

17 Ferskvannsressurser

Vann er en forutsetning for alt liv på jorda. Ved ånding avgis det vanddamp både fra planter og dyr. Svovelbakterier som lever rundt varme kilder på havets bunn, greier seg uten oksygen, men ikke vann. Vi kan si at vann er livets kilde. Et voksent menneske inneholder om lag 60 % vann. Ellers er vann et svært godt løsningsmiddel, og blodet vårt inneholder spesielt mye vann. Næringsstoffene blir fraktet rundt til cellene med hovedsakelig vann, og avfallsstoffene blir fjernet fra cellene med vann ut av kroppen vår. Deler av vannet veksler mellom fast fase, flytende fase og gassfase. Ferskvann er vann med inntil 0,5 promille saltinnhold. Dette er en fornybar ressurs, men som er begrenset. I dette kapitlet skal vi også fokusere på at vann er en viktig del av klimasystemet.

17.1 Verdens vannlagre

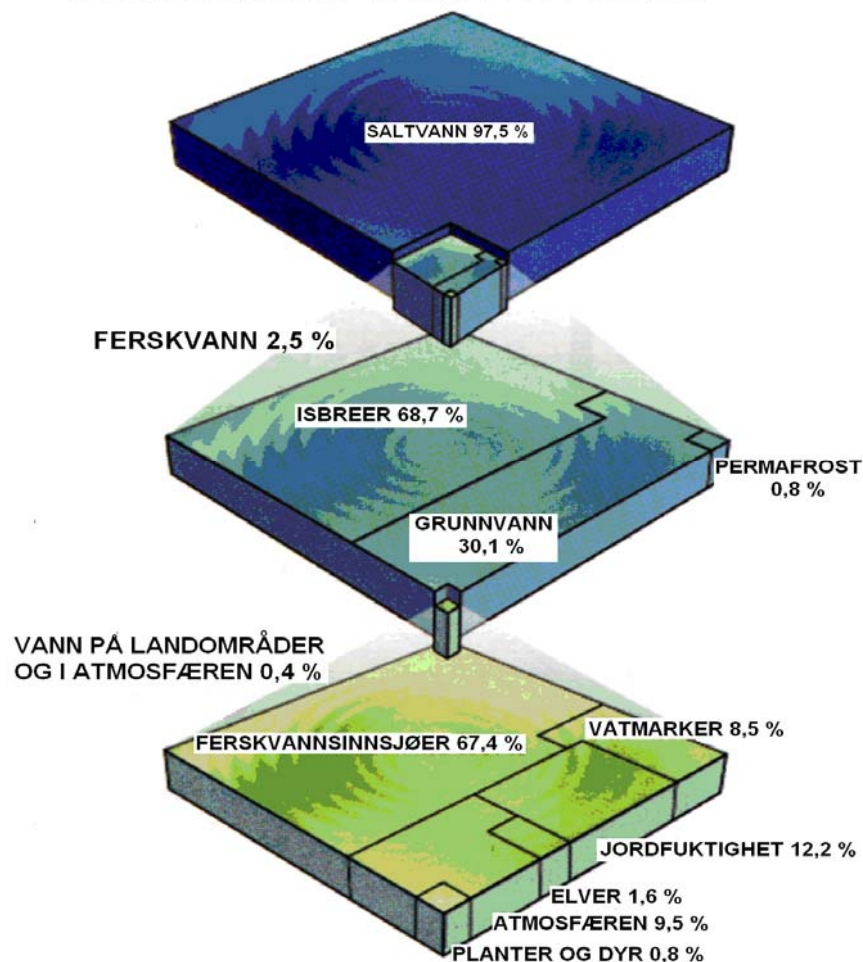
Alt vannet i fast fase, flytende fase og gassfase i atmosfæren og 2000 m ned i jordkorpen utgjør hydrosfæren. Hydrosfæren inneholder om lag 1 386 millioner km³ vann. Verdenshavene dekker ca. 71 % av jordoverflaten, og 97,5 % av alt vannet er saltvann, se tabell 7.1 Dette vannet er så saltholdig at det verken kan brukes til drikkevann eller vanning.

Tabell 7.1 Verdens vannlagre. Kilde: World Water Resources, UNESCO 1998.

	Volum (1000 km ³)	Prosentandel av alt vann	Prosentandel av alt ferskvann
Lager av saltvann			
Havene	1,338·10 ⁶	96,54	
Salt grunnvann og brakkvann	12,87·10 ³	0,93	
Saltvannsinnsjøer	85	0,006	
Lager av ferskvann			
Isbreer og varig snø	24,06·10 ³	1,74	68,70
Grunnvann	10,53·10 ³	0,76	30,06
Permafrost og tele	300	0,022	0,86
Ferskvannsinnsjøer	91	0,007	0,26
Jordfuktighet	16,5	0,001	0,05
Atmosfæren	12,9	0,001	0,04
Myrer og våtmarker	11,5	0,001	0,03
Elver	2,12	0,0002	0,006
Biologisk materiale	1,12	0,0001	0,003

Det totale volumet av ferskvann er 35 millioner km³. Av ferskvannet er ca. 68,7 % bundet i isbreer og snø. Det meste av dette finnes i Antarktis og på Grønland. *Grunnvann er vann som befinner seg under bakkenivå der alle sprekker og porer i grunnen er fylt med vann*, og dette utgjør omkring 30 % av ferskvannet. Om lag 0,4 % av ferskvannet finner vi på landområder og i atmosfæren, og av dette forekommer i overkant av 20 % i våtmarker og som jordfuktighet. Av de samme 0,4 % utgjør ferskvannet i innsjøer, dammer, elver og bekker til sammen 69 %, og av alt ferskvann er dette i underkant av 0,3 %. Den siste lille andelen av ferskvann er lettest tilgjengelig for å oppfylle våre menneskelige behov.

