

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Blindern

0-90/76

0-98/77

A- 4/22

VANNBRUKSPLAN FOR BØELVA I TELEMARK

Del I        Generelt om vannbruksplaner

Del II       Skisse til vannbruksplan for Bøelva

Brekke, 5. oktober 1978

Saksbehandler:     *Siv.ing. Haakon Thaulow*

Medarbeider:      *Siv.ing. John M. Råheim*

*Instituttssjef Kjell Baalsrud*

**ISBN 82-577-0093-2**

## OPPDRAGETS BAKGRUNN OG HENSIKT

NIVA har fått i oppdrag å bidra til å utarbeide en vannbruksplan for vassdragene i Telemark fylke. Bakgrunnen for arbeidet er fylkestingets vedtak 5. desember 1975.

NIVA foreslo opprinnelig at arbeidet skulle deles i tre faser, hvor første fase skulle bestå i forberedende møter, vurdering og avgrensning av oppgavens innhold, metodeutvikling m.v.

I fase 1 ble det opprettet en kontaktgruppe med representanter for Miljøverndepartementet, Statens forurensningstilsyn, Telemark fylke og NIVA. På bakgrunn av diskusjoner i gruppen ble det videre arbeide trukket opp. Siktemålet ved fase 1 var å få frem best mulig hva en vannbruksplan bør inneholde. Dette skulle løses ved å plukke ut et mindre område, Bøelva, som prøveområde.

NIVA mottok i september 1977 et oppdrag fra Miljøverndepartementet hvor instituttet sammen med Norsk institutt for by- og regionforskning fikk i oppgave å utarbeide generelle retningslinjer for vannbruksplanlegging. Dette har sammenheng med departementets erklærte ønske om å etablere et bedre faglig fundament for en samordnet vannressursforvaltning, noe som bl.a. kommer til uttrykk i St.meld. nr. 25 for 1977 "Om regional planlegging og forvaltning av naturressursene". Arbeidet med Bøelva er betydelig utvidet med midler fra dette oppdraget. Instituttet har også anvendt egne forskningsmidler fra feltet kalt "Vannressursforvaltning".

Hensikten med denne rapport er primært å gi fylket et faglig fundament med råd og anvisninger, som kan danne grunnlag for å utarbeide en vannbruksplan for Telemark fylke i samsvar med fylkestingets vedtak. Med sikte på å oppnå dette er rapporten delt i to hoveddeler:

- Del I      Generelt om vannbruksplaner
- Del II     Skisse til vannbruksplan for Bøelva

Del I tar sikte på å gi en generell innføring i behovet for en slik plan, valg av planområde, metodikk, systematikk m.v. Forholdet til oversiktsplanlegging m.v. drøftes, og det er lagt vekt på en del organisatoriske og administrative spørsmål.

Del II tar sikte på praktisk anvendelse av planleggingsteorier på Bøelvvassdraget.

Foran del I og II er det laget et sammendrag ("gule sider"). Hensikten er å gi et kortfattet hovedinntrykk av rapportens innhold som egner seg for selvstendig lesning.

Det er viktig å være klar over at del II ikke kan betraktes som en ferdig bruksplan for dette vassdraget; hovedsakelig av to grunner.

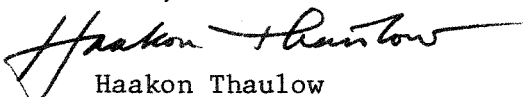
1. En vannbruksplan inneholder i seg selv en rekke forutsetninger og avveininger av politisk natur. Det er ikke et forskningsinstituttets oppgave å treffe slike avgjørelser på egen hånd. En vannbruksplan vil i praksis måtte utarbeides i samråd med allmene myndigheter og representanter for brukerinteressene, ikke som et isolert prosjekt.
2. Siktemålet med del II er som nevnt ikke å lage en vannbruksplan for Bøelva men å bruke et konkret vassdrag som illustrasjon på hvordan det senere kan arbeides med hele Telemarkvassdraget. Det er derfor i fase 1 klart prioritert metodikk og fremstillingsmåter fremfor registrering.

Den praktiske vannbruksplanlegging må bygge på generelle målsettinger og omfattende registreringer. Det er først og fremst en metodikk for frem-skaffelse og behandling av dette grunnlaget denne rapporten søker å vise. Dette dokument er i så måte nærmest å betrakte som et "forprosjekt" for en vannbruksplan for Telemarksvassdragene.

Del I og II tar tilsammen sikte på å danne grunnlag for behandling i fylkestinget. Sammendraget er bl.a. tatt med for dette formål. Vi har forsøk å antyde hvordan arbeidet med en bruksplan for hele Telemarksvassdraget kan tenkes videreført rent administrativt, slik at en diskusjon av dette viktige spørsmålet kan få en plattform å stå på.

En foreløpig rapport kalt "ufullstendig kommentarutgave", datert 31. oktober 1977 er sendt oppdragsgiver til kommentar og har dessuten vært diskutert i kontaktgruppen. Synspunkter fra gruppen er innarbeidet i den endelige utgaven.

Oslo, 5. oktober 1978

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Haakon Thaulow". The signature is written in a cursive style with a long horizontal stroke extending to the right.

Haakon Thaulow



I N N H O L D S F O R T E G N E L S E

	Side:
OPPDRAGETS BAKGRUNN OG HENSIKT	2
<b>SAMMENDRAG</b>	13
<b>DEL I. Generelt om vannbruksplaner</b>	30
1. BEHOVET FOR VANNBRUKSPLANER	31
1.1 Hva er en vannbruksplan?	31
1.2 Økende konflikter	31
1.3 Konkretisering av prinsipper for naturressursforvaltning	34
1.4 Økonomisering med ressurser - fremtidig vannforvaltning	34
1.5 Planleggingens utjevnete virkning	37
1.6 Myndighetenes syn	38
2. GRUNNPRINSIPPER FOR VANNBRUKSPLANER	41
2.1 Vannbruksplan - oversiktsplan	41
2.2 Plansystematikk	43
2.3 Valg av planområde. Differensiering av planverktøyet.	50
3. ORGANISASJONSSPØRSMÅL	51
3.1 Organisasjon - problemområde	51
3.2 Dagens organisasjonsstruktur for vannplanlegging i Norge	53
3.3 Organisering av vannbruksplanlegging	56
<b>DEL II Skisse til vannbruksplan for Bøelva</b>	60
1. INNLEDNING	62
2. PLANOMRÅDE. AVGRENSING OG TIDSHORISONT	62
3. GENERELL BESKRIVELSE AV BØELVAS NEDBØRFELT	64
3.1 Geografiske og geologiske forhold. Vegetasjon	64
3.2 Klima	66
3.3 Aktiviteter i nedbørfeltet	66
3.3.1 Befolkning og arealfordeling	66
3.3.2 Jord- og skogbruk	68
3.3.3 Industri og service-næringer	68
3.3.4 Andre aktiviteter	69
4. REGULERINGER OG TILFØRSLER TIL VASSDRAGET	70
4.1 Fysiske inngrep	70
4.1.1 Reguleringer	70
4.1.2 Forbygninger	70

	Side:
4.2 Tilførsler	71
4.2.1 Definisjoner - systematikk	71
4.2.2 Naturlig påvirkning	73
4.2.3 Diffuse forurensningskilder	74
4.2.4 Punktkilder	75
4.2.5 Beregning og sammenstilling av tilførsler	80
4.2.6 Geografisk fordeling av tilførsler	83
4.2.7 Tidsmessig fordeling av tilførsler	84
5. HYDROLOGISKE FORHOLD OG VANNKVALITET	85
5.1 Hydrologiske forhold	85
5.2 Vannkvalitet i Bøelva	88
5.2.1 Kjemiske forhold	88
5.3 Vannkvalitet i Norsjø	94
5.4 Klassifisering av vannkvalitet	98
5.4.1 Generelt	98
5.4.2 Klassifisering etter generell påvirkning	103
6. SAMFUNNSUTVIKLING. BRUKERINTERESSER	106
6.1 Prognoser for utvikling i planområdet	106
6.2 Brukerinteresser i dag og i fremtiden	107
6.2.1 Naturvern - landskapsvern	107
6.2.2 Vannforsyning	110
6.2.3 Rekreasjon	114
6.2.4 Fiske (sportsfiske - yrkesfiske)	117
6.2.5 Energiproduksjon	118
6.2.6 Transportåre	121
6.2.7 Erosjonsvern	121
6.2.8 Resipient	121
6.3 Samlet vurdering. Konflikter mellom brukerinteresser	125
7. INNLEDNING - ANALYSESTRUKTUR	133
8. MÅL FOR BRUKEN AV BØELVA	136
8.1 Overordnede mål	136
8.2 Praktiske mål - alternativer for bruken av vassdraget	138
9. KRAV TIL VANNMENGDER OG KVALITET	140
9.1 Vurderingsgrunnlag	140
9.2 De enkelte brukerinteressers krav	140
9.3 Virkning av forurensningstilførsler	152

	Side:
9.3.1 Kritiske forurensningstyper	152
9.3.2 Eutrofiering - betydningen av fosfor - saprobiering	153
9.3.3 Hygienisk forurensning	159
9.4 Vannkvalitetsnormer. Krav til vannmengder og andre forhold. Sammenstilling.	160
10. TILTAK	164
10.1 Generelt - typer av tiltak	164
10.2 Forurensningsbegrensende tiltak	168
10.2.1 Belastningsnormer	168
10.2.2 Spesifikasjon av tiltak	172
10.2.3 Kost nyttefaktor. Prioritering av tiltak	175
10.2.4 Gjennomføring av tiltak	180
10.3 Tiltak i forbindelse med vanndragsreguleringer	182
11. KONSEKVENSANALYSER	185
11.1 Generelt om konsekvensanalyser	185
11.2 Tiltak for reduksjon av forurensningstilførsler	186
11.3 Vannkraftutbygging og andre tiltak	188
11.4 Sammenstilling av konsekvenser	191
REFERANSER	194

F I G U R F O R T E G N E L S E

Side:

**SAMMENDRAG**

Figur nr.

S1	Bøelva. Planområde, arealbruk og brukerinteresser	17
S2	Bøelva. Forurensningstilførsler, vassdragsregulering og forurensningsgrad	18
S3a	Fosfortilførsler til Bøelva teoretisk beregnet med bakgrunn i spesifikke tall for forurensning fra de ulike kilder	19
S3b	Prognose for forurensningstilførsler til Bøelva. Teoretisk beregnet med bakgrunn i spesifikke tall for forurensning fra de ulike kilder	19
S4	Bøelva brukermatrise vannressurser. Dagens situasjon	20
S5	Konfliktregistrering i Bøelva	21
S6	Bøelva. Teoretisk beregnede forurensningstilførsler i Bø kommune, år 2000. Kost-nytte-forhold ved tiltak	26
S7	Alternative investeringsrekker ved gjennomføring av forurensningsbegrensende tiltak	27
S8	Sammenstilling av konsekvenser.	29

**DEL I**

Figur nr.:

I	Spesifikk avrenning i noen europeiske land	32
II	Vannbruksplan - fylkesplan	42
III	Forenklet fremstilling av beslutningsmodell	44
IV	Vannressursforvaltning, beslutningsmodell - ideelt	45
V	Vannressursforvaltning, beslutningsmodell - dagens situasjon	49
VI	Planleggingsmodell for vannbruksplaner: Organisering av planarbeidet	58

**DEL II**

Figur nr.:

1	Bøelva - Telemark fylke	63
2	Bøelva. Befolkning, jordbruksarealer og administrative grenser	65
3	Midlere månedsnedbør 1931-60 for værstasjonen Gvarv, sammenholdt med den potensielle fordampning	67
4	Forurensningstilførsler. Feltinndeling	72
5	Forurensningstilførsler	76

Figur nr.:	Side:
6 Teoretisk beregnede fosfortilførsler til Bøelva fordelt på ulike tilførselsgrupper	82
7 Teoretisk beregning av forurensninger fra større punkttilførsler til Bøelva. Bø og Sauherad	82
8 Modeller for geografisk fordeling av fosfortilførsler til Bøelva	83
9 Beregnede vannføringer i Bøelva med og uten reguleringer. Hagadrag V.M.	86
10 Bøelva. Stasjoner ved prøvetaking 1969, 1970, 1975, 1976.	87
11 Bøelva 1975-76. Kjemiske analyseresultater. pH, konduktivitet og farge	89
12 Bøelva 1975-76. Kjemiske analyseresultater. Turbiditet, kjemisk oksygenforbruk, fosfor	90
13 Bøelva 1975-76. Nitrogen, klorid, jern, kalsium	91
14 Bøelv-vassdraget. Relativ betydning (%) av organismetyper i bunnfaunaen på de enkelte stasjonene i desember 1975 og mai og september 1976	93
15 Antall coliforme og fekale bakterier pr. 100 ml vann ved prøvetakingsstasjonene i Telemarksvassdraget	95
16 Middelverdier av planteplankton- og dyreplanktonbiomasse for 7 stasjoner i Norsjø i perioden juni - oktober. Termolinens beliggenhet er også angitt	96
17 Fosforbelastningsmodell etter Vollenweider 1976	96
18 Hovedtyper av klassifisering	100
19 Vurderingsgrunnlag for vannkvalitet - overflatevann. Klassifiseringsstruktur.	101
20 Bøelva - generell påvirkning - dagens situasjon	104
21 Bøelva som vannkilde for private og små vannverk uten rensing (desinfeksjon). Vanning til buskap inkludert	111
22 Vannforsyning	112
23 Bøelva. Rekreasjon, fiske, fuglebiotop	115
24 Bøelvas vannkvalitet for badeformål. Dagens situasjon	116
25 Bøelva. Vassdragsreguleringer, transportveier, grustak, erosjonsvern	119
26 Teoretisk beregning av forurensningstilførsler til Bøelva 1977 til 2000.	124
27 Bøelva brukermatrise vannressurser. Dagens situasjon	126
28 Bøelva brukermatrise vannressurser. Tenkt framtidig situasjon.	128

Figur nr.:	Side:
29 Konfliktregistrering i Bøelva	129
30 Analysestruktur	134
31 Prinsippskisse for årsvariasjon av fosfortransport og tilførsler i Bøelva	154
31a Prinsippskisse for teoretisk beregning av belastningsnorm utfra midlere fosforkonsentrasjoner	170
32 Fastsettelse av belastningsnorm utfra kvalitetsnorm. Teoretisk beregning.	171
33 Bøelva. Teoretisk beregnede forurensningstilførsler til Bøelva i Bø kommune i år 2000. Kost-nytte forhold ved tiltak	177
34 Bøelva. Teoretisk beregnede forurensningstilførsler til Bøelva i Sauherad kommune i år 2000. Kost-nytte forhold ved tiltak	178
35 Alternative investeringsrekker ved gjennomføring av tiltak i Bø kommune	181
36 Alternative investeringsrekker ved gjennomføring av tiltak i Sauherad kommune	181
37 Prinsipp for konsekvensanalyse i Bøelva	187
38 Eksempel på sammenstilling av konsekvenser fra konsekvensanalysen	193

TABELLFORTEGNELSE

Side:

**SAMMENDRAG**

Tabell nr.:

S1 Brukerinteressenes maksimale krav til vannmengder, kvalitet og andre forhold	24
S2 Krav til vannmengder, vannkvalitet og andre krav	25

**DEL I**

Tabell nr.:

I Utslippsreduksjoner, industri, kommunale utslipp, jordbruk	36
II Vannressursforvaltning. Brukerinteresser - forvaltningsorganer	53
III Vannressursforvaltning - Sentralt nivå. Oppgaver - dagens situasjon.	55

**DEL II**

Tabell nr.:

1 Bøelva. Befolkning og arealfordeling	66
2 Virksomhet med tidvis opphold av utenbygdsboende	67
3 Bøelva. Landbruksdata	68
4 Industrivirksomhet ved Bøelva	69
5 Grustak i Bø og Sauherad	69
6 Skjema for overvåking og oppfølging	73
7 Tilførsler fra naturlige kilder	74
8 Anslåtte gjødselmengder i tonn fosfor (P), kunstgjødsel, husdyrgjødsel, pressaft fra silo i Bøelvas nedbørfelt	74
9 Forurensningsproduksjon. Utslipp til kommunal kloakk 1977	77
10 Forurensningsproduksjon skoler og servicebedrifter 1977	77
11 Forurensningsproduksjon i hytteområder, campingplasser og spredt boligbebyggelse	79
12 Forurensningsproduksjon. Forurensende industri 1977	79
13 Punktkilder i jordbruket	79
14 Teoretisk beregnet forurensningsproduksjon og forurensningstilførsler Bøelva 1977	81
15 Prognose for befolknings-utvikling ved vassdraget, fordelt på de tre kommuner	106
16 Anslått vannbehov til landbruksvanning i dim.døgn.	113

	Side:
Tabell nr.:	
17 Data for kraftverksutbygging i Bøelva	120
18 Utviklingsretninger for brukerinteresser. Bøelva	127
19 Konfliktregistrering Bøelva (se fig. 29)	129
20 Eksempler på sammenhenger vannbruk - politiske mål	137
21 Retningslinjer for bakteriologisk bedømmning av drikkevann	143
22 Brukerinteressenes krav ("ønskeliste")	151
23 Vannkvalitetsnormer. Alt. I og II	161
24 Krav til vannmengder m.v.	163
25 Vannressursforvaltning - aktuelle virkemidler	165
26. Vannressursforvaltning - tekniske tiltak	166
27 Eksempler på tiltak rettet mot forurensninger eller forurensningsvirkemidler	167
28 Tilførselsbegrensende tiltak	168
29 Eksempler på aktuelle administrative tiltak i Bøelva	169
30 Tiltak, nytte og kostnader for punktkilder, kommunalt avløpsvann (1977)	174
31 Kost-nytte-faktor og nytte (redusert P-tilførsler) ved en del aktuelle tiltak	176
32 Kvalitetsnorm, belastningsreduksjon	179
33 Kostnader ved gjennomføring av tiltak for å begrense forurensningstilførslene til Bøelva	188
34 Sysselsetting i Bø og Sauherad kommune	190
35 Beregning av vektall for miljø og sosiale konsekvenser for alternativ I og II	192



## SAMMENDRAG

### Del I. Generelt om vannbruksplaner.

#### BEHOVET FOR VANNBRUKSPLANER (Kpt. 1)

En vannbruksplan er definert som en plan for utnyttelse og vern av vannforekomster i et vassdrags nedbørsfelt, evt. med nærliggende saltvannsområder ved vassdragets utløp. Planen skal behandle, avveie og foreslå tiltak knyttet til de enkelte brukerinteresser.

Forvaltning av en rikelig ressurs kan skje utfra den enkelte brukerinteresse. Imidlertid, jo knappere ressursen er, jo mer aktuell blir en forvaltning utfra ressursen.

Drivkraften bak det økende behovet for vannplanlegging er de potensielt økende konflikter mellom bruksmåter. Flere grunner diskuteres; økende natur- og miljøinteresser, skjerpede krav til råvannskvalitet for drikkevann, økning i jordbruksvanning og spørsmålet om omfanget av videre vassdragsutbygging for kraftproduksjon.

Videre påpekes vannbruksplanlegging som et viktig fremtidig virkemiddel for bedre økonomisk utnyttelse av investeringene i vannsektoren.

Tiltak mot forurensninger brukes her som eksempel. Det påpekes at de åpenbare opprydningstiltak, såkalte "1-generasjons"-forurensningbegrensende tiltak, med klar nytteverdi etterhvert blir fullført. Disse tiltak er bl.a. bestemt utfra en situasjon med klart uønskede forhold mange steder, men uten et mål for hvor langt en bør gå. Tiltak er, hva type angår, naturvitenskapelig basert, men hva omfang angår stort sett teknologisk bestemt. I "1-generasjons"-tiltakene er de mest kosteffektive tiltak satt inn for ulike forurensningskilder. "2-generasjons"-tiltakene vil måtte kreve langt mer nyanserte vurderinger, både om hvilke tiltak, hvor og når disse skal settes inn, hvorvidt de er nødvendige for resipienten og brukerinteressene der, samt sett i forhold til investeringer i andre samfunnssektorer. Vannforekomstenes store variasjonsbredde, ømfintlighet overfor forurensninger, belastningsnivå m.v. tilsier slik nyansering.

Med langt høyere kostnader pr. fjernet mengde forurensninger reises det spørsmål om det vil være samfunnsøkonomisk forsvarlig å gjennomføre nye tiltak etter samme opplegg som i første runde uten en nærmere vurdering. Samfunnet vil avkreve bedre dokumentasjon omkring, og mer effektivitet av miljøinvesteringer, bl.a. fordi bølgen av bevilgninger til miljøvern sannsynligvis vil flate seg ut.

Videre påpekes planleggingens utjevneende virkning mellom brukerinteresser med bl.a. ulik tilknytning til økonomi. Det hevdes at vannplanlegging vil være bedre egnet for en samfunnsmessig riktig avveining av brukerinteresser enn et konsesjonssystem alene hvor konsesjonsgiving er spesielt knyttet til en enkelt brukerinteresse.

Myndighetenes positive syn på slik planlegging refereres med sitater fra bl.a. St.meld. nr. 25 1977/78 "Om regional planlegging og forvaltning av naturressursene" og St.meld. nr. 75 1976/77 "Langtidsprogrammet 1978-81".

#### GRUNNPRINSIPPER FOR VANNBRUKSPLANER (kpt. 2)

Den nære sammenheng mellom vannbruksplaner og oversiktsplaner påpekes og diskuteres. Vannbruksplaner behandler en av de naturressursene oversiktsplaner etter lovverket (Bygningslovens § 17) skal omfatte.

Fremfor at den enkelte bruksmåte trekkes hver for seg inn i oversiktsplaner, vil en vannbruksplan gi et samlet og bedre avveiet bidrag for vannressursene som helhet.

Plansystematikken gjennomgås. Basert på en generell grunnmodell, presenteres en ideell beslutningsmodell for vannressursforvaltning. Modellen er gitt en utfyllende forklaring og diskusjon i del I. Dagens mangler i beslutningsmekanismene diskuteres.

Valg av planområde og differensieringen av planverktøyet er viktig med den store variasjonsbredde vassdragene oppviser i Norge. Planområdet bør prinsipielt omfatte hele nedbørfelt. Imidlertid vil det også være aktuelt å behandle delvassdrag mer omfattende, avhengig av konfliktenes styrke og kompleksitet.

Planverktøyet kan differensieres i dybden eller bredden. Med differensiering i dybden menes variasjon i registreringsomfang, variasjon i innsats for å belyse forholdet mellom f.eks. forurensningstilførsler og respons i et vassdrag. Med variasjon i bredden menes at antall brukerinteresser som tiltak analyseres for, kan variere. En fullstendig bruksplan bør inneholde rammetiltak for samtlige brukerinteresser. En redusert plan kan f.eks. kun inneholde forurensningstilførsler og vassdragsreguleringer mens f.eks. tiltak for opparbeiding av bade- og båtplasser ikke taes med.

#### ORGANISASJONSSPØRSMÅL (kpt. 3)

Først diskuteres det nære forhold og gjensidige påvirkning mellom et faglig problem og den organisasjon som skal arbeide med problemet.

Dagens organisasjonsstruktur for vannforvaltning gjennomgås og diskuteres. Denne er inndelt etter brukerinteresser med sterke vertikale forbindelser mellom stat, fylke og kommune innenfor hver brukerinteresse. De horisontale forbindelser mellom forskjellige interesser på samme nivå er relativt dårligere utbygget. Det er videre karakteristisk at arbeidsoppgavene variere sterkt mellom de forskjellige brukerinteressers forvaltningsorganer.

Organisering av vannplanlegging skal først og fremst bearbeides ved Norsk institutt for by- og regionforskning(NIBR) og dette arbeidet er ikke avsluttet. NIBR og NIVA samarbeider om utarbeidelse av generelle retningslinjer for vannbruksplanlegging. Organisasjonsspørsmålet er imidlertid drøftet kort. Vassdragene er 4-delt utfra et administrativt synspunkt, avhengig av hvordan og hvilke administrative grenser som ligger innenfor nedbørfeltet .

Det påpekes at organisering av planleggingen må ta utgangspunkt i den nære tilknytning til oversiktsplanarbeidet, ønsket om medvirkning fra aktuelle brukerinteresser og forvaltningsorganer, samt kravet om effektivitet i planarbeidet. Med disse prinsipper som utgangspunkt presenteres en prinsippmodell for organisering av planarbeidet i et vassdrag som omfatter flere kommuner, men ligger innenfor ett fylke. Modellen er følgelig aktuell som diskusjonsgrunnlag både for Bøelva og hele Telemarksvassdraget.

Del II. Vannbruksplan for Bøelva.

Planskissen for Bøelva er delt i to; en registreringsdel (pkt. 1-6) og en analyse og plandel (pkt. 7-11).

*REGISTRERINGER*

Registreringene er inndelt i fire hovedelementer/grupper:

Kpt. 3. Generell beskrivelse av nedbørfeltet.

Kpt. 4. Reguleringer og tilførsler til vassdraget.

Kpt. 5. Hydrologiske forhold og vannkvalitet.

Kpt. 6. Samfunnsutvikling og brukerinteresser.

Kpt. 4, 5 og 6 er sentrale, kpt. 3 gir kun en generell innføring omkring nedbørfeltet og aktivitetene i dette.

PLANOMRÅDE. AVGRENSNING OG TIDSHORISONT.

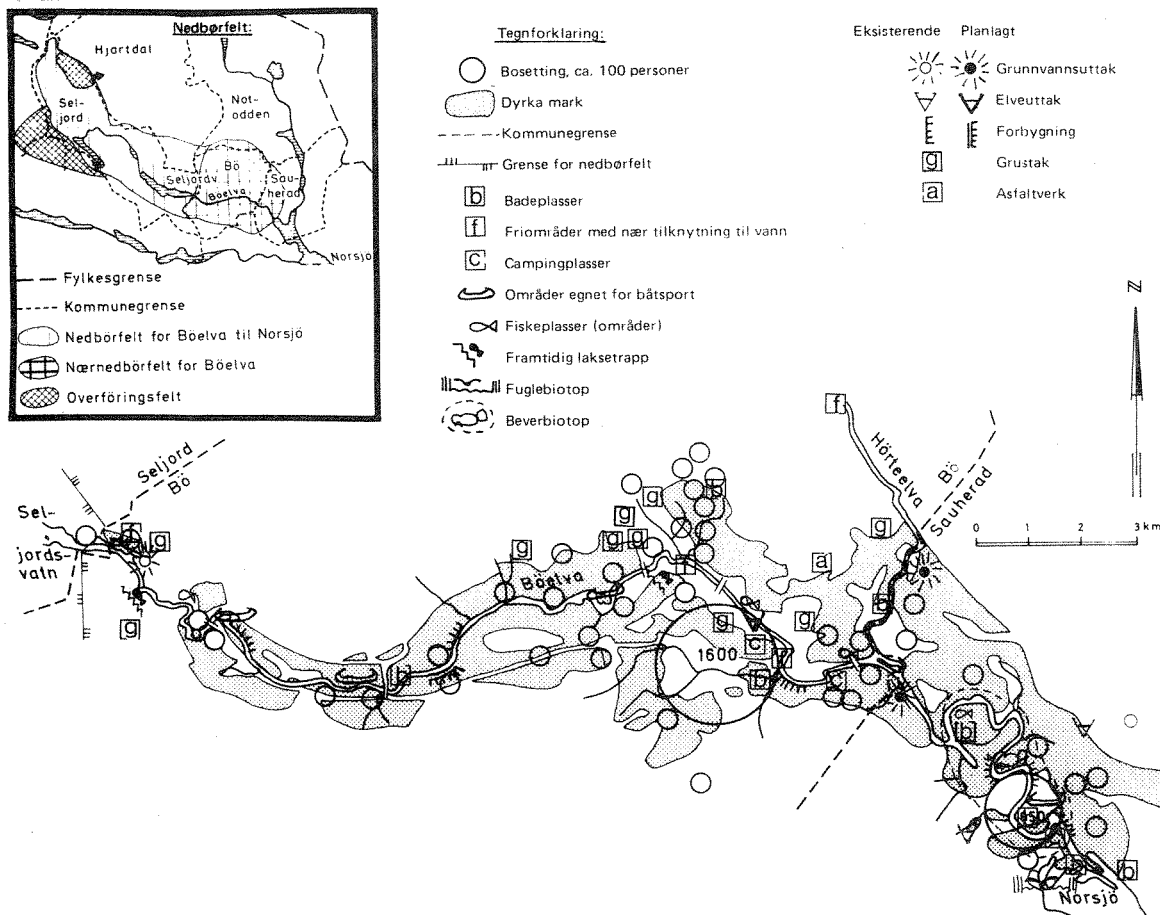
Generell beskrivelse av nedbørfeltet. (Kpt. 2 og 3)

Planområdet er bl.a. vist på fig.S1. Det består av nedbørfeltet til Bø-elva mellom Seljordvatn og Norsjø. Bøelva utgjør nedre del av et vassdrag som omfatter Flatdalselva, Seljord- og Bøvassdraget. Planområdet omfatter hele Bø kommune og deler av Sauherad og Notodden kommuner. I nedbørfeltet er det store naturområder, herunder Lifjell. Selve dalføret er flatt og bredt, med mye jordbruk, lite industri og med tettstedene Bø og Gvarv som sentra i henholdsvis Bø og Sauherad kommuner. Høydeforskjellen mellom Seljordvatn og Norsjø er 100 m. Det er en strykstrekning på 10 km (Bø-fossane) med roligere elvepartier på begge sider.

Fig. S1 viser planområdet, kommunegrenser og arealbruk.

REGULERINGER OG TILFØRSLER TIL VASSDRAGET (Kpt. 4)

Dette kapitlet beskriver de fysiske inngrep i vassdraget i form av reguleringer og forbygninger (erosjonsvern), samt tilførsler til

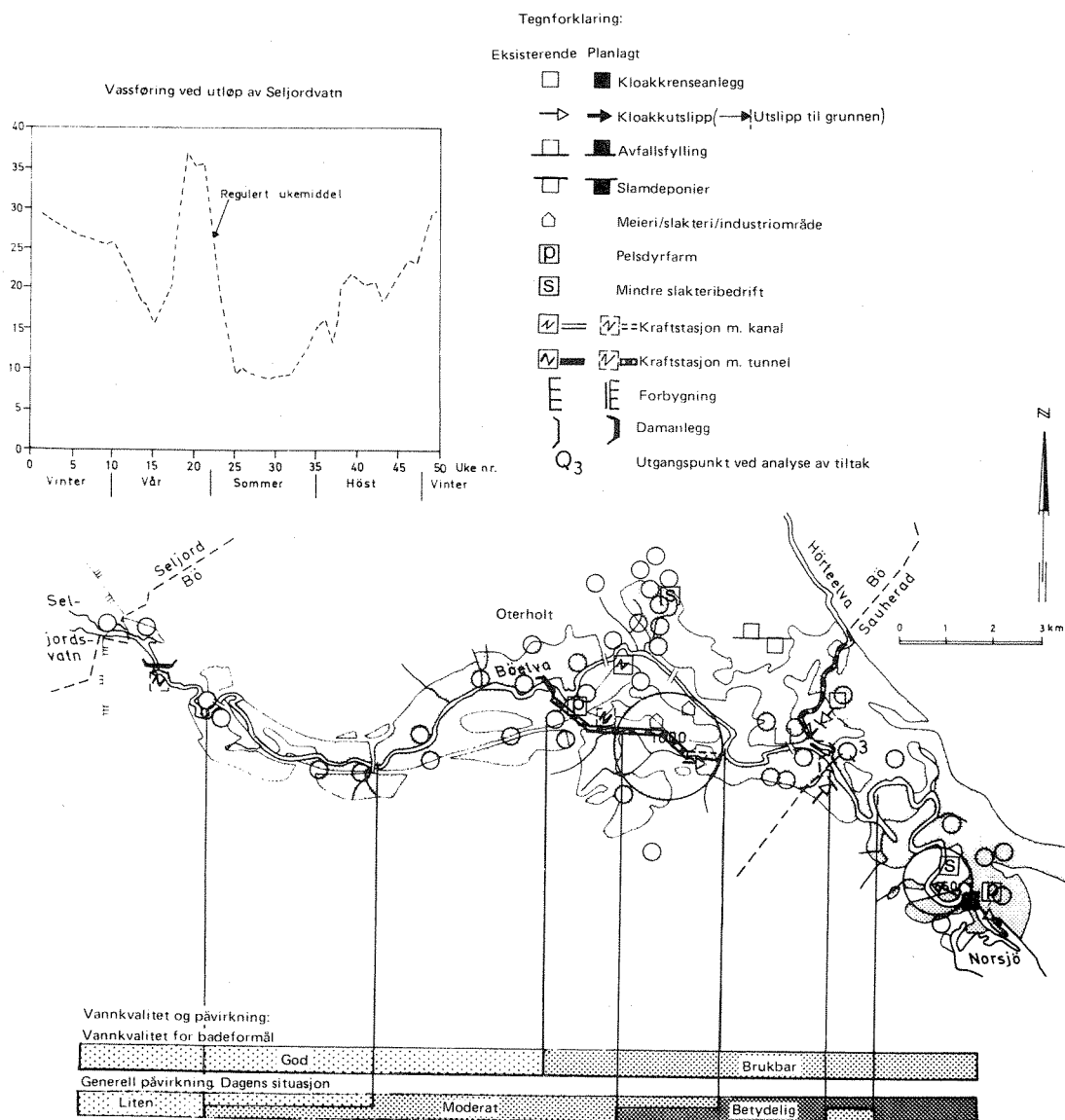


Figur S1. Bøelva. Planområde, arealbruk og brukerinteresser.

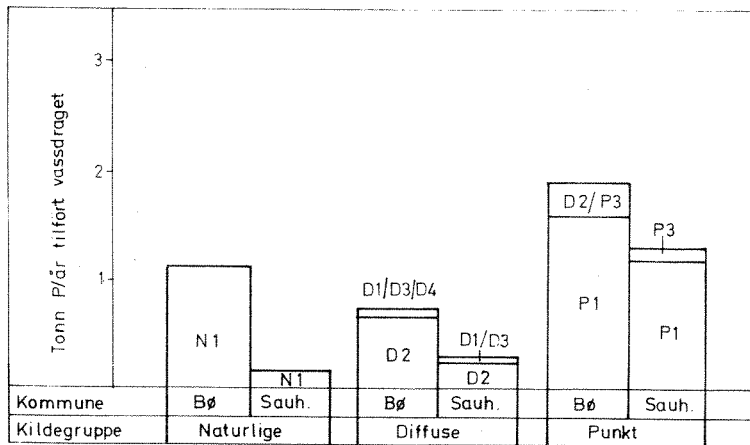
vassdraget fra naturlige kilder såvel som fra menneskelig virksomhet (forurensningstilførsler). Disse to typer inngrep, reguleringer og forurensninger står sentralt og utgjør de sentrale virkemidler for løsning av konflikter mellom bruksmåter.

Seljordvatn er regulert 0,5 m ned som magasin for kraftverket ved Oterholtfossen. Denne regulering er imidlertid av mindre betydning for Bøelva i forhold til Sundsbarmreguleringen. Denne omfatter 428 km<sup>2</sup> av Bøelvas totale nedbørfelt på 1004 km<sup>2</sup>. På fig.S1 vises også arealomfang av Sundsbarmreguleringen.

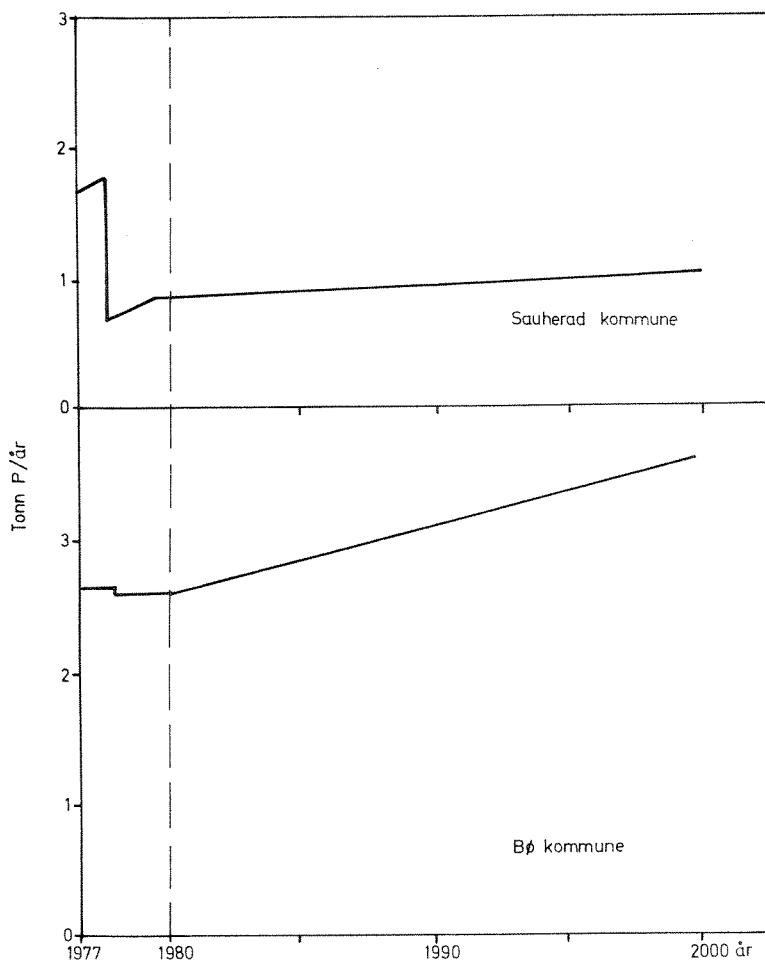
Forurensningstilførsler står sentralt i planen. Disse er beregnet med bakgrunn i data for befolkning, arealbruk og aktiviteter i feltet. Utfra en vurdering av resipienten, brukerinteresser, konflikter m.v. har vi konsentrert oss om fosfortilførsler som nøkkelelement. Fig. S2 viser forurensningskildenes plassering (punktkilder). Fig. S3a viser øverst inndeling i kildegrupper (naturlige tilførsler, diffuse kilder og punktkilder) og størrelsesforholdet mellom disse slik dette fremkommer ved en teoretisk beregning der spesifikke avrenningstall for de ulike kilder er benyttet.



Figur S2. Bøelva. Forurensningstilførsler, vassdragsregulering og forurensningsgrad.

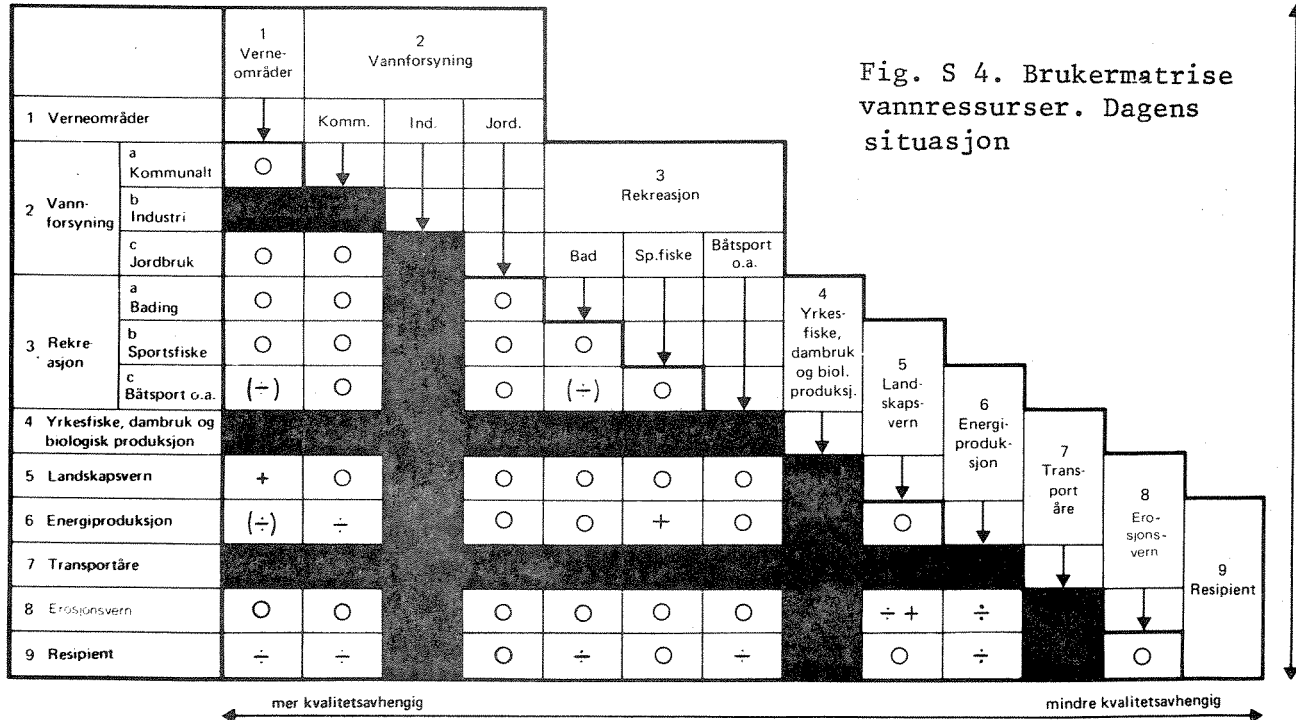


Figur S3a. Fosfortilførsler til Bøelva teoretisk beregnet med bakgrunn i spesifikke tall for forurensning fra de ulike kilder.



Figur S3b. Prognose for forurensningstilførsler til Bøelva (tilførsler fra punktkilder (P) og diffuse kilder (D)) teoretisk beregnet med bakgrunn i spesifikke tall for forurensning fra de ulike kilder.

Dagens konflikter er registrert i fig.S4. Konfliktene i fremtiden er analysert under forutsetning av "selvgenerert utvikling", d.v.s. konfliktene som oppstår uten at spesielle tiltak settes i verk utover de som allerede er bestemt. Fig.S3b viser prognoser for forurensnings-tilførsler for Bø og Sauherad kommuner ved en slik "selvgenerert utvikling".



Alle aktuelle brukerinteresser tilknyttet overflatevann er medtatt. Svarte felter markerer brukerinteresser som er uaktuelle i Bøelva

- ⊕ Interesser i konflikt med hverandre
- + Interesser forsterker hverandre i positiv retning
- Liten samvirke mellom interesser

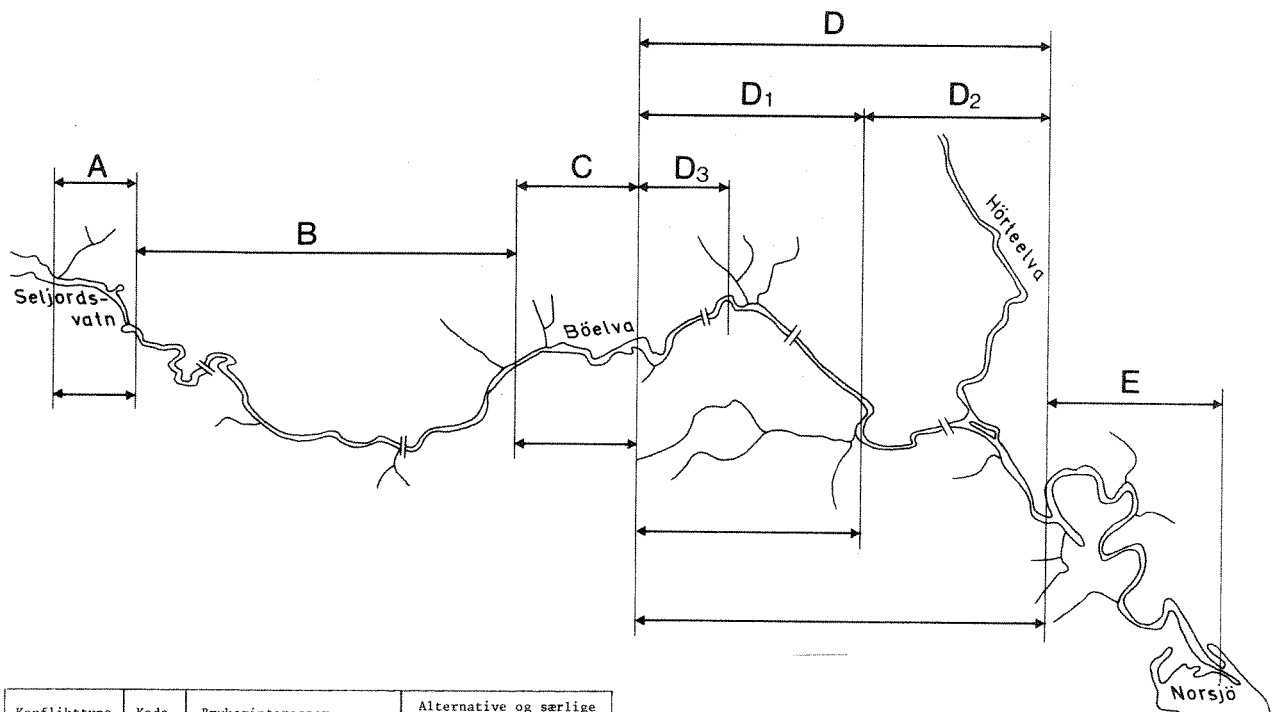
Samvirke mellom to brukerinteresser finnes i skjæringsruten mellom vannrett rad for den ene interesse og lodrett kolonne for den andre interesse.

Konfliktene som denne utviklingen medfører er diskutert og stedsbestemt. Konfliktene er inndelt i tre grupper: Vannmengdebestemte, vannkvalitetbestemte og andre konflikter. Fig.S5 viser konfliktregistreringer (forklaring se figurtekst).

*ANALYSE-PLANDEL*

- Analyse-plandelen følger etter en forklaring av analysestrukturen i kpt. 7. Analyse-plandelen omfatter:
- Kpt. 8. Mål for bruken av Bøelva.
  - Kpt. 9. Krav til vannmengder og kvalitet.
  - Kpt. 10. Tiltak.
  - Kpt. 11. Konsekvensanalyse.





Konflikttype	Kode	Brukerinteresser	Alternative og særlige konfliktområder	
			Alt. 1	Alt. 2
Vannmengdebestemte konflikter	1/6	Energiprod./verneomr.	x	D1
	2a/6	Energiprod./k.vannfors.	x	D1
	2c/6	Energiprod./j.vannfors.	o	D1
	3b/6	Energiprod./fiske	o	D1
	5/6	Energiprod./landskapsvern	x	x
	8/6	Energiprod./erosjonsv.	x	x
	9/6	Energiprod./resipient	x	(x, D1)
Vannkvalitetsbestemte konflikter	1/9	Resipient/verneomr.	x	D1
	2a/9	Resipient/k.vannfors.	x	D1
	3a/9	Resipient/bading	(D2, E)	(D2, E)
	3c/9	Resipient/båtsport	E	E
Andre konflikter	1/3c	Verneområde/båtsport	E	E
	1/8	Verneomr./erosjonsv.	x	x
	3a/3c	Bading/båtsport	E	E
	5/8	Erosjon/landskapsvern	x	x

- o Konflikten er ubetydelig eller ikke tilstede.
- x Konflikten kan opptre over store deler av vassdraget, men er av mindre alvorlig karakter.

Figur S5. Konfliktregistrering i Bøelva.

Systematikken i analysen av registreringsmaterialet kan beskrives som følger:

- Ut fra en mest mulig realistisk vurdering er det satt opp to alternative mål for bruken av vassdraget. Bruksmålene er satt opp ut fra et ønske om å fjerne eksisterende og forhindre fremtidige konflikter mellom brukerinteresser samt utnytte vassdraget til samfunnets beste. (Kpt. 8)
- I det neste trinn søkes systematisk etter mest mulig konkrete krav til vannmengder, vannkvalitet og eventuelt andre krav for hver brukerinteresse i hvert alternativ. For hvert alternativ kommer vi fram til to sett krav. Disse utgjør en konkretisering av de to alternativer for utnyttelsen av vassdraget. Kunnskaper om vassdragets tilstand og sammenheng mellom reguleringer/forurensningstilførsler og virkningen på vassdraget er her nødvendig å trekke inn for å stille opp de endelig krav til kvalitetsnormer og krav til vannmengder m.v. (kpt. 9)
- For hvert alternativ utredes så to nødvendige tiltaksett for å nå målene. Vi har hovedsaklig behandlet tekniske tiltak. Tiltakene omfatter tre hovedgrupper: Forurensningstilførsler, tiltak i forbindelse med vannkraftutbygging og andre tiltak som erosjonsvern, mudring m.v. Kostnadene er så beregnet for hvert tiltak. For forurensningstilførsler er det foretatt en kost/nytte-analyse av forurensningsbegrensende tiltak med tanke på en mest mulig riktig prioritering av kilder og valg av gjennomføringstakt. (kpt. 10)
- Fordeler og ulemper ved tiltakene, konsekvenser, er så diskutert og vurdert. Både kvantifiserbare og ikke kvantifiserbare konsekvenser er tatt med. Tiltakene er diskutert ut fra en økonomisk, arbeidskraftmessig, miljømessig og en sosial synsvinkel. (Kpt. 11)

Analysen avsluttes ved å fremstille konsekvensene for de to alternativer. Det er ikke anbefalt noe spesielt utnyttelsesalternativ.

Nærmere om de enkelte kapitler i analyse- og plandelen:

MÅL FOR BRUKEN AV BØELVA (Kpt. 8).

Retningsgivende overordnet mål er bl.a. vedtak i Telemark fylkesutvalg om siktemålet for vannbruksplanlegging i fylket. Denne skal ta sikte på:

- " - å sikre tilgangen på tilfredsstillende vann til husholdning, jordbruk og industri og ikke forringe denne tilgang for fremtiden.
- å vurdere de ulike tekniske tiltak og nytte/omkostningsforholdet for de enkelte bruksinteresser med sikte på en prioritering.
- å opprettholde og verne om betydningen vannforekomstene har som natur.
- å utvikle og nyttiggjøre de ressurser som er knyttet til vannforekomstene.
- å ivareta vitenskapelige og kulturelle verdier knyttet til vannforekomstene, og skape harmoni mellom vannforekomstene og samfunnet de skal tjene."

I utgangspunktet er det stilt opp to utnyttelsesalternativer for bruken av Bø-elva:

Alt. I

Elva utbygges ikke for vasskraft. Brukerinteressene foruten energiproduksjon søkes tilfredsstillet fullt ut ved at eksisterende konflikter fjernes og mulige fremtidige forebygges.

Alt. II.

Elva utbygges ytterligere for kraftproduksjon i Herrefoss og Oterholtfossen. Brukerinteressene for øvrig søkes tilfredsstillet som i Alt. I. På den elvestrekning som direkte berøres av reguleringen, er forutsatt en avveining mellom energiproduksjon og andre interesser.

KRAV TIL VANNMENGDER OG KVALITET (Kpt. 9)

Målene forsøkes så konkretisert. Første trinn er innhenting av opplysninger om interessenes maksimale krav; en "brukerinteressenes ønskeliste" (vist i tabell S1). Denne er basert på brukerinteressene og deres generelle krav til vannkvalitet.

Brukerinteresse	Delmål	Når	Krav til vannmengder	Krav til vannkvalitet	Andre krav
1. Naturvern – landskapsvern	Opprettholde Bøelva som verdifull del av landskapet og som et balansert økologisk system. Vern av viktige biotoper (bever).	Hele året	Ingen spesielle 2.5 m <sup>3</sup> /s sommer 8 m <sup>3</sup> /ellers v/Oterholt	Lav forurensningsgrad (klasse G1 og G2)	Etisk og landskapsmessig tilfredsstillende forhold
2. Vannforsyning a. Kommunal og industriell b. Jordbruksvanning	Forbedre eksisterende og sikre ny tilfredsstillende vannforsyning i planperioden langs hele vassdraget. Sikre tilstrekkelig vann av tilfredsstillende kvalitet for vanning av eksisterende og nye jordbruksarealer	Hele året  Mai – september	1977 ≈ 2850 m <sup>3</sup> /d 2000 ≈ 12000 m <sup>3</sup> /d  1977 ≈ 3000 m <sup>3</sup> /d 2000 ≈ 5000 m <sup>3</sup> /d	  Ingen spesielle krav til vannkvalitet. Dagens forhold	Sikkerhet mot akutt forurensning  Ingen
3. Rekreasjon a. Bading b. Båtsport	Opprettholde og utvikle bademulighetene i planperioden. Unntatt lokale bekker (Bøøvu). Opprettholde og utvikle mulighetene for båtsport	Mai – september  Hele året men særlig mai–sept.	Nåværende variasjonsområde synes gunstig Retningsgivende minimumsføring 2 m <sup>3</sup> /s v/Hagadrag. Nåværende variasjonsområde tilfredsstillende	Klasse B1, begroing reduseres  Dagens kvalitet tilfredsstillende	Lett tilgjengelige, gode badeplasser. Seilingsdybde i merkeløp ved utløp i Norsjø
4. Fiske	Opprettholde dagens fiskemuligheter. Utvikle Bøelva som lakseelv	Hele året	Nåværende variasjonsområde tilfredsstillende	Dagens kvalitet tilfredsstillende	Evt. dammer, terskler, fiskekultur
5. Energi-produksjon	Utnytte elvas vannkraftpotensial for å bidra til å møte etterspørsel etter kraft	Hele året særlig vinteren	For økonomi, full utnyttelse av dagens vannføring. Gj.snitt ≈ 25 m <sup>3</sup> /s v. Hagadr. Opptil 44 m <sup>3</sup> /s < 8% flomtap v. Oterholt	Ikke aktuelt	Oppdømming i Sagafoss, kanalisering fra Sjøjordvatn til Herrefoss
6. Transport	Elva anses ikke lenger aktuell som transportvei	–	–	–	–
7. Flomsikring erosjonsvern	Flom- og erosjonsskader motvirkes	I perioder med høy vannføring, særlig vår og høst	Ingen	Ingen	–
8. Resipientbruk	Elva vil forbli eneste resipientmulighet. Jordmonnet bør, hvis mulig, nyttes som primærresipient	Hele året	Ingen	Ingen	

Tabell S1. Brukerinteressenes maksimale krav til vannmengder, kvalitet og andre forhold.

For å stille opp alternativenes konkrete krav til kvalitet, vannmengder i Bøelva, må vi i tillegg trekke inn kunnskaper om Bøelvas forurensningssituasjon, virkninger av de foreslåtte reguleringsinngrep i Alt. II, virkninger av forurensningstilførsler og kjennskapet til eksisterende og potensielle konflikter.

Vannkvalitet.

Normtype	Parameter	Gjelder		Normer for vannkvalitet
		Hvor	Når	
<u>Biologi-økologi</u>		Hele planområdet	Hele året	Den eksisterende økologiske balanse må opprettholdes. Begroingsomfang i nedre deler reduseres
<u>Beskrivelse</u>	Utseende  Flytestoffer, olje Smak, lukt	Hele planområdet	Hele året	Vannmasser, vannoverflate, strand og bunn skal være fritt for synlige forurensninger. Må ikke forekomme. Vannet skal være fritt for sjenerende lukt og smak
<u>Fysisk/kjemiske</u>	pH Siktedyp Turbiditet Total fosfor	Hele planområdet Hele planområdet " A-B  G-E	Hele året Juni-sept. " Hele året "	6,5 - 7,0 (> 3 m) < 1,0 JTU (FTU) 5 µg P/l (middelkonsentrasjoner over året) 6 - 7 µg P/l
<u>Bakteriologiske</u>	Coliforme bakt.  E-coli	A  A B-E	Hele året  Hele året Juni-sept	< 1 bakt./100 ml  0 " < 50 "

Vannmengder og annet.

		Hvor	Når	Krav
Alt. I	Vannmengder (m <sup>3</sup> /s)	Hagadrag	Hele året	> 2 m <sup>3</sup> /s
	Andre krav	Hele planområdet	Hele året	Estetisk og landskapsmessig tilfredsstillende forhold
		Utløp Norsjø Bøfossane	Mai-september	1,5 m seilbybde i merket led Laksetrapp
Alt. II	Vannmengder (m <sup>3</sup> /s)	Strekningen Oterholt-Sperrud	Uke 0-25 og 35-52 Uke 25-35	> 8 m <sup>3</sup> /s gjennomsnitt v. Oterholt 2,5 m <sup>3</sup> /s v. Oterholt
		Andre krav	Hele planområdet	Hele året
	Oterholt-Sperrud		"	Terskler, dammer, gode badeplasser
	Utløp Norsjø Bøfossane		Mai-september "	1,5 m seilbybde i merket led Utvidet laksetrapp

Tabell S2. Krav til vannmengder, vannkvalitet og andre krav.

De to primære virkemidler for konfliktløsning er styring av forurensningstilførsler og regulering av vannmengder. I tillegg kommer forhold knyttet f.eks. til elvebredder, bunnforhold m.v.

