

Voorbeeld van een CWD-project : drinkwater met behulp van windmolens op de Kaap Verdische Eilanden

Citation for published version (APA):

Pieterse, N. W. M. (1985). *Voorbeeld van een CWD-project : drinkwater met behulp van windmolens op de Kaap Verdische Eilanden*. (TU Eindhoven. Vakgr. Transportfysica : rapport; Vol. R-756-D). Technische Hogeschool Eindhoven.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1985

Document Version:

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.tue.nl/taverne

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.

DOCUMENTATIECENTRUM	
E.O. - T.I.E.	
CLAS.	
ST.	
TOEG.	

Voorbeeld van een CWD-project:
 Drinkwater met behulp van windmolens
 op de Kaap Verdische Eilanden

Niko Pieterse*

R-756-D

oktober 1985

Paper ingediend ter presentatie op de
 Nationale Windenergie Conferentie in
 Noordwijkerhout, 17 - 19 december 1985



CONSULTANCY SERVICES	P.O. BOX 85
WIND ENERGY	3800 AB AMERSFOORT
DEVELOPING COUNTRIES	THE NETHERLANDS

* Windenergie Groep, Vakgroep Transportfysica,
 afdeling der Technische Natuurkunde, TH-Eindhoven

Bibliografisch adres : 281614

Type : eendelige monogr.

Stamboeknummer : 8712741

Plaatskenmerk : bos ARG 01 TUE (R-756-D)

B I B L I O G R A F I S C H E B E S C H R I J V I N G

Voorbeeld van een CWD-project : drinkwater met behulp van windmolens op de Kaap Verdische Eilanden / door Niko Pieterse. - Eindhoven : Technische Hogeschool Eindhoven, 1985. - 11 p. - Paper ingediend ter presentatie op de Nationale Windenergie Conferentie in Noordwijkerhout, 17 - 19 december 1985.

(TU Eindhoven. Windenergie Groep ; R-756-D)

O N D E R W E R P S O N T S L U I T I N G

Systematiek :

KML*
QRT*

Trefwoorden :

Windturbines, waterpompe
~~Windturbines~~

Waterwinning

Reaal + Tb

VOORBEELD VAN EEN CWD-PROJEKT: DRINKWATER MET BEHULP VAN WIND- MOLENS OP DE KAAP VERDISCHE EILANDEN.

Niko Pieterse*

CWD, Consultancy Services Wind Energy Developing Countries,
Postbus 85, 3800 AB Amersfoort.

* Windenergie Groep, Vakgroep Transportfysica, afdeling der Technische
Natuurkunde, TH Eindhoven.

Samenvatting

Sinds 1977 levert Nederland via de CWD technische assistentie aan de wind-energie-activiteiten voor wateropvoer op de Kaap Verdische Eilanden. De CWD heeft ter plaatse twee deskundigen, draagt zorg voor aankoop van materiaal en materieel, en geeft technische en beheersmatige ondersteuning vanuit Nederland. In september 1985 zijn er een 60-tal windpompen in gebruik (geïmporteerde Dempsters en Southern Crosses); de lokale serieproductie van de CWD 5000 (een door CWD ontworpen windpomp van 5 m diameter) is in voorbereiding. Naast mechanische windpompen, is er ook een potentieel voor "wind-elektrische" pompsystemen, waarvan de eerste nu in gebruik is. De CWD heeft dit systeem ontworpen en getest.

De kostprijs van een m³ gepompt water blijkt vooral bij kleinere capaciteiten (tot 100 m³/dag) aanzienlijk lager te liggen voor een windpomp dan voor een motorpomp, en bij lokale produktie is dit verschil nog groter.

Inleiding

De republiek Kaap Verdië bestaat uit 15 eilandjes, waarvan 9 bewoond, zo'n 600 km voor de kust van West-Afrika. De republiek is sinds 1975 onafhankelijk; daarvoor was het een kolonie van Portugal.

Er wonen ongeveer 300.000 mensen. Daarnaast wonen er wel 500.000 Kaap Verdianen in het buitenland, die zijn geëmigreerd wegens de schaarse bestaansmogelijkheden op de eilanden. Deze exodus is meer dan een eeuw geleden begonnen maar neemt de laatste jaren enigszins af.

Het land wordt sinds 25 jaar geteisterd door de ernstigste en langdurigste droogte uit zijn geschiedenis. De gemiddelde regenval is teruggelopen tot 200 mm per jaar daar, waar dat voor de droogte nog 500 mm per jaar was. De hoeveelheden zoetwater in de bodem zijn dramatisch afgenomen en in sommige waterhoudende lagen is zelfs het zeewater binnengedrongen.

Drinkwater dat vroeger geleverd werd door bronnen, moet nu opgepompt worden. Op 2 eilanden is zelfs helemaal geen zoetwater meer voorradig en moet zeewater ontzilt worden om in de behoefte te voorzien.

