

Pentti Kaitera

Afrikan vesikysymys

Vesitalous, 6, 1968, 10 s.

© Vesitalous/ Ympäristöviestintä Oy

Afrikan vesikysymys

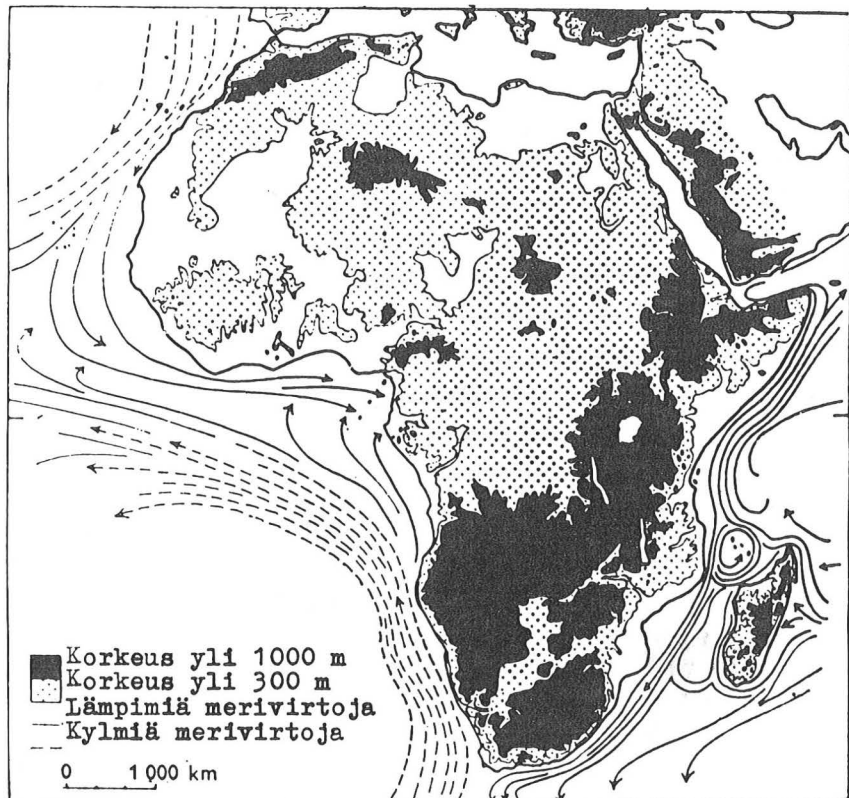
Afrikan vesikysymys on kokonaisuudessaan niin laaja probleemiryhmä, että tällaisen lyhyen esityksen puitteissa on mahdollista siihen puuttua mainitsemalla vain esimerkin luonteisesti eräitä tärkeimpiä aspekteja.

Aluksi on todettava, että Välimeren rannikko eroaa huomattavasti mantereen muista osista. Sijaitessaan vanhan maailman keskustassa siellä on jo vuosituhansia sitten vallinnut korkea kulttuuri. Niilin laakso, jossa väestötiheys on edelleenkin maapallon suurimpia, on erityisasemassa Pohjois-Afrikan suhteen nimenomaan juuri vesikysymyksensä vuoksi. Tämä tunnettu vanha kulttuurikeskittymä syntyi joen tulva-alueiden äärelle, kun tulvien tuoma liete piti maan viljavana ja teki siten mahdolliseksi pysyvän viljelyksen. Suurten tulvien torjuminen ja kastelukanavien teko pakotti väestön yhteistoimintaan, mikä on ollut vaikuttamassa korkean kulttuurin syntymiseen ja keskitettyyn hallintojärjestelmään tässä jokilaaksossa. Sen sijaan muu osa Afrikasta, jonka Saharan erämaa erottaa Välimeren rannikosta, on tullut itsenäisinä kansakuntina yleismaailmalliseen tietoisuuteen varsin myöhään, suurelta osalta vasta tällä vuosikymmenellä. Tämä samoin kuin taloudellisen toiminnan alhainen taso riippuu oleellisesti niistä rajoituksista, joita vesikysymys on kehitykselle asettanut.

Meriyhteyksiin nähden pääosa Afrikkaa on erittäin epäedullisessa asemassa. Laajassa manteressa, joka on pinta-alaltaan viidesosa maapallon maa-alasta, ei ole syvälle ulottuvia merenlahtia tai sisämeriä, vaan manner on yhtenäinen massiivi, ikäänkuin torso, ruumis vailla päätä ja raajoja. Liikennekelpoisia jokia on hyvin vähän johtuen tämä osaltaan siitä, että pitkän kuivakauden aikana suuretkin joet ovat täysin vedettömiä tai erittäin vähävetisiä. Afrikassa joet jaetaan kahden pääryhmään: »seasonal rivers» ja



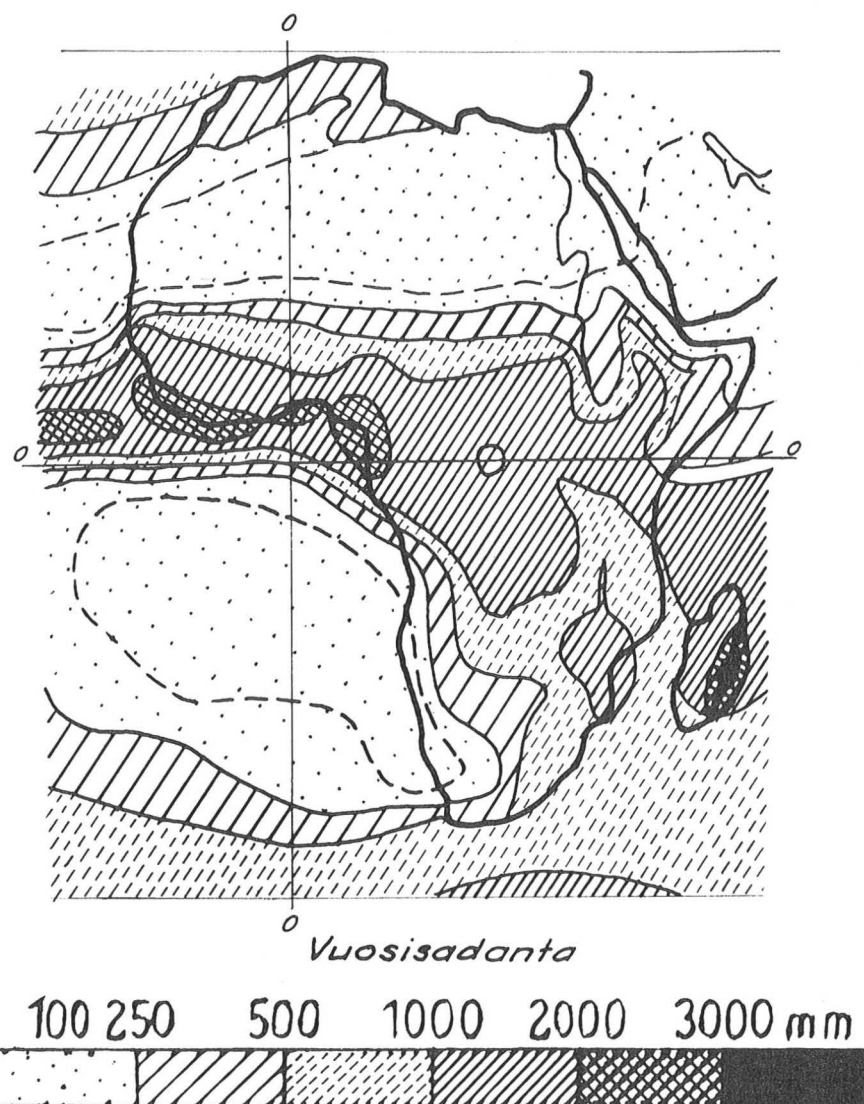
Kuva 1. Kuivunut, hiekan peittämä joki Lounais-Afrikassa kuivakaudella. Vuosisadanta n. 400 mm.



