

Verdens ferskvannsressurser og den globale krise - en felles utfordring.

Bruk og forbruk, trusler og konflikter

John. B Mpongo Ntachombwene



Kivu innsjøen

© John Mpongo

Masteroppgave i natur-, helse og miljøvern, 60sp

Høgskolen i Telemark, avd. Bø



Avdeling for allmennvitenskaplige fag

Hallvard Eikas plass, 3800 Bø



Tittel:	Verdens ferskvannsressurser og den globale krise – en felles utfordring.
Nøkkelord:	Bruk og forbruk, trusler og konflikter
Forfattere/	John Bertin Mpongo ntachombwene
Studentnr.:	033251
Fagkode:	4104
Oppgavetype:	Masteroppgave
Studiepoeng:	60
Studium:	2 årig masterstudium i Natur, helse og miljøvern
Konfidensiell:	Nei



Forord

Kunnskap om verdens vannproblematikk er viktig for oss mennesker. Det eksisterer ulike årsaker til og virkninger av vannmangel i de ulike verdensdelene. Vannmangelen rammer de fleste fattige menneskene, men tolereres og aksepteres av de rike som sitter med makt og teknologi til å gjøre noe med det. Rikelig tilgang på rent ferskvann danner grunnlaget for liv, og er en forutsetning for at vi holder oss friske.

Oppgaven om verdens ferskvannsressurser er den avsluttende delen av masterstudiet i Natur-, helse- og miljøvern fag ved Høgskolen i Telemark, avdeling for allmenne fag. Den er en teoretisk oppgave, basert på studium av litteraturkilder. Oppgaven er knyttet til temaet vannressurser og bygger på fag som inngår i studiet ved Høgskolen, og som danner grunnlaget for denne masteroppgaven. Med bakgrunn i fagsammensetningen er verdens ferskvannsressurser et meget relevant tema.

Det er mange som bør takkes. Alle de kolleger, slektninger, venner og forskere som har oppmuntret og inspirert meg, og som jeg har lært av. Dette gjelder alle de enkelte personer som jeg har møtt under skriving og retting, og som velvillig har gitt av sin tid. Men siden det dreier seg om så mange, er ingen nevnt og ingen glemt. Denne oppgaven hadde aldri blitt noe av uten dem. Jeg vil imidlertid overrekke en stor takk til mine veiledere Synne Kleiven og Arne Myhre ved Høgskolen i Telemark i Bø. Gjennom deres veiledning fikk jeg gode råd og veiledningsintrukser på hvordan oppgaven skulle se ut og hva den burde inneholde av Arne og Synne. En stor takk rettes også til bibliotekets ansatte ved HiT/Bø som har vært hjelpelige med innsamling og søk etter de nødvendige og relevante bøker og artikler, og ikke minst med opplæring om bruk av EndNote databasen. Takk til ITs ansatte ved Hit/Bø for teknisk hjelp. Jeg takker Gud som har vært med meg og hjulpet meg i gode og vanskelige dager. Til slutt takker jeg Hanne Skaaden, Heidi Christoffersen og Tove Wines Bø for korrekturlesing.

John. B. Mpongo Ntachombwene

Summary

The objective of this thesis is to provide an overview of the world's freshwater situation with focus on drinking water. The assessment is mainly based on literary sources, including current knowledge of the water resources and water management.

The global freshwater crisis leaves large parts of humanity to a life in poverty and living conditions characterised by vulnerability and insecurity. The water crisis does not attract the same weight of attention in the media as wars and natural disasters do. Yet, this crisis claim more human lives as a result of disease than any war does.

The bulk of the water on earth is found in the large ocean areas (97.5%). Lakes, rivers and streams account for only a small fraction of the water on the earth (about 0.3%). Most of the fresh water is found in the form of icebergs and snow (68.9%) and ground water (29.9%).

Water is used for many purposes, such as drinking water, in hygiene, agriculture, industry and recreation. Global freshwater withdrawals are almost doubled since 1960. The use of fresh water increases 2.5 times faster than the population growth. While the Earth's population was tripled in the last century, water consumption raised six folds.

Globally, about 277 million hectares of land is under irrigation. Agriculture is the largest consumer of freshwater, with 70 % of the freshwater consumption. Artificial irrigation in agriculture has tripled since 1950 and 40 % of food production in the world today comes from irrigated agricultural areas. The industry accounts for 23% and households for 7 % of the water consumption. Over-consumption of ground water resources is one of the most serious problems in the water sector today. Ground water level declines because of this. It is expected that consumption will continue to increase in the future as a result of population growth.

There is a battle for water in many regions of the world. Approximately 40 % of the world's population depends on fresh water which originates from neighbouring countries. More than 200 major rivers in the world are divided between two or more countries. Disagreement over the use of this water has turned into a political issue and a source of conflicts in several places on earth. This is the case within the Nile, Jordan, Euphrates, Tigris and the Ganges.

Of the world's population of about 6.6 billion, at least 1.1 billion people do not have access to clean drinking water. Almost half of the world's population is in a situation where they cannot satisfy their basic hygienic requirements. In other words, 1.1 billion people live under extreme poverty world-wide. For this reason, we can talk about a global water crisis. The global water crisis is a set of local water crises that gradually broadens and increase in scope.

Pollution, overuse, uneven distribution and poor water management of freshwater are the most important reasons for water scarcity on earth. Many of the environmental problems know no boundaries. The water cycle is a fragile system that is constantly threatened by environmental pollution. Sewage can seep into groundwater, or run out into rivers or lakes, thus, contaminating the only water resources in the area. Elsewhere, however, emissions from industrial and agricultural establishments play a central role in environmental pollution. Pollution resulting from heavy metals and other chemical substances create a serious problem to drinking water. Arsenic contaminated groundwater is a constant problem in Bangladesh, where more than 35 million of the people drink contaminated groundwater every day. This has caused major health problems in Bangladesh, including cancer, food poisoning and skin disorders.

The incidences and outbreaks of water-related diseases is one of the greatest threats to human health on earth. Of all the world's disease cases, 80 % are water related and more than three million die each year because of water problems. Most patients with water related diseases live in the poorest areas of developing countries. Poverty reduction is one of the United Nations' main priorities, and permanent access to clean water is essential to combat poverty.

According to the European Union's Water Directive, water supply shall be safe, monitored and protected so that drinking water does not pose a potential threat and source for spread of infectious substances. Everyone is entitled to sufficient drinking water of good quality. At least 20-50 liters of clean water are needed per person per day, according to the World Health Organizations (WHO). A minimum of two hygienic barriers in our water supply system is acceptable, according to paragraph 14 of the Norwegian Drinking Water Act.

Many of the water-based ecosystems are destroyed as a result of dam construction, drainage of wetland areas, and drawing of water for industry, agriculture and households, or pollution

from these activities. This results in the extermination of many species; others are threatened or sharply reduced.

In comparison to the period 1980-1999, UN's climate panels expect a rise in mean global temperature of 1.1 to 6.4 ° C from 2090 to 2099. Sea levels are expected to rise with 19 to 58 cm in the same period. Most likely, climate change will lead to more floods, drought periods, heat waves and diseases in many places on earth. Insecurities due to flooding and drought can be reinforced by climate change. The poorest people in the driest areas are likely to be hit the hardest.

There is enough freshwater on earth today. The problem is rather that many do not have access to it. This is due to uneven distribution of water resources and power. The world's population increases by 74 million people each year. Areas with water scarcity are expected to increase from the current 31 to 48 countries in 2025. If this trend continues in the same rate 2/3 of the world's population will live in areas with fresh water shortage by 2025.

Sammendrag

Målsetningen i denne oppgaven er å gi en sammenstilling av verdens ferskvannssituasjon med fokus på drikkevann. Oppgaven er hovedsakelig basert på litteraturkilder, herunder bruk av kunnskap om verdens vannressurser og vannforvaltning.

Den globale ferskvannskrisen overlater store deler av menneskeheten til et liv i fattigdom og levekår preget av sårbarhet og usikkerhet. Vannkrisen skaper ikke oppmerksomhet i mediene, slik kriger og naturkatastrofer gjør. Likevel krever denne krisen flere menneskeliv, som følge av sykdom, enn noen krig med våpenbruk.

Det aller meste av vannet på jorda finnes i de store havområdene (97,5 %). Innsjøer, elver og bekker utgjør bare en liten brøkdel av vannet på jorda (ca. 0,3 %). Det meste av ferskvannet forekommer i isfjell og snø (68,9 %) og grunnvann (29,9 %).

Vann brukes til mange formål, blant annet som drikkevann, i hygiene, jordbruk, industri og rekreasjon. Globalt er ferskvannsutttak nesten fordoblet siden 1960. Bruken av ferskvann øker 2,5 ganger raskere enn befolkningsveksten. Mens jordas folketall ble tredoblet i forrige århundre, steg vannforbruket til det seksdobbelte.

Globalt irrigeres ca. 277 millioner hektar land. Landbruket er den største brukeren av ferskvann, med 70 % av ferskvannsbruken. Kunstig vanning i jordbruket er tredoblet siden 1950, og 40 % av matproduksjonen i verden i dag kommer fra irrigerte landbruksområder. Industrien står for 23 % og husholdninger for 7 % av vannbruken. Overforbruk av grunnvannsressurser er et av de alvorligste problemene i vannsektoren i dag. Grunnvannsnivået synker på grunn av dette. Det ventes at forbruket vil fortsette å øke i fremtiden som følge av befolkningsveksten.

I mange områder i verden er det kamp om vannet. Om lag 40 % av verdens befolkning er avhengig av ferskvann med utspring i et naboland. Mer enn 200 større elver i verden er delt mellom to eller flere land. Uenighet om bruken av dette vannet har endt opp som politiske tema og kilder til konflikter mange steder på jorda. Dette er tilfellet med Nilen, Jordan, Eufrat, Tigris og Ganges.

Av verdens befolkning på ca. 6,6 milliarder, er det minst 1,1 milliarder mennesker som ikke har tilgang på rent drikkevann. Nesten halvparten av verdens befolkning er i en situasjon hvor de ikke får tilfredsstilt grunnleggende hygieniske behov. Ellers lever 1,1 milliarder mennesker under ekstrem fattigdom på verdensbasis. Av den grunn kan vi snakke om en global vannkrise. Den globale vannkrisen er et sett av lokale vannkriser som brer seg og øker i omfang.

Forurensning, overforbruk, ujevn fordeling og dårlig vannforvaltning av ferskvann er de viktigste årsakene til vannmangel på jorda. Mange av miljøproblemene kjenner ingen grenser. Vannets kretsløp er et sårbart system som konstant trues av miljøforurensning. Kloakkvann kan sige inn i grunnvannet, eller renne ut i elver, innsjøer og dermed forurense den eneste vannkilden i området. Andre steder kan derimot utslipp fra industri og jordbruk stå sentralt. Forurensning av tungemetaller og andre kjemiske stoffer skaper et alvorlig problem i drikkevann. I Bangladesh er arsenforurensset grunnvann et konstant problem. Mer enn 35 millioner mennesker i Bangladesh drikker det forurensede grunnvannet hver eneste dag. Dette har forårsaket store helseproblemer, blant annet kreft, forgiftninger og hudsykdommer der.

Forekomst og utbrudd av vannrelaterte sykdommer er en av de største truslene mot god folkehelse på jorda. Av alle verdens sykdomstilfeller er 80 % relaterte til vann, og mer enn tre millioner dør hvert år på grunn av vannproblemer. De fleste av disse bor i de fattigste utviklingslandene. Fattigdomsreduksjon er en av FNs hovedprioriteter, og permanent tilgang på rent vann er en forutsetning for å bekjempe fattigdom.

Ifølge EUs vanndirektiv skal vannforsyningen sikres, overvåkes og beskyttes slik at drikkevannet ikke utgjør en potensiell kilde til spredning av smittestoffer. Enhver har krav på nok drikkevann av god kvalitet og ifølge Verdens helseorganisasjon (WHO) trenger hvert enkelt menneske 20-50 liter rent vann per person og døgn). Ikke minst skal det ifølge den norske drikkevannsforskriften § 14, finnes minimum to hygieniske barrierer som hindrer bakterieinfiltrasjon i vannforsyningssystem

Mange av de vannbaserte økosystemene er ødelagt som følge av dambygging, drenering av våtmarksområder, uttak av vann til industri, jordbruk og husholdninger, samt forurensninger

fra disse aktivitetene. Mange arter dør ut, andre er truet eller sterkt reduserte som følge av menneskelige aktiviteter.

I forhold til 1980-1999 forventer FNs klimapanel en økning i global middeltemperatur på 1,1-6,4 °C innen perioden 2090- 2099. Havnivået ventes i samme tidsrom å stige med 19-58 cm. Klimaendringer vil sannsynligvis føre til flere flommer, tørkeperioder, hetebølger og sykdommer mange steder på jorda. Utrygghet på grunn av flom og tørke kan bli forsterket under klimaendringer og de fattigste menneskene i de tørreste områdene vil trolig bli hardest rammet.

Det finnes nok ferskvann på jorda i dag, men problemet er at mange ikke får tilgang til det. Dette skyldes både ujevn fordeling av vannressursene og skjeve maktforhold. Verdens befolkning øker med 74 millioner mennesker hvert år, og områder med vannmangel ventes å øke fra dagens 31 til 48 land i 2025. Fortsetter denne trenden i samme takt vil 2/3 av verdens befolkning leve i områder med ferskvannsmangel i 2025.

Innholdsfortegnelse

1 Innledning.....	1
2 Materiale og metode.....	5
3 Fakta og diskusjon.....	6
3.1 Generelt om den globale vannsituasjonen.....	6
3.1.1 Vannets kretsløp.....	6
3.1.2 Bruk og forbruk av vann	9
3.1.3 Vannforurensinger.....	24
3.1.4 Biodiversitet i ferskvann	32
3.2 Generelt om globale vannkonflikter.....	35
3.2.1 Sammenheng mellom vann og konflikter	36
3.2.2 Oversikt over de alvorligste vannkonfliktene	38
3.3 Drikkevann.....	48
3.3.1 Regelverk og retningslinjer for drikkevann	49
3.3.2 Drikkevannskvalitet	55
3.3.3 Tungmetaller i drikkevann	59
3.4 Vannrelaterte sykdommer	65
3.4.1 Inndeling av vannrelaterte sykdommer	67
3.4.2 De alvorligste vannrelaterte sykdommene og deres utbredelse	69
4 Sammenfattende diskusjon.....	76
4.1 Hvordan blir ferskvannssituasjonen i fremtiden?	77
4.1.1 Vannkonfliktene	80
4.1.2 Klimaendringer og ferskvann.....	81
4.2 En bedre fordeling av drikkevann - muligheter og virkemidler.....	83
5 Konklusjon	86
Referanser.....	89
En samlet oversikt over vedlegg	101

1 Innledning

Målsetningen med oppgaven er å gi en oversikt over verdens ferskvannsressurser med fokus på drikkevann. En rikelig tilgang på rent ferskvann danner grunnlaget for liv, og er også en forutsetning for at vi holder oss friske. I visse deler av verden tar man dette for gitt, mens i andre deler er det en daglig kamp og konflikter om vannet (Tollan 2002). Bruk av vann omfatter all nytte vi mennesker har av vann. Med vannforbruk menes fjerning av vannet fra vannkilden og ubrukeliggjøring av vannet i det samme området (UNEP 2008)

Problemstilling for oppgaven er:

”Finnes det nok ferskvann på jorda til å dekke behovet hos verdens befolkning i dag og i fremtiden?”

I oppgaven vil følgende viktige spørsmål bli diskutert:

Hva vet man om verdens ferskvannsressurser, vannmengde og kvalitet?

Hvordan er tilgangen på ferskvann i dag og hvordan tror man den blir i fremtiden?

Hvilke problemer og konflikter oppstår ved vannmangel og dårlig vannkvalitet?

Finnes det gode løsninger på vannsituasjonen?

Det er et ønske å forstå vannets rolle og betydning i et internasjonalt perspektiv, og å finne ut om det er nok ferskvann av god kvalitet til å dekke behovet hos verdens befolkning i dag og i fremtiden. Ellers er det viktig å finne ut hvordan en skjev fordeling av vannressurser og vannmangel kan være en kilde til konflikt. Dette temaet er valgt fordi vi lever i en globalisert verden, i en tid der den gjensidige avhengigheten mellom stater, nasjoner og samfunn aldri har vært sterkere. Vannressurser, vannmangel, den globale vannkrisen og vannkonflikter er aktuelle tema.

En trygg og god vanntilgang er en avgjørende faktor for oss mennesker og vår helse. Vann brukes blant annet til matlaging, rengjøring og for å holde hjemmet fritt for vektorer som bærer med seg sykdommer. I dag er mangel på nok rent vann et av de største helseproblemene i verden. Det er en klar sammenheng mellom helsetilstand og vannforholdene i et land. Ikke minst hindrer vannproblemer utviklingen og velferden i mange deler av verden (Tollan 2002,

FN 2003a). Det er ofte de fattigste landene som sliter mest med vannproblemer, og det er også der hvor helseproblemene er størst.

Om lag 90 % av alt avløpsvann i u-landene går urensset ut i elver og innsjøer. Dårlig drikkevann inneholder ofte parasitter, amøber, bakterier og virus. Dette forårsaker sykdom hos 1,1 milliarder mennesker hvert år, og 2,6 milliarder mennesker har ikke tilfredsstillende sanitære forhold (WHO 2006). Ifølge WHO skyldes ett av tre sykdomstilfeller i verden dårlige miljøforhold, spesielt forurensset vann. Mer enn tre millioner mennesker dør hvert år på grunn av vannproblemer. Hver dag dør om lag 6 000 barn som følge av urent drikkevann, utilfredsstillende sanitære forhold og dårlig hygiene (FN 2003a, Whiteford og Whiteford 2005). Mer enn 250 millioner barn lider av slike sykdommer hvert år (FN 2008). De siste tiårene har det dødd flere barn av diaré enn det har dødd mennesker i kriger. Halvparten av verdens sykehussenger er til enhver tid i bruk av personer som lider av sykdommer som skyldes vannproblemer (FN 2003a).

Kina, India, Indonesia og Afrika sør for Sahara er de mest utsatte områdene i forhold til vann- og helse problemer. I Bangladesh har om lag 35 millioner mennesker drikkevann som inneholder store mengder arsen. Dette fører til helseplager slik som kreft, forgiftning og hudsykdommer (FN 2003a). Tallene beskriver den prekære situasjonen og problemets aktualitet.

Menneskerettighetene beskriver hva man trenger for å leve i verdighet. Rent vann er en menneskerett. Mennesker må ha tilgang til ferskvann for å dekke grunnleggende behov som væsketilførsel og hygiene (FN 2003a). Dette vannet må være av god kvalitet og i store nok mengder. God helse på grunn av tilgang på rent vann er aldri rettferdig fordelt (Whiteford og Whiteford 2005). Man bruker vann til mange formål i løpet av en dag. Dersom vannet inneholder smittestoffer, foreligger det en mulighet for smitteoverføring ved mange av disse vannaktivitetene (Mandersom og Huang 2005). Dette problemet er relativt lite i Norge, men man må ikke glemme tilfellene av *E.coli*, *Giardia* og *Cryptosporidium* i drikkevannet i Bergen og i Oslo. Dette viser at ikke en gang i Norge er vannet helt fritt for sykdomsframkallende bakterier og parasitter (Folkehelseinstituttet 2007). Det å sikre at enhver person har tilgang til minst 20 liter rent vann hvert døgn, er et minstekrav ifølge UNDP(2006).

Økosystemene knyttet til ferskvann er i mange tilfeller blitt degradert, forurensset og noen ganger helt eliminert. Krisen for biologisk mangfold knyttet til ferskvann har økt i omfang. Globalt er mellom 20 og 35 % av fiskeartene i ferskvann truet eller er utdødd i løpet av de siste tiårene (Ricciardi og Rasmussen 1999, Revenga mfl. 2000).

Vann er definitivt en viktig faktor i forhold til blant annet mat, helse, landbruk, miljø, utdanning, kultur og religion. Dette er antakeligvis en av grunnene til at oppgaven vedrørende vann er fordelt mellom flere av de Forente Nasjoners (FNs) særorganisasjoner som FNs miljøprogram (UNEP), FNs utviklingsprogram (UNDP), FNs organisasjon for utdanning, vitenskap, kultur og kommunikasjon (UNESCO) og FNs Verdens helseorganisasjon (WHO). En samlet oversikt over internasjonale organisasjoner med forkortninger som omhandler ferskvann vises i vedlegg nr 1 og forkortelser er gitt i vedlegg nr 2.

UNEP er FNs ledende organ for beskyttelse av økosystemet og FNs eneste spesialorgan for miljøspørsmål. Dette organet er samarbeidspart med hensyn til fornuftig vannforbruk, sikker matforsyning, og tilgang på vann og energi. De fokuserer videre på vannmangel, jordbruksvanning, vann og sanitærforhold, vannkvalitet, grunnvann, vann og økosystemer, oversvømmelser og tørke.

UNDP er FNs globale nettverk for utvikling. De jobber over hele verden, og samarbeider med nasjonale partnere for å styrke demokratier og utvikle bærekraftige og legitime institusjoner som kan forbedre menneskers liv. Ifølge UNDP er et demokratisk styresett nøkkelen til menneskelig utvikling og bekjempelse av fattigdom, konflikter, miljødeleggelser og HIV/AIDS.

UNESCO er den ledende FN-organisasjonen med fokus på sikring av kunnskapsbasen. Formålet er å bidra til fred og sikkerhet blant annet ved å fremme utdanning, vitenskap og kultur, slik at den allmenne respekten for menneskerettighetene øker. Ellers samarbeider de om beskyttelse av økosystemene. Organisasjonens hovedbidrag innen internasjonal miljørett er ansett å være World Heritage Convention fra 1972.

WHO er det viktigste FN organet i arbeider med å oppfylle menneskenes basisbehov. De samarbeider også om beskyttelse av økosystemene, sikre matforsyning, vann og energi. Under WHO ligger Water, Sanitation and Health Programme som fokuserer på drikkevannskvalitet,

vannrelaterte sykdommer, sanitære forhold og hygiene, dessuten bærekraftig vannforsyning. Under det internasjonale ferskvannsåret i 2003, utga WHO publikasjonen "Right to water". Sammen med UNICEF har WHO utviklet standarder for å konkretisere innholdet i "Right to water". Retningslinjene anbefaler minst 20-50 liter vann per person hvert døgn. Vannet skal være tilgjengelig innenfor fornuftig avstand fra husholdningen (UNCESCR 2002).

2 Materiale og metode

For å finne informasjon til oppgaven ble det brukt litteratursøk, internettsøk og veiledning fra Synne Kleiven og Arne Myhre. Arbeidet ble gjort på Høgskolen i Telemark, i Bø. Denne oppgaven er hovedsakelig basert på litteraturkilder. Oppgaven bygger på informasjon og kunnskap om verdens vannressurser, vannforvaltning og vannpolitikk. Andre kildematerialer kommer også fra deltakelse på seminar og konferanse innenfor vannsektoren: Verdens vanndag 2007; vann - en mangelvare arrangert av sciens og konferansen Water and Sanitation arrangert av FIVAS den 5.6.2008. En annen viktig kilde er internett: Følgende viktige søkedatabaser ble brukt: Bibsys, Encyclopedia, Wikipedia, Answers.com, Google og scholar google.

Fagbøker og artikler gir en god oversikt over verdens vannressurser, vanntilførsel, vannmengder, kvalitet, bruksmåte, vannpolitikk, vannkonflikter og vannforvaltning og ikke minst om klimaendringer. De fleste bøkene og artiklene ble bestilt via Høgskolens bibliotek i Bø. Mye av jobben har bestått i å finne riktige og pålitelige kilder.

Ved begynnelsen av skriveprosessen var det vanskelig å vurdere hvilke kilder som er pålitelige og upålitelige. Oppgaven bygger derfor på forfattere og institusjoner som har publisert artikler i anerkjente akademiske tidsskrifter. For å kunne publiseres i slike tidsskrifter må artiklene gå gjennom en kvalitetssikringsprosess.

3 Fakta og diskusjon

3.1 Generelt om den globale vannsituasjonen

3.1.1 Vannets kretsløp

Vannet har evnen til å løse opp salter og å utjevne temperaturforskjeller på jorda gjennom for eksempel fordamping og kondensasjon (FN 2003a, Nafø 2005). Vannmengden på jorda er konstant og kan ikke brukes opp. Dette kommer til syne i det hydrologiske kretsløpet eller vannets kretsløp (figur 3.1). Det hydrologiske kretsløp følger hele prosessen fra vannet kondenserer, faller som nedbør og den veien det tar på landjorda. Vannet oppholder seg i forskjellige magasiner i kretsløpet, blant annet i hav, luft, snø, breer, elver og berggrunn. Dette er de viktigste vannmagasinene i vannets kretsløp.

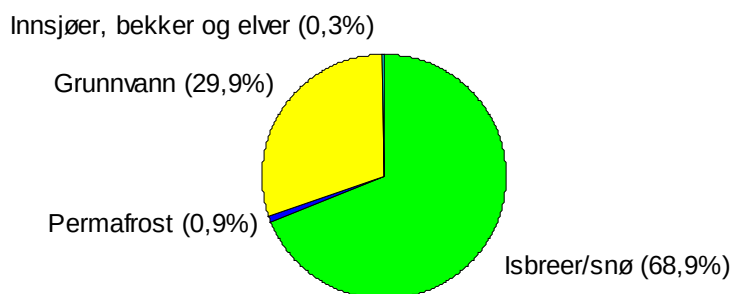


Figur 3.1 Vannets kretsløp (Wikipedia 2007).

Vann dekker 71 % av jordas overflate. Den totale vannmengden i hydrosfæren antas å være 1386 millioner km³. Av dette er 97.5 % av verdens vannressurser saltvann, bare 2.5 % er ferskvann (Norderhaug 1998, Shiklomanov 1998, Tollan 2002, Falkenmark og Rockstrøm 2004, Gleick 2004, Sigee 2005, Shiklomanov 2007). Den totale ferskvannsavrenningen er

meget ulikt fordelt mellom kontinentene og regionene på verdensbasis. Asia har for eksempel 60 % av verdens befolkning, men har bare 36 % av den totale avrenning, mens Sør- Amerika har 25 % av den globale avrenning og 5 % av befolkningen. Mye av dette vannet kommer ikke til steder og tider hvor det kan brukes (Postel mfl. 1996).

Ferskvann er vann som inneholder mindre enn 0,5 gram salter per liter vann (0,05 % saltholdighet) med et gjennomsnitt på 0,1 g/L (Økland 2001). Over 2/3 av ferskvannsreservene finnes som is, enten som isbreer eller i ismassivene i Arktis, Antarktis og Grønland. Resten av ferskvannet finner man i elver, innsjøer, sumpområder eller som grunnvann. Grunnvannet er den viktigste ferskvannskilden. Om lag 30 % av det tilgjengelige ferskvannet er grunnvann. Vannet i bekker, elver og innsjøer utgjør kun ca. 0,3 % av ferskvannet, mens 0,9 % ligger i permafrosten i bakken (figur 3.2) (Myers mfl. 1987, Norderhaug 1998, FN 2003b, Silk og Ciruna 2005, Shiklomanov 2007).



Figur 3.2 Prosentuell fordeling av verdens ferskvannsforekomster.
Data fra Shiklomanov (1998, 2007).

Ferskvannsøkosystemer dekker kun 0,8 % av jordas overflate (McAllister mfl. 1997), men gir oss en lang rekke miljørelaterte tjenester. Vann er et viktig næringsstoff. Det er nødvendig for matproduksjon og kan brukes til å transportere råprodukter og ferdige varer til kunder (Økland 2001, Silk og Ciruna 2005).

De totale vannforekomstene er mindre interessante som mål for vannressursene. Avgjørende for vår utnyttelse av vannet er hvor lenge det oppholder seg i de ulike magasinene i kretsløpet og hvilken vannmengde som sirkulerer og fornyes årlig. Det er store forskjeller når det gjelder oppholdstid i kretsløpet (tabell 3.1). Bortsett fra biologisk vann, så er oppholdstiden for vannet i atmosfæren kortest, kun 8 dager i gjennomsnitt. Oppholdstiden er lengst for polaris og isbreer med 10.000 år (Økland og Økland 1995, Shiklomanov 1998, Falkenmark og Rockstrøm 2004, Shiklomanov 2007).

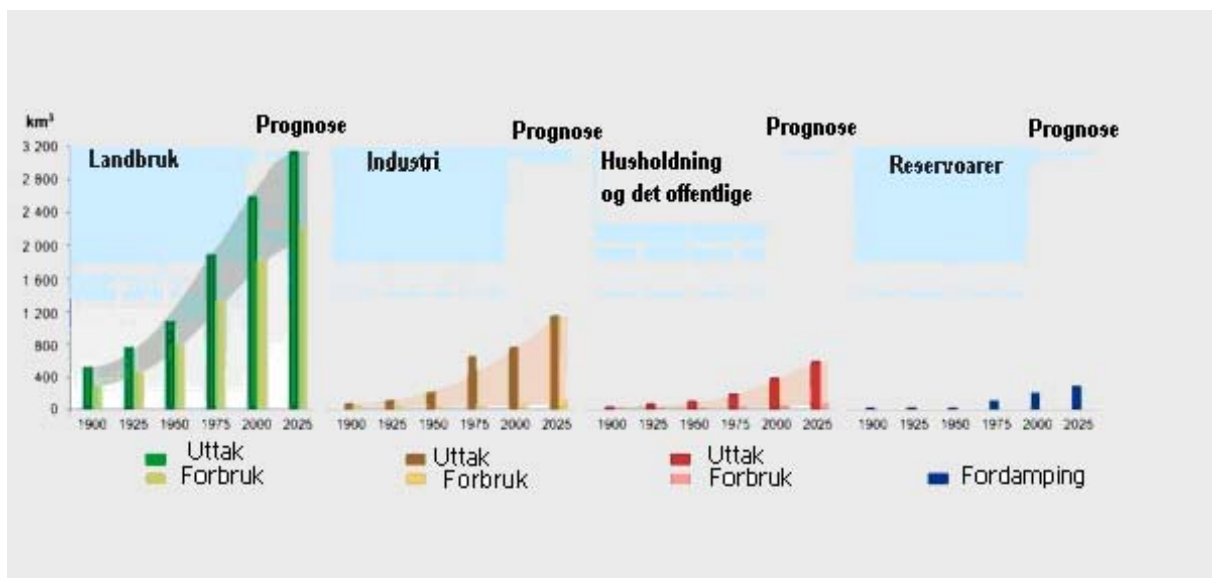
Tabell 3.1 Den gjennomsnittlige oppholdsstiden i de ulike magasinene i vannets kretsløp. Data fra Økland og Økland (1995), Shiklomanov (1998), Tollan (2002), Falkenmark og Rockstrøm (2004), Shiklomanov (2007).

Magasin i vannets kretsløp	Gjennomsnittlige oppholdstider i kretsløpet
Polaris og isbreer	10 000 år
Verdenshavene	2 500 år
Grunnvann	1 400 år
Innsjøer	17 år
Markvann	1 år
Elver	16 dager
Atmosfære	8 dager
Levende og døde organismer	Noen timer

Ved en rettferdig fordeling av vannressursene ville de dekke vannbehovet til hele verdens befolkning. Dette tilsvarer ca. 20 000 liter vann per person i døgnet. I Norge har hvert enkelt menneske tilgang til ti ganger så mye rent vann som verdensgjennomsnittet. I Nord-Afrika er den gjennomsnittlige vannmengden kun 1 300 liter/person i døgnet, altså ca. 1/16 av verdensgjennomsnittet (Tollan 2002, FN 2003a).

3.1.2 Bruk og forbruk av vann

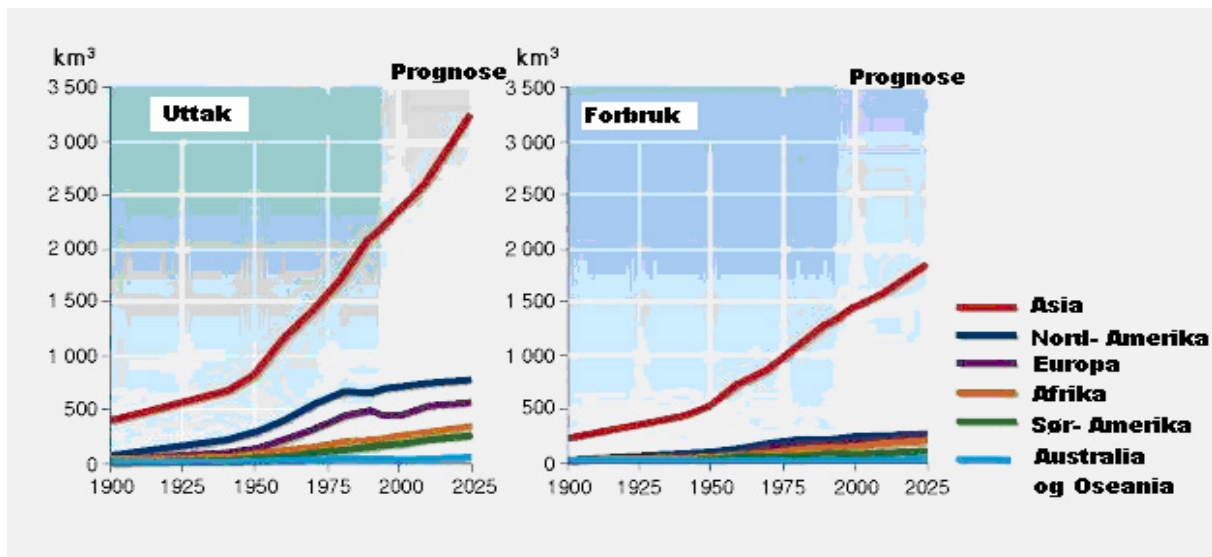
Vannbruk omfatter varer og tjenester som er nyttig for mennesker. Eksempel på vannbruk er vannkraft (Tollan 2002). Vannforbruk er vann som fjernes fra elver, bekker og innsjøer for menneskelige aktiviteter og gjør det ubrukelig i det samme område (UNEP 2008). Dette er en del av vannbruken. Fordamping ved irrigasjon eller utnyttelse av vannet i matvarer og andre produkter er eksempel på vannforbruk (Falkenmark og Rockstrøm 2004). Mye av vannbruken og vannforbruket pågår i jordbruk, industri og husholdning over hele verden. Globalt er jordbruket den største vannforbrukeren (figur 3.3). I noen tilfeller kan være det tvil om det er bruk eller forbruk det er snakk om.