FORDELING AV VANN PÅ KLODEN

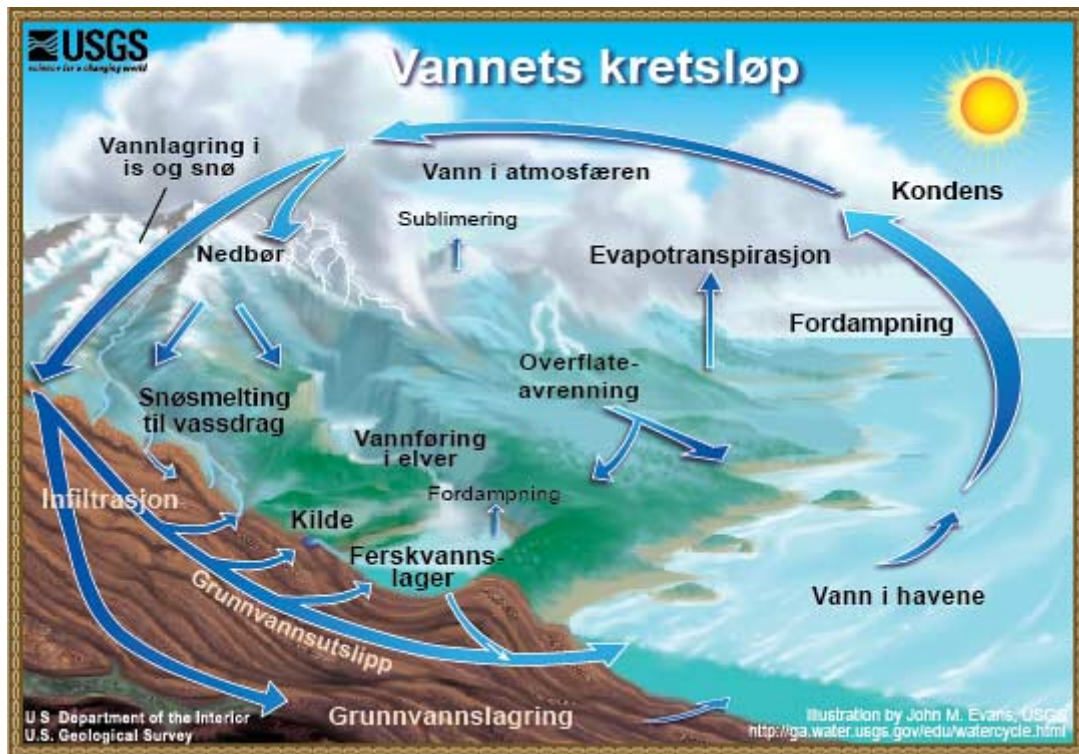


Figur 7.1 Fordeling av vann på kloden. Kilde: *Water a shared responsibility, UNESCO 2006.*

Denne fordelingen av ferskvann er gjennomsnittsverdier over lengre perioder. Over kortere tidsintervall varierer denne fordelingen på grunn av ujevn vannstrøm mellom de forskjellige lagene.

17.2 Det globale hydrologiske kretsløpet

I fotosyntesen tas det opp vanddamp, men ved ånding og råtning avgis omtrent den samme vannmengden. Over tid og uten endring av biomassen er mengden vanddamp

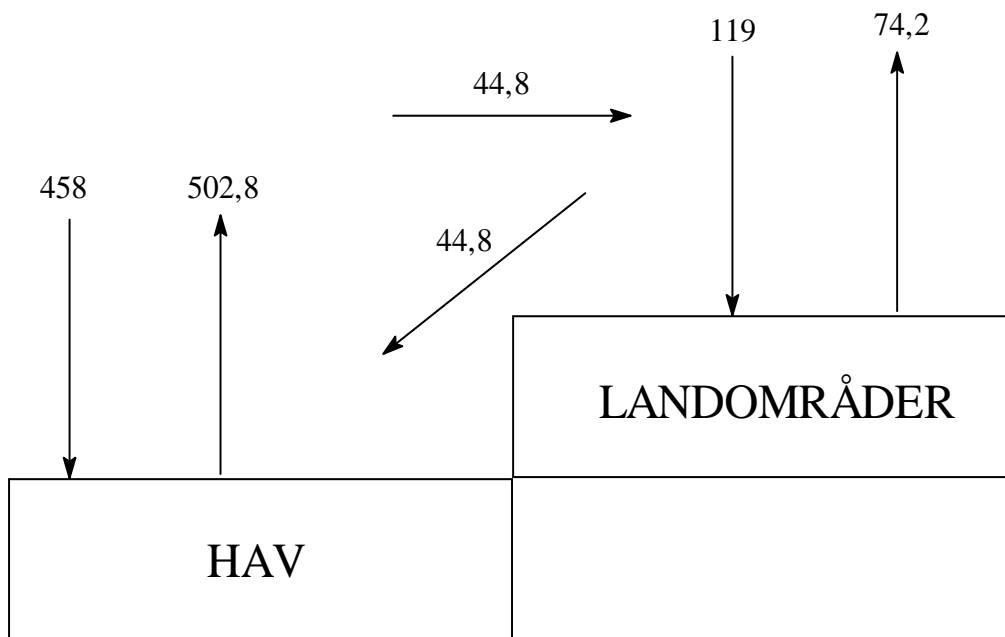


Figur 17.2 Vannets kretsløp. Kilde: USGS.

avgitt lik den tatt opp av biomassen. I de fleste naturlige prosessene blir ikke vannmengden forandret. Når vi tar med vannet i alle dets faser i det globale hydrologiske kretsløpet, er vannmassen praktisk talt konstant. Vannet går i et kretsløp, og dette er gjengitt i figur 17.2.

Figur 17.3 viser et forenklet globalt hydrologisk kretsløp. Det finnes ulike data på de størrelser som inngår i dette kretsløpet, men det er valgt å bruke data fra Igor A. Shiklomanov fra 1998. Til tross for at dette er eldre data, er disse dataene som oftest referert i den nyeste litteraturen. Alle størrelsene er gitt i tusen km^3 for et år.