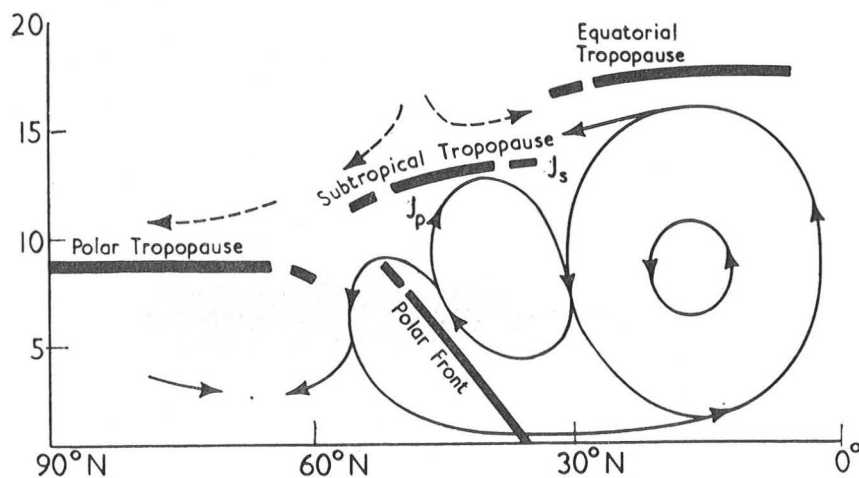
Kuva 2. Afrikan korkeuskartta sekä merivirrat ympäröivillä merillä (Ahlmannin mukaan).

»permanent rivers» (kausijokia ja pysyviä jokia). Suuren haihtumisen johdosta noin kolmannes Afrikan alasta on laskujoetonta. Mereen virtaaville joille on lisäksi ominaista, että niiden alajuoksulla on suuria putouksia estäen suorat meriyhteydet. Tämä johtuu siitä, että manteren reunaosissa on laajoja ylätasankoja, jotka kohoavat sisämaasta rannikkoa kohden laskeutuakseen lähellä merta niin jyrkästi, että pääosassa mannerta esimerkiksi 300 metrin korkeuskäyrä noudattaa meren ranta-viivaa vain muutaman kymmenen kilometrin päässä siitä, kuten ilmenee kuvasta 2. Afrikassa aikoinaan laajalle levinneen orjakaupan ylläpitäjänä olikin se, että tarvittiin kantajia kauppatavar-
 ran kuljettamiseksi sisämaasta rannikolle. Mm. kuuluisa lähetyssaarnaaja ja tutkimusmatkailija Livingstone kohdisti Afrikan matkoillaan keskeisen huomion siihen, olisiko löydettävissä liikennöimiskelpoisia jokia sisämaasta rannikolle, jotta ei tarvittaisi orjakaravaaneja.

Kuvassa 2 on syytä kiinnittää huomiota myös kylmiin ja lämpimiin merivirtoihin sekä 1 000 m korkeampien alueiden sijaintiin, koska niillä on merkitystä sadesuhteiden jakaantumiselle manteren eri osissa. Sijaitessaan päiväntasaajan molemmin puolin, 35:n pohjoisen ja eteläisen leveysasteiden välillä, Afrika ei ole vain kuumin vaan myös kuivin maapallon mantereista. Siellä on laajemmalti erämaita kuin millään muulla manterella. Ilman lämmetessä päiväntasaajalla ja kohotessa ylöspäin muodostuu meridiaanien suunnassa ilmanpainejakaantuma, jossa korkeampi ilmanpaine työntää 45:n leveyspiiriltä alkaen ilmassoja päiväntasaajaa kohden. Vertikaalileikkauksessa (kuva 3) tämä merkitsee sitä, että muodostuu meridionaalinen sirkulaatio, jossa päiväntasaajan molemmin puolin



Kuva 4. Afrikan sadekartta.

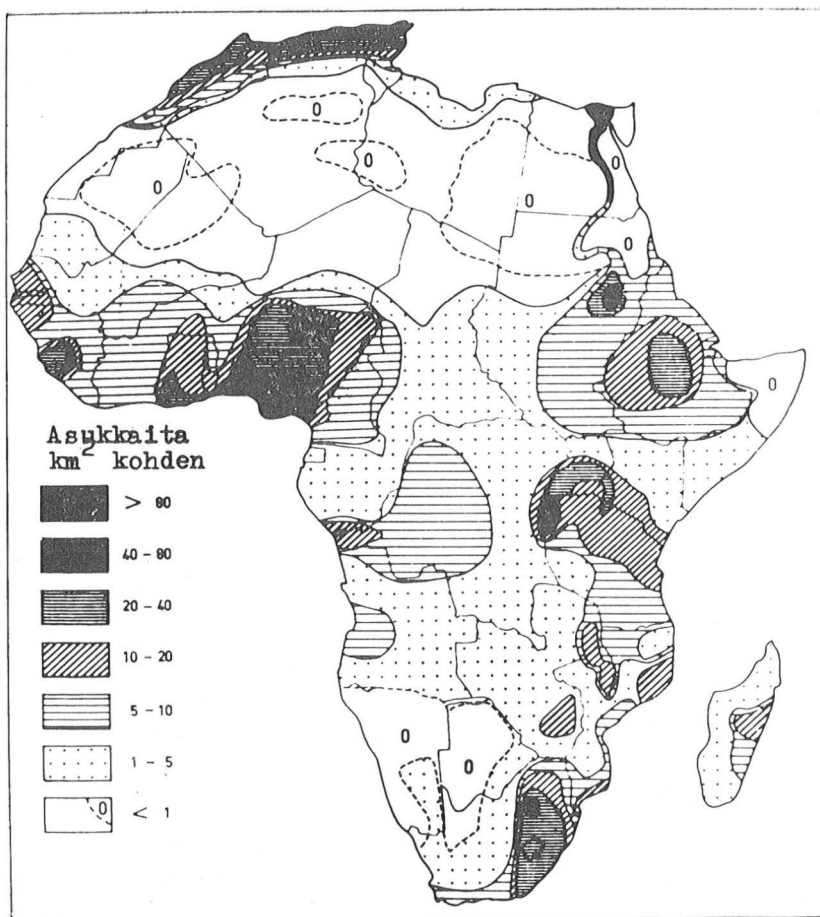


Kuva 3. Keskimääräinen vertikaalinen, meridionaalinen sirkulaatio E. Palménin mukaan (Lamb) pohjoisella pallon puoliskolla. Korkeus km:nä.

ilmavirtausten yleinen suunta on kylmemmistä ilmakerroksista ja seuduista lämpimämpiä kohden. Kun lämmin ilma kykenee pidättämään vesihöyryä suu-

remman absoluuttisen määrän kosteutta kuin kylmä ilma, merkitsee tämä sitä, että ilman suhteellinen kosteus näissä ilmavirtauksissa päiväntasaajan molemmin puolin on alenemassa aiheuttaen sateettomuutta ja laajojen aridisten vyöhykkeiden syntymisen. Päiväntasaajalla taas kohoavat ilmavirrat aiheuttavat sadevyöhykkeen muodostumisen. Nämä yleiset säännönmukaisuudet tulevat selvästi ilmi Afrikan sadekartasta (kuva 4), kun lisäksi otetaan huomioon kylmät ja lämpimät merivirrat sekä maaston korkeussuhteet. Tämän sadekartan rinnalle on syytä asettaa Afrikan väestötiheyttä osoittava kartta (kuva 5), mistä ilmenee, että väestökeskittymät ovat yleensä saderikkailta alueilla ja rannikolla. Aivan selvä tämä riippuvuussuhde ei ole. Esimerkiksi Niilin laakso muodostaa poikkeuksen kastelumahdollisuuksiensa vuoksi.