Ben zeer goed windregiem is één van de weinige natuurlijke hulpbronnen waarover Kaap Verdië beschikt: de noord-oost passaat waait er 9 maanden per jaar. Het gebruik van windenergie wordt daarom sterk bevorderd door de Kaap Verdianse regering.

Sinds 1977 ondersteunt Nederland de activiteiten die in Kaap Verdië ondernomen worden op het gebied van drinkwateropvoer met behulp van windmolens. Deze activiteiten worden uitgevoerd door het Ministerie van Rurale Ontwikkeling.

De assistentie wordt geleverd in de vorm van een projekt dat uitgevoerd wordt door de CWD. Er is door het projekt een nieuwe werkplaats gebouwd en ingericht ten behoeve van windmoleninstallaties en -onderhoud. Het projekt levert windpompen, gereedschappen en materieel. Daarnaast zijn er permanent twee CWD-deskundigen aanwezig voor de technische ondersteuning en opleiding van de Kaap Verdianen. Schrijver dezes was gedurende de tweede fase van het projekt (1981-1984) één van die deskundigen.

Er zijn nu -ultimo 1985- 60 windpompen geïnstalleerd, van het totale potentieel van 300 windpompen. Het zijn geïmporteerde molens, Dempsters uit de Verenigde Staten en Southern Crosses uit Australië. De lokale produktie van een door de CWD ontworpen windpomp begint op gang te komen.

Verder is er sinds september 1984 één zogenaamd "wind-elektrisch" pompsysteem in gebruik: een windgenerator (in ons geval een Lagerweij-molen) op een gunstige windlokatie drijft via een elektrische kabel een elektrische pomp aan in een put, die zelf op een plek met relatief weinig wind ligt. Dit systeem is ontwikkeld door de CWD. Binnenkort zullen nog 4 van deze systemen geïnstalleerd worden.

Ook wordt -in samenwerking met ECN- een prototype toepassing van een autonoom wind/diesel systeem voorbereid dat medio 1986 moet gaan draaien.

De tweede fase van het projekt is gerapporteerd in ref. 1. De huidige fase loopt van 1984 tot 1987.

In deze presentatie worden een aantal aspecten van dit projekt belicht, die wellicht voor de Nederlandse export van hardware en kennis van belang zijn.

De keuze van windmolenlokaties

Het probleem: welke windmolen op welke plaats speelt ook in Kaap Verdië een belangrijke rol. De microklimatologische, topografische, hydrogeologische en logistieke condities zijn dusdanig gevarieerd dat identieke situaties zich niet of nauwelijks voordoen. Iedere situatie moet apart bestudeerd worden. Deze studies worden uitgevoerd door een "site-survey" team, opgeleid door het project.

De volgende aspecten komen daarbij aan de orde:

1. Waterbehoefte en -aanbod.

Om het benodigde vermogen te schatten moet men de behoefte aan water weten (bijv. in m³/dag) en de opvoerhoogte. De waterbehoefte volgt uit het aantal mensen en vee dat door de nieuwe installatie van water voorzien moet worden en het consumptieniveau. Voor mensen wil de regering een minimum-aanbod van 30 l/dag garanderen.

Om de opvoerhoogte te bepalen moet men de volgende gegevens hebben:

- het waterniveau in de put als er gepompt wordt;
- de verticale afstand tussen kop van de put en inlaat van de opslagtank;
- de stromingsverliezen.

Verder moet de maximaal toelaatbare exploratiegraad van de put bekend zijn.

2. Windregiem.

De soort winddata die van belang zijn, betreffen het jaarlijks gemiddelde van de windsnelheid op naafhoogte, de frekwentieverdeling, de dagelijkse- en seizoensvariaties, de verdeling van windstiltes. Het is onmogelijk deze gegevens te verzamelen op elke lokatie, aangezien de inspanning van de "site-survey" in redelijke verhouding moet staan tot de waarde van het toekomstige systeem.

De analyse van het windregiem gebeurt daarom vooral op meso-schaal, waarbij aanvullende metingen verricht worden op de lokatie. Meestal geven windrun registraties 2x per dag gedurende 2 tot 6 maanden, en de korrelatie met dezelfde gegevens op meteo-stations, een voldoende indicatie voor de haalbaarheid van een windpomp-installatie.

In Kaap Verdië kunnen 3 typische windregiems onderscheiden worden:

- het "Achada"-windregiem op de hoogvlaktes, met een jaargemiddelde van 6,5 m/s;
- het "Ribeira"-windregiem in rivierdalen die in Noord-oostelijke richting lopen, met een jaargemiddelde van 4 m/s;
- het "no-wind"-windregiem met een jaargemiddelde lager dan 3 m/s.

