

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Blindern

O - 77098

A4 - 25

Lenaelv

Fremdriftsrapport om arbeidet med Lenaelv som prøve -
vassdrag for metodeutvikling av vannbruksplanlegging.

Oslo, 1. september 1979

Saksbehandler: Siv. ing. Haakon Thaulow

Medarbeidere: Siv. ing. Jon M. Råheim

Siv. ing. Tallak Moland

Instituttssjef: Kjell Baalsrud

NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Postadresse: Brekke 23 52 80
Postboks 333, Blindern Gaustadalleen 46 69 60
Oslo 3 Kjeller 71 47 59

Rapportnummer: 0-77098
Undernummer: II
Løpenummer: 1152
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Lenaelv. Fremdriftsrapport - metodeutvikling for vannbruks- planlegging.	Dato: 11.10.1979
	Prosjektnummer: 0-77098
Forfatter(e): Thaulow, Haakon Råheim, John Moland, Tallak	Faggruppe:
	Geografisk område: Oppland
	Antall sider (inkl. bilag): 143

Oppdragsgiver: Miljøverndepartementet	Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.):
--	----------------------------------

Ekstrakt:

Rapporten er en fremdriftsrapport fra arbeidet med Lenaelv som prøvevassdrag for metodeutvikling av vannbruksplanlegging. Arbeidet viser fire forskjellige alternativer for vannforsyning til kommunale vannverk, vanningsanlegg, og antyder den vannføring disse vil kunne gi i en sommer med sterk tørke.

4 emneord, norske:
1. Lenaelv
2. Østre Toten
3. Vannbruksplan
4. Vannressursforvaltning

4 emneord, engelske:
1.
2.
3.
4.


Prosjektleders sign.:

Seksjonsleders sign.:


Instituttetsjefs sign.:

ISBN 82-577-0209-9

F O R O R D

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) har fått i oppdrag av Miljøvern- departementet å utarbeide generelle retningslinjer for vannbruksplanlegging. Arbeidet utføres i samarbeid med Norsk institutt for by- og regionforskning (NIBR). En helt sentral del av oppdraget består i å utarbeide skisser til vannbruksplaner i noen utvalgte, konkrete vassdrag. Prøvevassdragene er: Jølstervassdraget i Sogn og Fjordane, Bøelva i Telemark og Lenaelv i Opp- land. NIVAs arbeid med de to første vassdragene er rapportert. Denne rapporten gir informasjon om fremdriften i arbeidet med Lenaelv.

Arbeidet med prøvevassdragene har den primære hensikt å demonstrere vann- bruksplanleggingens faglige og administrative sider for generell bruk. Imidlertid vil også rapporteringene sammen med NIBRs arbeid være et utgangs- punkt for en konkret praktisk vannbruksplan i de aktuelle vassdrag. Med hensyn til vannbruksplanleggingens generelle sider viser vi særlig til rapporten om Bøelva, del 1, "Generelt om vannbruksplaner".

Denne rapporten representerer ikke det ferdige arbeid med Lenaelv innenfor oppdragets ramme, men kan betraktes som en statusrapport for arbeidet pr. 1. sept. 1979.

Det anses ønskelig med en slik rapportering for å få foreløpige korreksjoner og tilleggsopplysninger til det innsamlede materiale sammen med synspunkter på skisser til løsninger fra kommunen, de ulike brukerinteresser, organisa- sjoner m.v. Disse vil være høyst verdifulle for det videre arbeid med Lenaelv.

Sluttrapportering fra arbeidet med Lenaelv som prøvevassdrag vil etter planene foreligge i første halvår av 1980. Forholdet mellom fremdrifts- rapporten og sluttrapporten er forklart nærmere på s. 12-13.

Det må videre nevnes at det utenom dette prosjektet er blitt og vil bli ar- beidet med forskjellige problemstillinger i Lenavassdraget:

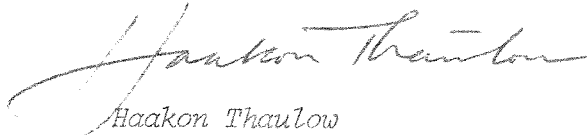
- En gruppe studenter ved Industriseminaret ved Universitetet i Oslo har foretatt en beregning og registrering av forurensningstilførsler og vannbruk i Lenaelva fra 1940 frem til idag. Vi har i vedlegg III gitt

et kort sammendrag av hovedpunkter i studentenes rapport. Resultatet er rapportert og utgitt i NIVA-regi (XR-22 "Utvikling av forurensningstilførsler og forurensningenes virkninger i Lenavassdraget").