I det følgende blir både figurene 17.2 og 17.3 omtalt parallelt. Fordampingen fra havet fører $502\,800 \text{ km}^3 / \text{år}$ vann til atmosfæren. Plantene avgir vanddamp ved ånding, og



Figur 17.3 Et forenklet globalt hydrologisk kretsløp. Alle størrelsene er gitt i tusen km³ per år. Kilde: Omarbeidet fra *World Water Resources 1998*, UNESCO.

dette blir kalt transpirasjon. Imidlertid skjer det også fordamping eller evaporasjon fra overflaten av plantene ellers. Ofte blir disse to prosessene slått sammen til *evapotranspirasjon*. Noen forskere bruker også evapotranspirasjon i betydningen fordamping både fra planter og jordsmonnet. Over landområder stiger det i tillegg vanddamp opp til atmosfæren fra landflater og overflater til ferskvann. Til sammen utgjør dette 74 200 km³ / år.

I atmosfæren kondenserer vanddampen til mange skydråper, som til sammen blir til skyer. Luftstrømmer flytter skyene over store avstander, og vannet kommer ned som nedbør. Nedbøren som faller ned over havet og landområdene, er henholdsvis 458 000 km³ / år og 119 000 km³ / år. Vi ser at det er en nettotransport av vann i atmosfæren fra havområdene og inn over landområdene. Over landområdene tilføres det altså 44 800 km³ / år mer vann enn det fordamper. Dette føres tilbake til havet ved overflateavrenning og grunnvannsutstrømning med henholdsvis 42 700 km³ / år og 2 100 km³ / år. Det må imidlertid presiseres at størrelsen på disse vannstrømmene er usikre. Overslagene for overflateavrenningen varierer fra 40 000 til 50 000 km³ / år.

Store deler av vannet fra overflateavrenningen samles som ferskvann i bekker, elver og innsjøer, og dette renner til slutt ut i havet hovedsakelig gjennom elver. En stor del av overflatevannet infiltreres i jordsmonnet, og dette deler seg i to hovedstrømmer som

til sammen utgjør grunnvannsutstrømningen. Noe av dette vannet kommer opp fra grunnen og blir overflatevann før det renner ut i havet. Dette er den ene delen av grunnvannsutstrømningen. Resten av det infiltrerte vannet beveger seg ned til grunnvannsmagasiner eller akviferer og etterfyller disse. Fra slike vannmagasin lekker det som oftest ut vann, og dette ender også til slutt i havet og utgjør den andre delen av grunnvannsutstrømningen. *Den globale avrenningen er summen av den globale overflateavrenningen og den globale grunnvannsutstrømningen, og denne er altså på om lag $44\,800\text{ km}^3/\text{år}$.*

17.3 Verdens vannressurser

Verdens vannressurser er det vannet globalt som er tilgjengelig eller kan gjøres tilgjengelig for all menneskelig bruk. Etter denne definisjonen er ikke verdens vannressurser en konstant størrelse, og den er avhengig av hvilke formål vannet skal brukes til. Vann som kan brukes som kjølevann, kan ha en vannkvalitet som ikke egner seg som drikkevann.

For å få innsikt i hvor store verdens vannressurser er må vi gå tilbake til det globale kretsløpet for vann. Mye av den nedbøren som faller ned over land, nyttiggjør vi oss direkte. Den gir vann til kulturplanter, gresset på beitemarkene og trevirke som blir høstet for ulike formål. Det er beregnet at om lag 26 % av den vanddampen som stiger opp fra landområdene, har vært med i direkte nyttige prosesser for oss mennesker. Dette utgjør årlig $19\,300\text{ km}^3$. Flere forskere hevder at det er et potensial for å nyttiggjøre seg mer av nedbøren direkte eller ved bygging av små dammer, og dette gjelder særlig innen jordbruk. Med små kostnader kan muligens jordbruksproduksjonen økes vesentlig på denne måten.

Som tidligere nevnt, renner årlig om lag $44\,800\text{ km}^3$ ut i havet, og teoretisk kan dette ferskvannet brukes til drikkevann, hygiene, jordbruk og industri. Dette er en ren teoretisk størrelse, for det er praktisk talt umulig å samle opp alt dette vannet i løpet av sesongmessige flommer. I tillegg til variasjoner i vannføringen gjennom året er det også store årsvariasjoner. Det er beregnet at den stabile delen av den globale avrenningen bare er på om lag $16\,000\text{ km}^3/\text{år}$. Denne verdien er altså den samme som summen av alle de årlige gjennomsnittene av de minste avrenningene på de ulike steder beregnet over flere år. Dette er den globale lavvannføringen, og den blir kalt *verdens fornybare vannressurser*.

Imidlertid er det et annet problem som gjør vannressursene mindre tilgjengelige. Den globale avrenningen er meget ujevnt fordelt mellom kontinentene, og samsvarer svært dårlig med folketettheten. Asia har 60 % av verdens befolkning, men bare 36 % av verdens fornybare vannressurser. Derimot har Sør-Amerika 25 % av den globale lavvannføringen og bare 5 % av verdens befolkning. Mye av lavvannføringen kommer derfor aldri til å tas i bruk, og det er anslått at denne er $2\,100\text{ km}^3 / \text{år}$.

Om lag $3\,800\text{ km}^3 / \text{år}$ av lavvannføringen bør av miljøhensyn ikke tas ut av naturen. Det er behov for mye av vannet til å opprettholde vannkvaliteten, elvedeltaene, fiskeriene og økosystemene ellers. På vei mot havet fordamper det store mengder vann fra vassdragene, og dette er beregnet til $1\,100\text{ km}^3 / \text{år}$. Etter dette gjenstår det $9\,000\text{ km}^3 / \text{år}$ av lavvannføringen. Mye av dette vannet har så dårlig vannkvalitet at det er ubrukelig for de fleste menneskelige formål.

For å øke vannressursene over lavvannføringen er det bygd dammer, og dagens damkapasitet er på $5\,500\text{ km}^3 / \text{år}$. Ikke alt dette vannet brukes, og det regnes med at $3\,500\text{ km}^3$ er i årlig aktiv bruk.

