



**SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET**

KOSTNADER FÖR BEVATTNING OCH MÖJLIGHETER TILL ETT HÅLLBART VATTENUTNYTTJANDE - GLOBAL ÖVERSIKT

Irrigation costs and possibilities for a
sustainable utilization of water
- global review



**Abraham Joel
Ingrid Wesström**

**Institutionen för markvetenskap
Avdelningen för lantbrukets hydroteknik**

**Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Soil Sciences
Division of Agricultural Hydrotechnics**

**Rapport 167
Report**

Uppsala 1993
ISSN 0348-1816
ISRN SLU-HY-R-167--SE

Denna serie rapporter utges av Avdelningen för lantbrukets hydroteknik, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. Serien innehåller sådana forsknings- och försöksredogörelser samt andra uppsatser som bedöms vara lämpade för mer allmän spridning. Uppsatser av huvudsakligen internt intresse publiceras i serien Avdelningsmeddelande. Tidigare nummer i rapportserien kan i mån av tillgång levereras från avdelningen.

This series of Reports is produced by the Division of Agricultural Hydrotechnics, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala. The series consists of reports on research and field trials and of articles or papers considered to be of general interest. Articles of mainly internal interest are published in a series of Communications (Avdelningsmeddelande). Earlier issues in the Report series can be obtained from the Division of Agricultural Hydrotechnics (subject to availability).

Distribution:

Sveriges Lantbruksuniversitet
Institutionen för markvetenskap
Avdelningen för lantbrukets hydroteknik
Box 7014
750 07 UPPSALA

Tel. 018-67 11 69, 67 11 81

Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Soil Sciences
Division of Agricultural Hydrotechnics
P.O. Box 7014
S-750 07 UPPSALA, SWEDEN

Tel. +46-(18) 67 11 69, +46-(18) 67 11 81



**SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET**

**KOSTNADER FÖR BEVATTNING
OCH MÖJLIGHETER TILL ETT HÅLLBART
VATTENUTNYTTJANDE - GLOBAL ÖVERSIKT**

Irrigation costs and possibilities for a
sustainable utilization of water
- global review



**Abraham Joel
Ingrid Wesström**

**Institutionen för markvetenskap
Avdelningen för lantbrukets hydroteknik**

**Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Soil Sciences
Division of Agricultural Hydrotechnics**

**Rapport 167
Report**

Uppsala 1993
ISSN 0348-1816
ISRN SLU-HY-R--167--SE

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

INLEDNING	5
VATTENTILLGÅNGAR I VÄRLDEN	5
VATNETS VÄRDE	8
Grunderna för ett betalningssystem för vatten	8
Kriterier för beslutsfattande	9
Effektiv och uthållig vattenanvändning	10
Avgifter för vattenanvändning inom jordbruket	12
Avgiftsmått	13
Kostnader för bevattning	13
Investeringskostnader	14
Underhålls- och driftkostnader	14
Kostnad per volymenhet	17
LÅNGSIKTIGT HÅLLBART OCH EFFEKTIVARE VATTENUTNYTTJANDE I JORDBRUKET	18
Förbättrad bevattningseffektivitet	18
Vattentransporten från uttagpunkt till rotzon	19
Samverkan mellan vatten och näringsämnen	21
Övriga skötselåtgärder	21
Tillvaratagande av alternativa vattenkällor	21
Uppsamling av avrinningsvatten	22
Avloppsvatten	22
Avsaltning	23
Prissättning av jordbruksproduktion efter produktionskostnad	23
Reglering för exploatering av naturresurser	25
Odlingssystemet som en helhet	25
SAMMANFATTANDE DISKUSSION	25
SUMMARY	26
LITTERATURFÖRTECKNING	28
BILAGA 1. En sammanställning över vattentillgångarna i världen	
BILAGA 2. Exempel på resursbevarande mark- och vattenanvändning	

INLEDNING

Vatten är ett nödvändigt element för alla livsformer. Att ha tillgång till rent dricksvatten kan tyckas vara en självklarhet, men vattenresurserna är ojämnt fördelade i världen. Vattenbristen i världen förväntas öka i framtiden. En orsak är den växande befolkningen. Vi blir fler som ska dela på redan nu begränsade vattenresurser. Användbara vattentillgångar minskar dessutom genom exploatering av fossilt grundvatten och överutnyttjande av övrigt grundvatten samt genom förorening av både yt- och grundvatten.

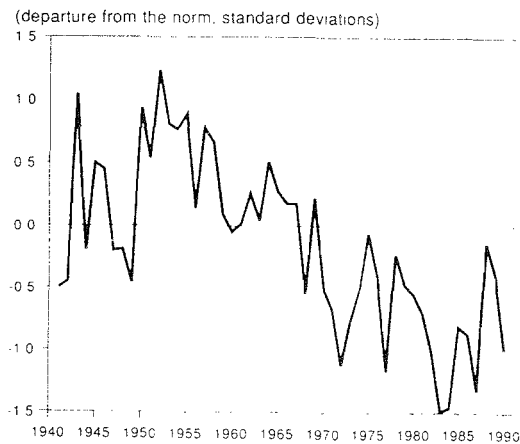
Befolkningsökningen och ökade krav på levnadsstandard samt minskande vattentillgångar leder till en ökad konkurrens om tillgängligt vatten. Ett ökat behov finns av nationella inventeringar av vattenresurserna för att möjliggöra en långsiktig planering av vattenanvändningen. Samtidigt behövs en värdering av vattnet för att man i bristsituationer ska kunna maximera ett effektivt vattenutnyttjande, kunna tillfredsställa olika intressegruppers behov av vatten och, sist men inte minst, kunna säkra vattentillgången för framtiden. En värdering av vatten måste ske både i kortsiktigt och långsiktigt perspektiv samt inbegripa ekonomiska, finansiella och sociala faktorer.

De avgifter som tas ut för vatten idag ligger ofta långt under de verkliga kostnaderna för vatten. Orsakerna härtill är många, men oavsett vilken orsak som ligger bakom innebär en prishöjning politiska och sociala svårigheter. Alltför låga avgifter medför i många fall en överkonsumtion av vatten och ett bristfälligt underhåll av distributionsnätet. Jordbruket står för 70 procent av den globala vattenanvändningen. Ett mått på hur effektivt vattnet används i jordbruket framkommer av bevattningssystemens genomsnittliga effektivitet på knappt 40 procent dvs 60 procent av tillförd mängd vatten kommer inte växterna tillgodo. Insatser inom vattenanvändningen i jordbruket måste göras om vatten- och livsmedelsförsörjningen ska tryggas för framtiden.

Syftet med denna rapport är att ge några reflektioner över vattnets värde vid odling och att beskriva olika möjligheter för prissättning av vatten. Som bakgrund lämnas en kortfattad global översikt över vattentillgångarna idag, kostnader för bevattning samt redovisas möjligheter till ett effektivare vattenutnyttjande.

VATTENTILLGÅNGAR I VÄRLDEN

De globala vattentillgångarna uppvisar stora regionala skillnader i tillgången på förnybart vatten. Vattentillgångarna kan uttryckas i total mängd, mängd per capita, användningsområde och exploateringsgrad, se bilaga 1. Orsaken till den stora spridningen av vattentillgångar är av hydrologisk karaktär. Den globala nederbörden varierar från stora nederbördsmängder i bl a Amazonflodens avrinningsområde och delar av södra och sydöstra Asien till låga nederbördsmängder i Mellanöstern, norra Afrika, norra och centrala Asien samt centrala Australien. Åttio länder ligger i semi-arida och arida klimatområden. Av jordens befolkning bor 40 procent i områden med periodvis torra (World Resources Institute, 1992). Sahel-området i Afrika har de senaste 20 åren haft en årsmedelnederbörd under medelvärdet beräknat över en fyrtioårsperiod (figur 1).



Figur 1. Nedersbördsindex för Sahel-området, år 1941-1990, efter Lamb & Pepler, (under tryckning).

Figure 1. Index of rainfall in the Sahel, 1941-1990, after Lamb & Pepler (forthcoming).

Professor Malin Falkenmark, (1989), definierar länder som "vattenstressade" när tillgångar på 10^6 m^3 årligen förnybart vatten delas av 600 - 1 000 personer dvs 1 000 - 1 700 m^3 per person. När fler än 1 000 personer delar på 10^6 m^3 förnybart vatten har landet absolut vattenbrist vilket då kan hämma livsmedelsförsörjning, ekonomisk utveckling och naturliga ekosystem.

Falkenmarks definition på "vattenstress" är ett bra hjälpmedel för bedömning av länder som en helhet. Den verkliga situationen och det antal människor som drabbas av vattenbrist kan dock variera beroende på följande faktorer:

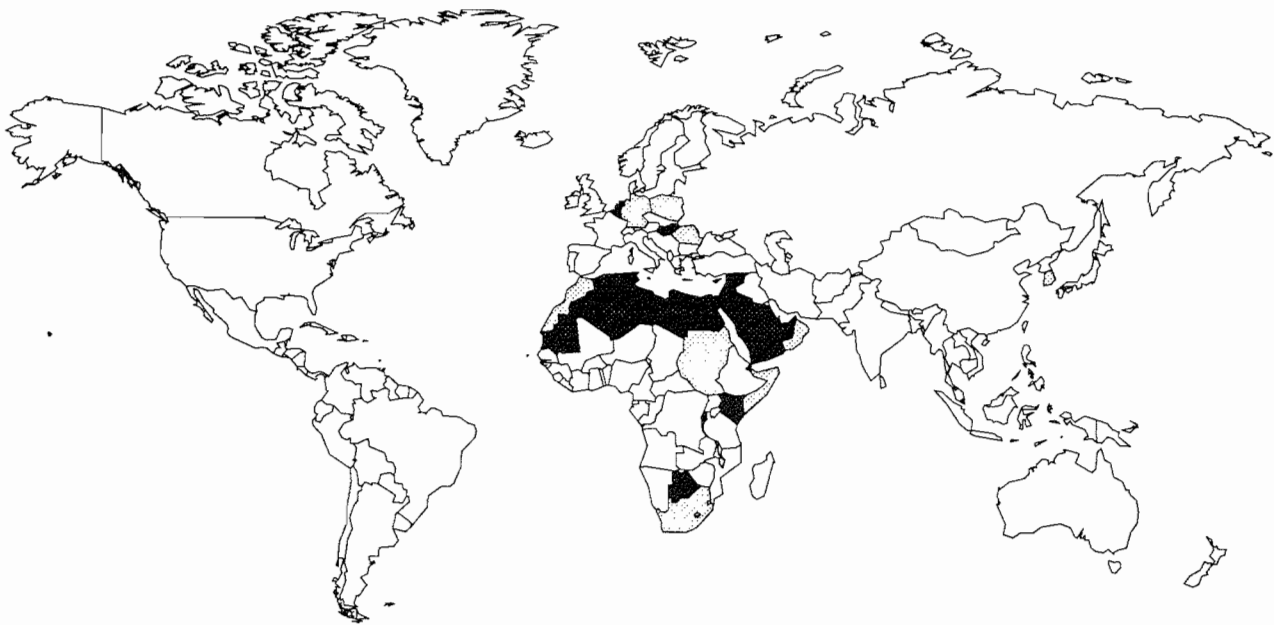
- * Stora regionala skillnader på vattentillgångar kan finnas inom landet.
- * Säsongsvariationer av vattentillgången under året.
- * Effektivitet på vattenutnyttjandet vid t ex bevattning, val av odlingsystem m m.
- * Kvaliteten på vattnet kan begränsa användningsområdet.

Med tanke på dessa faktorer bör vattensituationen i världen analyseras med stor försiktighet. En sammanställning av uppgifter över vattentillgångarna hämtade från World Resources Institute, 1992, har gjorts i bilaga 1.

År 1990 hade tjugosju länder med 223,8 miljoner invånare absolut vattenbrist. Av dessa länder ligger elva i Afrika, elva i Asien, fyra i Europa och ett i Central Amerika. Tolv länder med 288,7 miljoner innevånare led av "vattenstress", av dem ligger fem länder i Afrika, fyra i Asien och tre i Europa (figur 2).

Till de ovan nämnda länderna bör även områden med vattenförsörjningsproblem, i länder som inte klassificeras som "vattenstressade" eller med absolut vattenbrist, inräknas. Exempel på sådana områden är norra Kinaslätten med 200 miljoner innevånare, sydvästra USA, delar av Indien samt delar av Mexico.

a)



b)



■ <math>< 1000 \text{ m}^3/\text{capita}</math>

□ $1000-1670 \text{ m}^3/\text{capita}$

Figur 2. Länder med absolut vattenbrist (<math>< 1000 \text{ m}^3/\text{cap}</math>) och länder med vattenstress ($1000 - 1700 \text{ m}^3/\text{cap}$): a) år 1990 och b) prognos för år 2025.

Figure 2. Countries under absolute water scarcity (<math>< 1000 \text{ m}^3/\text{cap}</math>) and countries under water stress ($1000 - 1700 \text{ m}^3/\text{cap}$): a) 1990 and b) forecast for 2025.

VATNETS VÄRDE

Det finns en mängd olika aspekter på vattnets värde som grundar sig på den aktuella vattenanvändningen och dess påverkan på omgivningen. I en bristsituation kan tillgången på vatten vara ovärderlig. Samtidigt kan ett överskott av vatten orsaka stora ekonomiska förluster. Aspekter på vattnets värde vid olika vattenanvändningar kan vara skiftande vattentillgångar under året, vattenkvalitet, vattenflödets storlek, överexploatering av grundvatten, ekosystems bevarande, toxiska föroreningar, friluftsliv m m (Carson m fl, 1991).

