

De Puketi micro-waterkrachtcentrale in het binnenland van Suriname: implementatie, rehabilitatie en ervaringen

Rudi van Els

Abstract

In de jaren tachtig van de vorige eeuw werd in het binnenland van Suriname in het dorp Puketi een micro-waterkrachtcentrale gebouwd om een traditioneel dorp in het binnenland van elektriciteit te voorzien. Het was de eerste micro-waterkrachtcentrale voor een traditionele gemeenschap in het Amazonegebied. Deze micro-waterkrachtcentrale heeft gewerkt van 1981 tot eind 1987 met perioden van normaal functioneren en storingen, en is een bewijs van de technische haalbaarheid van gedecentraliseerde elektriciteitsopwekking met micro- waterkracht in het binnenland. Dit artikel beschrijft de omstandigheden en de bouw van de waterkrachtcentrale Puketi en maakt een analyse van het gebruik van de installatie, de pogingen voor het productief gebruik van de opgewekte energie en de uitbreiding van het elektriciteitsnet naar het dorp Diitabiki. Er wordt een analyse gemaakt van een eventuele rehabilitatie van de micro-waterkrachtcentrale met discussiepunten over onderhoudsmodellen voor dit soort installaties voor traditionele gemeenschappen in het binnenland. De problemen die zich hebben voorgedaan in de jaren 80 in Suriname zijn nu nog actueel. De conclusie is dat projecten voor elektriciteitsvoorziening niet los gezien kunnen worden van lokale ontwikkeling. Als zodanig moeten dit soort initiatieven als ontwikkelingsprojecten worden geïmplementeerd, door multidisciplinaire uitvoeringsteams en duidelijke inbreng en controle van de lokale bevolking in conceptie en implementatie.

Trefwoorden: micro-waterkrachtcentrale, Puketi, rurale elektrificatie, Suriname

1. De energiesector in Suriname

Het energiebeleid in Suriname is in handen van het Ministerie van Natuurlijke Hulpbronnen (NH), terwijl de voorziening van elektriciteit aan de bevolking wordt uitgevoerd door het staatsbedrijf N.V. Energiebedrijven Suriname (EBS) en de Dienst Elektriciteitsvoorziening (DEV) van het Ministerie van NH. DEV is tevens belast met de voorziening van de rurale gemeenschappen.

De EBS is verantwoordelijk voor de distributie en verkoop van elektrische energie voor huishoudens en bedrijven. De vraag naar elektriciteit in 2005 was 965 GWh en was voornamelijk geconcentreerd in de hoofdstad Paramaribo en omgeving waar 70% van de huishoudelijke, commerciële en industriële aansluitingen van de EBS voorkomen (Suriname, 2006). Volgens de volkstelling van de Stichting Algemeen Bureau voor de Statistiek van 2007 waren er 120.157 woonverblijven in het land waarvan 25.706 niet waren aangesloten op het

distributienetwerk van de EBS. Dat wil zeggen dat 21% van de woonverblijven geen reguliere elektriciteitsvoorziening hebben. Deze woonverblijven concentreren zich voornamelijk in het binnenland (ABS, 2007).

De Surinaamse staat koopt contractueel jaarlijks 700,8 GWh van de waterkrachtcentrale van Brokopondo en deze energie wordt op basis van een stroomleveringovereenkomst doorverkocht aan de EBS. Deze waterkrachtcentrale is eigendom van de Suriname Aluminum Company (Suralco), een bedrijf van de Noord-Amerikaanse multinational Alcoa. Alcoa bouwde de centrale van 189 MW in 1964 om elektriciteit op te wekken voor haar aluinaardefabriek te Paranam in Suriname.

Niettegenstaande het feit dat het geïnstalleerd vermogen van de Brokopondo centrale 189 MW is, schijnt het dat de centrale nooit meer dan 130 MW heeft kunnen opwekken. Het totale waterkrachtpotentieel van Suriname wordt geschat op 2.419 MW (Suriname, 2006).

Correspondentie naar: Rudi Henri van Els. Energy Engineering, University of Brasilia, Campus Gama, Brasilia, Brazil.
E-mail: rudi@unb.br

Available on-line September 24, 2012

Acad J Sur 2012 (3) 276-291

De rest van de energie wordt door de EBS zelf opgewekt met thermische centrales in haar energiecentrale met een opwekkingscapaciteit van 76,5 MW (Jiawan, 2006). Er is een tekort aan reservevermogen van 15 tot 20 MW (Suriname, 2006). De EBS voorziet de hoofdstad Paramaribo en omstreken met deze hydrothermische opwekking, terwijl de belangrijkste steden en dorpen in het kustgebied en enige dorpen in het binnenland worden voorzien van gedecentraliseerde thermische opwekking.

De grensstad Nickerie wordt door de EBS met thermische centrales van 9MW voorzien. Tijdens het oogstseizoen stijgt de energiebehoefte van 8MW naar meer dan 10MW in Nickerie, dan moet er gerantsoeneerd worden om de voorziening te garanderen (DWT, 20/09/2007). Er zijn plannen voor een thermische centrale in Nickerie waarbij rijstkaf, overvloedig agro-industrieel afval in dat gebied, zal worden gebruikt als brandstof voor een bio-energie thermische krachtcentrale.

Jaarlijks wordt er 160.000 ton rijst in Nickerie geproduceerd en daarvan blijft er 43.000 ton rijstkaf over. Dit vormt een milieuprobleem voor de lokale gemeenschap omdat veel van het kaf in de open lucht wordt verbrandt, hetgeen veel ongerief en luchtvervuiling veroorzaakt. Met een rijstkafverbrandinginstallatie is het mogelijk om 4 tot 6 MW elektrische energie op te wekken.

Er is geen specifiek mechanisme om energietarieven te reguleren als gevolg van de kostprijs van thermische en hydraulische opwekking. De tariefaanpassing wordt indirect uitgevoerd door de overheid die de verkoopprijs van elektriciteit bepaalt. De opkoop van hydraulische energie wordt gedaan door de staat, wordt doorverkocht aan de EBS, waarna het elektriciteitsstarief wordt bepaald.

De EBS voorziet de dorpen en gemeenschappen in het binnenland niet van elektriciteit. De voorziening van deze gemeenschappen wordt verricht door de DEV die ongeveer 100 dorpen van elektriciteit voorziet door middel van dieselaggregaten. De huishoudens in deze dorpen worden alleen in de avonduren voorzien van elektriciteit, gedurende 4 tot 6 uren. Er wordt niet voor de elektriciteit betaald en er vindt geen consumptiemeting plaats. Deze precaire voorziening kan niet worden beschouwd als reguliere nutsvoorziening en moet worden gezien in het licht van sociaal-economische bijstand door de overheid.

Een onderzoek van Dharmesh & Wiekaas (2008) geeft aan dat de DEV per jaar 1,8 miljoen liter diesel uitbesteedt voor een totaal van 93 inheemse en marrondorpen in het binnenland. Op de onkosten voor de aankoop van brandstof moet er nog tenminste 50% bij worden gerekend voor de

aankoop van smeerolie en brandstof voor het transport.

De elektrische sector in Suriname is te vergelijken met de Braziliaanse staten in het Amazonegebied en de andere landen van het Guyanaschild. Bijvoorbeeld, in de staat Amapá in Brazilië, met een bevolking en grondgebied die ongeveer even groot zijn als die van Suriname, wordt de bevoorrading van elektriciteit naar de belangrijkste steden gegarandeerd door de waterkrachtcentrale van Coracy Nunes. Deze waterkrachtcentrale heeft een opwekkingsvermogen van 76 MW en een thermische energiecentrale met een vermogen van 197 MW. De bevoorrading van de dorpen en gemeenschappen in het binnenland van Amapá wordt gedaan door de lokale regering met gedecentraliseerde opwekking met dieselaggregaten voor 157 dorpen en gemeenschappen met jaarlijks meer dan 1,2 miljoen liter diesel. Deze dorpen en gemeenschappen krijgen brandstof van de regering, zodat ze gemiddeld 4 tot 12 uren per nacht energie hebben (Els, 2008).

In de laatste decennia zijn meerdere initiatieven ondernomen voor rurale elektrificatie met gedecentraliseerde opwekking voor gemeenschappen in het Braziliaanse Amazonegebied (Els, Vianna & Brasil Junior, 2010).

Het gebruik van gedecentraliseerde opwekking met behulp van lokaal beschikbare energiebronnen, zoals waterkracht, is een alternatief om de binnenlandse gemeenschappen van elektriciteit te voorzien.

2. Waterkrachtenergie

Waterkrachtenergie werd in Suriname in de jaren 60 geïntroduceerd om de verwerking van bauxiet naar aluinaarde mogelijk te maken. De multinational Alcoa kreeg een concessie voor 75 jaar van de staat Suriname om een waterkrachtcentrale en een stuwdam te bouwen te Brokopondo met eigen middelen.

De werkzaamheden voor de bouw van de waterkrachtcentrale begonnen in 1960 en na 4 jaren werden de sluisen van de stuwdam te Brokopondo gesloten. Een kunstmatig meer van 1.560 km² werd gevormd, dat bijna 1% van het Surinaams territorium onder water zette in een gebied met dicht tropisch regenbos. De traditionele bevolking van circa 6.000 marrons die in dat gebied woonden, moesten hun land ontruimen om plaats te maken voor het kunstmatige meer. Vierendertig dorpen van de Saamaka en Ndjuka moesten verplaatst worden naar transmigratiedorpen, die werden gebouwd om de daklozen op te vangen. De bosbewoners hadden geen keus en moesten zich verplaatsen. Het

nationale belang van energieopwekking was sterker dan de weerstand van de marrons (Scholtens, 1994).

