Vannkraft i Norge

Informasjon fra NVE

NVE

Forord

I tiden etter århundreskiftet er Norge blitt omskapt til en moderne industrinasjon. Vi har hatt en velstandsutvikling som bare har vært mulig ved å ta i bruk naturens egne ressurser. Ikke minst har vannkraft vært en nøkkelressurs.

Vannet i våre vassdrag er ettertraktet til mange formål. Ett av dem er produksjon av elektrisk kraft. Både internasjonalt og nasjonalt har spørsmålet om videre vannkraftutbygging blitt mer og mer et spørsmål om å avveie økonomisk nytte mot virkninger på miljø og natur. Det er en meget vanskelig avveining, fordi de to sider ikke er direkte sammenlignbare.

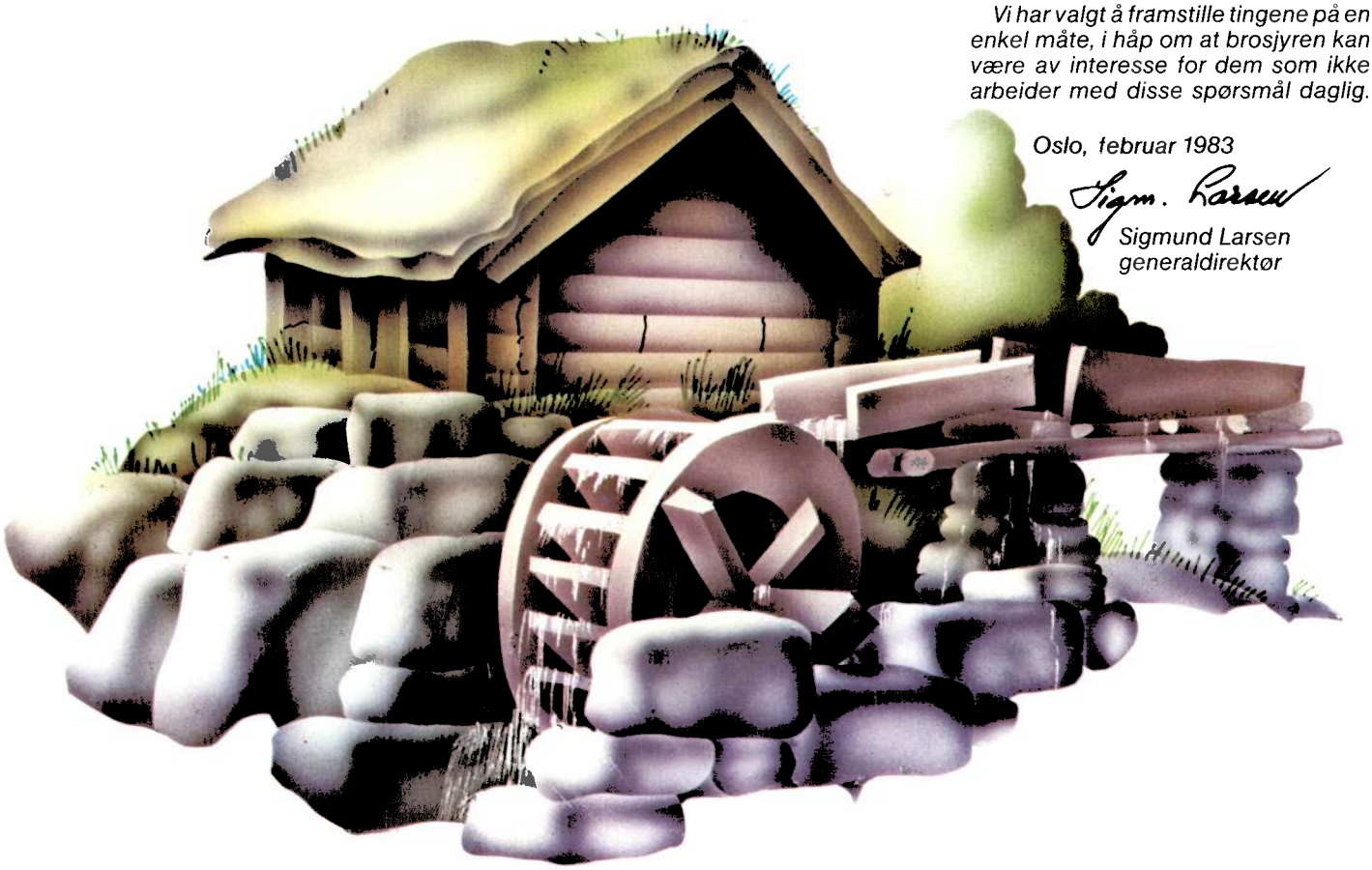
NVE har ikke ment å gi noe bidrag til en slik avveining gjennom denne brosjyren. Hensikten har bare vært å få fram hva vi har av vann og vannkraftressurser, belyse noen sider ved vår kraftutbygging, referere kort om ulike interesser i våre vassdrag, og rette oppmerksomheten mot den betydning vannkraften har lokalt og nasjonalt.

Vi har valgt å framstille tingene på en enkel måte, i håp om at brosjyren kan være av interesse for dem som ikke arbeider med disse spørsmål daglig.

Oslo, februar 1983

Sigm. Larsen

Sigmund Larsen
generaldirektør



Innhold:

Forord
VANN OG VA
RESSURSER
Nedbør og a
Hva er vann
Hvor mye va
i Norge?
Kraftutbyggi
VANNKRAFT
Hvordan ten
Vannkraftver
Fra tegnebre
Elektrisiteten
når den bruk
«Tørre» og «
Fastkraft og
Fra kraftverk
KRAFTUTBY
ANDRE INTE
Flerbruksplan
Natur- og mi
Friluftsliv, ja
Jord- og sko
Vannforsyni
Virkning på
havområden
VANNKRAF
FOR VÅRT S
Lokalsamfu
Vannkraft o
Hvem bruke
i Norge?
Vannkraft o
Vannkraft o
KRAFTUTTF
i forbindels

VANN OG VANNKRAFTRESSURSER

I Norge faller det gjennomsnittlig 1.415 mm nedbør i året. Det er nesten det dobbelte av gjennomsnittet i Europa, og tilsvarer ca. 300.000 liter pr. innbygger pr. døgn. Ca. 15% av nedbøren fordunster, mens resten renner i bekker og elver til havet.

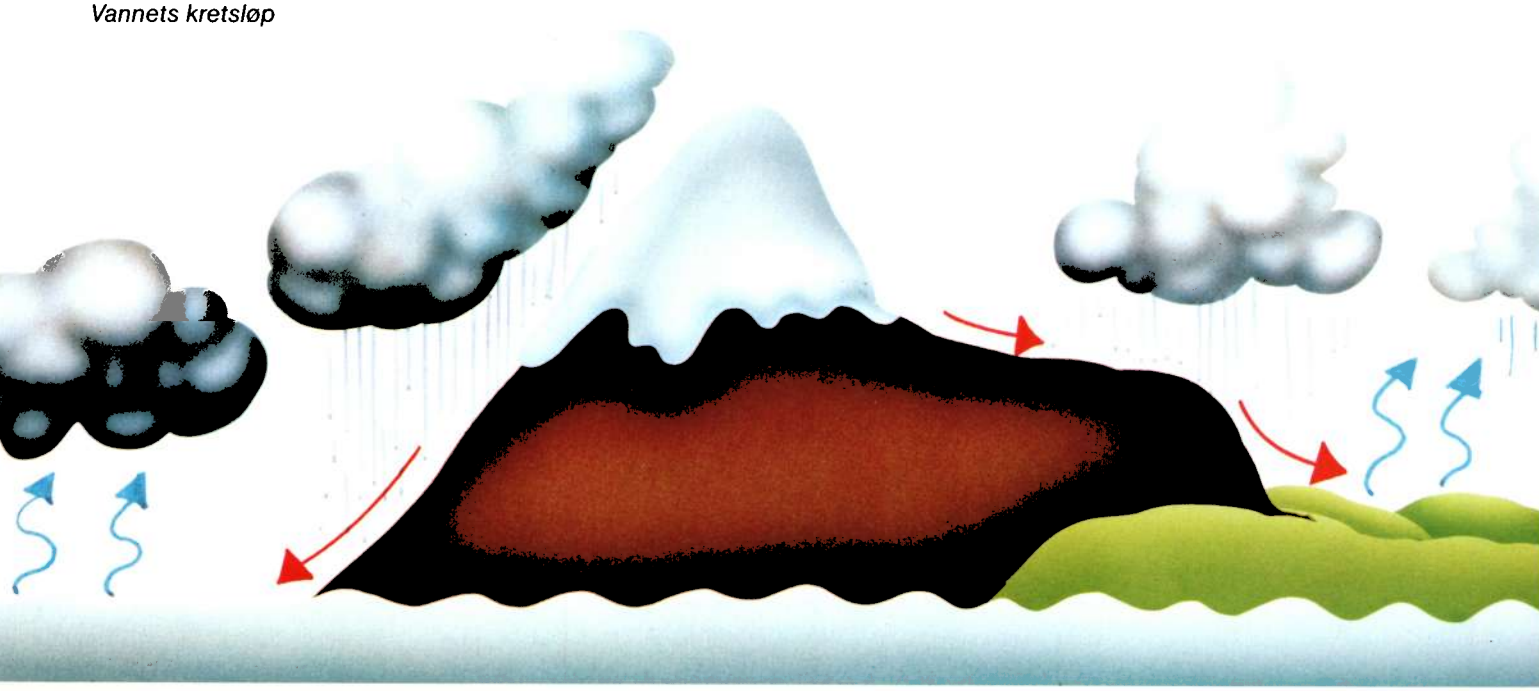
Nedbør og avrenning

Nedbøren er svært ujevnt fordelt i Norge. I enkelte innlandsområder på Østlandet og i Finnmark faller det bare ca. 300 mm pr. år – mindre enn i enkelte ørkenstrøk. På Vestlandet er det steder som har mer enn 15 ganger så mye nedbør – tilsvarende en vannhøyde på 4,5 meter over bakken!

Også nedbørens fordeling over året er ujevn, og det er ulik fordeling mellom regn og snø. Avrenningen i vassdragene avhenger både av nedbørfordelingen og andre værforhold. De fleste norske vassdrag har størst vannføring når snøsmeltingen pågår.

Meteorologisk institutt og NVE måler nedbør på ca. 750 nedbørstasjoner og avrenning på ca. 850 avløpsstasjoner.

Vannets kretsløp



Hva er vannkraft?

Vannkraft er en form for solenergi: Sola «løfter» vann opp fra jord- og havoverflaten ved fordunstning. Vannet faller så ned igjen som nedbør.

All nedbør som faller over land, representerer en form for energi, mer jo høyere over havet den treffer bakken. Nedbøren samles etter hvert i bekker og elver. For at vannkraften skal kunne omgjøres til elektrisk energi, må vi ha tilstrekkelig med vann i fall som kan bygges ut. Jo lavere fall, jo mere vann må til.

For å jevne ut vannføringen til kraftverkene over året, og fra år med stor nedbør til år med liten nedbør, lagrer vi vannet i magasiner. Den energimengden vannet i et magasin kan gi, avhenger av fallhøyden fra magasinet til kraftverket. F.eks. gir 1 m^3 vann i Ustevatn 10 ganger så mye energi som 1 m^3 i Øyeren, fordi fallhøyden i kraftverk nedenfor Ustevatn er 10 ganger så stor som i kraftverk nedenfor Øyeren.

1 m^3 vann må falle ca. 400 m for å produsere 1 kWh.