I jordbrukssammanhang går det att direkt mäta vattnets värde i form av en produktionsökning. För att få en komplett analys av vattnets värde i jordbruket måste direkta och indirekta effekter av vattenanvändningen och dess påverkan på omgivningen ingå i ett betalningssystem för vatten.

Grunderna för ett betalningssystem för vatten

Ett betalningssystem för vatten måste uppfylla åtminstone tre funktioner. Dessa funktioner är ekonomiska, finansiella och sociala (Carruthers & Clark, 1981) och innebär följande:

- * Den ekonomiska funktionen innebär en värdering av hur effektivt resursen används, där kriteriet är att begärt pris ska vara lika med samhällets värdering av resursutnyttjandet vid tillhandahållandet av tjänsten. Externa (icke-monetära) kostnader¹⁾ av resursanvändningen skall ingå i värderingen.
- * Den finansiella funktionen innebär att vattenavgifterna bör täcka de monetära kostnaderna för tillhandahållandet av tjänsten. Dessa kostnader inkluderar kapitalkostnader, drift- och underhållskostnader, kostnader för indrivning av skatter samt inflation.
- * Den sociala funktionen innebär en avvägning mellan sociala mål och ekonomisk effektivitet där vattenavgiften kan användas för att främja inkomstfördelning, ekonomisk stabilitet, minska sociala spänningar eller för att utveckla eftersatta områden och uppmuntra investeringar.

¹⁾ Med externa kostnader avses dels miljökostnader så som försaltning av mark och grundvatten och försurning samt dels en ökad knapphet i framtiden (användarkostnad) dvs framtida uppoffringar.

Hur kan man då värdera naturresurser ur ekonomisk synvinkel? Det finns två huvudtyper av ekonomiska analyser som kan tillämpas för att öka förståelsen av sambanden mellan det ekonomiska systemet och miljön och som kan fungera som hjälpmedel vid rationellt beslutsfattande. Dessa analyser kallas positiv respektive normativ ekonomisk analys och beskrivs av Tietenberg (1992), enligt följande:

- * Positiv ekonomisk analys beskriver vad som var, vad som är och vad som kommer att ske. Beslutsunderlaget grundar sig på fakta.
- * Normativ ekonomisk analys beskriver vad som borde kunna ske. Beslutsunderlaget involverar värderingar i bedömningen.

Båda analyserna är användbara. Positiv ekonomisk analys kan användas för att beskriva flöden inom systemet och hur dessa flöden kommer att påverkas av en ändring i systemet. Positiv ekonomisk analys kan däremot inte ge någon vägledning i frågan om flödena var önskvärda. Först när man har bestämt vad som är önskvärt kan en optimering komma ifråga.

Syftet med att använda normativ ekonomisk analys är att maximera värdet av tillgången. Så länge mänskligheten existerar kommer den att påverka miljön. Frågan är därför inte om människorna ska påverka miljön utan att definiera den optimala nivån av påverkan. Det normativa tillvägagångssättet försöker maximera värdet av naturresursen genom att skapa en balans mellan bevarandet och utnyttjandet av tillgången. För att kunna definiera denna balans måste man sätta värde på de olika flödena och inkludera de negativa effekterna. Ur ekonomisk synvinkel är denna värdering helt antropocentrisk.

Kriterier för beslutsfattande

I en normativ ekonomisk analys kan följande två precisa kriterier användas för att bedöma optimal nivå och sammansättning av flöden; effektivitet och uthållighet.

Man kan urskilja två olika typer av effektivitet, statisk och dynamisk effektivitet, beroende på vilket tidsperspektiv man har. Med statisk effektivitet sker valet mellan olika användningar vid samma tidpunkt. Utnyttjandet av en naturresurs uppfyller det statiska effektivitetskriteriet när skillnaderna mellan intäkter och kostnader är som störst, dvs när marginalintäkten är lika med marginalkostnaden (figur 3). I figur 3 motsvarar Q_1 antalet enheter där nettointäkterna är maximala och Q_2 antalet enheter där nettointäkten är noll dvs totala intäkter är lika med totala kostnader.

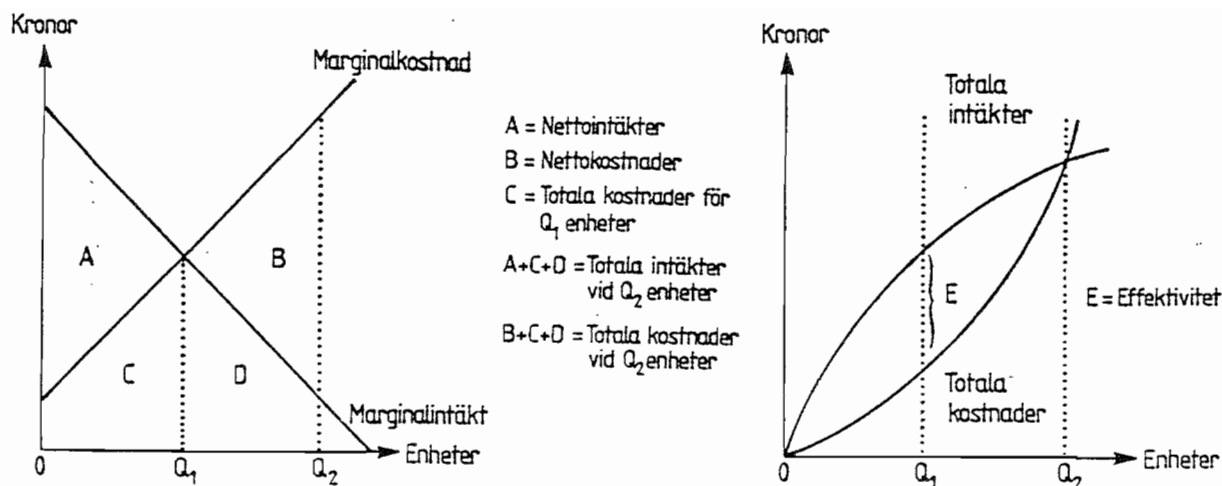
Den statiska effektiviteten är mycket användbar vid jämförelse av olika resursanvändningar när tiden inte är en avgörande faktor. I själva verket har många beslut som fattas idag en avgörande betydelse för framtida generationer. Fossilt grundvatten är förbrukat när det har använts. Dynamisk effektivitet gör det möjligt att bedöma naturresursanvändningen, inte bara utifrån storleken på intäkter och kostnader utan även utifrån tidsperspektivet. För att kunna jämföra nettovinsten från en tidsperiod med nettovinsten från en annan tidsperiod måste begreppet nuvärde införas. Nuvärde definieras enligt följande (Tietenberg, 1992):

$$PV[B_n] = \frac{B_n}{(1+r)^n}$$

där PV= nuvärde
 B = nettovinst
 n = antal år
 r = ränta

Nuvärde över en period av n år definieras enligt följande (Tietenberg, 1992):

$$PV[B_0, \dots, B_n] = \sum_{i=0}^n \frac{B_i}{(1+r)^i}$$



Figur 3. Intäkt-kostnadsanalys och effektivitet, efter Tietenberg (1992).

Figure 3. Benefit-cost analysis and efficiency, after Tietenberg (1992).

Processen med att beräkna nuvärde kallas diskontering och räntan kallas diskonteringsränta. Räntan har en positiv tidspreferens vilket innebär att framtida generationer förväntas bli rikare än nuvarande generationer. Dynamisk effektivitet uppnås när nuvärdet av alla nettovinster maximeras.

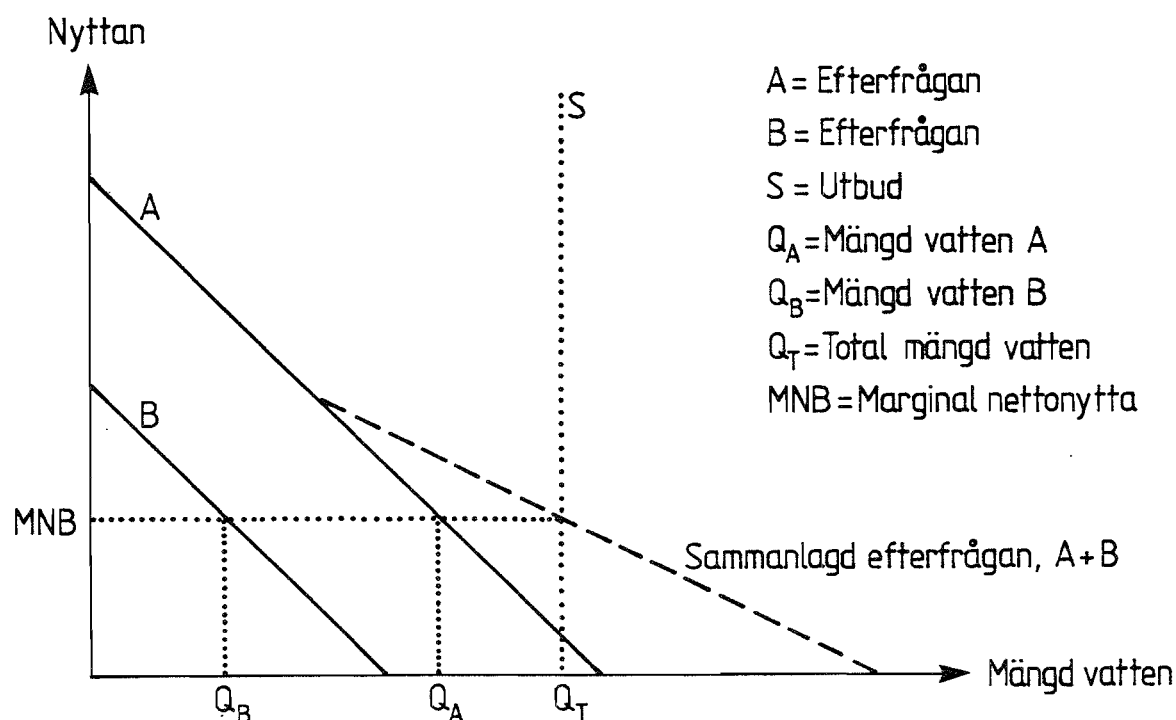
Använda modeller för beräkning av dynamiska effektiviteten visar att ju högre diskonteringsränta man använder i beräkningen ju mer förskjuts utnyttjandet av naturresursen till nutid eftersom framtiden ges mindre vikt i balansen mellan relativt värde av resursanvändningen i framtiden och nutiden. Det blir lönsamt att förlägga intäkter till idag och kostnader till framtiden.

Minimikravet för uthållighetskriteriet innebär att kommande generationer inte ska efterlämnas i en värre situation än nuvarande generation befinner sig i. Kriteriet innebär vidare att nuvarande generationer inte enbart behöver leva på förnybara resurser. Om nuvarande generation använder en del av vinsterna från uttagen av ändliga resurser till investeringar som kommer framtida generationer tillgodo, kan det vara förenligt med uthållighetskriteriet. I vissa fall kan en resurs vara ett perfekt substitut för en ändlig resurs. Generellt gäller dock att "naturkapitalet" skall bevaras inkl naturens förmåga att assimilera sopor. Uthållighetskriteriet tillåter oss att bedöma rättvisan snarare än effektiviteten av användningen över tiden.

Effektiv och uthållig vattenanvändning

Vid ekonomiska analyser bedöms optimal nivå och sammansättning av vattenanvändningen efter hur effektivt vattenanvändningen sker och hur uthållig användningen är. Vad effektiv och uthållig vattenanvändning innebär bestäms av ifall yt- eller grundvatten används. Vid vattenanvändning och avsaknande av lagringsmöjligheter blir problemet att fördela förnybart vatten mellan olika användare. En effektiv ytvattenanvändning förutsätter balans mellan konkurrerande användare och hantering av den årliga variationen i ytvattenflöde. Generationseffekterna blir ett mindre problem eftersom framtida resurser bestäms av naturliga fenomen (nederbörd). Effektiv ytvattenanvändning

innebär att marginalnyttan, dvs nyttan av den sist konsumerade vattenenheten, ska vara lika för alla användare (figur 4).



Figur 4. Effektiv fördelning av ytvatten.
Figure 4. The efficient allocation of surface water.

Användning av grundvatten har betydelse för kommande generationer och användningen över tiden får stor betydelse i analyser. Vid användning av icke förnybart grundvatten kommer resursen att exploateras tills den tar slut eller tills marginalkostnaden för att pumpa ytterligare vatten blir för hög. Vid en effektiv grundvattenanvändning räknas användarkostnad som en alternativkostnad och grundvattenanvändningen minskar över tiden. Kostnaden för att pumpa upp den sista enheten till ytan (marginalkostnaden) kommer att öka med fallande grundvattennivå.

En effektiv vattenanvändning uppnås med få undantag inte idag. De främsta orsakerna till bristande effektivitet är restriktioner i vattenfördelningen och ineffektivt låga avgifter för vattnet.

Restriktioner i vattenfördelning kan leda till att vattenresursen inte omfördelas så att användare som har låg marginalnytta kan sälja sina vattenrättigheter till dem som har högre marginalnytta, vilka båda skulle tjäna på. Oklara äganderättsförhållanden kan orsaka ett ineffektivt resursutnyttjande. Ägaren av en resurs har ett kraftfullt motiv för att använda resursen effektivt eftersom ett misslyckande orsakar personliga förluster.

