

80 vuotta salaojitusta itsenäisessä Suomessa



Pertti Vakkilainen
Olli Varis

Riittääkö ruoka, riittääkö vesi?

Julkaistu teoksessa:

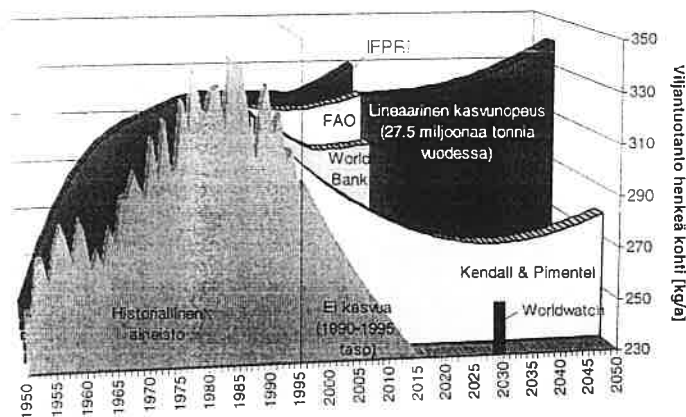
80 vuotta salaojitusta itsenäisessä Suomessa

Salaojakeskus
Salaojituksen tukisäätiö
Helsinki 1997

Johdanto

Englantilainen pappi T.R. Malthus esitti 200 vuotta sitten tunnetun väestöteorian, jonka mukaan väkiluku lisääntyy nopeammin kuin ravinnon tuotanto. Tämä ristiriita aiheuttaa nälänhätää, joka säätelee väestönkasvua. Lannoituksen kehittyminen, vesitalouden säätöjärjestelmien parantuminen, uusien lajikkeiden jalostaminen ja maatalouden koneellistaminen ovat sittemmin nostaneet sato-määrät tasolle, josta 1700-luvulla ei osattu uneksiakaan. Malthusin teoria ei ole käynyt toteen vaan väestön määrä on kasvanut jatkuvasti. Tämän vuoksi hänen esittämiään ajatuksia on pidetty esimerkkinä siitä, miten virheellisiin päätelmiin joudutaan, jos ei oteta huomioon ihmisen kykyä löytää tieteen ja tekniikan keinoin ratkaisuja esituleviin ongelmiin.

Koulutustason nousu on saanut aikaan teollisuusmaissa syntyvyyden alenemisen. Niissä väestö ei sanottavasti kasva ja niiden ravintotuotanto on kulutusta suurempaa. Kehitysmaiden tilanne on kuitenkin kokonaan toinen. Väestö lisääntyy niissä voimakkaasti siitä huolimatta, että noin 800 miljoonaa ihmistä kärsii jatkuvasta aliravitsemuksesta. Maailman ravintotuotannon tulevaisuudesta on esitetty niin optimistisia kuin pessimistisiäkin käsityksiä (kuva 1). Luonteenomaista ennusteille on, ettei niihin ole sisällytetty epävarmuuksia, joita luonnon ja ihmisyhteisön toimintaan kuitenkin aina liittyy.



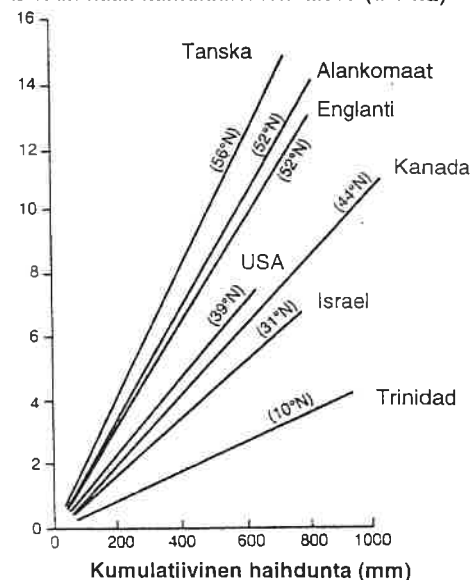
Kuva 1. Viljantuotannon ennusteet poikkeavat huomattavasti toisistaan (IFPRI: Agcaoili & Rosegrant 1995; FAO: Alexandratos 1995; World Bank: Mitchell & Ingco 1993; Kendall & Pimentel 1994; Worldwatch: Brown 1996).

Optimistisesti kehitykseen suhtautuvat eivät näe ongelmia ylitsepääsemättöminä. He toteavat, että tilanne ei ole viimeisten vuosikymmenien aikana ratkaisevasti muuttunut ja uskovat, että maailman kaupan vapautuminen ja ravinnon oikean hintatason saavuttaminen tasapainoitavat elintarvikkeiden kysynnän ja tarjonnan. Heidän ratkaisuehdotuksensa ydin on maataloustukien poisto, jolloin tuottajahinnat nousisivat. Tämä taas aiheuttaisi tuotannon kasvua ja ongelmia voisi esiintyä korkeintaan

siellä, missä ennalta-arvaamaton kuivuus aiheuttaa sadon vähenemistä tai missä sodat tai muut poliittiset selkkaukset vaikeuttavat toimintaa.

Pessimistisemmin tulevaisuuden näkevät korostavat uuden peltoalueen raivauksen käyvän yhä vaikeammaksi samalla kun vanhaa viljeltyä aluetta katoaa tuotannosta maankäytössä tapahtuvien muutosten ja maaperän rappeutumisen takia. Jotkut heistä muistuttavat veden ratkaisevasta vaikutuksesta kasvituotannossa ja tuovat esiin, ettei vesikään ole rajaton tuotantoresurssi. Veden saatavuuden luontaista epävarmuutta korostaa heidän mielestään se, että monet merkittävät vesistöalueet ovat useamman valtion alueella, jolloin mahdollinen poliittinen epävarmuus heijastuu veden saatavuuden lisääntyneenä epävarmuutena.

Laidunmaan kumulatiivinen kasvu (tn / ha)



Kuva 2. Kasvuston kasvun ja haihdunnan välinen yhteys eri ilmastoissa (Stanhill 1960, Feddes & Koopmans 1995).

Ilman vettä kasvit eivät kasva. Veden ahihdunnan ja kasvuston kasvun välillä vallitsee selvä riippuvuus, johon alueen sijainnilla – lähinnä lämpötilalla – on oma vaikutuksensa (kuva 2). Mikäli suoraan sateena tulevaa vettä ei saada riittävästi, joudutaan turvautumaan kasteluun. Sadeveden määrä vaihtelee kasvukaudesta toiseen. Karkeasti ottaen juuri siellä, missä kastelutarve on suurin, myös epävarmuus veden saatavuudesta on suurin. Sademäärien vaihtelun aiheuttama epävarmuutta ihminen on pyrkinyt jo 5000 vuoden ajan pienentämään rakentamalla patoja, joiden taakse vettä on tulvakausina varastoitu kuivana aikana käytettäväksi. Viimeisten vuosikymmenten aikana vettä on samassa tarkoituksessa varastoitu myös maaperään. Näillä toimenpiteillä on epävarmuutta monin paikoin pystytty merkittävästi vähentämään, mutta väestön kasvun ja hydrologisiin ilmiöihin luontaisesti kuuluvan satunnaisuuden takia ihmiskunta joutuu elämään myös tulevaisuudessa veden saatavuuteen liittyvän epävarmuuden kanssa. Ilmas- ton mahdollinen muuttuminen tuo epävarmuuteen oman

lisäyksensä. Samoin mittavat muutokset maankäytössä ja kasvustopeitteessa (erityisesti metsien väheneminen) lähes kaikkialla maailmassa, jotka lähes poikkeuksetta vähentävät valuma-alueiden varastokapasiteettia, ja täten myös altistavat ne herkemmiksi sadannan ja muiden ilmastotekijöiden vaihteluille.

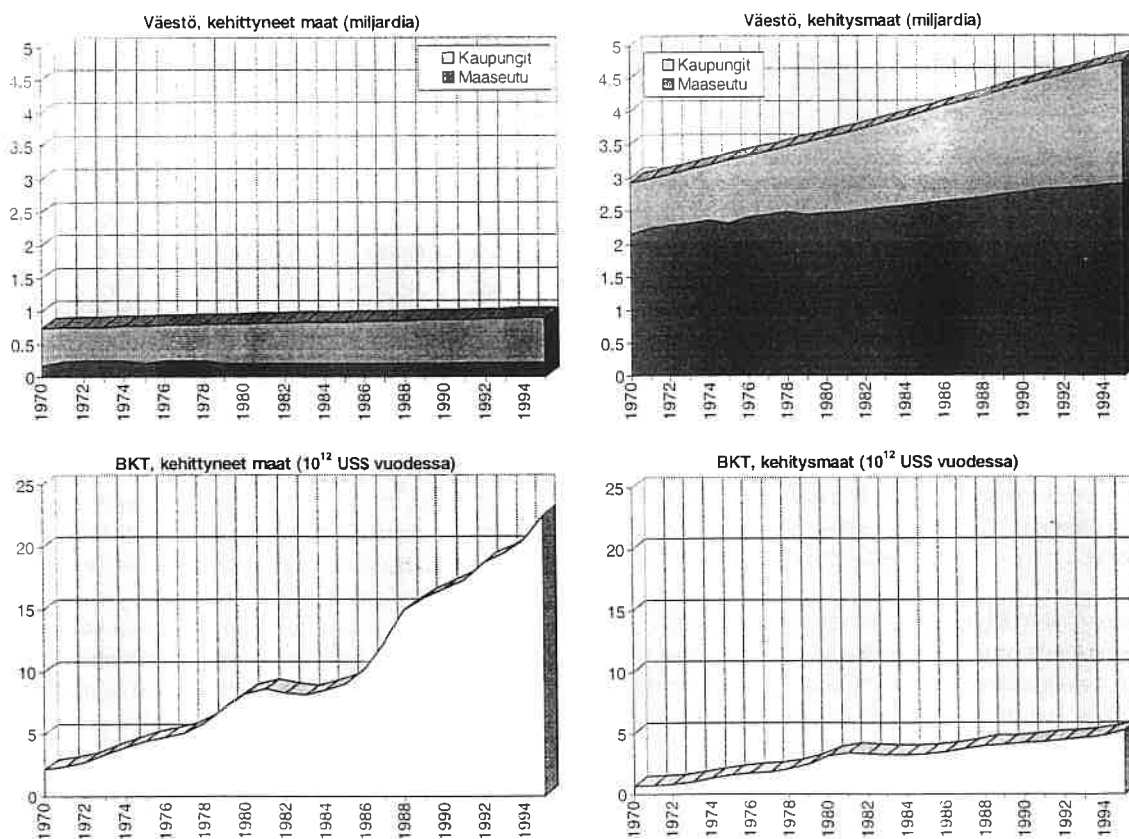
Ihmiskunnan tulevaisuutta koskevista ennakkoinneista vesi on monesti jätetty vaille huomiota. Esimerkiksi 1970-luvun alussa julkaistuissa, suurta huomiota herättäneissä Rooman klubin raporteissa vettä käsitellään yliolkaisesti. Tosin jälkimmäisen raportin epilögissa todetaan, että kasteluveden määrä luo viime kädessä takarajan ihmiskunnan kasvulle (Meadows & Pestal 1974). Brundtlandin komitean tunnettu mietintö esittää ihmiskunnan toimintojen perustaksi kestävä kehityksen periaatteen, mutta sivuuttaa kysymyksen vedestä kehitystekijänä. Vedestä on toki keskusteltu YK:n järjestämässä kokouksissa, mutta ainoastaan Argentiinan Mar del Platassa vuonna 1977 järjestetty konferenssi keskittyi nimenomaan vesikysymyksen pohdintaan. Rio de Janeirossa vuonna 1992 järjestettyä kehitys- ja ympäristökokousta kritisoitiin runsaasti, koska se ei ottanut vesien riittävyyttä riittävän vakavasti. Kesäkuussa 1997 järjestetty seurantakokous ottikin yhdeksi keskeiseksi painopistealueeksi vesivarojen riittävyyden.

Tämän kirjoituksen tarkoituksena on pohtia maailman ravinnon ja veden riittävyyttä käytettävissä olevaan tilasto-

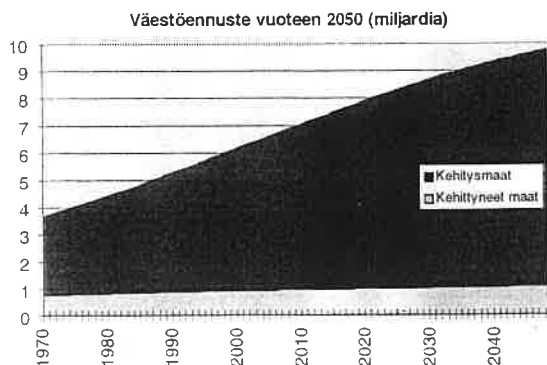
ituun tietoon ja julkaistuun kirjalliseen materiaaliin perustuen. Kirjoittajien tavoitteena on valaista ihmiskunnan kehitykseen ratkaisevalla tavalla vaikuttavien tekijöiden kehityskulkuja ja -näkyviä sekä luoda taustaa päätelmille, joiden perusteella voidaan arvioida maamme matalouden asemaa ja merkitystä epävarmassa maailmassa.

Muuttuva maailma

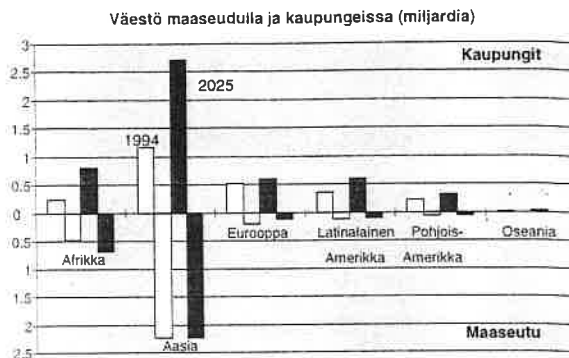
Maapallon teollistuneissa valtioissa elää tätä nykyä vajaa miljardi ihmistä, heistä valtaosa kaupungeissa (kuva 3). Väestön määrän kasvu on ollut näissä maissa viimeisten vuosikymmenten aikana hidasta. Taloudellinen kasvu on sensijaan ollut ripeää. Maapallon väestön enemmistö, lähes viisi miljardia ihmistä elää kehitysmaissa, joissa väestönkasvu on nopeaa. Väkimäärä on kasvanut niissä lähes kahdella miljardilla ihmisellä viimeisten 25 vuoden aikana. Taloudellinen kasvu on hidasta. Teollisuusmaiden ja kehitysmaiden taloudellisista mahdollisuuksista saa kuvan bruttokansantuotteita vertaamalla. Ensinmainituissa maissa henkeä kohti laskettu keskimääräinen bruttokansantuote henkeä kohti on likimain 100 000 mk ja jälkimmäisissä ainoastaan noin 5000 mk vuodessa. Kehitysmaiden mahdollisuudet rahoittaa välttämättömyksiä infrastruktuurihankkeita ovat näiden lukujen valossa verrattain vähäiset (Varis & Somlyódy 1997).



Kuva 3. Väestö ja bruttokansantuote kehittyneissä ja kehitysmaissa (World Bank, 1997).



Kuva 4. Väestönkasvu keskittyy kehitysmaihin. Noin puolet ihmisistä asuu tällä hetkellä kaupungeissa. Vuonna 2025 maailmassa on yhtä monta kaupunkilaista kuin nyt asukkaita; kaupunkiväestö kaksinkertaistuu, maaseudun väestö kasvaa marginaalisesti (United Nations 1994). Kaupungistuminen tulee olemaan nopeinta Afrikassa ja Aasiassa.



Väestönkasvun ennustetaan jatkuvan lähes yksinomaan kehitysmaissa (kuva 4). Kuuden miljardin ihmisen määrä ylittyy maapallolla vuosituhaten vaihteessa ja kahdenkymmenen vuoden kuluttua väkiluku lähestyy jo kahdeksaa miljardia. Taloudellisen eriarvoisuuden ennustetaan lisääntyvän. Asukasta kohti lasketun keskimääräisen bruttokansantuotteen on ennakoitu olevan vuonna 2025 teollisuusmaissa jo 200 000 mk ja kehitysmaissa 10 000 mk vuodessa (SEI 1997a).

Väki keskittyy kaupunkeihin. Nykyään maaseutuväestön osuus on noin puolet ja sen ennakoitaan laskevan vuoteen 2025 mennessä noin kolmanneksen (United Nations 1994). Yhden maaseudulla elävän ruokittavana on näinollen kaksi kaupunkilaista nykyisen yhden sijasta.

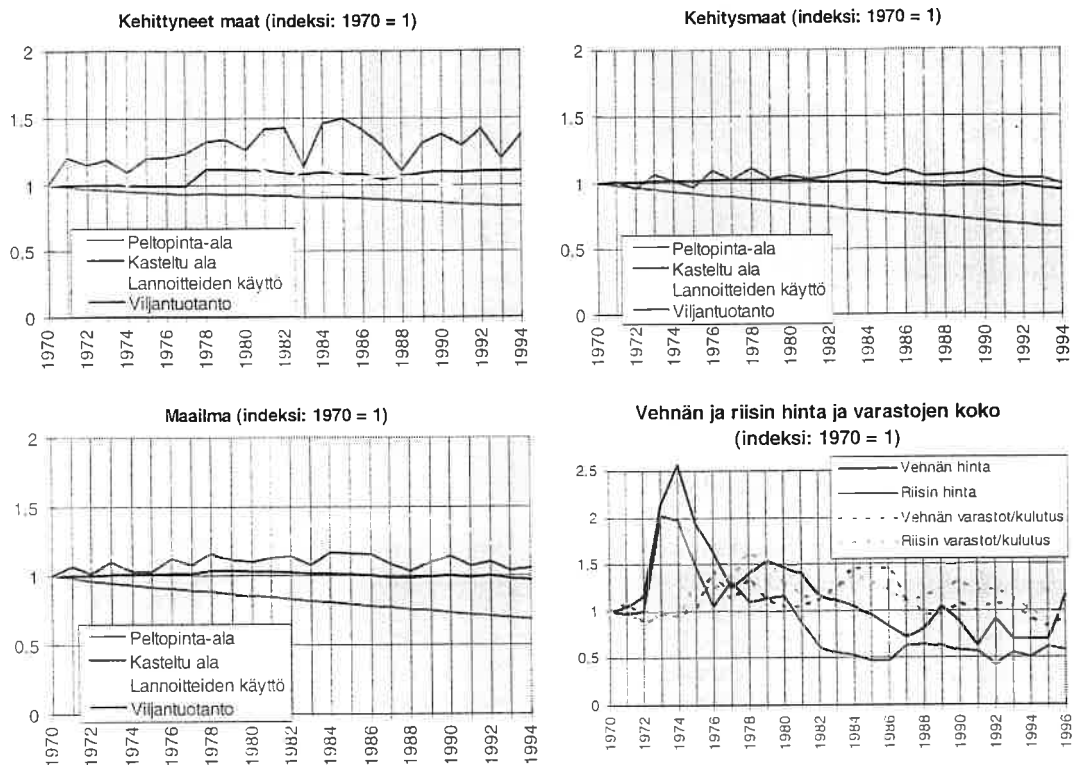
Maailmassa on peltoa tällä hetkellä noin 1345 milj. ha, josta viljantuotannossa noin puolet eli 695 milj. ha. Kastellun alueen ala on 235 milj. ha eli noin 16% (World Bank 1997). Kastelluilla alueilla satotaso on korkeampi ja niiden osuus kokonaistuotannosta on peräti kolmannes (Postel 1993). Kuvassa 5 on esitetty eräiden keskeisten ravinnontuotantoon vaikuttavien tekijöiden kehitys viimeisten 25 vuoden aikana. Peltoala, kasteltu peltoala ja lannoitteiden käytön määrä henkeä kohti on indeksoitu, jolloin näitä voidaan verrata sekä keskenään että henkeä kohti laskettuihin viljantuotannon indeksiarvoihin. Kuvasta 5 nähdään, että pellon suhteellinen määrä on selvästi vähentynyt ja kastellun pellon osalta tilanne on pysynyt ennallaan. Viljasadon määrä henkeä kohti ei ole kuitenkaan muuttunut ja tämä selittyy suurelta osin lannoitteiden käytön kasvulla. On kuitenkin syytä huomata, että lannoitteiden käytön kasvu ei ole enää viime vuosina pysynyt väestön lisääntymisen tahdissa.