For forurensningstilførsler er beregnet kost-nytte-faktor "k" (mill. kr investert/tonn fjernet fosfor) for et vidt spekter av tiltak. Ved å prioritere etter laveste "k" får vi en liste over forurensningsbegrensende tiltak som angir et tiltak for hver tilførselsgruppe. Denne listen danner, ordnet etter stigende kostnader, vårt tiltakssett. Hvor langt ut i tiltaksrekken vi må gå, må avgjøres nå av vannkvalitetsnormen i de enkelte alternativer.

Fig. S6 viser fosfortilførsler til elva i Bø kommune og kost-nytte-faktor ved tiltak. Det vises til figurtekst.

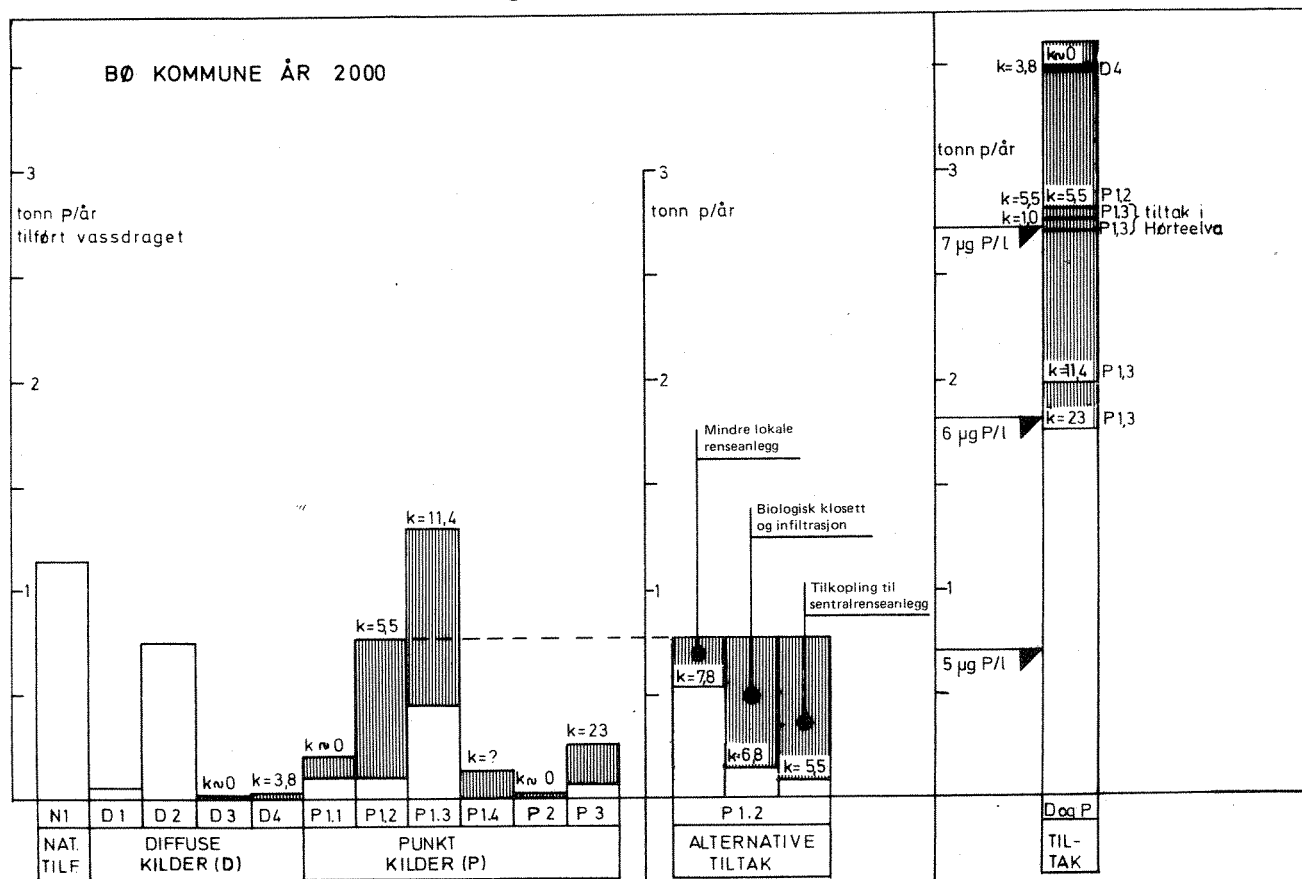


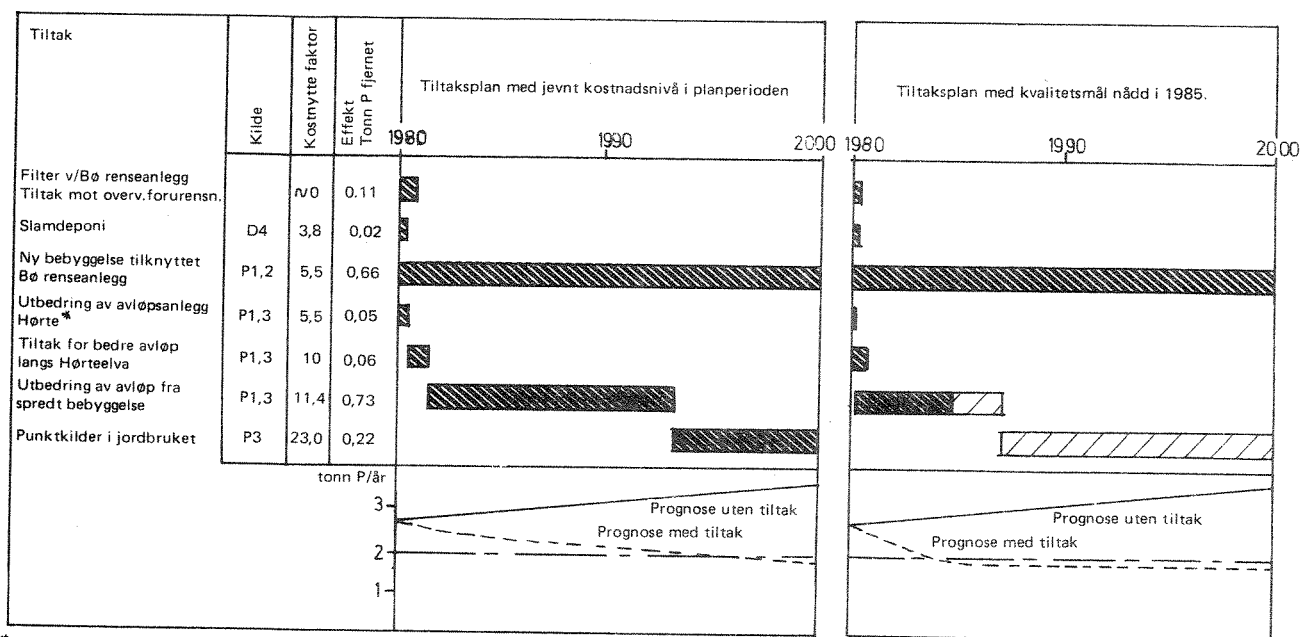
Fig. S6. Bøelva. Teoretisk beregnede forurensningstilførsler i Bø kommune, år 2000. Kost-nytte-forhold ved tiltak.

Tegnforklaring:

- Diffuse kilder:*
- D 1 Luftbårne forurensninger
  - D 2 Dyrket mark
  - D 3 Overvann, urbane strøk
  - D 4 Avfallsdeponier
  - Slamdeponier

- P1.1 Tettsteder
- P1.2 Tilknytningsklar beb.
- P1.3 Fritidsbeb. Camping. Spredt bebyggelse
- P1.4 Lekkasje, overløp
- P 2 Industriutslipp
- P 3 Jordbruk
- k = kostnyttefaktor. Angir mill. kr. investert pr. tonn fosfor holdt tilbake fra vassdraget.

Fig. S6 viser forholdene i år 2000. I fig.S7 er vist 2 ulike strategier for å nå målet: a) Jevnt kostnadsnivå i perioden 1980/2000, og b) Kvalitetsmålene nås i 1985. Det kan f.eks. være ønskelig å ha jevnt kostnadsnivå i planperioden. Dette kan imidlertid medføre at målene nås relativt sent. Et annet siktemål kan være tiltaksgjennomføring i løpet av et bestemt tidsrom, f.eks. en femårsperiode. Sistnevnte utgangspunkt er mest realistisk, bl.a. sett i sammenheng med Stortingets prioritering av Norsjø ved behandlingen av Stortingsmelding nr. 107 for 1973/74 "Om arbeidet med en landsplan for bruken av vannressursene".



\*Oppstillingen er gjort for Bøelva nedstrøm Hørteelva og utbygging ved Hørte i Sauherad er medtatt.

Figur S7. Alternative investeringer ved gjennomføring av forurensningsbegrensende tiltak.

I kpt. 9 er kravene til hver brukerinteresse systematisk gjennomgått og vannkvalitetsforholdene diskutert (spesielt om fosfortilførsler til og konsentrasjoner i elva). Tabell S2 gir kvalitetsnormer, krav til vannmengder m.v. Normene for kvalitet blir ens for begge alternativer og utgjøres av de strengeste enkeltkrav fra alle brukerinteresser. Enkelte ganger vil drikkevannsspørsmål være avgjørende, i annen sammenheng ønsket om et renere vassdrag i sin alminnelighet. For kravene til vannmengde er både fiskeforhold, vannuttak og kraftproduksjon bestemmende.

#### TILTAK (kpt. 10)

Valg av omfang og type av tiltak må baseres på kunnskaper om sammenhenger mellom forurensningstilførsler/vassdragsreguleringer og påvirkning. Disse årsaks-virkningsforhold utgjør en kritisk kunnskapsbro i all vannforvaltning, og avgjør i stor grad vannbruksplanens samlede utsagnskraft.

I Bø-elva har vi identifisert tre kritiske forurensningsvirkninger, eutrofiering, saprobiering og bakteriologisk forurensning, som "skyldige" i alle kvalitetsavhengige konflikter. Under forutsetning av tilstrekkelige vannmengder og enkelte fysiske inngrep (terskler, opparbeiding av strender m.v.) ligger nøkkelen til konfliktbehandling her. Vi har i analysen konsentrert oss om eutrofieringsspørsmålet fordi problemene med saprobiering teknisk er nært knyttet til eutrofieringsspørsmålet og fordi datagrunnlaget for bakteriologiske forhold er meget spinkelt. Det er som tabell 2 viser, tatt utgangspunkt i en retningsgivende fosforkonsentrasjon på årsbasis på 5 µg/l i øvre og 6-7 µg/l i nedre del av elva basert på en sammenlikning av øvre og nedre deler av elva. Både variasjon i tilførsel og forurensninger over tid og sted, Bøelva betraktet isolert, og hensynet til Norsjø ligger til grunn for valg av disse grenseverdier.



Konsekvensanalyse (Kpt. II)

Fordeler og ulemper ved de to alternativene over et bredt spekter må fremlegges klartest mulig for at de politiske avgjørelser skal kunne bli så rasjonelle som mulig.

Slike vurderinger, konsekvensanalyser, reiser komplekse problemstillinger. Et klassisk dilemma er veiing mellom økonomisk kvantifiserbare brukerinteresser og de såkalte "myke verdier" - som ikke kan måles i kroner og øre (f.eks. verdi av uberørt natur, rekreasjon, sportsfiske, sikker og god vannforsyning m.v.).

Vi har begrenset oss til en analyse av konsekvensene av de tekniske tiltak vi har trukket fram tidligere. Konsekvensene kan være av økonomisk, administrativ, miljømessig og sosial art. De kan gjøre seg gjeldende på lokalt og nasjonalt nivå. Vi har forsøkt å antyde konsekvensene på de forskjellige områder og nivåer. Der konsekvensene ikke kangis kvantitative mål har vi foretatt en vurdering av disse, de to alternativene imellom. Resultatene av denne prosedyren er sammenstilt i fig. S8.

	Konsekvenser for lokalmiljøet							Konsekvenser for nasjonen	
	Kvantifiserbare			Ikke kvantifiserbare				Ikke kvantifiserbare	
	Økonomi		Adm.	Miljø og sosial velferd			Økonomi og ideelle vitensk.		
	Miljøvern - investeringer	Årlige inntekter og utgifter		Antall årsverk	Hovedaspekt	Delaspekt	Poeng	Hovedaspekt	Poeng
	mill.kr.	mill.kr.	årsverk						
Alternativ I				Miljø	Fys.kjem. vannkv. +2 Økologi +2 Estetiske forh. 0		Økonomi	-1	
Alternativ II				Miljø	Fys.kjem. vannkv. -1 Økologi -2 Estetiske forh. -2		Økonomi	+2	
				Sosial velferd	Arb.kraft +3 Bosetn. +1 Lokalmiljø -1		Natur-økologi	-1	
	Tiltak mot vannforurensning Privat vannforsyning Laksetrapp Erosjonsvern og mudring Terskeldammer	Avskrivningsstid 40 år Avskrivningskostnader medtatt Miljøverninvesteringer Utgifter v. kraftutb. Inntekter v. salg av kraft	Årsverk i planperioden 1980-2000	De ikke kvantifiserbare størrelsene er gitt vekt tall på en skala fra -3 til +3 i forhold til et tenkt alternativ uten tiltak. Størrelsene er usikre og er først og fremst ment å tjene illustrative formål					

Figur S8. Sammenstilling av konsekvenser

## DEL 1

### GENERELT OM VANNBRUKSPLANER

## 1. BEHOVET FOR VANNBRUKSPLANER

### 1.1 Hva er en vannbruksplan?

En vannbruksplan defineres som en plan for utnyttelse og vern av vannforekomster i et vassdrags nedbørfelt, evt. med nærliggende saltvannsområder ved vassdragets utløp. Planen skal behandle, avveie og foreslå tiltak knyttet til de enkelte brukerinteresser.

En vannbruksplan søker å ta utgangspunkt i alle brukerinteresser. "Motstykket" til en vannbruksplan kan være separate planer for kraftforsyning, vannforsyning, naturvern, avløpsforhold m.v. En vannbruksplan søker i utgangspunktet å koordinere alle brukerinteresser slik at utnyttelsen av vassdraget for samfunnet som helhet blir best mulig.

### 1.2 Økende konflikter.

Forvaltning av en rikelig ressurs med få konflikter mellom bruksmåter kan uten særlig problemer skje utfra den enkelte brukerinteresse. Etterhvert som konflikter øker, mao. ressursen blir knappere, vil forvaltning utfra et helhetssyn med mekanismer for fordeling av ressursen til ulike formål etterhvert tvinge seg frem. Vannressurser er et godt eksempel på dette. I andre land hvor konfliktene både om vannmengder og vannkvalitet er langt sterkere enn i Norge, er vannbrukplanlegging en etablert praksis. De faglige angrepsmåter er tilpasset konkurransesituasjonen og i mange tilfeller er også organisasjonsstrukturen mer integrert med forvaltning av flere brukerinteresser under ett. Dette vil imidlertid variere fra land til land.

Drivkraften bak vannbruksplanlegging, er konflikter mellom bruksmåter. I Norge har vi stort sett rikelige vannressurser (Fig. I).

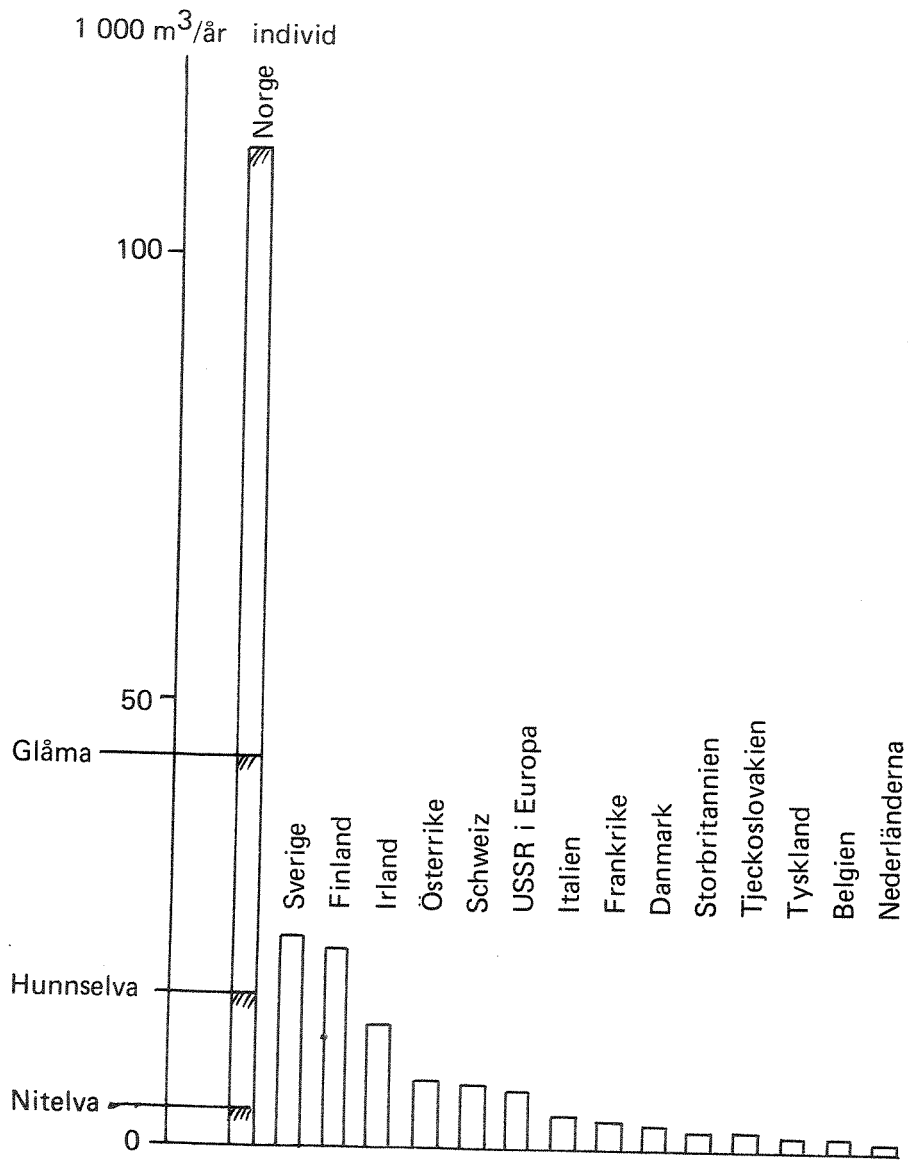


Fig. I. Spesifikk avrenning i noen europeiske land.

Figuren viser imidlertid at ser vi enkelte nedbørfelt under ett, kan vi langt på vei sammenligne oss med forhold på kontinentet. Vi blir også stadig gjort oppmerksom på at det for flere av våre vannressurser foreligger kvalitative og kvantitative grenser satt av naturen som ikke kan overskrides.

Konfliktene tvinger oss i stadig større grad til å betrakte vannet som en begrenset ressurs, noe som krever planlegging.

Slik planlegging må ta et ressursutgangspunkt og bygge på den erkjennelse at en forandring i et element i systemet, det kan være seg utslippsmengder, reguleringer m.v., teoretisk kan få innvirkning på samtlige brukerinteresser i det dynamiske, gjensidig avhengige system som et vassdrag utgjør.

I fremtidens Norge er det rimelig å vente at konfliktene vil øke både i antall og styrke. Det er en rekke forhold som taler for dette:

- a) De generelt økende natur- og miljøverninteresser, er kommet for å bli. Erkjennelsen for betydningen av å opprettholde et balansert økologisk system er økende, og "konkurrerer" i stigende grad med utnyttingspregede bruksmåter (resipient - kraftforsyning).
- b) Veksten i energiforbruket vil antakelig fortsette, og avstanden mellom tilbud og etterspørsel etter kraft har minket og vil stadig minke. Alternativet energikilder på kortere sikt, som olje-/gassfyrte varmekraftverk og atomkraftverk vil det i hvert fall ta meget lang tid å få i drift. Dette på grunn av lang planlegging- og gjennomføringstid, men kanskje særlig på grunn av uklarheten omkring de miljømessige, sikkerhetsmessige konsekvenser av varme- og kjernekraftverk. Kjernekraftspørsmålet er ytterligere kontroversielt, og forsinkelser vil av slike grunner være nærmest uungåelig hvis utbygging overhodet blir aktuelt.

Veksten i etterspørsel sammenholdt med forsinkelsene for alternative energibærere, vil etter vår oppfatning kunne medføre et sterkt press på vannkraft-ressursene som ennå ikke er utbygget. Med de etter hvert sterke natur- og miljøverninteresser som knytter seg til mange vassdrag, vil man primært måtte søke etter vassdrag hvor inngrepene i naturen vil bli minst mulig. Dette vil først og fremst gjelde vassdrag som ikke er varig eller midlertidig (10 år) vernet etter verneplanen for vassdrag.

- c) Helsemyndighetene både internasjonalt og her hjemme legger økende vekt på råvannskvaliteten for drikkevann. De mange kjemiske forbindelser som daglig inngår i vårt forbruk finner etterhvert veien til vannforekomstene gjennom avløpsledninger eller mer direkte. Mange av stoffene som kan være betenkelige for folkehelsen, fjernes verken i avløpsrensaneanlegg eller i vannbehandlingen. Behovet for uttak av råvann fra mest mulig uberørte nedbørfelt aksentueres, noe som kan medføre betydelige restriksjoner på andre brukerinteresser i de aktuelle vassdrag.

d) Uttak av vann til irrigasjon er sterkt økende. Jordbruksvanningen har i enkelte området resultert i skarpe konflikter med andre interesser. De hevdes fra landbrukshold å ligge betydelige avlingsgevinster i vanning også her i Norge. Med den høye prioritet matproduksjon gis politisk, og den generelle inntektsøkning i landbruket, må det ventes at utbyggingen av vanningsanlegg vil øke kraftig. I kritiske perioder, som tørkesomerene 1975 og 1976, ble det i enkelte mindre elver i jordbruksstrøk direkte mangel på vann til alle formål.

### 1.3 Konkretisering av prinsipper for naturressursforvaltning.

De økende konflikter medfører behov for avveininger. Miljøinteresser må settes opp mot økonomisk mer målbare størrelser, som f.eks. direkte gevinst av vannkraftutbygging. Avgjørelsene må i stadig større grad baseres på "helhetsvurderinger, samlet vurdering, totalanalyse".

Innenfor vannforvaltning, såvel som innenfor forvaltning av andre naturressurser, er det et klart behov for å komme fram til en bedre konkretisering av slike runde formuleringer som "helhetsvurderinger m.v.". Vannbruksplaner vil kunne få en viktig funksjon ved å angi metoder for slike vurderinger, bidra til å klargjøre alternativer, slik at de avgjørelser som skal treffes blir så riktige og rasjonelle som mulig.

Det kan neppe sies å være tilstrekkelig i en sak "å ha alle relevante opplysninger" for å kunne foreta en riktig vurdering. Det ligger ofte en stor oppgave i å analysere og bearbeide alle disse relevante opplysninger, klargjøre alternativer, stille opp konsekvenser på en oversiktlig og grei måte m.v.

### 1.4 Økonomisering med ressurser - fremtidig vannforvaltning.

I tillegg til den avveiningsprosess som p.g.a. økende konfliktgrad tvinger seg frem, er de begrensede økonomiske ressurser i seg selv et viktig argument for vannplanlegging. Vi vil nedenfor forsøke å begrunne dette noe nærmere:

Tiltak mot forurensninger er basert på for det meste teknologisk bestemte handlingsprogrammer. (2), (3).

De etablerte og forventede konflikter mellom brukerinteresser har i seg selv vært en tilstrekkelig drivkraft for å sette inn tiltak. Det har egentlig ikke vært noe umiddelbart behov for å diskutere hvor langt en bør gå. Situasjonen har vært preget av enighet om at man må vekk fra klart uønskede tilstander. På denne bakgrunn er det satt inn tiltak basert på en tilgjengelig teknologi som klart er teknisk/økonomisk optimal. For kommunale utslipp til resipienter utsatt for eutrofiering er mekanisk/kjemisk rensing blitt et slikt optimalt tiltak. Slik er situasjonen innenfor hele skalaen av forurensningsbegrensende aktiviteter. Ut fra en tidligere "0-situasjon" hva tiltak angår, settes nå inn "1.-generasjonstiltak". Det er selvsagt en naturvitenskapelig bakgrunn for valg av tiltak. Koblingen består imidlertid først og fremst i den type tiltak som velges. Dette skjer ved at tiltakene retter seg mot de stoffgrupper som antas viktigst å fjerne sett i resipientsammenheng. Omfang av tiltak er imidlertid i mindre grad bestemt av resipientforholdene. Sett nøkternt er det imidlertid klart at det er den tilgjengelige teknologi som i dominerende grad bestemmer hva som skal gjøres. Det settes inn stort sett ensartede tiltak i vidt forskjellige resipienter med svært forskjellige problemstillinger. Man ender opp med stort sett like tiltak, enten disse tar sikte på å redusere forurensning i en resipient eller tiltakene har en mer preventiv funksjon.

Med den mangfoldighet av resipienttyper, uhyre kompliserte årsak/virkningsforhold som øko-systemene i vann representerer, er det galt å tro at et hva omfang angår overveiende teknologisk bestemt handlingsprogram vil løse forurensningsproblemen ved et skippertak. Vi vil også oppleve at det etter "1.-generasjonstiltakene", vil bli nyanser i resultatet, bl.a. svært avhengig av hvilket belastningsnivå vi hadde i utgangspunktet.

Denne antagelse kan ytterligere illustreres ved å sammenligne forventede utslippsreduksjoner for enkelte viktige stoffer, tabell I, med en oversikt over forurensningssituasjonen slik den er fremstilt i (2). (fargkart som viser grovoversikt over forurensningsvirkningen i viktige vannforekomster.)

De teknologisk bestemte tiltak som gir svært like utslippsreduksjoner fra bebyggelse, industri og landbruk, er neppe samstemt med den store variasjon i resipienttype, forurensningssituasjon, grad av følsomhet overfor belastningsreduksjoner.

### INDUSTRIUTSLIPP CA. 1970 TIL CA. 1980

Mengden av utslipp er angitt i tonn pr. år:

	BOF	Nitro- gen	Fosfor	Jern	Kob- ber	Sink	Kad- mium	Kvikk- sølv	Bly	Olje
Beg. av 1970-årene	300.000	12.400	1.610	31.600	460	1.890	15.8	3.70	847	2.870
1976	277.000	9.100	760	33.200	380	940	7.0	1.21	810	2.130
Etter at pålagte rensøstiltak er gj.ført, ca. 1980	183.000	7.700	400	30.500	80	560	1.0	0.3	750	1.600

### KOMMUNALE UTSLIPP FRA 1970 TIL 1985

Tallene her er beregnet på grunnlag av oversikter over og prognoser for befolkningsfordelingen i tett og spredt bebyggelse i Norge i årene 1970, 1976 og 1985, og beregninger av hvor stor del av bebyggelsen som er eller vil bli knyttet til renseanlegg i disse årene. Ut fra dette er den samlede forurensning fra kommunalt avløpsvann beregnet i tonn pr. år:

	1970			1976			1985		
	BOF <sub>7</sub>	Total fosfor	Total nitrog.	BOF <sub>7</sub>	Total fosfor	Total nitrog.	BOF <sub>7</sub>	Total fosfor	Total nitrog.
Tett bebyggelse	53.900	2.000	11.200	50.000	1.700	11.800	41.000	1.400	12.400
Spredt bebyggelse	33.000	1.200	5.800	30.000	1.100	5.500	27.000	1.100	5.200
SUM:	86.000	3.200	17.000	80.000	2.800	17.300	68.000	2.500	17.600

### JORDBRUK

I forbindelse med utarbeidelsen av landsplanen for bruken av vannressursene i Norge ble de forurensende utslipp fra jordbruk til vassdrag beregnet. Utslipp til sjø er ikke beregnet og tallene gjelder således kun utslipp til vassdrag. Med utgangspunkt i disse beregningene sammenholdt med virkningen som man kan regne med av pålagte tiltak med sikte på å redusere forurensningene, kommer Statens forurensningstilsyn frem til følgende utslippstall for henholdsvis 1973 og 1985 angitt i tonn:

	1973			1985		
	BOF <sub>7</sub>	Total fosfor	Total nitrogen	BOF <sub>7</sub>	Total fosfor	Total nitrogen
Fra halmfoting	235		47	-		-
Fra silo	23.725	190	665	2.400	20	66
Fra kunst- og hus- dyrgjødsel	?	330	13.100	?	60	12.000
Fra vask av melke- utstyr	?	80		?	20	
	23.960	600	13.812	2.400	100	12.066

Tabell I. Utslippsreduksjoner, industri, kommunale utslipp, jordbruk. (8)

Tallene er delvis beheftet med store usikkerheter.



Med "1.-generasjonstiltakene" gjennomført, vil behovet for mer nyanserte virkemidler melde seg, spesielt der konflikter fremdeles finnes. En ukritisk videre tilstramning av utslippene vil neppe være samfunnsøkonomisk forsvarlig. Etterhvert vil det bli krevet bedre dokumentasjon for berettigelsen av miljøverntiltak. "Miljøvernølgen", som har gitt muligheten for igangsettelse av store investeringer på et ofte noe utilstrekkelig grunnlag, vil naturlig flate seg ut og ønsket om "mest mulig miljøvern for pengene", vil bli aksentuert.

#### 1.5 Planleggingens utjevnete virkning.

Vannplanlegging skal ved fordeling og avveining sørge for en "samfunnmessig optimal bruk". Et slikt balansert bruksmønster vil imidlertid neppe innstille seg ved kreftenes frie spill. De forskjellige brukerinteresser har varierende rettslig, administrativ og økonomisk tradisjon og stilling. Brukerinteresser som tjener direkte økonomiske interesser, som kraftforsyning, delvis drikkevannsforsyning, jordbruksvanning og til en viss grad resipientbruk (industri), vil i utgangspunktet stå sterkere enn brukerinteresser med svak økonomisk tilknytning (rekreasjon, sportsfiske).

Disse forhold søkes rettet på i dag først og fremst gjennom ulike konsesjonssystemer. Vannressursplanlegging bør imidlertid kunne være et mer egnet instrument til å rette opp slike skjevheter i styrkeforholdet mellom forskjellige interesser. Dette forhold ved vannplanlegging skal ikke diskuteres nærmere her, men ventes bearbeidet ved Norsk institutt for by- og regionforsknings arbeide med retningslinjer for vannbruksplanlegging.

Vannplanlegging kan også bidra til holdningsendringer for hvordan brukerinteresser bør avveies. Prosessen kan initiere samarbeid mellom ulike organer og styrke kontakten. Videre kan mangler i lovverket avdekkes, idet lovene stort sett er bygget opp rundt den enkelte brukerinteresse, og naturlig nok i mindre grad tilpasset flerbruksaspektet. Lovverket reflekterer heller ikke alltid den aktuelle oppfatning av brukerinteressenes styrkeforhold. Det er en generell tendens til et juridisk såvel som organisatorisk "etterslep" i forhold til samfunnets utvikling generelt og vannspørsmål spesielt.

## 1.6 Myndighetenes syn.

I flere sammenhenger har myndighetene gitt klart uttrykk for behovet for en mer samordnet ressursforvaltning. Følgende sitater fra sentrale dokumenter hitsettes uten nærmere kommentarer:

- a) St. meld. nr. 25 (1977/78) "Om regional planlegging og forvaltning av naturressursene".

"Utsiktene til hyppigere konflikter når det gjelder utnyttelsen av vann tilsier at det må settes inn tiltak for sterkere samordning av vannressursforvaltningen i Norge. Dette gjelder særlig på sentralt nivå, og Miljøverndepartementet vil ta opp dette spørsmålet med de berørte organer. Departementet anser fylkes- og generalplanleggingen som vesentlige virkemidler for å få til en hensiktsmessig forvaltning av vannressursene. Retningslinjer for hvordan vann som naturressurs skal behandles og presenteres i de forskjellige planer, vil bli trukket opp. Gjennom dette arbeidet tar departementet sikte på å skape bedre grunnlag for å gi koordinerte retningslinjer for forvaltningen av vannressursene til fylkeskommuner og kommuner.

Det er igang prøveprosjekter i flere fylker for å søke å innarbeide forvaltningen av vannressursene i det øvrige fylkesplanarbeidet. Flere av disse prosjektene er støttet økonomisk av departementet".

- b) Regjeringen langtidsprogram 1978-81 (St.meld. nr. 75 (1976/77), kap. 7.

"Ressurspolitikken vil utgjøre summen av en lang rekke konkrete tiltak og avgjørelser. Ansvar for forvaltningen av de fleste naturressursene og av det fysiske miljøet er i dag spredt på en rekke departementer, etater og andre organer. Miljøverndepartementet er gitt ansvaret for helhetsvurdering og samordning av den samlede forvaltningen av naturressursene. Gjennom nye retningslinjer for saksforberedelse og beslutninger skal miljøvernmyndighetene bringes inn i avgjørelsesprosessene på et tidligere tidspunkt".

og

"Det vil også bli lagt vekt på en samordnet planlegging for bruken av vannressursene".

c) Miljønytt nr. 7-8 1977, informasjonsorgan for Miljøverndepartementet:

"Samordnet bruk av vannressursene.

Miljøverndepartementet har i den senere tid arbeidet med faglige og administrative spørsmål som har tilknytning til forvaltningen av vannressursene. I Langtidsprogrammet la man vekt på bl.a. behovet for en samordnet planlegging av bruk av disse ressursene.

Departementet har derfor tatt initiativ for å få avklart hvordan dette bør skje. Foreløpig tar man sikte på å opprette et eget utvalg for samordningen av vannressursforvaltningen. "Vannressursutvalget" ble opprettet i Statsråd 30. juni 1978, og har allerede (sept. 1978) hatt sitt første møte. Utvalget skal underlegges "det interdepartementale samordningsutvalg for ressursforvaltning, miljøspørsmål og regional planlegging". Forutsetningen er at det nye utvalgets mandat utformes etter drøftinger med de departement som blir berørt: Fiskeri-, Kommunal-, Landbruks- og Sosialdepartementet.

De nye utvalgets sekretariat legges til Ressursavdelingen".

d) Miljøverndepartementets brev av 30.9.77 til enkelte andre departementer som arbeider med vannspørsmål:

"Det synes i dag å være enighet om følgende konklusjoner når det gjelder vannressursforvaltningen:

1. I fremtiden må vi forvente hyppigere og sterkere konflikter mellom brukerinteresser som knytter seg til vannressursene.
2. Det er behov for en bedre samordning av vannressursforvaltningen både faglig og organisatorisk.
3. Vannbruksplaner (flerbruksplaner for utnyttelse og vern av vannressursene) anses som et egnet virkemiddel for å oppnå en bedre vannressursforvaltning.
4. På nasjonalt nivå vil det være behov for en samordnet vannressurspolitikk. Denne skal bl.a. gi retningslinjer for bruken av de enkelte vannressursene.

5. Behovet for samordning gjelder i første rekke Industri-, Miljøvern-, Landbruks- og Sosialdepartementet samt ytre etater.
6. Omfattende organisatoriske endringer anses ikke hensiktsmessig i denne omgang."

---

Det utvalg som er nevnt i c) ovenfor, ble oppnevnt i statsråd 30.6.1978. Det kan i denne sammenheng spesielt nevnes at det i mandatets punkt e) heter at utvalget skal:

"Utrede spørsmål om behandling av vannressurser i den regionale planlegging, herunder fremme forslag til metoder og retningslinjer for vannbruksplaner".

## 2. GRUNNPRINSIPPER FOR VANNBRUKSPLANER

### 2.1 Vannbruksplan - oversiktsplan.

En vannbruksplan er en plan for utnyttelse av en naturressurs, og kan i denne sammenheng sies å utgjøre en del av det faglige grunnlag av oversiktsplaner etter bygningslovens bestemmelser (generalplaner - fylkesplaner). Det kan her vises til bygningslovens § 17 hvor det om fylkesplaner heter:

"Ved en fylkesplan forstås i denne loven en oversiktsplan for samordning av statens, fylkeskommunens og kommunens planlegging når det gjelder utnyttingen av naturressursene i et fylke og andre spørsmål av felles interesser for å fremme vekst i fylket".

Behovet for helhetlig planlegging av naturressurser er ytterligere understreket i utredningen om en ny samlet planleggingslov. (5)

En vannbruksplan kan sies å være en fagplan for vannutnyttelse; en av de sektorplaner som en totalplan, f.eks. en fylkesplan, sys sammen av.

Planområdet for en vannbruksplan er naturlig avgrenset ved nedbørfeltet, mens en oversiktsplan følger administrative grenser som fra et naturressurssynspunkt nesten alltid vil være kunstige.

En vannbruksplan vil, avhengig av nedbørfeltets størrelse, ha forskjellig "ansikt" utad. I et vassdrag som ligger innenfor en kommunegrense, vil den bli en del av generalplanen. Innenfor et fylke vil vannbruksplanen bli en del av fylkesplanen. Planer for vassdrag som renner gjennom flere fylker, vil fremstå som egne vannbruksplaner og være av verdi for flere fylkesplaner.

Det er viktig å huske på at alle vannbruksplaner nevnt ovenfor faglig sett er like. Det er avgjørende at vannbruksplanens anbefalinger får innpass i oversiktsplanene. Anbefalingene vil ellers kunne bli hengende i luften uten å få praktisk betydning.

Prinsipielt kan vi tenke oss forholdet mellom vannbruksplaner og f.eks. fylkesplaner som illustrert i fig. II.

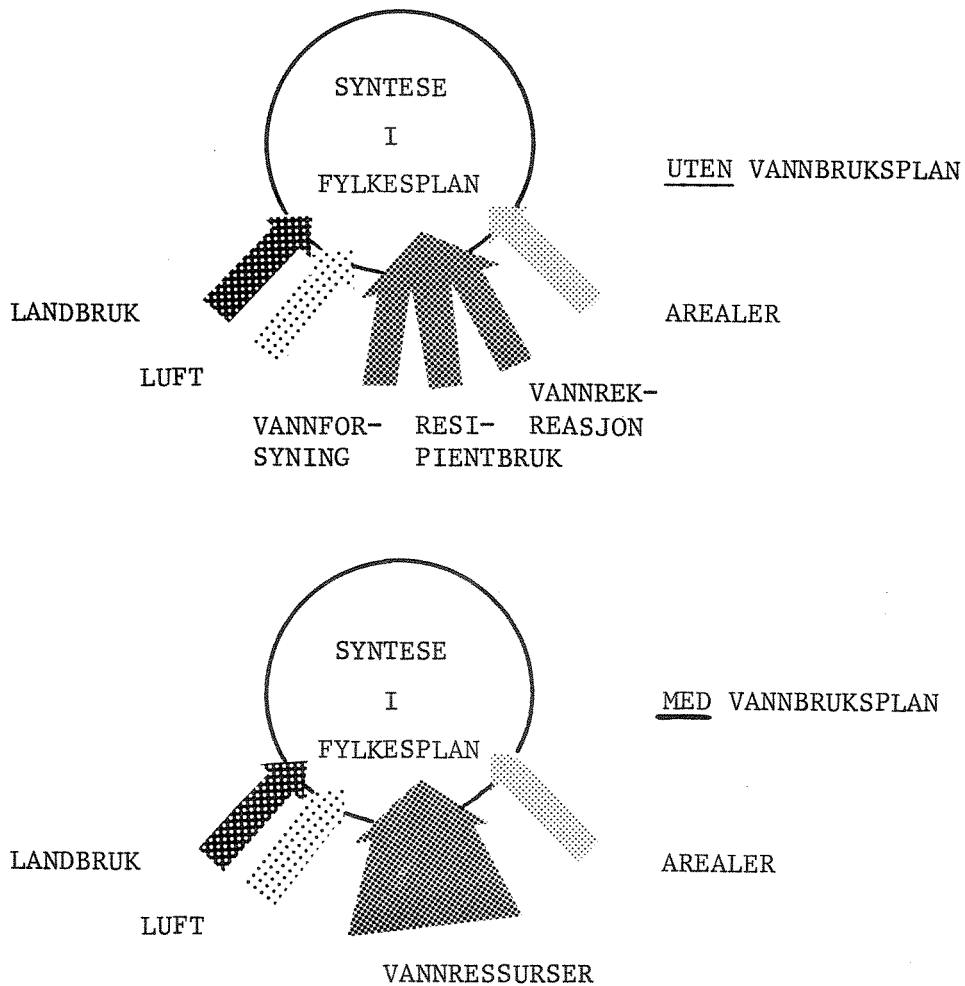


Fig. II. Vannbruksplan - fylkesplan.

I dag gir de enkelte brukerinteresser direkte bidrag til fylkesplanene. Syntesene i selve fylkesplanarbeidet må antas begrenset hva vannspørsmål angår. Ved en vannbruksplan vil vannressursene som helhet bli et viktig bidrag til syntesen i fylkesplanen.

Både faglig og organisatorisk må vannbruksplanene nøye vurderes mot oversiktsplanleggingen. Oversiktsplaner utgjør det formelt lovfestede apparat for naturressursforvaltning, herunder vannressursene.

Vannbruksplaner, som "vassdragenes generalplaner", vil ikke erstatte enkeltvedtak som treffes med hjemmel i spesielle lover. Vannplanene vil imidlertid kunne tjene som rammer for enkeltvedtak. En god plan utarbeidet i en syntese med brukerinteresser og impliserte forvaltningsorganer vil i seg selv ha betydelig faglig tyngde. Spesielt kan nevnes forurensningssaker og vannkraftreguleringer som ideelt sett ifølge lovverket skal ta hensyn til alle tenkelige forhold. En vannbruksplan for et aktuelt vassdrag vil utgjøre et verdifullt rammedokument for den forvaltningsenhet som skal ta avgjørelsen.

## 2.2 Plansystematikk.

Med den mangfoldighet av aktiviteter, brukerinteresser, oppfatninger omkring vassdraget m.v., er det etter vårt syn viktig at man går systematisk til verks. Grunnsystematikken i vannbruksplanen fremgår av fig. III (6). Figuren viser en helt generell skisse som ikke er spesiell for vannforvaltning.

Skissen illustrerer noen fundamentale spørsmål vi må stille oss i arbeidet med en vannbruksplan:

1. Hva skal vi bruke vassdraget til, og hvilke krav (om vannmengder og til kvalitet) tilfredsstillende våre mål?
2. Hvilke alternative muligheter har vi for å oppnå målene?
3. Hvilket alternativ skal velges, og når bør dette gjennomføres?

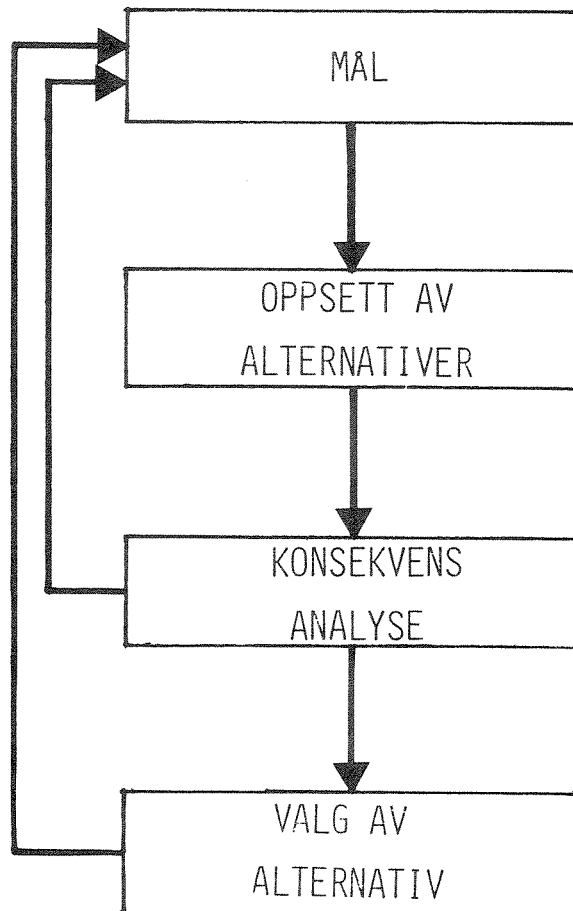


Fig. III Forenklet fremstilling av en beslutningsmodell

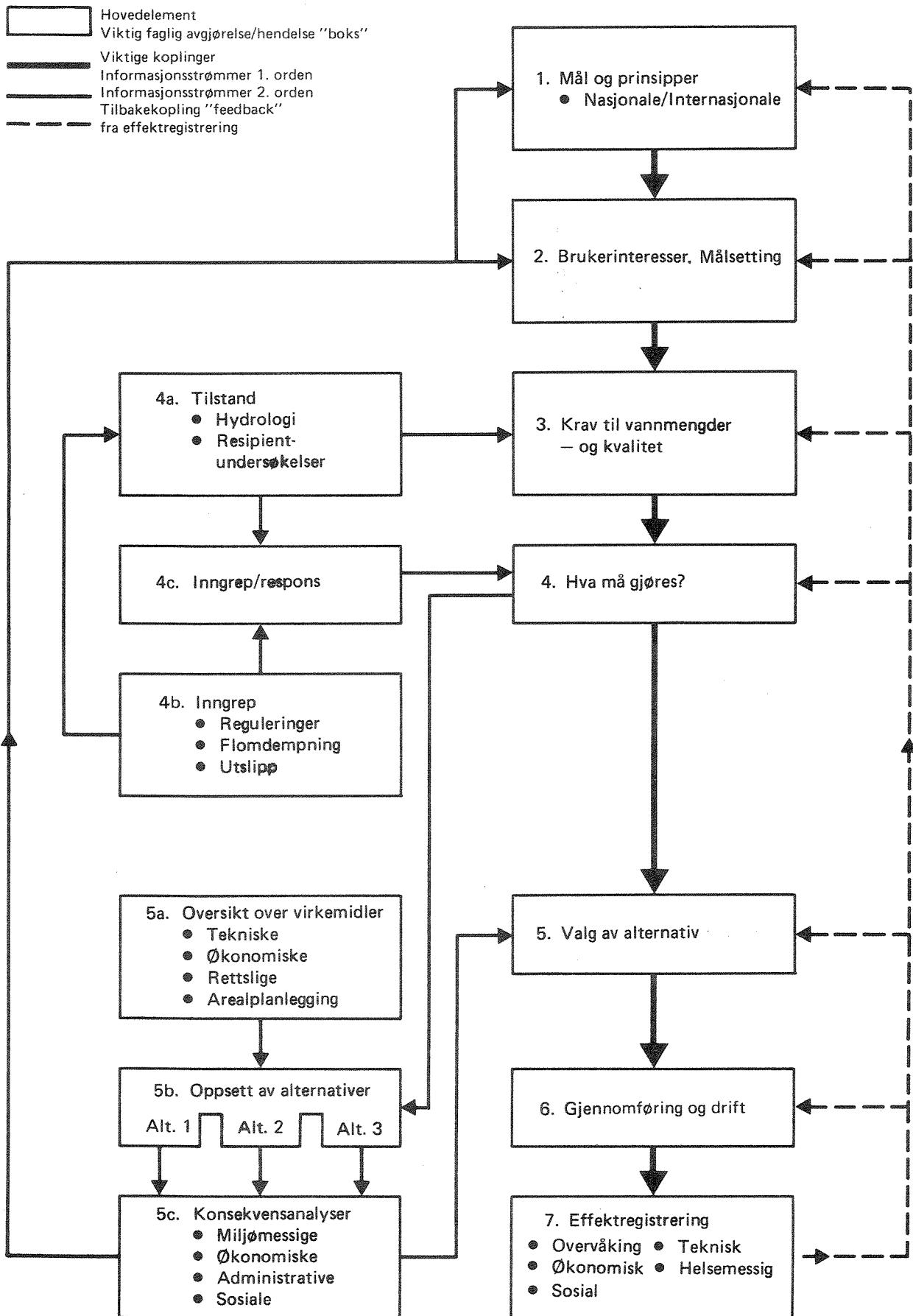
Målformulering, oppsett av alternativer og konsekvensanalyser kan tenkes som en gjentatt (iterativ) prosess med stadig forbedret klargjøring av mål, alternativer og konsekvenser. Tilbakekoblingslinjene til venstre illustrerer at konsekvenser og valg av alternativ må holdes opp mot målene.

Hvis vi detaljerer figur III og tilpasser denne spesielt til vannressurser og dertil tar med gjennomførings- og driftsfasen, kan systematikken fremstilles som vist på figur IV (6)

Hver firkant eller boks kan sies å representere et viktig problemområde og hver linje mellom boksene særlig viktige informasjonsstrømmer eller "koplinger". Det startes med de mest grovmaskede forutsetninger (Mål og Prinsipper) og ender opp i konkrete spørsmål som f.eks. bygging og drift av tekniske anlegg. Rekkefølgen av elementene kan også betraktes som en beslutningsrekke hvor hver faglig avgjørelse er mer detaljert og konkret presisert enn den forrige. Boksene til høyre (1-7) er faglige avgjørelser som i praksis vil treffes av et forvaltningsorgan. Boksene til venstre (4a-c) og (5a-c) kan betraktes som faglige støttefunksjoner hvor bl.a. forskningens utforming av verktøy skjer. Det er angitt en felles ytre ramme omkring henholdsvis boksene 4a-c og 4, og 5a-c og 5 for å markere den nære sammenhengen mellom boksene innenfor hver ramme.



Fig. IV. Vannressursforvaltning, beslutningsmodell – ideelt.



Disse faglige avgjørelser vil i praksis måtte skje på en rekke forskjellige nivåer og i forskjellige organer. De øverste avgjørelser i systemet treffes på nasjonalt/internasjonalt nivå - de nederste innenfor en kommunes tekniske etat eller i en industribedrift. Skjemaet kan forklares som følger:

"Med utgangspunkt i nasjonale og internasjonale mål og prinsipper må det i det aktuelle området som betraktes (nedbørfelt), gjennom en politisk prosess tas utgangspunkt i en målsetting for vannressursenesamt en avveining av brukerinteresser som skal tilgodeses nå og i fremtiden. Dette danner sammen med en beskrivelse av tilstanden i vannressursene grunnlag for å sette opp visse veiledende krav til vannets kvantitet og kvalitet. Kunnskaper om hvordan vannressursene reagerer, avhengig av de inngrep som gjøres, vil med utgangspunkt i kravene til kvalitet og kvantitet gi beskjed om hva som må gjøres (fysiske inngrep, utslippsendringer m.v.).

Vi må nå finne den beste måten å gjøre dette på. Tiltakene fastsettes ut fra en vurdering av et antall alternativer med utgangspunkt i et vidt spekter av mulige tiltak hvor så vel administrative, økonomiske som tekniske tiltak bør vurderes. Alternativene underkastes så en konsekvensanalyse hvor så vel tekniske, økonomiske som sosiale konsekvenser så vidt mulig bør presenteres. Alle alternativer forutsettes på forskjellig måte å tilfredsstille målsettingen. Dernest veies de forskjellige alternativer mot hverandre.

Det alternativ som fra en helhetsvurdering anses mest gunstig, bør så velges, hvis konsekvensene for å oppnå målene er akseptable.

Ved gjennomføring og drift av tiltakene er det nødvendig at effektene på miljø, økonomi m.v. registreres og presenteres i en slik form at de kommer til nytte ved planlegging av ytterligere tiltak i vannressursene og tiltak andre steder."

Et viktig element i modellen er testing av mål og konsekvenser av tiltak i en gjentakende (iterativ) prosess hvor målsetting og konsekvenser til slutt harmonerer.

Det er viktig å huske på at politikere og avgjørende myndigheter når alternativer med konsekvenser presenteres, kan finne at konsekvensene blir for om-

fattende, og det kan da være aktuelt å forandre de valgte målsettinger. Ofte vil en slik målforandring gå på gjennomføringstiden, men forandringer i krav til kvalitet og kvantitet er også aktuelle. I utgangspunktet vil ofte planleggere få beskjed om at alle brukerinteresser bør tilfredsstilles 100%. Det vil imidlertid ofte ikke være teknisk/økonomisk mulig, og ambisjonene må ofte dempes noe.

Modellen viser hvordan de faglige avgjørelser ideelt sett bør fattes, og hvordan de faglige elementer bør fordeles mellom forvaltning og rådgivere (bl.a. forskning). Virkeligheten er imidlertid en annen. Avgrensinger mellom forvaltning og rådgiverfunksjonen er diffus. Det er en tendens til at rådgivere (forskning) har måttet foreta valg for hvilke ansvaret klart ligger i forvaltningssystemene. Den mest iøynefallende forskjell består imidlertid i at viktige trinn i avgjørelsesrekken blir svært vilkårlig behandlet, og i noen tilfeller ikke behandlet i det hele tatt. Sistnevnte situasjon medfører kortslutningsstrømmer mellom boksene.

I figur V, Vannressursforvaltning. Beslutningsmodell - dagens situasjon, er dette illustrert. De bokser som noenlunde er i funksjon, er merket med tykk, brutt strek. Kortslutningsstrømmer mellom disse boksene er også vist med tykk, brutt strek. En sammenligning mellom figur IV og V (ideelt system - dagens situasjon) skulle da vise de svake ledd i avgjørelsesrekken, og hvor innsats av bl.a. forskning bør vurderes spesielt.

Det må sterkt understrekes at figur V er spekulativ i sin natur og kan fremstå noe forskjellig, avhengig av hvilke(n) brukerinteresse(r) som betraktes. Videre skal det også bemerkes at en boks med tykk, brutt strek ikke betyr at vi står sterkt. Figur V antyder kun relative forhold mellom boksene.

-----

Årsakene til forskjellene mellom det ideelle og dagens situasjon er mange. Når vi arbeider med det å utvikle faglige verktøy mot den ideelle modellen, er det viktig å ha en pragmatisk holdning til hva som er mulig å oppnå. Vi må hele tiden ha totalsystemets begrensninger for øyet. Betrakter vi eksempelvis en forurensningssituasjon, ville den ideelle modell medføre at hver resipients særlige egenskaper gir

seg uttrykk i en glidende skala av tiltak. Tilpassingen til lokale forhold ville være fullstendig. Envher utslipper ville treffe akkurat de nødvendige tiltak, men heller ikke mer, for å oppfylle normer for vannkvalitet, som igjen forutsettes å avspeile de brukerinteresser som skal tilgodeses.

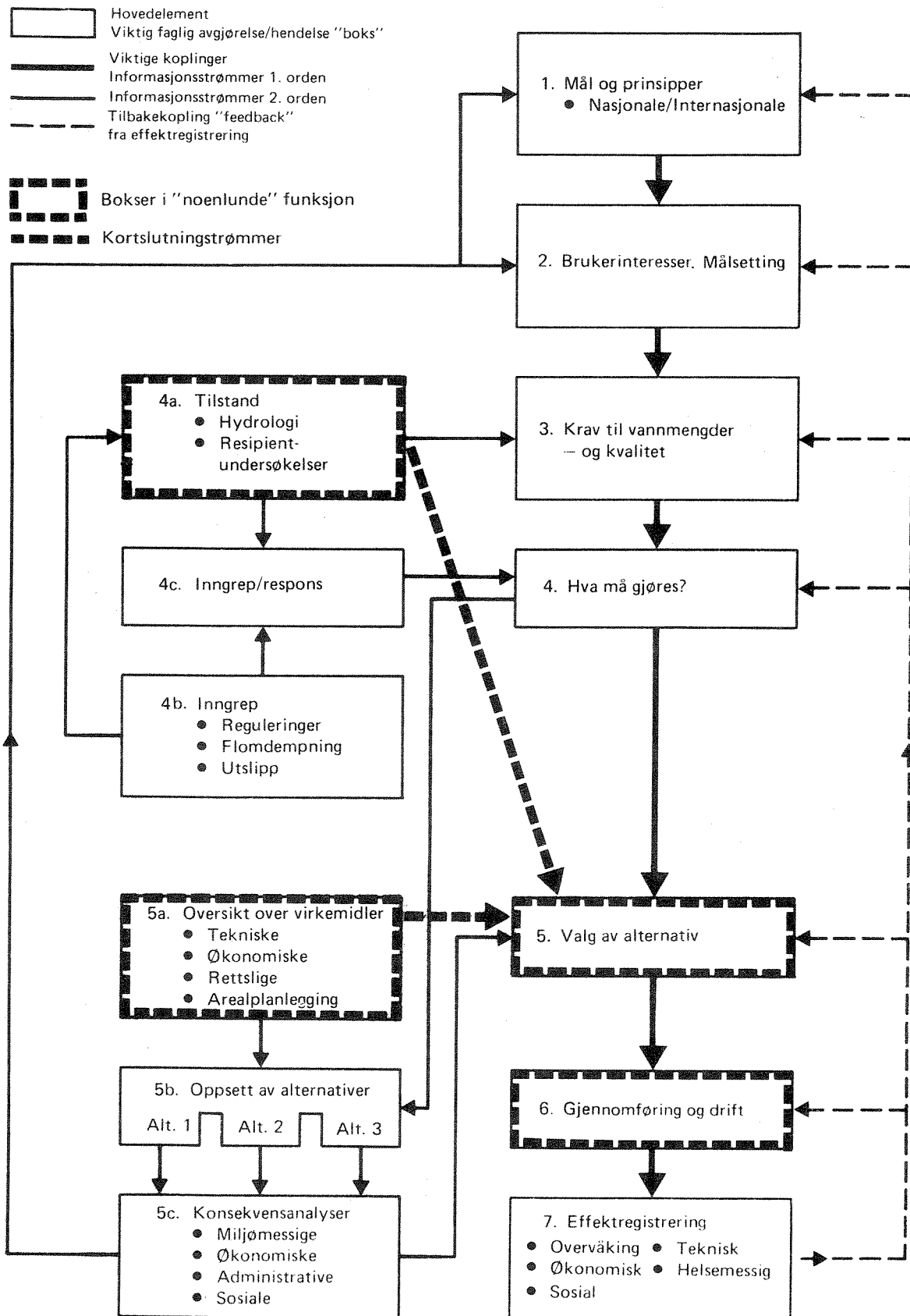
De må faktisk allerede i utgangspunktet gjøres kraftige avvik fra idealmodellen. Stikkordsmessig kan følgende begrensninger påpekes:

- Usikkerhet i faglige grunnlag nødvendiggjør store sikkerhetsmarginer.
- Teknologiske alternativer gir sprangvise utslippsreduksjoner.  
Hva som er praktisk/teknisk mulig, styrer aktuelle tiltak i stor grad.
- Administrative forhold. Et finmasket system vil kreve et stor forvaltningsapparat og være umulig å administrere.
- Konkurransforhold i industrien - likhetsprinsipper mellom utslipperne.
- Personellbegrensinger. For lite kvalifisert personell gjør at forenklinger er nødvendige.
- Store kostnader for å oppnå de nødvendige kunnskaper om de optimale løsninger (hvis dette i det hele tatt er mulig).