I allmänhet ligger de avgifter som idag tas ut vid konsumtion av vatten långt under de verkliga kostnaderna för vattnet, sett i både kortsiktigt och långsiktigt perspektiv. En orsak till en alltför låg prissättning är att priset på vattnet inte bestäms på den fria marknaden genom efterfrågan och utbud. Priset på vattnet grundar sig ofta på historiska kostnader för exploatering av vatten då billigare källor var tillgängliga och inflationen är

oftast inte medräknad. Att genomföra en prisökning innebär stora sociala och politiska svårigheter.

Det överlag låga priset på vatten och att avgiftssystemet i allmänhet är otillräckligt yttrar sig i ett onödigt slöseri med vatten bland konsumenterna och ett eftersatt underhåll av distributionssystemen bland leverantörerna. Nuvarande prissättning skapar också felaktiga signaler till migration. Folk som flyttar till områden behöver inte betala full kostnad för vattnet. Arida områden som från klimatsynpunkt är attraktiva, blir mer attraktiva än de borde vara. Marknaden stimulerar befolkningsökning i områden med brist på vatten.

För att få en ekonomiskt effektiv prissättning krävs det att man använder marginalkostnaden för sista enheten och inte som nu en medelkostnad. Medelkostnaden är lägre än marginalkostnaden och historiska kostnader är lägre än nuvarande kostnader. Vid uppskattning av framtida kostnader underskattas ofta priserna. Man skapar en överskattad efterfrågan på vatten.

Det finns olika sätt att genom rättsliga och lagstiftande processer öka individens motiv för en effektiv användning av naturresurser. För att kunna fatta beslut om eventuella ytterligare policy krävs omfattande information om kostnader och intäkter för de olika valmöjligheterna.

Avgifter för vattenanvändning inom jordbruket

Det finns tre olika metoder för att bestämma avgifter för vattenanvändning inom jordbruket (Carruthers & Clark, 1981). Avgifterna kan relateras till verkliga kostnader för bevattning, till nyttan av bevattning eller till värdering av bevattnarens möjligheter att betala avgifterna.

Om avgiftssystemet är relaterat till verkliga kostnader för bevattning kan avgifterna sättas så att man får igen kapital- och underhållskostnader eller en viss del av dessa kostnader. I låginkomstekonomier är huvudproblemet vilken verklig nivå av nyttan som man får och förmånstagarens fattigdom. Vidare måste man vid genomförandet ta hänsyn till vilket inflytande prispolitiken får på konsumtionsnivån. En amerikansk undersökning (Hirshleifer m fl, 1960) visar att minst hälften av den areal, i södra Kalifornien, som idag bevattnas med vatten från Coloradofloden skulle vara olönsam om användarna skulle betala marginalkostnaden för ökningen av vattentillgången. Begränsningarna för att med hjälp av marginalkostnaderna bestämma avgifterna för vatten är inte den teoretiska bakgrunden. Begränsningarna ligger i den extremt låga inkomsten som bönderna har i många bevattningsprojekt och en nästan universell brist på politisk beslutsamhet att täcka kostnader.

När avgiftssystemet relateras till ökade förmåner som härstammar från bevattning måste jämförelsen ske utifrån förmåner från bevattning minus förmåner utan bevattning och inte enbart nettoförmåner från bevattning. Avdrag kan göras för ett ökat behov av arbetsinsatser orsakat av bevattning samt andra icke monetära kostnader. I områden med relativt hög nederbörd skulle ökade förmåner från bevattning vara ganska låg och höga avgifter skulle begränsa vattenanvändningen.

När avgiftssystemet relateras till förmågan att betala måste man ha tillgång till gårdarnas nettoinkomst och gårdarna måste indelas efter jordarnas bördighet. I ett första

steg fastställs "minimal accepterad inkomst". Vidare måste man definiera vilken andel fördelar som kommer från bevattningen som ska vara avgiftsbelagda. En jordbruksekonom kan sedan beräkna, med grundval av gårdarnas budget eller linjära programmodeller, om projekten behöver subventioneras och till vilken nivå subventionerna krävs, om det går jämnt upp eller om det blir en avkastande investering. Vid valet av avgifter måste myndigheterna balansera sina behov av finansiering, sin policy mot finansiellt oberoende, sitt ställningstagande i inkomstomfördelningsfrågor, omfattningen av understöd eller indirekta skatter och om det är praktiskt möjligt att genomdriva det valda avgiftssystemet. I den slutliga analysen är det ett politiskt beslut att bestämma avgifterna, men det är ekonomernas ansvar att se till att politikerna är medvetna om ekonomiska, finansiella och sociala konsekvenser av deras alternativa beslut.

Avgiftsmått

När grunden för avgiftssystemet är beslutat måste en mätbar enhet som ska avgiftsbeläggas väljas. Exempel på enheter är mängd använt vatten, odlad areal, areal och gröda samt brukarens inkomst.

När man avgiftsbelägger efter mängd vatten som används finns en mängd olika tariffer. Det finns tvådelade tariffer med en fast del som är oberoende av hur mycket vatten som används och en del som varierar beroende på använd mängd vatten. Ibland sätts den ena taxan för att få igen investerat kapital och den andra taxan för att täcka underhållskostnader. Den variabla taxan kan också vara konstant, öka eller minska beroende på använd mängd vatten. Tariffen kan också variera med förbrukningen när avgiftssystem utan fasta avgifter används.

Kostnader för bevattning

Investeringskostnaderna för bevattningsanläggningar och totala kostnader för bevattningens utförande varierar mellan olika länder och även inom länder. Orsaken till detta är de olika grundförutsättningarna för projekten. Några faktorer som kan påverka kostnaderna är följande:

- * Vilken typ av vattentillgångar ska exploateras och vattentillgångens tillgänglighet t ex djupet till grundvatten, storlekar på dammar för ytvatten mm.
- * Arbetskostnader för konstruktionen och bevattningens utförande.
- * Materialkostnader.
- * Eventuell markexpropriering.
- * Ränta på lånat kapital.
- * Teknikgrad för anläggningen som levererar vatten.
- * Infrastrukturuppbyggnad (vägar, marknad, utbildning m m).
- * Teknikgrad för bevattningens utförande.
- * Drifts- och underhållskostnader.

Tillgängliga uppgifter över kostnader för olika bevattningsprojekt är svåra att jämföra med varandra. Detta kan beror på att grundförutsättningarna för projekten är av varierande karaktär och att redovisade kostnader är ofullständiga. Ofta redovisas inte underhålls- och driftskostnader och ibland redovisas inte kostnaderna i hårdvaluta.

För att göra redovisningen mer överskådlig kommer kostnaderna indelas i följande tre kategorier: investeringskostnader, underhålls- och driftskostnader samt kostnader per volymenhet.

Investeringskostnader

I en undersökning utförd av FAO Investment Centre, 1984, av 17 utvalda bevattningsprojekt finansierade av Världsbanken, i 14 länder i Afrika och 3 länder i Asien uppskattades investeringskostnaderna att ligga mellan \$200 - \$20 000/ha. Lägsta investeringskostnaderna, \$200/ha, hade bevattningsprojekt i Bangladesh och Indien. Högsta investeringskostnaderna, \$20 000/ha, hade projekt på Cypern (tabell 1). Investeringskostnaderna går inte i det här fallet att relatera direkt till tillgången förnyelsebart vatten. Bangladesh har vattentillgångar på $11,74 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ per capita medan motsvarande siffra för Indien är $2,17 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ per capita. Cypern har förnyelsebara vattentillgångar på $1,18 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ per capita medan exempelvis Tunisien har $0,46 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ per capita. I Tunisien är investeringskostnaden per hektar \$3 400 till \$3 600.

Idag är investeringskostnaderna för bevattning ca 9 000 kr/ha i Kina och mellan 9 000 och 24 000 kr/ha för större projekt i Indien, Indonesien, Pakistan, Filippinerna, och Thailand. Offentliga projekt i Brasilien kostar ca 30 000 kr/ha och i Mexico 60 000 kr/ha. I vissa delar av Afrika är kostnaderna mellan 60 000 och 120 000 kr/ha. Detta på grund av att det är dyrare att bygga ut infrastruktur, att tillgängliga bevattningsbara områden är små samt att vattenflödena har kraftiga säsongsvariationer (Postel, 1990). I Sverige är investeringskostnaderna för en spridar- eller droppbevattningsanläggning mellan 10 000 och 20 000 kr/ha.

Investeringskostnader tillsammans med klimat och vattentillgångar kan delvis återspegla hur stor andel bevattnad areal olika regioner har (figur 5).

Både på gott och ont kommer kostnaderna för bevattningsprojekt att stiga i många länder, eftersom vatten i många fall kommer att bli svårare att utvinna samt att lämpliga områden för bevattning kommer att minska. Detta kommer att främja ett bättre vattenutnyttjande.

Underhålls- och driftkostnader

Underhålls- och driftskostnader redovisas oftast tillsammans med investeringskostnader. Detta gör det svårt att veta hur stor andel av kostnaderna som utgörs av vattenexploatering och hur stor andel som ska belasta bevattningens utförande.

Från en granskning år 1981, som omfattade 26 av Världsbankens bevattningsprojekt, av vilka fem låg i Afrika, framkommer en medelkostnad på \$145/ha för system med pumpning, \$31/ha för gravitationssystem med full kontroll av vattenfördelningen och \$15/ha för gravitationssystem med någon kontroll av vattenfördelningen. Under samma

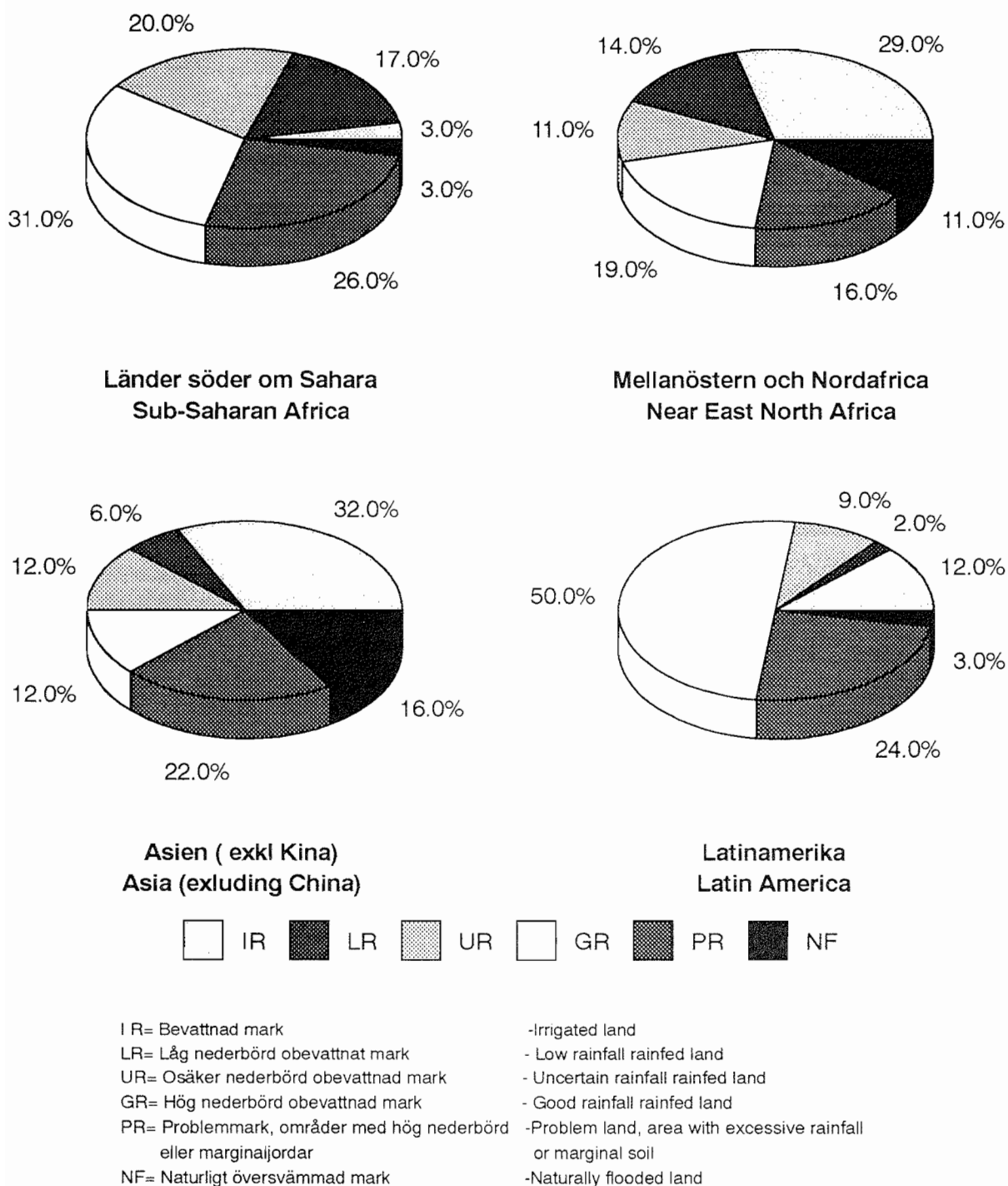
Tabell 1. Uppskattade kostnader för några av Världsbankens bevattningsprojekt i Asien och Afrika ¹⁾ (FAO Investment Centre, 1984)
Table 1. Estimated costs for some of World bank's irrigation project in Asia and Africa (FAO Investment Centre, 1984)

	Year of pre-para-tion	Irrigated area			Capital investment cost		
		Command area develop. ²⁾	Rehabil-itation	New irrig.	Irrig. works	Agric. develop.	Total
BANGLADESH	1978	—	120 000	40 000	200	—	200
INDIA	1979	290 000	—	—	400	50	450
BANGLADESH	1982	—	8 000	30 000	500	200	700
INDIA	1979	—	60 000	—	500	—	500
SUDAN	1979	—	72 000	—	600	400	1 000
BANGLADESH	1981	—	88 000	—	1 000	—	1 000
SRI LANKA	1980	—	42 000	—	1 150	—	1 150
ETHIOPIA	1983	—	1 600	2 700	1 700	100	1 800
TUNISIA	1982	—	8 600	1 200	2 500	900	3 400
BURMA	1981	—	—	2 400	3 300	—	3 300
MOROCCO	1983	7 500	10 400	—	3 600	500	4 100
TUNISIA	1984	—	900	1 900	3 300	300	3 600
MOZAMBIQUE	1980	1 200	—	—	5 100	4 800	9 900
SENEGAL	1982	570	100	—	6 100	1 200	7 300
YEMEN RDR	1982	—	3 800	—	9 600	1 600	11 200
MAURITANIA	1980	—	—	3 600	13 300	1 600	14 900
CYPRUS	1982	—	—	2 000	17 400	2 600	20 000

¹⁾ Kostnaderna inkluderar inte oförutsedda utgifter.

