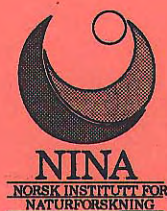


0-90166

# Kvantifisering av miljølemper ved ulike energiteknologier

DEL I

## Vannkraft Elproduksjon



# NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

**Hovedkontor**  
Postboks 69, Korsvoll  
0808 Oslo 8  
Telefon (02) 23 52 80  
Telefax (02) 39 41 89

**Sørlandsavdelingen**  
Televeien 1  
4890 Grimstad  
Telefon (041) 43 033  
Telefax (041) 43 033

**Østlandsavdelingen**  
Rute 866  
2312 Ottestad  
Telefon (065) 76 752  
Telefax (065) 78 402

**Vestlandsavdelingen**  
Breiviken 5  
5035 Bergen-Sandviken  
Telefon (05) 95 17 00  
Telefax (05) 25 78 90

Prosjektnr.: 0-90166
Undernummer:
Løpenummer: 2555
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Kvantifisering av miljølempemåter ved ulike energiteknologier. Del I. Vannkraft/Elproduksjon	Dato: 15. april 1991
Forfatter (e): Rasmus Gulbrandsen, NIVA Gunnar Halvorsen, NINA Hans Olav Ibrenk, NIVA	Prosjektnummer: 0-90166
	Faggruppe: Vannressursforvaltning
	Geografisk område: Norge
	Antall sider (inkl. bilag): 110

Oppdragsgiver: Norges vassdrags- og energiverk, NVE.	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
---	----------------------------------

Ekstrakt: Med bakgrunn i et gitt mål om at miljølempemåter bør innbefattes ved kostnad/nyttevurderinger av vannkraftprosjekter, vurderer rapporten et system for kvantifisering av miljølempemåter ved vannkraftutbygging.

Miljølempemåtene beskrives og årsaks/virkningforhold illustreres ved flytskjemaer. Det anbefales en metode der man vurderer konsekvensene for hver brukerinteresse for seg og der virkningene inndeles i tre kategorier; de som kan kvantifiseres økonomisk, i fysiske enheter eller som bare kan beskrives i ord. Økonomisk verdsetting bør i størst mulig grad baseres på vurderinger av endringer i eksisterende produksjonssammenhenger, ellers kan betallingsvillighetsundersøkelser vurderes.

- 4 emneord, norske:
1. Vannkraftutbygging
  2. Miljøkonsekvenser
  3. Verdsettingsmetodikk
  4. Økonomisk verdsetting

- 4 emneord, engelske:
1. Hydro power
  2. Environmental impacts
  3. Valuation methodology
  4. Economic valuation

Prosjektleder:

Hans Olav Ibrenk

For administrasjonen:

Dag Berge

ISBN 82-577-1869-9

Norsk institutt for vannforskning (NIVA)  
Norsk institutt for naturforskning (NINA)

# Kvantifisering av miljøulemper ved ulike energiteknologier.

## Del I. Vannkraft/Elproduksjon

Oslo, april 1991

Prosjektleder: Hans Olav Ibrekk, NIVA  
Medarbeidere: Rasmus Gulbrandsen, NIVA  
Gunnar Halvorsen, NINA

## FORORD

Med bakgrunn i Verdenskommisjonen for miljø og utvikling sin rapport tok Norges vassdrags- og energiverk (NVE) høsten 1988 initiativet til å se nærmere på behovet for en metode for å kvantifisere miljøulempene knyttet til forskjellige energiteknologier på en slik måte at de kan behandles på et tidlig tidspunkt i planleggingsprosessen. Siktemålet er å få til en samfunnsrasjonell energihusholdning. NVE nedsatte en arbeidsgruppe som fikk i oppdrag å utarbeide forslag til opplegg for utredningsarbeidet. Forslag til arbeidsopplegg ble lagt fram 7. april 1989.

Innenfor dette prosjektet ble det vedtatt å utrede miljøkonsekvensene og miljøkostnadene for vannkraft/elektrisitetsproduksjon. Norsk institutt for vannforskning (NIVA) og Norsk institutt for naturforskning (NINA) ble forespurt om å utføre dette arbeidet. NIVA og NINA utarbeidet et prosjektforslag, datert 6. april 1990. NVE aksepterte prosjektforslaget i brev av 21. juni 1990.

Denne rapporten er et samarbeidsprosjekt mellom NIVA og NINA. NINA har hatt hovedansvaret for rapportens del II Beskrivelse av miljøulempere og avbøtende tiltak, mens NIVA har hatt hovedansvaret for de andre delene i rapporten. NIVA har hatt hovedansvaret for sammenstilling og redigering av rapporten. I prosjektperioden har vi hatt nær kontakt med oppdragsgiver, NVE, og andre som utfører prosjekter innenfor dette programmet. Prosjektet er basert på kjente data og tilgjengelig litteratur.

Rapporten er i hovedsak skrevet av Rasmus Gulbrandsen, NIVA, og Gunnar Halvorsen, NINA. Under utarbeidelsen har prosjektutførende hatt nær kontakt med NVEs prosjektkoordinator Arne Carlsen. I tillegg har vi innhentet synspunkter fra Jon Strand, Universitetet i Oslo, Fred Wenstøp, Bedriftsøkonomisk Institutt (BI), Arild Hervik, Møre og Romsdal Distriktshøyskole og Knut Bryn, Møreforskning. Vi takker disse for god bistand.

Oslo, april 1991

Hans Olav Ibrek

## INNHALDSFORTEGNELSE

Forord .....	2
Innholdsfortegnelse .....	3
Sammendrag .....	5
<b>DEL I: GENERELT .....</b>	<b>9</b>
1. Innledning .....	10
1.1 Status for norsk vannkraftutbygging .....	10
1.2 Bakgrunn for prosjektet .....	11
1.3 Mål for prosjektet .....	11
1.4 Rammer for prosjektet .....	12
1.5 Oppbygging av rapporten .....	12
1.6 Brukerinteresser i vassdrag .....	13
<b>DEL II: BESKRIVELSE AV MILJØLEMPER OG TILTAK .....</b>	<b>14</b>
2. Reguleringsmagasin .....	15
2.1 Fysiske konsekvenser .....	15
2.2 Biologiske konsekvenser .....	16
2.2.1 Vannvegetasjon .....	16
2.2.2 Dyreliv i vann - Fisk .....	17
2.2.3 Landvegetasjon .....	19
2.2.4 Dyreliv på land - Vilt .....	19
2.3 Konsekvenser for brukerinteressene .....	20
2.4 Avbøtende tiltak .....	21
3. Overføring av nedbørfelt .....	24
3.1 Fysiske konsekvenser .....	24
3.2 Biologiske konsekvenser .....	24
3.3 Konsekvenser for brukerinteressene .....	25
3.4 Avbøtende tiltak .....	25
4. Andre inngrep .....	27
4.1 Veier .....	27
4.2 Rigg- og tippområder .....	27
4.3 Massetak .....	28
4.4 Kraftlinjer .....	28
5. Endret vannføring .....	29
5.1 Fysiske konsekvenser .....	30
5.2 Biologiske konsekvenser .....	32
5.2.1 Vannvegetasjon .....	32
5.2.2 Dyreliv i vann - Fisk .....	32
5.2.3 Dyreliv på land - Vilt .....	35
5.3 Andre konsekvenser .....	35
5.4 Konsekvenser for brukerinteressene .....	36
5.5 Avbøtende tiltak .....	37
5.5.1 Vassdraget som vannkilde .....	37
5.5.2 Vassdraget som resipient .....	37

5.5.3 Produksjon av fisk - friluftsliv	38
5.5.4 Vassdragets betydning som gjerde	39
5.5.5 Fjorder	39
<b>DEL III: VURDERING AV METODER FOR VERDSETTING</b>	<b>40</b>
6. Hovedprinsipper	41
6.1 Innledning	41
6.2 Kriterier for valg av metode	41
7. Metoder for strukturell fremstilling	43
7.1 Samlet Plan for vassdrag	43
7.2 Miljøundersøkelser på Svalbard (MUPS)	46
7.3 Stepmatriseteknikk	50
7.4 Konklusjon	54
8. Metoder for strukturell sammenstilling av konsekvenser	55
8.1 Planleggingens balansekonto	55
8.2 Andre metoder	56
8.3 Konklusjon	57
9. Kvantifiserings- og verdsettingsmetoder	59
9.1 Metoder som ser på endringer i produksjonforhold	59
9.2 Andre metoder for økonomisk verdsetting av miljøgoder	60
9.3 Indirekte verdsetting v.h.a. rangering	68
9.4 Ikke-økonomisk verdsetting	69
9.5 Konklusjon	70
10. Anbefalt metode	72
<b>DEL IV: METODE FOR VERDSETTING</b>	<b>75</b>
11. Verdsetting av de enkelte brukerinteresser	76
11.1 Naturvern	76
11.2 Kulturminnevern	79
11.3 Friluftsliv	81
11.4 Fiske	84
11.5 Jakt	87
11.6 Reindrift	89
11.7 Jordbruk	92
11.8 Skogbruk	94
11.9 Vannforsyning	96
11.10 Resipientinteresser	98
11.11 Matrisesammenstilling. Sjekkliste for verdsettingskomponenter.	100
<b>LITTERATURLISTE</b>	<b>102</b>
<b>VEDLEGG:</b>	<b>104</b>
Vedlegg 1: Økonomisk verdsetting av miljøgoder: Eksempler fra tidligere gjennomførte undersøkelser.	105
Vedlegg 2: Tegnforklaring til flytskjemaer	110

## SAMMENDRAG

Norges vassdrags- og energiverk (NVE) tok i 1989 initiativet til å utrede nærmere miljøulemper forbundet med ulike energiteknologier og søke å kvantifisere disse. Det overordnede målet er å legge grunnlaget for en samfunnsrasjonell energiplanlegging og energihusholdning gjennom å innbefatte miljøulemper ved kostnad/nyttevurderinger av energiprojekter på regionalt og sentralt nivå.

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) og Norsk institutt for naturforskning (NINA) fikk i oppdrag fra NVE å kvantifisere miljøulempene ved vannkraft/elproduksjon.

Rapportens Del I gjennomgår bakgrunn, mål og rammer for prosjektet og gir en oversikt over rapportens oppbygging. Målet med prosjektet er som følger:

*"Etter først å ha utredet de ulike miljøulemper samt aktuelle avbøtende tiltak ved vannkraft/elproduksjon, er målet å utarbeide et forslag til prinsipper for hvordan konsekvensene kan måles ut fra fysiske enheter, hvordan disse kan overføres til kroner der dette kan gjøres på et objektivt grunnlag og også vurdere de miljøulemper som man gjennom f.eks. betalingsvillighetsundersøkelser kan overføre til kroner."*

Prosjektet tar utgangspunkt i inndelingen i brukergrupper i Samlet Plan for vassdrag (SP), men velger en noe annen inndeling av brukerinteressene; naturvern, kulturminnevern, friluftsliv, fiske, jakt, reindrift, jordbruk, skogbruk, vannforsyning og resipient-interesser.

I Del II gis en kortfattet beskrivelse av de viktigste former for inngrep, og betydningen av disse for de vannkvalitetsmessige, biologiske og landskapsmessige forhold. Konsekvensene for de enkelte brukergrupper er også gitt en kort beskrivelse. Reguleringsmagasin, endret vannføring, overføring av nedbørfelt og virkningene på fjordsystemene er behandlet. I tillegg er konsekvensene av andre typer inngrep som veier, tipper, riggområder, massetak og kraftlinjer kort beskrevet. Tiltak for å avbøte eventuelle ulemper er også kort beskrevet.

Det er utarbeidet egne flytskjemaer for hver enkelte brukergruppe, som viser sammenhengen mellom inngrepstyper og de fysiske- og biologiske konsekvenser. Flytskjemaene viser også sammenhenger mellom de ulike brukergrupper. Flytskjemaene gjengis i rapportens avsluttende kapittel (Kap.11), som en støtte for den anbefalte modell for verdsetting. Til hvert flytskjema foreligger det en beskrivelse.

I Del III presenteres og vurderes metoder som er aktuelle ved verdsetting av miljøulemper. Som et utgangspunkt presenteres et kriteriesett som den senere vurderingen av metodene bygger på. Kriteriene er inndelt i fire grupper; generell fremstillingsform, behandling av konsekvenser, etterprøvnbarhet og datagrunnlag.

For å komme frem til en strukturert metode for fremstilling av årsaks/virkningsforhold mellom inngrep, primære miljøkonsekvenser, ringvirkninger og påvirkning på brukerinteressene gjennomgås Samlet Plan for vassdrag, Miljøundersøkelser på Svalbard (MUPS) og en stepmatriseteknikk.

Gjennomgangen viser fordelene av en inndeling i utredningstemaer og en nivåinndeling av inngrep og virkninger slik den er gjennomført i Samlet Plan. Inndelingen i brukerinteresser og fokuseringen på konsekvensene for hver av de berørte brukerinteressene er sentral.

Ved en verdsetting vil det være behov for å bestemme effektene av de aktuelle inngrepene. Årsaks/virkningsforholdene må da kartlegges. Prinsippet fra MUPS om å definere verdsatte økologiske komponenter (VØK), å utarbeide flytskjemaer som viser årsaks/virkningssammenhenger og å utarbeide konsekvenshypoteser, synes å gi flere fordeler og kan tilpasses til vårt formål.

Stepmatriseteknikken styrker argumentene for en fokusering på hver enkelt miljøkonsekvens og deres følger for den enkelte brukerinteresse.

Vurdering av metoder for strukturert sammenstilling av konsekvenser, konsentreres om planleggingens balansekonto. Kontoen er en form for strukturert opplisting av konsekvenser der virkningene inndeles i tre grupper etter som de lar seg økonomisk kvantifisere, kan kvantifiseres i fysiske enheter eller bare kan beskrives med ord (kvalitativ vurdering). Konsekvensene fordeles dessuten direkte mellom de grupper som blir berørt. Høy grad av aggregering ved sammenveining vil her være vanskelig og er tildels ikke ønskelig.

Ved gjennomgangen av ulike metoder for kvantifisering og verdsetting påpekes de klare fordelene ved metodene som vurderer endringer i rene produksjonssammenhenger. Metodene gir en økonomisk verdsetting som baseres direkte på markeder med reelle priser. Den kostnaden som fremkommer vil være et direkte uttrykk for den aktuelle miljøulempen. Metoden er som regel enkel å gjennomføre, men den verdien som fremkommer vil ikke alltid være fullt ut dekkende for konsekvensene av den miljøulempen som skal kvantifiseres. Metoden er ikke anvendelig for alle typer miljøulempen.

En rekke andre metoder for økonomisk verdsetting gjennomgås, i hovedsak metoder som søker å kartlegge betalingsvillighet. De mest aktuelle metodene og de hittil mest brukte i relevante sammenhenger, synes å være intervjumetoden (betinget verdsetting), reisekostnadsmetoden og kostnadsmetoden. Fordeler med intervjumetoden er at den kan brukes til å verdsette alle typer miljøgoder, samt at den i prinsippet kan fange opp den samlede verdi av miljøgodene, også opsjons- og eksistensverdiene.



Reisekostnadsmetoden synes å fungere bra ved verdsetting av sportsfiske, men det er få erfaringer utover dette feltet. Miljøkonto-prinsippet slik det til nå er utviklet, kvantifiserer ikke miljøulempene som sådanne, men beregner kostnadene ved ulike typer tiltak som er rettet (mer eller mindre direkte) mot å avbøte miljøkonsekvensene.

Verdsetting i fysiske enheter kan f.eks. (for brukerinteressen fiske) gjøres ved bruk av enheter som vekt av fanget fisk, antall fiskere, bruksfrekvens, antall fiskedager etc.

Vårt forslag til metode for verdsetting av miljøulemper baseres på følgende prinsipper:

#### Generell metodestruktur:

- Fokusering på de enkelte brukerinteresser (fra Samlet Plan).
- Følge virkningene av inngrep som primære konsekvenser, fysiske virkninger, virkninger på levende miljø og virkninger på brukerinteressene (fra Samlet Plan, Stepmatriseteknikken og MUPS).
- Fremstille årsaks/virkningssammenhenger mellom inngrep, virkninger på fysiske forhold, på levende miljø og på brukerinteresser vha. flytskjemaer for hver enkelt brukerinteresse (fra MUPS og stepmatriseteknikken).

#### Konsekvensvurdering:

- Vurdere konsekvensene for hver brukerinteresse for seg.
- Inndele virkningene i tre kategorier etter de som kan kvantifiseres økonomisk, i fysiske enheter, og som bare kan beskrives i ord (fra planleggingens balansekonto).

#### Kvantifisering:

- Verdsette hver av brukerinteressene for seg.
- Søke å verdsette miljøulempene i økonomiske termer så langt dette synes forsvarlig.
- I størst mulig grad basere den økonomiske verdsetting på vurderinger av endringer i eksisterende produksjonsammenhenger.
- Gi en utfyllende verdsetting i fysiske enheter og verbal beskrivelse der dette er nødvendig og/eller hensiktsmessig.
- Aggregering av miljøulempene bør kun skje innenfor hver verdsettingsstype (kroner, fysiske enheter og beskrivelse) og bør ikke gå på bekostning av en disaggregert oppstilling.

I rapportens avsluttende del (Del IV) gis det for hver enkelt brukerinteresse et forslag til verdsettingsprinsipper basert på prinsippene ovenfor. Som et grunnlag for dette gjengis for hver brukerinteresse en kortfattet beskrivelse samt et flytskjema som viser årsaks/virkningsforhold. Hovedpunktene i den anbefalte metode for verdsetting oppsummeres i en verdsettingsmatrise, som også vises på neste side.

## VERDSETTINGSMATRISJE. Samlet oversikt over miljølemper for alle brukerinteresser.

Brukerinteresser	Inngrep	Øk. kvant. mill.kr.	Fysiske enheter	Beskrivelse
Naturvern	Reguleringsmagasin	Betalingsvillighet:	km <sup>2</sup> oppdemmet areal	Typeverdi
	Overføringer Veier, tipper, kraftlinjer o.l.	Intervju-undersøkelse	km <sup>2</sup> oppd. vernet areal km, lengden av berørt elv	Referanseverdi Inngrepsgrad
Kulturminnevern	Reguleringsmagasin	Betalingsvillighet:	Antall vermede kulturminner	Kvalitetsbetraktninger
	Overføringer Veier, tipper, kraftlinjer o.l.	Intervju-undersøkelse	Antall forminner Andel flyttbare kulturminner	
Frisuftsliv	Reguleringsmagasin	Betalingsvillighet: Intervju- eller reisekostnadsundersøk.	km <sup>2</sup> oppdemmet areal	Endret egnethet
	Overføringer Veier, tipper, kraftlinjer o.l.	Ringvirkninger	Antall utøvere	Endret opplevelseverdi
Fiske	Reguleringsmagasin	Kjøttverdi, endring	Antall bruksdøgn pr. år	Kvalitet alternative områder
	Overføringer Veier, tipper, kraftlinjer o.l.	Ringvirkninger Betalingsvillighet: Intervju- eller reisekostnadsundersøk.	kg, vekt fanget fisk Antall utøvere	Endret egnethet
Jakt	Reguleringsmagasin	Kjøttverdi, endring	Antall utøvere	Endret opplevelseverdi
	Overføringer Veier, tipper, kraftlinjer o.l.	Ringvirkninger Betalingsvillighet: Intervju- eller reisekostnadsundersøk.	Antall fiskedager Endring i antall fiskedager	Kvalitet alternative fiskesteder
Reindrift	Reguleringsmagasin	Kjøttverdi, endring	Antall felte dyr	Endret egnethet
	Overføringer Veier, tipper, kraftlinjer o.l.	Ringvirkninger Betalingsvillighet: Intervju- eller reisekostnadsundersøk.	kg, vekt felte dyr Fellingsstillatser Antall jakt dager Endring i antall jakt dager	Endret opplevelseverdi Kvalitet alternative jaktområder
Jordbruk	Reguleringsmagasin	Produksjonsendring	Antall dyr	Beiteområdenes endrede egnethet
	Overføringer Veier, tipper, kraftlinjer o.l.	Omlagging av reindriftssystemet	kg, slaktede dyr km <sup>2</sup> beiteareal m/ bruksendring	
Skogbruk	Reguleringsmagasin	Avlingsendring	Antall arbeidsplasser, endring	Endert egenhet
	Overføringer Veier, tipper, kraftlinjer o.l.	Endring av slakt	da, arealbruksendring kg, endring i vekt av avling Antall beitedyr, endring kg, endret slaktevekt Antall arbeidsplasser, endring	Fremkommelighet for beitedyr Fremkommelighet for maskinelt utstyr
Vannforsyning	Reguleringsmagasin	Endring i avkastning	da, arealbruksendring	Endret egnethet
	Overføringer Veier, tipper, kraftlinjer o.l.	Kostnader alternativ kilde	m <sup>3</sup> , endring i avkastning Antall arbeidsplasser, endring	Fremkommelighet for maskinelt utstyr
Resipient-interesser	Reguleringsmagasin	Endret rensekostnad	Antall pe. tilknyttet	Endret egnethet
	Overføringer	Endret rensekostnader	m <sup>3</sup> , forbruk av vann Antall resipientbrukere	Endret kvalitet og kvantitet av vannet
		Produksjonsendring	Utslippsmengder	Nye utslippskrav Konsekvenser

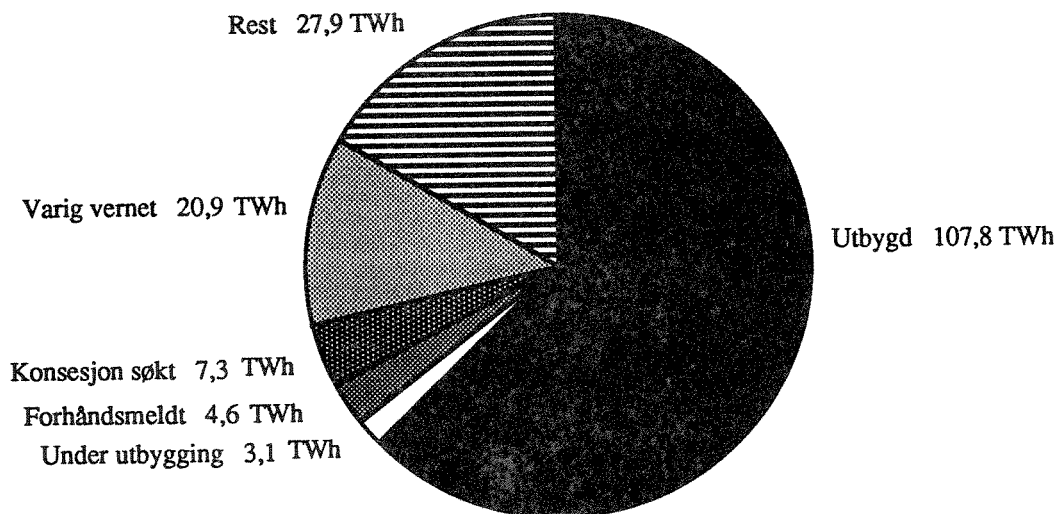
**DEL I****GENERELT**

Del I inneholder en generell innledning om status for vannkraftutbygging i Norge, bakgrunn for prosjektet, prosjektets mål, rammer for prosjektet, prosjektets oppbygging samt kommentarer til brukerinteressevinklingen ved vurderinger av vannkraftutbygginger.

## 1. INNLEDNING

### 1.1 Status for norsk vannkraftutbygging

Vannkraftutbyggingen i Norge er svært omfattende, og pr. 1.1.90 var det i drift 533 kraftverk med en ytelse på over 1 MW. Disse berører 197 vassdrag. Den utbygde kraftmengden utgjør ca. 108 TWh, som tilsvarer ca. 63% av det totale kraftpotensialet (171,5 TWh) i Norge. Det er dessuten gitt konsesjon for ytterligere 3 TWh. Gjennom Verneplan for vassdrag I, II og III er det vernet 21 TWh (12%), mens ytterligere 24 TWh (14%) tilhører Samlet Plan for vassdrag kategori II og III, eller som foreløpig ikke er klassifisert i SP. I figur 1.1 er det vist en oversikt over økonomisk nyttbar vannkraft.



Figur 1.1 Oversikt over nyttbar vannkraft pr. 31.12.1989 (midlere årsproduksjon).  
Kilde: NVE, 1990: Energi i Norge. Folder.

En kraftutbygging må nødvendigvis ha en effekt på naturmiljøet. Denne er enten negativ eller positiv, avhengig av hvilke interesser som er involvert. Vassdragsutbyggingen er regulert enten gjennom Vassdragsreguleringsloven eller Vassdragsloven, og spesielt Vassdragsreguleringsloven stiller store krav til de utredninger og konsekvensvurderinger som må gjennomføres før myndighetene eventuelt vedtar en utbygging.

Saksbehandlingsrutinene i forbindelse med vannkraftutbygging har gjennomgått store forandringer gjennom de siste årene. Saksbehandlingen har gjennom lang tid fulgt den lineære planleggingsmodellen, med klare etterhverandre følgende faser i planleggingen. Vassdragsreguleringsloven, og NVE's retningslinjer utgitt i tilknytning til denne (Rundskriv 36), gir en relativt detaljert beskrivelse av de utredninger og vurderinger

som forlanges i forbindelse med en vannkraftutbygging. En rekke av de pålagte utredninger omfatter miljøforhold som det hittil har vært liten vilje til å kvantifisere i økonomiske størrelser.

## 1.2 Bakgrunn for prosjektet

Norges Vassdrags- og energiverk (NVE) tok i 1989 initiativet til å utrede nærmere miljøulemper forbundet med ulike energiteknologier og søke å kvantifisere disse. Det overordnede målet er å legge grunnlaget for en samfunnsrasjonell energiplanlegging og energihusholdning gjennom å innbefatte miljøulempene ved kostnad/nyttevurderinger av energiprojekter på regionalt og sentralt nivå. Siktemålet videre er å supplere NVEs planleggingsmetodikk slik at miljøulemper og miljøkostnader kan tas med i vurderingen av de enkelte prosjekter (NVE, 1989).

Miljøaspekter ved større energiprojekter ivaretas idag gjennom konsesjonsbehandlingen av slike prosjekter. Dette gjøres i form av konsesjonsavgifter, krav til utforming av anleggene, minstevannføring, tappereglement og eventuelt andre former for kompensasjon. Energifrisene til forbruker reflektere idag likevel kun i liten grad miljøkostnadene forbundet med energibruken.

## 1.3 Mål for prosjektet

NVE har vedtatt å gjennomføre prosjektet **Kvantifisering av miljøulemper ved ulike energiteknologier**. NVEs hovedprosjekt har følgende mål:

*"Prosjektet tar sikte på å analysere miljøulempene forbundet med ulike energiteknologier og søke å kvantifisere disse. Videre skal NVEs planleggingsmetodikk suppleres slik at miljøulemper og -kostnader kan tas med i vurderingen av de enkelte prosjekter. Prosjektet vil også kunne danne grunnlag for fastsettelse av miljøavgifter der miljøkostnadene ikke på annen måte reflekteres i dagens system".*

Miljøulempene forårsaket av energiproduksjon, -overføring og -bruk skal kvantifiseres, og kostnadene ved å utbedre skadene/-reduere ulempene (til et akseptabelt nivå) skal anslås. For å komme fram til de ønskede kostnadsanslag må miljøkonsekvensene analyseres. Det innebærer at kostnadsanslagene må dokumenteres.

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) og Norsk institutt for naturforskning (NINA) fikk i oppdrag av NVE å kvantifisere miljøulempene ved vannkraft/elektrisitetsproduksjon. Utredningen inngår som Del 1 av flere delprosjekter. Målet for dette prosjektet er som følger:

*"Etter først å ha utredet de ulike miljøulemper samt aktuelle avbøtende tiltak ved vannkraft/elektrifisering, er målet å utarbeide et forslag til prinsipper for hvordan*

*konsekvensene kan måles ut fra fysiske enheter, hvordan disse kan overføres til kroner der dette kan gjøres på et objektivt grunnlag og også vurdere de miljøulempene som man gjennom f.eks. betalingsvillighetsundersøkelser kan overføre til kroner."*

#### **1.4 Rammer for prosjektet**

Prosjektet begrenser seg til å vurdere vannkraft/elproduksjon. Vurderinger av alle ledd ved transport/distribusjon/bruk av kraften etter selve produksjonen blir ikke omtalt i denne rapporten. Prosjektet vurderer bare anleggs- og driftsfasen.

Vurderingene som gjøres vil begrense seg til det geografiske området som utgjøres av vassdragets nedbørfelt.

Det ligger ikke innenfor prosjektets ramme å gi en fullstendig og altomfattende beskrivelse av miljøulempene og avbøtende tiltak. Beskrivelsen av miljøulempene skal her gi en bakgrunn for de øvrige deler av rapporten.

Rapporten gir forslag til hvordan kvantifisering av miljøulempene kan gjennomføres som kan være grunnlag for en innarbeiding i vanlig saksgang ved vurdering av vannkraftutbyggingsprosjekter.

#### **1.5 Oppbygging av rapporten**

Rapporten er delt inn i fire hoveddeler. Del I gir generelle bakgrunnsopplysninger om prosjektet samt de begrensninger som ligger i rapporten.

I rapportens del II er det foretatt en beskrivelse av miljøulempene ved vannkraftutbygging og mulige avbøtende tiltak. Vi har valgt å beskrive miljøulempene ved etablering av reguleringsmagasin, overføring av nedbørfelt og miljøulempene ved endring av vannføring i elver og fjorder.

Del III drøfter ulike metoder for verdsetting av miljøulempene. Flere ulike metoder/modeller gjennomgås. Eksempler er Samlet Plan for vassdrag, stepmatriseteknikk, planleggingens balansekonto, betalingsvillighetsundersøkelser osv. Gjennom en vurdering av disse metodene foretar vi et valg av anbefalt metode.

I del IV beskrives den valgte metoden for verdsetting. For hver enkelt brukerinteresse i vassdragene er det gitt anbefalinger hvordan konsekvensene for disse kan kvantifiseres. I vedlegg er det presentert noen eksempler på gjennomførte verdsettinger ved vannkraftutbyggingsprosjekter.

## 1.6 Brukerinteresser i vassdrag

Innledningsvis i denne rapporten har vi valgt å beskrive de ulike brukerinteressene som opptrer i vassdrag. Dette vil være utgangspunktet for å kvantifisering av miljølempene.

Det er mange brukerinteresser knyttet til våre vassdrag, og en kraftutbygging vil berøre en eller flere av disse. Dette gjenspeiles i konsesjonslovgivningen, hvor særlig utbygginger etter Vassdragsreguleringslovens §4a stiller sterke krav til både hvilke undersøkelser som skal/bør gjennomføres og til saksgangen forøvrig. En rekke brukerinteresser trekkes her inn i saksbehandlingen.

I forbindelse med Samlet Plan for Vassdrag (SP) (Miljøverndepartementet 1984) ble brukerinteressene i vassdrag beskrevet i detalj. Dette viktige prinsippet om å relatere konsekvenser av inngrep til de berørte interessene, ble styrket gjennom arbeidet med Samlet Plan. I Samlet Plan ble følgende inndeling av brukerinteresser brukt:

- Naturvern
- Friluftsliv
- Vilt
- Fisk
- Vannforsyning
- Vern mot forurensning
- Kulturminnevern
- Jord- og skogbruk
- Reindrift
- Transport

I tillegg til disse 10 brukerinteressene inkluderer også Samlet Plan tre fagfelt: klima, is og vanntemperatur og flom og erosjonsikring.

I Hovedrapporten fra Samlet Plan for vassdrag (Miljøverndepartementet 1984) er det gitt en relativt fyldig beskrivelse av de enkelte brukerinteresser, og hvilke faktorer de enkelte interesser tillegger spesiell stor vekt. Disse brukerinteressene er i sin natur forskjellig, og de har ofte motstridende interesser i de enkelte saker. En kraftutbygging kan påvirke disse interessene på flere måter og konsekvensene vil naturlig nok variere fra sak til sak. Når det gjelder enkelte brukerinteresser vil konfliktene ofte stå om hvem som skal få utnytte ressursen. Dette gjelder f.eks. ofte konfliktene mellom kraftutbygging og landbruk, reindrift og vannforsyning. For andre interesser vil konfliktene være der uansett hvem som vil bruke ressursen.

**DEL II**  
**BESKRIVELSE AV MILJØULEMPER**  
**OG TILTAK**

En kraftutbygging omfatter normalt en rekke naturinngrep i form av reguleringsmagasiner, inntaksdammer, elve- og bekkeinntak, kraftstasjoner, veier, tipper, riggområder, masseuttak og kraftlednings-traséer. Disse gir endringer av både fysisk og biologisk art, som delvis kan kompenseres for gjennom ulike former for tiltak. I det følgende vil hovedinndelingen med ett unntak følge den samme inndeling som i flytskjemaene under Del IV, med ett nivå for type inngrep og ett for henholdsvis de fysiske og de biologiske konsekvenser. Da endret vannføring står helt sentralt med hensyn til konsekvensene av en kraftutbygging har vi valgt å gi denne en egen beskrivelse, selv om dette er en konsekvens av inngrepene.



## **2. REGULERINGSMAGASIN**

Vannføringen i våre vassdrag varierer sterkt fra årstid til årstid, og reguleringsmagasinene etableres spesielt for å utnytte avrenningen fra et felt til årstider hvor kraftbehovet er størst, og da særlig i vinterhalvåret. Størrelsen på magasinet og reguleringsmåten varierer sterkt, fra små vann og liten reguleringsprosent til store innsjøer med stor reguleringshøyde og -prosent. Reguleringsrytmen kan også variere. De fleste magasiner tappes ned til lavest regulerte vannstand (LRV) i vinterhalvåret, og fylles opp igjen til høyest regulerte vannstand (HRV) under vårflommen og i sommerhalvåret. Enkelte magasiner er flerårsmagasiner hvor de nederste meterne kun utnyttes i spesielt tørre år eller i år med spesielt stort kraftbehov. Andre har mer hyppige vannstands- endringer, med nedtapping og oppfylling flere ganger i året. Dette vil ofte gjelde kraftverkens inntaksmagasiner, hvor forskjellen mellom LRV og HRV er liten og hvor vannstanden pendler mellom LRV og HRV relativt hyppig, ofte en gang i døgnet.

De fleste reguleringsmagasin dannes ved regulering av allerede eksisterende innsjøer. Ofte blir betydelige arealer tidligere tørt land satt under vann ved oppfylling, samtidig som tidligere bunnarealer blir tørrlagt ved nedtapping. Dette vil sterkt forandre de livssamfunn som opprinnelig eksisterte her.

### **2.1 Fysiske konsekvenser**

En regulering kan påvirke vannkvaliteten både kortsiktig og langsiktig i magasinet og i vassdraget nedenfor. Endringene vil i første rekke berøre interessene knyttet til bruken av vassdraget f.eks. som resipient og som drikkevannskilde. Vannkvalitetsendringene vil i de aller fleste tilfeller være små.