Vi skal kort omtale andre muligheter for å øke den tilgjengelige vannmengden. Det er svært lite sannsynlig at transport av isberg blir aktuelt. Den mest nærliggende måten er å bygge flere dammer og lagre mer vann på denne måten, men denne byggingen vil neppe foregå i så stort tempo som tidligere. Av økologiske hensyn har det faktisk i de senere årene blitt demontert en del dammer. Det er likevel stipulert med at den årlige aktive bruken vil øke med $1\,200\text{ km}^3 / \text{år}$ innen 2025.

Kanskje kan avsalting bli mer aktuelt i fremtiden. *Avsalting er fjerning av salter fra sjøvann eller brakkevann.* I dag utgjør vannbruken fra avsalting bare 0,1 % av verdens totale vannbruk. De to mest utbredte metodene for avsalting er destillasjon og omvendt osmose.

Særlig omvendt osmose har i de senere årene gjennomgått teknologiske forbedringer. Denne effektiviseringen har særlig foregått i oljelandene i Midt-Østen, men også i USA, Australia, Spania og Israel. Ved både vanlig og omvendt osmose er det de små vannmolekylene som kan passere gjennom ørsmå åpninger i en membran. Under vanlig osmose går vannmolekylene av seg selv fra den svakere til den sterkere

konsentrasjonen av oppløste stoffer. Omvendt osmose er en metode der saltvannet settes under høyt trykk, og vannmolekyler i saltvannet presses gjennom membranen og over i ferskvannet. Dette gir mer ferskvann og saltere saltvann.

Selv med teknologiske forbedringer vil avsalting kreve store energimengder, og i nærmeste framtid vil dette antagelig bare være aktuelt i rike land for å lage drikkevann i tørre områder. Lengre fram i tid kan det bli aktuelt med en kombinasjon av solvarmekraftverk og avsaltingsanlegg. I et solvarmekraftverk produseres det store mengder med damp med høy temperatur under høyt trykk. Etter at dampen har passert turbinen er fortsatt temperaturen høy, og denne varme dampen kunne brukes til avsalting.

Ellers er det også aktuelt å omdirigere deler av elver til andre områder, og dette blir nå gjort i Kina. Men slike prosjekt kan ha uante konsekvenser, og dette har verden sett flere eksempler på.

17.4 Bruk og forbruk av vann

Først skal vi ta for oss begrepene bruk og forbruk av vann. *Bruk av vann omfatter all nytte vi mennesker har av vann.* Dette gjelder både varer og tjenester. Ifølge denne definisjonen er det å se utover et fjellvann bruk av vann. Likedan er roing med pram på en innsjø bruk av vann. Ofte er det slik at noe av bruken kan være forbruk av vann. *Forbruk av vann er fjerning av vann for en tid fra det naturlige kretsløpet.* Dette kan være ved fordamping eller utnyttelse av vann i matvarer eller andre produkter. *En kan også si at forbrukt vann er det vannet som blir tatt ut av en kilde, og gjort ubrukelig i det samme området.* Forbruk av vann inngår altså som en del av bruk av vann.

I 2006 ble det tatt ut vann fra elver, innsjøer og grunnvannsmagasiner i overkant av $4\,000\text{ km}^3$. Grunnvann utgjorde $600\text{--}700\text{ km}^3$ av dette vannet. På engelsk kalles dette water withdrawal. På norsk velger vi å kalle dette vannuttak. *Vannuttak er uttak og bruk av vann fra en kilde.* Alt dette vannuttaket er bruk av vann. I 2025 er dette beregnet å øke til $5\,300\text{ km}^3$. Tar vi dagens situasjon med de ca. $4\,000\text{ km}^3$ / år vann og dividerer på verdens befolkning, får vi årlig om lag 0,6 millioner liter per person. Denne størrelsen gir imidlertid helt feil informasjon om den aktuelle vannsituasjonen i verden. Det store problemet er at dette vannuttaket er så ekstremt ulikt fordelt rundt om på vår klode.

På verdensbasis dominerer jordbruket fullstendig når det gjelder bruk av vann, og denne bruken er på om lag 70 % av den totale vannbruken. Industrien tar ut 23 %, og husholdninger og det offentlige tar bare ut 7 %. Nesten all bruken av vannet i jordbruket går til vanning eller irrigasjon. Om lag 65 % av denne bruken eller vannuttaket er forbruk. Det viktigste forbruket er fordamping fra jordsmonnet og evapotranspirasjon fra planter. Men vann som siger ned i grunnen og blir til vann med høyt saltinnhold, bidrar også til forbruket.

I de rike landene har bruken av vann i industrien stabilisert seg, og i noen land har den også gått ned. Men bruken av vann øker svært raskt i u-landene. Alt vannet som blir brukt til produksjon av elektrisk energi i vannkraftverk, termiske kraftverk og atomkraftverk, er også tatt med som vannbruk i industrien. I motsetning til i jordbruket blir bare en liten del av vannet i industrien forbrukt. Forbruket i termiske kraftverk varierer fra 0,5 til 3 %. Det meste av vannet blir sendt tilbake til de lokale vassdragene, men noe av dette er forurenset. Forbruket av vann i industrien er på om lag 9 %.