²⁾ "Command area development" är utbyggnad av befintliga bevattningsprojekt där infrastruktur redan finns.

MARKANVÄNDNING VID OLIKA VATTENREGIMER LAND USE BY DIFFERENT WATER REGIMES



Figur 5. Markanvändning vid olika vattenregimer, efter FAO, 1990.
Figure 5. Land use by different water regimes, after FAO, 1990.

år var kostnaderna för ett sofistikerat spridarsystem i Doukala, Marocko, \$339/ha (FAO, 1987).

I en annan analys av underhålls- och driftskostnader genomförd i fransktalande Afrika söder om Sahara, varierade kostnaderna för traditionell bevattning mellan \$5/ha i sjöområden i Niger och \$80/ha i Dogondammarna i Mali. Vid ett bevattningsbehov på 500 mm (5 000 m³/ha) var kostnader för tryckbevattning mellan \$330/ha och \$420/ha. Vid samma bevattningsbehov var kostnader för ytbevattning mellan \$83/ha och \$139/ha. Bevattning med grundvatten var i särklass dyrast med kostnader på \$ 770/ha för en motoriserad pumpanläggning (FAO, 1987).

Kostnad per volymenhet

Ett annat sätt att uttrycka kostnader för bevattningsvatten är kostnad per m³ vatten. I kostnaden per m³ vatten inkluderas oftast kostnader för exploatering och leverans av vatten. Även kostnader för bevattningsanläggningar kan inkluderas i kostnad per m³ vatten.

Problemet med det här kostnadsberäkningssystemet är att det ofta inte återspeglar de verkliga kostnaderna för vatten. I vissa fall redovisas enbart vad jordbrukaren betalar för vatten. I statsfinansierade bevattningsprojekt är vatten ofta starkt subventionerat. Jordbrukare i Indonesien, Mexico och Pakistan betala bara 15 procent av den totala vattenkostnaden (Postel, 1993).

Idag betalar jordbrukarna i centrala Tunisien ca \$0,03/m³ vatten för statsgrävda djupbrunnar medan den verkliga kostnaden för driften är ca \$0,08/m³. Det pris som jordbrukarna betalar i centrala Tunisien räcker enbart till att täcka 40 procent av kostnaderna för drift och underhåll. I privatägda brunnar i Tunisien ligger kostnaden på ca \$0,15/m³.

Statliga subventioner finns även i rikare länder som USA. En undersökning utförd av inrikesdepartementet år 1980 av 18 västfederala bevattningsprojekt visar att de statliga subventionerna låg mellan 57 och 97 procent av den totala kostnad (Brown m fl, 1988). Jordbrukarna i USA betalar mellan \$0,0024/m³ och \$0,024/m³ och federala subventioner betalar skillnader mellan priser och kostnader (Rogers, 1988). Det bör tilläggas att i en grov uppskattning kan 90 procent av det bevattnade jordbruket inte betala mer än \$0,033/m³ vatten, 10 procent kan betala ett något högre pris för vatten och detta vid odling av kapitalstarka grödor som t ex vid blomster-, krydd- och bärodling (Office of Technology Assessment, 1988).

I Israel kostar en kubikmeter levererat vatten för bevattning ca \$0,16 och för dricksvatten \$0,34.

De tidigare nämnda kostnaderna täcker i princip enbart kostnader för exploatering av vatten. Till detta tillkommer distributionskostnader inom den areal som ska bevattnas. Distributionskostnaderna varierar mellan de olika bevattningssystemen. I Sverige är kostnader för ett spridarbevattningssystem ca \$0,37/m³, om totala bevattningskostnaderna inkluderas. Om enbart drifts- och underhållskostnader räknas in blir priset per kubikmeter \$0,10. De förhållandevis höga priserna jämför med de tidigare redovisade priserna beror på det låga bevattningsbehovet i Sverige som i genomsnitt inte överstiger 1 000 m³/ha och år, samtidigt som det inte finns statliga subventioner.

LÅNGSIKTIGT HÅLLBART OCH EFFEKTIVARE VATTENUTNYTTJANDE I JORDBRUKET

Under rubriken kostnader för bevattning har det framgått att jordbruket betalar ett lågt pris för vatten. I vissa fall täcker inte avgifterna kostnader för drift och underhåll. Det bör påpekas att i de tidigare redovisade kostnaderna för bevattning, ingår inte kostnader för miljöpåverkan.

Om priset på vatten får återspegla sitt verkliga värde, kommer värdet att variera i olika områden och eventuellt med tiden. Allmänt kommer det att innebära en stor prishöjning. En höjning av priset på vatten kommer att negativt påverka den redan nu dåliga lönsamheten för bevattnat jordbruk och kan även äventyra livsmedelsförsörjningen direkt eller indirekt. För att det ska vara möjligt att säkra livsmedelsproduktionen och samtidigt betala det verkliga priset på vatten bör flera åtgärder vidtas. Bland andra kan följande åtgärder nämnas:

- * Förbättrad bevattningseffektivitet.
- * Tillvaratagande av alternativa vattenkällor.
- * Prissättning av jordbruksprodukter efter vad det kostar att producera.
- * Reglering av exploatering av naturresurser.
- * Utgå från odlingsystemet som en helhet.

En schematisk uppställning av ett exempel på resursbevarande mark- och vattenanvändning ges i bilaga 2.

Förbättrad bevattningseffektivitet

I genomsnitt beräknas att världens bevattningssystem har en effektivitet på knappt 40 procent samt att 150 miljoner hektar, ca 60 procent av den totala bevattnade arealen, kräver en eller annan form av översyn eller förbättring för att fungera tillfredsställande (Postel, 1990).

Bevattningseffektivitet eller vattenutnyttjandegrad kan uttryckas på olika sätt. Oftast tas enbart hänsyn till vattentransporten från vattenkällan till rotzonen. Bevattningseffektivitet blir ett mått på uppnådd biomassaproduktion per använd vattenenhet. Följande tre faktorer påverkar bevattningseffektiviteten:

- * Vattentransporten från uttagspunkt till rotzonen.
- * Samverkan mellan vatten och näringsämnen.
- * Övriga skötselåtgärder.

Vattentransporten från uttagpunkt till rotzon

Anläggningens totala effektivitet (e_i) varierar mellan olika bevattningsmetoder. De största variationerna i total effektivitet återfinns dock inom samma bevattningsmetod, vilket orsakas av att valet av metod är mer eller mindre lämpligt. Detta kan beror på att de tekniska förutsättningarna för ett väl fungerande system är olika uppfyllt och inte minst på hur bevattnaren sköter sitt system.

En anläggningens totala effektivitet uppskattas efter volym av vattenförlust enligt följande (efter Carran et al, 1977):

$$e_i = \left(\frac{e_x}{100} * \frac{e_r}{100} * \frac{e_a}{100} * \frac{e_d}{100} \right) * 100\%$$

där uttagningseffektivitet, e_x , är förhållandet mellan volym vatten levererad till transportanordningar och volym vatten som tas från vattentäkter, transporteffektivitet, e_r , är förhållandet mellan volym vatten levererad till appliceringsanordningar och volym vatten levererad till transportanordningar, appliceringseffektivitet, e_a , är förhållandet mellan volym vatten levererad till appliceringsyta och volym vatten levererad till appliceringsanordningar och distributionseffektivitet, e_d , är förhållandet mellan volym vatten levererad till rotzonen och volym vatten levererad till appliceringsyta.

Vattenförluster sker hela vägen från vattentäkt till rotzonen. Det är vanligen vissa punkter i ett system som är särskilt kritiska ur förlustsynpunkt. Dessa kritiska punkter är olika för olika bevattningsmetoder (tabell 2).

Vid användning av öppna kanaler är effektiviteten lägre än vid system med rörledningar. Det är framförallt transport- och distributionseffektiviteten som minskar genom ökat läckage och vatten som rinner tillbaka till vattentäkten.

Vid ytbevattning är appliceringseffektiviteten ofta mellan 50 och 60 procent. Appliceringseffektiviteten kan höjas om anläggningen utrustas med uppsamlingsystem för överskotts-vatten. Distributionseffektiviteten är låg vid ytbevattning. Detta beror på att en del av vattnet avsiktligt går förlorat genom djupperkolation för att säkra att hela den bevattnade ytan har fått ett minimum av vatten.

Vid spridarbevattning är i allmänhet förlusterna stora vid applicering och distribution. Detta beror på ojämn spridning orsakad av vindavdrift eller dålig spridarfunktion.

Av de olika bevattningssystemen är droppbevattning det system som teoretisk och praktisk uppnår den högsta effektiviteten, ca 95 procent. Droppbevattning har ofta svårt att konkurrera med övriga bevattningssystem vid bevattning av tätt växande grödor. Kostnaderna för droppbevattningssystem har under senare tid sjunkit markant och i områden med vattenbrist och med höga vattenkostnader är droppbevattning ett alternativ. Av den bevattnade arealen i Israel bevattnas idag ca 50 procent med droppbevattning. Ytbevattning är fortfarande den dominerande bevattningsmetoden i världen. Cirka 95 procent av den totala bevattnade arealen i världen bevattnas med ytbevattningssystem (se tabell 3).

Tabell 2. Vattenutnyttjandegrad i olika bevattningsanläggningar

Table 2. Water use efficiency in different irrigation systems (e_x = exploitation efficiency, e_r = transport efficiency, e_a = application efficiency, e_d = distribution efficiency, e_i = the irrigation system's total efficiency)

Bevattningssystem och transport- anordning <i>Irrigation and transport systems</i>	e_x (%)	e_r (%)	e_a (%)	e_d (%)	e_i (%)
Öppna kanaler <i>Open channels</i>	80-100	60- 90			
Rörledningar <i>Pipe lines</i>	90-100	95-100			
Ytbevattning <i>Surface irrigation</i>			50- 90	30- 80	10- 70
Spridarbevattning <i>Sprinkler irrigation</i>			70-100	60- 90	35- 90
Droppbevattning <i>Drip irrigation</i>			90-100	80-100	70-100

Tabell 3. Översikt över olika bevattningssystemens omfattning, effektivitet, arbetsbehov och kostnader

Table 3. Summary of different irrigation systems extension, efficiency, labor demand and costs

Bevattnings- system	Arbetsbehov (tim/ha)	Investerings- kostnader (\$/ha)	Pumpnings- kostnader (\$/ha och år)	Andel av bev. areal (%)	Bevattnings- effektivitet (%)
<i>Irrigation system</i>	<i>Labour demand (h/ha)</i>	<i>Investment costs (\$/ha)</i>	<i>Exploation costs (\$/ha and year)</i>	<i>Per cent of irrigated land (%)</i>	<i>Irrigation efficiency (%)</i>
Ytbevattning <i>Surface irrigation</i>	3 - 35	700 - 1 400	15 - 35	95	10 - 70
Spridar- bevattning <i>Sprinkler irrigation</i>	3 - 30	1 000 - 2 650	45 - 60	< 4,3	35 - 90
Mikro- bevattning <i>Micro irrigation</i>	7 - 10	1 850 - 2 300	35 - 40	0,7	70 - 100

Samverkan mellan vatten och näringsämnen

Bevattningsmedel för ofta högre skördar och högre skördar kräver mer växtnäring. Korrektion av växtnäringsbrister genom tillförsel av väl avvägd gödselmängd är ett sätt att öka växternas vattenutnyttjande och därmed öka biomassaproduktionen per vattenenhet (Viets, 1962).

Normalt tar växten upp mer växtnäring och utnyttjar näringen i marken effektivare under gynnsamma markfuktighetsförhållanden än vid vattenbrist (Johansson & Linnér, 1977). Storleken på den lösliga och utbytbara näringspoolen, transporten till rötterna genom diffusion och massflöde samt rottillväxten påverkas av vattenfaktorn. Planttillväxt i näringsrik jord kan därför på kort sikt möta ett ökat behov av näringsämnen. Detta genom att gynnsamma markvattenförhållanden ökar rötternas förmåga att nå näringsämnen samt ökar markens förmåga att leverera näringsämnen. Detta gäller speciellt för de mindre rörliga ämnena fosfor och kalium samt för mikronäringsämnen. Det är sällsynt att gödslingsnivån av kalium och fosfor behöver vara högre vid god vattentillgång än vid begränsad vattentillgång.