De største vannkvalitetsendringene vil trolig skyldes neddemning av tidligere tørt land, hvor store mengder uorganisk og organisk materiale blir gjenstand for omplassering og økt nedbrytning. På grunn av erosjon og bølgevirksomhet vil vannet i en overgangsperiode bli tilgrumset. Næringssaltkonsentrasjonen kan øke noe, som igjen kan gi en svak eutrofiering.

Magasinet er normalt nedtappet når vårflommen inntreer. Deler av Norge er influert av sur nedbør, og under snøsmeltningen om våren tilføres derfor våre vassdrag store mengder surt vann. Ved oppfylling av magasinene holdes dette sure vannet midlertidig tilbake fra vassdraget lenger nede. Økt oppholdstid i magasinet kan til en viss grad buffre det sure vannet og derved bedre vannkvaliteten i vassdraget nedenfor. Nedtappingen av magasinet i vinterhalvåret kan derimot forverre situasjonen. Forholdene er derfor svært kompliserte og det foreligger neppe tilstrekkelig erfaringsgrunnlag til fullt ut å kunne forutsi konsekvensene.

Etablering av magasin har også konsekvenser for isleggingen. Vann som reguleres ved oppdemning får normalt senere islegging og isløsningen forsinkes noe om våren. I strandsonen kan det dessuten under nedtapping dannes farlige sprekkområder. Isen kan også lokalt på grunn av endrede strømforhold bli usikker. Store mengder overvann kan også virke hindrende på ferdselen.

Vanntemperaturen endres også gjennom regulering. Både økt areal og økt vannvolum vil forsinke oppvarmingen noe. Dessuten vil tappingen fra magasinet påvirke temperatursjiktningen og varmebudsjettet. Tappingen skjer normalt relativt dypt. Om vinteren tappes det varmeste vannet ut, og vi får en temperatursenkning i dypet. Om sommeren derimot tappes det kaldeste vannet ut og det varmere overflatevannet trekkes ned på dypere vann. Den normale temperatursjiktningen blir derved sterkt forstyrret.

Undersøkelser i bl.a. Orkla har vist at store vannflater, stort vannvolum og noe senere isløsning også påvirker lokalklimaet i strandsonen, med noe senere oppvarming om våren og noe senere avkjøling om høsten. Temperatursvingningene blir også noe mer avdempet. Den påvirkede sone er imidlertid relativt liten.

## **2.2 Biologiske konsekvenser**

De biologiske konsekvensene av en regulering er selvfølgelig avhengig av reguleringsgraden og manøvreringen av magasinet. De negative effektene øker i takt med regulerings høyden, og det synes å være en ikke særlig skarp grense ved ca. 4 m regulering. Ved mindre regulering vil produksjonen i gruntvannsområdene fortsatt være relativt stor, og selv vannvegetasjonen vil her delvis kunne opprettholde en viss produksjon. Ved økende regulering vil erosjon, tørrelegging og frost ødelegge produksjonsgrunnlaget i store deler av gruntvannsområdene.

### **2.2.1 Vannvegetasjon**

De fleste magasiner vil på grunn av sin beliggenhet ofte høyt til fjells være lavproduktive, med fattig vannvegetasjon. Enkelte små bestander av helofytter som f.eks. flaskestarr og elvesnelle, kan forekomme på beskyttede strender med egnet substrat, men vannvegetasjonen vil som regel være dominert av kortskuddplanter som f.eks. stivt og mykt brasmegras. De høyereliggende magasiner har ofte betydelig siktedyp, med tilstrekkelig lys for primærproduksjon ned til mer enn 10 m's dyp. Produksjonen dypere enn ca. 4 m er imidlertid normalt liten. Ved regulering vil produksjonsforholdene i reguleringssonen bli forringet hovedsakelig på grunn av periodevis tørrelegging og frost, men også i en kort periode på grunn av redusert siktedyp som følge av stor erosjon. En stor del av vannvegetasjonens produksjon vil forsvinne ved selv relativt små reguleringer, men den kan opprettholdes på et rimelig høyt nivå der erosjonen er moderat og tørreleggingsperioden kortvarig. Randsfjorden er

regulert 3 m og selv etter ca. 70 års regulering har Dokka-deltaet fortsatt en relativt stor produksjon av vannplanter, også i de områdene som tørrellegges hver vinter og vår. Så lenge strandsonen beholder sitt finmateriale vil spesielt ettårige planter kunne opprettholde relativt store bestander. Disse vil dessuten sammen med kortskuddplanter som brasmegras stabilisere bunnssubstratet og redusere erosjonen. Dette vil sannsynligvis også ha positiv effekt på bunndyrproduksjonen.

### 2.2.2 Dyreliv i vann - Fisk

#### Planktonsamfunnet

Ved regulering kan neddemmingen av tidligere tørt land og stor erosjon i reguleringssonen gi økt tilførsel av næringssalter. Planteplanktonet vil umiddelbart utnytte dette, og det skjer en viss eutrofiering i magasinet. Dette kan registreres både i form av endret artssammensetning, endret samfunnsstruktur og ved økt produksjon.

Næringssaltene som frigis ved erosjon og ved nedbrytning av organisk materiale i reguleringssonen, vil før eller siden komme inn i næringskjedene i pelagialsonen. Planteplanktonproduksjonen øker, og dette gir igjen en viss økning i dyreplanktonproduksjonen. Dyreplanktonsamfunnet er imidlertid det samfunnet som i minst grad synes å bli berørt av en regulering. De endringer som skjer er i detalj lite undersøkt. Den økte næringssaltkonsentrasjonen gir en viss eutrofiering, men er trolig ikke så sterk at den gir endret artssammensetning i dyreplanktonsamfunnet. Artenes dominansforhold synes derimot å bli noe mer påvirket, med økt dominans av grovpartikkelfiltrerende arter. Produksjonen øker trolig også og kan derved kompensere noe av produksjonstapet i littoralsonen.

De foran beskrevne endringer er normalt relativt små, og økningen i produksjonen er antagelig også av relativt kortvarig karakter. Etter noen år, når reguleringssonen har stabilisert seg og omplasseringen og nedbrytningen av materialet er avsluttet, vil det igjen skje en svak oligotrofiering tilbake til omtrent samme produksjonsnivå som tidligere. De endringer som skjer vil i seg selv i liten grad bli oppfattet som negative.

#### Bunndyr

Bunndyrsamfunnet, spesielt i reguleringssonen, blir sterkt påvirket i negativ retning. Samfunnene vil her utsettes for ekstreme miljøforhold. Ved nedtapping i vinterhalvåret vil de utsettes for tørrelgging, lave temperaturer (frost) og sterk utvasking (ustabile forhold). Erosjon og borttransportering av det finere materialet vil prege reguleringssonen, og strandsonen vil til slutt domineres av grus og steinbunn. Både den periodevise tørrelgging og substratets karakter gir små muligheter for høyere vegetasjon, og produksjonsmessig vil strandsonen være avhengig av eventuelle påvekstalger og produksjonen i de fri vannmasser. I tillegg vil sonen tilføres organisk materiale fra land. Egenproduksjonen reduseres imidlertid, og det vil utvikle seg enkle

og artsfattige samfunn.

Reguleringssonen vil få et meget spesialisert bunndyrsamfunn, med arter som er tilpasset slike ekstreme forhold med uttørking og innfrysing. Det etableres en overgangssone mellom tørt land og vann der faunaen domineres av semiakvatiske arter. Det foreligger få data over hvilke arter og grupper av dyr som kan overleve slike ekstreme forhold, men sonen vil delvis være preget av organismer midlertidig innvandret fra innenforliggende tørt land eller fra vannsiden. I en periode etter regulering kan produksjonen av bunndyr i reguleringssonen være betydelig på grunn av omsetningen av neddemt organiske materialet. På lang sikt blir imidlertid produksjonen i denne sonen sterkt redusert.

For samfunnene under LRV vil konsekvensene være mindre alvorlige, men selv her vil endringene bli markerte. Sonen vil motta store mengder organisk og uorganisk materiale fra sonen ovenfor, og i en periode kan bunndyrproduksjonen bli hemmet på grunn av nedslamming. Senere vil imidlertid produksjonen av bunndyr kunne øke under nedbrytningen av dette materialet. I denne sonen vil vi få en markert eutrofiering både med hensyn til artssammensetning og samfunnsstruktur. Effekten vil gradvis avta med økende dyp, men produksjonen vil også øke i de dypere bunnlag. Som for de øvrige samfunn vil effekten være av forbigående karakter, og når omlagringsprosessene i reguleringssonen er slutført vil samfunnene igjen stabilisere seg på et produksjonsnivå nær eller noe høyere enn opprinnelig.

Manøvreringen av magasinet er viktig for omfanget av de negative konsekvensene. De vanligste magasiner tappes normalt ned til LRV i løpet av vinter. For en rekke organismer faller dette sammen med en mer eller mindre inaktiv periode i livssyklus, og en del organismer vil kunne tåle en slik årlige tørrlegging. Enkelte magasiner, og spesielt inntaksmagasiner, har stadige vannstandsendringer med periodevis oppfylling og nedtapping. De fleste inntaksmagasiner har imidlertid liten reguleringshøyde, og berørt areal blir derfor som regel lite. Slike hyppige vannstandsendringer virker svært negativt for organismene i reguleringssonen, og er sannsynligvis vesentlig mer skadelig enn de mer sjeldne vannstandsendringer.

### **Fisk**

En kraftutbygging påvirker i stor grad produksjonen av fisk og utøvelsen av fisket. Effekten av en regulering vil variere sterkt avhengig av hvilke arter som blir berørt. Det typiske reguleringsmagasin ligger enten høyt til fjells eller i høyereliggende skogsområder med ørret som eneste art, eventuelt sammen med røye (og ørekyt). Den samlede økning i produksjonen av plankton og bunndyr de første årene etter en regulering gir også en markert økning i produksjonen av fisk, men på lengre sikt vil denne avta. Generelt vil omfanget av de langsiktige negative effektene avhenge av artenes avhengighet av bunndyrproduksjonen; stor avhengighet av bunndyr gir store negative konsekvenser, mens liten avhengighet gir vesentlig mindre konsekvenser. Som

tidligere vist vil planktonproduksjonen øke midlertidig etter en regulering for senere å stabilisere seg på et nivå omtrent som opprinnelig. Planktonspisende fisk som røye og spesielt sik vil normalt endre sin produksjon i takt med endringene i planktonproduksjonen.

De arter som er avhengig av bunndyr som næring vil på sikt bli vesentlig sterkere berørt enn de som ernærer seg på plankton. I perioden umiddelbart etter regulering har de bunndyrspisende artene rikelig med næring, og en kan oppleve stor vekst og avkastning. Etter en tid vil imidlertid bunndyrproduksjonen avta igjen og tilveksten og produksjonen av fisk blir vesentlig mindre enn opprinnelig. I de fleste tilfeller vil de bunndyrspisende artene måtte skifte over til overflateinsekter og en mer mager planktondiett i konkurranse med de bedre tilpassede planktonspisende artene. Produksjonen reduseres samtidig som kvaliteten på fisken blir vesentlig dårligere.

Det er også en rekke andre forhold som virker inn på i hvor stor grad fisken blir berørt av en regulering. De fleste ørretstammer gyter oppstrøms i rennende vann, og i hvilken grad ørreten blir skadelidende vil blant annet avhenge av hvor sterkt gytemulighetene blir berørt. Ofte blir rekrutteringen redusert, noe som kan kompenseres for ved utsetting. I enkelte tilfeller vil nedgangen i gyteareal tilsvare nedgangen i produksjonen slik at behovet for tiltak (utsetting) er liten. De innsjøgytende artene, med røye og sik som de viktigste, vil også kunne få redusert gyteareal gjennom tørrelegging og eventuelt nedslamming, men normalt vil igjenværende rekruttering være tilstrekkelig for å opprettholde bestandene. Problemet er ofte heller for stor reproduksjon i forhold til næringsgrunnlaget, og dermed dårlig kvalitet på fisken.

For brukerne vil reguleringen på lengre sikt bli oppfattet som negative på grunn av redusert produksjon og kvalitet på fisken, og da spesielt hos ørreten.

### **2.2.3 Landvegetasjon**

De arealer som demmes ned er ofte artsrike og produktive, og er derfor viktige både i faglig og annen sammenheng. I enkelte tilfeller kan også store arealer dyrkbar mark settes under vann, og i lavereliggende områder kan oppdemningen dessuten berøre store produktive skogarealer. Overgangssonen mellom vann og land er ofte meget produktiv, og ved økt vannstandsvariasjon gjennom året kan grunnvannsnivået endres over store arealer. En regulering influerer derfor ikke bare arealene i reguleringssonen, men også arealene over HRV.

### **2.2.4 Dyreliv på land - Vilt**

Vassdragenes nærområder er ofte viktige oppholdssteder for en rekke viltarter. En regulering kan foruten å ødelegge det neddemte arealet også endre grunnvannstanden i

strandsonen. Avhengig av forholdene vil noen områder bli forsumpet mens andre blir tørrlagt. Disse arealene er ofte naturfaglig meget verdifulle både som biotoper for interessante arter og artssamfunn, og produksjonsmessig. Et magasin vil derfor ofte resultere i redusert viltproduksjon.

Etablering av store magasiner vil ofte berøre naturlige vandringsruter hos hjorteviltet, og vil også kunne berøre andre viktige funksjonsområder, som f.eks. kalvingsområder og viktige beiteområder. Konsekvensene vil her være avhengig av hvorvidt viltet er i stand til å tilpasse seg de nye forhold. I magasiner med stor forskjell mellom HRV og LRV kan det under nedtapping i vinterhalvåret dannes farlige sprekkområder i isen i reguleringssonen. I sund og ved innløps- og utløpstunneler kan det dessuten dannes partier med svakere is hvor det kan oppstå en viss dødelighet blant hjorteviltet. Et kompensierende tiltak er oppsetting av ledegjerder som helt eller delvis kan redusere de problemer som er nevnt foran.

Et felt vi vet lite om er innsjøenes og våtmarkenes betydning for produksjonen på landområdene omkring. Særlig i næringsfattige områder kan en innsjø med sine våtmarksområder framstå som særlig produktive. Amsjøen med Atnsjømyrene er et godt eksempel på et slikt system, og hvor Atnsjømyrene er betydelig mer produktive enn den omkringliggende skrinne lavfuruslogen. Myrene har derfor stor betydning for elgbestanden i området. Her vil dessuten produksjonen av f.eks. insekter ha stor betydning for fuglelivet også utenfor selve våtmarksområdet. De millioner av insekter som klekkes fra myrer og dammer spres over store arealer. Foruten å være en viktig næringskilde for fugl, vil de også ved sin død virke gjødselende på de ellers svært skrinne landområdene. Dersom en vannstandsregulering påvirker slike viktige våtmarksområder, vil konsekvensene for viltproduksjonen bli større enn de arealmessige konsekvensene skulle tilsi.

### 2.3 Konsekvensene for brukerinteressene

Som tidligere beskrevet har Samlet Plan for vassdrag definert 11 ulike brukerinteresser, og samtlige av disse kan bli berørt ved bygging av reguleringsmagasin. Det er imidlertid interessene knyttet til naturvern, friluftsliv, jakt og fiske, landbruk og kulturminnevern som i størst grad blir påvirket. I naturvernsammenheng vil særlig endringene i produksjon og neddemming av rike våtmarksområder ha betydning. Hvorvidt magasinet berører viktige naturtyper vil også være viktig. I naturfaglig sammenheng er vassdragets betydning i type- og referansesammenheng et meget viktig moment i konsekvensvurderingen.

Friluftslivsinteressene kan bli berørt ved neddemming av stier, turisthytter o.l. Opplevelsesverdien vil bli redusert på grunn av en steril, grå og tørrlagt reguleringszone vår og sommer. Denne vil virke skjemmende i landskapsbildet. Ferdsele vil også

berøres gjennom farlige sprekkområder i strandsonen under nedtappingen om vinteren, og ved usikker is og overvann.

Jakt- og fiskeinteressene berøres gjennom endret produksjon og kvalitet på fisken. Landbruksinteressene berøres primært gjennom eventuelle reduksjoner i produktivt jord- og skogbruksareal, men en reduksjon i beiteareal er også av betydning. Vannene brukes dessuten ofte som transportvei om vinteren, bl.a. for uttak av tømmer, og svakere is og vanskeligere av- og påkjørsel kan hindre denne ferdslen. En reguleringen kan også ha en viss effekt på lokalklimaet ved blant annet økt fare for frostrøyk, som igjen kan gi avlingskader.

Kulturminneverninteressene blir ofte skadelidende ved etableringer av reguleringsmagasin. Den gamle bosetningen var ofte konsentrert til strandsonen, og ved oppdemning vil eventuelle arkeologiske spor forsvinne.

Etablering av magasiner, og da særlig elvemagasiner vil også kunne påvirke både vannforsyningen og resipientforholdene.

#### **2.4 Avbøtende tiltak**

Vi har i det foregående beskrevet de viktigste konsekvenser ved etablering av reguleringsmagasiner. En rekke brukerinteresser blir berørt, de fleste negativt. Det er imidlertid mulig å gjennomføre enkelte tiltak som helt eller delvis kan redusere de negative effekter.

De visuelle effekter, og også omfanget av de biologiske konsekvenser av en regulering kan reduseres ved å velge en moderat reguleringsprosent med rask oppfylling om våren. En optimal utnyttelse av kraftpotensialet i vassdraget vil da forutsette bygging av flere magasiner. Ut fra en total vurdering vil nok de fleste foretrekke ett stort magasin enn flere små.

For å redusere de visuelt negative sider ved et nedtappet magasin stilles det store krav til rydding i reguleringssonen. Det drives også forsøk med tilsåing av blottlagte strender som har fint bunnsubstrat. Slike tiltak vil foruten en visuell gevinst også kunne være positivt for produksjonen av bunndyr og fisk i magasinet. Det kan også fungere som attraktivt beite for vilt og husdyr.

Ødeleggelse av tidligere ferdselsruter, inkludert turisthytter, kan vanligvis kompenseres for gjennom etablering av nye ruter og hytter. Endringer i bruken av vannet for transport i vinterhalvåret kan til en viss grad kompenseres for ved bygging av erstatningsveier, og ved bygging av av- og påkjøringsramper.

De viktigste kompensierende tiltak er imidlertid rettet mot fiske og utøvelsen av dette. En fornuftig forvaltning av fiskeressursene innebærer en vurdering av produksjonen, også på næringsdyrsiden, for å kunne foreslå avbøtende tiltak slik at de negative effekter reduseres. En rekke tiltak kan være aktuelle, hvor utsetting av yngel eller settefisk har vært nesten dominerende. Å forbedre gyte- og oppvekstmulighetene vil også være aktuelt i de tilfeller hvor disse er begrensende faktor. Ved enkelte tiltak er det også mulig å øke næringsdyrproduksjonen noe. Det er f.eks. gjort forsøk med å avskjerme deler av littoralsonen gjennom bygging av terskler for lokalt å hindre uttørring/ned-tapping og utarming av substratet ved erosjon. Det gjøres også forsøk på å stabilisere/hindre erosjon ved tilsåing og gjødsling av egnet bunns substrat. Det settes også ut nye næringsdyr, fortrinnsvis arter som kan utnytte planktonsamfunnet. *Mysis relicta* er et godt eksempel på en art, som bl.a. i Sverige har vært satt ut i mange magasiner med positivt resultat (=økt produksjon av fisk). Utsetting av nye næringsdyr er imidlertid problematisk da de kan ha uønskede effekter på plante- og dyresamfunnene, og de kan også spre seg til andre deler av vassdraget. *M. relicta* er planktonspisende og vil derfor konkurrere med de planktonspisende fiskeartene. *M. relicta* representerer et nytt ledd i næringskjeden og en uønsket bieffekt blir derfor redusert produksjon av røye og/eller sik. Ørreten i reguleringsmagasin er også ofte avhengig av plankton som næring, og konkurransen med *M. relicta* kan derfor også gi redusert produksjonen av ørret. I Selbusjøen fikk en oppblomstring av lake og reduksjon av ørret og røye etter utsetting av *M. relicta*, og erfaringer fra både Selbusjøen og Snåsavatn viser at det er viktig å gå forsiktig fram med hensyn til videre utsetting av *M. relicta*.

I magasiner med røye og eventuelt sik er det oftest behov for tiltak for å redusere bestanden(e) og derved øke kvaliteten og attraktiviteten på fisken.

I de tilfeller hvor magasinene har betydning i vannforsyning og resipientsammenheng kan det være behov for visse tiltak for å redusere forurensningstilførselen og øke behandlingen av drikkevannet. Normalt er dette et lite problem i vår sammenheng, men det kan oppstå problemer. Etter at en begynte å senke LRV med 1 m i Eikeren frøs mer enn 100 drikkevannsledninger, og disse måtte derfor graves dypere ned i strandsonen. Drikkevannsinntaken i Dalen i Telemark får vann gjennom infiltrering fra Tokke, og dette er nå tørt store deler av året.

For landbruksinteressene vil eventuelle tiltak være rettet mot en reduksjon av effekten ved eventuelt redusert grunnvannsnivå. Dette kan kompenseres enten ved dreneringshindrende tiltak eller ved vanningsanlegg. I enkelte tilfeller med forsumpning har det også vært foreslått økt drenering ved pumping. Eventuell reduksjon i dyrkningsarealet kan kompenseres for gjennom tilrettelegging for nydyrking i andre områder. Områder som er utsatt for økt erosjon kan sikres gjennom bl.a. forbygning.

Den gamle bosetningen var ofte konsentrert til strandsonen, og en oppdemning vil



derfor ofte berøre arkeologisk interessante spor. Stor innsats legges derfor ned i å dokumentere funnene gjennom utgraving, mens mer håndfaste minner som f.eks. helleristninger kan flyttes til egnete områder. Dette er gjort i forbindelse med Dokkfløymagasinet i Oppland.

### **3. OVERFØRING AV NEDBØRFELT**

En kraftutbygging omfatter ofte overføring av vann fra ett vassdrag til et annet. Foruten at dette gir redusert vannføring i de vassdrag vannet overføres fra og økt vannføring i det vassdrag som mottar vannet, kan overføringen ha vannkvalitetsmessige og biologiske konsekvenser. Effekter og konsekvenser av henholdsvis redusert og økt vannføring blir beskrevet nærmere i kap. 5.

#### **3.1 Fysiske konsekvenser**

De siste årene har en blitt mer og mer oppmerksom på konsekvensene for vannkvaliteten ved overføring av vann fra ett vassdrag til et annet, og særlig ved overføring av surt vann fra ett vassdrag til et annet mindre surt. Dette er en særlig aktuelt problemstilling på Sørlandet hvor store områder er berørt av sur nedbør. Ved slik overføring vil vassdrag med fortsatt relativt gunstig vannkvalitet, og med fortsatt noe fisk, kunne bli så sure at fisken også forsvinner her. I andre situasjoner kan overføringen skje fra et vassdrag med gunstig vannkvalitet til et med dårligere kvalitet.

Mange vassdrag er viktige som resipient for forurenset vann fra tettbebyggelse og landbruk. Ved overføring av vann fra et forurenset vassdrag til et ikke forurenset vassdrag kan det oppstå forurensningsproblemer. Ved overføring av Glomma til Rendalen oppstod det f.eks. slike problemer i Storsjøen og vassdraget nedenfor. Ellers kan forurensningssituasjonen forverres i de deler av vassdraget som mister vannet på grunn av redusert fortykningseffekt. Hallingdalselva kan her nevnes som eksempel.

Overføring av vann fra ett nedbørfelt til et annet medfører også endringer i temperatur og isforhold i begge de berørte vassdrag. Redusert vannføring gir normalt høyere sommertemperatur, mens økt vannføring gir lavere. Isforholdene endrer seg tilsvarende med forsinket islegging og eventuelt økt sarrproduksjon ved økt vannføring. Redusert vintervannføring kan dessuten gi nær full tilfrysning av alt vannet.

#### **3.2 Biologiske konsekvenser**

Dagens spredning av ferskvannsdyr er bestemt av de naturgeografiske betingelser som hersket under og like etter isavsmeltningen etter siste istid, med en hovedsakelig østlig og sørøstlig innvandring fra Østersjøområdet. Ved kraftutbygginger vil den opprinnelige utbredelsen av ferskvannsorganismer lett forstyrres gjennom overføringer fra ett vassdrag til et annet. Et godt eksempel er her kanalen som ble bygd mellom Femunden og Feragen i Nord-Østerdalen, hvor en rekke fiskearter, bl.a gjedde, fikk tilgang til de øvre deler av Glomma. Denne kanalen ble riktignok bygget som en fløtningskanal for å skaffe brensel til gruvene på Røros, men resultatet viser hvilke konsekvenser slike overføringer fra ett hovedvassdrag til et annet kan skape. Fra et

ferskvannsbiologisk synspunkt vil slike overføringer være uheldige, dels fordi de naturlige spredningsbarrierene fjernes og dels fordi også parasitter, sykdommer og andre uønskede organismer kan spre seg til nye vassdrag. *Mysis relicta* ble i perioden 1968-1974 satt ut i 9 regulerte innsjøer i Trøndelag, bl.a. i Bangsjøene og i Selbusjøen. Etter utsettingen i Bangsjøene kom den via en overføringstunnel til Snåsavatn, Fossemvatn og Reinsvatn. Til Jonsvatn kom den fra Selbusjøen. Overføringer av ulike fiskearter kan i noen tilfeller oppfattes som gunstig, mens det i andre tilfeller vil oppfattes som ugunstig. Overføringen av gjedde til de øvre deler av Glomma er ugunstig både sett fra et fiskeribiologisk synspunkt og fra fiskerens side. Overføringer av ørekyt, sik og røye er ikke uvanlige, og de fleste vil oppfatte dette som ugunstig spesielt når overføringene skjer til rene ørretvassdrag.

### **3.3 Konsekvenser for brukerinteressene**

Overføringer fra ett vassdrag til et annet vil endre vannføringen i de berørte vassdrag, og for de fleste brukergrupper vil konsekvensene være knyttet til dette. Kap. 5 beskriver konsekvensene av endret vannføring, og det er også gitt en relativt grundig beskrivelse av konsekvensene for de enkelte brukerinteresser. Det henvises derfor til Kap. 5 i denne sammenheng.

Naturverninteressene er særlig opptatt av vassdragenes betydning som type- og referansevassdrag, og en overføring fra ett vassdrag til et annet vil redusere vassdragenes egnethet i denne sammenheng. Spredningen av ferskvannsorganismer til nye vassdrag vil naturfaglig også være betenkelig. Fiskeinteressene kan i tillegg berøres gjennom endret vannkvalitet.

### **3.4 Avbøtende tiltak**

Ulempene ved overføring av surt vann fra ett vassdrag til et annet mindre surt vassdrag kan delvis kompenseres for gjennom kalking av det overførte vannet, enten direkte ved selve overføringen eller ved kalking i kraftverket. Overføringer av kjente volum vann gjennom kanaler og tunneler og gjennom kraftverket gjør det enkelt å beregne kalkingsbehovet, og det er også enkelt å sikre en god innblanding av kalken. Det er derfor mulig å bedre vannkvaliteten betydelig ved slike tiltak, men dette vil være et kostnadsspørsmål.

Det er vanskelig å finne permanente tiltak som hindrer overføring av organismer fra ett vassdrag til et annet når en først har åpnet forbindelsen mellom dem. Større arter kan hindres i å vandre ved rene fysiske sperrer, mens små former ikke lar seg stoppe ved slike metoder. En rekke arter har også stadier med mer passiv spredning, og disse kan være meget motstandsdyktige mot ugunstige forhold og spres derfor lett gjennom den passive transporten av vann gjennom overføringstunneler og kanaler. Yngel av fisk og trolig også en rekke andre grupper av dyr kan hindres i å vandre ved bruk av elektriske

sperrer, men disse vil sannsynligvis ikke være 100% effektive over tid. Dette problemet har tidligere i liten grad vært tatt alvorlig, og det har allerede skjedd en del uønskede overføringer.

## **4 ANDRE INNGREP**

Bygging av magasiner, inntaksdammer og tunneler krever store inngrep i naturen også i form av veier, tippområder, riggområder, massetak og tilførsellinjer for anleggskraft m.m. De fleste av disse inngrepene utgjør ofte relativt små punktinngrep, men kan likevel samlet representere omfattende inngrep. Ved å innpasse disse i terrenget gjennom valg av traséer, og gjennom opprydding, planering og tilsåing er det mulig å begrense skadevirkningene til en viss grad. Dette vil sikre at inngrepene over tid kan bli mindre og mindre skjemmende i landskapsbildet, selv om disse vil være en reell del av landskapet. Et nytt landskapsbilde kan bli dannet.

### **4.1 Veier**

Mange kraftutbygginger foregår i avsidesliggende områder uten bebyggelse og veier, og ved større prosjekter vil det ofte være behov for veibygging inn til inngrepsområdene. For lokalsamfunn vil dette være en mulighet for å få veiutløsning. Mens den tidligere veibygging i stor grad var et håndverksmessig og tidkrevende arbeid sterkt begrenset av naturgitte betingelser, er dagens veibygging sterkt mekanisert og med vesentlig større mulighet for omfattende veibygging i vanskelig terreng f.eks. i form av tunneler. Dagens veistandard medfører også større inngrep i landskapet, og valg av trasé er derfor viktig. Ved riktig valg av trasé kan en ofte unngå de største konfliktene ved en utbygging, men dette krever et nært samarbeid mellom planleggere og de aktuelle brukergruppene i alle faser av planleggingsperioden. Dette vil koste både tid og midler i tillegg til eventuelle kostnader til flytting av traséer. Inngrepene er ofte også så store og synlige at det vil være behov for tiltak for å tilpasse traséen visuelt bedre til landskapet gjennom planering og tilplantning. I enkelte tilfeller vil veiutløsningen medføre så store inngrep at utbyggingen bør skje uten veibygging og ved hjelp av annen transport.

### **4.2 Rigg- og tippområder**

Mens tippområdene vil forbli permanente inngrep i et landskap vil riggområdene oftest bli fjernet etter utbygging. Begge representerer punktinngrep som kan berøre sentrale biologiske, geofaglige og landskapsmessige verdier. Som ved veibygging vil en kunne unngå de alvorligste konsekvensene gjennom god planlegging og dialog med de ulike brukergruppene. Disse inngrepene vil i størst grad påvirke de naturfaglige og friluftlivsmessige interesser i utbyggingsområdet. Hvis inngrepene legges til steder med spesielle naturfaglige verdier, er det spørsmål om det er mulig å finne alternative plasseringer. Det samme vil være tilfelle når friluftlivsmessige interesser berøres, men her er det også mulig å redusere de negative effekter gjennom planering, tilplantning og en god tilpasning av tippområdene til terrenget omkring. En gunstig løsning vil det kunne være å plassere tippene i selve magasinområdet, under LRV, men det kan lett

oppstå problemer med tilslamming. Riggområdene ryddes og kan delvis bringes tilbake til omtrent samme tilstand som tidligere. Dette vil imidlertid ta tid, spesielt i høyfjellsområder.

### **4.3 Massetak**

De fleste dammer er bygget av morenemasser hentet fra områdene i umiddelbar nærhet av dammen, og det er behov for store mengder masse. Massetakene representerer derfor ofte store inngrep i landskapet, og der dette er mulig er det vanlig å hente massene fra den framtidige reguleringssonen. Morenene er ofte viktige landskapselementer både i geofaglig og i friluftlivsmessig sammenheng, og inngrep i disse kan representere store konflikter. I faglig sammenheng er det neppe mulig å finne kompensierende tiltak utover eventuelt å kartlegge forekomstene grundig før inngrepet. I friluftlivsmessig sammenheng er morenene et visuelt landskapselement av stor betydning, og inngrep i disse vil kunne påvirke den friluftlivsmessige bruken av området. En forsvarlig opprydning, med planering og tilsåing, vil imidlertid kunne begrense konsekvensene vesentlig.

### **4.4 Kraftlinjer**

Kraftlinjene representerer ofte et betydelig inngrep i landskapet, og det krever samarbeid mellom flere brukergrupper dersom en ønsker å begrense konsekvensene. Kraftlinjene representerer et stort antall punktinngrep, og valg av trasé er her viktig for å unngå inngrep i områder av spesiell verdi. Byggemetoden og transporten i terrenget er her viktig for å redusere effekten. Visuelt vil en kraftlinje lett dominere landskapsbildet og derved representere et fremmedelement i naturen.

De store overføringslinjene krysser ofte fjorder og daler i stor høyde og kan representere et sikkerhetsproblem for både fly og helikopter. Slike linjer må derfor merkes. Et annet problem som har fått økt oppmerksomhet den siste tiden er kraftlinjenes effekt på viltets bruk av terrenget, og dødeligheten knyttet til kollisjoner med kraftledningene. Dette er vesentlig et problem ved de små kraftlinjene, mens det er mindre ved de større overføringslinjene. Her vil plasseringen i terrenget være av stor betydning.

## **5. ENDRET VANNFØRING:**

Som tidligere nevnt er behovet for kraft størst i vinterhalvåret, og ved en kraftutbygging vil deler av avrenningen flyttes fra vår, sommer og høst til vinterhalvåret. Dette får konsekvenser for vannføringen i vassdragene nedenfor inntak, magasiner og kraftverk. En kraftutbygging påvirker vannføringen i et vassdrag på ulike måter avhengig av hvor i vassdraget en er i forhold til de enkelte inngrep, og i forhold til hvor skånsom utbyggingen er. Nedenfor er det gitt en oversikt over de viktigste endringer. Det er viktig å presisere at det i dag er vanlig å stille krav til opprettholdelse av et minimum av vannføring. Problemet med total tørrlegging er derfor mindre i nyere saker.

- **Total tørrlegging.** Dette er vanlig rett nedenfor elve- og bekkeinntak, og rett nedenfor magasiner hvor det ikke er pålagt minstevannføring. Vannføringen nedenfor er avhengig av størrelsen på restfeltet.
- **Tørrlegging gjennom deler av året.** Vassdraget nedenfor et magasin kan være tørrlagt i perioden fra nedtappingen starter og fram til fullt magasin. Det samme kan gjelde nedenfor elve- og bekkeinntak. Vannføringen er også her avhengig av restfeltets bidrag.
- **Redusert flomvannføring, uendret lavvannsføring.** De fleste magasiner fylles opp under vårflommen, og flomvannføringen reduseres derfor i vassdraget nedenfor. Dersom reguleringsprosenten er moderat vil magasinet raskt fylles opp, og vannføringen vil deretter ikke være påvirket av reguleringen.
- **Redusert vannføring gjennom hele året, eventuelt med pålagt minstevannføring.** Nedenfor magasiner og elve- og bekkeinntak vil vannføringen reduseres sterkt, og med tilstrekkelig magasinkapasitet vil vannføringen i vassdraget nedenfor være redusert gjennom hele året. Mens det tidligere var mer vanlig å tillate utbygging uten pålegg om minstevannføring er det nå stort sett alltid pålagt en minstevannføring. Denne er normalt lavere enn gjennomsnittlig minstevannføring, men noe høyere enn absolutt minstevannføring.
- **Økt vintervannføring, redusert sommervannføring.** Kraftstasjonene kjøres ofte for fullt i vinterhalvåret, mens de står stille i sommerhalvåret under oppfylling av magasinene. Det er derfor vanlig at vannføringen øker nedenfor kraftstasjonene i vinterhalvåret mens den er redusert i sommerhalvåret. I mange vassdrag er den normale vannføringen i vinterhalvåret svært lav, og under driften av kraftverket vil den ofte øke mange hundre prosent. I perioder med lav vannføring er kraftutbyggeren ofte pålagt å holde en viss minstevannføring.
- **Økt vannføring gjennom hele året.** Dette er tilfelle hvor avrenningen fra ett felt overføres til et annet uten regulering (jfr. kap. 3).