Takket være rikelig nedbør, store høydeforskjeller og mange innsjøer som kan reguleres ved å heve eller senke den naturlige vannstanden, er Norge ett av Europas fremste vannkraftland.

Norges høyeste vannfall etter tilnærmet loddrett fall

Navn	Fylke	Høyde m	Midlere naturlig vannføring m^3/s	Tilstand
Tyssestrengene	Hordaland	300	4,5	Utbygd
Ringedalsfossen	Hordaland	300	10	Utbygd
Skykkjefossen	Hordaland	300	1,7	Utbygd
Vettisfossen	Sogn og Fjordane	275	1,2	Varig vernet
Austerkrokfossen	Nordland	256	4,5	Utbygd
Søre Mardalsfossen	Møre og Romsdal	250	2,2	Utbygd
Storfossen i Ulla	Rogaland	210	6	Under utbygging
Vedalsfossen	Hordaland	200	1,5	Varig vernet
Feigumfossen	Sogn og Fjordane	200	2,5	Midlertidig vernet
Glutrefossen	Møre og Romsdal	171	1,7	Delvis utbygd

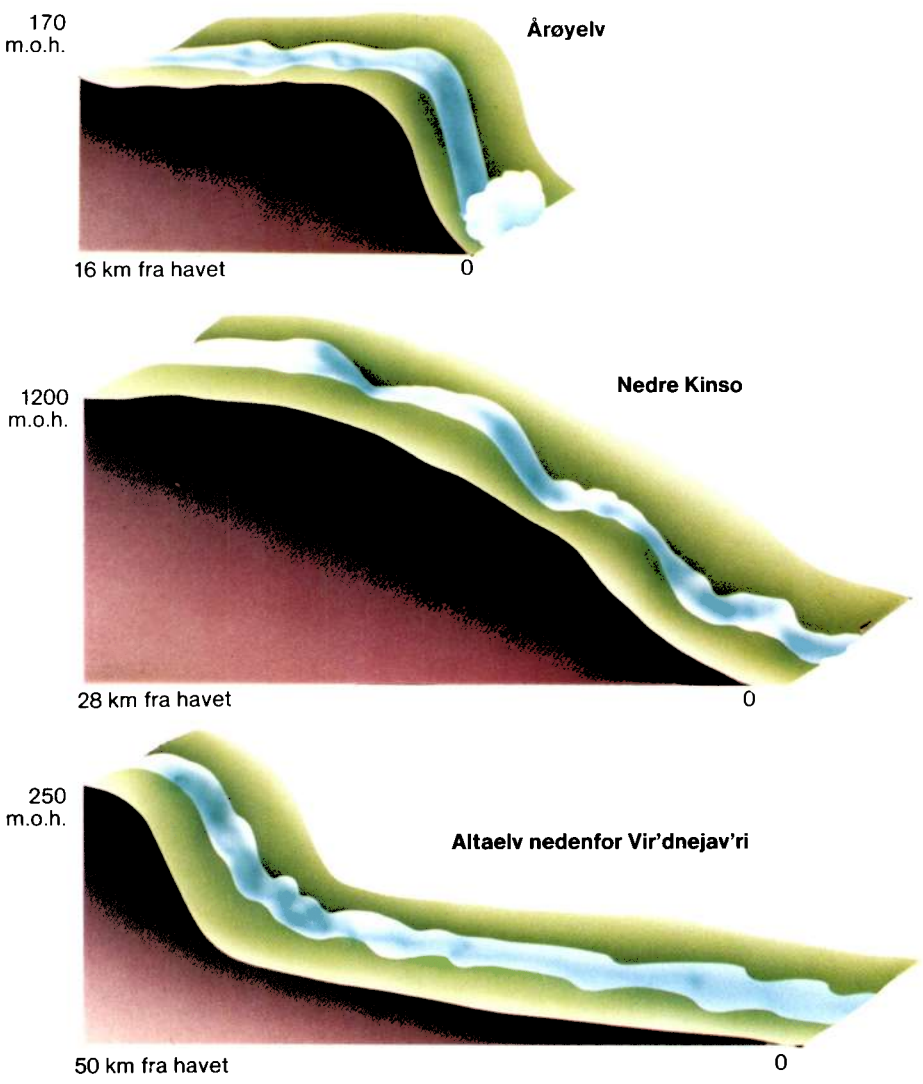
Det er over 200.000 innsjøer og vatn i Norge. Disse er de største

Navn	Areal km^2	Volum km^3	Største dybde m	Høyde over havet m
Mjøsa	368	56	449	123
Røssvatn etter regulering	210	15	240	383
Femund	210	6	132	662
Randsfjorden	135	6	120	135
Tyrifjorden	134	14	295	63
Snåsavatn	117	5,5	121	22

Norges lengste vassdrag

Navn	Lengde km	Nedbørsfelt km^2	Midlere vannføring m^3/s	Største observerte flom m^3/s
Glomma	598	41.767	720	3.600
Tana m/Anarjokka	360	15.690	190	3.700
Numedalslågen	337	5.670	120	1.400
Drammensvassdraget	309	17.096	330	2.100
Skiensvassdraget	244	10.777	310	1.800
Otra	242	3.700	155	1.400
Namsen	210	6.265	280	3.500
Arendalsvassdraget	209	3.990	125	1.000
Altaelva	200	7.410	100	1.100

Tre typiske vassdragsprofiler



Hvor mye vannkraft har vi i Norge?

I verdensmålestokk spiller vannkraft forholdsvis liten rolle. Men for noen få land, som Norge, er vannkraften en viktig og verdifull energikilde.

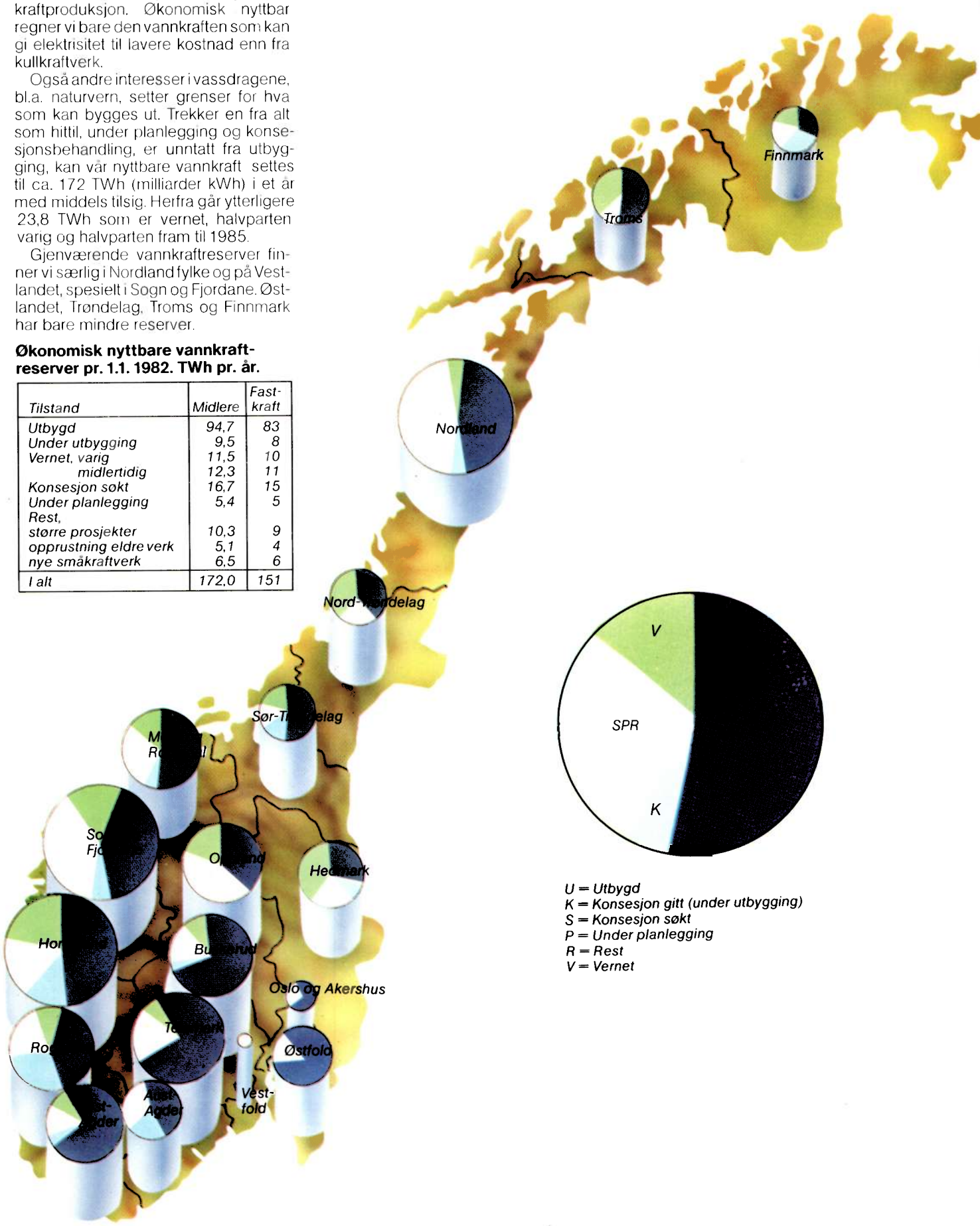
Bare en mindre del av den nedbøren som faller over Norge, kan utnyttes for kraftproduksjon. Økonomisk nyttbar regner vi bare den vannkraften som kan gi elektrisitet til lavere kostnad enn fra kullkraftverk.

Også andre interesser i vassdragene, bl.a. naturvern, setter grenser for hva som kan bygges ut. Trekker en fra alt som hittil, under planlegging og konsesjonsbehandling, er unntatt fra utbygging, kan vår nyttbare vannkraft settes til ca. 172 TWh (milliarder kWh) i et år med middels tilsig. Herfra går ytterligere 23,8 TWh som er vernet, halvparten varig og halvparten fram til 1985.

Gjenværende vannkraftreserver finner vi særlig i Nordland fylke og på Vestlandet, spesielt i Sogn og Fjordane. Østlandet, Trøndelag, Troms og Finnmark har bare mindre reserver.

Økonomisk nyttbare vannkraftreserver pr. 1.1. 1982. TWh pr. år.

Tilstand	*Midlere*	*Fast-kraft*
Utbygd	*94,7*	*83*
Under utbygging	*9,5*	*8*
Vernet, varig	*11,5*	*10*
midlertidig	*12,3*	*11*
Konsesjon søkt	*16,7*	*15*
Under planlegging	*5,4*	*5*
Rest,		
større prosjekter	*10,3*	*9*
opprustning eldre verk	*5,1*	*4*
nye småkraftverk	*6,5*	*6*
I alt	*172,0*	*151*



U = Utbygd
K = Konsesjon gitt (under utbygging)
S = Konsesjon søkt
P = Under planlegging
R = Rest
V = Vernet

Kraftutbygging i framtiden

Stortinget går inn for at kraftforsyningen skal sikres fram til år 2000 ved en fortsatt skånsom vannkraftutbygging.

Utnytting av spillvarme fra industrien, import av kraft eller bygging av egne, mindre varmekraftverk kan komme i tillegg. Muligens kan vi også få et beskjedent tilskudd fra alternative kraftkilder innen år 2000, f.eks. fra bølge- eller vindkraftverk.

