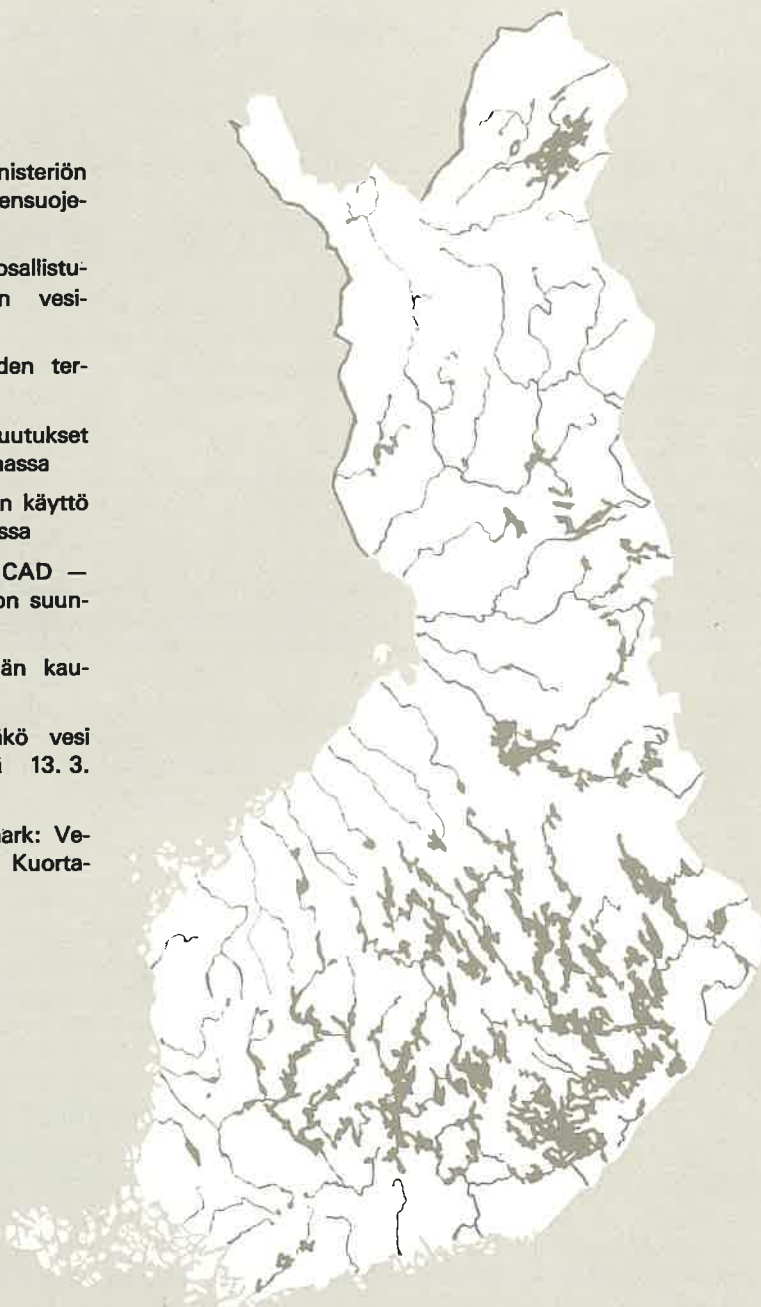


VESITALOUS

4/1984

SISÄLTÖ

- Lauri Tarasti: Ympäristöministeriön rooli vesihuollossa ja vesiensuojelussa
- Gunilla Kurtén: Suomen osallistuminen kehitysyhteistyöhön vesihuoltoalalla
- Leena Hiisvirta: Talousveden terveydelliset riskitekijät
- Risto Riihimäki: Vastuuvakuutukset vesi- ja viemärlaitostoinnassa
- H. Ossi: Mikrotietokoneiden käyttö vesihuoltolaitosten hallinnossa
- Risto Laukkanen: Mikrot. CAD — ATK:n uusi rooli vesihuollon suunnittelussa
- T. A. Lentonen: Jyväskylän kaupungin vesihuolto
- Pertti Vakkilainen: Riittääkö vesi — Virkaanastujaisesitelmä 13. 3. 1984
- Olli Varis ja Mikael Stenmark: Vedenlaatumalli Lapuanjoen Kuortaneenjärvelle