Endret vannføring vil også endre avrenningen til våre fjorder. Tilførselen av ferskvann

til fjordene følger under naturlige forhold den samme rytme som vannføringene i elvene, med størst tilførsel under flom om våren (og høsten) og minst i lavvannføringsperiodene om sommeren og vinteren. Ved en kraftutbygging vil, avhengig av omfanget, en vesentlig større del av avrenningen komme i vinterhalvåret når kraftverket er i drift. De fleste norske vassdrag renner ut i havet inne i trange fjorder, hvor tilførselen av ferskvann kan danne store, produktive brakkvannsområder og hvor strømsystemene er delvis styrt av denne ferskvannstilførselen. I forbindelse med de store og omfattende kraftutbyggingene de siste ti-år har store nedbørfelt blitt overført fra ett vassdrag til et annet med utløp enten i en nabofjord eller på et helt annet sted i den samme fjorden. Endrede og økte ferskvannstilførseler kan muligens gi problemer bl.a. med hensyn til algeoppblomstring. Et ferskt eksempel er her situasjonen i Sandsfjorden/Hylsfjorden i Rogaland.

### **5.1 Fysiske konsekvenser.**

Konsekvensene av de ulike typer vannføringsendringer varierer sterkt, og særlig vil graden av tørrlegging være avgjørende. Tidligere tiders kraftutbygging tok vesentlig mindre hensyn til andre brukergrupper enn nå, og selv et så stort og viktig vassdrag som Mandalselva er til tider fullstendig tørrlagt i de midtre og øvre deler. Dagens kraftutbyggere ville neppe fått anledning til å bygge ut et slikt vassdrag uten at det var sikret en tilstrekkelig minstevannføring gjennom hele året.

I de siste tiår har utbygging av vassdrag etter takrenneprinsippet vært utbredt, hvor en rekke små og store vassdrag tas inn på en overføringstunnel til et større reguleringsmagasin. Elvene og særlig bekkene blir derved ofte tørrlagt en kortere eller lengere strekning nedenfor inntaket uten at det her er pålagt minstevannføring. Disse bekke- og elvestrekningene vil være tørrlagt det meste av året, og vil kun føre vann i perioder med stor lokal avrenning og når inntaket er stengt på grunn av fullt magasin eller av andre grunner.

Elvestrekningene nedenfor magasinene vil også tørrlegges i kortere eller lengre perioder så fremt det ikke er pålagt en minstevannføring. Tørrleggingsperiodens varighet er avhengig av magasinets reguleringsprosent, stor prosent gir langvarig tørrlegging, liten prosent kortvarig tørrlegging.

Vannføringen vil også endre seg sterkt nedenfor selve kraftverket. Selve fallstrekningen vil enten tørrlegges eller få sterkt redusert vannføring. Nedenfor kraftverksutslippet vil vannføringen øke under driften av kraftverket, mens den er redusert når kraftverket er ute av drift. Normalt kjøres kraftverket i vinterhalvåret da vassdragene vanligvis har liten vannføring. Kraftverkets slukeevne er oftest betydelig større enn vassdragets normale vintervannføring, og under drift vil det få økt sin vannføring betydelig.

I enkelte kraftverk som f.eks. Rygene kraftverk i Nidelva og Tafjord kraftverk i Sogn



og Fjordane har det oppstått problemer med gassovermetning (særlig på grunn av N<sub>2</sub>-overmetning). Vann under trykk i tilførselstunneler og rør tar opp store gassmengder, som frigis rett nedenfor kraftstasjonen. Dette kan blokkere oksygenopptaket hos fisk og medføre stor dødelighet.

Endringene i vannføring har også store konsekvenser for temperatur og isforhold i vassdragene. Økt vannføring om sommeren gir ofte noe lavere temperatur, mens økt vannføring om vinteren kan gi noe høyere temperatur. Lavere vannføring har ofte motsatt effekt. Særlig når magasinene tapes ut fra dypt vann om vinteren vil det varmere bunnvannet gi økt temperatur i elva nedenfor utslippet, med økt isfri strekning og eventuelt dannelse av frostrøyk som mulig resultat. Økt turbulens ved økt vintervannføring kan dessuten gi økte isproblemer med sarrdannelse, oppstuvning og isgang.

Mange vassdrag munner ut i havet inne i trange fjorder, hvor tilførselen av ferskvann i stor grad influerer på dannelsen av is i vinterhalvåret. Ved økt ferskvannstilførsel om vinteren øker isdannelsen, mens redusert tilførsel kan gi mindre is. Dette vil foruten å hindre ferdselen også påvirke den biologiske produksjonen i fjorden.

Endringene i vannføringen kan ut fra en rekke forhold gi endret vannkvalitet. I områder påvirket av sur nedbør vil avrenningen fra de høyereliggende felter ofte være meget sur, og ved overføringer til kraftverksmagasinene vil den sureste del av avrenningen fjernes fra vassdraget for midlertidig lagring i magasinet. Vassdraget nedenfor inntaket vil derved få bedret sin vannkvalitet, delvis også fordi grunnvannet øker sin andel. Reduserte vannføringer kan imidlertid redusere vassdragets evne som resipient for annen type forurensning, og dette kan gi økt begroing og uønsket kvalitet i vassdraget. I noen vassdrag vil situasjonen være omvendt, der vannet med best kvalitet fjernes fra vassdraget med en forverring av vannkvaliteten nedenfor som følge.

Ved å flytte surt vann fra ett vassdrag til et annet vil dette kunne gi bedre vannkvalitet i vassdraget nedenfor overføringen mens vassdraget som mottar vannet får dårligere vannkvalitet. Et midlertidig opphold i et magasin vil bedre vannkvaliteten noe, men overføringen kan virke forsurende på et vassdrag med tidligere brukbar vannkvalitet.

Endringene i vannføringen påvirker også erosjon og sedimentasjon. Ved redusert vannføring vil elva's evne til å transportere materiale bli redusert og tilført materiale kan lett akkumuleres i elveleiet. Dette bygges gradvis opp og på sikt vil det kunne oppstå elveløpsendringer og flomproblemer. Økt vannføring gir derimot stedvis økt erosjon med fare for utrasing og blakking av vannet. Økt materialtransport vil lokalt også gi økt sedimentasjon og endringer i løpsmønstret.

## **5.2 Biologiske konsekvenser**

### **5.2.1 Vannvegetasjon**

Vegetasjonen i bekker og elver som berøres av regulering er med unntak av de større vassdragene i lavlandet lite utviklet, og domineres normalt av ulike algegrupper og mosearter. Disse har en artssammensetning og produksjon som er nært knyttet til substrat, vannkvalitet og strømhastighet. Høyere planter forekommer kun i bakevjer og andre stilleflytende partier. Flom er en viktig kontrollerende faktor når det gjelder påvekstalgens produksjon og vekst. Under flom vil store deler av påvekstsamfunnet slites og slipes bort, mens det bygger seg opp under lavvannføringsperioder. Redusert vannføring kan derfor gi økt begroing, mens økt vannføring gir redusert begroing. Påvekstalgens totale produksjon vil imidlertid være avhengig av vanddekket areal. Redusert vannføring vil derfor gi redusert produksjon mens økt vannføring gir økt produksjon. Artssamfunnene vil også endre karakter. Begroingen vil imidlertid også kunne øke på grunn av økt næringssaltkonsentrasjon som følge av redusert fortykning av tilført forurensning.

Vannvegetasjonen kan være godt utviklet i de stilleflytende partier av våre større elver. Under forutsetning av at vannstanden ikke endres vesentlig vil forekomsten av høyere planter trolig øke som følge av redusert vannføring, mens den vil reduseres hvis vannhastigheten øker. Elvekraftverkene, med små og hyppige vannstandsendringer vil særlig påvirke slike plantesamfunn. Vannstandsendringene vil normalt være relativt små i slike inntaksmagasiner, og forekomsten av vannvegetasjon kan under slike forhold øke. Den mer stabile og høyere vannstanden i deler av Otra har gitt sterk oppblomstringen av særlig krypsiv, og dette har blitt et stort problem både for ferdselen og for fisket i vassdraget. Det gjøres nå forsøk på å fjerne problemet ved en kombinasjon av tørrlegging og frysing etterfulgt av en spyleflom.

I tilknytning til fosser er det dannet en egen fossesprutvegetasjon. Ved redusert vannføring eller total tørrlegging vil denne sprutsonevegetasjonen forsvinne.

### **5.2.2 Dyreliv i vann - Fisk**

#### **Bunndyr**

Produksjonen av bunndyr (og fisk) er etter en utbygging avhengig av størrelsen på restvannføringen i vassdraget. Uten en minstevannføring vil vassdragene gjennom store deler av året være tørrlagt umiddelbart nedenfor elve- og bekkeinntakene og nedenfor magasinene. Produksjonen på slike elvestrekninger vil derfor i hovedsak ivaretas av terrestriske og/eller semiakvatiske plante- og dyresamfunn. De opprinnelige akvatiske samfunn forsvinner.

I avsnittet ovenfor er det forutsatt en permanent tørrlegging. Det fins imidlertid alle

overganger fra total tørrlegging til meget kortvarige tørrleggingsperioder, og graden av konsekvenser varierer tilsvarende. Mange plante- og dyrearter er tilpasset livet i mindre bekker og elver, og disse har naturlig nok også tilpasset seg periodevis tørrlegging. Det største problemet er at tørrleggingen ofte kommer på uheldig tidspunkt i artenes livssyklus.

Ved regulering av et vassdrag er prinsippet ofte å ta vare på spesielt flomvannføringen for å benytte denne til andre tider av året. Ved lav reguleringsprosent vil magasinene fylles opp allerede under vårflommen, mens avrenningen resten av året går omtrent som tidligere. Dette virker stabiliserende på vannføringen nedenfor magasiner og kraftstasjoner. Konsekvensene for bunndyrproduksjonen vil i slike tilfeller være små, eller til og med positive. Flomvannføringen er viktig for vassdragets "helse" ved at den hindrer gjengroing og nedslamming og samtidig øker transporten av materiale gjennom systemet. Flommen virker imidlertid også stressende på plant- og dyrelivet. En reduksjon i flomvannføringen reduserer drivet av organismer ut av systemet, og en større del av produksjonen kan utnyttes i systemet selv.

Produksjonen av bunndyr i et vassdrag er i stor grad bestemt av vanndekket areal i lavvannføringsperiodene. De fleste vassdrag har lavest vannføring i sommerhalvåret og i den kaldeste delen av vinterhalvåret, og ved å øke vannføringen i disse periodene vil produksjonen av bunndyr øke. Årsaken til dette er selvsagt økt produksjon gjennom økningen i vanndekket areal. Endringene er størst m.h.t. produksjonen, mens artssammensetning og -struktur endres mindre. Ved i tillegg å redusere flomvannføringen vil den biologiske produksjonen øke ytterligere. Det finnes en rekke eksempler på at en slik stabilisering av vannføringen virker positivt for produksjonen av bunndyr.

Ved høy reguleringsprosent vil ikke magasinene fylles opp under vårflommen, og oppfyllingen vil foregå utover sommeren og høsten. Dette innebærer en lengre periode med tørrlagt elv og behovet for minstevannføring er stor. Denne vil oftest være noe høyere enn den absolutte minstevannføring før utbygging, og vil således gi en viss positiv effekt. Estetisk vil også vassdraget ta seg finere ut ved høy vannføring enn ved lav.

Behovet for kraft er størst i vinterhalvåret, og under oppfylling av magasinene vil kraftverkene i perioder være ute av drift. Vassdragene nedenfor kraftverkene vil ha uendret eller redusert vannføring i de perioder kraftverkene står, mens de vil ha større vannføring enn normalt når kraftverket er i drift. Dette gir økt vannføring i vinterhalvåret, i en periode hvor vannføring er kritisk lav for både bunndyr og fisk. Hvorvidt de biologiske samfunn er i stand til å utnytte dette er avhengig av forholdene i resten av året. Økt vintervannføring vil ofte fungere positivt. Det er imidlertid flere forhold som påvirkes og blant annet kan økt tapping av varmt vann fra magasinene i vinterhalvåret virke forstyrrende på artenes livssyklus. Økt vannføring og turbulens kan også gi økt

produksjon av sarr og bunnis.

Ved utbygging av elvekraftverk, hvor kraftverket bruker den til enhver tid foreliggende vannføring vil en strekning av elva ovenfor inntaksdammen få permanent økt vannstand og redusert gjennomstrømning. Strykene forsvinner til fordel for mer stilleflytende partier. Dette vil favorisere arter og samfunn som foretrekker mer stillestående forhold.

Livet i havet har tilpasset seg de strømforhold og saltkonsentrasjoner som naturlig fantes langs kysten før kraftutbyggingen startet, og deres livssyklus vil til dels være koblet sammen med årsrytmen i disse forhold. Endringene i tilførselen av ferskvann endrer denne årsrytmen, men vi vet lite om hvordan tilførselen påvirker disse forhold.

### **Fisk**

Konsekvensene for fisken er i stor grad knyttet til endringene i produksjonen av bunndyr. Så fremt rekrutteringen av fisk opprettholdes på et tilstrekkelig høyt nivå vil økningen i bunndyrproduksjonen også gi økning i fiskeproduksjonen. I de fleste tilfeller vil imidlertid en vassdragsutbygging virke negativt for produksjonen av fisk, først og fremst gjennom redusert bunndyrproduksjon og redusert gyte- og oppvekstareal. Fisken vil i større grad enn bunndyrene være avhengig av en permanent vannføring gjennom hele året, og vil ikke kunne tåle kortvarige tørrlegginger.

Redusert vannføring gir økt tilslamming og dette kan særlig påvirke gyteforholdene hos laksefisk, som er avhengig av god oksygenutveksling ned til egg og yngel som ligger nedgravd i grusen store deler av vinterhalvåret.

Artene har gjennom generasjoner tilpasset seg de naturlige temperatur- og vannføringsforhold i vassdragene. Særlig økningen i temperaturen om vinteren nedenfor kraftverksutslippet kan ha store konsekvenser, dels gjennom endringer i bunndyrenes livssyklus og dels gjennom raskere utvikling av fiskeeggene. Ved utbyggingen i Alta var dette et sentralt punkt, og for å kunne kontrollere temperaturen i elva nedenfor magasinet er det innlagt mulighet for tapping fra magasinet fra ulike dyp.

I lavereliggende vassdrag med mange fiskearter vil en utbygging ofte virke forskyvende på dominansforholdene artene i mellom. Dominansen av strømsterke arter som ørret, harr og laks forskyves til fordel for mer strømsvake arter som abbor, gjedde og mortefisk.

Ørret, laks og sik er arter som vandrer opp i elvene for å gyte. Mange kraftverk har utløp i innsjøer, og det kan oppstå problemer i forbindelse med gytevandringen. Istedenfor å gå forbi kraftverksutslippet og opp i elva stopper de opp her. I reglementet for Dokka kraftverk er det f.eks. en bestemmelse som forutsetter at kraftverket settes ut av drift i en periode om høsten når siken vandrer opp i Dokka og Etna.

### 5.2.3 Dyreliv på land - Vilt

Endringer i vannføring vil først og fremst berøre de artene som er sterkest knyttet til rennende vann, arter som oter, bever, enkelte andearter, fossekall, linerle m. fl. Konsekvensene vil være avhengig av i hvilken grad endringene påvirker forplantningen og næringsproduksjonen. En utbygging kan dessuten berøre viktige våtmarksområder enten gjennom neddemming eller gjennom økt drenering. Her blir også viktige beiteområder for elg og rein berørt.

Økt vannføring vil kunne virke negativt for vandringsruten av hjortevilt, spesielt om vinteren med åpent vann og usikker is.

De store vassdragene danner i innsjøer og ved utløpet i havet ofte store produktive deltaområder, hvor særlig plante- og fuglelivet tiltrekker seg oppmerksomhet. Slike deltaområder er sannsynligvis de mest produktive natursystemene vi har og de har bl.a. en viktig funksjon både som hekkeområde og som trekkområde for fugl. En av flere viktige årsaker til den store produktiviteten er den betydelige tilførselen av både organisk og uorganisk materiale fra elva. Denne tilførselen endres når deler av feltet overføres til et annet vassdrag, og når vannføringen øker gjennom overføringer. Tilførselen kan også opprettholdes på opprinnelig nivå, men tidspunktet for tilførselen kan forskyves. Det er ikke avklart hvilke konsekvenser dette har for produksjonen i deltaet.

### 5.3 Andre konsekvenser.

Bekker, elver og vann er sentrale elementer i landskapet, og i menneskets opplevelse av natur. Landskapsmessig og friluftslivsmessig vil derfor særlig redusert vannføring virke negativt. Ved siden av å redusere den biologiske produksjonen vil redusert vannføring gi tørrlagte eller nær tørrlagte vassdrag som danner sår i landskapet. Økt vannføring vil derimot isolert sett ikke virke negativt da vassdraget estetisk vil ta seg finere ut ved høy vannføring enn ved lav.

For utnyttelse av utmarksområdene har våre vassdrag ofte fungert som naturlige "gjerder" mellom eiendommene. Ved redusert vannføring vil denne "gjerde"-effekten forsvinne eller bli redusert. Vassdragene er også viktige ledelinjer for viltet. Ved økt vannføring vil eventuelle naturlige vandringsruter kunne ødelegges både for folk og fe.

Økt vannføring kan i visse situasjoner gi endringer i klimatiske forhold, særlig i tilfeller der varmt magasin vann slippes ut nedenfor kraftstasjonen. Under perioder med sterk kulde vil det her lett dannes frostrøyk. Økt vannføring kan også gi usikker is på elver og vann, og i sterke strykpartier kan produksjonen av sarr og bunnis øke. Dette kan igjen gi isganger med etterfølgende skader langs vassdraget. Store magasiner vil også gi lokalklimatiske effekter, med noe forsinket oppvarming om våren under

snøsmeltingen og en noe senere avkjøling om høsten. De store vannflatene øker luftfuktigheten og duggdannelsen om sommeren og de demper også temperatursvingningene.

I anleggsperioden oppstår det på grunn av tunnelarbeider, grunnarbeider, masseuttak og erosjon i anleggsområdet ofte utilsiktede problemer med tilslamming av vassdraget nedenfor. Effekten vil være av forbigående karakter, men vil ha effekt på produksjonen av plankton, bunndyr og fisk. Dessuten kan tilslammingen berøre gyteforholdene.

Kulturminnene er i stor grad knyttet til vassdragenes nærområder, og økt vannføring vil kunne forstyrre kulturminnene gjennom oversvømmelse og økt erosjon. En rekke kulturminner har tilknytning til aktiviteter knyttet til vannet og vassdraget, og ved redusert vannføring vil denne koblingen til en viss grad ødelegges.

#### **5.4 Konsekvenser for brukerinteresser**

Endringer i vannføringen kan berøre samtlige av de brukergrupper som er definert i denne sammenheng. Fra naturvernhold vil de fleste inngrep oppfattes som negative da disse griper inn i natursystemer som har tilpasset seg forholdene gjennom lang tid. Vassdragene våre står også sentralt i forbindelse med ønsket om å bevare et utvalg av type- og referanseområder som er mest mulig urørt av tekniske inngrep. Det er lagt stor vekt på slike forhold i forbindelse med både Verneplan for vassdrag og Samlet Plan for vassdrag.

Jakt- og fiskeinteressene har til dels felles interesser med naturvernet. Endret vannføring gir enten økt eller redusert fiskeproduksjon, og en konsekvensvurdering vil derfor delvis være avhengig av avkastning og kvalitet på fisken. Endret vannføring vil normalt i liten grad påvirke det jaktbare viltet, men forstyrrelser i vandringsruter og produktive våtmarker kan påvirke produksjonen.

Friluftslivsinteressene har også ofte sammenfallende interesser med naturvern-, jakt- og fiskeinteressene. I tillegg vil konsekvensvurderingen være knyttet til de visuelle og landskapsmessige endringer som følge av endret vannføring. Økt vannføring kan gi hindringer i viktige ferdselsruter. Ved tapping fra dypt vann i magasinet om sommeren vil vanntemperaturen i elva nedenfor utslippet være lav og elva vil derfor ikke egne seg for bading.

Jordbruks-, skogbruks- og reindriftsinteressene berøres i den grad endret vannføring påvirker vandringsruter og produksjonsgrunnlaget. Økt vannføring kan virke hindrende på viktige vandringsruter. Endret vannføring kan også påvirke viktige produktive våtmarksområder. Dessuten vil endrede isforhold påvirke ferdselen.

Vannforsyning og resipientforholdene er på ulike måter påvirket av endringer i vannføring. Redusert vannføring kan gi mangel på vann av ønsket kvalitet, og forurensnings situasjonen kan forverres.

Kulturminnene er ofte nært knyttet til selve vassdraget, en samhörighet som blir redusert ved endret vannføring. Ved økt vannføring kan også økt erosjon true eller ødelegge de vassdragsnære kulturminnene.

I spesielt kalde perioder i vinterhalvåret kan åpne råkpartier i elvene gi dannelse av frostrøyk til sjenanse for brukere av området. Ved økt vannføring kan de åpne råkpartiene øke i størrelse og derved forverre frostrøykproblemet. Redusert vannføring kan derimot redusere problemet. Fuktighet og duggdannelse i vassdragenes nærområder er viktig for planteproduksjonen, og i områder nær stryk og fosser med særlig stor fuktighet er det ofte dannet en egen sprutsonevegetasjon.

## **5.5 Avbøtende tiltak**

Endret vannføring vil under ulike forutsetninger gi forskjellige konsekvenser, og de avbøtende tiltak vil derfor måtte bli noe forskjellig fra sak til sak. Det er særlig endringer knyttet til vassdragets bruk som vannkilde for husholdning og jordbruksvanning, som resipient for kloakk, dets evne til produksjon av fisk, vassdragets betydning som naturlig gjerde og dets betydning i friluftlivsmessig sammenheng som er av betydning, og hvor det kan være aktuelt med avbøtende tiltak.

### **5.5.1 Vassdraget som vannkilde**

Behovet for vann til allminnelig forsyning er av samfunnet prioritert framfor de fleste andre behov. Vannforsyningen i Norge er ofte basert på åpne vannkilder, enten fra innsjøer eller fra elver, og det er ikke uvanlig at en kraftutbygging kommer i konflikt med den allminnelige vannforsyningen. I tillegg har behovet for vann til jordbruksvatning økt sterkt de siste årene, ofte ukontrollert, og dette kan i enkelte tilfeller muligens forsterke de negative konsekvensene av kraftutbyggingen ved å ytterligere redusere vannføringen. For å kompensere for redusert vanntilførsel er det vanlig å bekoste opprettelsen av nye vannkilder, som sikrer de ulike brukere tilstrekkelig med vann av ønsket kvalitet.

### **5.5.2 Vassdraget som resipient**

Mange av våre vassdrag tilføres forurensning både fra husholdning, industri og landbruk. Disse regnes som gode resipienter da selvrensningseffekten er god, det vil si at nedbrytning av organisk materiale er rask og hvor den synlige effekten av forurensningen er liten. Store vannmengder fortynner selve forurensningen, frakter den vekk og sprer den over store arealer. Ved redusert vannføring vil den samme mengde

forurensning gi økte konsentrasjoner av næringssalter, tungmetaller, organiske forbindelser m.m. Vassdragets selvrenningskapasitet kan overstiges, og den synlige forurensningen vil øke betydelig og vassdragets bruksegenskaper blir redusert. For å kompensere for redusert vannføring, og vassdragets reduserte resipientkapasitet må tiltakene settes inn for å redusere selve forurensningstilførselen, enten ved helt å avskjerme vassdraget mot tilførsel eller ved å gjennomføre rensetiltak som fjerner de skadelige stoffene.

Ved redusert vannføring er det vanlig å bygge terskler på egnede steder. Dette reduserer vannhastigheten og øker samtidig vannets oppholdstid i bassengene. I forurensede vassdrag vil dette føre til en uønsket utvikling med økt begroing og tilslamming som kan gjøre vassdraget mindre egnet for annet bruk. Sammenhengen her mellom årsak-virkning er imidlertid ikke avklart.

Ved helt eller delvis tørrlegging vil vassdragene også gro igjen med vegetasjon, og dets evne til å transportere vann reduseres. Slike regulerte vassdrag har fortsatt en viktig funksjon for transport av vann i spesielle flomperioder, og det er derfor viktig å hindre gjengroing.

### **5.5.3 Produksjon av fisk - friluftsliv**

Vassdragene har ofte en sentral plass i befolkningens aktiviteter, blant med badeplasser, kanopadling og annen båtsportaktivitet og fiske. Både økt og redusert vannføring vil kunne berøre aktuelle badeplasser, og det vil derfor være behov for å legge forholdene til rette for nye badeplasser. Elvepadling og "whitewater rafting" har blitt stadig mer populært, og i enkelte sammenhenger har økt og mer stabil vannføring gitt grunnlag for økte muligheter for slik aktivitet.

Produksjonen av innlandfisk er i de fleste vassdrag en viktig ressurs i friluftslivsmessig sammenheng, mens den mer kommersielle fangsten betyr mindre. Konsekvensene av endret vannføring for produksjonen av fisk er derfor nær knyttet til konsekvensene for friluftslivsinteressene. Redusert vannføring vil normalt virke negativt for vassdragets evne til å produsere fisk, dels gjennom tørrlegging og reduksjon av produktivt areal og dels ved redusert gyte- og oppvekstareal. Dette er spesielt tilfelle når reduksjonen skjer i perioder som også normalt har lav vannføring. I elver med en ikke for stor gradient er det vanlig å bygge terskler for å øke det vanddekkede areal, og derved også produksjonsarealet. Tørrlegging og ødeleggelse av gytearealer vil delvis kunne kompenseres for ved tiltak som f.eks. konsentrerer den gjenværende vannføring, bygging av gytekanaler og bygging av kulper hvor fisken kan overleve i kritiske perioder. Normalt vil elvene beholde tilstrekkelig rekruttering av fisk i forhold til produksjonsgrunnlaget, og det vil derfor ikke være behov for direkte utsetting. Slike tiltak vil imidlertid ikke egne seg i vassdrag med stor gradient, og i slike vassdrag må



man leve med redusert produksjon av fisk. Slike tiltak er også enklest å benytte i vassdrag med kun en fiskeart, som f.eks. på Vestlandet hvor ørret er eneste art. Vanskeligere er det på Østlandet hvor et større antall arter kan være aktuelle. Bygging av terskler vil her kunne favorisere andre arter enn de som er attraktive i fiskesammenheng. Arter som er mer knyttet til stillestående vann, som f.eks. ørekyt, abbor, gjedde og mort vil i større grad favoriseres i terskelbassengene enn arter som er mer tilpasset livet i rennende vann. Harr, ørret og laks er her arter som kan tape i konkurransen.

Bygging av terskler for å øke vanddekket areal er også viktig i estetisk sammenheng samtidig som produksjonen av fisk kan opprettholdes. Dette vil igjen gi en positiv visuell virkning av friluftlivsmessig og turistmessig betydning.

Særlig i forbindelse med økt vannføring vil det være aktuelt med kanalisering og forbygning av elveløp. Elveløpet rettes ut for å hindre oppstuvning av vann og lette gjennomstrømningen, mens forbygningene skal hindre økt erosjon. Slike tiltak virker ofte ødeleggende på bunnsubstratet, og elvestrekningen blir lite egnet som gyte og oppvekstområde for fisk. Det drives i dag en rekke forsøk med ulike typer tiltak langs slike kanaliserte elvestrekninger for å bedre strekningens egnethet for fisk. Utplassering av stein til skjul for fisk, utforming av strandsonen og etablering av en kantvegetasjon er eksempler på slike tiltak.

#### 5.5.4 Vassdragets betydning som gjerde

Elver og bekker har særlig i utmarka en viktig funksjon som "gjerde" mellom ulike driftsenheter, og hindrer sammenblanding av f.eks. husdyr. Ved bortfall av slike "gjerder". vil det være behov for å bygge kunstige sperrer. Fra både naturfaglig og friluftlivsmessig hold er dette lite ønskelig da disse kan hindre ferdselen for både de store pattedyrene og for folk flest.

Økt vannføring særlig i vinterhalvåret kan derimot hindre ferdselen på grunn av åpent vann eller usikker is. Dette kan kompenseres for ved bygging av bruer, og oppsetting av gjerder for å hindre ulykker. For viltet (og for tamreindriften) kan dette virke som vandringsperrer og er derfor negativt.

#### 5.5.6 Fjorder

På grunn av utilstrekkelig kunnskap om kraftutbyggingens virkninger på de store fjord- og kystsystemene, er det vanskelig å se hvilke avbøtende tiltak som her kan ha effekt. Økt ferskvannstilførsel om vinteren kan gjennom økt islegging hindre transport og annen ferdsel i de trange fjordområdene. Dykket utslipp fra avløpstunnelen og eventuelt bobleanlegg er tiltak som kan hindre slik islegging.

**DEL III:**  
**VURDERING AV METODER FOR**  
**VERDSETTING**

I Del III av rapporten gjennomgår vi eksisterende metoder for verdsetting av miljøgoder som vi anser å være aktuelle til bruk for vårt formål. Vurderingen av de enkelte metoder gjøres i forhold til en rekke kriterier som vi mener metodene bør tilfredsstillе. I et avsluttende kapittel gir vi en anbefaling om hvilke metode som bør brukes.

## **6. HOVEDPRINSIPPER**

### **6.1 Innledning**

Vi vil her kort presentere enkelte metoder/modeller som vi mener er relevante og som kan gi nyttige innspill til metodeutviklingen innen dette prosjektet. Metodene som gjennomgås er av ulike typer:

- A. Metoder for strukturell fremstilling av årsaks/virkningsforhold mellom inngrep, primære miljøkonsekvenser, ringvirkninger og påvirkning på brukerinteresser.
- B. Metoder for strukturell sammenstilling av konsekvenser.
- C. Kvantifiserings- og verdsettingsmetoder.

Av type A gjennomgås metoden som ble benyttet i Samlet Plan, i Miljøundersøkelser på Svalbard (MUPS) samt en stepmatrisemetodikk. Planleggingens balansekonto er en metode som gir en strukturert opplisting av konsekvenser (type B). Av type C gjennomgås bla. betalingsvillighetsundersøkelser samt metoder som ser på endringer i produksjonforhold.

Vurderingen av metodene og senere også valget av endelig metode for kvantifisering, bygger på et sett av kriterier. Kriteriene gir uttrykk for de krav vi ønsker at metoden skal tilfredsstille. Ved gjennomgangen av metodene i kapitlene 7, 8 og 9, er hver enkelt metode kommentert og vurdert opp mot de ulike kriteriene som er gjengitt i kapittel 6.2.

### **6.2 Kriterier for valg av metode**

Kriteriene som gjennomgått nedenfor, er inndelt i fire hovedgrupper som uttrykk for fire viktige forhold ved en metode:

- i. Generell fremstillingsform
- ii. Behandling av konsekvenser
- iii. Etterprøvbarehet
- iv. Datagrunnlag

Enkelte av kriteriene vil være av generell art (f.eks. fremstillingsform, krav til datagrunnlag), mens andre vil være direkte prosjektrelaterte. De prosjektrelaterte kriteriene skal tilfredsstille de krav prosjektet "Kvantifisering av miljølemper" stiller.

Vårt prosjekt skal søke å kvantifisere miljølemper. Kvantifiseringen vil innebære både en kvalitativ og en kvantitativ vurdering; miljølempene skal verdsettes. Miljølempene vil ha sin årsak i inngrep i forbindelse med anlegg og oppdemming av reservoar og endringer i vannføring. Enkelte miljølemper vil være sekundære effekter av primære

virksomheter på f.eks vannkvalitet, landskap, plante- og dyreliv etc. Miljøulempene vil forekomme i ulike virkningssoner og vil opptre i forskjellige tidsfaser.

Nedenfor gjengir vi kriteriene for valg av metode:

- i. Generell fremstillingsform.
  - metoden må gi mulighet for en pedagogisk og oversiktlig fremstilling.
  - metoden skal være anvendelig for forvaltningen.
- ii. Behandling og fremstilling av konsekvenser.
  - kunne håndtere alle relevante konsekvenser og sikre at disse blir tatt med i sin fulle bredde.
  - kunne vise fysiske konsekvenser for de ulike utredningstemaer samt miljøkostnader for ulike brukergrupper.
  - kunne vise konsekvenser og kostnader for hver enkelt miljølempe hver for seg.
  - gi mulighet til geografisk differensiering.
  - gi mulighet for differensiering i ulike tidsfaser (utbygging, drift).
  - stor fleksibilitet.
  - lite bruk av skjønn.
- iii. Etterprøvbarehet.
  - gjøre det enkelt å identifisere det faglige grunnlaget og etterprøve de faglige avveininger.
  - opprettholde stor grad av oppløselighet og unngå unødvendig aggregering av grunnlagsdata og konsekvenser.
  - vise årsaks/virkningssammenhenger.
  - angi usikkerhet i beslutningsgrunnlaget.
- iv. Datagrunnlag.
  - baseres på opplysninger som fremkommer gjennom vanlig konsesjonsbehandling.
  - kunne brukes selv om datagrunnlaget er svakt.

## **7. METODER FOR STRUKTURELL FREMSTILLING**

Vi vil her gjennomgå tre metoder, Samlet Plan for vassdrag, Miljøundersøkelser på Svalbard og en stepmatriseteknikk. Metodene har de egenskapene til felles at de kan være til hjelp ved strukturering av arbeidet med å fastsette aktuelle miljøkonsekvenser og å bestemme de aktuelle årsaks/virkningsforhold.

### **7.1 Samlet Plan for vassdrag**

Formålet med Samlet Plan for vassdrag (SP) (Miljøverndepartementet, 1984) var å utarbeide et forslag til gruppevis prioritert rekkefølge av vannkraftprosjekter for senere konsesjonsbehandling. Hovedoppgaven var å vurdere og prioritere vannkraftprosjekter ut fra to hovedkriterier; grad av konsekvenser for andre brukere og prosjektøkonomi.