Konsesjonsbehandling av flere vannkraftprosjekter ventes ferdig de nærmeste år. De fleste større ligger i Nordland og Sogn og Fjordane fylker. En del mindre prosjekter er spredt over hele landet. Det er også planer om å modernisere og effektivisere en del eldre kraftverk.

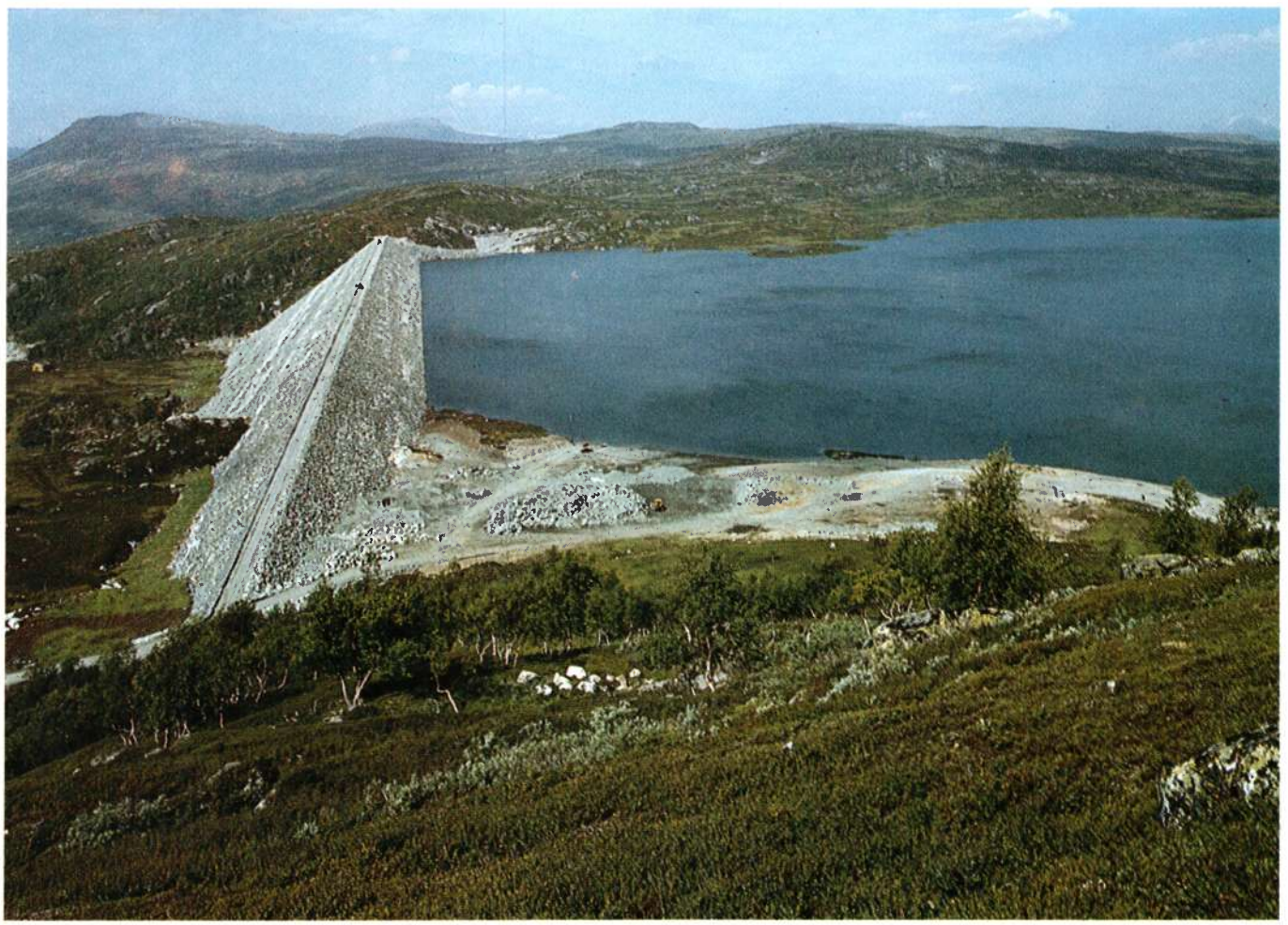
Rimeligst kraft – både i kroner og naturinngrep – får vi ved å sette i gang de billigste prosjektene og de som er minst omstridte, før vi tar fatt på de dyrere og de mer omdiskuterte. Men i alle tilfelle må altså den lovbestemte konsesjonsbehandlingen til.

Hensynet til jevnest mulig fordeling av krafttilgangen i de ulike landsdeler må også være med og bestemme rekkefølgen i utbyggingene.

I løpet av få år blir en samlet plan for de gjenværende, utbyggbare vassdrag ferdig. Planen kan bli en veiledning for den videre rekkefølge i behandlingen av konsesjonssøknader.

Inngang til kraftstasjon.

Maskinhallen i en kraftstasjon.



Steinfyllingsdam. Magasin under oppfylling.

VANNKRAFTPRODUKSJON

Hvordan temmer vi vannkraften?

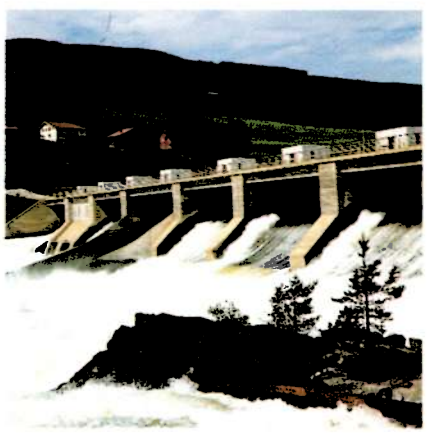
Vannkraften har vært utnyttet i landet vårt siden middelalderen, først til drift av kverner og sager. Måten å gjøre det på har i prinsippet vært den samme hele tiden: Vannet ledes mot skovlene i et vasshjul (i kraftverk turbinhjul). Vannet får turbinen til å gå rundt, og turbinen er koblet til en generator som roterer med turbinhjulet. I generatoren omdannes den mekaniske energien til elektrisk energi. Fra generatoren overføres elektrisiteten til en transformator, der spenningen økes før elektrisiteten føres ut på kraftledningsnettet.

Vannkraftverk

Vi skiller gjerne mellom lavtrykks- og høytrykkskraftverk. Lavtrykksverk er ofte elvekraftverk med små muligheter for lagring av vann. De ligger som oftest i dagen, i de større vassdragene. Høytrykkskraftverkene ligger nesten alltid i fjell, med vanntilførsel gjennom en tunnel fra et magasin. Vannet kan renne fra kraftverket og ut i en elv, i et nytt magasin eller rett i sjøen.

Bingsfoss kraftverk i Glomma, med 5 meter fallhøyde og 750 m^3 vannføring i sekundet er et typisk lavtrykks elvekraftverk. Sima kraftverk i Indre Hardanger, med 1.158 meter som største fallhøyde og 52 m^3 vannføring i sekundet er eksempel på et høytrykkskraftverk.

I alt har det vært bygget ca. 3.000 kraftverk i Norge. Pr. 1. januar 1982 var vel 600 av dem i drift. Det første norske vannkraftverket ble bygget i 1885 ved Laugstol Brug i Skien. Det hadde en ytelse på 10 kW. I 1982 er Sima vårt største kraftverk med en ytelse på 1.120 MW.



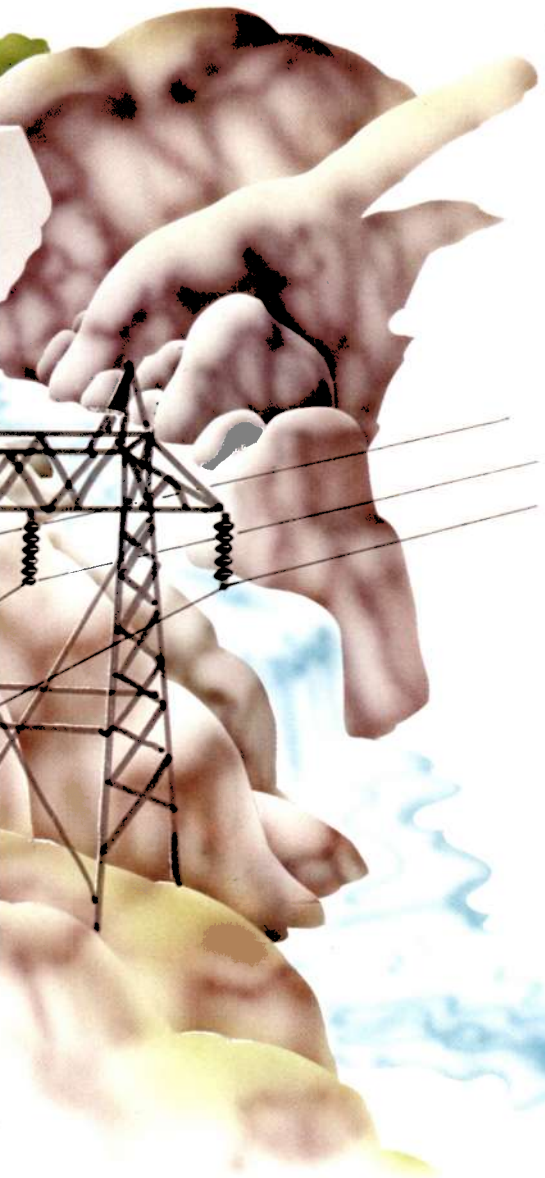
De største kraftstasjonene i Norge pr. 1.1. 1982.

Navn	Fylke	Maks. ytelse MW	Midlere prod.evne GWh/år
Sima	Hordaland	1.120	2.725
Tonstad	Vest-Agder	640	3.816
Rana	Nordland	500	1.830
Aurland I	Sogn og Fjordane	450	1.500
Tokke	Telemark	430	2.118
Evanger	Hordaland	330	1.237
Brokke	Aust-Agder	324	1.575
Suldal	Rogaland	310	1.527
Kvilldal (1. aggr.)	Rogaland	300	1.680
Skjomen	Nordland	300	1.115
Vinje	Telemark	300	1.023
Aura	Møre og Romsdal	290	1.706
Aurland III (pumpekraftv.)	Sogn og Fjordane	270	81
Nedre Røssåga	Nordland	250	1.605

Fra tegnebrett til ferdig kraftverk

Det er lang vei fra planleggingen begynner til driftsklart kraftverk. 8–10 år er vanlig, for store utbygginger ofte enda mer, fordi så mange til dels motstridende interesser er inne i bildet.

Et kraftselskap som har utbyggingsplaner, må først gi melding til Vassdragsdirektoratet i NVE. Herfra offentliggjøres meldingen, og sentrale og lokale myndigheter, organisasjoner o.s.v. får den tilsendt. Kraftselskapet må lage en oversiktlig brosjyre om sine planer, og spre den til alle husstander i distriktet. Slik kan alle som er interes-



sert gjøre sine synspunkter kjent for planleggerne. Ofte arrangeres det også åpne orienteringsmøter i det distriktet som er berørt av planene.

Når planen er ferdigbehandlet av kraftselskapet, sendes søknad om konsesjon til Vassdragsdirektoratet. Igjen kunngjøres saken, den legges ut til offentlig gjennomsyn og sendes direkte til en lang rekke parter til uttalelse. Også på dette stadium lages en brosjyre for alle husstander i distriktet, der den omsøkte planen beskrives. Alle uttalelser som kommer fram, får så søkeren – kraftselskapet – si sin mening om, før Vassdragsdirektoratet foretar en helhetsvurdering av planen og legger sin innstilling fram for NVE's hovedstyre. Innstillingen kan gå ut på at konsesjon ikke bør gis, eller – og det er vanligst – at konsesjon gis på visse vilkår. Ved alle noe større saker foretar hovedstyret befaring i området, og holder åpne møter der alle kan uttale seg.