-----

Fig. IV og V kan kanskje virke noe overveldende og forvirrende, men i en gitt planleggingssituasjon i et hvilket som helst vassdrag er man i realiteten innom alle beslutningselementer (bokser) i større eller mindre grad. Tar vi for oss f.eks. spørsmålet om bygging av et kloakkrenseanlegg, vil vi berøre alle beslutningselementer 1-7 til høyre på figuren og de støttefunksjoner boksene 4A-C og 5A-C representerer. Imidlertid vil de enkelte bokser behandles med svært ulik vekt og på forskjellige nivåer fra sted til sted.

Fig. V Vannressursforvaltning, beslutningsmodell – dagens situasjon.



### 2.3 Valg av planområde. Differensiering av planverktøyet.

Spørsmålet om valg av planområde kan todeles:

- 1) Skal administrative grenser eller nedbørsfelt følges?
- 2) Hvor store deler av et vassdrag eventuelt med sjøområde skal tas med?

Rent naturvitenskapelig er nedbørsfeltet den riktige avgrensning. Vannkvalitet er uløselig knyttet til vannmengdespørsmål og arealbruk. Bestemmelser som innvirker på vannforekomstene gjøres på stats-, fylkes- og kommuneplan. Det naturvitenskapelige system som binder disse elementer sammen utgjøres av nedbørsfeltet. Grensene for nedbørsfeltet vil sjelden falle sammen med de administrative grenser, og valg av planområde etter nedbørsfeltgrenser stiller en umiddelbart overfor administrative og organisatoriske spørsmål.

I Norge utgjør områder med konflikter mellom bruksmåter ofte deler av et vassdrag. Selv om utgangspunktet for vurderingen må være hele nedbørsfeltet, vil det være riktig å nyansere planleggingen etter problemstillingen. Delvassdrag kan gis mer omfattende behandling.

Grad og kompleksitet av konfliktene, vil være retningsgivende for hvor dypt og omfattende planleggingen skal skje.

Grunnprinsippene i alle vannbruksplaner bør følge fig. IV. Planverktøyet kan prinsipielt differensieres i dybden eller bredden.

Differensiering i dybden kan skje ved:

a) Grundighet i registreringene.

Eks: Registrering av brukerinteresser bør reflektere betydningen av disse. Hvor nøye forurensningstilførsler skal kvantifiseres er avhengig av i hvilken grad forurensningen er eller kan bli et problem.

b) Bruk av metodikk for analyse.

Det kan differensieres mellom

- metoder for å vurdere inngrep/responsspørsmål (kvalifisert skjønn, enkle beregninger, eksperimentelle undersøkelser, hydrologiske og/eller kvalitetsmodeller, økosystemmodeller),

- analyse av teknisk økonomiske forhold omkring forurensnings-tilførsler,
- behandling av brukerinteresser og forslag til alternative utnyttelsesmåter - omfang av konsekvensanalyser.

Med variasjonene i bredden menes at de problemstillinger en vannbruksplan tar opp i analysen kan variere. Utgangspunktet for konfliktbehandlingen vil alltid være samtlige brukerinteresser. Tiltaksanalysene kan imidlertid omfatte bare enkelte brukerinteresser. En fullstendig vannbruksplan bør omfatte tiltaksplaner og konkretisering for samtlige bruksmåter, forurensningstilførsler, vassdragsregulerende tiltak, erosjonsvern, opparbeiding av badeplasser m.v. Dette er imidlertid ofte praktisk vanskelig og ikke i alle tilfeller nødvendig. Er mer snever bruksplan kan konsentrere konfliktløsende tiltak på to hovedfelter: forurensningsbegrensende tiltak og vassdragsregulering for ulike formål. En slik mer snever bruksplan, vil f.eks. ikke diskutere eller omfatte kostnadsberegninger for tiltak i friluftslivet tilknyttet vann. Det er også et spørsmål her om grensen mellom det en oversiktsplan skal behandle og hva vannbruksplanen skal ta seg av.

Differensiering av planverktøyet er helt nødvendig, men det viser seg imidlertid mulig å beholde grunnstrukturen diskutert i kapittel 2.2. Ved å følge denne fra vassdrag til vassdrag vil en sikre en noenlunde ensartet behandling av spørsmålene, og en lik systematikk som sikrer at vannplanleggingens faglig idegrunnlag alltid kommer til uttrykk.

### 3. ORGANISASJONSSPØRSMÅL

#### 3.1. Organisasjon - problemområde.

Ved igangsettelse, gjennomføring og bruk av vannbruksplanen må den organisasjonsstruktur som forvalter de enkelte interesser hele tiden has for øye.

Normalt opprettes en organisasjon for å løse et problem. Når først organisasjonsmønsteret har etablert seg, har det imidlertid tendens til å bli hengende etter den faglige utvikling. Når så problemer oppstår p.g.a. dette, er det prinsipielt mulig å gå to veier:

- Vi kan ta organisasjonsstrukturen for gitt og innenfor denne prøve å forbedre det faglige verktøy.
- Vi kan ta utgangspunkt i en ren faglig analyse (funksjonsanalyse) og avpasse organisasjonene etter dette.

Den siste angrepsmåten er ideelt sett den riktige idet enhver organisasjon egentlig bare er et middel til å løse faglige problemer. I virkeligheten må imidlertid de to angrepsmåter kombineres. Man er nødt til i en funksjonsanalyse å skjele til organisasjonen fordi vel etablerte forvaltningsorganer har en stor treghet og er meget tungt foranderlige. På den annen side skal en ikke kritikkløst godta et organisasjonsmønster. Et viktig resultat i en faglig analyse må være å kunne innvirke på organisasjonsstrukturen når denne er til hinder for en god arbeidsmåte.

Organisasjonsmessige forhold danner i praksis grunnlaget, men også noen av begrensningene for en god forvaltning av vannressursene. Det naturlige vil være at forvaltningsorganene dimensjoneres og ordnes i forhold til de oppgaver de er satt til å løse. Dette skjer selvfølgelig i en viss utstrekning, og hvis helt nye problemer dukker opp. Imidlertid er forvaltningsenheter historiske, tungtbevegelige enheter (særlig hvis enheten har en tradisjon og lang historie bak seg), og det må ofte kraftige faglige argumenter til for å forandre en forvaltningsstruktur. Forvaltningsorganer knyttet til bruk og vern av en naturressurs tar som regel utgangspunkt i en spesiell brukerinteresse, og det er ennå et stykke fram før en faglig sett akseptert helhetsbehandling får konsekvenser for forvaltningsstrukturen.



3.2 Dagens organisasjonsstruktur for vannplanlegging i Norge.

Tabell II gir et hovedinntrykk av hvorledes vannforvaltningen er organisert med utgangspunkt i brukerinteressene.

BRUKERINTERESSE		ANSVARLIG DEPARTEMENT	PRAKTISKE FOR- VALTNINGSORGANER
1. VERNEOMRÅDER		MD	MD
2. VANNFOR- SYNING	a KOMMUNALT	MD/SOS	SIFF/Helser./ Fylkesm.
	b INDUSTRI	MD/SOS	Fylkesm./helser.
	c JORDBRUK *	MD/OED/LD	Fylkes.l.b.styr./ Fylkesm./NVE
3. REKRE- ASJON	a BADING	MD/SOS	MD/Fylkesm./H.råd
	b SPORTSFISKE (ferskv.)	MD	MD/Dir. for vilt og ferskvannf. kommunale nemnder
	c BÅTSPORT O.A		
4. YRKESFISKE, DAMBRUK OG BIOLOGISK PRODUKSJON		FD(sjø + oppdrett i ferskvann) MD(ferskv. ellers)	Fiskeridir.  Dir. vilt og ferskv.- fiske
5. LANDSKAPSVERN		MD/OED	MD/NVE/Fylkesm.
6. ENERGIPRODUKSJON		OED	NVE
7. TRANSPORTÅRE		SD/HD(båttrafikk) OED (fløting)	Sjøfartsdir. NVE
8. FLOM- EROSJONSSIKRING		OED	NVE
9. RESIPIENT		MD/SOS	SFT/Fylkesm./ Bygnr./Helser.

\* Endringsforslag av 18.5.78 foreligger fra et interdep. utvalg.

Tabell II. Vannressursforvaltning. Brukerinteresser - forvaltningsorganer.

Tabellen gir et hovedinntrykk av hvorledes forvaltningen er oppsplittet etter brukerinteresser. Det gjøres oppmerksom på at tabellen er noe forenklet, men de viktigste sammenhenger er med. Oversiktsplanleggingen som skal samordne alle brukerinteresser, er ikke tatt med.

I tabell III "Offentlig VRF - Statsnivå. Oppgaver - dagens situasjon", (på neste side) er de ulike organers arbeidsoppgaver nærmere beskrevet. Aktuelle elementer i offentlig VRF er satt opp og nummerert 1-8. Bruksmåtene vannkraft, vannforsyning, resipientbruk og naturvern er satt opp som eksempler på dagens funksjonsfordeling.

Systemet er karakterisert ved

1. De ulike brukerinteresser har bygget opp hvert sitt forvaltningssystem. Det er faste vertikale strukturer i forvaltningen mens de horisontale forbindelser er dårlige utbygget. (Med vertikale strukturer menes et forvaltningssystems "linjer" fra stats/fylkes nivå "ned" til kommune/lokalt nivå innenfor samme brukerinteresse. En horisontal forbindelse gjelder kontakter mellom brukerinteresser på samme forvaltningsnivå (f.eks. statsnivå.)
2. Arbeidsoppgavene varierer sterkt mellom forvaltningsorganene. (tabell 2). I noen tilfeller er offentlige forvaltningsorganer ansvarlige for planlegging, gjennomføring og drift, mens disse oppgaver for andre brukerinteresser i sin helhet utføres av privat /kommunal sektor.

Årsakene ligger for en stor del i at den nåværende struktur er sterkt historisk preget. Etter som de ulike brukerinteressene som knytter seg til vannressursene fikk tyngde, ble det etablert forvaltningsorganer ut fra de enkelte brukerinteressene. (Energiproduksjon, vannforsyning, verneinteresser etc.).

Tabell III. Vannressursforvaltning - Sentralt nivå. Oppgaver - dagens situasjon. Tabellen angir hovedtrekkene. P.g.a. stor kompleksitet er ikke tabellen korrekt i detaljene.

Aktivitet	Type aktivitet - offentlig VRF	VANNKRAFT	VANNFORSYNING H.dir./SIFF	RESIPIENT- BRUK	NATUR- VERN
1.	Overordnet policy. Avveing mot andre samfunnssektorer på riksnivå. Administrative og økonomiske prinsipper, lovverk, forskrifter m.v.	OED	SOS/H.dir.	MD	MD/OED
2.	Konsesjonsbehandling. Godkjenning. Planlegging på riksnivå.	OED/NVE	SIFF/MD	MD/SFT	OED/MD
3.	Administrasjon av økonomiske støtteordninger (tilskott, lån, lånegarantier)	OED/NVE	KAD	MD	MD
4.	Faglige utredninger, avveinger m.v.	NVE	H.dir./SIFF	MD/SFT	MD
5.	Praktiske undersøkelser (felt, laboratorie skala)	NVE	SIFF	NIVA/priv. sekt.	-
6.	Forskning <sup>xx</sup>	NVE/VHL	SIFF/NIVA/SI	NIVA	-
7.	Planlegging og prosjektering (detalj) av tiltak	NVE(S)kraftselsk.	Priv.sekt.	Priv.sekt.	-
8.	Gjennomføring og drift av de tekniske tiltak	NVE(S)kraftselsk.	Komm/priv.sektor	Komm/priv.sektor	-
9.	Tilsyn med vannress. og tekniske tiltak	NVE	SIFF	SFT	MD

x VHL Vassdrags- og Havnelaboratoriet

xx De oppsatte forskningsinstitutter representerer tyngdepunkter

### 3.3 Organisering av vannbruksplanlegging.

I omtalen av oppdragets bakgrunn og hensikt er nevnt samarbeidsprosjektet mellom NIBR og NIVA om utarbeidelse av retningslinjer for vannbruksplanlegging. Arbeidsdelingen går i store trekk ut på at NIVA skal utvikle det faglige verktøyet, mens NIBR skal se på de administrative aspekter, herunder hvordan planleggingsverktøyet kan innpasses i det administrative system. Den organisatoriske tilpasning til fylkesplanene vil her bli særlig viktig.

Arbeidet med den administrative vurdering av planene er nettopp kommet igang, og vi skal her nøye oss med å peke på en del forhold bl.a. basert på uformelle drøftelser med NIBR.

Det forhold at administrative grenser og nedbørfelt ikke faller sammen, er et problem. Fra en administrativ synsvinkel kan vassdragene deles i 4 typer som hver for seg krever en grunnmodell:

1. "Kommunevassdrag" (eks: Moelva i Ringsaker kommune).
2. "Fylkesvassdrag" (eks: Bøelva/Telemarksvassdraget - vassdrag i flere kommuner, men i ett fylke).
3. "Flerfylkevassdrag" (eks: Glomma, Hobølvassdraget).
4. Internasjonale vassdrag (Eks: Pasvikelva).

De mest aktuelle tilfeller er 2 og 3. De fleste vassdrag hvor vannplanleggingen er aktuell vil være av kategori 2 eller 3.

Organiseringen av planarbeidet bør ta utgangspunkt i følgende:

- Vannplanleggingens nære tilknytning til oversiktsplanleggingen.
- Medvirkning av aktuelle brukerinteresser og forvaltningsorganer.
- Effektivitet i planarbeidet.

Brukermedvirkning er et viktig prinsipp både for å oppfylle generelt ønske om demokrati i planleggingen, få best mulig representativitet, samt sikre seg en god gjennomføring av planen.

En positiv medvirkning fra allmennheten representert ved friluftsansjasjoner, fiskeforeninger, brukseierforeninger m.v. gir en direkte påvirkningsmulighet og en f olelse hos disse organisasjoner av     v ere med på     bestemme. Hvis en plan pådyttes vassdragets brukere, vil den nesten pr. definisjon möte motstand selv om planens innhold kan v ere aldri så godt. Ingen liker   få seg en ferdig plan pådyttet som behandler de interesser som man selv er satt til   ivareta.

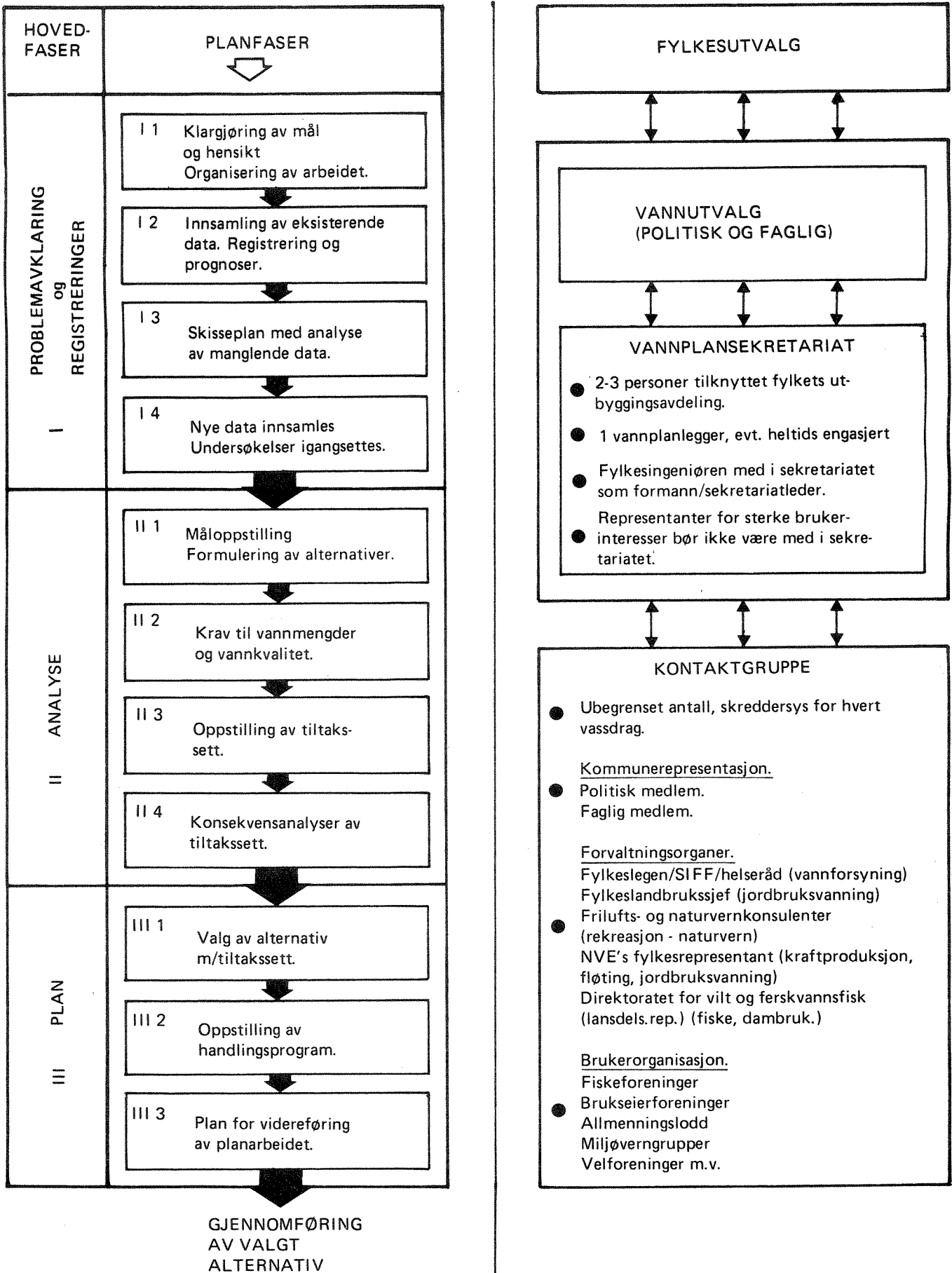
Medvirkning fra forvaltningsenheter, skal bl.a. sørge for at de sv ert viktige sektororganer som forvalter forskjellige bruksinteresser gir planen de ytre riktige forutsetninger. På denne måten bør en plan bli mest mulig realistisk, få en faglig tyngde, og kunne fungere som ramme for enkeltvedtak. Deltagelse av forvaltningen i selve planleggingsprosedyren vil også bidra til   samstemme og avveie sektorinteressenes standpunkter, og øke forståelsen for hverandres synspunkter og arbeidsfelt.

Tilknytningen til oversiktsplanarbeidet gjør det dessuten hensiktsmessig med representasjon fra generalplanutvalg/fylkesplanutvalg.

Kravet om effektivitet må nøye veies mot ønsket om demokrati og medbestemmelse. Samarbeidsformer må finnes som forener disse ofte noe motstridende krav best mulig.

I fig. VI er presentert en organisasjons- og planleggingsmodell for et tenkt "fylkesvassdrag", dvs. et vassdrag som omfatter flere kommuner, men i hovedsak ligger innenfor et fylke. Figuren er et diskusjonsutkast og det minnes om at NIBR arbeider med denne problemstillingen innenfor både prosjektet "Naturressurser i fylkesplanen" og spesielt samarbeidsprosjektet med NIVA om retningslinjer for vannbruksplanlegging. NIBR vil bl.a. her se på hvordan vannbruksplanen for Bø-elva kan tenkes tilpasset administrativt.

Fig. VI tar utgangspunkt i grunnprinsippene nevnt ovenfor: tilknytning til oversiktsplanleggingens politiske styringsprinsipp, medvirkning av forvaltningsenheter og brukere samt effektivitet i planarbeidet.



Figur VI. Planleggingsmodell for vannbruksplaner. Organisering av planarbeidet

Enkelte kommentarer til figur VI:

- Selve planleggingsmodellen må skilles fra beslutningsmodellen i figur III. Planleggingsmodellen angir hvordan de faglige problemer kronologisk bør angripes. Beslutningsmodellen er en rent faglig modell for kunnskapselementer som bidrar til grunnlaget for visse beslutninger uten av tidsforholdene er trukket inn.
- Det er mange likhetstegn mellom planleggingsmodell og beslutningsmodell i del II- Analyse og del III- Plan. Forskjellen kommer særlig frem i del I- Problemaforklaring og registreringer. Her fremstår organisering av planarbeidet, vurdering av eksisterende data og planlegging av nye undersøkelser, samt eventuell utarbeidelse av en skisseplan som viktige elementer.
- Hvorvidt vannutvalg er nødvendig må avgjøres i hvert fylke. Hvis vannressursene er mindre viktige, små konflikter m.v., kan en vannbruksplan drives av et vannplansekreteriat direkte under fylkesutvalget.

Figur VI diskuteres ikke videre. Generelt understrekes at oppbyggingen av et administrativt apparat må være fleksibel og avspeile den variasjon i konflikttyper og konfliktomfang som preger vannforekomstene i Norge.

## DEL II

SKISSE TIL VANNBRUKSPLAN FOR BØELVA





SCAVENIUS' KART OVER STAVANGER STIFT FRA CA. 1660. Telemarksvassdraget sees klart. Er det Norsjø eller Seljordvann med Bøelva som er avtegnet midt i "TELLEMARCK"?.

## 1. INNLEDNING

I del II som behandler Bøelv-vassdraget, har vi lagt vekt på metode og analyse fremfor registreringer. Siktemålet er å bidra best mulig tildet videre planleggingsarbeid.

Av denne grunn er registreringsmaterialet ofte mangelfullt. Enkelte steder er problemstillinger bare nevnt og tallmateriale brukt relativt ukritisk. Utsagnskraften på bakgrunn av tallmaterialet står ofte tilbake for det som må anses nødvendig og ønskelig i en konkret planleggingssituasjon. Ønsket om innenfor den gitte kostnadsramme "å vise mest mulig hva som bør gjøres framfor å gjøre det", nødvendiggjør en slik angrepsmåte. Oppdragsgiveren har vært innforstått med dette.

Del II kan på en måte ses på som en forutsettelse av Del I, men med en steds-tilknytning for å konkretisere innholdet i vannbruksplanen.

Planskissen er delt i to. En registreringsdel (Kpt. 1-6) og en analyse- og plandel (Kpt. 7-11). Registreringene bygger stort sett på tidligere utredningsarbeider. Blant de viktigste er generalplan-dokumenter for Bø og Sauherad kommuner og skjønnsdokumentene fra Sundsbarm-utbyggingen.

Registreringene kan sies å bestå av fire hovedelementer/hovedgrupper.

- 1) Generell beskrivelse av nedbørfeltet (Kpt. 3),
- 2) Reguleringer i og tilførsler til vassdraget (Kpt. 4),
- 3) Hydrologiske forhold og vannkvalitet (Kpt. 5) og
- 4) Samfunnsutvikling og brukerinteresser. (Kpt. 6)

Struktur i analysedelen er vist i Kpt. 7.

## 2. PLANOMRÅDE. AVGRENSING OG TIDSHORISONT

Planområdet utgjør den nederste del av et større vassdrag som kalles Flatdals-elva, Seljord- og Bøvassdraget. Når avsnittet Bøelva er valgt, skyldes dette områdets begrensede størrelse, homogenitet (et elvesystem), identifiserbare brukerkonflikter og et rimelig godt datagrunnlag.

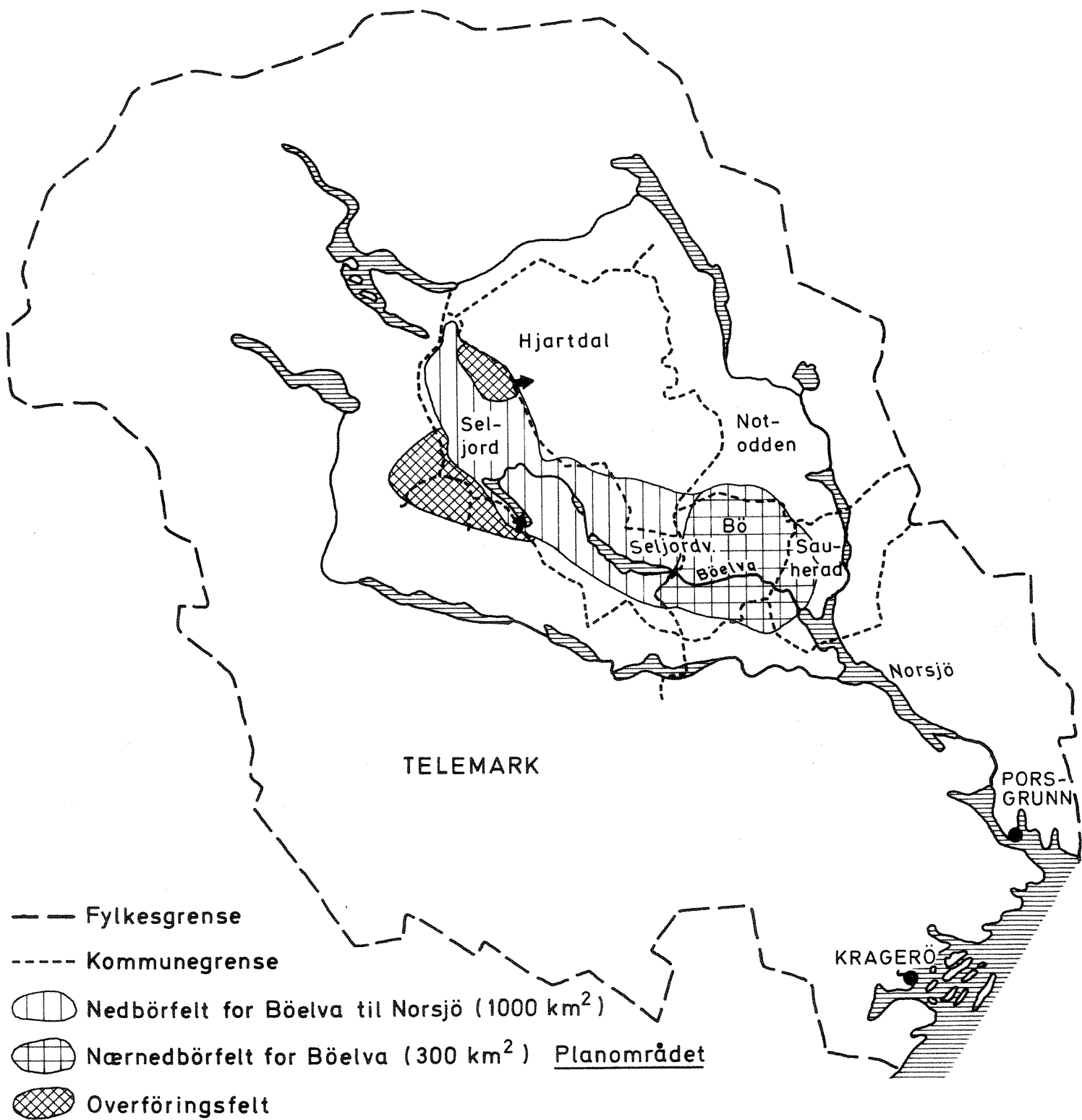


Fig.1 Bøelva - Telemark fylke

I en reell plansituasjon ville det neppe være riktig å se Bøelva isolert. Både nedbørfeltet ovenfor utløpet i Norsjø og Norsjø selv vil måtte trekkes inn i vurderingen. Det kan imidlertid være naturlig ved en eventuell inndeling av hele vassdraget å behandle Bøelva som en enhet.

Planperioden er ikke nøyaktig definert. Den vil som fylkesplanen variere, avhengig av planelementene. Fylkesplanen har når det gjelder utnyttelse av naturressurser, et langsiktig perspektiv, mens utbyggingsskisser etter retningslinjene for fylkesplaner (og generalplaner) vil ha 12 års planperiode. Konkrete tiltak vil ha enda kortere perspektiv.

### 3. GENERELL BESKRIVELSE AV BØELVAS NEDBØRFELT

#### 3.1 Geografiske og geologiske forhold. Vegetasjon

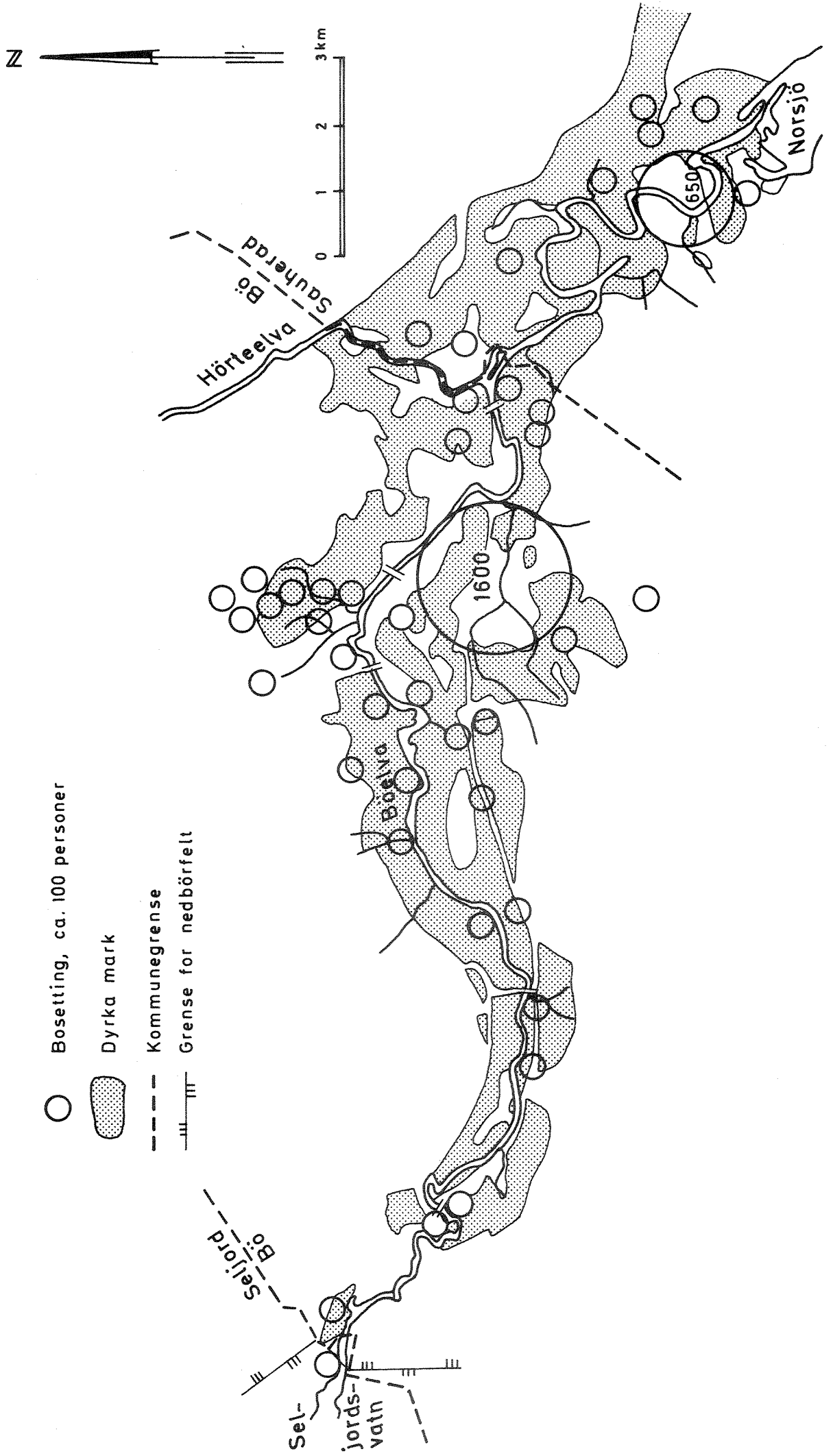
Bøelva mellom utløpet av Seljordvatn og Norsjø har et nedbørfelt på ca. 300 km<sup>2</sup>. Elva fører vann fra Seljordvatn på kote 116 ned til Norsjø på kote 15. Seljordvatn er svakt regulert, 0,5 m. Bøelva faller jevnt og rolig det første stykket ned til Oterholtfossen. Her følger en omlag 10 km lang stryk-strekning før elva igjen blir roligere og går over i meanderløp ut mot Norsjø. Mellom Oterholtfossen og Norsjø tar elva inn Hørteelva som samler vann fra Vatnarheia-områdene.

Oterholtfossen er utbygd for vannkraft.

Nedbørfeltet ligger i det vestlige grunnfjellsområdet, og undergrunnen består hovedsakelig av telemarksgranitt. Bergartens evne til å motstå forvitring og erosjon preger høyereliggende områder i feltet. Partier med snaufjell veksler med områder med sparsomt vegetasjonsdekke.

Den marine grense i området ligger rundt 100-150 m.o.h. Dette gjør at storparten av de dyrkede arealene i feltet, langs Bøelva - fig. 2 -, ligger under den marine grense. Jorda i disse områdene har karakter av mineraljord, vesentlig leirholdig sandjord. Området har også en del grusavsetninger og en del myr særlig i øvre Bø. Grusavsetningene er flere steder trukket inn som interessante vannforsyningskilder.

Fig.2 Böelva. Befolkning, jordbruksarealer og administrative grenser



### 3.2 Klima

Gjennomsnittlig årsnedbør, målt ved Gvarv i perioden 1931-1960 var 735 mm og i veksttiden mai-september 376 mm. I sommermånedene har vi som det fremgår av fig. 3 (12) nedbørunderskudd i området.

Middeltemperatur i sommerperioden mai-september var +14,2 °C og for desember-mars + 4,1 °C. Gjennomsnittlig antall soltimer er rundt 2000 som er høyt etter norske forhold. Vintertemperaturer under + 10 °C er relativt vanlig.

### 3.3 Aktiviteter i nedbørfeltet

#### 3.3.1 Befolkning og arealfordeling

I nedbørfeltet bor ca. 5700 mennesker, hvorav ca. 2000 i og rundt tettstedet Bø og 1200 rundt Gvarv. Data om befolkning og arealfordeling er gitt i tabell 1.

I tillegg til fastboende befolkning trekker virksomhet i feltet utenbygdsboende til seg for kortere og lengre opphold. Virksomhet av interesse i denne sammenheng er listet i tabell 2.

Tabell 1. Bøelva. Befolkning og arealfordeling.

Befolkning			Areal		
Totalt antall	I tettsteder	Totalt km <sup>2</sup>	Arealfordeling		
			km <sup>2</sup>	%	
5700	Bø 2000 Gvarv 1200	300	Fulldyrket mark: 20	7	
			Overflatedyrket mark : 13	4	
			Produktiv skog: 180	60	
			Impediment: -	-	
			Myr: -	-	

Impediment = ikke dyrkbar jord

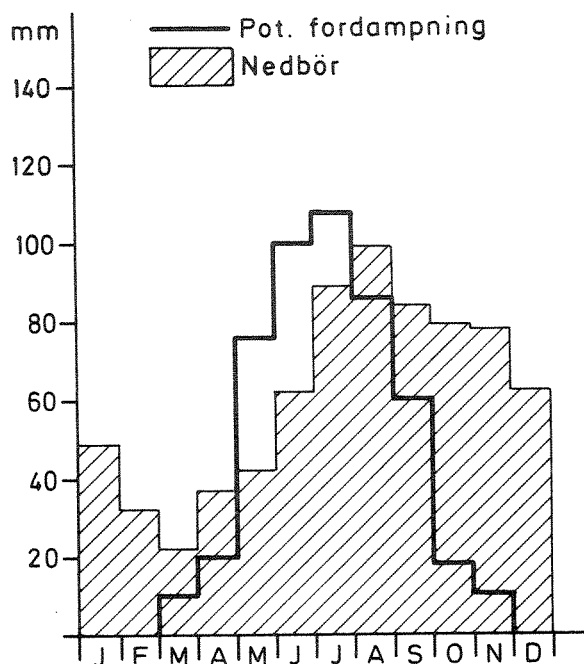


Fig.3 Midlere månedsnedbör 1931-60 for værstasjonen Gvarv, sammenholdt med den potensielle fordampning (12)

Tabell 2. Virksomhet med tidvis opphold av utenbygds boende.

Virksomhet	Antall og spesifikasjon	Kommune
<u>Hoteller</u>		
Lifjell turisthotell	Sengeplasser: 100, belegg <sup>1)</sup> 54%	Bø
Bø hotell	Sengeplasser: 150, belegg 54%	Bø
<u>Skoler med distriktsfuksjon</u>		
Telemark distrikthøgskole	Utenbygds elever i internat: 280	Bø
Bø gymnas	" " : 380	Bø
Bø yrkesskole	- -	Bø
Sagavoll folkehøgskole	Utenbygds elever i internat: 180	Sauherad
<u>Annen turistnæring</u>		
Gvarv ungdomsherberge	Sist i drift i 1973	
Campingplasser	Teksten/Beverøya/Bø: 15000 gjestedøgn	
Turisthytter og herberger	Sengeplasser: 300, belegg <sup>1)</sup> 15%	
Private fritidshus	Ca. 450 stk. 3 uker/år	

1)

Beleggsprosent antatt, etter opplysninger fra Hotell og Turistdirektoratet

### 3.3.2 Jord- og skogbruk

Tabell 1 gir opplysninger om jord- og skogbruk. Ytterligere landbruksdata følger av tabell 3.

Tabell 3. Bøelva. Landbruksdata. <sup>x</sup>

Antall gårdsbruk	Nedlagt silomengde	Mengde brukt kunstgjødsel	Husdyr
500 (400 i Bø)  (100 i Sauh.)	3000 m <sup>3</sup>	-	Hest: 30 Kyr: 800 (Storfe: 1550) Sau: 1200 Gris: 4500 Fjørfe: 95000 Rev: 450 Mink: 7500

<sup>x</sup>Data i denne tabellen bygger på anslag med bakgrunn i eldre oppgaver. (30)  
Senere justering er nødvendig.

### 3.3.3 Industri og service-næringer

I 1970 var 34,3 prosent av de yrkesaktive i Bø sysselsatt i sekundær-næringene. For Sauherad var tilsvarende 28,4 prosent knyttet til disse næringene. For dette arbeidet har vi ikke foretatt noen fullstendig registrering av industribedriftene i feltet. En foreløpig oversikt fremgår av tabell 4. I kapittel 4 har vi gått nærmere inn på de industribedrifter som er interessante i forurensnings-sammenheng.

Forskyvninger fra jordbruksnæringene til industri og servicenæringene har preget virksomheten langs Bøelva. Bø har i dag et bredt sammensatt service-tilbud. Særlig kan nevnes utbygging av undervisningsinstitusjoner i Bø.



Tabell 4. Industrivirksomhet ved Bøelva

Kommune	Industribedrift
Bø	Bø mejeri (Telemark meieri A/L - nedlegges 1978) Bø Sement Støperi Bø Stenhuggeri Konstruksjons - Sveis & Mek. verksted Kaasa Markiseindustri A/S A. W. Poulsen Skotøyfabrikk Telemark Eggssentral S/L
Sauherad	Brødrene Grimsrud A/S (stålvarefabrikk) Stor Kaasa A/S (stormarked og trelast) Hørte Sag og Høvleri Hørtefossen Blikkenslagerverksted Norsjø Sag og Høvleri A/S

### 3.3.4 Andre aktiviteter

Grusforekomster i området er en rekke steder utnyttet som grustak. Fig. 15 gir en oversikt over lokaliseringer.

Tabell 5. Grustak i Bø og Sauherad.

Navn:	I drift/drives av:
Herremo grustak	Vegvesenet
Øverbømoen	Liten drift
Lofthus	Vegvesenet
Oterholt	Liten drift
Oterholtmoen	Periodevis drift
Eika	" "
Hellestad	Asfaltverk, Fjellhammer Brug
Skrubbemyra	Planer om utvidet drift

Det er også en del industrielt preget landbruk i området. Vi er kjent med tre pelsdyroppdrett, en svineavlstasjon og ett kyllingoppdrett.

#### 4. REGULERINGER OG TILFØRSLER TIL VASSDRAGET

Aktivitetene i nedbørfeltet påvirker vassdraget i ulik grad. Inngrep i vannforekomsten kan hovedsakelig skje på to måter:

1. Fysiske inngrep (dammer, havner, terskler, forbygninger m.v.)
2. Endringer i materialstrømmer (forurensningstilførsler fra punktutslipp, diffuse tilførsler, økt erosjon på grunn av endret arealbruk, luftbårne forurensninger m.v.).

I tillegg kan påvirkning skyldes tilførsel av energi (varme) og direkte biologiske inngrep (utsetting av yngel).

De to første typer påvirkninger er særlig representert i vassdraget og omtales nedenfor.

##### 4.1 Fysiske inngrep

###### 4.1.1 Reguleringer

Seljordvatn er regulert 0,5 m ned. Reguleringen gir magasin til kraftverket ved Oterholtfossen, som ved full kapasitet krever en vannføring på  $4,5 \text{ m}^3/\text{s}$ . Denne reguleringen har under normale forhold liten betydning for vannføringsforholdene i Bøelva.

Langt viktigere er reguleringen knyttet til Sundsbarm kraftverk som omfatter  $428 \text{ km}^2$  av Bøelvas naturlig totale nedbørfelt på  $1004 \text{ km}^2$ , se fig 1 (8). Sundsbarm kraftverk er et såkalt toppkraftverk som kjøres høst, vinter og vår og står fra midten av mai til midten av september. Dette medfører endringer i Bøelvas vannføring over året fra normal tilstand. (se nedenfor kapittel 5.). Vannføring gjennom stasjonen varieres også over døgnet, men Seljordvatnet fungerer her effektivt som utjevningmagasin.

###### 4.1.2 Forbygninger

Det er foretatt og foretas stadig forbygningsarbeider i elva for å forhindre erosjon. I alt et trettitalls steder er slike utført. Spesielt utsatte områder er markert på fig. 25.

## 4.2 Tilførsler

### 4.2.1 Definisjoner - systematikk

Total stoff-tilførsel stammer dels fra naturlig bakgrunnsavrenning, dels fra menneskelige aktiviteter. I det siste tilfellet brukes forurensningsbegrepet. Forurensninger kan stamme fra punktkilder eller diffuse kilder og tilføres vassdraget som punkt-tilførsler eller diffuse tilførsler.

Følgende definisjoner er brukt fra (23):

- En forurensningskilde er diffus når de forurensende stoffers kontakt med vannet skjer over en større flate (Nedbøravhengig forurensning, f.eks. forurensninger fra dyrket mark).

I den teoretiske behandling av forurensningene kan det være hensiktsmessig med en inndeling i fire trinn (eksempler i parentes), fra (1) :

- Ett produksjonstrinn ved kilden (huset)
- Ett transporttrinn der forurensningene følger vann i overvanns- og avløpsledninger (fra hus til renseanlegg)
- Ett rensetrinn der deler av forurensningene tas ut av materialtransporten ved omsetning i renseanlegg eller ved borttransport av slam (renseanlegget)
- Et tilførselstrinn der forurensninger tilføres resipienten fra ledninger, renseanlegg og direkte fra nærområder (utslippsledning fra renseanlegg).

For kartlegging av forurensninger i vassdragets nedbørfelt kan vi benytte følgende område-inndeling:

- Del-nedbørfelt som omfatter nedbørfelter til sidevassdrag
- Rensedistrikt som omfatter planområdet for tilknytning til et renseanlegg
- Nærsoner som omfatter områder som ikke inngår i rensedistrikt eller del-nedbørfelt.

I figur 4 er som eksempel vist en forenklet skisse av Bøelvs-vassdraget med ovennevnte inndeling. Administrative grenser er av praktiske grunner også tegnet inn.

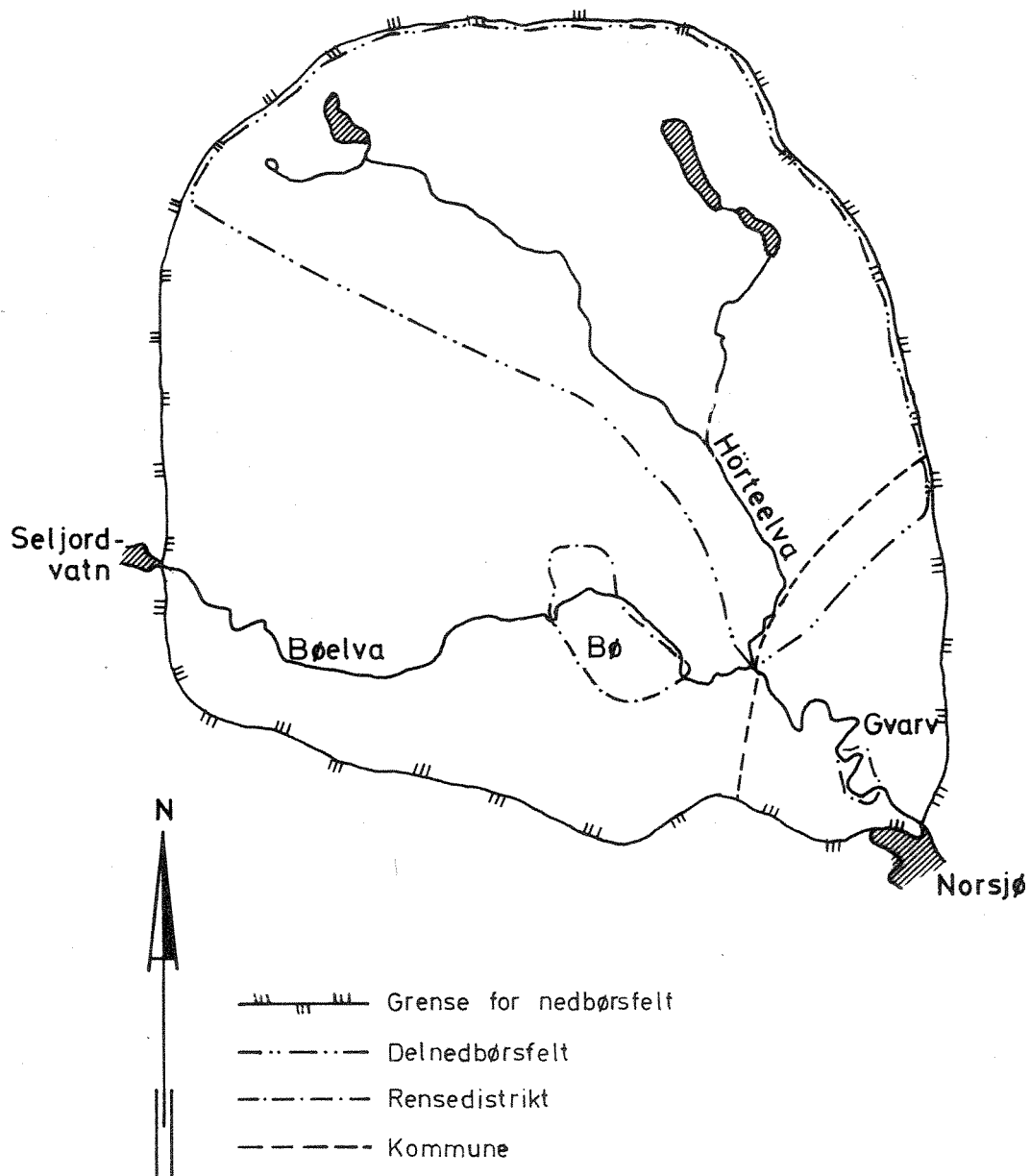


Fig. 4. Forurensningstilførsler. Feltinndeling.

Inndelingen i del-nedbørsfelt, rensedistrikt og nærsoner sorterer mulige registrerings- og overvåkingspunkter. Tabell 6 viser en prinsipiell sammestilling som kan danne utgangspunkt for iverksetting av overvåkings- og oppfølgingsprogrammer.

De data vi har så langt gir oss ikke muligheter for å forenkle arbeidet med forurensningstilførsler ved å behandle Hørteelva (m. nedbørsfelt) som en punkttilførsel til Bøelva. Tilførslene via Hørteelva må derfor her også beregnes teoretisk.

Likeledes må tilførslene via rensenanlegget i Bø beregnes teoretisk.

Legges det framtidige overvåkings- og registreringsopplegg opp etter strukturen i fig. 4 og tabell 6, vil fremtidige beregninger av forurensningstilførslene kunne forenkles. Samtidig vil sikkerheten i beregningen kunne økes både som følge av et redusert antall teoretiske anslag og ved at opplegget vil "fabrikere" nye avrenningsdata spesifikke for nedbørfeltet. (Tilførsel fra Hørteelvas nedbørfelt beregnes etter målinger i utløpet fremfor teoretiske antakelser basert på aktiviteten i nedbørfeltet.)

Tabell 6. Skjema for overvåking og oppfølging. x)

Registreringstrinn	Forurensnings-areal-gruppe		
	Delnedbørfelt	Rensedistrikt	Nærsoner
Produksjon	T <sup>xx</sup> (A kg/d)	T (B kg/d)	T (C kg/d)
Transport		M i innløp til renseanlegg	T (C kg/d)
Rensing		M i renseanlegg (unntaksvis)	
Tilførsel	M ved vassdragets utløp (X kg/d)	M i utløp etter ren- seanlegg (Y kg/d)	T (C kg/d)
	↓	↓	↓
RESIPIENT			

Symboler

T = Beregning på teoretisk grunnlag. M = Målinger i "felten".

x) Tilpasset prosjektet etter (1).

xx) Enheten kg/døgn kan ikke brukes for alle kilder. F.eks. for avrenning fra dyrket mark og silo vil i tillegg utslippsesongen måtte presiseres.

#### 4.2.2 Naturlig påvirkning

Data for tilførsler fra naturlige kilder baserer seg på tidligere arbeider (bl.a. litteraturstudier) ved instituttet. Følgende data er brukt (2):

Tabell 7. Tilførsler fra naturlige kilder (2)

Skog		Annet areal	
Nitrogen kg/km <sup>2</sup> /år	Fosfor kg/km <sup>2</sup> /år	Nitrogen kg/km <sup>2</sup> /år	Fosfor kg/km <sup>2</sup> /år
220	6,5	120	6,0

#### 4.2.3 Diffuse forurensningskilder

Aktuelle diffuse forurensningskilder ved Bøelva:

- Dyrket mark
- Sjøppelfyllplasser
- Slamdeponeringsplasser.
- Forurensninger i overvann fra urbane strøk

For dyrket mark har utgangspunktet vært gjødselmengder tilført jorda, her medregnet, kunstgjødsel og silopressaft produsert i feltet.

Tabell 8. Anslåtte gjødselmengder i tonn fosfor (P), kunstgjødsel, husdyrgjødsel, pressaft fra silo i Bøelvas nedbørfelt.

	Kunstgjødsel	Husdyrgjødsel	Silopressaft
Tonn P/år	60	35	0,6

Tabell 8 uttrykker forurensningspotensialet, men ikke forurensningstilførsler. Beregning av sistnevnte må følge etter nærmere vurdering av klimatiske, topografisk og kvartærgeologiske forhold.

Dyrket mark er markert på fig. 2.

For behandling og om bruk av husdyrgjødsel er det nylig utarbeidet forskrifter (3).

Sjøppelfyllplassene i feltet er markert på fig. 5. Fyllplasser drevet uten kontrollert oppsamling av sigevann vil gi forurensningstilførsler av diffus karakter. Ugunstig lokalisering kan medføre betydelige forurensningstilførsler. Vannstrømmen gjennom fyllingen er av særlig interesse her.

Det må regnes med stor uttransport av organisk stoff og næringssalter i form av nitrogenforbindelser. Vanligvis er fosforkonsentrasjonen i sigevann fra avfallsfyllinger relativt lav. Eksisterende avfallsfylling for Bø ligger på grusavsetninger nær Askilrud, i relativt stor avstand fra hovedvassdragene. Etter opplysninger fra lokalt hold antas effekten av fyllingen på vannmiljøet bare å gi helt lokale utslag. Andre planer for avfallsbehandling enn utvidelse av eksisterende fylling har man for tiden ikke. Sauherad kommune har egen fylling som ligger utenfor feltet ved Akkerhaugen.

Avfallsfyllingen ved Askilrud tjener også som slamdeponi for septikslam fra Bø kommune. Kloakkslam fra Bø renseanlegg blir i dag utnyttet til jordbruksformål etter mellomlagring.

Forurensninger i overvann fra urbane strøk har i den senere tid kommet sterkt i søkelyset. Erfaringer fra undersøkelser viser store variasjoner fra felt til felt. Erfaringstall for fosforproduksjon på årsbasis ligger i området 1-5 prosent av fosformengden i spillvannet fra avløpsfeltet før eventuell rensing. Områder som kan tenkes å gi slik avrenning, har vi i området ved Bø og Gvarv. Vi har ikke oversikt over utbredelsen av felles- henholdsvis separatsystem, men i den senere tid er det foretatt betydelige utbedringsarbeider i nettet. Ut fra ovennevnte skulle man kunne forvente fosforproduksjon i området 0,01-0,1 tonn P/år.

#### 4.2.4. Punktkilder

Punktkildene er delt inn som følger:

- Kommunale utslipp
- Utslipp fra industrivirksomhet
- Punktutslipp fra jordbruk.

Kommunale utslipp. En del data fremgår av tabell 9. Tabellen inneholder også noen data om planene for utbygging av avløpsanlegg. Anslag for produksjon av fosfor og organisk stoff (BOF<sub>7</sub>) er tatt med. I tabell 10 er trukket ut en del virksomhet som betjener ikke bofaste.