De bouw van de waterkrachtcentrale garandeerde naast de energie voor de aluinaarde fabriek van Alcoa ook de elektriciteit voor de hoofdstad Paramaribo. Het had echter ook vele nadelige gevolgen voor de binnenlandbewoners.

De vernietiging van de manier van leven van de traditionele bevolking in dat gebied die de bouw van de Brokopondodam met zich meebracht, was een van de sociale nadelen. Ook moeten de milieugevolgen van dit bouwwerk niet onderschat worden. Het stuwmeer van Brokopondo was een van de eerste in het Amazonegebied dat tropisch regenbos onder water zette. Westermann (1971) geeft aan in zijn historisch overzicht van de bouw van het stuwmeer dat er geen ecologische voorstudies waren uitgevoerd.

Een van de grootste milieueffecten van het kunstmatig meer van Brokopondo kwam door de grote hoeveelheid biomassa van het tropisch regenwoud dat onder water was gezet. De gevolgen zijn te vergelijken met Balbina, een in Brazilië gebouwd stuwmeer in de staat Amazonas. Deze, in 1989 in werk gestelde waterkrachtcentrale, heeft een opwekkingsvermogen van 250 MW dat niet optimaal wordt benut. Dit stuwmeer heeft 2.360 km² tropisch regenbos onder water gezet. De nadelige consequenties van Balbina zijn in verschillende rapporten en onderzoeken gedocumenteerd en Balbina is een voorbeeld van hoe men onverantwoord met de natuur is omgegaan (Fearnside, 1990).

Naar de consequenties voor de natuur van Brokopondo is helemaal geen vooronderzoek gedaan, immers, ten tijde van de constructie van Brokopondo, bijna twintig jaar voor Balbina, was er geen sprake van milieustudies en effectanalyses. Westermann (1971) beschrijft de verschillende natuurwetenschappelijke onderzoeksactiviteiten die van 1962-1969 werden uitgevoerd. Hij benadrukt dat het onderzoek niet is uitgezet uit hoofde van de gesignaleerde risico's van het stuwdamplan, maar als zuiver natuurwetenschappelijk project om zo veel mogelijk te weten te komen over de veranderingen in flora en fauna en hun fysisch-chemische milieu tijdens en na de stuwmeervorming.

De waterkrachtcentrale te Brokopondo heeft een geïnstalleerd opwekkingsvermogen van 189 MW, met een piekvermogen van 130 MW. Normaal is maar 80 tot 90 MW beschikbaar. De prijs van de opgewekte energie varieert tussen de 40-50 US\$/MWh en de onderhoudskosten van

Brokopondo zijn 5 US\$/MWh¹.

De Brokopondo-overeenkomst gaf aan Alcoa de concessie voor het exploiteren van de energetische hulpbronnen voor 75 jaar en een deel van de opgewekte energie moest worden gegarandeerd voor de nationale behoeften aan elektriciteit. De traditionele bevolking die het gebied uit moest, werd ondergebracht in transmigratiedorpen en kon niet eens genieten van de voordelen die de energieopwekking met zich meebracht. De transmigratiedorpen hadden geen elektriciteitsvoorziening en zagen de "stroom" letterlijk boven hun hoofd via de transmissielijn gaan naar het bauxietverwerkingscomplex te Paranam. Pas 34 jaar na de ingebruikname van de waterkrachtcentrale kregen de transmigratiedorpen door middel van een ruraal distributienetwerk elektriciteit van de waterkrachtcentrale te Brokopondo.

Na de bouw van de Brokopondokrachtcentrale in 1964 werd door het toenmalige Ministerie van Natuurlijke Hulpbronnen en Energie een specifiek bureau opgericht om het hydro-energiebeleid te ondersteunen. Dit Bureau voor Waterkracht Werken (BWKW) had als primaire doelstelling het onderzoeken en ontwikkelen van het waterkrachtpotentieel in Suriname. Sinds de oprichting was het BWKW belast met het in kaart brengen van nieuwe waterkrachtpotentiëlen, voornamelijk met het doel om deze natuurlijke hulpbronnen voor de bauxietindustrie van Suriname te ontwikkelen.

Er werd aan het eind van de jaren 60 een ontwikkelingsplan gemaakt om de bauxietertsafzettingen in het westen van Suriname te ontginnen met het voorstel om een nieuwe waterkrachtcentrale te bouwen. Dit Plan West-Suriname werd in de jaren 70 in werking gesteld maar mislukte aan het einde van dit decennium omdat het zijn doelstellingen niet kon bereiken. De hele gebouwde infrastructuur om bauxiet te ontginnen werd achtergelaten en staat verdwaald in het bos als een symbool van overhaaste en onjuiste planning en verspilling van de weinige productiecapaciteit van het land (Mhango, 1984).

Aan het eind van de jaren 70 kwam er internationaal belangstelling voor alternatieve energieopwekking, vooral om het gebruik van fossiele brandstoffen te verminderen. Dit moet gezien worden in het licht van de oliecrisis die zich voordeed in 1974. In 1979 verschaftte de regering 1.050.000 liter diesel voor een totaal opgesteld

1

Presentatie van de Directeur van Suralco Warren Pedersen tijdens het Nationaal Energie Symposium op de Universiteit van Suriname in december 2007

vermogen van 2,1 MW en wekte daarmee 170.000 kWh voor 68 binnenlandse centrales met capaciteiten variërende van 3 ½ kW tot 350 kW (Suriname, 1980).

De Organisatie van Amerikaanse Staten (OAS) introduceerde toen een programma voor het bevorderen van hernieuwbare energieopwekking en maakte een donatie van een microwaterkrachtcentrale aan de Surinaamse regering om zo een pilotproject uit te voeren voor het genereren van elektrische energie.

Het BWKW maakte een inventarisatie van het waterkracht potentieel in het binnenland en op basis daarvan werden er 12 plaatsen geïdentificeerd met potentieel voor het installeren van microwaterkrachtwerken in de nabijheid van inheemse en marrondorpen en -gemeenschappen (King, 1981).

Het programma van de OAS voorzag in de donatie van generatie- en transmissiemateriaal, terwijl de regering de onkosten voor het installeren op zich zou nemen. Na een selectie van potentiële locaties werd de waterval Bende Santi vlak bij het dorp Puketi in de Tapanahonirivier uitgekozen om het pilotproject uit te voeren.

De keuze voor de bouw van Puketi werd genomen in oktober 1979, maar pas in 1980 begonnen de bouwwerkzaamheden aan de microwaterkrachtcentrale. De bouw werd gefinancierd met middelen bestemd voor het onderhoud van de infrastructuur van het Plan West-Suriname, dat stil was gelegd in 1980.

Deze manier van uitvoeren was alleen mogelijk door de speciale situatie die opgelegd was in Suriname na de staatsgreep van de militairen in februari 1980. De militairen kondigden de stopzetting van het plan West-Suriname aan en maakten op deze manier ruimte voor alternatieven voor de ontwikkeling van Suriname.

3. Energieopwekking in het binnenland

Volgens gegevens van het Algemeen Bureau voor de Statistiek van Suriname zijn er in Suriname 25.706 huishoudens zonder elektriciteitsaansluiting van de EBS. Dit komt erop neer dat 21% van alle huishoudens in Suriname geen reguliere elektriciteitslevering hebben en afhankelijk zijn van een vorm van lokale opwekking. De huishoudens met elektriciteitsvoorziening zijn voornamelijk geconcentreerd in het kustgebied. Bijkans 12.000 van de woonverblijven zonder EBS-aansluiting zijn in de distrikten Sipaliwini en Brokopondo.

Een deel van deze huishoudens zonder reguliere elektriciteitslevering wordt voorzien door de DEV van het ministerie van NH die een totaal van 93 dorpen van licht voorziet met

dieselaggregaten met een opwekkingscapaciteit variërende tussen 9 en 150 kW. Van dit aantal zijn er 12 dorpen met aggregaten met een vermogen boven de 80kW. Het grootste aggregaat staat in het dorp Pokigron aan de boven Suriname met een vermogen van 150 kW. De totale opwekking van energie in het binnenland met dieselaggregaten is 4,2 MW.

Het bedienen van de dieselgenerator sets (gensets) wordt gedaan door lokaal aangetrokken opzichters die de basis onderhoudstaken uitvoeren. Deze opzichters zijn in dienst van de traditionele gezagstructuren maar krijgen hun loon van de overheid en hebben ook andere taken naast het onderhouden van de stroomlevering. De technische bijstand en levering van brandstof worden verricht door de DEV. Het overgrote deel van de huishoudens in het binnenland zonder energie zijn inheemse en marrongemeenschappen.

4. Puketi

Puketi is een klein Ndjuka dorp met 45 families en staat op een strategische plaats die toegang geeft tot de belangrijkste dorpen van de Ndjuka, ook aan het dorp Diitabiki. Op deze plaats is er een natuurlijke barrière gevormd door verschillende watervallen en stroomversnellingen, die de doorvaart op de rivier belemmeren.

De Ndjuka, ook bekend onder de naam Aucaners, wonen in het zuidoosten van Suriname in het district Sipaliwini aan de grens met Frans-Guyana. De totale bevolking van de Ndjukas, naar gegevens van de volkstelling van 2004, was 22.943 inwoners die verspreid wonen in verschillende dorpen en gemeenschappen aan de Marowijne, Tapanahoni en de Lawa rivieren.