Etter behandling sender hovedstyret sin tilråding til Olje- og energidepartementet, som sender saken til andre departementer og berørte kommuner til uttalelse. Endelig fremmes saken for Regjeringen. Hvis Regjeringen går inn for utbygging, sendes større saker til Stortinget for endelig vedtak. Stortingets energi- og industrikomité foretar da gjerne en befaring under sin behandling av planen. Om Stortinget vedtar utbygging, blir konsesjon gitt av Kongen i Statsråd (d.v.s. Regjeringen), og utbyggingen kan begynne. På dette tidspunkt må utbyggeren lage en tredje brosjyre som beskriver det anlegg som skal bygges og hvilke virkninger det vil få lokalt.

Avslag på konsesjonssøknad gis av Regjeringen, men søkeren kan da anke avgjørelsen inn for Stortinget.

Vassdragsdirektoratet i NVE kontrollerer byggingen av kraftanlegg teknisk og landskapsmessig.

Konsesjoner til private er tidsbegrenset, gjerne 50 år. Da tilfaller reguleringsanlegg og kraftverk staten vederlagsfritt.

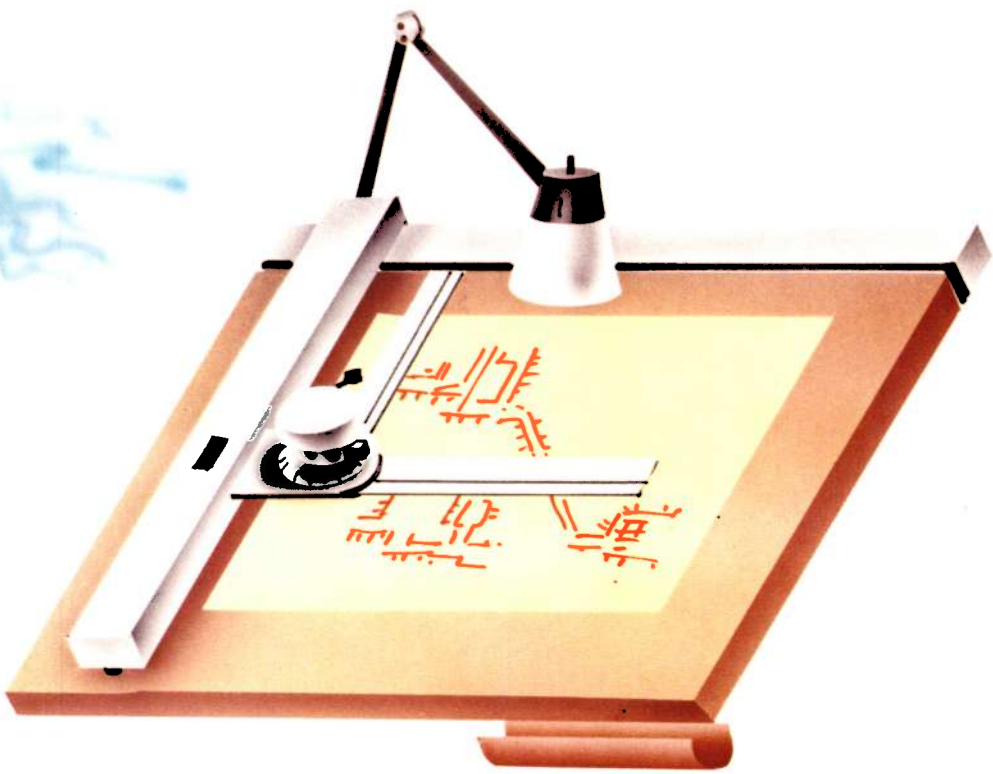
Fylker og kommuner får konsesjoner uten tidsbegrensning, men vilkårene kan forandres etter en viss tid, gjerne 50 år.

Statens egne «konsesjoner» kalles reguleringstillatelser. Disse kan myndighetene naturligvis forandre når som helst.

De som har kraftverk og reguleringsanlegg innen samme vassdrag, samarbeider i reguleringsforeninger. Disse danner igjen «Vassdragsregulantenes forening».

Konsesjonsbehandling av vassdragsregulering er underlagt bl.a. følgende lover:

- *Ervervsloven av 14. desember 1917.*
- *Reguleringsloven av 14. desember 1917.*
- *Vassdragsloven av 15. mars 1940.*
- *Elektrisitetsloven av 19. juni 1969.*
- *Vannvernloven av 26. juni 1970.*



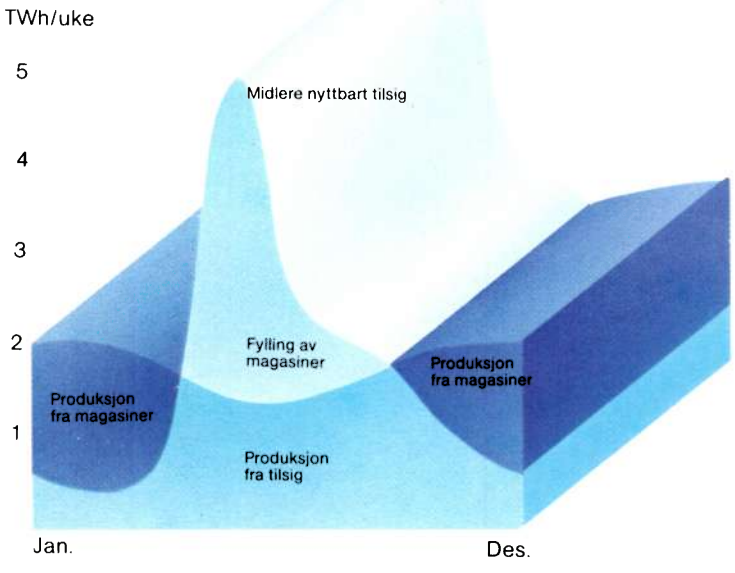
Elektrisiteten må produseres når den brukes

Det er dyrt å lagre elektrisitet, f.eks. i batterier. Derfor må elektrisiteten produseres samtidig som den skal brukes. Forbruket er høyere om dagen enn om natten, og mindre om sommeren enn om vinteren. Dette stiller store krav til regulering av vanntilførselen til kraftverkene.

Elektrisitet leveres som vekselstrøm med frekvens på 50 perioder (antall «vekslinger») pr. sekund. Alle turbiner og generatorer går med en omdreiningshastighet som tilsvarer denne frekvensen. Når belastningen øker som følge av økt el-forbruk, kan ikke turbinene holde samme hastighet med den vanntilførselen de har. Når hastigheten derfor går ned, og dermed frekvensen, gis det automatisk signal om at vanntilførselen skal økes til riktig hastighet igjen oppnås. Motsatt skjer når belastningen avtar. Vannkraftmaskineri lar seg lett regulere på denne måten.

Om vinteren er vannføringen liten i våre vassdrag, mens el-forbruket er stort. I magasinene samles vann fra sommerhalvåret til vinteren, dels også fra nedbørrike år til år med lite nedbør. Ved samkjøring av kraftverkene kan et magasin gjøre nytte i andre deler av landet enn der det ligger, og utnyttes ved utveksling av kraft med utlandet. Derfor har våre vannmagasiner svært stor verdi.

Elektrisitetsproduksjon over året fordelt på produksjon fra tilsig og fra magasin



Elektrisitetsproduksjon over året fordelt på forbruksgrupper.

«Tørre» og «våte» år

Tilsiget til magasinene varierer ikke bare med årstidene, men også fra år til år. Forbruket er derimot uavhengig av disse variasjonene. Derfor kan vi ikke basere oss på å dekke forbruket med de vanntilførsler vi bare får i «våte» år. Vi må bygge ut så mye at forbruket blir dekket også i år med lite nedbør, eller vi må skjøte på med annen krafttilførsel i de «tørre» årene.

Det hvite feltet på den fremste figuren viser hvordan kraftproduksjonen fra de kraftverkene vi hadde i Norge på slutten av 1970-årene ville ha variert med tilsigene, slik de har vært gjennom en årrekke. Med lys blå farge vises hvor mye kraft som ville gått tapt med vann som ville rent forbi kraftverkene, vesentlig elvekraftverk i flomperioder. Rød farge viser hvor mye varmekraft vi burde hatt i tillegg. De svarte feltene viser at vi i noen år ville opplevd perioder med leveringsinnskrenkninger. Legg merke til at vi til forskjellige tider innen ett og samme år ville opplevd flomtap, behov for varmekrafttilskudd og leveringsinnskrenkninger.

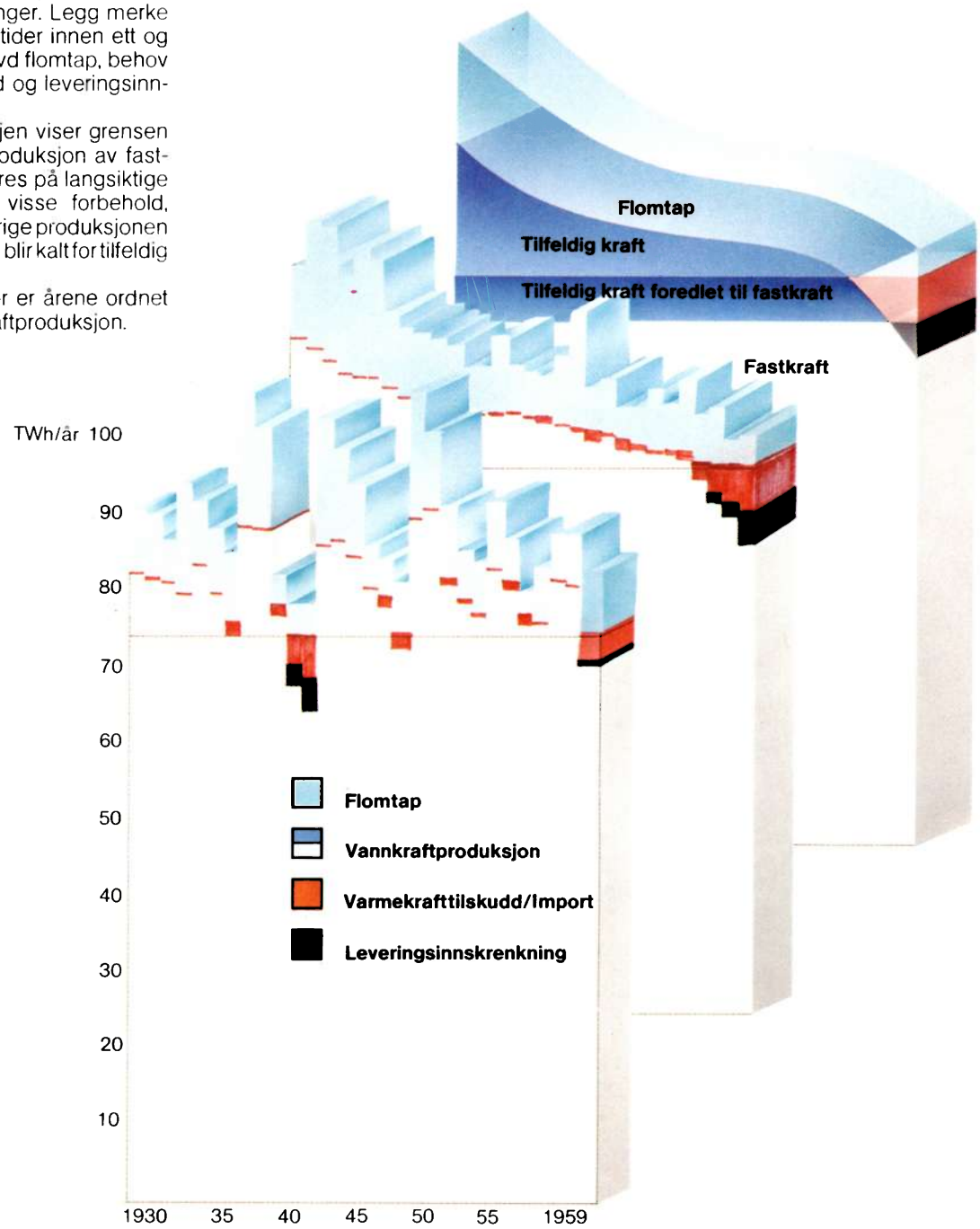
Den horisontale linjen viser grensen for kraftsystemets produksjon av fastkraft – kraft som leveres på langsiktige kontrakter, og med visse forbehold, uten avbrudd. Den øvrige produksjonen som vi har de fleste år, blir kalt for tilfeldig kraft.