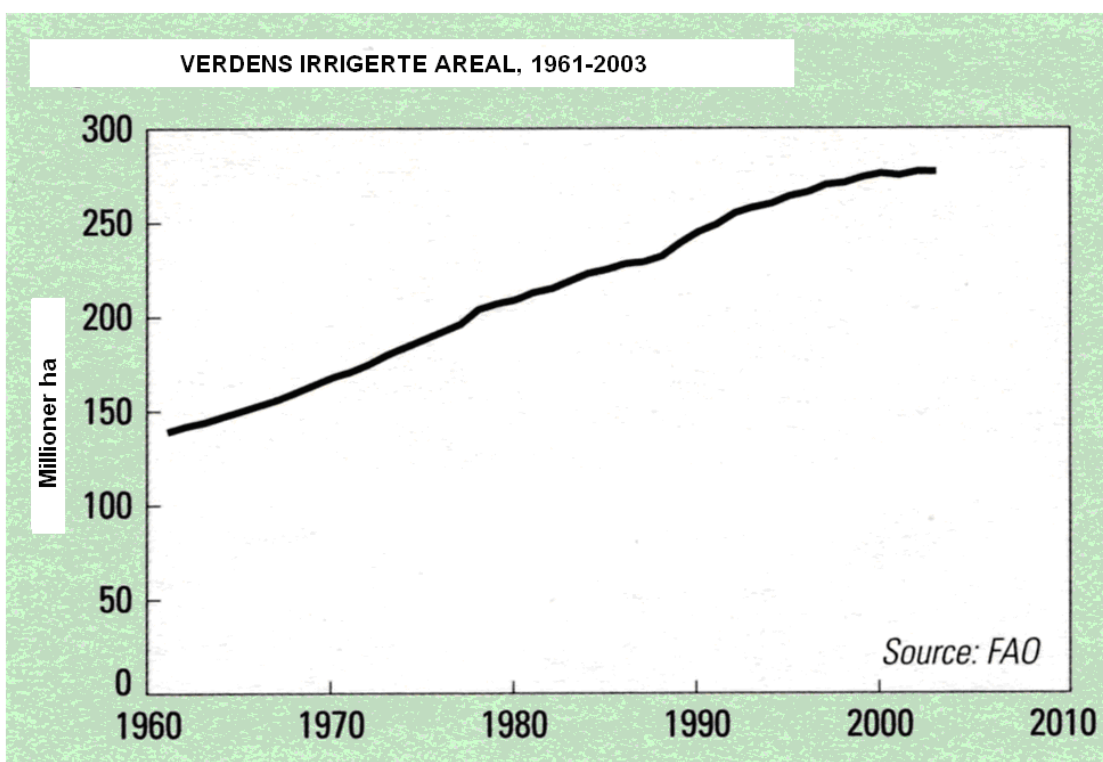
Vannbruken i husholdninger og i det offentlige varierer mye fra land til land og mellom regioner. Det er også forskjeller på denne bruken av vann på landsbygda og i byer. Forbruket av dette vannet er beregnet til 17 %.

17.5 Irrigasjon

For å produsere 1 kg korn går det med 1 til 3 tonn med vann. En person trenger bare 2 til 4 liter drikkevann i løpet av et døgn, men det går med 2 000 til 5 000 liter for å produsere mat for ett døgn. Dette viser at vann står helt sentralt i matproduksjonen, og tilgang til nok ferskvann er av avgjørende betydning for en befolknings matvaresikkerhet. I noen områder varierer vanntilgangen mellom flom og tørke, og det oppstår da knapphet på mat. Tørke er den viktigste grunnen til alvorlig matmangel i u-landene.

Afrika er det kontinentet som er mest utsatt for matmangel. I Etiopia har over 57 millioner mennesker vært berørt av tørke i løpet av de siste 30 årene. Australia er det tørreste kontinentet, og Afrika kommer som nummer to. I India kommer over 70 % av nedbøren i løpet av de tre månedene med sommermonsun. Det meste av dette vannet renner ut i havet. Bøndene som ikke kan samle opp dette vannet, må derfor leve med knapphet på vann det meste av året

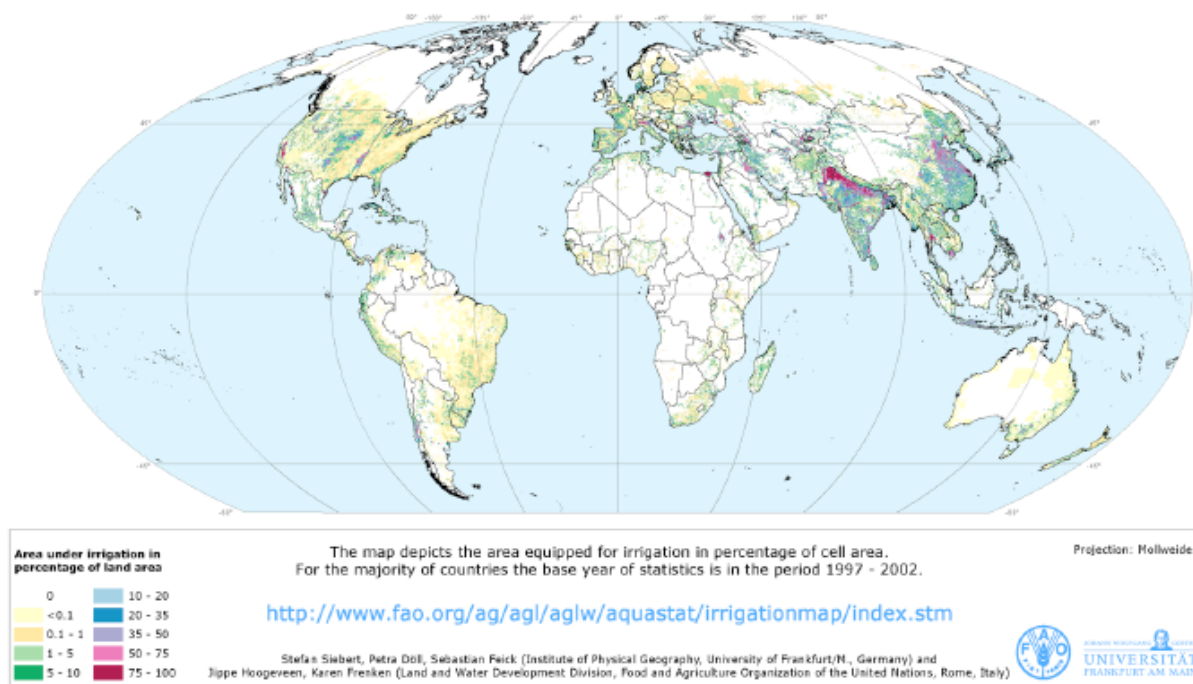
Irrigasjon er kunstig vanning i jordbruket. Dette er forflytting av vann fra ulike vannkilder for å dyrke jordbruksvekster. Til irrigasjon brukes det ferskvann fra innsjøer, elver og grunnvann. En god del av vannet lagres i dammer. Dammene krever imidlertid areal, og ved fordamping går en god del av vannet tapt. Rundt år 2000 var vannuttaket for irrigasjon i underkant av 2 900 km³. Om lag halvparten av dette drar plantene nytte av, og resten fordampes fra jordsmonnet, kanaler og dammer sammen med avrenning.