3. Logistiek.

De volgende punten moeten geëvalueerd worden:

- de beschikbaarheid van gekwalificeerd en niet-gekwalificeerd werkvolk ter plekke;
- beschikbaarheid van installatiegereedschap;
- de transportmogelijkheden en aanvoerrote van materieel;
- huisvesting van het installatieteam;
- aanwezigheid van fundatiemateriaal (cement, zand, water!);
- beschikbaarheid van reserve-onderdelen en verf;
- beschikbaarheid van onderhoudspersoneel;
- kwaliteit van de bodem met betrekking tot de fundatie;
- keuze en aanstelling van de windmolenoperator;
- afspraken met lokale autoriteiten.

4. Keuze van het opvoerwerktuig.

De keuze van de windpomp (in het geval van voldoende wind, anders moet er een dieselpomp komen) gebeurt aan de hand van nomogrammen die door het project zijn gemaakt. Figuur 1 geeft het nomogram dat gebruikt wordt als de lokatie een "Achada"-windregiem heeft.

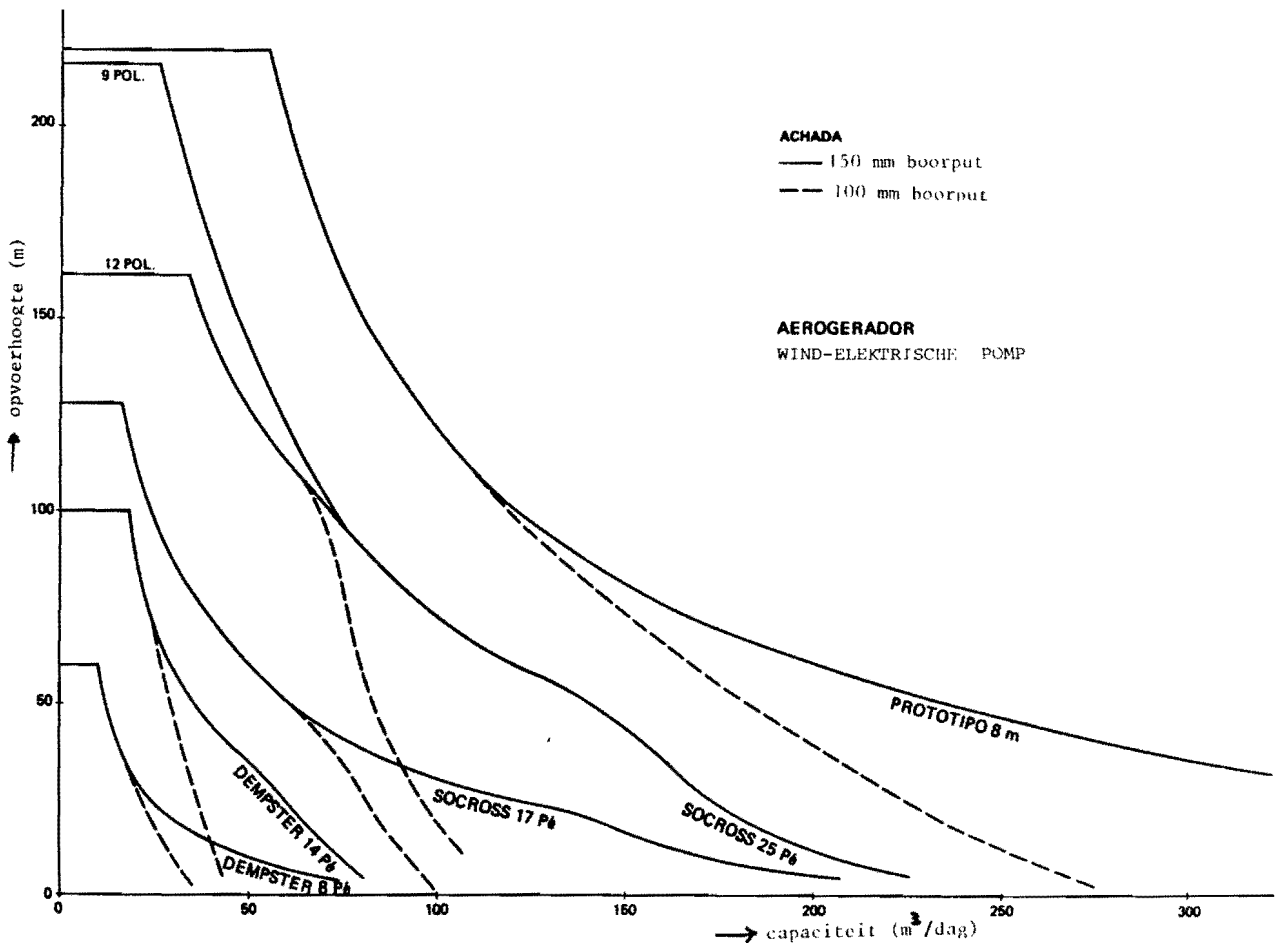


Figure 1 Output predictions for the "Achada" wind regime

5. Operatie-strategie.

Er moet vastgesteld worden hoe het bedienen van de molen zal zijn en waarvoor en waar het water gebruikt wordt.