Riittääkö vesi

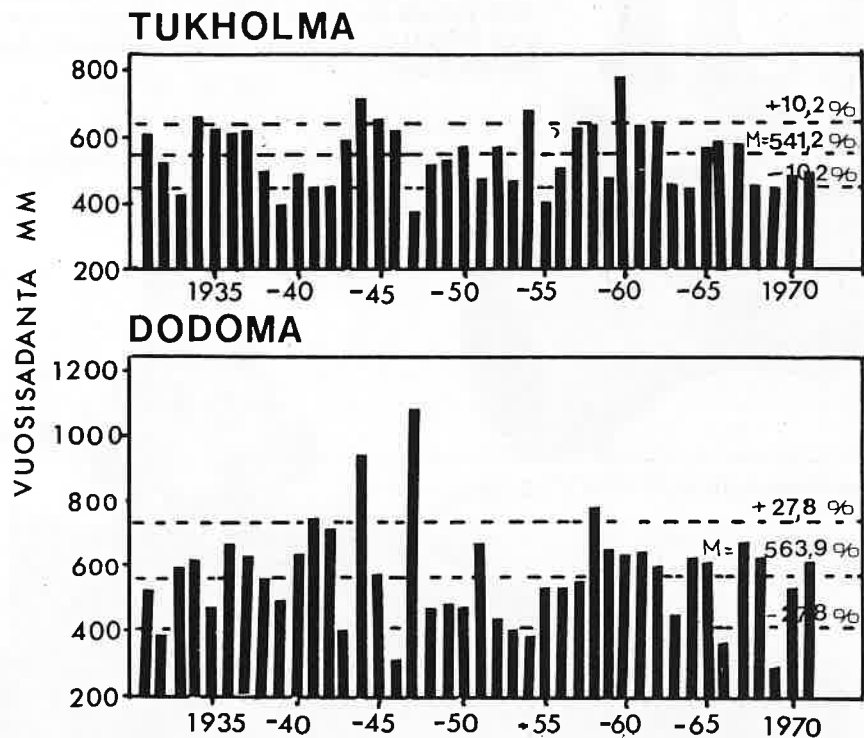
Johdanto

Kuivuudesta johtuva nälänhätä uhkaa parasta aikaa noin 120 miljoonan afrikkalaisen olemassaoloa. Tilanne on dramaattisuudessaan samankaltainen kuin kymmenen vuotta sitten, jolloin veden puute tappoi Sahelin alueella satojatusiansia ihmisiä. Ahdinko on nyt kuitenkin vuoden 1973 tilannetta selvästi parempi. Kuivuudesta kärsivä alue on laajempi ja ulottuu Sahelin alueen lisäksi eteläiseen ja läntiseen Afrikkaan.

Kuivuuden aiheuttamat murhenäytelmät eivät toki ole afrikkalaisille uusia, sillä päiväntasaajan lähellä olevilla alueilla sademäärät ovat vaihdelleet aiemminkin runsaasti (kuva 1). Erona aiempiin kuivuuskatastrofeihin on nyt, että väestön kasvun ansiosta kuivuus kohtaa yhä useampia ihmisiä ja että kehittyneen tiedonvälitys tuo tiedon ahdingosta myös hyvinvoiville teollisuusmaiden asukkaille.

Mutta myös näillä näyttää veden suhteen olevan ongelmansa. Muistissa lienee, että vuonna 1976 Länsi- ja Keski-Eurooppaa vaivasi kuivuus ja veden käyttöä jouduttiin eräillä alueilla rajoittamaan. Neuvostoliiton viljasatojen on kerrottu usein jääneen tavoitteiden alapuolelle kasvukauden epäsuotuisien sadeolojen takia. Ja vaikka vettä määrällisesti olisikin riittävästi, se on laadullisesti käynyt monin paikoin käyttökelvottomaksi. Vesiin laskettavat rehevöittävät jätteet ja myrkyt horjuttavat vesien luonnontalouden tasapainoa. Vesien likaantuessa käytettävissä olevan veden määrä vähenee.

Ihmiskunnan tulevaisuutta koskevissa ennakkoinneissa vettä ei yleensä ole pidetty kehitystä ratkaisevasti rajoittavana tekijänä. Esimerkiksi Bukarestissa v. 1974 järjestetty YK:n väestökongressi jätti veden kokonaan huomioon-



Kuva 1. Vuotuiset sademäärät Tukholmassa ja Dodomassa (Jordbruksdepartementet 1977)

ottamatta arvioidessaan suurinta mahdollista väestömäärää, joka maapallolla voi tulla toimeen. Myös Rooman klubin raporteissa vettä käsitellään joksikin yliolkaisesti. Tosin jälkimmäisen raportin epilogissa todetaan, että kasteluveden riittämättömyys luo viime kädessä takarajan ihmiskunnan kasvulle.

Mikä sitten on todellisuudessa tilanne maapallon vesivarojen suhteen? Voimmeko olla veden suhteen turvallisella mielellä vai emme? Mikä on vastauksemme kysymykseen: "Riittääkö vesi?"

Paljonko vettä on

Mantereilta meriin virtaavan veden kokonaismäärän arvioidaan olevan keskimäärin noin 41 000 km³ vuodessa (ku-

va 2). Kun tästä määrästä lasketaan pois Grönlannin ja Etelämantereeseen osuus, jää jäljelle noin 38 000 km³ vuodessa, jonka varassa ihmiskunnan on selvitettävä. Tämä kokonaisvesimäärä vaihtelee vuosittain vain vähän, mutta yksittäisillä vesistöalueilla virtaamavaihtelut voivat olla vuodesta toiseen varsin suuria.