Konsekvensvurderingene ble gjennomført i 6 trinn:

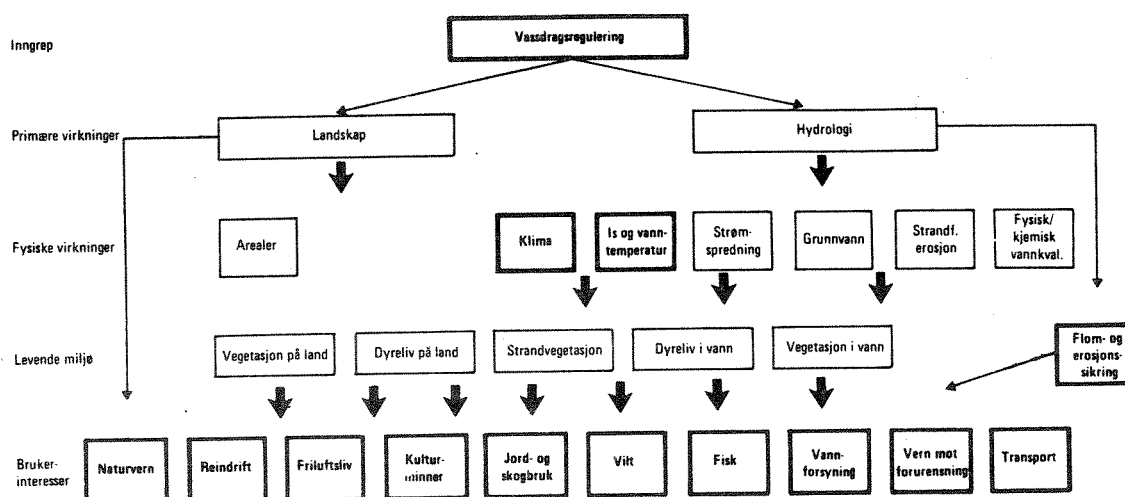
1. Områdebeskrivelse før utbygging. For hvert utredningstema vurderes forholdene sett uavhengig av prosjektet. Følgende temaer gis områdeverdi; naturvern, friluftsliv, vilt, fisk, kulturminnevern og reindrift.
2. Foreløpige konsekvenser ved utbygging.
3. Konsekvenser i Samlet plan.
4. Samlet konsekvensvurdering. På bakgrunn av endelige klassifiseringer fra fagmiljøene samt høringsuttalelser foretas en samlet konsekvensvurdering.
5. Foreløpig gruppevis prioritering. Sammenstilling og avveining mellom konsekvensvurderingene og kraftverksøkonomiske beregninger gir en foreløpig gruppevis prioritering.
6. Gruppevis prioritering. Vurdering av regionaløkonomiske forhold og prosjektstørrelse mv., gir så den gruppevise prioriteringen.

Samlet Plan definerer i alt 16 utredningstemaer og fokuserer tydelig på brukerinteressene:

Vannkraftprosjekter  
 Naturvern  
 Friluftsliv  
 Vilt  
 Fisk  
 Vannforsyning  
 Vern mot forurensning  
 Kulturminnevern  
 Jord- og skogbruk  
 Reindrift

Flom- og erosjonssikring  
 Transport  
 Is og vanntemperatur  
 Klima  
 Kart og data  
 Regionaløkonomi

Arbeidet rettes mot å analysere konsekvensene av definerte vannkraftutbyggingsplaner. Figur 7.1 viser "sterkt forenklet sammenhengene mellom de utredningstemaene som berører natur og miljø". Figuren viser en hierarkisk nivåinndeling: inngrep, primære virkninger, fysiske virkninger, påvirkning på levende miljø og på brukerinteresser.



Figur 7.1 Konsekvenser ved vassdragsreguleringer. Sammenhenger mellom utredningstemaer i Samlet Plan. Kilde: Miljøverndepartementet (1984).

Områdeklassifisering angir en klassifisering av prosjektområdets generelle verdi/bruk sett uavhengig av prosjektet. For hvert av de 6 fagfelt brukes følgende klassifisering:

- \*\*\*\* Meget høy verdi
- \*\*\* Høy verdi
- \*\* Middels verdi
- \* Liten verdi

Ved klassifisering av konsekvenser i Samlet Plan er det brukt en tallskala fra:

- 4 Meget store negative konsekvenser
- til + 4 Meget store positive konsekvenser

Det legges vesentlig vekt på å beskrive retningslinjer for å bestemme tilordning av områdeverdier og konsekvensgrader for de ulike fagfelt og brukerinteresser. De mulige konsekvenser for ulike fagfelt og brukerinteresser beskrives detaljert, men grensene mellom de ulike konsekvensklasser gis deskriptivt og vil kreve skjønn ved tilordning av klasseverdi.

I tillegg er det også brukt en klassifiseringsnøkkel for datagrunnlaget:

A	-	Meget godt
B	-	Godt
C	-	Middels
D	-	Mindre tilfredsstillende

Ved valg av sammenveiiings- og prioriteringsprosess ble det lagt vekt på en rekke forhold, bla.:

- Prosessen skal være så enkel og oversiktlig som mulig og samtidig kunne behandle den store informasjonsmengden.
- Det må gis muligheter til at enkeltvassdrag kan gis særskilt behandling om spesielle forhold tilsier dette.
- Bruk av og kriterier for bruk av skjønn må komme klart frem.

I tillegg nevnes bla. forhold som etterprøvbarhet og at prosessen skal kunne gjennomføres selv ved ufullstendig datagrunnlag.

Enkelte formelle metoder for sammenveiiing av konsekvenser ble vurdert, men ingen av dem ble ansett som aktuelle i SP. Dette bla. fordi disse metodene forutsetter at interessene vektlegges likt i alle vassdrag, mens erfaringer tilsa at dette var vassdrags-spesifikt. I stedet ble en mer skjønnsmessig metode valgt.

Utgangspunktet for den valgte metode for sammenveiiing av konsekvenser er konsekvensklassifiseringen. Hvert utbyggingsprosjekt får der en konsekvensprofil, dvs. en rekke av tall mellom -4 og +4 som beskriver de enkelte interessers vurdering av konsekvenser. Som et utgangspunkt for en senere prosjektspesifikk vurdering, sorteres prosjektene etter to prinsipper; etter ekstremverdi og etter middelverdi.

Den egentlige sammenveiiing av interessene skjer ved plassering av prosjektene i 8 konsekvensklasser. Vektleggingen er ikke formalisert ved vektall. Vektleggingen skjer ved et faglig skjønn basert på kunnskap om de enkelte prosjekter, herunder hørings-uttalelsene, med profil og middelverdiinndelingen som veiledende ramme. Den samlede

vurdering av konsekvensene viser dermed i hvilken konsekvensklasse prosjektet ender.

### Kommentarer

Samlet Plans inndeling i utredningstemaer og nivåinndelingen, som er vist i figur 7.1, er instruktiv og viktig, og kan lett tilpasses våre kriterier.

Metoden i SP er omfattende, men i hovedsak tilfredsstillende den vårt kriterium om pedagogisk og oversiktlig fremstillingsform. Kravene til behandling av konsekvenser tilfredsstilles et stykke på vei. Metoden i SP er fleksibel og gir muligheten for å behandle konsekvenser av til dels svært ulike prosjekter, der brukerinteresser som kan ha vesentlig forskjellige verdiprioriteringer, behandles særskilt. De enkelte miljøulempene kan vurderes hver for seg. Deler av metodikken baseres for en vesentlig del på skjønsmessige vurderinger, noe vi ønsker å unngå. Metoden i seg selv innebærer som nevnt heller ingen form for kostnadsberegning av miljøulempene. SP tilfredsstillende i hovedsak våre kriterier om etterprøvbarehet, med unntak av bruken av skjønn.

De viktigste elementene fra SP som vil bli brukt i det videre arbeid, er inndelingen i brukerinteresser og fokuseringen på konsekvensene for hver av de berørte brukerinteressene. Dessuten vil beskrivelsen av alle de mulige konsekvenser av et utbyggingsprosjekt komme til nytte som et grunnlag for den verdsettingsmodell vi senere skal utvikle.

### 7.2. Miljøundersøkelser på Svalbard (MUPS)

Med bakgrunn i økt turisme og kommersiell aktivitet, særlig i forbindelse med oljeutvinning, ga Miljøverndepartementet i 1986 Norsk Polarinstitut i oppdrag å utvikle en metode for en miljøkonsekvensanalyse og et beslutningsverktøy. Metoden er gjengitt i "Assessment system for the environmental and industrial activities in Svalbard" (Hansson et al., 1990).

Målene med MUPS var:

- å skaffe miljøvernmyndighetene en oversikt over de viktigste miljøspørsmålene som oppstår ved industriell aktivitet på Svalbard.
- å skaffe miljøvernmyndighetene en verktøy for planlegging og implementering av nødvendig forskning og overvåking, og for systematisk anvendelse av resultatene i administrasjon og utforming av oppfølgende forskning og overvåking, og



- å begrense forskning og utvikling til fremgangsmåter og oppgaver som kan lede til konkrete og nyttige resultater.

I arbeidet med MUPS forsøkte man å benytte konseptene og utformingen fra det kanadiske prosjektet "Beaufort Environmental Monitoring Project (BEMP)" og å tilpasse dette til forholdene på Svalbard.

MUPS ble utviklet ved bruk av workshops og arbeidsgrupper med deltagelse fra eksperter som skulle representere alle aktuelle interessegrupper.

MUPS-sytemet er bygget opp rundt tre ulike begreper;

- verdsette økologiske komponenter, VØK (Valued Ecosystem Components, VEC)
- flytskjema som viser årsaks/virkningssammenhenger for hver VØK
- konsekvenshypoteser (Impact Hypotheses, IHs)

En VØK er definert som en ressurs eller miljøinteresse som:

- er av betydning (ikke bare økonomisk) for den lokale befolkning, eller
- har nasjonal eller internasjonal betydning, eller
- dersom det skjer en endring i ressursens eksisterende status, er av betydning for å vurdere konsekvensene for miljøet ved industriutvikling og for fokuseringen av den administrative innsats.

Av de 14 utvalgte VØK utgjør arter av dyr, fisk eller fugl 10. De fire siste er "vegetasjon og jordsmonn", "littoralsonen", "utendørs rekreasjon" og "vernede områder".

For hver VØK utarbeides flytskjemaer som viser årsaks/virkningskjeder for hvordan VØK'en kan bli påvirket av ulike aktuelle inngrep og påfølgende endringer i andre miljøelementer (jfr. Fig 7.2). Flytskjemaene skal vise den hierarkiske forskjellen mellom de ulike leddene i årsaks/virkningskjedene (tiltak, primære konsekvenser, ringvirkninger).

Konsekvenshypotesene for hver VØK beskriver antatte konsekvenser av aktuelle inngrep på bakgrunn av det aktuelle flytskjema over årsaks/virkningssammenhenger. Hypotesene blir så gitt en av følgende kategorier:

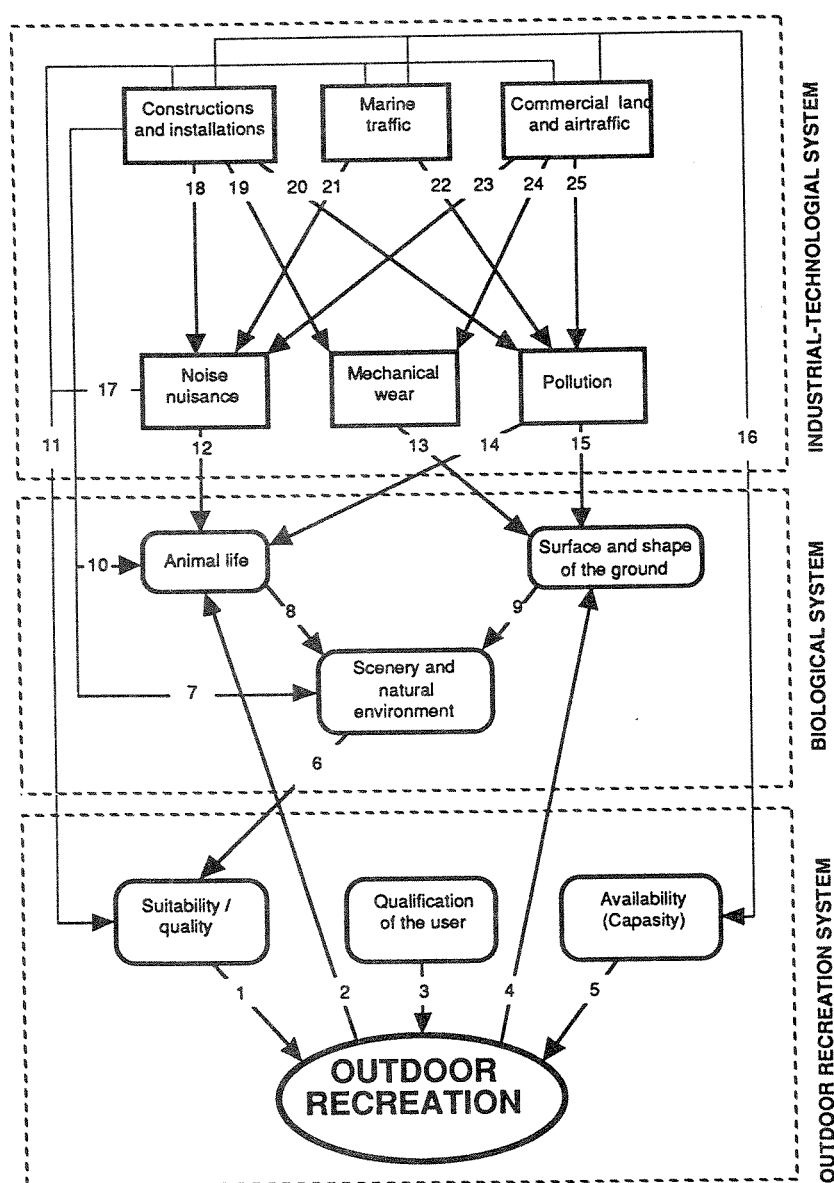
- Hypotesen antas ikke korrekt.
- Hypotesen er korrekt og er allerede verifisert.
- Hypotesen antas å være korrekt. Forskning og overvåking anbefales for

bestemme om den er korrekt eller ikke.

D. Hypotesen kan være korrekt, men det anses ikke verdt å undersøke.

Fremgangsmåten for å vurdere miljøkonsekvensene i henhold til MUPS-systemet blir da som følger:

1. Beskriv aktuell utbygging; inngrep etc.
2. Kartlegg hvilke miljøelementer, hvilke VØK'er, som blir påvirket.
3. Bruk flytskjemaene for å finne ut på hvilken måte hver VØK blir påvirket. Det anbefales å bruke en konsekvensmatrise der VØK'ene er listet vertikalt og de



Figur 7.2 Eksempel på flytskjema bruk i MUPS (Hansson et al.1990).

enkelte utvikningstrekk horisontalt. Matrisen lages i tolv eksemplarer, en for hver måned.

4. Basert på dokumentasjonen av VØK'ene og flytskjemaene, velges de mest relevante hypotesene (IHs) ut.
5. Behovet for oppfølgende prosjekter beskrives; kartlegging, overvåking og forskning.

### Kommentarer

Hovedstrukturen i MUPS, særlig beskrivelsen av årsaks/virkningsforhold, synes å være oversiktlig og instruktiv.

Metoden for å beskrive konsekvensene for hvert enkelt miljøelement er oversiktlig og pedagogisk og tilfredsstillende vårt generelle krav til fremstillingsform. Ved behandlingen av konsekvensene fokuseres det på ulempene for ulike enkelt-arter og lite på brukerinteresser. Det legges vekt på at alle vesentlige konsekvenser inkluderes. Metoden inkluderer en vurdering av hvordan ulempene av et inngrep varierer fra måned til måned gjennom et år. Det gis ingen differensiering i forskjellige tidsfaser, så som utbyggingsfase og driftsfase, men en tilpasning til dette synes enkelt å la seg gjennomføre. Ulempene kostnadsvurderes ikke. Metoden er fleksibel, men inneholder en vesentlig del av skjønsmessige vurderinger. Metoden tilfredsstillende i hovedsak kriteriene for etterprøvnbarhet. De viste årsaks/virkningssammenhenger er tildels kompliserte. Det faglige grunnlaget for å vurdere konsekvenser for de enkelte sammenhenger må antas i noen grad å være usikkert. Modellen kan antagelig benyttes også ved svakt datagrunnlag, men det vil muligens være behov for forenklinger.

De viktigste elementer i MUPS for vår sammenheng synes å være hovedprinsippet med definering av VØK'er, utarbeidelse av flytskjemaer og konsekvenshypoteser. Fremgangsmetoden gir mulighet for en strukturert beskrivelse av inngrep, miljøkonsekvenser og påvirkning på brukerinteresser og kan derfor være verdifull for arbeidet frem til selve verdsettingen. Bruken av en form for konsekvensmatrise kan også være hensiktsmessig.

MUPS vil kunne tilpasses til vårt prosjekt ved at definisjoner av VØK, flytskjemaer etc. omformes til:

- Definer verdifulle økosystemkomponenter og verdifulle brukerinteresser/-bruksformer.
- Utarbeid flytskjemaer for årsaksforhold; årsaker til endret verdi.
- Utarbeid hypoteser for verdiendringer. Vurder hypotesenes validitet og behov for forskning og utredning for å bedre modellgrunnlaget.

De to første leddene her vil danne et utgangspunkt for vårt arbeid med verdsetting av

miljøulempene.

### **7.3. Stepmatriseteknikk**

Den såkalte stepmatriseteknikken er en metode for å identifisere virkninger av vassdragsreguleringsprosjekter der virkningene kan relateres til prosjektets enkelte komponenter (byggverk, terrenginngrep, reguleringsinngrep). Metoden gjennomgås i rapporten "Konsekvensanalyser ved vassdragsreguleringer, Utprøving av en stepmatriseteknikk for identifisering av virkninger" (Wangen, 1984). Utdrag fra rapporten vil også bli referert i kapittel 8, Metoder for strukturell sammenstilling av konsekvenser.

Rapporten anbefaler at en vurdering av virkninger tar utgangspunkt i brukerinteresser. Brukerinteressene inndeles som følger:

1. Kraftverksproduksjon
2. Naturvern
3. Friluftsliv
4. Jakt og vilt
5. Fiske
6. Vannforsyning
7. Vern mot forurensning
8. Kulturminnevern
9. Jordbruk
10. Skogbruk
11. Reindrift - samer
12. Lokalsamfunn
13. Andre næringer

Rapporten vurderer ulike metoder for evaluering. Dette gjengis i Kap. 8.2.

Selve stepmatriseteknikken består av en virkningsmatrise til bruk ved foreløpig identifisering av virkninger og en stepmatrise til bruk ved beskrivelse av virkninger (se figurene 7.3, 7.4 og 7.5).

Virkningsmatisens horisontale akse består av utbyggingprosjektet inndelt i byggverk, terrenginngrep og magasiner, samt elementer som beskriver fysiske effekter av utbyggingen. Den vertikale akse er inndelt i 5 virkningsområder; økologiske områder, kulturelle områder, sosiale områder, økonomiske områder og politiske områder (jfr. figur 7.3). For hvert enkelt miljøelement gir matrisen dermed mulighet til å angi om det er behov for konsekvensvurderinger og hvor stort et eventuelt behov er.

MILJØELEMENT	KONSTRUKSJON				DRIFT						FYSISKE EFFEKTER			VIRKNINGSOVERVAKING															
	TRINN	TRINN	TRINN	TRINN																									
	1	2	3	4																									
<p><u>Symboler</u></p> <p>X - Virkning hvor undersøkelser må utføres</p> <p>+/- Positiv eller negativ virkning hvor en ikke trenger flere undersøkelser</p>					Byggeværk	Terrengingreep	Byggeværk	Terrengingreep	Byggeværk	Terrengingreep	Vannføring 1	Vannføring 2	Vannføring 3	Vannføring 4	Vannføring 5	Vannføring 6	Magasin 1	Magasin 2	Magasin 3	Magasin 4	Vannkvalitet	Sommertemperatur	Vintertemperatur	Erosjon/sedim.trans.	Is	Grunnvann	Klima		
<u>ØKOLOGISK OMRÅDE</u>																													
ØL 1 ' ØL N																													
<u>KULTURELT OMRÅDE</u>																													
K 1 ' K N																													
<u>SOSIALT OMRÅDE</u>																													
S 1 ' S N																													
<u>ØKOMOMISK OMRÅDE</u>																													
ØN 1 ' ØN N																													
<u>POLITISK OMRÅDE</u>																													
P 1 ' P N																													

Figur 7.3 Virkningsmatrise. Kilde: Wangen (1984).

<b>FYSISK OMRÅDE (F)</b>	<b>KULTURELT OMRÅDE (K)</b>
F1 vannkvalitet	K1 kulturminner
F2 sommertemperatur	K2 institusjoner
F3 vintertemperatur	K3 tradisjoner
F4 erosjon og sedimenttransport	<b>SOSIALT OMRÅDE (S)</b>
F5 is	S1 friluftsliv
F6 grunnvann	<b>ØKONOMISK OMRÅDE (ØK)</b>
F7 klima	ØN1 jordbruk
<b>ØKOLOGISK OMRÅDE (ØL)</b>	ØN2 skogbruk
ØL1 geologi	ØN3 reindrift
ØL2 vegetasjon	ØN4 utmarksnæringer
ØL3 landskap	ØN5 andre næringer
ØL4 flora	ØN6 infrastruktur-bebyggelse
ØL5 fugl	<b>POLITISK OMRÅDE (P)</b>
ØL6 små pattedyr	Ikke klassifisert
ØL7 hjortedyr	
ØL8 rovdyr	
ØL9 biologisk produksjon-elver	
ØL10 biologisk produksjon-innsjøer	
ØL11 vannkvalitet-brukskrav	

Figur 7.4 Klassifisering av virkningsområder og miljøelementer. Kilde: Wangen (1984).

FORMULAR 1		FYSISK VIRKNINGSOMRÅDE	
F1. VANNKVALITET		F2. SOMMER-TEMPERATUR	
TRINN 1	MELLOMVAATN	TRINN 2	ALVA
TRINN 3	LURUDAL	TRINN 4	ØRSKOG
Kraftstasjon		Kraftstasjon	
Laksjøen dam		Laksjøen dam	
Kraftlinjer		Kraftlinjer	
Bekkeinntak		Bekkeinntak	
Veier		Veier	
Ripplass/iverrislag		Ripplass/iverrislag	
Vannføring Storelva		Vannføring Storelva	
Magasin Laksjøen		Magasin Laksjøen	
Sammenstilt virkn.		Sammenstilt virkn.	
Xima kraftstasjon		Xima kraftstasjon	
Serfoss kraftst.		Serfoss kraftst.	
Otersjøen dam		Otersjøen dam	
Kraftlinjer		Kraftlinjer	
Bekkeinntak		Bekkeinntak	
Veier		Veier	
Ripplass/iverrislag		Ripplass/iverrislag	
Vannfør. Sanddøla		Vannfør. Sanddøla	
Minstev. Lur. Sanddøla		Minstev. Lur. Sanddøla	
Magasin Otersjøen		Magasin Otersjøen	
Sammenstilt virkn.		Sammenstilt virkn.	
Kraftstasjon		Kraftstasjon	
Lurudalsvatn dam		Lurudalsvatn dam	
Leirsjøen dam		Leirsjøen dam	
Kraftlinjer		Kraftlinjer	
Veier		Veier	
Ripplass/iverrislag		Ripplass/iverrislag	
Minstevannfør. Luru		Minstevannfør. Luru	
Magasin Lurudalsvatn		Magasin Lurudalsvatn	
Sammenstilt virkn.		Sammenstilt virkn.	
Kraftstasjon		Kraftstasjon	
Medåla dam		Medåla dam	
Fiskleylebikken dam		Fiskleylebikken dam	
Kraftlinjer		Kraftlinjer	
Bekkeinntak		Bekkeinntak	
Veier		Veier	
Ripplass/iverrislag		Ripplass/iverrislag	
Vannføring Medåla		Vannføring Medåla	
Vannføring Formofoss		Vannføring Formofoss	
Magasin Leirsjøen		Magasin Leirsjøen	
Sammenstilt virkn.		Sammenstilt virkn.	
PRIMÆR VIRKNING	SEKUNDÆR VIRKNING	SLUTT EFFEKT	MERKNADER
1. I Laksjøen vil det bli redusert tynningseffekt for utstippet tyrreanlegg i Sanddøla om vinteren. 2. Luru og Medåla kan få mer tonerikt vann og høyere pH. 3. Endret vannføring kan påvirke prod. forholdene og vannkvaliteten nedstrøms Formofoss.	1.1. Kan gi økt innhold av koliforme bakterier. 2.1. Kan gi økt begroing og større produksjon av næringsdyr for fisk. 3.1. Vil gi redusert tynningseffekt for utstipp ved Ørskog.	1.1.1. Mindre egnet som drikkvannskilde. 2.1.1. Liten positiv virkning på fiskeproduksjonen, forutsatt tilsvar. vannføring 3.1.1. Ingen virkning på restpenteffektene.	1.1.1. Problemet kan sannsynligvis unngås ved gunstig plassering av utstippet fra renseanlegget i forhold til inntak for drikkevann. 3.1.1. Forutsatt utbygging av kloakkanlegg og utstipp til Namsen vil dagens situasjon ikke bli forverret.
1. I Laksjøen vil temp. i 10-30 m dyp stige ca. 1°C. 2. I nedre deler av Sanddøla før samlet med Luru vil temp. øke med 1-2°C fram til midten av juli og reduseres med 0-1°C senere på sommeren. 3. For Mellomvatnet og Otersjøen vil det bli mindre forskjell på overflate- og dyvvannstemp. Overflate-temp. vil reduseres med 3-5°C fram til august og 0-2°C i aug/sept. Dyvvannstemp. vil få en tilsvarende økning. 4. I Luru og Medåla nedstrøms magasinene vil det tidlig på sommeren bli en temp. reduksjon ved stillpning av minstevannføring og flomvann. 5. I Lurudalsmagd. vil temp. fram til aug. ligge 2-4°C under temp. for Laksjøen i uregulert tilstand. I aug/sept. vil avvirket være lite. 6. I kamsen nedstrøms Sanddøla vil temperatur- endringene bli mindre enn +/-1°C.	3.1. Vil gi nedsett prod. av plankton og bunn dyr.	3.1. Redusert temp. og næringsprod. vil gi redusert fiskeproduksjon.	

Figur 7.5.

Utdrag fra stepmatrisen for Sanddøla-Luruprojektet.

Kilde: Wangen (1984).

Langs stepmatrikens horisontale akse beskrives utbyggingsprosjektet som for virkningsmatriksen, men hver komponent er igjen inndelt i de enkelte inngrepsselementer. Stepmatrikens vertikale akse er inndelt i 6 virkningsområder; i tillegg til de 5 i virkningsmatriksen, inngår også det fysiske virkningsområdet.

Virkninger av utbyggingen identifiseres i stepmatriksen ved hjelp av definert symbolbruk og virkningene beskrives v.h.a tekst. Utfylling av matriksen gir en systematisk fremstilling av sammenhenger mellom utbyggingsprosjektets komponenter og virkninger på de ulike miljøelementer. Teknikken kan videre være et hjelpemiddel til bearbeiding av faglig informasjon om virkninger med henblikk på etterfølgende evaluering.

Med henblikk på å bringe arbeidet med konsekvensanalyser inn i en styrt prosess, ble det utviklet et generelt modellsystem bestående av 4 modelltyper:

- Modell for sammenhenger mellom prosjektets komponenter og fysiske miljøelementer.
- Modeller for sammenhenger mellom fysiske miljøelementer og miljøelementer i andre virkningsområder.
- Modeller for beskrivelse av virkninger på brukerinteresser.
- Modeller for forhandlingsplanlegging.

De tre førstnevnte modellene kan kobles til hverandre og utgjør tilsammen et system for å beskrive virkninger som influerer på brukerinteressene. Viktige deler av de tre første modelltypene er flytskjemaer som viser årsaks/virkningsammenhenger.

### Kommentarer

Stepmatriksen gir en ryddig fremstilling av et prosjektets virkninger basert på en verbal beskrivelse av virkningene. I eksempelet i rapporten er fremstillingen omfattende (totalt 32 tettskrevne ark, Fig. 7.5 viser et utdrag). Ved et slikt omfang vil ikke matriksen være et enkelt og oversiktlig verktøy for videre bruk, men vil til gjengjeld gi muligheten for en detaljert vurdering av miljøulempene.

Stepmatristeknikken tilfredsstillende i stor grad våre kriterier til behandling av konsekvenser. Metoden angir både en geografisk og tidsmessig differensiering, den viser alle relevante konsekvenser og angir disse i forhold til de enkelte brukerinteressene. Konsekvensvurderingen innebærer til en viss grad bruk av skjønn. Kriteriet om etterprøvbarehet synes å bli tilfredsstillende, men både dette og behandlingsmetodikken vil lide under det store omfanget som stepmatriksen har i eksempelet. Også kravet til datagrunnlaget synes tilfredsstillende.

Også her brukes flytskjemaer for å beskrive årsaksammenhenger mellom prosjekt-komponenter, miljøelementer og virkninger på brukerinteressene. Flytskjemaene minner om teknikken benyttet i MUPS. I MUPS er det utarbeidet et flytskjema for hvert "verdsatt miljøelement" som viser hele årsaks/virkningskjeden for hvordan dette miljøelementet kan bli påvirket. I rapporten om stepmatriseteknikken er kjedene oppdelt ved at en modell bare viser overgangen fra et nivå til det neste nivået i systemet og at ingen modell følger virkningene fra toppen til bunnen i systemet.

Hovedinntryket er at metoden gir en god, omfattende og detaljert beskrivelse av miljøulempene, men det kan ligge en svakhet i det store omfanget. Vi vil likevel anta at det er opp til den enkelt bruker å tilpasse omfanget til sitt eget behov, men at et eventuelt redusert omfang vil gå ut over beskrivelsens detaljrikdom og etterprøvnbarhet. Teknikken for beskrivelse av virkninger vil kunne brukes som et grunnlag for verdsettingen av konsekvensene.

For vårt videre arbeid styrker rapporten argumentene for å bruke flytskjemateknikk, med fokusering på en enkelt miljøkonsekvens med ubrudte virningskjeder helt opp til det aktuelle naturinngrep.

#### **7.4 Metoder for strukturell fremstilling: Konklusjon**

Med bakgrunn i gjennomgangen av Samlet Plan, MUPS og stepmatriseteknikken vil vi trekke frem følgende hovedpunkter som vil bli brukt i det videre arbeid for verdsetting av miljøulempene:

- Brukerinteresseorienteringen (fra Samlet Plan)
- Fremstillingen av årsaks/virkningsforhold med flytskjema for hver enkelt brukerinteresse (fra MUPS)



## **8. METODER FOR STRUKTURELL SAMMENSTILLING AV KONSEKVENSER**

Metodene fastsetter en del viktige premisser for sammenstilling, sammenveining og verdsetting av miljøkonsekvenser, men går i liten grad inn på de ulike teknikker for verdsetting.

### **8.1 Planleggingens balansekonto**

I rapporten "Planlegging og sammenligning ved vassdragsutbygging" (Børset, 1986) diskuteres metoder for planlegging og beslutningsfatting med utgangspunkt i vassdragsreguleringssaker.

Rapporten gjennomgår en rekke kriterier som en sammenveingsteknikk bør tilfredsstillende (som i vesentlig grad er inkludert i våre kriterier i kap.6).

Grunnlaget for en beslutning vil være en avveing mellom de interesser som oppfattes som meningsberettiget. Beslutningsprosessen vil være dominert av interessevurderinger og det vil være vanskelig å komme frem til en felles målformulering. Rapporten anbefaler derfor en metode med et så lavt aggregeringsnivå at konsekvensene for de viktigste interessegrupperingene fortsatt kan identifiseres. Med denne bakgrunn må informasjon om virkninger av et prosjekt relateres til bruker- og interessegrupper.

Virkningene av et vannkraftprosjekt er av svært ulik type. Teknikker for økonomisk kvantifisering anses å være for usikre og for lite almene til at man kan basere seg utelukkende på disse. Sammenligningsmetoden må kunne behandle alle konsekvenstyper og det advares mot å "presse igjennom" en kvantifiseringsmetode som ikke er egnet for den type konsekvenser som foreligger.

Rapportens konklusjonen er at planleggingens balansekonto best synes å oppfylle de fleste av de krav som stilles til metodene.

Planleggingens balansekonto innebærer en form for strukturert opplisting av konsekvenser. Metoden er bla. karakterisert ved at virkninger av prosjektet relateres til ulike interessegrupper. Metoden behandler, men holder adskilt, virkninger som:

- lar seg økonomisk kvantifisere,
- lar seg kvantifisere i fysiske enheter og
- virkninger som bare lar seg rangere og som kan beskrives med ord (kvalitativ beskrivelse).

Sammenstilling og aggregering kan skje ved at virkninger som kan uttrykkes i samme enhet, kan summeres i særskilte tabeller. Sluttpresentasjonen sikter ikke mot en total sammenveiging, men mot en sammenligning av fordeler og ulemper for interessegrupperingene.

Rapporten gir videre en inndeling i brukerinteresser som er svært lik den som er brukt i Samlet Plan, med unntak av at reiseliv er skilt ut som egen brukerinteresse. Til de ulike brukerinteresser oppstilles målformuleringer som uttrykk for brukerinteressens ønsker samt indikatorer for endringer i forhold til denne ønskede situasjon. Avslutningsvis i rapporten gjennomgås de enkelte bruksformer nærmere, bla. ved å angi forslag til verdsettingsindikatorer.

### Kommentarer

Planleggingens balansekonto er som nevnt en form for strukturert opplisting av konsekvenser. Metoden bringer oss noe videre fra metodene som viser årsaks/-virkningssammenhenger og beskriver konsekvenser, men selve kvantifiseringen gjenstår fortsatt.

Modellen gir muligheten for en oversiktlig fremstilling og kan tilfredsstille våre kriterier for behandling av konsekvensene, men vil her avhenge av hvilke kvantifiseringsteknikker som benyttes. Metoden kan håndtere alle relevante konsekvenser, kan vise fysiske konsekvenser for de enkelte brukerinteressene, men gir i seg selv ingen modell for økonomisk kvantifisering. Modellen gir mulighet for differensiering både geografisk og i tid og gjennomfører et lavt aggregeringsnivå. Etterprøvbareheten er god og metoden kan brukes selv med dårlig datagrunnlag.

Særlig relevant i vår sammenheng er inndelingen av virkninger i tre ettersom de lar seg kvantifisere økonomisk, i fysiske enheter eller bare kan beskrives med ord. Det påpekes dessuten at en høy grad av aggregering ved sammenveiging i denne sammenheng med svært ulike konsekvenstyper, er vanskelig og til dels ikke ønskelig samt at en brukerinteresseorientering er viktig.

## **8.2 Andre modeller**

Vi vil her kort nevne enkelte andre mulige modeller. Vi tar utgangspunkt i rapporten "Konsekvenser ved vassdragsreguleringer, Utprøving av en stepmatrisemetodikk for identifisering av virkninger" (Wangen, 1984) som vurderer en rekke ulike metoder for evaluering av virkninger av vassdragsreguleringsprosjekter (selve stepmatrisemetodikken er gjennomgått i Kap. 7.3).

Følgende metoder er vurdert:

1. Verbalt beskrivende metoder
2. Matriser
3. Kartmetoder
4. Kvalitative metoder
5. Kvantitative metoder
6. Kost/nyttemetoder
7. Integreerte simuleringsmodeller
8. Kombinerte metoder
9. Forhandlingsmetoder

Rapporten anbefaler at vurderingen av virkninger tar utgangspunkt i brukerinteressene.