6. Bestek van het systeem.

7. Tijdschema van de installatie.

8. Budget.

De installatie van een windpomp

Als voorbeeld volgen we de installatie-manual van de Southern Cross 25'-windpomp, die gemaakt is door het projekt (ref. 2).

Een team van 4 personen is nodig voor de installatie.

Gebruik altijd veiligheidsriem en helm.

- 1 Verifieer dat alle windmolenonderdelen ter plekke zijn.
- 2 Verifieer dat alle benodigde gereedschappen en installatiematerieel er zijn.
- 3 Graaf de gaten voor de fundatie.
- 4 Stort in elk gat een werkvloer en zorg ervoor dat de werkvloeren op gelijke hoogte liggen. Zie Figuur 2.

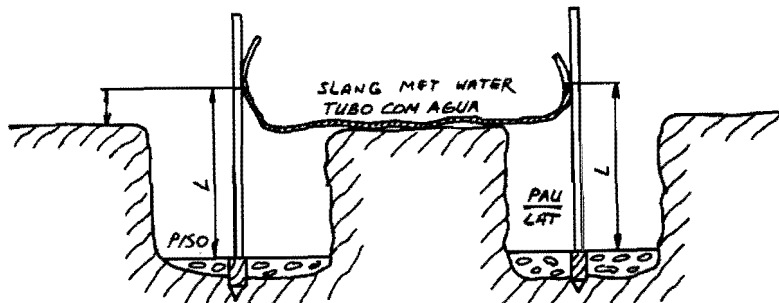
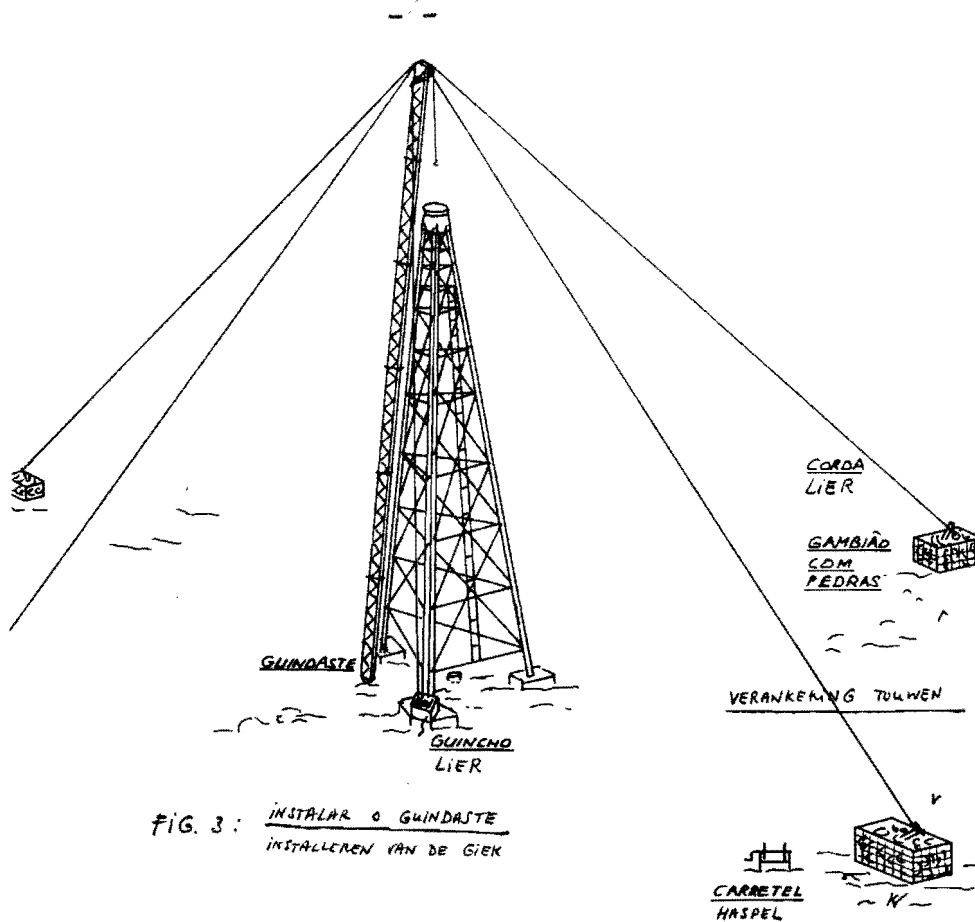