Pelkästään sadekartan antama kuva Afrikan vesivaroista on kuitenkin har-



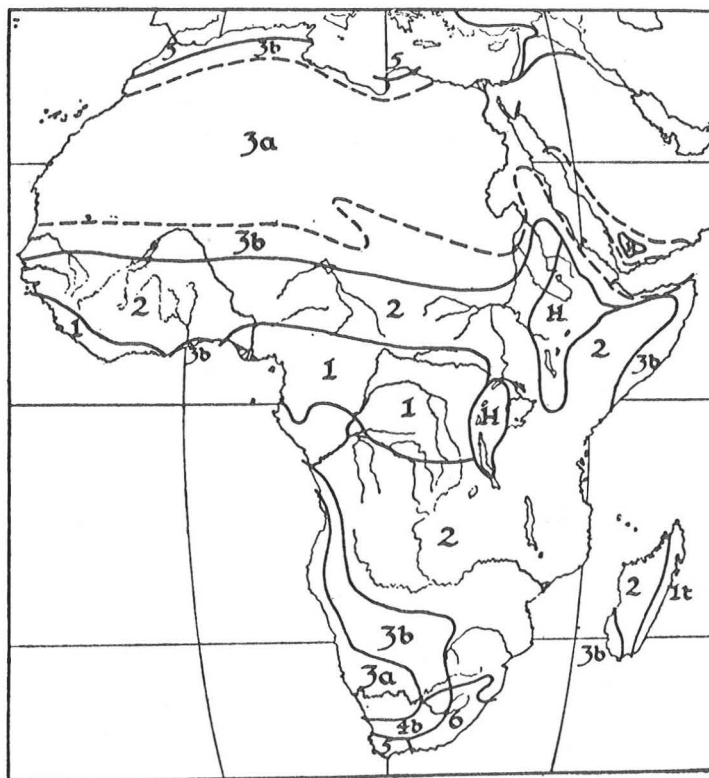
Kuva 5. Afrikan väestökartta (Ahlmann).

haanjohtava, sillä myös haihdunnalla on niihin oleellinen merkitys. Afrikassa on laajoilla alueilla vuosisadanta samaa suuruusluokkaa kuin Suomessa eli n. 500—700 mm, tai jonkin verran näiden arvojen ylä- ja alapuolella. Mutta vuosi-haihdunta näillä alueilla on vapaasta vesipinnasta 2 000—4 000 mm, kun se Suomessa on 200—400 mm. Tästä runsaasta haihdunnasta johtuen Afrikassa pääsee valumaan jokiin pääosassa mannerta vähemmän kuin 5% vuosisadannasta, kun vastaava valuntaprosentti Suomessa on 40—70. Tällä seikalla onkin aivan ratkaiseva merkitys mm. kaikissa sellaisissa suunnitteluissa, joiden tarkoituksena on tehostaa luontaisten vesivarojen käyttöä. Edellämäinitun lisäksi niissä joudutaan ottamaan huomioon ne valtavat vesimäärät, jotka tarvitaan haihtumishäviöihin varastoal- taissa ja kastelualueilla.

Erityisen epäedulliseksi tulee vesiva- rojen käyttö Afrikassa sateitten vuosi- jakaantumisen johdosta. Euroopassakin sateilla on selvä vuosijako, mutta Afri- kassa sade- ja kuivakausien ero on aivan toista suuruusluokkaa. Jotenkin sateetonta kautta kestää suurimmassa osassa mannerta useita kuukausia. Kuiva- ja sadekaudet jakavatkin siellä

vuoden viljelystoimintaa ajatellen kah- teen osaan, tuottamattomaan ja tuotta- vaan, kuten talvi- ja kesäkaudet Suo- messa. Sadevyöhyke siirtyy eri vuoden- aikoina Afrikassa yleensä auringon liik- keiden mukana ja paikoin esiintyy kaksi sadekautta hieman vähäsisemmän jakson jäädessä niiden väliin.

Kuivakausien pituus, joka on käänteis- sessä korrelaatiossa vuosisadannan määrän kanssa, määrää Afrikassa kas- vuston luonteen ja ilmastotyypit (kuva 6). Trooppisissa sademetsissä, joissa vuosisadanta on laajoilla alueilla 1 500—2 000 mm kohoten paikoin 4 000—5 000 mm:iin ja Kamerun vuoris- tossa aina 10 000 mm:iin, sateen vuosi- jakso puuttuu osaksi kokonaan tai kui- vakaudet kestävät korkeintaan pari kuu- kautta. Trooppisessa savanni-ilmastos- sa kosteilla savanneilla kuivakaudet kestävät 2—5 kk vuosisadannan ollessa 1 100—1 600 mm. Savannivyöhykkeen äärialueilla, kuivilla savanneilla kuiva- kaudet kestävät vastaavasti 5—8 kk vuosisadannan vaihdelta 400—1 100 mm. Aroalueilla 8—10 kk:n kuivakaudet muodostavat väli-ilmaston siirryttäessä erämaailmaston suurine lämpötilavaihteluineen ja tilapäisine sateineen, jotka esiintyvät usein myrskyihin liittyen. Itä-Afrikan ylätasangolla, jonka korkeus on yli 1 000 m, on ylätasankoilmasto, jossa keskimääräinen vuosisadanta



Kuva 6. Ilmastotyypit Afrikassa (Ahlmann). 1. trooppinen sademetsä- ilmasto, 2. trooppinen savanni-ilmasto eli kesäsadeilmasto, 3. Aridinen ilmasto: 3a erämaata, 3b aroa, 4a aroa korkeammilla leveysasteilla, 5. Välimeren ilmasto, H. yläköililmasto.

vaihtelee eri alueilla 500—2 500 mm. Vuosihaihdunta vapaasta vedenpinnasta on täällä samoin kuin Välimeren ilmastossa paikoin alle 2 000 mm johdun osaksi alhaisemmasta lämpötilasta.