Figur 3.3 Utvikling av globalt vannforbruk og uttak per sektor i henholdsvis landbruk, industri, husholdning og reservoar fra 1900 til 2000 og prognosen for 2025. Omarbeidet fra UNEP 2008.

Vann er nødvendig for alt liv og er grunnlag for utvikling over hele verden. Det benyttes blant annet til vanning i jordbruket og rekreasjon. Ellers brukes det i gruvedrift, industri og elektrisitetsproduksjon. Irrigert landbruk spiller en viktig rolle for levebrødet for mange nasjoner verden over (Reinders 2007). Det er ca. 12 500 km³ ferskvann per år på jorda som er tilgjengelig for menneskets bruk, men ca. 3 800 km³ av dette vannet bør av miljøhensyn ikke tas ut av naturen (Postel mfl. 1996).

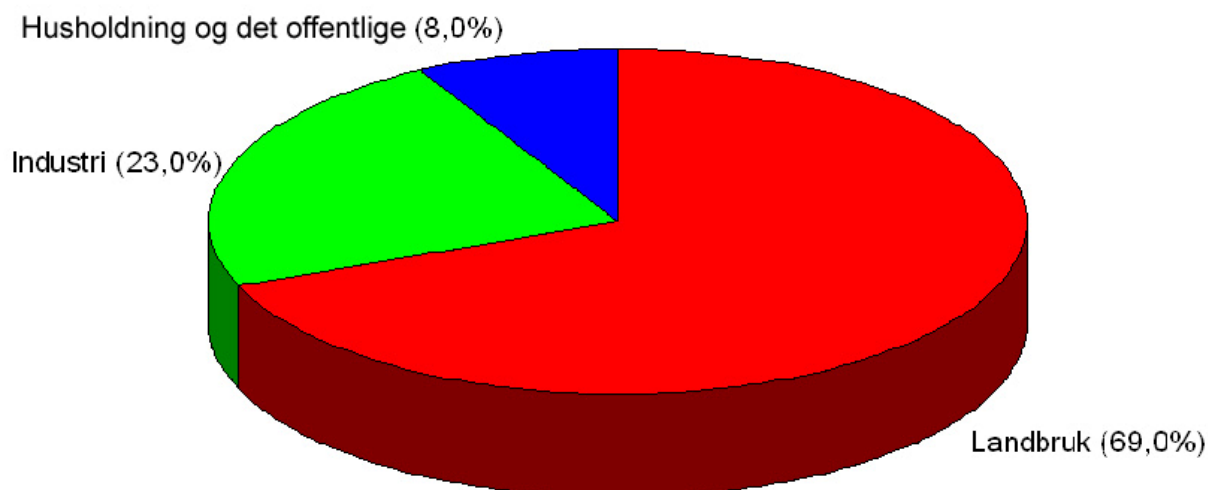
Vannforbruket varierer fra kontinent til kontinent og fra år til år (figur 3.4). Verdens ferskvannsbruk er i stor grad basert på flere sosioøkonomiske utviklingsfaktorer, blant annet befolkning og klimatiske forhold. Uttaket og forbruket av vann ventes å øke kraftig, særlig i Asia innen 2025 (UNEP 2008).



Figur 3.4 Globalt vannuttak og vannforbruk fra 1900- 2000 og prognose for 2025.

Omarbeidet fra UNEP 2008.

Vannforbruket per person i Norge og i andre industriland er anslått til 200-800 L /per døgn, mens menneskene i u- land bruker i gjennomsnitt ca. 20- 150 liter vann i døgnet (Rystad og Lauritzen 1996, UNEP 2008). I tillegg bruker industrien mye vann som råstoff og til kjøling og vasking (Økland og Økland 1995). På verdensbasis dominerer landbruket fullstendig når det gjelder vannforbruk. Verdens gjennomsnittlige vannbruk er delt inn i tre hovedkategorier. Dette er landbruk, industri og husholdning og det offentlige. Om lag 69 % av verdens totale bruk av ferskvann går til landbruk, men mellom 40 og 50 % av dette forsvinner i fordamping og lekkasje. Industrien tar ut 23 %, og husholdninger og det offentlige står for 8 % (figur 3.5). Men man må huske på at dette er den globale fordelingen, og det er stor variasjon mellom de enkelte land. I mange av u- landene bruker landbruket over 90 % av vannet, mens i i-landene er det industrien som bruker mest (Økland og Økland 1995, Postel 1996, FN 2003a). For eksempel går om lag halvparten av vannforbruket i Norge til husholdningene (Rystad og Lauritzen 1996).



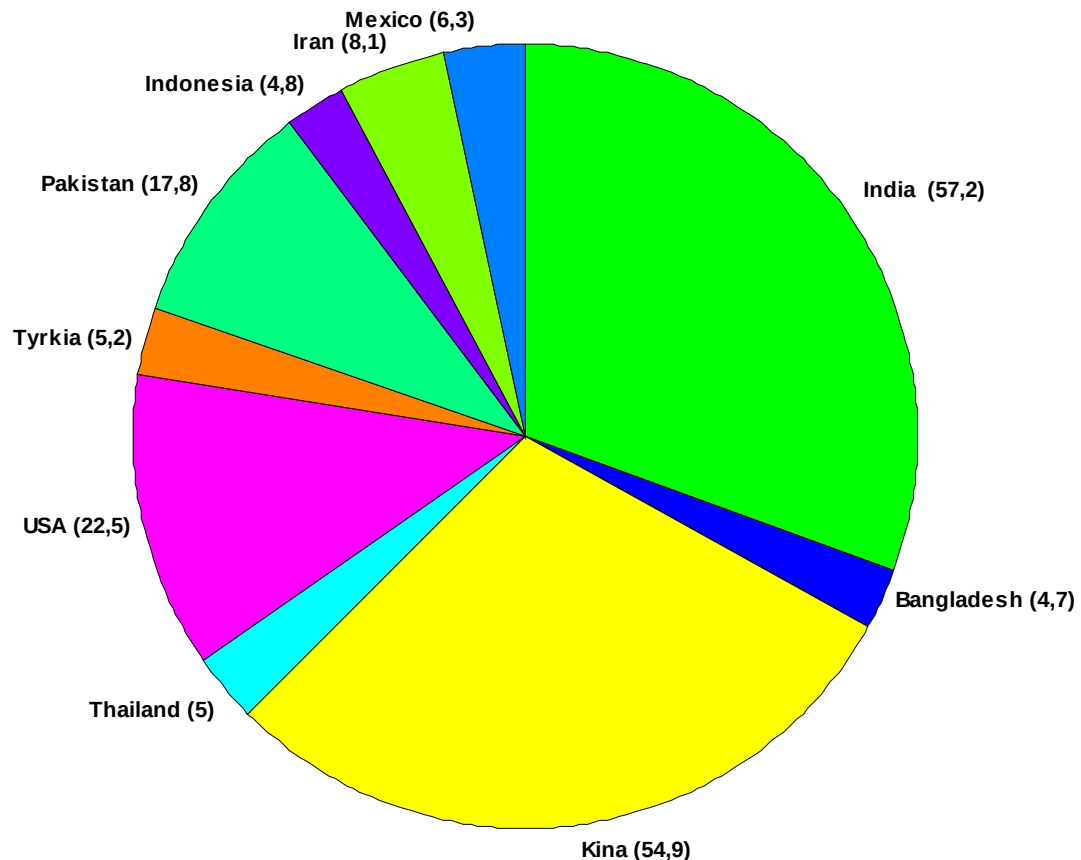
Figur 3.5 Det globale vannbruk i prosent fordelt på sektorene landbruk, industri og det offentlige (Postel 1996, FN 2008).

Vannbruken økte med over dobbelt så mye som befolkningsveksten på 1950-tallet, og på grunn av dette har flere områder blitt utsatt for vannmangel. Vannforbruket ventes også å øke i fremtiden. Ettersom verdens befolkning øker, vil også etterspørselen etter vann øke på grunn av dette (Økland og Økland 1995). Om lag 1/3 av jordas befolkning lider under vannmangel, og det er i Afrika og Vest- Asia hvor problemene er størst. I noen u-land må kvinner og barn ofte gå flere kilometer for å hente vann i brønner. Det er ikke alltid en selvfølge at det er vann i brønnene heller. Derfor er det viktig å være forsiktig med hvordan vannet brukes, og helst bruke det til de viktigste behovene som å drikke noen få glass med vann om dagen (Postel 1996).

Landbruk og irrigasjon

Med irrigasjon menes kunstig vanning i landbruket. Dette vil si en forflytting av vann fra ulike vannkilder for å dyrke jordbruksavlinger. Irrigasjon er en av de eldste kjente landsbruksteknikker med metoder og praksis som gradvis forbedres. Trolig startet de med irrigasjon i Mesopotamia for ca. 6 000 år siden. Arealet av landsbruksland under irrigasjon har økt enormt i løpet av de siste 100 årene. Det var ca. 40 millioner hektar (Mha) irrigert land i 1900 mot bare 8 millioner hektar i 1800 (Postel 1999b, Shortle og Griffin 2001). I dag er irrigasjon praktisert på mer enn 277 Mha. India, Kina, USA og Pakistan har de største irrigerte landområdene i verden (Figur 3.6). Irrigasjon er av stor betydning i de mest tørre og

halvtørre regionene, men den blir også stadig viktigere i andre regioner. Når verdens befolkning fortsetter å øke, vil etterspørselen etter mat og fiber for folket også øke (Postel 1999a, Reinders 2007).



Figur 3.6 De ti landene med de største irrigerte arealene i verden, uttrykt i millioner hektar (Mha). Data hentet fra Reinders (2007).

Disse irrigerte områdene står for 17 % av verdens totale landbruksareal for matproduksjon (Shiklomanov 1999, Reinders 2007). Irrigasjonsarealet ventes nå å øke fra dagens 277 millioner hektar til 290 million hektar i 2010, og med 330 millioner hektar i 2025. I Asia og Afrika er ferskvannsbruken på mellom 85 og 95 %.. Behovene for vann i landbruket kommer til å øke kraftig i årene fremover. Befolkningsveksten vil trolig kreve en enorm økning i matproduksjonen i forhold til i dag. Mye av dette vil sannsynligvis dyrkes på arealer med kunstig vanning (Shiklomanov 1999)..

Irrigasjon anses nå å være en hovednøkkel til matproduksjon i verden. Om lag 40 % av verdens matproduksjon kommer fra irrigert landbruk (Postel 1996, Postel mfl. 1996). Irrigasjon kan øke avlingene, og de største avlingene i irrigerte områder er dobbelt så store som de største med vanlig nedbør. Utvidet bruk av irrigasjon er viktig for å øke matproduksjonen i verden. Dette bør kombineres med mer effektiv irrigasjon, og fornuftig bruk av gjødsel og bedre plantesorter (Økland og Økland 1995, Postel 1999b). Irrigasjon har imidlertid ført til betydelige miljøkostnader og den bidrar til naturødeleggelser. I tillegg til å være en stor vannbruker er irrigert landbruk også en hovedårsak til vannrelaterte miljøproblemer. Reservoarer konstruert for å forsyne landbruket og andre sektorer med vann, har ødelagt tallrike naturverdier med oversvømmelser. En annen konsekvens av irrigasjon er forringelse av akvatiske habitater. Avrenning fra irrigert landbruksland bringer salter, gjødsel, pesticider og annen forurensning inn i overflatevann. Dette forårsaker skade på fisk, ville dyr og planter, og svekker ellers vannkvaliteten. Drikkevann blir også forurensset av landsbrukspesticider og nitrogen når irrigasjonsvann trenger ned gjennom grunnen inn i den metta sonen (Shortle og Griffin 2001).

Det globale vannforbruket til irrigasjon er ca. 2 500 km³ årlig, og dette tilsvarer 8 ganger mer enn vannforbruket i husholdninger. Av disse 2 500 km³ kommer bare 30 -60 % av vannet plantene til nytte. Resten går som avrenning eller fordamping (Tollan 2002).

Befolkningsvekst er en viktig faktor til vannbehov i landbruk og vannbehovet i matproduksjon vil være stort på grunn av dette. Dette er en stor utfordring i framtiden.

Ferskvannet spiller en viktig rolle innenfor landbruk. Jordbruket i verden er avhengig av større eller mindre mengder av nedbør. Problemet med nedbør som vanningskilde er at nedbøren varierer i mengder, og det er stor usikkerhet knyttet til fremtidig klimautvikling. Mange steder er og blir det for lite nedbør. Dette har gjort at irrigasjon blir viktigere. Matmangel har ofte bakgrunn i vanskelige produksjonsforhold som følge av mangel på vann (FN 2003a).

For å produsere 1 kg korn går det med mellom 1.000 og 3.000 liter vann. En person trenger 2 til 4 liter drikkevann om dagen, mens det kreves 1 til 10 tonn vann for å produsere nok mat per person for en dag. Dette innebærer at vannet er helt sentralt i matproduksjonen, og tilgang på tilstrekkelige mengder av ferskvann er av avgjørende betydning for folks matvaresikkerhet (Postel 1996, Tollan 2002).

I noen områder varierer nedbørs mengdene mye i perioder med tørke og flom, og da oppstår det matmangel. Det er blitt registrert flere tørke-og flomkatastrofer mange steder i verden, og tusenvis av mennesker har mistet livet eller blitt hjemløse de siste årene. Tørke er hovedårsaken til matmangel i verden og er ansvarlig for 10 millioner menneskers død i perioden 1990-2005. Samtidig ble over 2 milliarder mennesker påvirket av tørke i den samme perioden, og tallene synes å øke for hvert år. De største tørkekatastrofene forekommer i Kina, India, Etiopia, Sudan og Mozambik. I tillegg har det vært 7 millioner dødsfall som følge av flom, og en milliard mennesker har blitt påvirket av flom i perioden 1990 - 2005 (Gleick 2006).

Irrigasjonsteknikker

Det finnes flere typer av irrigasjonsteknikker, men mest vanlig og mest kjent er: overflatevanning, spredervanning, lokalisert vanning, drypp og mikroirrigasjon (NDSU 2007).

Ved overflatevanning blir det meste av jordbruksarealet oversvømt med vann. Dette er den mest brukte vanningsteknikken, men denne metoden er ikke effektiv. Ved spredervanning blir vannet under trykk ført gjennom et nettverk av rør og ut til arealene fra dusjhoder.

Ved lokalisert vanning blir vannet transportert gjennom et nettverk av rør til steder hvor det er store behov for vann. Mikroirrigasjon er et lavtrykksirrigasjonssystem som sprøyter og drypper. Vannets utløpsmønster er forskjellig fordi spredemekanismer er utformet for spesifikke anvendelsesmåter i landbruk eller etter hagebrukskrav (NDSU 2007). Dette er en metode som frakter vannet langsomt til røttene av planten ved å lede vannet enten på jordoverflaten eller direkte til rotsonen. Det er lite av vannet som går tapt ved bruk av denne metoden, og den er derfor en meget effektiv vanningsmetode, men det er den mest kostbare metoden (Reinders 2007).

Irrigasjon kan øke avlingene av de fleste vekster med fra 100 % til 400 %. De største avlingene ved irrigasjon er dobbelt så store som de største områder med vanlig nedbør. Utvidet bruk av irrigasjon er noe av det mest lovende for å øke matproduksjon i verden (FN 2008). For eksempel kan dryppirrigasjon redusere vannforbruket med 30 til 70 %. I tillegg kan dette redusere risikoen for økt jordsaltholdighet og ellers øke avlingene (Gleick 2006). Dryppvanning utgjør bare en liten brøkdel av irrigasjonen på verdensbasis i dag, men den

vokser hurtig globalt og spiller en viktig rolle i Israel. I California ble det ikke brukt dryppvanning på markene i 1970, men i 2005 ble nesten 70 % av disse arealmarkene vannet med dryppvanning (Gleick 2004). De negative sidene ved irrigasjon er at irrigasjonsanleggene er for dyre for de fleste småbøndene i u-land. Videre kan feil irrigasjon også føre til redusert jordkvalitet.

Vannuttaket (water withdrawal) til irrigasjon varierer geografisk og er avhengig av klimatiske forhold. For eksempel er vannuttaket i de nordlige deler av Europa 300- 5 000 m³/ha, mens vannuttaket i sydlige og østlige deler av Europa er estimert til 8 000- 11 000 m³/ha. I USA blir vannuttaket estimert til 8 000-10 000 m³/ha. I enkelte asiatiske og afrikanske land, og i Sør-og Sentrale-Amerika, er det en stor variasjon i klimatiske forhold. Derfor varierer årlig vannuttak i disse områdene mellom 5 000 og 6 000 m³/ha til 15 000-17 000 m³/ha vann (Shiklomanov 1997, Shiklomanov 2000).

Industriens vannbruk

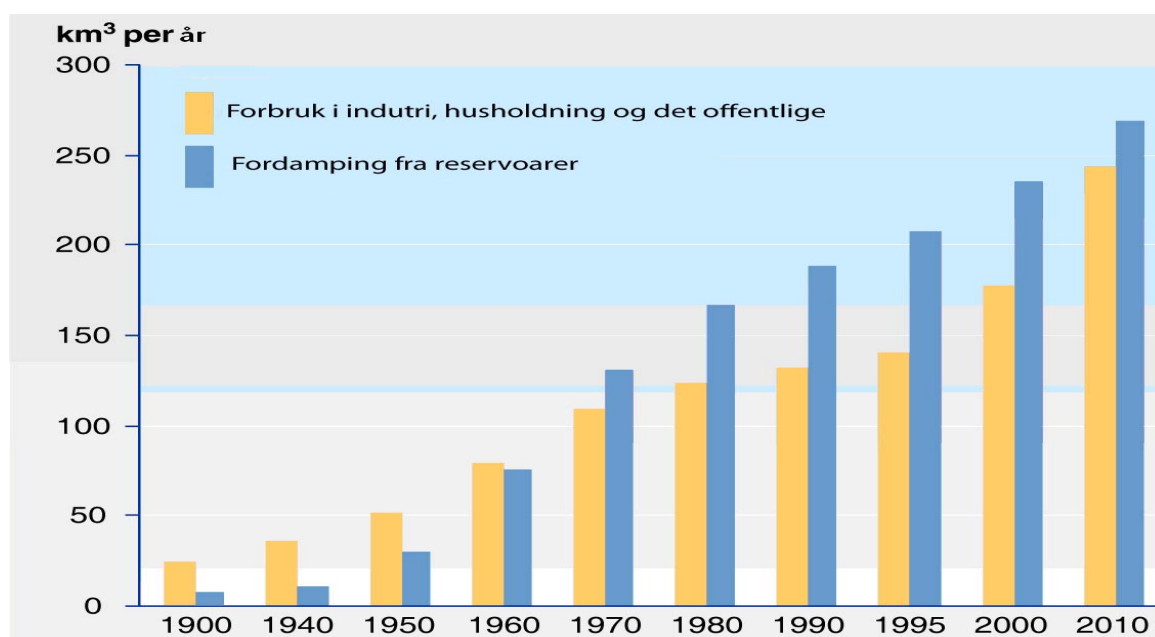
Alle produkter som man bruker i dagliglivet, fra datamaskiner til fjernsyn, papir, plast og klær, krever rikelige mengder med vann for å kunne produseres. Treforedlingsindustri, jern- og metallindustri og kjemisk industri er også avhengige av vann. Det kreves 700 liter vann for å produsere ett kilo papir, 280 tonn vann for å produsere ett tonn stål og 4 500 liter vann for å produsere ett tonn sement. Om lag ¼ av verdens vannbruk går til industrien (Clarke 1992, Postel 1992, Økland og Økland 1995). Av dette benyttes 57-69% av ferskvannet til vannkraftverk og kjernekraftproduksjon, mens mellom 30-40% går til industriprosesser (Shiklomanov 1997, Shiklomanov 1999, Shiklomanov 2000).

I mange i-land går ca. 50-80 % av vannforbruket til industriformål, inkludert vann til energiproduksjon, sammenlignet med bare 10-30 % i u-land. Vannet i industrien benyttes til avkjøling, løsningsmiddel, bearbeiding, vaskeprosesser og transport av avfallsstoffer, oppvarming og vannbehandling (Postel 1992, Økland og Økland 1995). Industrivannbehovet ventes å øke fra 1,4 til 2,9 ganger i industriland og fra 3 til 10 ganger i utviklingsland innen 2025 i forhold til i dag (Shiklomanov 1997, Shiklomanov 2000).

Mengden av vannbruk i industrien varierer med typen produksjonsprosesser som benyttes. Vannforbruket er også avhengig av teknologien som anvendes i industrien, klimatiske forhold og vannforsyningssystemet som brukes. På grunn av dette anses vannuttaket i industrien å

være betydelig mindre i nordlige enn i sydlige områder hvor lufttemperaturen er høyere. Kjemisk industri, petroleumanlegg, metallurgi og papirindustri, og maskinfabrikasjon er hovedforbrukerne av vann i industrien på verdensbasis (Shiklomanov 2000, Gleick mfl. 2007).

Mengden av vanndamp fra reservoarer antas å overskride den samlede mengden av ferskvann som forbrukes til industri og husholdninger (figur 3.7). Dette bidrar til stort vanntap, spesielt i de varme tropiske regionene (UNEP 2008).



Figur 3.7 Vannforbruk (km³) i industri, husholdning og det offentlige sammenlignet med fordamping fra reservoarer i perioden fra 1900 til 2010. Omarbeidet fra UNEP 2008.

Ulemper med industriens vannforbruk er at den fører med seg mange miljø- og forurensningsproblemer ved utslipp til vann. Dette gjelder blant annet utslipp av baser, syrer, giftstoffer som arsen, cyanid, fluorid, og organiske stoffer med spesielle virkninger slik som lukt og smaksstoffer. Slam og slagg er også betydelige og vanlige forurensningskilder i gruveindustrien (Tollan 2002). Alle disse stoffene er helsefarlige, og er opphav til mange sykdommer og dødelighet i store deler av verden.

I Norge er industrien den største vannbrukende sektoren. For eksempel bruker næringsmiddelindustrien årlig ca. 600-700 millioner m³ vann/år, treforedlingsindustrien 500-

600 millioner m³ vann /år og kjemisk industri 300-400 millioner m³/ år. Metallurgisk industri bruker årlig relativt lite vann, kun 100-200 millioner m³/år (Tollan 2002).

Vannforbruket i industrien kan reduseres, først og fremst ved resirkulering av vann. Vannet kan renses internt og brukes på nytt. I California var det i mange år tørke og et sterkt ønske om å øke vannøkonomiseringen. I perioden 1985 til 1989 ble vannforbruket i 640 produksjonsbedrifter redusert med 19 % i gjennomsnitt. Resirkulering av kjøle- og prosessvann, redusert strømningshastighet og lekkasjekontroll var viktige tiltak i vannøkonomiseringen. Dette førte til at California i dag er blitt en av de ledende i verden når det gjelder resirkulering av vann (Økland og Økland 1995).

Vannbruk i husholdninger og i det offentlige

Vann i husholdninger og i det offentlige omfatter vannmengder som er tilgjengelige til menneskenes bruk i byer og bygder. Husholdninger og det offentlige står for mindre enn 1/10 av verdens totale vannforbruk (Økland og Økland 1995, Postel 1996, FN 2003a, FN 2008). Dette er vann som brukes til drikke og vaskevann, til matlaging og sanitæranlegg. Et menneske trenger minimum 80 liter vann daglig for å opprettholde en akseptabel livskvalitet. Forbruket avviker imidlertid mye fra dette over store deler av verden. Et eksempel på dette er folk på Madagaskar som hadde et gjennomsnittsförbruk på ca. 5,4 liter per innbygger per døgn i 1990, mens en person i USA brukte mer enn 500 liter per døgn samme år (Clarke 1992, Økland og Økland 1995). Dette skyldes i stor grad et utall av hjelpemidler i husholdningen og hagevanning i den rike delen av verden.

Mennesker i i-land bruker i gjennomsnitt ca. ti ganger mer vann daglig enn befolkningen i u-land. I i-land bruker man i gjennomsnitt 300-600 liter per person og døgn, mens u-land bruker 60-150 liter per person og døgn. Det er også forskjell på vannforbruket mellom byer og bygder. I en storby med sentralisert vanntilgang og et effektivt kanaliseringssystem er vannforbruket i en husholdning ikke mer enn 5-10 % av det totale vannuttaket til husholdningen. Vannuttaket i storbyer varierer mellom 300-600 liter per person og døgn, mens i småbyer er vannuttaket ca. 100-150 liter og forbruket kan være opptil 40-60 % av det totale vannuttaket. I mange land i Asia, Afrika og Latin Amerika utgjør offentlig vannuttak bare 50-100 per person og døgn. I områder med utilstrekkelige vannressurser kan vannuttaket være helt nede i 20-60 liter per person og døgn (UNEP 2008).

Dersom befolkningen og byene øker i størrelse, vil det være vanskelig for myndighetene å skaffe nok vann til alle sine innbyggere. Det er kostbart å bygge og vedlikeholde vannverk med pumpestasjoner, rørledninger, og renseanlegg både på inntaks- og avløpssiden. Det er viktig at myndighetene setter en riktig pris på vannet, og måler forbruket for å unngå unødvendig bruk. Med riktig pris forstås det i denne sammenheng, en pris som alle mennesker kan klare å betale uten at det går utover deres økonomiske situasjon. Edmonton i Canada er en by som har vannmålere i alle boliger. Her er forbruket per innbygger halvparten av hva det er i Calgary, der det er få vannmålere. De to områdene i Calgary som har vannmålere har et forbruk tilsvarende det i Edmonton. Tucson by, i Arizona, reduserte vannforbruket med 16 % på få år etter at prisen på vann ble fastsatt. Det ble også gjennomført kampanjer for å spare på vannet (Økland og Økland 1995). Dette tyder på at det faktisk er mulig å redusere vannforbruket i husholdninger. Man må huske at vannbruken i husholdninger og i det offentlige varierer mye mellom regioner og kontinenter og fra land til land.

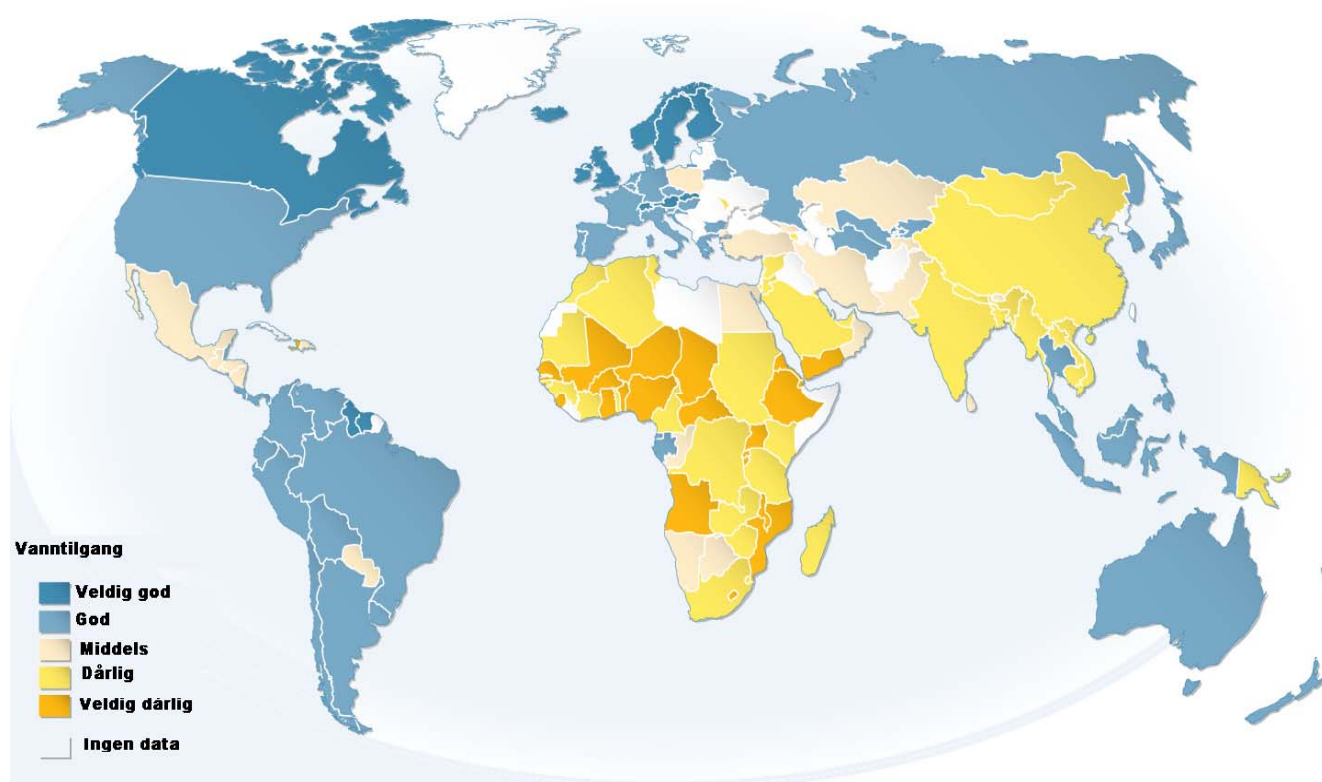
I Norge har vannmålere liten effekt i forhold til å redusere vannforbruket i husholdninger, fordi de marginale kostnadene ved å skaffe mer vann er så liten. Dette skyldes at mange vannverk har ubegrenset tilgang på vann (Økland og Økland 1995).

Vannsparing er et viktig tiltak for å redusere vannforbruket i husholdninger. Dette skjer hovedsakelig gjennom lover og regler om sparedusj og kraners effektivitet, og vannmengder som brukes ved spyling i toaletter. Et eksempel fra Boston i USA viser at endringer i standarder kan redusere det daglige vannforbruket i hjemmene fra 911 til 204 liter per person og døgn. I områder med vannmangel finnes det ofte to systemer for forsyning. Et system med lavkvalitetsvann til bading og vask, og et system med høykvalitetsvann til matlaging og drikkevann. Eksempel på dette er Madras i Sør- India, en by på ca. 4 millioner mennesker. Byen har den laveste tilgangen på vann av alle Indias byer med 78 liter per person og døgn i normale år og bare halvparten i tørre år. Madras får vaskevannet fra dårlig grunnvann, mens vann til matlaging og drikkevann kommer fra andre kilder, blant annet fra vannreservoarer med oppsamlet regnvann (Økland og Økland 1995).

Vann til matproduksjon

Med vann til mat menes vannmengden som trengs for å opprettholde en avlingsproduksjon. Dette er vann som benyttes hovedsakelig i jordbruket. Globalt er vannmangel og dårlige irrigasjonsmetoder de viktigste årsakene til en redusert matproduksjon i verden (Postel 1992).

Vannmengden er imidlertid begrenset og variabel, og mange land i verden er nå klassifisert som vannfattige, særlig i Afrika og Asia (figur 3.8). Et land klassifiseres som vannfattig når vannmengden ligger under 1000 m³ vann/årlig. Dette gjør det vanskelig for de fleste bøndene å produsere mer og nok mat til verdens befolkning (UNEP 2008). Avlinger får den fuktighet som trengs for å vokse gjennom nedbør og irrigasjon. Om lag 84 % av verdens avlinger som går til menneskemat og dyrefor blir vannet kun med nedbør. Resten benytter seg av kunstig vanning (Postel 1999b). Irrigasjon har i dag gjort mange av jordas solrike og varme områder til viktige avlingsproduksjonsområder. Egypt og sentrale deler av California er eksempler på dette (Postel 1992). I tørre perioder kan man ved energitilskudd gjennomføre vanning forutsatt at det er vanntilgang i elver og bekker (Postel 1996).