Fig.5 Forurensningstilførsler

Eksisterende Planlagt



Kloakkrenseanlegg

Kloakkutslipp (↗ utslipp til grunnen)

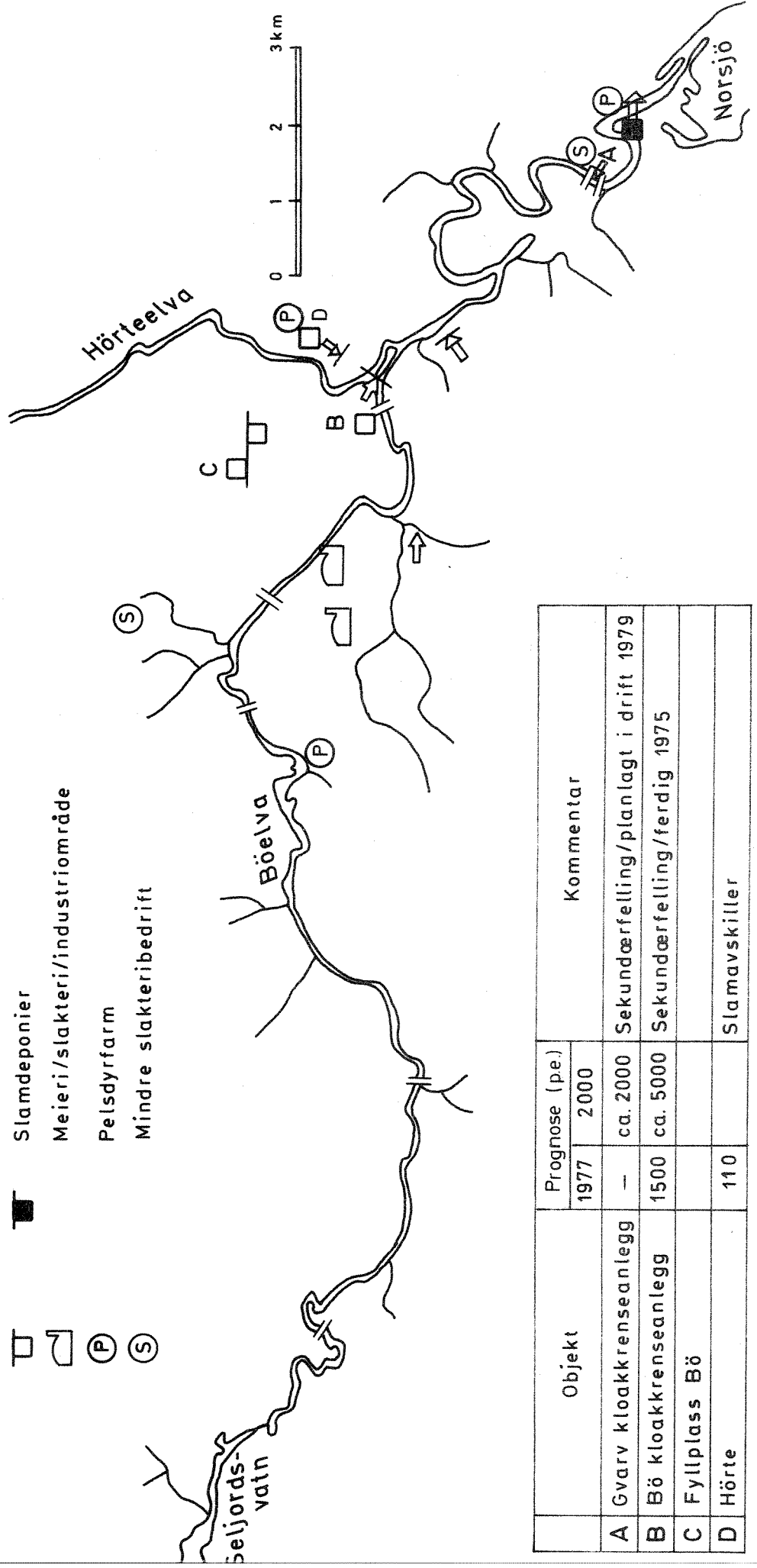
Avfallsfylling

Slamdeponier

Meieri/slakteri/industriområde

Pelsdyrfarm

Mindre slakteribedrift



Objekt	Prognose (pe.)		Kommentar
	1977	2000	
A Gvarv kloakkrenseanlegg	-	ca. 2000	Sekundærfelling/planlagt i drift 1979
B Bö kloakkrenseanlegg	1500	ca. 5000	Sekundærfelling/ferdig 1975
C Fyllpass Bö			
D Hörte	110		Slamavskiller



Tabell 9. Forurensningsproduksjon. Utslipp til kommunal kloakk 1977

Produksjonssted	Personekvivalenter	Forurensningsmengder <sup>x</sup>		Rensing <sup>x</sup>	Planlagte tiltak. Tidsfrister. Merknader. Referanser.
		kg BOF <sub>7</sub> /døgn	kg P/døgn		
<b>BØ KOMMUNE:</b>					
Øvre Bø	50	4	0,12	SL+I.	Ved videre utb. lokalt renseanlegg. Området utbygges frem til 1984 med 40 boliger.
Bø sentrum <sup>xx</sup>	1600	120	4,00	MK+I. <sup>xxx</sup>	Anlegg dimensjonert for 5 000 pe.
Folkestad <sup>xx</sup>	50+300	4+22	0,12+0,75	I	1980 tilknytning til hovedkloakken Bø. Feltet er under utbygging som avsluttes 1978. Tallene representerer feltet ved dette tidspunkt.
<b>SAUHERAD KOMMUNE:</b>					
Hørte	100	8	0,25	SL+I.	Videre utbygging uviss pga. avløpsspm.
Gvarv <sup>xx</sup>	1 200	90	3,00	Ingen	Mek.-kjem. anlegg for 2000 pe foreløpig antatt ferdig 1978.

Ellers i nedbørsfeltet enkeltutslipp til grunn og lokale bekker.

x) Her er benyttet personekvivalent-beregning: Tot P = 2,5 g P/pe d. og BOF<sub>7</sub> = 75 g O/pe d.

xx) Industri, større internat, skoler og servicebedrifter, se tabell 10 og 12.

xxx) Infiltrasjon under utprøving.

Rensing: SL = Slamavskilling, I = infiltrasjon, MK = Mekanisk-kjemisk.

Tabell 10. Forurensningsproduksjon skoler og servicebedrifter 1977

Produksjonssted	Personalekvivalenter	Forurensningsmengder		Tilkn. k.kloakk	Rensing og utsl.sted
		kg BOF <sub>7</sub> /døgn	kg P/døgn		
<b>BØ KOMMUNE:</b>					
Lifjell turisthotell	55	4,1	0,14	Nei	
Bø hotell	80	6,0	0,20	Ja	Bø kloakkrenseanlegg-utslipp til Bøelva
Telemark distrikthøyskole	250 <sup>x</sup>	18,8	0,63	-	
Bø gymnas (I)	350 <sup>x</sup>	26,3	0,88	-	
Turisthytter og herberger	45	3,4	0,11	Delvis	
<b>SAUHERAD KOMMUNE:</b>					
Sagavoll folkehøyskole (I)	180 <sup>x</sup>	13,5	0,45	Nei	Fremtidig Gvarv kloakkrenseanlegg. Bøelva

(I) Skole med internat

x) Her regnet på studenter og elever som ikke har registrert bopel i feltet.

Tabell 11 viser en oppstilling av anslåtte data for fritidsbebyggelse og spredt boligbebyggelse i feltet. Vi har ikke hatt anledning til å frem-skaffe nøyaktige opplysninger om utbredelsen av slik bebyggelse. Generelt kan det sies at store deler av de utmarksområder hvor denne bebyggelse ligger, har grunt jordsmonn som ikke lett holder tilbake forurensninger før disse når vassdrag.

Industri-utslipp. En del data om de bedrifter som er interessante i foru-rensnings-sammenheng, er tatt med i tabell 12. Det er anslått forurensnings-produksjon for fosfor og organisk stoff.

Forurensninger fra punktkilder i jordbruket. Tabell 13 gir en oversikt over anlegg innenfor jordbruket, som i forurensnings-sammenheng har punktkilde-karakter.

Vi har ikke for dette arbeidet kunnet fremskaffe data til denne tabellen. Av hensyn til systematikken i rapporten er den imidlertid medtatt uten data. Anslag fra forurensningsproduksjon fra disse kilder er for det videre arbeid gjort anslagsvis med en viss støtte i (5) og framstilt samlet for alle kilder.

Siloforskriftene (6) forutsetter at alle utslipp fra silo skal være brakt under kontroll. I praksis har det vist seg vanskelig å holde fristene. Nedlagt silomengde danner utgangspunkt for beregningene. Husdyrgjødsel-forskriftene (3) forutsetter at lager for husdyrgjødsel senest innen 1. januar 1981 skal være innrettet slik at det ikke oppstår skadelig forurensning av vassdrag.

Halmluting innebærer stort vannforbruk og det utgående skyllevann karakteriseres ved høy pH-verdi. Virkningen av dette utslippet vil være sterkt avhengig av forholdet mellom utslippsstørrelse og vannmengder i resipienten. Utslipp av organisk stoff og næringssalter er av mindre betydning. Så langt har vi ikke opplysninger som tyder på at dette er noe problem i feltet.

Vi har ingen kontrollert, fullstendig oversikt over pelsdyrfarmer i området. Vi har ingen opplysninger om gjødselbehandlingen. Normalt finner gjødsel fra pelsdyravl liten anvendelse til tross for høye næringskonsentrasjoner. Oppblanding med strø gjør den relativt lett komposterbar, noe som vil gi små forurensningsbidrag.

Tabell 11. Forurensningsproduksjon i hytteområder, campingplasser og spredt boligbebyggelse.

Kommune	Antall hytter	For utbygginger	Antall personekvivalenter			Forurensningsproduksjon <sup>xx</sup>	
			hytter	camping	spredte boliger	tonn BOF <sub>7</sub> /år	tonn Tot-P/år
Bø	450	400	70 <sup>x</sup>	20	2430	70,-	2,3
Notodden	-	-	-	-	-	-	-
Sauherad	-	-	-	30	300	9,-	0,3

x) Regnet 3. personer i 3 uker i året.

xx) Regnet på årsbasis på grunn av sesongvariasjon i avløp fra hytter og camping.

Tabell 12. Forurensningsproduksjon. Forurensende industri 1977.

Navn, beliggenhet	Produksjonsforhold				Utløpsforhold	Forurensningsproduksjon <sup>x)</sup>		Planer og fremtidige tiltak - ref.
	Produkt	Tonn/uke	maks. t/d	min. t/d		kg BOF <sub>7</sub> /d	kg P/d	
Bø meieri, Bø	-	-	-	-	Tilkoplet Bø kloakkrensning-anlegg.	35,0	0,5	Nedlegges i 1978.
Telemark Egg-sentral S/L	Slakt av fjørfe. Sortering av egg.	-	-	-	Tilkoplet Bø kloakkrensning-anlegg.	40,0	0,6	-

x) Anslag på bakgrunn av tidligere produksjonstall og erfaringstall for avløpsmengde og konsentrasjon i avløp fra næringsmiddelindustri (4). Årsproduksjon beregnet med 250 driftsdager.

Tabell 13. Punktkilder i jordbruket <sup>x</sup>.

Anlegg	Antall	% m/anlegg etter lover og forskrifter	Produksjon	Forurensningsproduksjon <sup>x</sup> Tonn Tot-P/år
Siloeanlegg			Nedlagt silomengde	
Bø Sauherad	-	-	-	-
Halmlutningsanlegg			Halm til luting	
Bø Sauherad	-	-	-	-
Husdyrbruk			Gjødselproduksjon	
Bø Sauherad	-	-	-	-
Pelsdyravlsgårder			Gjødselproduksjon	
Bø Sauherad	-	-	-	-

x) Forurensningsproduksjon her lik forurensningstilførsel

#### 4.2.5 Beregning og sammenstilling av tilførsler

En oversikt over tilførsler til vassdraget, hva de består av, hvor de kommer fra, og kostnader ved tiltak for å begrense tilførslene, utgjør ett av de viktigste redskapene i en vannbruksplan.

I behandlingen av tilførslene er det viktig at de på den ene side avspeiler problemstillingen i resipienten og på den annen side utgjør et praktisk utgangspunkt for angrep på kildene. Når større deler av vassdraget betraktes under ett (man ser foreløpig bort fra lokale ulemper), er fosfor en kritisk parameter på grunn av faren for eutrofiering. I det videre arbeid har vi således konsentrert oss om denne parameter (jfr. kap 9).

Man kan i prinsippet tenke seg to utgangspunkter for oppstilling av forurensningstilførsler: En oppstilling ut fra del-nedbørfelter, og en oppstilling med bakgrunn i den administrative deling av felter. Denne vil være utgangspunktet ved gjennomføring av tiltak for beregning av kostnader som må belastes de administrative enhetene.

De forutgående oppstillinger i dette arbeidet har behandlet feltet som et hele og fulgt de administrative delelinjer. I fortsettelsen har vi også benyttet dette system, men det er også foretatt en anslagsvis nedbørsfelts-inndeling etter prinsipp av figur 4 i tabell 14 (de taps- og renseprosenter som benyttes for overgang fra produksjon til tilførsel, tilsvarende de som er brukt i Mjøssaksjonen, bl.a. (26)).

Figur 6 og figur 7 viser eksempler på systematisk fremstilling av forurensningstilførsler. Metode for fremstillingen er hentet fra Avløpssambandet Nordre Øyerens arbeider med Romeriksvassdragene (7) og NIVAs arbeider med forurensningstilførsler til Indre Oslofjord (1). Hensikten med oppstillingen er å få en best mulig oversikt over tilførsler samt gi grunnlag for en prioritering av tiltak forurensningsmessig, teknisk og økonomisk.

Data i tabell 14 og figurene 6 og 7 er teoretisk beregnet ut fra spesielle tall for de ulike forurensningskilder.

Kildene er delt i tre hovedgrupper: Naturlige kilder, diffuse kilder og punktkilder. Innenfor hver hovedgruppe er det foretatt en inndeling i poster, og i tabellen i enkelte tilfeller i underposter.

Kildene er delt i tre hovedgrupper: Naturlige kilder, diffuse kilder og punktkilder. Innenfor hver hovedgruppe er det foretatt en inndeling i poster, og i tabellen i enkelte tilfeller i underposter.

Tabell 14. Teoretisk beregnet forurensningsproduksjon og forurensnings-tilførsler Bøelva 1977

Hovedgruppe	Post nr.	Kildebeskrivelse	Fosfor- produksjon tonn/år	Tilført fosfor tonn/år			
				Administrativ- tiltaksdeling		Nedbørfelt/ kontrolldeling	
				Bø	Sauherad	Hovedelv	Hørteelv
Naturlige kilder	N 1	Bakgrunnsavrenning utnyttet areal (skog, fjell, myr m.m.)	1,30	1,15	0,15	0,87	0,43
Diffuse kilder	D 1	Luftbårne foruren- ninger	0,06	0,05	0,01	0,03	0,03
	D 2	Dyrket mark	0,94	0,68	0,26	0,94	-
	D 3	Overvann, urbane strøk	0,02	0,01	0,01	0,02	-
	D 4	Avfallsdeponier Slamdeponier	<0,02	<0,02	-	<0,02	-
Punkt- kilder	P 1	Kommunale utslipp					
	P1.1	Tettsteder m.v.	1,85	0,14		0,14	
	P1.2	Tilknytningsklar beb. <sup>xxx</sup>	1,60	0,07	0,94	0,01	-
	P1.3	Fritidsbeb. Cam- ping. Spredt be- byggelse	2,69	1,26	0,16	1,26	0,16
	P1.4	Lekkasjer, over- løp	-	0,17	0,11	0,28	-
	P 2	Industriutslipp					
	P2.1	Industri til- knyttet k.nett	0,27	0,02	-	0,02	-
	P 3	Jordbruk <sup>xx</sup>					
	P3.1	Silo	-	0,1	0,03	0,13	-
	P3.2	Halmfluting	-	-	-	-	-
P3.3	Felldyravl						
P3.4	Sigev. gjødsel- kjellere og av- løpsvann fra melkerom	-	0,2	0,1	0,3		
Ut fra Sel- jordvatn			3,2	3,2		3,2	

x) Gjelder bare avløp fra Bø

xx) Anslag ut fra en foreløpig oversikt.

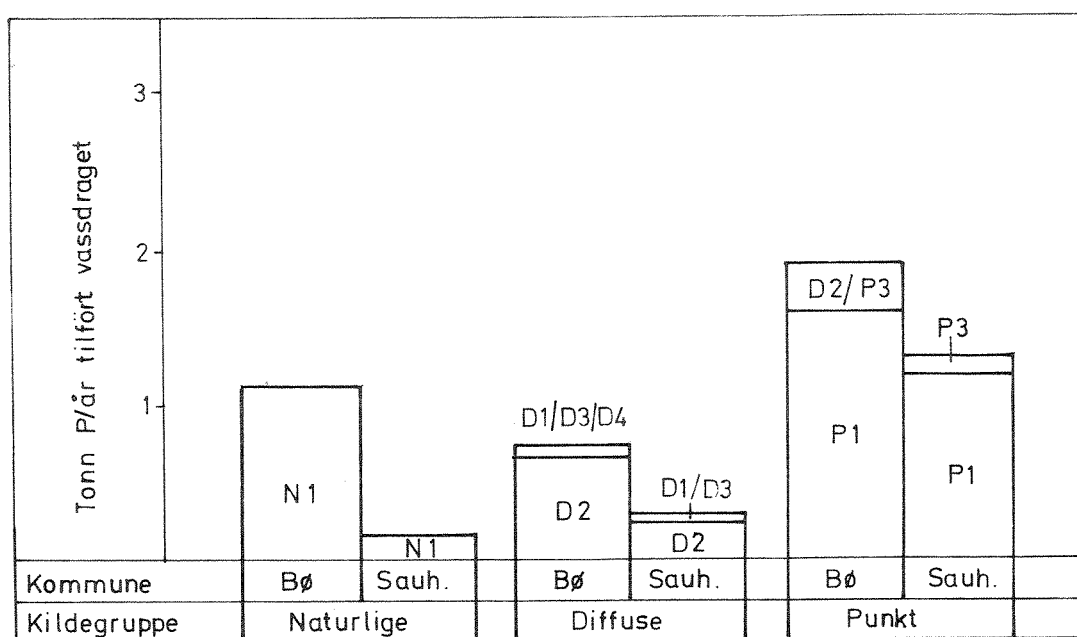


Fig. 6. Teoretisk beregnede fosfortilførsler til Bøelva fordelt på ulike tilførselsgrupper

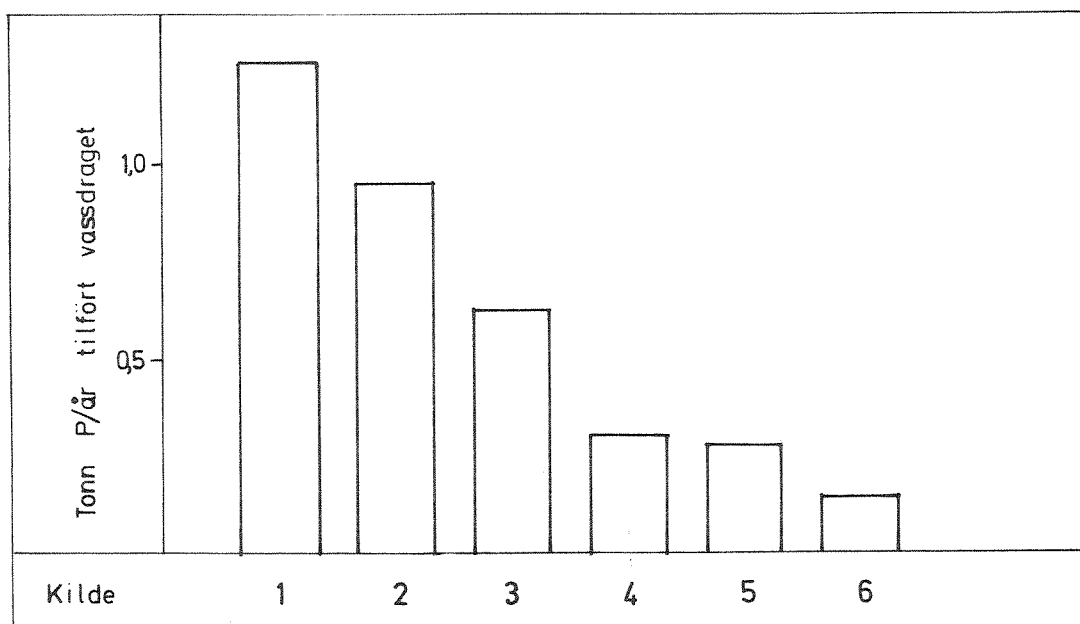
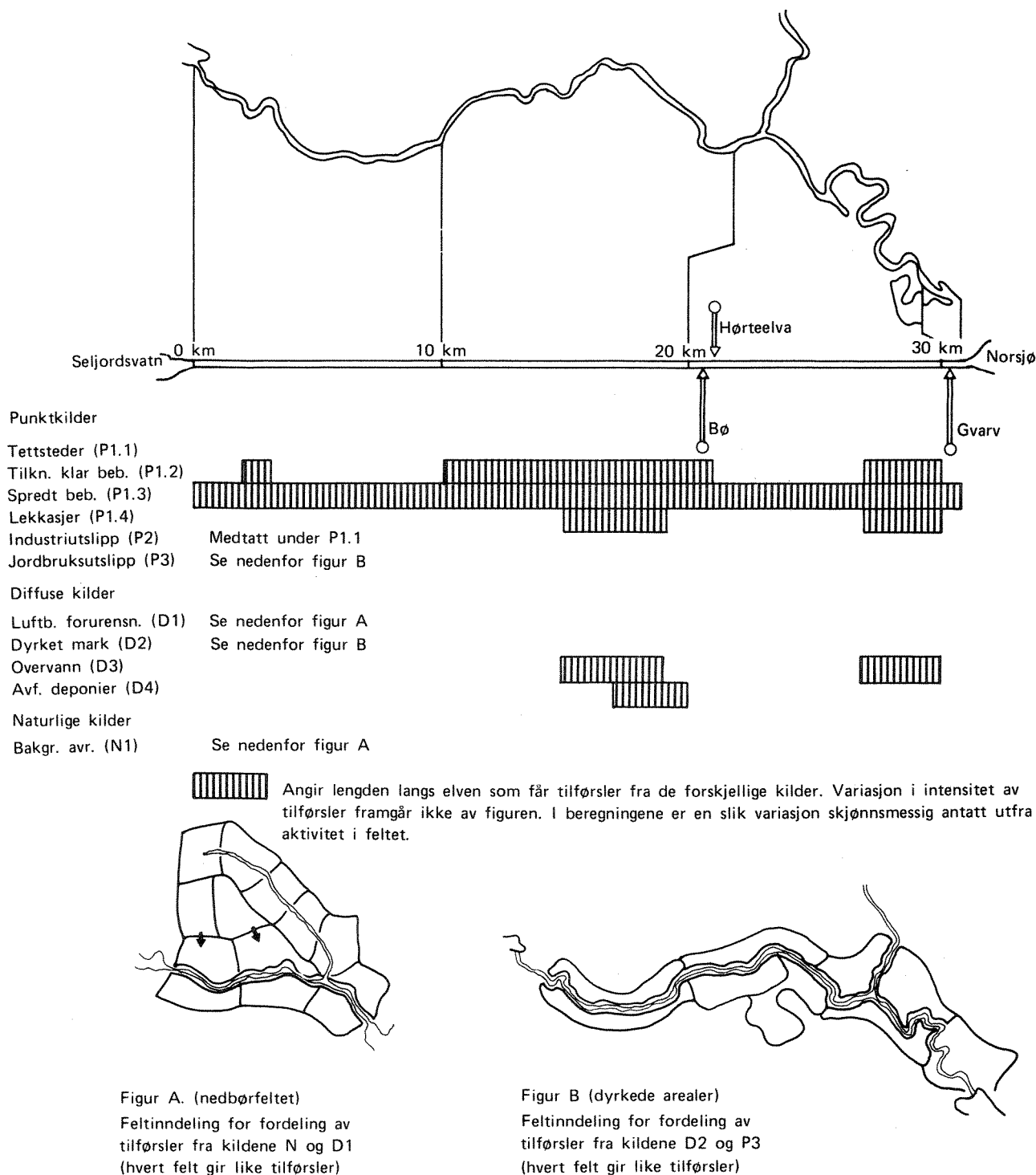


Fig. 7. Teoretisk beregning av forurensninger fra større punkttilførsler til Bøelva. Bø og Sauherad

1. Spredt bebyggelse i hovedfeltet
2. Tilknytningsklar bebyggelse i Gvarv. Til renseanlegg i 1978.
3. Hörteelva
4. Sigevann fra gjødsellagere
5. Overløp og lekkasjer
6. Renseanlegg i Bø

#### 4.2.6 Geografisk fordeling av tilførsler

For den videre behandling av forurensningstilførsler i prognosearbeidet og som grunnlag for vurderingen om fremtidig vannkvalitet, er det nødvendig å foreta en geografisk fordeling av tilførslene. Figur 8 viser en modell av den skjematiske fordeling av tilførslene som vi her har benyttet.



Figur 8. Modeller for geografisk fordeling av fosfortilførsler til Bøelva

Større punktutslipp (utslipp fra tettstedsområder), regner vi konsentrert til et punkt langs elva. De andre tilførslene regner vi jevnt fordelt over strekninger langs elva, alt etter den geografiske fordeling av aktiviteten som produskerer forurensninger. Hørteelvas nedbørfelt regnes under ett med punktutslipp ved Hørteelvas uløp i Bøelva.

#### 4.2.7 Tidsmessig fordeling av tilførsler

Forurensningstilførslene varierer også over året.

Kildene kan deles inn i:

- Kilder som gir jevne tilførsler over året.
- Kilder med vesentlige tilførsler vår og høst.
- Kilder med vesentlige tilførsler om sommeren.  
(- Akutte tilførsler ved uhell.)

Til den første gruppen hører særlig tilførsler fra bebyggelse, i gruppe to kommer særlig nedbørvhengige tilførsler fra f.eks. dyrka mark. Et vesentlig bidrag om sommeren vil trolig punktkildene i jordbruket gi.

Med dette som et utgangspunkt er det mulig å anslå variasjoner over året i tilførsler. Ved hjelp av de kjemiske analysene kan man få en idé om de transporterte forurensningsmengdene i vassdraget. På grunn av usikkerhet på begge sider i denne sammenlikningen (de kjemiske analysene er ikke foretatt med en tilstrekkelig hyppighet til at nøyaktige variasjoner i fosfortransporten kan klarlegges), er det vanskelig å avgjøre hvor gode beregningen av forurensningstilførslene er, samt hvor godt målingene reflekterer transporten i vassdraget.



## 5. HYDROLOGISKE FORHOLD OG VANNKVALITET

Med bakgrunn i opplysningene om aktiviteter og inngrep i nedbørfeltet, skal vi gå nærmere inn på vassdraget kvalitativt og kvantitativt, og belyse virkninger av inngrepene.

Opplysningene om kvalitetsforhold i elva er hentet fra NIVAs utrednings- og oppfølgingsarbeider i forbindelse med Sundsbarmreguleringen (9) og NIVAs resipientundersøkelser i Telemarkvassdratet (10), (11). På grunn av Norsjø's betydning for vurderingen av tiltak i Bøelva, er vannkvalitetsforholdene i Norsjø kort omtalt.

### 5.1 Hydrologiske forhold

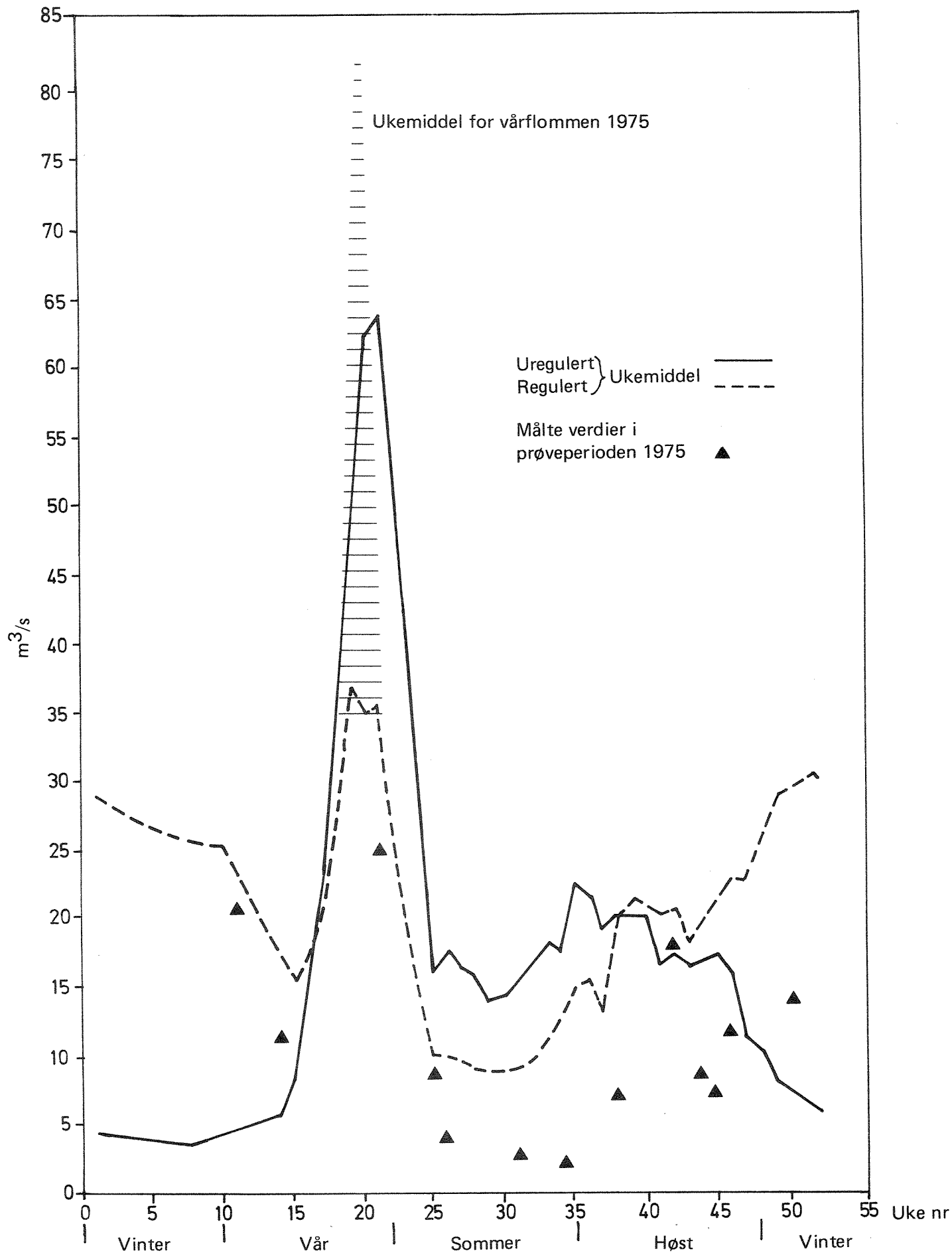
Sivilingeniør Erik Ræstad (Hydrokonsult A/S) har etter oppnevning av Nedre Telemark Herredsrett vært sakkyndig i hydrologiske spørsmål ved Sundbarmskjønnnet. Virkningen av reguleringen for vassføringen i Bøelva skulle spesielt vurderes. I det følgende støtter vi oss til et utredningsarbeid foretatt i denne sammenheng.

Sundbarmreguleringen har ført til økt vintervassføring, redusert vårflom og redusert sommervassføring i forhold til det uregulerte vassdrag. Figur. 9 viser beregnet vassføring etter regulering ved Hagadrag vannmerke ved utløpet av Seljordvatn. Målte vassføringer i perioden for kjemisk prøvetaking i 1975 er også inntegnet.

Karakteristiske vassføringsdata for utløpet av Seljordvatn medregnet Sundbarmreguleringen (8).

Gjennomsnittlig vassføring:	24,9 m <sup>3</sup> /s
Største vassføring (ukemiddel):	131,5 "
Minste lavvassføring (ukemiddel):	0,2 "

I dataene ovenfor er ikke medtatt tapping fra magasinet i Seljordvatn. Dette vil ha betydning ved små vassføringer.



Figur 9. Beregnede vannføringer i Bøelva med og uten reguleringer. Hagadrag V.M. (Beregnet ut fra perioden 1938-67).

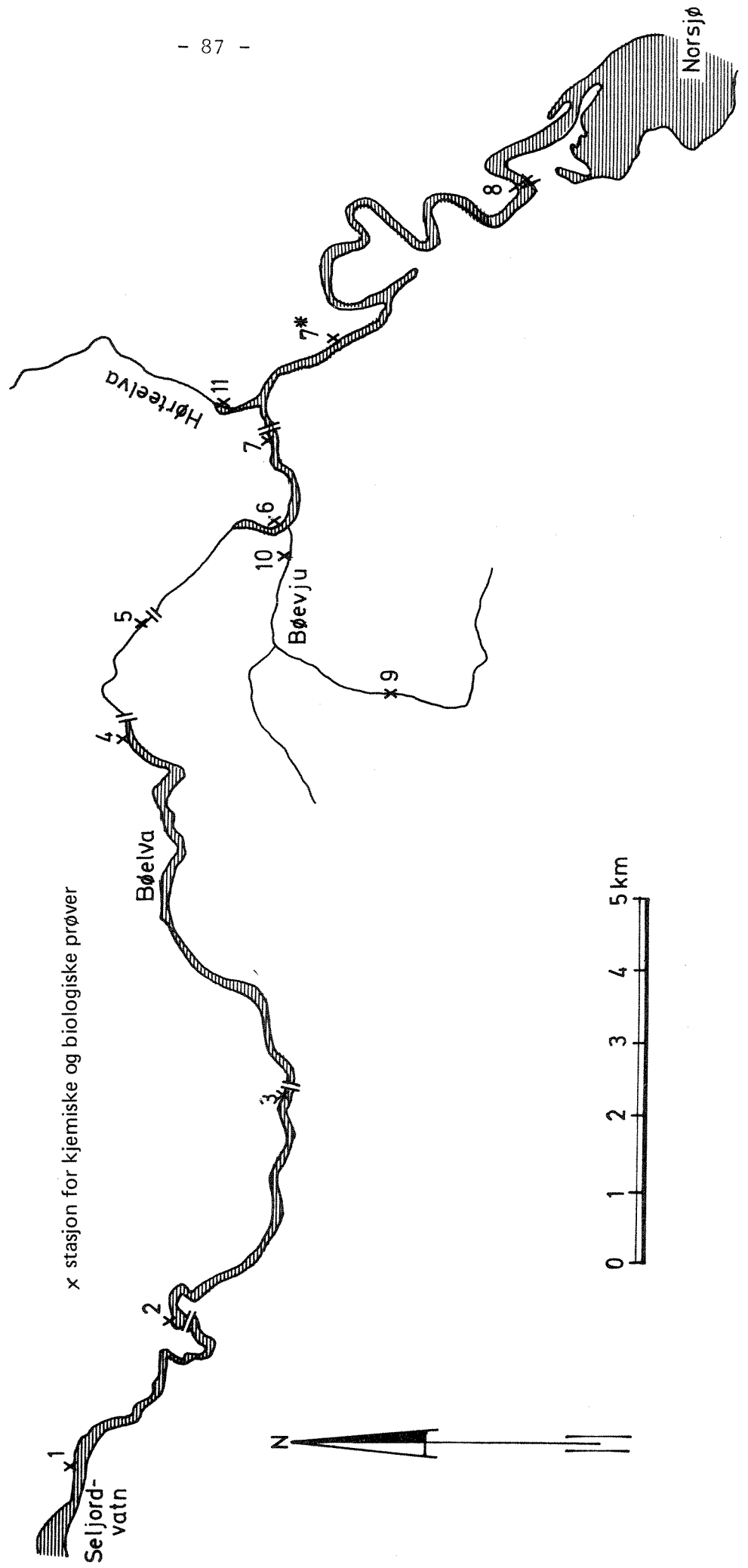


Fig. 10. Bøelva. Stasjoner ved prøvetaking 1969, 1970, 1975, 1976.

x stasjon for kjemiske og biologiske prøver

## 5.2 Vannkvalitet i Bøelva

### 5.2.1 Kjemiske forhold

Stasjonsplasseringen fremgår av figur 10. Vassføringsforholdene på de datoene som inngår i analyseperioden fremgår av figur 9. Data hentet fra (10) og (11) og en ennå ikke publisert NIVA-rapport som utarbeides i forbindelse med Sundbarmreguleringen.

For mer inngående vurderinger vises til disse rapporter. Rapporten i forbindelse med Sundbarmreguleringen ventes å foreligge i 1978.

Analyseresultatene er fremstilt i figur 11, 12 og 13.

#### pH, konduktivitet, farge og turbiditet (figur 11)

Midlere pH ligger omkring 6,8. Konduktiviteten øker mellom Seljordvatn og Nordsjø. Verdier i området 20-40  $\mu\text{S}/\text{cm}$  må anses å være normalt, og utslagene i Bøelva utover dette området må tilskrives avrenning fra virksomhet i området. Turbiditeten øker også nedenfor Oterholtfossen, og verdiene er periodevis høye.

Innholdet av organiske stoffer bekrefter at elva tilføres forurensninger.

#### Fosfor og nitrogen (fig. 12)

Nedenfor Oterholt, og spesielt i nedre deler av vassdraget, er det imidlertid til dels betydelig høyere verdier. Nitrogenkonsentrasjonene (fig. 12) viser et tilsvarende variasjonsmønster.

#### Klorid og kalsium (fig. 13)

viser jevnt lave verdier ned til Beverøya. Konsentrasjonsøkning nedenfor kan tilskrives tilførsler fra de marine områder i nedre deler av vassdraget.

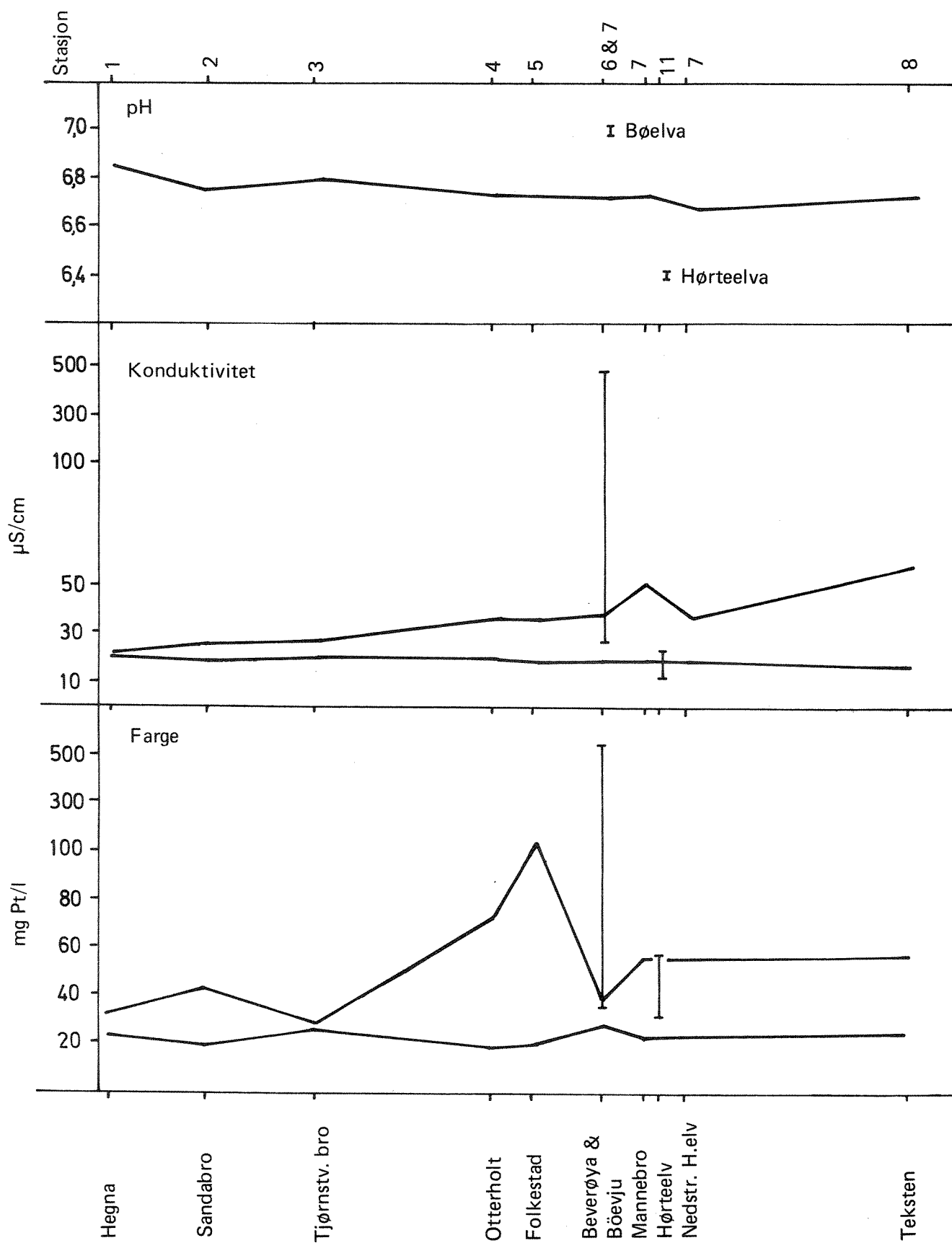


Fig. 11. Bøelva 1975-76. Kjemiske analyseresultater. pH, konduktivitet og farge.

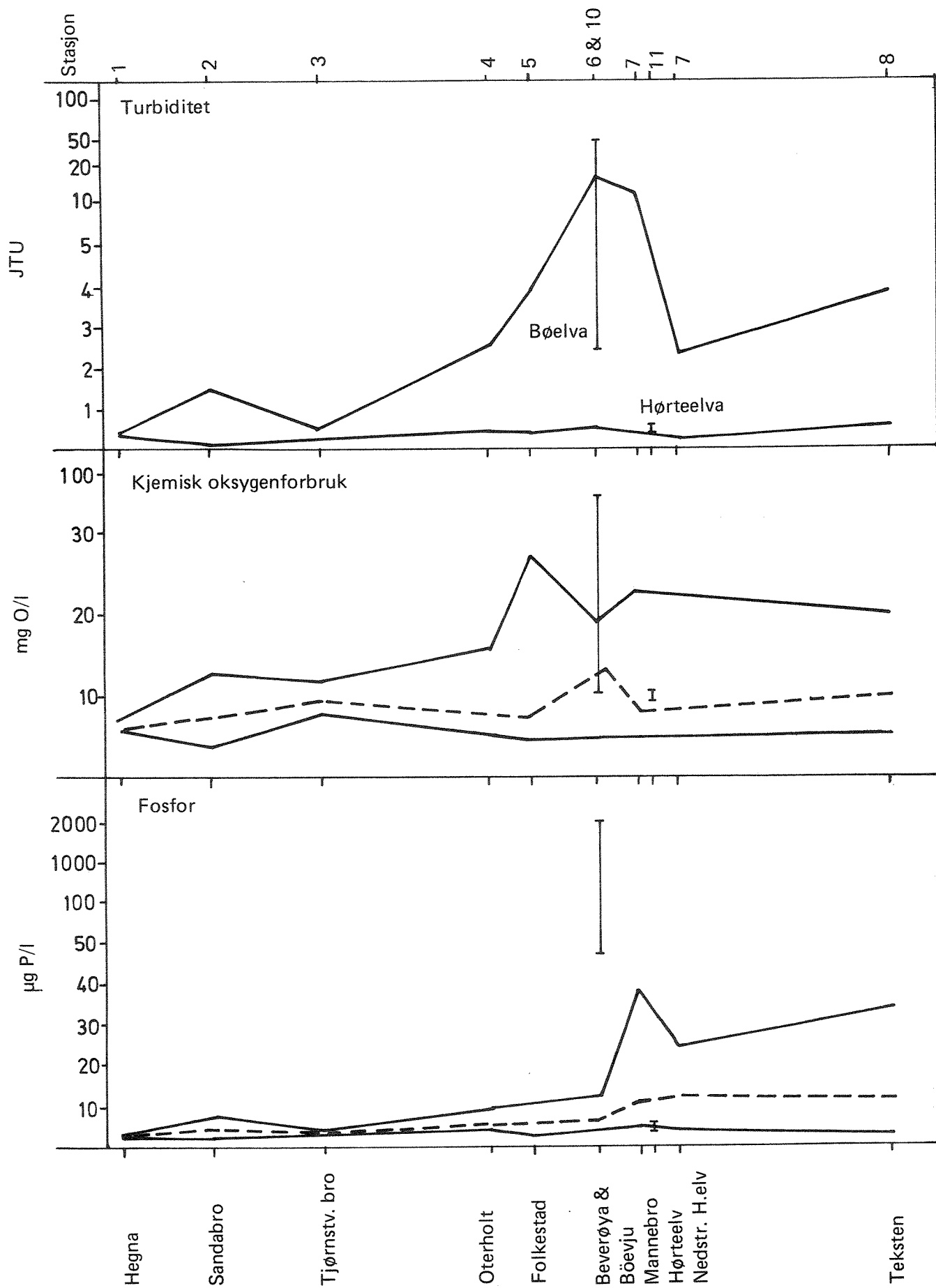


Fig. 12. Bøelva 1975-76. Kjemiske analyseresultater. Turbiditet, kjemisk oksygenforbruk, fosfor.

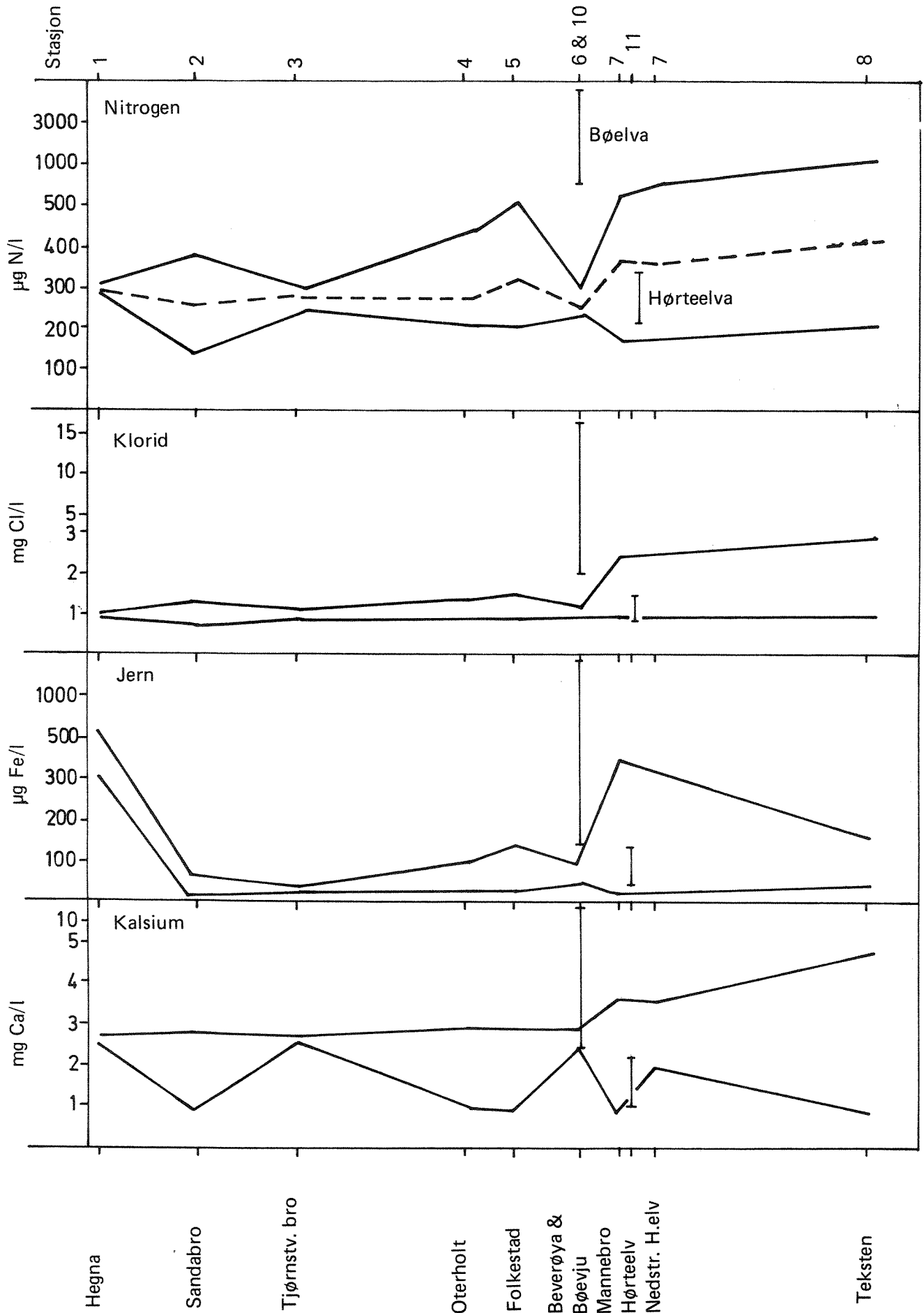


Fig. 13. Bøelva 1975-76. Nitrogen, klorid, jern, kalsium.

### Jern (fig. 13)

Verdiene for jern stiger også nedover i elva fra relativt lavt til middels nivå.

### Sideelver

Det er få data fra sideelvene i vassdraget, men unntak av Bøevju.

### Begroingsforhold

ble undersøkt på 3 steder i elva 12. - 14. september 1975 og 15. - 16. september 1976.

Begroingsundersøkelsene stemmer overens med de kjemiske data. Øverst i elva utgjøres begroingene av typiske rentvannsformer. I området ved Oterholt viser begroingen en mer påvirket vannmasse. Nedover elva øker begroingen, og i de nederste partier er det betydelig forekomst av rødalger og også blågrønnalger av slekten *Oscillatoria*. I Gvarvområdet er det store forekomster av høyere vegetasjon.

I 1976 ble det gjort undersøkelser av bunndyr på tre steder i elva (utløp Seljordvatn, Beverøya camping, nedstrøms samløp med Hørteelva). Det vises til (11), kap. 5.

Figur 14 viser den relative betydning av organismetyper i desember 1975, mai og september 1976.

Vannkvaliteten om våren synes å være noe dårligere enn til andre årstider. Bunndyrundersøkelsene viser ikke så klart som de kjemiske data og begroingsundersøkelsene forverringen av kvaliteten nedover elva. Bunndyrundersøkelsen er nærmere omtalt under punkt 5.4.

"Klassifisering av vannkvalitet".

De bakteriologiske data er relativt få. Det er tatt prøver på to steder, ved utløp av Seljordvatn og nedstrøms utløp av Hørteelva.



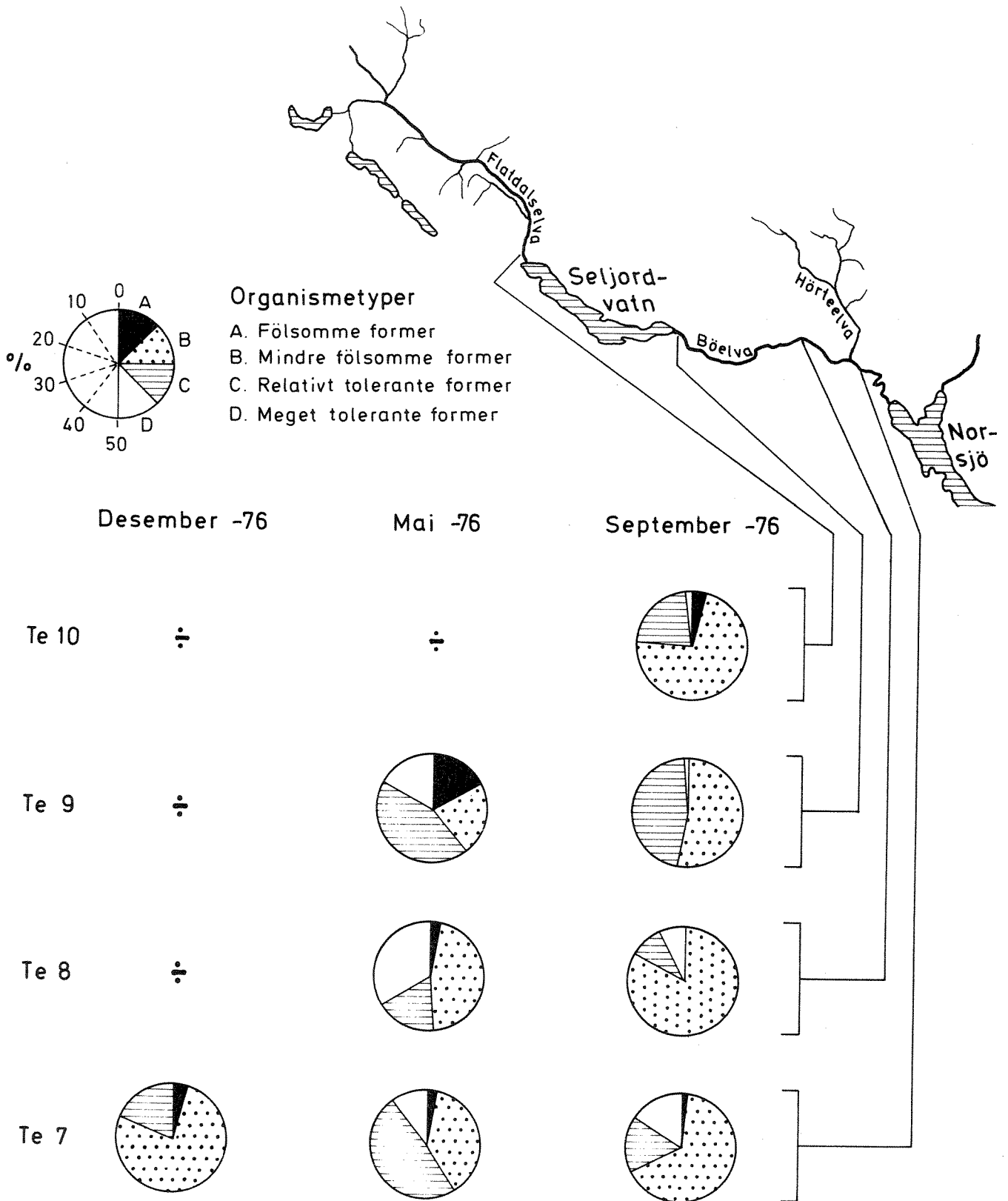


Fig. 14. Bøelv-vassdraget. Relativ betydning (%) av organismetyper i bunnfaunaen på de enkelte stasjonene i desember 1975 og mai og september 1976.

Fig. 15 viser tall for coliforme og fekale bakterier, bl.a. ved de to stasjonene i Bøelva i 1976. Bøelvas nedre deler er betydelig bakteriologisk forurenset.

Som en generell konklusjon kan det sies at både det biologiske (med unntak av bunndyrundersøkelsene), bakteriologisk og kjemisk materiale stemmer godt overens. Hovedvannmassene i området ned til Oterholt er lite påvirket, deretter øker forurensningen nedover i elva. I de nedre deler er virkningene klare og betydelige.

### 5.3 Vannkvalitet i Norsjø

Foreliggende materiale er framstilt i NIVAs to fremdriftsrapporter om Telemarksvassdraget, (10) og (11). Vi skal her bare ta med de viktigste forhold av betydning for vurderingen av Bøelva.

Næringssaltene, og av disse fosfor, er nøkkelelementene for Norsjø's forurensningssituasjon. Forholdet mellom nitrogen og fosfor i vannet er så stort at fosfor er begrensende for algeveksten. Midlere fosforkonsentrasjoner i Norsjø er ca. 6 µg P/l (totalfosfor), og i dette lave området vil endringer av fosforkonsentrasjoner ha stor betydning for de biologiske prosessene i innsjøen. En økning av konsentrasjonen vil først og fremst medføre øket mengde og produksjon av planktonorganismer.

Forholdene i Norsjø viser klare årstidsvariasjoner. Man kan merke seg følgende forhold, jfr. figur 16.

1. Lys og temperatur begrenser produksjonen i perioden oktober-mai med lave planktonmengder og godt siktedyp som følge (10-14 m).
2. Sammen med oppvarming av overflatelag i juni vokste algene raskt til en verdi hvor fosfortilførsler og beiting av dyreplankton virker begrensende. Siktedypet i Norsjø gikk av denne grunn ned til ca. 8 m.

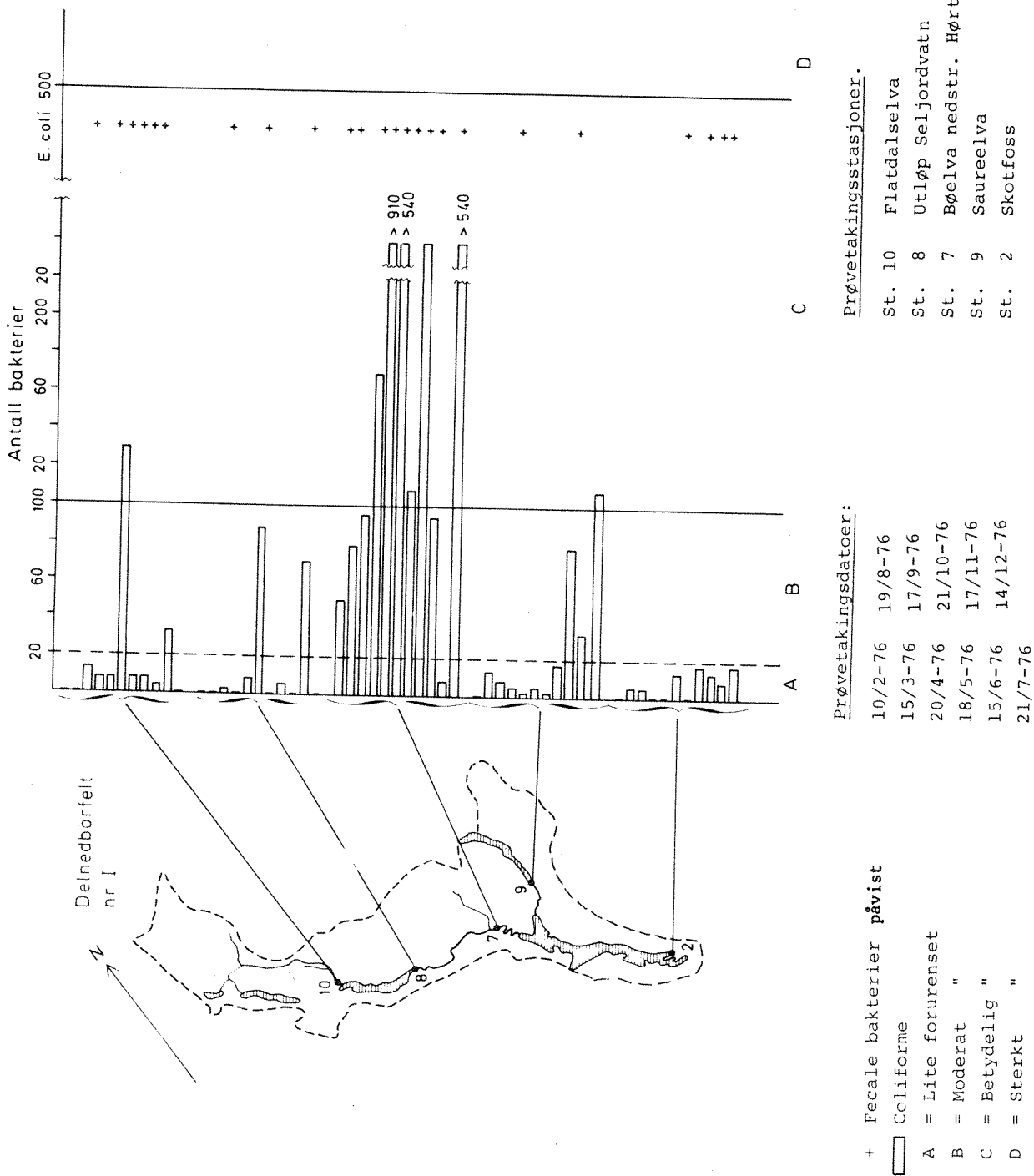


Fig. 15. Antall coliforme og fekale bakterier pr. 100ml vann ved prøvetakingsstasjoner i Telemarksskogen.