Ett ökat behov av kvävegödsling är däremot vanligt vid bevattning. Det finns åtminstone följande tre anledningar härtill enligt Viets (1967); grödornas kvävebehov är stort, kvävebrist är vanligt förekommande samt de mesta kvävet absorberas från det mycket rörliga nitraten (NO_3^-).

På lång sikt kan effekterna av bevattning bli näringsbrist i marken och försämrade näringsmässig kvalitet på skördarna genom ett lägre innehåll av essentiella mineraler i produkterna. Hur snabbt utvecklingen av näringsbrist sker och i vilken omfattning den får är beroende av jordart och odlingsystem.

Övriga skötselåtgärder

Under den här rubriken ingår övriga odlingsfaktorer. Det är faktorer som till exempel jordbearbetning, ogräsbekämpning, sjukdomsbekämpning och tidpunkt för bevattning.

Med tidpunkt för bevattning avses i det här fallet hur stor vattenstress som tillåts. Detta kan vara av stor betydelse vid speciella tidpunkter av odlingssäsongen (olika för olika grödor) och kan påverka produktionsresultatet. Vid ytbevattning ges stora bevattningsgivor för att göra spridningen jämnare över ytan. Stora bevattningsgivor i kombination med en vilja att spara vatten resulterar i ett för långt tidsintervall mellan bevattningarna. Liknande problem kan uppstå i fastställda bevattningsscheman där jordbrukaren inte får tillgång till vatten när det behövs.

Tillvaratagande av alternativa vattenkällor

Andelen bevattnad areal per capita ökade under hela 1900-talet fram till år 1980. Under 80-talet har den bevattnade areal per capita minskat markant. Att öka den konventionellt bevattnade arealen är knappast möjligt idag, beroende på begränsade tillgångar på vatten med bra kvalitet, höga anläggningskostnader samt svårigheter att finansiera bevattningsprojekt.

Vid sidan av ökad bevattningseffektivitet bör insatser göras för användning av alternativa vattenkällor såsom avrinningsvatten från små som stora avrinningsområden, avloppsvatten och avsaltning av vatten.

Uppsamling av avrinningsvatten

FAO förutspår att år 2000 kommer 84 procent av den odlade arealen att vara helt beroende av nederbörd och svara för något över hälften av den totala jordbruksproduktionen (Biswas m fl, 1983). I många utvecklingsländer, där jordbruksproduktionen är helt beroende av enbart nederbörden, har skördarna minskat. I Niger minskade spannmåls-skördarna från 500 kg/ha år 1920 till ca 350 kg/ha år 1978. Uppskattningsvis kommer skördarna att minska till 200 kg/ha fram till år 2000 om inga åtgärder vidtas (Grainger, 1982).

Den direkta nederbörden utgör oftast den enda tillförseln av vatten vid jordbruksproduktion. Nederbörden är dock inte alltid pålitlig. I många länder i torra områden finns inget annat alternativ än ett effektivare utnyttjande av nederbörden för att öka livsmedelsproduktionen. I de semiarida och humida områdena i Afrika kan "water harvesting" öka jordbruksproduktionen från 10 miljoner hektar i ett kortsiktigt perspektiv och från 50 miljoner hektar i ett långsiktigt perspektiv (World Resources Institute, 1992).

"Water harvesting" från små avrinningsområden (WHMC) kan vara ett bra alternativ att öka vattentillförseln till de områden som ska odlas. Med WHMC avses här att samla vatten från några kvadratmeter runt ett träd, från sluttningar och från små raviner. De här systemen har varit och är traditionella i många delar av världen men kan i vissa fall behöva introduceras, reintroduceras eller förbättras.

Studier som har gjorts i USA antyder att små "water harvesting" system för utvecklingsländer kan konstrueras för ca \$20 per hektar (National Academy of Sciences, 1974). Senare forskningsresultat från Negev, Israel visar att kostnaderna ligger mellan \$10 och \$40 per odlad hektar (Postel, 1985). Studier i Kenya (The Baringo Pilot Semi-Arid Area Projekt) visar att för en typisk uppsamling från små avrinningsområden behövs 300 arbetstimmar per 0,5 ha odlad mark samt 160 timmar för underhåll (Pacey & Cullis, 1986). Detta kan jämföras med ett behov av ca 100 arbetstimmar för 0,5 ha vid traditionell odling utan WHMC (Barrow, 1987).

Med WHMC har skördarna ökat avsevärt. Man har uppnått skördar av sorghum på 2 000 kg/ha jämfört med 45 kg/ha utan åtgärder (Lewis, 1984). Avtappning från små wadi har förbättrat betesmarkskapaciteten i torra områden från 0,18 till 2,66 får/ha (National Academy of Sciences, 1974). Andra fördelar av "water harvesting"-systemen är att de ligger på böndernas nivå och gör dem mindre beroende av yttre faktorer samt att riskerna för felexploatering av mark- och vattenresurserna minskar.

Avloppsvatten

Avloppsvatten är också en alternativ vattenresurs. Avloppsvatten ses ofta som en belastning för städer och miljö och inte som en resurs för jordbruket. Genom att tillvarata avloppsvatten kan jordbruket få ett tillskott av både vatten och näringsämnen samtidigt som kostnader för reningsverken minskar.

Minst 500 000 hektar åker i omkring 15 länder bevattnas med sekundärt vatten. Även om detta endast motsvarar 0,2 procent av världens totala konstbevattnade areal, kan använt vatten, speciellt i torra regioner utgöra en viktig del av vattnet som används inom jordbruket (Bartone & Arlosoroff, 1987). I Israel behandlas och återanvänds idag ca 70 procent av landets avloppsvatten. Avloppsvattnet används till bevattning av 19 000 ha. Fram till år 2000 planerar Israel att minska förbrukningen av färskvatten med 38 procent av den totala förbrukning under år 1984 (Postel, 1993).

Inom ramen för Sölvesborgsprojektet i Sverige utfördes år 1984 en ekonomisk utvärdering av avloppsvatten till bevattning. Utvärderingen visar ett värde på mellan 1,1 och 1,6 kr/m³ för avloppsvattnet. Utgångsvärdet är erhållna skördeökningar på korn, potatis och sockerbeter. Ingen hänsyn har tagits till gödslingseffekter. Med hänsynstagande till gödslingseffekter beräknas vattnets verkliga värde ligga mellan 1,5 och 2,0 kr/m³ (Leander, 1985).

Avsaltning

I områden med vattenbrist i framförallt höginkomstländer har avsaltningskapaciteten ökat. I december år 1986 fanns 3 527 anläggningar som producerar mer än 100 m³/dag. Anläggningarna återfanns i 120 länder. Antalet anläggningar har ökat. I slutet av 1989 fanns 7 536 anläggningar. Avsaltning är fortfarande tre till fyra gånger dyrare än konventionella källor för färskvatten. Kostnader för avsaltning av bräckt vatten ligger mellan \$0,40/m³ och \$0,60/m³. Kostnaderna för avsaltning av havsvatten är mellan \$1,05/m³ och \$1,60/m³ (World Resources Institute, 1992).

I takt med att kostnaderna för färskvatten ökar, samt att kostnaderna för avsaltning minskar kan tekniken i framtiden bli intressant även för jordbruket. För närvarande är intresset begränsat till intensivodling i växthus.

Prissättning av jordbruksproduktion efter produktionskostnad

Det går inte att bortse ifrån det faktum att vatten till jordbruket är starkt subventionerat i princip hela världen. Priset på vatten täcker därför sällan kostnader för underhåll och drift av de anläggningarna som levererar vatten. Subventionerna fyller sin funktion. I många fall kan dock låga priser leda till en överskattad efterfrågan och en ohållbar resursanvändning. Att höja priset på vatten för jordbruket får inte samma konsekvenser som en prishöjning för urban vattenanvändning. I båda fallen skulle man troligen uppnå avsedd effekt, att minska vattenförbrukningen. En prishöjning av vatten till jordbruket skulle dessutom kunna innebära en minskning av livsmedelsproduktionen eftersom det i många fall knappt lönsamma jordbruket skulle omvandlas till helt olönsamt i många delar av världen.

En prissättning på jordbruksprodukter omfattar värderingar utifrån många synvinklar. Ofta påverkas prissättningen av faktorer som varje enskilt land inte kan råda över. En strävan finns att med en prissättning uppnå följande fyra mål vilka inte är lätta att förena med varandra och med yttre hinder (FAO, 1987):

- * Att garantera lägsta möjliga pris för konsumenter och högsta möjliga pris för producenter.

- * Att uppmuntra produktion av vissa handelsvaror genom prisbefrämjande åtgärder utan att orsaka för stora skillnader mellan nationella och internationella priser.
- * Att minska regionala skillnader inom landet mellan privilegierade och eftersatta regioner utan för stora avvikelser från produktionspriset.
- * Att förbättra jordbrukarnas ekonomi genom att öka deras inkomst och begränsa produktionsstödet.

Regeringar måste vid en prissättning av jordbruksprodukter, precis som tidigare beskrivs vid val av avgifter för vatten, balansera sina behov av finansiering, sin policy mot finansiellt oberoende, sitt ställningstagande i inkomstomfördelningsfrågor, omfattningen av understöd eller indirekta skatter och om det är praktiskt möjligt att genomdriva den valda prissättningen. Samtidig måste man vid prissättningen ta hänsyn till handelsutbytet med omvärlden och ökningarna av industriella kostnader. Detta innebär att en stagnation av jordbruksproduktpriser inte reflekterar en stagnation av produktionskostnader. Ett typexempel är att produktionen av en bevattnad spannmålsgröda, måste konkurrera på lika villkor med spannmålsgrödor som produceras i länder där bevattning inte är nödvändig.

Många industriländer skyddar jordbrukssektorn genom pristöd. Detta främjar den inhemska produktionen och skapar ett överskott. Genom exportstöd säljs överskottet billigt vilket resulterar i att priserna på internationella marknader sjunker. Den här typen av subventioner av inhemska jordbruksprodukter i kombination med att importerade jordbruksprodukter är avgiftsbelagd hämmar starkt ekonomin i de jordbruksproducerande utvecklingsländerna genom att de får mindre ersättning för produktion och minskar inflödet av hårdvaluta.

Internationella priser på jordbruksprodukter har i reella tal minskat. År 1989 hade priserna på jordbruksprodukter minskat ned till 60-70 procent av 1970 års prisnivå. Under senare delen av 80-talet hade priserna på spannmål sjunkit till ca hälften av prisnivå under 70-talet och början av 80-talet.

Kaffe-, te- och kakaopriserna har sjunkit dramatiskt. Detta gynnar importörerna, men producenterna drabbas hårt framförallt i de utvecklingsländer som är beroende av inkomster från export av dessa grödor. Priserna på naturprodukter som t ex bomull, jute, trä och gummi har också sjunkit. En påverkande faktor är att antalet produkter som är petroleumbaserad har ökat och har i flera fall ersatt naturprodukter (World Resources Institute, 1992).

De sjunkande priserna, de ökade utgifterna för produktionen och i några fall minskningen av subventioner lämnar inget spelrum för ytterligare avgiftsbelastning inom jordbrukssektorn utan att äventyra livsmedelsproduktion och landsbygdsutveckling. Detta gäller både i- och u-länder. Ska priset på vatten vara utan subventioner bör produktionen betalas efter vad det kostar att producera. Det resulterar i högre pris för konsumenterna, som är politiskt och socialt svårt att genomföra utan stödåtgärder. Att ta bort subventionerna för vatten till jordbruket skulle innebära att producenterna blir tvungna att anpassa produktion och produktionsformer efter naturliga förutsättningar och begränsningar samt att effektivisera produktionen ur miljö och ekonomisk synvinkel.

Reglering för exploatering av naturresurser

Prissättning kan vara ett bra verktyg för en bättre användning av naturresurser. För att säkra naturresurser för framtida behov kan även andra åtgärder som reglering av exploatering och användning vara nödvändig. Regleringar av exploateringsgrad kan innebära en kvotering av vattenmängden som lantbrukaren får använda. Detta tillämpas bl a idag i Israel och vid användning av vatten från statsägda brunnar i Tunisien. En annan typ av reglering är att begränsa användningen av vatten med dålig kvalitet för att minimera risker för förorening och markdegradering.

Odlingssystemet som en helhet

Odlingssystemet fragmenteras ofta i mindre delar. Vilken del som kommer i centrum är helt beroende av vilket område som behandlas. Detta är ibland en nödvändig process för att göra det behandlade området mer hanterligt. Tyvärr leder det oftast till att man glömmer hur viktigt samspelet är mellan de olika resurserna. Mark- och vattenresurser antas som en självklarhet. Att de är begränsade upptäcks inte förrän brunnen har sinat, marken har degraderats eller missväxten är ett faktum. De biologiska, kemiska och fysikaliska faktorer som styr all växtodling ingår i dynamiska processer för vilka förutsättningarna kan ändras med tiden. En kontinuerlig kontroll av förutsättningarna är nödvändig för att exempelvis bedriva växtproduktion med riktiga antagande. När man bortser från helheten i odlingssystemet och dynamiken i de ingående processerna kan resultaten bli misslyckade bevattningsprojekt med försaltade eller vattensjuka jordar.