- Det planlegges et prosjekt som skal bruke mindre deler av Lenaelv som prøveområde for å belyse forurensningstilførsler fra jordbruksarealer og i forbindelse med spredt bebyggelse.
- Det er innledet et foreløpig uformelt samarbeid med Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen (NVE), som spesielt arbeider med en tilsigs- og avrenningsmodell for vassdraget. NVEs foreløpige betraktninger omkring problemstillingene i Lenaelv er satt inn som vedlegg V til rapporten.
- Det planlegges også et såkalt integrert vassdragsprosjekt hvor ulike fagelementer i vannbruksplanen forsøkes knyttet sammen ved systemanalyse med bruk av matematiske modeller som et sentralt verktøy. Planene for prosjektet så langt de er kommet pr. 1.9.1979 er beskrevet i vedlegg IV. I det integrerte prosjektet vil resultater fra de andre aktiviteter bli trukket inn.

Vi gjør spesielt oppmerksom på at grunnlagsmaterialet i det alt vesentlige er basert på data innsamlet t.o.m. 1977. Beskrivelsen av vannkvalitet og tiltak er følgelig ikke ajourført.

Oslo, 1. september 1979


Haakon Thaulow

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side:
FORORD	3
SYSTEMATIKK - FORHOLDET TIL DEN "ENDELIGE" RAPPORTERING	12
1. PLANOMRÅDET - GENERELL BESKRIVELSE	14
2. TILFØRSLER	17
2.1 Inndeling av forurensningskilder	17
2.2 Usikkerhet omkring teoretisk beregning av forurensningstilførsler	17
2.3 Totale tilførsler	18
3. VASSDRAGSREGULERINGER - VANNUTTAK	21
3.1 Oversikt over reguleringer	21
3.2 Kraftverk	23
3.3 Fisketrapper	24
3.4 Vannverk	24
3.5 Reguleringer av innsjøene	25
3.6 Irrigasjonsanlegg	26
4. HYDROLOGI OG VANNKVALITET	28
4.1 Hydrologi	28
4.1.1 Vassføringsdata - tidsvariasjoner	28
4.1.2 Vassføringsdata - geografisk differensiering	28
4.2 Vannkvalitet	28
4.2.1 Generelt om datagrunnlaget	28
4.2.2 Kjemiske undersøkelser - variasjoner over året	31
4.2.3 Kjemiske undersøkelser - geografisk differensiering	31
4.2.4 Biologiske undersøkelser	37
4.2.5 Vekstpotensialet	41

5.	SAMFUNNSUTVIKLING OG BRUKERINTERESSER	43
5.1	Samfunnsutvikling	43
5.2	Brukerinteresser	44
5.2.1	Naturvern - landskapsvern	44
5.2.2	Drikkevannsforsyning	45
5.2.3	Jordbruksvanning	47
5.2.4	Rekreasjon - bading	49
5.2.5	Fiske	49
5.2.6	Energiproduksjon	52
5.2.7	Resipientbruk	52
5.2.8	Brukerinteresser i Mjøsa	54
6.	KONFLIKTANALYSE	55
6.1	Konfliktanalyse som ledd i en vannbruksplan	55
6.2	Konflikter i Lenaelv. Dagens forhold.	55
6.3	Fremtidige konflikter	60
6.4	Rettslige begrensninger	64
7.	MÅL FOR BRUKEN AV LENAELV	67
7.1	Bakgrunn og prosess for måloppstilling	67
7.2	Foreliggende generelle mål for Lenaelv	68
7.3	Praktiske mål. Alternative bruksmåter.	70
7.4	Avgrensning av foreløpig rapport	72
8.	KRAV TIL VANNMENGDER	74
9.	TILTAK	77
9.1	Hovedalternativer - omfang av tiltak	77
9.2	Magasinalternativer	77
9.3	Vannverksalternativer	80
9.4	Alternative løsninger. Magasinkombinasjoner.	82
9.4.1	Valg av tiltaksalternativer	82
9.4.2	Avrenning - magasinbidrag	84
9.4.3	Analyse av fire utvalgte alternativer	85

Innholdsfortegnelse forts...

	Side:
VEDLEGG I: Overslag over avrenning og vannforbruk i Lenavassdraget	87
VEDLEGG II: Forurensningstilførsler	93
VEDLEGG III: Utvikling av forurensningstilførsler og forurensningens virkninger i Lena- vassdraget	107
VEDLEGG IV: Integrert vassdragsprosjekt i Lenaelv - systemanalyse.	113
VEDLEGG V: Modellering av tilsigs- og avløpsforhold i Lenavassdraget.	135
REFERANSELISTE	140