Het grootste dorp is Diitabiki, met 142 families, waar de residentie van de Granman gevestigd is. De Ndjukas leven voornamelijk van landbouwkostgrondjes, bosbouw, houtkap en dienstverlening in de vrachtafvaart.

Er zijn geen wegen in dit gebied en alle transport gaat over de rivier in korjalen zoals te zien is in figuur 1b.

Een reis naar Puketi vanuit de dichtbijzijnde plaats, Albina, kan 9 tot 12 uren duren afhankelijk van de waterstand. Er is ook een vliegveld (airstrip) te Puketi voor kleine vliegtuigen.

Stroomopwaarts van Puketi, in de Tapanahoni rivier, staan de stroomversnellingen van Gran Olo Sula, waar het niet mogelijk is om met de boot over te gaan. Om over de sula's te gaan is het nodig om alle vracht via de plaats Futupasi over land te dragen en in enkele gevallen ook de boot zelf. Futupasi staat aan de overkant van Puketi aan de Tapanahoni rivier. Het transport over land wordt gedaan met behulp van een spoorbaan van 400

meter lengte die de stroomversnellingen omzeilt. In figuur 1a zijn deze weg en spoorbaan te zien.

Na de Gran Olo Sula komt men in de dorpen en gemeenschappen van Mooitaki, Jawsa, Mainsi

en Diitabiki, die respectievelijk 42, 21, 11 en 142 families hebben. De kaart op figuur 2 geeft de locatie van deze dorpen aan.



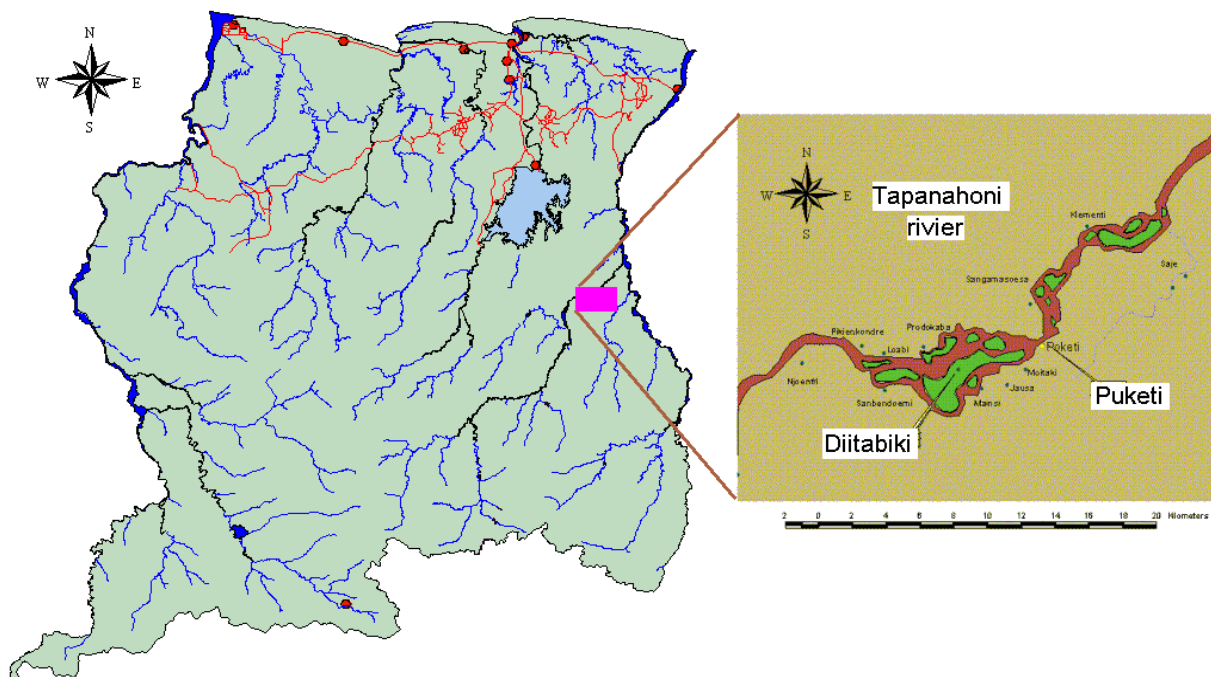
Spoorbaan te Futupasi



Transporte over de stroomversnellingen

Figuur 1a - Foto van de spoorbaan Futupasi

Figuur 1b – Transport van brandstof over de stroomversnellingen in de Tapanahoni rivier te Futupasi.



Figuur 2 - Kaart met de Ndjuka dorpen aan de Tapanahoni.rivier

De Ndjukas hebben een eigen sociaal- politieke organisatie, die bestaat sinds de marrontijden toen ze tijdens de slavernij van de plantages vluchtten. Het principe van hun sociale organisatie is de *lô* of matrilineaire clan².

Deze clan wordt gevormd door de matrilineaire afstammelingen van degenen die tijdens de marronperiode, samen vluchtten van een plantage. De matrilineaire afstamming beïnvloedt bijna het gehele leven van de Ndjukas: de interne relaties, de wijze van occupatie van het land, de verdeling van

² Systeem van afstammingsbepaling naar de moederlijke

lijn

politieke en religieuze functies (Scholtens, 1994).

De Ndjukas zijn verdeeld in 14 matriclans (Spalburg, 1979) en de hoogste politieke functie is de granman, die wordt gekozen uit de matrilineaire afstammelingen van een historische clan. De granman is de hoogste autoriteit van de Ndjukas en wordt beëdigd door de president van de republiek.

DiiTABIKI is het grootste dorp en is ook de standplaats (zetel) van de granman. Het dorp heeft een vliegveld en lagere school en er is een moderne polikliniek gebouwd. De elektriciteit voor het dorp wordt door een 150 kW dieselgenerator geleverd die het dorp in de avonduren van licht voorziet. De huizen hebben geen aparte verbruiksmeters en er is geen vorm van betaling voor het stroomverbruik.

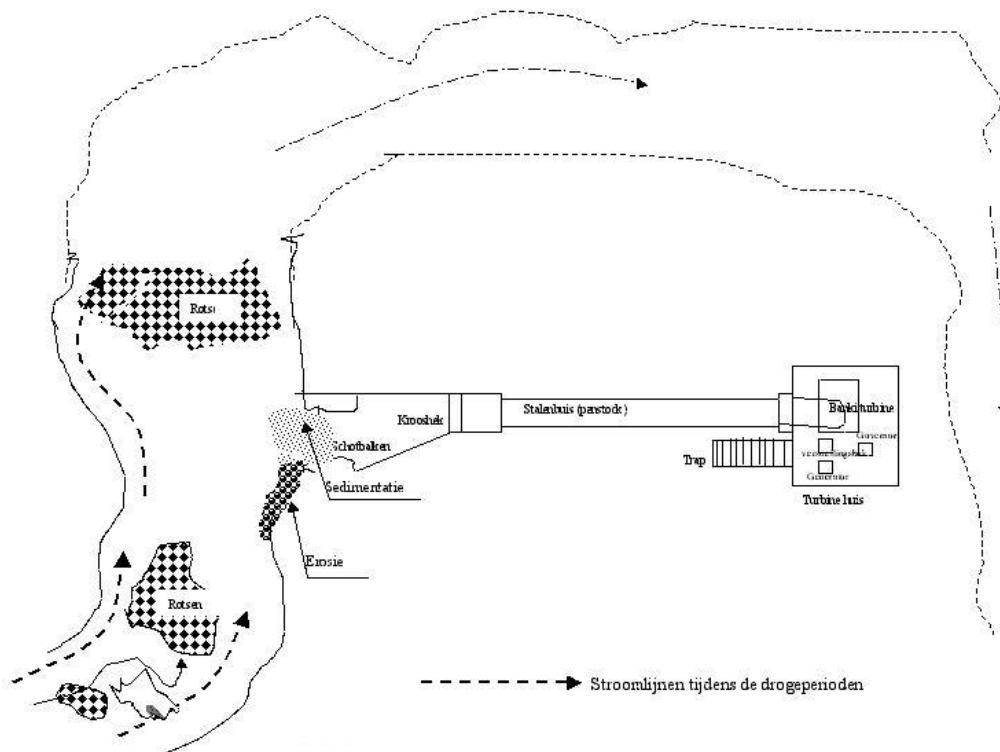
De school bevindt zich samen met de polikliniek aan de overkant van het dorp op de plaats Datakonde. De openbare school bestaat sinds 1966 en heeft 11 klaslokalen en verzorgt kleuteronderwijs en eerste tot de zesde klas gewoon lager onderwijs aan kinderen van 8 omliggende dorpen (inclusief DiiTABIKI) aan 265 kinderen in 2007 met een bezetting van 9 onderwijzers.

De polikliniek is één van de modernste in het binnenland en de elektriciteitsvoorziening van de

polikliniek wordt gegarandeerd door een 20-tal zonnepanelen. Naast de polikliniek is er te Datakonde ook een radio omroepstation: "Radio Paakati - AM 88.3Mhz".