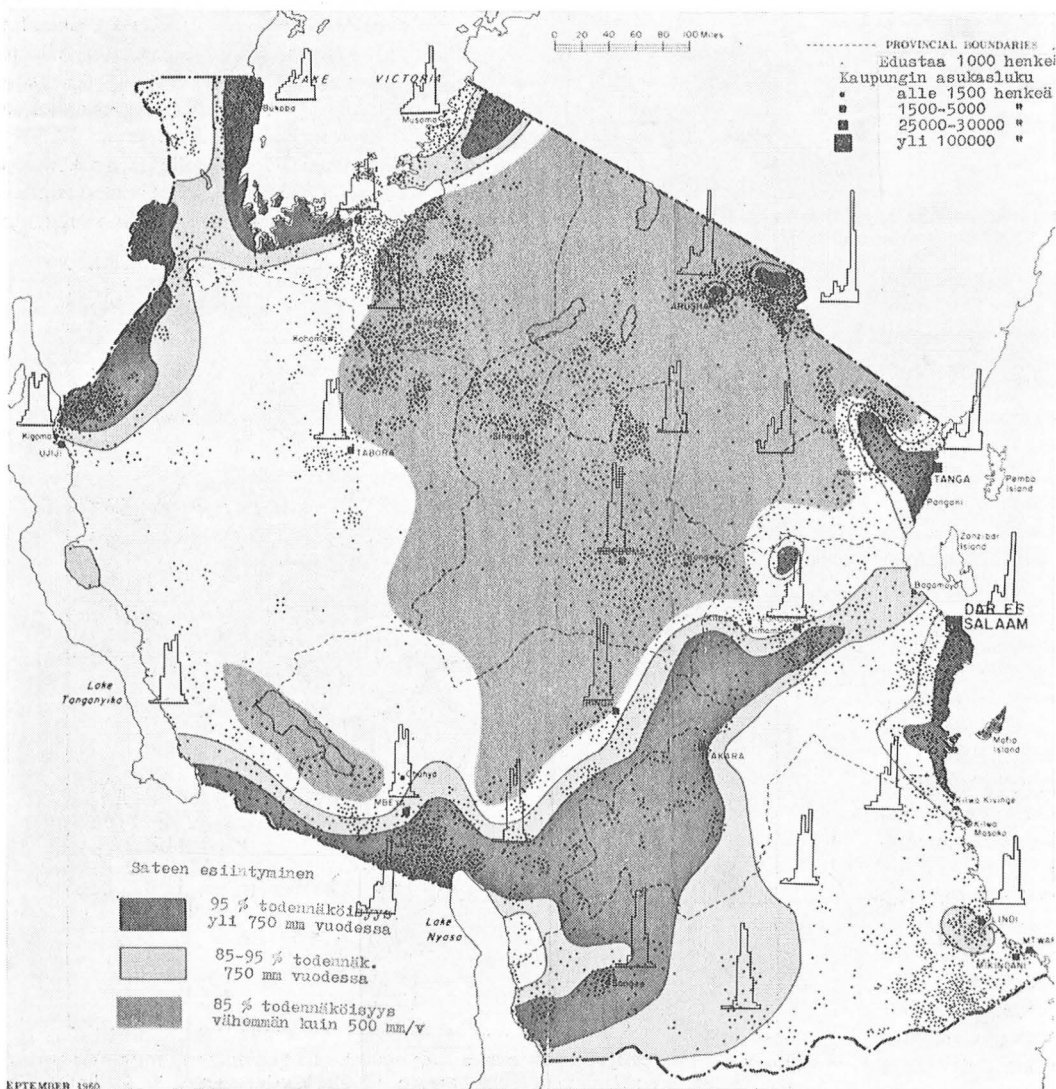
Sadekauden satelleille on ominaista Afrikassa se, että saderankkuus on huomattavan suuri, paljon suurempi kuin Suomessa. Sellaisillakin alueilla, joissa vuosisadanta on suhteellisen alhainen, saderankkuus voi olla jopa suurempi kuin saderikkailla alueilla — sadekausi on vain lyhyempi. Tällä seikalla on merkitystä viljelystoiminnassa sikäli, että sade-eroosion vaara on erittäin suuri. Kun viljelyksiä raivattaessa hävitetään pensaikko ja maata peittävä kasvipeite, vesi pääsee kuluttamaan maan pintaa syville urille ja rotkoille sekä kuljetta-
maan siitä pois maata ja kosteutta sitovan humuskerroksen. Tämä humuksen häviäminen tehostuu vielä sen kautta, että suojaavan peitteen poistuttua maanpinta lämpiää voimakkaammin.

Tällaiset seikat aiheuttavat, että uuden-
aikaiset viljelysmenetelmät koneita käyttäen voivat muodostua vaikutuksiltaan katastrofaaliseksi. Kuuluu esimerkiksi tästä on englantilaisten toimesta v. 1947 aloitettu laajasuuntainen maapähkinän viljelysyritys Tanganyikan kaakkoisosassa. Tarkoituksena oli tuottaa 600 000 tonnia maapähkinöitä vuodessa 1,2 milj. hehtaarin alalla perustamiskustannusten ollessa arvioiden mukaan 25 milj. puntaa. Jo v. 1951 perustamisvaiheen ollessa vielä pahasti kesken todettiin, että tuotantolaskelmat olivat olleet liian optimistisia ja kustannukset olivat nousseet jo 37 milj. puntaan. Tällöin suunnitelman toteuttaminen keskeytettiin ja yritys loppui pian ilman, että uhrattuja kustannuksia saatiin juuri lainkaan takaisin. Sadesuhteiden ohella sopimaton maaperä vaikutti yrityksen epäonnistumiseen.

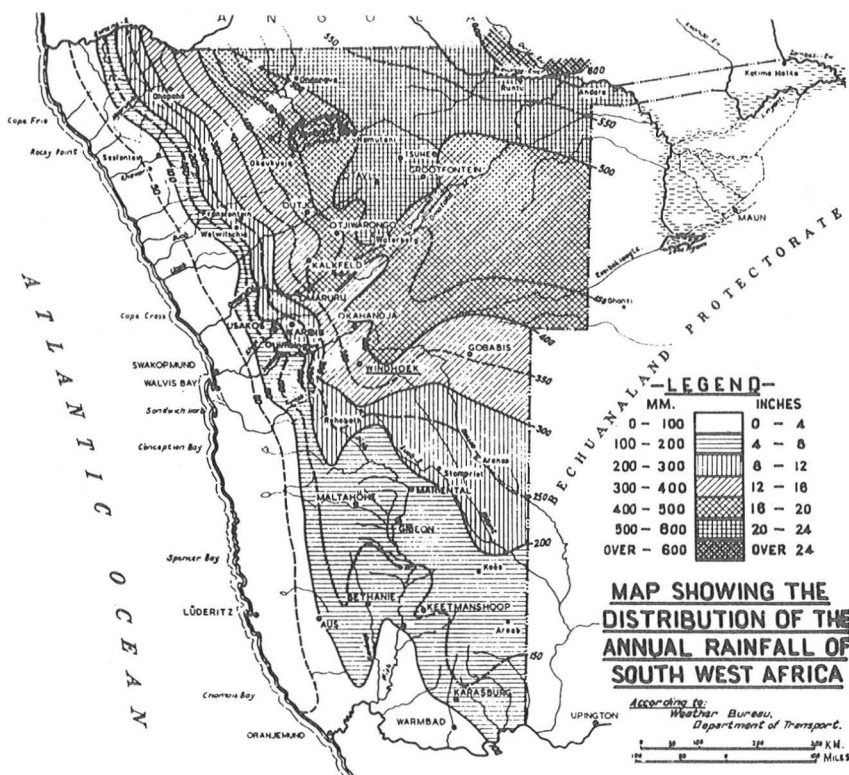
Vuosisadanta Tansanian eri osissa ilmenee kuvasta 7 ja myös sateen jakaantuminen eri kuukausien osalle sa-

masta kuvasta. Kuvasta nähdään myös väestötiheyden vaihtelu maan eri osissa. Se ei kaikkialla noudata sateiden alueellista jakaantumaa. Huonot liikeneyhteydet, maaston korkeussuhteet ja maalajit, mm. maan liiallinen suolapitoisuus ja laajat suoalueet sekä unitauti estävät asutuksen leviämistä tietyille alueille.

Toisen esimerkin sateiden jakaantumasta olen ottanut Lounais-Afrikasta (kuva 8). Sateen vuosijakso käy ilmi kuvasta 9. Vuosisadanta lisääntyy sateetomalta rannikkovyöhykkeeltä koillista kohden. Runsainta se on Ambomaalla ja Okavangolla, missä Suomen lähetysseuralla on ollut työkenttä 100 vuotta. Näillä alueilla on myös Lounais-Afrikan väestön painopiste (kuva 10). Ambomaalla sateet vaihtelevat suuresti eri vuosina. Toisinaan on poikkeuksellisen suuria tulvia, jotka täyttävät alavat, pohjois-eteläsuuntaiset notkelmat, ns. oshanat. Toisinaan taas on vaikeita kuivakausia, jotka aiheuttivat aikaisem-



Kuva 7. Vuosisadannon todennäköisyys, kuukausisadannot ja asutuksen sijoittuminen Tansaniassa v. 1960 (The economic development of Tanganyika).



Kuva 8. Lounais-Afrikan sadekartta (mm).

min huonojen liikenneyhteyksien vuoksi suurta nälänhätää. Ambomaan vesikysymykseen palaan vielä myöhemmin.