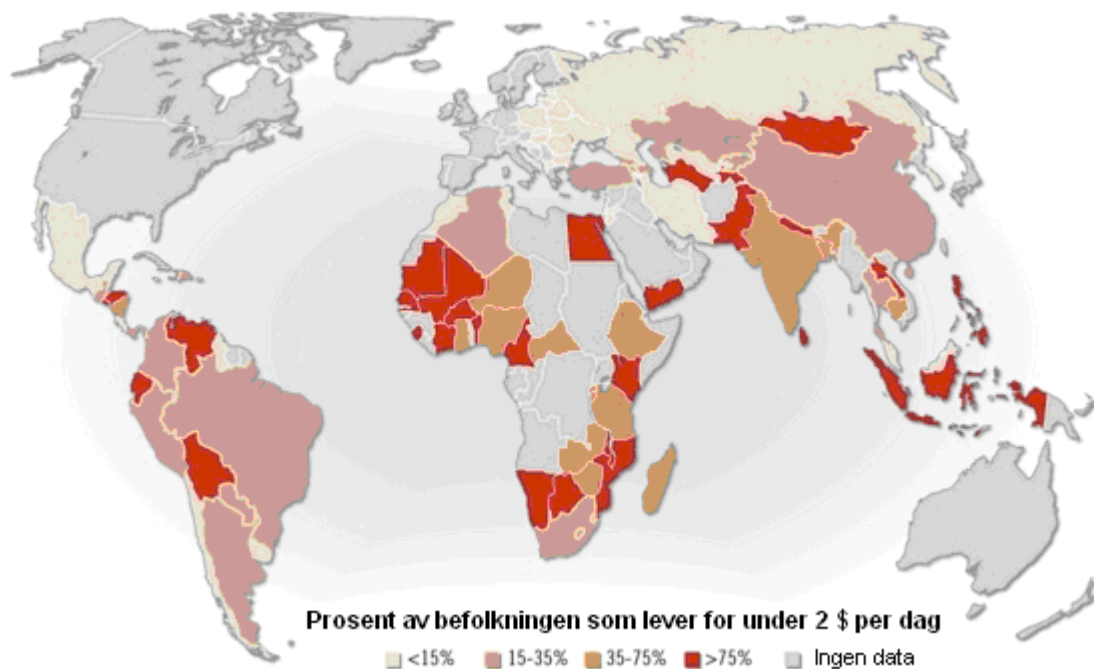


Figur 3.8 Kart som illustrerer tilgangen på vann i år 2002 (UNEP 2008). Omarbeidet fra UNEP 2008.

Befolkningsveksten er en avgjørende faktor for dagens vannmangel. Men hovedårsakene er kanskje mangel på gode bindende avtaler om investering, dårlige samarbeid, utilstrekkelig menneskelig kapasitet og dårlige styringssystemer som kan regulere og administrere

vannressursene. Verdens befolkning har økt fra ca. 2 milliarder i 1900 til 6,6 milliarder i dag. Irrigerte områder er blitt doblet og vannforbruket tredoblet i samme periode. Dette har medført at irrigasjon er blitt en hjørnestein for matsikkerheten (Molden 2007). Land som benytter kunstig vanning er Kina, Egypt, India, Indonesia, Israel, Japan, Nord- og sør Korea, Pakistan og Peru (Postel 1992, Reinders 2007). Vannbehovet er dramatisk mye høyere hos mennesker som lever på sultegrensen, ettersom maten i stor grad består av vann. Noen steder i verden er mangel på drikkevann den direkte trusselen mot menneskenes evne til å overleve, mens det andre steder er matmangel som er trusselen. For å produsere nok mat til ett menneske, kreves det ca. 300 tonn vann per år, omtrent ett tonn om dagen (Clarke 1992).

Mer enn 1,1 milliarder mennesker lever på under en dollar om dagen, og nesten halvparten av verdens befolkning må klare seg på under to amerikanske dollar om dagen (figur 3.9). Om lag 70 % av de fattige bor på landet, og ca. 60 % av dem finner man i Sør-Asia og sør for Sahara i Afrika. I Sub Sahara er matmangel et stort problem. Problemet øker hvert år, og tusenvis av mennesker er rammet av sultkatastrofer. Antall mennesker med usikker mattilgang sør for Sahara har økt fra 120 millioner mennesker i 1980 til 200 millioner mennesker i 2000 (FAO 2007). FNs tusenårsmål nr. 1 handler om å utrydde ekstrem fattigdom og sult innen 2015 (FN 2003a). Dette innebærer blant annet en halvering av den andelen av verdens befolkning som sulter innen 2015 i forhold til 2000. Likevel står dette tusenårs målet nå i fare for å ikke bli nådd.



Figur 3.9 Områder som viser hvor stor andel av befolkningen som er fattig og lever for under 2 \$ per dag. Omarbeidet fra UNEP 2008.

FNs tusenårsmål nr. 4 handler blant annet om halvering av barnedødeligheten med 2/3 innen 2015. Videre handler FNs tusenårsmålet nr. 6 om bekjempelse av HIV/ AIDS, malaria og andre sykdommer (FN 2008). Om lag 28 % av alle barn i u-landene anses å være underernært. Rundt 10 millioner barn dør hvert år før de er fem år gammel. Av disse er det ca. 4 millioner barn som dør i alderen mellom en måned og ett år. Sør-Asia og sør for Sahara i Afrika er de mest utsatte områdene. Dette skyldes fattigdom, underernæring og mangelfull tilgang på ressurser. Om lag 40 millioner mennesker er smittet av HIV/AIDS, med rundt 2,8 millioner dødsfall i 2004. Hvert år er det 350-500 millioner tilfeller av malaria, med mer enn en million dødsfall per år. Afrika står for 90 prosent av dødsfallene forårsaket av malaria, og dette gjelder særlig barn. Uten dramatisk mottiltak står man i fare for ikke å nå målene om å halvere utbredelsen av ekstrem fattigdom og sult, bekjempe sykdommer og reduksjon av barnedødelighet innen 2015 (Assadourian 2006).

Vanntilgang og matsikkerhet

Mangel på ferskvann setter grenser for matproduksjonen mange steder i verden. All avling er avhengig av vann og nedbør. Uten vann stopper all vekst. Verdens matbehov er økende, samtidig som tilgangen på ferskevann i noen områder nærmer seg sine grenser (Postel 1996).

Veksten av verdens matproduksjon går langsommere når jordbruket nærmer seg yttergrensene. Disse grensene settes av følgende faktorer: dyrkbart areal, vannmengden som produseres i det hydrologiske kretsløpet og de geofysiske prosessene som produserer jord. En stadig mer spent politisk situasjon oppstår når land konkurrerer om vann fra grenseelver. Dette har vært tilfellet i blant annet Tigris-Eufrat, Jordanelven og Nilen (Brown mfl. 1991). Det er ikke en tilfeldighet at det fins færre mennesker som sulter i nedbørsrike enn i nedbørsfattige land i dag. Dette skyldes blant annet at industriland kjenner verdien av det vann som de bruker, og vil strekke seg svært langt for å unngå et underskudd på vann som kan true deres utvikling (Clarke 1992).

Den globale avlingen av korn, frukt og grønnsaker krever enorme store mengder vann. Den aktuelle mengden varierer med plantetype av korn og klimaet som det vokser i. Frukt og grønnsaker krever mindre vann per tonn høstet avling enn de fleste andre næringsrike vekster som for eksempel ris og hvete. Avlinger som vokser i et kjøligere klima krever mindre vann enn avlinger som vokser under varmere forhold (Postel 1996, 1999b). Årlig globalt kornforbruk er beregnet til omlag 300 kilogram (kg) per person i gjennomsnitt (Postel 1996, 1999b, Tollan 2002). Dette innebærer at vannet er helt sentralt i matproduksjonen, og tilgang på tilstrekkelige mengder av ferskvann er av avgjørende betydning for folks matvaresikkerhet. Dersom verdens befolkning fortsetter å øke, vil etterspørselen etter vann og mat også øke (Loucks og Gladwell 1999, Reinders 2007). Produksjonen av korn i verden i 2007 ble antatt å være 2 012 millioner tonn. Kina, USA og India er blant de største matprodusentene i verden (Reinders 2007, FAO 2008).

Omkring en tredjedel av verdens befolkning bor allerede i land med vannstress. I Kina, India og USA blir grunnvannet forbrukt raskere enn det naturen bringer tilbake, og grunnvannsnivået synker stadig. Hvis den aktuelle trenden fortsetter, vil 2/3 av verdens befolkning leve under slike forhold i 2025 (UNEP 2007).

Matsikkerheten i India, Pakistan, Kina og i mange andre land vil hovedsakelig være avhengig av hvordan de forvalter sine vannressurser (Molden 2001). Både internasjonalt, nasjonalt og lokalt bør fordelingen av vann for matsikkerhet og vann for miljøbestemt sikkerhet bli tydeligere. Befolkningsveksten er den avgjørende faktoren i fordelingen av vann for mat og miljøbestemt sikkerhet. Inntekt og livsstil kan også spille en viktig rolle når det gjelder matsikkerheten. En forandring i matvaner og diett kan for eksempel også ha betydning for det fremtidige behovet for vann (Molden 2001).

3.1.3 Vannforurensinger

Vann er grunnlaget for alt livet på jorda, og kvaliteten og tilgangen på vann er derfor viktig. Med vannforurensning menes endring av vannkvaliteten som gjør at vannet blir uegnet for menneskelig bruk (Tollan 2002). På verdens basis dør om lag 10 millioner mennesker hvert år som følge av forurenset drikkevann. Forurensning av elver og innsjøer (figur 3.10) med ulike kjemikalier er et av verdens alvorligste miljøproblem (Encyclopedia 2004).



Figur 3.10 En forurenset elv (Encyclopedia 2004)

Kilder til vannforurensning er mange, men de viktigste og mest aktuelle kildene er: husholdninger/kloakkutslipp, landbruk, industri, transport og avrenning fra søppelfyllinger (Rystad og Lauritzen 1996).

Vannforurensning varierer sterkt fra land til land. Det er store forskjeller mellom verdensdelene, og den er avhengig av de sosiale, politiske og økonomiske forholdene i landet. På grunn av dårlig råd og mangel på kunnskap vil forurenset vann være mer alvorlig og årsaken til flere sykdommer og død i u-land enn i i-land.

I utviklingsland er det vanlig at en rekke vannforurensninger er forårsaket av utilfredsstillende sanitære forhold og dårlig hygiene. Om lag 80 % av befolkningen i Asia mangler tilfredsstillende sanitære forhold, og der og i Afrika er vannforurensning hovedsakelig knyttet til fekale, bakteriologiske og mikrobiologiske forurensninger (WHO 2007).

I u-land blir vannklosetter installert i stadig flere hjem. Dette medfører imidlertid at tarmbakterier - på grunn av lite utbygde kloakkrenseanlegg- blir sendt ut i vannsystemene som brukes som drikkevannskilde, noe som fører til en betydelig forverring av de hygieniske forholdene i vassdragene (Miljøstatus 2007). Det er ofte større mangel på kompetente folk i ulike sektorer i u-land enn det er i i-land. Mange u-land har opplevd dårlig lederskap og det er bare de rike med makt og ressurser, som får tilgang på rent vann. Tilgang på rent vann bør være en rettighet for alle slike FN understrekker i sine menneskerettigheter.

I de industrialiserte landene er situasjonen annerledes. Vannforurensningen der er ofte knyttet til transport, industri, sur nedbør og jordbruk. I det moderne jordbruket blir det ofte brukt mye kunstgjødsel. Det aller meste av vannet som blir brukt i industrien, slippes ut i elvene igjen, men er da ofte forurenset (Shiklomanov 1999).

Omfang og type vannforurensninger er delt inn etter de virkningene de har på resipienten, det vil si hvor mye og på hvilke måter vannkvaliteten avviker fra den naturlige tilstanden i vannet. De vanligste og mest aktuelle forurensningstypene i ferskvann er: næringssalter, organiske stoffer, uorganiske partikler, sterke syrer, organiske miljøgifter, bakterier og tungmetaller (Berge 1999).

Tilførsel av næringssalter

Med eutrofiering eller overgjødning menes økt tilførsel av næringsstoffer og effekter av dette. Næringsrike innsjøer blir kalt eutrofe innsjøer. De viktigste næringssaltene som gir vannforurensning, inneholder fosfor og nitrogen. Fosfor stammer blant annet fra syntetiske vaskemidler hvor de er tilsatt for å gjøre vannet bløtt. Nitrogen blir tilført vannet i form av nitrat og ammonium løst i regnvann og som avrenning fra jordsmonnet. Fosfor begrenser planteproduksjon i ferskvann, mens nitrogen begrenser planteproduksjon i sjøvann (Rystad og Lauritzen 1996, Encyclopedia 2004, Welch og Jacoby 2004).

Gjødsel fra landbruket har samme forurensende effekt som utslipp av næringssalter fra kommunalt avløp, havbruk og industri. Lokalt kan landbruket alene forårsake overgjødning i vassdrag. Slike forurensningsproblemer av lokal karakter kan oppstå over alt hvor det drives landbruk. I tillegg kan landbruket sammen med avløp fra befolkning og industri og langtransporterte forurensninger bidra til overgjødning av kystvannet (Berge 1999, Miljøstatus 2007). Næringsstoffer som renner av jordbruksarealer kan forårsake forurensninger i form av overgjødning av vassdrag.

Store tilførsler av næringssalter til vann medfører oppblomstring av alger og bakterier, særlig blågrønne bakterier. Disse gir vannet farge og lukt, og når de dør, synker de ned til bunn. Der blir de brutt ned av andre mikroorganismer. Farge og lukt er tegn på at vannet er forurensset. Den store nedbrytningen gjør at oksygenet i vann blir forbrukt, og det blir utviklet forråtnelsesgasser som hydrogensulfid (H_2S), ammoniak (NH_3) og metan (CH_4)

Disse gassene fører til endringer av vannkvaliteten i en innsjø eller i vassdrag, og dette fører til at hele økosystemet blir forstyrret. Blant annet kan næringsdyr for fisk forsvinne. Mange alger produserer giftstoffer både i ferskvann og i saltvann. Giftstoffene dreper fisk, og stoffene kan akkumuleres i blåskjell i havet og gjøre dem uspiselige (Rystad og Lauritzen 1996, Encyclopedia 2004).

Tilførsel av organiske stoffer

De organiske stoffene kan deles inn i to grupper. De som gir saprobiering, og de som tradisjonelt kalles organiske miljøgifter. Organiske stoffer blir tilført vannforekomstene gjennom kommunal kloakk, ved utslipp fra landbruket i form av husdyrgjødsel og ved industrielle utslipp (Berge 1999). Treforedlingsbedrifter er ansvarlige for de største bidragene fra industrien, men også næringsmiddelbedrifter, som meierier, slakterier og potetbehandlerbedrifter har betydelig utslipp av organiske stoffer, samt humus i jordsmonn.

Organiske stoffer fører til en rekke virkninger i innsjøer og i ferskvann som saprobiering, økt humusinnhold og tilslamming. Humus består av store organiske molekyler som vanskelig lar seg bryte ned. De dannes ved nedbryting av plante- og dyrematerialer. Humus gir vannet gulbrun farge og gjør at vannet blir uegnet som drikkevann. Humusstoffene er tungt løselig i

vann og har en negativt ladet overflate. De har stor evne til å binde til seg positive ioner og virker som transportmolekyl i naturen.

Organiske stoffer i vannet er næring for bakterievekst. Karbonet oksideres til CO_2 ved hjelp av oppløst oksygen. Det første symptomet på mye organiske stoffer i vannet er derfor redusert oksygeninnhold. Konsekvensene for vannkvaliteten er at vannet får et slamlag på bunnen, og i tillegg får vannet et høyt innhold av bakterier og sopp. Andre ulemper er reduserte lysforhold som fører til lavere primærproduksjon og tiltetting av fiskegjeller, og økt innhold av ioner av jern og mangan i redusert form og fosfat på grunn av utlekkasje fra sedimentet. Dersom vannet blir helt oksygenfritt, kan spesielle anaerobe bakterier utnytte oksygenet som fins i sulfater og nitrater. Disse ionene blir omdannet til hydrogensulfid og ammonium. Bunnvannet blir da råttent og kan inneholde store mengder giftige gasser (Berge og Johansen 1994, Rystad og Lauritzen 1996).

Uorganiske stoffer

Uorganiske partikler kan bli tilført innsjøer gjennom jorderosjon og utvasking av materiale fra nedbørsfeltet eller som direkte utslipp fra bergverk, industri og annen type virksomhet.

Ulemper ved større mengder uorganiske partikler i vannet er at bunnen blir nedslammet, og det blir reduserte lysforhold og mindre plantevekst (Rystad og Lauritzen 1996, Andersen mfl. 1997.).

Tilførsel av sterke syrer

Ferskvann tilføres svovelsyre (H_2SO_4) og salpetersyre (HNO_3) ved sur nedbøren. Nedbør er sur når pH er under 5,6 (Bjerregaard 2005). Kilder for gasser som gir sur nedbør er mange, men industri og transport er de viktigste kildene i de fleste i-landene. Kullkraftverk og metallurgisk industri er eksempler på virksomheter som gir store bidrag til sur nedbør.

Sur nedbør skyldes for det meste menneskeskapte utslipp ved forbrenning av fossilt brennstoff som gir SO_2 og NO_x . I atmosfæren blir disse gassene blant annet oksidert ved gassfasereaksjoner til svovelsyre og salpetersyre (Gleick mfl. 2001).

Forsuring av jordsmonnet og grunnvannet er avhengig av om berggrunnen inneholder sure eller basiske bergarter. For eksempel gneis og granitt tilhører sure bergarter. Disse bergartene

har liten evne til å nøytralisere sur nedbør. Områder med kalkholdige bergarter har bedre evne til å motstå den sure nedbøren (Rystad og Lauritzen 1996, Miljøpolare 2008).

Sur nedbør påvirker hele naturmiljøet og forsurer overflatevannet og påvirker både de biologiske og kjemiske egenskapene til jordsmonnet (UIO 2007). Det sure vannet går inn i overflatevann og i grunnvann.

Når det sure vannet trenger inn i jordsmonnet, vil jordsmonnet kunne frigjøre aluminiumioner. I tillegg vil næringssalter som kalsium og magnesium bli vasket ut før planter kan benytte seg av dem. Jorda blir da mindre fruktbar. Surt vann er en stor trussel mot det biologiske mangfoldet.

Forsuring fører til endret artssammensetningen og reduserer antall arter i en rekke artsgrupper, og påvirker også dyre- og planteliv i innsjøer og i vassdrag. Dette gjelder planteplankton, dyreplankton, krepsdyr, snegler muslinger, insekter og fisk. Dette skjer fordi forsuring frigjør aluminium fra jorda, og aluminium i uorganisk form er giftig for mange arter (Miljøstatus 2007, SABIMA 2007).

Nordlige deler av Europa og USA, Kina, India og områder i nærheten av sterkt urbaniserte og industrialiserte regioner er de områdene som er mest utsatt for sur nedbør (Atmosphere 2007). Problemet med forsuring avtar i i-land, men øker i flere u-land med sterk økonomiske vekst. Sur nedbør er fortsatt det største miljøproblemet i Norge, og forsuring av vann er det viktigste. Internasjonalt er dette et stort problem som øker mest i Sørøst-Asia.

Tilførsel av miljøgifter

Om lag 3500 kjemiske stoffer er klassifisert som helse og miljøskadelige stoffer. Av disse er ca. 250 stoffer oppført på obs-listen, på grunn av sine helse- og miljøfarlige påvirkninger (figur 3.11). Omtrent 30 av disse stoffene eller stoffgruppene er plassert på prioritetslisten (vedlegg nr 3), og utslipp av disse prioriterte stoffene skal reduseres dramatisk innen 2010 både i Norge og i Europa (Europa 2007, Miljøstatus 2007). Disse stoffgruppene ble første gang presentert i stortingsmelding 58 (1996-97) under miljøvernpolitikk for en bærekraftig utvikling (Miljøstatus 2007).



Kilde: Statens forurensningstilsyn, 2007
www.miljostatus.no

Figur 3.11 Fordeling av miljøgifter på de ulike kjemikalielistene (Miljøstatus 2007).

Miljøgifter består av tungmetall og organiske miljøgifter. Tungmetaller er metalliske grunnstoffer som kan inngå i flere kjemiske forbindelser. Kvikksølv (Hg), som er et giftig metallisk grunnstoff, inngår for eksempel i mange uorganiske og organiske forbindelser, der de organiske er særlig giftige. Sammen med bly, kadmium, kvikksølv og arsen, er kvikksølv det mest problematiske tungmetallet i miljøsammenheng (Miljøstatus 2007). Men metallene nikkel, sink og kobber i høye konsentrasjoner er også helseskadelige. Flere av miljøgiftene er stoffer som selv i svært lave konsentrasjoner er meget giftige, brytes sakte ned og akkumuleres i næringskjeden.

Det finnes mange ulike typer av organiske miljøgifter. Noen av disse er: dioksiner, furaner, klorerte fenoler, bromerte flammehemmere, klorerte alkylbenzener og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), og polyklorerte bifenyler (PCB) (Rystad og Lauritzen 1996, Miljøstatus 2007).

Kilder for miljøgifter er mange, og varierer fra stoff til stoff. Fra boliger kan det komme PCB fra betongkonstruksjoner, isolerglass og maling. Kvikksølv finnes i sparepærer, tannfyllinger, og røyk fra krematorier. Arsen finnes i utlekking fra impregnert trevirke og dioksiner og furaner finnes i utslipp fra skips- og båttrafikk. Bly finnes i blåsesand, metallproduksjon, og kommunale avløp, slam og fossile brensler og avgis ved metallproduksjon. Kobber og krom finnes i treimpregnering i utslipp fra nedlagte gruver og kommunale avløp. Bromerte flammehemmere kan forekomme i elektriske og elektroniske produkter. Kadmium kan

forekomme i utslipp fra enkelte industribransjer, vedfyring, og i mineralgjødsel og i oppladbare batterier.

Miljøgifter gir skadelige virkninger i små konsentrasjoner ofte etter lang tids eksponering. Disse miljøgiftene kan føre til kroniske forgiftninger, irreversible skader for både miljø og helse, nerveskader, og enkelte miljøgifter kan være kreftframkallende. De kan også gi reproduksjonsskader og arvestoffskader (Andersen mfl. 1997, Bjerregaard 2005, SFT 2007).

Flere av de aktuelle stoffene er nå forbudt, for eksempel PCB, DDT, lindan og de bromerte flammehemmerne penta-BDE og okta-BDE. Det vurderes å regulere andre bromerte flammehemmere, og Norge har foreslått forbud mot deka-BDE. Selv med forbud mot stoffet tar det tid før nivåene i naturen synker, fordi miljøgifter er tungt nedbrytbare. Når det gjelder PAH, har resultatene av kartleggingene ført til skjerpede krav for enkelte bedrifter, blant annet smelteverk (Miljøstatus 2007).

Tilførsel av mikroorganismer

Med mikrobiologisk forurensning menes økt innhold av bakterier, encellede dyr og virus som kan være sykdomsframkallende hos mennesker. Bakteriell forurensning klassifiseres i forhold til evnen bakteriene har til å formere seg. Dette betegnes som kolonidannende enheter, *colony forming units* (CFU), og er betegnelse på det totale innholdet med levende bakterier. CFU-verdier fremkommer ved å dyrke frem bakterier på laboratoriet. Hver koloni som vokser under dyrking, antas å stamme fra enkelte bakterier. Bakteriene kan også telles ved bruk av mikroskop (Rosef og Rosef 2005).

Sykdomsframkallende bakterier er bakterier som forårsaker sykdom etter opptak eller konsum av forurenset vann. Spesielt *Escherichia coli* (*E.coli*) human patogene varianten er viktigste årsaken til bakteriell gastroenteritt hos mennesker. Den er en av de hyppigste årsakene til diarésykdom og død hos barn og unge i u-land (Granum 1999). Kilder for denne typen forurensning er husholdningskloakk, avrenning fra jordbruket og sigevann fra søppelfyllinger. Avføring fra mennesker og dyr inneholder store mengder av slike organismer eller virus. Mikrobiologisk forurensning forårsaker mage- og tarminfeksjoner og kan føre til alvorligere sykdommer som kolera, tyfoidfeber, dysenteri og tuberkulose (Granum 1999, Rosef og Rosef 2005).

Ved mikrobiologiske undersøkelser av vann får man vite hva slag bakterie som er tilført. Dermed kan man finne ut om bakteriene er sykdomsframkallende eller ikke. Noen av disse bakteriene er indikator og andre er direkte skadelige på vannkvalitet og menneskers helse.

Indikatorbakterier er bakterier som indikerer en fekal forurensning. Når koliforme, og termotolerante bakterier som *Escherichia coli* (*E. coli*) er påvist i vannprøver, er det alltid risiko for at vann er forurensset eller at sykdomsframkallende bakterier er til stede (Toranzos mfl. 2002, Rosef og Rosef 2005). Det finnes flere typer av *E.coli* varianter, blant annet *E. coli* som indikatorbakterier og *E.coli* som humanpatogene. *E.coli* i vann tolkes som tegn på fekal forurensning og er uttrykk for dårlig hygiene (Granum 1999).

E coli 0157:H7 (human patogenere), *campylobacter*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella*, *Yersinia* er noen av de viktigste sykdomsframkallende bakteriene (WHO 2007).

Disse bakeriene hører til den normale tarmfloraen hos varmblodige dyr og mennesker. Bakteriene vokser ikke i vannmiljøet, men på laboratorier kan man dyrke fram disse fra vannprøver. Hensikten med dyrking er at de kan fortelle om vannet er forurensset og tilført avføring. Resultatet blir angitt som påvist eller ikke påvist per 100 ml vannprøve (NMKN 1999).

Termotolerante koliforme bakterier er en samlebetegnelse på indikatorbakterier som blant annet inkluderer *E.coli*. Påvisning av disse bakteriene i vann er beskrevet i henholdsvis NMKN metoden nr. 125, Norsk standard nr. 4914 (rørmetode) og nr. 4792 (filtermetode) (NMKN 1999). Ved bruk av disse metodene utnyttes blant annet disse bakterienes spesifikke evne til å vokse ved 44,5 °C (Granum 1999). Standarden beskriver en kolonitellingsmetode med membranfiltrerteknikk til analysen av det totale antall bakterier per 100 ml vannprøver. Bakteriene i vannprøver holdes tilbake på membranfilterets overflate når vannet filtreres. Termotolerante koliforme bakterier er viktige ved bestemmelse av hygienisk vannkvalitet. Ifølge verdens helseorganisasjon (WHO) skal det være nulltoleranse for de nevnte bakteriene i drikkevann per 100 ml vannprøver (WHO 2006). De nye patogener i råvann er *Giardia* og *Cryptosporidium* (Rosen mfl. 2000, Garcia Armisen 2006).

3.1.4 Biodiversitet i ferskvann

Den internasjonale definisjonen på biodiversitet er slik: "Biodiversity is a contraction of biological diversity. It reflects the number, variety and variability of living organisms and how these change from one location to another and over time. Biodiversity includes diversity within species (genetic diversity), between species (species diversity), and between ecosystems (ecosystem diversity)" (UNEP og WCMC 2008).

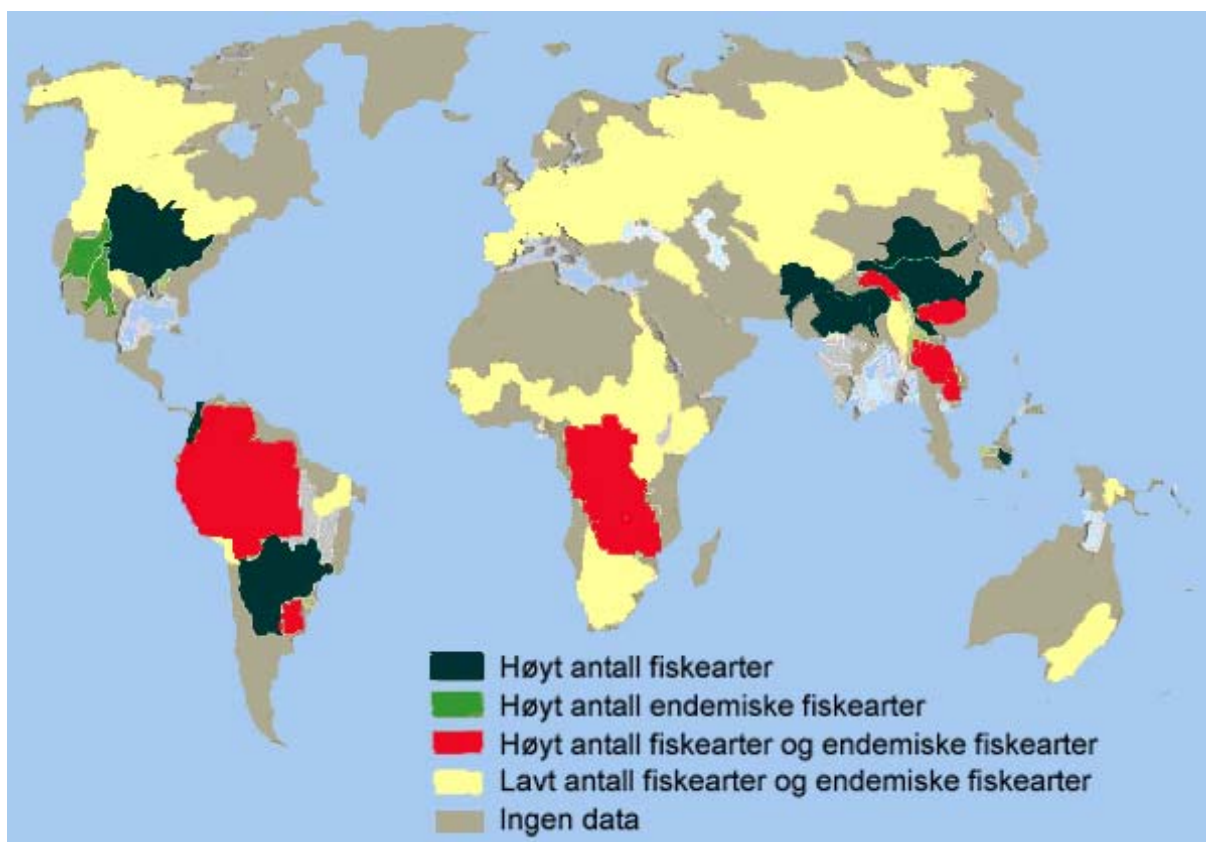
Økosystemene i ferskvann gir et bredt spekter av habitater for mange av verdens dyre- og plantearter. Kunnskap om artene er en forutsetning for å forstå det biologiske mangfoldet som helhet. Antall og sammensetning av arter i et område gjenspeiler variasjonen i miljøfaktorer. Variasjonen i ferskvannsnatur gir et mangfold av levesteder for ferskvannslevende arter (Revenga og Mock 2000). For landlevende arter er vannforekomstene og kantsonene rundt disse også viktige. Våtmarksfugler, mange flaggermusarter og hjortevilt er eksempler på slike arter (Saltveit 2006).

Miljøforhold i ferskvann er viktige for hvilke arter som kan overleve og trives i ulike ferskvannslokaliteter. Vannkvaliteten er i stor grad et resultat av geologiske forhold i nedbørsfeltområdet som omgir en ferskvannslokalitet. Temperaturen kan også sette grenser for hvilke arter som kan overleve i en ferskvannslokalitet. Eksempelvis vil de fleste ferskvannsartene dø ut dersom vannet bunnfryser. Mange amfibiearter lykkes ikke med å forplante seg i nordområdene (Økland 1983, Saltveit 2006).

Det totale antallet ferskvannsarter i verden er ukjent. Mindre enn to millioner arter på verdensbasis er til nå vitenskapelig undersøkt og gitt navn på (Maitland 1978, Myers mfl. 1987, NOU 2004, Miljopolare 2008). Tallene på ubeskrevne og urapporterte arter varierer mellom fem millioner og opp til mer enn hundre millioner arter. Dette gjelder særlig innenfor gruppene fisk, sopp, insekter og mikroorganismer. Fortsatt oppdages og beskrives nye arter hvert år. Nye arter av pattedyr og plantearter er eksempler på dette (Myers mfl. 1987, NOU 2004). Det biologiske artsmangfoldet er ikke konstant, fordi kontinuerlig vil noen arter dø ut mens nye arter dannes. I Norge er det gjort en beregning som viser at det er ca. 2794 arter som lever helt eller delvis i ferskvann (Artsdatabanken 2008, Naturleksikon 2008).

Økosystemene i ferskvann er rike på arter og viktige som tilholdssted for dem. De har et bredt utvalg av planter, fisk, muslinger, krepsdyr, snegler, fugler, krypdyr, padder, insekter, mikroorganismer og pattedyr. Disse lever under vann eller tilbringer mye av sin tid i eller på vannoverflaten. Anslagsvis 12 prosent av alle verdens arter lever i ferskvann. Nesten 25 % av alle virveldyrarter er samlet eller konsentrert i disse habitatene (Stiassny mfl. 1996, Silk og Ciruna 2005). Resterende er fordelt på marine- og terrestriske økosystemer (Økland 1983, Økland og Økland 1992). I Europa er for eksempel 25 % av fugleartene og 11 % av pattedyrartene brukere av ferskvannsvåtmarker som sine viktigste leve - og formeringsområder (Kristensen og Hansen 1994, Abramovitz 1996, McAllister mfl. 1997, Reaka-Kudla 1997, Revenga 2000).