Med henblikk på evaluering av et utbyggingsprosjekt anbefales å bruke en verbalt beskrivende metode sammen med en kombinert metode. Verbalt beskrivende metoder benytter vanlig tekst for å angi virkninger av utbyggingen. Metodene vil ha en lite aggregert presentasjonsform og det vil kunne være vanskelig å skille mellom virkningenes størrelse og viktighet.

Kombinerte metoder er bygd på ulike prinsipper hentet fra andre analysemetoder. Karakteristisk er en disaggregert presentasjon av virkningenes størrelse, som angis enten i økonomiske eller fysiske enheter eller beskrives kvalitativt, når annen angivelse ikke er mulig. Virkningsbeskrivelsen foretas vanligvis i forhold til de grupper som berøres av utbyggingsplanene. Det skilles mellom de gruppene som får fordeler og de som får ulemper. Det overlates til beslutningstagere å vurdere virkningenes viktighet. Den mest aktuelle metode angis å være planleggingens balansekonto.

#### Kommentarer:

En kost/nyttemetode gir kun mulighet til å inkludere faktorer som kan gis en økonomisk verdi. Beskrivende modeller og metoder basert på rangering kan inkludere alle faktorer, men vurderer ikke økonomiske konsekvenser. Metodene gir i ulik grad mulighet til å differensiere mellom de enkelte brukerinteressene.

Rapporten støtter klart opp under bruken av planleggingens balansekonto. Argumentene som benyttes tilsvarer de som ble benyttet hos Børset (1986) (jfr. Kap 8.1).

### **8.3 Metoder for strukturell sammenstilling av konsekvenser: Konklusjon**

Med bakgrunn i de gjennomgåtte rapporter, er vi av den oppfatning at det vil være hensiktsmessig å bruke elementer fra planleggingens balansekonto. Vi vil særlig legge vekt på følgende forhold:

- verdsetting på tre nivåer (økonomisk, i fysiske enheter og beskrivende),
- aggregering kan skje ved at virkninger som kan uttrykkes i samme enhet kan summeres,
- virkninger av et prosjekt relateres til ulike interessegrupper.

## **9. KVANTIFISERINGS- OG VERDSETTINGSMETODER**

Vi vil i dette kapitlet gjennomgå ulike metoder for å verdsette miljøkonsekvenser. Følgende metoder for verdsetting i kroner vil være aktuelle:

- Økonomiske metoder som ser på endringer i produksjonsforhold,
- Andre former for økonomisk verdsetting, så som intervjumetoden, reisekostnadsmetoden og metoder som går direkte inn i budsjetter/regnskaper over kostnader til de ulike miljøtiltak,
- indirekte metoder som søker å sette kroneverdier på miljøgoder ved å sammenligne og rangere disse i forhold til faktorer som allerede er verdsatt og gitt en kroneverdi.

I tillegg vil vi kort redegjøre for teknikker for verdsetting i ikke-økonomiske termer.

### **9.1 Metoder som ser på endringer i rene produksjonsforhold**

Enkelte goder kan bli verdsatt ved å se på rene produksjonssammenhenger. Med produksjonssammenhenger mener vi her forhold knyttet til produksjon av en vare, f.eks jordbrukets produksjon av korn eller melk. En vassdragsutbygging kan innebære endringer i slike produksjonsforhold. Konsekvensene av utbyggingen kan da beskrives ved verdien av den endrede produksjonen. F.eks. kan konsekvensen av å demme ned et jordbruksareal verdsettes ved å beregne de økonomiske tapene ved redusert jordbruksproduksjon.

En annen mulighet er å beregne de såkalte alternativkostnader. I vår sammenheng vil alternativkostnadene si de totale kostnader som må til for å skape et tilsvarende tilbud (eller muligheter), både hva gjelder kvalitet og kvantitet, som de som går tapt ved en vassdragsutbygging. F.eks. kan kostnaden av å måtte nedlegge en vannforsyningskilde, uttrykkes i form av kostnadene ved å skaffe forbrukerne en ny kilde med samme kvalitet og kapasitet.

#### **Kommentarer:**

Verdsetting knyttet til rene produksjonssammenhenger har flere klare fordeler. Verdiene av konsekvensene blir knyttet direkte til markeder med reelle priser uten å gå noen omvei. Dette gir metoden en klar styrke fremfor alle andre metoder ved at det kronebeløp som fremkommer er et direkte uttrykk for den aktuelle miljøkonsekvensen. Metoden kan benyttes overalt der miljøkonsekvensene er knyttet til slike produksjonssammenhenger.

Verdsettingen etter denne metoden vil som regel være enkel å gjennomføre samt at den

vil være enkel å forstå og etterprøve. Kostnadene kan fordeles på de enkelte berørte brukerinteressene og det gis mulig for å differensiere i ulike tidsfaser.

En ulempe er at den verdi som fastsettes ikke alltid dekker de hele og fulle konsekvenser av den miljøulempe som skal verdsettes. Om så skulle være tilfelle bør det være rimelig enkelt å få oversikt over samt å definere hva den beregnede kostnad faktisk dekker.

En annen svakhet er at metoden ikke er anvendelig for alle typer miljøkonsekvenser. I verdsettingsøyemed er det en viktig forskjell mellom "naturvern" og tildels "friluftsliv" og de andre brukerinteressene ved at de andre interessene innebærer en antropogen virksomhet, til dels også en produksjon (eller et forbruk), som kan måles og verdsettes i kroner. For de forhold der en er aktuell synes den derimot å gi mulighet for å dekke opp de kriteriene vi har satt for modellen.

## **9.2. Andre metoder for økonomisk verdsetting**

Dette kapitlet bygger bla. på Strand og Wenstøp (1991), Ibrekk (1990), Hervik og Risnæs (1983), Bryn (1989) og Navrud (1989a).

Flere typer av metoder for økonomisk verdsetting av miljøgoder er aktuelle. Strand og Wenstøp (1991) skiller mellom tre hovedtyper av metoder:

1. Indirekte metoder.
2. Direkte metoder
3. Politiske prosesser og ledelsesorienterte beslutningsmetoder.

Alle metoder av typene 1 og 2 tar utgangspunkt i verdsettingen hos samfunnets individer i dag og søker et mål for denne verdsetting for det enkelte individ og for samfunnet som helhet ved å aggregere alle individer. Ved metoder av type 3 skjer verdsettingen gjennom politikere eller eksperter som er ment å representere befolkningen.

Indirekte metoder tar utgangspunkt i individers atferd i markeder for "ordinære" goder hvis etterspørsel har sammenheng med etterspørselen etter miljøgodene, eller der miljøkvalitetene ligger innebygd i de private godene. For eksempel kan forskjeller i eiendomspriser som følge av ulik nærhet til miljøgoder gi indikasjoner om verdsettingen av miljøgodet. Tids- og reisekostnader forbundet med bruken av bestemte miljø- eller rekreasjonsgoder, kan i enkelte tilfelle brukes som utgangspunkt for verdsetting.

De direkte metodene innebærer at man forsøker å måle individenes egne uttrykte

preferanser for miljøgodene. Til direkte metoder hører bla. intervjumetoder og verdsetting på basis av folkeavstemninger over konkrete miljøspørsmål.

Verdsettingen i politiske prosesser og ledelsesorienterte beslutningsprosedyrer skjer via representanter for individene, av politikere eller eksperter. Politikerne skal være et uttrykk for folkeviljen. Ekspertene vil kunne ha bedre forutsetning for å bedømme konsekvensene av miljøulemper som de fleste legfolk kan ha vanskelig for å forholde seg til. Metodene tar dermed ikke utgangspunkt i individuelle preferanser.

Metodene har både svake og sterke sider. En viktig svakhet ved de indirekte metodene er at det ikke direkte tas hensyn til individenes preferanser for miljøgodene, men at det går omveier via visse økonomiske atferdsmodeller. Resultatene viser seg ofte å avhenge av forutsetninger som nesten aldri vil være helt oppfylt i praksis. Den sterke siden ved de indirekte metodene er at de tar utgangspunkt i folks konkrete markedsatferd, mens en svakhet ved de direkte metodene er at man ofte må stille individene ovenfor hypotetiske og uvante verdsettingsproblemer. En viktig styrke ved de direkte metodene er at folk blir spurt direkte om det man er ute etter å få vite og således gir et direkte uttrykk for folks preferanser.

De direkte metodene er dessuten i prinsippet i stand til å fange opp den samlede verdi av miljøgodene (bruksverdi, opsjonsverdi og eksistensverdi), mens de indirekte metodene derimot, bare gir mulighet for å måle bruksverdien. Disse forskjellige verdibegreper, som gir uttrykk for folks motiver for verdsetting av et miljøgode, kan inndeles på følgende måte:

Bruksverdi, som uttrykker verdien av å bruke godet.

Opsjonsverdi, som er verdien av å ha godet tilgjengelig for senere fremtidig bruk, av seg selv eller andre.

Eksistens- eller bevaringsverdi, som er verdien man setter på at et gode faktisk eksisterer og har en bestemt kvalitet. Motivet kan være at en ønsker at andre skal kunne benytte seg av godet, også kommende generasjoner eller at man ikke liker tanken på at godet skal forsvinne eller forringes.

Det kan skilles mellom tre hovedtyper direkte metoder:

\* Betinget verdsetting (Intervjumetoden).

Dette innebærer at man stiller et utvalg av individer det gjelder, ett eller flere spørsmål av typen: "Hvor mye er du villig til å betale for at prosjekt X skal gjennomføres." Man søker altså et direkte mål for individenes betalingsvillighet for at prosjektet skal bli igangsatt.

- \* Fletallsvedtak.  
Flertallsvedtak, f.eks ved en folkeavstemning over velspesifiserte miljøsaker benyttes for å ta stilling til konkrete utbyggingsalternativer eller om et prosjekt skal gjennomføres eller ikke. Denne beslutningsmekanismen er reell for de berørte individer og gir direkte informasjon om individenes preferanser.
- \* Verdsetting ved bruk av faktiske markedsmekanismer eller budprosedyrer.  
Metoden bygger på at det for visse miljøgoder i prinsippet kan tenkes etablert markeder der rettighetene for bruk av godene kan gjøres til gjenstand for kjøp og salg. Et eksempel er retten til fiske i bestemte elver. Prisen vil da kunne si endel om samfunnets verdsetting av de aktuelle goder.

Det skilles mellom to typer indirekte metoder, dose-responsmetoder og metoder som tar utgangspunkt i individers markedsatferd. Dose-responsmetoder brukes til å beregne samfunnsøkonomiske tap av miljøskader på mennseker (i form av økt sykkelighet og dødelighet), på dyr og planteproduksjon, og på materialer som utsettes for miljøbelastninger. Vi vil her ikke gå videre med denne type metoder.

Aktuelle indirekte metoder i vår sammenheng er;

- \* Observasjoner av tidsbruk  
Dersom en kjenner visse parametre i den enkelte "husholdningsproduktfunksjon" kan dette gi grunnlag for å bestemme verdien av f.eks. et rekreasjonsgode, etter den tid man anvender til konsum av godet.
- \* Utgiftsmetoden  
Metoden tar utgangspunkt i å kartlegge alle kostnadene som er forbundet ved besøk i et rekreasjonsområde. Dette kan være transportkostnader, utstyrskostnader, merkostnader ved å bo og spise utenfor hjemmet og tidskostnader ved opphold i rekreasjonsområdet.
- \* Boligprismetoden  
Ved å observere geografiske ulikheter i boligpriser kan en anslå verdien av endring i et miljøgode under et sett av forutsetninger.

De mest brukte metodene (i sammenhenger relevant for våre problemstillinger) er følgende:

- \* reisekostnadsmetoden (indirekte metode)
- \* intervjumetoden (betinget verdsetting) (direkte metode)
- \* kostnadsmetoden (direkte metode)
- \* flermåls beslutningsanalyse (direkte metode)



### Reisekostnadsmetoden

I denne metoden tar en utgangspunkt i et marked for kjøp og salg av transporttjenester der reisekostnadene ved å komme til et rekreasjonsområde likestilles med en inngangsbillet til området. Omlandet til rekreasjonsområdet deles inn i soner etter avstand til området og en beregner reisekostnader og antall besøk fra de enkelte soner til området. Ut fra de samlede reisekostnader kan en beregne seg fram til hva de besøkende er villig til å betale for å bruke området.

Styrken ved denne metoden er at den baserer beregningene på faktisk adferd i et transport-marked. Blant de største svakheter ved metoden er at det er vanskelig å avgrense et rekreasjonsområde samt å vurdere kvalitetsforringelse som følge av en utbygging, f.eks. vannkraftutbygging. Reisene vil også ofte ha andre formål enn bare bruk av rekreasjonsområdet. Mange som idag ikke besøker området vil være villig til å betale for å ha muligheten til å benytte rekreasjonsområdet i fremtida.

### Intervjumetoden

Metoden konstruerer et tenkt marked og bruker intervjuteknikker for å finne fram til hvor mye folk er villig til å betale for miljøgoder. Etter at de aktuelle endringer i miljøkvalitet er beskrevet verbalt, starter man med å spørre om intervjuobjektet er villig til å betale et utgangsbud for å forhindre skaden eller å bedre miljøet. Hvis svaret er ja fortsetter man budgivingen inntil man når grensen i betalingsvillighet. Ved å intervju representative grupper kan man på denne måten spørre seg fram til den samlede betalingsvilligheten for miljøverdier.

Styrken ved intervjumetoden er at man kan beskrive endringen i miljøkvalitet ved inngrep og deretter direkte analysere betalingsvillighet for ulike grupper. Svakheterne er at man konstruerer et rent hypotetisk marked der betaling faktisk ikke avkreves og at folk ikke er vant til å svare på spørsmål om verdsetting av fellesgoder som de normalt ikke betaler for. Intervjuobjektet kan dessuten komme til å bygge inn taktiske vurderinger i de svar som gis.

I motsetning til reisekostnadsmetoden så kartlegger man ved intervjumetoden ikke bare betalingsvilligheten for den faktiske bruken av området, men også opsjons- og bevarings-/eksistensverdien.

### Kostnadsmetoden

Denne metoden skiller seg fra de to første ved at man ikke på individuelt grunnlag kartlegger hva man er villig til å betale for miljøverdier, men istedet beregner implisitte kostnader av politiske beslutninger med miljøpolitisk forankring. Hvis miljøhensyn

fører til avvik fra en optimal kraftverksøkonomisk måte å utnytte ressursgrunnlaget, vil dette innebære økte kostnader (eller reduserte inntekter) som kan tolkes som den implisitte kostnad man er villig til å betale for disse miljøhensyn.

Styrken ved denne metoden er at den er enkel å forstå. En svakhet er tolkningsproblemene som ligger i at en politisk beslutning ofte er et resultat av en lang prosess hvor mange ulike hensyn trekkes inn og hvor det er vanskelige å trekke fram hvilken kostnadsøkning som skyldes miljøhensyn.

### Flermåls beslutningsanalyse

Metoden er i hovedsak en framgangsmåte for å systematisere beslutningsprosessen, og bærer da også betegnelsen beslutningsanalyse. En viktig del av analysen er beskrivelser av de mål som skal tas hensyn til i beslutningsprosessen. Flermåls beslutningsanalyse er en metode for å avveie mot hverandre de kryssende mål som oppstår når en i et beslutningsproblem skal velge mellom ulike verdier og alternativer som kan ha kvalitativt forskjellig målestokk. Ved å konstruere et hierarki av mål for beslutningsproblemet, kan den totale nyttefunksjonen fastlegges ut fra kjennskap til de tilhørende endimensjonale nyttefunksjonene. I metoden inngår en spesiell intervjueteknikk hvor intervjuobjektene får mulighet til å prioritere mellom ulike konsekvenser og foreta avveininger mellom dem.

Til hjelp i arbeidet brukes interaktive programpakker der datamaskinen beregner konsekvensene av de svarene som blir gitt. Dette gjør det mulig å kontrollere og korrigere svarene underveis til man tilslutt kommer fram til et sett av preferanser som viser hvordan man avveier de ulike hensyn mot hverandre. Når preferansene er kartlagt kan man beregne en totalnytte som gir et uttrykk for alle aspektene ved den aktuelle utbyggingssak. Metoden kan også brukes til å regne ut den totale betalingsvilligheten for miljøaspektene ved en utbygging eller tiltak.

Styrken ved metoden er at den gir en logisk og ryddig ramme til håndtering av selve beslutningsprosessen. Det vil kunne by på problemer å få beslutningstakerne til å godta at deres preferanser lar seg beskrive i et matematisk modellspråk hvor alle hensyn i beslutningsprosessen er uttømt ved beskrivelsen av de ulike attributtene.

### Erfaringer med kostnadsmetoden: Miljøkontoen

Som en del av NTNFs program Miljøvirkninger av vassdragsutbygging (MVU) ble prosjektet "Miljøkonto ved vassdragsutbygging" utarbeidet ved Møreforskning i Molde (Bryn, 1989). I henhold til A.Hervik og K.Bryn, Møreforskning (pers.med.) inneholder miljøkonto-konseptet både en nytteside og en kostnadsside som i prinsippet skal balansere hverandre. Nyttensiden er frem til i dag ikke utviklet og beskrivelsen

nedenfor baseres kun på Bryn (1989). Metoden som rapporten benytter må sies å falle inn under det vi tidligere har kalt kostnadsmetoden.

Med en miljøkonto menes i rapporten et regnskap over de faktiske kostnader som er medgått til miljøtiltak ved en vassdragsutbygging. Orkla/Grana-utbyggingen brukes som regneeksempel og kostnadene ved tiltakene hentes fra byggeregnskapene.

Rapporten foreslår en kontoplan for å systematisere kostnadene. Inndelingen av kontoplanen i hovedposter forteller hva som her regnes som miljøtiltak:

1. Miljøundersøkelser
2. Endringer i utbyggingsplanene
3. Manøvreringsbestemmelser
4. Andre miljøtiltak

Miljøundersøkelser er vitenskaplige undersøkelser og registreringer til bruk for å vurdere og detaljbestemme miljøtiltak. Slike undersøkelser ses på som en nødvendig del av tiltakene. Også når undersøkelsene har konkludert med at videre tiltak er unødvendige, er de medtatt i miljøkontoen.

Endringer i utbyggingsplanene omfatter sløyfing, flytting, eller endringer av magasiner, tunneler eller kraftstasjoner som først og fremst gjøres av miljøhensyn. Ofte vil kostnaden beregnes som kostnaden mellom to helt ulike utbyggingsløsninger.

Manøvreringshensyn omfatter alle krav til driften av vannkraftanleggene som er motivert av miljøhensyn. Dette kan bla. gjelde krav som begrenser fylling og tapping av magasinene eller krav om minstevannføringer. De største kostnadene her er knyttet til produksjonstap.

Andre miljøtiltak inkluderer tiltak for å redusere skadevirkningene av regulering som ikke inngår i de andre gruppene. Enkelte av disse tiltak reduserer inngrepene direkte, f.eks. terskeldammer, mens andre tiltak retter seg mot indirekte virkninger av naturinngrepene, så som flytting av hytter, etablering av ny vannforsyning m.m.

Generelt gjelder det at fordeler eller inntekter knyttet til tiltakene ikke er medregnet i kontoen. Kostnader eller fordeler som andre brukere av vassdraget måtte ha, er heller ikke medregnet.

I rapporten er det lagt mindre vekt på nyttesiden. Det er ikke gjort forsøk på å kvantifisere nytten av de enkelte tiltak eller å finne frem til egnede miljøindikatorer.

Vedlegg 1 gir en summarisk oversikt over beregningsresultater fra bruk av miljøkontoen som er relevante i vår sammenheng.

### Kommentarer

Miljøkonto-modellen er en av få eksisterende metoder for verdsetting av miljøulempere og som sådan en viktig modell. Elementer fra modellen vil antagelig kunne brukes i vår sammenheng, men det er enkelte forhold som begrenser anvendbarheten.

Miljøkonto-modellen slik den er presentert i Bryn (1989) forsøker ikke å kvantifisere miljøulempene som sådanne, men beregner kostnadene ved ulike typer tiltak som er rettet mer eller mindre direkte mot å avbøte miljøkonsekvensene. Disse kostnadene vil representere miljøulempene kun dersom tiltakene gir eksakt riktig kompensasjon av miljøulempene. Dersom tiltakene bare delvis avbøter ulempene gir miljøkontoen ingen form for verdsetting av den gjenstående miljøulempen.

Miljøkontoen viser dermed hvor store beløp utbygger og konsesjonsgivende myndighet finner det riktig å bruke for å avbøte de faktiske miljøulempere ved en utbygging.

Hovedpostene i kontoplanen viser dessuten at kontoen er oppbygget etter kraftinteressenes synsvinkel. Kontoplanen gir ingen oversikt over hvordan kostnadene (ulempene) fordeles mellom ulike økosystem-elementer eller brukerinteresser. Den budsjettmessige inndeling medfører at en fordeling mer i tråd med våre ønsker antagelig vil være vanskelig å gjennomføre.

Sammenholdt med våre kriterier synes modellen å gi mulighet for en oversiktlig fremstillingsform. Ved behandlingen av konsekvensene vil budsjettet neppe gi uttrykk for kostnaden for hver enkelt miljøulempen hver for seg og konsekvensene av disse for de ulike brukerinteressene. Modellen gir mulighet for geografisk og tidsmessig differensiering. Om man kun følger budsjettposter vil graden av skjønn antagelig være liten, men når de enkelte utgiftsposter skal fordeles videre, må det forventes en del bruk av skjønn.

Bruken av prisippene fra miljøkontoen i vårt prosjekt vil antagelig begrense seg til verdsetting av enkelt-ulempere for enkelt-interesser. Verdsettingen kan muligens tenkes å skje i form av en antydning eller en minimumsverdi.

### Erfaring med andre metoder

Navrud (1989a) har kartlagt alle verdsettingsstudier ved bruk av betalingsvillighet som er utført i Norge. Av disse undersøkelsene vurderer 3 problemstillinger knyttet til vannforurensning og 9 til ferskvannsfiske. Studiene knyttet til vannkvalitet benytter alle intervjumetoden, mens for ferskvannsfiske fordeles det jevnt på intervjumetoden og reisekostnadsmetoden. Senere har Hem (1989) benyttet intervjumetoden (bedring av

vannkvalitet) og Navrud (1990) både intervju- og reisekostnadsmetoden (kalking av vassdrag).

Det synes å være godt samsvar mellom de forskjellige norske studiene med bruk av reisekostnadsmetoden. Hittil finnes ikke eksempler på norske anvendelser av metoden på verdsetting av andre miljøgoder enn ferskvannsfiske.

Intervjuundersøkelsene har brukt "Contingent Valuation Method", som er en metode hvor individene blir satt i en hypotetisk situasjon hvor de kan uttrykke sin betalingsvillighet gjennom å antyde hvor mye de er villig til å betale for å forbedre miljøet ("bidding game"-metode).

Verdsettingsundersøkelser av ferskvannsfiske viser god konsistens mellom de ulike vassdragene. Betalingsvilligheten varierer i hovedsak mellom 150 - 300 kr. pr. fisker pr. dag i hvert av vassdragene. Hervik et al. (1987) har gjennomført en betalingsvillighetsundersøkelse (intervjumetoden) for gjennomføring av Samlet Plan. Resultatene ga en samlet betalingsvillighet på 500-1000 kroner pr. person i form av økt elektrisitetsregning for å verne de aktuelle vassdrag.

I Vedlegg 1 gis en oversikt over resultatene av betalingsvillighetsundersøkelser gjennomført i Norge.

#### Kommentarer:

Fra et metodisk synspunkt synes erfaringene med betalingsvillighetsundersøkelser så langt å være gode. Likefullt knytter det seg fortsatt mange metodiske usikkerheter til disse undersøkelsene.

Skepsis og reservasjon mot intervju-undersøkelser har medført at få av studiene har blitt benyttet i konkrete beslutningssituasjoner innen forvaltningen. Undersøkelsene så langt har mer hatt karakter av utprøvningsprosjekter enn som konkrete bidrag til en beslutningsprosess.

En motforestilling som nevnes er at selv om intervjuobjektene svarer i "god tro", står man ikke ovenfor noen reell betalingssituasjon og at man derfor må kunne forvente en annen prioritering enn om de sto ovenfor en faktisk utbetaling. I undersøkelser har det ofte vært vanlig å knytte spørsmålene til et enkeltgode, uten å se dette i sammenheng med betalingsvilligheten for og verdien av andre miljøgoder.

Intervjuundersøkelsene har i hovedsak vært av en typen "alt eller intet", dvs. de kartlegger verdien av hele fiskebestander, gjennomføring av hele Samlet Plan o.l. I praksis vil dette ofte være av liten interesse fordi de aktuelle problemstillinger som regel bare

innebærer visse (mindre) endringer for brukerinteressene. Metodisk sett skulle det være mulig å finne tilpasninger som dekker opp slike problemstillinger. Derimot vil muligens usikkerheten knyttet til verdsettingen av hypotetiske endringer øke dersom endringene i miljøgodene vil være mindre synlige og ha mindre følger for intervjuobjektene.

Utførte undersøkelser gir bare delvis betalingsvilligheten for enkeltkonsekvenser fordelt på brukergrupper. I praksis vil dette neppe være noe problem, men vil innebære at undersøkelsen må ha stor grad av oppløselighet, dvs. at betalingsvilligheten til hver enkelt brukergruppe i forhold til hver av de ulike konsekvensene må kartlegges hver for seg.

Dagens metodegrunnlag for intervju-undersøkelser, innebærer at resultater fra et geografisk område ikke er direkte overførbart til et annet. Dette tilsier at det bør gjennomføres nye undersøkelser for hvert enkelt utbyggingsprosjekt.

Et positivt og særdeles viktig forhold ved intervju-undersøkelser er at de gir oss en mulighet til økonomisk verdsetting av miljøulempen der andre metoder kommer til kort.

### 9.3 Indirekte verdsetting v.h.a. rangering

Det finnes også metoder som søker å sette kroneverdier på miljøgoder ved å sammenligne og rangere disse i forhold til faktorer som allerede er verdsatt og gitt en kroneverdi. En slik metode er gjengitt i Maniate & Carter (1973) "The Evaluation of Intangibles in Benefit-Cost Analysis. A General Method".

Etter først å ha definert målet med prosjektet og definert det geografiske influensområdet, skal man sette opp en liste over alle effekter. Effektene på listen vil være av to typer; effekter som lar seg økonomisk verdsette (kalt tangibles), og effekter som ikke lar seg økonomisk verdsette (kalt intangibles). Deretter rangeres effektene, fra den mest positive til den mest negative. Maniate & Carter anbefaler en rangering ut fra en matrise der konsekvensene blir vurdert opp mot hverandre (større, lik, eller mindre konsekvens), men hvilken rangeringsmetode som benyttes er av mindre betydning. Hovedsaken er at man får en rangert liste over effekter, der noen effekter er verdsatt i kroner, mens andre ikke er verdsatt. Med rangeringen oppnås at man kan anta at verdien av en ikke-verdsatt effekt må ligge mellom nærmeste verdsatt over og under på listen.

Metoden kan illustreres ved et eksempel. Nedenfor viser vi et tenkt utdrag fra en rangeringsliste:

:		
5. Effekt B	Verdsatt til kr.	50.000
6. Effekt H	Ikke verdsatt	
7. Effekt C	Versatt til kr.	75.000
:		

Rangeringen viser at man kan anslå verdien av effekt H til å ligge mellom kr. 50.000 og kr. 75.000. Et problem som vil ligge implisitt i metoden er at det kan oppstå en situasjon med en ikke-verdsatt effekt øverst eller nederst på rangeringslisten.

#### Kommentarer:

Metoden er ikke egentlig en økonomisk verdsettingsmodell. Metoden er helt og holdent avhengig av at noen miljøgoder lar seg verdsette i økonomiske termer ved hjelp av andre teknikker.

For å gi et rimelig godt resultat fordrer metoden dessuten at det er relativt mange effekter som lar seg økonomisk verdsette uavhengig av rangeringen. Videre bør verdiene ligge forholdsvis tett for å unngå å operere med altfor store intervaller i verdiene for de "ikke-verdsatte" effektene. Metoden forutsetter dessuten at rangeringen gir et korrekt bilde av de faktiske forhold. Med bakgrunn i at det vel kan hevdes at rangering er en forholdsvis usikker metode, vil resultatet bli tilsvarende usikkert.

### 9.4 Ikke-økonomiske verdsettingsteknikker

I kap.8 konkluderte vi med en anbefaling om en tredelt verdsetting; økonomisk, i fysiske enhet og en beskrivende del.

En verdsetting i fysiske enhet baserer seg på en fysisk beskrivelse av de ulike miljøelementer og endringene disse gjennomgår som følge av inngrepene. Vi vil beskrive dette med et eksempel.

Omfanget av brukerinteressen fiske innenfor et gitt område kan beskrives med hjelp av følgende fysiske enheter:

- Vekt av fanget fisk: Antall kg for ulike arter pr. år.
- Antall fiskere: lokalt, regionalt og nasjonalt.
- Bruksfrekvens: Gjennomsnittlig antall fiskedager pr. fisker.
- Antall fiskedager pr.år: Produktet av antall fiskere og fiskefrekvens.
- Grad av tilrettelegging for fiske: Tilgjengelig hytter, campingplasser etc.

Endringer for brukerinteressen fiske kan beskrives som (antatte) endringer i de samme fysiske forhold som beskriver omfanget av brukerinteressen, samt følgende:

- Areal av influensområdet
- Antall berørte fiskevann
- Alternative fiskemuligheter

Tilsvarende fysiske enheter som indikatorer på verdi og endringer i verdi kan også finnes for de andre brukerinteressene.

Verdsetting ved bruk av fysiske enheter vil ikke i seg selv være dekkende for verdsettingen, men kan være et verdifullt supplement til en økonomisk verdsetting, særlig der det råder tvil om gyldigheten av det økonomiske metodeverktøyet eller der den økonomiske verdsetting antas ikke å dekke opp hele verdien av miljøgodet.

### 9.5 Kvantifiserings- og verdsettingsmetoder: Konklusjon

#### Forholdet mellom verdsetting i økonomiske og i fysiske termer

For å tilpasses eksisterende beslutningsmekanismer best mulig bør verdsettingen av miljøgoder i størst mulig grad skje ved hjelp av økonomiske termer. I de tilfeller der det ikke finnes økonomiske metoder som er dekkende (eller det er usikkert hvorvidt metodene er dekkende) bør en verdsetting i fysiske enheter utføres i tillegg. Verdsetting i fysiske enheter vil da fylle ut mangler i den økonomiske verdsettingen.

Ved sammenligning mellom ulike alternativer eller mellom ulike miljøulempere kan det tenkes at den økonomiske verdsettingen i ulik grad er dekkende for de faktiske miljøulempene. En beslutning som baseres kun på økonomisk verdsetting kan da bli feil. For å bedre beslutningsgrunnlaget kan det være en klar fordel om også en verdsetting i fysiske enheter (samt en verbal beskrivelse) er gjennomført.

Nedenfor gis en konklusjon mht. økonomiske verdsettingsteknikker. For verdsetting i fysiske enheter viser vi tilbake til kap. 9.3.

#### Økonomiske verdsettingsmetoder: Konklusjon

Det synes klart at modeller som baserer seg på eksisterende produksjonssammenhenger bør benyttes der dette er praktisk mulig. Disse modellene har flere klare fordeler fremfor de andre metodene. Hovedfordelen er at modellene baserer seg på eksisterende, innkjørte og velkjente produksjonssammenhenger der man unngår hypotetiske problemstillinger.

Disse metodene er dessuten relativt enkle å benytte. Basis for kostnadsberegningene vil være en best mulig oversikt over de fysiske konsekvensene av det aktuelle inngrep. Man oppnår dermed implisitt en verdsetting av miljøulempen i form av fysiske enheter.

Også kostnadsmetoden slik den er brukt i miljøkontoprojektet (Bryn, 1989) synes i større grad å være akseptabel for de fleste parter enn de mer omfattende modellene, så som intervjumetoden og reisekostnadsmetoden. Kostnadene som fremkommer i



miljøkontoen er uttrykk for kostnadene for å vurdere, undersøke, unngå og avbøte miljøulemper, og gir som nevnt ikke noe direkte uttrykk for miljøulempen som sådan. Miljøkontoen gir heller ingen gjennomført fordeling av kostnadene på ulike bruker-interesser. Disse to forhold gjør miljøkontoen (Bryn, 1989) relativt lite egnet til bruk i vår sammenheng.

Klare fordeler ved intervjumetoden er at den kan benyttes for å verdsette alle typer miljøgoder, samt at den i prinsippet kan fange opp den samlede verdien av miljøgodene, også opsjons- og eksistensverdiene. Bruk av metoden vil i praksis kunne kreve et relativt omfattende arbeid.

Det er liten erfaring i Norge med reisekostnadsmetoden utover vurderinger knyttet til sportsfiske. Her har metoden tilsynelatende fungert bra. Med utgangspunkt i de andre aktuelle metodene vil vi anta at bruk av reisekostnadsmetoden i vår sammenheng bør begrense seg til verdsetting av rekreasjonsgoder.

De metodiske problemstillingene ved betalingsvillighetsundersøkelser (som er nevnt i kap.9.2) innebærer at resultatene fra bruk av både intervju- og reisekostnadsmetoden kan inneholde til dels stor usikkerhet.

Metoden for indirekte verdsetting v.h.a. rangering vil bare bli anbefalt der man har relativt lavt krav til presisjon i verdsetting og der andre verdsettingsmetoder ikke vil bli prioritert enten pga. uegnethet eller pga. ressurs hensyn. I vårt generelle forslag til valg av verdsettingsmetode vil denne metoden ikke bli anbefalt.

Ved valg av økonomisk verdsettingsmetode vil vi anbefale følgende hovedregler:

1. Å basere verdsettingen i størst mulig utstrekning på vurdering av endringer i eksisterende produksjonsammenhenger.
2. Der punkt 1 ikke er aktuell eller er lite dekkende, anbefales vurdert intervju-metoden. Dette er særlig aktuelt i verne- og rekreasjonssammenheng.
3. Om intervju-metoden anses uhensiktmessig, kan reisekostnadsmetoden vurderes.

Anbefalingen av bruk av intervju- og reisekostnadsmetoden gjøres under forutsetning om at de metodiske forhold gjennomgås grundig før bruk og at bruken av resultatene fra undersøkelsene står i relasjon til den antatte usikkerhet i det fremkomne tallmaterialet.

En videreutvikling av miljøkontokonseptet i forhold til Bryn (1989) kan vise seg å være et viktig supplement til de anbefalte metodene og bør vurderes når denne eventuelt foreligger.

## 10. ANBEFALT METODE

Valg av metode for verdsetting av miljølempene gjøres med bakgrunn i kriteriene gitt i kap. 6.2 og metodegjennomgangen og kommentarene i kap. 7-9. Delkapitlene 7.4, 8.3 og 9.4 gjengir konklusjonene fra de respektive kapitler.