Vuosisadannan vaihtelut voivat muuallakin Afrikassa olla suuria. Pitkäaikaista hydrologista jaksollisuutta kuvaava on Viktorian järven vedenkorkeusvaihteluista osoittava käyrä (kuva 11). Se on siitä mielenkiintoinen, että jaksollisuus noudattaa huomattavassa määrin auringonpilkkujaksoa, millaista yhtäläisyyttä ei yleensä hydrologisten ja kosmisten ilmiöiden pitkäaikaisissa vaihteluissa näin selvänä todeta. Viktorian järvi, joka on toiseksi suurin makean veden allas maapallolla, sijaitsee päiväntasaajalla.

Afrikassa on laajoja tasaisia alueita. Sadeaikoina virtaavat vedet leviävät niille muodostaen laajoja suoalueita, ja niiltä tapahtuva haihdunta alentaa vesistöjen virtaamia. Esimerkiksi Viktorian järvestä laskeva Niili leviää Pohjois-Sudanissa Bahr el Chazalin soille, joiden ala on yli 20 000 km². Runsas haihdunta täällä vähentää joen virtaamia 850 m³:sta 450 m³:een sekunnissa siitä huolimatta, että suoalueille laskee laaja oma vesistösystemi.

Edellä on esitetty eräitä piirteitä Afrikan vesikysymyksestä luontaisten olojen kannalta ja niistä vaikeuksista, joita siihen liittyy väestön toimeentuloa ja taloudellista kehitystä ajatellen. On kuitenkin todettava, että juuri vesira-

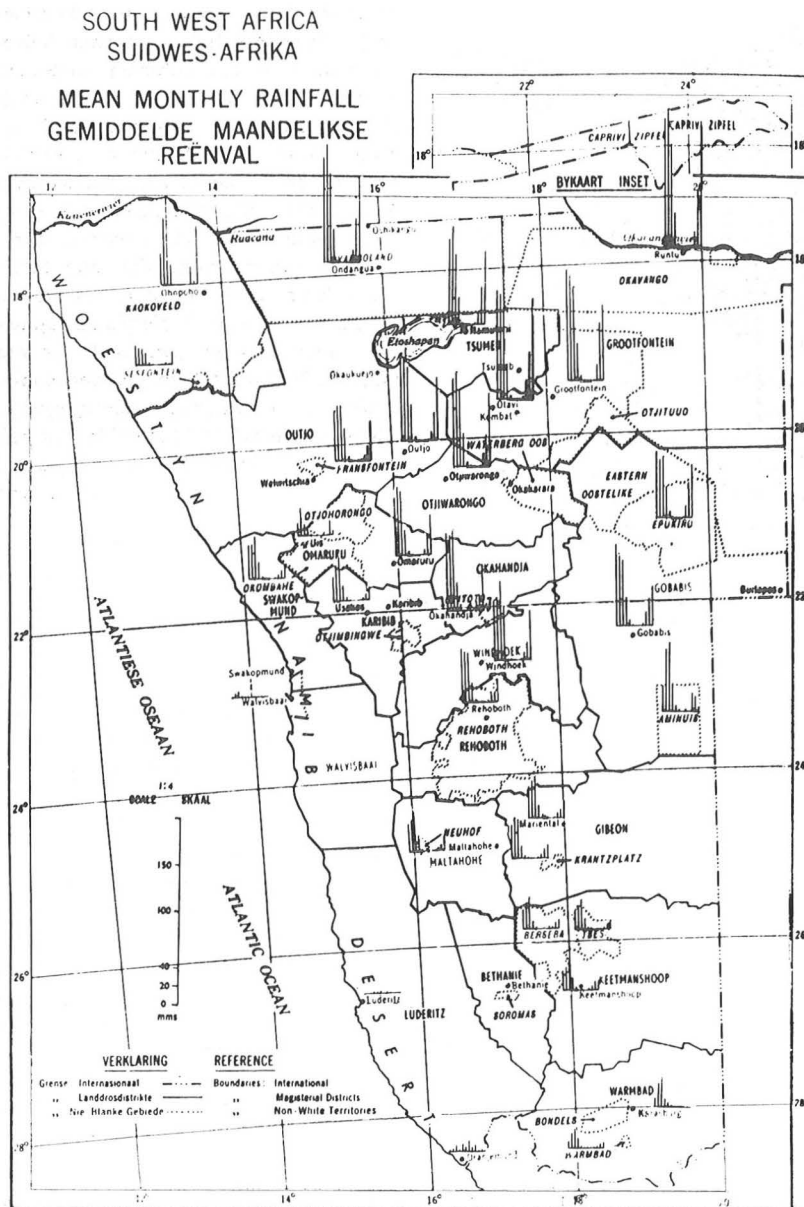
kennuksen alalla nykyinen tekniikka tarjoaa suuria mahdollisuuksia muuttaa luonnon olosuhteita haluttuun suuntaan. Vesirakennustyöhän olivat jo vuosituhsia sitten esimerkiksi Niilin laaksossa mittasuhteiltaan huomiota herättäviä. Nykyaikana mm. Hollannin vesirakennustyöt ja monet suuret projektit eri puolilla maapalloa korkeiden patojen ja suurten varastoaltaiden rakentamiseksi vesistöihin ovat suurimpia rakennustyöitä, mihin on ryhdytty. Tällaiset mittasuhteiltaan yhä laajasuuntaisemmat tehtävät ovat tulleet mahdollisiksi erityisesti maansiirtokoneissa ja räjäytystöissä tapahtuneen mullistavan kehityksen ansiosta. Suurille vesirakennustöille on ominaista, että niillä pyritään saavuttamaan parannusta samanaikaisesti useaa erilaista tarkoitusta silmälläpitäen. Tällaisista tarkoituksista mainittakoon veden hankinta väestölle, karjalle, maan kasteluun ja teollisuuden tarpeisiin, vesivoiman tuottaminen, liikenneolosuhteiden parantaminen, kalastusmahdollisuuksien luominen jne. Ryhdynkin nyt tarkastelemaan Afrikan vesikysymystä näitä tehtäviä silmälläpitäen.

Laajoilla alueilla Afrikassa on käyttöveden saanti väestölle erittäin vaikea ongelma. Vesi joudutaan noutamaan kantamalla kapeita, usein mäkisiä polkuja pitkin jopa useiden kilometrien etäisyydeltä asumuksista. Kuivina aikoi-

na vedenottoa paikkoina ovat notkonteissa ja alavissa kohdissa maahan kaivetut kuopat, joiden pohjasta koetetaan ammentaa viimeinenkin savinen vesitiikka. Laadultaan tällainen vesi on aivan ala-arvoista aiheuttaen monenlaisia vaikeita sairauksia, mitkä ovat Afrikan pahimpia vitsauksia. Parannusta olosuhteisiin on saatu etenkin porakaivojen avulla. Paitsi sitä, että tällaisia kaivoja voidaan edullisesti tehdä verraten pieniäkin ihmisryhmiä ajatellen, niiden vesi on tavallisesti vapaata tautien aiheuttajista. Pohjaveden suolapitoisuus, joka yleensä lisääntyy syvemmälle mentäessä, voi kuitenkin olla haitallisen suuri, ja sateiden vähäisyydestä johtuen suolaisen veden päällä olevan makean veden kerros voi olla hyvin ohut niin, että kulutuksen lisääntyessä vesi voi muuttua suolaiseksi. Toisin paikoin voi pohjavesi olla peräisin tuhansien vuosien takaa ajalta, jolloin ilmasto Afrikassa oli kosteampi ja jolloin saattoi muodostua suuria makeaa vettä sisältäviä pohjavesivarastoja nykyään vähäsateisille seuduille. Tällaiset vesivarastot eivät kuitenkaan voi tyydyttää pitkäaikaista ja runsasta vedenkulutusta, kun sateet eivät tuo niihin täydennystä. Mutta jos maaperässä on vettä helposti läpäiseviä kerrostumia, voi runsaitkin vesimääriä virrata porakaivoihin pitkien matkojen takaa. Kalliopeirä peittävät irtomaakerrostumat ovat Afrikassa huomattavan paksuja ja homogeenisia, mikä luo edellytyksiä pohjavesivarojen käytölle.