FIGURLISTE

	Side:
Fig. 1 Oversikt over Lenaelvas omgivelser	15
" 2 Lenaelvas nedbørfelt - oversiktskart	16
" 3 Oversikt over de viktigste punktkilder i Lenaelvas nedbørfelt	20
" 4 Eksisterende reguleringsinngrep	22
" 5 Irrigasjonsanlegg i Lenaelva. Dagens forhold.	27
" 6 Vassføring i Lenaelvas utløp 1973	29
" 7 " " " 1974	29
" 8 " " " 1975	30
" 9 " " " 1976	30
" 10 Årsvariasjon for Tot.-P, farge i 1973	32
" 11 " " Tot.-P i 1974	33
" 12 " " " 1975	34
" 13 " " Tot.-P, farge, org. stoff i 1976	35
" 14 Tot.-P og KMnO_4 -tall for vann fra Lenaelv i aug. 1975	36
" 15 Forurensningssituasjonen i Lenaelva, august 1975	38
" 16 Middelerverdier for vekstpotensialer i tilløpselver til Mjøsa februar - oktober 1974	42
" 17 Vekstpotensialer i Lenaelva, februar - oktober 1974	42
" 18 Utvikling av irrigasjonsanlegg	48
" 19 Prognose for forurensningstilførsler til Lenaelv	53
" 20 Brukermatrise for Lenaelv. Dagens forhold.	56
" 21 Dagens kvalitetskonflikter	58
" 22 Dagens mengdekonflikter	59
" 23 Sone/feltinndeling av Lenaelvas nedbørfelt	63
" 24 Skjematisert prosess for oppstilling av mål	67
" 25 Oversikt over uttak av vann og krav til vannføring etter en teoretisk beregning for år 2000.	76

Figurliste forts.....

VEDLEGG:

Side:

Fig. I.1	Sone/felt inndeling av Lenaelvas nedbørfelt	88
" II.1	Fremgangsmåte for beregning av forurensnings- tilførsler i denne rapporten.	93
" II.2	Teoretisk beregnede tilførsler og forurensnings- transporter til og i Lenaelv.	98
" III.1-3	Kummulativ kurve som viser utslipp til vassdraget	111
" III.4	Historiske verdier for tilførsler og brukerinte- resser i Lenaelv	112
" IV.1	Prosjektaktiviteter i Lenaelv - tidsforhold	113
" IV.2	Prinsippskisse for modellbruk i vannressursforvaltning	116
" IV.3	Modellstruktur	118
" IV.4	Basiselementer i grunnmodellen	120
" IV.5	Basismodell for Lena-vassdraget	121
" IV.6	Lenaelvas nedbørfelt - oversiktskart	122
" IV.7	Stofftransport Hølenelva	127
" IV.8	Skisse av første utviklingstrinn, vanntransportmodell	132
" IV.9	Skisse av andre utviklingstrinn, vanntransportmodell	133
" IV.10	Skisse av tredje utviklingstrinn, vanntransportmodell	134
" V.1	En enkel modell	135
" V.2	Inndeling av et nedbørfelt i homogene delfelter	136
" V.3	Skogbunnsmodell	136
" V.4	Lenafeltets hovedtrekk	137
" V.5	Oppbyggingen av Lenamodellen	138

TABELLISTE

Side:

Tabell 1a	Oversikt over innholdet i den endelige rapport	13
" 1b	Arealbruk i Lenaelvas nedbørfelt	14
" 2	Teoretisk beregnede totale tilførsler til Lenaelva, P, N, BOF ₇	19
" 3	Reguleringsinngrep i Lenaelva	21
" 4	Kraftverk i Lenaelv. Tekniske data.	24
" 5	Data for fisketrapper	24
" 6	Hydrologiske data for vannverkene	25
" 7	Reguleringsmagasiner i Lenaelvas nedbørfelt	25
" 8	Vannbehov for irrigasjonsanlegg i Lenaelvas nedbørfelt	26
" 9	Fordeling av nye boliger i tettsteder for generalplanperioden 1975-86	43
" 10	Data for vannverkene i Ø. Toten kommune	45
" 11	Totalt vannforbruk i Østre Toten	47
" 12	Forholdet mellom teoretisk beregnede fosfor- tilførsler i 1985 og i 1977-78 og forholdet mellom teoretisk beregnede vannuttak i år 2000 og i 1977-78.	61
" 13	Brukerinteresser, eiendomsforhold og rettigheter	66
" 14	Mål for planleggingen i de ulike sektorer	69
" 15	Vannforsyningsdata og morfometriske data fra Einavatn	79
" 16	Vannbudsjett for år 2000 for kommunal vannforsyning	81
" 17	Tiltaksalternativer	83
" 18	Tørrvørsavrenning, reguleringsvolumer, tilskudds- vannmengder fra magasiner i de forskjellige del- felter av Lenaelv nedbørfelt.	84
" 19	Vannføring i Lenaelv i år 2000 med et prognostisert vannforbruk og ved de forskjellige magasinalternativene etter tabell 17.	86

Tabelliste forts...