SAMMANFATTANDE DISKUSSION

Idag lever fyrtio procent av jordens befolkning i områden som har periodvis torka. År 1990 hade 27 länder med ca 224 miljoner innevånare absolut vattenbrist. Ytterligare 12 länder med ca 289 miljoner innevånare led av vattenstress. Vattenbristen förväntas öka i framtiden. Befolkningsökningen, ökade krav på levnadsstandard samt minskande tillgång till användbart vatten leder till en ökad konkurrens om tillgängligt vatten. Det finns ett ökat behov av långsiktig planering av vattenanvändningen och en värdering av vatten. Detta för att man ska kunna utnyttja vattentillgången effektivt, fördela vatten mellan olika användare och säkra vattentillgången för framtiden.

I jordbrukssammanhang går det att direkt mäta vattnets värde i form av en produktionsökning. En värdering som utgår enbart från en produktionsökning beskriver endast den finansiella delen av vattnets värde. För att få en komplett värdering måste direkta och indirekta effekter av vattenanvändning och dess påverkan på omgivningen ingå i värderingen. Ett betalningssystem för vatten måste uppfylla ekonomiska, finansiella och sociala funktioner. Den ekonomiska funktionen innebär en värdering av vattnet utifrån hur effektiv och långsiktigt uthållig användningen är. Den finansiella funktionen innebär att vattenavgiften ska täcka kostnaderna för vattenanvändningen. Den sociala funktionen innebär en blandning av "policy och handling", där vattenavgiften kan användas för att stödja ekonomisk utveckling och stabilitet.

En effektiv vattenanvändning uppnås sällan idag. De främsta orsakerna till bristande effektivitet är restriktioner i vattenfördelningen och ibland alltför låga avgifter för vattnet. Priset på vatten bestäms inte på den fria marknaden genom efterfråga och utbud. Priset grundar sig ofta på historiska kostnader för exploatering av vatten då billigare källor var

tillgängliga och inflationen inräknas inte. För att få en effektiv prissättning på vattnet måste prissättningen grundas på marginalkostnaden för sista enheten. Begränsningarna för att med hjälp av marginalkostnaderna bestämma avgifterna för vatten är inte den teoretiska bakgrunden. Begränsningarna återfinns i många fall i användarnas låga inkomst och oförmåga att betala. Vattenanvändningen inom jordbruket är till stor del subventionerad. Subventionerna kan uppgå till 95 procent av det verkliga priset för vatten.

Jordbruket står för 70 procent av den globala vattenanvändningen. I utvecklingsländerna svarar jordbruket för 85 procent av vattenanvändningen. Ett mått på hur effektivt vattnet används inom jordbruket är bevattningssystemens effektivitet. Världens bevattningssystem har en genomsnittlig effektivitet på 40 procent, dvs 60 procent av tillförd mängd vatten kommer inte växterna tillgodo. För att säkra livsmedelsproduktionen och samtidigt betala det verkliga priset på vattnet måste genomgripande åtgärder vidtas.

För att kunna trygga mark- och vattenresurser och därigenom livsmedelsförsörjningen för framtiden måste bevattningseffektiviteten höjas och användning av alternativa vattenkällor inom jordbruket måste öka. Det är dessutom av största vikt att man har en helhetssyn av följderna av vatten- och markanvändning.

Bevattningseffektiviteten kan ökas avsevärt utan betydande insatsmedel genom minimering av vattenförluster från uttagspunkten till rotzonen och genom bevattning med anpassad bevattningsgiva vid rätt tidpunkt. När vattenfaktorn inte är begränsande kan vattenutnyttjandegraden ökas genom rätt anpassad gödsling, jordbearbetning, ogräs- och sjukdomsbekämpning.

Alternativa vattenkällor används inte fullt ut idag inom jordbruket. Exempel på i stort sätt outnyttjade vattenresurser är avrinningsvatten och avloppsvatten. Tekniken finns för en omedelbar utökning av användning av avrinningsvatten och avloppsvatten inom jordbruket. I framtiden kan även avsaltat vatten vara en vattenresurs för jordbruket.

För att möjliggöra betalning av det verkliga priset för vatten krävs en prissättning av jordbruksprodukter efter de verkliga produktionskostnaderna. Idag är jordbrukssektorn i många länder skyddad genom prisstöd och importrestriktioner. Prissättningen på jordbruksprodukter innebär att regeringar måste balansera sina behov av finansiering, sin "policy" mot finansiellt oberoende, sitt ställningstagande i inkomstomfördelningsfrågor, omfattningen av understöd eller indirekta skatter och om det är praktiskt möjligt att genomdriva den valda prissättningen. Dessutom måste man vid prissättning ta hänsyn till handelsutbytet med omvärlden och ökningarna av industriella kostnader. Prissättningsfrågan är mycket komplex och ökade möjligheter för jordbruksbevattningen att betala ett högre pris för vatten finns inte inom den närmsta framtiden.

SUMMARY

Today 40 per cent of the global population lives in areas with prolonged periods of drought. In 1990, 27 countries with a population of 224 million people suffered from water shortage. Twelve countries with a population of 289 million people suffered from water stress. The water shortage is expected to increase in the future. A growing global population, an increasing demand for higher standard of living and a decreasing access of fresh water will lead to an increasing competition for available water. There is a need for a long-term planning of the water utilization and a valuation of the available water

resources in order to create the necessary conditions for efficient water use, allocation of water between different users and to secure water resources for the future.

An estimated value of the water used in the agricultural sector can be measured as a production increase due to irrigation. A valuation that derives from a production increase describes only the financial part of the value of water. To achieve a complete valuation it is necessary to include direct and indirect effects of the water use and its influence on the environment. A system for charging water use must include at least three functions: economical, financial and social. The economical function consists of a valuation of water based on efficient and sustainable water use. The financial function comprises of the water-rates that cover the costs of the service. The social function is a combination of policies and actions by which water charges can be used to support economic development and stability.

Today's water use systems are not efficient. The primary sources of the inefficiency are restrictions on water allocation and charging too low price. The price of water is not determined by demand and supply on the capital market. Historic average costs for exploiting water when cheaper sources were available are used to determine water rates and inflation is rarely included. Efficient price charging requires the use of marginal costs for the last produced unit. The limits to determine the price of water with marginal costs derive not from a lack of theoretical background. The limit is in most cases the users low income and inability to pay. Water use in agriculture is largely subsidized. Subsidies can be 95 per cent of the real price of water.

The agricultural sector stands for 70 per cent of the total global water consumption. In developing countries agriculture uses 85 per cent of the total consumption. The global irrigation systems have an average irrigation efficiency of 40 per cent, meaning that 60 per cent of applied water is not available to the crop. To be able to secure food production and pay the real price of water it is necessary to take extensive measures.

To secure land and water resources and by this food production for the future it is necessary to increase irrigation efficiency and the use of alternative water sources. It is also very important to be aware of all consequences of water and land use. Irrigation efficiency can be increased without an increase of inputs. This is by minimizing the water losses during the transport from the source to the root zone, by adjustment of irrigation rate and by application at the right time. When the water factor is not the limiting factor for production, the water efficiency rate can be increased by adjustment of fertiliser, soil tillage, weeding, pest and insect control.

Alternative water resources are not commonly used in agriculture today. Runoff and waste waters are examples of unexploited alternative water sources. The technique is available to expand the use of runoff and waste water in agriculture. Additionally, desalinated water may be an alternative water source for agriculture in the future.

If charging the real price for water, it is necessary to compensate agricultural production after the actual production costs. Today's agriculture is in most countries protected by subsidies and import restrictions. In selecting the basis for agricultural product prices the governments must balance their financial needs, their policy towards financial independence, their approach to income redistribution issues, the extent of other subsidies and indirect taxes and the practicality to enforce the selected pricing system. Furthermore when determining price system it is necessary to take international considerations and include increases of processing costs. It is a very complex issue to determine price systems

and it is generally not possible for farmers to pay a higher price for irrigation water in the nearest future.

LITTERATURFÖRTECKNING

- Barrow, C. 1987. Water resources and agricultural development in the tropics. Harlow: Longman Scientific & Technical.
- Bartone, C.R. & Arlosoroff, S. 1987. Irrigation Reuse of Pond Effluents in Developing Countries. Water Science Technology Vol. 19, No. 12.
- Biswas, A.K., Zuo Dakang, Nickum, J.E. och Liu Changming. 1983. Long distance water transfer: a Chinese case study and international experiences. Dublin: Tycooly International Publishing.
- Brown, F.L., McDonald, B., Tysseling, J. & Dumars, C. 1988. Water Reallocation: Conflicting Social Values. In: Speidel, D., Ruedisili, L. & Agnew, A. (eds.). Perspectives on Water, Uses and Abuses, 360-365. Oxford: Oxford University Press.
- Carran, P. & Painter, D. 1977. Soil and Water Conservation. Washington: Soil Conservation Service.
- Carruthers, I. & Clark, C. 1981. The economics of irrigation. Liverpool: Liverpool University Press.
- Carson, R.T. och Martin, K. M. 1991. Measuring the benefits of freshwater quality changes: Techniques and empirical findings. In: Dinar, A. & Zilberman, D. (eds.). 1991. The economics of water and drainage in agriculture. Boston, Dordrecht, Lancaster: Kluwer Academic Publishers.
- Falkenmark, Malin. 1989. The Massive Scarcity Now Threatening Africa-Why Isn't It Being Addressed? Ambio Vol 18, No 2.
- FAO. 1984. Investment costs in irrigation projects; Review of irrigation projects. (Internal working paper, FAO Investment Centre).
- FAO. 1987. Consultation on Irrigation in Africa. Irrigation and Drainage Paper 42. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO, 1990. An International Action Programme on Water and Sustainable Agricultural Development. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Grainger, A. 1982. Desertification: How people make deserts, How people can stop them and Why they don't. International Institute for Environment and Development. 1319F Street, NW Washington DC, USA.
- Hirshleifer, J., De Haven, J.D. och Milliman, J.W. 1960. Water Supply Economics, Technology and Policy. Chicago: University of Chicago Press.
- Johansson, W. och Linnér, H. 1977. Bevattning. Behov-Effekter-Teknik. Borås: LTs förlag AB.
- Lamb, P.J. & Pepler, R.A. Further Case Studies of Tropical Atlantic Surface, Atmospheric and Oceanic Patterns Associated with Sub-Saharan Drought. Journal of Climate Vol. 5. (Under tryckning.)
- Leander, B. 1985. Sölvesborgsprojektet. Försök och utredningar 1979-1983, slutrapport. VBB - Sölvesborgs kommun.
- Lewis, J. 1984. Baringo Pilot Semi-Arid Area Project (Summary of Interim Report). Republic of Kenya, BPSAAP, PO Marigat, via Nakuru, Kenya.
- National Academy of Sciences. 1974. More Water for Arid Lands: Promising Technologies and Research Opportunities. Washington DC: National Academy of Sciences.
- Office of Technology Assessment. 1988. Studies of The Economic Values of Water. In: Speidel, D., Ruedisili, L. & Agnew, A. Perspectives on Water, Uses and Abuses, 330-334. Oxford: Oxford University Press.

- Rogers, P. P. The Future of Water. 1988. In: Speidel, D., Ruedisili, L. & Agnew, A. Perspectives on Water, Uses and Abuses, 372-382. Oxford: Oxford University Press.
- Pacey, A. & Cullis, A. 1986. Rainwater Harvesting: the Collection of Rainfall and Run-off in Rural Areas. London: Intermediate Technology Publications.
- Postel, S. 1985. When rain only will do. Development Forum XII (9).
- Postel, S. 1990. Vatten till jordbruket. I: Tillståndet i världen '90. Uddevalla: Worldwatch Institute Norden, 41-61. Naturvårdsverket.
- Postel, S. 1993. Att möta vattenbristen. I: Tillståndet i världen '93. Uddevalla: Worldwatch Institute Norden, 34-54. Naturvårdsverket.
- Tietenberg, T. 1992. Environmental and Natural Resource Economics. New York: Harper Collins Publishers.
- Viets, F. G. Jr. 1962. Fertilizers and the efficient use of water. Advance. Agron. 14: 223-264.
- Viets, F. G. Jr. 1967. Nutrient Availability in Relation to Soil Water. In: Hagan, R. M., Haise, H. R. & Edminster, T. W. (eds.). Irrigation of Agriculture Lands, 458-471. Agronomy No 11. Madison: American Society of Agronomy.
- World Resources Institute. 1992. World Resources 1992-93, Toward Sustainable Development. Oxford: Oxford University press.