På figuren bakenfor er årene ordnet etter fallende vannkraftproduksjon.

Fastkraft og tilfeldig kraft

Den bakerste figuren viser skjematisk produksjonsfordelingen over årene. Fastkraftproduksjonen er økt ved hjelp av de importmuligheter vi har fra Sverige og Danmark. Det aller meste av fastkraftøkningen består av tilfeldig kraft, bare med tillegg av import i korte perioder. Noe av den tilfeldige kraften selges til den kraftintensive industrien. Tilfeldig kraft brukes også til å pumpe vann opp i magasiner, for senere bruk i perioder med toppbelastning. Noe brukes i elektrokjeler for dampproduksjon. I vannfattige perioder må denne produksjonen skje i kjeler som fyres med olje. Dessuten går en god del tilfeldig kraft til eksport.

Legg merke til hvordan importmulighetene øker vår fastkraftproduksjon, og at det er tilfeldig kraft som eksporteres. Denne eksporten gjør at spillet av vann forbi kraftverk nå er svært lite. Ytterligere flomtap kan unngås ved å utvide elvekraftverkene.



Fra kraftverk til forbruker

Kraften fra kraftverkene overføres på høyspenningsledninger til store transformatorstasjoner, som ligger på sentrale steder i forbruksområdene. Det går også høyspenningsledninger kraftverkene imellom, de forbinder landsdelene, og også Norge og nabolandene. Det gir bedre utnytting av kraften gjennom samkjøring.

Fra transformatorstasjonene fordeles elektrisiteten på ledninger med lavere spenning til store og små forbrukere. Det elektriske ledningsnettet når nær sagt hver eneste bolig og arbeidsplass i Norge. Ved utgangen av 1980 var det bare ca. 275 norske husstander som ikke hadde elektrisitet fra vannkraft.

I kraftverkene produseres elektrisiteten ved spenninger i området 5–24 kV. For å få minst mulig energitap ved overføring, transformeres elektrisiteten opp til 132, 300 eller 420 kV før den går ut på ledningsnettet til de store transformatorstasjonene i forbruksområdene. Der transformeres den ned og fordeles ved spenninger på 66, 22 eller 11 kV før den transformeres videre ned til 230 volt, og føres fram til boliger og andre forbrukere.

Transformatorkiosk.

Statskraftverkene står for ca. 27% av landets kraftproduksjon. Kommunale og fylkeskommunale kraftverk produserer ca. 51%, og private verk, mest industribedrifter, produserer ca. 22% av kraften. Vi har ca. 70 produksjonsverk eller kraftselskaper, foruten industriens egne verk.

Fordeling av kraften til forbrukerne er stort sett en kommunal oppgave, som besørges av snautt 300 el-verk.

Foreningen «Samkjøringen av kraftverkene i Norge» sørger for kjøp og salg av tilfeldig kraft mellom kraftselskapene, og tar seg av en del andre fellesoppgaver.

300 kV kraftledning.

KRAFTUTBYGGING OG ANDRE INTERESSER

«Fram til første halvdel av 1960-tallet var det praktisk talt full politisk enighet om vannkraftutbyggingen. Etter denne tid har vi fått en til dels sterk offentlig meningsbryting, idet naturinngrepene og miljøvirkningene er blitt tillagt stadig større vekt sammenlignet med den samfunnsmessige nytte ved videre kraftutbygging.»
(Stortingsmelding nr. 54 (1979–80), Energimeldingen.)

Flerbruksplanlegging

Fordi så mange og forskjellige interesser er knyttet til vassdragene, fører inngrep og forandringer til fordeler for noen og ulemper for andre. Dagens vassdragsforvaltning skal sørge for at hver enkelt interesse blir vurdert og veid mot de andre. Dette er svært vanskelig, spesielt når det gjelder verdier som ikke kan måles. Vanlige, målbare interesser er kraftproduksjon, tømmerfløting, ferdsel, fiske, drikkevannsforsyning, landbruksvanning og utslipp av avløpsvann. Det er mye vanskeligere å sette verdi på naturopplevelser, rekreasjonsmuligheter, vassdragenes virkning på lokalklimaet, følgene av mange mindre endringer over lang tid, o.s.v. Også vassdragenes skadelige virkninger på dyrket mark, industri, boligbebyggelse og veier ved flom, isgang og utgravinger må tas med i vurderingene.

Kravet til en samlet vurdering av de ulike interessene blir stadig skjerpet. Etter hvert vil det bli utarbeidet totale vannbruksplaner – eller flerbruksplaner – for de viktigste vassdragene. Sektorplaner for f.eks. kraftutbygging eller vern vil bli innpasset i vannbruksplanene.

Natur- og miljøhensyn

Myndighetene tok tidlig opp arbeidet med vern av vassdrag mot kraftutbygging. Den første verneplanen ble vedtatt av Stortinget i april 1973, og verneplan nr. 2 i oktober 1980. Vern av vassdrag eller deler av vassdrag skjer også ved vanlig konsesjonsbehandling ved at søknader avslås, eller at spesielt verneverdige deler av vassdragene ikke tas med i utbyggingen. Vassdragsvern er gjennomført for å sikre interesser som rekreasjon, naturvitenskapelig forskning og undervisning.

Friluftsliv, jakt og fiske

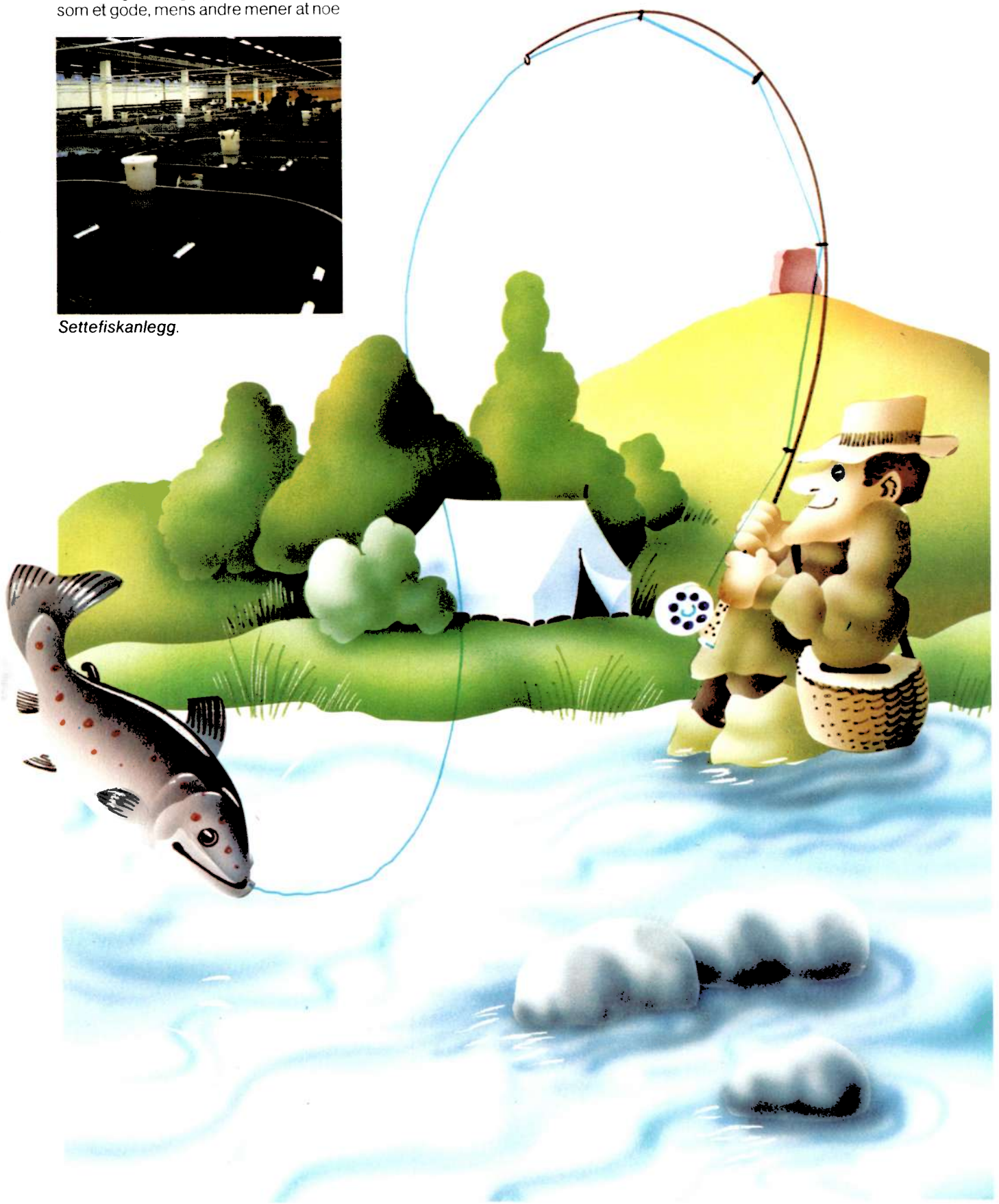
Naturopplevelser er viktige deler av friluftslivet, og elver og vatn er viktige innslag i vår natur. For mange er fiske og jakt viktig for trivsel og en meningsfylt fritid.

Anleggsveier gjennom tidligere uframkommelig terreng oppleves av mange som et gode, mens andre mener at noe vesentlig går tapt når det bygges veier i urørte områder. Derfor blir en del anleggsveier stengt etter anleggstidens slutt, og enkelte steder blir landskapet ført tilbake til opprinnelig stand.

Ved en rekke reguleringer er fisket påført skader. Kraftselskapene er derfor pålagt forskjellig tiltak for å redusere skadevirkningene, bl.a.:

- *Utsetting av fisk.*
- *Pålegg om minstevannføring.*
- *Bygging av terskler for å opprettholde vannstanden.*
- *Oppretting av fiskefond.*
- *Rydding av fiskeplasser.*
- *Bygging av fisketrapper.*

Settefiskanlegg.