VEDLEGG:	Side:	
Tabell I.1	Vannbrukere i Lenaelva. Teoretisk anslag på uttak og vannbehov.	87
" I.2	Teoretisk beregnet sonevis avrenning etter lengre tørke (1976-betingelser).	90
" I.3	Vannbrukere i Lenaelv. Teoretisk anslag på uttak og vannbehov under kritisk tørke ca. år 2000.	91
" II.1	Koeffisienter for forurensningsproduksjon	94
" II.2	Beregningsgrunnlag for forurensningsproduksjon og reduksjon ved transport og rensing	95
" II.3	Antatt status for kommunal kloakk i Lenaelvas nedbørfelt våren 1979	96
" II.4	Totale tilførsler til Lenaelva. Teoretisk beregning som tilsvarende situasjonen ca. 1972 og anslag på tilførsler for 1978.	97
" II.5	Mjøsaksjonens krav til utslipp fra tettbebyggelse i Lenavassdraget	102
" II.6	Avløpsforhold for spredt bebyggelse i Lenaelvas nedbørfelt	103
" II.7	Utslipp ifølge konsesjoner for industribedrifter som ikke koples til kommunalt avløpsnett	104
" II.8	Teoretisk beregnede forurensningstilførsler til Lenaelv årene 1980, 1985 og 2000.	104
" II.9	Fordeling av areal, befolkning og industriutslipp av fosfor på ulike soner av nedbørfeltet til Lenaelv.	105
" II.10	Teoretisk beregning av fosfortilførsler til ulike soner av Lenaelvas nedbørfelt i 1977-78 og 1985.	106

SYSTEMATIKK - FORHOLDET TIL DEN "ENDELIGE" RAPPORTERING

Som generell bakgrunnsinformasjon om vannbruksplanleggingens systematikk vises som nevnt i forordet til NIVAs rapport "Vannbruksplan for Bøelva i Telemark". Det er imidlertid nødvendig mer direkte å plassere innholdet i denne foreløpige rapporten inn i et helhetsperspektiv; dvs. i forhold til den endelige rapportering.

En vannbruksplan for Lenaelv er en plan for utnyttelse og vern av elva. Planen skal behandle, avveie og foreslå tiltak knyttet til alle relevante brukerinteresser, samt ta hensyn til forholdene i Mjøsa.

Lenaelvplanen vil bli inndelt i tre hoveddeler; registreringsdel, analyse- del og handlingsprogram. Tabell la viser den tenkte innholdsfortegnelse for endelig rapport og hvordan foreliggende foreløpige rapport står i forhold til denne.

Som en ser, inneholder den foreløpige rapport hele registreringsdelen slik den vil foreligge i den endelige rapportering. Analysedelen er imidlertid ufullstendig og mangler de avsluttende kapitler.

	Kapittelinnndeling i sluttrapport	Foreløpig rapport
Registreringer	1. Planområdet - generell beskrivelse	} Nær fullstendig
	2. Tilførsler	
	3. Vassdragsreguleringer og vannuttak	
	4. Hydrologi og brukerinteresser	
	5. Samfunnsutvikling og brukerinteresser	
	6. Konfliktanalyse	
Analyse	7. Mål for bruken av Lenaelv	} Foreligger, men skal bearbeides
	8. Krav til vannmengder og kvalitet	
	9. Tiltak	
	10. Konsekvensanalyse av tiltak	
Handl.-progr.	11. Valg av alternativ	} Mangler
	12. Handlingsprogram	
	13. Videreføring av planarbeidet	

Tabell 1a. Oversikt over innholdet i den endelige rapport og omfang av denne foreløpige rapport.

Det er videre sannsynlig at formen i den endelige rapportering vil bli endret, bl.a. ved en større overføring av data til vedlegg. Det dras her nytte av den gjennomgåelse av planmetodikk, form m.v. som skjer ved en spesiell kontaktgruppe NIBR og NIVA arbeider med i prosjektet.

1. PLANOMRÅDET - GENERELL BESKRIVELSE

Størstedelen av Lenaelvas nedbørfelt ligger i Oppland fylke. En mindre del av feltet (bl.a. deler av Vindflomyra) ligger i Akershus fylke (se fig. 1). Størstedelen av feltet ligger i Østre Toten kommune, mens mindre deler ligger i Vestre Toten og Hurdal kommuner.

Nedbørfeltet dekker et areal på 292 km². Feltet heller jevnt nedover mot Mjøsa. Innsjøene øverst i vassdraget ligger 600-700 m.o.h., mens vannspeilet i Mjøsa ligger 123 m.o.h.

Arealfordeling (bruksformer) er vist i tabell 1.