BILAGA 1. En sammanställning över vattentillgångarna i världen

	Annual												
	Population		Internal Renewable Water Resources			Annual Withdrawals		Sectoral Withdrawals			Cropland		
	(millions)		Per Capita			% of Water		(%) (b)			Hectares		
	1990	2025	Total (km ³)	1990	Year of Data	Resources (a)	Per capita (m ³)	Domestic	Industry	Agriculture	Total (000 ha) 1989	Per capita 1990	Irrigated Land (%) 1987-89
WORLD	5,292.20	8,504.22	40,673.00 c	7.69	1987 c	8	660	8	23	69	1,478,190	0.28	16
AFRICA	642.11	1,596.86	4,184.00 c	6.46	1987 c	3	244	7	5	88	186,995	0.29	6
Algeria	24.96	51.95	18.90	0.75	1980	16	161	22	4	74	7,605	0.30	4
Angola	10.02	24.73	158.00 c	15.77	1987 c	0	43	14	10	76	3,600	0.36	X
Benin	4.63	12.59	26.00	5.48	1987 c	0	26	28	14	58	1,860	0.40	0
Botswana	1.30	3.40	1.00	0.78	1980	1	98	5	10	85	1,380	1.06	0
Burkina Faso	9.00	23.71	28.00 c	3.11	1987 c	1	20	28	5	67	3,564	0.40	0
Burundi	5.47	12.98	3.60 c	0.66	1987 c	3	20	36	0	64	1,336	0.24	5
Cameroun	11.83	36.55	208.00	18.50	1987 c	0	30	46	19	35	7,008	0.59	0
Cape Verde	0.37	0.92	0.20	0.53	1972	20	148	9	2	89	39	0.11	5
Central African Rep	3.04	7.95	141.00 c	48.40	1987 c	0	27	21	5	74	2,006	0.66	X
Chad	5.68	13.25	38.40 c	6.76	1987 c	0	35	16	2	82	3,205	0.56	0
Comoros	0.55	1.70	1.02 c	1.97	1987 c	1	15	48	5	47	100	0.18	X
Congo	2.27	6.57	181.00 c	90.77	1987 c	0	20	62	27	11	168	0.07	2
Cote d'Ivoire	12.00	39.33	74.00	5.87	1987 c	1	68	22	11	67	3,660	0.31	2
Djibouti	0.41	1.09	0.30	0.74	1973 c	2	28	28	21	51	X	0.00	X
Egypt	52.43	90.36	1.80	0.03	1985	97	1,202	7 d	5 d	88 d	2,585	0.05	99
Equatorial Guinea	0.35	0.83	30.00 c	68.18	1987 c	0	11	81	13	6	230	0.65	X
Ethiopia	49.24	126.62	110.00	2.35	1987 c	2	48	11	3	86	13,930	0.28	1
Gabon	1.17	2.88	164.00 c	140.05	1987 c	0	51	72	22	6	452	0.39	X
Gambia, The	0.86	1.86	3.00	3.50	1982	0	33	7	2	91	178	0.21	7
Ghana	15.03	35.44	53.00	3.53	1970	1	35	35	13	52	2,720	0.18	0
Guinea	5.76	15.27	226.00 c	32.87	1987 c	0	115	10	3	87	728	0.13	3
Guinea-Bissau	0.96	1.92	31.00 c	31.41	1987 c	0	18	31	6	63	335	0.35	X
Kenya	24.03	79.11	14.80	0.59	1987 c	7	48	27	11	62	2,428	0.10	2
Lesotho	1.77	4.43	4.00 c	2.25	1987 c	1	34	22	22	56	320	0.18	X
Liberia	2.58	7.25	232.00 c	90.84	1987 c	0	54	27	13	60	373	0.14	1
Libya	4.55	12.84	0.70	0.15	1958 c	404	623	15	10	75	2,150	0.47	11
Madagascar	12.00	34.01	40.00	3.34	1984	41	1,675	1	0	99	3,092	0.26	29
Malawi	8.75	24.73	9.00 c	1.07	1987 c	2	22	34	17	49	2,409	0.28	1
Mali	9.21	24.77	62.00 c	6.62	1987 c	2	159	2	1	97	2,093	0.23	10
Mauritania	2.02	5.12	0.40	0.20	1978	10	473	12	4	84	199	0.10	6
Mauritius	1.08	1.42	2.20	1.99	1974	16	415	16	7	77	106	0.10	16

	Population (millions)		Annual Internal Renewable Water Resources		Annual Withdrawals		Sectoral Withdrawals (%) (b)			Cropland		
	1990	2025	Total (km ³)	Per Capita (1000 m ³)	Year of Data	% of Water Resources (a)	Sectoral Withdrawals (%) (b)			Total (000 ha) 1989	Hectares Per capita 1990	Irrigated Land (%) 1987-89
							Domestic	Industry	Agriculture			
Morocco	25.06	45.65	30.00	1.19	1985	37	6 d	3 d	91 d	9,241	0.37	14
Mozambique	15.66	35.42	58.00 c	3.70	1987 c	1	24	10	66	3,100	0.20	4
Namibia	1.78	4.70	9.00 c	X	1987 c	2	6	12	82	662	0.40	1
Niger	7.73	21.48	14.00 c	1.97	1987 c	1	21	5	74	3,605	0.47	1
Nigeria	108.54	280.89	261.00 c	2.31	1987 c	1	31	15	54	31,335	0.29	3
Rwanda	7.24	18.85	6.30 c	0.87	1987 c	2	24	8	68	1,153	0.16	0
Senegal	7.33	16.99	23.20 c	3.15	1987 c	4	5	3	92	5,226	0.71	3
Sierra Leone	4.15	10.05	160.00 c	38.54	1987 c	0	7	4	89	1,801	0.43	2
Somalia	7.50	18.70	11.50	1.52	1987 c	7	3	0	97	1,039	0.14	11
South Africa	35.28	65.36	50.00	1.42	1970	18	16	17	67	13,174	0.37	9
Sudan	25.20	59.61	30.00	1.19	1977	14	1	0	99	12,510	0.50	15
Swaziland	0.79	2.25	6.96 c	8.82	1987 c	4	5	2	93	164	0.21	38
Tanzania	27.32	84.92	76.00 c	2.78	1970	1	21	5	74	5,250	0.19	3
Togo	3.53	9.84	11.50	3.33	1987 c	1	40	13	25	1,444	0.41	0
Tunisia	8.18	13.63	3.75	0.46	1985	53	13	7	80	4,700	0.57	6
Uganda	18.79	53.14	66.0 c	3.58	1970	0	20	8	60	6,705	0.36	0
Zaire	35.57	99.37	1,019.00 c	28.31	1987 c	0	22	25	17	7,850	0.22	0
Zambia	8.45	26.26	96.00 c	11.35	1970	0	86	11	26	5,268	0.62	1
Zimbabwe	9.71	22.62	23.00 c	2.37	1987 c	5	129	7	79	2,810	0.29	8
NORTH & CENTRAL AMERICA	427.23	595.62	6,945.00 c	16.26	1987 c	10	9	42	49	273,834	0.64	9
Barbados	0.26	0.30	0.05	0.20	1962	51	52	41	7	33	0.13	X
Belize	0.19	0.31	16.00	X	1987 c	0	10	0	90	56	0.30	4
Canada	26.52	31.92	2,901.00	109.37	1986	1	1,752	11	80	45,960	1.73	2
Costa Rica	3.02	5.25	95.00	31.51	1970	1	779	4	7	528	0.18	22
Cuba	10.61	12.99	34.50	3.34	1975	23	868	9	89	3,329	0.31	26
Dominican Rep	7.17	11.45	20.00	2.79	1987 c	15	453	5	6	1,446	0.20	16
El Salvador	5.25	11.30	18.95	3.61	1975	5	241	7	4	733	0.14	16
Guatemala	9.20	21.67	116.00	12.61	1970	1	139	9	17	1,875	0.20	4
Haiti	6.51	13.23	11.00	1.69	1987 c	0	46	8	68	905	0.14	8
Honduras	5.14	11.51	102.00	19.85	1970	1	508	4	5	1,810	0.35	5
Jamaica	2.46	3.45	8.30	3.29	1975	4	157	7	86	269	0.11	13
Mexico	88.60	150.06	357.40	4.03	1975	15	901	6	8	24,710	0.28	21
Nicaragua	3.87	9.22	175.00	45.21	1975	1	370	25	21	1,273	0.33	7

	Annual Internal Renewable Water Resources										Annual Withdrawals				Sectoral Withdrawals (%) (b)			Cropland	
	Population (millions)		Per Capita (1000 m ³)		Total (km ³)		Year of Data		% of Water Resources (a)		Per capita (m ³)		Domestic Industry Agriculture		Total (000 ha) 1989	Per capita 1990	Irrigated Land (%) 1987-89		
	1990	2025	1990	1990	1990	1990	1990	1990	1990	1990	1990	1990	1990	1990	1989	1990	1987-89		
Panama	2.42	3.86	144.00	59.55	1975	1	744	12	11	77	577	0.24	5						
Trinidad and Tobago	1.28	1.98	5.10 c	3.98	1975	3	149	27	38	35	120	0.09	18						
United States	249.72	299.88	2,478.00	9.94	1985	19	2,162	12 d	46 d	42 d	189,915	0.76	10						
SOUTH AMERICA	296.72	493.73	10,377.00 c	34.96	1987 c	1	476	18	23	59	142,134	0.48	6						
Argentina	32.32	45.51	694.00	21.47	1976	3	1,059	9	18	73	35,750	1.11	5						
Bolivia	7.31	18.29	300.00 c	41.02	1987 c	0	184	10	5	85	3,460	0.47	5						
Brazil	150.37	245.81	5,190.00	34.52	1987 c	1	212	43	17	40	78,650	0.52	3						
Chile	13.17	19.77	468.00 c	35.53	1975	4	1,625	6	5	89	4,525	0.34	28						
Colombia	32.98	54.20	1,070.00	33.63	1987 c	0	179	41	16	43	5,380	0.16	9						
Ecuador	10.59	19.92	314.00	29.12	1987 c	2	561	7	3	90	2,653	0.25	21						
Guyana	0.80	1.16	241.00 c	231.73	1971	2	7,616	1	0	99	495	0.62	26						
Paraguay	4.28	9.18	94.00 c	21.98	1987 c	0	111	15	7	78	2,216	0.52	3						
Peru	21.55	37.35	40.00	1.79	1987 c	15	294	19	9	72	3,730	0.17	33						
Suriname	0.42	0.66	200.00 c	496.28	1987 c	0	1,181	6	5	89	68	0.16	85						
Uruguay	3.09	3.69	59.00 c	18.86	1965	1	241	6	3	91	1,304	0.42	8						
Venezuela	19.74	38.00	856.00	43.37	1970	0	387	43	11	46	3,895	0.20	7						
ASIA	3,112.70	4,912.48	10,485.00	3.37	1987 c	15	526	6	8	86	454,115	0.15	32						
Afghanistan	16.56	40.48	50.00	3.02	1987 c	52	1,436	1	0	99	8,054	0.49	33						
Bahrain	0.52	1.00	0.00	0.00	1975 c	X	609	60	36	4	2	0.00	50						
Bangladesh	115.59	234.99	1,357.00	11.74	1987 c	1	211	3	1	96	9,292	0.08	26						
Bhutan	1.52	3.07	95.00 c	62.66	1987 c	0	15	36	10	54	131	0.09	26						
Cambodia	8.25	13.99	88.10	10.68	1987 c	0	69	5	1	94	3,056	0.37	3						
China	1,139.06	1,512.59	2,800.00	2.47	1980	16	462	6	7	87	96,115	0.08	47						
Cyprus	0.70	0.90	0.90	1.28	1985	60	807	7 d	2 d	91 d	156	0.22	21						
India	853.09	1,442.39	1,850.00	2.17	1975	18	612	3	4	93	168,990	0.20	25						
Indonesia	184.28	285.91	2,530.00	14.02	1987 c	1	96	13	11	76	21,260	0.12	35						
Iran, Islamic Rep	54.61	113.83	117.50	2.08	1975	39	1,362	4	9	87	14,830	0.27	39						
Iraq	18.92	49.99	34.00	1.80	1970	43	4,575	3	5	92	5,450	0.29	42						
Israel	4.60	6.91	1.70	0.37	1986	88	447	16 d	5 d	79 d	433	0.09	49						
Japan	123.46	127.50	547.00	4.43	1980	20	923	17	33	50	4,637	0.04	62						
Jordan	4.01	9.88	0.70	0.16	1975	41	173	29	6	65	376	0.11	15						
Korea, Dem People's Rep	21.77	33.06	67.00 c	2.92	1987 c	21	1,649	11	16	73	2,000	0.09	68						