5. De bouw van de microwaterkrachtcentrale

De gekozen lokatie voor bouw van de microwaterkrachtcentrale is de kleine waterval te Bende Santi op ongeveer 500 meter afstand van het dorp Puketi en 5 km van DiiTABIKI. Een waterinlaat stroomopwaarts van de waterval werd door middel van een 100 meter lange aanvoerbuis met een diameter van 1,16m met het machinehuis aan de voet van de waterval verbonden. Het kleinste hoogteverschil tussen het waterniveau van de inlaat en uitlaat, of beter gezegd, de liquide valhoogte, doet zich voor in de regentijd, en kan tot 2,5m dalen. In de droge tijd kan deze valhoogte tot de 4,6 meter oplopen (Del Prado, 1986). De lay-out in figuur 3 presenteert een schets van de installatie met de rivier, aanvoerbuis, waterinlaat en machinehuis.



Figuur 3 - Lay-out van de micro- waterkrachtcentrale te Puketi

Bron: overgenomen van Naipal, Paramaribo, 2003, Faculteit Technologische Wetenschappen Anton de Kom Universiteit van Suriname.

In figuur 4 zijn foto's te zien van de aanvoerbuis en het machinehuis anno 2007.



Aanvoerbuis



Machinehuis

Figuur 4a - Aanvoerbuis anno 2007.

Figuur 4b – Machinehuis anno 2007

De geïnstalleerde turbine is een 50 kW Ossberger Crossflow SH52A/G, van het type Michell-Banki berekend voor een debiet van 1390 l/s en een maximale valhoogte van 4,6 m. Een transmissiekast verhoogt de rotatie van 156 naar 1800 rpm. De rotatie van de turbine wordt gecontroleerd door een mechanisch regelsysteem. De foto van figuur 5 laat het powerhouse zien met de details van de turbine en de regelapparatuur en andere elektromechanische apparatuur anno 2004

worden gekocht met middelen van het MWKC-project. De constructie van de civiele werken werd door een groep van 10 arbeiders van BWKW uitgevoerd gedurende bijna een jaar. Ze moesten 180 m³ steen breken en 120 m³ zand verwijderen zonder machinerieën, alleen met behulp van pikhouwelen, schoppen en kruiwagens. Na deze etappe werden de waterinlaat, zadels voor de buizen, en het machinehuis gebouwd in gewapend beton.



Figuur 5 - Machinehuis met elektromechanische apparatuur

Bron: overgenomen van Naipal, Paramaribo, 2004, Faculteit Technologische Wetenschappen Anton de Kom Universiteit van Suriname.

Op 7 december 1981 werd MWKC Puketi officieel in gebruik genomen door de toenmalige president van Suriname, de heer Chin a Sen. De cassavemolen werd ook samen met de centrale in gebruik genomen en de houtzagerij was al in aanbouw maar werd niet aangesloten op de centrale. In een verslag van een bezoek van de Anton de Kom Universiteit van Suriname onder coördinatie van Prof. Amelsfort in 1982, staat dat de cassavemolen alleen was gebruikt tijdens de inauguratie van de centrale. Volgens de lokale bevolking was de molen geïnstalleerd op een inadequate en moeilijk bereikbare plaats waardoor het niet interessant was voor de bevolking om hun cassave te malen in de molen en het daarna terug te brengen naar huis om de cassave verder te bewerken. (Amelsfort, 1982). De afstand van de molen tot het dorp was tenminste 400 meter en men moest ook door een kreek waden.

De civiele werken van de microwaterkrachtcentrale (MWKC) begonnen in 1980 en de bedoeling was dat de centrale elektrische energie zou leveren aan de dorpen Puketi en Futupasi. Te Futupasi was er een elektrische takel om de vracht via een wagen over de spoorbaan te trekken. Er was toendertijd een 7,5 kW diesel genset om de takel te draaien. Daarnaast zou er energie geleverd worden voor een kleine houtzagerij en een cassavemolen die ook zouden

Hetzelfde lot was ook de houtzagerij beschoren. De bereikbaarheid van de zagerij was ook moeilijk en er was geen systeem om het hout van de rivier naar de zagerij te slepen. Een ander probleem was het vermogen van de zagerij dat was beraamd op 50 kW. De zagerij zou alleen kunnen werken als de energielevering naar Puketi en Futupasi zou worden onderbroken. De zagerij werd echter nooit aangesloten op de waterkrachtcentrale.

De feiten geven aan dat er geen

sociaaleconomische studie over de condities en mogelijkheden van de gemeenschap is gemaakt voor of tijdens de bouw van de MWKC, noch is er een dialoog of overleg met de gemeenschap geweest over de initiatieven voor het productief gebruik van de opgewekte energie. De machines waren simpelweg gekocht en geïnstalleerd zonder de nodige inbreng van de lokale bevolking. In de twee jaren voor de keuze van de site en de inauguratie van de centrale waren alle activiteiten geconcentreerd op de bouw van de centrale. Er is geen documentatie van activiteiten om de lokale gemeenschap te mobiliseren of tenminste om hen te raadplegen over het mogelijk productief gebruik van de op te wekken energie. Dit werd bevestigd in het hiervoor genoemde verslag van Amelsfort (1982), die ook het ontbreken van een sociaaleconomische studie voor het uitvoeren van de werkzaamheden constateerde. In dit verslag werd voorgesteld om onderzoekers (wetenschappers) van de Faculteit der maatschappij wetenschappen van de Universiteit van Suriname te betrekken om het project verder te begeleiden.

De centrale werd in december 1981 in gebruik genomen en voorzag alleen het dorp Puketi en de plaats Futupasi van elektriciteit tot de inauguratie van de transmissielijn naar Diitabiki in 1985. De verslagen van Amelsfort (1982) en Del Prado (1986) geven aan dat de MWKC Puketi in deze fase normaal heeft gewerkt met enkele onderbrekingen als gevolg van extreem lage waterstanden en elektrische storingen.

6. Transmissielijn naar Diitabiki

De MWKC was ontworpen om Puketi en de plaats Futupasi van energie te voorzien. Tijdens de inauguratie van de MWKC was de afname van elektrische energie heel gering door deze twee plaatsen. Volgens gegevens van lokale bewoners hadden toentertijd de huizen hooguit 3 tot 4 gloeilampen van 60 W en was er in het gehele dorp maar één platenspeler en één strijkijzer.

Het distributie netwerk was gebouwd door de DEV van het Ministerie van Natuurlijke Hulpbronnen en Energie, die ook verbruiksmeters (kWh) in de huizen had geïnstalleerd. De bewoners van Puketi vertellen dat gedurende de eerste jaren de te betalen bedragen zo gering waren dat het niet interessant was om elke maand het verbruik te meten en te betalen. De metingen werden met intervallen van enkele maanden gedaan door een ambtenaar van DEV die speciaal daarvoor afreisde vanuit Paramaribo naar Puketi en ook de betaling ontving.

Het vermogen dat de MWKC leverde hing ook af van de waterstand. Vermeldenswaard is dat in de regentijd de turbine minder energie leverde, omdat

het verschil tussen de waterstand aan de inlaat en uitlaat van de turbine kleiner is. Daartegenover is er in de droge tijd een grotere netto valhoogte, maar het kan voorkomen dat de hoeveelheid beschikbaar water te klein is om de turbine te stuwten.

Metingen gerealiseerd in de maand augustus 1982 tijdens een onderzoek van de Faculteit der Technische Wetenschappen van de Universiteit van Suriname documenteerden een maximaal vermogen van 33 kW voor een waterstroom van 1310 l/s. Het onderzoek registreerde fouten in de beveiliging door een inadequate randaarde van de turbine en het distributienet (Amelsfort, 1982).

In het artikel van Del Prado (1986) is aangegeven dat de turbine in de laatste maanden van 1983, gedurende een periode van extreme droogte, stopte met draaien. De droogte was zo erg dat het waterpeil niet de minimale hoogte behaalde in de waterinlaat.

Er zijn geen betrouwbare gegevens over het verbruik en de behoefte van de gemeenschap en hun belastingpatroon. Het vermogen van de dieselaggregaten in de dorpen en gemeenschappen geeft een beeld van de situatie. Tabel 1 geeft een lijst van de vermogens van de dieselaggregaten in de omgeving van Puketi en Diitabiki.

Tabel 1 - Vermogen van de diesel generators in de dorpen en hun gebruik ten tijde van de installatie van de MWKC

Item	Dorp / Plaats	Vermogen	Gebruik
1	Puketi	7 ½ kW	100 families
2	Futupasi	7 ½ kW	Elektrische takel
3	Mooitaki	1 x 15 kW	42 families
4	Jawsa	Voorzien door Mooitaki	21 families
5	Mainsi	Voorzien door Mooitaki	11 families
6	Diitabiki	3 x 15kW	142 families
Total		60 kW	316 families

Bron: King, Paramaribo, 1981, BWKW.

Tijdens de installatie van de turbine was er een generator van 7½ kW voor het dorp Puketi, en een andere voor het opereren van de elektrische takel voor transport van vracht over de spoorbaan bij Futupasi. De omvang van de bevolking van Puketi was toentertijd bijna het dubbele van de huidige omvang van de bevolking.

Puketi is een van de oudste dorpen in de regio en is een van de heilige plaatsen van de Ndjukas. Daarentegen is Diitabiki het belangrijkste dorp en zetel van de granman van de Ndjukas. De installatie van de MWKC in Puketi zou waarschijnlijk jaloezie hebben opgewekt bij de bewoners van Diitabiki.