FIG 2: NIVELAR O PISO
WATERPAISEN VAN WERKVLOEREN

- 5 Bouw het eerste deel van de toren op en stel de toren boven de put.
- 6 Stort de fundatie rond de torenpoten.
- 7 Bouw de toren af als het beton voldoende droog is.
- 8 Richt de installatie-giek op. Zie Figuur 3.
- 9 Installeer het kruilager.
- 10 Installeer het platvorm met de giek en de lier.
- 11 Installeer de kop met de giek en de lier.
- 12 Installeer de vaan met de giek en de lier.
- 13 Laat de giek neer.
- 14 Giet olie in de kop en breng het furlingmechanisme aan.
- 15 Breng de ringenkonstruktie van de rotor aan.
- 16 Installeer de bladen.
- 17 Installeer de pomp, opvoerpijpen en pompstangen met behulp van de lier.



- 18 Installeer de windketel, pompstangpakking, watermeter en bovengrondse leidingen.
- 19 Breng het balanceergewicht in de rotor aan.
- 20 Laat de molen proefdraaien. Zie Figuur 4.
- 21 Draag de molen over aan de windmolenoperator.
- 22 Zorg dat je op het feest bent.

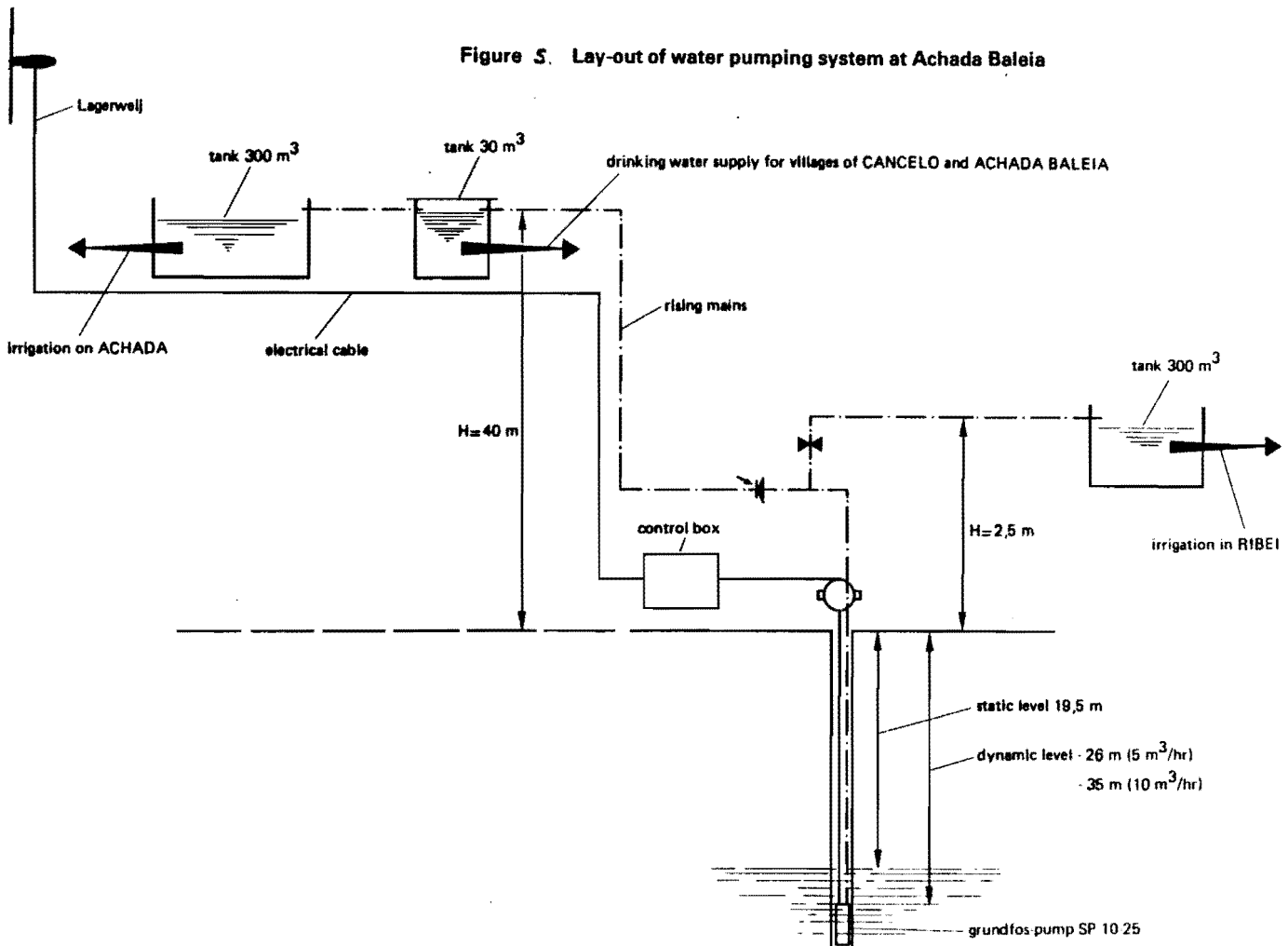


Figuur 4. Southern Cross windpomp in Ribeira

De installatie van het "wind-elektrisch" pompsysteem

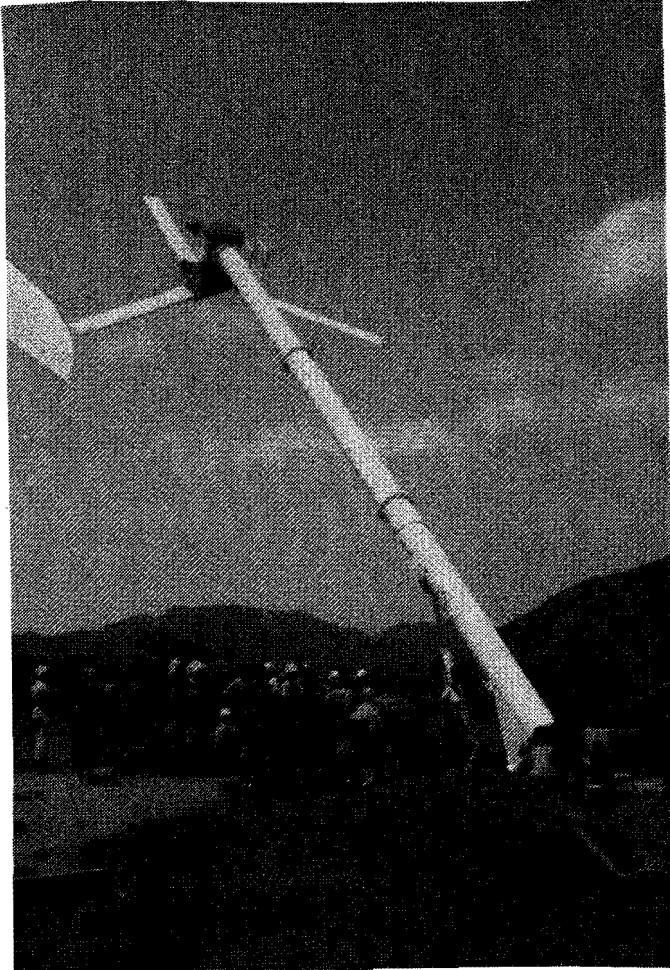
Mede vanwege het potentieel in Kaap Verdië, heeft de CWD in 1983 een "wind-elektrisch" pompsysteem ontwikkeld en getest. In september 1984 is de eerste van een dergelijk systeem geïnstalleerd op Achada Baleia en funktioneert sindsdien succesvol. De windgenerator (10.6 m diameter Lagerwelj) staat op de Achada, waar op naafhoogte een jaarlijks gemiddelde van 7,5 m/s gemeten is. De pomp is geïnstalleerd in een boorput in de vallei. Het water wordt gebruikt voor drinkwater en irrigatie (zie Figuur 5).