Neuvostoliiton hajoamisen jälkeen koko maailman on vallinnut vahva usko markkinoiden siunaussuhteeseen. Yksityistäminen, kaupan esteiden poistaminen ja finanssimarkkinoiden vapautuminen muodostavat toimenpiteiden joukon, jonka uskotaan aikaansaavan merkittäviä positiivisia vaikutuksia. Valtion ohjaava vaikutus koetaan

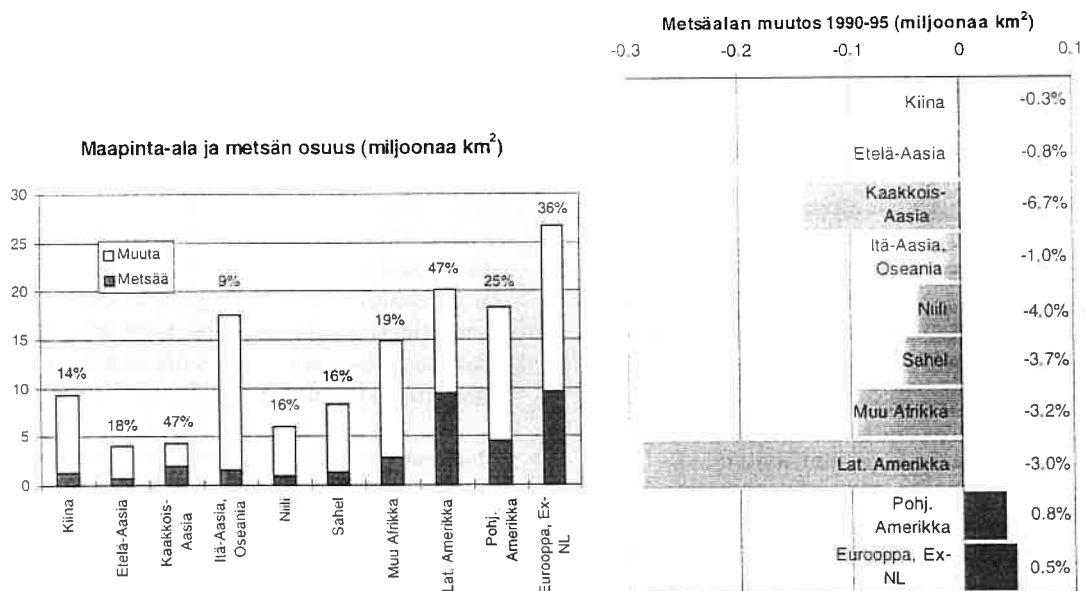
kehitystä jarruttavaksi ja se halutaan rajoittaa mahdollisimman vähäiseksi. Markkinoiden toiminnan olennainen piirre on, että raha ohjautuu hankkeisiin, joihin sijoitetulle pääomalle saadaan korkeampi tuotto kuin kilpailevissa hankkeissa. Maatalouden investointien mahdollisuudet menestyä tässä kilpailussa ovat vähäiset. Niiden tuotto on yleensä vähäinen suhteessa tarvittavaan pääomaan ja jakaantuu tasaisesti pitkälle ajalle. Normaalit kannattavuuslaskelmat suosivat kuitenkin sijoituskohteita, joissa tuotto saadaan mahdollisimman nopeasti. Laskelmissa käytetty korkokanta vaikuttaa näissä vertailuissa lopputulokseen voimakkaasti, sillä mitä korkeampaa korkoa käytetään sitä paremmin menestyvät sellaiset hankkeet, joissa tuotto saadaan nopeasti.

Viljan hinta on maatalouteen tehtävien investointien tärkeä säätelijä. Se on ollut laskusuunnassa viimeiset 20 vuotta. Sijoittaminen maatalouden edellytysten turvaamiseen näyttäisi käyvän siten vähemmän ja vähemmän houkuttelevaksi. Viljan hinnan kehitys selittänee suurelta osin sen, ettei rahoja haluta uhrata kalliiksi tulevaan uuden peltoalan raivaukseen, vaan sadonlisäykset tuotetaan lannoitusta lisäämällä (ks. kuva 5). Viljan hintakehitys selittänee myös osaltaan, miksi maailmassa valmistuu nykyään tekoaltaita vähemmän kuin aiemmin.

Maailman metsäalassa tapahtuneet muutokset (kuva 6) selittyvät osaltaan, ja erityisesti Aasiassa ja Afrikassa, myös uuden pellon raivauksella (FAO 1997). Tuotannosta poistuu kuitenkin enemmän peltoa kuin uutta tuotetaan. Arvioidaan, että noin 12 miljoonaa ha katoaa vuosittain viljelystä maaperän rappeutumisen takia (Pimentel ym. 1995). Maaperän rappeutumista aiheuttavat eroosio, maan suolaantuminen ja vettyminen, maan köyhyttäminen ja happamoituminen. Keskusteluissa paljon esillä ollut aavikoituminen voidaan määritellä kuivilla alueilla tapahtuvaksi maaperän rappeutukseksi. Maasta myös kilpaillaan asutuksen, teollisuuden ja maatalouden kesken, ja monesti tämä kilpailu päättyy maatalouden tappioon. Näin käy erityisesti parhaille maatalousmaille jokilaaksoissa ja -suistoissa, joihin kaupungien ja teollisuuden kasvun on tapana keskittyä.



Kuva 5. Peltoala, kasteltu peltoala, lannoitteiden käyttö ja viljantuotanto henkeä kohti kehitysmaissa, kehittyneissä maissa ja koko maailmassa, sekä viljan hinta- ja varastotilanteiden kehitys indeksin avulla esitettynä (World Bank 1997).



Kuva 6. Metsän osuus maa-alasta ja siinä tapahtuneet muutokset (FAO 1997).

Veden ja tuulen aiheuttaman eroosion takia maan pinta-kerros ohenee ja maa käy pahimmassa tapauksessa kasvukelvottomaksi. Maapallon maatalousmaasta noin yksi kolmannes on peltoa ja kaksi kolmannelle laidunmaata. Noin 80 % kärsii jonkin asteisesta eroosiosta. Pellot ovat herkimpiä eroosiolle, koska niitä muokataan säännöllisesti ja koska ne ovat osan vuodesta ilman kasvipeitettä.

Laidunmaista ylilaidunnetut alueet ovat eroosiolle otollisia. Niitä on jo yli puolet laidunmaiden kokonaisalueesta. Eroosio vaikuttaa negatiivisesti kasvituotantoon, sillä ohentaessaan humuskerrosta se muuttaa maan vesi- ja ravinnetasetta sekä vaikeuttaa pieneliöiden elämää. Vaikutukset ovat kuitenkin tapauskohtaisia ja luotettavia kokonaisarviota eroosion vaikutuksesta ei ole käytettävissä.

Eroosion mukanaan tuomaa ongelmaa ei ole syytä vähentää; sen määrä maatalousalueilta on Aasiassa, Afrikassa ja Etelä-Amerikassa keskimäärin 30-40 t/ha vuodessa ja Euroopassa ja Yhdysvalloissa 17 t/ha vuodessa (Barrow 1991). Pintakerroksen luonnollinen uudistuminen tapahtuu Pimentelin (1995) mukaan 20-40 kertaa hitaammin kuin eroosion aiheuttama maan kuluminen.

Maaperän suolaantuminen on lähinnä kasteltujen alueiden ongelma, mutta sitä esiintyy myös kastelemattomilla alueilla, joissa voimakas haihdunta tuo suolat maan pintakerrokseen. Kasteluveden mukana maahan joutuvat suolat varastoituvat juuristokerrokseen, mikäli vettä ei käytetä siksi runsaasti, että ne saadaan huuhtoutumaan maasta pois. Maan vettyminen on toinen kasteltujen alueiden isoista ongelmista. Se on seuraus puutteellisesta maan kuivatuksesta. Kastelu aiheuttaa näillä alueilla pohjaveden nousemisen juuristokerrokseen, jolloin ne käyvät viljelyyn kelpaamattomiksi. FAO:n arvion (Alexandratos 1995) mukaan viljelystä häviää suolaantumisen ja vettymisen takia vuosittain 0.2-1.5 miljoonaa hehtaaria.

Maaperän köyhyttäminen tapahtuu, jos maassa olevien ravinteita ja hivenaineita käytetään jatkuvasti ilman, että maaperän ainetaseesta huolehditaan asianmukaisesti. Se on muodostumassa ongelmaksi erityisesti Afrikassa, mutta myös muualla. Köyhyttämisen kokonaisvaikutuksia ei tunneta. Ympäristön happamoitumisen vaikutuksista kasvitutannon määrään ja laatuun ei ole liioin toistaiseksi käytettävissä luotettavaa selvitystä. Tukholmassa toimivan Ruotsin ympäristöinstituutin SEI:n toimesta on parhaillaan tosin käynnissä laaja tutkimus, ja se tulee tuomaan lähivuosina lisävalaistusta happamoitumisen maailmanlaajuisesta tilasta ja vaikutuksista.

Ilmaston lämpeneminen ei vaikuttane merkittävästi lähivuosikymmeninä, mutta sillä saattaa olla merkitystä ensi vuosisadan puolivälissä. Rozenzweig ja Parry (1994) ennakoivat, että ilmakehän hiilidioksidipitoisuuden kasvu ja ilmakehän lämpötilan nousu vaikuttavat vain vähän, joskin alentavasti kasvitutannon kokonaismäärään. Lauhkean vyöhykkeen teollisuusmaissa tilanne tulee heidän skenaarioidensa mukaan olemaan nykyistä suotuisampi, mutta kehitysmaiden tilanne tulee entisestään heikkenemään. Toteutuessaan ilmastonmuutos tulisi siis edelleen lisäämään eriarvoisuutta maailmassa.

Ravintotuotannon kannalta keskeinen kysymys on, riittääkö maatalousmaata kasvavan väestön tarpeisiin. FAO ei ole maan riittävyydestä huolissaan (Alexandratos 1995). Se arvioi maatalousmaaksi sopivan alan määräksi kehitysmaissa Kiina poisluettuna vielä noin 1.8 mrd. ha, josta 48% on Latinalaisessa Amerikassa ja 44% Afrikassa. Sensijaan esimerkiksi Etelä-Aasiassa ja Lähi-Idässä on vain niukalti mahdollisuuksia uusien alueiden käyttöönottoon. FAO ennakoii, että vuoteen 2010 mennessä viljelyalaa lisätään 90 milj. ha nykyisestä. Kastellun peltoalan lisäystarpeeksi arvioidaan 23 milj. ha eli noin 20%.

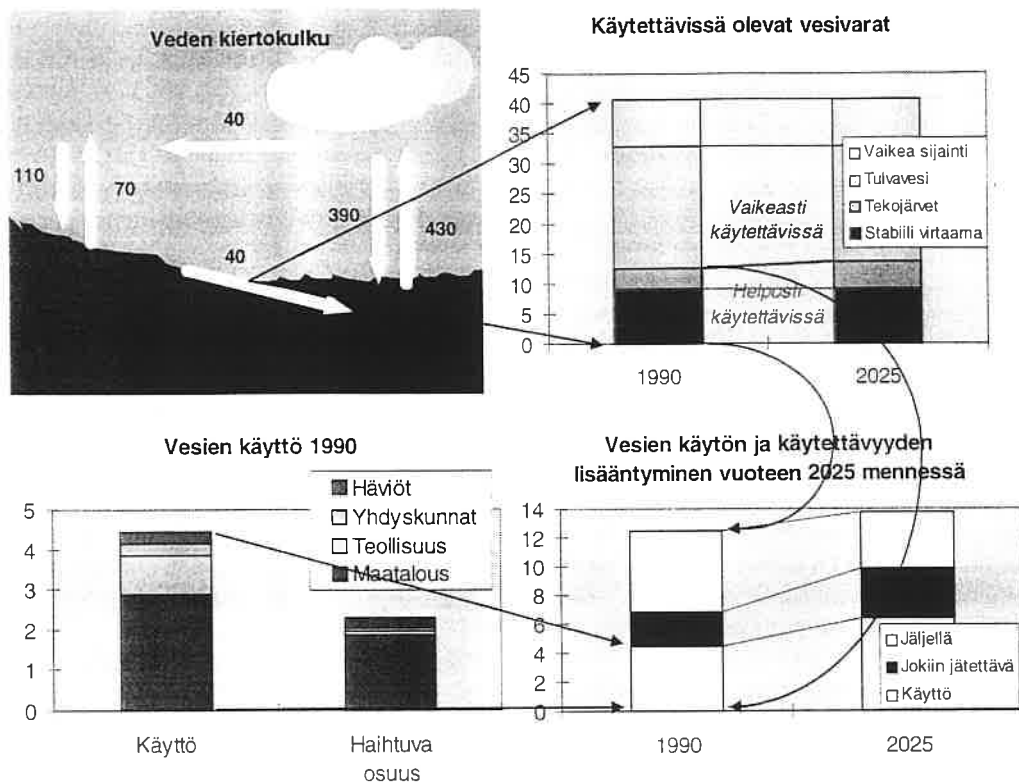
Kun elintaso nousee, ihmisten ruokavalio muuttuu ja lihansyönti lisääntyy. Lihan tuottamista varten on kasvitutantoa lisääntävä. Brownin (1995) mukaan yhdysvaltalainen kuluttaa viljaa keskimäärin 800 kg/a, kun Intiassa vastaava luku on vain 200 kg/a. Mikäli kehitysmaissa lihansyönti lisääntyy, tarvitaan peltoa-alaa vastaavasti enemmän. Lihansyönnin kasvu merkitsee samalla myös sitä, että kasteluvettä tarvitaan myös enemmän ja enemmän.

Vesivarat ja niiden käyttö

Mantereilta meriin valuvan veden kokonaismäärän (kuva 7) arviot vaihtelevat 33500 km³ ja 47 000 km³ välillä keskimääräisen arvion ollessa noin 40 700 km³ (Gleick 1993). Jos tämä vesimäärä jakaantuisi ajallisesti tasaisesti ja paikallisesti ihmisten määrän mukaan, maapallolla ei esiintyisi veden riittävyyso ongelmia. Todellisuudessa vesivarojen epätasainen sijainti ja ajallinen vaihtelu aiheuttavat tilanteen, jossa vedestä on monin paikoin pulaa.

Osa vesivaroista ei ole vaikean sijaintinsa takia käyttöön otettavissa. Esimerkiksi Amazonin valuma-alueelta virtaa mereen noin 1/6 maapallon kokonaisvirtaamasta, mutta alueella asuu vain 0.4% maapallon väestöstä. Tällaisten vesien määrä on noin 19% kokonaisvirtaamasta. Tätäkin merkittävämmän osan muodostaa lyhyiden tulvakausien vesi, joka ei ole käytettävissä silloin, kun asutus, teollisuus ja maatalous sitä tarvitsevat. Postel ym. (1996) laskevat, että jatkuvasti käyttökelpoisen stabiilin virtaaman määrä on vain 9000 km³/a. Kun altaitiin voidaan varastoida tämän lisäksi noin 3500 km³, on käyttökelpoista vettä noin 12 500 km³/a. Tasan jaettuna maapallolla nykyään elävien ihmisten kesken tämä merkitsee noin kuutta kuutiometriä vuorokaudessa.

Maapallolla käytettävästä vedestä maatalouteen kuluu 69%, teollisuuteen 23% ja asutukseen 8%. Arviot veden kokonaiskäytön määrästä vaihtelevat. Gleickin (1993) mukaan vuonna 1987 käytettiin vettä nesteinä 3240 km³. Postel ym. (1996) arvioivat vuonna 1990 käytetyksi määräksi 4155 km³. FAO:n (1996) arvio on 4430 km³/a, mutta SEI (1997b) saa vuoden 1995 käytöksi vain 3500 km³. Kun näitä lukuja verrataan käytettävissä olevan veden määrään, näyttää helposti siltä, että vettä riittää vielä nykyistä huomattavasti suurempaan kulutukseen. Todellisuudessa tilanne on monimutkaisempi, sillä vesillä on paljon muutaakin käyttöä. Vesiliikenne asettaa ensinnäkin uomien vedenkorkeuksille ja vesimäärille omat rajoituksensa. Myös virkistyskäytöllä on omat vaatimuksensa. Osa nesteinä käytetystä vedestä palaa uomiin jätevetenä ja siksi vettä on oltava vesiuomissa myös jätevesien laimentamista varten. Vaatimukset biodiversiteetin säilyttämisestä ja jopa lisäämisestä merkitsevät entistä tiukempia rajoituksia vesien käytölle. Kuinka paljon vettä tulee uomiin jättää on vaikeasti arvioitava asia. Postel ym. (1996) esittävät omana arvionaan 2350 km³/a. Kun tämä lasketaan mukaan heidän esittämänsä vuoden 1990 vedenkäyttöön, saadaan vedenkäytön määräksi 54% jatkuvasti käytettävissä olevasta vedestä.



Kuva 7. Hydrologinen kiertokulku maapallolla (nettovirrat), ihmiskunnan käytettävissä olevat vesivarat, niiden lisääntymismahdollisuudet, ja vesien käyttö, 1000 km³ vuodessa (Postel ym. 1996).

Kaikki käytetty vesi ei ole lopullisesti menetetty, vaan se voidaan käsiteltynä ja puhdistuneena käyttää uudelleen. Voidaan arvioida, että kasteluun käytettävästä vedestä palaa takaisin uomaan noin 35% ja että teollisuuden ja asutuksen osalta vastaavat luvut ovat 91% ja 83% (Shiklomanov 1993, Postel ym. 1996). Viimemainitut arvioivat todelliseksi "kulutukseksi" noin 2285 km³/a, joka on noin 18% käyttökelpoisten vesien määrästä. Tähän tulisi kuitenkin lisätä vielä ne käytetyt vedet, jotka valuvat rannikkoalueilta suoraan mereen.

Käytettävissä olevia vesiä voidaan ihmisen toimesta lisätä. Ajallisen epätasaisuuden haittoja voidaan vähentää varastoimalla vettä tulva-aikoina altaisiin tai maaperään. Tekoaltaita rakennetaan eri puolilla maailmaa jatkuvasti, mutta vuosittain valmistuneiden suurten altaiden lukumäärä on jatkuvasti pienentynyt (Biswas 1992). Kun vielä 1950-80 valmistui vuosittain noin 1000 yli 15 m korkeaa patoa, on määrä 1990-luvulla pudonnut 260 patoon vuodessa (International Rivers Network 1997). Rakentamistahti on hiljentynyt, koska parhaimmat paikat on jo rakennettu ja koska altaiden aiheuttamat negatiiviset vaikutukset arveluttavat. Myös viljanhinnan jatkuvalla alenemisella on rakentamishaluttomuuteen oma vaikutuksensa.