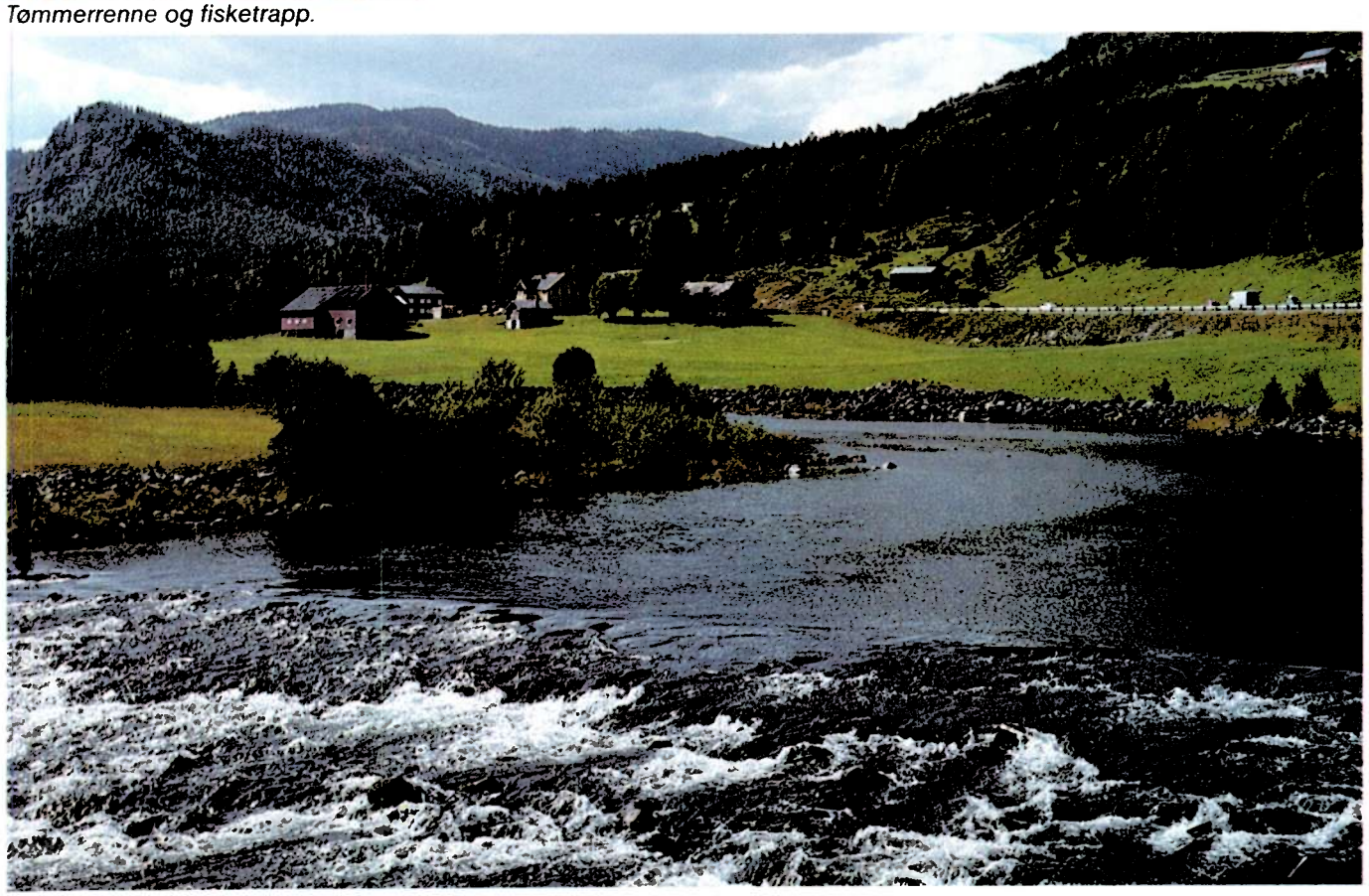
Jord- og skogbruk

Jord- og skogbruk har alltid vært knyttet til vassdragene. Bøndene må ha nok vann for avling og buskap. For skogbrukerne var vassdragene lenge eneste mulighet for å få tømmeret ut av skogen og fram til kjøperne.

Vassdragene har også vært til ulempe når flom eller isgang har herjet dyrket mark, skog, bebyggelse og veier. For å unngå slike skader utfører Vassdragsdirektoratet i NVE hvert år senknings- og forbyggingsarbeider for 30–40 millioner kroner i samarbeid med landbruksmyndighetene, veimyndighetene og naturskadefondet. 8.000–9.000 dekar er hvert år blitt sikret gjennom slike tiltak de siste 20 år.

Tømmerfløtingen er nå nedlagt i de fleste vassdrag. Skogsbilveier er bygget i stedet. Gamle fløtningsanlegg fjernes for å bedre utseendet og redusere skadevirkninger og andre ulemper.

Tømmerrenne og fisketrapp.



Terskel i et regulert vassdrag.

Vannforsyning og avløp

Tilstrekkelig drikkevann og vann til industrien er ikke lenger en selvfølge, selv i Norge. Vannforsyningsanleggene blir større og større – selv middelsstore vannverk kan være like omfattende som mindre kraftverk. Problemene og ulempene er også ofte av samme slag som for kraftverk. I tillegg får vi begrensninger i gårdsdrift, bosetting og ferdsel i vannverkenes nedslagsfelt.

Jordbruksvanningen har økt sterkt de siste årene. Ved utgangen av 1981 regnet vi med at det var 5.060 enkeltanlegg og 770 fellesanlegg i drift i Norge. Disse anleggene vannet ca. 780.000 dekar, og ville forbrukt ca. 160 millioner liter pr. time hvis de var i drift samtidig. I tørre perioder kan vannforsyningsanleggene legge så store beslag på vannføringen i elvene at det blir konflikter med andre brukerinteresser. Vassdragsdirektoratet setter derfor grenser for hvor mye vann som kan tas ut.

I mange vassdrag er det utslipp av renset og urenset avløpsvann. Med økende befolkningskonsentrasjoner langs vassdragene tilføres elver og vatn store mengder forurensende stoffer. Resultatet kan bli alvorlige økologiske forstyrrelser. Derfor satses årlig hundrevis av millioner kroner på kloakkledninger og renseanlegg.

Kraftutbyggerne pålegges store forpliktelser med hensyn til vannforsyning og avløpsrensing i forbindelse med bruk av vann for kraftproduksjon.

Forurensende utslipp.

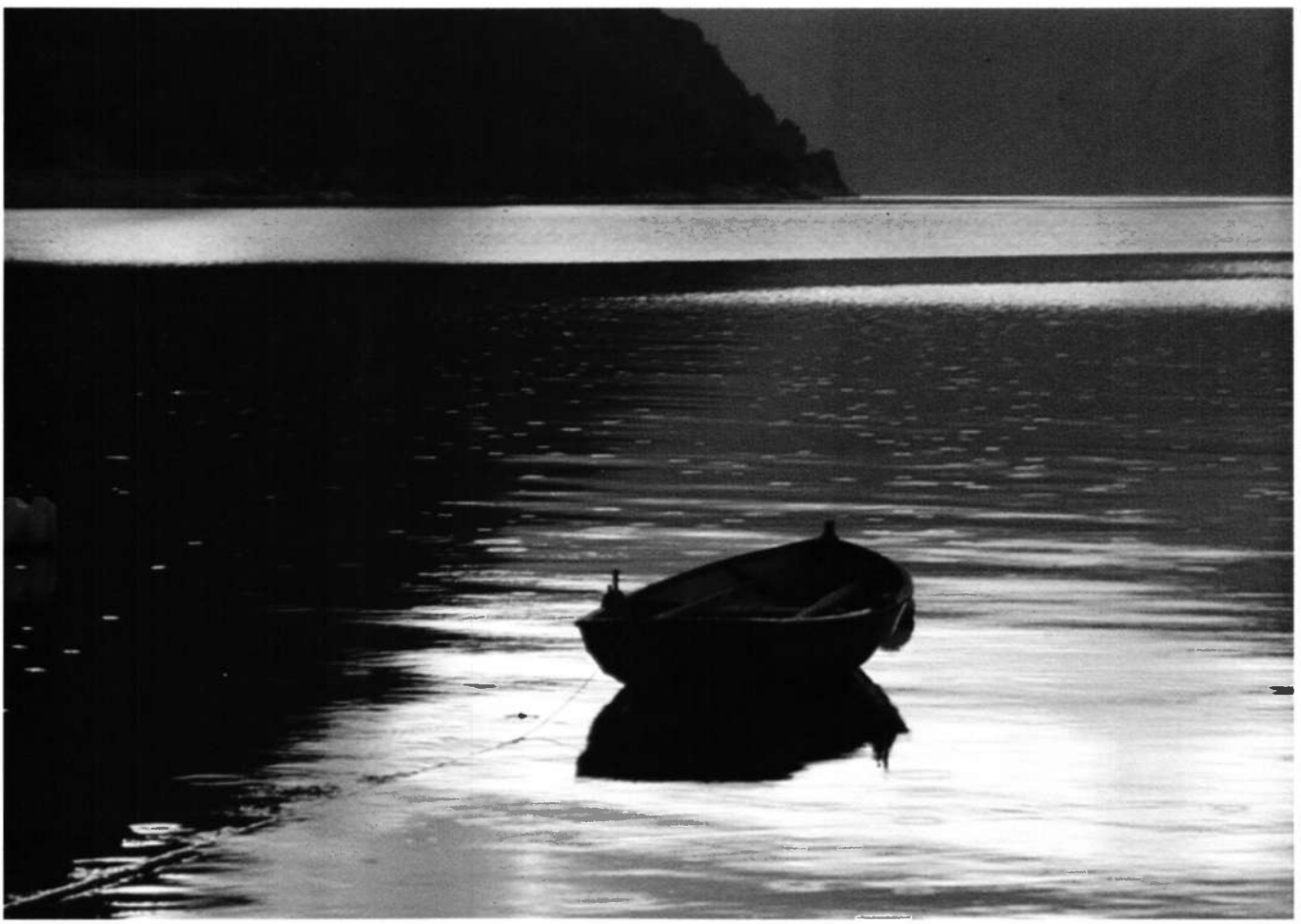
Virkning på fjorder og nære havområder

Vassdragsregulering fører som regel til endret ferskvannstilførsel til fjorder og kystområder over året. I fjordene kan dette føre til endringer i saltholdighet og temperatur i overflatelagene, og dermed øke sjansene for isdannelse om vinteren.

Endret ferskvannstilførsel kan også føre til endret vannutskiftning i dypere lag av fjordene. Men her spiller også tidevann, værforhold og fjordens form og dybde vesentlige roller.

Endringer i ferskvannstilførselen kan ventes å ha mangesidig virkning på dyre- og plantelivet i fjordene.

I farvannene utenfor fjordene vil en neppe merke noen særlige endringer. Men ved regulering av mange vassdrag blir det stor samlet ferskvannstilførsel, slik at de naturlige forholdene i enkelte kystfarvann kan bli endret. De naturlige variasjonene i ferskvannstilførselen vil imidlertid oftest være dominerende sammenlignet med de variasjonene vassdragsreguleringene medfører. Bare ca. en tredel av det ferskvann som er tilført havet utenfor norskekysten stammer fra Norge. Fjorder og kystfarvann har de siste årene gjennomgått omfattende undersøkelser for at vi skal få vite mer om en del av disse forholdene.