Naast de voorbereidingen, die ook voor een windpomp nodig zijn, moest een speciaal installatiesysteem ontworpen worden, aangezien de plek niet te bereiken is voor een grote kraan, netzomin als veel andere lokaties in Kaap Verdië. De fabrikant, in samenwerking met de CWD, ontwierp en testte een hydraulisch systeem, waarbij de molen op de grond gemonteerd wordt en dan met een hydraulische pomp omhoog "geklapt" wordt. De fundatie moest speciaal voor deze methode aangepast worden. Het hydraulisch systeem is demontabel en zal ook voor toekomstige installaties van elektrische molens gebruikt worden.



Toen alle onderdelen ter plekke waren en de fundatie gestort, zijn twee medewerkers van de fabrikant enkele dagen in Kaap Verdië geweest om de installatie te leiden en na de test-runs het systeem aan het projekt over te dragen.

Figuur 6 laat de installatie van de molen zien.



Figuur 6^a
Lagerweij-molen
wordt geïnstal-
leerd met
hydraulisch
systeem

Ekonomische gegevens

De totale kosten van een compleet windpomp systeem (inclusief de (boor)put, opslagtank, distributie en leidingwerk) kunnen uitgedrukt worden in escudo's per m³ gepompt water. Dit is gedaan in Figuur 7, waarin de kosten uitgezet zijn tegen de capaciteit van het systeem in m³/dag (1 Kaap Verdianse escudo = 4 cent). Tevens zijn ter vergelijking de kosten van een motorpomp systeem aangegeven.