Suolanpoisto merivedestä on usein esiintuotu mahdollisuus, kun on etsitty keinoja veden tuottamiseen sen puutteesta kärsiville seuduille. Kokonaisvedenkäytön verrattuna tällöin keskustellaan marginaalisesta keinosta, sillä suolanpoistolla voidaan ratkaista vain rikkaiden valtioiden rannikoiden vedenkäyttöongelmia. Jäävuorien hinaaminen

ja sulattaminen on eksoottinen mahdollisuus, jolla rannikolla sijaitsevien kaupunkien vedentarvetta on ainakin periaatteessa mahdollista tyydyttää. Kokemuksia jäävuorien käytöstä ei kuitenkaan ole, eikä niiden avulla ole mahdollista tyydyttää itse pääongelmaa: massiivisten kasteluun tarvittavien vesimäärien toimittamista sisämaahan.

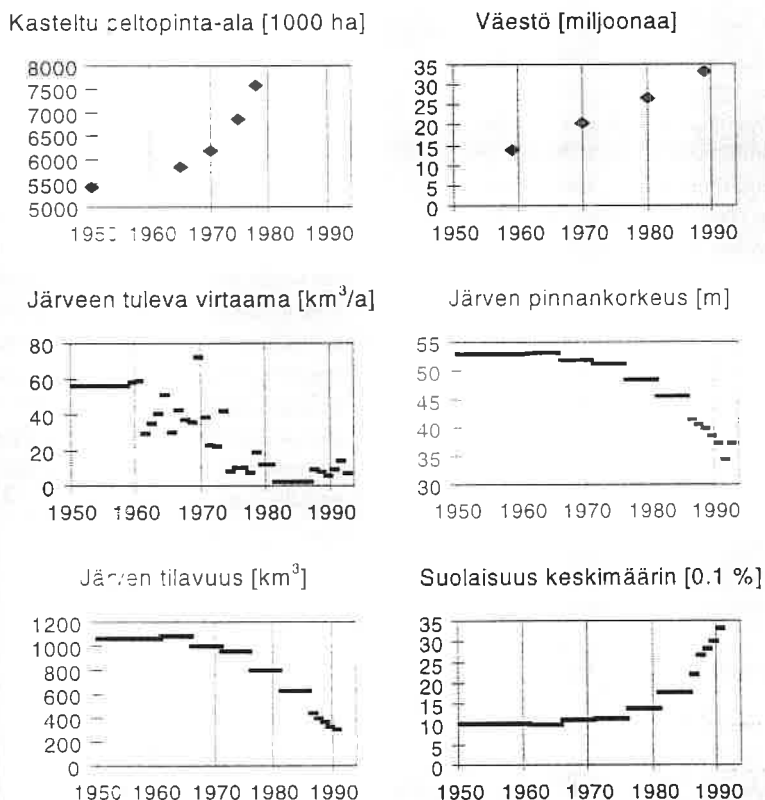
Vesivarojen epätasaista maantieteellistä jakaantumista voidaan korjata siirtämällä vettä sieltä, missä sitä on runsaasti sinne, missä siitä on puutetta. Pienen mittakaavan siirtoja on tehty runsaasti eri puolilla maailmaa. Todella jättimäisiä ratkaisuja on suunniteltu, mutta niiden toteuttaminen on törmännyt suuriin kustannuksiin ja ympäristösyistä heränneeseen vastustukseen. Ehkä kuuluisin suunnitelluista hankkeista on vedensiirto Pohjoiseen Jäämereen laskevista Siperian suurista joista Keski-Aasiaan. Tällä alueella veden vajeus on arvioitu olevan vuosituhaten vaihteessa noin 100 km³/a.

Tätäkin mittavampi hanke olisi ns. NAWAPA-suunnitelman toteuttaminen Pohjois-Amerikassa. Siinä ehdotetaan, että 300 km³/a vettä johdettaisiin Alaskasta etelään Kanadassa, Yhdysvalloissa ja Meksikossa sijaitseville kuiville seuduille. Ns. Rauhanputkisuunnitelmassa tehdään ehdotus veden johtamiseksi Turkista kuivuudesta kärsiviin Arabimaihin. On myös ehdotettu, että vettä kuljetettaisiin Turkista tankkilaivoilla (Turan 1993). Myös Alaskassa ollaan valmiita viemään vettä tankkilaivoilla Kaliforniaan. Laskelmien mukaan laivojen käyttö tulisi tässä tapauksessa suolanpoistoa halvemmaksi (Fredriksen 1996).

Tapaus Aral: Järvenlaskua puuvillan avulla

Aral oli vielä 1950-luvulla maailman neljänneksi suurin järvi. Neuvostoliitto keskitti sen valuma-alueelle 1960-luvun alusta lähtien enenevässä määrin puuvillan viljelyä. Tämä vaati runsaasti kasteluvettä. Araliin laskevien jokien vesimäärät pienenivät ja järvi on menettänyt kolmeneljännestä tilavuudestaan ja puolet pinta-alastaan. Neljä vuosikymmentä sitten Aralin valuma-alueeltaan saama tulovirtaama oli noin 55 km³/a, mutta 1980-luvulla se oli enää vain kymmenesosa tästä määrästä. Suurimman osan vuodesta järveen laskevat joet ovat alaosistaan kuivia. Jokien rantametsät ovat lähes tuhoutuneet ja kosteikot supistuneet 85%. Maataloudessa ylenmäärin käytetyt kemikaalit ovat huuhtoutuneet vesiin ja vaurioittaneet pahoin vesien biologista diversiteettiä. Järvi on suolaantunut. Kalastus, joka vielä 1950-luvulla tarjosi 60 000 työpaikkaa, on loppunut.

Alueen vesitaseen ennallistamiseksi suunniteltiin lisäveden johtamista Pohjoiseen Jäämereen laskevista joista. Innostus tämän massiivisen projektin toteuttamiseen alkoi kuitenkin hiipua jo 1980-luvulla ja Neuvostoliiton hajoaminen pysäytti hankkeen.



Kuva. Aral-järven ja sen valuma-alueen kehitys vuodesta 1950 lähtien. Lähteenä UNEP (1993) paitsi tulevat virtaamat 1959-1975 ja kasteltu pinta-ala (Rafikov 1983).

Vesien likaantuminen supistaa käyttökelpoisten vesien määrää. Asutuksen jätevedet sisältävät happea kuluttavaa orgaanista materiaalia ja ravinteita, jotka rehevöittävät vesistöjä. Jätevedet heikentävät vesien hygieenistä tilaa ja huonontavat niiden käyttökelpoisuutta. Monet teollisuus-jätevedet sisältävät raskasmetalleja ja monimutkaisia, vaikeasti hajoavia kemiallisia yhdisteitä, jotka ovat ihmisille, eläimille ja kasveille vaarallisia. Liikenne kuormittaa niin ilmaa, maata kuin vettäkin. Tehomaatalous käyttää lannoitteita ja torjunta-aineita, joista osa huuhtoutuu pinta- ja pohjavesiin. Lisääntyvä kastelu tuottaa lisääntyviä määriä kuivatusvesiä, joiden suolapitoisuudet ovat jopa kymmenkertaisia itse kasteluveteen verrattuna.

Kvantitatiivisia arvioita siitä, kuinka paljon vesivarojen käyttökelpoisuus on vesien likaantumisen ansiosta alentunut, ei ole käytettävissä. Kehitysmaiden tilanne on kuitenkin nopeasti heikkenemässä. Jätevesien käsittelyn suhteen niissä ollaan vasta alussa, sillä syntyvistä jätevesistä käsitellään vain noin 10% (SEI 1997a). Monet teollisuusmaat ovat viimeisen kolmen vuosikymmenen aikana hoitaneet jätevesikysymyksensä tyydyttävään kuntoon.

Viime aikoina on yhä laajemmin herätty huomaamaan, että käsitelty jätevedet ja kastelualueiden kuivatusvedet ovat tärkeä resurssi, jonka merkitystä ei saa aliarvioida. Käsiteltyjä jätevesiä voidaan käyttää kasteluun ja teolli-

suusvetenä. Monesti ne voidaan imeyttää maaperään tekopohjavedeksi, jolloin ne ovat myös asutuksen käyttöön kelpaavia.

Vesien käyttöä vaikeuttaa omalta osaltaan, että monet merkittävät vedenhankintavesistöt sijaitsevat kahden tai useamman valtion alueella. Biswasin (1992) mukaan maailmassa on 214 valuma-alueita, jotka ulottuvat kahden tai useamman valtion alueelle. Mikäli vettä on riittävästi kaikille, ei ongelmia vesivarojen käytöstä synny, mutta mitä vähemmän vettä, on sitä konfliktiherkemmäksi tilanne muuttuu. Pahimmassa tapauksessa veden takia ollaan valmiita sotaan. Vesi, jolla tuli sammua, voi näillä alueilla muuttua räjähdysaineeksi. Lähi-Idän tilanne on tästä hyvä esimerkki.

Tulevaisuuden vedentarpeen arviointi on kaikkea muuta kuin helposti suoritettavissa, sillä veden käytön on lopulta sopeuduttava käytettävissä oleviin vesivaroihin. Eräistä arvioista on yhteenveto taulukossa 1. Postel ym. (1996) lähtevät arviossaan olettamuksesta, että vedenkäyttö henkeä kohti pysyy nykyisen suuruisena ja päättyvät vuodelle 2025 arvioon $6400 \text{ km}^3/\text{a}$. Jätevesien määrän ja niin muotoin myös laimennustarpeen lisääntyessä joudutaan uomaan jättämään vettä heidän arvionsa mukaan noin $3430 \text{ km}^3/\text{a}$. Kokonaiskäytöksi tulee tällöin noin $9830 \text{ km}^3/\text{a}$. Tämä on jo yli 70% arvioidusta jatkuvasti käytettävissä olevan veden määrästä, jota eri toimenpitein on heidän arvionsa mukaan mahdollista nostaa määrään $13\,700 \text{ km}^3/\text{a}$ (ks. kuva 7).

Taulukko 1. Veden tarve eri tutkijoiden mukaan (SEI 1997b).

Tutkija (vuosi)	Vedentarve km^3/a		
	2000	2015	2025
Nikitopoulos (1967)	6730		
L'vovich (1974)	7000		
Falkenmark & Lindh (1974)	8380		
Falkenmark & Lindh (1976)	3986	4961	
de Mare (1976)	6080		
World Resources Institute (1990)	4350		
Shiklomanov (1993)	5190		
SEI (1997b)			5000

Eräs viimeisimmistä arvioista (SEI 1997b) päättyy huomattavasti pienempiin vesimääriin. Keskimääräisen skenaarion mukaan vettä käytettäisiin vuonna 2025 ainoastaan $5000 \text{ km}^3/\text{a}$ ja maksimiskenaarion mukaan määrä olisi $5500 \text{ km}^3/\text{a}$. Näiden skenaarioiden pohjana on oletus veden käytön intensiteetin tehostumisesta kaikilla käyttösektoreilla. Missä määrin tähän on mahdollista päästä, on epävarmaa, sillä yleensä vedenkäyttö on maailmassa lisääntynyt elintason noustessa. Samaan aikaan, kun ihmisten määrä kasvoi 3.8 miljardista 5.4 miljardiin eli noin 40%, vedenkäyttö kaksinkertaistui (Postel 1992).

Edellä esitetyn tarkastelun tavoitteena on ollut antaa yleiskuva veden riittävyydestä, kun tarkastelun kohteena

on koko maapallon tilanne keskimäärin. Tällainen keskimääräistarkastelu ei kerro läheskään koko totuutta, sillä vesien riittävyyden kannalta tärkeitä suureita ovat alivirtaumat. Maantieteellisesti vedet ja niiden käyttötarpeet jakaantuvat hyvin epätasaisesti. Maapallon yhteenlaskettu virtaama ei vuosittain juuri vaihteile, mutta kun veden saatavuutta tarkastellaan valuma-alueiden tai vaikkapa maanosien tarkkuudella, vuosivirtaumat poikkeavat toisistaan. Veden saatavuutta vaikeuttaa varsinkin päivätasaajan lähellä ilmenevä hydrologinen persistenssi, joka ilmenee usean vuoden mittaisina kuivakausina. Kuivat vuodet pyrkivät seuraamaan kuivia vuosia.

Kun veden käytön tyydyttämisen vaikeutta arvioidaan maantieteellisillä osa-alueilla, voidaan arviointiperustana käyttää vedenoton suhdetta vuosivirtaamaan (Falkenmark & Lindh 1976, SEI 1997a). Jos vedentarve on pienempi kuin 5% kokonaisvirtaamasta, ei tarpeen tyydyttäminen aiheuta ongelmia. Vedentarpeen lähestyessä 10% tilapäisten häiriöiden riski lisääntyy ja vedentarpeen tyydyttäminen vaatii huolellista vesivaroihin kohdistuvaa suunnittelua. Jos vedentarve on 10%:n ja 20%:n välillä vuosivirtaamasta, muodostuu tilanne ongelmalliseksi ja ratkaisut vaativat merkittäviä investointeja. Välillä 20-40% ollaan tilanteessa, jossa kehitysmaiden kyseessä ollessa joudutaan massiivisiin investointeihin ja vesitalouden hoitoon on uhrattava suuri osa bruttokansantuotetta. Mikäli vedenotto nousee yli 40%, on kyse vakavasta vedenpuutteesta, jota joudutaan yleensä tyydyttämään suolanpoistolla ja käyttämällä pohjavettä enemmän kuin sitä muodostuu.

Kulshreshtha (1993) on arvioinut veden käytön kehitystä suuralueittain vuoteen 2025 ja esittänyt kolme skenaariota, jotka on piirretty kuvaan 8. Skenaariot on laskettu olettamalla 1) ettei ilmastomuutosta tapahdu, 2) ilmasto muuttuu ja 3) maittain pyritään ravinnontuotannon suhteen omavaraisuuteen. Laskelmien mukaan 20% kriittisen käytön alapuolella jäävät selvästi vain Etelä-Amerikka, Pohjois-Eurooppa, Keski-Afrikka, Kaakkois-Asia ja Oseania. Suurimmat ongelmat kohdistuvat Pohjois-Afrikkaan ja Lähi-Itään, joissa vedentarve ylittää vedentarjonnan moninkertaisesti.

Shiklomanov (1993) on esittänyt arvion vuoden 2000 vedenkäytölle ja jakanut tätä varten maailman 26 osaan. Hänen arvioitaan on tässä yhteydessä ekstrapoloitu vuoteen 2050 ottamalla lähtökohdiksi alueittaiset väestönkasvunopeudet ja vedenkäytön kasvunopeudet. Tulokset on näkyvät kuvassa 9 prosentteina vuosikeskivirtaamasta ja kuvassa 10 vuotuisena vesimääränä henkeä kohti.

Falkenmarkin ja Lindhin (1993) mukaan $1000 \text{ m}^3/\text{a}$ on kriittinen vesimäärä, jota kuivemmat alueet kärsivät vakavasta vedenpuutteesta. Shiklomanovin keräämiin tietoihin perustuva tarkastelu on sopusoinnussa Kulshreshthan esityksen kanssa ja osoittaa, että erityisen suuria ongelmia veden riittävyyden suhteen on odotettavissa Pohjois-Afrikassa, Kiinassa ja Mongoliassa sekä Etelä-

Keski- ja Länsi-Aasiassa (Lähi-Idässä). Kuvat 9 ja 10 osoittavat havainnollisesti, kuinka vaikeaksi tilanne eräillä alueilla tulee muodostumaan. Puhuttaessa kestävästä kehityksen mukaisesta vesitaloudesta, ei voida missään nimessä ajatella, että veden käyttö voisi nousta monikerlaiseksi vuosivirtaamaan verrattuna. Tällaisia tapauksia

kuitenkin esiintyy jo joissain valtioissa. Esimerkkinä Libya, joka tällä hetkellä käyttää noin kymmenkertaisen vesimäärän uusiutuviin varoihinsa verrattuna (1000%). Tämä johtuu siitä, että maassa käytetään pohjavettä kertaluokkaa enemmän kuin uutta ehtii muodostua.

Lähi-Itä: Vesi räjähdysaineena

Lähi-idässä väestönkasvu on nopeaa ja maatalous riippuu jokseenkin täysin kastelusta. Vettä on vähän ja alueen merkittävimmät valuma-alueet Niili, Jordan ja Tigris-Eufraat levittäytyvät usean valtion alueelle. Lähi-idän monista ongelmista vesiongelma on vain yksi, mutta polttavan tärkeä. Pysyvän rauhan edellytys on, että veden käytöstä pystytään sopimaan.

Ongelmien polttopiste sijaitsee Jordanin valuma-alueella. Israel, Jordania ja miehitetty Länsiranta jakavat tämän alueen vedet. Veden tärkeydestä alueella antaa käsityksen huomio, että sekä Israel että Jordania käyttävät yhden viidesosan sähköenergiastaan veden pumpaamiseen (Brooks 1993). Maatalous käyttää vettä eniten. Israelissa kasteluun kuluu noin 80% ja Jordaniassa noin 70% vuotuisesta vedenkäytöstä.

Israelin vedenkäyttö on ylittänyt käyttökelpoisen veden määrän 15 prosentilla. Maan pääasiallisena vedenlähteenä on Genetsaretin järvi, josta vesi pumpataan ns. kansalliseen vedenkuljettimeen, joka on putkien ja avuomien muodostama verkosto. Tätä verkostoa käyttäen vesi johdetaan maan eri puolille aina Eilatin kaupunkiin asti. Pintavesien lisäksi Israelin ja Länsirannan alueilla on pohjavettä, jota niinkään pumpataan kansallisen vedenkuljettimen avulla jaettavaksi. Käytettävissä olevan veden määrää lisätään jätevesien uudelleenkäytöllä ja meriveden suolanpoistolla.

Israel on pyrkinyt turvaamaan lähi-idän vesivaroista itselleen mahdollisimman suuren osan. Tämän voi hyvin ymmärtää, sillä vettä asukasta kohti on vain hieman yli 400 m³/a. Palestiinalaisalueilla tilanne on tätäkin selvästi heikompi. Ongelmaa vaikeuttaa vesien likaantuminen. Erityisesti pohjavesien laatu on heikkenemässä huolestuttavasti (Brooks 1993).