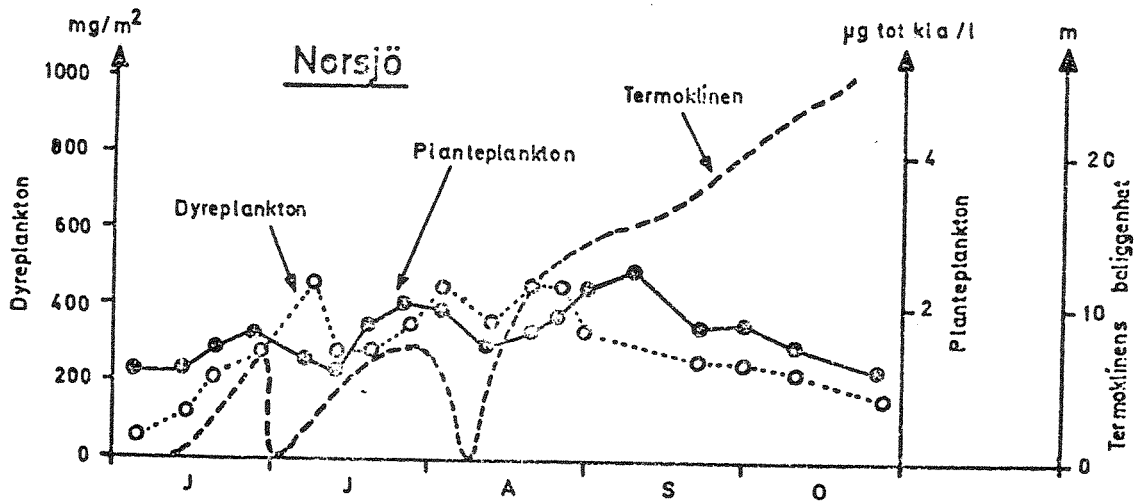


Fig. 16. Middelerverdier av planteplankton- og dyreplanktonbiomasse (5 stasjoner i Heddalsvatn, 7 stasjoner i Norsjø) i perioden juni-oktober. Termoklinens beliggenhet er også angitt.

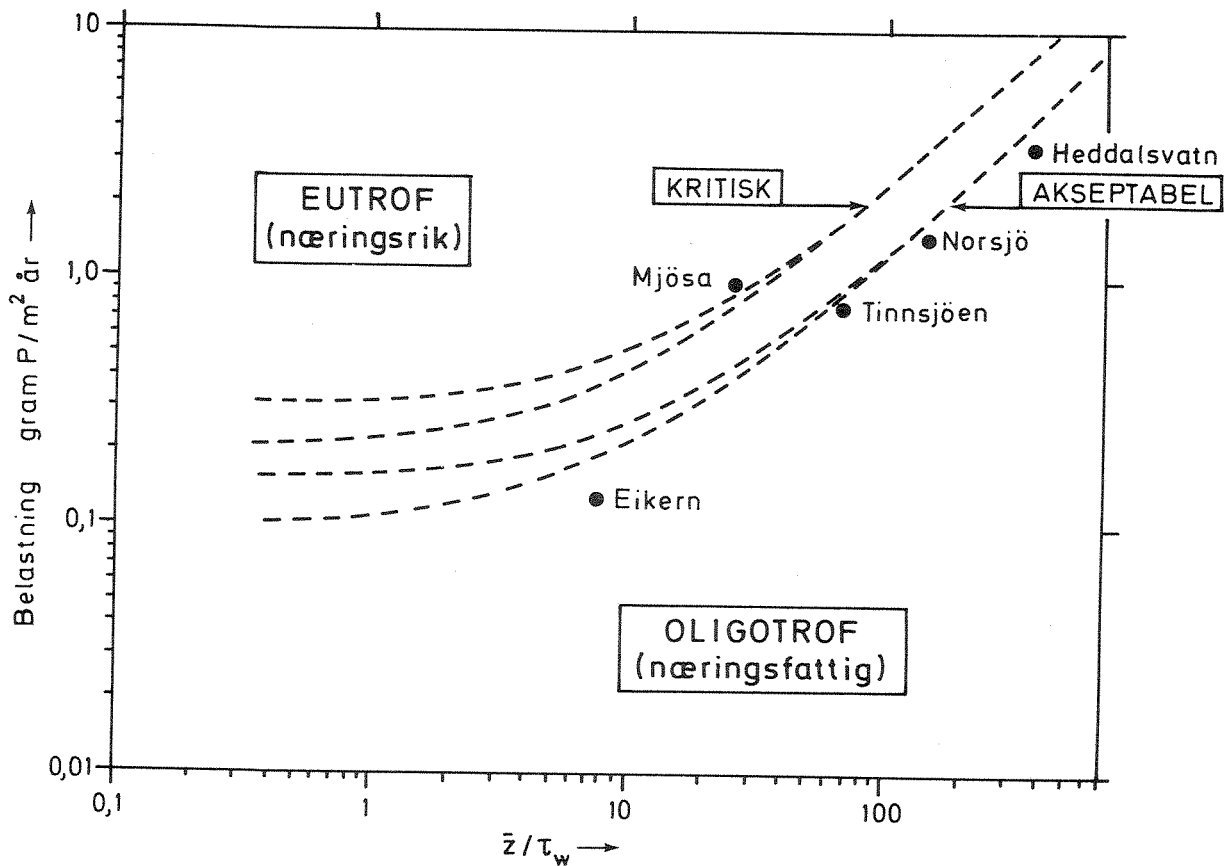


Fig. 17. Fosforbelastningsmodell etter Vollenweider 1976. (13)  
 $\bar{z}$  = middeldyp,  $T_w$  = teoretisk oppholdstid.

3. I juli sank algemengden på grunn av stor stabilitet i vannmassene. Sedimentering av alger og høyt beitetrykk fra dyreplankton kan også ha hatt betydning for avviket.
4. I august medførte den tydelige lagdeling at det lettere, varmere sjikt lå stabilt over tyngre og kaldere. Skillet mellom disse lagene (termoklinen) er vist på fig. 16. Det øverste varme sjiktet strakk seg i 1976 til ca. 15 m og temperaturen var tilnærmet lik i hele sjiktet. Ved vind dannes strømmer i dette laget, som blander algene. Derved ble de holdt oppe i den lyse delen av innsjøen, noe som medførte større produksjon. Videre medførte blandingen at algene i mindre grad sank ned mot bunnen. Fosfortilførsler fra nedbørfeltet, og fra Bøelva, kom ut i dette sjiktet slik at konsentrasjonene økte kraftig. Alle disse forhold førte til at algemengden økte i denne perioden, og siktedypet i vannet gikk ned til ca. 7 m i Norsjø.

Årsvariasjonen i planteplanktonmengden har nøye sammenheng med temperaturgangen og stabilitetsformene i innsjøen (se fig. 16). Dyreplanktonmengden har betydning for den planteplanktonmengde som utvikles. I enkelte perioder er dette mer betydningsfullt enn i andre, eksempelvis juni-juli. Produksjonen av plankton foregikk nesten utelukkende i perioden juni-oktober. Maksimale mengder ble utviklet i august og størrelsen av disse var bestemt av fosfortilførslene fra nedbørfeltet (herunder fra Bøelva) og den aktuelle mengde dyreplankton.

Fosfor som nøkkelement for algeveksten, gjør det nødvendig med en fosforbudsjettering for Norsjø for å klarlegge hvor og når fosfor tilføres og betydningen av de ulike kilder. I (11) er det anbefalt videre undersøkelser i denne retning. Som en foreliggende indikasjon på Norsjø's situasjon er det fra (11) hitsatt et diagram utarbeidet etter Vollenweiders prinsipper (13) som viser sammenhengen mellom belastning og middeldyp dividert på vannets teoretiske oppholdstid.

Ut fra erfaring har man i dette diagrammet trukket opp kurver for akseptable og kritiske belastninger. Det skal i denne sammenheng nevnes at for Mjøsa og Eikern ligger våre beregninger svært nær de resultater en har fått ved

tilførselsanalyser. Dette er et tegn på at denne modellen kan ha gode forutsigende evner, og det er i (11) foreslått å underbygge modellen, eventuelt utvikle den videre i tiden som kommer. I fig. 17 ser vi at Norsjø har større belastning enn Mjøsa, men at den fortsatt befinner seg på et akseptabelt nivå på grunn av den store gjennomstrømningen.

#### 5.4. Klassifisering av vannkvalitet

##### 5.4.1 Generelt

I beskrivelsen av vannkvalitet fra et kjemisk, fysisk eller biologisk utgangspunkt er det behov for å fremstille målinger (f.eks. data om kjemiske parametre, mengder av begroing, totale coliforme bakterier m.v.) i forhold til ulike referansegrunnlag (f.eks. forurensningsgrad, egnethet for badevann m.v.).

Oppfatningen av et vassdrag er nært knyttet til brukerinteressene (vannforsyning, fiske, rekreasjon, energiproduksjon, se kap. 6). Brukerinteressene fordrer alle "nok vann", men har ulike kvalitetskrav. Vannforsyning, laks- og ørretfiske stiller strenge krav, mens energiproduksjon, resipientbruk (vann som transportmedium for forurensninger) og transport er lite kvalitetsavhengige.

Krav til vannmengder er alltid stedbundne, mens kvalitetskrav er mer generelle. De må likevel ses i sammenheng. Videre stiller en brukerinteresse som regel krav utover mengde og kvalitet i vassdraget. Dette gjelder f.eks. tilgjengelighet for bading, utseende av strandbredder for estetisk opplevelse, bunnforhold for fisk, akvatisk liv m.v. Vannkvalitet er et nødvendig, men ikke tilstrekkelig grunnlag for å beskrive effekten av forurensningsbegrensende tiltak. Drivkraften bak tiltak er konflikter mellom brukerinteressene og data om vannkvalitet må derfor føres tilbake til brukerinteressene. Hvis drivkraften for å rense utslippene til en elv primært er ønsket om å gjøre bading langs elva mulig igjen, er målet med tiltakene ikke nådd bare ved at elva er blitt ren. Man er ikke ved veis ende før elva igjen brukes til bading slik som forutsatt.

Når vi nå skal forsøke å knytte målene til en kvalitativ beskrivelse, må vi ha helt klart for oss at det ikke er etablert et vurderingsgrunnlag for vannkvalitet i Norge. Klassifisering av Bøelva fordrer egentlig et tilrettelagt generelt vurderingsgrunnlag. Et slikt arbeid er i gang som et

forskningsprosjekt ved NIVA, støttet av Miljøverndepartementet, men dette er ikke kommet så langt at resultatene kan få særlig praktisk anvendelse på Bøelva.

Dagens situasjon på området klassifisering av vannkvalitet i Norge er nokså uoversiktlig. Helsemyndighetene har etablert standarder for drikkevann (kranvann), vann til omsetning og svømmebasseng, samt normer for friluftsbad. Det er laget forskjellige klassifiseringsstrukturer for forurensningsgrad, for noen brukerinteresser og for en mer faglig framstilling av data. De enkelte systemer har oppstått stort sett uavhengig av hverandre og er ikke koordinert.

Det er behov for et oversiktlig og enhetlig vurderingsgrunnlag for vannkvalitet som bør ta sikte på å koordinere, normere og klargjøre beskrivelser av vannkvalitet. Beskrivelsene vil være forskjellige, avhengig av målgruppen. Allmennheten og politikere har behov for enkle, lett forståelige beskrivelser av generell tilstand og for et vassdrags brukbarhet for ulike formål. Fagmiljøer og forvaltning har i tillegg behov for et mer naturvitenskapelig basert system, tilpasset spesielle problemstillinger.

Det synes å være behov for tre typer klassifisering. For generell påvirkning, for brukerinteresser og et naturfaglig system.

Systemet for klassifisering etter generell påvirkning og brukerinteresser, som vi kan kalle "forvaltningsmessig", må nøye koordineres med naturvitenskapelige systemer. De må til sammen utgjøre et helhetlig vurderingsgrunnlag. Dette er forsøkt vist i fig. 18.

Basert på de tre hovedtyper klassifisering og på en struktur med fire klasser, kan en samlet klassifiseringsstruktur framstilles som på fig. 19.

Figuren er utarbeidet i forbindelse med nevnte forskningsprosjekt ved NIVA. Strukturen er for tiden til diskusjon, både internt ved instituttet og i fagmiljøer utenfor. Tallverdier er satt på for illustrasjonens skyld, og er ikke basert på spesielle vurderinger.

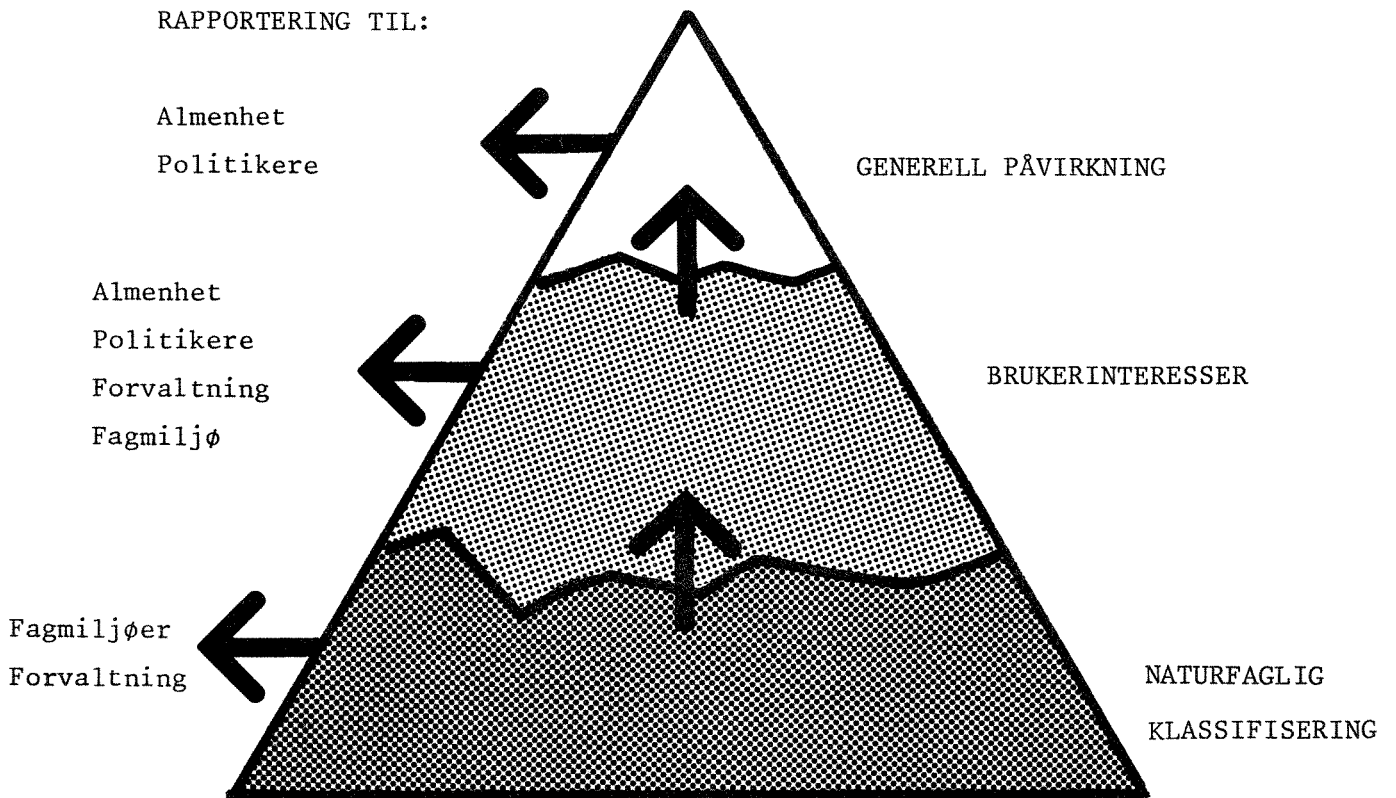


Fig. 18. Hovedtyper av klassifisering.



Fig. 19

VURDERINGSGRUNNLAG FOR VANNKVALITET - OVERFLATEVANN  
 KLASSIFISERINGSSTRUKTUR

UTGANGSPUNKT FOR KLASSIFISERING	GENERELL PÅVIRKNING							
	G1 liten	over- gangs- sone	G2 moderat	over- gangs- sone	G3 betydelig	over- gangs- sone	G4 stor	
1. RÅVANN TIL DRILKEVANNSFORSYNING								
BRUKERINTERESSER								
1a) Uten rensing	D1 god		D2 brukbar		D3 tvilsom		D4 ikke brukbar som kilde	
1b) Med rensing	DR1 enkel		DR2 vanlig		DR3 omfattende		DR4 ikke brukbar som kilde	
2. LANDBRUKSVANNING								
	J1 god for alle vekster		J2 brukbar for korn, men ikke grøns. m.v.		J3 tvilsom, bare vanning av korn i korte per.		J4 ikke brukbar	
3. REKREASJON FRILUFTSBAD								
	B1 god		B2 brukbar		B3 tvilsom		B4 ikke brukbar	
4. FERSKVANN FISKE, DAMBRUK								
	F1 egnet for edlere fiskeslag (laks)		F2 egnet for andre fiskeslag		F3 tvilsom		F4 ikke brukbar	
NATURFAGLIG								
NATURFAGLIG								
Eksempler:								
a) trofinivå	oligotrof				mesotrof		eutrof	
	←				←		←	
b) max. dagl. prod. org.stoff mgC/m <sup>2</sup> døgn	liten <300		moderat 200-700		stor 400-2000		meget stor 1500-6000	
c) siktedyp m	stort >7		middels 7-3		lite 3-1		meget lite <1	
d) innhold av E-coli	lite		moderat		betydelig		høyt	
e) organisk stoff BOF <sub>7</sub> mg O <sub>2</sub> mg O <sub>2</sub> /l	lite		moderat		betydelig		høyt	

Forannevnte kan lede en til å tro at klassifisering og vurdering av vannkvalitet er en enkel oppgave. Det må sterkt understrekes at man her støter på betydelige faglige problemer. Det finnes ikke eksakte grenser for hva et økosystem eller en art kan tåle av påvirkning. Skadevirkninger varierer med en rekke komponenter, fysiske, kjemiske og biologiske. Konsentrasjoner av stoffer som hver for seg ikke er påvist å gi skadevirkninger, kan, hvis de virker sammen, gi klare virkninger (synergisme). I resipienten deltar alle organismer (planter og dyr) i et komplisert fellesskap med gjensidig avhengighet. Virkninger på brukerinteresser er også gradvise.

Det eksisterer ingen klare "ja/nei-situasjoner" for bestemmelse av vannkvalitet. Et vurderingsgrunnlag med visse grenseverdier kan alltid angripes. Fra et mer naturvitenskapelig synspunkt har det da også vært hevdet at et normsystem i seg selv vil være misvisende fordi normene vil bidra til å dekke over de uhyre kompliserte årsak/virkningsforhold i vann.

#### 5.4.2 Klassifisering etter generell påvirkning

Vi vil nå forsøke oss på en kvalitativ beskrivelse av Bøelvas påvirkningsgrad og dens brukbarhet for ulike formål ut fra ovennevnte struktur og data i kap. 5.2. Vi har også støttet oss til det foreliggende svenske forslaget til vurderingsgrunnlag (under revisjon), og det etablerte finske system (14), (15). Vi understreker klassifiseringens foreløpige karakter.

Det må tas forbehold for klassifiseringen grunnet manglende generelle retningslinjer, spørsmål om parametervalg og verdier. Videre tillater ikke oppdragets ramme den grundighet i vurderingene som normalt vil måtte forlanges. Når vi likevel har forsøkt oss på en klassifikasjon, skyldes dette det erklærte ønske om å illustrere en fremgangsmåte, selv om det tilstrekkelige faglige fundament ikke foreligger.

I klassifiseringen har vi basert oss på følgende antakelser:

- Beskrivende, fysiske og kjemiske data er brukt. Resultatene er sammenholdt med resultater fra biologiske undersøkelser.
- Middelerverdier av målte parametre er nyttet som referansegrunnlag.
- Norske grenseverdier er nyttet der disse foreligger (friluftsbad, delvis for vannforsyning).
- De svenske og finske forslag til vurderingsgrunnlag er i enkelte sammenhenger trukket inn der norske holdepunkter mangler.

Fig. 20 viser resultatet av en klassifisering etter generell påvirkning, eller generell forurensningsgrad. Vi ønsker å beskrive endringene i vannkvalitet på grunn av forurensningstilførsler i forhold til upåvirkede eller lite påvirkede deler av vassdraget. Det er naturlig å regne kvaliteten i Seljordvatn som et slikt referanseområde.

Kvalitetsendringene nedover i Bøelva skyldes naturlig avrenning og tilførsel av forurensning fra sivilisatorisk virksomhet.

Den generelle klassifiseringen er basert dels på vurderinger, dels på måledata og grenseverdier. Klassifiseringen søker å gi et allment bilde av forurensningssituasjonen slik den oppfattes i nedbørfeltet. Det opereres med overgangssoner mellom de fire hovedklasser, noe som understreker både de glidende grenseoverganger og variasjoner i kvalitet over året og fra år til år.

I kap. 6 er Bøelva klassifisert ut fra brukerinteresser, dvs. ut fra hvor egnet elva er til ulike formål.

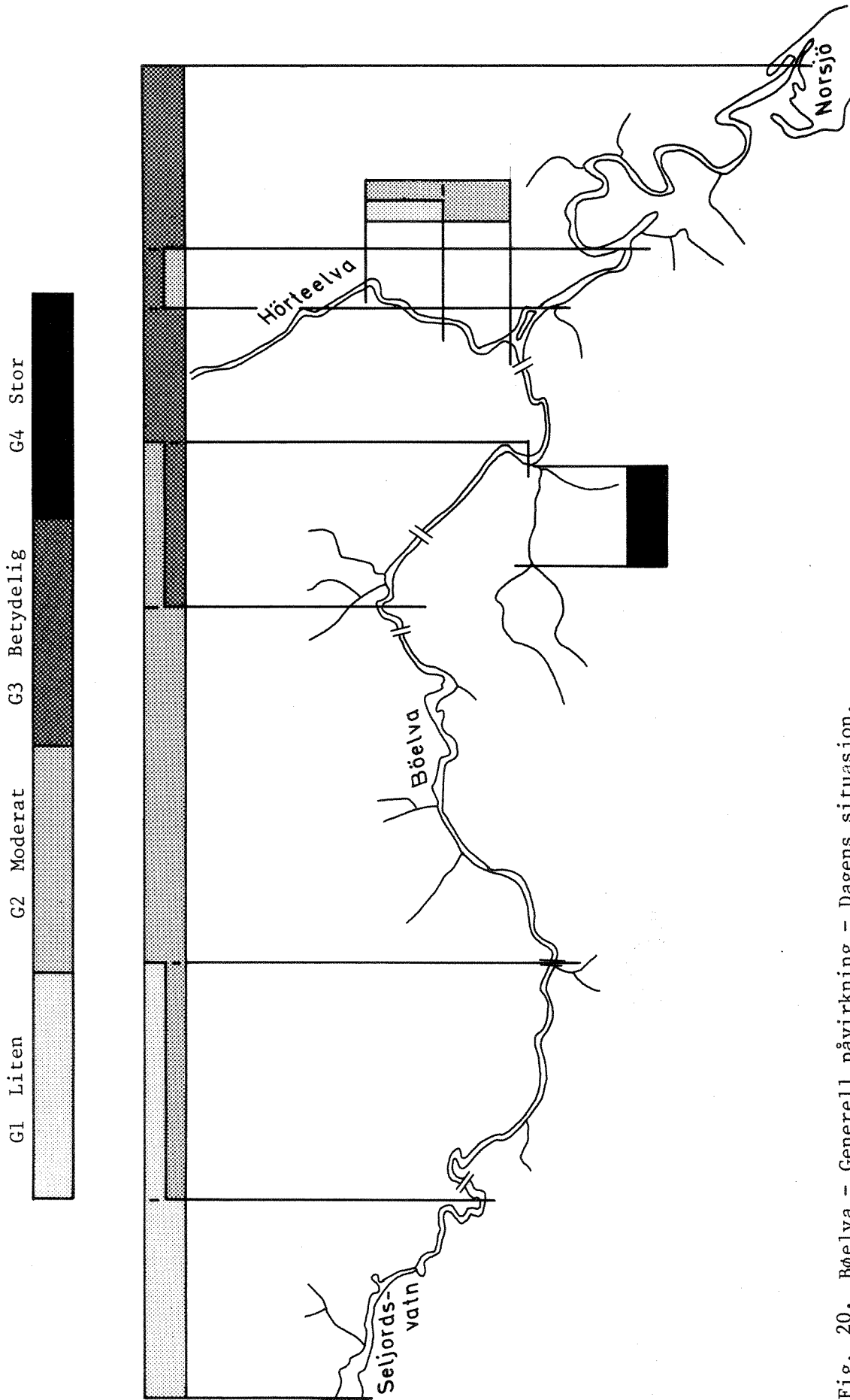


Fig. 20. Bøelva - Generell påvirkning - Dagens situasjon.

*På grunn av feilpaginering er denne siden blank. Intet stoff mangler.*

## 6. SAMFUNNSUTVIKLING. BRUKERINTERESSER.

I dette kapittelet skal vi på bakgrunn av generelle prognoser for samfunnsutviklingen systematisk ta for oss de enkelte brukerinteresser i dag og i fremtiden.

### 6.1 Prognoser for utvikling i planområdet

Befolknings-prognosen bygger på Bø kommunes boligbyggeprogram og på prognose utarbeidet av Statistisk sentralbyrå for Sauherad kommune.

Tabell 15. Prognose for befolknings-utvikling ved vassdraget, fordelt på de tre kommunene.

Kommune	1980	1990	2000
Bø 1)	4400	4820	5250
Sauherad 2)	1550	1650	1750
Notodden 3)	-	-	-
Hele feltet	5950	6470	7000

- 1) Etter boligprogrammet for Bø kommune
- 2) Anslag etter prognose fra Statistisk sentralbyrå (16)
- 3) En del ubebygde områder i nedbørfeltet ligger i Notodden kommune.

Utviklingen i nedbørfeltet er preget av utbyggingen i Bø og stedets status som sentralt skolested for region og fylke.

Man regner fortsatt med en utvikling som reduserer antall arbeidsplasser i primærnæringene i forhold til sekundær- og tertiær-næringene (industri, service-næringer).

Den dominerende stilling undervisningssektoren har i Bø, gjør at en befolkningsprognose må suppleres med data av den type vi tidligere har samlet i tabell 10. Fremskrivning av dette materialet har vi ikke kunnet foreta for dette arbeidet, og våre anslag må justeres etter nærmere registrering.

For industrisektoren er det vanskelig å antyde utviklingen. Næringslivet innenfor sektoren viser i dag en relativt bred sammensetning. Største bransje er sag og høvleri virksomhet uten at denne kan sies å være dominerende.

Omfattende strukturendringer som følge av tilbakegang i konkurranse-utsatte næringer, slik tendensen er i mange distrikter, er det ikke grunn til å vente.

For landbruket antas også stort sett stabile forhold med hensyn til fordeling på bruksmåter. Imidlertid må man fortsatt regne med en viss nedgang i husdyrhold og overgang til kornproduksjon og kombinert drift. Vi ser i dag også en del omlegging til mer intensiv produksjon av slaktegris. Også her må en regne med en viss utvikling. Økt gjødselbruk og en relativt sterk utbygging av vanningsanlegg er en nasjonal tendens som trolig også vil gi utslag i Bø-området.

## 6.2 Brukerinteresser i dag og i fremtiden

I omtalen av vassdraget kan brukerinteresser inndeles som følger:

1. Naturvern - landskapsvern
2. Vannforsyning
3. Rekreasjon
4. Fiske (sportsfiske, yrkesfiske)
5. Energiproduksjon
6. Transportåre (båttrafikk, fløting, isvei)
7. Erosjonsvern
8. Resipient.

I Bøelva er de fleste interesser til stede.

### 6.2.1 Naturvern - landskapsvern

Generelt kan det diskuteres om naturvern - landskapsvern kan betraktes som en brukerinteresse. Naturvern er etter naturvernslovens § 1 definert som disponering av naturressursene utfra hensynet til den nære samheng mellom mennesket og naturen og utfra den forutsetning at naturens kvalitet skal bevares for fremtiden.

Samlebegrepet naturvern kan imidlertid underinndeles. Bevaring av vitenskapelig og kulturelt viktige naturprosesser, naturforeteelser og naturmiljøer kan kalles vitenskapelig naturvern. Vern av det av menneskelig påvirkede miljø (jord, luft og vannressurser), sikring og skjøtsel av områder for rekreasjon og friluftsliv kan kalles

sosialt naturvern. Sikring av økonomisk viktige naturressurser kan benevnes som økonomisk naturvern.

Man kan følgelig hevde at naturvern utgjør den overordnede ramme, hvorunder de andre brukerinteresser skal innordne seg. Rent praktisk og forvaltningsmessig er det imidlertid hensiktsmessig å behandle naturvern som en brukerinteresse. I både saksbehandling og avveinings-situasjoner stilles generelt naturvern, f.eks. egenverdier av et økologisk system i tjenlig balanse, opp mot f.eks. vassdragsreguleringer eller grad av forurensningsbegrensende tiltak.

Bøelva og andre elver og bekker i feltet vil ha estetisk verdi, både direkte som synlig innslag i landskapet og indirekte som element i landskapets vannbalanse. Vassføringen i elva og elvenivået innvirker på grunnvanns-standen og derved vekstvilkårene langs vassdraget. Teleskader ved for høy vintervannstand samt tørkeskader på grunn av dempet vårflom er de effekter som særlig har vært trukket fram ved reguleringsprosjektene så langt. Slike skadevirkninger synes ikke å være registrert i vesentlig omfang. "Tørrlegging" av elveleiet har forekommet periodevis om sommeren. En annen omfattende synlig effekt av elvas regulerte vannføring i dag er avleiringen av elve-transporterte masser i ytre deler ut mot Norsjø. Dette er trolig forårsaket av at de naturlige flommene er dempet. Man har etter hvert fått en betydelig sivvekst i disse mudderlagene.

Fra et natur- og landskapsvern synspunkt synes også den økende frostrøyk dannelselse som følge av mer ustabilde isforhold å være av betydning.

Fremtidige planlagte inngrep (utbygging av Bøfossane) vil utvilsomt gi tørrlegging og mulig noe større grunnvanns- og vegetasjons-påvirkning. Det har således vært hevdet at den seksjonsvise oppdemmingen av elva vil kunne gi forsumping i utsatte nære områder.

Det finnes ingen registrering av lokaliteter med tilknytning til vannmiljøet, som kan ha særlig vitenskapelig interesse. I Statens Naturvernråds landsplan for myr-reservater er Stavsholtmyra i Bø kommune



ført opp som verneverdig (17). Norge har Europas største beverstamme. I flere land er beveren på det nærmeste utryddet. Internasjonalt sett er det derfor vårt ansvar å verne om beverstammen. Dette er bakgrunnen for den relativt strenge jaktreguleringen. Nasjonalt sett har beveren begrenset utbredelse. Telemark og Agder-fylkene har storparten av all bever i landet.

Lokalt i beverrike områder kan beveren gjøre skade, direkte på skog og i frukthager, og indirekte ved oppdemming av grøftesystemer slik at jordarealer settes under vann. Problemene kan bli omfattende når bestanden får øke ukontrollert, og dette er bakgrunn for at man i den senere tid har tatt opp forvaltning av beverstammene til spesiell behandling. Det finnes i dag en viss omsetning av norske beverskinn, i størrelsesorden noen hundre skinn i året, men noen særlig økonomisk betydning har ikke denne virksomheten.

Bøelva-området hører med til de beverrike områder i landet. Og bever biotopene går derfor igjen i område-registreringer i naturmiljøet. I plan-sammenheng må en klart regne beveren som et varig innslag i naturmiljøet.

Ved distriktshøgkolen i Bø (TDH) ble det i 1973 og 1974 foretatt en registrering av områder med spesiell undervisningsverdi for natur og miljøvernlinjen ved skolen (18) og (19). Her vil vi trekke fram følgende områder fra denne undersøkelsen. (Kommentarene står for TDH's regning:)

Årnesbukta. Biotop for svaner og ender. Arbeid med totalfreding i gang.

Bøelva - nedre del. Fuglebiotop. Beverbiotop.

Uvdalsvassdragets nedbørfelt. Fagerlitjern. Referanseområde i en rekke miljøfag. Fagerlitjern oligotroft vann med begrenset nedbørfelt.

Uvdalstjern. Beverbiotop.

Geologiske lokaliteter ved Askilt. Spesielt interessante med henblikk på avsetningstyper og demonstrasjon av grunnvannsbevegelser.

Hørtevasdraget. Avgrenset vassdrag med lokal beverbiotop. Brukt i undervisningssammenheng ved undersøkelser av vannkvalitet og studier av beverens adferdsmønster.

Bøelva: fra Seljordvatn til Åsen, Herremo. Ulike sammensatte faunabiotoper; fugl og bever i Bøelva, elgtrekk ved Herremo. Kulturlandskap langs elva, geologiske og kvartærgeologiske undervisningsområder med jettegryter ved Herrefoss, eskere og dødislandskap.

Gautiltjern. Oligotroft vann, mye brukt i undervisnings-sammenheng med hensyn på abiotiske og biotiske forhold i et akvatisk næringsfattig miljø.

Stavsholtmyrene. Stort sammenhengende myrkompleks, på grunn av sin størrelse unikt i denne delen av Østlandet. Interessant artssammensetning. Særlig viktig typeområde i undervisnings-sammenheng.

Trytetjern. Dystroft tjern i et flatt skogsområde. Brukt i akvatisk undervisnings-sammenheng.

Solbjørvann - Roem. Område med variert geologi og artsrik flora med innslag av edel-lauvskog. Lokalt turområde. Solbjørvann kan være viktig til vannforsyning (god vannkvalitet).

### 6.2.2 Vannforsyning

Vannforsyning til aktiviteter i et nedbørfelt er uløselig knyttet til vassdraget. En klassifisering av vassdragets egnethet som vannkilde er vist i fig. 21. På fig. 22 er større vannverk i feltet inntegnet.

Klassifiseringen av vassdraget beskriver dets brukbarhet direkte uten rensing for små private vannverk. Klassifiseringen er utført på et spinkelt grunnlag. Vi har basert oss på spredte data fra NIVA's Telemarksundersøkelse else (10,11) og enkeltstående data, tatt ved Telemarks distriktshøgskole (20) og vurdert disse opp mot Statens institutt for folkehelses normer for bakterieinnhold i drikkevann. Enkeltstående bakteriologiske prøver er lite egnet til å beskrive et vassdrags brukbarhet for vannforsyning. På den annen side svarer de enkeltstående prøver på stasjoner relativt godt og stemmer overens med det generelle påvirkningsbilde.

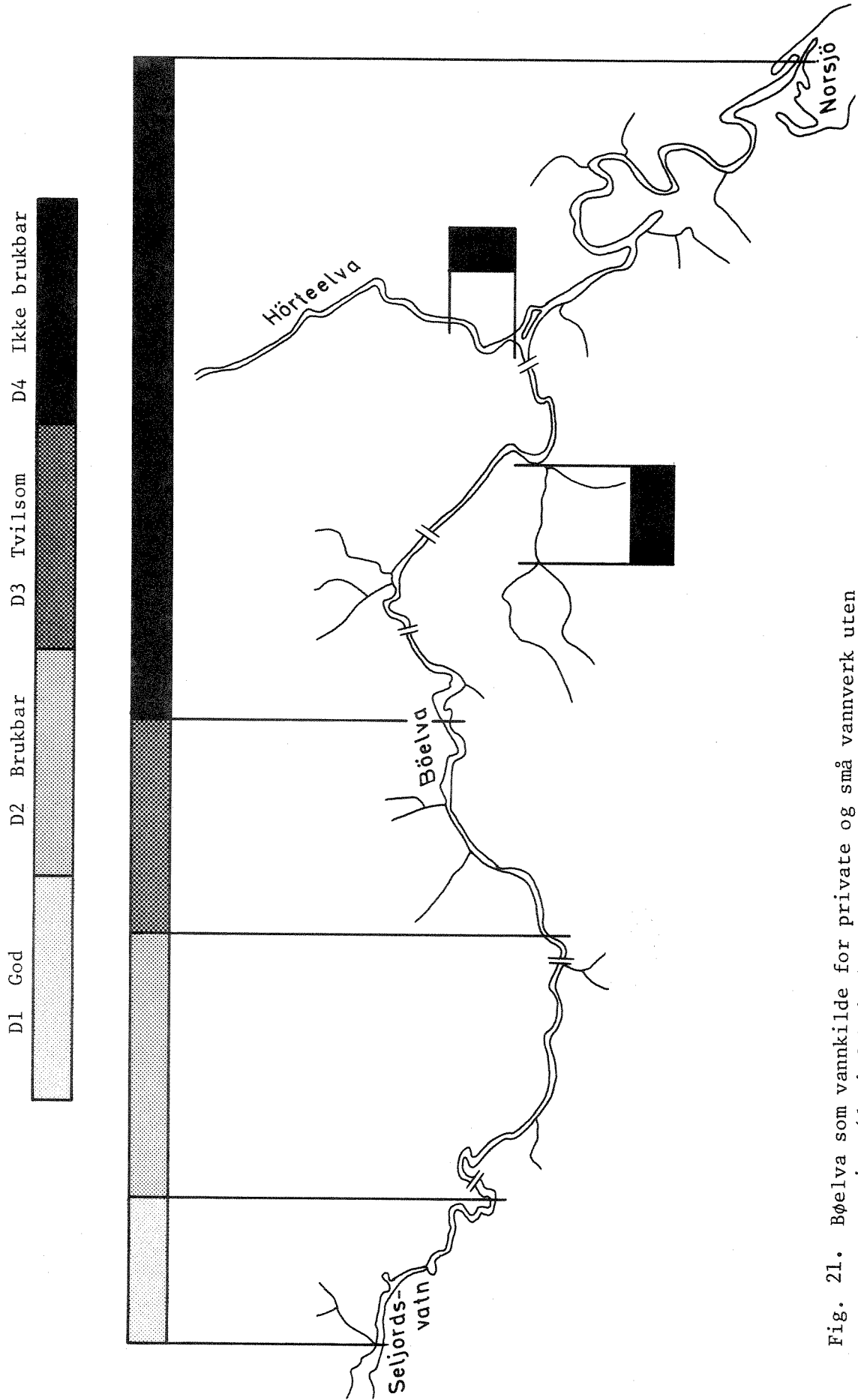
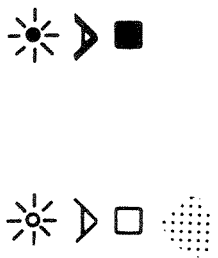


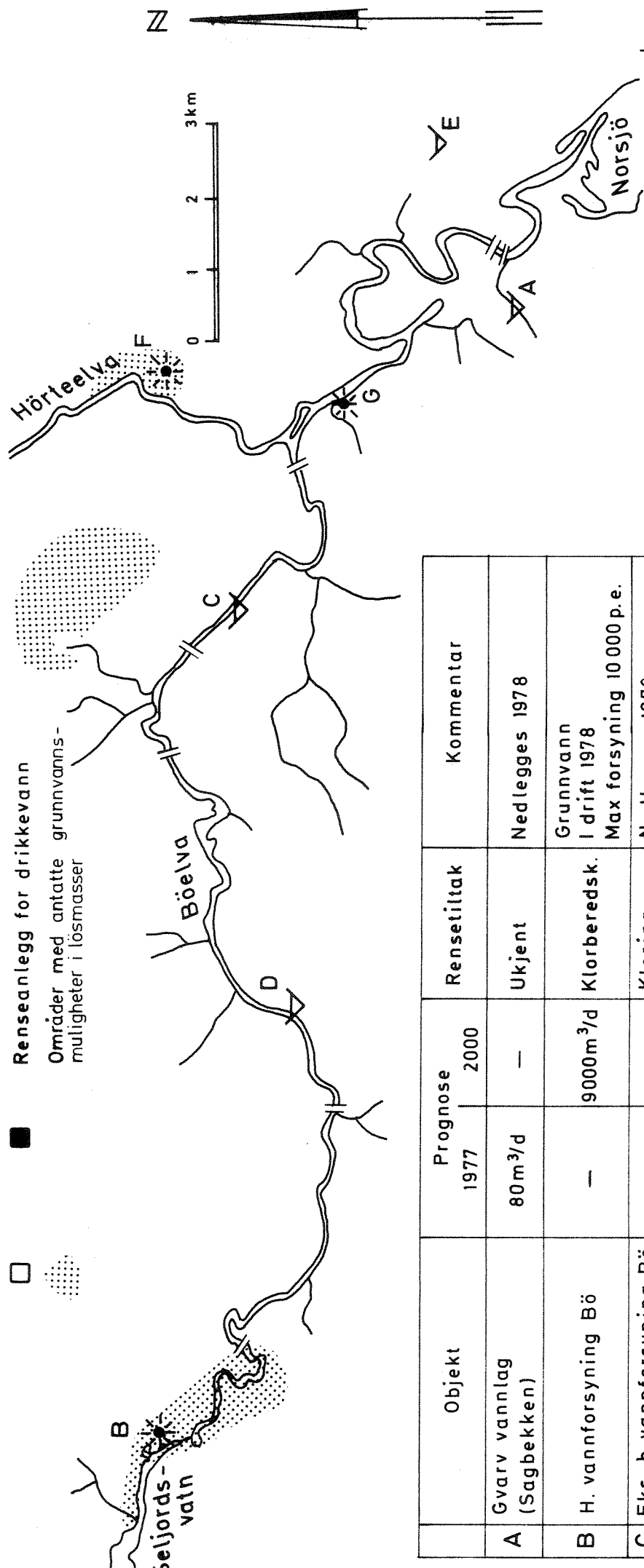
Fig. 21. Bøelva som vannkilde for private og små vannverk uten rensing (desinfeksjon). Vanning til buskap inkludert.

Fig. 22 Vannforsyning

Eksisterende Planlagt



Grunnvannsutttak  
Elveuttak  
Renseanlegg for drikkevann  
Områder med antatte grunnvannsmuligheter i løsmasser



Objekt	Prognose		Rensetiltak	Kommentar
	1977	2000		
A Gvarv vannlag (Sagbekken)	80 m <sup>3</sup> /d	—	Ukjent	Nedlegges 1978
B H. vannforsyning Bö	—	9000 m <sup>3</sup> /d	Klorberedsk.	Grunnvann i drift 1978 Max forsyning 10 000 p.e.
C Eks. h. vannforsyning Bö	—	—	Kloring	Nedlegges 1978
D Forberg v.v.	ca. 50 p.e.	—	Kloring	Nedlegges trolig 1978
E Vannfors. Gvarv	450 p.e.	—	Ukjent	Nedlegges trolig 1978
F Vannfors. Hörte	—	—	—	Grunnvannsunders. pågår
G Vannfors. Storkaasa	ca. 50 p.e.	—	—	—
Jordbruksvann	3100 m <sup>3</sup> /d	5150 m <sup>3</sup> /d	—	—

På fig. 22 er også vist antatte grunnvannsforekomster etter Miljøverndepartementets vannressurskart for Skiensregionen (Vannressurskart 1:250 000 Grunnvann. Oslo febr. 1975).

Fremtidig hovedvannforsyning for Bø er lagt i grunnvannsforekomsten ved Hagedrag, nær Seljordvatn, ca. 50 meter fra elvebredden. Ellers er det i dag en del uttak for drikkevann i lokale bekker, sideelver og brønner.

Gvarv vannlag og uttak fra Holtan Damtjern vil bli nedlagt 1978 (foreløpige planer) og Gvarv deretter forsynt med vann fra vannverk utenfor feltet. Flere kilder er under utredning.

En må regne med betydelige uttak til jordbruksvanning. Behovet for vann til dette formålet må antas å øke kraftig. Med bakgrunn i arbeidsrapport nr. 6 til Landsplanen for bruken av vannressursene (10) har vi laget en prognose for vannbehov til jordbruksformål i feltet. Tabellen viser vannbehovet i en dimensjonerende uke i tørkesommer.

Tabell 16. Anslått vannbehov til landbruksvanning i dim. døgn.

År	1977	1990	2000
Vannbehov	3000 m <sup>3</sup> /d	4000 m <sup>3</sup> /d	5000 m <sup>3</sup> /d

Det er grunn til å anta at juni måned vil være den måned da vannbehovet er størst innenfor jordbruket.

I tillegg til vanningsbehov har jordbruket behov for vann til drikke for dyr og til vaskevann i landbruksbygninger. Noe av dette vannet må en regne med taes ut lokalt. Et overslag på størrelsesorden for vann til dette formål gir et behov på fra 40.000 til 50.000 m<sup>3</sup>/år, eller et gjennomsnitt på fra 110 til 140 m<sup>3</sup>/døgn. Kvalitetsmessig stilles samme krav til dette vannet som til drikkevann for mennesker.

### 6.2.3 Rekreasjon

Registrering av rekreasjonsområdet med tilknytning til vann er vist i figur 23. I figur 24 er dagens vannkvalitet for badeformål sammenstilt.







Figur. 24 beskriver dagens brukerklasser. Kravene til fysisk/kjemisk kvalitet tilfredsstilles. Det er de bakteriologiske forhold som gjør at nederste halvdel av elva ikke kan få klassen B1. Vi understreker at klassifiseringen basert på bakteriologiske data, har skjedd på et spinkelt grunnlag. SIFF's normer (22) opererer med E-coli som parameter. Vi har imidlertid bare enkelte holdpunkter for coliforme bakterier. Vi har derfor støttet oss til SNVs normer hva coliforme bakterier angår. Her er grensen mellom klasse B1 og B2 satt til 100 colibakterier/100 ml. De meget få data vi har, ligger i nedre halvdel av elva, dels over, dels under denne grensen. Vi har valgt å bruke betegnelsen "brukbar" for nedre halvdel.

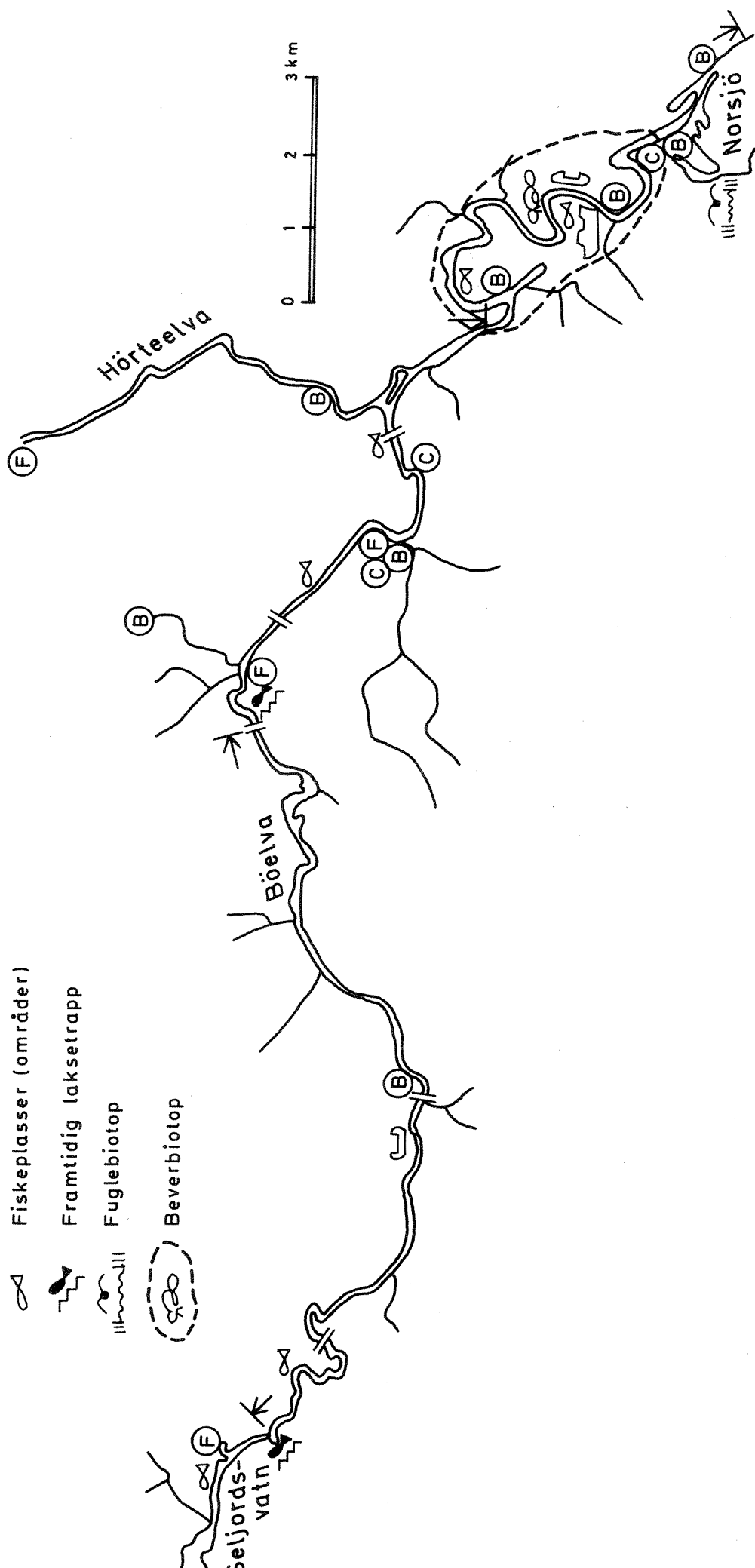
I nedre del av elva har vi i dag et større antall populære badeplasser. Padling i kano foregår i alle roligere partier av elva. Elva er farbar med motorbåt fra Norsjø opp til området rundt Leikvam. Alle campingplassene i området må kunne sies å hente et vesentlig tilskudd til sin lokale attraksjon fra elva. Også en del andre rene rekreasjons- og fritidsområder har en særlig verdi.

En friluftundersøkelse i 1970 (21) viste at 56 prosent av Norges befolkning badet ute i løpet av året. Det må kunne antas at behovet for tilfredsstillende badeområder øker med en økende folkemengde og økende fritid, og at tettsteds-nære badeplasser som de langs Bøelva vil ha særlig verdi.

Tidligere tappinger (sommerstid) fra magasinene ved Sundsbarm har gitt oversvømmelser på badeplasser i flatområdene nede i elva. Det er satt i gang en del ryddingsarbeider som skal gi nye tørre områder i tilslutning til badeplassene, og det må antas at denne konflikten etter noen tid vil forsvinne.

Fig. 23 Böelva. Rekreasjon, fiske, fuglebiotop

- (B) Badeplasser
- (F) Friområder med nær tilknytning til vann
- (C) Campingplasser
-  Båtplass
-  Områder egnet for båtsport
-  Fiskeplasser (områder)
-  Framtidig laksetrapp
-  Fuglebiotop
-  Beverbiotop



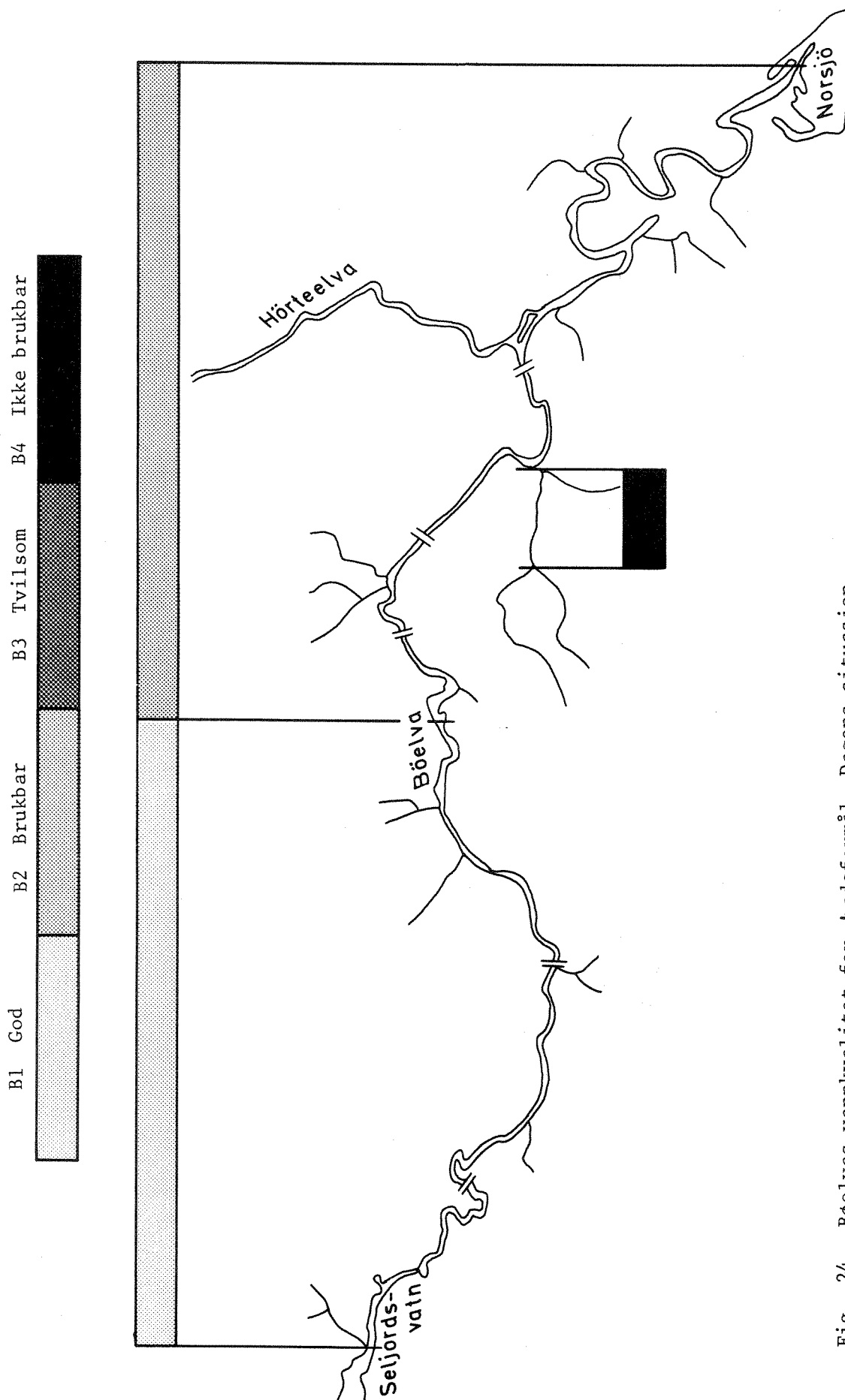


Fig. 24. Bøelvas vannkvalitet for badeformål. Dagens situasjon.



Kanopadling har vært drevet av elever ved Sagavoll folkehøgskole i Gvarv. og særlig da vår (april) og høst (september). Dette er imidlertid en aktivitet i fremgang, og Bøelva har flere partier som synes ypperlig egnet for dette formål. Det antas at hele perioden april-september er en aktuell bruksperiode. Store vassføringer gir visse problemer for kanopadlerne på strykstrekningene. Vi vet ikke noe om hvordan minste-vassføringene i sommerperioden påvirker padlingen.

Avleiringen av elvetransportert materiale i elvas ytre løp er et problem for småbåtene som skal fra båt plassene i elva og ut i Norsjø. I alt et tyvetalls båter for fritidsbruk har båt plass ved Gvarv i Bøelva og er altså avhengig av å passere bankene for å nå Norsjø.

Campingplassene ved Bøelva hadde sommeren 1976 i størrelsesorden 15000 gjestedøgn ifølge oppgave fra Hotell- og Turistdirektoratet. Camping er en ferieform i vekst.