Arealtype	Areal km ²	Areal i prosent
dyrket mark	92,3	32
skog	142,7	49
myr	20,7	7
vann	3,1	1
tettbygd omr.	0,7	-
annet areal	32,1	11
totalt areal	291,7	100

Tabell 1b Arealbruk i Lenaelvas Nedbørfelt

I nedbørfeltet er det vesentlig kambrosilurske sedimentbergarter. Løsmassene skifter mellom sandholdig og leirholdig bregrus. Området har typisk østlandsklima med markerte flommer vår og høst. Årsnedbøren ligger på ca. 600 mm.

Det bor ca. 11.500 innbyggere i feltet. Av disse bor 3.270 i tettstedene i Bøverbru, Kolbu, Lensbygda, Lena og Skreia. Resten av innbyggerne bor i klyngebebyggelse og spredt bebyggelse (se figur 2).

Jordbruket har fortsatt en dominerende plass i produksjonslivet. De industribedriftene som finnes, henter i stor grad råstoff fra jordbruket (meieri, slakteri, potetmelfabrikk, brenneri, chipsfabrikk o.l. jfr. kpt. 2.4.3).

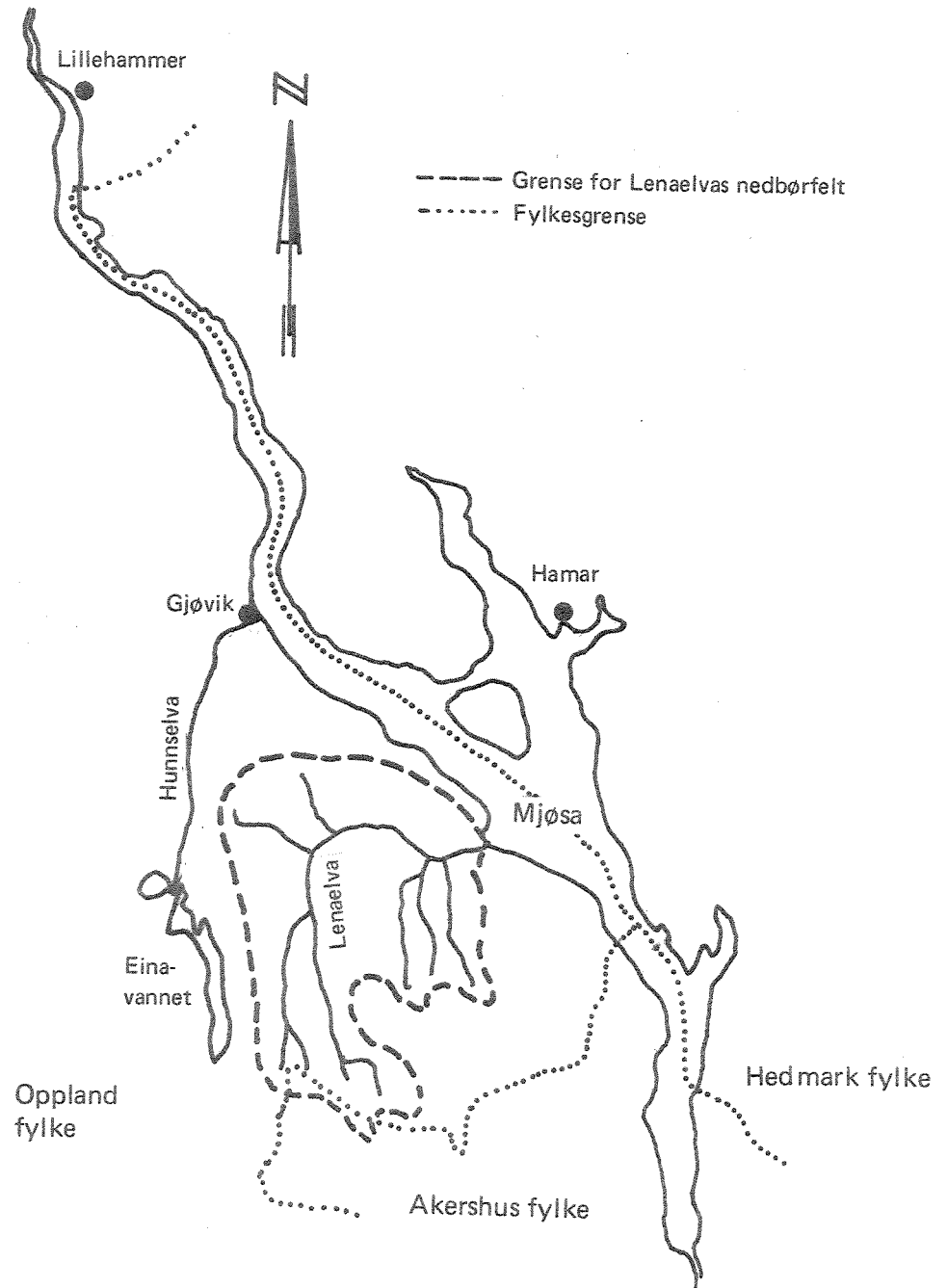


Fig. 1. Oversikt over Lanaelvas omgivelser.