Om lag 10 000 (40 %) av 25 000 kjente fiskeslag er ferskvannsformer (Silk og Ciruna 2005) og resterende 60 % er av marin opprinnelse. Dette høye mangfoldet av ferskvannsfisk i forhold til habitat fremmes av isolasjonsgraden i ferskvann. Enkelte geografiske områder har svært lave bestander av fiskearter og endemiske fiskearter (figur 3.12).



Figur 3.12 Diversiteten av fisk i verdens ferskvannssystemer. Omarbeidet fra UNEP 2008.

Globalt øker artsrikdommen mot ekvator. I de fleste gruppene av organismer inkludert fisk er det mange flere arter i tropene enn i tempererte regioner. Men visse grupper som for eksempel ferskvannskreps, viser mye mindre variasjon i tropene enn i tempererte regioner (Silk og Ciruna 2005, UNEP og WCMC 2008, WCMC 1999). Globalt utgjør insektene over halvparten av det totale artsmangfoldet av ferskvannslevende organismer (Myers mfl. 1987, NOU 2004).

Informasjon om den globale utbredelsen av ulike ferskvannsarter er dessverre sparsommelig. Dette gjør det vanskelig å kvantifisere det samlede ferskvannsbiologiske mangfoldet. Der det finnes data, er utviklingen dystre (Ricciardi og Rasmussen 1999). De fleste mener at det største tapet i biologisk mangfold har man i ferskvann (Moyle og Leidy 1992, Silk og Ciruna 2005).

Mer enn 20 % av verdens 10 000 fiskearter i ferskvann på verdensbasis, er truet eller utdødd (Abramovitz 1996). Om lag 42 % av fiskeartene i Europa er truet eller utdødd (Revenge mfl. 2000). I USA er ca. 37 % av alle fiskeartene ferskvann, 67 % av blåskjellarterne og 40 % av amfibierarter truet eller utdødd (Master mfl. 1998, Revenge mfl. 2000). Ifølge Ricciardi og Rasmussen 1999 vil anslagsvis 3,7 % av dyreartene i ferskvann gå tapt i Nord Amerika hvert tiår. Dette er nesten fem ganger høyere enn hos landlevende dyrarter.

Trusler mot biologisk mangfold i ferskvann

Trusler mot artsmangfoldet i ferskvann er menneskelige aktiviteter og klimaendringer (Myers mfl. 1987). Menneskelig aktivitet har i stor grad endret det biologiske mangfoldet i ferskvann. Habitatsdegradering, fysiske endringer av dammer og kanaler, vannuttak, overhøsting av fisk og skalldyr, forurensninger generelt, tilførsel av partikler og miljøgifter og innføring av nye arter har alle økt i omfang. Kapasiteten som økosystemene har til å opprettholde det biologiske mangfoldet er svært redusert globalt. Globalt er habitatsendringer og innføring av nye arter de største truslene mot det biologiske mangfoldet i ferskvann (Abramovitz 1996).

Mellom 20 % og 35 % av fiskartene i ferskvann er blitt truet eller er utdødd i løpet av de siste to tiårene på verdensbasis (Abramovitz 1996). Om lag 20 % av antall arter ferskvannsinsekter er truet (McAllister mfl. 1997). Reduksjon av biologisk mangfold i ferskvann pågår i mange land. Uten dramatiske mottiltak kan om lag 20 % av verdens ferskvannsfisk dø ut i løpet av de

neste 25-50 år (Moyle og Leidy 1992). Hver dag forsvinner mellom 20 og 100 nye arter uten en gang å ha fått noe navn (Myers mfl. 1987, Mathismoen 1992).

Denne forverringen skyldes verdens voksende befolkning som bruker ferskvann til mange tjenester. Økosystemene blir degradert, forurensset og noen ganger helt eliminert. For eksempel er mer enn 45 000 store dammer bygget i verdens elver, blant annet 19 000 i Kina og 5 500 i USA (WCD 2000). Mer enn 85 % av verdens store dammer har blitt bygget i løpet av de siste 35 år (Postel 1995). Disse endringene kan ha ødeleggende virkninger på naturlige ferskvannsarter som utvikler seg i nært samspill med hverandre (Silk og Ciruna 2005).

3.2 Generelt om globale vannkonflikter

Vannkonflikter er ofte knyttet til vassdrag, innsjøer eller grunnvann som deles av flere stater. Om lag 40 % av jordens befolkning lever ved 245 store elver som deles av to eller flere land (FIVAS 2006b). Omtrent 13 elver deles av fem eller flere nasjoner (tabell 3.2). Donau er den elven som deles av flest stater i verden. Hele 18 stater deler denne elven (Postel 1996).

Uenigheter om fordeling av felles vassdrag er ofte vanskelig å håndtere når militært og økonomisk sterke stater nedstrøms føler sine vanninteresser truet av svakere stater oppstrøms. Nilen er et eksempel på dette. Der oppstrømsland er sterkere, både militært og økonomisk, enn nedstrømsland, fører det sjelden til åpne konflikter. Det kan bidra regionalt til sosioøkonomiske problemer og politisk labilitet. Eksempler på dette er Tyrkia og elva Eufrat, Kina og elva Mekong (Postel 1996)

Tabell 3.2 Oversikt over verdens elver og innsjøer som deles av fem eller flere nasjoner (Clarke 1992, Postel 1996).

Elver og innsjøer	Antall land i nedbør felt
Donau	18
Niger	10
Nilen	10
Kongo	9
Rhinen	8
Zambezi	8
Amazonas	7
Mekong	6
Tsjad-sjøen	6
Volta	6
Ganges-Bramaputra	5
Elben	5
La Plata	5

Vannet i naturen tar ikke hensyn til landegrenser. Elver og bekker snor seg gjennom land og kontinenter, og i jorden har vi alt grunnvann (FN 2003a, FIVAS 2006b).

3.2.1 Sammenheng mellom vann og konflikter

Selv om moderne vannkonflikter er sammensatte, kjenner man fra historien flere eksempler på at man har brukt vannressursene for å vinne militære slag. Det har også vært utkjempet flere kriger om begrensede vannressurser. Det er fire forskjellige sammenhenger mellom vann og konflikter (Gleick og Cooley 2006, Worldwater 2008).

1. Vann brukes som våpen i en konfliktsituasjon

2. Vannsystemer brukes som krigsmål for å nøytralisere en fiende
3. Vann brukes som militært eller politisk virkemiddel
4. Ulik fordeling av vann kan skape spenning mellom land.

Følgende forhold må foreligge for at det skal oppstå en alvorlig politisk eller militær konflikt om fordelingen av vannressurser:

- Det må foreligge en situasjon med vannknapphet
- Vannkilden må være delt mellom flere stater
- De land som deler vannkilden har ulik økonomisk, politisk og militær styrke
- Alternative vannkilder er begrensede.

Konflikter om vann har eksistert i store deler av menneskets historie, spesielt i Midtøsten. Vann vil sannsynligvis bli en viktig kilde til konflikter i framtiden også. Mye tyder på at kampen om vann vil bli den viktigste ressurskonflikten i de neste tiårene, viktigere enn konflikter om gull og olje (FN 2003a). Når vannet er ujevnt fordelt eller forringet i kvalitet, kan det oppstå vannkonflikter både regionalt, nasjonalt og internasjonalt. Eksempler på dette er Egypt, Etiopia og Sudan som strider om vannet i Nilen. Irak, Syria og Tyrkia strider om vannet i Eufrat, og India, Bangladesh og Pakistan strider om vannet i Ganges. Mexico og USA konkurrerer om vannet i Colorado og Rio Grande (Falkenmark 1989, Gleick 1993, Postel 1999b, Tollan 2002). En regional og nasjonal vannkonflikt har man mellom folkegrupper i Sør- og Nord-Spania. De strider om overføring av vann fra landets største elv Ebro i nord til det vanntørste Sør-Spania (Tvedt 2007). Det er en utfordring for regjeringen i Spania å fordele landets vann mer rettferdig enn naturen har gjort.

Vannkonflikter oppstår også når det er mangel på eller dårlige samarbeidsavtaler mellom nasjoner som elver strømmer gjennom (Postel 1996). Det er store konflikter om vann i mange tørre områder og den blir bare alvorligere. Dette skyldes i stor grad mangel på bindende avtaler som regulerer bruken. Flere steder finner man også befolkning langs elveleier som er utsatt for oversvømmelser som følge av avskoging i fjellene hvor vannet kommer fra. Mange mennesker omkommer i slike flomkatastrofer (Falkenmark 1989).

Mennesker i land som trenger mer vann, bryr seg ofte lite om politiske grenser. Vann er essensielt og en forutsetning for all virksomhet over hele verden. Tilgang på ferskvann er allerede blitt brukt som forhandlingskort i forsøk på å komme fram til en fredsavtale i Midtøsten (Postel 1999b).

På verdensbasis ligger 47 % av landområdene i internasjonale vassdrag, og nesten 50 land har mer enn $\frac{3}{4}$ av sitt samlede territorium innenfor slike områder. Om lag ti av verdens elver deles hovedsakelig av utviklingsland, og reguleres av få eller ingen avtaler (Clarke 1992).

Vannmangel og vannfordeling har vært en utløsende faktor for mange militærkonflikter. Avtaleverk og samarbeidsorganisasjoner for gjensidig utnyttelse av felles ressurser er noen av de kontrollmekanismene som er med på å minske vannkonfliktene. Det er inngått ca. 300 to- og flersidige avtaler om forvaltning av internasjonale vassdrag siden 1945 (Postel 1999b, Tollan 2006). Noen land er flinke til å forvalte vannressurser som et fellesgode. Dette gjøres blant annet ved å utvikle flere kontrollmekanismer og metoder for å forvalte og fordele vann uten bruk av markedsmekanismer og privat eiendomsrett. I Spania er for eksempel vanntribunalet i Valencia organisert av ca. 960 maurere. Disse skal sikre en rettferdig og kontrollert bruk av vannet, blant annet til irrigasjon for dyrking av ris og appelsiner. Dette bidrar til en løsning av lokale vannkonflikter (Tollan 2006).

Vannkonflikter er vesentlig større i u-land enn i-land. Hovedårsaken til dette er at det i mange i-land er utarbeidet flere internasjonale traktater og avtaler for å regulere virksomheten langs vassdragsområdene. I Europa finner man ca. 5 større elver som deles av to eller flere land. Det er ca. 175 avtaler som til sammen regulerer vannressursene der. I utviklingslandene er det derimot vanlig at de felles vannressursene ikke er regulert i det hele tatt. Sammenlignet med Europa, har Afrika et veldig komplisert system når det gjelder vassdrag. Om lag 12 elver i Afrika deles av fire eller flere stater, mens det bare er 34 traktater som regulerer vannressursene. I Asia er det 34 traktater som regulerer fem elver delt av fire eller flere nasjoner (Clarke 1992).

Mangel på internasjonale avtaler øker mulighetene for konflikter. Kampen om vannet forsterkes når større befolkning øker presset på de knappe ressursene, spesielt i u-landene. Klimaforandringer vil også øke mangelen på vann i tørre, regnfattige regioner. Manglende politisk stabilitet øker også risikoen for konflikter ytterligere (Falkenmark 1989).

3.2.2 Oversikt over de alvorligste vannkonfliktene

Elver som er felles for flere land, skaper ofte problemer for vannbruk (tabell 3.3). Når land høyt oppe langs vassdraget tar ut mye vann, blir det mindre vann til landene nedenfor. Et godt eksempel på dette har man i Aralsjøen i det tidligere Sovjetunionen (Szoellosi-Nagy mfl.

1998, Closs mfl. 2004). Forurensninger kan også transporteres nedover, og flom og oversvømmelser i de nedre deler av vassdraget kan forekomme som følge av avskoging og erosjon.

Tabell 3.3 Eksempler på større vannkonflikter i verden (Falkenmark 1989, Clarke 1992, Økland og Økland 1995, Gleick mfl. 2004).

Elver og innsjøer	Land	Årstall for konflikter	Konflikter
Ganges	Bangladesh og India	1947	Konflikt om oppdemningen av Ganges
Beas, Sulttljej og Indus	India og Pakistan	1948- 1960	Konflikt om fordeling og bruk av vannressursene
Jerusalems vannforsyning	Arabiske stater og Israel	1948	Konflikt om utnyttelse av vannressurser
Yarmuk	Israel, Jordan og Syria	1951	Konflikt pga uenighet om større planer om pumping av elvevann
Latini, Jordan og Galileiinnsjøen	Israel, Jordan, Syria og Libanon	1953	Konflikt om utnyttelse av vannressurser
Mekong	Vietnam og Kambodsja	1957	Motstridende interesser i utnyttelsen av vannet i Mekong
Nilen	Egypt og Sudan	1958-159	Konflikt om fordeling av vannet i Nilen
Parana	Brasil og Paraguay	1962-1967	Konflikt om bruk av Paranaelven
Colorado og Rio Grande, og grunnvann	USA og Mexico	1960-1978	Konflikt om felles elver og felles grunnvannsressurser skapte problemer i Mexico og USA
Jordan, Genesaretsjøen, Grunnvann i Jordandalen og på Vestbredden	Israel, Syria og Palestina	1965-1966	Kriger pga. uenighet om utnyttelsen av overflate- og grunnvannet.
Parana	Argentina, Brasil, Paraguay og	1970	Konflikt pga oppbyggingsplan av Itaipudammen i Brasil og Paraguay uten

	Uruguay		å spørre de andre landene
Parana Rio de la Plata	Argentina, Brazil Bolivia Uruguay Chile	1970	Etableringen av plan om bygging av Itaipu-demningen i Brasil og Paraguay skapte forurensningsproblemer lenger ned i vassdraget til Parana og Rio de la Plata.
Lauca	Bolivia og Chile	1970	Utnyttelsen av vannet i Lauca elven i Chile og Bolivia var opphav til politiske problemer for disse landene.
Ganges og Brahmaputra	India Pakistan Nepal	1970	Indias vannuttak fra Gangselven skapte vannmangelproblemer i Pakistan.
Brahmaputra	Bangladesh Bhutan	1970	Avskoging i Nepal og Bhutan førte til økt antall flomkatastrofer i landene nederst i vassdraget
Euftrat	Syria og Irak	1974	Irak truet med å bombe al Thawra-dammen i Syria. Irak invaderte grensen til Syria
Nilen	Egypt og Etiopia	1978	Strid om utnyttelsen av vannet i den blå Nilen
Grunnvannet på Vestbredden	Israel og Palestina	2001	Konflikt pga Israels overpumping av grunnvannressurser som deles med Vestbredden
Euftrat og Tigris	Irak, Syria og Tyrkia	1990	Tyrkias Ataturk-demningsprosjekter i Euftrat påvirker vannmengden for landene nedenfor (Irak og Syria).
Indus	Kashmir og India	2002	Krig pga uenighet om fordeling/utnyttelse av vannet i Indus. Den renner i både indisk og pakistansk Kashmir.

Vannkonflikter varierer fra et kontinentet til et annet og fra land til land. Problemet er størst i Afrika, Asia og Midtøsten.

Vannkonflikter i Afrika

Om lag 878 millioner mennesker bor i Afrika. Kun Asia har flere innbyggere. Levealderen er ekstremt lav (46 år), og folketallet øker med 2.4 % hvert år. De mest folkerike områdene finner man sør for Sahara. Afrika er et kontinent herjet av borgkriger og konflikter på grunn av den tidligere koloniseringen. Kolonimaktene delte Afrika med linjal under Berlin-konferansen i 1884-85, og dette gjorde at kontinentet ble delt opp i 53 land slik det er i dag, men med mer enn 500 forskjellige etniske grupper (Encyclopedia 2004, Worldatlas 2008).

På grunn av de kjølige havstrømmene, samt mangelen av fjellkjeder er verdensdelen er det mest enhetlige kontinentet i verden når det gjelder klima. Kontinentet er delt inn i tre; det nordlige, det sentrale - og det sørlige platået. Kalahari og Sahara er de to største ørkenene i Afrika. Afrika er fylt av kontraster, både geografisk, sosialt og politisk. Sahara, verdens største ørken, dominerer i nord og dekker ¼ av Afrika (Encyclopedia 2004). Den strekker seg fra Atlanteren i vest, til Rødehavet i øst, Middelhavet i nord og helt sør til Sudan.

Atlasfjellene i nordvest er andre markante landemerker. Disse strekker seg fra Marokko og helt inn i Tunisia. Chadsjøen ligger i sentrum av det nordlige platået. De to andre platåene ligger i det sentralvestlige og sørlige Afrika, og er dermed mye høyere over havet. Kalahari ørkenen og Drakensberg fjellene ligger i sentralvestlige og sørlige deler av kontinentet (Cappelens 2004).

Vann har en annen verdi i Egypt enn i Norge. Det kan gå flere år før det regner visse steder i Egypt. Ca. 97 % av landet er ørken (FN 2003a, 2003b). Uten Nilen ville det vært umulig å leve i Egypt. Hovedstaden Kairo har rundt 20 millimeter regn per år, mens Etiopia har 500 millimeter i sine laveste regioner. Etiopia kan få så mye som 1 800 millimeter regn per år i høyere strøk. Forskjellen mellom de to landene er altså stor, selv om Nilen strømmer gjennom dem begge (Tvedt og Groth 1997).

Nilen med sine 6 671 km lengde stammer fra to kilder: Den blå Nilen som kommer fra Tanasjøen i Etiopia (figur 3.13) og Den hvite Nilen som kommer fra Den Demokratiske Republikken Kongo. Den renner gjennom Victoriasjøen, verdens tredje største innsjø, og nordvest helt til Middelhavet (Cappelens 2004). Kongoelva er den nest største elva i Afrika, 4 670 km lang, og den drenerer store deler av det sentrale Afrika. Nigerelva er den tredje største elva og er 4 000 km lang (Encyclopedia 2004). Blant disse elvene og innsjøene er vannet i Nilen det mest markante problemet i det moderne Afrika.



Figur 3.13 Oversikt over Nilen-vassdraget og de nærmeste geografiske områdene (Cappelens 2004)

Den gjennomsnittlige vannføringen i Nilen er anslått til 84 km^3 per år (Postel 1999b).

Nedbørsfeltet til Nilen deles av 10 land: Burundi, Rwanda, D. R. Kongo, Kenya, Tanzania, Uganda, Etiopia, Sudan, Egypt og Eritrea. Selve Nilen renner gjennom Uganda, Sudan og har Egypt som endestasjon. Egypt er den største brukeren av Nilens vannressurser. Omtrent 80 % av vannet i Nilen kommer fra Etiopia via Den blå Nilen (Postel 1999b, Tvedt 2007). Nilen er sentrum for politiske strider. Det er også store uenigheter mellom Tanzania og Egypt om hvor

Nilen egentlig begynner. Samtidig er forholdet til Etiopia skjerpet, og landet er på mange måter et vanntårn for landene langs Nilen (Tvedt og Groth 1997).

I 1902 inngikk Storbritannia en avtale med Etiopia om utnyttelsen av Nilen. Avtalen gikk ut på at etiopierne ikke skulle benytte seg av dette vannet (Tvedt 2007). Egypt mener at avtalen fortsatt gjelder. Dette skaper et spent forhold mellom Etiopia og Egypt (Postel 1996). Senere, i 1959, inngikk Egypt og Sudan en avtale om fordeling av Nilens vannressurser (Tvedt og Groth 1997, Dellapenna 2006). Egypt har ifølge den avtalen rett på 55,5 km³/år av vannet, mens Sudan bare skal bruke 18,5 km³. De resterende 10 km³ av de totalt 84 km³ regner man med går bort i fordamping (Postel 1999b). Dette er en av de få gode avtalene som eksisterer.

Etiopia er ikke bundet av noen avtaler med Egypt. I 1977 erklærte Etiopia, på FNs vannkonferanse i Argentina, at det var enhver elvestats suverene rett å gjennomføre en ensidig utnyttelse av vannressursene på sitt territorium (Clarke 1992). Egypt mener at de kan true med krig dersom Etiopia tar noe av vannet fra Nilen. Dette begrunnes med at Egypt trenger mer vann til jordbruket enn Etiopia og andre land rundt Nilen, fordi Egypt importerer mye korn og mat fra utlandet som følge av vannmangel og fordi landet er 97 % ørken. Som løsning på dette foreslår de å vanne ørkenen slik at de kan skaffe seg korn selv (Postel 1996, Tvedt og Groth 1997).

Det har den siste tiden vært gjort flere forsøk på en utvidelse av avtalene om fordeling av Nilens vannressurser til å omfatte flere land enn Egypt og Sudan. Til nå har forsøkene ikke ført frem. Etiopia vil ikke gå med på noen samarbeidsavtale dersom avtalen ikke reforhandles og landet gis rett til en større del av vannet enn Egypt. Dette vil ikke Egypt akseptere. De åtte andre landene i Nilen-området har derfor ikke undertegnet avtalen (Dellapenna 2006).

Det er nå under vurdering å utvikle det regionale/interregionale samarbeidet i Nilen – området generelt. Dette omfatter ikke bare felles utnyttelse av vannet, men også økonomisk utvikling, kommunikasjon, handel og politikk. Tanken er at dette skal være med på å bygge gjensidig tillit og samarbeid, og dempe det regionale konfliktpotensialet. Egypts framtid vil være avhengig av at Nilen gir dem en stabil vanntilgang (Arsano 2006).

Vannet i Nilen kan dessuten få økt kommersiell betydning, om overføring av vann til nye områder i regionen blir aktuelt. Det har vært planer om en slik overføring av vann til tørre

områder i Tanzania og Nord-Kenya, til Sahelområdene i vest-Sudan og videre gjennom ørkenen til Libya. Det er imidlertid bare under Suezkanalen til Sinai at en slik overføring til nå har funnet sted. Samtidig er det en synkende tendens i Nilens vannføring. Derfor vil det bli en mye større etterspørsel etter Nilens vannressurser i årene som kommer (Postel 1999b). Befolkningen i de ti landene i Nilen-området øker kraftig, og den har blitt fordoblet de siste 20 årene. I 2025 regner man med at det vil bo over 600 millioner mennesker ved Nilenvassdraget, mot mindre enn 100 millioner i 1959 (Tvedt og Groth 1997). Fortsatt befolkningsvekst vil kreve mer mat og mer drikkevann (Tvedt 2007). I tillegg satser alle landene på sterk økonomisk vekst, som igjen vil bety større bruk av vann enn den rene befolkningsveksten skulle tilsi.

Vannkonflikter i Asia

Om lag 60 % av verdens befolkning bor i Asia. Dette tilsvarer ca. 4 milliarder mennesker fordelt på 44 land (Worldatlas 2008). Disse har bare tilgang på ca. 36 % av verdens ferskvannsressurser (Postel mfl. 1996). Hele 80 % av Asias befolkning er uten tilgang på tilfredsstillende sanitære forhold. Dette er en utfordring for Asia både i dag og i framtiden.

I Asia renner ca. 37 elver gjennom mer enn ett land. Mange av disse elvene har sitt utspring i Himalaya. Kontrollen over elvene Indus, Mekong, Ganges og Brahmaputra er noen av de mest alvorlige vannkonfliktene i Asia. Dette påvirker både Asias fremtid og verdens økonomiske giganter Kina og India (Tvedt 2007). I Kina finner man en av de mest omtalte og største damutbyggingene i verden. Dette prosjektet har fått navnet ”Tre Kløfter-dammen”. Behovet for vannkraft krever at det bygges demninger som i stor grad skader miljøet. På grunn av denne damutbyggingen måtte 600 000 mennesker flytte, og ytterligere 700.000 mennesker må flytte som følge av miljøendringer etter utbyggingen (FN 2003a).

Urbanisering og tilgang på ferskvann henger nøye sammen. I Asia øker bybefolkningen fire ganger så raskt som den gjennomsnittlige befolkningsøkningen. Vannforsyningen holder på å bryte sammen i mange byer. Eksempel på dette er Bangkok og Beijing. Det daglige vannbehovet i Beijing var hundre ganger større i 1980 enn i 1900 (FN 2003a).

Grunnvannstanden synker, og man har vurdert å flytte hele hovedstaden. Siden 1950 har grunnvannsspeilet sunket med ca. 25 meter i Bangkok. Keiserkanalen er verdens lengste menneskeskapte vannvei i Asia. Denne vurderes å bli omgjort til hovedtransportsystem for vannforsyningen til byen (FN 2003a, Tvedt 2007).

Asia og særlig Sørøst-Asia sliter med vannforurensning som skyldes utslipp av skadelige stoffer fra industri og bruk av kjemikalier i jordbruket. Dette er en stor trussel mot folkehelsen. Ganges og Bagmati-ene er aktuelle eksempler der den mest alvorlige forurensningen kommer fra fargeriene ved elvebredden og fra kloakkutslipp. Elvene forurenses også ved at mange hinduer legger sine avdøde i flåter på elven, eller sprer asken deres ut i vannet slik dødsritualet skal utføres (Tvedt 2007). Dette viser tydelig hvordan kulturelle tradisjoner, industri, urbanisering og forbruk av livsviktige vannressurser henger sammen.

Kontroll over vannressursene i elvene Beas, Sutlej (nå Punjab) og Ravi var et politisk stridstema mellom India og Pakistan etter selvstendigheten i 1947 (Falkenmark 1989). Disse elvene starter i Himalaya og strømmer gjennom India og videre ned til elven Indus i Pakistan (Økland og Økland 1995, Wikipedia 2007a).

Rajasthan og Marayana er de hinduistiske delstatene som ligger sør for den sikh-dominerte Punjabprovinsen i Pakistan. Disse delstatene har ikke egne elvesystemer. I 1948 snudde India elveløpene slik at Beas-, Sutlej og Ravi ikke lenger rant inn i Pakistan. Dette førte til ødeleggelse av Pakistans jordbruksproduksjon for hele året. Konflikten ble løst etter at verdensbanken grep inn for å løse de problemer som den reduserte vannmengden i Pakistan medførte (Clarke 1992, Økland og Økland 1995). Om lag 40 % av vannressursene skal ifølge avtalen til Punjab, og de resterende 60 % skal til India (Falkenmark 1989).

I noen tilfeller inngår bare to stater i vannkonfliktene, og India og Pakistan er eksempler på dette. Konflikten mellom de to atommaktene Pakistan og India har de siste årene blitt hetere. Stridens kjerne er det lille strategiske fjellandet Kashmir. Pakistan og India krever råderett over Kashmir, som i dag er delt mellom de to landene. Pakistan er sosialt og økonomisk avhengig av Indusvassdraget som har sitt utspring i den indiske delen av Kashmir (Grønneberg 2001, FN 2003a). Et annet eksempel er konflikten mellom India og Bangladesh som strider om vannressursene fra Ganges, Indernes hellige elv (FN 2003a, Gleick 2004, Gleick mfl. 2007).

Ganges og Brahmaputra deles av fire nasjoner: India, Bangladesh, Nepal og Bhutan (Worldatlas 2008). Mer enn 250 millioner mennesker er avhengige av en samordnet kontroll

av disse elvene for å kunne overleve. Dårlig styring har ført til alvorlige problemer for landene nede langs elveløpet. Avskoging i Nepal og Bhutan har gjort at elvene stiger raskt i perioder med mye nedbør. Ellers har avskoging ført til erosjon og raskere avrenning. Dette utvider det området som er flomutsatt i disse to landene. Om lag 755 000 mennesker omkom under alvorlige flomkatastrofer i India og i Bangladesh på 70-tallet. Dette gjorde skade for mange milliarder av dollar (Falkenmark 1989, Clarke 1992, Postel 1995, Økland og Økland 1995).

Vannkonflikter i Midtøsten

I Midtøsten er det fem store elver som deles av flere land. Disse er Nilen, Tigris, Eufrat, Jordan- og Litanielvene (Clarke 1992). Kampen om vannressurser i Midtøsten har i mange år vært en viktig faktor til blodige kriger. Nesten alle landene i Midtøsten lider av vannkrise. Situasjonen er alvorligst i Jordan og de Israel-okkuperte områdene, Vestbredden og Gaza-stripen. Forhandlingene mellom palestinerne og israelerne har mislyktes gang på gang på grunn av uenighet om fordelingen av grunnvannsressurser. De fleste landene øverst i elveløpene har planer om å benytte vann fra felles elver for å fylle vannmagasiner og vanningsanlegg for jordbruksproduksjonen. Syria har planer om å lede vann fra Yarmukelven, Tyrkia fra Eufrat og Tigris, Libya fra et felles underjordisk vannlag, og Etiopia fra Den Blå Nilen (Falkenmark 1989).

Mange palestinere bor på Vestbredden, men området er okkupert av Israel. Her kan det hentes ut ca. 600 millioner m³ grunnvann hvert år. Av dette bruker israelerne 500 millioner m³, mens palestinerne disponerer kun 100 millioner m³. Palestinerne synes dette er urettferdig. De trenger også mer drikkevann og vann til å produsere mer mat og andre varer. Imidlertid kan Israel ikke hente vann fra mange andre steder. Dersom palestinerne skal få det de vil ha, må israelerne legge ned halvparten av landbruket sitt. Israel drømmer om å få ørkenen til å blomstre, og dette krever store mengder vann. I 1967 førte Israel en krig mot Syria i seks dager for å få tilgang til vannressursene fra Jordanelven og Genesaretsjøen. Mange hevder også at krigen mot Libanon i 1980 ble ført for å sikre Israel tilgang til vann i Litanielven (Clarke 1992, Gleick 1993, Økland og Økland 1995, FN 2003a, 2003b, Gleick mfl. 2004).

Tigris og Eufrat er blant de største elvene i Midtøsten. Disse starter i det østlige Tyrkia. Om lag 90 % av Eufrats vannføring kommer fra Tyrkia. Den resterende vannføringen kommer i all hovedsak fra Syria. Tyrkia, Syria og Irak har en stor og hurtigvoksende befolkning som må

forsynes med vann fra tvillingelvene Eufrat og Tigris. Disse tre landene har utarbeidet ambisiøse planer om å øke vannforsyningen fra disse elvene til irrigasjon i jordbruk og industri. Syria og Tyrkia har i motsetning til Irak flere vannkilder, men Syria er i konflikt med Israel om enkelte vassdrag. Yarmukelven er en hovedelv til Jordanelven, som Israel kontrollerer. Irak er nesten helt avhengig av Eufrat, selv om landet også bruker vannet fra Tigris som et alternativ (Postel 1999b).

Konflikten mellom Tyrkia og Syria dreier seg i stor grad om utnyttelse av vannet i Eufrat som renner gjennom Syria. I 1987 undertegnet Tyrkia og Syria en avtale om forvaltning og fordeling av vannressursene. Syria trenger mer vann enn det de fikk i avtalen, og klager nå over vannkvaliteten de mottar fra elven. Tyrkia har store planer om å demme opp denne elven i større grad enn det de allerede har gjort. Dette er et problem for Syria, da de trenger mye vann for å dyrke mer mat og de trenger mer vann til industrien. Syria mener at landet kan bli rikere dersom de får mer vann fra Eufrat (Postel 1999b).

3.3 Drikkevann

Drikkevann er vann fra vannverk som leveres til allmenne formål. Dette er vann som ikke skal være helseskadelig og som ikke har ubehagelig lukt, smak eller farge (Folkehelse 1987, Smeland 1990). Drikkevannsforskriften definerer drikkevann som alle former for vann, enten ubehandlet eller etter behandling og som er bestemt til ulike formål. Dette er vann til drikke, matlaging, produksjon i næringsmiddelvirksomheter eller husholdningsformål (Lovdata 2008). Vann er vårt viktigste næringsmiddel, og god kvalitet på drikkevann er en forutsetning for alt liv og god helse (Folkehelseinstituttet 2008).

Kilder for drikkvann er enten overflatevann eller grunnvann. Med overflatevann menes det vann som samler seg i elver, bekker, tjern, regnvann, innsjøer og smeltende vann magasinert i breer. Grunnvann er vann fra løsavsetninger og fra fjell. Dette er vann som ligger så dypt nede i bakken at det sammenhengende fyller hulrom i grunnen (Iversen 1986, Tollan 2002, Folkehelseinstituttet 2007).

Det settes krav til at drikkevannskilder skal desinfiseres og skal ha 2 uavhengig hygieniske barrierer. Dette er for å sikre at fysiske eller kjemiske stoffer fjernes eller reduseres til et nivå som er akseptabelt og ikke lenger representerer noen helsemessige risiko. Samtidig stilles det krav til at drikkevannet ikke må inneholde noen helsefarlige bakterier, virus eller parasitter

(Rosef og Rosef 2005, Lovdata 2008). Et menneske må minst ha 1- 2,5 liter drikkevann i døgnet for å overleve. Minimumsbehovet for vann til mat og drikke er til sammen minst 50 liter per person og døgn. Med hensyn til en god hygienisk standard anbefaler WHO 150 liter per person og døgn som et minstekrav for alminnelig vannforsyning, inkludert vannbruk i husholdning og familieliv (Tollan 2002).