De keuze om de MWKC in Puketi te plaatsen was een technische keuze op grond van de

volgende karakteristieken:

- de waterval met valhoogte tussen de 2,5 en 4,5 meter;
- goede lokatie voor de installatie van een microwaterkrachtcentrale;
- de nabijheid van het machinehuis, vlakbij het dorp Puketi en Futupasi, waardoor het distributienetwerk direct kon worden aangesloten op de turbine, zonder hoogspanningstransmissienet.

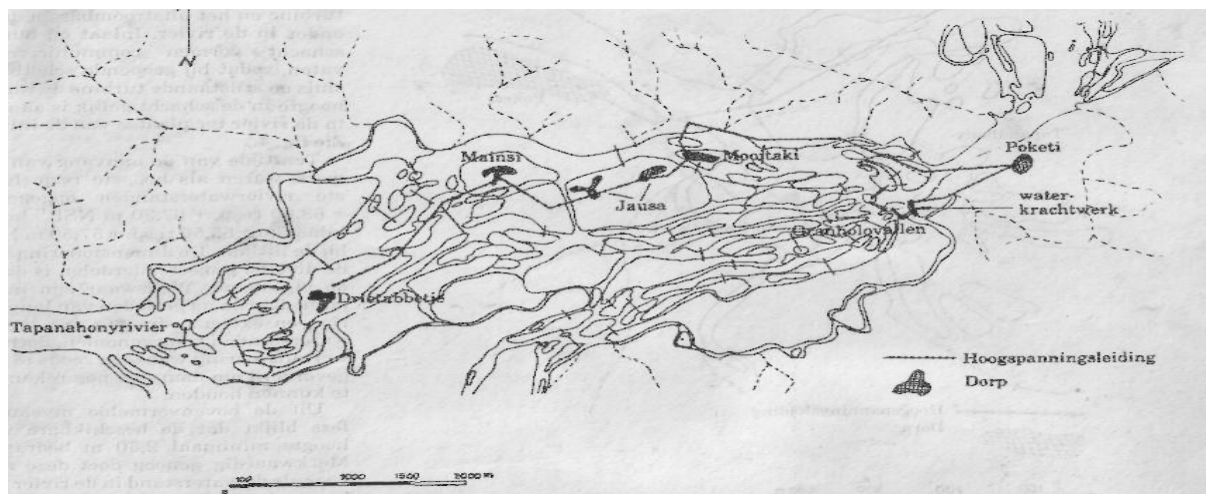
Een ander belangrijk feit was dat er al een grote investering was gedaan in de constructie van de spoorbaan bij Futupasi voor het vergemakkelijken van de oversteek van de Gran Olo Sula.

Er zijn geen verslagen van vergaderingen met de lokale bewoners en de granman van de Ndjukas om de technische limitaties van de MWKC te bespreken en het zoeken naar alternatieven. Het gebruik van elektrische energie was niet vreemd onder de Ndjukas. Alle belangrijke dorpen van de Ndjukas in de regio hadden al een elektrische

voorziening in de avonduren door middel van dieselaggregaten van DEV, zoals al is aangegeven in tabel 1. Echter moet hierbij rekening gehouden worden met het feit dat de stroomverstrekking van DEV niet gebonden is aan een verbruikscontrole en ook geen tarief of betaling kent. Het verschil was dat alleen Puketi elektriciteit gedurende 24 uur had.

Met de mislukking van het initiatief om de opgewekte energie voor productieve doeleinden te gebruiken kreeg de claim van de Ndjuka gemeenschap om het elektriciteitsnet uit te breiden naar Diitabiki meer bijval, aangezien het administratief centrum van het Boven-Tapanahonigebied, de school en de polikliniek daar waren gevestigd.

Voor de bouw van de transmissielijn werd er een pad (tracé) in het regenwoud gemaakt om een hoogspanningstransmissielijn van 12 kV van ongeveer 7 km aan te leggen tussen Puketi en Diitabiki, die ook de dorpen Mooitaki, Jawsa en Mainsi aan het netwerk zou verbinden. De kaart in figuur 6 geeft aan hoe de transmissielijn de verschillende dorpen met elkaar verbond.



Figuur 6 - Transmissielijn Puketi Diitabiki
Bron: Del Prado, Paramaribo, 1986, Eldorado.

De totale kosten voor de bouw van de krachtcentrale, inclusief de hoogspanningsleiding naar de overige dorpen waren SF 1.200.000,00 en er werd helemaal gebouwd door BWKW. De kostenverdeling is te zien in tabel 2 omgerekend in US\$ met de koers van 1981.

Opvallend hoog waren kosten voor transport van personeel en materiaal, hetgeen niet verwonderlijk is als men de bereikbaarheid van Puketi in acht neemt. Vijftig procent van de totale onkosten zijn besteed aan transport.

Tabel 2 - Totale bouw kosten voor het hele project.

Rubriek	US\$
Turbine en elektromechanische onderdelen – 40kW (Donatie OAS)	62.000,00
Hoogspanningslijn & transformators – 12kV (Donatie OAS)	25.000,00
Bliksemafleider, Brakers, en verlichting (Donatie OAS)	12.000,00
Equipment voor zagerij en molen (Donatie OAS)	40.000,00
Bouwmaterialen	54.000,00
Lonen	139.000,00
Transportkosten	333.000,00
Total (SF 1.200.000)	666.000,00

Koers van 1US\$ = SF 1,80 anno 1982
Bron: Del Prado, Paramaribo, 1986, Eldorado;
Del Prado's persoonlijk archief.

Ter vergelijking is er een begroting voor een soortgelijke installatie in het Braziliaans Amazonegebied gemaakt door Tiago Filho en Lemos (2006) voor het bouwen van een 56 kW Indalma Francis turbine en een transmissielijn van 5 km in 13,8 kV. Deze installatie was begroot in 2005 op US\$ 224.000,00 en van dit bedrag was 15% bestemd voor de aankoop van turbine- en elektromechanische onderdelen. De overige middelen werden gebruikt voor civiele werken, een hoogspanningslijn, bouwmaterialen en lonen zoals aangegeven in Tabel 3.

Tabel 3 - Installatiekosten Indalma Francisturbine in het Braziliaans Amazonegebied

Beschrijving	US\$
Turbine en elektromechanische onderdelen – 56kW	34.000,00
Civiele werken, 5 km transmissielijn – 13.8kV, bouwmaterialen en lonen	190.000,00
Totale kosten	224.000,00

Koers van 1US\$ = R\$ 1,80 anno 2005

Bron: TIAGO FILHO en LEMOS, 2006, PCH noticias & SHP news.

De inauguratie van de transmissielijn was midden 1985 en het beheer van het netwerk werd toen overgedragen aan de DEV, die daarvoor lokale operators en onderhouders aantrok om het looppad onder de transmissielijn en de aansluitingen te onderhouden. De technici van DEV verbleven in de stad en gingen alleen naar Puketi als er storingen waren.

De Ossbergerturbine behaalt haar optimale rendement slechts bij benutbare valhoogten van ten minste 2,80 m. Een debiet van 1½ a 2 m³/s is dan voldoende om 40 kW op te wekken. Bij extreem hoge rivierwaterstanden wordt die valhoogte niet bereikt, waardoor dan het opgewekte vermogen niet boven de 20 a 30 kW komt. De perioden waarin dat het geval is, zijn echter klein in aantal en van korte duur (Del Prado, 1986).

In verslagen van BWKW geeft men aan dat het mogelijk was om de aanvoer van water naar de MWKC te verhogen met verschillende kleine damwerken benedenstrooms de inlaat. De topografie ter plaatse is dusdanig dat het mogelijk is een dam te bouwen die ervoor zorgt dat bij lage waterstand het niveau opgestuwd wordt alvorens over de dam weg te spoelen. Hiermede zou ook bij extreem lage waterstanden voldoende water kunnen worden gegarandeerd voor de stroomopwekking. Uit interviews met bewoners bleek dat deze damwerken in 1982 op erg amateuristische manier werden gebouwd en bij de eerste regentijd werden

weggespoeld.

Zoals eerder vermeld waren er metingen verricht in de maand augustus 1982 die een maximaal opwekkingsvermogen van 33 kW registreerden (Amelsfort, 1982). Ook kan men uit tabel 1 de conclusie trekken dat de totale behoefte van alle dorpen aangesloten op de transmissielijn groter was dan het opwekkingsvermogen van de MWKC. In 1979 was de som van het vermogen van alle dieselaggregaten in de dorpen 60 kW. Het effectief vermogen van de MWKC was 33 kW, en daarnaast had men ook nog te kampen met korte tijdelijke vermindering van het vermogen tijdens de hoogtepunten van de droge en regentijd. De behoefte was grofweg tweemaal zo groot als het vermogen dat de MWKC kon leveren.

Alles duidt er op dat tijdens de implementatie van de transmissielijn Puketi-Diitabiki geen initiatieven zijn ondernomen om de problematiek van vraag en aanbod en vermogenscapaciteit aan te pakken. Er zijn ook geen stappen ondernomen om het distributienet van de dorpen en gemeenschappen te reorganiseren.

Er was ook geen sprake van interconnectie van de thermische dieselgeneratie en de waterkrachtenergie. Dit zou een heel complex technologisch apparaat met zich meebrengen dat toendertijd niet beschikbaar zou zijn voor zulke kleinschalige elektrische systemen. Aan de distributiezijde was er ook geen voorkeursysteem gemaakt voor de levering van elektriciteit voor speciale doeleinden, zoals bijvoorbeeld scholing en gezondheidszorg.