VANNKRAFTENS BETYDNING FOR VÅRT SAMFUNN

Lokalsamfunnet

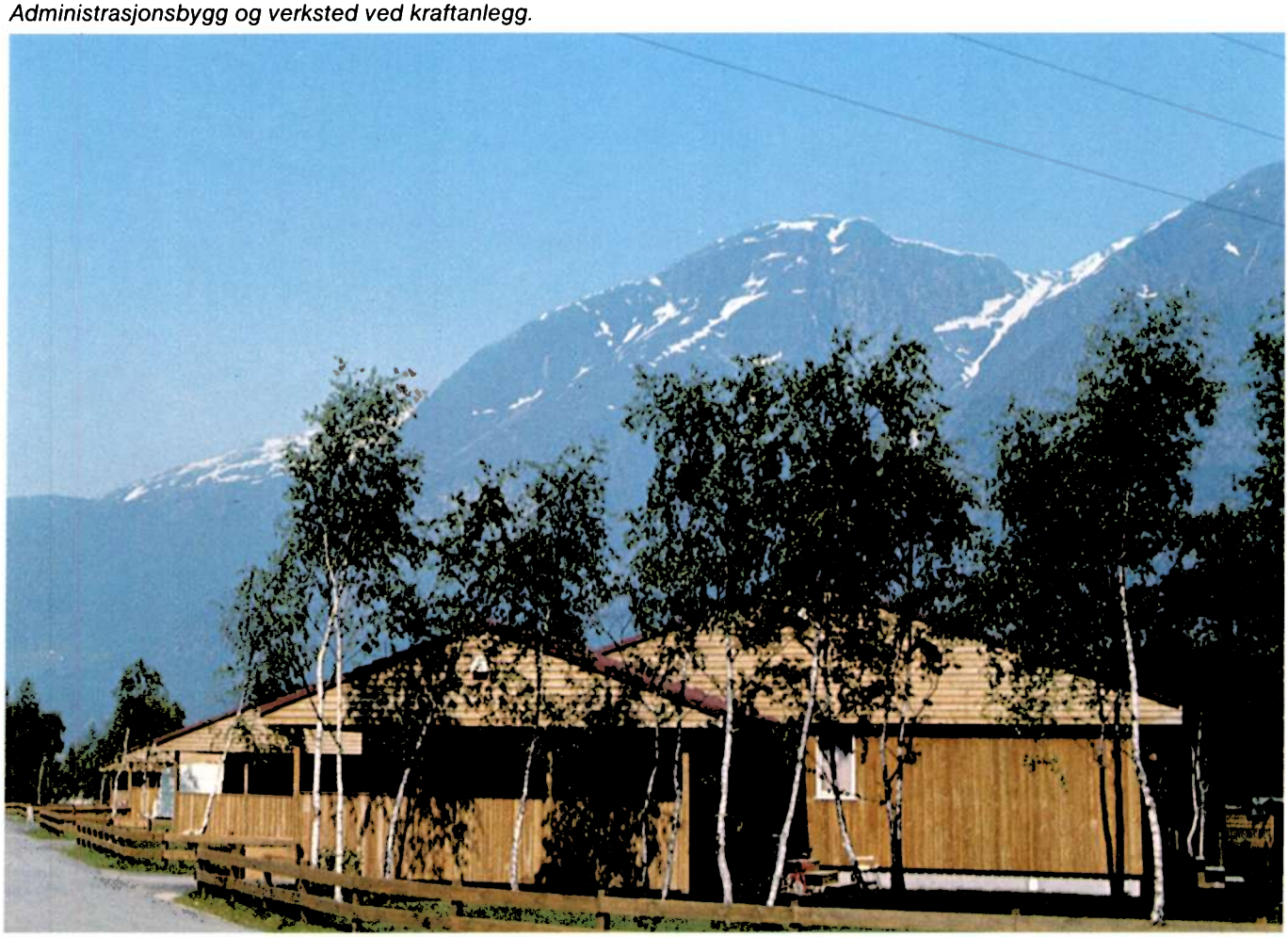
De mange kraftutbyggingene har, på godt og vondt, medført til dels store omstillinger i de områdene der vannkraftkildene finnes. De fleste kommuner har sett det slik at de positive virkningene har veid tyngst, og ønsket kraftutbyggerne velkommen.

En kraftutbygging og den følgende kraftproduksjonen gir distriktet store inntekter i form av skatter, avgifter, næringsfond o.l. Særlig kan skatteinntektene fra kraftanleggene ha stor betydning. Kommunene får også skatteinntekter fra anleggsarbeiderne som bosetter seg i kommunene, og fra de forholdsvis få, men varige arbeidsplassene som driften av kraftverkene gir. Vannkraftkommunene er blant dem som har størst skatte- og avgiftsinntekter pr. innbygger.

I forbindelse med utbyggingene har distriktene rett til konsesjonskraft (kraft som «erstatning» for at vannfall i distriktene utnyttes). Utbyggerne pålegges ofte å bygge eller yte midler til bygging av veier. Ofte overlates anleggsverksteder, administrasjonsbygg, boliger m.v. til kommunene etter anleggstiden.

Siden 1978 har kommuner med kraftverk eller reguleringsanlegg innen sine grenser sluttet seg sammen i «Landssammenslutninga av vasskraftkommunar», som tar opp og uttaler seg om spørsmål som kraftutbygging reiser i forhold til kommunene.

Administrasjonsbygg og verksted ved kraftanlegg.



Boligområde ved kraftanlegg.

Vannkraft og energibruk

Norges årlige energiforbruk er omtrent blitt sjudoblet siden år 1900. Da sto fast brensel – kull, koks, ved og torv – for over 98% av energiforbruket. I dag er andelen for fast brensel knapt 9%. Olje og vannkraft er nå viktigst. Vannkraften, som gir så godt som all elektrisitet, dekker omtrent 40% av vårt energibehov – fra fornybare kilder. Intet annet industriland dekker så mye av sitt energiforbruk med vannkraft.

Her er regnet med primært energiforbruk, d.v.s. at tap i omformingsprosesser og overføring er med. I tillegg kommer forbruk på skip i utenriksfart på vel 7 millioner tonn olje årlig.

Norge har verdens høyeste elforbruk, målt pr. innbygger. Årsaken er at vi har bygget opp en betydelig industri for å utnytte våre rikelige vannkrafttilganger. Omtrent 2/3 av oppvarmingsbehovet i husholdningene dekkes også av elektrisitet. Til gjengjeld bruker vi forholdsvis lite olje. Vårt totale energiforbruk pr. innbygger plasserer oss likevel på toppen blant europeiske industriland.

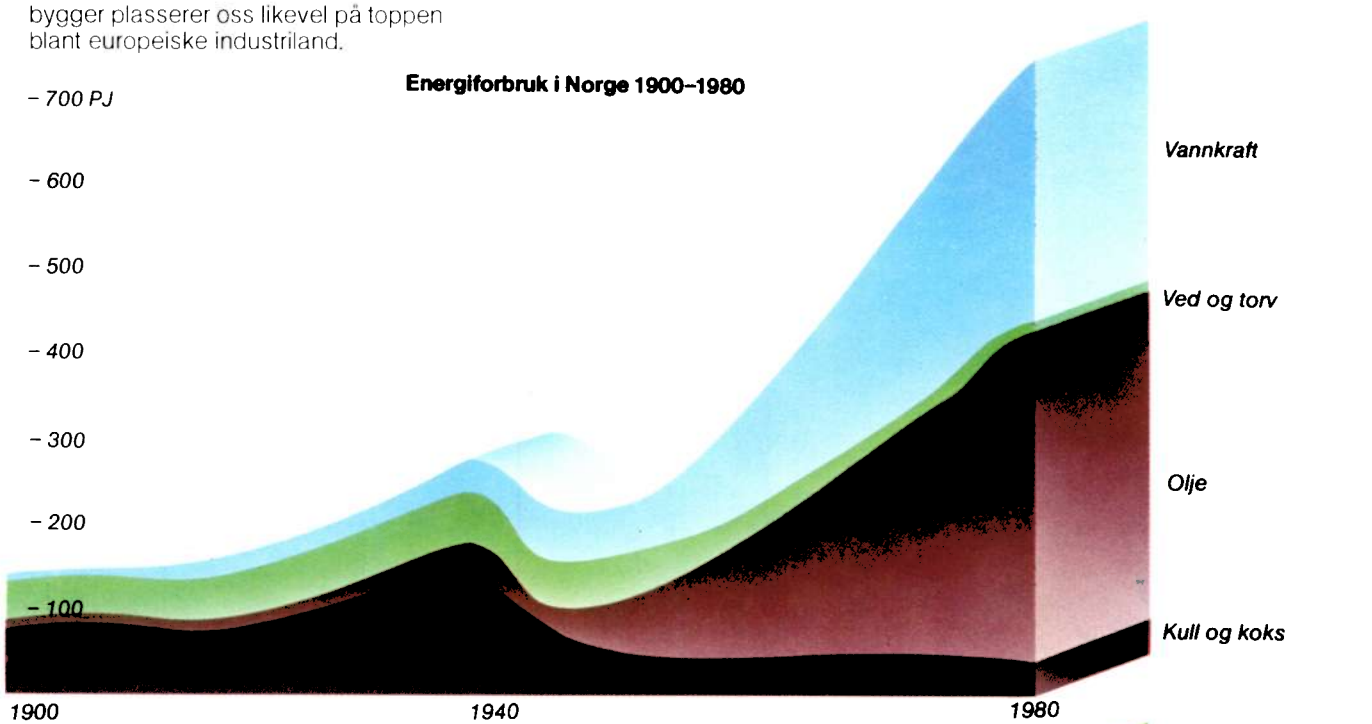
Hvem bruker elektrisiteten i Norge?

Kraftintensiv industri brukte i 1981 ca. 36% av vår fastkrafttilgang. I alt brukte industrien ca. 51%. En annen stor forbrukergruppe er husholdninger og jordbruk, som nå tar rundt 33% av el-kraften. Resten, rundt 16%, brukes av forretninger, institusjoner, forvaltninger o.s.v. Bare snautt 1% går med til transport.

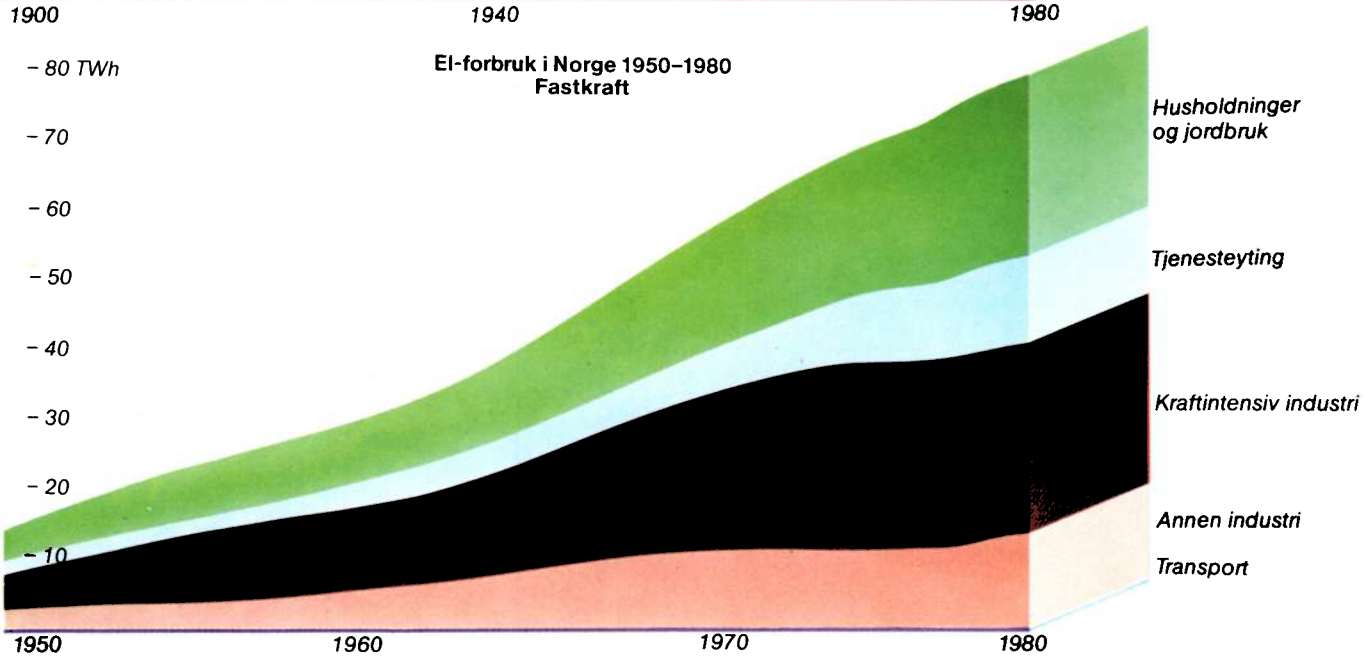
Energiforbruket pr. innbygger i noen land i 1979.