På verdensbasis er det stor mangel på rent drikkevann og vann til personlig hygiene og sanitære forhold. Dette er den viktigste årsaken til sykdom og død. Ifølge FN er det 1,1 milliarder mennesker som ikke har tilgang på rent drikkevann. Samtidig er det 2,6 milliarder mennesker som mangler tilfredsstillende sanitære forhold. Et av tre sykdomstilfeller i verden er ifølge WHO forårsaket av dårlige miljøforhold og da særlig forurensset vann. Det antas at over 40 % av tilfellene gjelder barn under 5 år. Hver dag dør ca. 6 000 barn som følge av urent vann og dårlig hygiene og sanitære forhold (SIF 1987, Gleick mfl. 2001, Tollan 2002, Folkehelseinstituttet 2007). Diaré alene tar årlig livet av over 2 millioner mennesker.

Vannrelaterte sykdommer, og særlig diaré, malaria, sneglerfeber (schistosomiasis) og elveblindhet (onchocerciasis, bilharzia), er derfor noen av de alvorligste internasjonale problemene i vannsammenheng (Szoellosi-Nagy mfl. 1998, Gleick 2004, Lee 2004, WHO 2007). Dette problemet er relativt lite i Norge. Norge er fra naturens side velsignet med rikelig tilgang på vann og som hovedsakelig er av god kvalitet (Folkehelse 1987, Økland og Økland 1995, Folkehelseinstituttet 2008). Likevel må 200 000 til 300 000 personer være hjemme fra skole eller jobb hvert år på grunn av for dårlig drikkevann (Rosef og Rosef 2005). Man kan derfor ikke med sikkerhet være trygg på at vannet i Norge er helt rent fra for eksempel koliforme bakterier.

3.3.1 Regelverk og retningslinjer for drikkevann

Med regelverk menes juridisk bindende lover og forskrifter som staten forplikter seg til å oppfylle. Med retningslinjer forstås i denne sammenheng en konvensjon eller moralske avtaler som ikke er juridiske bindende. Den internasjonale definisjonen av konvensjon er slik: ”convention” means *an international agreement concluded between states in written form and governed by international law* (Ruud og Ulfstein 2002). På norsk kan man si at en konvensjon er ett sett med regler for hvordan to eller flere parter skal oppføre seg i forhold til hverandre. Konvensjonen reguleres av internasjonal rett (folkerett) mens loven reguleres av de enkelte

stater (grunnlov). Konvensjonen er juridisk bindende for de landene som skriver under på avtalen. Lovene er strafferettslig og juridisk bindende uansett.

Den internasjonale vannprotokollen (Protocol on Water and Health in Europe).

Vannprotokollen er en del av vannkonvensjonen (UNECE-konvensjon av 1992 om beskyttelse og bruk av elver som krysser flere land og internasjonale sjøer). Konvensjonen trådte i kraft i august 2005, og gjelder kun i Europa. Vannprotokollen er et juridisk bindende verktøy for bærekraftig forvaltning av vannressurser og reduksjon av vannrelaterte sykdommer. Så langt har 21 av de 36 land i WHO's europaregion ratifisert protokollen, og Norge ratifiserte avtalen i 2004. Om lag 120 millioner mennesker i WHO's europaregion mangler trygt drikkevann og tilfredsstillende sanitære forhold i dag. Hovedmålet med vannprotokollen er å oppnå en tilstrekkelig forsyning av sikkert, rent drikkevann og tilfredsstillende sanitære forhold for alle. For å nå målene er det nødvendig for landene å etablere nasjonale og lokale mål for kvalitet på drikkevann og avløp, samt å rapportere resultater fra dette arbeidet. Dette gjelder samtlige land som har ratifisert avtalen. Landene er også pålagt å redusere utbrudd og forekomst av vannrelaterte sykdommer. Implementering av vannprotokollen skal bidra til å nå målet om redusert dødelighet blant barn i Europa. Mangel på trygt drikkevann og et godt avløpssystem er ansett som en viktig årsak til den høye barnedødeligheten man ser spesielt i østlige deler av Europa (UNECE 2008, WHO og EURO 2008).

EUs vanndirektiv

EUs vanndirektiv danner en overbygning over det øvrige regelverket (herunder andre EU-direktiver) og gir føringer om en helhetlig vannforvaltning for det europeiske felleskap og i det enkelte land. Direktivets avgjørelser er å betrakte som minstekrav og det enkelte land står fritt til å fastsette strengere bestemmelser eller et høyere ambisjonsnivå enn direktivets krav (NIVA 2008). EU-vanndirektivet omfatter fem kategorier av vannforekomster: Innsjøer, elver, brakkvannsområder, kystnære områder og grunnvann (Brabrand 2006, Saltveit 2006, NIVA 2008). Direktivet fastsetter miljømål både for hvor rent vannet (kvaliteten) skal være og tilstanden til økosystemene i vann.

EUs vanndirektiv trekker opp retningslinjer for overvåking og varsling av vannforekomster (vannøkosystemer). Formålet er å ivareta vannforekomstenes økologiske status, beskytte mot forurensning, sikre trygghet mot ulykker og å påvirke egne levekår og god lovgivning. Overvåkingen skal være knyttet til nedbørsfelt, vassdrag og utenforliggende sjøområder som disse drenerer til, og å se dette som helhetlige systemer (Gjøsæster 2003, NIVA 2008). Vann er ikke en handelsvare, men en verdi som må beskyttes, forvares og behandles som sådan. Landene som direktivet gjelder for, forplikter seg til å oppdatere lovverket slik at det sikrer en bærekraftig vannforvaltning og sørger for en god overvåking av alle vannressurser.

Internasjonale retningslinjer

Drikkevannsstandarder skal sikre primære behov for drikkevann og mat. Dette krever lokal medvirkning i beslutninger og et godt styresystem som sikrer likeverd mellom samfunnsgrupper og sosial rettferdighet. Retningslinjene skal være et ledd i bekjempelsen av fattigdom og bevaring av ressurser og miljø for framtiden (UNCESCR 2002). Kvaliteten på drikkevann skal kontrolleres gjennom en kombinasjon av beskyttelse av vannkilder, kontroll av vannbehandling og styring av distribusjonen. I tillegg til å være internasjonale, må retningslinjene også være passende for nasjonale og regionale forhold. Dette krever kunnskap og tilpasning til miljømessige, sosiale, økonomiske og kulturelle forhold og prioriteringer (WHO 2006). Den mest alvorlige risiko for helseskader av drikkevann kommer fra bakterier, protozoer og virus. Anbefalingene knyttet til disse mikroorganismene er strenge på grunn av alvorlige helseeffekter, som også kan påvirke den framtidige helsen (WHO 2006).

Vannet er et offentlig, felles gode fordi det i allmennhet er tilgjengelig og nyttbart for alle (Tollan 2006). Enhver har rett på vann som er trygt å bruke i alle sammenhenger. Dette inkluderer vann til mat, klær, helse og hygiene. Drikkevann skal være akseptabelt (av god kvalitet), lett tilgjengelig og til en overkommelig pris (UNCESCR 2002, Gleick mfl. 2004, WHO 2007). Med unntak av Sør- Afrika, har ikke senere års vannreformer sett på vann som en rettighet som staten har plikt på seg til å sikre, slik menneskerettighet krever.

WHO har utviklet standarder for å konkretisere retten til tilgang på tilstrekkelig drikkevann. Internasjonale retningslinjer anbefaler minst 20-50 liter vann per person og døgn. Vannet skal være tilgjengelig innenfor en fornuftig avstand fra husholdningen. Grensen er satt til ca. 200 meters avstand. Alle FNs medlemsstater forplikter seg til å nå tusenårsmålsetningene. Måleasetning syv slår blant annet fast at innen år 2015 skal antallet mennesker uten tilgang på

rent drikkevann og gode sanitære forhold halveres. Målesetningene er i konteksten nært knyttet til fattigdom, mat, helse og bolig. FNs tusenårsmålsetninger er viktige for å fremme og belyse vannspørsmål, både nasjonalt og internasjonalt.

De viktige lovene for norsk vannforvaltning

Det finnes mange lover innenfor norsk vannsektor. De viktigste er: Vannressursloven, forurensningsloven og plan- og bygningsloven. Vannressursloven trådte i kraft i 2001. Loven regulerer bruk og forvaltning av vassdrag og grunnvann, jf 1. Lovens formål er å beskytte vassdrag og grunnvann, og å forhindre at verdifulle ferskvannskilder tømmes eller ødelegges. Plan- og bygningsloven (PBL), trådte i kraft i 1985. Den gir regler for arealutnyttelse i vann og vassdrag. Loven gjelder for planlegging både på riksnivå, i fylker og kommuner. Forurensningsloven trådte i kraft i 1981. Lovens formål er å sikre at ikke forurensninger og avfall skader naturens evne til produksjon og selvfornyelse, jf § 1. Loven gir også råd om miljømessig krav til utslipp. Dette omfatter tilførsel av fast stoff, væske eller gass til luft, vann eller i grunnen, jf § 6. All slags forurensning er forbudt etter § 7 (Tollan 2002, Folkehelseinstituttet 2008, Lovdata 2008).

Andre sentrale lover i norsk vannforvaltning er: kommunehelsetjenesteloven, matloven (næringsmiddeloven) for å oppfylle internkontrollovgivningen (IK-MAT, IK-HMS), lov om helsemessig og sosial beredskap, lov om kommunale vann- og kloakkavgifter, energiloven, industrikonsesjonsloven og naturvernloven (Lovdata 2008).

Drikkevannsforskriften

Drikkevannsforskriften er den sentrale forskriften innenfor drikkevannsområdet. Formålet med forskriften er å sikre at vannforsyningen er i tilskrekkelig mengde og kvalitet for drikkevann, andre næringsmiddelformål og hygienisk bruk. Forskriften gjelder all bruk av vann i en vanlig husholdning og fastslår at drikkevannet ikke skal medføre risiko for helseskade ved vanlig bruk. Det skal fortsatt være to hygieniske barrierer (Folkehelseinstituttet 2008, Lovdata 2008).

Drikkevannsforskriften skal sikre at drikkevannet er hygienisk trygt, klart og uten framtreddende lukt, smak eller farge når det leveres til mottakeren, jf § 5. Drikkevann skal ikke inneholde fysiske, kjemiske eller biologiske komponenter som kan medføre fare for helseskader for mennesker. Den omfatter alt drikkevann uavhengig av dets opprinnelse, og

uavhengig av om det leveres forbruker gjennom distribusjonsnett, fra tankvogn eller tankskip, i flasker eller annen emballasje. Forskriften omfatter videre ethvert vannforsyningssystem og internt fordelingsnett som skal levere drikkevann eller forhold som kan medføre forurensning av råvann og drikkevann i vannforsyningssystem eller internt fordelingsnett, jf § 2. Den inneholder flere sentrale bestemmelser blant annet om vannverkseiers ansvar og opplysningsplikt, krav om godkjenning, krav til leveringssikkerhet, krav til beredskapsplan, krav til vannkvalitet, krav om to hygieniske barrierer, godkjennings- og tilsynsmyndigheter.

Forvaltning

Drikkevannsforskriften er fastsatt med hjemmel i tre lover. Matloven forvalter vannet fra vannverket og som ferdig produkt i springen. Kommunehelsetjenesteloven omfatter forvaltning av naturlig råvann i nedbørsfeltet. Lov om helsemessig og sosial beredskap skal sikre vannforsyning i krisesituasjoner. Alle disse tre lovene er tillagt Helse- og omsorgsdepartementet. Forskriften er i tråd med gjeldende EU-direktiver for vann (98/83/EC) og ble fastsatt i desember 2001. Drikkevannsforskriften krever at kjemiske stoffer som brukes til behandling av drikkevann skal være godkjent av Mattilsynet (Folkehelseinstituttet 2008, Lovdata 2008).

Det skal være nulltoleranse for bakterier i drikkevannet når det leveres til forbruker (tabell 3.4) (WHO 2006). Dersom grenseverdiene overskrides, skal det umiddelbart iverksettes ulike tiltak (A, B og C) for å hindre og redusere årsaken til overskridelsene. Tiltakstype A omfatter parametere som er helsemessig viktigere enn parametere i tiltakstype B og C. Det kan ikke gis dispensasjon fra grenseverdier i tiltakstype A (Lovdata 2008).

Tabell 3.4 Grenseverdier og tiltakstype for mikrobiologiske parameter i drikkevann (Lovdata 2008).

Parametere	Enhet	Grense-verdi	Tiltaks-type	Merknader
<i>Clostridium perfringens</i> inkl. sporer	Antall/100 ml	0	C	Ved overskridelse må vannverket undersøke vannforsyningen.
<i>E . coli</i>	Antall/100 ml	0	A	
Intestinale enterokokker	Antall/100 ml	0	A	
Kimtall 22 °c	Antall /100ml	-	C	Ved verdier over 100 må årsaken undersøkes
Koliforme bakterier	Antall/100 ml	0	B	

Kommunens myndighetsansvar etter kommunehelsetjenesteloven ivaretas av kommunens Medisinskfaglige rådgiver. Kommunen er lokal planmyndighet. Fylkesmannen er myndighet i henhold til beredskapslovgivningen og har ansvar for planlegging på fylkesnivået.

Fylkeskommunen forvalter tilskuddsmidler som kan brukes til vannforsyningstiltak. Norges vassdrags-og energidirektorat (NVE) er myndighet i forhold til vannressursloven. Det sentrale Mattilsynet kan i særlige tilfeller dispensere fra bestemmelsene i drikkevannsforskriften, forutsatt at det ikke vil stride mot Norges internasjonale forpliktelser, herunder EØS-avtalen, § 19.

Mattilsynet er godkjennings- og tilsynsorgan for vannverk. Vannverkseier er ansvarlig for en drikkevannsforsyning i tilfredsstillende mengde og kvalitet. Folkehelseinstituttet er statens sentrale kompetanseorgan på drikkevannsområdet. Det gir råd til ulike aktører innen norsk vannforsyning og faglige vurderinger av stoffer som Mattilsynet kan godkjenne til bruk ved behandling av drikkevann. De vurderer også tilsetningsstoffer i forbindelse med drikkevannsanlegg på offshoreinnretninger. Mattilsynet kan fatte vedtak etter § 24 om særskilt smittesanering, vedtak etter § 25 om stenging og virksomhetskarantene og vedtak etter § 26 om tvangsmulkt. Kommunen kan også føre tilsyn og fatte vedtak etter

kommunehelsetjenesteloven for å gjennomføre bestemmelsene gitt i og i medhold av denne forskriften i samsvar med kommunehelsetjenesteloven § 4a-1, § 4a-2, § 4a-8, § 4a-9 og § 4a-10.

Et vannforsyningssystem skal være godkjent av myndighet når det forsyner minst 20 husstander, hytter eller minst 50 personer, etter forskriftens § 8 og § 9. Eksempler på dette er helseinstitusjoner, jf forskrift av 5. juli 1996 nr. 699 eller skole/barnehager, jf forskrift av 1.12. 1995 nr 928. Godkjenningen kan trekkes tilbake ved brudd på krav som stilles i forskriften, eller vilkår som er satt i forbindelse med godkjenningen. Mattilsynet skal føre en oppdatert liste over godkjente produkter. Godkjenningen gjelder i inntil 10 år eller inntil Mattilsynet finner det nødvendig å endre eller oppheve godkjenningen på bakgrunn av ny kunnskap for å beskytte menneskets helse. Kjemiske produkter til behandling av drikkevann skal ha vært vurdert toksikologisk og ha vært gjenstand for vitenskapelig vurdering nasjonalt eller internasjonalt (Folkehelseinstituttet 2008, Lovdata 2008).

3.3.2 Drikkevannskvalitet

Ifølge WHO er dårlig drikkevannskvalitet et problem som berører menneskets helse og utvikling over hele verden, både i u-land og i-land. Problemene skyldes smittefarlige mikroorganismer, giftige kjemikalier og radiologisk påvirkning (Szoelosi-Nagy mfl. 1998, WHO 2006). Drikkevann er vår viktigste naturressurs i tillegg til å være viktig rengjøringsmiddel både til personlig hygiene og til generell rengjøring. Det er derfor viktig at man får nok vann av god nok kvalitet for alt liv (Folkehelse 1987). Rent vann og gode sanitærforhold er blant de viktigste faktorene for menneskelig utvikling. De utvider mulighetene, øker verdigheten og bidrar til en bedre helse og økende velstand. Ellers kan de trolig redusere sykdomstilfeller og dødelighet med 3/4 (Szoelosi-Nagy mfl. 1998). For hundre år siden var London, New York og Paris rammet av smittsomme sykdommer; der diaré, dysenteri og tyfoidfeber skapte enorme problemer for folkehelse. Barnedødeligheten var like høy som den er nå i Afrika sør for Sahara (UNDP 2006).

Drikkevann skal være fritt for lukt og smak. Komponenter som gir vannet vond lukt og smak, kan komme fra vannkildene, eller fra sedimentert slam som går i forråtnelse på steder med lavvann og liten hastighet i distribusjonssystemet. Humus, alger og cyanobakterier er forurensninger som kommer fra vannkilder. Klorering og oppvarming av vannet forsterker ofte lukt og smak i drikkevann. Alger og cyanobakterier kan forårsake smak- og

luktproblemer. Disse forurensningene kan avgi flyktige eller delvis flyktige organiske forbindelser. Selv med lav konsentrasjon av disse forurensningene, kan de gi lukt og smaksproblem. Av disse stoffene regnes geosmin og 2-metylisoborneol blant de mest problematiske i drikkevannssammenheng, og bare noen få nanogram per liter av disse er nok til å skape lukt- og smaksproblem i drikkevann (Edler mfl. 1995). Lukt- og smaksproblemer i drikkevann er avhengig av vannets temperatur. Det vil si at de øker med økende vanntemperatur (Lovdata 2008).

Ved vurdering av drikkevannskvalitet er det viktig at det tas hensyn til både bakteriologisk og kjemisk forurensning i drikkevann. Poenget med dette er at drikkevann skal oppfylle både hygieniske og bruksmessige kvalitetskrav (Smeland 1990, WHO 2006). Det vil si at drikkevann skal være fritt for mikrober, lukt, smak og farlige kjemiske komponenter (Folkehelseinstituttet 2008, Lovdata 2008). Valg av drikkevannskilder og beskyttelse av kilder er svært viktig, fordi under spesielle forhold kan det være fare for akutte forgiftninger fra kjemiske stoffer i drikkevannet. Alge- og bakterietoksiner er biologiske toksiner som kan finnes i drikkevannskilder (SIF 1987)

Kilder til forurensning av drikkevann

Vann kan bli forurenset av næringsstoffer, tungmetaller, plantevernmidler og andre kjemiske stoffer, bakterier, protozoer og virus. Forurensning av drikkevann kan forekomme gjennom jordbruksaktiviteter, industriutslipp og uhell ved transport av kjemiske stoffer (Folkehelse 1987, Szoellosi-Nagy mfl. 1998).

Mikroorganismer i drikkevann

Drikkevann skal ikke inneholde patogene organismer. Mikroorganismer som protozoer, parasitter og virus kan bli tilført drikkevann og gi infeksjonssykdommer hos mennesker og dyr (Szoellosi-Nagy mfl. 1998). Bakterieinnholdet i drikkevann klassifiseres som godt, tvilsomt og ikke brukbart (tabell 3.5). Vannkilder kan bli tilført bakterier ved tilsig av avløpsvann, avrenning fra gjødslet mark eller avføring fra mennesker beitende husdyr og ville dyr (Smeland 1990). Alle disse typene av forurensningskilder kan medføre spredning av vannbårne sykdommer som diaré, tyfoidfeber, kolera og gulsott (Hurst og Crawford 2002). Overflatevann er mer utsatt for bakterielle forurensinger enn grunnvannet (Smeland 1990).

Hvis vannet som benyttes i produksjon av matvarer, inneholder smittestoffer vil dette kunne forårsake matbårne infeksjoner hos mennesker og dyr (Helt og Cederberg 1974, Økland og Økland 1995). Bakterier i næringsmiddelet kan raskt formere seg til en konsentrasjon som gir sykdom, eller de kan forårsake sykdom ved at de produserer toksiner (Folkehelseinstituttet 2008).

Mange forskjellige mikrober i drikkevann kan medføre magetarmsykdommer med diaré.

Kontaminert drikkevann kan også gi andre sykdommer (Szoellosi-Nagy mfl. 1998).

Yersinia og *Campylobacter*- bakteriene forårsaker diaré med kraftige magesmerter. Ellers kan *Yersinia* også gi leddsmerter (SIF 1987, Hurst og Crawford 2002, Rosef og Rosef 2005).

Disse sykdommene blir mer omtalt i neste avsnitt 3.4.

Tabell 3.5 Bakteriologisk vurdering av ulike typer av drikkevann (SIF 1997)

Vanntype	Antall koliforme bakterier per 100 ml vann	Antall fekale koliforme bakterier per 100 ml vann	Bakterietall ved 20 °C i 72 timer per ml vann
Overflatevann Uten desinfeksjon	Godt:< 1 Tvilsomt: 2-30 Ikke brukbart: >30	Tolereres ikke	Godt: < 100 Tvilsomt:100-500 Ikke brukbart uten nærmere undersøkelse: >500
Overflatevann etter desinfeksjon, grunnvann	Godt:< 1 Tvilsomt:1-2 Ikke brukbart:> 2	Tolereres ikke	Godt: < 10 Tvilsomt: 10-100 Ikke brukbart uten nærmere undersøkelse: > 100

Kjemiske stoffer i drikkevann

Med kjemiske stoffer i drikkevann menes organiske og uorganiske forbindelser som kan tilføres eller forurenses vannkilder naturlig eller via vannbehandling. Kjemiske stoffer med betydning for drikkevannshygiene kan klassifiseres som kreftfremkallende eller ved sin skadelige biologiske virkning (tabell 3.6). Flere kjemiske stoffer kan også hope seg opp i organismen og utløse allergiske reaksjoner.

Konsekvensene av skadelige kjemiske stoffer i drikkevann er akutte eller kroniske. Disse stoffene må begrenses på et lavest mulig nivå slik at de ikke er helsefarlige. Grenseverdien for slike stoffer er satt i forhold til et beregnet maksimalt akseptabelt daglig inntak (ADI), der man med god sikkerhetsmargin vil unngå å komme opp i helseskadelige nivåer i løpet av livet (Folkehelseinstituttet 2007).

Tabell 3.6 Kjemiske vannparametre med hygienisk betydning i drikkevann (Bjerregaard 2005).

Kjemiske parametre	Viktigste helseskader
Arsen	Kreftfremkallende
Bly	Skader på skjelett og nervesystem
Bor	Skader på nervesystemet
Fluorid	Skjelettskade
Kadmium	Skade på skjelett og nyrer
Krom (VI)	Kreftframkallende
Kvikksølv	Skader på nervesystemet
Nitrat	Angriper hemoglobin
Nitritt	Angriper hemoglobin
Sølv	Kosmetiske effekter (mørke flekker i huden)
Cyanid	Hindrer dannelse av ATP
Pesticider	Skader på nervesystemet, og kreftfremkallende

3.3.3 Tungmetaller i drikkevann

Tungmetaller er metaller med tetthet over 5 g/cm^3 . De danner tungt løselige sulfid- og oksidforbindelser. Mange av grunnstoffene regnes som tungmetaller, og som miljøgifter. De mest vanlige tungmetallene er: arsen (As), beryllium (Be), kadmium (Cd), kobolt (Co), krom (Cr), kobber (Cu), jern (Fe), kvikksølv (Hg), mangan (Mn), nikkel (Ni), bly (Pb), antimon (Sb), vanadium (V) og sink (Zn) (Håkanson og Jansson 1983, Rognerud 1997, Szoellosi-Nagy mfl. 1998, Bjerregaard 2005, Skjelkvåle 2006). Metaller tilføres innsjøene enten via atmosfæriske avsetninger eller gjennom direkte avrenning fra jord og vann i

nedbørfeltene (Szoellosi-Nagy mfl. 1998). Med unntak av kvikksølv er dette metaller som ikke forekommer i væskefase. De aller fleste metallene forekommer som kationer i den vannløselige fasen, men enkelte slik som arsen, og krom (III, IV) forekommer i oksid-anioner (Rognerud mfl. 1997).

Tungmetallene er ikke bare miljøgifter, for noen inngår også i mange tilfeller som nødvendige næringsstoffer for levende organismer. Det er imidlertid noen som ikke er nødvendige næringsstoffer slik som beryllium, kadmium, antimon, kvikksølv og bly. Av disse stoffene vies ofte kvikksølv, bly og kadmium størst interesse blant annet fordi de har en betydelig spredning i atmosfæren og naturen.

En del av tungmetallene er essensielle sporstoffer. Disse er stoffer som er nødvendige for eksistensen til organismene. Jern kreves for dannelsen av klorofyll og er nødvendig i nitrogen- og svovelomsetningen hos planter. Hos dyr inngår jern i hemoglobin. Kobber er nødvendig for fotosyntese og nitrogenomsetning hos planter. Sink påvirker vekst og reproduksjon hos planter og dyr. Mangan er viktig for enzymaktivering hos planter og dyr. Kobolt inngår i vitamin B12. Vanadium og molybden påvirker nitrogenfiksering hos bakterier (Alloway og Ayres 1997, Bjerregaard 2005).

Virksomheter som har stor betydning for tilførsel av tungmetall er gruveindustri, kjemisk industri, søppelfyllinger, jordbruk, samt en del aktiviteter knyttet til urbane områder (Økland og Økland 1995, Alloway og Ayres 1997, Helweg 2003). Andre kilder for tungmetallene er forbrenning av fossilt materiale, jordforbedringsmiddel, biocider og avløpsvann (Håkanson og Jansson 1983, Szoellosi-Nagy mfl. 1998). I Norge har nasjonale kartlegginger av metallinnhold i landmoser vist at enkelte metaller som kvikksølv og kadmium også har kommet fra kilder utenfor landets grenser. Men det er også vist at enkelte innenlandske kilder kan ha betydelige luftutslipp av metaller (Økland og Økland 1995).

Ulempene med tungmetallene varierer fra stoff til stoff avhengig av blant annet forekomstform og eksponeringstid. Kjente virkninger for noen metaller er at de påvirker enzymsystem ved at elektronegative metaller har høy affinitet til reaktive grupper som amino- og sulfhydrylgrupper, og de kan også bytte ut metaller i metallenzymkompleks. Metallene kan katalysere nedbryting av metabolitter og føre til endring av permeabiliteten til cellemembraner ved at metaller bindes til overflata. Disse metallene kan erstatte hverandre

og forandre viktige funksjoner. For eksempel kan kvikksølv og kadmium erstatte sink. Skaden av disse stoffene kan være reversibel eller irreversibel (Håkanson og Jansson 1983, Rognerud mfl. 1997, Bjerregaard 2005). Tungmetaller som kvikksølv, kadmium, bly, arsen, kobber, nikkel og sink kan også forurensne maten. For noen av dem er det den metalliske formen som er mest toksisk, mens for andre er det komplekse organiske forbindelser som er mest skadelig. For eksempel regnes metylkvikksølv som svært giftig, mens metallisk kvikksølv har liten negativ virkning (Iversen 1986). Toksisiteten eller giftigheten til metallene kan rangeres på følgende måte:

As > Hg > Pb > Cd > Cu > Sn > Ni > Co > Fe > Zn > Mn.

Tilstandsformene for de ulike metallene er avhengig av faktorer som: pH, redokspotensial (relatert til oksygenkonsentrasjonen i større eller mindre grad), saltholdighet, hardhet og mengde organisk materiale. Giftigheten av disse stoffene er normalt størst i ioneform og øker ofte med økende oksidasjonstall. I CrO_4^{2-} har krom oksidasjonstall 6. CrO_4^{2-} er giftigere enn Cr^{3+} . Det stilles krav og begrensninger til hvor mye tungmetall drikkevann kan inneholde. Disse kravene varierer fra land til land (Økland og Økland 1995).

Ifølge den norske drikkevannsforskriften skal tungmetaller i drikkevann holdes så lavt som mulig slik at de ikke medfører risiko eller skader hos brukeren. Helse- og omsorgsdepartementet har utarbeidet grenseverdier for tungmetall i vannforsyning og drikkevann. Formålet med forskriften er å sikre forsyning av drikkevann i tilfredsstillende mengde og av tilfredsstillende kvalitet, herunder å sikre at drikkevannet ikke inneholder helseskadelig forurensning av noe slag. Forskriften har anslått grenseverdier for tungmetallene i drikkevann på følgende måte: kvikksølv 0,5 mg/L, bly 10 µg/L, kadmium 5,0 µg/L, nikkel 20 µg/L, kobber 0,1 mg/L, jern 0,2 mg/L og mangan 0,05 mg/L (Lovdata 2008).

Metaller som tilføres en innsjø, bindes raskt til partikulært materiale og sedimenter. Prosesser som forårsaker frigjøring av metaller fra sedimenter er diffusjon, biologisk omsetning (metylering, bioturbasjon, gasskonveksjon) og oppløsning. En senkning av pH gir desorpsjon av tungmetaller (Håkanson og Jansson 1983). De høyeste konsentrasjonene av tungmetaller kan finnes i områder med akkumulasjonsbunn. I fremtiden kan det bli aktuelt å anvende tålegrenseprinsippet i forbindelse med effekter av forhøyede konsentrasjoner av tungmetaller. I et slikt arbeid vil det være viktig for Norge å ha kunnskaper om nivåer av tungmetaller i innsjøer. Tungmetallene som arsen, bly, kadmium og kvikksølv er blant de mest

problematiske i miljøsammenheng (Szoellosi-Nagy mfl. 1998). Disse har egenskaper som gjør at de kan skade dyr og mennesker og de kan lagres svært lenge i levende vev og i miljøet (Miljøstatus 2007). Blant disse har arsen vist seg å være et konstant problem i drikkevann.

Arsen i drikkevann

Arsenforbindelser kan deles inn i to grupper etter giftighetsgraden. Disse gruppene er uorganiske arsenforbindelser og organiske arsenforbindelser. De uorganiske arsenforbindelsene (arsenat) er akutt giftige for de fleste organismer, mens organiske arsenforbindelser er langt mindre giftige. Uorganiske arsenforbindelser er kronisk giftige for mange organismer i små konsentrasjoner (Miljøstatus 2007).

Arsen er et ekstremt giftig tungmetall og finnes naturlig i jordsmonnet. Arsenikk er et oksid med kjemisk formel As_2O_3 (Encyclopedia 2004, Wikipedia 2007b, Caplex 2008). Stoffet ble tidligere, og i små doser, brukt som medisin ved blodsykdommer og som styrkende og appetittvekkende middel. Ved langvarig bruk av arsen kan en person tåle ganske store doser. Arsen kan lett påvises i organismen etter døden. Stoffet brukes til skadedyrbekjempelse og ved framstilling av opaliserende glass og emalje.

Arsenforbindelser er fire ganger giftigere enn kvikksølv, og giften ble først beskrevet i år 1250. Ved inntak av store konsentrasjoner over lang tid kan arsen regnes som en dødelig dose for et menneske. Fremdeles brukes arsen i medisinsk behandling, spesielt i Kina, selv om dette nå er ulovlig. Arsenforgiftning kan være akutt eller kronisk. Mennesker kan få arsen inn i kroppen og bli forgiftet ved drikking, spising, innånding eller ved hudkontakt med stoffet (Dagbladet 2007, Caplex 2008). Det er blant annet konsentrasjonen og forekomstform av stoffet som er avgjørende for hvor skadelig stoffet er. I følge WHO er den høyeste akseptable konsentrasjonen av uorganisk arsenforbindelser i drikkevann satt til $10 \mu\text{g/L}$ (Nordstrom 2002).

Kilder for arsenforbindelser er hovedsakelig metallurgisk industri, utlekking fra impregnert trevirke, jordbruk, gruvedrift, langtransport gjennom lufta og lokale luftutslipp. Ellers kan arsenforbindelser komme fra avløpsvann etter rensing, utslipp ofte i syreløsning, fra blytilsetning i bensin, fra ulike typer smelteverk, forbrenning av fossile brensel, søppel og husdyr- og kunstgjødsel. Arsen kan forekomme som forurensing i luften, jordsmonn,

drikkevann, sprøytemidler og som industrielle biprodukter, som for eksempel H_3AsO_3 i tobakk.

Langvarig eksponering for uorganiske arsenforbindelser kan gi en rekke forskjellige skadevirkninger, hvorav forskjellige former for kreft er noen av de alvorligste (Das mfl. 1995). Det har til nå ikke vært mulig å finne ut på hvilken måte arsenforbindelser virker kreftfremkallende. Arsen er det eneste stoffet som med sikkerhet fremkaller kreft hos mennesker, uten at det har vært mulig å fremkalle samme effekt i undersøkelse av dyr (Bjerregaard 2005).

Arsenforbindelser kan gi fosterskader, effekter på DNA-molekylet og økt mulighet for kreft i samvirke med andre stoffer. Ved høye doser er arsen akutt giftig, kreftframkallende og kan være dødelig eller gi symptomer i magetarmkanalen. Langvarig eksponering for uorganiske arsenforbindelser kan påvirke huden med hyperpigmentering og keratose (opphovning av huden), ofte etterfulgt av hudkreft (Bjerregaard 2005). Fortykkelser (opphovninger) på hender og føtter (figur 3.14) har vært registrert hos personer som har fått i seg arsen gjennom lang tid (Ottersen mfl. 1999). Arsenforgiftning kan også forårsake en rekke symptomer som smerter, magebesvær og diaré, nyresvikt, hodepine, svimmelhet, muskelkramper og pustevansker. Ellers kan også hjertet, nervesystemet og huden bli skadet. Latenstiden for kreft er ofte lengre enn 10 år. Den biologiske virkningen skyldes at arsen danner sterke bindinger med svovelatomer i enzymer slik at de mister sin katalytiske virkning (Stenersen 2002). Eksempel på alvorlige helseproblemer knyttet til arsenforbindelser vises i (figur 3.14). I Norge finner man stadig færre pasienter som har brukt arsenikk som tilskudd eller som medisin. Men skader av arsenforbindelser er fortsatt et verdensomspennende problem (Rikshospitalet 2007).