Figur 17.4 Utviklingen av verdens irrigerte areal i perioden 1961-2003. Kilde: *Vital Signs 2007-2008, The Worldwatch Institute.*

I 2003 var jordbruksarealet som var utstyrt med vanning, på 277 Mha. Figur 17.4 viser utviklingen av verdens irrigerte areal fra 1961 til 2003. I denne perioden har dette arealet økt med nesten 100 %. Nye data tyder på at dette arealet ikke har økt siden 2003. Disse irrigerte områdene utgjør 18 % av verdens totale jordbruksareal. Men det blir tatt flere avlinger på de fleste av disse områdene, og det totale arealet som det høstes avlinger fra og vannes, er 638 Mha. Om lag 40 % av verdens avlinger og nesten 60 % av de globale kornavlingene kommer fra irrigerte jordbruksområder.

The digital global map of irrigation areas February, 2007



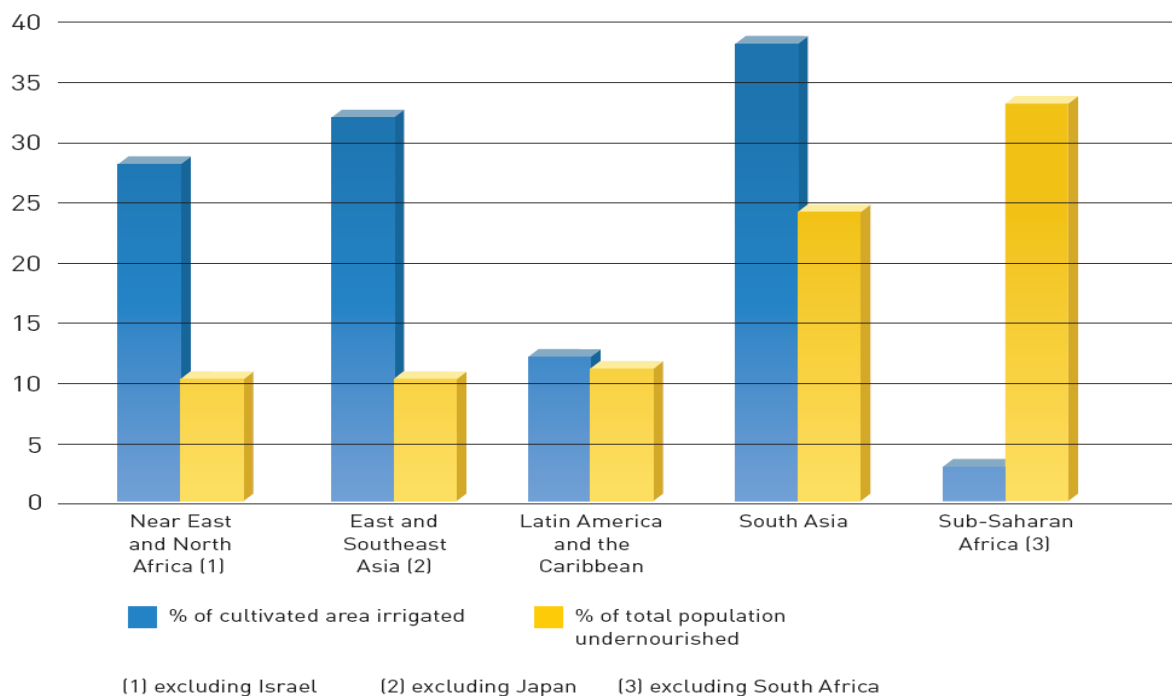
Figur 17.5 Oversikt over hvor mange prosent av landområdene som er irrigert.

Kilde FAO, 2007.

Omtrent 69 % av alle irrigerte landområdene ligger i Asia, og det meste er lokalisert i Sørøst-Asia. Dette kontinentet dominerer fullstendig når det gjelder vanning. Figur 17.5 viser dette tydelig. Kartet er basert på data fra perioden 1997-2002. Etter Asia følger Amerika med 17 %, Europa med 9 %, Afrika med 4 % og Oseania med 1 % av det totale irrigerte jordbruksarealet. I områdene sør for Sahara er det bare 4 % av jordbruksarealet som blir vannet.

Figur 17.6 viser andelen irrigasjon av jordbruksarealet og underernæring for noen regioner i perioden 1998-2000. Sub-Sahara dominerer når det gjelder andelen mennesker med underernæring med hele 33 %. Regionen kommer lavest med andelen irrigert jordbruksland med 3 %. Irrigasjon kan øke avlingene av de fleste vekster med fra 100 % til 400 %. De største avlingene som er tatt med irrigasjon, er dobbelt så store som de største på områder med vanlig nedbør. Utvidet bruk av irrigasjon gir muligheter for å øke matproduksjonen i verden. Men dette må kombineres med mer effektiv irrigasjon, gjødsel og bedre sorter.

Irrigation and Under Nourishment, 1998-2000



Figur 17.6 Andelen irrigasjon av jordbruksarealet og underernæring i noen regioner. Kilde: *Water at a Glance*, FAO.

Imidlertid er det også negative sider ved irrigasjon. Irrigasjonsanleggene er dyre, og for de fleste småbøndene i u-landene er anskaffelse av disse ikke aktuelt. Uheldig gjennomføring av irrigasjon kan også føre til redusert jordkvalitet.