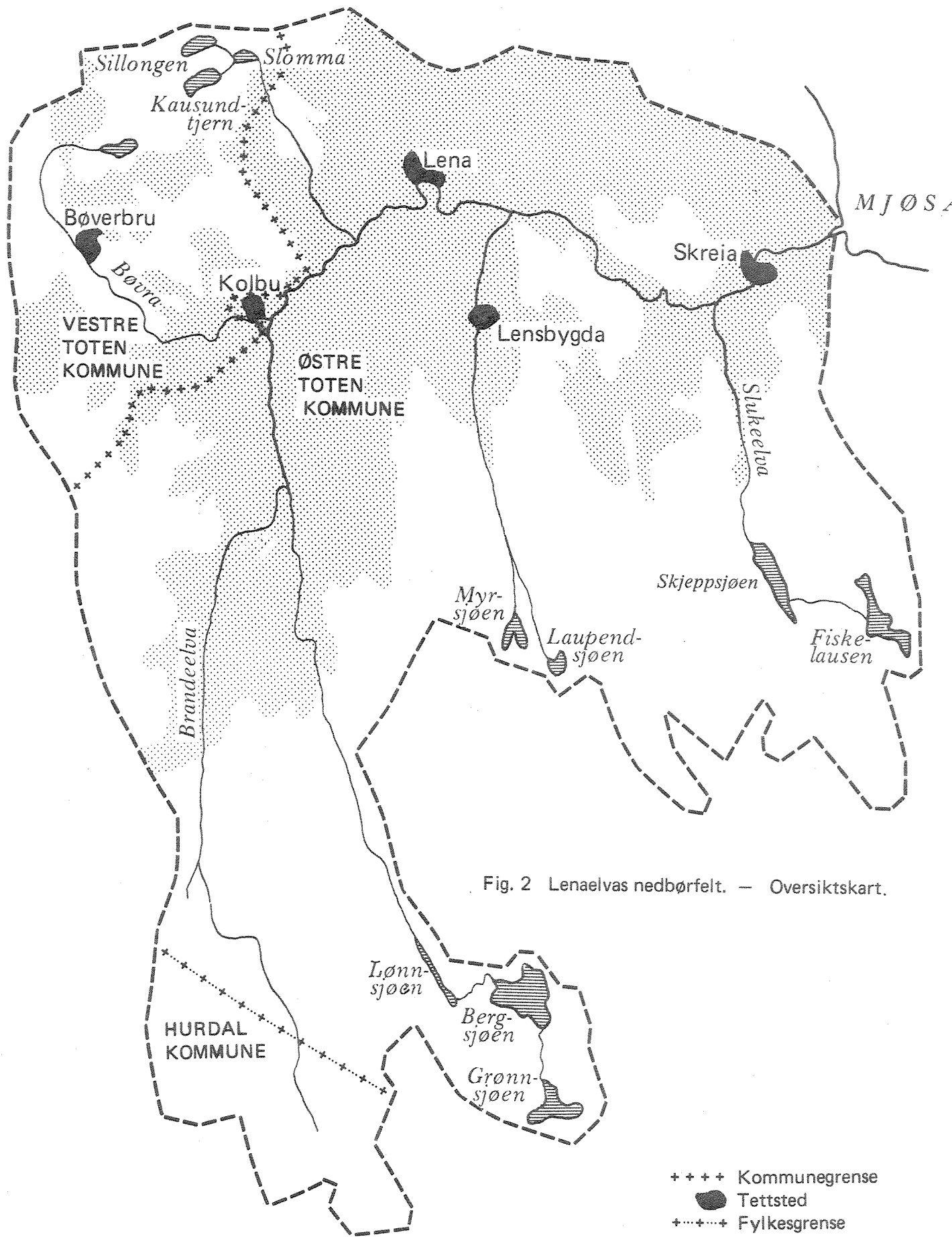


Fig. 2 Lenaelvas nedbørfelt. — Oversiktskart.

- ++++ Kommunegrense
- Tettsted
- +.....+ Fylkesgrense

2. TILFØRSLER

2.1 Inndeling av forurensningskilder

Stofftilførsler til et vassdrag stammer dels fra naturlig påvirkning, dels fra menneskelige aktiviteter (forurensningstilførsler). Med tanke på de tiltakene som senere kan settes inn, er det nyttig å dele forurensningskildene inn i punktkilder og diffuse kilder.