	Annual Internal Renewable Water Resources										Annual Withdrawals			Sectoral Withdrawals			Cropland		
	Population (millions)		Per Capita (1000 m ³)		Total (km ³)		Year of Data		% of Water Resources		Per capita (m ³)		Domestic		Total (000 ha)		Hectares Per capita		
	1990	2025	1990	1990	1990	1990	1976	1975	1975	1975	1975	1975	1975	1975	1975	1975	1989	1990	1987-89
	(millions)		(1000 m ³)		(km ³)								(%)	(%)	(000 ha)		(%)		
Korea, Rep	42.79	51.63	63.00	1.45	17	1976	17	298	11	14	75	2,127	0.05	64					
Kuwait	2.04	3.78	0.00	0.00	X	1974 e	X	238	64	32	4	4	0.00	50					
Lao People's Dem Rep	4.14	8.60	270.00	66.32	0	1987 c	0	228	8	10	82	901	0.22	13					
Lebanon	2.70	4.70	4.80	1.62	16	1975	16	271	11	4	85	301	0.11	29					
Malaysia	17.89	30.12	456.00	26.30	2	1975	2	765	23	30	47	4,880	0.27	7					
Mongolia	2.19	4.83	24.60	11.05	2	1987 c	2	272	11	27	62	1,375	0.63	5					
Myanmar	41.68	72.62	1,082.00	25.96	0	1987 c	0	103	7	3	90	10,034	0.24	10					
Nepal	19.14	34.97	170.00	8.88	2	1987 c	2	155	4	1	95	2,641	0.14	34					
Oman	1.50	4.75	2.00	1.36	24	1975 e	24	325	3	3	94	48	0.03	85					
Pakistan	122.63	267.11	298.00	2.43	33	1975	33	2,053	1	1	98	20,730	0.17	78					
Philippines	62.41	111.51	323.00	5.18	9	1975	9	693	18	21	61	7,970	0.13	20					
Qatar	0.37	0.86	0.02	0.06	663	1975 c	663	415	36	26	38	5	0.01	X					
Saudi Arabia	14.13	44.75	2.20	0.16	164	1975 c	164	255	45	8	47	1,185	0.08	36					
Singapore	2.72	3.32	0.60	0.22	32	1975	32	84	45	51	4	1	0.00	X					
Sri Lanka	17.22	24.57	43.20	2.51	15	1970	15	503	2	2	96	1,901	0.11	29					
Syrian Arab Rep	12.53	34.08	7.60	0.61	9	1976 e	9	449	7	10	83	5,503	0.44	12					
Thailand	55.70	80.91	110.00	1.97	18	1987 c	18	599	4	6	90	22,126	0.40	19					
Turkey	55.87	87.70	196.00	3.52	8	1985	8	317	24 d	19 d	57 d	27,885	0.50	8					
United Arab Emirates	1.59	2.65	0.30	0.19	299	1980 e	299	565	11	9	80	39	0.02	13					
Viet Nam	66.69	117.49	376.00 c	5.60	1	1987 c	1	81	13	9	78	6,600	0.10	28					
Yemen (Arab Rep)	9.20	28.17	1.00	0.12	147	1987 c	147	X	4	2	94	1,362	0.15	18					
(People's Dem Rep)	2.49	6.40	1.50	0.60	129	1975	129	1,167	5	2	93	119	0.05	49					
EUROPE	498.37	515.21	2,321.00 c	4.66	15	1987 c	15	726	13	54	33	139,865	0.27	12					
Albania	3.25	5.01	10.00	3.08	1	1970	1	94	6	18	76	707	0.22	59					
Austria	7.58	7.34	56.30	7.51	3	1980	3	417	19	73	8	1,533	0.20	0					
Belgium	9.85	9.37	8.40	0.85	72	1980	72	917	11	85	4	822 f	0.08 f	0					
Bulgaria	9.01	8.94	18.00	2.00	7	1980	7	1,600	7	38	55	4,146	0.46	30					
Czechoslovakia	15.67	17.18	28.00	1.79	6	1980	6	379	23	68	9	5,108	0.33	6					
Denmark	5.14	4.88	11.00	2.15	11	1985 f	11	289	30	27	43	2,555	0.50	17					
Finland	4.98	5.12	110.00	22.11	3	1980	3	774	12	85	3	2,453	0.49	3					
France	56.14	60.37	170.00	3.03	22	1985 f	22	728	16	69	15	19,119	0.34	6					
Germany (Fed Rep)	61.32	55.14	79.00	1.30	26	1983 f	26	668	10	70	20	7,478	0.12	4					
(Dem Rep)	16.25	15.77	17.00	1.02	27	1980	27	545	14	68	18	4,913	0.30	3					

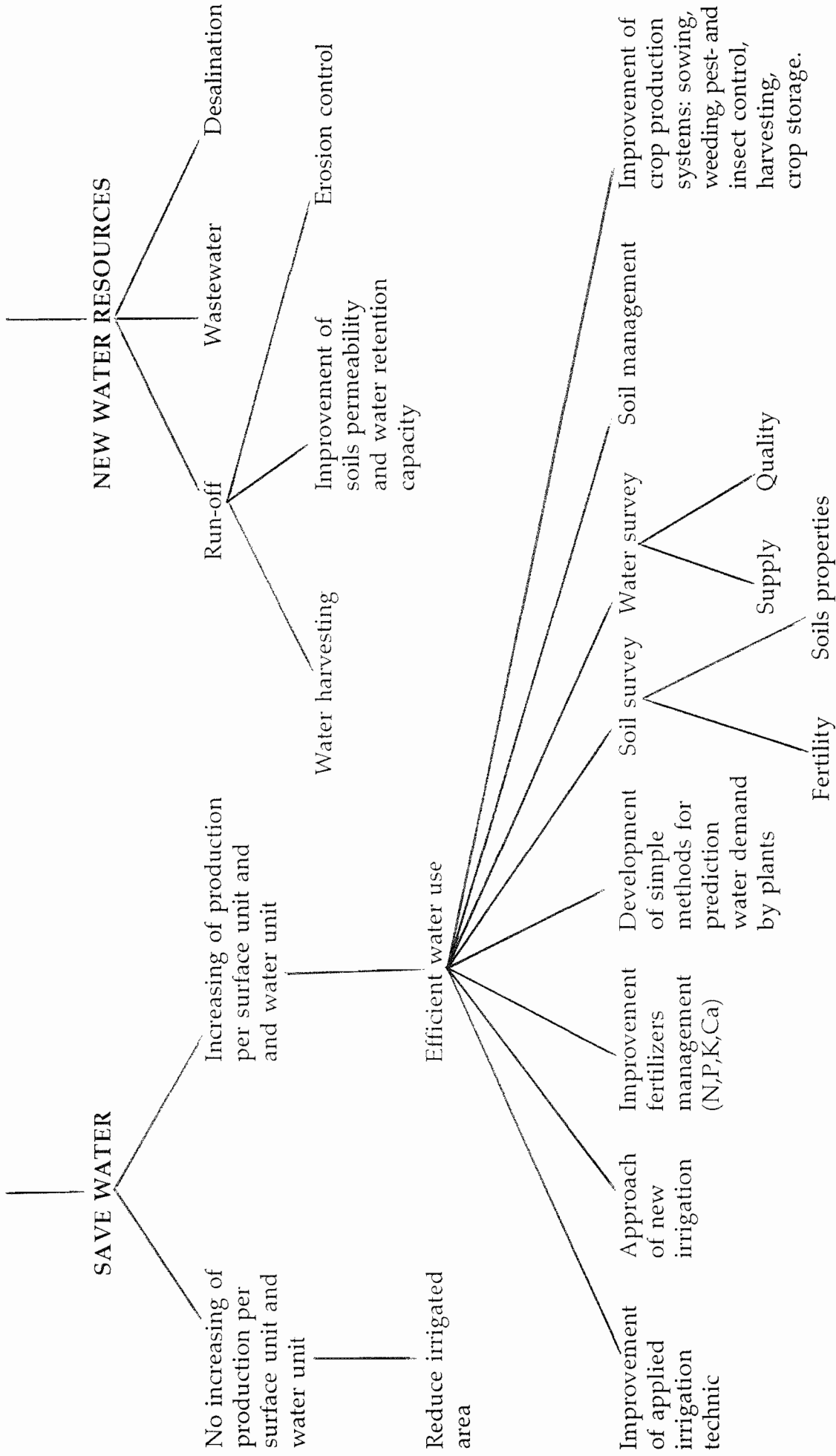
	Annual										Cropland		
	Internal Renewable Water Resources					Annual Withdrawals			Sectoral Withdrawals		Total	Hectares	Irrigated Land
	Per Capita		Per Capita		Per Capita		Domestic		Industry	Agriculture	(000 ha)	Per capita	(%)
	1990	2025	Total (km ³)	Per Capita (1000 m ³)	1990	2025	Year of Data	% of Water Resources (a)	Per capita (m ³)	(%) (b)	1989	1990	1987-89
Greece	10.05	10.08	45.15	4.49	1980 f	12	8	29	63	3,924	0.39	30	
Hungary	10.55	10.20	6.00	0.57	1980	5	9	55	36	5,287	0.50	3	
Iceland	0.25	0.31	170.00	671.94	1987 c	0	31	63	6	8	0.03	X	
Ireland	3.72	4.96	50.00	13.44	1979 f	2	16	74	10	953	0.27	X	
Italy	57.06	52.96	179.40	3.13	1980 f	30	14	27	59	12,033	0.21	26	
Luxembourg	0.37	0.36	1.00	2.72	1985 f	1	42	45	13	X f	X f	X	
Malta	0.35	0.39	0.03	0.07	1978	92	76	8	16	13	0.04	8	
Netherlands	14.95	16.82	10.00	0.68	1985 f	16	5	61	34	934	0.06	58	
Norway	4.21	4.50	405.00	96.15	1980	0	20	72	8	878	0.21	11	
Poland	38.42	45.07	49.40	1.29	1980	30	16	60	24	14,759	0.39	1	
Portugal	10.29	10.94	34.00	3.31	1980	16	15	37	48	3,771	0.37	17	
Romania	23.27	25.75	37.00	1.59	1980	12	8	33	59	10,350	0.44	33	
Spain	39.19	42.27	110.30	2.80	1985 f	41	12	26	62	20,345	0.52	16	
Sweden	8.44	8.58	176.00	21.11	1980	2	36	55	9	2,853	0.33	4	
Switzerland	6.61	6.79	42.50	6.52	1985	6	23	73	4	412	0.06	6	
United Kingdom	57.24	59.66	120.00	2.11	1980	24	20	77	3	6,736	0.12	2	
Yugoslavia	23.81	25.99	150.00	6.29	1980	3	16	72	12	7,766	0.33	2	
U.S.S.R.	288.60	352.12	4,384.00	15.22	1980	8	6	29	65	230,630	0.80	9	
OCEANIA	26.48	38.21	2,011.00 c	75.96	1987 c	1	64	2	34	50,617	1.90	4	
Australia	16.87	23.04	343.00	20.48	1975	5	65	2	33	48,934	2.87	4	
Fiji	0.76	1.12	28.55 c	38.12	1987 c	0	20	20	60	240	0.31	0	
New Zealand	3.39	4.12	397.00	117.49	1980	0	46	10	44	507	0.15	54	
Papua New Guinea	3.87	7.29	801.00 c	199.70	1987 c	0	29	22	49	388	0.10	X	
Solomon Islands	0.32	0.74	44.70 c	149.00	1987 c	0	40	20	40	57	0.18	X	

Sources: The World Resources Institute, 1992. World Resources 1992-93. Toward Sustainable Development, table 16.1, 18.2 and 22.1. Oxford: Oxford University Press.

Notes: a. Water resources include both internal renewable resources and river flows from other countries. b. Unless otherwise noted, sectoral withdrawal percentages are estimated for 1987. c. Estimated by the Institute of Geography, U.S.S.R. d. Sectoral percentages date from the year of other annual withdrawal data. X. Not available. 0. Zero or less than half the unit of measure.

BILAGA 2. Exempel på resursbevarande mark- och vattenanvändning

SUSTAINABLE LAND USE AT THE FARM LEVEL WITH EMPHASIS ON WATER RESOURCES



Förteckning över utgivna häften i publikationsserien

SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET, UPPSALA. INSTITUTIONEN FÖR MARKVETENSKAP.
AVDELNINGEN FÖR LANTBRUKETS HYDROTEKNIK. RAPPORTER. Fr o m nr 149.

- 149 Kreuger, J. 1986. Kemisk vattenkvalitet vid bevattning. s 9-59.
Håkansson, A. & Kreuger, J. 1986. Vägledning för bedömning av kemisk vattenkvalitet vid bevattning. s 61-78.
- 150 Alinder, S. 1986. Alternativa bevattningsformer. 2: Reglering av grundvattennivån. 65 s.
- 151 Edling, P. 1986. Soil Air. Volume and Gas Exchange Mechanisms. 132 s.
- 152 Andersson, L. & Gervais, P. 1987. Marktypskartering i NV Skåne med satellit fjärranalys. 29 s. (Institutionen för biometri och skogsindelning, Avd. för skoglig fjärranalys, Box 7079, 750 07 Uppsala)
- 153 Lindström, J. & McAfee, M. 1987. Air and water movement in covers for mine waste. 56 s.
- 154 Bjerketorp, A. & Axelson, U. 1987. Markytesjunkning efter avvattning. Litteratur- och fältstudier i anslutning till ett område i Emådalen. 67 s. Manuskript.
- 155 Gustafsson, E.-L. 1987. Marktäckning. Effekter på olika jordtyper. 59 s.
- 156 Johansson, W. & Gustafsson, E.-L. 1988. Vattenförsörjning, tillväxt och evapotranspiration hos korn på fem lerjordar. 100 s. Manuskript.
- 157 Andersson, S. 1988. Om metoder att med utgångspunkt från bindingskurvan beräkna den kapillära ledningsförmågan. 30 s.
- 158 Karlsson, I. & Gustafsson, E.-L. 1988. Rotmiljö för vedartad växtlighet: Markundersökningar i sex planteringsytor. 77 s.
- 159 Jarvis, N. J. 1989. CRACK - a model of water and solute movement in cracking clay soils: Technical description and user notes. 54 s.
- 160 Berglund, K., Miller, U. & Persson, J. 1989. Gyttjejordar, deras sammansättning och egenskaper. 106 s.
- 161 Karlsson, I. M. 1990. Jordbrukets bidrag till föroreningen av Gullmarsfjorden. 38 s.
- 162 Berglund, K., Carlgren, K., Nilsson, G. & von Polgár, J. 1990. Markförbättring och odlingsanpassning på lågavkastande jordar. 59 s.
- 163 Eckersten, H. 1991. Simulation model for growth and nitrogen dynamics in short rotation forests. WIGO: Model description. 36 s.
- 164 Eckersten, H. 1991. Simulation model for transpiration, evaporation and growth of plant communities. SPAC-GROWTH: Model description. 36 s.
- 165 Jansson, P-E. 1991. Simulation model for soil water and heat conditions. Description of the SOIL model. 72 s.
- 166 Persson, G. 1992. Hydrologiska konsekvenser av energiskogsodling. 17 s.
- 167 Joel, A. & Wesström, I. 1993. Kostnader för bevattning och möjligheter till ett hållbart vattenutnyttjande - global översikt. 29 s + 2 bil.