Uit interviews met bewoners van Puketi en Diitabiki blijkt dat het transmissiesysteem niet goed heeft gewerkt. Tijdens de droge tijd was er te weinig water voor de energieopwekking, wat overbelasting met zich meebracht en uitval van stroomlevering. Tijdens de regentijd waren er constant blikseminslagen op het netwerk en stroomuitval. Dit werd nog verergerd door het gebrek aan beveiliging als gevolg van een on gepaste elektrische aarding zoals door Amelsfort werd aangegeven in zijn verslag. Ook was er geen bliksemafleider op de hoogspanningstransmissielijn. De interviews bevestigen dat de transmissielijn niet eens een heel jaar heeft kunnen draaien zonder storing.

Er was ook geen technisch personeel in de dorpen. Bij elke stroomuitval was het nodig om technici uit Paramaribo te laten halen.

In november 1986, tijdens de climax van de binnenlandse oorlog, gedurende een erg zware droogte die ook het transport op de rivier moeilijk maakte, stopte de stroomopwekking. Sindsdien heeft de turbine vele jaren stil gelegen. De onstabiele situatie, veroorzaakt door de binnenlandse oorlog, isoleerde het gebied van de

rest van het land en dit duurde tot 1992 toen er een vredesakkoord werd ondertekend door de regering en de paramilitaire groepen (Schalkwijk, 1994).

In september 2003 bezocht een delegatie van de Faculteit der Technologische wetenschappen van de Universiteit van Suriname de MWKC MCH Puketi in opdracht van het Ministerie van Regionale Ontwikkeling. In het verslag (Naipal, 2003) dat werd uitgebracht van de situatie van de centrale zijn de belangrijkste oorzaken voor het mislukken van het project beschreven:

- gebrek aan onderhoud,
- financiële problemen voor het kopen van onderdelen,
- de oorlogsactiviteiten in het binnenland
- en technische problemen als gevolg van blikseminslag.

De laatste onderhoudswerkzaamheden werden uitgevoerd in het jaar 2000, maar deze opknopbeurt heeft de centrale maar gedurende een zeer korte tijd draaiende gehouden. Volgens hetzelfde rapport was er weer een blikseminslag die de centrale buiten werking bracht (Naipal, 2003).

Tijdens mijn onderzoek in Diitabiki en Puketi in mei 2007, stelde ik vast dat de fysieke installaties van MWKC Puketi, ondanks 20 jaar verwaarlozing, nog steeds in goede staat verkeren. De civiele werken van het machinehuis en de waterinlaat in gewapend beton staan er nog en verkeren in redelijk goede staat. De aanvoerbuis is nog intact en er zijn maar een paar kleine lekkages, die de structuur van de buis niet compromitteren. De elektromechanische apparatuur zoals turbine, regelaar en generator staan nog in het machinehuis. Het elektrisch schakel- en meetbord is helemaal kapot. De eerste impressie is dat de tijd en het weer de fysieke structuur van de centrale niet kapot hebben kunnen maken.

De distributielijnen van de centrale naar Puketi en Futupasi bestaat niet meer, alsook de transmissielijn naar de andere dorpen toe. De dorpen worden nu met individuele diesel-aggregaten verlicht, die alleen in de avond aan worden gemaakt. Mooitaiki en Jawsa worden met een 60 KVA, Mainsa met 40 KVA en Diitabiki met 150 KVA diesel genset voorzien (Zie tabel 4). Deze tabel geeft ook het olieconsumptie en de totale jaarlijkse onkosten weer.

Heel opvallend is, dat op de lijst van de DEV, officieel geen brandstoflevering is voor Puketi. Het dorp is ook kleiner geworden en er wonen nu maar 45 families.

Tijdens de jaren tachtig was er een school in Puketi met 150 kinderen. Nu is er geen school meer in het dorp en de 45 kinderen van Puketi gaan naar de school in het dorp Karmar dat op een afstand van ¾ tot 1 uur varen stroomafwaarts ligt.

De elektriciteitsverbruikmeters die in de huizen waren geïnstalleerd zijn teruggenomen door de DEV van het Ministerie van NH.

Tabel 4. Brandstof verbruik dorpen

Dorp	Verbruik (liters diesel per maand)	Onkosten per jaar (US\$)	capaciteit
Mootaki	1.632	44.514,58	60KVA
Jawsa	1.020	35.366,74	
Mainsi	1.632	44.514,58	40KVA
Diitabiki	2.448	55.132,67	150 KVA
Totaal		179.528,57	

Bron: Dharmesh en Wiekaas, 2008. pag. 74. Paramaribo, Anton de Kom Universiteit van Suriname.

7. Rehabilitatie

Het eerste voorstel voor rehabilitatie van MWKC Puketi werd gedaan in 1995 na bijna 10 jaar te zijn verwaarloosd. Het voorstel was dat de installatie energie zou leveren voor Puketi en Futupasi en zou worden uitgevoerd en gecoördineerd door INGRO NV Engineering consultants (DWT, 21/12/1995). Helaas, zijn er geen gegevens over de uitvoering van deze rehabilitatie.

In 2003 bracht een delegatie van de Universiteit van Suriname in opdracht van Ministerie van Regionale ontwikkeling een bezoek aan MWKC Puketi. In februari 2004 kwam een nieuwe missie van de universiteit die hydrologische metingen verrichtte om ook andere potentiële sites in het gebied te bestuderen. Deze missie presenteerde alternatieven om de oude installatie weer te laten draaien en die te integreren met andere waterkrachtwerken die konden worden gebouwd in de Gran Olo Sula om zodoende ook de andere dorpen in het gebied van energie te voorzien (Naipal, 2004).

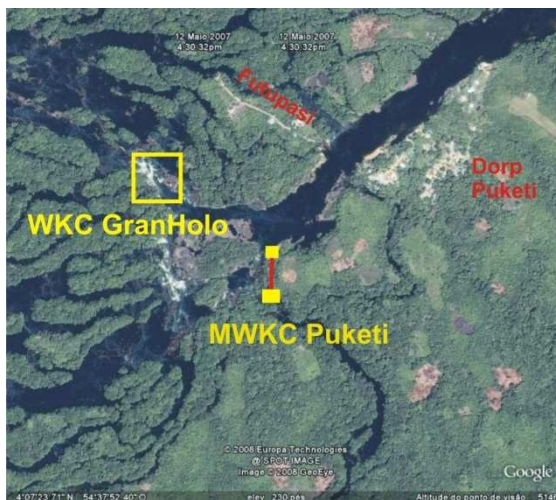
In oktober 2005 werd door de Minister van Regionale Ontwikkeling de constructie van een 300 kW waterkrachtcentrale in de Gran Olo Sula aangekondigd. Dit project met een financiering van € 325.000 van het Fonds Ontwikkeling Binnenland (FOB) zou de dorpen Puketi, Kisai, Mooitaki, Diitabiki en Klementi van energie voorzien met technische ondersteuning en begeleiding van de Universiteit van Suriname (DWT, 25/10/2005). De uitvoerders gaven echter de voorkeur aan de bouw van een nieuwe waterkrachtcentrale zonder integratie van de centrale van Puketi.

De aankondiging van de bouw van de WKC te Gran Olo Sula wekte vele verwachtingen bij de

gemeenschap. Er was een actieve participatie van de lokale bevolking in de vorm van een gemeenschappelijke bijdrage om de plaats waar de centrale zou worden gebouwd voor te bereiden voor de installatie. Interviews met mensen uit de dorpen hebben aangegeven dat gedurende 17 dagen er 300 vrijwilligers 60m³ zand en 40m³ grind hebben aangevoerd voor de bouw van de centrale.

De werkzaamheden verricht in de Gran Olo Sula hebben ook tegenslag ondervonden tijdens de grote wateroverlast in de regentijd van 2006. Als gevolg van de overstroming is het machinehuis dat in aanbouw was, meters onder water komen te liggen, terwijl grind en ijzeren draden verloren zijn gegaan (DWT, 24/05/2006).

Het plan voor de bouw van de nieuwe waterkrachtcentrale te Gran Olo met een vermogen zes maal groter dan Puketie, heeft de optie voor rehabilitatie van Puketie op de achtergrond geschoven. Desalniettemin kan gesteld worden dat de waterkrachtcentrale te Gran Olo de rehabilitatie van Puketie niet uitsluit. De locaties van de centrale van Gran Olo Sula en de centrale van Puketie maken deel uit van een complex van watervallen en stroomversnellingen in de Tapanahoni rivier en liggen op een afstand van ongeveer 400 meter van elkaar. De satellietfoto in figuur 7 geeft de locatie van beide centrales aan.



Figuur 7 - Satellietfoto met de locaties van de centrales te Gran Olo en Puketie

Bron: Google earth 29/12/2009

Zoals te zien is op de foto kunnen beide centrales parallel draaien, want hun wateraanvoer is onafhankelijk. Met moderne regelapparatuur is het tegenwoordig mogelijk om beide centrales op hetzelfde netwerk aan te sluiten en ook te integreren met de thermische centrales. Deze technologische opties waren ten tijde van de ingebruikname van MWKC Puketie niet beschikbaar.

De rehabilitatie van Puketie is nog steeds de beste economische optie voor het opwekken van elektrische energie voor Puketie en Futupasi. De duurste componenten voor de bouw van micro-waterkrachtcentrales zijn de kosten voor de civiele werken en het transport. Deze kosten zijn al gemaakt bij de bouw van de centrale. De civiele werken (waterinlaat, aanvoerbuis en machinehuis) staan er na 26 jaar nog. In het uiterste geval zal er een nieuwe turbine, regelaar en generator moeten worden aangeschaft als het mocht blijken dat de huidige componenten vervangen moeten worden.