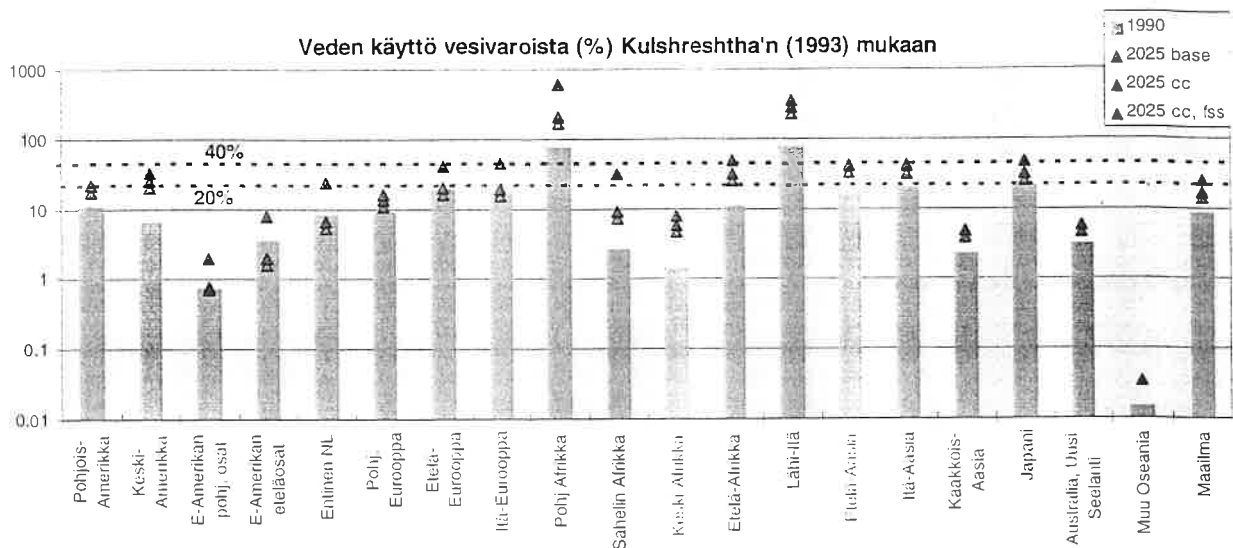
Jordania on valtio, jonka vesitilanne on vielä Israeliakin hälyyttävämpi. Myös se on rakentanut omaa jakelujärjestelmäänsä, joka tuo veden eri pinta- ja pohjavesien vedenottoista suurimpiin asutuskeskuksiin. Käytössä olevista vesivaroista Jordanian valtion yksinomaisessa valvonnassa on hieman yli 60%. Veden puute rajoittaa jo nyt taloudellista kehitystä ja tilanne tulee väestön nopean kasvun takia kehittymään erittäin vaikeaksi. Väestöennusteiden perusteella vettä asukasta kohti tulee vuonna 2010 olemaan vähemmän kuin 200 m³/a. Yhdessä Syyrian kanssa suunniteltu Jarmouk-joen patoaminen toisi Jordanielalle vettä lisää noin 0.1 km³/a (Al-Weshah Al Mubarak 1992), mutta tämäkin lisäys saisi aikaan vain väliaikaisen helpotuksen.

Syyrian tilanne on edellä mainittuja valtioita selvästi parempi. Siellä on vettä henkeä kohti noin 2000 m³/a ja vaikka väestönkasvu on nopeaa, vesi ei muodostu siellä samalla tavoin kriittiseksi kuin Jordaniassa ja Israelissa. Eufraat on merkittävin vesilähde, mutta maassa on myös muita pinta- ja pohjavesilähteitä. Ongelmattomaksi ei tilannetta nähdä Syyriassakaan. Wakil (1993) arvioi käyttökelpoisten vesivarojen todelliseksi määräksi 23.5 km³/a. Vedenkäyttö tulee ylittämään hänen tekemänsä arvion mukaan tämän vesimäärän pian vuoden 2010 jälkeen.

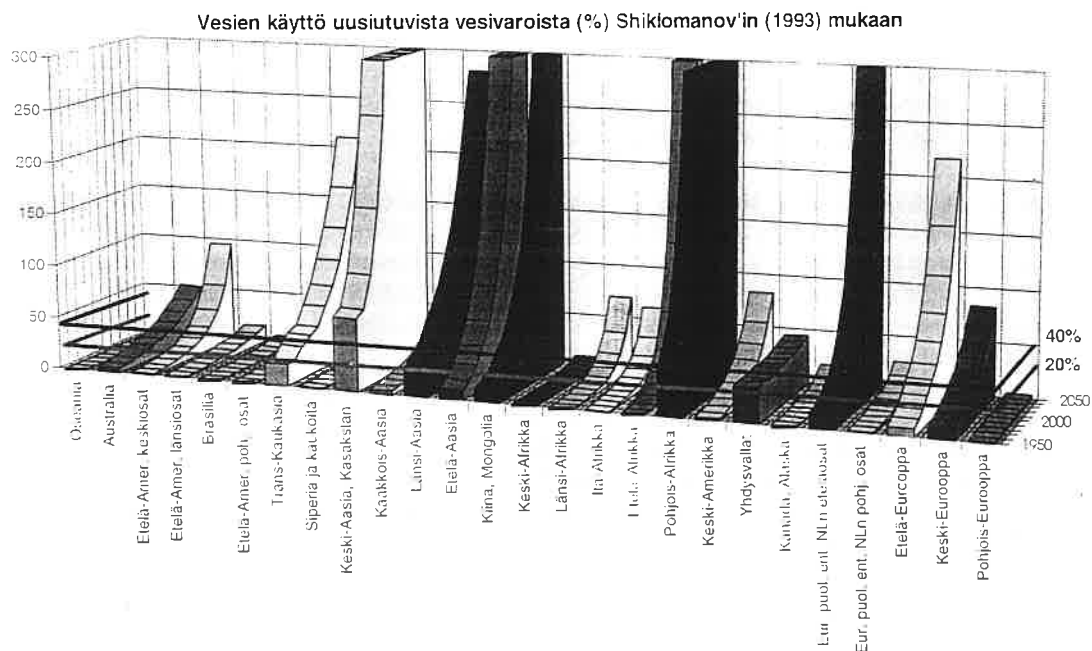
Arviot Turkin käyttökelpoisista vesivaroista vaihtelevat suuresti. Shuval (1992) arvioi määräksi 180 km³/a, kun taas Turanin (1993) arvio on vain puolet tästä. Viime mainitun mukaan vettä käytetään nykyään jo lähes 30 km³/a ja kun Turkin väestön ennustetaan kolmessakymmenessä vuodessa lähes kaksinkertaistuvan, on maassa hyvissä ajoin esitetty suunnitelma vesivarojen paremmasta hyödyntämisestä. Tämän ns. Anatolia-suunnitelman toteuttamiskustannukset arvioidaan 150 mrd markaksi.

Turkilla on kuitenkin vettä tarjota muillekin. Presidentti Özel esitti vuonna 1987 vesipulasta kärsiville arabimaille Rauhan Vesiputken rakentamista. Suunnitelman mukaan osa Seyhan ja Ceyhan jokien vedestä, yhteensä 70 m³/s, otettaisiin rakennettavaan, 5000 km pitkään putkistoon. Tämä vedettäisiin aina eteläisimpiin Arabian niemimaan valtioihin asti. Hankkeen kustannusarvio on noin 100 mrd mk ja vesikuution hinnaksi Turan (1993) arvioi noin 5 mk. Rakentamisen, mikäli se toteutetaan, arvioidaan kestävän 8-10 vuotta.

Eufraat ja Tigris saavat alkunsa Turkissa ja virtaavat Syyrian kautta Irakiin. Irakilaiden vesitilannetta voidaan kuvata tyydyttäväksi, sillä uudistuvien vesivarojen määräksi arvioidaan 100 km³/a eli lähes 4000 m³/a henkeä kohti. Veden käyttö oli vuonna 1970 kuitenkin jo 43% tästä määrästä (Gleick 1993). Irakilaiset seuraavat huolestuneina yläjuoksulla sijaitsevien valtioiden toimenpiteitä. Epäluuloon on lähihistoriaan perustuvat syynsä. Vuosina 1974 ja 1975 Turkki ja Syyria ryhtyivät yhtä aikaa täyttämään tekoaltaitaan ja Eufraatin virtaamat pienenevät "sietämättömän alhaisiksi". Vain Saudi-Arabian välitystoimien ansiosta sota vältettiin. Vuonna 1990 Turkki täytti Ataturk-allastaan, jolloin sekä Syyria että Irak protestoivat voimakkaasti (Altinbilek 1997).



Kuva 8. Kulshreshthan (1993) arvio vesien käytön osuudesta käytettävissä olevista vesivaroista vuonna 1990 ja kolmen eri skenaarion mukaan laskettuna vuonna 2025. Skenaarit ovat (1) base: perustilanne, ilmastomuutosta ei otettu huomioon, (2) cc: keskimääräistetty ilmastomuutosennuste otettu huomioon, ja (3) cc, fss: lisäksi oletettu, että maittain pyritään ravinnontuotannon omavaraisuuteen. Kuvaan on merkitty kriittisinä pidetyt 20% ja 40%:n rajat.



Kuva 9. Shiklomanovin (1993) arvio vesien käytön osuudesta käytettävissä olevista vesivaroista. Vuoden 2000 jälkeiset arvot ekstrapoloitu väestönkasvunopeuksien ja Shiklomanovin käyttämien vesien käytön kasvunopeuksien avulla.

Jotta vettä riittäisi kriittisiksi muodostuvilla alueilla, sen käyttöä pitäisi tehostaa ja käyttäjien lukumäärää tulisi voida hillitä. Kun niissä kasteluun kuluva vesimäärä on monesti yli 90% kokonaiskulutuksesta, on keskeinen kysymys, voidaanko kasteluveden käyttöä tehostaa. Yksittäisissä kasteluhankkeissa veden käyttö onkin tehottomaa, keskimäärin ehkä vain noin 40%. Yleinen käsitys on jopa ammatti-ihmisten parissa, että yksittäisten hankkeiden tehostamisella vettä saadaan runsaasti säästymään. Vaikka yksittäisten hankkeiden teho on heikko, niiden hukkaama

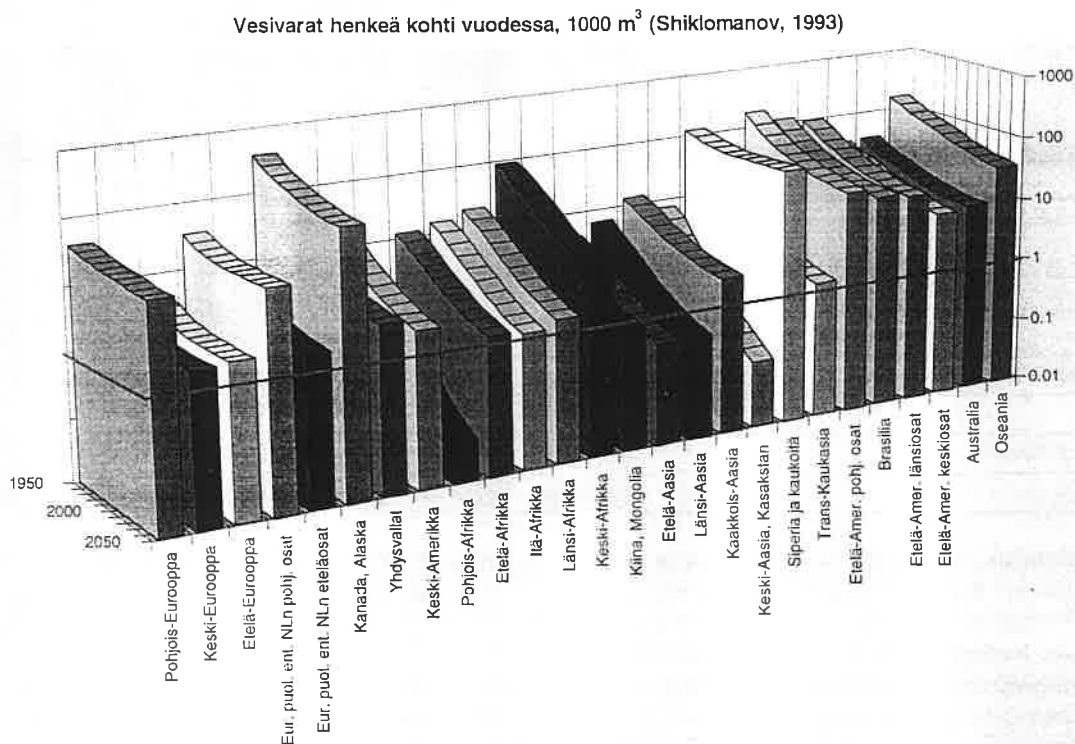
vesi virtaa alajuoksulle käytettäväksi tai imeytyy pohja-vedeksi. Usein se tosin haihtuu tällöin ilmaan aiheuttaen suolaantumisoongelmia. Tehokkuuden vettä säästävä merkitys tulee suurelta osalta siitä, että tehokkaalla kastelulla suolaantumista kyetään vähentämään ja hehtaarisatoja lisäämään tuntuvasti. Nämä molemmat säästävät laajassa mittakaavassa vettä ja maaperää. Kun puhutaan kastelun tehosta, olisi puhuttava koko valuma-alueen kastelutehosta eikä suinkaan yksittäisten kastelualueiden veden käytöstä (Fredriksen 1996, World Food Summit 1996).

Toinen yleisesti esitetty ratkaisuehdotus on asettaa vedelle hinta ja saattaa vedet näin markkinatalouden lainalaisuuksien piiriin. Tämä toimenpide ei lisää itse vesivarojen määrää, mutta ohjaa vettä sinne, missä siitä on varaa maksaa, ts. teollisuuteen ja asutukseen. Epäilemättä näin lisätään vedenkäytön tehokkuutta, mutta samalla synnytetään uusia ongelmia. Kehitysmaiden köyhät viljelijät eivät pysty kilpailemaan vähästä vedestä. Heidän toimeentulonsa maaseudulla käy mahdottomaksi ja houkuttelevaksi vaihtoehdoksi jää kaupunkiin siirtyminen.

Kun väestön nettokasvu on seuraavan kymmenen vuoden aikana lähes miljardi ihmistä, on vesiin liittyvien ongel-

mien ratkaisulla kiire. Vettä on kriisialueilla säästettävä kaikin keinoin, mutta se ei tule riittämään. Käsiteltyjen jätevesien käyttö muodostaa merkittävän lisäresurssin. On myös kaikki syy olettaa, että kasvinjalostuksen keinoin saadaan kehitettyä vähemmän vettä käyttäviä kasveja. Näiden toimenpiteiden lisäksi vettä on varastoita niin altaisiin kuin maaperäänkin. Tässä on muistettava, että suurten vesitaloudellisten hankkeiden toteuttaminen ei tapahdu vuodessa eikä kahdessa vaan ottaa vuosikymmeniä.

Aika käy vähiin.



Kuva 10. Shiklomanovin (1993) arvio vesivarojen suuruudesta henkeä kohti. Vuoden 2000 jälkeiset arvot ekstrapoloitu väestönkasvunopeuksien ja Shiklomanovin käyttämien vesien käytön kasvunopeuksien avulla. Veden niukkuuden rajana pidetään yleisesti 1000 m³ henkeä kohti vuodessa (esim. Falkenmark & Lindh 1993).

Kriittisten alueiden tarkastelu

Alueiden valintakriteerit

Mitkä sitten voisivat olla ne maapallon alueet, joissa yllä hahmotellut ongelmat olisivat koko maapallon kannalta kriittisimpiä tarkasteltaessa kehitystä muutama vuosikymmen eteenpäin? Alueiden pitäisi täyttää ainakin seuraavat viisi kriteeriä:

- i. Käytettävissä olevista vesivaroista käytetään suuri osa jo nyt, ja tilanne pahenee nopeasti.
- ii. Niissä asuu merkittävä osa maailman väestöstä.

- iii. Väestö kasvaa tuntuvasti.
- iv. Kaupungistuminen ja erityisesti suurkaupunkien kasvu on voimakasta.
- v. Alhainen tulotaso.
- vi. Viljan nettotuotia ja/tai aliravitsemusta jo tällä hetkellä, ja tulevaisuudessa lisääntyvässä määrin.

Taulukossa 2 on esitetty, kuinka maailman makroalueet täyttävät nämä kriteerit. Tämän perusteella päädyttiin tarkastelemaan yksityiskohtaisemmin ja vertailemaan keskenään viittä aluetta, jotka on esitetty kuvassa 11, ja suhteuttamaan niissä tapahtunutta ja mahdollisesti tapahtuvaa kehitystä koko maapallon tilanteeseen (vrt. Varis 1997).

Taulukko 2. Maailman makroalueet ja niiden suhde kriittisyyskriteereihin, täyttää kriteerin.

Alue	i.	ii.	iii.	iv.	v.	vi.
Pohjois-Eurooppa	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Länsi- ja Etelä-Eurooppa	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Itä-Eurooppa	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Euroopan puoleinen entinen NL	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Pohjois-Amerikka	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Keski-Amerikka	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Etelä-Amerikka	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Pohjois-Afrikka ilman Egyptiä	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Niilin valuma-alue	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Sahelin alue	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Keski-Afrikka	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Etelä-Afrikka	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Pohjois-Aasia	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Keski-Aasia ja Kasakstan	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Kiina	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Lähi-Itä	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Etelä-Aasia	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Kaakkois-Aasia	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Japani	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Australia ja Uusi Seelanti	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Oseania	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●

Taulukosta havaitaan, että jokaisen kriteerin suhteen kriittisiä alueita ovat Niilin alue, Sahelin alue, Kiina ja Etelä-Aasia. Tarkastelun kohteeksi valittiin näiden lisäksi Kaakkois-Aasia, huolimatta siitä, että alueella on eräitä nopeasti vaurastuvia maita kuten Singapore, Malesia ja Thaimaa. Alueen väestönkasvu, kaupungistuminen, ja vesivarojen niukkuus (esimerkiksi Indonesiassa ja Filippiineillä) on kuitenkin mittavaa jopa maapallon koko tilanetta ajatellen. Lähi-Itä Turkista Afganistaniin on alue, joka olisi arviomme mukaan ollut seuraavana järjestyksessä tarkasteltavien alueiden joukkoon. Myös alueeseen

sisältyvä jatkuva konfliktialttius puoltaisi alueen tarkempaa analyysii, mutta toisaalta sen kaupungistumisaste ja tulotaso ovat korkeampia kuin tarkastelualueilla.

Seuraavassa luodaan lyhyt katsaus kunkin alueen luonteeseen ja mahdollisiin eteen tuleviin vesi- ja maataloudellisiin ongelmiin. Tämän jälkeen vertaillaan alueita eräiden keskeisten indikaattorien avulla.

Kiina

Kiinan väestön määrä on tällä hetkellä noin 1,2 miljardia. Tiukasta syntyvyydensäännöstelystä huolimatta väkimäärä kasvaa jatkuvasti ja nousee vuoteen 2050 jo 1,6 miljardiin (United Nations 1994). Arviot kaupunkiväestön osuudesta vaihtelevat 230 miljoonasta 370 miljoonaan. Kaupungeissa asuvien määrän arvioidaan lisääntyvän jopa 600 miljoonalla seuraavan 30 vuoden aikana. Kiinan talous kasvaa nopeasti, mutta vielä pitkään maa tulee olemaan köyhä, sillä bruttokansantuote henkeä kohti on vain noin 3 500 mk/a.

Peltoa on noin 90 milj. ha. Se on väestön lisäyksestä huolimatta supistumassa (Brown 1995). Kastellun pellon osuus on kokonaisalasta noin puolet. Elinkeinorakenteen muuttuminen, ts. teollistuminen ja kaupungistuminen synnyttävät tilanteen, jossa maasta kilpaillaan. Parasta maatalousaluetta uhkaa joutuminen tonttimaaksi ja liikennetäiden rakennuspaikaksi. Peltoja joudutaan raivaamaan



Kuva 11. Yksityiskohtaisempaan tarkasteluun otetut kriittiset alueet.

nykyistä huonoimmille alueille, joissa maanlaatu on heikompaa ja kasteluvesi vaikeammin saatavissa.