Suuri osa vuotuisesta vesimäärästä valuu pois lyhyenä tulvakautena ja jatkuvasti käytettävissä on ilman erikoisjärjestelyjä vain virtaaman stabiilina pysyvä osa. Tämä on noin kolmannes kokonaisvesimäärästä eli noin 14 000 km³ vuodessa. Ihmistoimenpitein tätä määrää on arvioitu voitavan nostaa aina 22 500 km³ vuodessa. Tasan jaetuna maapallolla nykyään elävien kesken tämä merkitsee pitkälti toistakym-

mentä kuutiometriä henkeä kohti vuorokaudessa. Tämän määrän voimme arvioida riittävän ainakin 5 kertaa nykyistä suuremmalle väestön määrälle. Tällainen keskimääräistarkastelu kertoo kuitenkin vain osan totuutta. Ongelman ydin on nimittäin siinä, ettei väestö oli asettunut asumaan maapallolle veden suhteen tasaisesti.

Paljonko vettä tarvitaan

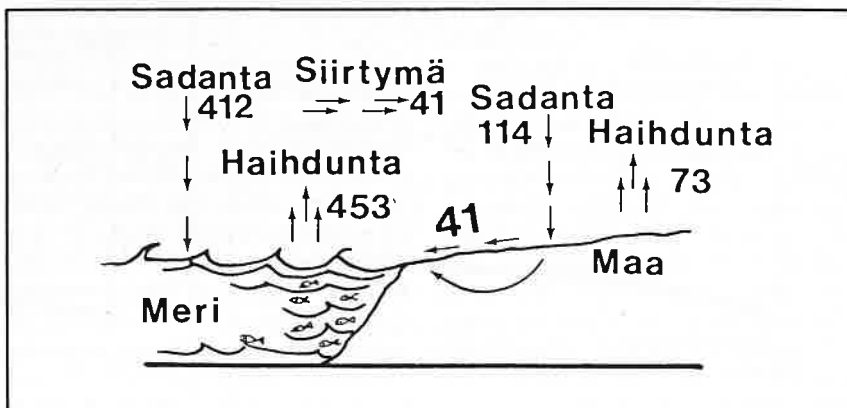
Ihmiskunnan väkimäärä kasvaa kiihtyvällä vauhdilla. Viimeisimpien YK:n laatimien ennusteiden mukaan ihmisiä on vuonna 2000 — siis jo aivan lähitulevaisuudessa — 6,2 miljardia. Vuonna 2025 ihmisten lukumäärä tulisi ennusteen mukaan olemaan jo 8,4 miljardia, joten nykyinen väkimäärä kaksinkertaistuisi seuraavan 40 vuoden kuluessa (kuva 3).

Väestön veden tarpeen arviointi on kaikkea muuta kuin helposti suoritettavissa, sillä veden käyttö sopeutuu käytettävissä oleviin vesivaroihin. Jos vettä on runsaasti saatavilla on käyttö runsasta. Jos vedestä taas on pulaa, sitä käytetään vähän. Ilmeisesti luotettavin maapallon vedentarvetta käsittelevä ennuste on julkaistu UNESCO:n toimesta vuonna 1978. Laajaan tilast selvitykseen perustuva ennuste ulottuu vuoteen 2000. Saadakseni vuoden 2025 veden tarpeelle arvion, olen ekstrapoloinut UNESCO:n ennusteessa esitettyjä vesimääriä väestöennusteiden suhteessa (taulukko 1).