I metoden for verdsetting av miljølempene vil følgende hovedprinsipper bli lagt til grunn:

### Generell metodestruktur:

- a. Fokusering på de enkelte brukerinteresser (fra Samlet Plan).
- b. Følge virkningene av inngrep som primære konsekvenser, fysiske virkninger, virkninger på levende miljø og virkninger på brukerinteressene (fra Samlet Plan, Stepmatriseteknikken og MUPS).
- c. Fremstille årsaksvirkningssammenhenger mellom inngrep, virkninger på fysiske forhold, på levende miljø og på brukerinteresser vha. flytskjemaer for hver enkelt brukerinteresse (fra MUPS og stepmatriseteknikken).

### Konsekvensvurdering:

- d. Vurdere konsekvensene for hver brukerinteresse for seg.
- e. Inndele virkningene i tre kategorier etter de som kan kvantifiseres økonomisk, i fysiske enheter, og som bare kan rangeres og beskrives i ord (fra planleggingens balansekonto).

### Kvantifisering:

- f. Ta utgangspunkt i beskrivelsen av årsaksvirkningssammenhengene og begrepene brukt der.
- g. Verdsette hver av brukerinteressene for seg.
- h. Søke å verdsette miljølempene i økonomiske termer så langt dette synes forsvarlig.
- i. I størst mulig grad basere den økonomiske verdsetting på vurderinger av endringer i eksisterende produksjonssammenhenger.
- j. Gi en utfyllende verdsetting i fysiske enheter og verbal beskrivelse der dette er nødvendig og/eller hensiktsmessig.
- k. Aggregering av miljølempene bør kun skje innenfor hver verdsettingsstype (kroner, fysiske enheter og beskrivelse) og bør ikke gå på bekostning av en disaggregert oppstilling.

Vurdering av hvilke elementer som påvirker konsekvensgraden for den enkelte brukerinteresser kan samholdes med Samlet Plans beskrivelser av retningslinjer for tilordning av områdeverdier og konsekvensgrad for de enkelte fagfelt og brukerinteresser (som angir hvilke faktorer som er av betydning ved vurdering av områdeverdi og konsekvensklassifisering).

Det påpekes at kvantifiseringen i kroner ikke bør forseres. Betallingsvillighetsundersøkelser bør bare brukes etter en nøye vurdering av metodiske problemstillinger. Resultatene fra økonomisk verdsetting bør brukes med varsomhet og bør stå i relasjon til kvaliteten og usikkerheten i det fremkomne tallmaterialet.

Ved en stor grad av oppsplitting av konsekvensene vil muligheter for dobbelttelling oppstå. Det bør være en viktig målsetting å unngå dobbelttelling samtidig som det sikres at alle konsekvenser tas med.

### **0-Alternativ**

Ved verdsetting av endringer i en miljøtilstand må man kjenne før-tilstanden (ofte kalt 0-Alternativet) samt ha best mulig kunnskap om etter-tilstanden.

Etter-tilstanden gis av prosjektplanene og de antatte konsekvenser. Til dels vil det her være usikkerhet knyttet til type og omfanget av konsekvensene. Prognoser må da utarbeides.

Like viktig er det å ha definert før-tilstanden. I forbindelse med vurdering av kostnader av redusert kraftproduksjon som følge av miljøhensyn, har det vært diskutert om kostnadene skal beregnes i forhold til beste kraftverksøkonomiske alternativ. Denne diskusjonen videreføres ikke her, fordi verdsetting av kostnader ved endret kraftproduksjon ikke omfattes av prosjektet. I forhold til de aktuelle brukerinteresser vil vi anta at det mest naturlige 0-Alternativ er tilstand i det området som vil bli influert på det tidspunkt planlegging av utbygging starter. Tilstanden i området må vurderes både med hensyn til økologi, vern og bruksforhold.

### **Tidsfaser**

Et vannkraftprosjekt kan inndeles i en utbyggingsfase og en driftfase (nedleggelse regnes som så uaktuelt at en etter-avslutnings-fase ikke vurderes). Enkelte miljøulempere vil være knyttet til anleggsdriften og vil dermed kun opptre i utbyggingsfasen. Andre vil være direkte knyttet til driften av kraftverket. Det vil være av avgjørende betydning for den enkelte brukerinteresse når og hvor lenge de ulike miljøulempene vil intrefte.

Med bakgrunn i dette vil vi anbefale at det utarbeides to regnskap for miljøulempene, et for utbyggingsfasen og et for driftsfasen. For å få et totalt bilde av utbyggingsprosjektet kan de to fasene i tillegg sammenstilles.

### Geografisk differensiering

Det anbefales at det for hver enkelt miljøulempe angis hvor (geografisk sett) miljøulempen vil inntre. Argumentet for dette er i hovedsak at den enkelte bruker skal kunne vite i hvilken grad han blir berørt eller ikke.

### Inndeling mellom grupper innen hver brukerinteresse

Enkelte brukerinteresser er sammensatt av ulike interessegrupper. For å få et fullstendig bilde av miljøulempene kan det derfor være aktuelt å ta med en differensiering også innenfor enkelte av brukerinteressene. Som eksempler på aktuelle inndelinger kan nevnes:

Naturvern:	Lokale interesser
	Nasjonale interesser
Fiske:	Grunneiere/bruksberettigede
	Næringsdrivende
	Lokal almenhet
	Tilreisende almenhet
Vannforsyning:	Private anlegg
	Kommunen
	Industri
Resipientinteresser:	Kommunen
	Industri

Vi vil anbefale at differensieringen innen brukerinteressene gjøres ut fra behovet i de enkelte tilfeller. Vi vil derfor ikke utarbeide et generelt opplegg for en slik differensiering.

### Matrisesammenstilling

For å få et samlet overblikk over de aktuelle miljøulempene kan disse presenteres i en matrise. En slik matrise vil da ha karakter av sjekklister. For hver enkelt brukerinteresse bør matrisen vise hvilke inngrep som kan ha konsekvenser og hvordan disse kan verdsettes økonomisk, i fysiske enheter og ved en verbal beskrivelse.

**DEL IV:**  
**METODE FOR VERDSETTING**

Del IV bygger på alle de foregående delene av rapporten. I Del IV behandles hver enkelt av de brukerinteresser som berøres av en vannkraftutbygging. Med bakgrunn i Del II vises flytskjemaer som viser årsaks/virkningssammenhenger mellom inngrep og konsekvenser. Deretter er det for hver brukerinteresse utarbeidet forslag til hvordan miljøulemper kan kvantifiseres. Del IV avsluttes med en verdsetningsmatrise som gir en samlet oversikt over de viktigste aktuelle miljøulemper ved vannkraftutbygging.

## **11. VERDSETTING AV DE ENKELTE BRUKERINTERESSENE**

I dette kapitlet gjennomgår vi hver enkelt brukerinteresse og angir hvordan miljøulempene kan verdsettes. Kapitlet bygger på og er resultatet av de foregående deler av prosjektet.

For hver brukerinteresse gis en oppsummering av sammenhenger mellom inngrep og miljøulempene. Dette gis i form av et flytskjema som viser årsaks/virkningssammenhenger samt utfyllende tekst. Flytskjemaene kan brukes for lettere å kunne identifisere og deretter kvantifisere miljøulempene. Vi vil påpeke at flytskjemaene viser de viktigste sammenhengene. For oversiktens skyld er mindre viktige årsaks/virkningssammenhenger ikke tatt med. En tegnforklaring til flytskjemaene er gitt i Vedlegg 2.

Deretter gjennomgås de aktuelle muligheter for å verdsette miljøulempene. Verdsettingen følger en inndeling i økonomiske verdsetting, verdsetting i fysiske enheter og verbalt beskrivende verdsetting.

Man bør i størst mulig grad søke å verdsette miljøulempene i økonomiske termer. I de tilfeller der det ikke finnes økonomiske metoder som er dekkende (eller det er usikkert hvorvidt metodene er dekkende) bør en verdsetting i fysiske enheter utføres i tillegg. En verbalt beskrivende verdsetting bør i de fleste tilfeller gjennomføres som et supplement til de andre verdsettingsmetodene.

Sist i kapitlet presenteres en verdsettingsmatrise som gir en samlet oversikt over de enkelte brukerinteressene, hvilke inngrep som kan ha konsekvenser og hvordan disse kan verdsettes økonomisk, i fysiske enheter og ved en verbal beskrivelse.

Utgangspunktet for beregningene (0-alternativet) er tilstanden i utbyggingsområdet på det tidspunkt planleggingen begynner. Det anbefales at kvantifiseringen av miljøulempene gjennomføres separat for utbyggings- og driftsfasen. Der det synes hensiktsmessig kan en videre inndeling i interessegrupper innenfor den enkelte brukerinteresse gjennomføres etter behov.

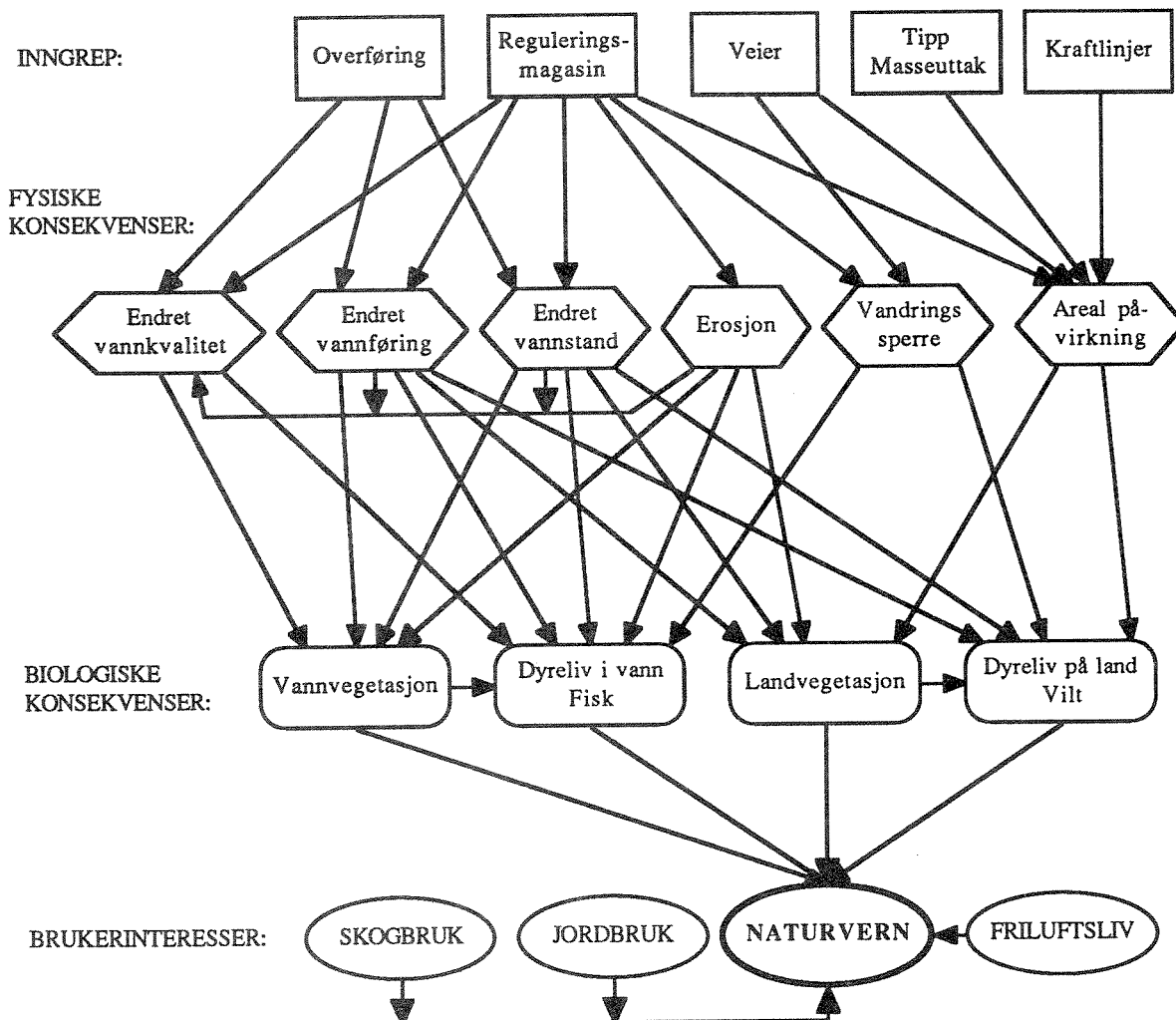
Prinsipper for verdsettingen er gjennomgått i Kap.10.

### **11.1 Naturvern**

Flytskjema over årsaks/virkningssammenhenger er vist nedenfor. Naturverninteressene er i hovedsak avhengig av de biologiske konsekvenser:

- Vannvegetasjon, dyreliv i vann/fisk, landvegetasjon og dyreliv på land/vilt.

Endret friluftsliv kan også medføre endret slitasje og stress for naturvernverdier.



En viktig oppgave for naturvernet er å ivareta de landskapsmessige, geofaglige og biologiske variasjoner i norsk natur. Naturverninteressene vil derfor lett komme i konflikt med kraftutbygging som i stor grad griper inn i naturens mangfold. Landbruksinteressene og naturverninteressene kan også lett komme i konflikt med hverandre i forbindelse med utnyttelse av naturområder.

I naturvernsammenheng er det naturlig å vurdere konsekvensene av de enkelte inngrep både ut fra deres konkrete virkning på natursystemet og ut fra et mer overordnet mål hvor type- og referanseverdi står sentralt. De berørte forekomster vil bli vurdert ut fra sin sjeldenhet respektive representativitet. En kraftutbygging vil naturlig nok særlig påvirke vannsystemene gjennom store vannstandsvariasjoner og endringer i vannføring, som igjen kan gi endret vannkvalitet og erosjon. Dammene og tørrlagte

elvestrekninger kan fungere som effektive vandringsperrer for bl.a. fisk. Store arealer berøres gjennom oppdemming og nedtapping av magasiner og gjennom redusert, eventuelt økt vannføring i elvene. Store arealer berøres også av veier, rigg- og tippområder, masseuttak, kraftlinjer m.m.

De biologiske samfunn i elver og vann blir særlig påvirket, og i de fleste tilfeller utarmet. Produksjonen vil normalt reduseres, og det er ofte behov for omfattende tiltak for å begrense skadene. Konsekvensene for de biologiske samfunn på land er særlig knyttet til endringer i tilgjengelig areal, arealer som ofte er meget produktive og sentrale i mange arters livssyklus.

Naturvernet er nært koblet opp mot friluftslivsinteressene, hvor de enkelte natur-elementer og uberørt natur er viktige opplevelsesfaktorer.

### **Naturvern: Kvantifisering av miljøulemper**

#### Økonomisk verdsetting:

Økonomisk verdsetting av naturvern ved å se på endringer i produksjonssammenhenger synes ikke aktuelt. Betalingsvillighetsundersøkelser synes å være eneste mulighet. Blant de aktuelle metodene antar vi at intervju-metoden er den mest aktuelle.

- Intervju-undersøkelser. Betalingsvillighet.

#### Verdsetting i fysiske enheter:

Verdsetting i fysiske enheter vil ikke være dekkende for verdien av naturverninteressene, men vil kunne gi en antydning av områdets betydning. En oversikt over naturvern-områder finnes i EDNA (EDB-register for naturverndata). EDNA er utarbeidet (eller er under utarbeidelse) for alle fylker.

EDNA inkluderer normalt:

- områder vernet etter naturvernloven (nasjonalparker, landskapsvernområder, naturreservater og naturminner),
- administrativt vernede områder,
- midlertidig vernede området (inndelt etter de samme kategorier),
- områder som er foreslått vernet i utkast til eller endelige verneplaner,
- andre naturfaglige interessante områder.

De naturfaglige undersøkelsene i forbindelse med en utbygging vil gi viktige supplement til allerede registrerte verdier. Nye funn bør kunne gis en inndeling etter deres viktighet.



En verdsetting i fysiske enheter kan benytte seg av de ovenfor nevnte kategorier:

- Vernede områder. Antall, størrelse og typer naturvernområder.
- Områder som er karakterisert som verneverdige. Antall, størrelse og typer .
- Andre naturfaglige interessante områder. Antall, størrelse og typer.
- Arealberegninger. Areal av oppdemmet område, av anleggsområdet, av influensområdet. Arealene kan inndeles i kategorier etter deres verdi i naturvernsammenheng.
- Lengden av berørt vannstreng, tørrlagt eller med endret vannføring.
- Bestandsendringer. Anslag over endringer i bestander av flora og fauna som følge av anleggsutbygging og drift.

#### Beskrivende verdsetting:

I forbindelse med naturvern vil en beskrivende verdivurdering i mange tilfeller være nødvendig som utfyllende til de to andre formene for verdsetting.

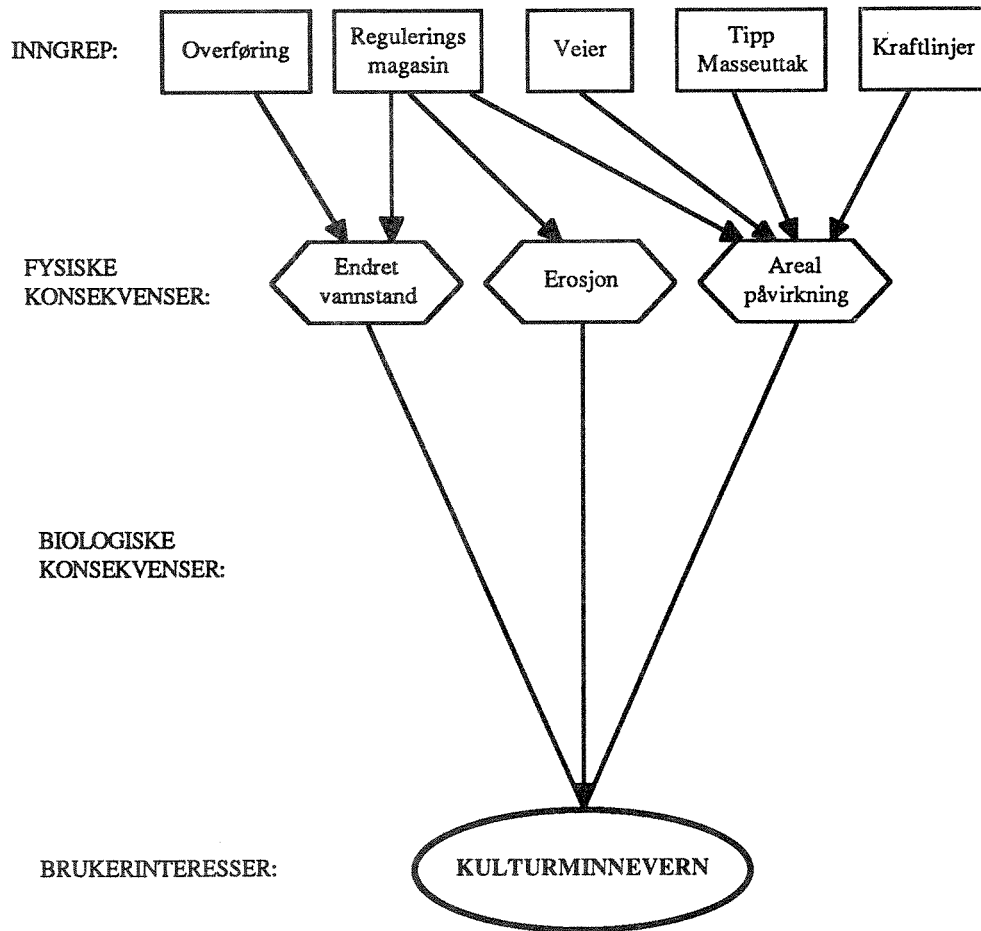
- Beskrivelse av områdets typeverdi og referanseverdi.
- Beskrivelse av de ulike områder av naturverninteresse.
- Særlige lokale/regionale/nasjonale kvaliteter.
- Beskrivelse av inngrepsgrad og berørthet.

## 11.2 Kulturminnevern

Flytskjema over årsaks/virkningssammenhenger er vist nedenfor. Konsekvensene for kulturminnevernet vil avhenge av inngrepenes påvirkning av arealbruk, og vil være uavhengig av biologiske konsekvenser.

Kulturminnene viser oss hvordan mennesket i tidligere tider levde og utnyttet naturressursene. Før det skrevne ord ble vanlig er disse de eneste kildene vi har som forteller oss om vår forhistorie. Kulturminner fra før reformasjonen (1537) er automatisk fredet gjennom kulturminneloven. Samiske kulturminner står i en særstilling og minner eldre enn 100 år er automatisk fredet.

Menneskets aktiviteter har gjennom alle tider vært nært knyttet til vassdragene våre og et stort antall kulturminner ligger derfor i tilknytning til disse. En kraftutbygging vil ofte berøre viktige kulturminner gjennom neddemming, bygging av veier og kraftlinjer og gjennom uttak og deponering av masse. Når en kraftutbygging kommer i konflikt med kulturminner vil disse bli kartlagt og beskrevet.



### Kulturminnevern: Kvantifisering av miljølemper

#### Økonomisk verdsetting:

Økonomisk verdsetting av kulturminner ved å se på endringer i produksjonsammenhenger synes ikke aktuelt. Betalingsvillighetsundersøkelse synes å være eneste mulighet, men dette kan tenkes å by på problemer ved at enkeltindividene har dårlig forestillingsevne for verdien av forskjellige kulturminner. Blant de aktuelle metodene vil vi foreslå å bruke intervjumetoden.

- Intervju-undersøkelser; betalingsvillighet.

#### Verdsetting i fysiske enheter:

Oversikt over alle kulturminner skal samles fylkesvis i SEFRAK-registeret. Arbeidet er kommet ulikt langt, bla. pga. manglende grunnlagsregistreringer. Undersøkelser i

forbindelse med et utbyggingsprosjekt vil kunne gi vesentlig tilleggsinformasjon.

Kulturminner inndeles etter flere kategorityper som kan gi grunnlag for en verdsetting:

- vernede eller verneverdige,
- de verneverdige blir ofte inndelt etter en tredelt skala (A,B og C) etter deres verneverdi,
- hvorvidt de kan karakteriseres som fornminner eller ikke,
- hvorvidt kulturminnene er flyttbare eller ikke.

Dette gir muligheten for følgende kvantifisering i fysiske enheter, som dog anbefales supplert med kvalitativt beskrivende vurderinger:

- Antall vernede kulturminner.
- Antall fornminner.
- Antall verneverdige kulturminner inndelt etter en (tredelt) skala for deres verneverdi.
- Andelen flyttbare kulturminner.

#### Beskrivende verdsetting:

I forbindelse med kulturminnevern vil en beskrivende verdivurdering i mange tilfeller være nødvendig som utfyllende til de to andre formene for verdsetting.

- Kvalitetsbetraktninger; utfyllende vurdering og klassifisering av verdien av kulturminnene.

### 11.3 Friluftsliv

Flytskjema over årsaks/virkningssammenhenger er vist nedenfor. Friluftslivet vil bli påvirket av landskapsmessige og biologiske faktorer:

- Dyreliv i vann/fisk, landvegetasjon og dyreliv på land/vilt er viktige for opplevelsesverdien i friluftslivet.
- Arealpåvirkning som neddemming, veier, tipper etc. vil påvirke den landskapsmessige opplevelsesverdien. Dette vil ofte være negativt, men et anlegg kan også virke attraktivt.
- Vandringssperre. Neddemming og andre inngrep kan innebære effektive hindre for fotturruter.

Dessuten kan endret fiske- og jaktintensitet gi en tilsvarende endring i friluftslivet.

Attraktive naturvernområder kan virke tiltrekkende på friluftslivet.

Friluftslivsinteressene er en av de brukergruppene som i størst grad blir påvirket av en kraftutbygging, dels direkte gjennom de fysiske inngrepene og dels indirekte gjennom biologiske og landskapsmessige konsekvenser. Dette er også en meget heterogen brukerinteresse, fra de som ønsker helt urørte områder til de som stiller store krav til tilrettelegging.

De fysiske inngrep som har størst betydning er de som gir landskapsmessige sår, slik som tørrlagte reguleringssoner og elver, massetak, tipper, veitraséer, kraftlinjer og andre permanente installasjoner.

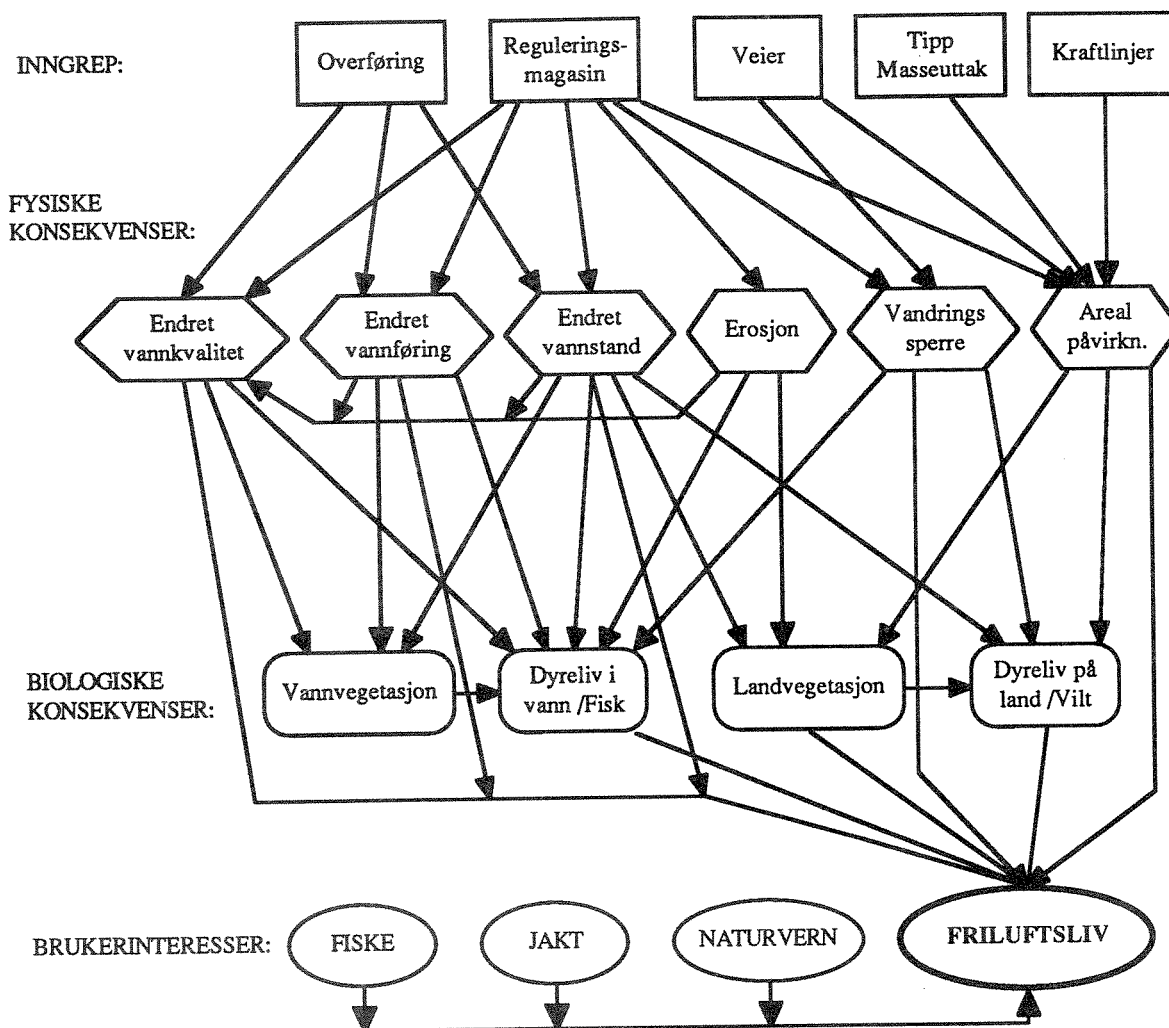
De fysiske inngrepene kan foruten å gi sår i landskapet også representere fysiske sperrer for ferdselen gjennom f.eks. neddemming av stier og hytter og ved hindringer i kryssing av elver og bekker. I de fleste tilfeller vil imidlertid utbyggingen heller lette tilgjengeligheten til et område, noe som både har positive og negative sider. For mange vil det være positivt at flere får lettere adgang til området, mens det for andre kan oppfattes som negativt. Økt ferdsel vil gi økt landskapsmessig slitasje og forstyrrelser av viktige plante- og dyresamfunn.

De landskapsmessige, geofaglige og biologiske elementer er viktige for den friluftslivsmessige opplevelse av et område, det være seg høye markerte fjell, morenerygger, vegetasjon og dyreliv. Kontrastene i landskapet spiller også stor rolle. Markerte endringer i de biologiske samfunn kan derfor være vel så viktig i friluftslivsmessig sammenheng som de fysiske, mer visuelle inngrep. Viktige komponenter for friluftslivbrukerne er nettopp forekomsten av planter og dyr, som gjør et område mer spennende og opplevelsesrikt. Jakt og særlig fiske er for mange nært knyttet til friluftslivet.

De viktigste tiltak vil her være å redusere de synlige effekter av inngrepene. Dette gjelder landskapsmessig innplassering av veier, kraftlinjer og tipper, og planering og tilsåing av veikanter, tipper, tidligere riggområder og masseuttak. Det er her også viktig å rydde områdene for restene fra anleggsvirksomheten. Andre, mer permanente installasjoner må tilpasses landskapet og f.eks. byggeskikken i området.

Neddemming av stier og hytter, og hindringer i kryssing av elver kan kompenseres for gjennom etablering av nye ruter. Hvorvidt disse er like gode som de opprinnelige er derimot ikke like lett å avgjøre.

Tiltak i tilknytning til de biologiske faktorene vil alltid delvis også være rettet inn mot og være til fordel for den friluftsmessige bruken av områdene. Utsetting av yngel og opparbeidelse av gyte- og oppvekstområder for fisk er av stor betydning også for friluftslivet, og det samme vil være tilfelle med de tiltak som er rettet inn mot viltet.



### Friluftsliv: Kvantifisering av miljøulemper

#### Økonomisk verdsetting:

Økonomisk verdsetting av friluftslivet ved å se på endringer i produksjonsammenhenger vil bare kunne dekke opp mindre deler av friluftslivrelatert virksomhet, turisthytter, campingplasser, lokale utstyrsforretninger etc. Effekten på eventuelle hytter vil kunne reflekteres i prisnivået på hyttene. Betalingsvillighetsundersøkelser synes å være mest aktuelt for å dekke opp hele verdien av friluftslivet. Blant de aktuelle metodene antar vi at intervjumetoden er mest aktuell, men også reisekostnadsmetoden kan vurderes. Vi anbefaler følgende:

- Intervju-undersøkelser, eventuelt reisekostnadsmetoden. Betalingsvillighet.
- Ringvirkninger. Forventet inntektsendring i friluftrelatert virksomhet, så som turisthytter, campingplasser, hotell etc.

#### Verdsetting i fysiske enheter:

En verdsetting i fysiske enheter kan rettes mot i hovedsak tre forhold; de berørte friluftsområders størrelse og egnethet, omfang og forventet endring i bruk og alternative områder:

- Areal av anleggsområdet og av influensområdet (som f.eks. kan defineres som det området anlegg er synlig fra).
- Graden av tilrettelegging for friluftsliv, antall og typer av tilgjengelige hytter, campingplasser, hoteller, stier etc.
- Antall utøvere. Totalt antall utøvere, både lokalt, regionalt og nasjonalt samt forventet endring i antallet.
- Bruksfrekvens for den enkelte bruker. Dette bør ses i sammenheng med antall utøvere.
- Antall bruksdøgn pr. år.
- Antall private hytter innefor "turavstand".
- Antall alternative friluftsområder.

#### Beskrivende verdsetting.

I forbindelse med friluftsliv kan en beskrivende verdivurdering i mange tilfeller være aktuell som utfyllende til de to andre formene for verdsetting.

- Beskrivelse av endret attraktivitet for friluftslivet, særlig ved beskrivelse av endringer i opplevelsesverdien i området. Endringer i fremkommelighet.
- Beskrivelse av kvaliteten av alternative områder.

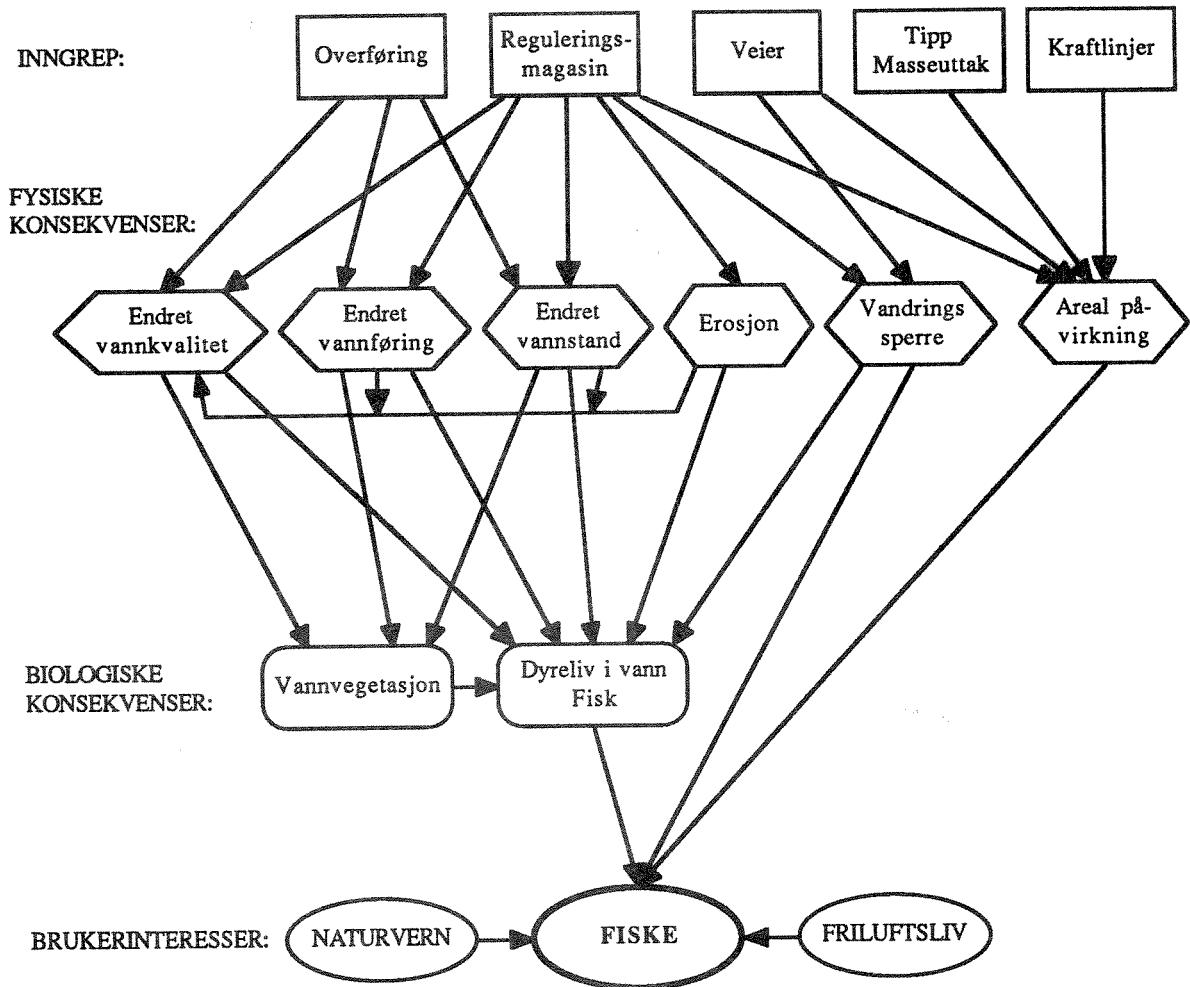
### **11.4 Fiske**

Flytskjema over årsaks/virkningssammenhenger er vist nedenfor. Fiske er i første rekke avhengig av konsekvensene for fiskebestandene, men vil også påvirkes av fysiske konsekvenser for fiskerne. Fiske vil også påvirkes av konsekvenser for andre nært tilknyttede brukerinteresser. Følgende faktorer kan påvirke fiskeinteressene:

- Dyreliv i vann/Fisk. Konsekvensene for fiske, vil i hovedsak være avhengig av følgene for fiskebestandene.
- Arealpåvirkning. I denne sammenhengen dekker arealpåvirkning de mer opplevelsesmessige forhold for fiskerne. Konsekvenser for fisken inngår i punktet

ovenfor.