Vi skiller videre mellom produksjonsledd ved kilden, transportledd og tilførselsledd. Det er tilførselstallene til vassdraget som interesserer. Referansene gis imidlertid på kildene.

Følgende definisjoner er brukt:

- En forurensningskilde er diffus når de forurensende stoffers kontakt med vannet skjer over en større flate. ("Nedbøravhengig forurensning", f.eks. dyrket mark, parkeringsplass).
- En forurensningstilførsel er diffus når det forurensede vannet tilføres resipienten over et større område.

2.2 Usikkerhet omkring teoretisk beregning av forurensningstilførsler

Det hefter stor usikkerhet til en teoretisk beregning av forurensningstilførsler. Man har sjelden særlig god oversikt over forurensningskildene. Det ligger tildels stor usikkerhet i anslagene på produksjon av forurensning ved de ulike kildene. Videre vil ofte en del av forurensningsmengden "bli borte" på vegen fra kilden til vassdraget. De tall for forurensningstilførsler som her representeres er basert på erfaringstall fra andre områder enn Lena. Oversikten må også av denne grunn bare betraktes som en foreløpig orientering. De pågående prosjekter (se vedlegg IV) vil kunne bringe sikrere grunnlag for beregning av forurensningstilførsler til Lenavassdraget.

Vår sammenstilling av forurensningstilførsler kan ikke brukes direkte til å si noe om de ulike kildenes innbyrdes betydning for den kvalitative forringelse av vassdraget. Forurensningstilførslene er næring for liv i vassdraget. Tilførsler fra ulike kilder er ulikt tilgjengelig som næring. Fosfor, som i vår oppstilling er behandlet under ett, tilføres

vassdraget i flere ulike former som er kvalitativt forskjellige som næringsstoffer. Den mengdemessige sammensetting av tilgjengelige og mindre tilgjengelige fosforkomponenter varierer fra kilde til kilde. Tilsvarende forhold gjelder for tilførsler av nitrogen og organisk stoff.

Til dette kommer det forhold at tilførslene varierer over året og fra år til år. Spesielt gjelder dette tilførslene fra jordbruk der arealavrenningen er størst i forbindelse med flomperiodene. Tilførslene fra halmlutingsanlegg skjer om høsten, mens silonedleggingen skjer på forsommeren. Industrien i nedbørfeltet har ulik driftssesong. Potetmelfabrikken går bare om høsten, mens brenneriet bare går om våren.

Dette medfører at forholdet mellom tilførslene i produksjonssesongen kan være et annet enn det man kan beregne for hele året. At vassføringen varierer over tid har selvsagt også betydning for hvilken effekt de ulike tilførsler har på forholdene i vassdraget.

Det er nødvendig med et omfattende og kvalifisert skjønn ved tolkning av data av den typen som her er lagt frem.

2.3 Totale tilførsler

I tabell 2 er det gitt en oversikt over teoretisk beregnede totale tilførsler til Lenaelva.