Kiinan uusiutuvien vesivarojen määräksi arvioidaan noin 2 800 km³/a. Veden käyttö on noin 500 km³/a eli 18% käyttökelpoisen veden määrästä. Kastelun osuus on lähes 90%. Qishun ym. (1995) arvioivat, että noin puolet käyttökelpoisesta vedestä on jo käytössä. Maassa on viimeisten vuosikymmenten aikana panostettu runsaasti voimavaroja vesivarojen kehittämiseen. Niinpä siellä oli vuonna 1989 jo 83 000 tekoallasta. Tämän hetken suurin yksittäinen vesiprojekti on Jangtse-jokeen rakennettava kolmen kanjonin pato, jonka kustannusarvio on noin 100-150 mrd mk.

Mittavista hankkeista huolimatta vettä ei ole riittävästi saatavilla. Jo 1980-luvulla puolet kaupungeista kärsi veden puutteesta. Joka kymmenennen kaupungin tilanetta voitiin kuvata kriittiseksi. Kiinan erityisenä ongelmana on, että vesivaroista 81% on maan eteläosassa, mutta suurin osa eli 64% pelloista on maan pohjoisosassa, jossa maan poliittinen ja taloudellinen keskus sijaitsee. Pohjois-Kiinassa elää 126 miljoonaa ihmistä alueella, jonka ala on 428 000 km² ja uusiutuva vesimäärä keskimäärin vain 52 km³/a. Pohjoisen jokien vesien käyttö ylittää jo 60% vuosivirtaamasta (Qishun ym. 1995). Vuonna 1987 vettä oli käytettävissä kaiken kaikkiaan vain 44.5 km³/a ja käyttö nousi 87.3%:iin tästä määrästä (Zezhen ym. 1992). Keltaisen joen vesi on käytetty tänä vuonna niin tarkkaan, ettei mereen virrannut vettä viiteen kuukauteen (Kuusisto 1997).

Pohjois-Kiinan pohjavesiä käytetään runsaasti enemmän kuin niitä muodostuu. Tämä on johtanut pohjavesien laskuun. Eräin paikoin vesipinnat ovat pudonneet jopa 70 metriä. Pekingin kaupungin alueella pohjavesi on pudonnut 40 metrin syvyyteen ja kaupunki on painunut yli puoli metriä (Qishun ym. 1995). Vesitilanteen korjaamiseksi on suunniteltu vedenjohtamista Jangtse-joesta pohjoiseen. Tätä varten joudutaan rakentamaan 1400 km pitkä siirtojärjestelmä.

Veden riittävyyden ohella myös vesien laatu aiheuttaa kiinalaisille päänvaivaa. Esimerkiksi teollisuuden jätevesistä vain viidesosa käy läpi jonkinlaisen käsittelyn, ennenkuin ne lasketaan vesistöön.

Kiina pyrkii nostamaan elintasoaan ja teollistumaan nopeasti. Teollistumisen edellytyksenä on, että vettä on riittävästi saatavilla. Elintason noustessa ja kaupungistumisen edetessä veden käyttö tulee kasvamaan. Veden täysimääräinen hinnoittelu, jota Kiinassakin suunnitellaan, tulee muodostamaan vakavan uhkan kasteluveden saatavuudelle. Jotta ravintotuotanto saataisiin myös tulevaisuudessa turvatuksi, tarvitaan kastellun peltoalan merkittävää lisäämistä. Miten vesi tähän riittää, on vaikeasti ratkaistava ongelma.

Koko maailman kannalta merkittävä kysymys on, missä

määrin Kiina joutuu turvautumaan viljantuontiin.

Yhdysvaltain maatalousministeriö ennakoii tuonnin tarpeen olevan 32 milj. tonnia vuonna 2005. Kiinan Tiedeakatemian arvio vuodelle 2010 on 35 milj. tonnia ja vuodelle 2020 45 milj. tonnia (Crook & Colby 1996). Brown (1995) esittää tuontitarpeen nousevan peräti 207-369 milj. tonniin vuonna 2030. Näiden lukujen merkityksestä saadaan käsitys, kun todetaan, että vuosikymmenen vaihteessa kehitysmaiden ostaman viljan nettomäärä oli yhteensä noin 80 milj. tonnia (Alexandratos 1995).

Kiina on reivannut poliittista järjestelmäänsä tällä vuosisadalla uuteen uskoon lähes joka vuosikymmenen. Mahdollisia kehityspolkuja tästä eteenpäin on lukemattomia. Jonkinlaiset ääritapaukset ovat toisaalta entisen Neuvostoliiton kohtalo: poliittinen järjestelmä avautuu mutta ei kestä sitä. Tämä voi Kiinan tapauksessakin johtaa alueelliseen separatismiin ja talouden romahtamiseen. Toisaalta maa voi kehittyä suotuisasti ja teollistua nopeasti. Kiinalaisten ilmeisen voimakas kansallistunto tulee olemaan kuitenkin koetuksella maan avautuessa, eikä sitä kohottamaan varmasti kaihdeta koviakaan keinoja. Myös esimerkiksi kolmen kanjonin padosta on sanottu, että sen merkitys kansallisena symbolina on hyvin merkittävä. Voidaan kysyä, minkäläinlaisia symboleja Kiinalaiset muutaman vuosikymmenen aikajänteellä tulevat arvostamaan?

Kaakkois-Aasia

Kaakkois-Aasia on ehkä tarkastelualueista maantieteellisesti hajanaisin. Se koostuu Indokiinan maista (Myanmar (entinen Burma), Thaimaa, Laos, Kambodza, Vietnam, Malesia, ja Singapore), sekä Filippiineistä ja Indonesiasta. Alueen pinta-ala on 4.3 miljoonaa km² ja väestön kokonaismäärä 480 miljoonaa henkeä, josta Indonesiassa lähes 200, Vietnamin 73, Filippiineillä 69 ja Thaimaassa 58 miljoonaa. Väestön on ennustettu kasvavan 600 miljoonaan vuoteen 2025 mennessä. Se on muista alueista poiketen lähes kokonaan runsassateista, erittäin viljavaa ja hedelmällistä aluetta. Huolimatta siitä että alueella on eräitä maailman viljantuotannon ja -viennin kannalta tärkeitä alueita kuten Thaimaan keskitasanko, on alue viljan suhteen nettotuojia.

Alueen BKT henkeä kohti on 6500 mk/a. Se on kuitenkin hyvin epätasaisesti jakautunut. Esimerkiksi Singaporen 3 miljoonan asukkaan BKT vastaa yli 13% koko alueen BKT:stä, ja se on noin 50-kertainen 5 miljoonaisen Laosin BKT:hen verrattuna. Myös maiden sisällä alueelliset erot ovat erittäin suuria (Drakakis-Smith 1987); eräiden suurkaupunkien kuten Jakartan, Bangkokin ja Manilan BKT on henkeä kohti laskettuna jopa kertaluokkaa suurempi kuin näiden maiden maaseutuväestön vastaava luku. Se osaltaan selittää alueen suurkaupunkien erittäin nopeaa kasvua.

Alueella sijaitsee kaksi merkittävää kansainvälistä jokea, Mekong ja Salween. Molemmat saavat alkunsa Tiibetistä. Mekong virtaa Kiinan (Kunmingin maakunnan) halki, on

sen jälkeen Myanmarin ja Laosin, ja sitten Thaimaan ja Laosin rajajokena, virtaa sitten Kambodzan halki ja laskee Vietnamin alueelta Etelä-Kiinan mereen. Salween virtaa Kiinan ja Myanmarin alueiden halki, ja on sekä Kiinan (Kunming) ja Myanmarin, että Thaimaan ja Myanmarin rajajokena. Lisäksi alueella sijaitsee lukuisia tärkeitä jokia, joilla ei kuitenkaan ole huomattavaa merkitystä kansainvälisinä ristiriitojen aiheuttajina. Niillä saattaa tosin tulevaisuudessa olla jo nyt Thaimaa pump-paa kansainvälisten sopimusten vastaisesti Mekong-joen vettä Chao Phrayan valuma-alueelle, koska sen vesivarat eivät enää riitä tyydyttämään sekä intensiivisen kastelun että nopeasti kasvavien teollisuuden ja kaupunkien vedentarvetta. Joesta mereen virtaava vesimäärä on jo liian pieni estämään suolaisen meriveden tunkeutumisen suiston vesiin ja maaperään.

Mekongin osalta on vuodesta 1957 ollut olemassa YK:n ja eräiden muiden kansainvälisten järjestöjen tukema Mekong-komissio, joka on vaihtelevalla menestyksellä pyrkinyt ratkomaan alueen vesikiistoja. Sen toimintaa ovat vaikeuttaneet erityisesti Kiinan poisjääminen komissiosta sekä lukuisat kansalliset ja kansainväliset selkkaukset ja sodat Vietnamin, Kambodžan ja Laosissa (Jacobs 1995). Alueen maista Myanmarissa on jatkuvia sisäisiä levottomuuksia, ja Indonesia on jatkuvasti potentiaalinen ruutittynnyri. Tosin viime vuosikymmeninä se on merkittävästi rauhoittunut. Alueen suurin väestökeskittymä on Jaavan saari Indonesiassa. Se on pinta-alaltaan 127 000 km², ja saarella asuu 110 miljoonaa ihmistä. Sen

asukastiheys on lähes 900 henkeä neliökilometrillä.

Alueella on 62 miljoonaa ha peltoa, josta kasteltua 17% ja viljantuotannossa 47 miljoonaa ha. Kastellusta pellosta Thaimaassa on 37%, Indonesiassa 23%, Vietnamin 14% ja Myanmarissa 11%. Sensijaan Malesiassa ja Kambodžassa maatalous perustuu vielä suureksi osaksi luontaisen sateen suoraan hyödyntämiseen.

Etelä-Aasia

Intian, Pakistanin ja Bangladeshin yhteenlasketun väestön määrä on 1,2 miljardia ja kasvaa voimakkaasti. Vuonna 2025 väkiluvun ennustetaan jo lähenevän 1,9 miljardia. Henkeä kohti mitattu bruttokansantuote on alueella alhainen, Pakistanissa 2300 mk/a, Intiassa 1700 mk/a ja Bangladeshissa 1200 mk/a.

Intian maa-alasta yli puolet on maatalouskäytössä. Siitä viljellään noin 80% eli noin 166 milj. ha. Viljelyalaa ei ole mahdollista juuri enää lisätä, joten lisääntyvän väestön ravinnon tarpeen tyydyttämiseksi maataloutta on tehostettu ja sitä joudutaan edelleen voimaperäistämään. Kasteltujen peltujen osuus viljellystä maa-alueesta on lisääntynyt vuodesta 1970 kymmenellä prosenttiyksiköllä ja on nyt noin 30%. Kastelua on mahdollista vielä lisätä, mutta uudet kasteluhankkeet ovat taloudellisesti raskaita ja aiempia vaikeampia toteuttaa. Lannoitteiden käyttö pellohehtaaria kohti on 25 viimeisen vuoden aikana seitsenkertaistunut.

Narmada: Ruokaa vai ympäristön suojelua

Narmada-joki virtaa Intian eräiden kaikkein köyhimpien alueiden halki. Asukkaita joen vaikutusalueella on 40 miljoonaa ja väestönkasvu on nopeaa. Käyttöveden ja -sähkön suhteen tilanne on surkea ja pahenee jatkuvasti. Ratkaisuja, joilla kohennusta saataisiin aikaan ja estetäisiin ihmisten massamuutot kaupunkeihin, on haettu jo pitkään. Tulos tästä työstä on yleissuunnitelma, jossa esitetään 30 suuren ja 130 pienemmän padon rakentamista asutuksen, teollisuuden, kastelun ja vesivoimantuotannon tarpeita silmälläpitäen. Intian keskushallinto ja ne osavaltiot, joiden alueella Narmada virtaa, hyväksyvät hankkeen. Kokonaisuudessaan sen toteuttamisen arvioidaan kestävän 50 vuotta.

Hankkeen mittasuhteista saa kuvan, kun todetaan, että alin tekoallas, Sardor Sadovar tarjoaa valmistuttuaan kasteluvettä 1,9 miljoonalle hehtaarille ja tuottaa sähköä 450 MW:n teholla. Joen keskijuoksulle suunnitellusta toisesta suuraltaasta, Narmada Sagarista, saataisiin vettä 141 000 hehtaarin kasteluun ja se mahdollistaisi alajuoksulla laajojen alueiden kastelun. Se tuottaisi lisäksi sähköä 1 000 MW:n teholla. Altaiisiin varastoitava vesi turvaisi maanviljelystyötä noin 5 miljoonalle ihmiselle. Sardor Sadovarin alta jouduttaisiin sijoittamaan uudelleen vajaa 70 000 ihmistä ja Narmada Sagar aiheuttaisi pakkomuuton 80 000 ihmiselle.

Narmadan rakentaminen on nostattanut voimakkaan vastustuksen. Vastustajien mielestä pakkomuutto koskettaa virallisia arvioita suurempaa väestöä, allas lisää alueella tuloeroja, levittää sairauksia ja tuhoaa pahoin ympäristöä. Maailman Pankki, joka oli vuonna 1985 tehnyt päätöksen Sardar Sadovarin lainoittamisesta, pyörsi päätöksensä ja peruutti lupaamansa rahoituksen vuonna 1993 ympäristö- ja ihmisoikeusjärjestöjen voimakkaan protestoinnin takia. Intian hallitus päätti tästä huolimatta jatkaa hankkeen toteuttamista.

Hankkeen puoltajat pitävät vastustajien mielipiteitä malliesimerkkeinä siitä, kuinka lyhytnäköisiin kannanottoihin päädytään, jos asiota ei mietitä loppuun asti. He korostavat, että Narmadan rakentamista jättäminen johtaa alueen täydelliseen kurjistumiseen ja että absoluuttisen köyhyyden oloissa ympäristöstä ei voida huolehtia. Kun elinmahdollisuudet alueella loppuvat, miljoonien ihmisten on muutettava. Pakkomuuton kohteeksi joutuvien ihmisten määrä on tällöin moninkertainen verrattuna Sardor Sadovarin ja Narmada Sagarin rakentamisen takia muualle siirtyvien määrään (Dixon ym. 1989, Fredriksen 1996).

Kuitenkin on pidettävä mielessä se, että Intiassa on jo nyt rakennettu valtavia kastelujärjestelmiä, joiden tehostaminen voisi jopa kaksinkertaistaa sadot laajoilla alueilla ilman veden käytön lisäämistä (Pike 1994).

Pakistanin elämänlähde on Indus, jonka laaksoon maan maatalousmaa on keskittynyt. Viljellyn maan kokonaisala on 21 milj. ha ja siitä 79.5% on kastelun piirissä. Samoin kuin Intiassa on Pakistanin käytettävissä oleva maatalousmaa jo miltei käyttöön otettu ja kasvavan väestön ruokkimiseksi maataloutta on voimaperäistettävä. Kaste-lualaa on lisätty vuodesta 1975 noin neljännes ja lannoit-teiden käyttö on seitsenkertaistunut. Ongelmista suurim-pia on, että kastelluista alueista viidesosa on suolaantunut ja kuudesosa vettynyt. Näiden ongelmien korjaamiseksi on parhaillaan käynnistymässä Aasian kehityspankin lai-noittama ohjelma, jonka kokonaiskustannukset nousevat miljardiin markkaan (Asian Development Bank 1997).

Pakistanin käytössä olevat uusiutuvat vesivarat ovat 298 km³/a ja vedenkäytöksi arvioitiin vuonna 1990 153 km³/a, josta kastelun osuus oli 98% (Fredriksen et al 1993). Pakistanin oikeus Indusin vesivaroihin on turvattu Intian kanssa vuonna 1960 solmitulla sopimuksella.

Bangladesh sijaitsee Gangesin ja Brahmaputran suisto-alueella. Bengalin alangolla. Maan väestötiheys on suu-ri, 920 ihmistä neliökilometrillä. Maatalousmaata on 94.5 milj.ha. Se on hedelmällistä ja ilmasto-olosuhteet mah-dollistavat jopa kolme satoa vuodessa. Väestön kasvaessa ongelmaksi tulee, ettei viljelykelpoista maata voida saada sanottavasti lisää. Kasteltu ala on vuodesta 1970 kolmin-kertaistunut ja on nykyään noin 30%. Lannoitteiden käyttö on myös täällä samoin kuin Intiassa ja Pakistanissa samassa ajassa seitsenkertaistunut.

Bangladesin uusiutuvien vesivarojen määrä on keskimää-rin 1387 km³/a ja käyttö vain 22.5 km³/a. Nämä luvut ei-vät kuitenkaan anna oikeaa kuvaa maan vesiongelmissa. Kesällä asukkaita vaivaavat pahat tulvat ja talvella kui-vuus. Himalajalla suoritettut hakkuut ovat viime vuosina kärjistäneet maan läpi virtaamien jokien virtaamavaih-teluja. Ihmiset ovat saaneet tottua siihen, että sekä tulva että kuivuus tuhoavat viljelyksiä jokseenkin yhtäläisesti. Niinpä vuosina 1973-87 tulvien takia tuhoutui viljaa kes-kimäärin 1.7 milj. tonnia kun taas kuivuuden aiheuttamat tuhot olivat 1.5 milj. tonnia (Hasan & Mulamootel 1994)

Intian uusiutuvien vesivarojen kokonaismäärä on Gleickin (1993) mukaan 1850 km³/a, mutta käyttökelpoisten vesien määrä on vain noin 1140 km³/a. Vedenkäytöksi vuonna 2000 arvioidaan 750 km³/a. Tästä määrästä kastelun osuus on 90%. Vuoden 2025 vedentarve tulee ennusteen mukaan olemaan 1050 km³/a eli lähestulkoon käyttökelpoisten vesien kokonaismäärä ja yli 50% uusiutuvien vesivarojen kokonaismäärästä (Anon. 1991). Veden jakautuminen maassa on epätasainen. Pohjoisosissa vettä on runsaasti ja etelässä niukalti. Tämä on synnyttänyt ajatuksen yhdistää itä-länsisuuntaiset joet kanavien avulla verkostoksi, johon vesi tuotaisiin Intian suurimmasta joesta, Gangesista. Gangesin suhteen törmätään alajuoksulla olevan Bangladeshin vesiongelmiin: joen virtaamat ovat jo nyt vähentyneet kuivana kautena yli 25%, ja veden puutteen

lisäksi Bengalinlahden suolainen merivesi tunkeutuu yhä syvemmälle Ganges-Brahmaputran suistoon haitaten kaikkea veden käyttöä (Rabbi & Ahmad 1997). Veden varastoinniseksi on Intiassa rakennettu runsaasti tekoaltaita, joista Narmada-jokeen suunniteltu hanke on nostattanut tunteita eri puolilla maailmaa.

Kaikissa kolmessa maassa veden laatu on muodostumassa yhä polltavammaksi ongelmaksi. Yhdyskuntien jätevesiä ei sanottavasti käsitellä. Sama voidaan todeta teollisuuden jätevesistä, joiden sisältämät raskasmetallit ja myrkylliset yhdisteet muodostavat erityisen uhkatekijän (Fredriksen et al 1993).