Det er anslått at dårlig drenering og irrigasjon har ført til sumpdannelse og forsaltning av omkring 10 % av verdens vannede jordbruksareal. Forsaltning er en prosess der jordsmonnet skades gjennom opphoping av salt i overflaten. Ved fordamping av vannet vil en del av saltet sette seg av på overflaten av jordsmonnet. Det saltet som ikke blir skylt vekk, blir lagret i jordsmonnet over lang tid. Dette reduserer fruktbarheten til jorda, og avlingsmengdene avtar. Problemet er størst i solrike, varme strøk og forsterkes ved bruk av saltholdig grunnvann. Det er store jordbruksområder som er skadet eller ødelagt i India, Pakistan, Midtøsten og Middelhavsområdet.

Flere steder i verden tas det ut mer grunnvann enn det etterfylles. Dette fører til at grunnvannsspeilet og landområdene synker, og saltene trenger inn i

brønnene. I store områder i India og Kina synker grunnvannsspeilet med 1-3 m hvert år. Dette medfører økende energibruk for å få grunnvannet opp til overflaten.

Det finnes en rekke vanningsmetoder, som vi kan dele inn i tre hovedtyper.

Overflatevanning. Ved overflatevanning blir hele eller det meste av jordbruksområdene oversvømt med vann. Dette er den måten som blir mest brukt, men som er minst effektiv.

Spredervanning. Ved denne måten blir vannet under høyt trykk ført gjennom et nettverk av rør. Vannet sendes ut til lufta fra dusjhoder. Det er denne teknikken som gir best etterlikning av vanlig regn.

Lokalisert vanning. Ved bruk av denne teknikken blir vannet under lavt trykk fordelt i et rørrnettverk. Vannet blir avgitt i små mengder til hver plante eller til området like i nærheten. Dette er en form for vanning som blir stadig mer populær og øker i bruk. Denne metoden plasserer vannet der det er bruk for det, og svært lite går tapt. Derfor er dette en meget effektiv vanningsmetode.

Den mest effektive metoden av lokalisert vanning kalles *dryppvanning*. Rørene blir da gravd ned til en dybde der røttene mest effektivt tar opp vannet. Ved denne metoden er vanntapet nær null, men det er den mest kostbare metoden. Med denne metoden kan vannbruken reduseres med 30-70 % og avlingene økes 20-90 % i forhold til de to førstnevnte metodene.

17.6 Irrigasjon og klima

Irrigasjonen har i dag så stort omfang at det påvirker klimaet både lokalt, regionalt og globalt. Fordampingen fra jordoverflaten øker ved irrigasjon. Det er ganske klart at uttak av grunnvann vil gi et tilskudd til fordampingen. Sendes imidlertid vann fra elver og innsjøer ut på dyrket mark i stedet for at det renner direkte ut i havet, øker også fordampingen som følge av en større fordampingsflate. Jo større vannoverflate, desto større blir fordampingen. Bare evapotranspirasjonen fra selve plantene på irrigerte områder bidrar med 0,18 % av den totale globale fordampingen.

Vi minner om at fordampning virker avkjølende på omgivelsen og at kondensasjon medfører oppvarming. Fordampingen ved irrigasjon virker derfor avkjølende på de

irrigerte områdene. En økning i fordampingen fører til høyere vanndampinnhold i atmosfæren, og denne gassen er en drivhusgass som virker oppvarmende på troposfæren og jordoverflaten. Som følge av irrigasjon er det derfor både en avkjølede og oppvarmende effekt på jordoverflaten. Vanndampen vil etter hvert kondensere til skydråper, og dette avgir varme til troposfæren.

Hvordan den globale irrigasjonen påvirker klimaet i 1990 er undersøkt i en global klimamodell. Da det finnes lite data om fordampingen fra bakken, er det i denne modellen bare tatt med evapotranspirasjonen fra plantene. Under modellkjøringen ble havtemperaturen holdt konstant, og grunnen til dette er at modellkjøringen ellers ville tatt svært lang tid.

Modellresultatene viser at den globale temperaturprofilen i troposfæren endres med en avkjøling fra bakken og oppover til en høyde på om lag 3 km. Over denne høyden er det en oppvarming i troposfæren. Globalt er det i gjennomsnitt en avkjøling av landområdene på 0,03 °C, og i noen av områdene med intens vanning er avkjølingen helt opp mot en 0,8 °C. Dette viser at landområdene blir mer avkjølt ved fordampning enn oppvarmet av et høyere vanndampinnhold i atmosfæren.

Det er også andre forhold ved irrigasjon som påvirker klimaet. Uten vanning ville områdene hatt mindre med plantemateriale, slik at dette er med på å binde CO₂. Denne karbonbindingen bidrar til litt avkjøling. En god del av vanningen foregår med grunnvann, og dette vannet inneholder noe lystgass. Tilførselen av lystgass til atmosfæren gir litt oppvarming. Med uheldig vanning kan det bli råtning under vann, og dette gir metanutslipp og bidrag til oppvarming. Videre blir det lavere albedo med vanning enn om områdene er lyse og tørre med lite eller ingen vegetasjon. Dette fører generelt til oppvarming.

For å få en bedre modell for den globale irrigasjonen må også fordampingen fra dammer, kanaler og bakken tas med. Ved en fullstendig undersøkelse av denne aktiviteten må også reduksjonen i fordampingen fra elvene tas med. I den mest intense vanningsperioden er det en del elver som ikke når fram til havet. Det kan også være CO₂-utslipp fra vannpumper med fossil energibruk. Som vi ser, er det mange klimafaktorer forbundet med irrigasjon. For å beregne den totale klimaeffekten av irrigasjon må alt dette være med.

17.7 Vann og sanitære forhold

I 2002 var det 1,1 milliarder mennesker i verden som manglet tilgang til sikkert vann med god kvalitet. Videre var det 2,6 milliarder mennesker som ikke hadde tilfredsstillende sanitære forhold. Om lag 80 % av alle sykdommer skyldes forurenset vann, og i 2000 døde det totalt 2,1 millioner mennesker av sykdommer som følge av dårlig vannkvalitet. De fleste menneskene med tilgang til forurenset vann bor i avsidesliggende områder i u-landene, men mange holder også til byenes slumområder. Halvparten av menneskene i u-landene lider av sykdommer knyttet til skittent drikkevann og dårlige sanitære forhold.