On myös ilmeistä, että Afrikassa on monin paikoin hyviä mahdollisuuksia tekopohjaveden muodostamiselle johtamalla pintavesiä helposti vettä läpäiseviin kerrostumiin. Tällaiset maan huokostilaan tehdyt vesivarastot ovat sikäli edullisia, että haihdunta ei pääse aiheuttamaan häviöitä ja tautibakteerit kuolevat suhteellisen nopeasti. Tekopohjaveden käyttöhän on sen edullisuuden vuoksi lisääntymässä kaikkialla nopeassa tahdissa. Afrikassakin on laadittu mm. sellaisia suunnitelmia, joissa edellytetään tulva-altaiin padotetun veden lisäävän suotautumista pohjavesiin. Pohjavesivarojen käytön tehostaminen onkin ensimmäisiä tehtäviä Afrikassa pyrittäessä parantamaan veden saantia. Toisaalta porakaivojen teko on paikoin nostanut uusia ongelmia. Esimerkiksi Itä-Afrikassa on todettu väestöä karjoineen kerääntyvän tällaisten kaivojen ympäristöön niin runsaasti, että laidunta ei riitä karjalle, joka syö ja polkee maan paljaaksi, jolloin eroosion haittavaikutukset tulevat esille.

Pintavesien käyttöä on Afrikassa tehostettu niin kuin muuallakin aridisilla



Kuva 9. Sateen vuosijakso eri osissa Lounais-Afrikkaa.

alueilla rakentamalla maasta patoja pienten varastoaltaiden muodostamiseksi notkonteisiin, joissa tapahtuu veden virtausta sadeaikoina. Tällaisia pieniä altaita on monin paikoin tehty huomattavan runsaasti paitsi väestön erityisesti karjan tarpeita varten. Kun haihtuminen tällaisissa avoaltaissa on yleensä 2 metrin suuruusluokkaa vuodessa, niistä saatava vesi pyrkii kuivina aikoina jäämään määrältään vähäiseksi ja laadultaan huonoksi. Mm. Lounais-Afrikassa, Ambomaalla, on viime aikoina tehty runsaasti oshanoiden, noiden alavien tulva-alueiden yhteyteen penkereillä ympäröityjä vesivarastoja, jotka täytetään tulvien aikana pumppuamalla. Kun pengermaat otetaan altaita syventämällä saadaan veden syvyydeksi niissä vähintään 5–6 m. Kuitenkin

haihtumishäviö tällaisista altaista on n. puolet vesivarastosta. Haihtumisen estämiseksi kokeillaan erilaisilla vedenpintaan asetetuilla peitteillä, joiden epäkohtana kuitenkin on se, että tuuli pyrkii painamaan ne rannoille. Kuva 12 esittää pienten peitelevyjien kokeilua Ambomaalla.

Tällaisista pienistä altaista riittää vettä kasteluun yleensä aivan pienille aloille. Mm. Itä-Afrikassa riittävän runsassateisilla seuduilla voidaan riisin viljelyä harjoittaa alavissa kohdissa, joihin sadevesiä keraantyy, missä ne kootaan vain muutaman aarin suuruisille viljelyspalstoille niitä ympäröivien matalien penkereiden avulla. Riittävän kasteluveden saamiseksi joudutaan yleensä laajasuuntaisempiin vedenjärjestelyihin, jotka tulevat huomattavan kalliik-

si. Kustannuksia lisää se, että kastelualueella on tehtävä tavallisesti myös maapinnan muotoilua ja muita sellaisia järjestelyitä, joita tarvitaan suoritettaessa kastelua valutusta tai padotusta käyttäen. Keski- ja Pohjois-Euroopassa, missä kastelu on ns. täydennyskastelua, luontaisten sateitten lisäksi tarvittavan veden määrä on yleensä alle 200 mm satokautta kohden. Afrikassa poutakausien sateettomuudesta ja pituudesta johtuen kasteluveden tarve on yleensä suuruusluokkaa 500...2500 mm vuodessa. Tästä johtuen sadetuskastelu, joka on vähemmän riippuvainen maapinnan viettosuhteista, mutta jossa perustamiskustannukset ja energian kulutus ovat erityisen suuret, tulee vielä kalliimmaksi kuin valutus- tai padotuskastelu, joten kastelualueet on yleensä valittava tasaisilta mailta, mikä rajoittaa kastelun käyttömahdollisuuksia. Tätä lisää vielä se, että alavilla, tasaisilla alueilla maan suolapitoisuus heikentää viljelymahdollisuuksia. Suolapitoisuushan johtuu usein siitä, että tulvavesien valuessa alaville kohdille, jotka maan rakenteen puolesta muutoin olisivat hyviä viljelysmaita, haihdunta on vuosituhsien aikana jättänyt veden mukana kulkeutuneet suolat maahan tehden ne viljelyseen kelvottomiksi. Kuva 13 esittää tällaista maata Ambomaalla oshan pohjassa. Suolojen poistaminen maasta on niin kallista, että toistaiseksi se tulee kysymykseen vain harvoin.

Suurisuuntaisin kastelujärjestelmä Afrikassa liittyy Assuanin padon rakentamiseen, minkä ensimmäinen vaihe tapahtui englantilaisten toimesta vuosina 1899–1912. Pato tehtiin tuolloin 46 m korkeaksi ja sen avulla varastoitu vesimäärä riittää 530 000 hehtaarin säännölliseen kasteluun Egyptissä. Uusi padon rakentamishjelma on parhaillaan käynnissä ja sen on suunniteltu valmistuvan v. 1970. Uuden padon korkeus on 110 m ja se on kymmenenneksi suurin betoni- ja kalliopato maailmassa. Sen yläpuolelle padotto allas, Lake Nasser, on n. 500 km pitkä ja keskimäärin 10 km leveä ulottuen n. 150 km Sudanin puolelle. Tämän vesivaraston avulla voidaan laajentaa kastelualueita n. 700 000 hehtaaria sekä tuottaa yhden ja kahden sadon asemesta kolme satoa vuodessa lähes 3 milj. ha:n alueella. Padon yhteyteen rakennettava vesivoimalaitos tehdään virtaamalle 2 300 m³/s ja sen teho on 2 100 MW. Pato tehdään Niilin alimman kataraktin kohdalle, johon saakka joki on liikennöitävissä, ja muodostaa Lake Nasser tälle vesitielle jatkon pitkälle Sudanin alueelle.

Suurisuuntaisista yhtenäisesti hoide-



Kuva 12. Haihtumisen ehkäisemistä vesivarastosta kokeillaan Lounais-Afrikassa peitelevyjä käyttäen.

hin onkin ensi sijassa kiinnitettävä huomiota tuotantoa lisättäessä. Mutta kun jo nyt on huomattava osa ihmiskuntaa aliravittua ja ihmiskunnan määrän arvioidaan kaksinkertaistuvan tämän vuosisadan aikana, on ilmeistä, että tulevaisuudessa joudutaan yhä lisääntyvässä määrin viljelysten keinotekoiseen kasteluun. Ihmiskunnan ravintohan saadaan biologisen toiminnan tuloksena ja luonto on vedenkulutuksessa tuhlaava. Esimerkiksi viljakilon tuottaminen vaatii 500—1 000 litraa vettä ja lihakilon tuottaminen 5 000—10 000 litraa vettä.