Land	Energiforbruk Gigajoule, GJ	Herav el-forbruk kilowattimer, kWh
USA	333	10.669
Canada	316	13.623
Nederland	191	4.519
Norge	**191**	**20.228**
Australia	183	6.381
Vest-Tyskland	176	6.103
Sverige	167	11.424
Danmark	163	4.998
Sovjetsamveldet	163	4.653
Finland	154	7.495
Storbritannia	151	5.368
Island	136	12.746
Frankrike	126	4.617
Ungarn	111	2.864
Japan	109	5.018
New Zealand	101	7.106
Italia	89	3.267
Cuba	39	953
Brasil	22	1.036
China	21	299
Egypt	14	361
Zambia	13	1.487
India	5	174
Nigeria	2	69
Bangladesh	1	27
VERDEN	59	1.849

Energiforbruk i Norge 1900–1980



El-forbruk i Norge 1950–1980
Fastkraft



Vannkraft og økonomi

Av industrilandene er det bare Norge som produserer all elektrisitet i vannkraftverk. Det gir oss store økonomiske og ressursmessige fordeler. I de fleste andre land blir elektrisitet produsert i varmekraftverk med kull, olje, gass eller uran som brensel, og med bare mindre tilskudd av vannkraft.

Ved slutten av dette hundreåret vil vi kunne ha en midlere årsproduksjon fra vannkraft på ca. 125 TWh. Vi avlaster altså verdens energihusholdning for betydelige mengder kull og olje. Det vann som driver våre vannkraftverk, fornyer seg selv i et evig kretsløp.

Skulle vi ha dekket vårt elektrisitetsforbruk i 1981 på ca. 87 TWh med kullkraft, ville det ha gått med ca. 29 millioner tonn kull.

I begynnelsen av 1982 kostet det rundt 15 øre å produsere 1 kWh i et nytt norsk vannkraftverk. Et kullfyrt varmekraftverk ville ha kunnet produsere 1 kWh til en kostnad av ca. 23 øre. Oljefyrte kraftverk er nå ansett for uøkonomiske, p.g.a. den høye oljeprisen. Kostnaden for kjernekraft synes å kunne bli noe lavere enn for kullkraft.

Et vannkraftverk har en meget lang levetid. De deler som virkelig koster, tunneler og dammer m.v., har den lengste levetiden, lengre enn maskiner, apparater og intrumenter. Når anlegget er helt nedskrevet, f.eks. etter 25 år, produserer det kraften til ca. 1–2 øre pr. kWh, som dekker drift og vedlikehold. Drivkraften, vannet, kan da regnes som gratis. Alle typer varmekraft har betydelige brenselskostnader.

Som vannkraftnasjon sparer Norge milliardbeløp årlig i forhold til nasjoner som må produsere sin elektrisitet i varmekraftverk. Skulle f.eks. vårt elektrisitetsforbruk i 1981 på ca. 87 TWh være dekket med kullkraft, ville det påført oss en økt kostnad på ca. 13 milliarder kroner. Den økonomiske fordelen ved vannkraft sammenlignet med varmekraft vil antakelig øke på lang sikt.

Kostnader i øre pr. kWh ved forskjellige kraftproduksjonsformer. Kostnadsnivå 1982.

Vannkraft og industri

Fra omkring århundreskiftet er det bygget opp en omfattende industri her i landet, basert på bruk av elektrisitet fra vannkraft. Industrien står for noe over halvparten av vårt kraftforbruk, fordelt med omlag 2/3 på kraftintensiv industri og omlag 1/3 på annen industri. Vel halvparten av industriens kraftforbruk går til produksjon av eksportvarer.

Særlig etter annen verdenskrig ble det satset på rask oppbygging av en metallurgisk industri i Norge, basert på vannkraft. Store mengder rimelig vannkraft ga oss et konkurransemessig fortrinn internasjonalt. Norge er i dag ett av de store produsentland for aluminium, magnesium, ferrolegeringer og andre energitunge produkter. Ca. 30.000 personer er direkte sysselsatt innen kraftintensiv industri. Bedriftene ligger for en stor del i distriktene. Eksporten beløp seg i 1980 til 13,5 milliarder kroner.

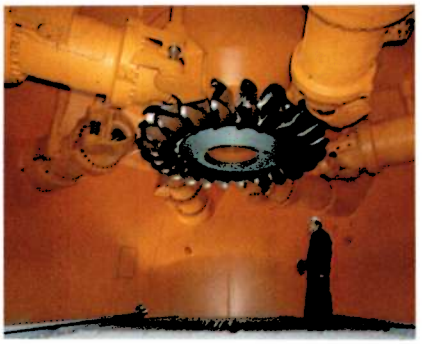
De kraftintensive industriene har dannet industrielle tyngdepunkt, som en industrinasjon ikke kan greie seg uten. De har utgjort kunnskaps- og erfaringssentrer og skapt grobunn for utvikling av ekspertise innen elektrokjemi, elektrometallurgi og elektroteknikk. De har også skapt ringvirkninger både gjennom videreforedling og ved leveranseoppdrag til norsk verkstedindustri.

Tidlig ble det bygget opp industri her i landet for produksjon av maskineri, apparater og annet utstyr til vannkraftanleggene. Det gjelder rør, turbiner, generatorer, transformatorer, brytere, kabler m.v. Innenlands industri kan levere alt av maskineri og utstyr til vannkraftverk og overføringsanlegg. En norsk spesialitet er blitt produksjon og legging av store sjøkabler.

Norsk entreprenørvirkomhet utviklet seg gjennom de store bygningsmessige arbeidsoppgavene på kraftanleggene, som tunnelsprenging, dambygging, omfattende betongkonstruksjoner og ledningsbygging. Videre har vi fått rådgivende ingeniørfirmaer innen hydrologi, bygg-, elektro- og maskinteknikk med over 80 års erfaring fra vannkraftutbygging og elektrisitetsforsyning. Ekspertise på planlegging og bygging av vannkraftverk ble også bygget opp innen de større kraftselskapene, først og fremst innen Statskraftverkene i NVE.

I de siste årene har denne industrien, entreprenører og rådgivende ingeniører også påtatt seg oppdrag i utlandet, mest på forretningsmessig basis, men også i form av utviklingshjelp. NVE har i mange år stilt fagfolk til rådighet for utviklingsland, både som ledd i FN's arbeid og i samarbeid med NORAD.

Montasje av generator.



Turbin.

Elektrolysehall i aluminiumsverk.

KRAFTUTTRYKK – ORD OG UTTRYKK I FORBINDELSE MED VANNKRAFT

avrenning – at vann fra nedbør renner ut i vassdragene og derfra ut i havet.

brutto kraftforbruk – kraftforbruk målt ved kraftstasjon. Det omfatter netto kraftforbruk og tap i ledningene.

dam – byggverk som demmer opp vannet i et magasin og regulerer vannføringen i et vassdrag.

effekt – energi eller utført arbeid pr. sekund. Effekt måles i J/s (Joule pr. sekund). 1 J/s = 1 W (watt). Joule uttales «jul».
Elektrisk effekt måles i:
kW (kilowatt) = 1000 W
MW (megawatt) = 1000 kW = 1 million W

elektrisk spenning – et mål for den «kraft» som driver elektrisiteten gjennom en ledning. Spenning måles i V (volt) eller kV (kilovolt) = 1000 V.

energi – evne til å utføre arbeid. Energi måles i Joule. 1 J = 1 Ws (wattsekund).
MJ (megajoule) = 1 million J
GJ (gigajoule) = 1 milliard J
PJ (petajoule) = 1 million GJ
Elektrisk energi måles i:
kWh (kilowattime) = 3.600.000 Ws
MWh (megawattime) = 1.000 kWh
GWh (gigawattime) = 1 million kWh
TWh (terawattime) = 1 milliard kWh

fallhøyde – den loddrette avstanden mellom vanninntaket til en kraftstasjon og utløpet fra den.

fastkraft – elektrisk kraft som leveres på langsiktig kontrakt, med visse unntak uten avbrudd.

forbygging – beskyttelse av elve- og strandbredder for å hindre utgraving, oversvømmelse m.v.

frekvens – det antall ganger vekselstrømmen gjennomfører en svingning pr. sekund. Frekvens måles i Hz (hertz). 1 Hz = 1 svingning eller periode pr. sekund.

generator – maskin som omdanner mekanisk energi til elektrisk energi.

konsesjon – tillatelse fra offentlig myndighet til å bygge ut vassdrag for kraftproduksjon.

kraftintensiv industri – industri for produksjon av kunstgjødsel, plastråvarer, jern, stål, ferrolegeringer, aluminium, magnesium, samt en del andre varer som det kreves forholdsvis store energimengder å framstille.

magasin – naturlig eller kunstig innsjø hvor det lagres vann i perioder med høyt tilsig og lavt kraftforbruk. I perioder med høyt kraftforbruk og lavt tilsig tappes det vann fra magasinet.

midlere årsproduksjon – beregnet, gjennomsnittlig årlig produksjon over en årrekke.

netto kraftforbruk – kraftforbruk målt hos forbruker.

samkjøring – flere kraftverk drives sammenkoblet på et felles overføringsnett.

spillvarme – varme som går til spille, f.eks. i industriprosesser, i varmekraftverk o.s.v.

tilfeldig kraft – overskuddskraft, spillkraft. Kraft som produseres i vannkraftverkene i vannrike perioder utover fastkraften. Avtaler om leveranser av tilfeldig kraft kan inngås og sies opp på kort varsel.

transformator – apparat som omdanner vekselstrøm fra en spenning til en annen.

turbin – i et vannkraftverk, maskin som drives rundt av energien i vannet og omsetter den til mekanisk energi.

varmekraftverk – kraftverk som drives med varme fra forbrenning av fossile brensler (olje, kull, gass), andre brennstoffer eller varme fra spalting av uranatomer.

vekselstrøm – elektrisk strøm med periodisk vekslende retning. (I motsetning til likestrøm, som har ens retning.)

Idé og formgivning:
SK, Berger & Mortvedt a.s

Fotografier:
Per Olaf Breifjell, Oslo Lysverker
Andreas Gausdal, NVE
Knut Ove Hillestad, NVE
Zenith Film A/S Scandinavia
Årdal og Sunndal Verk a.s

Tegninger: Kjell Witberg
Sats: Grafica Fotosetteri
Trykk: Krone Trykk A/S

Papir: 200 og 120 g Matt Masprint fra Berg-Andersen & Co. A/S

2. omarbeidede utgave.
25.000. Oslo, februar 1983