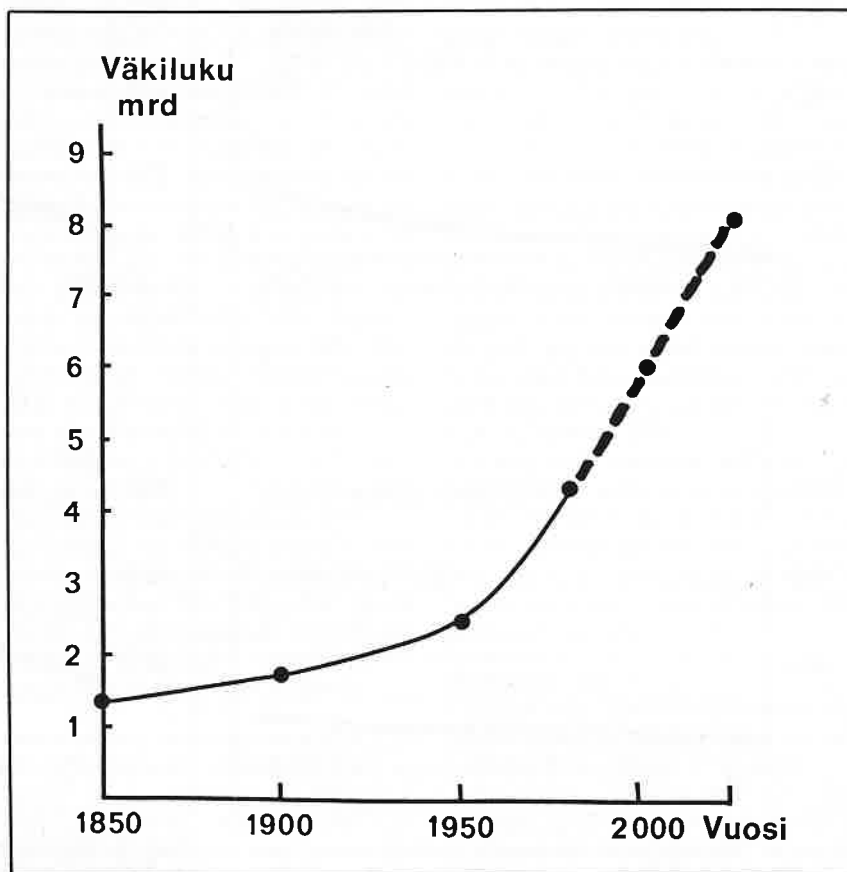
Veden tarpeen tyydyttämisen vaikeudesta saadaan käsitys ns. Balcerskin rajojen avulla. Jos veden tarve on pienempi kuin 5 % vuoden kokonaisvirtaamasta, ei tarpeen tyydyttäminen aiheuta sanottavia vaikeuksia. Mikäli vedentarve on 5 % ja 10 % välillä, tilapäisten häiriöiden riski lisääntyy ja veden tarpeen tyydyttäminen vaatii huolellista vesivaroihin kohdistuvaa suunnittelua. Jos veden tarve on 10 % ja 20 % välillä virtaamasta, käy tilanne ongelmalliseksi eikä vesiasioiden hoito ole mahdollista ilman suuria investointeja. Ja mikäli veden tarve vihdoinkin kasvaa yli 20 % keskivirtaamasta, hallitsee vesikysymyksen ratkaisu yhteiskunnan koko kehitystä.

Vertailukohdan saamiseksi todettakoon, että Suomessa veden tarve on noin 3,5 % kokonaisvirtaamasta.

Kuvissa 4 on esitetty vedentarpeen kehitys eri mantereilla. Neuvostoliittoa on tässä käsitelty erillisenä. Vesivarojen suhteen onnellisimmassa asemassa on Etelä-Amerikka, jossa veden tarve näyttää jäävän alle 5 % keskivirtaamasta vielä vuonna 2025. Kuivuuden koettelemassa Afrikassa veden käyttö ei — hämmästyttävää kyllä — näytä



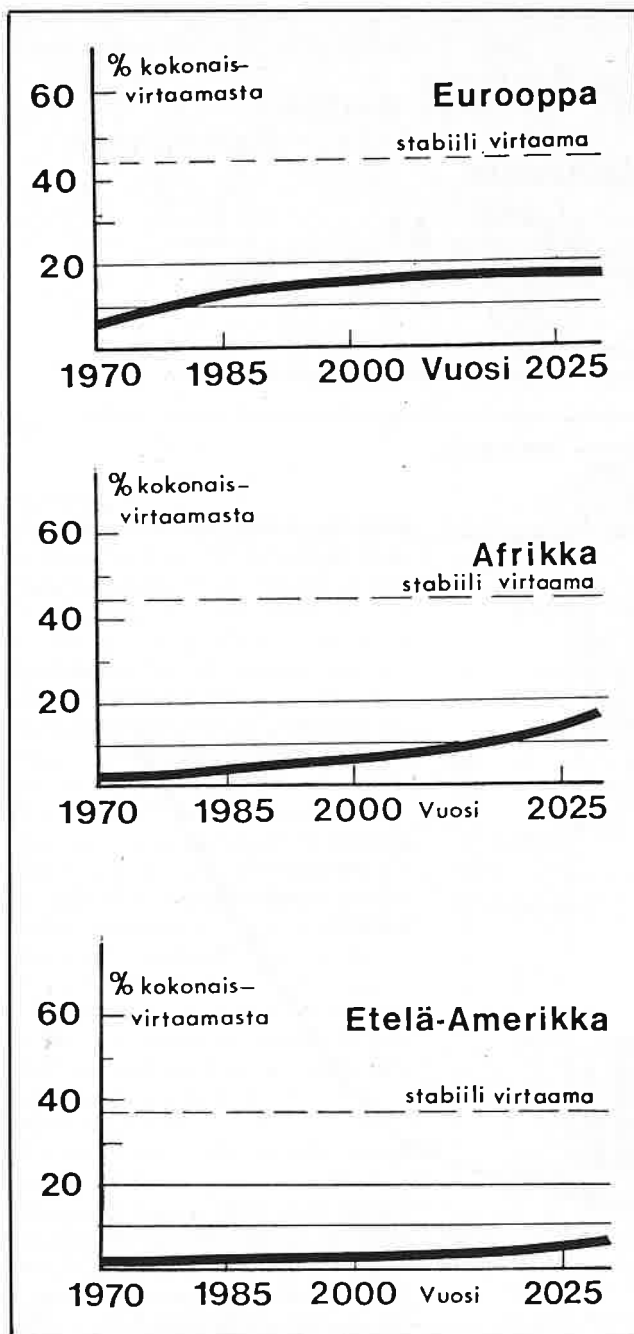
Kuva 2. Maapallon vesitase (1000 km³/a) (Falkenmark & Lindh 1975)