#### 6.2.4 Fiske (sportsfiske - yrkesfiske)

Bøelva er godt egnet for, og til dels mye brukt til sportsfiske. Sik, aure og stingsild er av de fiskeslag man regner med, går i elva. Stangfiske etter aure har betydelig omfang. Det foregår også en del garnfiske i de elvehøylene som er egnet for dette. Fisket er i dag særlig konsentrert til områdene ovenfor og nedenfor Herrefoss og strekningen fra Oterholtfossen til Gvarv. Midtelva er stilleflytende med leiravsetninger og ellers omgitt av dyrket mark som gjør den mindre tilgjengelig.

Bøelva har egenskaper som gjør den egnet for laks og vil trolig bli lakseførende når det nå er bygget laksetrapp ved Skotfoss lenger nede i vassdraget. Det kan også komme på tale å bygge trapper i Bøelva ved Oterholtfossen og Herrefoss, men klare planer foreligger ikke i dag.

Yrkesfiske i Bøelva er ubetydelig. En eventuell utbygging av elva for laks kan endre dette bildet, men Bøelva vil også i fremtiden først og fremst være en elv for sportsfiske.

Det hevdes på lokalt hold at fisket har fått et oppsving i Bøelva etter reguleringen i Sundsbarm. Sik fra Norsjøen går i dag lenger opp i elva og i større mengder enn tidligere. Den viktigste forklaring til dette synes å ligge i endret vannføring og temperatur. Siken går inn i elva på høsten i en periode da reguleringen normalt gir mer vann i elva. Auren synes heller ikke påvirket av reguleringen i Sundsbarm i negativ retning.

Bøelva er en god fiske-elv, med betydelige utviklingsmuligheter. Den ligger i variert, kupert, men lett fremkommelig terreng i kort avstand fra vei. En lokal fiskeforening har i dag fiskeklekkeri under bygging ved Oterholtfossen. Dette er, så langt vi vet, særlig bygget med tanke på å skaffe settefisk til høyere-liggende vann i feltet, der man har hatt en nedgang i bestanden, vesentlig på grunn av sur nedbør.

#### 6.2.5 Energiproduksjon

Reguleringer av betydning for vassdraget er nevnt under pkt. 4.1. Se fig. 25.

Ytterligere utbyggingsplaner i ovenforliggende felt er ikke kjent. Bø kommune i samarbeid med Skiensfjordenes kommunale kraftselskap har sett på en utbygging av Bøfossane og Herrefoss i Bøelv.

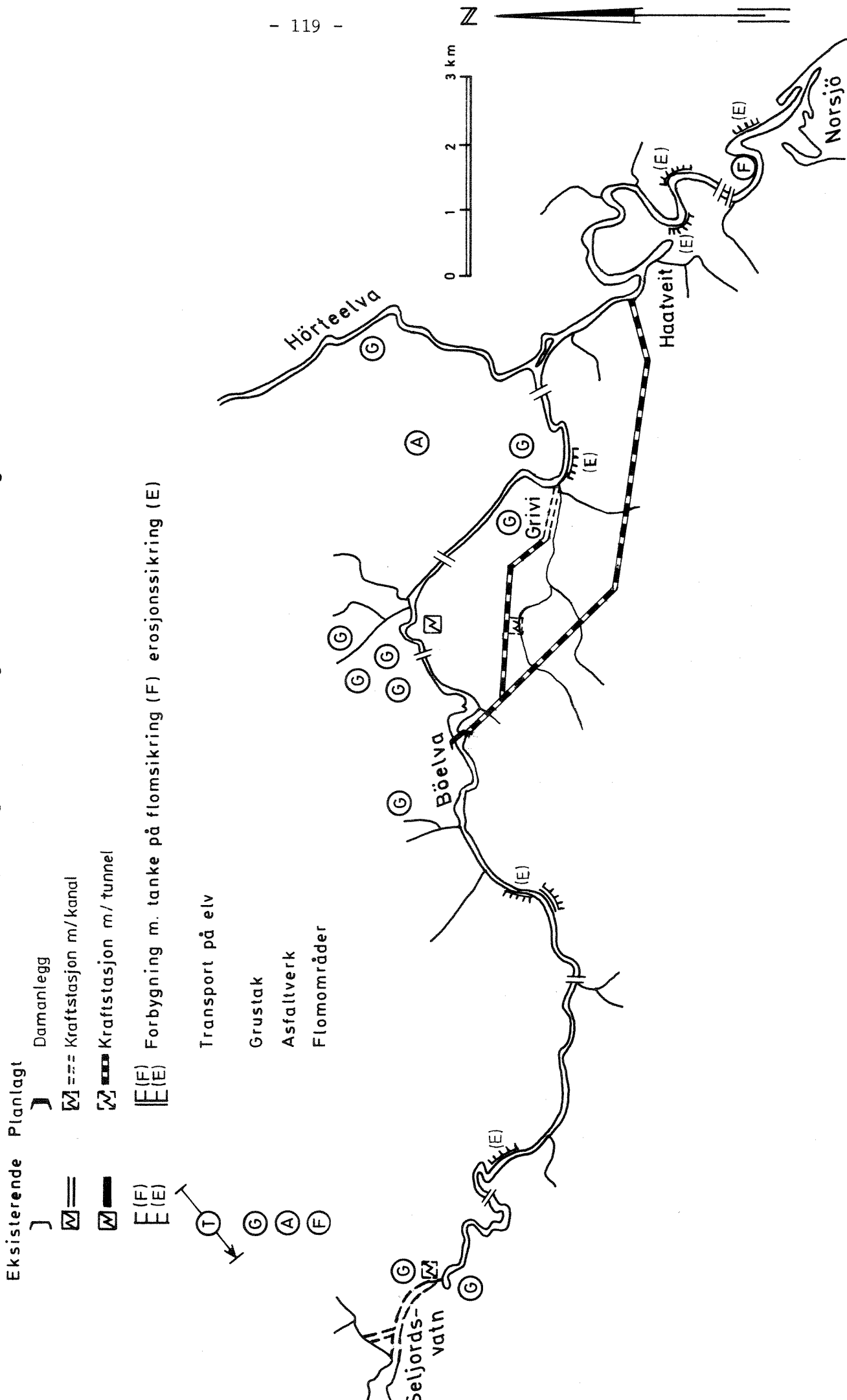
To tunnelalternativer for utbygging i Bøafossane er vist i figur 25. Det lengste tunnelalternativ stammer fra tidligere utredningsarbeider og regnes i dag som mindre realistisk. I dag vurderes nærmere en kortere tunnel med overføring fra Sagafoss til Sperrudområdet.

Selv om konkrete rammeplaner er utarbeidet, er det ikke fremmet søknad om konsesjon. Planer for å fremme slik søknad foreligger så vidt NIVA er kjent med, heller ikke.

Vi har i oppstillingen av alternativer for utnyttelsen av elva antatt som det ene alternativ en utbygging av Bøfossane (Herrefoss og Oterholt/Sagafoss) med det korteste tunnelalternativet (Sagafoss - Sperrud-området).

For å konkretisere alternativet har vi nyttet endel opplysninger fra NVEs generelle teoretiske beregninger og oversikt over vannkraftpotensialer i forskjellige vassdrag. Dataene fra NVE stammer fra 1962, og tar ikke hensyn til krav om minstevassføringer på grunn av andre brukerinteresser.

Fig. 25 Böelva. Vassdragsreguleringer, transportveier, grustak, erosjonsvern.  
 Planlagte reguleringer (Alt. II og III). Soneinndeling.



NVE har basert sine vurderinger på et elvekraftverk bygget for å kunne utnytte vassføringen i elva optimalt. Turbinkapasitet planlegges for vassføringer større enn den gjennomsnittlige. Teoretisk vil det bli i de kraftigste flomperiodene at kraftverket slipper forbi vann. Optimal installasjon ved Oterholt er av NVE satt lik 24 MW eller gjennomløp for en vassføring på  $44 \text{ m}^3/\text{s}$ . (Gjennomsnitt ved Sagafoss er ca.  $26 \text{ m}^3/\text{s}$ .) Det er overveiende sannsynlig at et eventuelt kraftverk vil bli pålagt å slippe forbi vann også utenom flomperiodene.

Et elvemagasin bak Sagafoss er aktuelt for å heve vannspeilet før påslippet til Oterholt kraftverk. Utbygging av fossen ved Herre er også med i de foreløpige planer. Konsekvensene av en utbygging her synes å være mindre da det her bare blir snakk om å lede vannet ut av elveleiet i selve fossen.

Data fra NVE's teoretiske beregninger er oppstilt i tabell 17 nedenfor.

	Kraftverk	
	Oterholtfoss	Herrefoss
Årstilløp	820 mill $\text{m}^3$	790 mill $\text{m}^3$
Magasin	237 mill $\text{m}^3$	237 mill $\text{m}^3$
Energiekvivalent	0,155 kWh/ $\text{m}^3$	0,032 kWh/ $\text{m}^3$
Installasjon	24 MW	5 MW
Produksjon sommer:	57 GWh	11 GWh
vinter:	60 GWh	12 GWh
Fallhøyde	65 m	13,5 m

Tabell 17. Data for kraftverksutbygging i Bøelva.

(NVE's teoretiske beregninger.)

#### 6.2.6 Transportåre

I dag foregår det liten eller ingen transport på Bøelva. Tidligere tømmerfløting er erstattet av transport på vei fram til velteplass ved Norsjø. Det har også tidligere vært en del årstids-permanente elvekryssinger på is. Isforholdene i elva er imidlertid nå så ustabile at denne bruksmåte er falt bort. Med bakgrunn i dagens forhold ser det altså ut til at elva ikke lenger tjener eller vil tjene transportformål i nevneverdig utstrekning.

#### 6.2.7 Erosjonsvern

Det foretas stadig arbeider i elva med tanke på erosjons-sikring. De mest utsatte steder, hvor det også er foretatt sikringsarbeider, er vist i fig. 25. På lokalt hold blir det hevdet at elva graver mer nå enn før Sundsbarmreguleringen, fordi de relativt små vannstands-variasjonene over året hele tiden gir graving i den samme sonen i elveleiet. I tillegg til dette fører avlagring i elvens nedre løp til en kraftigere graving i den kant av løpet hvor massene ikke avsettes.

#### 6.2.8 Resipient

Resipientbruk er en av de viktigste bruksmåter. Ved å utnytte vassdraget som transportåre, og de biologiske selvrensingsprosessene til å ta hånd om en del av avfallsstoffene, oppnås en rekke fordeler bl.a. av lokal-hygienisk karakter.

Vassdraget vil fortsatt være den viktigste resipienten for befolkning og virksomhet, selv om det settes inn tiltak for å begrense tilførslene (renseanlegg), og jorden benyttes som "mellomresipient". Man kan generelt si at denne brukerinteressen øker med aktivitetsøkningen. Forurensningstilførsler fremgår av punkt 4.2.5, jfr. tabell 14.

Kommunale utslipp. Bø sentrum fører i dag sitt avløp til et mekanisk-kjemisk renseanlegg med utledning i grunnen (infiltrasjon). 1500-2000 personer er for tiden tilknyttet anlegget. Til dette anlegget skal også utbyggingsområdene på Folkestad tilknyttes fra ca. 1980.

Andre boligområder i Bø kommune, Oterholt og Øvre Bø har i dag avløpssystemer basert på septiktank og infiltrasjon til grunnen. På sikt kan det bli aktuelt med bygging av mindre renseanlegg på disse steder, men konkrete planer foreligger ikke i 1977. For Gvarv sentrum vil etter foreliggende planer mekanisk-kjemisk renseanlegg for 2000 personekvivalenter stå ferdig i 1979. For området ved Hørte finnes i dag slamavskiller dimensjonert for 150 personekvivalenter.

Telemark fylke har i brev til kommunene av 3. juni 1977 listet prosjekter og investeringsbehovet i kommunene i perioden 1977-80. Det er forutsatt ca. 6 mill. kroner satt av til nybygging og sanering av ledningsnett innenfor feltet. I fremtiden må man kunne forutsette en betraktelig standardheving på transport- og renseanlegg.

Industriutslipp. For industri, interessant i forurensnings-sammenheng, er det allerede forutsatt gjennomført tiltak for å redusere utslippene. Meieridriften i Bø er forutsatt avviklet i løpet av de førstkomende år. Ved fjørfeslakteriet til Telemark Eggsentral S/L må en regne med fortsatt drift. Begge anlegg er i dag tilknyttet det kommunale renseanlegget i Bø.

Det må forutsettes at eventuelle nyetableringer av industri av denne type vil bli tilknyttet renseanleggene i Bø eller Gvarv, eller at spesielt renseanlegg vil bli bygget. På sikt regnes med at alle større industriutslipp faktisk vil bli redusert og brakt under tilfredsstillende kontroll. Fortsatt må en regne med problemer med de mindre utslipp som i dag gir lokale ulemper (bensin- og servicestasjoner m.v.). Utslippstillatelser og forskrifter vil etter hvert bli utarbeidet og tiltak satt inn. Utslippene kan påregnes å bli betydelig redusert.

Jordbruk. En del utviklingstendenser som vi ser i dag, tyder på at jordbruket i fremtiden vil bidra med vesentlige vannforurensninger. Økt gjødselintensitet vil medføre økt forurensningsfare. Det gjenstår å se hvor store praktiske konsekvenser det forebyggende regelverket vil få. Forurensningstilførsler fra landbruket er vanskelig å kontrollere tilfredsstillende, og man må regne med at landbruket også i fremtiden vil stå sentralt i forurensnings-sammenheng i Bøelva.

### Prognose for forurensningstilførsler

Med bakgrunner i utviklingstendensene, og data og systematikk for kapittel 4, har vi foretatt et teoretisk overslag over fremtidige tilførsler til vassdraget.

Tallene er usikre og bedre data ville vært ønskelig. De valgte verdier har betydning for senere klassifisering. Ved en eventuell videreføring av arbeidet må grunnlaget utvides.

Tiltak som allerede i dag er planlagt og nært forestående igangsatt, er tatt med, som f.eks. renseanlegget for avløp fra Gvarv og utbedringstiltak på det kommunale avløpsnett. Vi har valgt en planperiode på 20 år (1980-2000).

Viktige forutsetninger er:

- Avrenning fra dyrket mark er skjønnsmessig antatt å følge en økning i gjødselbruken.
- Det antas at tiltak gjennomført til 1980 vil bringe sigevannstilførsler fra slamdeponier under kontroll, og utvikling utover dette tidspunkt er ikke forutsatt.
- Prognosen (som den er fremstilt i fig. 26) tar ikke stilling til valg av rensertiltak for ny bebyggelse. Forurensningsproduksjonen fra denne er medtatt 100%, noe som selvsagt ikke er realistisk, men som for det videre arbeid med analyse av tiltak, er et fruktbart utgangspunkt. Dagens ledningsnett er gitt en tilførringsgrad på 75%, fra 1980 90%.
- Bø meieri nedlegges innen 1980. Industriavløp renses i Bø renseanlegg. Det er ikke tatt med ekspansjon eller nyetablering på industrisektoren.
- Tiltak iverksatt mot punktutslipp i jordbruket er forutsatt å gi en begrenset virkning for silo utslipp før 1980. Ellers er punkttilførsler fra jordbruk holdt konstant i planperioden frem til år 2000.

Fig. 26 viser prognose for forurensningstilførsler til Bøelva fra punktkilder og diffuse kilder beregnet for Bø og Sauherad kommuner.

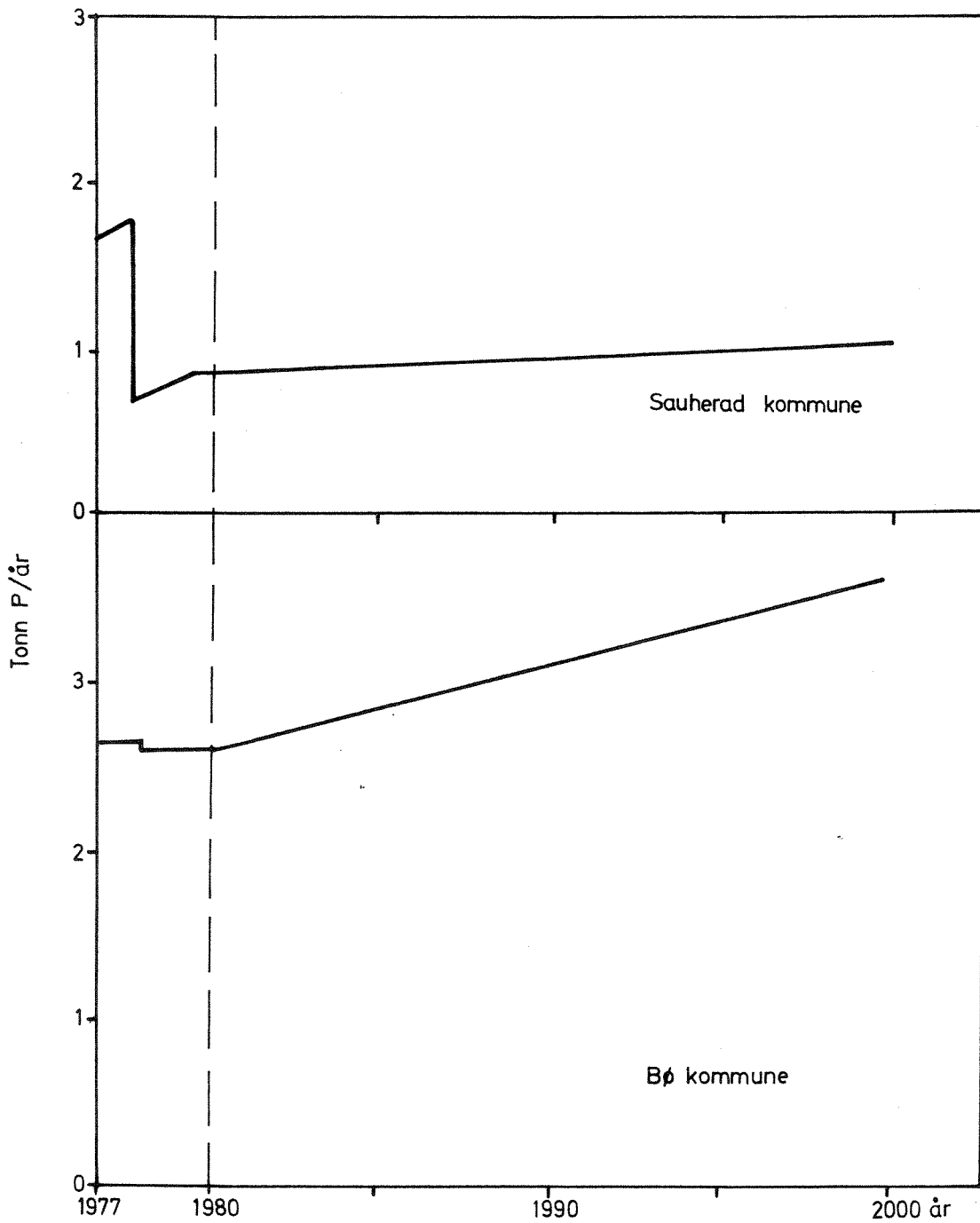


Fig. 26. Teoretisk beregning av forurensningstilførsler til Bø-elva 1977 til 2000 (tilførsler fra punktkilder (P) og diffuse kilder (D)).



### 6.3 Samlet vurdering. Konflikter mellom brukerinteresser

Vi kan fremstille de brukerinteresser som er tilstede og i hvilken retning de påvirker hverandre i en brukermatrise (fig. 27) for Bøelva. Fig. 27 beskriver dagens situasjon og er statisk. Brukerinteressenes innbyrdes forhold er en dynamisk prosess, og skifter med samfunnsutvikling og holdningsendringer m.v. Den generelle tendens i utviklingen er at natur- og miljø-aspektene tillegges stadig større vekt. (Inndeling og rekkefølge av brukerinteressene er litt forskjellig fra hva som tidligere er brukt i dette kapittelet.)

I tabell 18 har vi på bakgrunn av utviklingen i nedbørfeltet prøvet å antyde en mulig forskyvning av brukerinteressene i planperioden. De fleste brukerinteresser vil øke med økende aktivitetsnivå og økende natur- og miljøbevissthet. Vi har her forutsatt en nærmest "selvgenerert" utvikling. ("Kreftenes frie spill"). Til foreløpig anskuelig-gjørelse har vi så fremstilt brukermatrisen mot slutten av planperioden (fig. 28) under forutsetning av en slik "selvgenerert utvikling".

Vi skal i det følgende kommentere konfliktene i dag og i fremtiden (henholdsvis figur 27 og 28). Konfliktene kan deles inn etter tre hovedområder. De vannmengdebestemte konflikter, de vannkvalitetsbestemte konflikter og konflikter av annen art. Det er ingen skarp avgrensning mellom disse konflikttyper. Konflikten kan videre samtidig være knyttet til både kvantitet og kvalitet. I tabell 19 er denne inndeling benyttet, og kode for henvisning til brukerinteressene er angitt. For to alternativer, nærmere beskrevet nedenfor i kap. 8.2., er så konfliktene geografisk lokalisert etter en seksjonsvis inndeling av elva, vist i figur 29.

#### Vannmengdebestemte konflikter

1/6: Energiproduksjon styrer i dag i vesentlig grad vassføringen i Bøelva. Denne virksomhet representerer en påvirkning bort fra naturtilstanden. Så langt man ønsker å opprettholde en naturlig tilstand, må det her kunne sies å være en konflikt mellom energiproduksjon og naturvern. En utbygging av Bøfossane, som forutsetter en tunnel-overføring av vann fra elva, vil, avhengig av utbyggingmåte, tørrlegge elva/medføre sterkt redusert vassføring, på en lengre strekning, eller mer sannsynlig erstatte denne med en rekke terskeldammer i elveleiet.

Fig. 27 Bøelva brukermatrise vannressurser. Dagens situasjon.

1 Verneområder	2 Vannforsyning				3 Rekreasjon	4 Yrkesfiske, dambruk og biol. produksj.	5 Landskapsvern	6 Energi-produksjon	7 Transportåre	8 Ero-sjons-vern	9 Resipient
	Komm.	Ind.	Jord.	Båtsp. o.a.							
a Kommunalt	→										
b Industri		→									
c Jordbruk			→								
a Bading	○		○		○						
b Sportsfiske	○		○		○						
c Båtsp. o.a.	(÷)		○		(÷)						
4 Yrkesfiske, dambruk og biologisk produksjon											
5 Landskapsvern	+		○		○						
6 Energiproduksjon	(÷)		÷		+						
7 Transportåre											
8 Erosjonsvern	○		○		○						
9 Resipient	(÷)		○		○						

Alle aktuelle brukerinteresser tilknyttet overflatevann er medtatt. Svarte felter markerer brukerinteresser som er uaktuelle i Bøelva

÷ Interesser i konflikt med hverandre  
+ Interesser forsterker hverandre i positiv retning  
○ Liten samvirke mellom interesser

Samvirke mellom to brukerinteresser finnes i skjæringsruten mellom vannrett rad for den ene interesse og loddrrett kolonne for den andre interesse.

mindre kvalitetsavhengig

mer kvalitetsavhengig

Tabell 18. Utviklingsretninger for brukerinteresser. Bøelva.

Nr.	Brukerinteresse	Utvikling/hendelser	Brukerinteressenes "verdiforandring"
1	Naturvern-landskapsvern	Verneverdier øker med befolkningsøkning og økende "miljø- og naturbevissthet".	Øker.
2	Vannforsyning	Kommunal vannforsyning sikres, men utbygging av anlegg for jordbruksvanning forventes.	Øker.
3	Rekreasjon	Miljø/naturbevissthet hos folk øker. Turområder søkes vernet nær Bø. Nære badeplasser får stor verdi. Båthold og kanopadling tiltar.	Øker.
4	Fiske	Gode fiskeplasser får stor verdi. Utbygging for laks øker attraksjonen.	Øker.
5	Energiproduksjon	Eventuell utbygging av Bøfossane.	Øker.
6	Transportåre	Minimal.	Minker.
7	Erosjonsvern	De observerte effekter av Sundsbarmreguleringen vil nødvendigjøre stadige sikringsarbeider.	Øker.
8	Resipient	Kommunale utslipp og industriutslipp bringes under skjerpet kontroll. Økt driftsintensitet i landbruket gir økt forurensningstilførsel.	Stabil over de nærmeste ti år.

Fig. 28 Bøelva brukermatrise vannressurser. Tenkt framtidig situasjon.

		1 Verneområder			2 Vannforsyning					
		Komm.	Ind.	Jord.						
1 Verneområder	a Kommunalit	○	→		3 Rekreasjon					
	b Industri	○	→		Bad	Sp.fiske	Båtspport o.a.			
	c Jordbruk	○	○	○	○	○	○			
2 Vannforsyning	a Bading	○	○	○	○	○	○	4 Yrkesfiske, dambruk og biol. produksj.		
	b Sportsfiske	○	○	○	○	○	○	5 Land-skapsvern		
	c Båtspport o.a.	÷	○	○	○	○	○	6 Energi-produksjon		
3 Rekreasjon	a Bading	○	○	○	○	○	○	7 Trans-portåre		
	b Sportsfiske	○	○	○	○	○	○	8 Ero-sjonsvern		
4 Yrkesfiske, dambruk og biologisk produksjon	a Bading	+	○	○	○	○	○	9 Resipient		
	b Sportsfiske	÷	○	○	○	○	○			
5 Landskapsvern	a Bading	○	○	○	○	○	○			
	b Sportsfiske	○	○	○	○	○	○			
6 Energiproduksjon	a Bading	○	○	○	○	○	○			
	b Sportsfiske	○	○	○	○	○	○			
7 Transportåre	a Bading	○	○	○	○	○	○			
	b Sportsfiske	○	○	○	○	○	○			
8 Erosjonsvern	a Bading	○	○	○	○	○	○			
	b Sportsfiske	○	○	○	○	○	○			
9 Resipient	a Bading	○	○	○	○	○	○			
	b Sportsfiske	○	○	○	○	○	○			

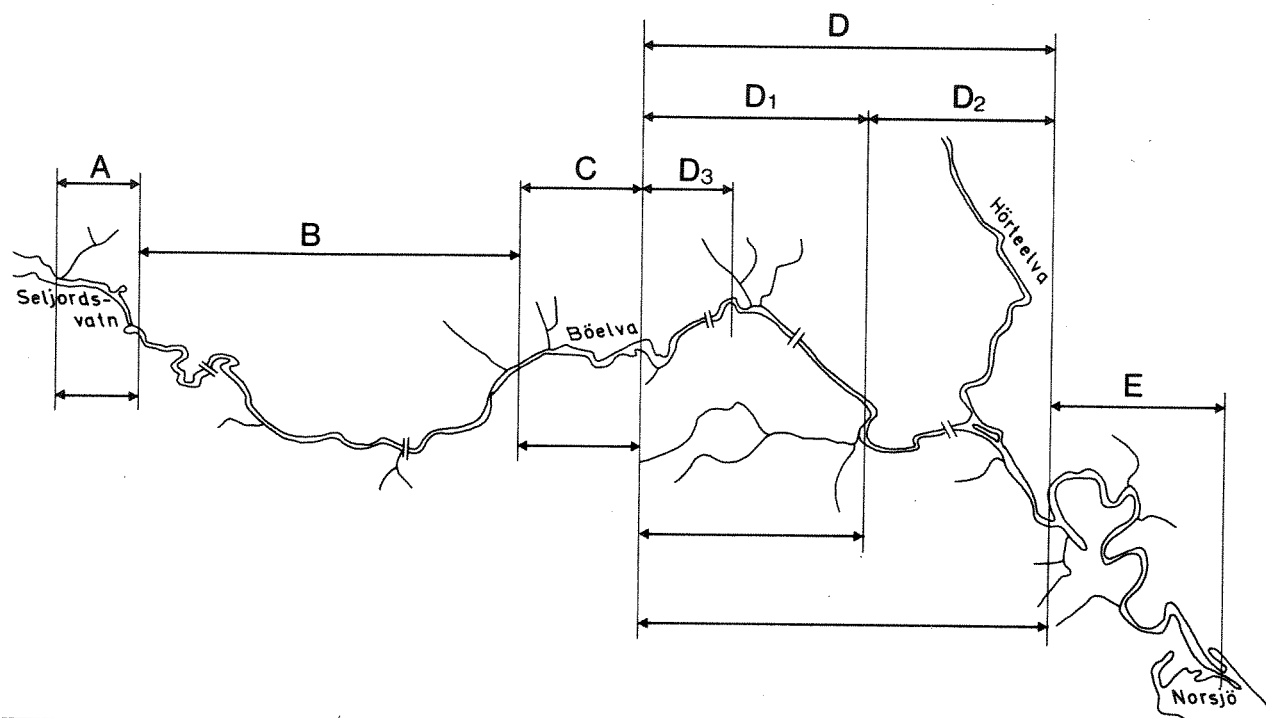
Alle aktuelle brukerinteresser tilknyttet overflatevann er medtatt. Svarte felter markerer brukerinteresser som er uaktuelle i Bøelva

- ÷ Interesser i konflikt med hverandre
- + Interesser forsterker hverandre i positiv rethning
- Liten samvirke mellom interesser

Samvirke mellom to brukerinteresser finnes i skjæringsruten mellom vannrett rad for den ene interesse og loddrrett kolonne for den andre interesse.

mer kvalitetsavhengig ←

→ mindre kvalitetsavhengig



Konflikttype	Kode	Brukerinteresser	Alternative og særlige konfliktområder	
			Alt. 1	Alt. 2
Vannmengdebestemte konflikter	1/6	Energiprod./verneomr.	x	D1
	2a/6	Energiprod./k. vannfors.	x	D1
	2c/6	Energiprod./j.vannfors.	o	D1
	3b/6	Energiprod./fiske	o	D1
	5/6	Energiprod./landskapsvern	x	x
	8/6	Energiprod./erosjonsv.	x	x
	9/6	Energiprod./resipient	x	(x, D1)
Vannkvalitetsbestemte konflikter	1/9	Resipient/verneomr.	x	D1
	2a/9	Resipient/k.vannfors.	x	D1
	3a/9	Resipient/bading	(D2, E)	(D2, E)
	3c/9	Resipient/båtsport	E	E
Andre konflikter	1/3c	Verneområde/båtsport	E	E
	1/8	Verneomr./erosjonsv.	x	x
	3a/3c	Bading/båtsport	E	E
	5/8	Erosjon/landskapsvern	x	x

- o Konflikten er ubetydelig eller ikke tilstede.
- x Konflikten kan opptre over store deler av vassdraget, men er av mindre alvorlig karakter.

Fig. 29. Konfliktregistrering i Bø-elva.

- 2a/6: Ved en eventuell utbygging av Bøfossane vil en konflikt med private vannuttak på den "tørrlagte" elvestrekning kunne oppstå.
- 2c/6: Jordbruks-vannforsyningen bør i dag kunne foregå tilfredsstillende fra Bøelva. Lokalt vil det imidlertid kunne oppstå problemer på strekningen fra Bøfossane og ned til påslippet fra kraftverks-tunnelen. Her kan det tidvis oppstå konflikt mellom elektrisitetsproduksjon og jordbruks-vannforsyning, kvantitets- og kvalitetsmessig, noe avhengig av den kjøreplan man vil få for kraftverket.
- 3b/6: Som tidligere nevnt, pkt. 6.2.4, har reguleringen ved Sundsbarm gjennom endringer i Bøelvas vassføring gitt økt avkastning på enkelte fiskeslag i elva. En utbygging i Bøfossane vil imidlertid måtte pålegges en rekke restriksjoner dersom ikke fisket i Bøelva skal bli skadelidende på store partier. Særlig vil denne konflikten mellom energiproduksjon og fiske aktualiseres ved de fremtidige muligheter for laksefiske
- 5/6: Energiproduksjon med forutgående anleggsarbeider og resulterende  
5/8: tørrlagte fosser vil være uforenlig med landskapsvern i snever forstand. I dag synes ikke konflikten her å være vesentlig. En eventuell oppdemming ved Sagafoss kan gi en grunnvannsheving med følgende forsumping av jordarealer langs en del av elva der vannspeilet blir stuert tilbake. Vi har ikke sikre holdepunkter for i hvilken utstrekning dette vil skje. Erosjonsvern kan ha positive effekter ved å hindre utrasing, og negative ved de inngrep i landskapet som det krever for å kunne etableres og fungere effektivt.
- 8/6: Energiproduksjonen er i dag, som nevnt under pkt. 6.2.7, den  
9/6: indirekte årsak til økt erosjon i deler av elva, og har videre gjennom den tidvise lave sommervassføringen redusert Bøelvas resipientkapasitet. Utbygging i Bøfossane vil gjøre elva i området nord for Bø mindre skikket til å motta tilførsler fra de tilstøtende nærområdene.

Vannkvalitetsbestemte konflikter

- 1/9: Foringelse av rentvannssamfunn og begroing i lokale bekkedrag og i partier av Bøelva er et synlig resultat av resipientbruken. Mye tyder på at man bør kunne klare å bedre forholdene en del med de tiltak man i dag har satt i verk og har under planlegging.
- 2a/9: Den kommunale vannforsyning for Bø er i dag utilfredsstillende fordi man periodevis ved inntaket i Bøelva får for lite vann, og fordi kvaliteten på vannet i Bøelva til tider er mindre bra. Energiproduksjon med regulering og resipientbruk er det som foranlediger disse tilstander. Flytting av vann-inntaket til grusforekomstene ved Hagadrag gjør vannforsyningen for den nærmeste fremtid uavhengig av andre brukerinteresser i feltet.
- 3a/9: Både organismesamfunn og de hygieniske forhold i elva påvirkes av dens bruk som resipient. Kravene badere stiller til sin bade plass, vil lett gå på disse parametre.
- 3c/9: Båtsport i form av kanopadling, der kontakten med vann og naturmiljø er svært nær, finner vi det naturlig å tillegge visse krav til vannkvalitet. Etter som flere av de store punktutslippene blir sanert og ført gjennom renseanlegg, vil vannet og elva få økt attraksjon i relasjon til denne bruksformen. Kloakktilførslene vil også til en viss grad indirekte forårsake begroing av båter med båtplass i elva. Konflikten mellom båtsport og resipientbruk vil derfor trolig avta med de tiltak man i dag tenker å gjennomføre.

Andre konflikter.

- 1/3c: Den båtsport som i dag drives i området, har et omfang som gjør konflikten med verneområder i feltet liten. Imidlertid kan man ikke se bort fra at motorbåter i fart i nedre del av elva og ut i Norsjø i en viss grad vil virke forstyrrende inn på livet i vilt - og fugle - biotopene i dette området. Forutsettes en økt ferdsel med motorbåter i dette området, vil konflikten automatisk forsterkes.
- 1/8: Erosjonsvern forutsetter anleggsvirksomhet og byggverk i elveleiet. Dagens sikringsarbeider har et rimelig omfang, og konfliktene må antas å være små og begrensede. Det er sannsynlig at man de nærmeste år vil få en viss opptrapping av disse arbeidene. Avhengig av utførelse kan slike arbeider, med det inngrep i strandsonen det representerer, gi endrede strømningsforhold i elva, noe som igjen kan gi uheldige skadevirkninger.
- 3a/3c: Motorisert båtsport og bading kan komme i konflikt på de smale elvepartiene der begge brukerinteresser er representert. Øker omfanget av begge brukerinteresser, er det rimelig å forvente en skjerpet konflikt.



## 7. INNLEDNING - ANALYSESTRUKTUR

Registreringsdelen, kap. 1-6, danner grunnlaget for en analyse av materialet. Grunnprinsippene er omtalt i del I, og kap. 8-11 følger grunntrekkene i den ideelle beslutningsmodell i fig. III i del I.

Denne figuren er forenklet og tilpasset Bøelva, som vist i fig. 30. Dette er bl.a. nødvendig da vi har satt opp to alternative mål for bruken av vassdraget. (Nederst på fig. 30 er det gjort henvisninger til kapittelinnstillingen i rapporten.)

De enkelte elementer kommenteres kort (se tallringer øverst på fig. 30):

- ① Registreringer utgjøres av de tre hovedelementer: Reguleringer og tilførsler, Hydrologiske forhold og vannkvalitet og Samfunnsutvikling og brukerinteresser.
- ② Vi har ut fra en mest mulig realistisk vurdering satt opp to alternativer for bruken av vassdraget. Vi har hatt konsekvensene for øye ved valg av alternativer, noe som er illustrert ved tilbakekoblingslinjene øverst og nederst på fig. 30. Bruksmålene er satt opp ut fra et ønske om å fjerne eksisterende og forhindre fremtidige konflikter mellom brukerinteresser samt utnytte vassdraget til samfunnets beste.
- ③ I det neste trinn søkes systematisk etter mest mulig konkrete krav til vannmengder (m), vannkvalitet (k) og eventuelt andre krav (a) for hver brukerinteresse i hvert alternativ. For hvert alternativ kommer vi fram til to sett krav; for Alt. I kalt  $(MKA)_I$  og for Alt. II kalt  $(MKA)_{II}$ . Disse to uttrykk utgjør en konkretisering av de to alternativer for utnyttelsen av vassdraget.

Kunnskaper om vassdragets tilstand og sammenheng mellom reguleringer/forurensningstilførsler og virkningen på vassdraget er nødvendig for å stille opp de endelige krav til kvalitetsnormer og krav til vannmengder m.v.

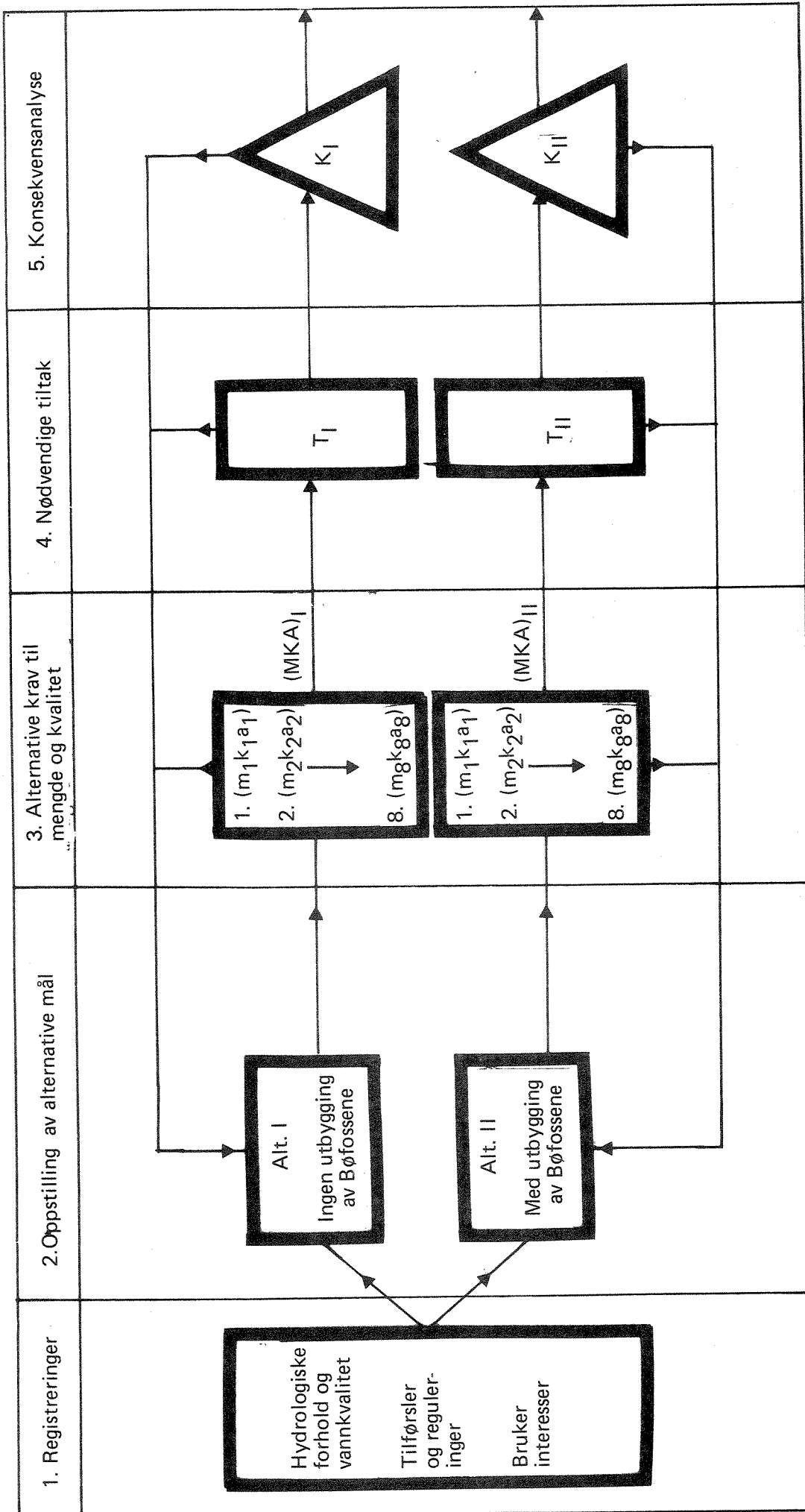


Fig. 30. Analysestruktur. Med utgangspunkt i registreringselementer stilles det opp to alternative mål som konkretiseres i to sett normer for vannmengder, kvalitet m.v.. (MKA)<sub>I</sub> og (MKA)<sub>II</sub>. Sammen med kunnskap og sammenheng mellom inngrep og respons i elva, brukes disse for oppstilling av to tiltakssett (T<sub>I</sub> og T<sub>II</sub>) for hvilke det så foretas konsekvensanalyser (K<sub>I</sub> og K<sub>II</sub>).

- ④ For hvert alternativ utredes så tiltaksett:  $T_I$  og  $T_{II}$ . Vi har hovedsakelig behandlet tekniske tiltak. Tiltakene omfatter hovedgruppene forurensningstilførsler, tiltak i forbindelse med vannkraftutbygging og andre tiltak som erosjonsvern, mudring m.v.

Kostnadene er beregnet for hvert tiltak. For forurensningstilførsler er det foretatt en kost/nytte - analyse av forurensningsbegrensende tiltak tanke på en mest mulig riktig prioritering av kilder og valg av gjennomføringstakt.

- ⑤ Fordeler og ulemper ved tiltakene, konsekvenser, er så diskutert og vurdert.

Både kvantifiserbare og ikke kvantifiserbare konsekvenser er tatt med. Tiltakene er diskutert ut fra en økonomisk, arbeidskraftmessig, miljømessig og en sosial synsvinkel.

Vår analyse avsluttes ved å fremstille konsekvensene for de to alternativer. Vi har ikke anbefalt noe spesielt utnyttelsesalternativ.

## 8. MÅL FOR BRUKEN AV BØELVA

### 8.1 Overordnede mål

I de foregående kapitler er det gjort kort rede for eksisterende og fremtidige forhold i vassdraget. I kap. 8-10 vil vi forsøke å illustrere måter å analysere dette materialet på.

Vi kan si at hovedmålet for en vannbruksplan er å bidra til å oppfylle fylkesplanens mål om økonomisk utvikling, sosial velferd, inntektsfordeling og miljø-ressursvern. I utkast til ny planleggingslov heter det i § 2 bl.a.:

"Ved planlegging og iverksetting av tiltak skal det legges særlig vekt på å

- a) forvalte naturressursene, grunn, vann og luft slik at de ikke forringes eller går tapt som grunnlag for menneskenes livsutfoldelse, helse og trivsel, og herunder sørge for et effektivt jordvern.
- b) gi plass for en likeverdig utvikling av bosetting, yrkesliv og livsvilkår for folk og lokalsamfunn i ulike deler av landet."

Disse generelle utsagn kan f.eks. knyttes til følgende mål om vannressursenes bruk:

1. Bidra til økonomisk utvikling i nedbørfeltet.
2. Bidra til å høyne befolkningens velferd ved en riktig fordeling av de tjenester vassdraget yter samfunnet.
3. Bevare, utvikle og delvis gjenopprette vassdragets egenverdi, som økologisk system og som element i naturen og gi senere generasjoner en mulighet med hensyn til utnyttelse av vassdraget (miljøvern i vid forstand).

La oss se på hvordan de enkelte brukerinteresser hver for seg bidrar til de tre hovedmålene ovenfor. Dette er vist på et prinsipielt grunnlag i tabell 20 på neste side. Her er brukerinteressen forsøkt sammenholdt med de tre nevnte mål.

Hovedmål Brukerinteresse	Økonomisk vekst	Økt sosial velferd	Miljøkvalitet
1. Vannforsyning, kommunal industri jordbruk	Økt tomteverdi tiltrekker industri. Bedre vann-avhengige produkter. Større/mer effektivt landbruk.	Trygghet, folkehelse, variert produksjonsgrunnlag, opprettholdelse av jordbruk/bosettingsmønster.	-
2. Rekreasjon	Større turistinntekter.	Bedre og mer variert rekreasjonstilbud.	Naturopplevelse, psykisk helse.
3. Fiske, vilt	Rentvannsarter tiltrekker sportsfiskere (ørret). Større avkastning av verdifulle fiskeslag.	-	Naturopplevelse, psykisk helse.
4. Naturvern Landskapsvern	-	-	(Sammenfallende uttrykk)
5. Energiproduksjon	Bedre energiforsyning.	-	Store naturinngrep.
6. Transport	Billigere sjøtransport.	-	Inngrep i naturen (kanaler, sluser).
7. Flomsikring	Sikring mot avlingstap, erosjon, skader på tekniske anlegg (bygninger, veier).	Trygghet mot tap av egne verdier.	Gunstig å "temme naturen".
8. Resipientbruk	Serker grunnlagsinvesteringen. Billigere produkter.	-	Dårligere vannkvalitet.

Tabell 20. Eksempler på sammenhenger vannbruk - politiske mål.

Disse generelle betraktninger har fremdeles begrenset praktisk verdi, men tjener til å illustrere hvordan vannbruk kan knyttes til "runde politiske formuleringer". Illustrasjonen er også relevant for Bøelva.

Det er viktig hvilket utgangspunkt man velger for å stille opp målet. Visse mål kan settes opp for bruken, og planleggingen baseres på hvordan disse skal nås. Motstykket er en ren trendfremskrivning av forskjellige brukerinteresser hvor man forsøker å tilpasse bruken av elva etter dette. Sistnevnte representerer et mer passivt utgangspunkt, hvor Bøelva kun betraktes som en ressurs for utnyttelse med relativt liten vekt på elvas egenverdi. Som omtalt i rapportens del I, er det udiskutabelt riktig å velge førstnevnte fremgangsmåte.

Som rettesnor for en praktisk behandling av målspørsmålene, siteres fra fylkesutvalgets vedtak 26. august 1976. Det heter her at siktemålet med prosjektet er en vannutnyttingsplan som (for hele Telemark) tar sikte på:

- " - å sikre tilgangen på tilfredsstillende vann til husholdning, jordbruk og industri og ikke forringe denne tilgang for fremtiden.
- å vurdere de ulike tekniske tiltak og nytte/omkostnings-forholdet for de enkelte bruksinteresser med sikte på en prioritering.

- å opprettholde og verne om betydningen vannforekomstene har som natur.
- å utvikle og nyttiggjøre de ressurser som er knyttet til vannforekostene.
- å ivareta vitenskapelige og kulturelle verdier knyttet til vannforekomstene, og skape harmoni mellom vannforekomstene og samfunnet de skal tjene. "

Disse generelle mål har betydning i det langsiktige arbeidet med en vannbruksplan for hele Telemark, og har derved også stor praktisk betydning for arbeidet med Bøelva. I en konkret analyse må imidlertid målene ytterligere detaljeres og konkretiseres.

## 8.2 Praktiske mål - alternativer for bruken av vassdraget

Den ideelle løsning ligger i at alle brukerinteresser kan tilfredsstilles opp mot 100 %, dvs. Bøelva bør gi god vannforsyning, produsere energi, gi gode rekreasjonsmuligheter, rikt fiske m.v.

I utgangspunktet bør en stille alle brukerinteresser likt. Det er galt i utgangspunktet å forutsette at f.eks. utbygging av Bøfossane ikke kan forenes med kravet om å bevare Bøelva som naturelement og økologisk system, til rekreasjon og til fiskeformål osv. Vannplanleggeren vil i en slik situasjon ha innnevret sine muligheter.

I valg av alternative mål har vi forutsatt få, realistiske alternativer som innbyrdes har en klart definert avstand slik at det foreligger en reell valgmulighet.

Vi har valgt følgende to alternativer som samlet sett skulle reflektere et ønske om maksimal tilfredsstillelse av brukerinteressene:

### Alt. I

Elva utbygges ikke for vasskraft. Brukerinteressene foruten energiproduksjon søkes tilfredsstillet fullt ut ved at eksisterende konflikter fjernes og mulige fremtidige forebygges.

## Alt. II

Elva utbygges ytterligere for kraftproduksjon i Herrefoss og Oterholtfossen. Brukerinteressene for øvrig søkes tilfredsstillet som i Alt. I. På den elvestrekning som direkte berøres av reguleringen, er forutsatt en avveining mellom energiproduksjon og andre interesser.

Reguleringene i Alt. II er vist på fig. 25. (Kort overføring til Grivi, den lengre overføring til Haatveit anses ikke aktuell.)

Forskjellen mellom Alt. I og Alt. II ligger først og fremst i bruken av Bøelva til kraftformål. Målene for vannkvalitet er like i begge alternativer.

Det er åpenbart en rekke andre alternativer som kan vurderes. F.eks. kan man tenke seg på lang sikt å se nærmere på elvas biologiske produksjonsmuligheter. På kortere sikt er det imidlertid særlig reguleringsalternativenes plassering og omfang som kan varieres. Vi mener at de to valgte alternativer er blant de mest realistiske ut fra følgende to forhold:

- a) Det er relativt moderate konflikter mellom de sterkt kvalitetsavhengige interesser. Samtidig er disse interessene alle meget sterke, og målet bør være å bevare, utvikle og sikre disse interessene i fremtiden slik at alle tilfredsstilles så langt råd er. (Heri inkludert naturvern/landskapsvern.)
- b) Alt. II har delvis sammenheng med de foreliggende urealiserte planer for regulering av Bøfossane, delvis med antakelsen om et økt press på vannkraftressursene fremover på landsbasis.

Elvekraftverk som kraftverkstype vil i mange tilfeller medføre relativt moderate inngrep. På den annen side ligger ofte disse kraftverkene nær bebyggelse, slik at inngrepene kan veie tungt. (Jfr. Bingsfoss i Glåma.) Det er ikke urealistisk å anta at interessen for utbygging av Bøelva vil bli større.

De generelle og mer spesifiserte mål skulle være tilstrekkelig presentert. De neste skritt i analysen vil være en nærmere diskusjon og kommentering av de krav til vannmengder og kvalitet brukerinteressene i de ulike alternativer krever.

## 9. KRAV TIL VANNMENGDER OG KVALITET

### 9.1 Vurderingsgrunnlag

For å stille opp de to alternativenes konkrete krav til vannmengder, vannkvalitet og andre krav som bunnforhold, strandforhold m.v., trenger vi kunnskaper på følgende områder:

1. De enkelte brukerinteressers generelle krav (uavhengig av sted, f.eks. krav til drikkevann fra spring).
2. Kjennskap til Bøelvas forurensningssituasjon og hvordan de ønskede kvalitetsmål kan karakteriseres rent fysisk/kjemisk og biologisk.
3. Kjennskap til virkninger av de foreslåtte reguleringsinngrep i Alt. II.
4. Konfliktregistreringer. Nøkkelen til oppnåelse av målene ligger i å fjerne/forebygge konflikter.

### 9.2 De enkelte brukerinteressers krav

Nedenfor er systematisk gjennomgått hver brukerinteresse i hvert alternativ og angitt krav til vannmengde (m), vannkvalitet (k) og andre krav (a) (terskler, dammer m.v.).

De oppsatte mål hva krav til vannuttak angår, refererer seg til slutten av planperioden; år 2000.

#### 1. Naturvern - landskapsvern

##### Mengde

Bøelva og ovenforliggende vassdragsavsnitt utgjør en ressurs som utnyttes av mange brukerinteresser, og det er prinsipielt sett riktig å akseptere visse inngrep i form av reguleringer og forurensningstilførsler. I en relativt intensivt utnyttet elvestrekning som Bøelva vil vi i utgangspunktet velge de enkelte brukerinteresser som bestemmende for alternativenes krav til vassføring. (Det er ikke herved ment å nedprioritere naturvern-/landskapsvern-hensynet.)



I Alt. II vil strekningen Oterholt - Sperrud særlig bli berørt. Her vil det være aktuelt med tiltak for å ivareta flere brukerinteresser. I tillegg til de rent økologiske/naturvern/landskapsmessige, stiller både fisk, rekreasjon og delvis vannforsyning "krav" til dempet regulering.

Vi vil understreke at de krav som er antatt til minstevassføring i Alt. II på nevnte elvestrekning, er helt og holdent basert på skjønn. Vi har ingen undersøkelser å støtte oss til i denne sammenheng. Kravet består i et påslipp av vann (utenom flomperioden) ved Oterholt og fysiske tiltak som dammer og terskler for å dempe mulige uheldige virkninger av reguleringen. Vi vet lite om de resipientmessige virkninger av slike inngrep.

Når det gjelder minstevassføring har vi tatt situasjonen i somrene 1975 og 1976 som indikasjon. Vassføringen var ved Hagadrag da ca.  $2 \text{ m}^3/\text{s}$ , uten at vi kjenner til at dette medførte omfattende bruksmessige ulemper. Nedbørsfeltet i planområdet bidro i denne perioden med en vassføring på ca.  $0,5 - 1 \text{ m}^3/\text{s}$  (oppstrøms Hørteelva). En minstevassføring ved Hagadrag på  $2 \text{ m}^3/\text{s}$ , vil tilsvare ca.  $2,5 - 3 \text{ m}^3/\text{s}$  på den berørte strekning Oterholt - Sperrud.

Vi har antatt en minstevassføring på ca.  $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$  om sommeren som krav på den aktuelle elvestrekning. Den praktiske konsekvensen vi avleder av dette kravet er at kraftverket må stå om sommeren (uke 25-35). Se nedenfor pkt. 10.3 om tiltak i forbindelse med vannkraft. Kravet blir da at den regulerte elvestrekning om sommeren (uke 25-35) skal motta en vannføring som idag, men at det settes i verk tiltak, eventuelt med en samkjøring med Sundsbarm, som hindrer at vannføringen under-skrider  $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$  i denne perioden.

Resten av året forutsetter vi at kraftverket skal holde en minstevassføring på  $8 \text{ m}^3/\text{s}$ . Dette kravet er stilt for å gi en rimelig vannmengde for transport av forurensninger vår og høst.

Det må poengteres sterkt av grunnlaget bak og derfor også vurderingen av krav til minstevassføringer sålangt er beheftet med mangler og at en grundigere undersøkelse av vassdraget spesielt med tanke på å utlede hensiktsmessige minstevassføringskrav kreves dersom planer om kraftverksutbygging skal realiseres i fremtiden. Særlig er undersøkelser og dokumentasjon hva fiske angår svak (se nedenfor pkt. 4).

Foreløpige beregninger gjort ved NIVA i forbindelse med undersøkelsen av vassdraget tyder på at en minstevassføring om sommeren på 5-6 m<sup>3</sup>/s ved Hagadrag er gunstig når man ser hen til fosforkonsentrasjonene i vannmassene i nedre deler av elva. For å få sikrere holdepunkt for hva som er en hensiktsmessig minstevassføring, kreves det imidlertid intensiv oppfølging av vassdraget over en periode av minst fem år. Det her omtalte arbeidet er koplet til reguleringer ved Sundsbarm og de konsekvensene denne har for vannføringen i Bøelva. Ved en eventuell utbygging i Bøfossane bør minstevassføringsproblematikken her tas opp ved like bredtanlagt for- og etterstudie før man fastslår de krav som utbyggeren pålegges.

### Kvalitet

Rent landskapsestetiske forhold vil i liten grad bestemme kvalitetsforhold i Bøelva. Foruten de spesifikke krav de andre brukerinteressene stiller, er det ønskelig å opprettholde en tjenlig økologisk balanse i Bøelva. Dette vil i vid forstand bety at en "naturlig" forekommende artsammensetning og mengdemessig fordeling mellom arter bør sikres. Betydelig forekomst av alger i vannmassen, større områder med begroing av en eller flere dominante arter som kan være tegn på et økosystem i ubalanse bør unngås.

Ut fra de generelle miljø- og naturvern hensyn alene vil vi anta at den nedre del av elva bør forbedres, slik at den får en høyere klasse, fra G3 til G2. Dette gjelder i begge alternativer.

### Mål

	n	k	a
Alt. I	Ingen (evt. 5-6 m <sup>3</sup> /s sommer) 2,5 m <sup>3</sup> /s sommer 8 m <sup>3</sup> /s resten av året	Strekn.	Estetisk og landskapsmessig tilfredsstillende forhold
Alt. II		A-B, kl. G1 G-C, kl. G2	

I punkt 9.3 og 9.4 er kvalitetskravene ytterligere konkretisert.