Intian, ja osittain myös koko Etelä-Aasian maatalouden vitsauksena on ollut tehottomuus. Piken (1995) mukaan Intian kastelluilta alueilta saadut viljasadot ovat vain noin 50% muualta Aasiasta saatavista vastaavista hehtaaria koh-ti. Alueen suurena haasteena onkin veden ja maan käytön tehokkuuden parantaminen koulutukseen, tekniikkaan ja kastelujärjestelmien hoitoon panostamalla (ICID 1995).

Toinen alueellinen haaste on valtioiden välisen yhteistyön puutteellisuus. Ilman Nepalín ja Tiibetin alueille tehtävien ratkaisujen ja toimenpiteiden sovittamista alajuoksun mai-den tarpeiden kanssa ei vesivarojen hoidossa päästä lähes-kään niin pitkälle kuin siinä voitaisiin päästä (Upreti 1993, Ahmad et al. 1994). Intia, Pakistan ja Bangladesh eivät kuitenkaan ole viisikymmenvuotisen itsenäisyyden ajan historiansa aikana olleet kovinkaan sopuisia, eikä Nepalín-kaan osa vahvojen naapurien puristuksissa ole kadehditta-va. Täten kansainvälinen yhteistyö on ollut ja tulee jatku-vaan kivisenä. Myöskään sisäinen vakaus ei ole ollut kehuttava missään alueen maassa; kaikkein heikoin varmasti Pakistanissa.

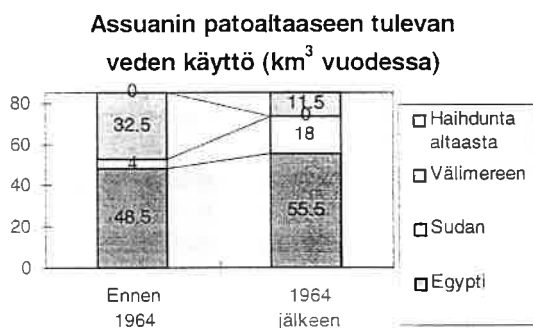
Niili

Niilin valuma-alue, 2.9 miljoonaa km², kattaa noin 10% Afrikan pinta-alasta. Sen hydrologialle ja ilmastolle on luonteenomaista se, että sen molemmat päähaarat, Sininen ja Valkoinen Niili, saavat alkunsa runsassateisilta alueilta Itä-Afrikasta. Nämä yhtyvät Sudanissa Khartumin kohdalla, ja virtaavat käytännöllisesti katsoen sateettoman aavikon läpi parituhatta kilometriä Välimereen.

Valuma-alueella sijaitsee 11 valtiota, joista Kongon Demo-kraattinen Tasavalta (entinen Zaire), Keski-Afrikan Tasa-valta, ja Sambia kuitenkin niin vähäisessä määrin, että ne voidaan jättää tarkastelun ulkopuolelle. Jäljelle jäävissä 8 maassa (Burundi, Egypti, Etiopia, Kenia, Ruanda, Sudan, Tansania ja Uganda) on tällä hetkellä noin 230 miljoonaa asukasta, ja väestön on ennustettu kasvavan 360 miljoo-naan vuoteen 2025 mennessä. Näiden maiden yhteenlas-kettu pinta-ala on 5.1 miljoonaa km². Bruttokansantuote henkeä kohti on alueella 1700 mk/a.

Niilin alueen maassa on peltoa 40 miljoonaa ha, josta kas-teltua 13%. Kastellusta pellosta 57% on Egyptissä ja 36%

Sudanissa. Näiden molempien maiden osuus alueen väestöstä on noin neljännes. Bruttokansantuotteesta Egyptin osuus on reilu puolet. Alueen ilmastosta johtuen perustuu Valkoisen Niilin maiden maatalous – joitain Tansanian ja Kenian osia lukuunottamatta – luontaisen sateen käyttöön, eikä kastelua laajassa mittakaavassa ole rakennettu. Sen sijaan Egyptissä, Sudanissa ja – odotettavasti kasvavassa määrin Etiopiassa – kastelulla on keskeinen merkitys maataloudelle. Tästä merkittävin todiste on kastelujärjestelmien vuosituhantinen perinne, joka erityisesti Egyptissä on suuri kulttuurillinenkin merkitys. Noin sadan vuoden ajan Sudanissa ja Egyptissä on Niiliin rakennettu useita merkittäviä patoja, joista mittavin on vuonna 1964 valmistunut Assuanin suurpato, jonka rakentamisella on ollut myös kiistaton merkitys Egyptin kansalliselle identiteetille ja poliittiselle vakaudelle. Padon avulla kytetään saamaan talteen Niilin mittavat tulvavedet, joista ennen padon rakentamista jäi hyödyntämättä keskimäärin 32,5 km³ vuodessa. Nytemmin Välimeren ei virtaa käytännöllisesti katsoen lainkaan Niilin vettä; likipitään koko Assuaniin tuleva 85 km³ vuodessa haihtuu ilmaan joko pelloilta, Nasser-järvestä (11,5 km³), tai erilaisina hävikkeinä. Egyptin osuus Niilin vedestä lisääntyi 7 km³ ja Sudanin 14 km³ vuodessa (kuva 12).



Kuva 12. Assuanin suurpato muutti vesien käyttöä Niilin alajuoksulla suuresti. Nykyisin Egypti ja Sudan jakavat keskenään kansainväliseen sopimukseen perustuen kaiken Assuaniin tulevan, käytettävissä olevan veden (Shahin 1985).

Niilin vesien käytöstä on ollut kansainvälisiä sopimuksia jo vuosikymmeniä. Nykyisen Nile Water Treaty'n jäljet johtavat vuoteen 1920, josta lähtien sopimusta on konkretisoitu ja tarkennettu useaan otteeseen. Se on osoittautunut toimivaksi, erityisesti Egyptin ja Sudanin välillä Assuanin padon lisävesien jakamiskysymyksessä. Sopimukseen kohdistuu suuria haasteita tulevaisuudessa, kun Etiopialla, Tansanialla, ja Keniallakin on mielihaluja käyttää Niilin vettä yhä lisääntyvässä määrin kasteluun, elintärkeän maataloustuotantonsa lisäämiseksi. Egypti on talous- ja sotilasmahtina kuitenkin ylivoimainen alueen valtioista, eikä se katso hyvällä hankkeita, joilla Assuaniin tulevaa virtaamaa vähennetään. Se on – osittain riesakseen – rakentanut jättipadon, josta on myönnetty koituneen maalle ja Niilin laaksolle merkittäviä haittavaikutuksia, jotka Egypti lähes yksin kantaa (Biswas 1995). Se saa padosta lopultakin kohta-

laisen vähän lisävetä käyttöönsä, 7 km³ vuodessa, joka vastaa vain 8% Assuaniin tulevasta vedestä, ja 13% Egyptin vesien kokonaiskäytöstä.

Alueen maista Sudanissa, Etiopiassa, Ugandassa, Burundissa ja Ruandassa on viimeisen vuosikymmenen aikana ollut vakavia sisäisiä kriisejä. Myös nälänhädän partaalla oleva Tansania sekä jatkuvasti räjähdysaltis Kenia ovat poliittisesti epästabiileja. Egypti on ollut vakaampi viimeiset vuosikymmenet, mutta kauas taaksepäin ei historiassa tarvitse mennä, kun vastaan tulevat presidentti Sadatin murha (1981), sodat Israelin kanssa (vuoteen 1973), Suezin selkkaukset (1956-1975) ja niin edelleen. Näin ollen alueen poliittinen epävakaus ja siihen liittyvät epävarmuudet ovat huomattavat.

Sahel

Sahelin alueella tarkoitetaan yleensä välittömästi Saharan eteläpuolella olevaa vyöhykettä, jossa vuosisadanta jää alle 700 mm. Tässä yhteydessä olemme laajentaneet alueen käsittämään laajemmalti Länsi- ja Keski-Afrikan aluetta, jossa yhteisenä piirteenä on köyhyys ja talouselämän kehittymättömyys. Näin mukaan ovat tulleet seuraavat valtiot: Burkina Faso, Cote d'Ivoire, Gambia, Ghana, Guinea, Guinea-Bissau, Kamerun, Keski-Afrikan Tasavalta, Liberia, Mali, Mauritania, Niger, Nigeria, Senegal, Sierra Leone ja Tsad. Näissä maissa elää noin 230 miljoonaa ihmistä, joista puolet Nigeriassa. Väestö on kaksinkertaistunut viimeisen 25 vuoden aikana ja kasvaa erittäin nopeasti. Vuonna 2025 alueella on ennustettu olevan noin 400 miljoonaa asukasta (United Nations 1994).

Alue on köyhää. Jos vaurauden kriteerinä käytetään henkeä kohti laskettua bruttokansantuotetta, ovat kamerunilaiset rikkaimpia 3250 markallaan. Köyhin on Tsad, jossa bruttokansantuotteen määrä henkeä kohti ei nouse tuhanteen markkaan. Yksikään alueen valtioista ei ole viljatuotannon suhteen omavarainen ja vain Nigeria, Niger, Tsad ja Burkina Faso saavuttavat 90% omavaraisuuden. Pitkään jatkunut kuivuus selittää suureksi osaksi matalaksi jääneen maataloustuotannon, mutta huomio kiinnittyy myös kastelun kehittymättömyyteen. Afrikka poikkeaa muista maailman alkekehittyneistä alueista silmiinpistävästi siinä, että siellä kastellun viljelyalan laajuus on tavattoman vähäinen, yleensä vain muutama prosentti tai prosentin osa peltoalan kokonaismäärästä (World Bank 1997).

Sahara jatkaa laajenemistaan etelään. Aiemmin paimentolaiset vaelsivat alueella edestakaisin, mutta porakaivojen rakentamisen jälkeen he ovat voineet jäädä paikoilleen. Tuloksena on ylläladuntaminen, joka poistaa maanpintaa suojavaan vähäisen kasvipeitteen päästäen eroosion valloilleen. Poikkeuksellisen pitkään jatkunut kuivakausi on lisännyt kasvipeitteen tuhoutumista ja tehnyt suureksi osaksi tuloksettomiksi metsänistutusprojektit, joilla aavikoistumisen etenemistä on yritetty estää.

Nämä ongelmat koskevat ensisijaisesti valtioita Senegalista

ja Mauritaniasta Tsadiin. Sensijaan Guinean lahden ranta-
valtioissa sensijaan voidaan vuosittain uusiutuvien vesi-
varojen määrää pitää jopa runsaina. Mauritania käyttää
vettä suhteessa eniten ja senkin käyttö nousee vain 10%
uusiutuvien vesivarojen määrästä (Gleick 1993). Vuosi-
keskiarvot eivät kuvaa koko totuutta, sillä jokien virtaa-
mavaihtelut ovat normaalistakin erittäin suuria ja viimeis-
ten vuosikymmenten kuivakausi on vain pahentanut tilan-
netta. Vettä on kuitenkin siksi paljon, että mikäli sitä pys-
tyttäisiin tulvakausiin varastoimaan kastelua varten, se
mahdollistaisi alueen ravintotarpeen turvaamisen. Ongel-
mana on kuitenkin varojen puute. Arvioidaan nimittäin,
että laaja-alaisten kasteluhankkeiden kustannukset Länsi-
Afrikassa vaihtelevat 10 000 markasta 32 500 markkaan
hehtaarilta (World Food Summit 1996). Senegal-joen
suunnitelmassa arvioidaan kustannusten nousevan jopa
50 000 markkaan hehtaarilta (LeMarquand 1990).

Johtuen alueen valtiollisesta pirstaloituneisuudesta, tulee
kaupungistumiskehityksen – joka on alueella hyvin
nopeaa – eräänä tunnusmerkkinä olemaan valtioiden ra-
jojen yli kulkeva muuttoliike, erityisesti sisämaan kuivis-
ta ja aavikoituvista valtioista rannikon suurkaupunkeihin,
kuten Dakar, Abidjan, Accra, Lagos, jne. Muuttoliikettä
helpottaa yhteisten siirtomaakielten laaja käyttö, etninen
moninaisuus joka ei käy yksiin valtiollisten rajojen kans-
sa, ja yhteinen valuuttajärjestelmä lähes kaikissa alueen
maissa. Alueella ei ole ollut laajamittaisia valtoitoiden vä-
lisiä konflikteja viime aikoina. Sensijaan useissa maissa,
esimerkkeinä Sierra Leone, Liberia, Tsad ja Nigeria, on
sisäinen poliittinen vakaus ollut heikko. Ilman poliittista
vakautta ei tämäkään alue kykene hillitsemään väestön-
kasvuun eikä kehittämään elinkeinolelmäänsä.

Alueiden keskinäinen vertailu

Kuvasta 13 käy ilmi, kuinka alueiden osuus maapallon
väestöstä on kasvanut. Erityisen voimakas on ollut
alueiden osuuksien kasvu maailman kaupunkiväestöstä.
Yli miljoonan asukkaan suurkaupunkien kasvunopeudet
olivat vuosikymmenen vaihteessa 3-5% vuodessa, kun ne
muualla maailmassa olivat lähellä nollaa. Silti alueilla
asuu vielä lähes 80% maailman maaseutuväestöstä. Jos
tarkastellaan alueiden bruttokansantuotetta (BKT) henkeä
kohti, voidaan havaita, että alueista vauraimman,
Kaakkois-Aasian BKT on nopeasta kasvusta huolimatta
pysynyt viimeiset 25 vuotta kertaluokkaa muun maailman
(tarkastelualueiden ulkopuolisten maiden) keskiarvon
alapuolella. Muiden alueiden kasvunopeudet ovat olleet
huomattavasti hitaampia, Afrikkalaisten alueiden osalta
käytännössä kasvua ei viimeisen pari vuosikymmenen
aikana ole tapahtunut. Jälkimmäisten osuus maailman
BKT:stä on pudonnut 1.4 prosentista alle 0.6 prosentin
aikajaksolla 1970-1995, vaikka väkiluvun osuus on
noussut 6.3 prosentista 8.1 prosenttiin. Alueiden yhteinen
osuus maailman BKT:stä on pudonnut samana aikana 11
prosentista 7 prosenttiin, vaikka niiden osuus väestöstä
on noussut 55 prosentista 59 prosenttiin. On huomattava,
että esimerkiksi Kiinan BKT:stä noin kuudennes tulee

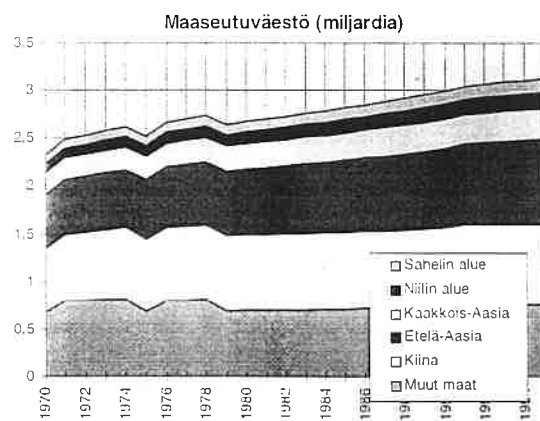
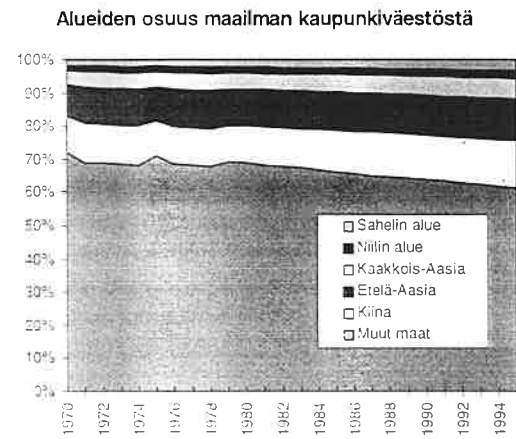
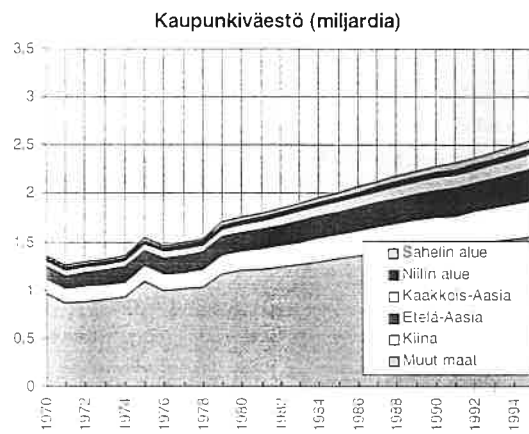
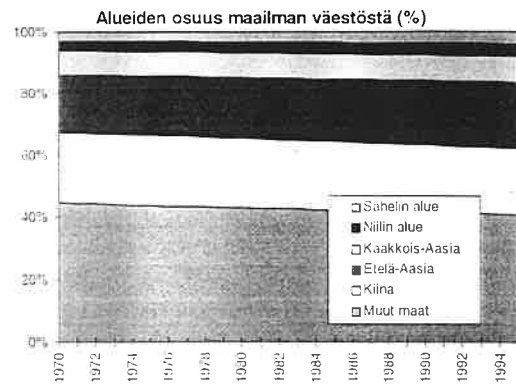
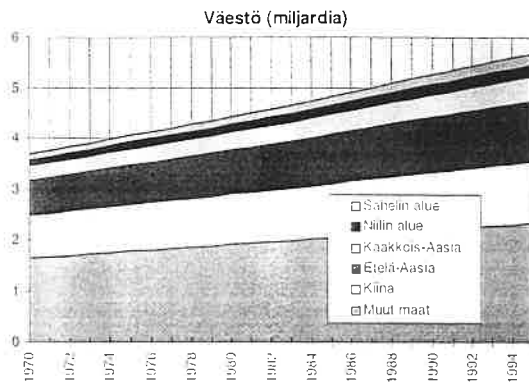
Hong Kongin alueelta, ja Kaakkois-Aasian BKT:stä
huomattava osuus muutamasta suurkaupungista kuten
Singapore, Bangkok, Manila, Jakarta ja Kuala Lumpur.

Kuvaan 14 on koottu keskeisten ravinnontuotantoon vai-
kuttavien tekijöiden aikakehitykset vuosilta 1970-1994/5.
Niistä ensimmäisenä kiinnittyy huomio siihen, että sekä
kokonaispeltopinta-ala että viljantuotantoala ovat käänty-
neet viimeisten 10 vuoden aikana laskuun sekä tarkastelu-
alueilla että muualla maailmassa. Alueiden osuus edellisessä
on pysynyt lähes vakiona, kolmanneksessa, kun taas ni-
iden osuus viljantuotantoalasta on lisääntynyt hieman; 45
prosentista 48 prosenttiin. Peltotala henkeä kohti on pudon-
nut noin kolmanneksella lukuunottamatta Sahelin aluetta,
jossa pudotusta on ollut vain parikymmentä prosenttia.