Afrikassa erityisesti kasteluveden tarve ja riittävyys tulee muodostamaan keskeisen ongelman. Tällaiset tulevaisuuden näköalat ovat syynä siihen, että viimeksikuluneen 15 vuoden aikana on suolan poistaminen merivedestä tullut tärkeäksi teknillistä ratkaisua odottavaksi tutkimuskohteeksi. Menetelmiä kehitellään useilla eri linjoilla kuten haihduttamista, jäädyttämistä ja erilaisia membraaneja käyttäen. Seurauksena on ollut, että kun viime vuosikymmenen alussa suolan poisto yhdestä kuutiometristä merivettä maksoi n. 5 Smk, se nykyään suuressa mittakaavassa suoritettuna maksaa vain noin kymmenennen osan tästä. Menetelmät ovatkin ekehittyneet käytännön toteuttamisen asteelle olosuhteissa, joissa on riittävä, keskitetty vedenkuutus ja sellaisen energian tarve, jonka jätelämpöä voidaan käyttää suolan poistossa. Kolme vuotta sitten oli Washingtonissa ensimmäinen kansainvälinen suolanpoistokongressi. Siellä käydyissä keskusteluissa tuotiin esille, että johtuen kasteluveden runsaasta määrästä hehtaaria ja satokautta kohden suolanpoistossa

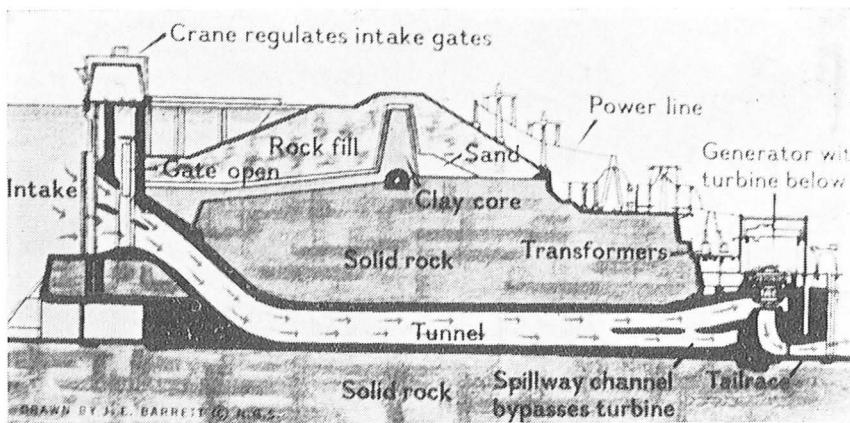
tulisi hinnan vesikuutiometriä kohden alentua vielä likimäärin kymmenenteen osaan nykyisestä, ennen kuin sillä tässä mielessä olisi laajempaa merkitystä. Nyt kokeillut suolanpoistomenetelmät on kehitetty niin pitkälle, että tarvitaan aivan uusia oivalluksia ennen kuin voidaan saada kustannuskysymykseen toivottua alennusta. Lisäksi nykyiset menetelmät edellyttävät riittävän suurta tuotantoa sekä niin keskitettyä asutusta ja teollisuustoimintaa, että sellaisia olosuhteita on vain hyvin harvoilla alueilla. Afrikassa meriveden käyttö tulee kysymykseen vain rannikkoalueilla, sillä mantereen korkeudesta, sopivien vesiteiden puutteesta ja pitkistä matkoista johtuen veden johtaminen

kauas sisämaahan tulee aiheuttamaan vielä monia sellaisia vaikeuksia, joihin ei ole näköpiirissä taloudellisia ratkaisuja. Mutta mm. kuljetuskysymysten vuoksi Afrikassa niin kuin muuallakin asutus ja teollisuus tulee entistä enemmän keskittymään rannikoille. Tähän vaikuttaa myös se, että teollisuus uhkaa saastuttaa sisävedet joutuessaan laskemaan jätevesiään niihin. Tämä taas lisää meriveden suolanpoiston tarvetta.

Runsaasta haihdunnasta johtuen myös useat sisämaan järvet Afrikassa ovat suolapitoisia ja nimenomaan sellaiset, joissa läpivirtaus on vähäistä tai jotka ovat laskujoettomia. Laatuksymysten suhteen suurin epäkohta kuitenkin on vesien aiheuttama tautivaara. Aikaisemmin on jo viitattu käyttövesien huonoon laatuun mikäli ne otetaan avovesistä. Lämmin ilmasto luo edellytykset myös tautibakteerien ja muiden vesiessä elävien tauteja aiheuttavien pieneliöiden kehittymiselle. Nämähän edellyttävät usein lämpöolosuhteita, jotka eivät kovin suuresti poikkea ihmisten ruumiinlämmöstä, jollaiset vallitsevat Afrikassa. Mutta taudit eivät leviä vain ruuansulatuselinten kautta, vaan ne voivat tunkeutua elimistöön myös ihon kautta, kuten eräät ameebat ja ennen muuta pilhartsia-madot. Monin paikoin 40—60 % väestöstä ja jopa 95 % on pilhartsia-sairauksien rasittamaa. Nämä madot laskevat munansa ihmisten sisäelimiin, mm. virtsatiehyeihin, joista ne joutuvat veteen, jolloin munista vapautuvat alkiot hakeutuvat eräiden etanien ja nilviäisten kudoksiin. Erilaisten kehitysvaiheiden jälkeen ne tulevat jälleen veteen ja voivat tunkeutua ihmisen ihon ja lihasten läpi sisäelimiin. Pilhartsia



Kuva 13. Alavan tulva-alueen oshanan pohja on runsaan suolapitoisuuden vuoksi valkealla karstalla Ambomaalla.



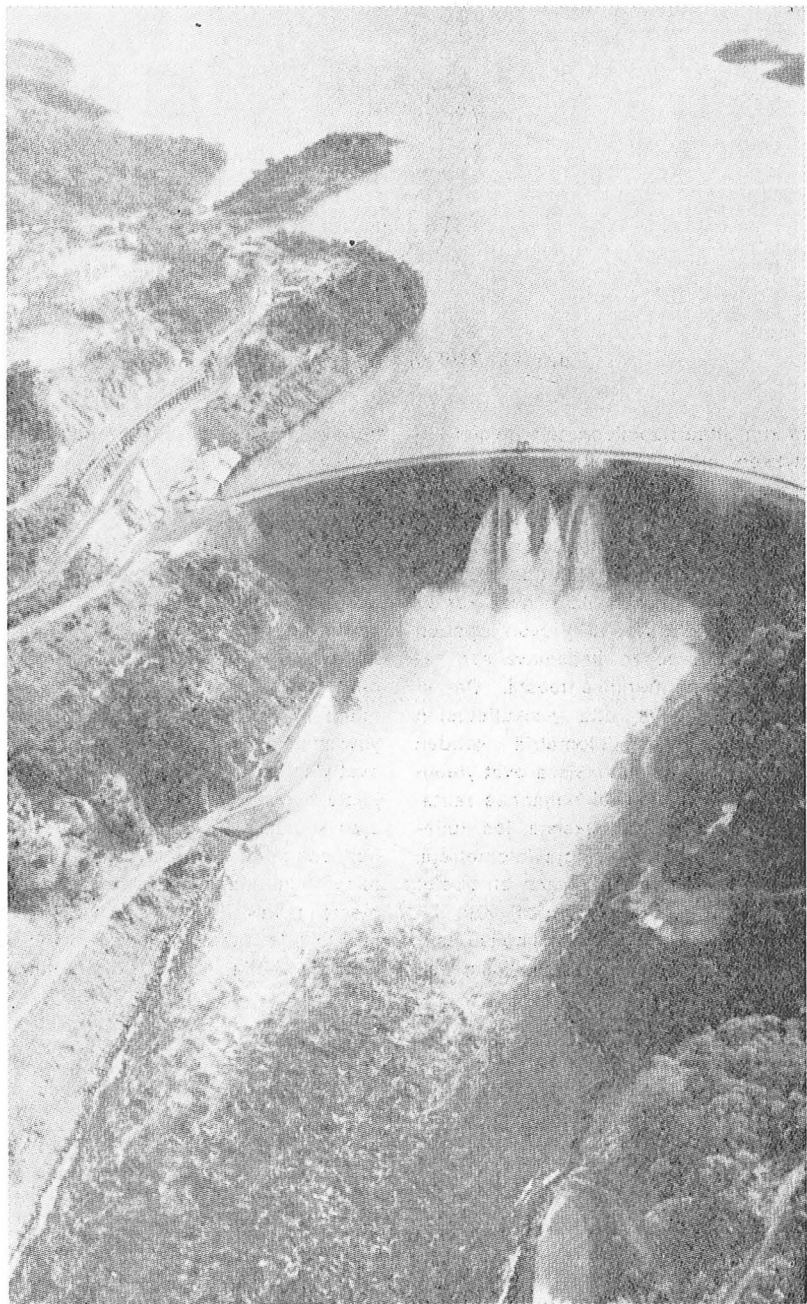
Kuva 14. Vesivoimalaitoksen profiili Assuanin padossa.