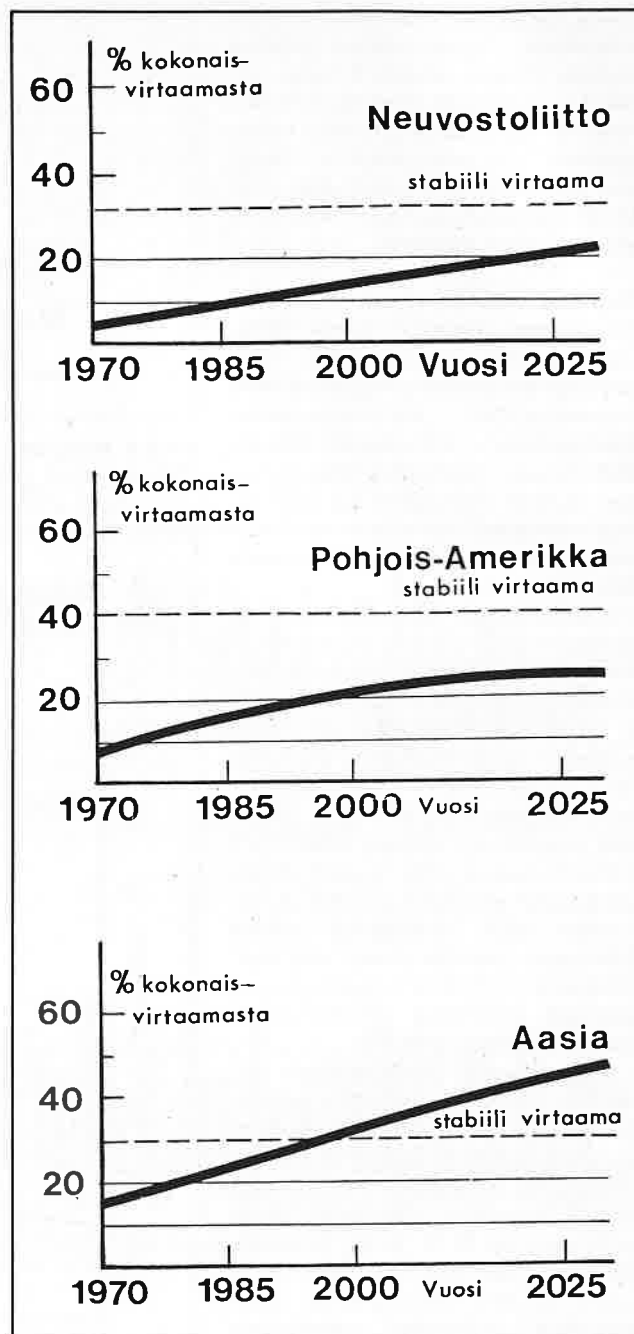
Kuva 3. Maapallon väkiluvun kehitys vuosina 1850–1980 ja ennuste vuoteen 2025. (UN 1983)

	1970	2000	2025
Asutus	120	270	330
Teollisuus	520	1900	2300
Kastelu	2000	3600	5200
Yht.	2640	5770	7830

Taulukko 1. Veden käyttö (km³/v) 1970 ja ennusteet vuosille 2000 ja 2025.



Kuva 4a. Vedentarpeen ennustettu kehitys Euroopassa, Afrikassa ja Etelä-Amerikassa (prosenttia kokonaisvirtaamasta)

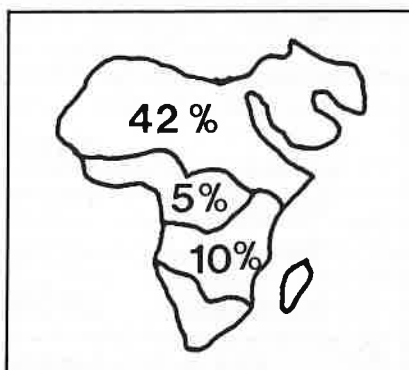


Kuva 4b. Vedentarpeen ennustettu kehitys Neuvostoliitossa, Pohjois-Amerikassa ja Aasiassa (prosenttia kokonaisvirtaamasta)

vielä olevan kovinkaan korkea. Euroopassa veden tarpeen tyydyttäminen on jo astetta hankalampi.

Neuvostoliitossa ja Pohjois-Amerikassa tilanne on vaikeampi, sillä veden käyttö näyttää kasvavan tarkasteltavana olevan jakson kuluessa yli 20 % rajan.