- Vandringsperre. Dekker endringer i framkommelighet for fiskerne. Konsekvenser av vandringsperre for fisken er implisitt i det første punktet.
- Økt interesse for Jakt og Friluftsliv kan gi økt interesse for Fiske, og motsatt. Attraktive naturvernområder kan virke tiltrekkende på fiskeinteressene.



Fisk og utøvelsen av fiske er meget sentrale tema i tilknytning til kraftutbygging, og endringer her vil i stor grad også påvirker den øvrige bruken av vassdraget. Fiske er nært knyttet til den friluftslivsmessige bruken av området.

Utøvelsen av fiske er først og fremst bestemt av fiskens produksjon og kvalitet, og en utbygging vil berøre begge disse faktorer. Både reguleringsmagasinene og elver med redusert vannføring får på grunn av redusert produksjon av bunndyr også lavere produksjon av fisk. Utbyggingen kan hindre fisk i å foreta gytevandringer, gytearealene blir tørrlagt, nedslammet eller ødelagt på annen måte og oppvekstarealene i elvene blir redusert. Alt dette reduserer produksjonen av fisk. Hvis rekrutteringen er

god vil det lett oppstå overbefolkning, og fisken får dårlig kvalitet. Planktonspisende fisk (f.eks. røye og sik) blir mindre berørt enn de bunndyrspisende (f.eks. ørret og laks), og kan opprettholde en bra produksjon og samtidig også øke sin betydning på bekostning av de bunndyrspisende artene.

En rekke tiltak kan redusere virkningene av de enkelte inngrep. For å opprettholde en tilstrekkelig rekruttering kan det være behov for utsetting av fisk, forbedre gytemulighetene og øke oppvekstarealene gjennom f.eks. bygging av terskler. Terskler er også viktig for å redusere effektene av redusert vannføring både visuelt og produksjonsmessig. Erfaringsmessig blir både produksjonen og kvaliteten på fisken være dårligere etter en utbygging. Kvaliteten går ned særlig på grunn av at rekrutteringen er større enn det næringsdyrproduksjonen gir grunnlag for, og det kan derfor være behov for bestandsregulerende tiltak. Fiskeinteressene er en viktig premissleverandør ved fastsettelse av en minstevannføring.

### **Fiske: Kvantifisering av miljøulemper**

#### **Økonomisk verdsetting:**

Endringer i kjøttverdien av fanget fisk vil være et direkte mål på miljøulempen, men vil kun dekke opp deler av konsekvensene. Beregninger av ringvirkninger for lokal næringsvirksomhet pga. endret fiske, endret etterspørsel fra besøkende fiskere, endret salg av fiskekort, etc. kan dekke opp deler av dette. Om slike beregninger ikke synes tilfredsstillende kan det gjennomføres betalingsvillighetsundersøkelser, der både reisekostnadsmetoden og intervjumetoden kan synes aktuelle.

- Kjøttverdien av fanget fisk; endret årlig førstehandsverdi som følge av bestandsendringer, kvalitetsendringer, arealbruksendringer, vandringssperre etc.
- Ringvirkninger; endret fiskeintensitet gir endrede inntekter til lokal reiselivsnæring, handelstand etc.
- Intervju-undersøkelser av fiskere i området; betalingsvillighet.
- Transportkostnadsberegninger; betalingsvillighet.

#### **Verdsetting i fysiske enheter:**

Også for fiske kan verdsetting i fysiske enheter gi et utfyllende bilde i tillegg til økonomisk verdsetting. Verdsettingen kan ta utgangspunkt i to forhold; fanget fisk og fiskeintensitet. For begge forhold vil både omfanget før inngrep og antatte endringer være av betydning.

- Vekt av fangede fisk: Antall kg for ulike arter pr. år. Endringer i fangster.
- Antall fiskere, lokalt, regionalt og nasjonalt, og deres bruksfrekvens; endringer i fiske-intensitet.



- Grad av tilrettelegging. Antall og typer av tilgjengelige hytter, campingplasser, etc.

#### Beskrivende verdsetting:

Beskrivende verdsetting kan brukes for å dekke opp hull i verdsettingen forøvrig og kan konsentreres om kvalitetsbetraktninger:

- Kvalitetsbetraktninger; endringer i områdets egnethet for fiske, attraktivitet, opplevelsesverdi, fremkommelighet etc. kan gi forandret fiskeintensitet. Alternative områder.

### 11.5 Jakt

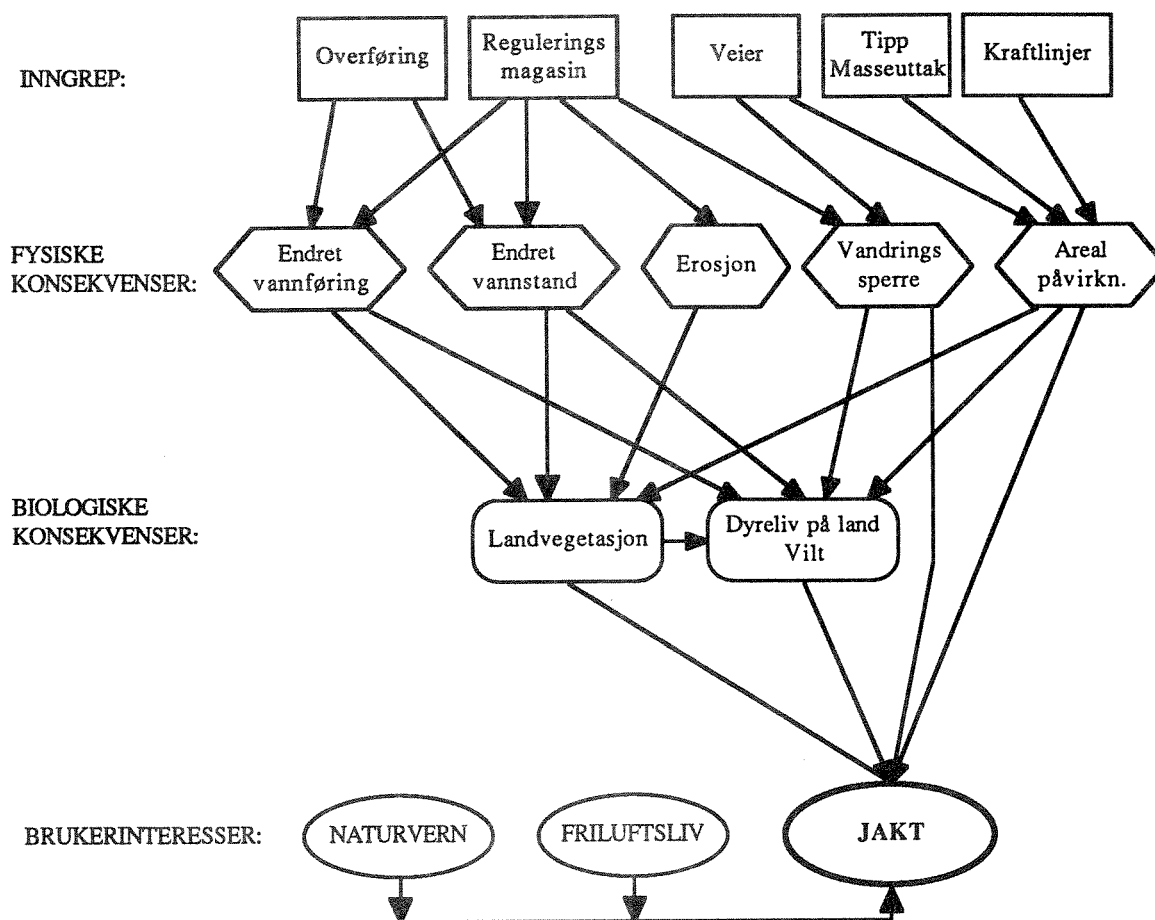
Flytskjema over årsaks/virkningssammenhenger er vist nedenfor. Jakten vil i hovedsak påvirkes av endringer i viltbestanden, men vil også påvirkes av fysiske konsekvenser for jegerne. Jakten vil også påvirkes av konsekvenser for andre nært tilknyttede brukerinteresser. Følgende faktorer vil påvirke jaktinteressene:

- Dyreliv på land/Vilt. Konsekvensene for jakt, vil i hovedsak være avhengig av følgene for viltet.
- Arealpåvirkning. I denne sammenheng dekker arealpåvirkning de mer opplevelsesmessige forhold for jegerne.
- Vandringssperre. Dekker endringer i fremkommelighet for jegerne. Konsekvenser av vandringssperre for viltet er implisitt i første punktet.
- Økt interesse for Fiske og Friluftsliv kan gi økt interesse for Jakt, og motsatt. Attraktive naturvernområder kan virke tiltrekkende på jaktinteressener.

Jakt er også viktig i forbindelse med den friluftslivsmessige bruken av området, og mange av de jaktbare artene er sentrale også i naturvernsammenheng. Begrepet vilt har i de senere år blitt sterkt utvidet, og omfatter i følge Viltloven av 1981 alle landlevende virveldyr, både amfibier, krypdyr, fugl og landpattedyr. Det er i loven uttrykkelig nevnt hvilke arter som det er tillatt å drive jakt og fangst på. Alle de andre er fredet mot jakt. De økonomisk viktigste viltartene er hjortedyrene, rådyr, hjort, elg og villrein, og småviltartene skogsfugl, li- og fjellrype, ender, hare og rev.

Konsekvensene av en utbygging for utøvelsen av jakt er i stor grad knyttet til endringer i produksjonsgrunnlaget for viltet. En utbygging berører en rekke faktorer som har innflytelse på produksjonen. Store og ofte meget viktige og produktive arealer går tapt gjennom neddemming, veibygging, tipp og masseuttak. Kraftlinjene representerer et stort antall mindre punkttingrep som tilsammen kan skade viltet. I tillegg er det i de siste årene påvist store tap av fugl på grunn av kollisjon med kraftledningene.

Konsekvensene kan bli særlig store dersom utbyggingen påvirker viktige hekke-, ynglings- og kalvingsområder, enten gjennom direkte inngrep eller indirekte gjennom annen forstyrrelse. Likeledes kan viktige spillplasser bli berørt. Inngrep eller sperre i viktige vandringsruter kan også begrense produksjonen.



Hvordan viltet tilpasser seg den nye situasjonen etter utbygging er vanskelig å forutsi før utbyggingen. Det er særlig vanskelig å finne tiltak mot inngrep som griper direkte inn i artenes forplantning. Konsekvensene av hindringer i tidligere vandringsruter kan bl.a. begrenses ved hjelp av ledegjerder. En kraftutbygging vil gjennom bygging av veier ofte gi lettere tilgang til viktige jaktområder, og til tross for redusert viltproduksjon kan avkastningen øke.

### Jakt: Kvantifisering av miljøulempe

#### Økonomisk verdsetting:

Endringer i kjøttverdien av felt vilt vil være et direkte mål på miljøulempen, men vil kun dekke opp deler av konsekvensene. Beregninger av ringvirkninger for lokal nærings-

virksomhet pga. endret jakt, endret etterspørsel fra besøkende jegere, etc. kan dekke opp deler av dette. Om slike beregninger ikke synes tilfredsstillende kan det gjennomføres betalingsvillighetsundersøkelser, der både intervjuetoden og reisekostnadsmetoden kan synes aktuelle.

- Kjøttverdien av felt vilt; endret årlig førstehåndsverdi som følge av bestandsendringer, arealbruksendringer, vandringssperre etc.
- Ringvirkninger; endret jaktintensitet gir endrede inntekter til lokal reiselivsnæring, handelstand etc.
- Intervju-undersøkelser av jegere i området; betalingsvillighet.
- Reisekostnadsberegninger; betalingsvillighet.

#### Verdsetting i fysiske enheter:

Også for jakt kan verdsetting i fysiske enheter gi et utfyllende bilde i tillegg til økonomisk verdsetting. Verdsettingen kan ta utgangspunkt i to forhold; felt vilt og jaktintensitet. For begge forhold vil både omfanget før inngrep og antatte endringer være av betydning.

- Antall felte dyr: endringer for de ulike artene.
- Vekt av felte dyr: Antall kg for ulike arter.
- Fellingstillatelser; endringer i fellingstillatelser.
- Antall jegere, lokalt, regionalt og nasjonalt, og deres bruksfrekvens; endringer i jaktintensitet.

#### Beskrivende verdsetting:

Beskrivende verdsetting kan brukes for å dekke opp hull i verdsettingen forøvrig og kan konsentreres om kvalitetsbetraktninger:

- Kvalitetsbetraktninger; endringer i områdets egnethet for jakt, attraktivitet, opplevelsesverdi, fremkommelighet etc. kan gi forandret jaktintensitet. Alternative jaktområder.

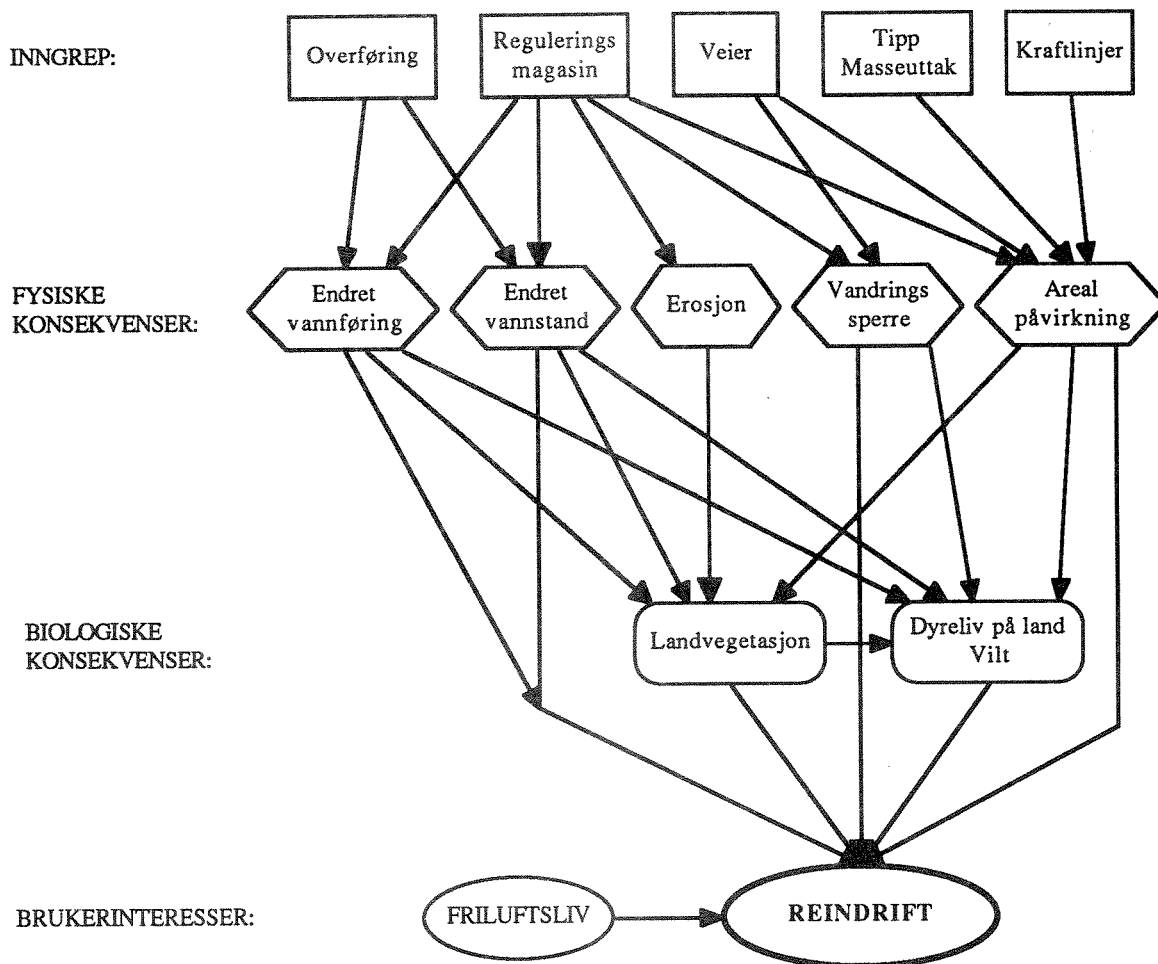
### 11.6 Reindrift

Flytskjema over årsaks/virkningssammenhenger er vist nedenfor. Reindriften vil i første rekke påvirkes ved endret tilgang til egnede beitearealer.

- Landvegetasjon. Konsekvenser av neddemming og økt belastning pga. andre inngrep for vegetasjon som nyttes til beite .
- Arealpåvirkning. Endret egnethet pga. masseutak, tipper, veier etc.
- Vandringssperre kan være til hinder for trekkruiter og kan gi redusert

fremkommelighet til beiteområder både for rein og reindrivere.

- Endret vannføring. Tørrlagte vassdrag mister sin effekt som vandringsperre.
- Økt almen ferdsel i beiteområdene vil virke forstyrrende. Aktuelle kilder er virksomheten i anleggsperioden og endret friluftslivsaktivitet.



Reindriften er en liten, men viktig næring, som drives i fjellområdene fra Femunden og Hemsedal i sør til Finnmark i nord. Tamreinen utnytter på mange måter den samme næringsressurs som villreinen, og utnytter derfor en viktig ressurs i fjellet. Den følger også på mange måter samme årssyklus som villreinen, med vandringer mellom sommer- og vinterbeite, og med helt sentrale kalvingsområder. Hver høst samles den på egne merke- og slakteplasser. Tamreinenes vandringene i Troms og Finnmark er særlig berømt, hvor vandringen foregår mellom de store viddene i innlandet og øyene ute ved kysten.

De forhold som påvirker viltet vil også påvirke reindriften. Reindriften utnytter planteproduksjonsarealene ofte meget intenst, og store reduksjoner i disse arealene vil

derfor gi tapt produksjon av rein. Det er også viktig å være klar over at de berørte arealene er blant de mest produktive i området, og det vil derfor være vanskelig å finne erstatningsområder for den tapte produksjonen. Forstyrrelser i viktige kalvingsområder og vandringsruter kan også redusere produksjonen, og forutsetter at det kan finnes alternative områder og ruter.

### **Reindrift: kvantifisering av miljøulemper**

#### **Økonomisk verdsetting:**

Endringer i kjøttverdien av slaktet rein, samt eventuelle merkostnader som følge av omlegging av reindriftssystemet, vil være et direkte mål på miljøulempen og vil sannsynligvis i stor grad være dekkende for totalverdien.

- Produksjonsendring. Førstehåndsverdi av produksjonsendringen (endring i verdi av slaktet rein).
- Merkostnader som følge av omlegging av reindriftssystemet, både neddiskonterte engangskostnader og årlige kostnader.

#### **Verdsetting i fysiske enheter:**

Om ønskelig kan en verdsetting i fysiske enheter gjennomføres for å gi et utfyllende bilde i tillegg til økonomisk verdsetting. Verdsettingen kan ta utgangspunkt i tre forhold; antall dyr, beitearealer og arbeidsplasser. For alle tre forhold vil både omfanget før inngrep og antatte endringer være av betydning.

- Antall dyr. Endringer i antall dyr på beite eller endringer i antall årlige slaktede dyr.
- Endring i vekt av slaktede dyr.
- Beiteareal. Antall dekar reduksjon i beiteareal og minimumsbeite, både som følge av neddemming, hindret tilgjengelighet eller reduksjon i kvalitet.
- Antall trekkruter som berøres.
- Endringer i antall arbeidsplasser.

#### **Beskrivende verdsetting:**

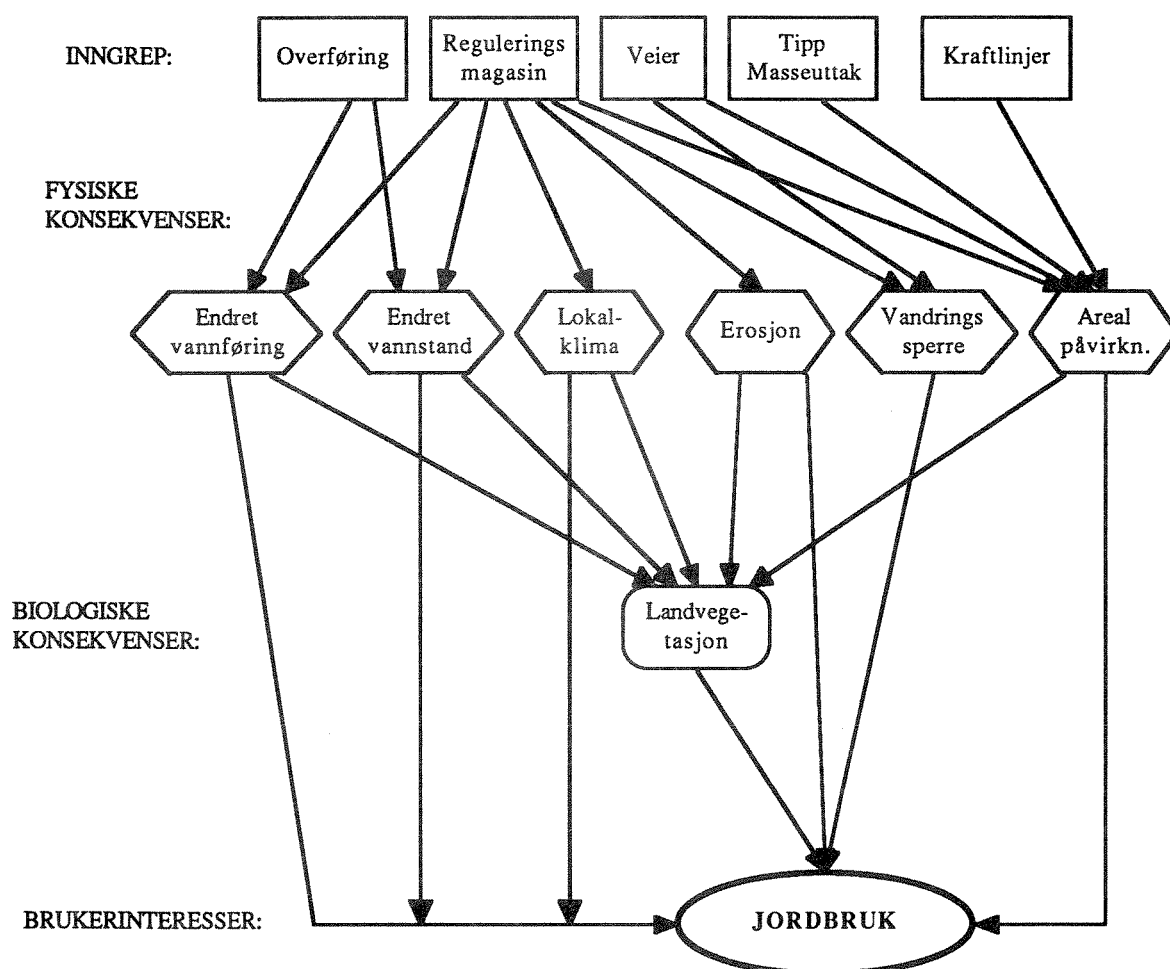
Beskrivende verdsetting kan brukes om det er nødvendig å dekke opp hull i verdsettingen forøvrig og kan konsentreres om kvalitetsbetraktninger:

- Kvalitativ beskrivelse av endring i beiteområdenes attraktivitet og egnethet for reindrift. Alternative beiteområder.

## 11.7 Jordbruk

Flytskjema over årsaks/virkningssammenhenger er vist nedenfor. Jordbruket vil i hovedsak bli påvirket ved endring i tilgjengelige arealer for jordbruksproduksjon samt ved endringer i arealenes egnethet for jordbruk. Endret vannføring kan ha betydning for husdyr og vanning av jorder. Følgende faktorer vil påvirke jordbruksinteressene:

- **Landvegetasjon.** Neddemming av arealer med jordbruksvegetasjon samt økt belastning på vegetasjon pga. andre inngrep.
- **Arealpåvirkning.** Endret egnethet pga. tipper, veier og andre inngrep
- **Erosjon.** Reduserte eller skadede arealer.
- **Endret vannføring.** Endret tilgang på vann til dyr og planter. Endret grunnvannsstand
- **Vandringssperre.** Endret tilgang til beitearealer og endret fremkommelighet for maskinelt utstyr.



En kraftutbygging åpner gjennom veibygging nye områder for nye aktiviteter, også i jordbrukssammenheng.

Konsekvensene for jordbruket er vesentlig knyttet til tapet av dyrkede og dyrkbare

arealer ved de ulike typer inngrep. Særlig ved neddemming kan store, produktive arealer gå tapt for jordbruksproduksjon. Endringer i grunnvannsnivået, enten gjennom forsumpning eller ved senkning, kan også ha en viss effekt. Likeledes vil endret luftfuktighet, doggdannelse og frostdannelse påvirke planteproduksjonen. I tillegg utnyttes vassdrag til kunstig vanning av store arealer, og redusert vannføring kan derfor gi redusert mulighet for dette. Økt vannføring kan dessuten øke erosjon og materialtap i utsatte områder.

Aktuelle tiltak vil være å lette tilgjengeligheten til nye dyrkbare arealer til erstatning for de tapte. Tap av drikkevann og vann til vatning kan erstattes gjennom andre vannkilder. Erosjons- og forsumpningsutsatte områder kan forbygges.

### **Jordbruk: Kvantifisering av miljøulemper**

#### **Økonomisk verdsetting:**

Endringer i verdien av jordbruksproduksjonen, samt eventuelle merkostnader som følge av omlegging av produksjonssystemet, vil være et direkte mål på miljøulempen og vil sannsynligvis i stor grad være dekkende for totalverdien.

- Avlingsendringer pga. endret arealbruk; førstehandsverdi av avlingsendring pga. arealbruksendringer, endret tilgang til arealer, flom, erosjon, endret grunnvannstand etc.
- Avlingsendring pr. arealenhet; førstehandsverdi av avlingsendring pga. endrede vanningsmuligheter.
- Produksjonendringer ved husdyrdrift pga. endret omfang eller endret egnethet.

#### **Verdsetting i fysiske enheter:**

Om ønskelig kan en verdsetting i fysiske enheter gjennomføres for å gi et utfyllende bilde i tillegg til økonomisk verdsetting. Verdsettingen kan ta utgangspunkt i tre forhold; arealbruk, produksjonsmengde og arbeidsplasser. For alle tre forhold vil både omfanget før inngrep og antatte endringer være av betydning.

- Arealbruksendringer; antall dekar med bruksendring (ved neddemming eller endret tilgjengelighet), inndelt i dyrket, dyrkbart og beiteareal.
- Avlingsmengde; endring i kg avling av ulik type vekster
- Beitedyr; endring i antall beitedyr.
- Endret slaktevekt.
- Endret vannuttak.
- Endret antall arbeidsplasser innen næringen.

Beskrivende verdsetting:

Beskrivende verdsetting kan brukes om det er nødvendig å dekke opp hull i verdsettingen forøvrig og kan konsentreres om kvalitetsbetraktninger:

- **Kvalitetsbetraktninger:** endring i egnethet for jordbruket, fremkommelighet for beitedyr, fremkommelighet for maskinelt utstyr.

**11.8 Skogbruk**

Flytskjema over årsaks/virkningssammenhenger er vist nedenfor. Skogbruket vil i hovedsak bli påvirket ved endringer av tilgjengelige arealer for skogbruksproduksjon samt eventuelt endring av arealenes egnethet. Følgende faktorer vil påvirke skogbruksinteressene:

- **Landvegetasjon.** Konsekvenser for vegetasjon av neddemming og økt belastning pga. andre inngrep.
- **Arealpåvirkning.** Endret egnethet pga. inngrep som tipper, masseuttak, veier etc.
- **Vanndringssperre.** Endret fremkommelighet.
- **Endret vannføring.** Endret grunnvannsstand.

Skogbruket påvirkes på samme måte som jordbruket, og det er særlig endringer i produktivt areal som er viktig. Økt tilgjengelighet ved veibygging åpner dessuten nye områder for avvirkning og skogskjøtsel. I de fleste tilfeller vil eventuelle konflikter være begrunnet i hvem som skal få utnytte ressursene, skal kraftutbyggerne få utnytte vannkraftressursen eller skal jord- og skogbruket få utnytte de produktive landarealene.

**Skogbruk: Kvantifisering av miljølemper**Økonomisk verdsetting:

Endringer i verdien av skogbruksproduksjonen, samt eventuelle merkostnader som følge av omlegging av produksjonssystemet, vil være et direkte mål på miljølempen og vil sannsynligvis i stor grad være dekkende for totalverdien.

- Verdien av endring i avkastning pga. endret arealbruk, endret tilgang til arealer, endret grunnvannsstand etc.

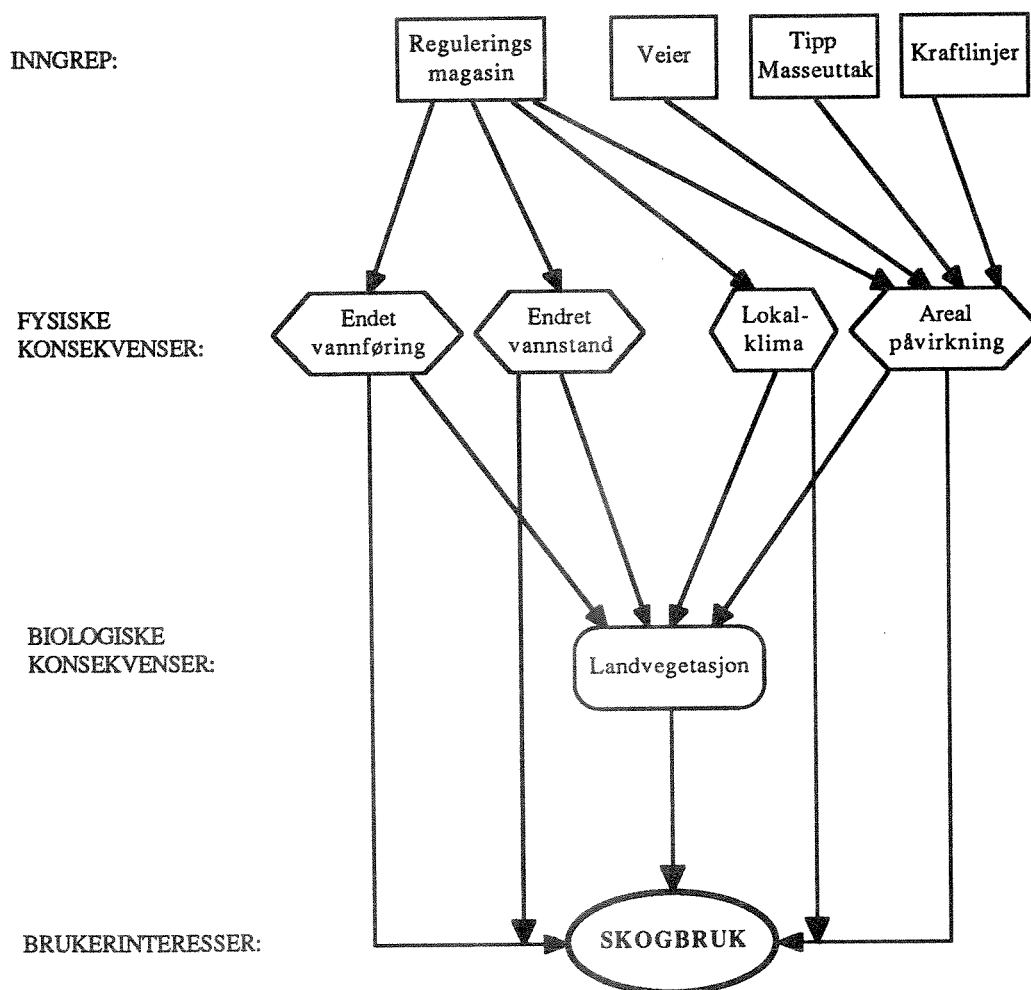
Verdsetting i fysiske enheter:

Om ønskelig kan en verdsetting i fysiske enheter gjennomføres for å gi et utfyllende bilde i tillegg til økonomisk verdsetting. Verdsettingen kan ta utgangspunkt i tre forhold;



arealbruk, produksjonsmengde og arbeidsplasser. For alle tre forhold vil både omfanget før inngrep og antatte endringer være av betydning.

- Arealbruksendring; antall dekar skogbruksarealer med arealbruksendring (ved neddemming eller endret tilgjengelighet), inndelt i drevet skog og skog generelt.
- Avkastningsmengde; endring i  $m^3$  av ulike tresslag.
- Endring i antall arbeidsplasser innen næringen.



### Beskrivende verdsetting:

Beskrivende verdsetting kan brukes om det er nødvendig å dekke opp hull i verdsettingen forøvrig og kan konsentreres om kvalitetsbetraktninger:

- Kvalitetsbetraktninger: endring i egnethet for skogbruket, fremkommelighet for arbeidere og maskinelt utstyr, konsekvenser av endert grunnvannsstand.

## **11.8 Vannforsyning**

Flytskjema over årsaks/virkningssammenhenger er vist nedenfor. Konsekvensene for vannforsyningsinteressene vil avhenge av de fysiske forhold, i hovedsak knyttet til vannkvalitet og vannmengde, og vil være uavhengig av biologiske konsekvenser (bortsett fra i den grad disse er av betydning for vannkvaliteten). Reduserte vannmengder kan være kritisk i perioder med lite tilgjengelig vann. Tilsvarende vil endret fortynning av eventuelle utslipp kunne medføre endrede konsentrasjoner av forurensningskomponentene i vannet. Resipientinteressene kan også påvirke vannforsyningsinteressene.

