Bureau Geniewerken. In de nabije toekomst is er zeker de intentie om duurzame systemen op te gaan nemen in de ontwerpen van operationele infrastructuur. Een van de mogelijkheden is, om samen met bedrijven en onderzoeksinstituten de toepassing van diverse systemen in de praktijk te toetsen. Bureau Geniewerken zal al deze mogelijkheden samen met alle belanghebbenden blijven onderzoeken en monitoren op praktisch haalbaarheid. In de toekomst zullen we dan ook zeker van deze systemen in onze missie tegenkomen.

### BRONNEN:

- BWE-Marktübersicht Kleinwindanlagen (maart 2011) ISBN 9 783942 579018
- Without the hot air, David Mackay : gratis te downloaden van [www.withouthotair.com/](http://www.withouthotair.com/)
- Aanvullend overzicht internet bronvermeldingen: [www.vovklic.nl](http://www.vovklic.nl)