Men kan uit deze figuur konstateren dat windpompen met een capaciteit kleiner dan 100 m³/dag veel goedkoper zijn dan motorpompen met dezelfde capaciteit. De drinkwaterbehoefte van veel dorpen liggen in de orde van 10 tot 30 m³/dag. Motorpompen zijn voor deze toepassingen in Kaap Verdië zelfs nooit ingezet!

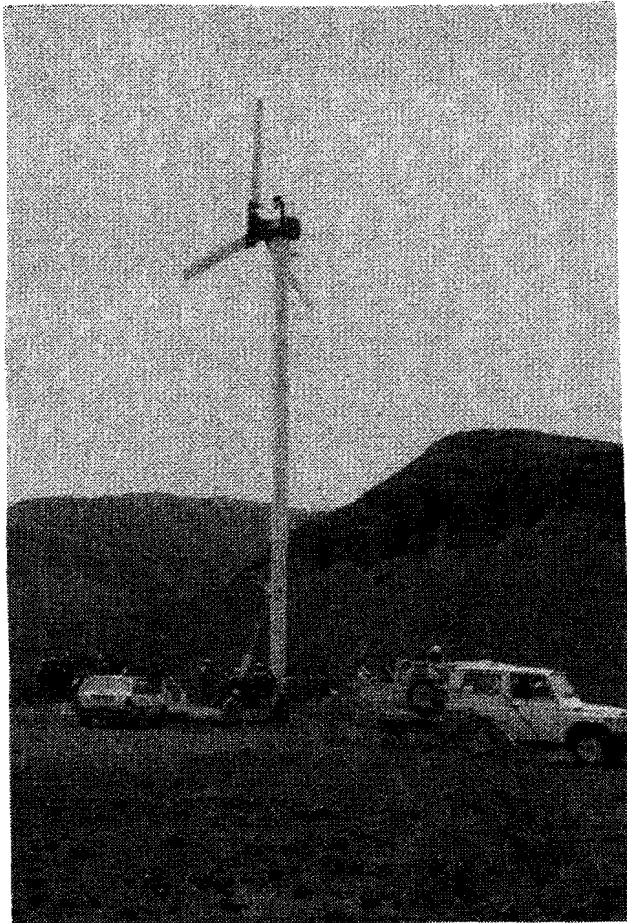
Voor stedelijke gebieden liggen de kosten van drinkwatervoorziening aanzienlijk hoger: 35 escudo's/m³ in Praia (grote opvoerhoogte, grote afstanden) tot 330 escudo's/m³ in Mindelo, waar zeewater ontzilt moet worden.

Uitsplitsing van de kosten naar onderdelen van het systeem levert de tabel onder de figuur.

Zoals verwacht mag worden, vormen de brandstofkosten in het geval van motorpompen de belangrijkste kostenpost. Verder valt op dat de opslagtank een relatief grote post is van een windpomp systeem. Dat is voor het projekt aanleiding geweest om:

- te bestuderen hoever de capaciteit van de opslagtanks verkleind kan worden zonder de beschikbaarheid al te veel aan te tasten;
- goedkopere tankkonstrukties, bijv. van ferro cement, te introduceren in Kaap Verdië.

Een zeer belangrijk aspekt is verder dat door lokale produktie de kosten van een windpomp systeem nog aanzienlijk verlaagd kunnen worden (zie Figuur 7). Bovendien wordt dan niet alleen bespaard op de buitenlandse deviezen, maar wordt ook werkgelegenheid geschapen en is de onderhouds- en reparatiecapaciteit gegarandeerd.