menestyy vesissä, joiden ruokasuolapitoisuus on pienempi kuin 6 promillea ja lämpötila 18—35 °C. Matalat altaat ja hitaasti virtaavat joet ovat edullisimpia sen levenemisalueita, 10 m syvemmällä järvissä eivät väli-isännät elä. Erityisesti kastelujärjestelmät ovat osoittaneet pilhartsian levenemiselle edullisiksi. Sen levenemistä voidaan vastustaa tietyillä kemikaaleilla ja teknillisillä järjestelyillä ja sairastuneitten ihmisten hoito on kohtalaisen menestyksellistä. Mutta kun paranemisen jälkeen tapahtuu uudelleen saastumista ja taudin leviämisen eri vaiheet ovat vielä riittämättömästi tutkittuja, siinä on viime vuosikymmenien aikana muodostunut eräs lämpimien maiden pahimpia vitsauksia. Afrikassa sen leviäminen on alkanut Niilin alajuoksulta ja ulottuu nyt jo lähes koko mantereiden alueelle, niin että malarian jälkeen se alkaa olla väestön vaikeimpia vitsauksia.

Kun laajasuuntaisissa kasteluprojekteissa joudutaan rakentamaan korkeita patoja, niiden yhteydessä myös vesivoiman tuottaminen on edullista. Afrikassa on mantereiden korkeussuhteista riippuen myös runsaasti jyrkkiä putouksia, jotka luontaisesti ovat edullisia rakentaa sen jälkeen, kun virtaamien säännöstely on toteutettu. Vesivoimavaroissa Afrikka on Aasian jälkeen toisella tilalla mantereista, rakennuskelpoisen tehon ollessa 27 % maapallon vesivoimavaroista eli 1 065 000 MW, mutta tästä määrästä on rakennettu vasta n. 0,5 %. Kongo-jokeen on mahdollista ns. Inga-suunnitelman puitteissa rakentaa maapallon toiseksi suurin vesivoimalaitos, jonka putoukset on 95 m ja rakennusvirtaama 25 000 m³/s. Assuanin vesivoimalaitos on tässä luettelossa 18:nneksi tilalla. Kariban v. 1959 valmistunut vesivoimalaitos Sambesi-joessa Rhodesian ja Sambian rajalla on luettelossa 28:nneksi tilalla tehon ollessa 1 500 MW (putoukset 95 m ja ra-

kennusvirtaama 1 900 m³/s, kuva 15). Yläpuolisen järvi-altaan pituus on n. 280 km.

Todettakoon vielä vesiliikenteen suhteen, että Niilin ohella lähinnä Kongo ja Niger-joet ovat kulkukelpoisia. Viktorianjärvellä on laivaliikennettä mm. junalautoilla, mikä yhdistää järven pohjois- ja eteläpäässä olevien rautatie-satamien liikenteen. Afrikan rautatiet ovat toisistaan erillään olevia, satamista sisämaahan suuntautuvia pistoratoja, harvoissa paikoissa laajempia rataverkkoja. Hyviä satamapaikkoja on harvassa. Vesiliikenteen kehittämismahdollisuudet ovat Afrikassa varsin rajoitetut. Kuiten-



Kariba-pato.



Kuva 16. Afrikan rautatiet ja vesitiet.

kin kun ottaa huomioon sen yleisen kehityksen, mikä parhaillaan on tapahtumassa vesi- ja maaliikenteen liittämiseksi nykyistä edullisemmin toinen toisiinsa, voi tämä helpottaa myös Afrikassa vesiliikenteen kehittämistä. Arvioidaanhan esimerkiksi ns. konttiliikenteen valtaavan 1970-luvun loppuun mennessä pääosan kansainvälisen tavaravaihdon meriliikenteestä. On lisäksi huomattava, että vesikuljetusten kustannukset tonnikipometriä kohden suurissa massakuljetuksissa ovat yleensä vain kolmannes tai neljännes rautatiekuljetusten kustannuksista, jos kuljetusmatka on useita satoja kilometrejä, ja rautatiekuljetus puolestaan on puolet halvempaa kuin autokuljetus. Kun liikennetarve kasvaa joillakin tiheästi asutuilla seuduilla Afrikan sisäosissa, esi-

merkiksi Viktoriajärvellä, voi vesikuljetusten mukaan tulo auttaa kastelu- ja käyttövesien hankintaa koskevien suunnitelmien taloudellisuutta.

Lopuksi on syytä kiinnittää huomiota eräisiin taloudellisiin ongelmiin. Nuorilla, taloudellisesti kehittymättömillä valtioilla on niin rajaton määrä erilaisia kiireellisiä tarpeita, että varojen sitominen vesikysymysten ratkaisuun huolimatta niiden merkityksestä voi tuottaa ylivoimaisia vaikeuksia. Vesikysymykset ovat yleensä sellaisia perusparannuksia, joista hyöty on saatavissa vasta pitkän ajan kuluessa. Tämä aiheuttaa, että rahoitusongelmat vesikysymysten suhteen tulevat suurimmassa osassa mannerta olemaan vaikeita. Rikkaissa öljymaissa ja Etelä-Afrikassa asia on toisenlaatuinen. Siellä onkin toteutettu tai

suunnitellut laajasuuntaisia projekteja vesikysymysten hoitamiseksi. Juuri rahoituksessa Afrikka tarvitsee muun maailman apua ja ennen muuta suursuuntaisten projektien toteuttamiseksi, jotka puolestaan voivat merkittäväällä tavalla jouduttaa kehitystä. Sensijaan pienet paikalliset tehtävät, porakaivojen teko ja pienten maapatojen ja varastotalaiden rakentaminen vesivarojen käytön parantamiseksi samoin kuin pienemmät vesivoimalaitokset ovat ratkaisuja, joihin uusien valtioiden omat rahoitusmahdollisuudetkin riittävät.

Kirjallisuutta:

- Ahlmann, Hans W:son, 1963, Afrika, Bokförl. Prisma, Stockholm.
 Castren, Viljo, 1968, Vesivoimalaitokset, TKK:n moniste n:o 246, Helsinki.
 Lamb, H. H., 1961, Fundamentals of Climate, Deskriptive Palaeoclimatology, Umi vo. Durham.
 Stengel, H. W., 1963, Wasserwirtschaft in SWA, Afrika-Verlag der Kreis, Windhoek.
 Desalination and its role in water supply, the United Kingdom Atomic Energy Authority, 1967.
 The Economic Development of Tanganyika, 1961, The International Bank for Reconstruction and Development, The Hopkins Press, Baltimore.
 Report of the Commission of Enquiry into South West Africa Affairs 1962—1963, 1964, Pretoria.

THE WATER QUESTION IN AFRICA

By Pentti Kaitera

The paper discusses the precipitation conditions, population distribution and climatological zones in Africa. Information on the seasonal distribution of rain, population distribution, etc. is presented in greater detail for Tanzania (Figure 7) and South Africa (Figs. 8—10). Figure 11 shows the variations in water level in Lake Victoria. Methods employed in water supply, problems associated with water quality, questions associated with the water power economy and water transport, are also dealt with.