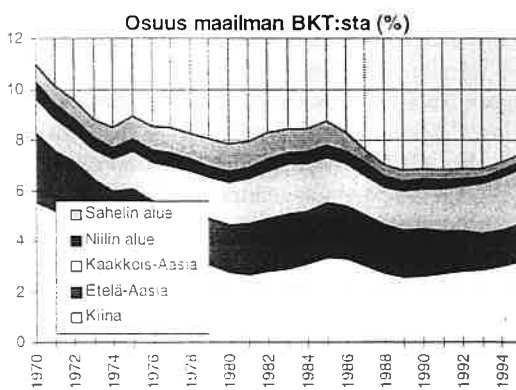
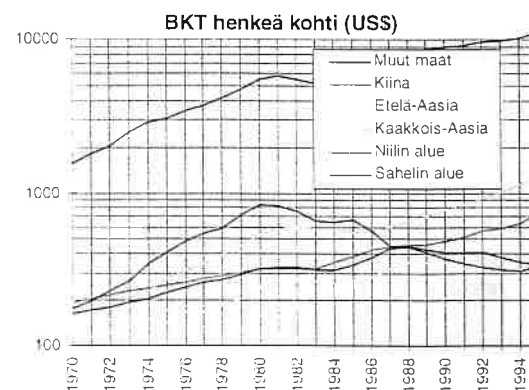
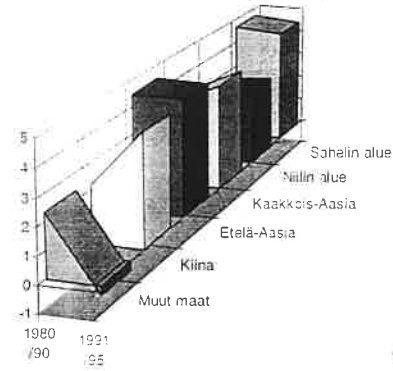
Samanaikaisesti sekä kastelun että lannoituksen määrä on
kuitenkin lisääntynyt runsaasti. Tosin henkeä kohti
laskettuna edellinen on vähentynyt useammilla alueilla
kuin lisääntynyt. Lannoitteiden käyttöä on lisätty erityisen
runsaasti Kiinassa, sekä Kaakkois- että Etelä-Aasiassa.
Alueiden osuus kastelusta pellosta on pysynyt noin 42
prosentissa, mutta lannoitteiden käytön osuus koko
maailman käytöstä on noussut 13 prosentista 45
prosenttiin. Pelkästään Kiinan osuus on noussut 6
prosentista 24 prosenttiin. Tarkastelualueiden
ulkopuolisissa maissa kastelu-ala on viimeisten 15 vuoden
aikana pysynyt lähes muuttumattomalla tasolla, kun taas
lannoitteiden käyttö on niissä vähentynyt huomattavasti.
Tämä väheneminen selittyy suurelta osin entisen
Neuvostoliiton ja sen vaikutuspiirissä olleiden valtioiden
poliittisilla mullistuksilla viimeisten kymmenen vuoden
aikana, ja niiden vaikutuksilla tuotantorakenteisiin.

Näiden keskeisten tuotannontekijöiden – peltopinta-alan,
kastelun ja lannoituksen – vaikutukset viljantuotantoon käy
ilmi kuvasta 15. Henkeä kohti laskettuna maailman
kokonaistuotanto kasvoi 1980-luvun lopulle, mutta on sen
jälkeen kääntynyt laskuun. Se on nyt samalla tasolla kuin
20-25 vuotta sitten. Tarkastelualueiden osalta voidaan
havaita, että Kiinassa, Kaakkois-Aasiassa, ja jossain
määrin myös Sahelin alueella on kyetty lisäämään tuotan-
toa henkeä kohti 1970-luvun tasoista. Erityisesti Kiinassa
on hehtaarisatoja kyetty nostamaan erittäin tuntuvasti.
Huomio kiinnittyy tässä tapauksessa runsaaseen lannoit-
teiden käytön lisäykseen viimeisten parikymmenen vuo-
den aikana. Sahelin osalta voidaan todeta, että siellä on
otettu viimeisten kymmenen vuoden aikana tuntuvasti lisää
aluetta viljelykseen, hehtaarisatoja kuitenkin lisäämättä.
Tässä suhteessa se poikkeaa selvästi sekä muiden alueiden,
että alueiden ulkopuolisten maiden suuntauksesta kyseisenä
aikana.

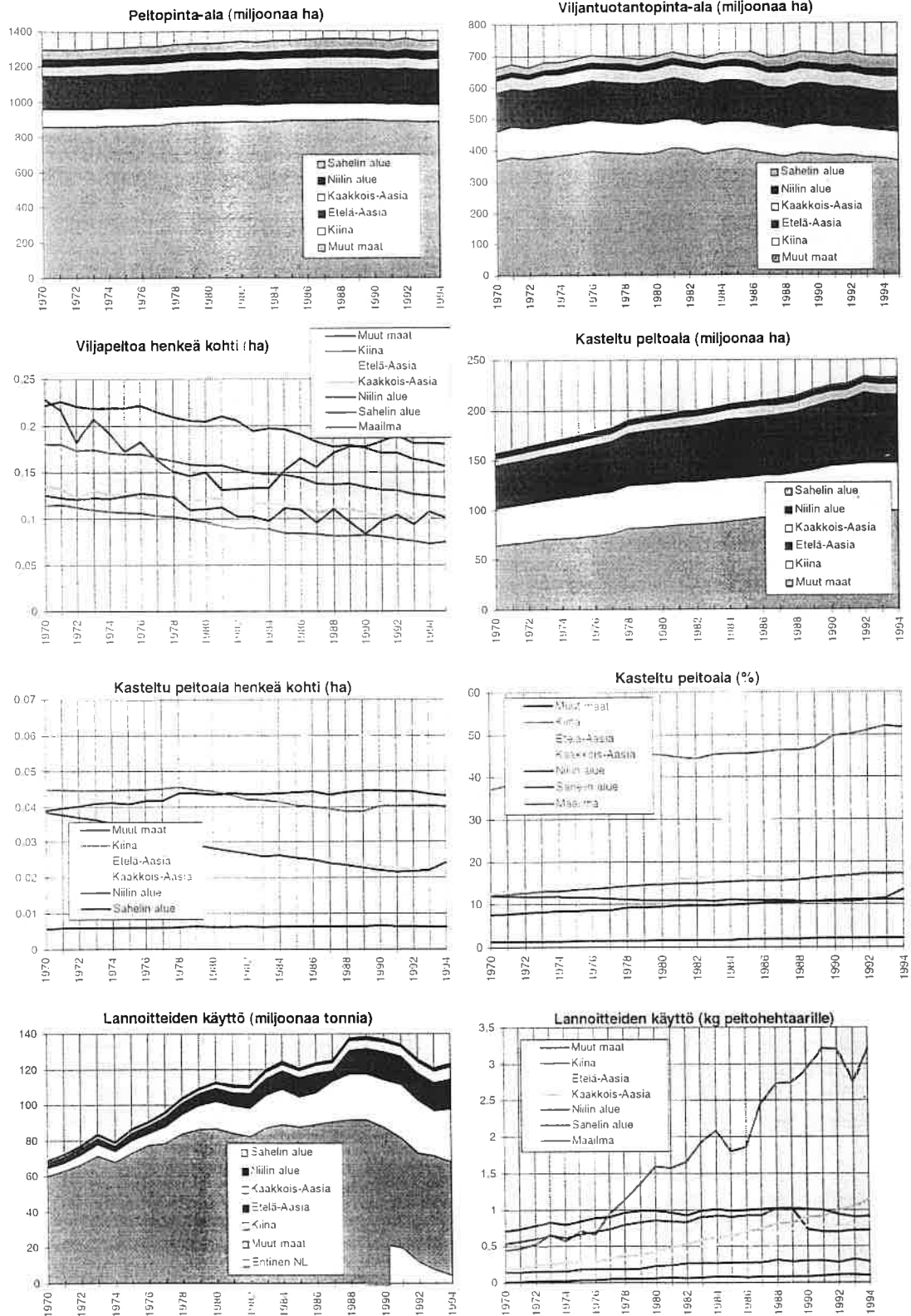
Nämä suuntaukset tuntuvat hyvin loogisilta. Ovathan Aasi-
assa sijaitsevat tarkastelualueet hyvin tiheästi asuttuja, eikä
niissä ole enää yksinkertaista ottaa maata viljelykäyttöön.
Ne ovat myös teollistumassa; Kaakkois-Aasia nopeiten, ja
tämän jälkeen Kiina ja Etelä-Aasia. Niilin alue on Egyptin
osalta samassa tilanteessa; tilaa ei ole, ja perusteellisuus –



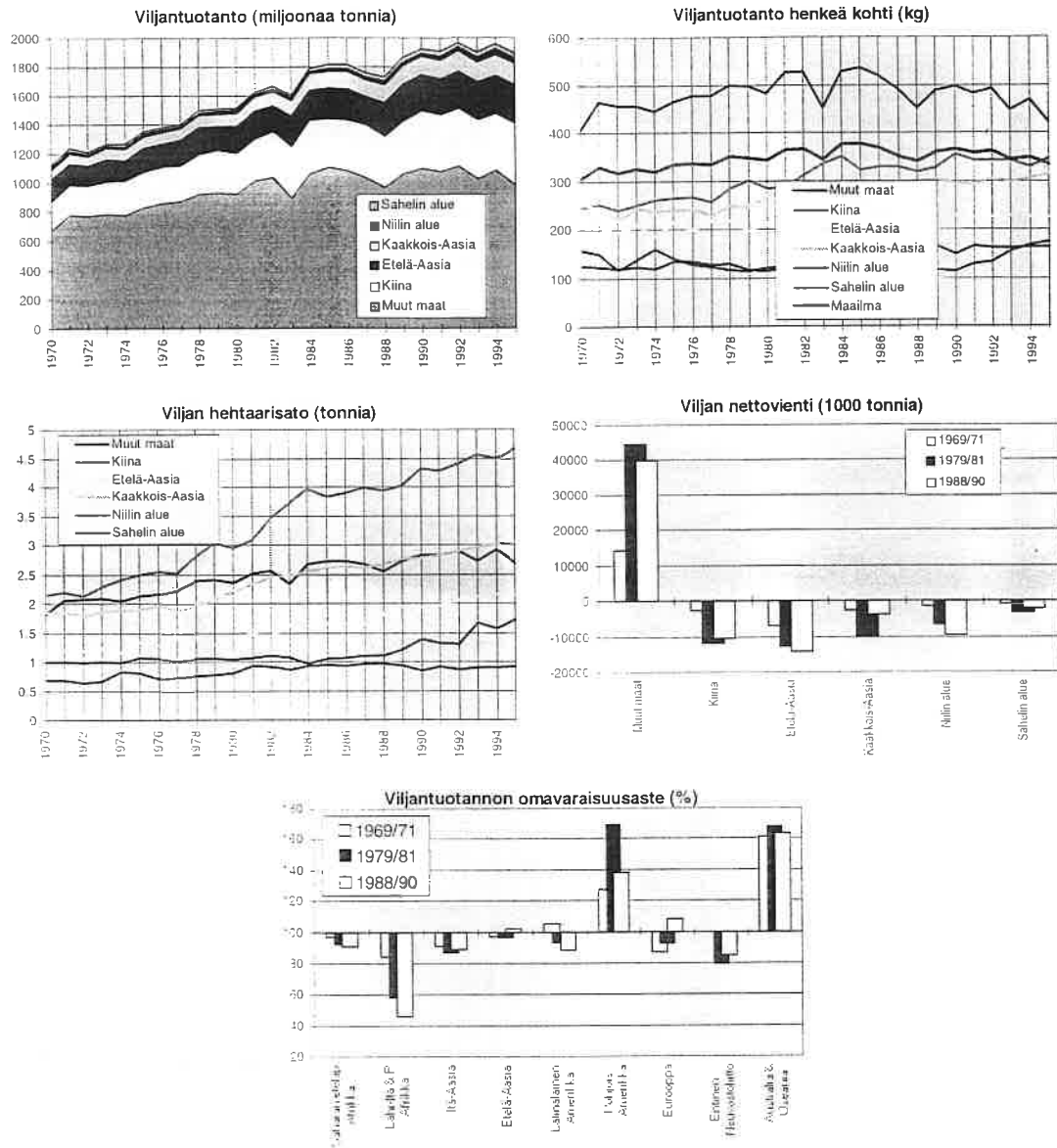
Yli miljoonan asukkaan kaupunkien vuosittainen kasvunopeus (%)



Kuva 13. Väestö, kaupungistuminen ja BKT alueittain (World Bank 1997).



Kuva 14. Pellot, kastelu, ja lannoitus alueittain (World Bank 1997).



Kuva 15. Viljantuotanto ja omavaraisuus alueittain (Alexandratos 1995, World Bank 1997).

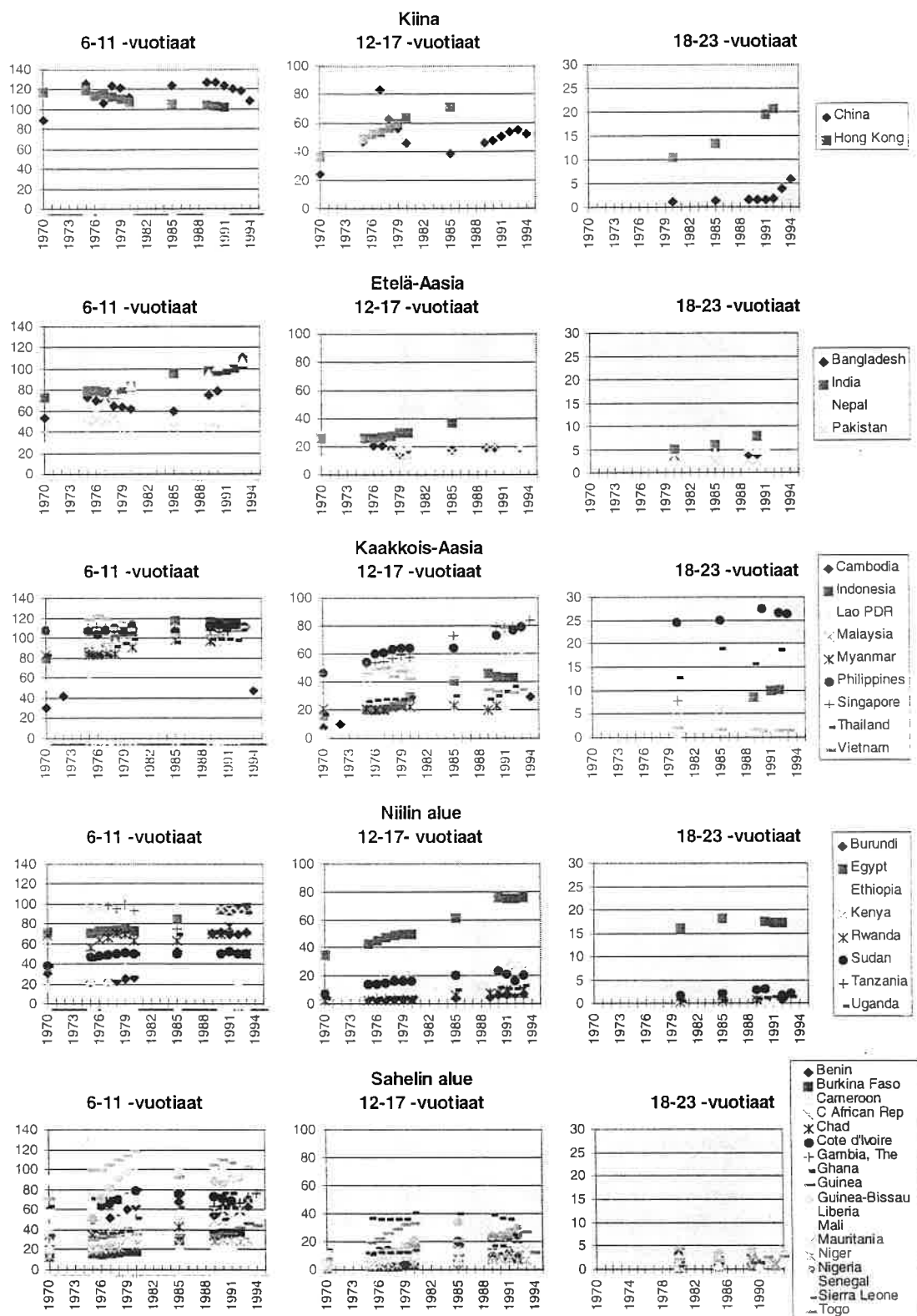
jota usein subventoidaan voimakkaasti – on pystytetty pikkujiljaa. Sahelin alueella ja eteläisemmissä Niilin alueen maissa teollisuus ja ulkomaanvaluutan saatavuus ovat vielä hyvin vähissä, mutta tilaa on enemmän käytettävissä.

Tuotannontekijöiden joukosta ei sovi unohtaa ihmisten koulutustasoa, jota voidaan yksinkertaisimmillaan tarkastella lukutaidottomuuden ja eri ikäisten lasten ja nuorten koulutusasteen avulla (kuvat 16 ja 17). Koulutustaso ja lukutaito ovat keskeisimpiä kehityksen edellytyksiä, mitattiin kehitystä sitten taloudellisilla tai inhimillisillä kriteereillä (esim. UNDP 1996). Jos koulutustaso ja lukutaitoisuus ovat alhaisia, ei myöskään vesivarojen hoidossa ja maataloudessa odotettavissa oleva kehitys ole päättäväisää, eikä ulkopuolinen apukaan välttämättä tilannetta pysyvästi paranna.

Koulutusasteen suhteen (kuva 15) alueiden maissa on

suuria eroavaisuuksia. Kiinassa ja Kaakkois-Aasian maissa Laosia ja Kambodzhaa lukuunottamatta lähes kaikki käyvät vähintäänkin ala-asteen. Etelä-Aasiassa Pakistania lukuunottamatta ollaan pääsemässä vähitellen samaan tilanteeseen, samoin kuin muutamassa Afrikan alueiden maassa. Afrikassa on kuitenkin lukuisia maita, esimerkiksi Sudan, Ruanda, Guinea, Burkina Faso, Niger, Liberia ja Mali, joissa alle puolet lapsista aloittaa ala-asteen.

12-17-vuotisten koulutusasteeseen sisältyy jopa enemmän hajontaa kuin ala-asteen suhteen. Korkeimmillaan se on noin neljä viidennestä Singaporessa, Filippiineillä ja Egyptissä, ja alimmillaan alle 20%, suurella osalla afrikkalaisten alueiden maista sekä Etelä-Aasiassa Intiaa lukuunottamatta. Näissä maissa myös kasvunopeus on lähes olematon. On myös mielenkiintoista panna merkille Kiinan tilastoissa ilmenevät suuret vaihtelut, jotka johtunevat poliittisten suuntausten ristivedosta.



Kuva 16. Koulutusaste (%) alueittain (World Bank 1997).