- **Endret vannkvalitet** vil ha direkte konsekvenser for anvendligheten av vannet og kan eventuelt medføre krav om (bedre) rensing av vannet.
- **Endret vannføring** vil påvirke tilgjengelig vannmengde samt fortynningsgraden.
- **Endret vannstand** vil gi endret vannmengde og endret fortynningsgrad.
- Eventuelle endringer i **resipientinteressenes** utslippsmengder, særlig i kombinasjon med endret vannkvalitet (og vannføring), kan ha konsekvenser for vannets egnethet til vannforsyning.

Bruken av våre vassdrag som drikkevannskilde er høyt prioritert, og vil normalt bli prioritert foran annen bruk av vassdraget. Dersom en kraftutbygging kommer i konflikt med bruken av vassdraget som vannkilde vil det derfor være behov for alternativ vannkilde.

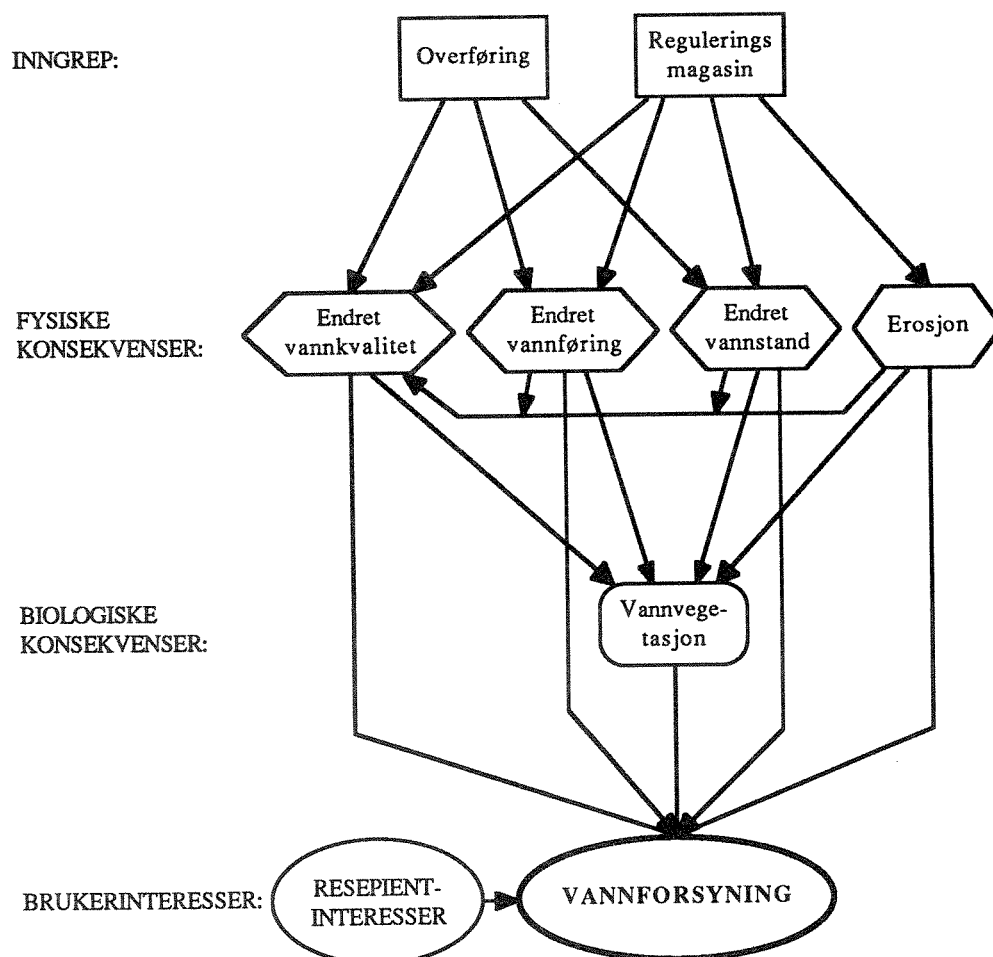
Det er særlig to forhold som endres ved en kraftutbygging, størrelsen på tilgjengelig vannmengde og vannkvaliteten. Dersom tilgjengelig vannmengde er mindre enn behovet må kraftutbyggeren finne ny vannkilde til erstatning for den gamle. Dersom vannkvaliteten endres gjennom økt erosjon, overføringer eller ved redusert fortynningseffekt, kan vannkvaliteten forbedres gjennom økt rensing eller eventuelt ved ny vannkilde.

### **Vannforsyning: Kvantifisering av miljøulemper**

#### **Økonomisk verdsetting:**

Miljøulempene ved redusert kvalitet på vannforsyning kan uttrykkes ved kostnadene knyttet til de tiltak som må gjennomføres for at tilbudet om vannforsyning skal bli like godt som før, både mht. vannmengde, vannkvalitet og sikre leveranser. Disse kostnadene kan være:

- Rensekostnader; eventuelle endrede renskostnader pga. endret vannkvalitet, investeringer og drift.
- Kostnader ved å ta i bruk alternativ kilde, både investeringskostnader og endringer i driftskostnader.



### Verdsetting i fysiske enheter:

Om ønskelig kan en verdsetting i fysiske enheter gjennomføres for å gi et utfyllende bilde i tillegg til økonomisk verdsetting. Verdsettingen kan ta utgangspunkt i to forhold;

- Antall personekvivalenter tilknyttet vannverkene.
- Forbruk av vann i m<sup>3</sup>.

### Beskrivende verdsetting:

Beskrivende verdsetting kan brukes om det er nødvendig å dekke opp hull i

verdsettingen forøvrig og kan konsentreres om kvalitetsbetraktninger:

- Beskrivelse av endring i vannets egnethet for vannforsyning, f.eks ved bruk av SFT's vannkvalitetskriterier.

## **11.9 Resipientinteresser**

Flytskjema over årsaks/virkningssammenhenger er vist nedenfor. Konsekvensene for resipientinteressene vil avhenge av de fysiske forhold, i hovedsak knyttet til vannet resipientkapasitet, og vil i prinsippet være uavhengig av biologiske konsekvenser:

- Endret vannkvalitet kan gi føring for resipientinteressene. Dårligere vannkvalitet kan sette strengere krav til utslippsmengder.
- Endret vannføring vil innebære endret fortynning av utslipp. Et utslipp vil gi høyere forurensningskonsentrasjoner i et vassdrag om vannføringen reduseres.
- Endret vannstand vil gi tilsvarende effekt som endert vannføring; dvs. endret fortynningsgrad.
- Endrede forhold for eller krav til vannforsyningsinteressene kan sette nye krav til forurensningssituasjonen i vassdraget.

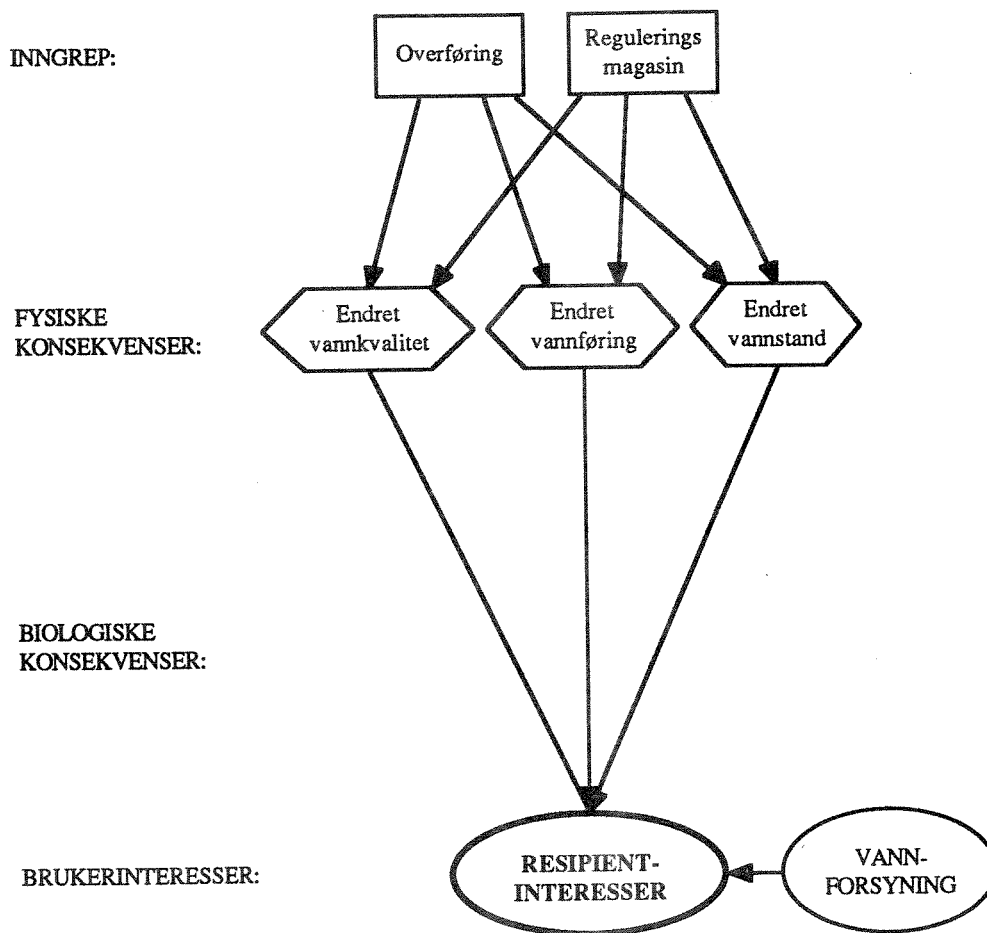
Vassdragene våre har i lang tid vært benyttet som resipient for industri- og husholdningskloakk. I tillegg forurenses de i form av mer diffuse tilførsler fra nedbør og landbruk. Evnen til å tåle slik forurensning uten for store konsekvenser er delvis bestemt av vannføringen. Reduksjoner i vannføringen gir redusert fortynning av forurensningen, og det kan oppstå uheldige helse- og miljømessige forhold. Dersom forurensningssituasjonen forverres ved utbygging vil det derfor være behov for å redusere tilførslene (enten økt rensing av avløpsvannet eller å redusere utslippet) eller eventuelt å øke vannføringen gjennom andre tiltak. Resipientinteressene er en av de viktigste premissleverandører ved fastsettelse av minstevannføring.

### **Resipientinteresser; Kvantifisering av miljøulemper**

#### **Økonomisk verdsetting:**

Ulempene ved redusert resipientkapasitet kan uttrykkes enten ved kostnadene som må til for å kunne opprettholde samme produksjonsnivå som før utbygging, eller ved verdien av et eventuelt produksjontap som følge av strengere utslippskrav. Det kan også tenkes en kombinasjon av tiltak og redusert produksjon. Kostnadene kan uttrykkes ved:

- Rensekostnader; eventuelle endrede renskostnader pga. nye utslippskrav.
- Produksjontap; verdi av eventuelt produksjonstap pga. nye krav til utslipp.



### Verdsetting i fysiske enheter:

Om ønskelig kan en verdsetting i fysiske enheter gjennomføres for å gi et utfyllende bilde i tillegg til økonomisk verdsetting. Verdsettingen kan ta utgangspunkt i to forhold;

- Antall og typer av resipientbrukere.
- Utslippstyper og mengder.

### Beskrivende verdsetting:

Beskrivende verdsetting kan brukes om det er nødvendig å dekke opp hull i verdsettingen forøvrig og kan konsentreres om kvalitetsbetraktninger:

- Beskrivelse/beregning av endret vannkvalitet.
- Beskrivelse av nye utslippskrav og konsekvensene for de enkelte resipientbrukere.

### **11.10 Matrisesammenstilling**

For å få et samlet overblikk over de aktuelle miljølempene blir de her presentert i en matrise. Matrisen har karakter av sjekklister. For hver enkelt brukerinteresse viser matrisen hvilke inngrep som kan ha konsekvenser og hvordan disse kan verdsettes økonomisk, i fysiske enheter og ved en verbal beskrivelse. Matrisen viser aktuelle inngrep og verdsetningsmetoder på en svært kortfattet form og gir ikke et fullstendig bilde av forholdene. Vi viser ellers til den foregående del av Kap.11.

Verdsetningsmatrisen vises på neste side.

**Figur 11.1 VERDSETTINGSMATRISJE. Samlet oversikt over miljølempet for alle brukerinteresser.**

Brukerinteresser	Inngrep	Øk. kvant. mill.kr.	Fysiske enheter	Beskrivelse
Naturvern	Reguleringsmagasin	Betalingsvillighet:	km <sup>2</sup> oppdemmet areal	Typeverdi
	Overføringer	Intervju-undersøkelse	km <sup>2</sup> oppd. vernet areal	Referanseverdi
Kulturminnevern	Veier, tipper, kraftlinjer o.l.	Betalingsvillighet:	km, lengden av berørt elv	Inngrepsgrad
	Reguleringsmagasin	Intervju-undersøkelse	Antall vermede kulturminner	Kvalitetsbetrakninger
Friluftsliv	Veier, tipper, kraftlinjer o.l.	Intervju-undersøkelse	Antall forninner	Andel flyttbare kulturminner
	Reguleringsmagasin	Betalingsvillighet: Intervju- eller reisekostnadsundersøk.	km <sup>2</sup> oppdemmet areal	Endret egnethet
Fiske	Overføringer	Ringvirkninger	Antall utøvere	Endret opplevelseverdi
	Veier, tipper, kraftlinjer o.l.	Ringvirkninger	Antall bruksdøgn pr. år	Kvalitet alternative områder
Jakt	Reguleringsmagasin	Kjøttverdi, endring	kg, vekt fanget fisk	Endret egnethet
	Overføringer	Ringvirkninger	Antall utøvere	Endret opplevelseverdi
Reindrift	Veier, tipper, kraftlinjer o.l.	Betalingsvillighet: Intervju- eller reisekostnadsundersøk.	Antall fiskedager	Kvalitet alternative fiskesteder
	Reguleringsmagasin	Kjøttverdi, endring	Endring i antall fiskedager	Endret egnethet
Jordbruk	Overføringer	Ringvirkninger	Antall felte dyr	Endret opplevelseverdi
	Veier, tipper, kraftlinjer o.l.	Betalingsvillighet: Intervju- eller reisekostnadsundersøk.	kg, vekt felte dyr	Kvalitet alternative jaktområder
Skogbruk	Reguleringsmagasin	Produksjonsendring	Fellingstillatelser	Beiteområdenes endrede egnethet
	Overføringer	Omlagging av reindriftssystemet	Antall jakt dager	Endret egnethet
Vannforsyning	Veier, tipper, kraftlinjer o.l.	Avlingsendring	Endring i antall jakt dager	Endret egnethet
	Reguleringsmagasin	Endring i avkastning	Antall dyr	Endret egnethet
Resipient-interesser	Overføringer	Endring i avkastning	kg, slaktede dyr	Endret egnethet
	Reguleringsmagasin	Endring i avkastning	km <sup>2</sup> beiteareal m/ bruksendring	Endret egnethet
Resipient-interesser	Overføringer	Endring i avkastning	Antall arbeidsplasser, endring	Endret egnethet
	Reguleringsmagasin	Endring i avkastning	da, arealbruksendring	Endret egnethet
Resipient-interesser	Overføringer	Endring i avkastning	kg, endring i vekt av avling	Endret egnethet
	Reguleringsmagasin	Endring i avkastning	Antall beitedyr, endring	Endret egnethet
Resipient-interesser	Overføringer	Endring i avkastning	kg, endret slaktevekt	Endret egnethet
	Reguleringsmagasin	Endring i avkastning	Antall arbeidsplasser, endring	Endret egnethet
Resipient-interesser	Overføringer	Endret reisekostnad	da, arealbruksendring	Endret egnethet
	Reguleringsmagasin	Kostnader alternativ kilde	m <sup>3</sup> , endring i avkastning	Endret egnethet
Resipient-interesser	Overføringer	Endret reisekostnad	Antall arbeidsplasser, endring	Endret egnethet
	Reguleringsmagasin	Endret reisekostnad	Antall pe. tilknyttet	Endret egnethet
Resipient-interesser	Overføringer	Endret reisekostnad	m <sup>3</sup> , forbruk av vann	Endret egnethet
	Reguleringsmagasin	Endret reisekostnad	Antall resipientbrukere	Endret egnethet
Resipient-interesser	Overføringer	Produksjonsendring	Utslippsmengder	Nye utslippskrav
	Reguleringsmagasin	Produksjonsendring	Utslippsmengder	Konsekvenser

**LITTERATURLISTE**

- Berg, G og P.E. Faugli (red.), 1990: Etterundersøkellesprogrammet - Status rapport. NVE rap. V 27. 89 s.
- Brittain, J.E. og J.A. Eie (red.), 1990: Biotopjusteringsprogrammet - Status 1989. NVE rap. V 29, 50 s.
- Bryn, K., 1989: Miljøkonto ved vassdragsreguleringer. En oversikt over kostnader til miljøtiltak ved utbygging av Orkla/Grana-vassdraget. Miljøvirkninger av vassdragsutvikling MVU-rapport A 14.
- Børset, E., 1986: Planlegging og sammenligning ved vassdragsutbygging. NIVA-rapport, O-85277, L.nr. 1877. 66 s.
- Christensen, A.L., 1984: Vasskraftutbygging og kulturminnevern. Delutredning for konsekvensanalyseprosjektet. Miljøverndepartementet. Avd. naturvern og friluftsliv. Rap. T-584. 110 s.
- Erlandsen, A. (red.), 1990: Fiskesymposiet februar 1990. Presenterte foredrag. Vassdragsregulantenenes forening. Stensil. 247 s.
- Gjessing, J. (red.), 1977: Naturvitenskap og vannkraftutbygging. Foredrag og diskusjoner ved konferanse 5.-7.des. 1976. Kontaktutv. Vassdragsregul., Univ. Oslo Rap. 3. 228 s.
- Gunnerød, T.B. og P. Mellquist, (red.), 1979: Vassdragsreguleringers biologiske virkninger i magasiner og lakseelver. Foredrag og diskusjoner ved symposiet 29.-31-mai 1978. NVE og DVF, Stensil. 294 s.
- Faugli, P.E., 1984: Konsekvenser av vasskraftutbygging (K-prosjektet). Saksbehandling og faglig opplegg. Miljøverndepartementet, Avd. naturvern og friluftsliv, Rap. T-589. 157 s.
- Faugli, P.E. (red.), 1990: Vassdragsforskning mot år 2015. NVE Rap. V 26. 234 s.
- Hallandsvik, J.-E., 1984: Konsekvensanalyser for friluftsliv ved konsesjonssøknader. Delutredning for konsekvensanalyseprosjektet. Miljøverndepartementet, Avd. naturvern og friluftsliv. Rap. T-588. 69 s.
- Halvorsen, K.S., 1983: K-prosjektet. Beskrivelse og vurdering av naturfaglige forhold ved planlegging av kraftutbygging. Nasj. Kontaktutv. Vassdragsregul. Rap. 2. 64 s.
- Hansson, R., P. Prestrud og N.A. Øritsland, 1990: Assessment System for the Environmental and Industrial Activities in Svalbard. Norsk polarinstitutt, ISBN 82-90307-61-6.
- Hem, K-G., 1989: En spørreundersøkelse om miljøvern. Drammenselva og Drammensfjorden 1989. Senter for industriforskning, rapport nr. 881108-1.
- Hervik, A. og M. Risnæs, 1983: Økonomiske metoder for å måle miljøkonsekvenser av vassdragsutbygging. Miljøvirkninger av vassdragsutbygging MVU-rapport nr.2. 75 s.
- Hervik, A., 1990: Praktisk bruk av nytte/kostnadsanalyser ved miljøtiltak, Invitert



- innlegg til det 12. forskermøte for sosialøkonomer. Møreforkning, Arbeidsrapport nr. M 9001.
- Holtan, H., 1980: Vassdragregulering, miljøeffekter og behov for forskning. NIVA-rapport A1-21. 75 s.
- Ibrekk, H.O., 1990: Miljøøkonomiske metoder. BBVs FoU-behov. Bedre Bruk av Vannressursene (BBV), prosjektnotat E1/D1. 18 s.
- Kjos-Hansen, O., T.B. Gunnerød, P. Mellquist og O. Dammerud (red.), 1980: Vassdragsregulerings virkninger på vilt. Foredrag og diskusjoner ved symposiet 15.-17. april 1980. NVE og DVF. Stensil. 294 s.
- Kroken, A. og P.E. Faugli (red.), 1990: Etterundersøkelser i Dokka. NVE-publikasjon nr. V43. 171 s.
- Maniate, P.M., and D.C. Carter, 1973: The Evaluation of Intangibles in Benefit-Cost Analysis: A General Method. Policy Branch, Environment Canada.
- Miljøverndepartementet, 1984: Samlet Plan for Vassdrag. Hovedrapport. 219 s.
- Navrud, S., 1989a: The Use of Benefit Estimates in Environmental Decision-Making in Norway. Environmental Directorate, Organization of Economic Co-operation and Development (OECD). 67 s.
- Navrud, S., 1989b: Verdsetting av miljøgoder - metodiske og empiriske studier av sur nedbørs effekter på ferskvannfisk. Doctor Scientarium Thesis 1989:17, Norges landbrukshøgskole, Institutt for skogøkonomi, rapport nr. 3/1989.
- Navrud, S., 1990: Nyttekostnadsanalyse av vassdragskalking. En studie av Audna. Direktoratet for naturforvaltning, DN-notat nr. 5-1990. 51 s.
- Norges vassdrags- og energiverk, 1989: Prosjektforslag om Kvantifisering av Miljøulemper ved ulike Energiteknologier.
- Norges vassdrags- og energiverk, 1990: Energi i Norge. Folder.
- Strand, J. og F. Wenstøp, 1991: Kvantifisering av miljøulemper ved ulike energiteknologier. Delprosjekt 7, Miljøkostnader og samfunnøkonomi. Sosialøkonomisk institutt, Univ. Oslo og Bedriftøkonomisk institutt, Oslo (in prep).
- Sæltun, N.R., J. Bogen, H.M. Flood, T. Laumann, L.A. Roald, A.M. Tvede og B. Wold, 1990: Klimamendringer og vannressurser. Bidrag til den interdepartemantale klimautredning. NVE rap. V 30. 70 s.
- Teigland, J. og M. Vorkinn, 1987: Effekten av vannkraftutbygging i Aurlandsdalen for friluftsliv og reiseliv. Miljøvirkninger av vassdragsutbygging MVU-rapport nr. B 30.
- Tyldum, J., 1990: Dokka-utbyggingen og faglige undersøkelser - Miljøkostnader. Fra: Kroken og Faugli (red.), 1990.
- Wangen, G., 1984: Konsekvenser ved vanddragsreguleringer, Utprøving av en stepmatriseteknikk for identifisering av virkninger. Institutt for Vassbygg, NTH.
- Wingård, B. (red.), 1982: Konferanse om vitenskapelige undersøkelser ved vassdragsreguleringer. Beito 17.-19. nov. 1982. Norsk hydrologisk kommite. Stensil. 257 s.

**VEDLEGG:**

- Vedlegg 1: Økonomisk verdsetting: Eksempler på gjennomførte beregninger.** s.101
- Vedlegg 2: Tegnforklaring til flytskjemaer** s.105

## **VEDLEGG 1: ØKONOMISK VERDSETTING: EKSEMPLER PÅ GJENNOMFØRTE BEREGNINGER**

### **1. Generelt**

Som et tillegg til den generelle metoden for verdsetting som er presentert i rapporten, vil vi her i vedlegget gjennomgå rapporter der miljøulemper ved vannkraftprosjekter eller relaterte forhold er forsøkt verdsatt i kroner. Hensikten med gjennomgangen er å gi en antydning av størrelsen av den økonomiske verdien av miljøulemper ved vannkraftutbygging.

De eksisterende, gjennomførte prosjekter følger ikke den metoden som er presentert tidligere i denne rapporten. Gjennomgangen nedenfor gir derfor ingen illustrasjon på bruken av den metoden vi har anbefalt.

Utover de betalingavillighetsundersøkelser som er gjennomført, er det gjort få forsøk på beregne verdien av miljøulemper. Vi vil her presentere resultater fra Orkla/Grana (Bryn, 1989), fra Dokka (Tyldum, 1990) samt gi en kort presentasjon av resultatene av de gjennomførte betallingsvillighetsundersøkelser.

### **2. Miljøkostnader ved Orkla/Grana-utbyggingen**

Miljøkonto-prosjektet (Bryn 1989) gjengir de faktiske kostnadene som er medgått til miljøtiltak ved Orkla/Grana-utbyggingen. Vårt kap. 9.2. gir en vurdering av metoden som er benyttet i prosjektet. Her vil vi bare nevne at kontoen slik den blir presentert i prosjektet ikke kvantifiserer miljøkostnadene som sådanne, men beregner kostnadene ved ulike typer tiltak som er rettet mer eller mindre direkte mot å avbøte miljøkonsekvensene.

Kostnadstallene i miljøkontoen er hentet fra byggregnskapene og forskjellig arkivmateriale og er omregnet til faste kroner. Total utbyggingskostnad var 4600 mill. kr. I miljøkontoen er kostnadene fordelt på fire poster (jfr. kap 9.2):

Mill.kr.	Invest.	Driftsk.	Prod.tap	Total
1. Miljøundersøkelser	10,6	3,0	-	13,6
2. Endringer i utbyggingsplanene	- 1,7	- 4,7	131,5	125,1
3. Manøvreringsbestemmelser	7,8	10,5	370,6	388,9
4. Andre miljøtiltak	59,4	2,7	-	62,1
<b>SUM miljøtiltak</b>	<b>76,0</b>	<b>11,5</b>	<b>502,2</b>	<b>589,7</b>

Prosjektet gjennomførte ikke et formålsoorientert (brukerinteresseorientert) regnskap. Ut fra det oppsatte regnskap kan man derfor ikke direkte se hvordan miljøkostnadene fordeler seg på ulike brukerinteresser. Som et eksempel på hvordan dette kan gjøres, beregnet man kostnader forbundet med hensyn til laksefiske. Laksefiske ble valgt fordi denne er dominerende i regnskapet.

Aktuelle tiltak ble utskilt og ble fordelt på ulike formål der dette var aktuelt. Det ble pekt på vansker med å foreta en riktig fordeling av kostnadene for et tiltak på ulike formål. Med de valgte forutsetninger ble summen av innsatsen rettet mot laksefiske totalt 178 mill. kr. Dette er ca. 30% av totalkostnadene til miljøtiltak i Orkla/Grana-utbyggingen.

### 3. Miljøkostnader ved Dokka-utbyggingen

Kapitlet "Dokka-utbyggingen og faglige undersøkelser - Miljøkostnader" (Tyldum, 1990) gjengitt i rapporten "Etterundersøkelser i Dokka" (Kroken og Faugli (red.), 1990) gir en oversikt over miljøkostnader i forbindelse med Dokka-utbyggingen.

I Tyldums gjennomgang vises det til utredningen om Orkla-utbyggingen (jfr. over). Inndelingen av kostnadene i grupper følger i hovedsak miljøkontoen.

I likhet med oversikten over Orkla/Grana-utbyggingen i Bryn (1989) presenterer Tyldum kostnadene av gjennomførte miljøtiltak i Dokka-utbyggingen. Kostnadstallene gir derfor ikke nødvendigvis et uttrykk for de virkelige miljølempene.

Tyldum gir følgende oversikt:

#### Fagundersøkelser

Fisk	1.75	mill.kr.
Vilt	1.33	"
Arkeologi	13.50	"
Vannkvalitet	1.90	"
Hydrologi, isreg. osv.	2.60	"
Diverse	ca. 1.20	"

#### Endringer i utbyggingsplanene

Produksjonstap etc.	20.60	mill.kr.
---------------------	-------	----------

#### Manøvrering, minstevannføring

Produksjonstap	40-90	mill.kr.
----------------	-------	----------

#### Andre miljøtiltak

Opphjørp, fiske - vilt	1.2	mill.kr.
Evt. settefisk	3.9	"

Terskler	ca. 5.0	"
Rydding i magasin	ca. 10.5	"
Flytting av stevneplass, Fløtingsdam, tippensyn	ca. 5.0	"

Årlige kostnader er her omregnet til nåverdi.

En sammenligning av kostnadsområder viser følgende:

Arkeolgi	13.5 mill.kr.
Totale erstatninger i prosjektet (tapt beite, fiske, areal-leie mm.)	ca. 10.0 "
Samlede næringsfond	13.8 "
Alle fallrettigheter	12.3 "

Tyldum peker også på at de fagmiljøene som øvde press og som hadde gode prosjektforslag fikk flere midler til disposisjon. For vår egen del vil vi i denne forbindelse påpeke at slike forhold vil medføre at en kostnadsfordeling som referert ovenfor dermed vil kunne gi et skjevt bilde av den reelle fordelingen av de faktiske miljøulempene mellom de ulike brukerinteresser.

#### **4. Gjennomførte betalingsvillighetsundersøkelser**

Navrud (1989a) gir en oversikt over betalingsvillighetsundersøkelser som er gjennomført i Norge. Han presenterer undersøkelsenes formål, hva som er verdsatt og resultatet av verdsettingen. Tabell V-1 viser de undersøkelsene som er relevante i forbindelse med vannkraftutbygging.

Etter at Navrud (1989a) ble publisert, er flere betalingsvillighetsundersøkelser sluttført.

Hem (1989) har gjennomført en spørreundersøkelse om Drammenelva og Drammensfjorden. Betalingsvilligheten for økt innsats i rensetiltak i elven og i fjorden var på vel 500 kroner pr. år pr. hushold, tilsammen ca. 18 mill. kroner pr. år over en 10 års periode.

Navrud (1990) har gjennomført en nytte-kostnadsanalyse av kalking i Audna. Ved bruk av reisekostnadsmetoden ble rekreasjonsverdien pr. fiskedag lik 101-238 kr. En intervjumetode (CVM) ga en rekreasjonsverdi pr. fiskedag lik 81-146 kr. Med gjennomsnittlig rekreasjonsverdi pr. fiskedag lik 160 kr. blir rekreasjonsverdien av fritidsfisket lik 500.000 kr. i 1988. Pga. unormal vannføring og liten sjøørretoppgang antar Navrud en rekreasjonsverdien et normalår (1987) på 750.000 kr. Denne verdi kan innebære en undervurdering idet kalkingen ennå ikke hadde fått full effekt .

Tabell V-1. Oversikt over betalingsvillighetsundersøkelser gjennomført i Norge som er relevant i forbindelse med vannkraftprosjekter. Kilde: Navrud (1989a).

Forfatter	Vare	Metode	Verdi
Strand (1981a)	Alle ferskvannsbestander av ferskvannsfisk i Norge	Intervjumetode*	1600-2550kr/pers/år
Strand (1981b)	Fritidsfiske etter laks i Gaula	Transportkostnadsmetoden	ca.310 kr/fisker/år
Navrud 1984	Fritidsfiske etter ørret i Hallingdalselven	Transportkostnadsmodellen	ca. 160 kr/fisker/dag
Scancke 1985	Fritidsfiske etter ørret i Tinnelv	Transportkostnadsmodellen	ca. 160 kr/fisker/dag
Carlsen 1985	Unngå redusert laksestamme i Numedalslågen	Intervjumetode*	Mindre reduksjon: Lokalt 157kr/husstand/år Vesentlig reduksjon: 325 kr/husstand/år
Amundsen 1987	Unngå redusert fiskebestander i innsjøer i Nordmarka	Intervjumetode*	347 kr/husstand/år
Heiberg og Hem 1987	Bedret vannkvalitet i Kristiansandsfjorden	Intervjumetode*	Lokalt: 411 kr/husstand/år. 27 mill.kr. totalt Nasjonalt: 635 kr/pers (engangsbetaling) 1448 mill.kr.totalt
Hervik et. al. 1987	Vern mot vannkraftutb. Samlet Plan Rauma/Ulvåa	Intervjumetode*	791-1436 kr/husstand/år 527-1423 kr/husstand/år
Heiberg og Hem 1988	Bedret vannkvalitet i Indre Oslofjord	Intervjumetode*	600-750 kr/husstand/år 140-180 mill.kr. over 10 år
Navrud 1988	Reduserte fiskebestander på Sørlandet pga. sur nedbør	Intervjumetode*	ca. 370 kr/husstand/år
Navrud 1988	Fritidsfiske etter laks og ørret i Vikedalselva	Transportkostnadsmetode Intervjumetode*	128-175 kr/fisker/år 121-172 kr/fisker/år

\* Navrud bruker betegnelsen CVM - Contingent Value Method

En samlet vurdering av oversikten viser at i forbindelse med fritidsfiske i enket vassdrag varierte betalingsvilligheten pr. fisker pr. år 121-310 kr. med tyngdepunktet rundt ca. 150 kr. For å unngå reduserte fiskebestander i gitte lokaliteter (Numedalslågen, Nordmarka og Sørlandet) varierte betalingvilligheten pr. husstand pr. år 157 og 370 kr. Ved vurdering av alle fiskebestander i Norge øker betalingsvilligheten til ca. 2000 kr. pr. person pr. år. Betallingsvilligheten for å bedre vannkvaliteten i fjorder (og en elv) varierte 411-750 kr. pr. husstand pr. år. For å verne vassdrag mot vannkraftutbygging var betalingsvilligheten 500-1400 kr.

## VEDLEGG 2: TEGNFORKLARING TIL FLYTSKJEMAER:

INNGREP:	Overføring	Overføring av vann fra et nedbørfelt til et annet.
	Reguleringsmagasin	Etablering og bygging av et reguleringsmagasin.
	Veier	Bygging av veier
	Tipp Masseuttak	Uttak, dumping, flytting av masser
	Kraftlinjer	Bygging av kraftlinjer (her: innenfor nedbørfeltet).
FYSISKE KONSEKVENSER:	Endret vannkvalitet	Vannkvalitetsendring i vassdrag, marine områder samt i eventuelt tidligere innsjø, nå magasin.
	Endret vannføring	Endret vannføring i et vassdrag som følge av overføring, tørrlegging eller manøvrering av kraftverk.
	Endret vannstand	Endret vannstand i innsjø/magasin som følge av oppdemming eller manøvrering.
	Erosjon	Erosjon som følge av vannstands- eller vannføringsendringer.
	Vandrings- sperre	Vandringsperre for fisk, dyr eller mennesker.
	Areal påvirkning	Arealbruksendringer samt påvirkning av landskap av betydning for opplevelsesverdi, estetikk etc.
	Lokal klima	Endret luftfuktighet, tåke, duggdannelse, frost etc.
BIOLOGISKE KONSEKVENSER:	Vannvegetasjon	Omfatter alle typer vannvegetasjon; plankton, begroing etc.
	Dyreliv i vann Fisk	Omfatter alle typer dyr i vann, også fisk.
	Landvegetasjon	Omfatter all vegetasjon på land, naturlig og dyrket.
	Dyreliv på land Vilt	Omfatter alt dyre- og fugleliv på land, både vilt og husdyr.
BRUKER- INTERESSER:	FISKE	Brukerinteressen som det enkelte flytskjema er utarbeidet for, er vist i fete typer.
	NATURVERN	Brukerinteresser der endringer vil påvirke den angjeldne brukerinteresse, er vist med normale typer.

osv.