Figur 3.14 Keratoriske (opphovning) både i håndflater, fotsåler og ellers på kroppen (Rikshospitalet 2007).

Tilførsel av store mengder arsenforbindelser er et lokalt, regionalt, nasjonalt og internasjonalt miljøproblem i dag. Flere land er rammet av arsenforgiftning gjennom drikkevann.

Grunnvannet i Chile, Kina, India, Bangladesh, Mexico, Thailand, Argentina og deler av USA er forurensset av arsen (Nordstrom 2002). Første utbruddet av arsenforgiftning (arsenicosis) ble oppdaget vest for Bengal i India i 1982 og senere i Bangladesh på midten av 1990-tallet (Nordstrom 2002). I Hetao-regionen og i nordlige deler av Kina og i Bangladesh er drikkevannet blitt toksisk på grunn av høye konsentrasjoner av arsen, og andre tungmetaller i jord og vann (Zhang 2004). Millioner av mennesker i disse områdene står i fare for å dø som følge av høye arsennivåer i drikkevannet. Omfanget av forgiftningen blir av WHO karakterisert som den verste i historien, verre enn både Tsjernobyl og Bhopal (UNESCO 2007).

I 1970-årene begynte UNICEF innsamling til vannledningsprosjekter for å skaffe til veie rent drikkevann til landsbybefolkningen i Bangladesh. Det ble boret 900 000 vannbrønner. I 2007 er antallet brønner økt til så mange som 10 millioner brønner. Halvparten av disse mistenkes for å være forgiftet av arsen, og mer enn 40 000 landsbyer er rammet. For mange av dem er det snakk om konsentrasjoner som overstiger grenseverdien flere hundre ganger. Om lag 125 millioner mennesker som bor i alluviale slettelandskap i Bangladesh, er utsatt for altfor høye arsenmengder. Av disse er det mellom 35 og 87 millioner mennesker som drikker vann med høyere konsentrasjon av arsen enn WHO's anbefaling (Samarakoon 2004, Bjerregaard 2005, UNESCO 2007).

Arsen har naturlig blitt tilført grunnvannet under Bangladesh. Vannet har i tusenvis av år strømmet ned fra Himalaya gjennom elvene Ganges og Brahmaputra og ned under overflaten i deltaet som utgjør store deler av Bangladesh. Ifølge David Kinni Burgh fra British

Geological Survey bruker vannet hundrevis av år på sin ferd mot havet. Under denne transporten suger vannet opp arsenforbindelser fra grunnmassene (UNESCO 2007).

3.4 Vannrelaterte sykdommer

Med vannrelaterte sykdommer menes sykdommer forårsaket av manglende tilgang på sikkert, rent vann og tilstrekkelig gode sanitærforhold (Lee 2004). Vannrelaterte sykdommer er et globalt problem, men problemet er større i mange u-land enn i-land. Det var om lag 250 millioner tilfeller av vannrelaterte sykdommer i 1990, og da er ikke diarésykdommer medregnet. Om lag 5 millioner mennesker dør hvert år som følge av vannrelaterte sykdommer (tabell 3.7) (Szoelosi-Nagy mfl. 1998). Dette er ti ganger høyere enn antall mennesker som dør i krigshandlinger (FN 2003b). Ifølge FN og WHO var det omkring 4,4 millioner diarétilfeller i 2000. Omfanget av disse sykdommene er ukjent, og mange tilfeller av vannrelaterte sykdommer er udiagnostiserte og urapporterte (Gleick 1999, Gleick 2004, CDC 2008). Dette gjør det vanskelig å kartlegge utbredelsen av vannbårne sykdommer. Mange tilfeller er relativt milde og begrenset, og mange smittede personer tar aldri kontakt med lege (Hurst og Crawford 2002).

Tabell 3.7 Oversikt over de alvorligste vannrelaterte sykdommer med årlig dødelighet og infeksjonstilfeller per år i perioden 2004-2005. Data fra (Gleick 2004, Lee 2004) og egne beregninger *.

Sykdomstyper	Antall døde/år	Antall infeksjonstilfeller/år
Diaré	2,2 millioner	63 345 722
Kolera	5 000	140.000- 200.000
Malaria	1,3 – 2,5 millioner	396 – 500 millioner
Rundorminfeksjon i tarm: (Spoleorm og Hakeorm)	60 000	133 millioner
Bakteriell dysenteri	1,3 millioner	164,7 millioner.
Schistosomiasis	15 335	1, 7 millioner
Trakom	72	2 - 5 millioner
Hepatitt A	Ingen data funnet	1,5 millioner
Arseniosis	Ingen data funnet	28-35 millioner
Tyfus og paratyfusfeber	Ingen data funnet	17 millioner
Andre sykdommer	Ca 1,5 millioner*	

Det er vanskelig å snakke om menneskets liv uten å ta hensyn til vann og hygiene, fordi disse faktorene henger sammen og er viktig i folkehelsen. Vann og hygiene er to av de primære behovene hos mennesket. Det bør være det offentliges ansvar å se til at disse behovene blir dekket. Hvis man kan sikre tilgang til rent vann og gode sanitæranlegg, vil dette være en viktig innsats for å bekjempe vannsykdommer hos verdens befolkning. Omtrent 1,1 milliarder mennesker har ikke tilgang på rent drikkevann. Om lag 2,6 milliarder mennesker lider av vannbårne sykdommer i verden i dag. Hvis denne trenden fortsetter, vil 2/3 av verdens befolkning lide og/eller bo i områder med vannmangel eller dårlig vannkvalitet i 2025 (Whiteford og Whiteford 2005).

Tidligere var de mest kjente vannrelaterte sykdommene kolera, bakteriell dysenteri, salmonella, tyfoidfeber og hepatitt A. I de siste årene har det blitt vanligere med sykdommer forårsaket av bakterier som *Yersinia enterocolitica* og *Campylobakter jejuni*, og ulike typer virus som Norovirus (tidligere kalt Norwalkvirus), samt parasitter som *Giardia intestinalis* og *Cryptosporidium parvum*. Smitte fra disse fører til diaré med kraftige magesmerter (Hurst og Crawford 2002, Gleick 2004, Folkehelseinstituttet 2007, Hurst og Crawford 2007).

Kildene for vannrelaterte sykdommer er mange. De fleste tilfellene er hovedsakelig forårsaket av forurenset vann som følge av avføring og urin fra mennesker og dyr. Dette gir grunnlag for vekst av mange forskjellige mikroorganismer, som protozoer, bakterier og virus som fører til sykdom hos mennesker (Hurst og Crawford 2002). Dårlig personlig hygiene og utilstrekkelig håndhygiene kan også være en viktig kilde til vannsykdommer.

Med om lag 2,2 millioner dødsfall per år ut av 1,1 milliarder mennesker uten tilgang på rent drikkevann, vil den årlige dødsraten nå ca. 2,6 millioner per år i 2020. Totalt vil nesten 50 millioner dø av disse sykdommene i perioden 2000 og 2020 (Gleick 2006, UNWWDR 2006). Vannrelaterte sykdommer forårsaker ofte mage- eller tarmlidelser. Dette medfører at tusenvis av menneskeliv går tapt (Hurst og Crawford 2002, Whiteford og Whiteford 2005). I 1998 døde 308 000 mennesker i kriger i Afrika, mens i samme periode døde mer enn 2 millioner av diaré på verdensbasis.

I Kina, India og Indonesia dør hvert år dobbelt så mange mennesker av diaré som av hiv /aids. Vannrelaterte sykdommer kostet den indiske økonomien 73 millioner dagsverk i året, og kolerautbrudd i Peru på 90-tallet kostet landet 1 milliard amerikanske dollar i tapt turisme og jordbrukseksport på bare 10 uker (FN 2003a). Et av FNs viktigste og mest ambisiøse tusenårsmål er å halvere antallet mennesker som ikke har tilgang til sikkert drikkevann og tilfredsstillende sanitærforhold innen 2015 (FN 2003a). Dette synes å være det viktigste bidraget for å forbedre vann- og helseforholdene i verden, særlig i u-land.

3.4.1 Inndeling av vannrelaterte sykdommer

Vannrelaterte sykdommer kan deles inn i 4 kategorier etter forekomstmåten. Det er vannbårne sykdommer (water borne diseases), vannvaskesykdommer (water washed), vannbaserte sykdommer (water based) og vanninsektvektoriserte sykdommer (water vectored) (Szoellosi-Nagy mfl. 1998, Mølbak og Sommerfelt 2001). De tre første er relatert til mangel på

tilstrekkelig vannforsyning, dårlige sanitærforhold og hygiene. Den siste kategorien er relatert til parasitter eller insekter som kan formere seg i vann (Gleick 1993, Gleick 1999, Hurst og Crawford 2002, UNWWDR 2003, Gleick 2004).

Med vannbårne sykdommer (water borne diseases) menes sykdommer forårsaket av forurenset drikkevann. Dette kan være avføring eller urin fra mennesker og dyr som inneholder patogene bakterier, parasitter, protozoer og virus. Kolera, tyfus, bakteriell dysenteri, amøbeinfeksjon, giardiasis, hepatitt og andre diarésykdommer er eksempler på vannbårne sykdommer (Gleick 1993, Hurst og Crawford 2002, Whiteford og Whiteford 2005, CDC 2008). Diaré og kolera er de alvorligste sykdommene i denne gruppen. Alle disse sykdommene kan forebygges gjennom god personlig hygiene og bruk av rent vann.

Vannvaskesykdommer (water washed) er forårsaket av dårlig personlig hygiene. De opptrer når huden og øynene kommer i kontakt med forurenset vann. Eksempel på slike sykdommer er flekktyfus, trakom og diaré som kan smitte fra person til person (Gleick 1999, Mølbak og Sommerfelt 2001, Gleick 2004, Whiteford og Whiteford 2005). Disse sykdommene kan forebygges ved å øke vannmengden per person i husholdet.

Vannbaserte sykdommer (water-based) er i hovedsak forårsaket av mikroorganismer eller parasitter som lever delvis eller hele sin livssyklus i vann. Mennesker kan få disse sykdommene når de benytter vannet til bading, klesvasking eller svømming. De kan bli smittet når huden kommer i kontakt med kontaminert vann. Dracunculiasis (infeksjon med guineaorm) og schistosomiasis (sneglefeber, parasitten *Bilharzia*) er eksempler på sykdommer som skyldes infeksjoner med parasitter (Gleick 1999, Whiteford og Whiteford 2005). Inkubasjonstiden er kort, fra noen minutter til timer. Sykdomsforløpet varer i årevis (Hurst og Crawford 2002).

Vanninsektvektoriserte sykdommer (water vectored) er sykdommer forårsaket av insekter som lever og formerer seg i vann eller spres via vann. Det finnes mange sykdommer i denne kategorien, men malaria, gulfeber og elvblindhet (onchocerciasis) er de farligste (Mølbak og Sommerfelt 2001, Gleick 2004).

3.4.2 De alvorligste vannrelaterte sykdommene og deres utbredelse

Diaré

Trolig kan diarésykdommer være forårsaket av mange forskjellige bakterier blant annet *Campylobacter*, *Shigella*, *Salmonella*, *Giardia*, *E.coli* og *Yersinia* (Gleick 1993, Hurst og Crawford 2002). Samtidig kan diaré skyldes parasittorganismer som kan spres via forurenset vann. Hovedårsaken til diaré er relatert til mangel på nok og tilstrekkelig vann til matlaging, drikking og til personlig hygiene. God personlig hygiene og sanitæranlegg er viktige tiltak for å forebygge diarésykdom (WHO 2007). Felles symptomer for disse bakteriene er blodig diaré med høy feber, kraftige magesmerter, betydelig dehydrering (dysenterie), hodepine, kvalme og oppkast (tabell 3.8). Infektiv dose og inkubasjonstid varierer fra en bakterieart til en annen. Sykdomsforløpet varer fra timer til uker avhengig av typen bakterie som forårsaker sykdommen (Kapperud og Lassen 1999). Disse bakteriene kan også forårsake matforgiftning som skyldes dårlig hygiene eller forurenset mat. Det er derfor viktig at maten behandles på en forsvarlig måte.

Blant disse bakteriene er *Escherichia coli* (*E. coli*) den viktigste årsaken til bakteriell tarminfeksjon hos mennesker på verdensbasis. Bakterien hører til genus *Escherichia* og familien *Enterobacteriaceae*, og er en Gram-negativ, ikke sporedannende fakultativ anaerob stavbakterie. *E. coli* er en vanlig tarmbakterie hos alle varmblodige dyr og mennesker. Bakterien finnes ofte i flere varianter, og *E.coli* deles i undergrupper (O-grupper) på basis av hvordan bakterien er bygget opp. Blant disse, er det fem O-grupper som gir lidelse hos mennesker. Disse er O26, O103, O111, O145 og O157: H7. Av disse er *E. coli* O157: H7 den farligste. *E. coli* O157: H7 fører til alvorlig diaré hos barn og unge, og er en av de hyppigste årsakene til sykdom og død i mange u-land. Mennesker kan bli smittet ved inntak av forurenset drikkevann eller forurenset mat som for eksempel kjøtt og kjøttprodukter, grønnsaker og upasteurisert melk. Bakterien brukes som indikatorbakterie i næringsmiddelhygiene, og forekomst av *E.coli* i vann tolkes som tegn på fekal forurensning. Dette gir et uttrykk for en dårlig hygiene (Wasteson 1999, Forskning 2008, Matportalen 2008).

Om lag 90 % av diarétilfellene berører barn under 5 år. De aller fleste av diarésykdommene er forårsaket av urent vann. Forbedret vannforsyning kan redusere diarédødeligheten med 6-25 %. Bedre sanitærforhold vil være med å redusere diarédødsfallene med ca. 32 %, og god personlig hygiene og håndhygiene kan redusere diarétilfellene med ytterligere om lag 45 % (Gleick 2004, Lee 2004, WHO 2007).

Tabell 3.8 Oversikt over noen viktige bakteriearter eller slekter som forårsaker vannrelaterte sykdommer og infeksjoner (Granum 1999).

B= Blodig diaré, D = diaré, F = Feber, H = Hodepine, K= kvalme, M = Magesmerter
Systemisk: Hele kroppen. En sykdom som angriper mange organer i kroppen.

Agens	Infektivdose	Inkubasjonstid	Symptomer	Varighet
<i>Campylobacter jejuni/coli</i>	$\leq 10^3$	3-8 dager	F M D B	Uker
<i>Shigella spp</i>	$10^2 - 10^6$	1-7 dager	M F D B O H	dager – uker
<i>Salmonella Typhi</i> og <i>paratyphi</i>	$1 - 10^2$	10-21 dager	Systemiske	Uker
<i>Giardia</i>	10-100 cyster	7-10 dager	D O	uker – måneder
<i>Yersinia enterocolitica</i>	$10^6 - 10^7$	3-5 dager	F D M O H	Uker
<i>E. coli</i> (O157:H7)	10	1-7 dager	D M B H	dager – uker
<i>Vibrio cholerae</i>	10^8	2-5 dager	D M O	4-6 dager

Kolera

Kolerasykdommer skyldes *Vibrio cholerae* bakterien og tilhører *Vibrionaceae* familien (Genus *Vibrio*). Bakteriene kan deles inn i mer enn 130 undergrupper basert på innholdet av O-antigener i celleveggen. Undergruppe O1 regnes med til de epidemiske *V.cholerae*. Videre er *V.cholerae* delt inn i 3 undertyper: Inaba, Ogawa og Hikojima. Tarmen hos mennesker

antas å være hovedkilden for *V. cholerae*. Mennesker kan bli smittet etter opptak av fersk fekal-oral forurensning i vann og næringsmidler. Bakteriene er fakultativt anaerobe, Gram-negative staver og trives best i alkalisk miljø. De vokser best ved pH-verdier fra 6.0 til 10.0. Infektivdosen er høy ($10^8 - 10^{10}$ organismer). Ved lav pH vil de fleste bakteriene dø i magesekken. Personer med dårlig magesyreaktivitet antas derfor å være mer utsatt for infeksjon (Gleick 1999, Granum 1999).

Sykdomstilstanden er dominert av voldsom diaré og oppkast, og med tap av store mengder væske på kort tid. Inkubasjonstiden varierer mellom 9 og 72 timer avhengig av infeksjonsdose og pasientens generelle helsetilstand. Ved alvorlig grad av diaré kan døden inntreffe i løpet av 12 timer etter første symptom. Er det en mildere grad av diaré, kan tilstanden vare i 4 til 6 dager. Antibiotikabehandling kan forkorte sykdomsforløpet (Granum 1999, Hurst og Crawford 2002, Rosef og Rosef 2005).

Trakom

Trakom forekommer mest i u-land hvor befolkningen har begrenset tilgang på rent vann og helsetilbud. Sykdommen smitter lett fra person til person, fra barn til barn og fra barn til mor. Trolig er trakom forårsaket av en chlamydiaorganisme med navn *Chlamydia trachomatis*. Om lag 150 millioner mennesker i verden har behov for behandling for trakom, og 6 millioner er allerede blinde på grunn av sykdommen.

Midtøsten, Afrika nord og sør for Sahara, deler av India, Kina og de sørlige deler av Asia er de meste utsatte områdene for trakomsykdommer i verden (WHO 2007). God personlig hygiene og tilgang på nok rent vann kan redusere trakomtilfellene i samfunnet.

Malaria

I dag opptrer malaria i de fleste tropiske og subtropiske regioner, særlig i Afrika, Sørøst-Asia og Sør-Amerika. Malaria er forårsaket av *Plasmodium* parasitten og spres via mygg. Parasitten som framkaller sykdommen overføres fra et smittet menneske til en frisk person gjennom myggstikk. Malaria tar livet av ca. 1.3- 2.5 millioner mennesker hvert år, og 90 % av dem er barn under 5 år. Det er antatt et omfang på 396-500 millioner akutte malariaepisoder hvert år (UNWWD 2003, Lee 2004). I Norge rapporteres det om lag 70- 100 tilfeller av importert malaria årlig. I 1999 var det 74 tilfeller. Irrigasjon, bygging av kunstige dammer og andre vannprosjekter kan være viktige faktorer for utbredelsen av malaria. Bedre forvaltning

av vannressursene kan redusere overføring av malaria og andre vektorbårne sykdommer (Økland og Økland 1995, Blodbanken 2008, Folkehelseinstituttet 2008)

Det finnes fire arter parasitter av *plasmodium* som angriper menneske: *Plasmodium malariae*, *Plasmodium ovale*, *Plasmodium vivax* og *Plasmodium falciparum*. *P. falciparum* er den farligste av disse malariatypene (Campbell og Reece 2002). Den kan medføre alvorlig blodmangel og kan angripe hjernen (hjernemalaria). Parasittene overføres av malariamygge (*Anopheles*) og det er kun hunnmyggen som kan overføre malaria. Dersom man ikke blir behandlet, kan sykdommen være dødelig. *P. falciparum* finnes særlig i Afrika, Sørøst-Asia, deler av Oseania og i Amazonas regioner (Folkehelseinstituttet 2008). Symptomene er ofte svingende feber med frostanfall og svettetokter, anemi, svimmelhet som kan følges med oppkast, slapphet, hodepine. Videre forekommer tretthet og varierende grad av allmennsymptomer som diaré, kvalme, magesmerter, tørrhoste, muskelsmerter, leddsmerter og ryggsmert. Anfallene varer i under 6 timer. Inkubasjonstiden fra myggstikk til symptomer er for *P. falciparum* 7-14 dager, for *P.vivax* 8-14 dager og for *P.malariae* 7-30 dager (Blodbanken 2008, Folkehelseinstituttet 2008, Nettdoktor 2008).

Bakteriell dysenteri

Bakteriell dysenteri er en sykdom forårsaket av bakterien genus *Shigella*. Sykdommen kan være assosiert med blodig diaré. Infektivdosen er lav og bakterien kan derfor smitte lett fra person til person. Globalt sett var det mellom 1966 og 1996 estimert 164,7 millioner episoder av bakteriell dysenteri som følge av *Shigella* i verden. Av disse tilfellene, fant 163,2 millioner sted i u-land, mens 1,5 millioner ble registrert i i-land. I løpet av denne perioden døde 1,1 millioner mennesker som følge av denne bakterien. De fleste av tilfellene var i Sentrale deler av Afrika. Trolig krever *Shigella* infeksjonen antibiotika behandling, men mange av *Shigella* bakteriene er blitt resistente mot felles antibiotika de siste årene. God hygiene, og spesielt håndvask etter toalettbesøk, kokt vann til drikke og økt klormengde i vann, er viktige og effektive tiltak for å forebygge sykdommen (UNESCO 2007).

Tyfusfeber og paratyfusfeber

Tyfusfeber og paratyfusfeber er bakteriell tarm- og blodoverføringsinfeksjon som skyldes *Salmonella* bakterier (*S. typhi* og *S. paratyphi*). Disse gir milde eller alvorlige og systemiske infeksjonssykdommer hos 1,7 millioner mennesker hvert år (UNWWDR 2006, WHO 2007). De kliniske symptomene er ofte dominert av høy feber (ca. 39 -40 °C), sterkt nedsatt

allmenntilstand, cerebral påvirkning, hodepine, forstoppelse og magesmerter. Kvalme og oppkast kan også forekomme. Inkubasjonstiden er 1-3 uker etter eksponering, og infektivdose varierer fra lav til høy avhengig av den tyfustype vedkommende er smittet med (Kapperud og Lassen 1999).

Kilder er avføring og urin fra dyr og menneske. Man kan bli smittet etter opptak av forurenset drikkevann eller kontaminert næringsmiddel. Om lag 17 millioner mennesker blir smittet av tyfus og paratyfusfeber hvert år på verdensbasis (UNWWDR 2006, WHO 2008). Mennesker i u-land er meste utsatte som følge av dårlig drikkevann, utilstrekkelige kloakkordninger og oversvømmelse. Dette problemet er relativt lite i i-land. Sykdommene kan forebygges ved å sikre verdens befolkning tilfredsstillende drikkevann. Videre kan sykdommen forebygges ved å sørge for god dyrehygiene ved fôrproduksjon i husdyrholdet, ved slakting, næringsmiddelproduksjon, distribusjon, lagring i butikkene og ved tilbereding (Kapperud og Lassen 1999).

Bilharzia, sneglefeber

Bilharzia eller sneglefeber er relatert til dårlige sanitærforhold og mangel på trygt, rent vann. Om lag 160-200 millioner mennesker er smittet med Bilharzia. Sykdommen forårsaker tusenvis av dødsfall hvert år, særlig i sør-Sahara i Afrika. Land som Iran, Irak, Brasil, Saudi-Arabia, Syria, Indonesia, Kina, Japan, og Filippinene er også berørt. Tilstrekkelig sanitæranlegg kan redusere sykdommen med opp til 77 % (Lee 2004, WHO 2007). Kvinner og barn er mer utsatte enn menn. I de fleste u-land blir nesten alt arbeid som medfører kontakt med vann utført av kvinner og barn. De bruker vann til vasking, klesvask, stelling av mat og til vanning av husdyr (Mandersom og Huang 2005).

Rundorminfeksjon i tarm: Spoleorm (Ascariasis) og Hakeorm (Hookworm)

I dag er det ca. 133 millioner mennesker som lider av tarminfeksjoner forårsaket av spoleorm og hakeorm. Konsekvensene av dette er massiv bakteriell dysenteri og anemi. Det er ca. 60 000 dødsfall på grunn av disse parasittene hvert år (tabell 3.8). De fleste av tilfellene berører barn. Tilgang på sikkert, rent vann og god opplæring i hygieniske forhold kan redusere dødeligheten av blant annet spoleorm med ca. 29 % og hakeorm med ca. 4 % (Lee 2004).

Elveblindhet (Onchocerciasis)

Elveblindhet er forårsaket av en parasittorm som gir blindhet hos mennesker. Sykdommen skyldes *onchocerca volvulus*, dette er trådtynne marker som trenger inn i kroppen.

Mikrofilaria er larver fra hunnормen. Disse kan overføres gjennom blodet til insekter (mygg), og elveblindhet overføres ved bitt fra infiserte knott/insekt. Mennesker er den eneste verten til denne parasitten. Sykdommen overføres av *Simulium* fluer, svartfluer (blackflies), som biter om dagen og som oppholder seg og formerer seg ved elvebredder. Elveblindhet er en tung byrde i mange av de fattigste landene (UNESCO 2007). En intens kløe, hudskader, synsforstyrrelse, øyeskader, mental svekkelse og utslett er blant de plagene som kan oppstå, når de utallige små ormene dør. Inkubasjonstiden er 1-3 år. Antibiotikabehandling, særlig tetrasyklin, er viktig for å bekjempe sykdommen (Forskning 2008).

Om lag 18 millioner mennesker er smittet av elveblindhet på verdensbasis. Av disse er det ca. 6,6 millioner som lider av kløe og utslett. Anslagsvis 270 000 mennesker er fullstendig blinde, mens rundt en halv million mennesker har redusert syn på grunn av denne parasittsykdommen. Mange av tilfellene finner man i Afrika, Guatemala, Sør-Mexico, Venezuela, Brasil og Colombia. I områder med størst utbredelse av sykdommen er mer enn 40 % av innbyggere over 40 år blinde (WHO 2007). De voksne parasittormene, de som gir opphav til alle småormene som sprer seg videre i kroppen, lar seg ikke knekke like lett. Behandling med legemidler, en eller to ganger årlig, må derfor foregå i 14 år før ormene dør. I dag finnes det ingen medisiner som raskt tar knekken på alle varianter av parasittormene, men tetrasyklin anses å ha god effekt på elveblindhet (Nettdoktor 2008).

Hepatitt

Hepatittvirus gir leverbetennelse hos mennesker. Det finnes flere typer av hepatittviruset og de meste kjente er hepatitt A-viruset, hepatitt B-viruset og hepatitt C-viruset. De fleste (men ikke alle) som blir smittet av disse virusene vil få sykdomstegn som gulsott (gul farge i øyne og på hud), slapphet, kvalme eller magesmerter. Det er vanskelig å avgjøre hvilket av virusene man er smittet med ut fra symptomene. Virustypen kan påvises ved en blodrøve. Blant disse virusene er det bare A-viruset som smitter via vann, mens hepatitt B og C smitter gjennom ubeskyttet sex, fødsel og blod via deling av narkotikasprøyter (Helsetilsynet 2008).

Hepatitt A er en sykdom forårsaket av kloakkforurenset vann eller via mat håndtert av smittede personer som følge av dårlig hygiene. Viruset skilles ut i avføringen til mennesker. Sykdommen kan i sjeldne tilfeller overføres seksuelt. Det er antatt at 1,5 millioner har klinisk hepatitt-A på verdensbasis (WHO 2008). Vanlige symptomer er feber, muskelverk, vondt i mage og hode, trøtthet, appetittløshet og kvalme. Inkubasjonstiden er ofte to til seks uker. Sykdommen øker i alvorlighetsgrad med stigende alder. Det kan gå fra flere måneder til et år før man blir frisk. Viruset kan overleve utenfor kroppen i tørket tilstand i ca. en uke, og i vann opp til 10 måneder. Det finnes ingen behandling mot hepatitt A, men det kan forebygges med vaksine (Helsetilsynet 2008).

En god håndvask etter toalettbesøk og før matlaging er viktige tiltak for å unngå hepatitt A-viruset. Dette problemet er relativt lite i Norge i forhold til andre land utenfor Vest-Europa og Nord-Amerika. I Norge er sykdommen knyttet til utenlandssmitte og finnes ofte blant stoffmisbrukere (Helsetilsynet 2008, WHO 2008). Dersom man skal reise utenfor Vest-Europa og Nord-Amerika bør man unngå å drikke vann rett fra springen. Det anbefales at man vaksinerer seg mot dette viruset før avreise til land utenfor Vest-Europa, Nord Amerika, Japan og Australia (Helsetilsynet 2008).

4 Sammenfattende diskusjon

Vann er en begrensende faktor for menneskets utvikling. Vannføringen i verdens elver og innsjøer varierer mellom 40 000 og 43 600 km³/år (Postel et al. 1996, Shiklomanov 1999, Tollan 2002). Av dette kommer bare en femdel av vannet mennesker til gode. Den totale avrenningen er meget ulikt fordelt mellom kontinentene. For eksempel har Asia 60 % av verdens befolkning, men bare 36 % av den totale avrenningen. Derimot har Sør- Amerika 5 % av jordas befolkning og 25 % av den globale avrenningen (Postel mfl. 1996). Vannet må også ha en kvalitet som er tilfredsstillende for menneskets bruk. Overforbruk og forurensning skaper også problemer med vannmangel (WHO 2006).

Vannkrisen skyldes først og fremst ikke mangel på vann, men den skjeve fordelingen og den dårlige forvaltningen av vannressursene. Mange av verdens mest vannstressede land vil få mindre vann, og vanntilgangen vil bli mindre forutsigbar og mer utsatt for ekstreme hendelser i framtiden (UNDP 2006). Problemene vil være størst i Sentral-Asia, deler av Afrika, middelhavsområdet og Australia (Tollan 2002). I dag lider 31 land av ferskvannsmangel. Algerie, Egypt, Iran, Irak, Israel, Jordan, Pakistan, Etiopia og deler av andre store land som for eksempel Kina og India er noen av de 31 landene som kan forvente kronisk vannmangel i 2025 (Merrett 2002, Reinders 2007). For å tilfredsstille global etterspørsel etter mat i fremtiden er landbruket ventet å måtte øke sitt vannbehov med 1,2 ganger (Shiklomanov 1999).

Drikkevannsforsyningen skal ikke inneholde protozoer, bakterier, virus eller andre organismer som kan forårsake infeksjonssykdommer, eller hudirritasjoner. Dette inkluderer organismer som forårsaker tyfoidfeber, kolera, smittsom hepatitt (forårsaket av hepatitt A virus (HAV), og sykdom forårsaket av *Shigella* spp og *E.coli* 0157. Vannforsyningen skal heller ikke inneholde organiske og uorganiske stoffer som kan være akutt giftige, allergifremkallende, kreftfremkallende, eller som kan hope seg opp i organismen og gi helseskade (Medema mfl. 2006).

Omtrent 90 % av kloakkvann og 70 % av industriavfall i utviklingsland slippes ut uten noen behandling, og dette forurenses ofte vannressursene. I Bangladesh er arsenforurensning grunnvann et konstant helseproblem, fordi millioner av mennesker drikker det forurensede

grunnvannet hver dag. Renseteknologien er dyr i anskaffelse og kostbar i drift og vedlikehold. Arsen har forårsaket enorme helseproblemer i Bangladesh, blant annet forgiftninger og hudsykdommer.

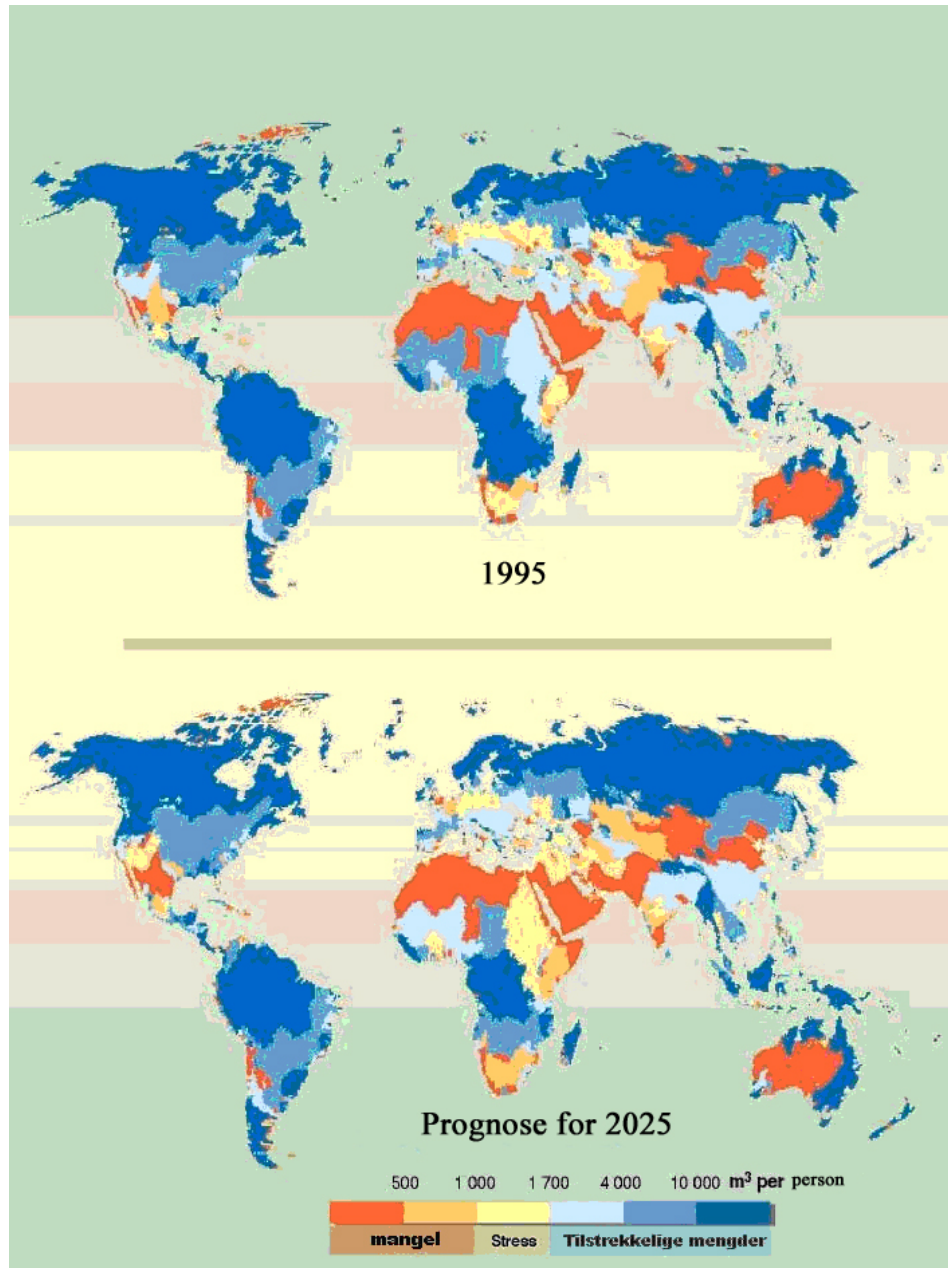
Tilgangen til rent vann har økt. Mellom 1990 og 2002 har mer enn en milliard mennesker fått tilgang til rent vann. I den samme perioden fikk over en milliarder mennesker tilgang til gode sanitære forhold. Over halvparten av disse menneskene bor i byer. Denne framgangen har skjedd i alle regioner, og den har vært størst i Asia og minst i områdene sør for Sahara i Afrika (Assadourian 2006).