Aasiassa ongelmat ovat vaikeimmin ratkaistavissa. Siellä veden käyttö on jo ylittänyt 20 % rajan ja se ylittää stabiilina pysyvän virtaaman osan ensi vuosituhaten alussa. Vuonna 2025 veden tarve olisi ennusteen mukaan jo



Kuva 5. Veden käyttö v. 1975 Afrikassa (prosenttia kokonaisvirtaamasta) (Ide Maré 1977)

45 % virtaamasta.

Tämä keskimääräinen tarkastelu antaa luonnollisesti vain keskimääräisen käsityksen eri alueiden ongelmien vaikeusasteesta. Mantereiden sisällä vesivarat ovat epätasaisesti jakaantuneita ja myös runsaasti vesivaroja omaavan suuralueen osa-alueilla voi esiintyä vedestä puutetta. Lähempi Afrikkaa koskeva tarkastelu osoittaa esimerkiksi, että Pohjois-Afrikan ja Lähi-Idän muodostamalla alueella oli jo vuonna 1975 tarvetta vesimäärään, joka oli jo 42 % keskivirtaamasta (kuva 5). Vedentarve

tulee tällä alueella kasvamaan lähes 60 prosenttiin vuosituhannen loppuun mennessä. Tätä taustaa vasten on selvää, että parhaillaan Afrikassa vallitseva nälänhätä ei tule jäämään lajissaan viimeiseksi ja että todella vaikeat tilanteet ovat vasta edessäpäin.

Vesivarojen

lisäämismahdollisuudet

Edellä kävi ilmi, että virtaaman stabiilina pysyvä osa on yleensä noin kolmasosa keskivirtaamasta. Veden riittävyys-
den lisäämiseksi voidaan turvautua tulvavesien varastointiin joko altaisiin tai maaperään. Näillä toimenpiteillä virtaaman stabiili osa lähes kaksinkertaistuisi.

Vesivarojen epätasaista maantieteellistä jakautumista voidaan korjata siirtämällä vettä sieltä, missä sitä on runsaasti, sinne missä siitä on puutetta. Veden siirtoja on pienessä mitassa toteutettu eri puolilla maailmaa, mutta veden tarpeen kasvu on tuomassa mukanaan todella jättäjäisiä ratkaisuja mm. Pohjois-Amerikassa, Intiassa ja Neuvostoliitossa.

Ns. NAWAPA-suunnitelmassa ehdotetaan, että vettä johdettaisiin Alaskasta veden puutteesta kärsiville seuduille Kanadassa, USA:ssa ja Meksikossa. Siirtojärjestelmä sisältäisi runsaasti tekoaltaita, voimaloita, pumpaamoita, tunneleita ja tekouomia. Siirrettävä vesimäärä tulisi olemaan ainakin 300 km³ vuodessa eli 3 kertaa Suomen alueelta valuvan veden kokonaismäärä.

Intiassa on suunniteltu länsi-itäsuunnassa virtaavien jokien yhdistämistä kanavaverkostolla. Pyrkimyksenä on siirtää vettä runsasvetisestä pohjoisosasta vedenpuutteen vaivaamille alueille maan eteläosiin. Järjestelmän keskeisenä tekijänä olisi Ganges, josta vesi nostettaisiin 460 metriä korkean padon taakse muodostettavaan altaaseen. Täältä vesi syötettäisiin kanavaverkostoon.

Myös Neuvostoliiton eteläosissa vettä on jouduttu käyttämään enemmän kuin mihin käytettävissä olevat vesivarat antavat mahdollisuuksia, sillä viimeisten 30 vuoden aikana Kaspian meren pinta on laskenut yli 2,5 metriä ja Aral-järven pinta putoaa lähes 0,5 metriä vuodessa. Maan eteläosien veden vajauksen arvioidaan vuosisadan vaihteessa kohoavan jo 100 km³ vuodessa eli yhtä suureksi kuin on Suomen alueelta valuvan veden kokonaismäärä. 1930-luvulta alkaen on esitetty ajatuksia veden johtamisesta tälle alueelle Pohjoiseen Jäämereen laskevista joista. Näitä suunnitelmia on edelleen täy-

dennetty ajatuksilla johtaa vettä Tona-vasta Dniepriin.

Veden varastoiminen ja siirto merkitsevät puuttumista vesien luonnontalouteen ja seuraukset eivät läheskään aina ole pelkästään positiivisia. Epätovottavien vaikutusten mahdollisuus on saanut aikaan, että veden varastointia ja erityisesti kokonaisia mantereita koskeviin vedensiirtosuunnitelmiin suhtaudutaan nykyään tietyin varauksin. Niinpä NAWAPA-suunnitelma on vastatuulella eikä sitä ryhdyttäne toteuttamaan ainakaan tämän vuosisadan aikana ja viime aikoina esiintyneiden tietojen mukaan myös Neuvostoliitossa oltaisiin luopumassa Siperian jokien kääntämisestä. Kun eteläisen Neuvostoliiton vesitase on jo pitkään ollut pahasti negatiivinen, on tätä tietoa kuitenkin syytä epäillä.