2. Vannforsyning

2a Kommunal (industriell) vannforsyning

Mengde

Forbrukstallene for 1977 er basert på befolkningstallet i nedbørfeltet i 1977 (5700) og et antatt spesifikt forbruk på 500 l/p.d. Forbruket i år 2000 er antatt ut fra kapasiteten på det nye grunnvassverket ved Hagadrag.

(Sauherad kommune vil forsynes med vann fra annet nedbørfelt.)

Kravet til mengde settes lik vassverkets kapasitet på 9000 m<sup>3</sup>/d. Kravet gjelder for begge alternativer. I Alt. II forutsettes nok vann på den berørte elvestrekningen til forsyning av private brønner/inntak.

Kvalitet

Helsemyndighetenes krav (22) til kranvann og SNVs forslag tilnormer for drikkevann (14) er nyttet som holdepunkter. Dessuten følgende retningslinjer for bakteriologisk bedømming av drikkevann (22) utgitt av SIFF.

Tabell 21. Retningslinjer for bakteriologisk bedømming av drikkevann (NS4751)

Vannkilde	Koliforme bakterier pr. 100 ml vann	Termostabile koliforme bakterier pr. 100 ml vann	Kimtall 20°C i 72 h
Overflatevann (innsjø, dam, elv, bekk e.l.) uten desinfeksjon	Godt < 1 Tvilsomt: 2 til 30 ikke brukbart: > 30	Må ikke påvises	Godt: <100 Tvilsomt: 100 til 500 Ikke brukbart uten nærmere undersøkelse > 500
Overflatevann, etter desinfeksjon, og grunnvann	Godt: < 1 Tvilsomt: 1 til 2 ikke brukbart: > 2	Må ikke påvises	Godt: <10 Tvilsomt: 10 til 100 ikke brukbart uten nærmere undersøkelse: > 100

For vann til buskap stilles samme krav som til drikkevann. NLH (5) mener det verken hygienisk, bruksmessig eller teknisk-økonomisk er aktuelt med et skille.

Kravene til kvalitet ved Hagadrag må opprettholdes. Bøelvas for øvrig beskjedne bruk som drikkevannskilde gjør det rimelig å forutsette at det ut fra et vannforsynings synspunkt alene ikke er aktuelt å redusere den bakteriologiske forurensning i vassdraget slik at elva på hele strekningen kan klassifiseres som god eller brukbar.

I en slik antakelse ligger en av de nevnte "foreløpige konsekvensanalyser". Det er åpenbart at for å oppnå råvannskvalitet som tilfredsstillendenevnte krav, er det nødvendig med svært omfattende tiltak mot punktkilder og diffuse kilder. Det er et spørsmål om det overhodet vil være mulig rent teknisk å tilfredsstille bakteriologiske krav til vassdraget med det aktivitetsmønster vi har langs vassdraget. Alternative måter å sikre hygienisk og bruksmessig tilfredsstillende drikkevann på for de små, private uttak langs vassdraget vil være rensing (ved f.eks. ultra-fiolett bestråling), eventuell tilkobling til vannledningsnett. Dette vil åpenbart være billigere. Det er ikke nødvendig å foreta noen kostnadsberegning eller annen vurdering for å fremme en slik påstand.

En tilsvarende problemstilling gjelder pH. SIFF anbefaler pH i området 8 - 8,5, mens pH i elva ligger i området 6,5 - 7,0. pH-heving av drikkevannet er her opplagt den riktige løsning.

Det er med andre ord neppe behov for betydelige bakteriologiske eller fysisk/kjemiske kvalitetsforbedringer ut fra vannforsynings situasjonen i Bøelva alene.

#### Andre krav

Ved grunnvannsinntaket må det være rimelig sikkerhet mot akutt forurensning av vannkilden. (Tankbilvelt på RV 36.)

Mål

Disse kan sammenfattes slik:

	m	k	a
Alt. I	9000 m <sup>3</sup> /d uttak	Dagens	Sikkerhet mot akutt forurensning
Alt. II	Som Alt. I. Nok vann på elvestrekning D1 for mindre uttak	"	

2b Jordbruksvanning

Mengde

Uttaket i år 1977 og år 2000 er antatt til 3000 henholdsvis 5000 m<sup>3</sup>/døgn.

Vi antar at jordbrukets vanningsbehov kvantitativt bør tilfredsstilles fullt ut i hele planperioden. Det sies å ligge betydelig avlingsgevinst og økt sikkerhet ved god og sikker jordbruksvanning, noe tørkesomrene 1975 og 1976 med etterfølgende sterk utbygging av vanningsanlegg har vist. Vi antar at med den vekt som tillegges jordvern og matvareproduksjon, vil det være en riktig målsetting å garantere jordbruket nok vann til enhver tid.

Dette kravet gjelder for begge alternativer. I Alt. II må det være tilstrekkelig vann på den berørte elvestrekning til å tilfredsstillere behovet. Vi antar at en femtedel av jordbruket vil være avhengig av den del av elva som blir berørt av reguleringene i Alt. II (elvestrekning b.)

Kvalitet

Det er få holdepunkter for jordbrukets krav til vannkvalitet. Forholdet er diskutert i (10), men tallverdier er ikke antydnet. Det er nevnt en tysk tabell som gir grenser for innhold av tungmetaller.

For praktiske holdepunkter har vi brukt de finske retningslinjer (16) som setter et skille mellom vann til vanning av grønnsaker og vann som bare egner seg til korn- og engarealer mellom kvalitetsklasse 3 og 4. Anvender vi disse retningslinjer på Bøelva, har denne tilfredsstillende vannkvalitet for jordbruksvanning, med unntak av Bøevju hvor vann til grønnsakvanning synes tvilsomt.

Hvis vi tar jordbruksvanningen alene, bør dagens vannkvalitet opprettholdes, og Bøevjus kvalitet bedres slik at denne også kan brukes til vanlig vanning.

### Mål

	m	k	a
Alt. I	Totalt 5000 m <sup>3</sup> /d	Dagens	
Alt. II	D1 - 1000 m <sup>3</sup> /d	Bø-evju forbedres til vanlig vanning	

### 3. Rekreasjon

#### 3a Bading

##### Mengde

Mengdemessig byr ikke dagens variasjonsområde for vassføring på problemer. Det er påpekt en for høy vannstand ved badeplassen ved Gvarv sommeren 1977, men en justering av badearealet er åpenbart en på alle måter riktigere løsning enn å endre manøvreringsreglementet.

Problemer på grunn av lav sommervassføring er ikke registrert. Sommeren 1975 ble det observert lav vassføring på 2 m<sup>3</sup>/s (ved Hagadrag) uten problemer for badingen.

I Alt. II vil en rekke badeplasser bli berørt. Man bør sette seg som mål å opprettholde bademulighetene på den berørte elvestrekning. Fra Oterholt til Sperrud antas en minstevassføring på 2,5 m<sup>3</sup>/s å tilfredsstille badeinteressene. Bygging av terskler, dammer m.v. må her vurderes nærmere.

##### Kvalitet

Det spinkle bakteriologiske datagrunnlag synes å indikere at man med hensyn til Bøelvas brukbarhet for badeformål, jfr. fig. 24, befinner seg i grenseområdet mellom klasse B1 og B2. Vi vil anta at det med de sterke badeinteressene som finnes i området, er et realistisk mål å søke å redusere den bakteriologiske belastning på elva slik at den i sin helhet kan gis klasse B1 i fremtiden.

Vi antar at begroingsproblemer er til en viss sjenanse for badelivet, og at en reduksjon av disse vil være ønskelig. En må særlig være oppmerksom på begroingsproblemer ved Alt. II.

Begge alternativer stiller like krav med hensyn til kvaliteten for badeformål.

#### Andre krav

Utenom kravene til mengde og kvalitet må forholdene fysisk legges til rette for bading ved at tilgjengelighet sikret, gode badeplasser opparbeides m.v. I særlig grad må en være oppmerksom på dette i Alt. II og III.

#### Mål

Disse sammenfattes slik:

	m	k	a
Alt. I	Dagens variasjonsområde	Klasse B1,	Gode,
Alt. II	Minstevassf. 2 m <sup>3</sup> /s (Hagadrag m.v.)	begroing unngås	attraktive badeplasser

### 3b Båtsport

#### Mengde

Dagens variasjonsområde er tilfredsstillende. Ingen konflikter knytter seg til spørsmålene om "nok" eller "for mye" vann. Alt. II stiller ikke særlige krav, da elvestrekningen D1 har mye stryk og i dag er lite egnet/brukt til båtsport.

#### Kvalitet

Båtsporten stiller i seg selv små krav. Den tilfredsstillende utøvelse er imidlertid avhengig av god kvalitet. De finske normer antyder at sterkt forurensede områder kun passer for gjennomgangstrafikk.

For kanopadling setter vi en brukbar badevannskvalitet som krav. De krav brukerinteressen friluftsbad stiller, vil tilgodese båtsporten.

#### Andre krav

Konflikter mellom energiproduksjon og båtsport bør fjernes ved mudring. Vi antar at en og en halv meter seilingsdybde i merket led bør være et rimelig krav. Det er åpenbart uaktuelt å løse konflikten ved å endre Sundsbarmreguleringen; dvs. satse på en utspyling.

Mål

	m	k	a
Alt. I		(Som	Mudring ved utløp
Alt. II	Ingen	bading)	i Norsjø. (1,5 m seilings- dybde, merket led.)

4. Fiske

Mengde

Elva er god som fiske-elv med betydelige utviklingsmuligheter. Dette må tilgodesees i alle alternativer. Mengdemessig synes reguleringen å ha vært til fordel for fisket, bl.a. ved at siken nå synes å gå lenger opp i vassdraget. Det er følgelig ikke grunn til å stille noen krav til endringer i kjøringen av Sundsbarm kraftverk av hensyn til fisket.

I Alt. II vil vi måtte ta betydelig hensyn til fiskeri-interessene ved en eventuell regulering. Det må være nok vann i elva til at fiskebestanden kan opprettholdes, eventuelle gyteplasser ikke ødelegges, oppgangsmuligheter sikres (laksetrapp) m.v.

Hvorvidt kravet til minstevassføring på  $2.5 \text{ m}^3/\text{s}$  på den berørte elvestrekning er tilfredsstillende ut fra et fiskerisynspunkt finnes det ikke grunnlag for å ta stilling til. Her kreves nærmere utredninger. Den antatt minste vassføring må sees som et minimum som eventuelt kan justeres oppover.

Kvalitet

Vi har ikke klassifisert vassdraget etter brukbarheten for fiskeformål. Sammenholder vi SNV's grenseverdier for overflatevann passende for edlere fiskeslag (laks og aure), tilsier verdiene at elva burde egne seg godt for de mest kvalitetskrevende fiskeslag. Dagens gode fiske er det beste bevis på elvas brukbarhet til fiskeformål.

Det må forlanges at dagens vannkvalitet opprettholdes. Det er ikke grunn til å påstå at betydelige forbedringer er nødvendige av hensyn til fisket, isolert sett.

Det må stilles samme kvalitetskrav i alle alternativer.



Andre krav

- I Alt. II må det særskilt i tillegg til vannmengde-kravene vurderes
- fysiske tiltak som dammer, terskler, trapper m.v.
  - behovet for fiskekultur.

Mål

Sammenfatning:

	m	k	a
Alt. I	Dagens forhold		Fysiske tiltak
Alt. II	minstevassf. ved Oterholt 2,5 m <sup>3</sup> /s (justerbar)	Dagens forhold	i Dl. Evt. fiskekultur

5. Energiproduksjon

Krav til vannmengde begrenses av de naturlige vassføringer og de vannmengder andre brukerinteresser stiller på de berørte strekninger i Alt. II. Vi kan i utgangspunktet bruke de krav som de foreliggende planer indikerer. Dette går fram av oppstillingen nedenfor.

Energiproduksjon er for praktiske formål kvalitets-uavhengig.

	m	k	a
Alt. I	4,5 m <sup>3</sup> /s	ingen	ingen
Alt. II	Full utnyttelse av gj.snitt vassføring 25 m <sup>3</sup> /s v. Hagadrag < 8% flomtap v. Oterholt	ingen	kanalisering ved Hørtefoss elvemagasin v. Oterholt

## 6. Erosjonsvern

Erosjonsvern er ingen egentlig brukerinteresse. Man kan imidlertid teoretisk forestille seg at de økonomiske konsekvenser ved bygging for erosjonsvern blir så store at det vil lønne seg å endre reguleringsforholdene. Med de planlagte utbyggingstiltak i Bøelva er det imidlertid ikke realistisk å regne med at en slik situasjon vil oppstå. Av hensyn til erosjonsvernarbeider er krav til vassføring eller kvalitet følgelig ikke aktuelle.

## 7. Resipientbruk

Denne bruken krever i seg selv ingen vannmengder eller kvalitet. Det er de andre interesser som stiller krav til resipientbruken gjennom sine krav til vassføring og kvalitet.

Ideelt sett kan vi definere resipientbruk som det at vi disponerer et vassdrag for forurensninger så langt ikke andre brukerinteresser skades.

En sammenstilling av de enkelte brukerinteressers maksimale krav er gitt i tabell 22. (Brukerinteressenes "ønskeliste".)

Tabell 22. Brukerinteressenes krav ("ønskeliste").

Brukerinteresse	Delmål	Når	Krav til vannmengder	Krav til vannkvalitet	Andre krav
1. Naturvern - landskapsvern	Opprettholde Bøelva som verdifull del av landskapet som et balansert økologisk system. Vern av viktige biotoper (bever).	Hele året	Ingen spesielle $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ sommer $8 \text{ m}^3/\text{s}$ ellers v. Oterholt	Lav forurensningsgrad (klasse G1 og G2)	Etisk og landskapsmessig tilfredsstillende forhold
2. Vannforsyning a. Kommunal og industriell b. Jordbruks- vanning	Forbedre eksisterende og sikre ny tilfredsstillende vannforsyning i planperioden langs hele vassdraget. Sikre tilstrekkelig vann av tilfredsstillende kvalitet for vanning av eksisterende og nye jordbruksarealer	Hele året  Mai - september	1977 $\approx$ $2850 \text{ m}^3/\text{d}$ 2000 $\approx$ $12000 \text{ m}^3/\text{d}$  1977 $\approx$ $3000 \text{ m}^3/\text{d}$ 2000 $\approx$ $5000 \text{ m}^3/\text{d}$	  Ingen spesielle krav til vannkvalitet. Dagens forhold	Sikkerhet mot akutt forurensning  Ingen
3. Rekreasjon a. Bading b. Båtsport	Opprettholde og utvikle bademulighetene i planperioden. Unntatt lokale bekker (Bøevju). Opprettholde og utvikle mulighetene for båtsport	Mai - september  Hele året men særlig mai-sept.	Nåværende variasjonsområde synes gunstig. Retningsgivende minimumsføring $2 \text{ m}^3/\text{s}$ v/Hagadrag. Nåværende variasjonsområde tilfredsstillende	Klasse B1, begroing reduseres.  Dagens kvalitet tilfredsstillende	Lett tilgjengelige, gode badeplasser. Seilingsdybde i merket led ved utløp Norsjø
4. Fiske	Opprettholde dagens fiske-muligheter. Utvikle Bøelva som lakseelv	Hele året	Nåværende variasjonsområde tilfredsstillende	Dagens kvalitet tilfredsstillende	Evt. dammer, terskler, fiskekultur
5. Energi- produksjon	Utnytte elvas vannkraft-potensial for å bidra til å møte landets etterspørsel etter kraft	Hele året særlig vinteren	For økonomi, full utnyttelse av dagens vannføring. Gj.snitt $\sim 25 \text{ m}^3/\text{s}$ v.Hagadr. Opptil $44 \text{ m}^3/\text{s}/<8\%$ flomtap v.Oterholt	Ikke aktuelt	Oppdemning i Sagafoss, kanalisering fra Seljordvatn til Herrefoss
6. Transport	Elva anses ikke lenger aktuell som transportvei	-	-	-	-
7. Flomsikring erosjonsvern	Flom- og erosjonsskader motvirkes	I perioder med høy vannføring, særlig vår og høst	Ingen	Ingen	-
8. Resipientbruk	Elva vil forbli eneste resipientmulighet. Jordmonnet bør, hvis mulig, nyttes som primærresipient	Hele året	Ingen	Ingen	-

Tabellen kan oppsummeres slik:

1. Kvalitetskrav for Alt. I og Alt. II består begge i forbedring av vannkvaliteten til lav forurensningsgrad ( G1 og G2).
2. Kvantitetskrav i Alt. I er ikke aktuelle. Dagens forhold er tilfredsstillende. I Alt. II vil retningsgivende minimumsvassføring på strekningen D1 være  $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$  sommerstid og  $8 \text{ m}^3/\text{s}$  ellers i året.
3. Andre krav utgjøres i begge alternativer av tiltak for å sikre bade-plasser og større seilingsdybde i utløpet i Norsjø. I Alt. I kommer spesielle tiltak som terskler, dammer m.v. på den berørte elvestrekning Oterholt/ Sperrud.

### 9.3 Virkning av forurensningstilførsler

#### 9.3.1 Kritiske forurensningstyper

For å gjøre kvalitetsmålene "operative", dvs. kunne sette opp kvalitetsnormer uttrykt som konsentrasjoner av forurensningskomponenter, må vi ha kunnskap om årsak/ virkningsforhold i Bøelva. Normer som beskriver våre mål om økologisk balanse, klasse G1 og G2 for forurensningstilstand og klasse B1 for badevann, må ta utgangspunkt i elva.

På kvalitetssiden er det først nødvendig å identifisere de "kritiske typer forurensningssituasjoner", dvs. de som i dag eller i fremtiden medfører/ vil medføre konflikter hvis samfunnsutviklingen fortsetter uten tiltak.

Forurensningssituasjoner kan generelt inndeles i fire kategorier:

- organiske stoffer som lager problemer ved sin nedbrytning i vannforekomstene (saprobiering)
- uorganiske stoffer som medfører en gjødslingseffekt i vannforekomstene (eutrofiering)
- giftstoffer som innvirker på vassdragenes organismeliv (giftvirkninger)
- patogene organismer som har hygieniske eller epidemiologiske virkninger (sykdomsvirkninger)

Som regel vil en kombinasjon av disse påvirkningstyper gjøre seg gjeldende i kombinasjon med fysiske faktorer som vassføringsendringer, strømningsforhold m.v.

Forurensning i norske vassdrag arter seg gjerne ved forandringer i forekomst og utvikling av organismesamfunnene. Det er i regional sammenheng påvist en stadig tiltakende begroing og algeutvikling som utslag av forurensningsbelastning og inngrep i vassdragene.

Ut fra de utførte undersøkelsene, registrerte brukerinteresser og konflikter mellom disse, skiller det seg i Bøelva ut tre "kritiske forurensningssituasjoner":

- a) Eutrofiering (alger)
- b) Saprobiering (belastning med organiske stoff)
- c) Hygienisk forurensning (sykdomsfremkallende mikroorganismer).

Disse tre hovedtyper "har skyld" i alle vesentlige brukerkonflikter hvor vannkvalitet er med. Under forutsetning av at det sørges for tilstrekkelig vannmengder og nødvendige fysiske inngrep, kan disse konfliktene fjernes ved reduksjoner i de stoffer (forurensningstilførsler) som er årsak til virkningene a), b) og c) ovenfor

### 9.3.2 Eutrofiering - betydningen av fosfor - saprobiering.

I eutrofieringssammenheng står næringssaltene sentralt. Næringssaltene har til dels en naturlig opprinnelse i nedbørfeltet og tilføres til dels via kloakkutslipp, industrielle utslipp og skog- og jordbruksaktiviteter. (Jfr. kap. 4). Selv om det er en rekke stoffer som inngår blant næringssalter, er det først og fremst fosfor- og nitrogenforbindelser som er særlig betydningsfulle i denne sammenheng. I norske vanntyper (herunder Bøelva) er innholdet av fosforforbindelser gjerne begrensede for primærproduksjon i vassdragene. Av denne grunn har vi i registreringen av tilførsler konsentrert oss om fosfor.

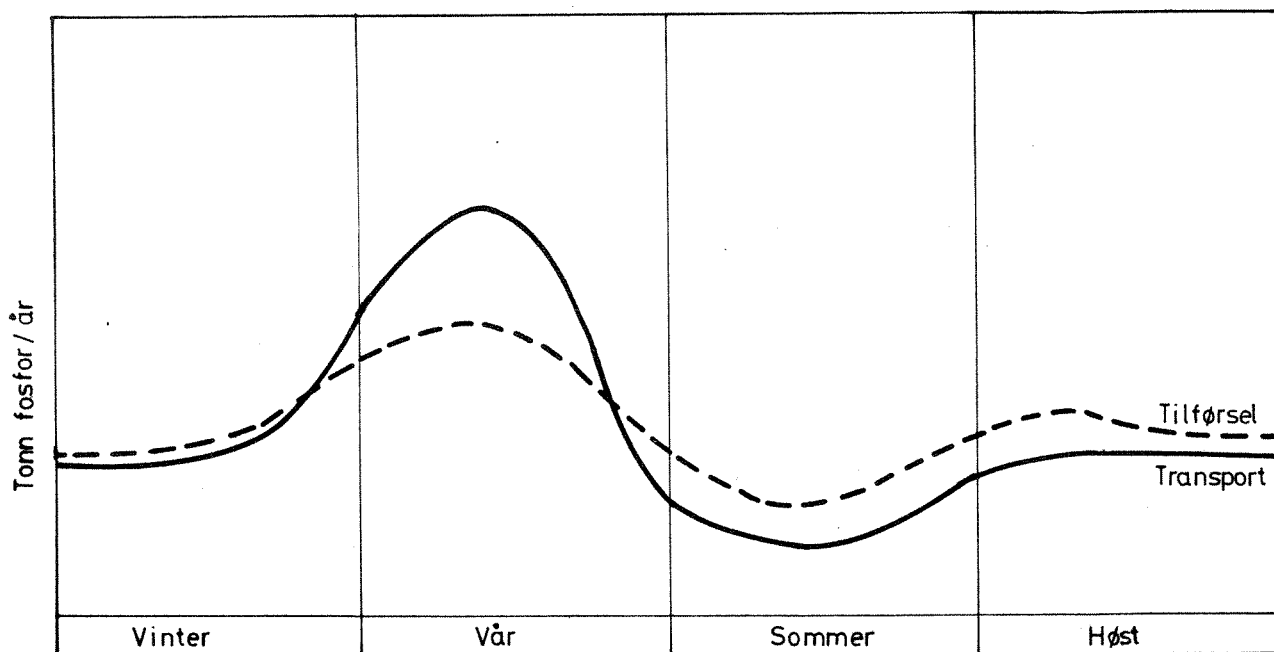


Fig. 31 Teoretisk prinsippskisse for årsvariasjon av fosfortransport og tilførsler i Bøelva. .

Organisk stoff utgjør problemer i sidebekker til vassdraget (f.eks. Bøevju) med et særlig høyt belastningsnivå. I vurderingen av tilførsler er derfor organisk stoff også en viktig parameter.

Situasjonen i elva og sammensetningen av forurensningstilførslene sett samlet, er imidlertid slik at virkningene pga. tilførsler av næringssalter peker seg ut som viktigere enn tilførsler av organiske stoffer. Sammensetningen av kloakkvann er videre slik at eutrofieringsvirkningen vil slå ut ved avløpsvannkonsentrasjoner på noen få prosent av det som skal til for å medføre saprobiering. Dertil kommer at aktive tiltak mot eutrofiering (rensing) som regel samtidig medfører en tilstrekkelig fjerning av organiske stoffer som hindrer at heterotrof begroing vil gjøre seg nevneverdig gjeldende.

I hvilken grad primærprodusenter reagerer på ulike fosforkonsentrasjoner er avhengig av svært mange faktorer. Av viktige faktorer kan nevnes temperatur og lysforhold, vannets gjennomskinnelighet, fosforkonsentrasjonens variasjon over året og den form fosfor foreligger i, dvs. i hvilken grad fosforet er nyttbart for biologisk produksjon. Vi kan også nevne at næringstilgangen for frittstående alger (plankton) er mer konsentrasjonsavhengige enn tilgangen for fastsittende alger, hvor transportmengden forbi algen er viktigere. Eksempelvis kan vi ha større begroing ved svært lave fosforkonsentrasjoner, hvis transporten forbi området er høy og derved muligheter for næringsopptak stor nok. For ytterligere å understreke hvor komplekst bildet kan være, kan vi nevne tilfeller hvor økt begroing er oppstått uten økt forurensningsbelastning, men hvor bedret næringstilgang skyldes den utpregende effekt av vassdragsreguleringer. Dette skyldes sannsynligvis at man har bidratt til en jevnere næringstilgang ved regulering. Dette kan medføre en sterk økt begroing fordi jevn næringstilgang er viktigere for mengdemessig forekomst enn totaltilgangen.

#### Årstidsvariasjoner - kritiske årstider - forholdet til Norsjø

I Bøelva kan vi ut fra målinger og observasjoner (jfr. kap. 4) sette opp følgende prinsipiell figur for hvordan tilførsel til elva og transportmengder varierer med årstiden (fig. 31).

Tilførslene til elva, hvori inngår tilførsler fra utløpet av Seljordvatn, er høyest om våren, både på grunn av flom og erosjonseffekter økede tilførsler fra diffuse forurensningskilder (dyrket mark, m.v.). Tilførslenes fordeling geografisk, over året, og ved forskjellige klimatiske situasjoner er diskutert i kap. .

Transporten er beregnet på bakgrunn av målte konsentrasjoner og vannmengder. På årsbasis stemmer tilførselsberegningene (landsbaserte) og transportberegningene godt overens, men fordelingen er forskjellig innenfor året. Dataene tyder på at fosfortilførsler til en viss grad akkumuleres i elvesystemet (i sedimenter, bindes i organismer som alger, høyere akvatisk vegetasjon) om vinteren, sommeren og høsten. Om våren med høy vannføring er transporten ut av systemet høyere enn tilførslene, og det foregår sannsynligvis en viss utspyling av akkumulerte fosformengder.

Fosforkonsentrasjonene i nedre deler av elva ligger i området 5-9  $\mu\text{g P/l}$  i store deler av året, med enkelte topper vår, sommer og høst på 12-14  $\mu\text{g P/l}$  som middel, og med topp konsentrasjoner rundt 30  $\mu\text{g P/l}$ . (Det er senere rapportert høyere verdier for Bøelvas nedre deler. Topp verdier i området 40 - 60  $\mu\text{g P/l}$  og gjennomsnitt på 10 - 14  $\mu\text{g P/l}$  (29))

Tre typer situasjoner kan sies å være karakteristisk i Bøelva:

- a) Vintersituasjonen. Kvalitetsforholdene er bestemt av mengde og kvalitet ved utløpet av Seljordvatn; dvs. i stor grad av Sundsbarmreguleringen. Det lokale nedbørfeltet betyr relativt lite, idet kun de kontinuerlige kilder bidrar. Det er videre sannsynlig at det dominerende fosforbidrag fra Seljordvatn er relativt lite biologisk aktivt, og dermed lite nyttbart i primærproduksjonen i denne perioden.
- b) Vårsituasjonen. Fosforkonsentrasjonene er høye, bl.a. på grunn av nevnte utspylingseffekt av akkumulert uorganisk og organisk materiale. Videre bidrar avrenning fra overflatearealer vesentlig i denne perioden. Undersøkelsene av organismetyperne i bunnfaunaen, jfr. kap. 4, støtter dette synet.
- c) Sommersituasjonen. Vassføringen i Bøelva vil i langt større grad være bestemt av det lokale nedbørfelt. Kun i ekstremt tørre somre vil bidraget fra Seljordvatn være betydelig. I en tørr sommerperiode vil vassføringen være minst, men tilsvarende vil forurensningstilførslene fra diffuse kilder, samt påvirkninger fra naturlige kilder, være minimale.

Normale somre og nedbørrike somre vil medføre betydelig større tilførsler av forurensninger, men da også større vassføringer.



De kontrollerbare tilførsler (forurensningstilførsler) når også sitt sesongmessig høyeste nivå om våren på grunn av avrenningen fra overflatearealer. Det er imidlertid om sommeren, med optimale lysforhold, lavere turbiditet, høyere temperatur og lavere vannføring at forurensningstilførslene gir seg størst utslag biologisk sett. Trekker vi også inn brukerinteressene, kan vi si at alt i alt er sommerperioden den mest kritiske. Det er på denne tiden interessene står sterkest mot hverandre og konfliktene oppstår. Alle brukerinteresser trekker maksimalt på vassdraget (rekreasjon, sportsfiske, båtsport m.v.).

I vurderingen av mål for Bøelva, må vi også trekke inn Norsjø.

NIVA har (10) påpekt at innsjøen synes å utvikle seg mot eutrofe tilstander. Sjøen kan i dag tilstandsmessig sammenliknes med Tyrifjorden. Årsaken hevdes å være forurensningstilførsler, og foruten påvirkningen fra Heddalsvatn, gjør tilførslene fra tettstedene Ulefoss, Bø og Gvarv (via Bøelva) seg særlig gjeldende. Med den betydning som Norsjø har som fremtidig regional drikkevannskilde (17), er Norsjø ved Stortingets behandling av St. meld. 107 for 1974-75 (Landsplanen) (18) tatt med i det såkalte handlingsprogrammet. Dette omfatter forurensningssituasjoner som gis høyeste prioritet og søkes løst innen ca. 1980.

Vollenweider -diagrammet i fig. 17 gir en foreløpig indikasjon på Norsjø's situasjon i eutrofieringssammenheng. Det er anbefalt, og vil bli iverksatt tiltak for å begrense forurensningstilførsler til innsjøen. Tilførsler fra Bøelva utgjør her et vesentlig bidrag, men betydningen av dette i forhold til andre kilder er ikke godt nok kjent. Det vil være nødvendig å gjennomføre såkalte fosforbudsjetter for Norsjø slik det er foreslått i (11).

Det er følgelig ikke mulig å antyde i hvilken grad målsettingen for Norsjø har betydning for type og omfang av tiltak i Bøelva.

Vi har imidlertid antatt at med de relativt strenge kvalitetsmål vi har satt opp for Bøelva, har vi tatt tilstrekkelig hensyn til Norsjø og brukerinteressene der.

Fosfortilførselen til Norsjø i sommerstagnasjonsperioden (mai-oktober) er særlig viktig, jfr. kap. 4. Vannet føres da inn i overflatesjiktet (epilimnion), og bidrar til å øke fosforkonsentrasjonen kraftig. Tilførslene til Norsjø under vinterstagnasjonsperioden og i sirkulasjonsperiodene har relativt mindre betydning, da tilskudd fra Bøelva blandes inn i Norsjø's hovedvannmasser.

Ser vi Bøelva og Norsjø således under ett, kan vi si at det er særlig tilførslene vår, sommer og høst som er av betydning. Tilførslene vinterstid har relativt mindre betydning.

#### Vurdering av fosforkonsentrasjoner

Variasjoner i tilførsler, konsentrasjoner og transport over året gjør det meget vanskelig å sette opp normer for vannkvalitet.

I øvre deler av elva ligger middelkonsentrasjonen på 4-5  $\mu\text{g P/l}$  (totalfosfor). Forholdene er kvalitetsmessig tilfredsstillende (klasse G1 og G2). I nedre deler av elva er middelkonsentrasjonen høyere, 8-9  $\mu\text{g P/l}$ , og forurensningsvirkningene er markante. (Medregnet ekstreme verdier som forekommer episodisk ligger middelkonsentrasjonen for året i området 10-12  $\mu\text{g P/l}$ .)

Med de relativt ensartede forhold i øvre og nedre deler av elva hva aktivitetsmønster, arealbruk, hydrologiske forhold m.v. angår, kan tilstanden i de øvre deler av elva brukes som rettesnor for målene i nedre deler.

Ut fra en slik sammenlikning antar vi at middelkonsentrasjonen av fosfor (Tot-P) i nedre deler bør ligge i området 6 - 7  $\mu\text{g P/l}$  og i øvre deler ca. 5  $\mu\text{g P/l}$  (eksisterende forhold).

Regionale undersøkelser, vel og merke ikke med vann fra Bøelva, og vekstforsøk med algekulturer, gir også visse holdepunkter for å anta at uønskede biologiske forhold begynner å opptre i et konsentrasjonsområde på 7 - 9  $\mu\text{g P/l}$ .

### 9.3.3 Hygienisk forurensning

Den største helserisiko forbundet med vann skyldes bakteriell forurensning med avføring fra mennesker og varmblodige dyr. Disse kan huse sykdomsfrembringende organismer som virus, bakterier og innvollsparasitter, og når urin eller avføring kommer ut i vann, kan disse organismene spres og føre til at brukerne av vannet smittes. De langt fleste sykdomsfrembringende organismer huses i tarmkanalen og skilles ut med avføringen, fæces. Denne form for forurensning kalles derfor fekal forurensning. Kilder for slik forurensning er dyr som slipper fekalier direkte i vannet, avløpsvann fra bebyggelse og gjødselkjellere og større dyrestaller ("dyrefabrikker").

Andre organismer, som oftest sopp og bakterier, som er naturlig hjemme hørende i jord og vann, kan frembringe sykdommer på planter, dyr og mennesker under spesielle omstendigheter; de kalles potensielle sykdomsfrembringere. Disse mikroorganismene er som oftest i stand til å formere seg i vann som inneholder lett nedbrytbart organisk stoff. Kloakkvann fra bebyggelse, både rensset og urensset, inneholder slikt organisk stoff. Når slike organismer formerer seg i vannet, kan det bli så mange av dem at risikoen for smitte ved bruk av vannet øker.

For en kort generell diskusjon omkring bakteriologisk forurensning av vassdrag vises til kap. 5.

Del A av vassdraget, ved grunnvannsinntaket, må opprettholdes i sin nåværende gode kvalitet. Det er imidlertid eventuelle tiltak lengre oppe i vassdraget som her er aktuelle. I elva for øvrig må den bakteriologiske forurensning søkes redusert, slik at klasse B 1 kan opprettholdes.

Vi har tidligere understreket usikkerheten i forbindelse med Bøelvas bakteriologiske situasjon og vurderinger knyttet til dette problemet. Vi har imidlertid villet fokusere på denne problemstillingen fordi vi regner med at de rent hygieniske aspekter ved vannkvalitet vil få en større plass etter hvert som de mer førstehjelpspregede "1. generasjonstiltak" blir gjennomført.

Vi har antatt en grense på 50 Ecoli/100 ml målt etter de operasjonelle regler nevnt i SIFFs krav (Geometrisk middel for minst 5 prøver tatt i en 30-dagers periode i badesesongen, som bare kan overskrides med inntil 100 % for høyst 10 % av enkeltresultatene).

I etterfølgende vurderinger har vi konsentrert oss om fosfortilførsler, selv om de bakteriologiske forhold utgjør den ene av de to identifiserte "kritiske forurensningssituasjoner". Utelatelse av den bakteriologiske har sammenheng med to forhold:

Det første forhold skyldes den allerede nevnte usikkerhet i datamaterialet. Det andre forhold har sammenheng med at kildene til bakteriologisk forurensning stort sett faller sammen med fosforkildene. (Tiltakene er imidlertid ikke sammenfallende. For å få både en tilfredsstillende fosforreduksjon og bakteriell reduksjon, må f.eks. kjemisk felling og desinfeksjon iverksettes.)

#### 9.4 Vannkvalitetsnormer. Krav til vannmengder og andre forhold.

##### Sammenstilling

Vi kan nå i tabell 23 stille opp konkrete vannkvalitetsnormer (lik i begge alternativer).

Tabell 23. Vannkvalitetsnormer. Alt. I og II.

Normtype	Parameter	Gjelder		Normer for vannkvalitet
		Hvor	Når	
<u>Biologi-økologi</u>		Hele planområdet	Hele året	Den eksisterende økologiske balanse må opprettholdes. Begroingsomfang i nedre deler reduseres
<u>Beskrivelse</u>	Utseende			Vannmasser, vannoverflate, strand og bunn skal være fri for synlige forurensninger
	Flyttestoffer, olje Smak, lukt	Hele planområdet	Hele året	Må ikke forekomme Vannet skal være fritt for sjenerende lukt og smak
<u>Fysisk/kjemiske</u>	pH	Hele planområdet	Hele året	6,5 - 7,0
	Siktedyp	Hele planområdet	Juni-sept.	(> 3 m)
	Turbiditet	"	"	< 1,0 JTU (FTU)
	Total fosfor	A-B	Hele året	5 µg P/l (middelkonsentrasjoner over året)
		G-E	"	6 - 7 µg P/l
<u>Bakteriologiske</u>	Coliforme bakt.	A	Hele året	< 1 bakt./100 ml
	E-coli	A	Hele året	0 "
		B-E	Juni-sept	< 50 "

Enkelte kommentarer til tabell 23.

- For pH er det observerte variasjonsområde valgt som norm.
- Siktedypskravet er satt i parentes, særlig fordi vi helt mangler data. Siktedyp er imidlertid tatt med da dette har stor praktisk betydning i rekreasjonssammenheng (estetiske og sikkerhetsmessige forhold).
- De bakteriologiske normer er bestemt av ønsket om drikkevannskvalitet i del A og god (høyeste klasse B1) badevannskvalitet i resten av elva.

Tabell 24 viser krav til vannmengder og andre forhold i elva for de to alternativene.

Tabell 24. Krav til vannmengder m.v.

	Hvor	Når	Krav
Alt. I	Vannmengder (m <sup>3</sup> /s)	Hele året	> 2 m <sup>3</sup> /sv. Hagadrag
	Andre krav	Hele året	Estetisk og landskaps- messig tilfredsstillende forhold
		Mai-september	1,5 m seil dybde i merket led
			Laksetrapp
Alt. II	Vannmengder (m <sup>3</sup> /s)	Uke 0-25 og 35-52 Uke 25-35	> 8 m <sup>3</sup> /s gjennomsnitt v. Oterholt 2,5 m <sup>3</sup> /s v. Oterholt
	Andre krav	Hele året	Estetisk og landskaps- messig tilfredsstillende forhold
		"	Terskler, dammer, gode badeplasser
		Mai-september	1,5 m seil dybde i merket led
		"	Utvidet laksetrapp

## 10. TILTAK

### 10.1 Generelt - typer av tiltak

Før vi prøver å omsette våre krav i tabell 23 og 24 til konkrete tiltak (reduksjon av forurensningstilførsler, tiltak mot skadevirkninger av vassdragsreguleringer), kan det være hensiktsmessig med en generell omtale av tiltak. Det vesentlige er hentet fra (15).

Prinsipielt kan vi dele inn tiltak i administrative og tekniske tiltak. Disse er gruppert med eksempler i henholdsvis tabell 25 og 26.

Vi har ikke for Bøelva foretatt en bred vurdering av alle aktuelle tiltak. De tekniske tiltak er konsentrert om styring av forurensningstilførsler (hovedgruppe "forandringer i materialstrømmer" i tabell 26) og fysiske forandringer (reguleringer, dammer, terskler, laksetrappet m.v.) for de to alternativene.

Tekniske tiltak kan også inndeles med utgangspunkt i hvor i materialstrømmene tiltak settes inn. Tabell 27 viser en slik inndeling (23).

For forurensningstilførsler har vi i Bøelva vurdert hovedtyper av tiltak etter tabell 28 nedenfor. Industriutslipp er holdt utenfor da de trolig vil være av mindre betydning etter at meieriet i Bø er nedlagt.



TABELL 25.

VANNRESSURSFORVALTNING  
AKTUELLE VIRKEMIDLER

KATEGORI TILTAK	SPESIFISERTE EKSEMPLER
RETTLIGE	Lover Forskrifter Tillatelser Sanksjoner ved overtredelser Erstatningsregler
ADMINISTRATIVE	Oppbygging av forvaltning Størrelse av forvaltning Faglig sammensetning Myndighet- og myndighetsfordeling Saksbehandlingsrutiner
ØKONOMISKE	Tilskott, lån, fondsavsetninger Avskrivningsregler Avgifter (bruker, produkt, utslippsavgifter) Fritakelse for investeringsavgift på miljøvernustyr
INFORMATIVE	Propaganda Kampanjer Massemedia
FORSKNING OG UNDERVISNING	Utdannelse av konsulenter, driftsoperatører, forvaltningsfolk m.v. Teknisk naturvitenskapelig og samfunnsvitenskapelig forskning
AKTIVITETS- RESTRIKSJONER OG AREALPLANLEGGING	Generell arealplanlegging (fylkes- og generalplaner) Byggeforbud Etableringskontroll for industri Restriksjoner i nedbørfelt for drikkevann Utbyggingsmønster i tett/spredt utbygging Lokalisering av utbyggingsområder i forhold til resipient
TEKNISKE TILTAK	Se neste side

TABELL 26.

VANNRESSURSFORVALTNING  
TEKNISKE TILTAK

HOVEDGRUPPE	TYPE TILTAK	SPESIFISERTE EKSEMPLER
FYSISKE FORANDRINGER	VANNKRAFTUTBYGGING FORBYGNINGER TERSKELDAMMER HAVNER M.V.	DAMMER INNTAKSANORDNINGER OVERFØRING TIL ANNET REDBØRFELT VANNREGULERINGER (Minstevannføringer) HAVNER, KANALES MUDRING TILTAK MOT ISLEGGING DRENERING BYGGING AV LAKSETRAPP
FORANDRINGER I MATERIALSTRØMMER OG DIREKTE I ORGANISMESAMFUNNET	KILDEBEGRENSNINGER	<u>INDUSTRI</u> · Nedleggelse av bedrifter · Produktkontroll/totalforbud for visse stoffer · Produktendringer · Prosessendringer · Vannbesparende tiltak · Resirkulering av stoffer og vann <u>BOLIGER</u> · Vannmåler · Alternativer til vannklosett · Fosfatreduksjoner i vaskemidler · Vannbesparende husholdningsmaskiner <u>LANDBRUK</u> · Driftsendringer · Gjødslingspraksis REDUKSJON I MENGDEN AV FAST AVFALL GJENVINNING AV AVFALL BIPRODUKSJON AV AVFALL
	UTSLIPPSREDUKSJONER	RENSING TILFØRING TIL RENSEANLEGG SLAMBEHANDLING
	LOKALISERING AV UTSLIPP	VALG AV RESIPIENT (JORD/VANN) VALG AV UTSLIPPSSTED ANTALL UTSLIPP UTSLIPPSMÅTE VALG AV SLAMDEPONERINGSSTED
	TILTAK I RESIPIENTEN	SJØRESTAURERING · Oksygeninnblåsing · Sedimentfjerning · Vegetasjonmåling · Utsetting av organismer · Bunntildekking AQUAKULTUR · Utsetting av fisk · Settefiskanlegg
FOREBYGGENDE TILTAK MOT FORURENSNING	AKUTT FORURENSNING  KONTINUERLIGE KILDER	SIKKERHETSTILTAK · Krav til lagring, produksjon og transport av forurensende stoffer, olje, fenoler (blow-out)  TILLEMPNING AV FYSISKE LØSNINGER · Tiltak mot overvannsfurensning  · Syppelfyllplasser og barkhauger (Voller, avskjærende grøfter)
TILTAK RETTET DIREKTE MOT BRUKERINTERESSER PÅ LAND		RENSING AV FORSYNINGSVANN FORBEDRE TILGJENGELIGHET FOR REKREASJON

Tabell 27. Eksempler på tiltak rettet mot forurensninger eller forurensningsvirkninger.

I Tiltak rettet mot forurensningskilden	II Forandringer i det fysiske miljø	III Avløpstekniske tiltak (transportrensing)	IV Utnyttelse av resipientkapasitet og tiltak i resipienten	V Tiltak rettet direkte mot en brukerinteresse
<p><u>Produktkontroll</u> (totalforbud, importrestriksjoner, produktsammensettning)</p> <p>Endringer i <u>produksjonsprosess</u> (mindre avfall, redusert vannforbruk, resirkulering)</p> <p>Restriksjoner mot <u>bruken</u> av produkter (gjødselmengder, kvoter plantevernsmidler og gjødselpraksis)</p> <p><u>Preventive tiltak:</u> Krav til lagring, produksjon og transport av stoffer for å unngå uhell/ulykker)</p>	<p>Utforming av <u>urbant miljø</u> (permeable flater i urbane områder)</p> <p>Terrenginngrep, jord- og skogbruk (tiltak mot erosjon, skogsbilveier)</p> <p>Vassdragsreguleringer (flomsikring)</p>	<p>Renseanlegg transportsystem (kombinert plan, RA for overvann)</p>	<p>Valg av resipient (jord/vann, valg av utslippssted og utslippsmåte)</p> <p>Oksygeninnblåsing, felling i resipient</p>	<p>Rensing av drikkevann til industrielt</p> <p>Retter seg mot alle typer kilder</p>

Tabell 28. Tilførselsbegrensende tiltak.

Hovedgruppe	Type av tiltak (eksempler)
Tiltak i produksjonsleddet	Redusert bruk av fosfatholdige vaskemidler
Tiltak i transportsystemet	Sanering av dårlige avløpsledninger, økt tilknytning og økt tilføringsgrad til renseanlegg. Ny overvannsteknologi i nye boligområder. Driftsendringer i jordbruket.
Tiltak på rensesiden	Filtrering som tredje rensetrinn ved eksisterende anlegg. Bygging av mindre renseanlegg for mindre bebyggelseskonsentrasjoner. Bygging av tilfredsstillende avløpssystemer i spredt bebyggelse, biologiske eller vannbesparende klosetter i kombinasjon med slamavskilling og infiltrasjon av BOV vann.

De administrative tiltak er ikke behandlet. Vi har i tabell 29 stilt opp noen eksempler på sammenhenger mellom tiltak, lovhjemmel, forvaltningsorgan m.v.

Listen er langt fra fullstendig.

## 10.2 Forurensningsbegrensende tiltak

### 10.2.1 Belastningsnormer

I kap. 9 har vi kommet fram til følgende viktige punkter som basis for en konkret tiltaksvurdering:

- Tiltak rettet mot fosfortilførsler er nøkkelen til ønskede kvalitetsendringer.
- Det er brukt middelkonsentrasjoner av totalfosfor på årsbasis som utgangspunkt.
- Tilførslene vår, sommer og høst er særlig viktige for tilstanden i Bøelva så vel som i Norsjø, for Bøelva sett isolert, er sommerperioden mest kritisk.
- Først og fremst basert på en sammenlikning av øvre og nedre vassdragsavsnitt kan normen for fosfortilførsler i de øvre deler settes til ca. 5 µg P/l i og i de nedre deler i området 6-7 g P/l.

Tabell 29. Eksempler på aktuelle administrative tiltak i Bøelva.

	Tiltak	Hjemmel	Forvaltningsorgan:	Konsesjon/ervert/ ekspropriasjonshjemmel
Verne- områder	Fredning av myrområder  Regulert bruk av motor- båter i Bøelvas nedre partier	Naturvernloven (1. 19.6.1970 nr 63)  Lov om motorferdsel i utmark og vassdrag (1. 10.6.1977 nr. 82)	Miljøverndepartementet  Miljøverndepartementet/ kommunestyret	Grunneiereres økonomiske tap erstattes av staten  -
Vann- forsyning	Forbud mot transport av flytende oljeprodukter o.l. på Rv 36 forbi Herre  Forbud mot spesiell forensende virksom- het i Herre området	Vegtrafikkloven m. for- skrifter etter § 18  Vannforensningsloven Vassdragsloven	Samferdselsdepartementet  Miljøverndepartementet Sosialdepartementet	-  Vassdragslovens § 17 og 18
Energi- produksjon	Utbygging av Bøelva	Vassdragsregulerings- loven Vassdragsloven	Olje- og Energideparte- mentet NVE	Konsesjon. Ekspropriasjon m.hjemmel i vassdragsreguleringsloven og vassdragsloven. Oppfyllelse av konsesjons- betingelsene og grunn- ervert representerer store økonomiske uttellinger
Resipient	100 m byggegrense langs vassdraget (landbruks- bebyggelse unntatt). Forbud mot bruk av fos- fatholdige vaskemidler Kontroll m.bruk av gjød- sel og plantevernmidler i områder der elva er i bruk som vannkilde.	Strandplanloven (1. 10.12.1971 nr. 103)  Lov om produktkontroll (1. 11.6.1976 nr. 79) Forskrifter til sunhetsloven	Miljøverndepartementet  Sosialdepartementet	Ingen erstatning  - -

For å overføre disse vannkvalitetsnormer til belastningsnormer, har vi foretatt enkle sammenlikningsberegninger mellom øvre og nedre deler av vassdraget.

Fig. 3a viser prinsipper og utgangsdata for beregningene. Det vises til nedensstående tekst.

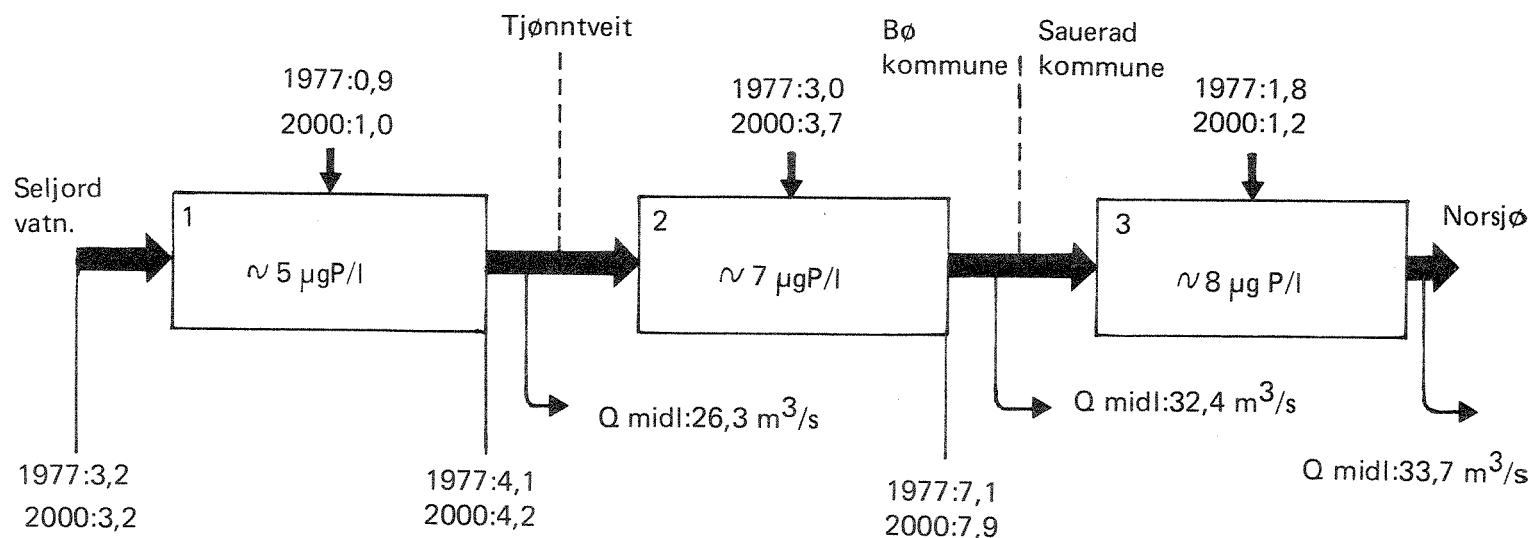


Fig. 3la Prinsippskisse for teoretisk beregning av belastningsnorm ut fra midlere fosforkonsentrasjoner.

Elva deles i tre avsnitt. Grensen mellom 1 og 2 er basert på skille i middelkonsentrasjoner. Skillet mellom 2 og 3 tilsvarer kommunegrensen Bø/Sauherad. Middelkonsentrasjonen av total fosfor i avsnittene er hhv. 5, 7 og 8 µg P/l. Det er her sett bort fra episodiske høye verdier. Analysene i 1975 og 1976 antas godt å representere dagens forhold.

Det er regnet massebalanse mht. avsnittene over året, dvs. fosfor inn = fosfor ut over året (innenfor året har vi en vekselvirkning mellom akkumulering og "utspyling", jfr. kap. 9).

Tilførslene fra Seljordvatn er regnet konstant i perioden 1977-2000, tilsvarende 3.2 tonn P/år. Tilførsler fra feltet er basert på en antakelse om et tiltaksspekter i hht. punkt 11 nedenfor.

Tallene for middelkonsentrasjon (målt) og transport (beregnet) i elva er sammenliknet med tilføringsberegninger (beregnet). Med de data som her er benyttet, er middelvannføring x middelkonsentrasjon omtrent lik de beregnede totale tilførsler til hvert elvesnitt (tilførsler til ett avsnitt er summen av det som føres til hvert elveavsnitt (tilførsler til ett avsnitt er summen av det som føres inn ved elva og det som tilføres fra land og sideelver i avsnitt)).

Fig. 32 viser resultatet av beregninger hvor belastningsnivåer er sammenholdt med middelkonsentrasjoner. Oppstillingen brukes for å fastsette belastningsnorm utfra kvalitetsnorm (Se fig. tekst).

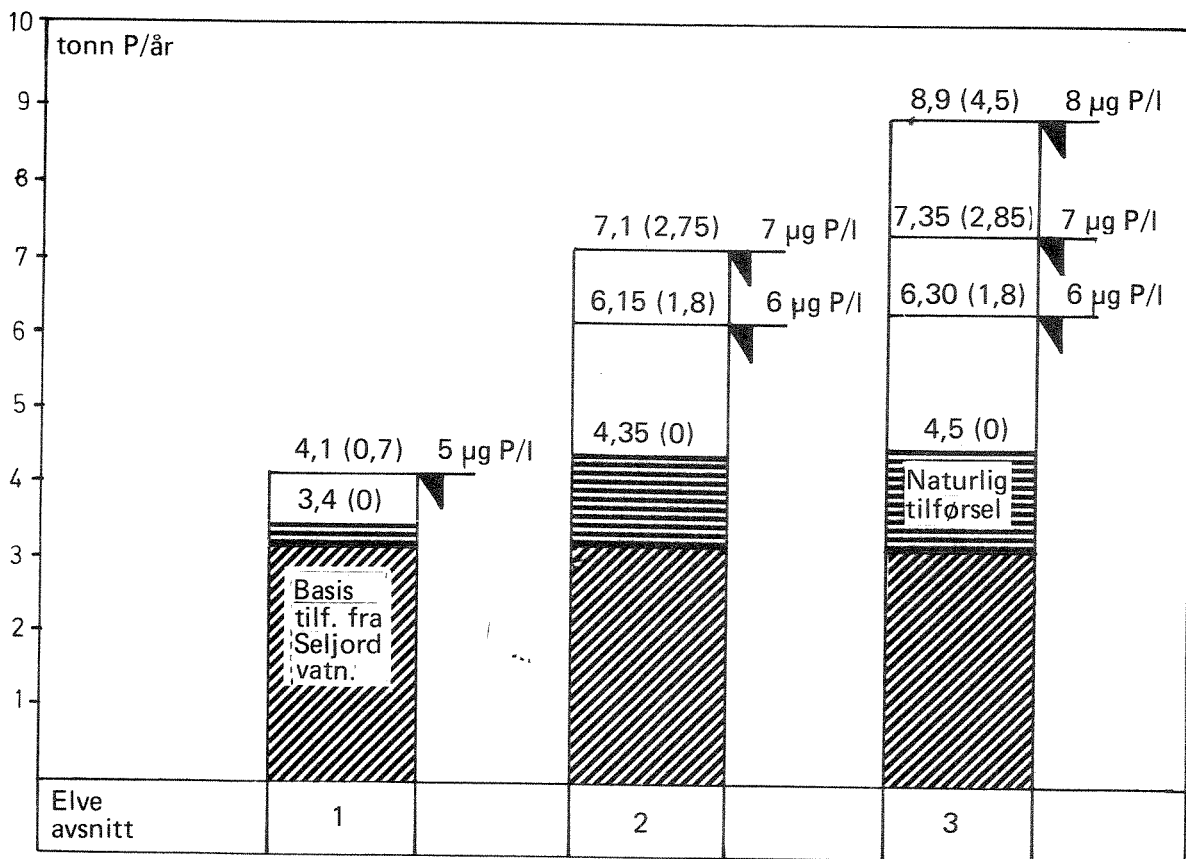


Fig. 32 Fastsettelse av belastningsnorm utfra kvalitetsnorm. Teoretisk beregning.

Eks.: Middelkonsentrasjonen i øvre avsnitt 1 tilsvarer dagens belastningsforhold, 4,5 å tonn P/år. Setter vi kvalitetsnormen til 7 µ P/l for 3 blir belastningsnormen 7,35 tonn P/år. For at dette skal holde, må kvalitetsnormen for 2 settes lik 6 µg P/l tilsvarende 6,15 tonn P/år for tilførsler fra Bø kommune.