Figuur 6^b
Lagerweij-molen:
installatie
voltooid

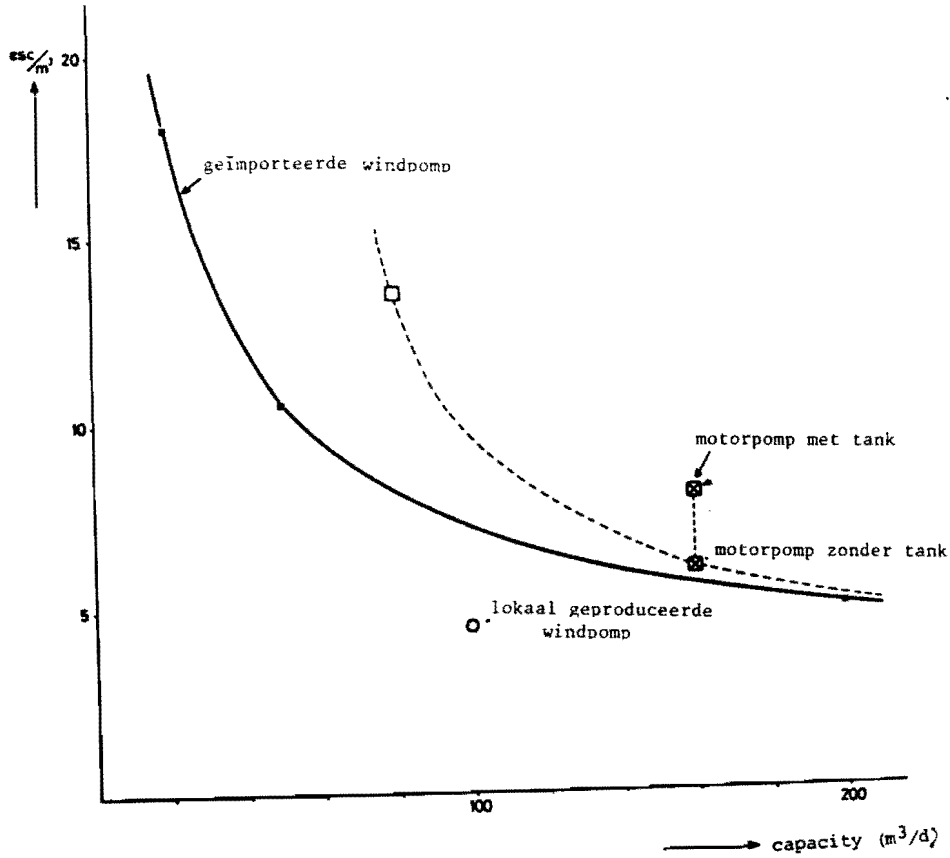


Figure 7. - Water pumping costs versus capacity

TABEL

UITSPLITSING KOSTEN VAN DIVERSE WATERPOMPENDE SYSTEMEN

Systeem	Totale jaar- lijkse kosten in Kaap Ver- diaanse es- cudo's (= 100%)	Wind- resp. motor- pomp %	Instal- latie %	Opslag- tank %	Water- put %	Leidin- gen e.d. %	Onder- houd & brand- stof %	Opera- teur %
Windpomp								
Dempster 8'	117.140	11	2	15	23	7	11	31
Dempster 14'	156.542	21	2	23	17	6	8	23
Southern Cross 25'	266.322	29	2	37	10	3	6	13
CWD 5000 (lokaal gefabriceerd)	154.935	6	1	40	17	6	7	23
Motorpomp met opslagtank	287.311	11	2	-	10	3	61	13
Motorpomp zonder opslagtank	384.887	8	1	25	7	2	47	10

Opmerking: Deze tabel is overgenomen uit referentie 3.

Voor de CWD 5000 komen de produktiekosten in Kaap Verdië op ongeveer f 600 per m² rotoroppervlak, terwijl de import van kommerciële windpompen (aankoop en transport) op gemiddeld zo'n f 900 per m² rotoroppervlak neerkomt.

De ervaring met windgeneratoren en het autonoom wind/diesel systeem is nog volstrekt onvoldoende om economische gegevens te kunnen presenteren. De vooruitzichten zijn echter gunstig, hoewel het verschil ten opzichte van andere energiesystemen lang niet zo groot is als bij de windpompen ten opzichte van motorpompen. Kostenredukties die in de toekomst in Nederland verwacht worden, hebben dan ook een direkt effect op de haalbaarheid van windgeneratorsystemen in Kaap Verdië en andere ontwikkelingslanden.

Konklusie en perspektief

De toepassing van windmolens voor wateropvoer in Kaap Verdië is zijn experimentele fase gepasseerd en heeft bewezen een betrouwbaar en verhoudingsgewijs goedkoop middel te zijn om water op te pompen. Zorgvuldig installeren, regelmatig onderhoud en de opleiding van lokale mensen zijn hierbij de belangrijkste factoren geweest.

Momenteel worden ongeveer 15.000 mensen van drinkwater voorzien door middel van 60 windpompen. Dat is 8% van de rurale bevolking.

Het totale potentieel aan windmolens voor de watervoorziening is 300 windpompen (74 met een rotordiameter van 3 m, 105 van 5 m en 121 van 8 m) en 50 windgeneratoren (wind-elektrische pompen). Daarmee zou 75% van de hoeveelheid op te pompen water door windkracht verpompt worden. De windpompen kunnen op den duur allemaal lokaal gemaakt worden, terwijl de windgeneratoren geïmporteerd moeten worden.

Het aanzwengelen van de lokale produktie is een belangrijk doel van de 3^e fase van het projekt (1984-1987), naast de kontinuering van de opleiding van de Kaap Verdianen.

Referenties

1. Final Report Phase 2, 1981-1984
Bilateraal projekt tussen Kaap Verdië en Nederland "Hernieuwbare energie",
CWD/DER Juli 1984
2. Installation Manual of Southern Cross 25'
Rapport XX van genoemd projekt,
CWD/DER April 1984
3. Water from Wind Power
Evaluatierapport van genoemd projekt; evaluatie uitgevoerd door het Kaap
Verdiaanse Ministerie van Rurale Ontwikkeling, USAID en SAWA, Januari 1984.