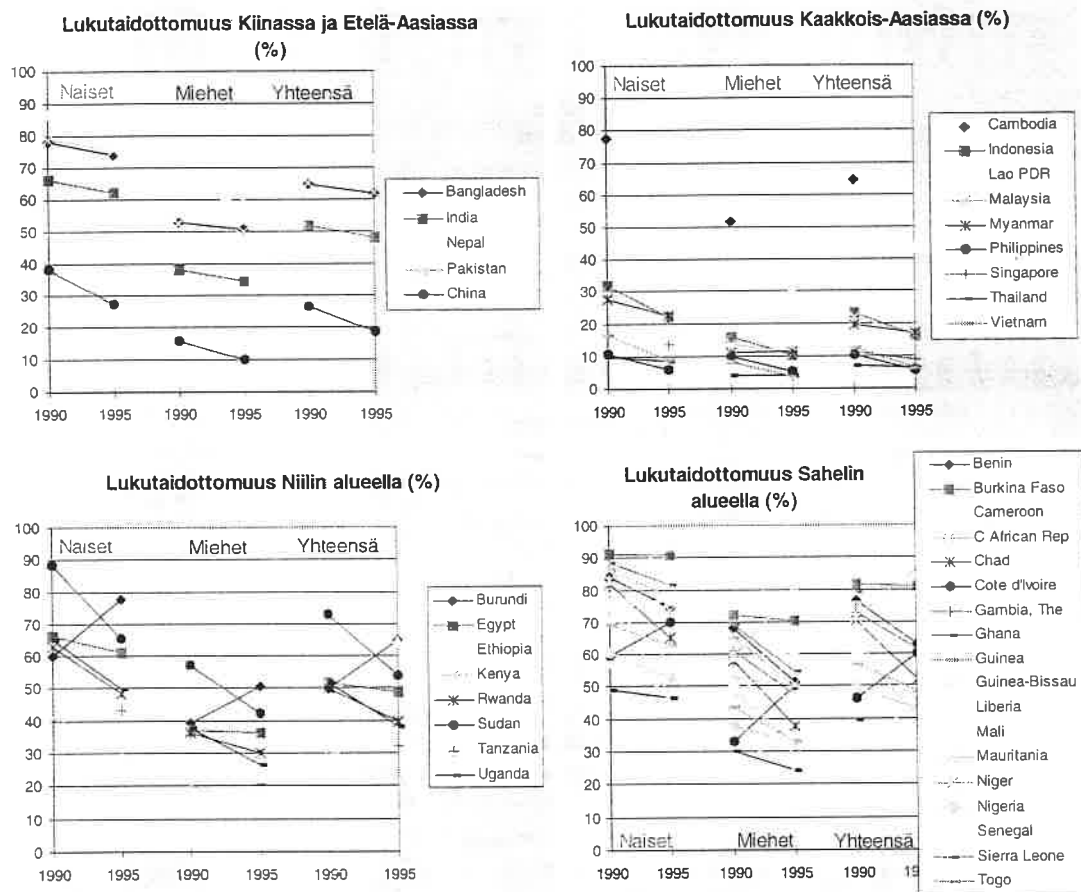
18-23 -vuotisten koulutusaste on suurimmassa osassa alueiden maita hyvin alhainen, eivätkä kasvunopeudetkaan ole suuria. Poikkeuksina useat Kaakkois-Aasian maat, Hong Kong ja Egypti. Korkeammin koulutettu väestö on moottori, joka kouluttaa muun väestön sekä kehittää elinkeinoja ja instituutioita. Ilman sitä on maa hyvin avuton

auttamaan itse itseään pois köyhyyden ja nälän oravanpyörästä

Lukutaidottomuuden vähenemisen suhteen (kuva 16) voidaan ensimmäisenä todeta, että kehitys on hyvin nopeaa lähes kaikissa tarkastelualueiden maissa, poikkeuksina kol-

me Afrikan maata. On huomattava, että koulutustason nostaminen vaikuttaa vuosikymmenten viipeellä aikuisväestön keskimääräiseen lukutaidottomuuteen. Kiinassa ja Kaakkois-Aasian maissa Kambodžhaa ja Laosia lukuunottamatta on päästy alle 20%:n lukutaidottomuuteen vuonna 1995. Lukutaidottomuus on

alueiden maissa korkeimmillaan 70-80%, esimerkkeinä Nepal, Keski-Afrikan tasavalta ja Burkina Faso. Lähes kaikissa tarkasteltavissa maissa on sukupuolien välinen lukutaitoisuuskuilu hyvin suuri. Naisten koulutustaso liittyy pitkällä aikavälillä hyvin läheisesti väestönkasvuun ja sen hillitsemiseen (UNDP 1996).



Kuva 17. Yli 15-vuotiaiden naisten ja miesten lukutaidottomuus alueittain (World Bank 1997).

Johtopäätelmiä

Maapallon väestönkasvu jatkuu tulevat vuosikymmenet nopeana. Ihmisten määrä tulee nykyisten ennusteiden mukaan miltei kaksinkertaistumaan seuraavan viidenkymmenen vuoden aikana. Tämä lisäys tapahtuu lähes yksinomaan kehitysmaissa. Leimaa-antavana piirteenä tulee olemaan kaupungistuminen. Kun nykyään maaseutuväestön osuus on noin puolet, sen ennakoidaan laskevan vuoteen 2025 mennessä kolmannekseen.

Ravintotuotannon kasvu on aivan viime vuosia lukuunottamatta pystynyt seuraamaan väestön kasvua. Näin on tapahtunut siitä huolimatta, että henkeä kohti laskettu peltoala on vähentynyt. Viljelyä on voitu tehostaa saattamalla uusia alueita kastelun piiriin ja lisäämällä lannoitteiden käyttöä. Maataloutta voidaan näiltä osin edelleen kehittää, mutta myös uutta peltoa on saatava lisää. Tilanne tulee muodostumaan maatalousmaan osalta kriittiseksi Aasiassa, jossa raivausmahdollisuuksia on

niukalti. Maatalouden kehittämistä hidastaa kaikkialla kehitysmaissa varojen puute. Jatkuvassa laskusuunnassa oleva viljan hinta ei ohjaa globaalissa markkinataloudessa investointeja ravintotuotannon kehittämiseen, koska pääomalle saadaan yleensä muualta korkeampi tuotto.

Monin paikoin vedenkäyttö on jo nyt suurempaa kuin 40% keskimääräisestä vuotuisesta valumasta, jota pidetään kriittisenä arvona. Siellä, missä vettä käytetään näin suuria määriä, tulee lisääntyvän vedentarpeen tyydyttäminen vaatimaan massiivisia taloudellisia uhrauksia. Veden riittävyyden suhteen vakavia vaikeuksia on odotettavissa muun muassa Lähi-Idässä, Etelä-Aasiassa ja Kiinassa. Aika on vesitalousratkaisujen osalta merkittävä tekijä, sillä vedentarpeen tyydyttämistä varten tarvittavat vesirakennustyöt eivät synny hetkessä vaan niiden toteuttaminen saattaa kestää useampia vuosikymmeniä. Rakennuspäätökset ovat kuitenkin useasti taloudellisista ja ympäristöpoliittisista syistä vaikeita tehdä, niitä viivytellään ja näin aika käy yhä niukemmaksi. Rakennustarvetta voitaisiin osittain

tuntuvastikin kompensoida veden käytön tehokkuutta lisäämällä. Se taas edellyttää erityisesti koulutusta, neuvontajärjestelmiä ja teknologiaa.

Vaikeudet keskittyvät kehitysmaihin. Niiden taloudelliset voimavarat ovat pienet, uuden maatalousmaan raivaamismahdollisuudet rajalliset, vesivarat jo nyt intensiivisesti käytetyt ja niissä ympäristö rappeutuu kovaa vauhtia. Kehitysmaissa tilanne ei parane, jos ne eivät pysty nostamaan itse itseään. Niissä tulisi panostaa koulutukseen voimakkaasti. Tällöin jopa ongelmien pääaiheuttaja, väestön kasvu, saataisiin hillityksi. Näin ollen teollisuusmaiden antaman kehitysavun päätavoitteena tulisi olla kehitysmaiden koulutustason nostaminen. Koulutuksen vaikutukset näkyvät yhteiskunnan kehityksessä vuosien ja vuosikymmenten viipeellä, joten aikaa ei ole hukattavaksi.

Ihmiskunnan tulevaisuutta leimaa epävarmuus. Jo tietomme maailman nykyisestä tilasta ovat ristiriitaisia. Eri tutkimuslaitosten tekemät ennusteet ravinnon riittävyydestä poikkeavat voimakkaasti toisistaan. Hydrologisia ilmiöitä, kuten tulva- ja kuivakausia, niiden sattumista, pituutta ja ankaruutta ei pystytä ennustamaan tarkasti. Ympäristön rappeutumisen pitkän ajan vaikutuksia tunnetaan puutteellisesti. Ilmastonmuutoksesta ja sen vaikutuksista voidaan esittää vain suuntaa antavia arvioita. Poliittiset muutokset saattavat olla dramaattisia ja täysin arvaamattomia, kuten olemme voineet viimeisen vuosikymmenen aikana havaita.

Ravinto ja vesi ovat ihmisen perustarpeita. Kuitenkin Aasiassa on puoli miljardia kroonisesti aliravittua ihmistä, Afrikassa yli 200 miljoonaa, ja muualla maailmassa noin 100 miljoonaa. Heillä ei ole varaa ostaa ruokaa. Ruoka on niin arvokas asia, ettei sen saisi antaa olla suhdanteiden pelinappulana, ainakaan kokonaan. Tilannetta vakauttaisi se, jos ruokaa pyritäisiin kaikkialla tuottamaan lähellä kuluttajia. Teollistuneiden maiden vastuu maailman ravintokysymyksessä korostuu korostumistaan globalisoituvassa maailmassa. On moraalisesti arveluttavaa ostaa ruuat maailmanmarkkinoilta jos ne kyettäisiin tuottamaan itse. Esimerkiksi Japani on kaksinkertaistanut viljantuotintensa vuosina 1970-1990, ja se tuo viljaa jo nelinkertaisesti sen määrän mitä koko rutiköyhä ja osittain aliravittu Saharan eteläpuolinen Afrikka.

Epävarmassa maailmassa Suomen on seisottava omilla jaloillaan ja huolehdittava siitä, ettei peltojamme päästetä rappeutumaan. Suomalaiset ovat pystyneet rakentamaan vaikeissa pohjoisissa oloissa toimivan ravinnontuotantojärjestelmän, jolla pystytään takaamaan kansamme ravinto-omavaraisuus. Siitä voimme olla ylpeitä.

Viitteet

Agcaoili, M. & Rosegrant, M.W. 1995. Global and regional food supply, demand, and trade prospects to 2010. In:

Islam, N. (Ed.): *Population and Food in the Early 21st Century: Meeting Future Food Demand of an Increasing Population*: 61-83. IFPRI, Washington D.C.

Ahmad, Q.K., Verghese, B.G., Iyer, R.R., Pradhan, B.B. & Malla, S.K. (Eds.) 1994. *Converting Water into Wealth*. Institute for Integrated Development Studies, Kathmandu.

Alexandratos, N. 1995. *World Agriculture: Towards 2010 - an FAO Study*. FAO, Rome and Wiley, Chichester.

Altinbilek, H.D. 1997. Water and land resources development in southeastern Turkey. *Water Resources Development* 13:311-332.

Al-Weshah Al Mubarak, R. 1992. Jordan's water resources: technical perspective. *Water International* 17:124-132.

Anon., 1991. *Irrigation Scheduling with Limited Water Supplies*. Central Board of Irrigation and Power, Publication 218.

Asian Development Bank 1995. *ADP Approves \$140 Million Loan to Pakistan for National Drainage Sector Project*. ADB News Release n:o 145/95. Manila.

Barrow, C.J. 1991. *Land Degradation*. Cambridge University Press, Cambridge.

Biswas, A.K. 1992. Sustainable water development: a global perspective. *Water International* 17: 68-79.

Biswas, A. K. 1995. Environmental sustainability of Egyptian agriculture: problems and perspectives. *Ambio* 24: 16-20.

Brooks, D. 1993. Adjusting the Flow: Two Comments on the Middle East Water Crises. *Water International* 18: 35-39.

Brown, L. 1995. *Who Will Feed China: Wake-Up Call for a Small Planet*. W.W. Norton & Company, New York, London.

Crook, F.W. & Colby, W.H. 1996. *The Future of China's Grain Market*. Agriculture Information Bulletin 730, United States Department of Agriculture.

de Mare, L. 1976. *Resources - Needs - Problems: An Assessment of the World Water Situation by 2000*. Institute of Technology, University of Lund, Sweden.

Dixon, J.A., Talbot, L.M. & LeMoigne G.J. 1989. *Dams and the Environment: Consideration in World Bank Projects*. World Bank Technical Paper n:o 10, Washington D.C.

Drakakis-Smith, D. 1987. *The Third World City*. Routledge, London.

FAO 1997. *State of the World's Forests*. FAO, Rome.

Falkenmark, M. & Lindh, G. 1974. How can we cope with the water resources situation by the year 2050? *Ambio* 3: 3-4.

Falkenmark, M. & Lindh, G. 1976. *Water for a Starving World*. Westview Press, Boulder, Colorado.

Falkenmark, M. & Lindh, G. 1993. Water and economic development. In: Gleick P.H. (Ed.): *Water in Crisis*: 80-91. Oxford University Press, New York.

Feddes, R.A. & Koopmans, R.W.R. 1995. *Agrohydrology*. Wageningen Agricultural University, Department of Water Resources, Wageningen.

Fredriksen, H.D., Berkoff, J. & Barber W. 1993. *Water Resources Management in Asia*. Vol 1, Main Report. World Bank Technical Paper 212, Asia Technical Department Series, World Bank, Washington D.C.

Fredriksen, H.D. 1996. Water crisis in developing countries: Misconceptions about Solutions. *Journal of Water Resources Planning and Management* 122: 79-87.

- Gleick, P.H. (Ed.) 1993. *Water in Crisis*. Oxford University Press, New York
- Hasan, S. & Mulamoottel, G. 1994. Natural-resources management in Bangladesh. *Ambio* 23: 141-145.
- ICID 1995. *International Program for Technology Research in Irrigation and Drainage: An ICID Vision*. International Commission on Irrigation and Drainage, New Delhi.
- International Rivers Network. 1997. *Questions and Answers on the International Movement against Large Dams*. Tiedote 25.3.1997.
- Jacobs, J.W. 1995. Mekong Committee history and lessons for river basin development. *The Geographical Journal* 161: 135-148.
- Kendall, H.W. & Pimentel, D. 1994. Constraints to the expansion of the global food supply. *Ambio* 23: 198-205.
- Kulshreshtha, S. 1993. *World Water Resources and Regional Vulnerability: Impacts of Future Changes*. RR-93-10. IIASA, Laxenburg, Austria.
- Kuusisto, E. 1997. *Suullinen tiedonanto*. Suomen ympäristökeskus, Helsinki.
- LeMarquand, D.G. 1990. International development of the Senegal River. *Water International* 15: 223-230.
- L'vovich, M. 1974. *World Water Resources and their Future*. English Translation by R.L. Nace. publ. 1979. American Geophysical Union, Chelsea, Michigan.
- Meadows, D.H. & Pestal, E. 1974. *Mankind at the Turning Point*. The Second Report of the Club of Rome. E.P. Dutton Inc., New York.
- Mitchell, D.O. & Ingco, M.D. 1993. *The World Food Outlook*. World Bank, Washington D.C.
- Nikitopoulos, B. 1967. *The World Water Problem: Water Sources and Water Needs*. RR-ACE: 106 (COF), Athens Center for Ekistics.
- Pike, J.G. 1995. Some aspects of irrigation system management in India. *Agricultural Water Management* 27: 95-104.
- Pimentel, D. 1995. The Global Population, Food, and the Environment. In: Westra, L. & Lemons, J. (Eds.): *Perspectives on Ecological Integrity*: 239-253. Kluwer Academic Publishers.
- Pimentel, D., Harvey, C., Resosudarmo, P., Sinclair, K., Kurz, D., McNair, M., Crist, S., Shpritz, L., Fitton, L., Saffouri, R. & Blair, R. 1995. Environmental and economic cost of soil erosion and conservation benefits. *Science* 267: 1117-1123.
- Postel S. 1992. *Last Oasis: Facing Water Scarcity*. W.W. Norton & Company, New York.
- Postel, S. 1993. Water and agriculture. In: Gleick P.H. (Ed.): *Water in Crisis*: 56-66. Oxford University Press, New York.
- Postel, S., Daily, G.C. & Ehrlich, P.R. 1996. Human appropriation of renewable fresh water. *Science* 271: 785-788.
- Qishun, Z. & Xiao, Z. 1995. Water issues and sustainable social development in China. *Water International* 20: 122-128.
- Rabbi, M.F. & Ahmad, E. 1997. Environmental degradation of the southwest region of Bangladesh and need for a barrage on the Ganges. *Proceedings. International Conference on Large-Scale Water Management in Developing Countries*: EI42-EI49. October 20-23 Kathmandu, Nepal.
- Rafikov, A.A. 1983. Environmental Change in the southern Aral Region in connection with the drop of the Aral Sea level. *Izvestiya Vsesoyuznogo Geograficheskogo Obshchestva* 1: 17-25.
- Rozenzweig, C. & Parry, M.L. 1994. Potential impact of climate change on world food supply. *Nature* 367: 133-138.
- SEI, 1997a. *Comprehensive Assessment of the Freshwater Resources of the World*. Stockholm Environment Institute. Stockholm.
- SEI, 1997b. *Comprehensive Assessment of the Freshwater Resources of the World – Water Futures: Assessment of Long-Range Patterns and Problems*. Stockholm Environment Institute. Stockholm.
- Shahin, M. 1985. *Hydrology of the Nile Basin*. Elsevier. Amsterdam.
- Shiklomanov, I.A. 1993. World fresh water resources. In: Gleick, P.H. (Ed.): *Water in Crisis*: 13-24. Oxford University Press, New York.
- Shuval, H.I. 1992. Approaches to resolving the water conflicts between Israel and her neighbors- A regional water-for-peace plan. *Water International* 17: 133-143.
- Stanhill, G. 1960. The relationship between climate, transpiration and growth of pastures. Proc. 8th Grassland Congress.
- Turan, I. 1993. Turkey and the Middle East: problems and solutions. *Water International* 18: 23-29.
- UNDP 1996. *Human Development Report 1996*. United Nations Development Programme. Oxford University Press. New York.
- UNEP 1993. *The Aral Sea: Diagnostic Study for the Development of an Action Plan for the Conservation of the Aral Sea*. United Nations Environmental Programme. Nairobi.
- United Nations 1994. *World Population 1994*. United Nations, New York.
- Upreti, B.C. 1993. *Politics of Himalayan River Waters – an Analysis of the River Water Issues of Nepal, India and Bangladesh*. Nirala, Jaipur.
- Varis, O. 1997. Interconnections on water, food, poverty, and global urbanization: a qualitative analysis on driving forces, impacts, and policy tools. *Proceedings. International Conference on Large-Scale Water Management in Developing Countries*: CR35-CR42. October 20-23 Kathmandu, Nepal.
- Varis, O. & Somlyódy, L. 1997. Global urbanization and urban water: can sustainability be afforded? *Water Science and Technology* 35(9): 21-32.
- Wakil, M. 1993. Analysis of future water needs for different sectors in Syria. *Water International* 18: 18-23.
- World Bank 1997. *World Development Indicators 1997 on CD-ROM*. The International Bank for Development and Reconstruction / The World Bank, Washington D.C.
- World Food Summit 1996. *Food Production: the Critical Role of Water*. Technical Background Document 7. FAO, Rome.
- World Resources Institute 1990. *World Resources 1990-91*. Oxford University Press, New York.
- Zezhen, Z., Chen B. & Xu X. 1992. Challenges to and Opportunities for Development of China's Water Resources in the 21st Century. *Water International* 17: 21-27.