I de etterfølgende punkter vil vi forsøke å konkretisere belastningsnormene, eller de aktuelle belastningsreduksjoner. Dette skjer i følgende trinn:

1. For alle kilder diskuteres og identifiserer vi de mest aktuelle tiltak.
2. Effekten av tiltaket (hvor stor del av kildens totale forurensningstilførsel som tiltaket fjerner) fastsettes. Utfra prognosene for tilførsler i år 2000.
3. Kostnader vurderes grovt og kost/nyttefaktorer m.h.p. fjerning av fosfor settes opp.
4. Tiltakene prioriteres deretter. Dette skjer ved at de mest kosteffektive tiltak kombineres slik at aktuelle belastningsnormer oppfylles.
5. Som eksempel er vist tiltaksrekkefølger i to alternativ basert på:
  - a) Jevnt investeringsnivå i planperioden
  - b) Kvalitetsmål nådd på et fastsatt tidspunkt.

#### 10.2.2 Spesifikasjon av tiltak

##### Diffuse kilder

Aktuelle tiltak for avrenning fra dyrka mark (D2) er:

- Omlegging fra åpen til lukket drenasje. Dette kan gi redusert erosjon og er særlig effektiv i leirjordarter og finkornede jordarter for øvrig.
- Vernebelter. Det kan være aktuelt med redusert gjødselbruk i et belte langs vassdraget på utsatte areal som f.eks. drenert myr som har svært dårlig bindingsevne med tanke på fosfor, og i flomutsatte områder.
- Plantevalg. Grasvoller gir mindre erosjon og mindre utvasking enn fulldyrket mark.
- Gjødselrutiner. Spredning av naturgjødsel om våren like før såing gir best gjødseleffekt på jorda. Hurtig nedmolding, eventuelt gjødsling i kombinasjon med vatning gir lettere gjødselopptak og mindre "overskudd" av næringsemner som kan bli ført til vassdrag.



På lange strekninger har Bøelva vegetasjonsbelte mellom dyrka mark og elvebredden som trolig virker reduserende på avrenning fra overflatene. Vi har ikke arealoversikter og kjennskap til gjødslingsrutiner som gjør det mulig å anslå hva som kan vinnes inn ved de tiltak som er nevnt her.

Selv om tilførsler fra dyrket mark er betydelige høst og vår, har vi på grunn av manglende kunnskap med hensyn til effekter, omfang og kostnader av tiltak ikke trukket tiltak i jordbruket inn i senere vurderinger. Disse tiltakene vil representere en "reserve". Vi vil her peke på behovet for utredning og forskning omkring tiltak mot avrenning fra dyrket mark.

#### Tilførsler fra overvann fra urbane strøk (D3)

Overvann fra urbane strøk kan reduseres ved å la overvannet infiltrere enten direkte eller via naturlige/kunstige magasiner.

I nye utbyggingsområder, med gunstige løsavsetninger, skulle slike løsninger være særlig aktuelle. Ved sanering av eldre kombinertsystemer bør også slike løsninger vurderes før man foretar en eventuell omlegging til separatsystem med to rør. Fra 20 til 40% av kostnadene ved et slikt anlegg vil kunne overføres til løsning av overvannsproblemet på en mer naturlig og sett fra et forurensnings-synspunkt bedre måte (24).

En utbygging som tar hensyn til de naturlige muligheter for løsning av overvannsproblemer burde kunne medføre at tilrenning fra overvann ikke økes utover 1980-nivået. For prognosenes overvannsbidrag vil dette si en nedgang på omlag 20% i år 2000.

#### Avfallsfyllinger (D4)

Disse gir erfaringsmessig beskjedne tilførsler av fosfor. Infiltreres sigevannet i god avstand fra vassdrag kan vi se bort fra bidraget fra avfallsfyllingene. For slamdeponering er det under utarbeidelse retningslinjer for laguner og lagerplasser. Vi antar at disse følges opp. Det bør være mulig å finne egnede områder for slamlagring i Bø og Sauherad. Slike anlegg bør kunne etableres til relativt rimelige kostnader.

Basert på generelle kostnadskurver kan vi anta at en slamlagune for renseanleggene i feltet koster i området 75 000 kr, og at årlige driftsutgifter inkludert transport vil være ca. 50 000 kr (1977).

En kombinasjon mellom jordbruksanvendelse og en tilfredsstillende mellomlagring bør kunne gjøre bidraget fra denne kilden neglisjerbart.

### Punktkilder

Kommunale utslipp fra tettsteder, tilknytningsklar bebyggelse og spredt bebyggelse (P1). Her er mulighetene for tiltak mange. Effekter og kostnader er relativt godt kjent. Tabell 30 gir oversikt over tiltak, nytte av tiltak og kostnader. Kostnadene er satt opp på bakgrunn av generelle kostnadskurver (26), (27).

Tiltak	Effekt (fosforfjerning)	Kostnader
Redusert bruk av fosfatholdige vaskemidler	Redusert P-produksjon med 250 g P/pe år. <sup>x</sup>	Ubetydelig
Sanering av ledningsnett	Øke tilføringen til over 90% fra under 75%	Forutsatt utført før 1980 på eldre nett.
Økt kontroll med utf. av nye ledningsanlegg. (Kombinert med kontroll av anlegg i spredt bebyggelse)	Tilføring på over 90%	½ årsverk ~ 75 000 kr/år
Filtrering på eksisterende renseanlegg (Bø og Gvarv)	Øke renseeffekt fra 90 til 95%	For Gvarv ca. 500 000 kr.
Biologisk-kjemisk renseanlegg i mindre befolkningskonsentrasjoner (m. bygging av tilfredsstillende ledningsanlegg)	Renseeffekt på 85%	Herre ~ 0.95 mill.kr Oterholt ~ 0.7 " " Hørte ~ 1.- " "
Biologisk-kjemisk renseanlegg m. filtrering for bebyggelse som over	Renseeffekt på 95%	Herre ~ 1.05 mill.kr Oterholt ~ 0.8 " " Hørte ~ 1.1 " "
Biologisk klosett+slamavskiller +infiltrasjon (BSI) i ny bebyggelse	Renseeffekt på 80%	20 000 kr/husstand
BSI i spredt bebyggelse m. vannklosett	Øker renseeffekt fra 30-80%	10 000 kr/husstand
BSI i spredt bebyggelse for øvrig	Øker renseeffekt fra 65-80%	10 000 kr/husstand

<sup>x</sup> (25)

Lekkasjer bør ved tiltak på nettet reduseres til mindre enn ca. 10%. Omlegging til separatsystem bør også kunne eliminere tilførsler fra overløp. Skjerpet kontroll med anleggsarbeider og utførelse vil kunne gi mye av denne effekten.

Industriavløp (P2) er ikke spesielt tatt med. Vanlig industri antas knyttet til kommunale renseanlegg og med samme renseeffekt som for kommunalt avløpsvann.

For punktutslipp fra jordbruket (P3) synes regelverket (forskrifter til Vannvernloven) å forutsette at disse nærmest elimineres. Husdyrgjødsel forutsettes lagret i tett beholder med rom for minst 6 måneders produksjon. Silosaften skal samles i lukket beholder, evt. tettgjødselbeholder. Gjødsel og silosaft forutsettes utnyttet fullt ut til jordbruksformål. Gjødsel fra pelsdyravl forutsettes gitt samme behandling som bruk av husdyrgjødsel.

Som et realistisk anslag regner vi med at disse utslipp lar seg redusere til ca. 20% av dagens nivå. For utslipp fra gjødselkjellere har vi regnet med kr 3 000/kuenhet for utbedring av anleggene.

### 10.2.3 Kost, nyttefaktor. Prioritering av tiltak

Som antydnet under punkt 6.2.8, Prognose for forurensningstilførsler, har vi kun vurdert tiltak som kan gjennomføres i perioden 1980-2000. Tiltak i perioden til 1980 anses som fastlagte. Utfra oversikten over aktuelle tiltak har vi for hvert tiltak beregnet en kost/nyttefaktor (k), som uttrykker millioner kroner investert i tiltaket pr. tonn fosfor fjernet. Kost/nyttefaktorer for de mest aktuelle tiltak er stilt opp i tabell 31.

I tabellen er tiltakene ordnet etter stigende kost-nytte-faktor. Økonomisk sett er det viktig å prioritere tiltak med liten kost-nytte-faktor framfor tiltak med høyere.

I fig. 33 og 34, del **1** er gjort en sammenstilling av forurensningstilførsler i år 2000, tiltakenes nytte i form av reduserte fosfortilførsler (skravert areal av stolpene) og kost-nytte-faktorer (k).

Tiltak	Kilde	Kost-nytte-faktor	Nytte redusert P tilførsel
Filter v/Bø renseanlegg, overv.	P3, P1.1, P2	0	0.11
Ny overv.teknologi i Sauherad	D3	0	-
Slamdeponi	D4	3.8	0.02
Ny bebyggelse tilkn. Bø-RA	P1.2	5.5	0.66
Utbedring av avløpsanlegg for Hørte	P1.3	5.5	0.05
Ny bebyggelse tilkn. Gvarv -RA	P1.2	5.9	0.19
Biol.klos, slamavsk, infiltrasjon ny bebygg. i Sauherad	P1.2	6.8	0.18
Biol.klos, slamavsk, infiltrasjon ny bebygg. i Bø	P1.2	6.8	0.62
Filteranlegg v/Gvarv - RA	P1.1	9.1	0.05
Utbedring av avløp i Bø langs Hørteelva.	P1.3	10.0	0.06
Utbedring av avløp spredt bebyggelse, Bø	P1.3	11.4	0.73
Utbedring av avløp spredt bebyggelse, Sauherad	P1.3	12.4	0.05
Punktkilder i jordbruket, Bø	P3	23.0	0.22
Punktkilder i jordbruket, Sauherad	P3	23.0	0.10

Tabell 31. Kost-nytte-faktor og nytte (redusert P-tilførsler) ved en del aktuelle tiltak.

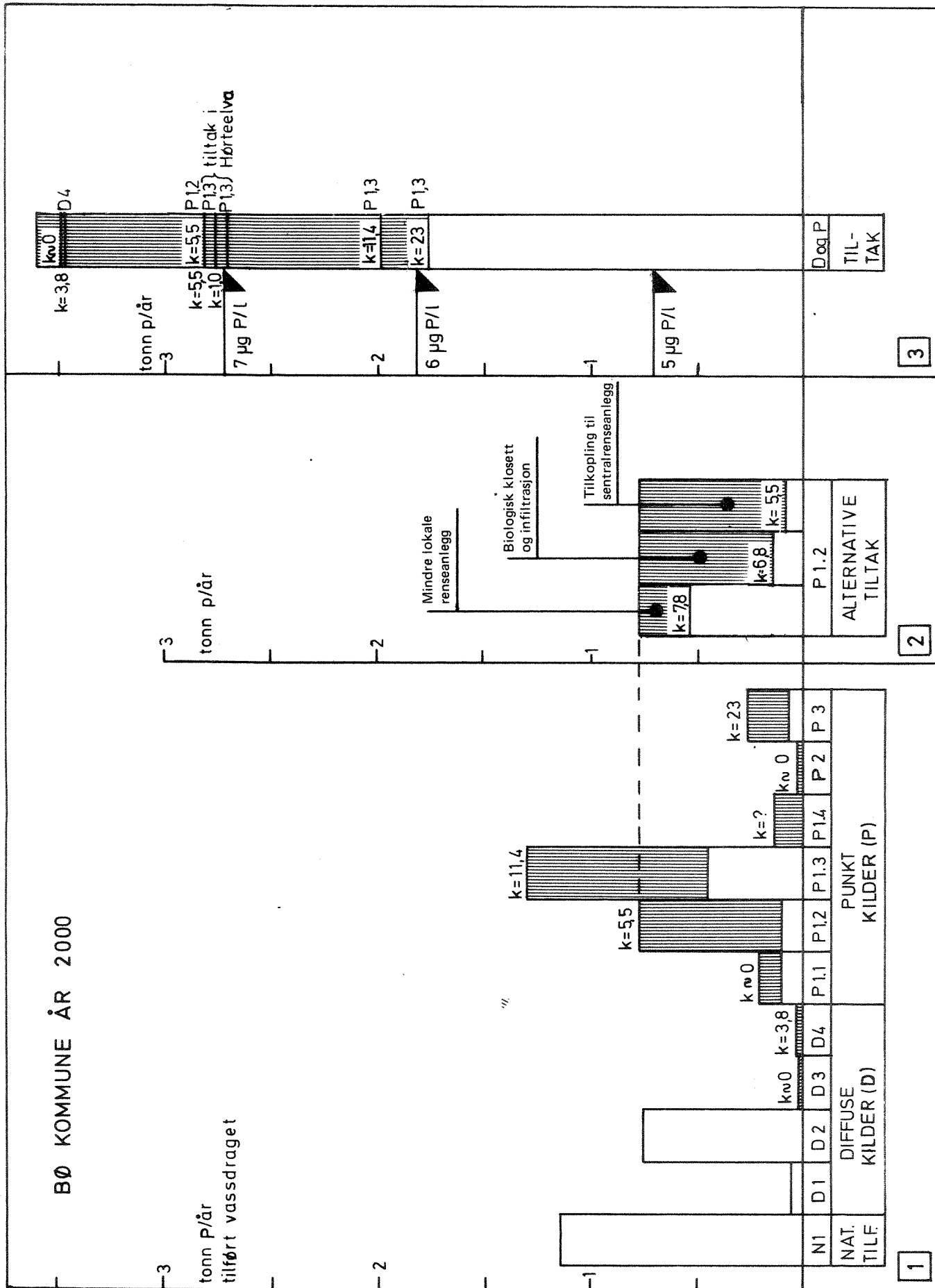


Fig. 33. Bøelva. Teoretisk beregnede forurensningstilførsler til Bøelva i Bø kommune i år 2000. Kost-nytte forhold ved tiltak.

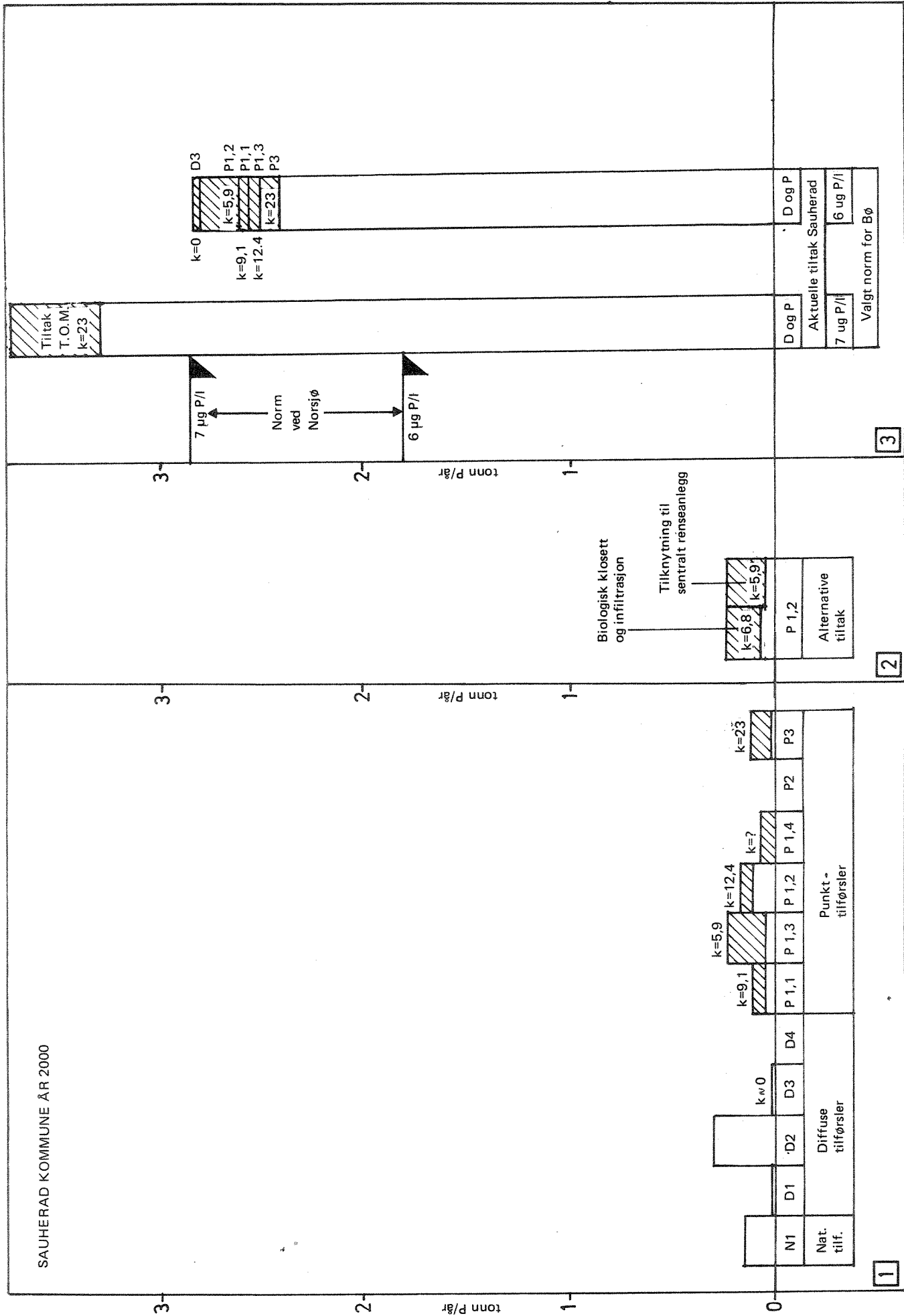


Fig. 34. Bøelva. Teoretisk beregnede forurensningstilførsler. Bøelva i Sauherad kommune i år 2000. Kost-nytte forhold ved tiltak.

I del **2** i de samme figurer, er det vist en oppstilling av alternative tiltak mot tilførsler fra ny boligbebyggelse. Alternativene vurdert er tilknytning til mindre lokale renseanlegg (bare Bø), private anlegg med biologisk klosett og infiltrasjon, og til sist tilknytning til sentralt renseanlegg. Laveste kost-nytte-faktor, tilknytning til sentralt renseanlegg, er valgt i den videre analyse.

I del **3** i fig. 33 er det for Bø kommune satt sammen en tiltaksrekke av alle vurderte tiltak. Nytten av disse er stilt sammen i en stolpe som angir totale tilførsler fra diffuse kilder og punktkilder i Bø kommune, her er medtatt hele Hørteelvas nedbørfelt. På stolpen er også til venstre merket kvalitetsnormer for Bøelva avsatt etter fig. 32.

I del **3** i fig. 34 er tilsvarende oppstilling gjort for Sauherad kommune, men i to alternativer. Disse forutsetter at man i Bøelva setter inn tiltak ut fra en kvalitetsnorm på a) 6  $\mu\text{g P/l}$  og b) 7  $\mu\text{g P/l}$  beregnet i utløpet av avsnitt 2 .

Det fremgår av fig. 34 at det er nødvendig med en kvalitetsnorm på 6  $\mu\text{g P/l}$  i avsnitt 2 for å kunne holde den oppstilte normen i det nederste elveavsnitt.

Aktuelle tiltak med kostnader sammenholdt med områder for våre retningsgivende middelkonsentrasjoner, gjør at vi i tabell 32 kan stille opp følgende forslag til rammer for kvalitetsnormer og belastningsforhold.

Kvalitetsnorm $\mu\text{g P/l}$ gjennomsnitt over året i avsnitt			Belastningsreduksjon nødvendig ut fra tilførselsprognoser	
1	2	3	1977	2000
5 $\mu\text{g P/l}$	6 $\mu\text{g P/l}$	7 $\mu\text{g P/l}$	1.55 tonn P/år	1.75 tonn P/år

Tabell 32. Kvalitetsnorm, belastningsreduksjon.

Belastningsreduksjonen fordeles jevnt geografisk og tilførsler i alle årstider vurderes.

Tiltakene er som nevnt like i begge alternativer.

#### 10.2.4 Gjennomføring av tiltak

Med data fra tabell 31 og prognoser for tilførsler fra fig. 26, kan vi stille opp en tiltaksplan for perioden. Dette er gjort ut fra to kriterier:

1. Jevnt kostnadsnivå holdes i planperioden.
2. Kvalitetsmålet nås i 1985. For resten av perioden holdes kostnadsnivået jevnt.

Som mål for forseringen settes reduksjon av tilførsler fra Bø kommune til 2 tonn P/år og fra Sauherad 0.75 tonn P/år. Dette er tilstrekkelig til at den teoretiske gjennomsnittskonsentrasjon i løpet av planperioden skal komme ned i under 7 µg P/l.

Beregningen forutsetter at etablering av ny bosetting foregår jevnt fordelt over hele perioden.

Kostnader for øvrige tiltak er fordelt på tidsrommet etter følgende uttrykk:

$$\frac{k_i \cdot E_i}{\sum k_i E_i} \cdot T = t_i$$

der

$k_i$  = kost-nytte-faktor for tiltak  $i$

$E_i$  = nytten av tiltak  $i$  tonn P holdt tilbake fra vassdraget

$T$  = planperiodens lengde, her 20 år

$t_i$  = tid for gjennomføring av tiltak  $i$

Kostnadsnivå i perioden er gitt ved:

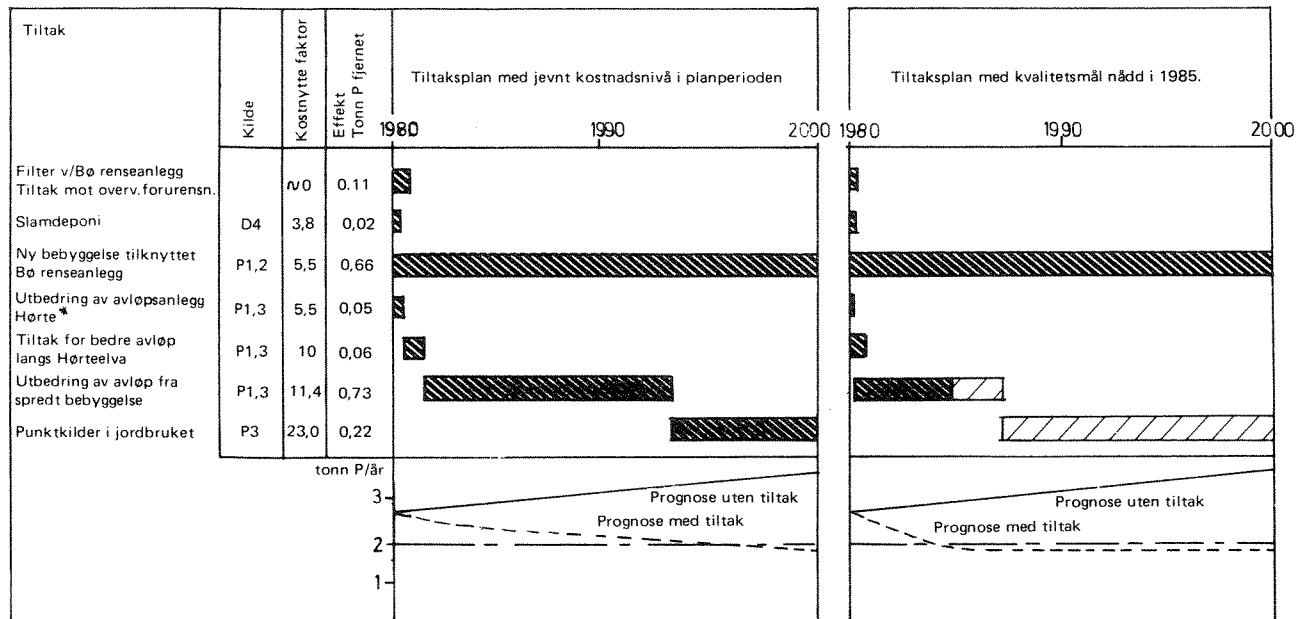
$$K = \frac{\sum k_i \cdot E_i}{T}$$

Fig. 35 og 36 viser resultatet av beregningene for Bø og Sauherad kommuner. Kostnadsnivået i 1977 kroner går frem av tabell 30.

Tiltakene er ordnet slik at de med lavest  $k$  kommer først i perioden. Slik sikres en hurtig reduksjon tidlig i planperioden.

I tiltaksplanen er all ny bosetting regnet tilknyttet sentrale renseanlegg.





\*Oppstillingen er gjort for Bøelva nedstrøm Hørteelva og utbygging ved Hørte i Sauherad er medtatt.

Fig. 35. Alternative investeringsrekker ved gjennomføring av tiltak i Bø kommune.

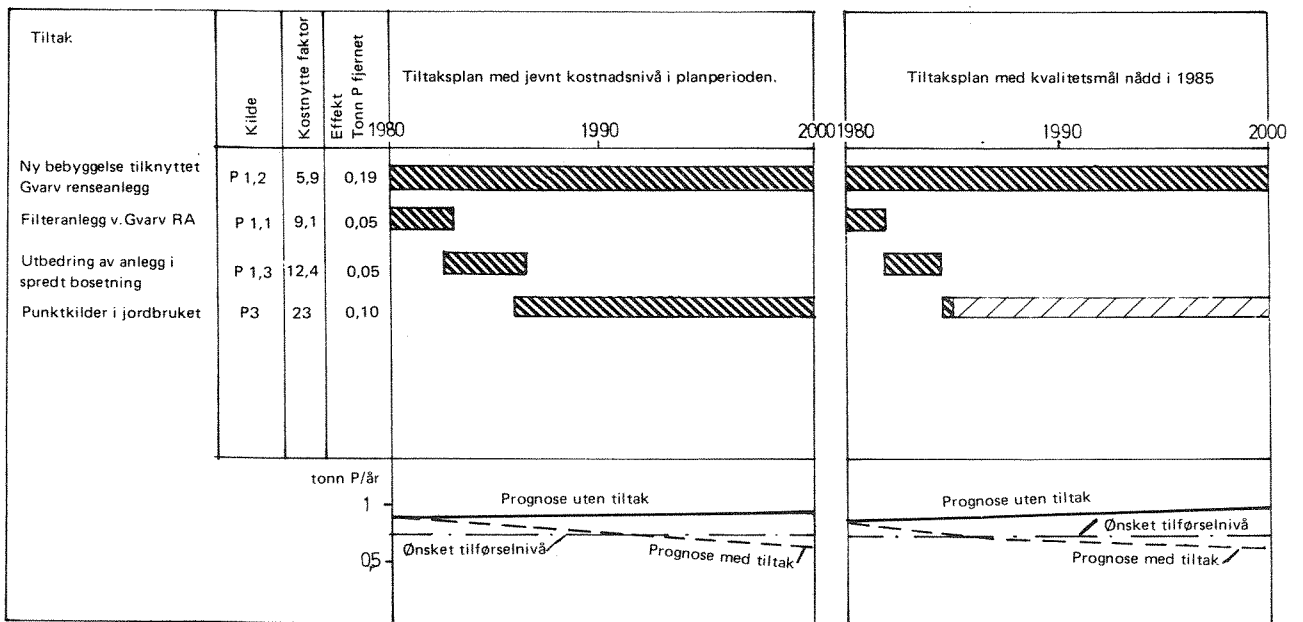


Fig. 36. Alternative investeringsrekker ved gjennomføring av tiltak i Sauherad kommune.

Rekkefølgen og takten i tiltak vil i praksis være bestemt av mange forhold. Kommunens økonomi, sentrale myndigheters krav og tilskottsordninger etter de hoveddrammer miljøvernmyndighetene trekker opp, kan særlig nevnes. Vi har her bare ment ved to eksempler å vise hvordan gjennomføringstakter kan vurderes.

### 10.3 Tiltak i forbindelse med vassdragsregulering.

#### Utbyggingen i alt. II

I kap. 9, tabell 24, er de aktuelle krav i forbindelse med alternativ II stilt opp.

Fastsettelse av minstevassføring er som nevnt kun foreløpig fastsatt. Tiltak og kostnader for dempning av uheldige virkninger ved reguleringen er likeledes antydnet og beregnet svært grovt.

Krav til minstevassføring på strekningen Oterholt - Sperrud på  $2.5 \text{ m}^3/\text{sek.}$  om sommeren (uke 25-35), og  $8 \text{ m}^3/\text{sek.}$  ellers i året medfører:

- At kraftverket vil måtte stå i sommerhalvåret (uke 25-35).
- Påslipp av  $8 \text{ m}^3/\text{sek.}$  resten av året medfører i underkant av 30% av gjennomsnittlig vassføring i de 42 resterende uker. Inkluderes et flomtapp på noe under 10%, vil vi i de 42 driftsukene ha en gjennomsnittlig driftsvassføring på  $23 \text{ m}^3/\text{sek.}$  og en produsert effekt på 90 GWh.

Antar vi spesifikke utbyggingskostnader ved Oterholt og Herre etter opprinnelige planer til henholdsvis 1.15 kr/GWh og 1.60 kr/GWh gir dette investeringskostnader på henholdsvis 135 og 37 mill. kr. Holder vi disse fast, selv om man som følge av krav til påslipp får noe mindre produksjonsvann, vil enhetskostnadene for Oterholtfossen bli nær kr 1.50 kr/GWh.

Antas en markedspris på elkraft på 10 øre GWh (oppgitt med forbehold fra flere kilder) og et samlet tap ved produksjon og overføring på 20%, vil de årlige inntekter ved Oterholt løselig kunne anslås til 7.5 mill. kroner. Tilsvarende ved Herrefoss ca. 2 mill. kroner. Tallene angir bare en størrelsesorden.

Bygging av terskeldammer i Bøelva vil være aktuelt på strekningen Oterholt - Sperrud. Slike dammer kan utføres på tre prinsipielt forskjellige måter:

1. Rene fyllingsterskler (opplagt av masse i vassdraget) kan brukes ved sommervassføring ned til  $2 \text{ m}^3/\text{sek}$ .
2. Under  $2 \text{ m}^3/\text{sek}$ . ned til  $\frac{1}{2} \text{ m}^3/\text{sek}$ . må det bygges tett terskel. Dette kan gjøres ved at fyllingsterskelen injiseres (tetningskjerne).
3. Bygging av betongterskel.

Damhøyden vil normalt være 1-1.5 m og for et kostnadsoverslag kan følgende enhetspriser benyttes (etter opplysninger fra Statskraftverkene):

Fyllingsterskel	50 000 kr
Tett fyllingsterskel	100 000 kr
Betongterskel	150-200 000 kr

Det er forutsatt ca. 25 m elvebredde.

Holder vi fossene utenfor og sier at ca. 10 m fall i elva må ha vannspeil-dammer, og antas 5 terskler med gjennomsnittspris på 100 000 kr kan vi antyde en total kostnad på omlag 0.5 mill. kroner.

Erosjonsarbeider pågår i Bøelva. Omfanget har de siste årene vært ca. 100 000 kr/år (opplysninger fra NVE, Forbygningsavdelingen). Vi antar fortsatt ca. kr 100 000/år for erosjonsarbeider og 20% høyere kostnader i alternativ II, dvs. kr 120 000/år.

Mudring er aktuelt ved utløpet av Norsjø og vi har satt som krav og en halv meter seilingsdybde.

Enklere mudringsarbeider med traktor montert på pram er anslått til 10-15 kr/m<sup>3</sup> fjernet masse (NVE, Forbygningsavdelingen). Vi har skjønnsmessig anslått utgiften til ca. kr 100 000 hvert femte år.

Laksetrapp er blitt aktuelt de siste år ved tiltak lenger nede i vassdraget. I Bøelva er trapper særlig aktuelt ved fossene. Dette diskuteres lokalt.

I følge direktoratet for vilt og ferskvannsfiske kan det regnes med en kostnad på 25-60 000 kr pr. fallmeter; I gjennomsnitt ca. kr 35 000. Over de regulerte strekninger i Bøelva er fallet totalt 78.5 m, men en del av denne

høyden vil ikke være fossefall. Med et trappefall på 70 m og nevnte gjennomsnittlige kostnad, antas 2.5 mill. kroner for å etablere en laksetrapp ved de aktuelle fosser. For alternativ I er det aktuelt med trapp i Herrefoss og Oterholt-fossen. Totalt vil vi anslå fallhøyden her til 50 m, og kostnaden i alternativ I vil bli ca. 1.7 mill. kroner.

Salg av fiskekort i Bøelva gir årlig en inntekt på ca. 1000 kr til grunneierlaget i Øvre Bø. For elva nedenfor Folkestad har vi ingen opplysninger, og organisasjonsforholdene er her mer uklare.

## 11. KONSEKVENSANALYSE

### 11.1 Generelt om konsekvensanalyser

Begrepet konsekvensanalyse trenger en nærmere presisering. Spørsmål som konsekvenser av hva, for hva og hvem må klargjøres. I (15) drøftes nærmere konsekvensanalyser i vannressursforvaltningen.

#### Konsekvenser av hva?

Konsekvensskapende er de tekniske, administrative eventuelt rettslige tiltak som planen omfatter. I vårt tilfelle har vi begrenset oss til de tekniske tiltak med konsekvenser, først og fremst i form av økonomiske følger.

#### Konsekvenser for hva og hvem?

Fordeler og ulemper av de konsekvensskapende tiltak varierer med det nivå som utsettes for konsekvensene. Eksempelvis kan utbygging av Bøfossane fra et nasjonalt og regionalt synspunkt være gunstig, men ha en mulig negativ effekt for lokalmiljøet. En måte å inndele nivåene, interesseområdene, på er:

1. Nasjonalt nivå
2. Fylkes- og kommunenivå
3. Bedrifts- og husholdningsnivå
4. Andre organisasjoners nivå

En konsekvensanalyse innebærer en sammenlikning av størrelser som fortrinnsvis bør kunne måles med samme enhet. Det er åpenbart at dette ikke er mulig for alle typer konsekvenser. "Måleprinsipper" kan være:

1. Verbale utsagn, sosiale indekser
2. Fysiske enheter, indikatorer
3. Kroner og øre

I vannforvaltning, såvel som innenfor andre fagområder, er det en rekke størrelser som ikke lar seg kvantifisere. Det er viktig å være klar over at det ikke er mulig og heller ikke bør være noe mål å fjerne disse elementene helt.

Hoved- og underinndeling av konsekvenser for Bøelva er vist i prinsippskissen på fig. 37 på neste side. Konsekvensene, som er tidsavhengige, er en funksjon av de konsekvensskapende tiltak og betraktningsnivået. Konsekvensene er grovinn delt i såkalte kvantifiserbare og ikke-kvantifiserbare elementer, og disse er igjen underinndelt videre.

De konsekvensskapende tiltak er inndelt i to grupper: Tiltak for reduksjon av forurensningstilførsler og vannkraftutbygging og andre tiltak.

Vi gjøre særlig oppmerksom på at vurderinger i dette kapitlet hviler på et meget svakt grunnlag og til dels er spekulativt i sin karakter. Fagområdet ligger på siden av instituttets kompetanseområde og ved en reell konsekvensvurdering. F.eks. i forbindelse med en realisering av alternativ II, vil andre fagmiljøer måtte trekkes inn. Vi vil anta at flere påstander og betraktninger kan kritiseres, men vi håper at kapitlet kan danne utgangspunkt for en diskusjon og eventuelt et eget prosjekt om hvorledes og hvordan konsekvensanalyser i vannressursplaner bør og kan utføres.

## 11.2 Tiltak for reduksjon av forurensningstilførsler

### Konsekvenser for miljøet

Konsekvensene av tiltakene for reduksjon av forurensningstilførsler er identisk med målene, konkretisert i kravene til vannmengde, vannkvalitet m.v. Konsekvensene for de andre naturressursene, luft og arealer, er ikke vurdert, og kan betraktes som minimale.

### Økonomiske konsekvenser

Grunnlag for oppstilling av de økonomiske konsekvenser er gitt i kap. 10. Beregnede årlige kostnader er sammenstilt i tabell 33.

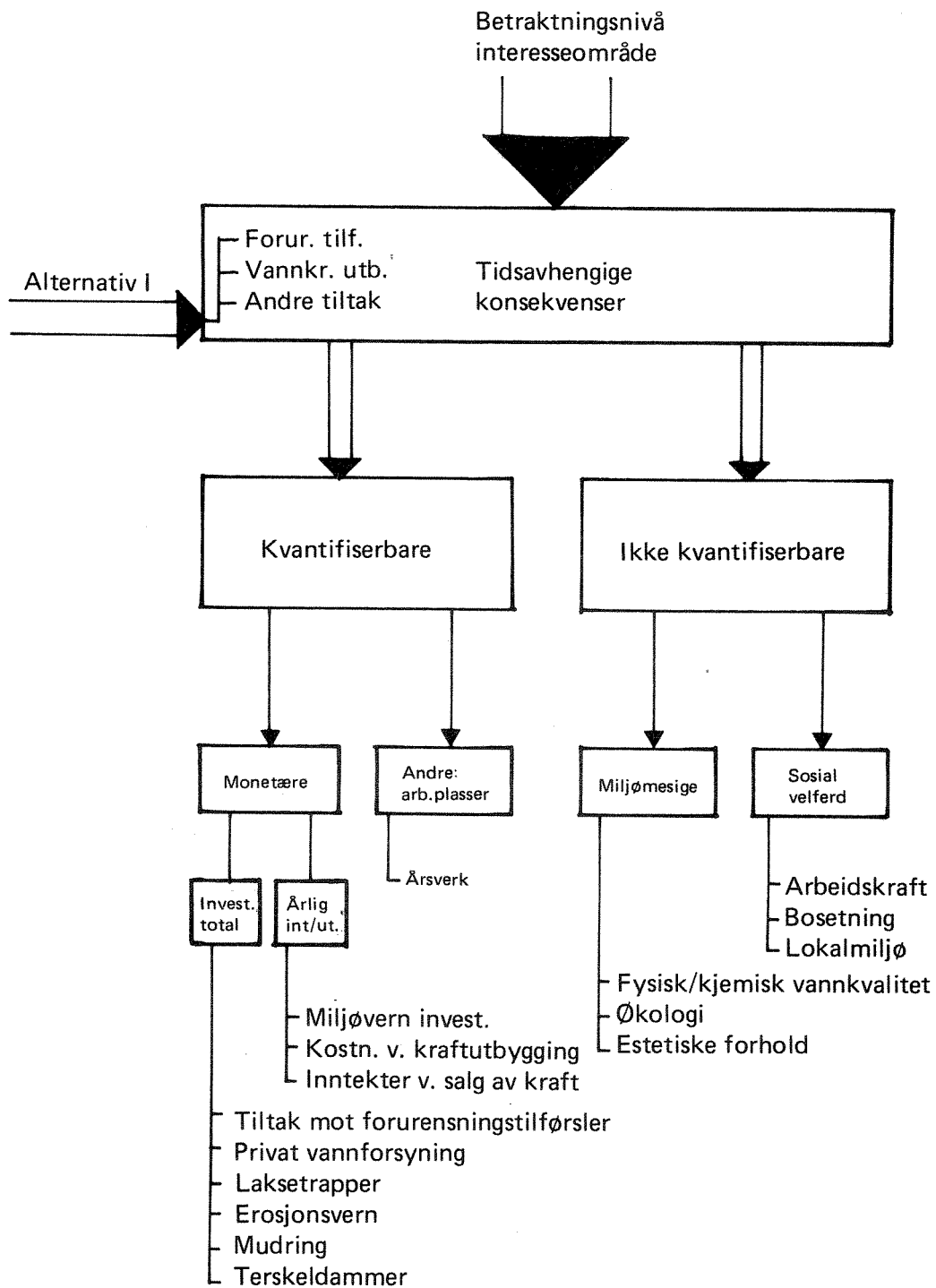


Fig. 37. Prinsipp for konsekvensanalyse i Bøelva

Tabell 33. Kostnader ved gjennomføring av tiltak for å begrense forurensnings-tilførslene til Bøelva.

	Kostnader* og tiltaksplan	
	Alt. I	Alt. II
Bø	900 000 kr/år	1.85 mill. kr/år i 5 år 580 000 kr/år i 15 år
Sauherad	225 000 kr/år	300 000 kr/år i 5 år 200 000 kr/år i 15 år

\*  
Rentefot ikke trukket inn.

#### Administrasjon og sosialt liv

Kostnadene ved tiltakene vil trolig gi konflikter med andre sektorer av den kommunale økonomi, og derigjennom få betydning administrativt og sosialt.

Tiltakene representerer relativt få arbeidsplasser, men en viss utbygging av kommunens tekniske etat kan vise seg nødvendig. Sosialt sett vil trolig den viktigste konsekvens ligge i tilfredsstillende av brukerinteresser slik planen forutsetter. Dette gjelder f.eks. elva som landskapselement, verdifullt rekreasjonsområde m.v. Slike konsekvenser er det vanskelig å kvantifisere. For å gi et inntrykk av verdien kan nevnes noen tall fra Statistisk Sentralbyrås undersøkelser over fritidsbruk i 1973 og 1974. Her er oppgitt at av befolkningen i alder 15-74 badet 52% utendørs, 35% fisket i ferskvann og 35% av befolkningen drev båtsport (roing, padling).

#### 11.3 Vannkraftutbygging og andre tiltak

##### Miljøkonsekvenser

Effektene på miljøet vil være forskjellig på ulike steder i elva, og størst hvor utbyggingen griper direkte inn i vassdraget, som f.eks. kanaliseringen fra Seljordvatn til Herrefoss, ved elvemagasinet oppstrøms Sagafoss og på den overførte strekning fra Oterholt til Sperrud.



På "kanalstrekningen" mellom Seljordvatn og Herrefoss vil utbyggingen medføre omfattende forstyrrelser på elvebunnen. Vegetasjon og bunnfauna påvirkes, herunder livsbetingelsene for fisk i området.

Oppdemming av elva bak Oterholtfoss vil danne et elvemagasin. Området vil få mer karakter av innsjø. Det er imidlertid tvilsomt om forandringen blir vesentlig, da elva akkurat her er relativt stilleflytende i dag. Sedimenteringen vil øke, bunnvegetasjon og bunnfauna vil kunne endre seg. Bunnen vil få mer karakter av sjøbunn med finere sedimenter. Laksefisk får dårligere betingelser i området, mens fiskeslag som gjedde, sik, abbor og harr normalt får bedre betingelser i slike magasiner. I utbyggingsperioden kan man regne med øket erosjon og denne kan bli særlig stor for finkornet materiale.

Ved oppdemming vil grunnvannstanden kunne påvirkes, og utsatte lavereliggende jordbruksområder kan bli skadelidende ved at områdene delvis forsumpes som følge av dårligere dreneringsforhold.

Bygging av et magasin kan medføre øket lokal tåkedannelse, særlig høst og vinter. På den regulerte elvestrekning mellom Oterholt og Sperrud kan miljøvirkningene bli betydelige. Man kan regne med at opprinnelig bunnvegetasjon og fauna etter hvert vil forsvinne, og et nytt økosystem etterhvert vil etablere seg. Dette vil ta noe tid, avhengig av bunnmateriale, vannføringsforhold m.v. Terskeldammer på slike elvestrekninger reduserer den utseendemessig effekt, og opprettholder grunnvannsspeilets høyde. Strømningsbiotopene vil forsvinne, og betydningen for fiskeproduksjonen vil være stor. Det antas vesentlig dårligere betingelser for laksefisk, men god produksjon av småfisk bør kunne opprettholdes.

For dambygging, veier og erosjonsbeskyttelse i anleggsperioden, kreves store mengder materialer som til dels kan tas fra utsprenget av tunneller, mens mer spesielt materiale krever egne masseuttak. Områder for uttak, masseopplag og transportveie griper forstyrrende inn i landskap og biotoper i området. Påvirkning av vannkvaliteten kan være mangesidig, særlig pekes på økt tilførsel av partikulært materiale.

### Økonomiske konsekvenser

Utgifts- og inntektsforholdet er det redegjort for i kapittel 10.

Det kan nevnes at Bø kommune selv står som utbygger i Bøelva og inntektene kommer derfor kommunen direkte tilgode. I tillegg til disse, vil kommunen kunne få direkte inntekter gjennom økt skattetilgang i anleggsperioden.

### Administrasjon og sosialt liv

Anleggstiden for de to kraftverkene kan anslås fra 1½ til 3 år, med en arbeidsstokk på rundt 100 mann ved normal drift. Når anleggene er utbygget kan regnes med et fast mannskap på 4 til 6 mann, dersom ikke fjernstyring innføres. Dette er imidlertid det mest sannsynlige.

Tabell 34 viser noen tall for Bø og Sauherad fra Statistisk Sentralbyrås bedriftstelling i 1974 (arbeidsplasser i jordbruk, skogbruk, fiske og fangst).

Tabell 34. Sysselsetting i Bø og Sauherad kommune.

Kommune	Bø	Sauherad
Antall sysselsatte totalt	715	289
Bygg- og anleggsvirksomhet	25 <sup>x</sup>	14 <sup>x</sup>
Elektrisitetsforsyning	1	1
Bergverksdrift	3	1

<sup>x</sup> Bedrifter registrert i kommunen.

Sett i forhold til total sysselsetting må 100 nye arbeidsplasser sies å være mye. Flere forhold reduserer imidlertid de nye arbeidsplassenes betydning for kommunene. Undersøkelser viser at en meget stor andel av de ansatte ved utbygging av kraftanlegg overføres fra anlegg til anlegg som "profesjonelle" kraftutbyggere. Svenske undersøkelser har vist at andel av slike arbeidere ligger mellom 40 og 50%. Vi antar derfor at i størrelsesorden 50% av arbeidsstyrken vil bli rekruttert fra Bø, Sauherad og distriktet for øvrig. Av denne arbeidsstyrken vil erfaringsmessig en større andel rekrutteres

ved ny sysselsetting, noe som gjør at antall arbeidstakere som skifter arbeid i forbindelse med kraftutbyggingen blir relativt lavt. Problemene som følger med en større omfordeling av arbeidsplassene blir således relativt beskjedne. På grunn av innslaget av "profesjonelle kraftutbyggere" er det lite trolig at anleggsarbeidene gir økt befolkningstilvekst av noen betydning på sikt.

Ringvirkninger av anleggsdriften til andre sektorer er heller ikke særlig sannsynlig. Arbeidsstokkens kjøpekraft, f.eks. på mest kritisk område av varehandelen, dagligvaresektoren, vil tilsvare omsetningen i en mindre dagligvarebutikk.

Virkningen av utbyggingen i alternativ II på lokalsamfunnet i Bø vil følgelig trolig være svært begrenset både administrativt og sosialt sett.

#### 11.4 Sammenstilling av konsekvenser

Utfra ovenstående og bl.a. kostnadstallene i kapittel 10, er det i fig. 38 gjort en sammenstilling av de to alternativenes konsekvenser for to interesseområder: Lokalmiljøet og nasjonen.

Det må presiseres at oppstillingen i figur 38 bare bygger på denne rapportes fremstilling og at de samme forbehold som er tatt for de tidligere teoretiske fremstillinger i rapporten også gjelder her. Dette er ikke en konsekvensanalyse fullstendig nok og bred nok til å være grunnlag for konkrete avgjørelser med hensyn til Bøelvas fremtid. Å antyde rammer, innfallsvinkler og måleprinsipper for konsekvensanalyser, har vært det primære.

Kommentarer til figur 38:

- De såkalte miljøverninvesteringer (tilsvarer de forurensningsbegrensende tiltak) for perioden, er summert og angitt i 1977-prisnivå.
- Årlige inntekter og utgifter er sammenliknet fra år til år. Avskrivninger er trukket inn med like beløp av 1977-kroner hvert år, og inntektene på tilsvarende måte hvert år satt lik inntektene i 1977.
- Miljømessige og sosiale konsekvenser er målt ved ubenevnte vektall. Man tar her utgangspunkt i et tenkt tredje alternativ basert på ingen tiltak utover de som allerede er initiert. De to alternativene vi vurderer, veies mot alternativet uten tiltak langs en skala fra -3 til +3 som gjør det mulig å rangere alle tre alternativer som ulikt positive, dvs. med positive konsekvenser eller som ulikt negative, dvs. med negative konsekvenser. Resultatene av denne veiningen framgår av tabell 35, faktor  $x_i$ . Vekttalldifferansen mellom alternativene og alternativet uten tiltak beregnes ( $x_i - x_0$ ), og det beregnes videre en faktor  $S_n$  som er forholdet mellom  $x_i - x_0$  og den største tallverdien av denne differansen multiplisert med høyeste skalverdi, her 3, se tabell 35. Poengtallene i figur 38 er tilsvarende  $S_n$ . Den rene matematiske behandling av vektallene er hentet fra (28<sup>n</sup>). Her er imidlertid skalabredden 10 vektall, og alternativene er vurdert, ikke bare til å være bedre eller dårligere enn hverandre, men det er også forsøksvis angitt hvor mye bedre/dårligere de er.

Tabell 35. Beregning av vektall for miljø og sosiale elementer for alternativ I og II.

		LOKALMILJØET						NASJONEN	
		Miljøindikatorer			Sosiale indikatorer			Økonomiske og vitenskapelige indikatorer	
Faktor	Alternativ	Fysisk-kjemisk vannkvalitet	Økologiske forhold	Estetiske forhold	Arbeidskraft	Bosetn. konsek.	Lokal-miljø	Økonomiske	Vitenskapelige
$x_0$	u.tiltak	-1	-1	0	0	0	0	-1	0
$x_i$	I	+1	+1	0	+1	0	0	-2	+1
	II	-2	-3	-2	+3	+1	-1	+1	-2
$x_0$	u.tiltak	0	0	0	0	0	0	0	0
$x_i - x_0$	I	+2	+2	0	+1	0	0	-1	+1
	II	-1	-1	-1	+3	+1	-1	+2	-2
$S_n$	I	+2	+2	0	+1	0	0	-1	+1
	II	-1	-2	-2	+3	+1	-1	+2	-1

Tegnforklaring:

$x_0$ : Vektall for det tredje alternativ "uten tiltak"

$x_i$ : Vektall for alternativ I og II vurdert i forhold til det tredje alternativ

$S_n$ : Beregnes etter nedenstående formel og medfører at den opprinnelige skalabredde blir beholdt og utnyttet i de endelige vektall.

$$S_n \text{ matematisk uttrykt: } S_n = \frac{(x_i - x_0)}{|x_i - x_0|_{\max}} \cdot 3$$

- Klare definisjoner av de indikatorer man benytter for å måle konsekvenser, er en forutsetning for at en veining med vekt tall skal ha noen verdi. Vi har her med vilje ikke gitt oss inn på arbeidet med å stille opp slike definisjoner.

De konsekvenser sosialt og miljømessig som fremstilles i figur 38 (beregning i tabell 35), skal her således først og fremst tjene som illustrasjon av prinsipper.

	Konsekvenser for lokalmiljøet						Konsekvenser for nasjonen	
	Kvantifiserbare			Ikke kvantifiserbare			Ikke kvantifiserbare	
	Økonomi		Adm.	Miljø og sosial velferd			Økonomi og ideelle vitensk.	
	Miljøvern - investeringer	Årlige inntekter og utgifter	Antall årsverk	Hovedaspekt	Delaspekt	Poeng	Hovedaspekt	Poeng
Alternativ I				Miljø	Fys.kjem. vannkv.	+2	Økonomi	-1
					Økologi	+2		
					Estetiske forh.	0		
	Sosial velferd	Arb.kraft	+1	Natur-Økologi	+1			
		Bosetn.	0					
		Lokalmiljø	0					
Alternativ II				Miljø	Fys.kjem. vannkv.	-1	Økonomi	+2
					Økologi	-2		
					Estetiske forh.	-2		
	Sosial velferd	Arb.kraft	+3	Natur-Økologi	-1			
		Bosetn.	+1					
		Lokalmiljø	-1					
	Tiltak mot vannforurensning Privat vannforsyning Laksetrapp Erosjonsvern og mudring Terskeldammer		Avskrivningskostnader medtatt Miljøverninvesteringer Utgifter v. kraftutb. Inntekter v. salg av kraft	Årsverk i planperioden 1980-2000	De ikke kvantifiserbare størrelsene er gitt vekt tall på en skala fra -3 til +3 i forhold til et tenkt alternativ uten tiltak. Størrelsene er usikre og er først og fremst ment å tjene illustrative formål.			

Fig. 38. Eksempel på sammenstilling av konsekvenser fra konsekvensanalysen. Figuren må ikke brukes ukritisk. Rapportens reserverasjoner og manglende bredde i underlagsmateriale gjelder også for vurderinger og resultater fremstilt i denne figur.

REFERANSER

Del I

1. Simensen, T., "Konsept til foredrag i NIF, 26.4.77 om Vannressursforvaltning," 1977, upublisert.
2. St.meld. nr. 107, 1973/74: "Om arbeidet med en landsplan for bruken av vannressursene".
3. St.meld. nr. 44, 1975/76: "Tiltak mot forurensninger".
4. Miljønytt nr. 7-8, 1977 (Informasjonsorgan for Miljøverndepartementet).
5. Norges offentlige utredninger nr. 1/1977 "Ny planleggingslov", Oslo, 1977.
6. NIVA: "Vannressursforvaltning. Fremdriftsrapport" A4-22, Oslo, 1977.

Del II

1. NIVA: "Forurensningstilførsler til indre Oslofjord, Systemopplegg og kartlegging 1975. Rapport nr. 2". O-160/71. Oslo, 1977.
2. NIVA: "Registrering av forurensningskilder og teoretisk beregning av forurensningstilførsler til Eikeren og Fiskumvatnet". O-102/74. Oslo, 1977.
3. Miljøverndepartementet: "Forskrifter om lagring og spredning av husdyrgjødsel". Oslo, 1977.
4. NIVA: "Behandling av avløpsvann fra næringsmiddelindustri i kommunale renseanlegg". O-9/74. Oslo, 1975.
5. Miljøverndepartementet: "Landsplan for bruken av vannressursene. Arbeidsrapport nr. 6. Norsk Jordbruk og Vannressursene. Del A Vannforurensninger fra jordbruket". Oslo, 1974.

6. Miljøverndepartementet: "Forskrifter for avrenning fra silo for gras og andre grønforvekster". Oslo, 1973.
7. Avløpssambandet Nordre Øyeren: "Vassdragsovervåking i Akershus. Forslag til program og erfaringer fra utprøving i ANØ-området". Kjeller, 1976.
8. Hydroconsult: "Sundsbarmsesjon X. Hydrologisk redegjørelse". Sak 3057. Oslo, 1975.
9. NIVA: "Sundsbarmsreguleringen - resipientforhold og vannføring. Notat til Nedre Telemark herredsrett i forbindelse med prosedyremøte i januar 1976". O-127/65. Oslo, 1976.
10. NIVA: "Telemarksvassdraget. Fremdriftsrapport nr. 1. Undersøkelser 1975/76". O-112/70. Oslo, 1976.
11. NIVA: "Telemarksvassdraget. Fremdriftsrapport nr. 2. Undersøkelser 1976". O-112/70. Oslo, 1977.
12. Sortedal og Tveitnes: "Uttalelse vedrørende grunnvannsskader på jordbruk. Sundsbarmskjønnets sesjon X". Skien/Oslo, 1975.
13. Vollenweider, R.A.: "Advances in defining critical loading levels for phosphorus in lake eutrophication". Mem. Ist.Hal. Hydrobiol. 33, 1976.
14. Statens Naturvårdsverk: "Bedömningsgrundar för svenska ytvatten". Publ: 1969:1, Stockholm, 1969.
15. NIVA: "Vannressursforvaltning. Fremdriftsrapport". A4-22, Oslo, 1977.
16. Statistisk sentralbyrå: "Statistisk fylkeshefte 1973. Telemark". Oslo, 1974.
17. Miljøverndepartementet: "Landsplan for myrreservater". Oslo, 1974.

18 og

19. Telemark distriktshøyskole: "Registreringer over områder med spesiell verdi for undervisningsformål for natur og miljøvernlinja ved TDH". Upublisert.
20. Telemark Distriktshøyskole: "Analysedata fra spredte prøver. Bøelva". Upublisert
21. Statistisk sentralbyrå: "Friluftundersøkelse 1974". Oslo, 1975.
22. Sosialdepartementet, Helsedirektoratet: "Kvalitetskrav til vann. Drikkevann - Vann for omsetning - Badevann". Ny revidert utgave 1976.
23. Arnesen, R.T., Nedenes, O., Thaulow, H.: "Diffuse forurensningskilder". Trettende nordiske symposiet om vannforskning, NORDFORSK 1977.
24. NIVA: "Avløpssystemer i praksis. En undersøkelse omkring praksis vedrørende avløpssystemers utforming i 44 norske kommuner". O-16/78. Under publisering.
25. Østhus, T: "Beregning av avløpsvannets sammensetning ved materialstrømsanalyse". Hovedoppgave fra NTH 1977.
26. NIVA: "Forslag til kommunale tiltak for å begrense forurensningstilførselene til Mjøsa. Ringsaker". O-127/76. Oslo, 1977.
27. Miljøverndepartementet: "Fritidsbebyggelse. Sanitærtekniske løsninger. Vannforsyning. Avløp. Renovasjon". Oslo, 1977.
28. Committee on the Challenges of Modern Society: "Inland Water Pollution Control. Monograph on Comprehensive River Basin Planning" 1975.
29. NIVA: "Telemarks vassdraget. Fremdriftsrapport nr. 3 Undersøkelser 1977." O-112/70, Oslo, 1978.
30. Generalplan for Bø kommune. Bø 1974.