8. Onderhoudsmodel

Bij een eventuele rehabilitatie van MWKC Puketie en uitbreiding van de opleveringscapaciteit met de bouw van de nieuwe waterkrachtcentrales moet er ook worden gezocht naar een beter onderhouds- en gebruiksmodel van de centrale. Eerst zal men moeten bepalen waarvoor en voor wie de opgewekte energie is bestemd.

De eerste vraag die beantwoordt moet worden, is: waarvoor zal de energie bestemd worden? Alleen voor normale elektriciteitsaansluitingen voor de huizen in de dorpen? Of levering van elektriciteit alleen voor gemeenschappelijke doelen of productief gebruik?

Het is daarom nodig om het gebruikspatroon en de belading van de gemeenschap vast te stellen. De belading van het netwerk kan worden opgedeeld in 3 typen verbruikers, met een typisch verbruikspatroon:

1. Productief, zoals bijvoorbeeld vrachtvervoer te Futupasi, rijstpelmolens, winkelhouders, kleine ambachtsbedrijven, een ijsfabriek enz. Het consumptiepatroon van deze belading gaat uit van een constante behoefte, voornamelijk overdag tijdens werkuren.
2. Gemeenschappelijk (sociaal) gebruik, zoals voor de school, medische posten, gemeenschapscentra, dorps- en straatverlichting. Behoeftte voornamelijk voor verlichting in de avonden en overdag gebruik van koelkasten en administratieve werkzaamheden.
3. Individuele huisaansluiting. Behoeftte voornamelijk verlichting en recreatie in de avonden.

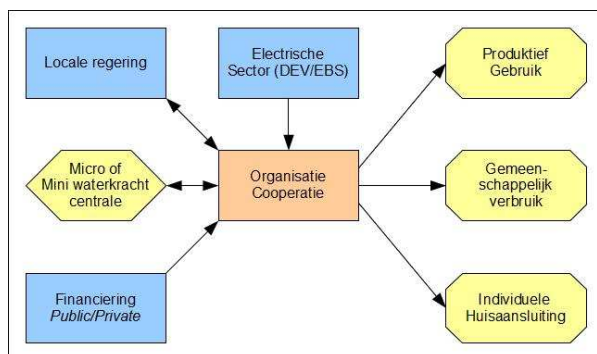
Met het profiel en een beeld van de belading kunnen de diverse actoren komen tot een onderhoudsmodel. De verschillende actoren of *stakeholders* die in het onderhoudsmodel van de micro- en miniwaterkrachtcentrales betrokken zijn:

- Lokale overheid (overheid, districtsbestuur en traditioneel gezag);
- Elektrische sector. Bedrijven en instanties die

bevoegd zijn elektriciteit te leveren aan de gemeenschap voor diverse doeleinden (DEV/EBS);

- Openbare of particuliere instanties die dit soort projecten kunnen financieren (bijvoorbeeld: Fonds Ontwikkeling Binnenland);
- Organisaties in de gemeenschap.

Er zijn twee onderhoudsmodellen te onderscheiden. Het eerste model is er één waar de gemeenschap zelf zorgdraagt voor het onderhoud. Dit kan worden uitgevoerd door een organisatie uit



Figuur 8a – Onderhoudsmodel in coöperatief verband

De onkosten voor het onderhouden van de installatie zijn voornamelijk te verdelen in:

- 1) Operationele- en basisonderhoudskosten, zoals loon van opzichters, smering, schoonmaak, metingen, onderhouden van hoog- en laagspanningslijnen.
- 2) brandstofkosten.
- 3) gespecialiseerde onderhoudskosten voor technici.

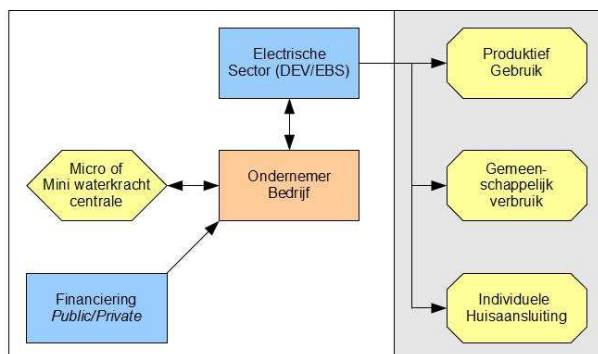
Het huidige systeem met diesलगенsets wordt onderhouden door lokaal aangetrokken opzichters die de gensets opereren. Deze opzichters zijn in dienst van de traditionele gezagstructuren en hebben ook andere taken naast het onderhouden van de stroomlevering.

De strategie voor het bevorderen van het productief gebruik van de opgewekte energie van de MWKC Puketi heeft helaas geen succes opgeleverd. Ook leert de ervaring van Puketi dat het onderhoudsmodel van de DEV van het Ministerie van Natuurlijke Hulpbronnen niet optimaal heeft gefunctioneerd. Het blijkt dat er vooral gebrek was aan technisch kader voor gespecialiseerd onderhoud.

Er hebben zich de laatste jaren op dit gebied enkele interessante ervaringen voorgedaan in het Braziliaans Amazonegebied waarin lokale traditionele gemeenschappen in collectief verband

de gemeenschap met een coöperatief karakter.

Een ander model is wanneer de distributie naar de gemeenschap toe wordt gedaan door de elektrische sector. Met name, door nutsbedrijven zoals de EBS en de DEV. De mini- of microwaterkrachtcentrale kan in dit geval ook door een bedrijf worden beheerd dat elektriciteit verkoopt aan EBS of DEV en daarmee het onderhoud voor haar rekening neemt. De beide modellen zijn weergegeven in figuur 8.



Figuur 8b – Onderhoudsmodel door nutsbedrijven

het onderhoud en productief gebruik van natuurlijke hulpbronnen zelf ter hand hebben genomen. Eén van deze ervaringen wordt beschreven door Rosa (2007) betreffende een 115 kW elektrische thermo-centrale die natuuroleie van de krappanoot (*Carapa guianensis*) gebruikt als brandstof voor het opwekken van energie in een traditionele gemeenschap. Een ander interessant initiatief is het gebruik van een alternatief onderhoudsmodel van een 50 kW microwaterkrachtcentrale in een traditioneel dorp met 42 huishoudens dat wordt beschreven door Winrock (2007).

In de staat Pará in Brazilië zijn er in de laatste 5 jaren, 6 mini-waterkrachtcentrales met opwekkingscapaciteiten tussen 90 en 160 kW gebouwd in landhervormingsgemeenschappen. Deze waterkrachtcentrales hebben een gezamenlijk vermogen van 820 kVA en voorzien 1630 huishoudens van elektriciteit. De miniwaterkrachtcentrales worden door de lokale gemeenschap onderhouden met bijstand van de lokale overheid en het Braziliaans Instituut voor Landhervorming en Kolonisatie (Els *et al*, 2010).

In de beschreven modellen wordt het beheer en onderhoud van de energiecentrale door de lokale gemeenschap zelf uitgevoerd. Een analyse van deze onderhoudsmodellen is gemaakt door Els (2008), waarin het belang van een gedegen

sociaaleconomische (en politieke) begeleiding wordt onderstreept. Beargumenteerd wordt dat dit soort initiatieven ingebouwd moeten worden in lokale ontwikkelingsprojecten met gedegen participatie van de lokale bevolking.

Het is heel belangrijk om ontwikkeling niet te vertalen als simpele economische groei of technologische modernisatie, maar als “mobilization of the own potentialities and social forces in a project of self-realization, in interactive response to nature, habitat, resource, culture and history for the realization of a project of one’s own” (Sankatsing, 2004).

Maar participatie van de lokale gemeenschap kan niet worden vertaald als het zich onttrekken van de overheid en de elektriciteitssector aan hun verantwoordelijkheid. De overheid is verantwoordelijk voor het implementeren, opstarten en begeleiden van dit soort projecten.

De ervaringen in Brazilië benadrukken het belang van een goede strategie en implementatie. Veel van de projectuitvoerders komen van universiteiten of onderzoeksinstituten. Dit brengt het voordeel met zich mee dat met alternatieven kon worden geëxperimenteerd. Ook waren de projectteams multidisciplinair, zodat alle aspecten, de technische, sociale, economische, culturele en maatschappelijke, aangepakt konden worden. Deze aanbeveling is ook verstrekt in het rapport van Amelsfort (1982) over MWKC Puketi, waarin voorgesteld is om bij soortgelijke elektrificatieprojecten ook de Faculteit der Maatschappij Wetenschappen te betrekken.

Het nadeel van projectuitvoering door wetenschappelijke instituten is dat op den duur de institutionele ondersteuning en continuïteit wegvalt. Voor de universiteiten of instituten is het alleen interessant als het een pilotproject is en er onderzoek gedaan kan worden.

Dit versterkt de noodzaak om een nieuwe vorm van projectuitvoerders te institutionaliseren. Een optie is het tot stand brengen van een speciale instantie voor rurale elektrificatie die ook lokale ontwikkeling en productief gebruik van de opgewekte energie kan bevorderen.

Conclusie

Ondanks alle problemen is MWKC Puketi een symbool van de rurale elektrificatie in Suriname. Het project werd uitgevoerd in het begin van de jaren tachtig in een periode toen het bouwen van grote waterkrachtcentrales in het Amazonegebied de prioriteit had. De ingebruikname van grote waterkrachtwerken in het Amazonegebied overschaduwde de kleinschalige initiatieven.