Suolanpoisto merivedestä on usein esiintuotu mahdollisuus, kun on etsitty keinoja veden tuottamiseen sen puutteesta kärsiville seuduille. Rannikkoalueilla suolanpoisto on käyttökelpoinen menettelytapa, mutta kun vedentarve on keskittynyt mantereiden sisäosiin, sen avulla voidaan vesiongelmaa ratkaista vain rajallisessa määrin. Suolanpoistoon tarvitaan energiaa eikä käytettävissä ole sellaista menettelytapaa, joka mahdollistaisi tarvittavien valtaisten energiamäärien tuottamisen.

Jäävuorien hinaaminen ja sulattaminen on eksoottinen mahdollisuus, jolla rannikolla sijaitsevien kaupunkien vedentarvetta on ajateltu osaltaan tyydyttää. Kokemuksia jäävuorten käytöstä ei kuitenkaan ole, eikä niiden avulla ratkea itse pääongelma: massiivisten kasteluun tarvittavien vesimäärien toimitaminen mantereiden sisäosiin.

Vesien likaantuminen supistaa käyttökelpoisten vesien määrää

Edellä oleva tarkastelu on valottanut vain vesiongelman toista puolta. Toisen puoli ongelmaa on vesivarojen laadun heikkeneminen, joka pienentää käyttökelpoisten vesien määrää. Asutuksen jätevedet rehevöittävät vesistöjä, mutta nimenomaan teollisuusjätevedet monimutkaisine, hankalasti hajoavine kemiallisine yhdisteineen ovat vesistöjen laadun kannalta pahin uhka. Ongelmat ovat kasvaneet näin ollen suurimmiksi siellä, missä teollistuminen on edennyt pisimmälle.

Tilannetta hankaloittaa edelleen maatalouden tehokkuuden lisääntyminen. Voimaperäinen maanviljelys käyttää lannoitteita ja torjunta-aineita, joiden huuhtoutuminen vesiin on vaikeasti estettävissä. Lisääntyvä kastelu tuottaa lisääntyviä määriä kuivatusvesiä, joissa suolapitoisuudet ovat jopa

kymmenkertaisia itse kasteluveteen verrattuna.

UNESCO:n ennusteen mukaan vuonna 2000 käytettävästä vedestä kaikkiaan noin 3000 km³ vuodessa palaa vesistöihin takaisin jätevetenä loppuveden haihtuessa. Jäteveden kokonaismäärä on 20 % koko maapallon stabiilista virtaamasta. Arvioikaamme nyt, että jätevesien laimentaminen harmittomiksi voidaan saada aikaan laimennussuhteella 1:10 ja olettaakamme optimistisesti, että jätevesien käsittelyn keskimääräinen teho vuonna 2000 tulisi olemaan 70 %. Laimennusvettä tarvittaisiin tällöin 9 000 km³ vuodessa eli yli 60 % virtaaman stabiilina pysyvistä osasta. Tämä antanee jo kuvan ongelman vakavuudesta, mikäli kehitys saa jatkua entisen suuntaisena.

Viime aikoina laajasti julkisuutta ovat saaneet ns. happamat sateet tai happamat laskeumat, jotka ovat seurausta ilmakehän ja ilmakehässä olevan veden kuormittamisesta palamisjätteillä. Ne ovat vaurioittaneet pahoin laajoja metsäalueita Keski-Euroopassa. Myös meillä on havaittu teollisuuspaikkakuntien lähistöllä vastaavaa kehitystä. Sadevesi, jonka varassa kasvuston on ellettävä, on näin eräillä alueilla muutunut laadultaan sellaiseksi, ettei se enää ylläpidä kasvin kasvua vaan päinvastoin ehkäisee sitä.

Happaman laskeuman vaikutukset ovat alkaneet jo näkyä myös itse vesistöissä. Niinpä Etelä-Ruotsissa on noin 10 000 järvestä pH laskenut siksi alas, että kalat ovat niistä kuolleet. Tilannetta pyritään parantamaan nykyään näitä järviä kalkitsemalla.

Riittääkö vesi

Kysymykseen veden riittävydestä voidaan edellä esiintulleiden seikkojen perusteella antaa seuraava vastaus:

Maapallon vesivarat riittäisivät määrällisesti vähintään 5 kertaa nykyistä suuremmalle väestömäärälle, mikäli vesi jakautuisi väestön ja maatalousmaan suhteen tasaisesti. Kun todellisuudessa jakautuma on hyvin epätasainen, ehkäisee veden puute jo nyt varsin suurilla alueilla yleistä kehitystä. Pahimmaksi tilanne näyttää tässä suhteessa kehittyvän Aasiassa, jossa veden tarve ylittää virtaaman stabiilina pysyvän osan parinkymmenen vuoden kuluessa. Yleisesti ottaen vettä on määrällisesti riittävästi, ihmisten on vain sopeuduttava vesivarojen maantieteellisen jakautuman epätasaisuuteen ja ajallisiin vaihteluihin.