Til tross for denne forbedringen er antall mennesker uten tilgang til rent vann og med dårlige sanitære tjenester fortsatt høyt, og det ser ikke ut til at antallet vil minke i de kommende årene. Selv med denne framgangen vil trolig 2,3 milliarder mennesker ha dårlige sanitære forhold i 2015 som følge av befolkningsveksten i disse områdene (Assadourian 2006). Dette er i strid med FNs tusenårsmål om halvering av antall personer uten tilgang på rent drikkevann og med dårlige sanitære forhold innen 2015 (FN 2003a). Disse tusenårsmålene står i fare for ikke å bli nådd. Dette er en katastrofe som rammer de fattige, men tolereres og aksepteres av de rike som har teknologi, ressurser og makt til å gjøre noe med det.

4.1 Hvordan blir ferskvannssituasjonen i fremtiden?

Anslag tyder på at ferskvannsforbruket øker 2,5 ganger raskere enn befolkningsveksten. Mange mener at vannuttaket vil øke 50 % i utviklingsland og 18 % i industriland i løpet av de neste 25 årene. Legger man enda større press på ferskvannssystemene, kan dette føre til alvorlig vannmangel i 2025 (Szoelosi-Nagy mfl. 1998). Verdens befolkning ventes å øke fra dagens 6.6 milliarder til ca. ti milliarder i 2050. Behovet for vann og mat kommer trolig til å øke kraftig. Blir det mulig å skaffe mer vann i den samme takten til økt matproduksjon, flere husholdninger og mer industriproduksjon? Mengden av ferskvann vil antakeligvis være det samme i 2050 som den er i dag. Overforbruk og forurensning utgjør en alvorlig trussel mot verdens knappe ferskvannsressurser (FN 2003a). Hydrologer bruker 1700 m^3 vann per person årlig som en måleenhet. Den indikerer at en stat befinner seg i en tilstand på grensen til vannstress, samtidig som den har nok vann til å ha det rimelig komfortabelt. Dersom et land årlig har mindre 1000 m^3 vann per person, er vann en knapp ressurs. En stat er vannrik dersom vannmengden er på $10\,000 \text{ m}^3$ vann per person årlig (figur 4.1) (UNEP 2008).

I 2025 kommer trolig større deler av verden til å oppleve dramatisk vannmangel og vannstress (figur 4.1 og 4.2).



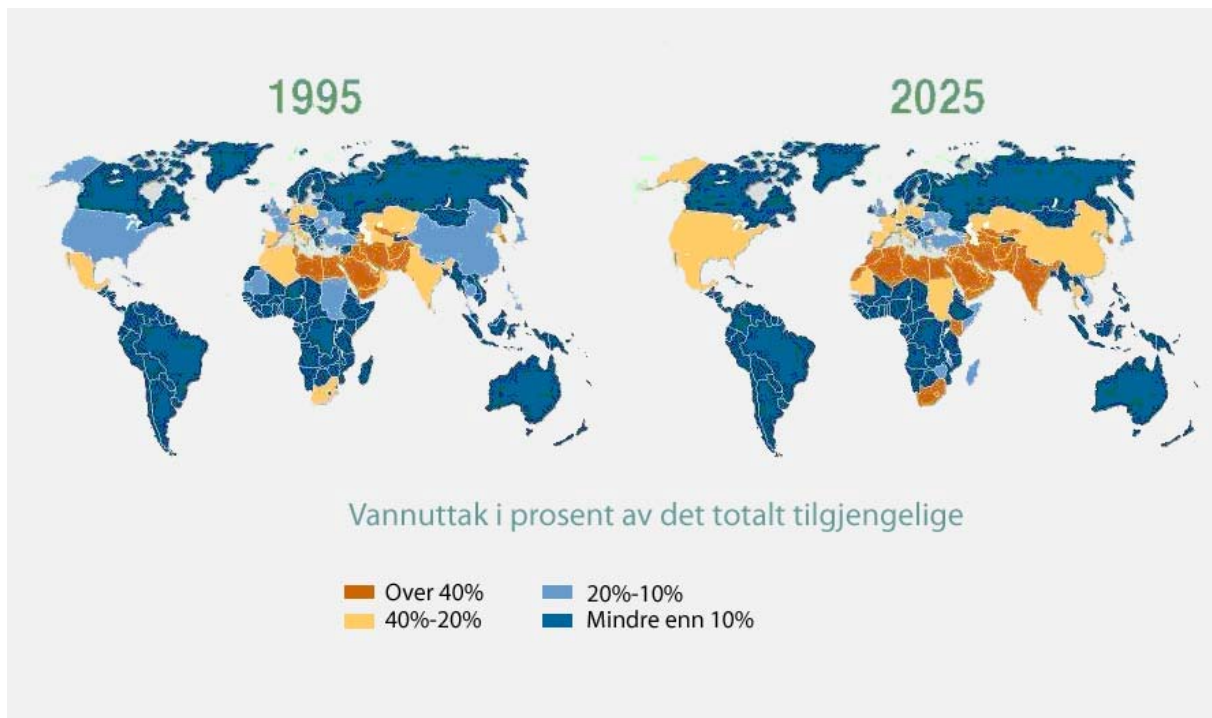
Figur 4.1 Tilgang på ferskvann i verden i 1995 med prognoser for 2025 for 2025. Omarbeidet fra UNEP 2008.

Et område erfarer vannstress når den årlige vannforsyningen faller under 1700 m³ per person. Når den årlige vannforsyningen faller under 1000 m³ per person, lider befolkningen av vannmangel (Postel 1996, UNEP 2008). Det er antatt at i perioden mellom år 2000 og 2025 vil det globale årlige gjennomsnittet av ferskvann som er tilgjengelig per innbygger, falle fra 6.600 m³ til 4.800 m³ som følge av ujevn fordeling av vannressursene. Dette vil igjen medføre at ca. tre milliarder mennesker vil leve i områder med vannstress (FAO 2007). Antall land med vannmangel vil øke fra dagens 31 til 48 land i 2025. Omtrent 40 av disse landene er lokalisert i Vest-Asia, Nord Afrika og Sahara (figur 4.1).

I Afrika er det ca. 200 millioner mennesker som lider av alvorlig vannmangel i dag. Dette tallet vil antakelig øke til 230 millioner i 2025. Samtidig vil om lag 460 millioner mennesker leve under vannstress i 2025 (Falkenmark 1989, Gardner-Outlaw 1997, UNEP 2007). I det kommende tiår ventes befolkningen i disse områdene å øke, og vannbehovet til mat vil også øke. Dette vil være en hovedårsak til vannmangel og vannstressproblemer for de fleste landene i de kommende årene (Postel 1996).

Mye tyder på at nedbøren blir mer ulikt fordelt i framtiden som følge av klimaendringer. Vannet er viktig for alle samfunn, og alle samfunn er avhengig av å sikre seg tilgang på vann. Konsekvensene av mangel på vann vil vise seg i matproduksjonen globalt, og i maktforhold mellom stater og kontinenter i framtiden. Dette vil sette flere nasjoner i en dramatisk vannkrise. Virkninger av kampen om kontrollen over ferskvannet vil være avgjørende faktorer for menneskehetens fremtid (Tvedt 2007).

Etter hvert som befolkningen og økonomien vokser, vil disse legge stadig økende press på økosystemene knyttet til ferskvann. Det er også usikkerhet knyttet til de potensielle effektene av globale klimaendringer. For mange land i Afrika, Asia og Midtøsten er vannknapphet blitt et stort problem. I flere områder som for eksempel Sør-Spania, California og deler av Australia er problemene også merkbare. Dersom vannforbruket øker i samme takt som tidligere, vil rundt 2/3 av verdens befolkning lide under mangel på ferskvann og vannstress i 2025 (Figur 4.2).



Figur 4.2 Vannuttak i prosent av det totalt tilgjengelige ferskvannet i 1995 og prognoser for 2025. Omarbeidet fra UNEP 2008.

4.1.1 Vannkonfliktene

Et større press på vannressursene kan i fremtiden føre til økende konflikter mellom land som deler felles vannressurser (FN 2008). Eksempler på slike konflikter har man fra Jordan, Nilen og Eufrat (FIVAS 2006a). Usikkerheten omkring vanntilgangen i fremtiden gjør kampen om hvem som skal ha kontroll over vannet til et mer sentralt tema både i politisk og økonomisk sammenheng (Tvedt 2007). Vannstress og vannmangel har virkning på samfunnsøkonomien og kan dermed bli en begresende faktor for den økonomiske utviklingen. Vann er en avgjørende og ikke minst en nødvendig ressurs for at samfunn skal kunne fungere.

Pessimistene tror at vannknapphet vil føre til krig mellom nasjoner som ønsker å sikre seg tilgang til denne livsviktige ressursen. Derimot tror opptimistene at vannets vitale betydning antakelig vil bidra til samarbeid, nettopp fordi vann er nødvendig for å opprettholde liv.

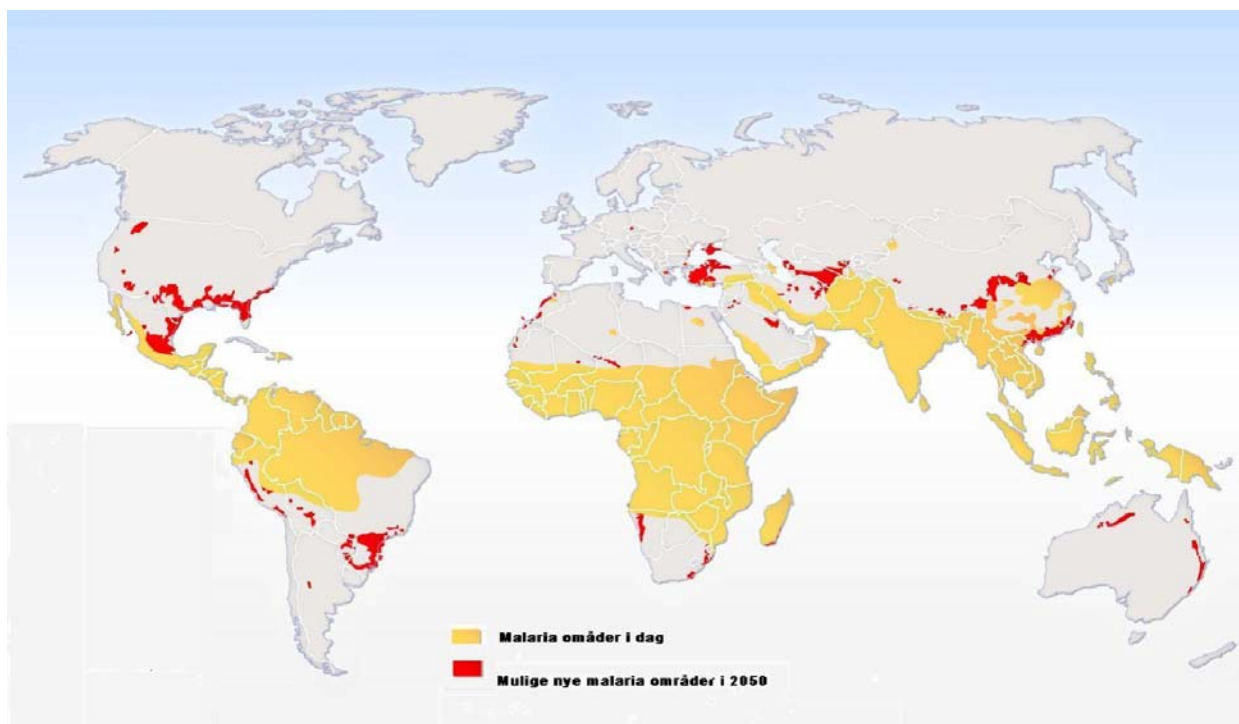
En voksende befolkning og økt vannmangel på grunn av global oppvarming vil sannsynligvis føre til uro og krig mange steder på jorda. Dette kan trolig komme til å true fred og sikkerhet i store deler av verden. Den som kontrollerer vannet, har en fundamental makt i og over samfunnet. Alle trenger vann. Både rike og fattige mennesker må ha like mye vann for å leve,

og alle samfunn vil kjempe om kontrollen over vannet for å beskytte og forsvare seg mot katastrofer. En slik situasjon vil bli en arena som krever globale og radikale demokratiske løsninger. Mange mener at vannet vil bli fremtidens olje og kilde til konflikter. Maktkampen over vannet kommer trolig til å være spørsmål om liv og død, og den vil antakelig være evig og gjelde alle (Tvedt 2007). Kampen om vann, endringer i nedbørsmønstre, konflikter om matproduksjon er faktorer som truer fred og stabilitet i hele verden (Falkenmark 1989, Clarke 1992, Tvedt 2007).

4.1.2 Klimaendringer og ferskvann

Økt temperatur på jorda vil føre til økt fordamping og endringer i nedbørsmønstrene. Dette vil skape en helt ny usikkerhet rundt verdens vannressurser. Klimaendringer og forandring i atmosfærens sirkulasjon vil berøre det hydrologiske kretsløpet (EEA 2008). Dette vil sannsynligvis ha effekt både på distribusjonen og tilgangen på vannressurser til husholdninger, matproduksjon og industriaktiviteter og også drift av vannkraftverk. Klimaendring vil trolig være en av årsakene til problemer rundt vanntilgang, forbruk, utnyttelse, og beskyttelse av vannforsyninger. Andre relevante hydrologiske aspekter er flomstyring, vannkvalitet, erosjon, sedimenttransport og bevaring av økosystemer. Vann er sosioøkonomisk viktig for alle samfunn, og det har stor betydning for et velferdsmiljø (Bergesen og Parmann 1990, Van Dam 1999, Gleick 2006).

Globalt har lufttemperaturen økt med 0,74 °C de siste 100 årene, og den ventes å øke i framtiden (IPCC 2007). Høyere vanntemperaturer fremmer utviklingen av mikroorganismer og alger. Dette vil igjen medføre dårligere vannkvalitet (Shiklomanov 1991, Shiklomanov 1999, Gleick og Cooley 2006, EEA 2008). Mange arter av dyr og planter vil utryddes som følge av klimaendringer (Bergesen og Parmann 1990, IPCC 2007, EEA 2008). I 2050 kan malaria, særlig *P. falciparum* parasitten trolig komme til å spre seg over store deler av verden (figur 4.3) (UNEP 2008).



Figur 4.3 Områder med malaria i dag og mulige nye malariaområder i 2050 (UNEP 2008).
Omarbeidet fra UNEP 2008.

Gul farge = Områder med malaria i dag.

Rød farge = Mulige nye områder med malaria i 2050.

Det forventes økt avsmelting i Arktis som følge av global oppvarming (Hassol 2004). Mer flom kan forekomme og små øyer kan bli mindre (Tollan 2002, Hassol 2004, Gleick 2006). Om den globale oppvarmingen øker med 2- 4 °C, kan man forvente ekstreme hendelser som hetebølger, flom, tørke og mindre nedbør i noen områder (Mathismoen 2007). Værphenomenet El-Nino kan bli hyppigere (Kiparsky og Gleick 2004). Dette vil antakelig medføre større nedbørsmengder og mange mennesker kan omkomme i flomkatastrofer. De fattigste landene vil bli hardest rammet (Bergesen og Parmann 1990). De rike landene kan også rammes når oppvarmingen passerer 2 °C (Mathismoen 2007). En redusert matproduksjon, vannmangel, endret sykdomsutbredelse, flom og tørke som skyldes klimaendringer vil trolig gjøre mange hundre millioner mennesker og dyr til klimaflyktninger (Bergesen og Parmann 1990, Mathismoen 2007). Konsekvenser av matmangel blir mer hungersnød og underernæring. Feilernæring vil trolig medføre helseproblemer og epidemier i store deler av verden.

De tørre områdene blir tørrere, og de våte områdene blir våtere (Myhre 2008). Det vil antakeligvis bli hyppigere og mer ødeleggende flommer og tørke på jorda, særlig i Afrika og Asia (Bergesen og Parmann 1990). I Afrika vil om lag 75 - 250 millioner mennesker oppleve

reduisert tilgang til rent vann som følge av klimaendringer i 2020 (Mathismoen 2007). I Asia, spesielt Sør-, Vest-, Sentral- og Sørøst-Asia vil sannsynligvis mellom 85 og 120 millioner mennesker rammes direkte av ferskvannsmangel i 2020 som følge av en redusert vannføring i de store elvesystemene. Antallet kan trolig øke til ca. en milliard innen 2050 (Mathismoen 2007). Dette er i strid med FNs tusensårsmål om en halvering av antall mennesker uten tilgang til rent drikkevann innen 2015.

I Australia, særlig i sør og øst, og i deler av nordøstre New Zealand vil problemer med ferskvannsforsyningen øke som følge av redusert nedbør og økt fordamping. I Europa kan vannføringen i elvene øke kraftig i nordlige deler frem til 2070, men synke med ca. 60 % i sørlige deler. Det blir også hevdet at vannføringen kan reduseres med opp til 80 % om sommeren. Om vinteren kan man antakelig vente mer flom i kystområdene, og kraftigere vårflommer etter snøsmeltingen i Øst- og Sentral Europa (Mathismoen 2007).

I noen områder i Sør-Amerika vil det trolig bli mindre nedbør. Tørre områder i Argentina, Chile og Brasil vil oppleve et underskudd på ferskvann i fremtiden. Fra 7 til 77 millioner mennesker vil antakeligvis lide under vannmangel og antallet kan øke opp til mellom 60 og 150 millioner mennesker i løpet av siste halvdel av dette hundreåret. I deler av Nord-Amerika vil konkurransen om vannressursene øke. Dette skyldes mindre nedbør og snøsmelting tidligere om våren. I USA er tilgangen til ferskvann allerede et stort problem. Dette betraktes som et av de store miljøproblemene i USA. Klimaendringer vil også senke grunnvannstanden ytterligere (Mathismoen 2007).

4.2 En bedre fordeling av drikkevann - muligheter og virkemidler

Tilstanden til verdens ferskvannsressurser og reduksjonen i vannkvalitet kan vise seg å bli en av de viktigste temaene i internasjonal miljø- og utviklingspolitikk de kommende årene. Internasjonalt samarbeid og solidaritet, rettfærdig fordeling av ressurser, kunnskapsutveksling og stabilitet ved bedre bruk av vannressurser er en viktig vei å gå for å møte fremtidens vannknapphet og hindre skader på de akvatiske økosystemene ytterligere. Effektiv bruk av vann er også viktig, men dette må kombineres med politiske retningslinjer som forandrer måten man forbruker vann på.

Vann kan utnyttes mer effektivt gjennom et felles internasjonalt samarbeid, moderne teknologi og markedsprising. Det bør etableres en god lovgivning som sikrer likeverd mellom samfunnsgrupper, sosial rettferdighet, kamp mot fattigdom og bevaring av ressurser og miljø for fremtiden. Lokal medvirkning i beslutninger er av stor betydning i vannforvaltning. Dette krever en god og stabil demokratisk politikk. Statene bør bruke minst 2 % av sitt BNP på vann og sanitære tjenester. Det bør satses både på nasjonale og internasjonale vannstrategier med fokus på reduksjon av fattigdom og sosiale forskjeller (UNDP 2006). Vann og sanitære tjenester som i dag ikke er prioriterte områder i verdens bistandspolitikk bør nå prioriteres, forbedres og forsterkes. Investering på dette området er veldig viktig for å bekjempe sykdommer og dødsfall fra vannrelaterte sykdommer i verden. Internasjonal bistand er også et viktig tiltak for å møte fremtidens vannknapphet. FNs tusenårsmål nr 8 handler om et globalt partnerskap. Dette peker på noe som er vesentlig når det gjelder internasjonal samarbeid, solidaritet og bistand (FN 2003a). Norge er engasjert i mange vannprosjekter i verden, og landet er nå et av de i-landene i verden som for eksempel bruker ca. 1 % av sitt BNP til bistandsarbeid i u-land (UNDP 2006). Tiltak mot klimaendringer må forsterkes for å sikre trygghet mot naturkatastrofer, samt sikring av kraftverk og dammer. Overvåking og varsling må derfor være rettet mot vær fenomener som tørke og flom.

Det finnes løsninger og muligheter for verdens ferskvannssituasjon. Det store problemet er økonomi og samarbeidsvilje mellom stater. Agenda 21 illustrerer et langsiktig handlingsprogram hvor målet er et felles arbeid for bærekraftig utvikling. Vedtaket som ble gjort på miljø- og utviklingskonferansen i Rio i 1992, legger vekt på samfunnets rolle i ressursforvaltningen både lokalt og internasjonalt (Baklien 1995). Dette vedtaket illustrerer noe som er vesentlig når det gjelder vannproblemene i verden. Det finnes både lokale og internasjonale tiltak for å forbedre vannsituasjonen i verden, og visse tiltak krever global innsats og samarbeid. Målet bør være at stater legger til rette for ny teknologi og utvikling.

Det finnes også andre løsninger som for eksempel å frakte vann med store lasteskip, slepe vann i gigantiske poser, legge vannrør over store deler av verden, avsalte havvann og føre vann gjennom kanaler. Disse tiltakene er gjennomførbare, men kostbare og energikrevende. Slik den økonomiske situasjonen er i verden i dag, kunne bare den rike delen av verden ha råd til slike tiltak. Dersom man klarer å få noen av disse tiltakene gjennomført, kan verdens ferskvannsproblemer trolig bli løst. Verdenssamfunnet bør samarbeide for en sikrere og bedre

forvaltning av ferskvannsressursene, og for å skape en bedre verden for alle. Dette er viktig for å nå det globale primærmålet om bærekraftig utvikling.

Retten til vann

Retten til rent vann ble ikke inkludert i verdens menneskerettighetserklæring i 1948. Det skjedde imidlertid i 2002 (Hoekstra og Chapagain 2008). Da ble retten til vann internasjonalt anerkjent som en menneskerett. ”Tilgang til vann er en grunnleggende menneskesrett og ufravikelig nødvendig for et sunt og menneskeverdig liv” (UNCESCR 2002). At rent vann er en menneskerett, og det betyr at samfunnet bør ta på seg plikten til å skaffe nok, rent vann for liv og helse til alle sine borgere, og sørge for å dekke ulike vannbehov, som vann til mat, inkludert irrigasjon, og vann til industri og energiproduksjon. Av disse behovene bør drikkevann og vann til mat først prioriteres siden dette er grunnleggende menneskelige behov. I tillegg er det viktig at man unngår vannforurensninger (FN 2003a).

Målet bør være å sikre at alle mennesker får tilgang til nok, trygt vann av god kvalitet og til en overkommelig pris. Vann er en fundamental rettighet, og bør derfor sikres av staten. Derfor bør staten betale for dem som ikke har råd til rent vann. Dette må til for å kunne tilfredsstille de enkeltes personlige behov, det vil si vann til personlig hygiene og forbruk i husholdet (FIVAS 2006a). Retten til vann inkluderer også retten til gode sanitærforhold ettersom et godt utbygd sanitærsystem er den eneste garantien for å opprettholde tilgangen til rent vann. Tilgang til nok vann er et felles gode, og det bør derfor betraktes som en basisrettighet. Av denne grunn bør vannet forvaltes på en bærekraftig måte som sikrer tilgang til rent drikkevann også for fremtidige generasjoner. Implementering av retten til vann krever at verdens samfunn og myndigheter investerer og prioriterer ressurser til vann og sanitære forhold enda mer enn tidligere. Dette krever en internasjonal innsats og samarbeid på tvers av landegrenser og regioner (Palaniappan mfl. 2006).

5 Konklusjon

Den globale vannkrisen har sin rot i befolkningstetthet, makt og fattigdom. Å få bukt med krisen som skapes av manglende tilgang på vann og elendige sanitære forhold, er en av de store utfordringene verdenssamfunnet står overfor både i dag og i framtiden. For å løse denne utfordringen kreves det en felles nasjonal og internasjonal innsats og samarbeid.

Grensekryssende vannforvaltninger er et spørsmål om menneskelig utvikling og samarbeid. Samarbeid kan redusere konfliktens potensial og utløse gevinster i form av forbedret kvalitet på felles vannressurser, øke velstanden og trygge livsgrunnlaget (UNDP 2006).

Vann tilhører ikke en enkelt person eller et enkelt land, men menneskeheten. Enhver har krav på nok rent drikkevann av god kvalitet, som er tilgjengelig til personlig bruk og husholdning. Vannforsyningen skal alltid sikres slik at drikkevannet ikke utgjør en potensiell kilde til spredning av smittestoffer. Ifølge den norske drikkevannsforskriften § 14 skal det finnes minimum to hygieniske barrierer i vannforsyningssystemet. Vannforsyningssystemet må sikres slik at drikkevannet blir helsemessig betryggende. Det er viktig at vann blir behandlet så godt som mulig før det tas i bruk. Vann må desinfiseres før det transporteres til mottaker eller forbrukerne for å inaktivere mikrobiologisk forurensning. Plassering og utforming av inntaket i drikkevannskilder er av stor betydning for å oppnå best mulig vannkvalitet og nødvendig kapasitet.

Selv om verdens ferskvannsressurser er begrensede, finnes det mer enn nok vann på jorda. Dagens teknologi gjør det mulig å utnytte en stadig større del av ferskvannet på jorda. Vi kan bore flere brønner, transportere vann til områder med vannmangel og avsalte havvann. Vannknappheten kan reduseres ved å rense brukt vann og bruke det på nytt. Det finnes også andre løsninger og indirekte virkemidler, som overvåking, utdanning, forskning, lovgivning og økonomiske virkemidler, samt forvaltning og god vilje.

Utbrudd av vannrelaterte sykdommer påvirker mange mennesker i verden i dag. Dårlig drikkevann bidrar til utbredelse av sykdommer både i u-land og i i-land. Noen av patogenene som blir overført gjennom forurenset drikkevann, fører til alvorlige lidelser og noen ganger livstruende sykdom. Å bekjempe de vannrelaterte sykdommene vil trolig koste verdens samfunn mellom 25 og 50 milliarder amerikanske dollar hvert år bare for medisinsk

behandling (Palaniappan mfl. 2006). Kontroll og overvåking av drikkevann bør være rettet mot vannrelaterte sykdommer i alle samfunn. Gode sanitæretjenester er blant de sterkeste forebyggende tiltak statene har til rådighet for å bekjempe smittsomme sykdommer. Investeringer på dette området vil trolig være det mest effektive enkelttiltaket man kan sette i verk for å bekjempe sykdommer og redde liv. Rent vann kan trolig bety store kostnadsinnsparinger på verdensbasis, i forhold til alle sykdommene man må behandle på grunn av dårlig drikkevann.

Industriens vannforbruk er en av de viktigste årsakene til vannforurensning i verden. Det skyldes en rask økning av industrivirksomheten i mange land (Shiklomanov 1997, Shiklomanov 2000). Forurensning av tungmetaller og andre kjemiske stoffer skaper også alvorlige problemer i drikkevann. Arsen gjør vannet akutt eller kronisk giftig avhengig av konsentrasjon og eksponeringstid. Langtidseksponering for arsen blir også satt i forbindelse med utvikling av kreft og andre alvorlige sykdommer. I Bangladesh er dette et stort helseproblem, da flere millioner mennesker drikker det forurensende grunnvannet hver eneste dag.

Historiske undersøkelser viser at land som deler en elv, eller grenser til samme elv generelt har større sannsynlighet for å komme i konflikt enn land som ikke deler en elv. Dermed kan vannknapphet ha en tendens til å øke konfliktrisikoen mellom land. Det er videre mange eksempler på interne vannkonflikter der ulike etniske grupper eller klaner strides om vannrettigheter. Men det er likevel vanligere å samarbeide om forvaltning av vannressursene enn å ende opp i åpen konflikt om vannet. I løpet av de neste tiårene er det fare for kriger om retten til vann, spesielt i Afrika, Asia og Midtøsten. Kampen om ferskvannet vil antakelig bli sterkere i framtiden. Ferskvannet er en endelig og sårbar ressurs, og er nødvendig for å opprettholde liv, utvikling og miljø. Utvikling og forvaltning av vannressurser må bygges på deltakelse fra brukere, planleggere og politikere på alle nivå.

Den globale vannkrisen og miljøtruslene vil antakelig tvinge verdenssamfunnet til et samarbeid på tvers av regioner og landegrenser i fremtiden. Klimaendringer kommer sannsynligvis til å forsterke naturkatastrofer som flom og tørke mange steder på jorda, særlig i Afrika og Asia. Det er sannsynlig at havnivået vil i dette hundreåret stige med 19- 58 cm, og det kan ikke utelukkes at havnivået vil komme til å stige mer.

Det er større press på vannressursene som følge av befolkningsveksten i dag enn tidligere.

For å løse problemene med vannmangel i fremtiden er det viktig at verden belager seg på en mer vanngjerrig tilværelse. Det blir viktig å redusere forbruket, særlig i jordbruket som i dag bruker opp til 70- 80 % av de tilgjengelige vannressursene i enkelte land (FN 2003a). Hele 70 % av ferskvannet i verden går til jordbruksproduksjon. Av dette forsvinner ca. 50 % gjennom lekkasje og fordamping fra arealene. Irrigasjon krever bedre og mer rasjonelle metoder og bedre opplæring av bønder i land som er avhengig av kunstig vanning. Dryppvanning er en av de beste irrigasjonsmetodene, men den er ressurskrevende. I India, Israel, Jordan, Spania og California har dryppvanning i noen områder redusert vannforbruket med 30 % og avlingene har økt med 20-90 % (FN 2003a).

Grunnvannet er det reneste og den beste drikkevannskilden på jorda, men det anses å være ressurskrevende å ta det opp. Mange steder tas det ut så mye grunnvann at grunnvannsnivået synker. For mange u-land er grunnvannet den eneste og beste ferskvannskilden. Forurenses grunnvannet i disse landene kan situasjonen bli kritisk. Fortsetter verdens folketall å vokse som nå, vil vi sannsynligvis i løpet av hundre år nå et punkt der det verken er teoretisk eller praktisk mulig å skaffe nok mat, vann og andre viktige ressurser til alle.

Begrenset ferskvannstilgang medfører store utfordringer for de regioner som rammes. Dette kan forårsake økte helseproblemer, større sjanser for konflikter på ulike nivå, degradering av økosystem og begrensninger i vekstpotensiale, særlig i landbruket og industriell produksjon. Til tross for at retten til vann har blitt internasjonalt anerkjent som en menneskerett, er 1/6 av verdens befolkning fortsatt uten tilgang til rent vann, og 2/5 er uten gode sanitære forhold. Ikke minst dør mer enn 3 millioner mennesker hvert år på grunn av vannrelaterte sykdommer. Hadde disse menneskene hatt tilgang til rent vann og gode sanitære forhold, kunne de ha vært reddet.