Puketi was de eerste microwaterkrachtcentrale gebouwd voor de elektriciteitsvoorziening voor een

traditionele gemeenschap en is als zodanig baanbrekend geweest. Ook de bouw van Puketi gebeurde in een speciale periode van de jonge geschiedenis van de Republiek Suriname. Misschien is dat één van de oorzaken waarom het mogelijk was de centrale in relatief korte tijd te bouwen. De politieke beslissing om de onderhoudswerkzaamheden van het West-Suriname Plan stop te zetten en om de vrijgekomen financiële middelen voor andere doeleinden beschikbaar te stellen, maakte de bouw van de centrale mogelijk.

De oplevering van Puketi en de werking gedurende de eerste jaren zijn een bewijs van de technische haalbaarheid van dit soort initiatieven. De ervaringen van Puketi wijzen uit dat het niet genoeg is om te beschikken over natuurlijke hulpbronnen en een goed technisch project om het succes van dit soort installaties in een traditionele gemeenschap te garanderen.

De lering die moet worden getrokken uit Puketi is, dat de sociaaleconomische en politieke begeleiding één van de belangrijke vereisten is voor de uitvoering van deze initiatieven. De installatie van de cassavemolen en houtzagerij op niet geschikte plaatsen, zonder de gewoonten en traditie van de lokale gemeenschap in ogenschouw te nemen, zijn een bewijs dat er geen sociaaleconomische voorstudie was gedaan en er helemaal geen dialoog met de gemeenschap is gevoerd.

De uitbreiding van het distributienet werd niet gekoppeld aan een aanpassing van de opwekkingscapaciteit, of een eventuele prioriteitenstelling of rationalisatie van het verbruik in de dorpen. Ook in dit opzicht was er geen strategie om met de representatieve structuren van de dorpen te onderhandelen, gezien het feit dat de vraag groter was dan het aanbod. Het was ook niet duidelijk hoe de traditionele vertegenwoordiging van de Ndjuka gemeenschap met haar organisatie in ló's in onderhandeling zou treden met de overheid. Een projectbegeleider met een multidisciplinair team zou de planning voor de uitbreiding van het netwerk naar meerdere dorpen, beter hebben kunnen voorbereiden.

Zonder de verhoging van de opwekkingscapaciteit van de MWKC en/of de aanpassing van het verbruik, trad de centrale in een cyclus van precaire functionering, met storingen veroorzaakt door overbelasting tijdens de droge tijd en stroomonderbreking veroorzaakt door blikseminslag in de regentijd als gevolg van een inadequate elektrische randaardebeveiliging. Voor elke stroomonderbreking moesten technici vanuit Paramaribo naar Puketi komen om de installatie operationeel te maken. Het isolement van de regio tijdens de jaren van de binnenlandse oorlog maakte technische assistentie aan de installatie niet

mogelijk.

De rehabilitatie van Puketi is nog steeds de beste economische optie voor het opwekken van elektrische energie voor Puketi en Futupasi. De civiele werken staan er na 26 jaar nog. De bouw van de waterkrachtcentrale te Gran Olo Sula is geen belemmering voor de renovatie van Puketi. Beide centrales kunnen parallel draaien omdat de wateraanvoer onafhankelijk van elkaar is. Bovendien is het mogelijk om met moderne regelapparatuur beide centrales op hetzelfde netwerk aan te sluiten en ook te integreren met de thermische centrales in de andere dorpen.

Bij een eventuele rehabilitatie van MWKC Puketi en uitbreiding van de opleveringscapaciteit met de bouw van de nieuwe waterkrachtcentrale zal gezocht moeten worden naar een geschikt onderhouds- en gebruiksmodel van de centrale. Daarbij zal ook gedacht moeten worden aan de betrokkenheid van de lokale gemeenschap.

De problemen die werden ondervonden in Suriname in de jaren tachtig van de vorige eeuw zijn nu, anno 2011, nog steeds actueel in de rest van het Amazonegebied. Het begint steeds duidelijker te worden dat elektriciteitsvoorziening niet los kan worden gezien van lokale ontwikkeling. Daarom moeten dit soort initiatieven als ontwikkelingsprojecten worden geïmplementeerd door een multidisciplinair projectteam met duidelijke inbreng van en controle door de lokale bevolking in conceptie en uitvoering.

Bibliografie

- ABS, Website van de Stichting Algemeen Bureau voor de Statistiek, beschikbaar te <http://www.statistics-suriname.org/images/stories/pdf/2007/census_profiel_website_16jan07.pdf> bezocht op 12/05/2011
- Amelsfort, P. 1982. Werkbezoek Mini waterkracht centrale te Poketi 2-7 aug. 1982. Faculteit der Technische wetenschappen, coördinator werkgroep werktuigbouwkunde. Universiteit van Suriname.
- Dharmesh, B. en Wiekaas, R. 2008. Rural electrification in Suriname: "Electrification policy for the interior of Suriname". Afstudeerverslag ingediend ter afronding van de studie van Bachelor of Science (BSc.) in Elektrotechniek. Anton de Kom Universiteit van Suriname.
- Del Prado, A. 1986. Suriname's eerste miniwaterkrachtcentrale. Eldorado, Paramaribo, no. 3.
- DWT, Dagblad De Ware Tijd.
- Els, R.H van. 2008. Sustentabilidade de projetos de implementação de aproveitamentos hidroenergéticos em comunidades tradicionais na Amazônia: Casos no Suriname e Amapá. 250p. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília.
- Els, R.H. van, Diniz, J.D.A.S., Souza, J.S.A de, et al. 2010. Eletrificação rural em Santarém: contribuição das micro centrais hidrelétricas. In: VII CBPE - Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, São Paulo.
- Els, R.H. van, Vianna, J.N.S. & Brasil Junior, A.C.P. 2010. Decentralized rural electrification in the Brazilian Amazon. Academic Journal of Suriname, v. 1, p. 28-35.
- Fearnside, P.M. 1990. A Hidreletrica de Balbina: O Faraonismo Irreversível Versus O Meio Ambiente Na Amazonia. Sao Paulo,: Instituto de Antropologia Meio-ambiente (IAMA), 63 p.
- Jiawan, R. 2006. Stage verslag N.V. Energie Bedrijven Suriname. Faculteit der Technologische Wetenschappen, Paramaribo.
- King, C. 1981. Het belang van micro-centrales bij de ontwikkeling van het binnenland van Suriname. Discussie stuk BWKW, Paramaribo, Suriname.
- Mhango, B. 1984. Aid and Independence the case of Suriname - a study in bilateral aid relations. Paramaribo: SWI.
- Naipal, S. 2003. Eerste oriëntatiebezoek aan de Puketie Microwaterkracht Centrale. Paramaribo, Suriname: Faculteit Technologische Wetenschappen Anton de Kom Universiteit van Suriname.
- Naipal, S. 2004. Nadere oriëntatie omtrent het herstel van de Puketi Microwaterkracht Centrale 31 januari – 4 februari 2004. Paramaribo, Suriname: Faculteit Technologische wetenschappen Anton de Kom Universiteit van Suriname
- Rosa, V.H.S. 2007. Energia elétrica renovável em pequenas comunidades no Brasil: Em busca de um modelo sustentável. 436p. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília.
- Sankatsing, G. 2004. People's vote compatible with people's fate. In MENKE, Jack (Ed). Political Democracy Social Democracy and the market in the Caribbean. Paramaribo: Anton de Kom University of Suriname.
- Schalkwijk, M. 1994. Suriname het steentje in de Nederlandse schoen: van Onafhankelijkheid tot Raamverdrag. Paramaribo: Firgos.
- Scholten, B. 1994. Bosnegers en overheid in Suriname - De ontwikkeling van de politieke verhouding 1651-1992. Paramaribo: Afdeling Cultuurstudies/MINOV.
- Spalburg, J.G. 1979. De tapanahony Djuka rond de eeuwwisseling: het dagboek van Spalburg (1896-1900). Utrecht: Centrum voor Caraïbische Studies, Instituut voor Culturele Antropologie.
- Suriname. 1980. Een overzicht van de ontwikkelingen van electriciteits voorziening in het binnenland van Suriname. Ministerie van Binnenlandse Zaken en Distriktsbestuur – Directoraat Distriktsbestuur. Paramaribo.
- Suriname. 2006. Meerjaren Ontwikkelingsplan 2006 - 2011: Strategie voor duurzame ontwikkeling Republiek Suriname. Paramaribo: Regering van de Republiek Suriname.
- Tiago Filho, G.L. & Lemos, H. 2006. Energização de comunidade isolada na amazônia - projeto microcentral Canaã. PCH noticias SHP news, revista 32 ano 9, p. 23-27.
- Westermann, J.H. 1971. Historisch overzicht van de wording en het onderzoek van het Brokopondo-Stuwmeer. Nieuwe West-Indische Gids, 48ste jaargang, 'S-Gravenhage, Martinus Nijhoff, p.1-55, 1971, beschikbaar te: <<http://ufdc.ufl.edu/UF00099461/00053>> bezocht op 12/05/2011
- Winrock. 2007. Amazon Energy Initiative: Proposal of an Energy Generation Model Based on Renewable Natural Resources and Promoter of Local

Development in the Amazon Region. Winrock
International Brasil, 2007. Beschikbaar te:

<<http://www.winrock.org.br/reports/IEA.htm>>.
bezoekt in maart 2008.