I november 2006 publiserte UNDP i Oslo rapporten Human Development Report 2006. UNDP er FNs utviklingsprogram. Rapporten slår fast at hvert år dør 1,8 millioner barn av diaré. Hadde disse barna hatt tilgang til rent vann og toaletter, kunne de vært reddet. Over store deler av verden er forurenset vann en langt større trussel mot menneskelig sikkerhet enn voldelige konflikter.

Norge og de andre FN-landene forpliktet seg i 2000 til å arbeide for å nå FNs åtte tusenårs mål. Alle disse målene er satt i forhold til år 2000. Et av disse målene var å halvere andelen mennesker uten tilgang til sikkert drikkevann innen 2015. I tillegg skal det innen 2020 oppnås en betydelig bedring i levekårene for minst 100 millioner mennesker som lever i slumområder. Dette innebærer at andelen mennesker uten gode sanitære forhold skal halveres innen 2015.

Når det gjelder målet om tilgang til rent vann, er verden noenlunde på riktig spor til å nå målet. Mellom 1990 og 2002 har mer enn 1 milliard mennesker fått tilgang til rent vann. Over halvparten av disse var i byer. Andelen mennesker med tilgangen til rent vann har økt fra 71 % i 1990 til 83 % i 2002. Denne framgangen har skjedd i alle regioner, og den har vært størst i Sør-Asia og minst i områdene sør for Sahara. For disse landene i Afrika er en ikke engang på vei til å nå tusenårs målet.

Målet om halvering av antallet mennesker med dårlige sanitære forhold ser ikke ut til å kunne nås. Likevel fikk over 1 milliard mennesker tilfredsstillende sanitære forhold i perioden 1990 til 2002. I perioden 1990 – 2002 økte andelen med tilgangen til gode sanitære forhold fra 49 % til 58 %. Selv med denne framgangen vil trolig

2,3 milliarder mennesker ha mangelfulle sanitære forhold i 2015. Folkeøkningen i disse områdene gjør at det er vanskelig å redusere antallet med elendige sanitære forhold.

I tillegg til de to før nevnte tusenårsmålene vedtok FN i 2000 et annet viktig tusenårsmål. Målet var å utrydde ekstrem fattigdom og sult. Dette innebærer blant annet en halvering av den andelen av verdens befolkning som sulter innen 2015. Som følge av den globale finanskrisen har i 2009 antall underernærte økt til en milliard mennesker. Dette tusenårsmålet står nå i fare for ikke å bli nådd. Det er en stille katastrofe som rårer de fattige. Imidlertid tolereres dette av de som sitter med teknologien og ressursene med makt til å gjøre noe med det. Det finnes mer enn nok vann i verden både til privat bruk, jordbruk og industri. Men vann er dyrest for de fattige, og de må forholde seg til flere leverandører. De rike derimot får ofte vann fra en leverandør.

Rapporten fra UNDP kommer med en rekke anbefalinger. Det må være en menneskerett å ha tilgang til vann, og et menneske må derfor ha minst 20 liter rent vann per døgn. De som ikke har råd til å betale, skal få vannet gratis. Det må satses på nasjonale vannstrategier med vektlegging på reduksjon av fattigdom og utjevning av ekstreme forskjeller. Regjeringene bør bruke minst 1 % av BNP på dette. I dag er ikke vann og sanitære tjenester prioriterte områder i bistandspolitikken. Det er bare 5 % av den totale bistanden i verden som er siktet inn mot denne sektoren. Skal tusenårsmålene kunne nås, må denne bistandsdelen dobles.

17.8 Klimaendringer og ferskvann

Dette avsnittet bygger hovedsakelig på IPCC WG II 2007. Prognoser for hvordan klimaendringene vil påvirke ferskvannssystemene er basert på observasjoner og framskrivninger av temperaturøkninger, havnivåøkning og variasjon i nedbør.

Mer enn en sjettedel av verdens befolkning lever i tilførsel av områder der elvene får vann som smeltevann fra isbreer og snø. Økt temperatur fører til mer intens smelting og økt vannføring i en lengre smelteperiode. Over tid reduserer dette mengden av isbreer og snø, og vannføringen i elvene vil etter hvert avta. En større vannføring i nær

framtid skjer altså på bekostning av mindre vanntilførsel senere. Dette gjelder spesielt i områder med elver som har sitt utspring i Himalaya og Andesfjellene.

Et høyere havnivå vil øke tilførselen av saltvann til grunnvann og elvemunninger. I kystområdene vil dette føre til mindre tilgang på ferskvann for mennesker og økosystemer. Som følge av økt nedbørsintensitet og større nedbørsvariasjon vil det være større sjans for flommer og tørke i mange områder.

Halvtørre og tørre områder er spesielt utsatt når det gjelder hvordan klimaendringene påvirker ferskvannet. Middelhavslandene, de vestlige deler av USA, det sørlige Afrika og det nordøstlige Brasil vil få reduserte ferskvannsressurser. Innen 2020 kan 75-250 millioner mennesker ikke ha adgang til ferskvann. Økende variasjon i nedbøren vil redusere tilførselen til grunnvannsreservoarene i områder med allerede liten tilgang på ferskvann. I noen områder kan dette problemet ytterligere forsterkes av befolkningsøkning og økende behov for ferskvann.

Høyere vanntemperatur, økt nedbørintensitet og lengre perioder med lav vannføring vil forsterke vannforurensningen. Disse forurensningene kan bestå av sedimenter, næringsstoffer, oppløst organisk karbon, sjukdomsframkallende organismer, giftstoffer, salter og termisk forurensning. Dette kan ha negative virkninger på økosystemer, menneskelig helse og pålitelighet for tilgang til ferskvann. I tillegg vil antakelig driftskostnadene stige.