Referanser

- Abramovitz, J. N. 1996. Imperiled waters, impoverished future: The decline of freshwater ecosystems. Worldwatch Institute, Washington, D.C. 80 s.
- Alloway, B. J. og Ayres, D. C. 1997. Chemical principles of environmental pollution. Blackie Academic & Professional, London. XVII, 395s.
- Andersen, J. R., Bratli, L. J., Fjeld, E., Faafeng, B., Grande, M., Hem, L., Holtan, H., Krogh, T., Lunde, V., Rosland, D., Rosseland, O. B., og Aanes, J. K. 1997. . Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT-veiledning. Nr. 97: 04. TA-1468/1997. 31s.
- Arsano, Y. 2006. Nile Basin Co-operation: Prospects for the Twenty-First Century. s325- 350 i Tvedt, T. og Coopey, R., (red). A History of the water. The political economy of the water. I.B.Tauris, London-New York.
- Artsdatabanken 2008. Nasjonal Kunnskapskilde for biologisk mangfold.
<http://www.artsdatabanken.no/ThemeArticle.aspx?m=16>
- Assadourian, E. 2006. Vital signs 2006-2007 : The trends that are shaping our future. W.W. Norton, New York. 160s.
- Atmosphere 2007. The atmospheric chemistry department of the Max Planck Institute for Chemistry in Mainz (Atmosphere. mpg.de).
<http://www.atmosphere.mpg.de/enid/2.html>
- Baklien, B. 1995. Natur, miljø og samfunn: Miljøproblemer i et tverrfaglig perspektiv. TANO, [Oslo]. 308s.
- Berge, D. 1999. Bedre bruk av vannressursene(BBV).
De ulike forurensningers virkninger i ferskvannsresipienter., NIVA-Rapport no.614.777.
- Bergesen, H. O. og Parmann, G. 1990. Miljø og utvikling. Universitetsforlaget, Oslo. 151s.
- Blodbanken 2008. <http://www.blodbanken-oslo.no/>

- Brown, L. R., Flavin, C., og Postel, S. 1991. Saving the planet: How to shape an environmentally sustainable global economy. Norton NewYork. 224 s.
- Campbell, N. A. og Reece, J. B. 2002. Biology. Sixth Edition. International Edition. Benjamin Cummings, San Francisco. 1247s.
- Caplex 2008. Arsenikk. <http://www.caplex.no/Web/ArticleView.aspx?id=9300411>
- Cappelens 2004. Verdensatlas.
- Clarke, R. 1992. Vann: Den egentlige krisen. Aschehoug, Oslo. 137s.
- Closs, G., Boulton, A., og Downes, B. 2004. Freshwater ecology: a scientific introduction. Blackwell Publ., Malden, Mass. XIV, 221s.
- Dagbladet 2007. Dette er Arsenikk.
<http://www.dagbladet.no/nyheter/1999/06/27/169323.html>
- Das, D., Chatterjee, A., Mandal, B. K., Samanta, G., Chakraborti, D., og Chanda, B. 1995. Arsenic in ground water in six districts of West Bengal, India: the biggest arsenic calamity in the world. Part 2. Arsenic concentration in drinking water, hair, nails, urine, skin-scale and liver tissue (biopsy) of the affected people. The Analyst 120:917-924.
- Dellapenna, H. W. 2006. The Nile as Legal and Political Structure. s294- 323 i Tvedt, T. og Coopey, R., (red). A history of water. The Political Economy of Water. I:B: Turis, London.
- Edler, L., Willen, E., Willen, T., og Ahlgren, G. 1995 Skadelige alger i sjøer og hav. Naturvårdsverket. 91s.
- EEA 2008. European Enviroment agency. Impacts of Europe's changing climate 2008. Indicator based assessment. Rapport 4/2008. EEA, Copenhagen. <http://www.niva.no/>
- Encyclopedia 2004.
- Europa 2007 <http://www.europa.eu/rapid/pressReleaseAction.do?reference>

- Falkenmark, M. 1989. Vann og internasjonale konflikter. Vann- ikke olje -vil bli den viktigste ressurs i midtøsten. AMBIO 18:102- 120.
- Falkenmark, M. og Rockstrøm, J. 2004. Balancing water for humans and nature: the new approach in ecohydrology. Earthscan, London. xxiv, 247s.
- FAO 2007. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
<http://www.fao.org/>
- FAO 2008. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Water , Irrigation topics. http://www.fao.org/nr/water/topics_irrigation.html
- FIVAS 2006a. Krafttak for verdens fattig. Vannkraft og vannbruk i utviklingsland. Informasjonsbrosyre. Forening for internasjonale vannstudier (FIVAS), Oslo. 22s
- FIVAS 2006b. Vann og konflikter: Retten til Vann. Informasjonsbrosyre. Foreningen for internasjonale vannstudier (FIVAS), Oslo. 14s
- FN 2003a. Hodet over vannet. Ressursperm om vann for ungdomskolen. FN-sambandet, Oslo. 89s
- FN 2003b. Vann i all verden. Blue Globus. Et redskap for elever og lærer. No 2. FN-sambandet, Oslo.
- FN 2008. Miljø, Klima, Ferskvann, og Bærekraftig utvikling.
<http://www.fn.no/temasider/miljoe>
- SIF 1987. Kvalitetsnormer for drikkevann. Statens institutt for folkehelse (SIF), Oslo. 72s.
- Folkehelseinstituttet 2007. Drikkevann.
http://www.fhi.no/eway/default.aspx?pid=233&trg=MainArea_5661&MainArea_5661=5565:0:15,2867:1:0:0:::0:0
- Folkehelseinstituttet 2008. Drikkevann.
http://www.fhi.no/eway/default.aspx?pid=233&trg=MainArea_5661&MainArea_5661=5565:0:15,2867:1:0:0:::0:0
- Forskning 2008. <http://www.forskning.no/>

- Garcia Armisen, T. 2006. Etude de la dynamique des Escherichia coli dans les rivières du bassin de la Seine. These presentee a l'obtention du diplome docteur en sciences. Ecologies des systemes aquatiques. Univesite Libra de Bruxelles. 173s.
- Gjøsæster, J. 2003. Rammebetingelser for havbruk. Havforskningsinstituttet. Havbruksrapport 2003, kap 3.1.s62- 63. <http://www.niva.no/>
- Gleick, P. H. 1993. Water in Crisis: A Guide to the World's Fresh Water Resources. Oxford University Press NewYork.
- Gleick, P. H. 1999. Water Futures: A Review of Global Water Resources Projections. Pacific Institute for Studies in Development, Environment and Security
- Gleick, P. H. 2004. The world's water 2004-2005: The biennial report on freshwater resources. Island Press, Washington. 362s.
- Gleick, P. H. 2006. The world's water 2006-2007: The biennial report on freshwater resources. Island Press, Washington. 368s.
- Gleick, P. H., Barton, C., Baker, D. N., Peterson, W. K., CoBabe-Ammann, E., Running, S. W., Kaye, J. A., Koblinsky, C. J., Cramer, B., og Karl, T. 2007. Global and Regional Hydrologic Observations: Looking Back and Ahead. American Geophysical Union, Fall Meeting 2007, abstract U32A-05.
- Gleick, P. H. og Cooley, H. 2006. The World's Water 2006-2007: The Biennial Report on Freshwater Resources. Island Press.
- Gleick, P. H., Singh, A., og Shi, H. 2001. Threats to the World's Freshwater Resources. Pacific Institute for Studies in Development, Environment, and Security.
- Granum, P. E. 1999. Smittsomme sykdommer fra mat: Næringsmiddelbårne infeksjoner og intoksikasjoner. Høyskoleforlaget, Kristiansand. 350s.
- Grønneberg, T. 2001. Kjemien stemmer: Grunnbok 2KJ. Cappelen, Oslo. 237s.
- Hassol, S. J. 2004. Konsekvenser av klimaendringer i Arktis. Cambridge University Press, Cambridge. 139s.

Helsetilsynet 2008. Fakt om Hepatit A, B og C.

http://www.helsetilsynet.no/webpubl/hiv_aids/fakta/hepat.html

Helt, H. C. og Cederberg, G. 1974. Vandforureningens kemi. Gyldendal, Copenhagen. 64s.

Hoekstra, A. Y. og Chapagain, A. K. 2008. Globalization of water: sharing the planet's freshwater resources. Blackwell Pub., Malden, Mass. XII, 208s.

Hurst, C. J. og Crawford, R. L. 2002. Manual of environmental microbiology. ASM Press, Washington, D.C. XIX, 1138 s.

Håkanson, L. og Jansson, M. 1983. Principles of lake sedimentology. Springer, Berlin. 316s.

IPCC 2007. IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007.

<http://www.ipcc.ch/ipccreports/assessments-reports.htm>

Iversen, T.-H. 1986. Kjemiske miljøgifter: Effekter på biologiske systemer.

Universitetsforlaget, Oslo. 2b.

Kapperud, G. og Lassen, J. 1999. Salmonella SPP. s71-83 i Granum, P. E., (red). Smittsomme sykdommer fra mat. Næringsmiddelbårne infeksjon og intoksikasjoner. En introduksjon. 2 utgave.

Kiparsky, M. og Gleick, P. H. 2004. Climate change and California. Water Resources. s157-188 i Gleick, P. H., (red). The World's water 2004-2005. The Biennial Report on freshwater Resources.

Lee, J. W. 2004. Water, Sanitation and Hygiene Links to Health. Pages 1-2 Facts and Figures- updated. World Health Organization, Geneve.

Loucks, D. P. og Gladwell, J. S. 1999. Sustainability criteria for water resource systems. Cambridge University Press, Cambridge. 139s.

Lovdata 2008. Drikkevannforsyning. <http://www.lovdata.no/>

Mandersom, K. og Huang, Y. 2005. Water Vector Disease and Gender. Schistosomiasis in Rural China. s. 67-84 i Whiteford, L. M., (red). Globalization, Water and Health: Resources Management in times of scarcity. School of American Research Press ; James Currey, Santa Fe : Oxford.

- Master, L. L., Flack, S. R., og Stein, B. A. 1998. Rivers of life: Critical watersheds for protecting freshwater biodiversity. The Nature Conservancy, Arlington, Virginia 71s.
- Mathismoen, O. 2007. Klima: Hva skjer? Font forlaget, [Nesøya]. 426s.
- Matportalen 2008. Gulfeber.
http://matportalen.no/artikler/2004/4/bly_og_arsenikk_i_vulkansand
- McAllister, D. E., Hamilton, A. L., og Harvey, B. J. 1997. Global Freshwater Biodiversity: Striving for the Integrity of Freshwater Ecosystems. Ocean Voice International.
- Medema, G., Teunis, P., Blokker, M., Deere, D., Davison, A., Charles, P., og Loret, J. F. 2006. WHO guidelines for drinking water quality: Cryptosporidium. WHO, New York, NY.
- Merrett, S. 2002. Water for agriculture: Irrigation economics in international perspective. Spon Press, London. 235s.
- Miljopolare 2008. <http://www.miljolare.no/>
- Miljøstatus 2007. Miljøstatus i Norge. <http://www.miljostatus.no/>
http://www.miljostatus.no/templates/PageWithRightListing_2125.aspx
- Molden, D. 2001. Increasing Productivity of Water: A Requirement for Food and Environmental Security. Dialogue on Water, Food and Environment. Earthscan; IWMI, London; Colombo. 19s
- Molden, D. 2007. Water for food, water for life: A comprehensive assessment of water management in agriculture. Earthscan ; IWMI, International Water Management Institute, London ; Colombo. XVII, 645s.
- Moyle, P. B. og Leidy, R. A. 1992. Loss of biodiversity in aquatic ecosystems: Evidence from fish faunas.
- Myers, N., Nath, U. R., og Westlake, M. 1987. Gaia: Verdens miljøatlas : Hvordan vi tar vare på våre ressurser. Universitetsforlaget, Oslo. 271s.
- Myhre, A. 2008. Klima, energi og miljø. Universitetsforlaget, Oslo. 324s.

- Mølbak, K. og Sommerfelt, H. 2001. Redaksjonelt-Vann og helse i et internasjonalt perspektiv. Tidsskrift for den Norske Lægeforening 121:2252-2252.
- Nafo 2005. Temanummer Vann. NaFo-nytt 1/2005:27s.
- Naturleksikon 2008. Livet i Ferskvann(limnologi).
<http://www.naturleksikon.no/limnologi.htm>
- NDSU 2007. North Dakota State University (NDSU) Agricultural Experiment Station. .
<http://www.ag.ndsu.edu/extension/>
- Nettdoktor 2008. <http://www.nettdoktor.no/>
- NIVA 2008. Norsk institutt for vannforskning. <http://www.niva.no/>
- NMKN 1999. Nordisk Metodedikkomite for Næringsmidler. *Escherichia Coli* 0157.
Påvisning i levnedsmidler og foder.
- Norderhaug, M. 1998. Vann: Den globale krisen. Worldwatch Institute Norden,Tønsberg.
20s.
- Nordstrom, D. K. 2002. Public Health: Enhanced: Worldwide Occurrences of Arsenic in Ground Water. Science's Compass. 296: 2143-2145.
- Ottersen, T. R., Volden, T., Finne, E. T., og Alexander, J. 1999. Undersøkelse av arseninnholdet i jordi Stormyra barnehage., Statens institutt for folkehelse.
- Palaniappan, M., Lee, E., og Samulon, A. 2006. Environmental Justice and Water. s117-144 i Gleick, P. H., (red). The World's Water 2006-2007. The Biennial report on freshwater Ressources. Island Press, Washington.
- Postel, S. 1992. Last oasis facing water scarcity Earthscan. 239s
- Postel, S. 1995. Where Have All the Rivers Gone? Worldwatch 8:9-19.
- Postel, S. 1996. Dividing the waters: Food security, ecosystem health, and the new politics of scarcity. Worldwatch Institute, Washington, D.C. 76s.
- Postel, S. 1999a. Pillar of Sand. New York and London: WW Norton and Company 313s.

- Postel, S. 1999b. Pillar of sand: can the irrigation miracle last? W.W. Norton & Company, New York. XII, 313s.
- Postel, S. L., Daily, G. C., og Ehrlich, P. R. 1996. Human appropriation of renewable fresh water. *Science* (Washington) 271:785-788.
- Reinders, F., B. 2007. Micro Irrigation: World overview on the Technology and Utilization. Keynote address at the opening of the 7 th International Micro Irrigation congress in Kuala Lumpur, Malaysia, Institute for Agricultural Engineering, South Africa. 10s
- Revenga, C., Brunner, J., Henninger, N., Kassem, K. og Payne, R. 2000. Freshwater systems. Pilot Analysis of Global Ecosystems. World Resources Institute. 83s.
- Revenga, C. og Mock, G. 2000. Dirty Water: Pollution Problems Persist. Pilot Analysis of Global Ecosystems: Freshwater Systems. <http://www.earthtrends.wri.org>.
- Ricciardi, A. og Rasmussen, J. B. 1999. Extinction Rates of North American Freshwater Fauna. *Conservation Biology*. McGill University, Montreal, Canada 13:1220-1222.
- Rikshospitalet 2007. Hudpedagogisk senter.
<http://avd.rikshospitalet.no/hps/forlegen/legetema/arsenikk.asp>
- Rognerud, S. 1997. Miljøgifter i innsjøsedimenter, Delrapport 2, Tungmetaller og andre sporelementer. Rapport 713/97. Statens forurensningstilsyn, Oslo. 52s.
- Rognerud, S., Fjeld, E., og Løvik, J. E. 1997. Regional undersøkelse av miljøgifter i innsjøsedimenter, Delrapport 1., Organiske mikroforensninger. Rapport 712/97. Statens forurensningstilsyn, Oslo. 37s.
- Rosef, O. og Rosef, L. 2005. Helse- og miljø-mikrobiologi. Fenris, Rådal. 305s.
- Rosen, B. H., Croft, R., Atwill, E. R., Wade, S., og Stehman, S. 2000. Waterborne Pathogens in Agricultural Watersheds. Natural Resource, Agriculture, and Engineering Service.
- Ruud, M. og Ulfstein, G. 2002. Innføring i folkerett. Universitetsforlaget, Oslo. 299s.
- Rystad, B. og Lauritzen, O. 1996. Kjemi og miljøkunnskap. NKI, Bekkestua. 387s.
- SABIMA 2007. Samarbeidsrådet for Biologisk Mangfold (SABIMA). <http://www.sabima.no/>

- Saltveit, S. J. 2006. Økologiske forhold i vassdrag: Konsekvenser av vannføringsendringer: En sammenstilling av dagens kunnskap. Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo. 152s.
- Samarakoon, J. 2004. Issues of Livelihood, Sustainable Development, and Governance: Bay of Bengal. *AMBIO: A Journal of the Human Environment* 33:34-44.
- SFT 2007. Statens forurensningstilsyn. <http://www.sft.no/>
- Shiklomanov, A. I. og Lins, H. 1991. Climate variation effect on hydrological and water management *Soviet Meteorology and Hydrology*. 4:33-44.
- Shiklomanov, A. I. 1997. World water resources and availability in the World. In comprehensive assessment of the freshwater resources of the World., Stockholm Environment institute. 88s.
- Shiklomanov, A. I. 2007. Summary of the monograph "World water resources at the beginning of the 21st century" prepared in the Framework of IHP Unesco. <http://webworld.unesco.org/water/ihp/db/shiklomanov/summary/html/summary.html>
- Shiklomanov, I. A. 1999. Assessment of the impacts of climate variability and change on the hydrology of Asia and Australia. *Impacts of Climate Change and Climate Variability on Hydrological Regimes*.
- Shiklomanov, I. A. 2000. Appraisal and assessment of world water resources. *Water International Resources Association*. 25:11-32.
- Shortle, J. S. og Griffin, R. C. 2001. *Irrigated agriculture and the environment*. Elgar, Cheltenham. XIX, 272s.
- SIF 1987. Kvalitetsnormer for drikkevann. Statens institutt for folkehelse (SIF), Oslo. 72s.
- Silk, N. og Ciruna, K. 2005. *A practitioner's guide to freshwater biodiversity conservation*. Island Press, Washington, DC. x, 393s.
- Skjelkvåle, B. L. 2006. Trace metals in Norwegian surface waters, soils, and lake sediments: relation to atmospheric deposition. Norwegian Institute for Water Research, Oslo. 69s.
- Smeland, H. 1990. *Forurensninger: Miljøvern*. Universitetsforlaget, Oslo. 169s.

- Stenersen, J. 2002. Gifter: Virkninger og mekanismer : Utvalgte emner fra toksikologien. Yrkeslitteratur, Oslo. 337s.
- Stiassny, M. L. J., Parenti, L. R., og Johnson, G. D. 1996. Interrelationships of fishes Academic Press, San Diego. 496s.
- Szoellosi-Nagy, A., Najlis, P., og Bjoerklund, G. 1998. Assessing the world's freshwater resources. Nature and Resources 34:8-18.
- Tollan, A. 2002. Vannressurser. Universitetsforlaget, Oslo. 227s.
- Tollan, A. 2006. Vann og etikk. Vann 41:9-22.
- Toranzos, G. A., McFeters, G. A., og Borrego, J. J. 2002. Detection of microorganisms in environmental freshwaters and drinking waters. Manual of Environmental Microbiology. ASM Press, Washington, DC:205-219.
- Tvedt, T. 2007. En reise i vannets fremtid. Kagge, Oslo. 171s.
- Tvedt, T. og Groth, A. M. 1997. En reise i vannets historie: Fra regnkysten til Muscat. Cappelen, Oslo. 165s.
- UIO 2007. Miljøforum. <http://www.uio.no/miljoforum/>
- UNCESCR 2002. United Nations Committee On Economic, Sosial And Cultural Rights i Council, E. a. s., (red). E/C.12/2002/11. United Nations, Geneve.24s
- UNDP 2006. Sammandrag. Det handler om mer knapphet. Makt, fattigdom og den globale vannkrise. United Nations Development Programme (UNDP), Nordic office.
- UNECE 2008. United Nations Economic Commission for Europe (UNECE). http://www.unece.org/env/water/text/text_protocol.htm 2008
- UNEP 2007. United Nations Environment Programme (UNEP). <http://www.unep.org/>
- UNEP 2008. Vitalwater Graphics. <http://www.unep.org>
- UNEP og WCMC 2008 United Nations Environment Programme (UNEP) /World Conservation Monitoring Centre(WCMC): . <http://www.unep-wcmc.org/>

- UNESCO 2007. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). <http://www.unesco.no/index.html>
- UNWWDR 2003. Water for people, water for life: The United Nations world water development report : A joint report by the twenty-three UN agencies concerned with freshwater. UNESCO, Paris. XXIII, 576s.
- UNWWDR 2006. Water. A shared responsibility. UNESCO, Paris. 583s
- Wasteson, Y. 1999. *Escherichia coli* og *Vibrio* SPP. s. 58-69, 96- 108 i Granum, P. E., (red). Smittsomme sykdommer fra mat. Næringsmiddelbårne infeksjoner og intoksikasjoner. 2 utgave. Høyskoleforlaget, Kristiansand.
- WCD 2000. Dams and Development. A New Framework for Decision-making. World Commission on dams, London. 404s.
- WCMC 1999. Biodiversity. Freshwater biodiversity. A preliminary global assessment. WCMC- UNEP, World Conservation Press. 8s. <http://www.earthtrends.wri.org/>
- Whiteford, S. og Whiteford, L. M. 2005. Globalization, water, & health: resource management in times of scarcity. School of American Research Press ; James Currey, Santa Fe : Oxford. X, 322s.
- WHO 2006. Guidelines for drinking water quality. World Health organization, Geneva.
- WHO 2007. The Global Water supply and sanitation Assessment 2000. http://www.who.int/docstore/water_sanitation_health/Globassessment/Global1.htm#Top
- WHO 2008. World Health Organization (WHO). http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/guidelines/en/index.html
- WHO og EURO 2008. World Health Organization- Europa (WHO-EURO). http://www.euro.who.int/watsan/waterprotocol/20030523_1
- Wikipedia 2007a. http://no.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Anbefalte_artikler
- Wikipedia 2007b. Arsenikk. <http://no.wikipedia.org/wiki/Arsenikk>

Worldatlas 2008. World population, Access to Safe Drinking Water by Country, 1970 to 2002 (2006 Update). <http://www.worldatlas.com/aatlas/infopage/contnent.ht>

Worldwater 2008. <http://www.worldwater.org/>

Zhang, H. 2004. Heavy-metal Pollution and Arseniasis in Hetao Region, China. AMBIO 33:138-140.

Økland, J. 1983. Planter og dyr: Økologisk oversikt. Universitetsforlaget, Oslo. XVI, 209s.

Økland, J. 2001. Våre innsjøer og elver: fisk og annet liv, naturforhold og miljøproblemer. Gyldendal yrkesopplæring, Oslo. 132s.

Økland, J. og Økland, K. A. 1992. Dyreliv i vann og vassdrag. Cappelen, Oslo. 152s.

Økland, J. og Økland, K. A. 1995. Vann og vassdrag 4. Ressurser og problemer Vett & viten, Stabekk. 357s.

En samlet oversikt over vedlegg

Veldlegg 1. En generell oversikt over viktige internasjonale organisasjoner (sortert etter forkortelser) som omhandler ferskvann.

Veldlegg 2. Andre forkortelser

Veldlegg 3. Liste over kjemiske stoffer /miljøgifter/stoffgrupper på prioritetslisten

Vedlegg 1. En generell oversikt over viktige internasjonale organisasjoner med forkortelser

EU

The European Union. Den europeiske union. <http://europa.eu>

FAO

Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FNs landbruksorganisasjon. www.fao.org

FIVAS

Foreningen for Internasjonale Vannstudier.

Association for International Water studies. www.fivas.org

UN

United Nations. De forente nasjoner. www.un.int.

IPCC

The Intergovernmental Panel on Climate Change

FNs klimapanel. www.ipcc.ch

UNEP

United Nations Environment Programme

FNs miljøprogram. www.unep.org

UNDP

United Nations Development Programme.

FNs utviklingsprogram. www.undp.org.

UNESCO

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

FNs organisasjon for utdanning, vitenskap, kultur og kommunikasjon

www.unesco.org

WHO

World Health Organization. Verdens Helseorganisasjon. www.who.int

WMO

The World Meteorological Organization. Verdens meteorologiorganisasjon
www.wmo.int.

WWI

World Watch Institute. Miljøinstitutt med base i Washington
www.worldwatch.org.

WWAP

World Water Assessment Programme. www.wwap.com.

Andre forkortelser

CDC. Centers for Disease Control and Prevention

NaFo: Naturviterforbundet.

NMKL: Nordisk Metodikkomité for Næringsmidler

NIVA: Norsk institutt for vannforskning

NOU: Norges offentlige utredninger

UNCESCR: United Nations Committee on Economic, Social and Cultural Rights

UNESCE: United Nations Economic Commission for Europe.

USGS: United States Geological Survey

WCD: World Commission on Dams.

WCMC: World Conservation Monitoring Centre

Prioriterte kjemiske stoffer/ miljøgifter med mål om stans i utslipp i 2005- 2010 (<http://www.miljostatus.no> 2008)

Prioriterte stoffer med mål om stans i utslipp i 2005:

Prioriterte kjemikalier	Kjente viktigste gjenværende kilder/bruksområder	Regelverk og avtaler
Kortkjedete klorparafiner		Produktforskriften kap. 2 Regulerte stoff eller stoffblandinger OSPAR
Nonylfenol og nonylfenoletoksilater	Bilprodukter og rengjøringsmidler	Produktforskriften kap. 2 Regulerte stoff eller stoffblandinger OSPAR
Oktylfenol og oktylfenoletoksilater	Bilprodukter og rengjøringsmidler	Produktforskriften kap. 2 Regulerte stoff eller stoffblandinger OSPAR
Polyklorerte bifenyler (PCB)	Avfallsproblem. Betongtilsats fugemasse, isolerglasslim, kondensatorer belysning. Mindre mengder i strømgjennomføringer, maling og andre små kondensatorer	Forbud Produktforskriften kap. 2 Regulerte stoff eller stoffblandinger Produktforskriften kap. 3 Regulerte produktgrupper Avfallsforskriften kap. 11 Farlig avfall OSPAR ECE-protokoll (POPs) Stockholmskonvensjonen Rotterdamkonvensjonen
Pentaklorfenol (PCP)		Produktforskriften kap. 2 Regulerte stoff eller stoffblandinger OSPAR Rotterdamkonvensjonen
Enkelte tensider	Bilpleiemidler	OSPAR

Prioriterte stoffer med mål om vesentlig reduksjon i 2010:

Prioriterte kjemikalier	Kjente viktigste gjenværende kilder/bruksområder	Regelverk og avtaler
Arsen	Utlekking fra impregneret trevirke	Produktforskriften kap. 2 Regulerte stoff eller stoffblandinger Produktforskriften kap. 3 Regulerte produktgrupper Avfallsforskriften kap. 11 Farlig avfall
Bisfenol A	Flere bruksområder, blant annet plastprodukter, maling, lim	
Bly	Blyholdig ammunisjon, fiskeredskaper, blåsesand, metallproduksjon, kommunalt avløp og slam	Regulert i bensin (grense): Forskrift om helse- og miljøfarlige stoffer i motorbensin Avgift på blyholdig bensin Blyhagl, visse forbindelser i maling(forbud): Produktforskriften kap. 2 Regulerte stoff eller stoffblandinger Emballasje, kjøretøy m.m.: Produktforskriften kap. 3 Regulerte produktgrupper Blybatterier: Avfallsforskriften kap. 3 Miljøskadelige batterier Forurensningsforskriften. Del 3 Lokal luftforurensning Avløpsslam (grense): Forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav Fotokjemikalieholdig avløpsvann (utslippsgrense): Forurensningsforskriften kap. 15 Utslippstillatelser ECE-protokollen (tungmetaller) OSPAR

Bromerte flammehemmere	Inngår i hovedsak i elektriske og elektroniske produkter (for eksempel i PC og TV). Noe brukes også i visse typer bygningsmaterialer, isolasjonsmaterialer og transportmidler.	Penta- og okta-BDE: Produktforskriften kap. 2 Regulerte stoff eller stoffblandinger Avfallsforskriften kap. 11 Farlig avfall OSPAR
DEHP	Mykgjører plast, gummi, maling og lakk	Produktforskriften kap. 3 Regulerte produktgrupper Forskrift om klassifisering, merking mv OSPAR
1,2 Dikloreten (EDC)	Små utslipp fra plastproduksjon	Utslippstillatelser VOC-avtalen
Dioksiner og furaner	Dannes ved forbrenning når klor er tilstede. Fyring i boliger og utslipp fra skips- og båttrafikk. Utslipp fra enkelte industribransjer og avfallsforbrenning	Avfallsforskriften kap. 10 Forbrenning av avfall Utslippstillatelser ECE-protokollen (POPs) OSPAR
Dodecylfenol m. isomere	Brukes blant annet som smøremiddel og lakk	
Heksaklorbenzen (HCB)		Produktforskriften kap. 4 Totalforbud mot stoff eller stoffblanding OSPAR Rotterdamkonvensjonen
Kadmium	Utslipp fra enkelte industribransjer, offeranoder, kommunale avløp, vedfyring	Fargestoffer, stabilisator i produkter og overflatebehandling av metaller (forbud): Produktforskriften kap. 2 Regulerte stoff eller stoffblandinger Oppladbare batterier (innsamling): Avfallsforskriften kap. 3 Miljøskadelige batterier

		Batterier/merking, tungmetaller i emballasje m.m: Produktforskriften kap. 3 Regulerede produktgrupper Avløpsslam (grense): Forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav Fotokjemikalieholdig avløpsvann (utslippsgrense): Forurensningsforskriften kap. 15 Utslippstillatelser ECE-protokollen (tungmetaller) OSPAR
Klorerte alkylbenzener (KAB)	Små utslipp fra nikkilverk (dannes i prosessstrinnet etter væske-væske ekstraksjon)	Utslippstillatelser
Kobber	Notimpregnering, bunnstoff, treimpregnering, utslipp fra nedlagte gruver, kommunale avløp og slam	Biocidforskriften Forurensningsforskriften kap. 25 forurensning fra vask og impregnering av oppdrettsnøter Fotokjemikalieholdig avløpsvann (utslippsgrense): Forurensningsforskriften kap. 15 Avløpsslam (grense): Forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav Utslippstillatelser
Krom	Utlekking fra impregnert trevirke, blåsesand, pigmenter i maling og lakk, kommunale avløp og slam, utslipp fra ferrokromproduksjon	CCA-impregnert trevirke, tungmetaller i emballasje m.m: Produktforskriften kap. 3 Regulerede produktgrupper Avløpsslam (grense): Forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav Avfallsforskriften kap. 11 Farlig avfall Fotokjemikalieholdig avløpsvann (utslippsgrense)Forurensningsforskriften kap. 15 Utslippstillatelser Restriksjoner på omsetning til privat bruk

Kvikksølv	Metallurgisk industri, tannfyllingsmaterialer (amalgam), kommunale avløp og kloakkslam, krematorier, sigevann fra fyllinger, lystoffrør, sparepærer	Regulert i batterier, emballasje m.m: Produktforskriften kap. 3 Regulerte produktgrupper Begroingshindrende midler (forbud), termometre(forbud): Produktforskriften kap. 2 Regulerte stoff eller stoffblandinger Amalgam (oppsamling) og utslipp fra tannleger (rensing): Forurensningsforskriften kap. 15 Amalgamholdig avløpsvann og amalgamholdig avfall fra tannklinikker og tannlegekontorer Forurensningsforskriften kap. 10 Utslipp fra krematorier Avløpsslam (grense): Forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav Utslippstillatelser ECE-protokollen (tungmetaller) Rotterdamkonvensjonen OSPAR
Høyklorerte mellomkjedete parafiner	Mykner og brannhemmer i plast	
Muskxylen	Luktstoff som blant annet brukes i rengjøringsmidler, toalettartikler	Kosmetikkforskriften OSPAR
PAH	PAH-forbindelser dannes ved all ufullstendig forbrenning av organisk materiale. Viktige kilder er: aluminiumsindustrien, vedfyring i boliger, kreosotimpregnert trevirke	Produktforskriften kap. 2 Regulerte stoff eller stoffblandinger Produktforskriften kap. 3 Regulerte produktgrupper Krav til utforming av nye vedovner Utslippstillatelser ECE-protokollen (POPs) OSPAR

PFOS-relaterte forbindelser	Brannslukningsskum, skumdemper ved forkromming i galvanobransjen	OSPAR
PFOA		
Siloksaner (5)	Brukes i industrien, tilsettes drivstoff. forbrukerprodukters som kosmetikk, hygieneprodukter, bilvoks, rengjøringsmidler, skumdempingsmidler	
Tetrakloreten (PER)	Rensemiddel for tøy	Forskrift om avgift på tetrakloreten (PER) VOC-avtalen
Tributyltinnforbindelser	Utlekking fra sedimenter og forurensset grunn. Små mengder i sigevannet fra kommunale avfallsdeponier	Produktforskriften kap. 2 Regulerte stoff eller stoffblandinger Avfallsforskriften kap. 11 Farlig avfall OSPAR Konvensjonen om forbud innen 01.01.2003 er vedtatt i den internasjonale maritime organisasjon (IMO)
Trifenylytinnforbindelser		Produktforskriften kap. 2 Regulerte stoff eller stoffblandinger Avfallsforskriften kap. 11 Farlig avfall OSPAR Konvensjonen om forbud innen 01.01.2003 er vedtatt i den internasjonale maritime organisasjon (IMO)
Triklorbenzen (TCB)		Utslippstillatelser OSPAR
Triklloreten (TRI)	Industriell avfetting av ulike metaller innen flere bransjer	Forskrift om avgift på triklloreten (TRI) VOC-avtalen
Triclosan		
2,4,6 Tri-tert-butylfenol	Brukes blant annet som smøremiddel	OSPAR