Vesien maailmanlaajuinen likaantuminen pienentää käytettävissä olevien vesivarojen määrää ja uhkaa veden riittävyttä sellaisillakin alueilla, joilla

veden määrä sinällään on riittävä. Tämä ongelma on käynyt sitä vakavam-
maksi mitä pitemmälle teollistuminen
on edennyt.

Luonnollisin toimenpide veden riittä-
vyyden turvaamiseksi on veden käytön
pientäminen. Kun kastelun ja asu-
tuksen käyttämän vesimäärän pienen-
tämiseen ei ole sanottavia mahdolli-
suuksia, tulisi vedenkäytön supistami-
seen pyrkiä teollisuudessa.

Jätevesien käsittely on vesivarojen
laadun hoidossa luonnollisesti askel
järkevään suuntaan. Tämä ei kuiten-
kaan riitä, vaan tavoitteeksi on otetta-
va, ettei ainoatakaan kuutiota jätevettä
saisi päästää vesivaroja likaamaan. Tä-
män tavoitteen täydellinen toteutumi-
nen on luonnollisesti utopiaa, mutta
sitä on kuitenkin pidettävä toiminnan
päämääränä, jos haluamme olla veden
riittävyys suhteen turvallisella mie-
lin. Käytännössä tämä johtaa ensinnä-
kin siihen, että mahdollisimman suuri
osa käsittelyistä asutuksen jätevesistä
tulisi käyttää kasteluun tai teollisuuden
jäähdytysvedeksi ja toiseksi siihen, että
teollisuusprosessit tulisi toteuttaa joko
kuivina tai mahdollisimman pitkälti ve-
den suhteen suljettuina. Kun kaikista
maapallolla syntyvistä jätevesistä 2/3

tulee vuoden 2000 ennusteen mukaan
teollisuudesta ja kun nämä jätevedet
ovat vesistöjen kannalta kaikkein han-
kalimpia, on vastuu teollisuusproses-
sien suunnittelusta huolehtivilla insi-
nööreillä. Monilla alueilla heidän ratkai-
suistaan riippuu, riittääkö vesi.

TÄRKEIMMÄT LÄHTEET:

- Falkenmark, M. & Lindh, G. 1974. How
can we cope with the Water Resources
Situation by the Year 2015? Ambio Vol 3,
No 3-4 pp. 114-122.
- Falkenmark, M. & Lindh, G. 1975. Vat-
ten åt en svältande värld. Natur och
kultur. Stockholm.
- Golubev, G. & Biswas, A. 1979. Interre-
gional Water Transfers. Problems and
Prospects. Oxford.
- Jordbruksdepartementet. 1977. Vattenkris
eller inte? Växjö.
- Lvovitch, M. 1977. World Water Resour-
ces, Present and Future. Ambio Vol. 6,
No 1 pp. 13-21.
- Mare de, L. 1977. An Assessment of the
World Water Situation by 2000. Water
International. Vol 2 No 2.
- Meadows, D., Randers, J. & Behrens,
W. 1972. The limits to growth. London.
- Mesarovich, M. & Pestel, E. 1974. Man-
kind at the turning point. New York.
- Unesco. 1978. World Water Balance and
Water Resources of the Earth. Studies
and reports in hydrology 25. USSR.

VESITALOUS

ilmestyy vuonna 1985
kuutena numerona.
Tilaushinta entinen
eli 55 mk vuosikerta.
(Vesihuoltoliiton
jäsenille 40 mk
tilauksen saapuessa
suoraan toimitukseen)

Albertinkatu 34 B
00180 Helsinki
Puh. (90) 647 833

Vesiyhdistys r.y. on julkaissut ohjekirjan POHJAVESITUTKIMUKSET (*), joka on
tarkoitettu mm. tutkimusten teettäjille ja suorittajille, pohjaveden käytön ja suojelun val-
vojille ja lupa-asioiden käsittelijöille.

Kirjassa käsitellään aiheita:

- Pohjavesitutkimuksen yleiskuva
- Perusselvitykset ja yleisinventoinnit
- Kuntakohtaiset pohjavesivarojen yleisinventoinnit, alueiden käyttöluokitukset ja
suojelun kehittäminen
- Muut eri tarpeita varten tehtävät tutkimukset
- Osatutkimusten suoritusohjeita
- Tutkimuselostuksen laadinta

Kirjan on toimittanut Vesiyhdistyksen Pohjavesijaosto. Kirjoittajina ovat Tuomo Hatva,
Heikki Iihola, Matti Kaarne, Keijo Laakso, Esko Mälkki, Markku Rautavuoma, Martti
Salmi ja Heikki Wihuri.

Kirjan sivumäärä on 216, ja hinta 80 mk.

Tilaukset osoitteesta: Vesiyhdistys r.y., PL 721, 00101 HELSINKI.
Tiedustelut: puh. 90-69511/Risto Timonen.

(*) Kirja on lähetetty vuositilaajille Vesitalous-lehden numerona 3/1984.