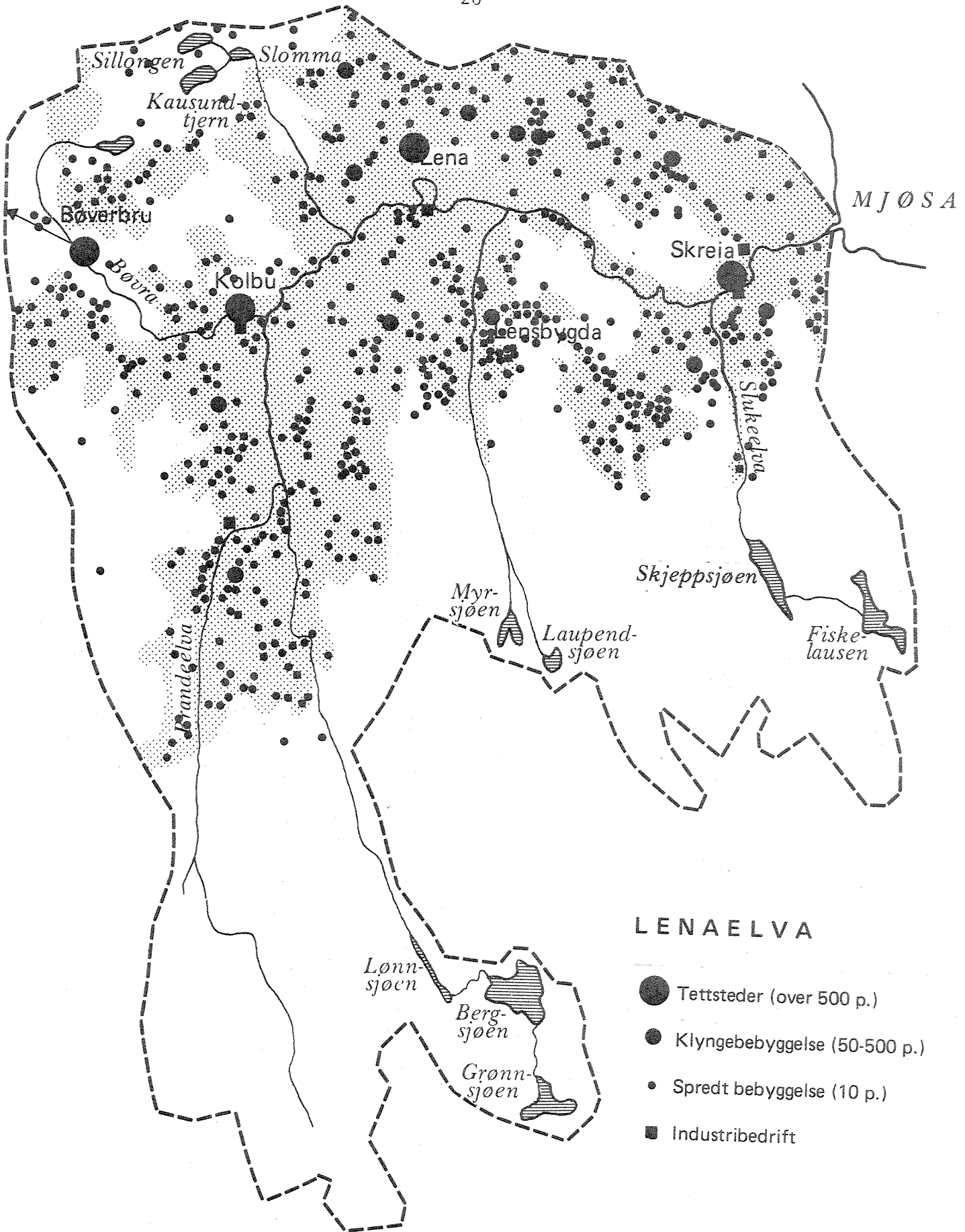
For bakgrunnsdata og beregningsgrunnlag vises til vedlegg II.

Kilde- kategorier	Post nr.	Kildetype	Anslag på tilførsler tonn/år 1978		
			P	N	BOF ₇
Naturlige kilder	N1	Skog	0,9	31,-	
	N2	Annet areal	0,1	3,-	
Diffuse kilder	D1	Jordbruk	4,8	230,-	160,-
	D2	Avrenning fra tettsteder	0,1	0,4	1,6
Punkt- kilder	P1	Tilknyttet av- løpsanlegg	1,3	9,6	33,-
	P2	Spredt/ikke tilknyttet	3,6	16,2	112,5
	P3	Industri ¹⁾	14,-	48,-	275,-
Totale tilførsler			24,8	338,2	582,1

- 1) I en tidligere foreløpig utgave av denne rapporten er angitt andre, tildels meget lavere verdier for tilførsler fra industribedriftene i feltet. Disse data var basert på utslippskrav i utslippskonsesjonene fra SFT. Problemene med driften ved de etablerte industrirenseanlegg har imidlertid vært større enn forutsatt i konsesjonene. Hvilket nivå man idag ligger på er det foreløpig for oss uråd å si noe bestemt om. I tabellen her har vi benyttet data fra (5). Vi har grunn til å tro at disse utslippsmengdene ligger i overkant av de vi faktisk har. Se forøvrig vedlegg II.

Tabell 2. Teoretisk beregnede totale tilførsler til Lenaelva
P, N, BOF₇.

Figur 3 viser en oversikt over de viktigste punktkildene i Lenaelvas nedbørfelt.



Figur 3. Oversikt over de viktigste punktkilder i Lenaelvas nedbørfelt.

3. VASSDRAGSREGULERINGER - VANNUTTAK

3.1 Oversikt over reguleringer.

Tabell 3 gir en oversikt over fysiske reguleringsinngrep i Lenaelva. Oversikten er ordnet etter plassering i elveløpet. På fig. 4 er reguleringsinngrepene tegnet inn.

Nr	Beliggenhet	Type inngrep	brukerinteresse
1	Landheim veveri, Skreia	dam	energi
2	-- " --	fisketrapp	fiske
3	Kvernum Bruk, Skreia	dam	energi
4	-- " --	fisketrapp	fiske
5	Lena	dam	industrivann
6	"	fisketrapp	fiske
7	Møllerhagen	dam	vannforsyning
8	Nyhus	dam	-- " --
9	Øvre Skreia	dam	-- " --
10	Brandeelva	Settefiskdam	fiskeavl
11	Slomma	dam	vannforsyning

Tabell 3. Reguleringsinngrep i Lenaelva.

I tillegg finnes mindre dammer i enkelte sidevassdrag, jfr. tabell 6 side 25.

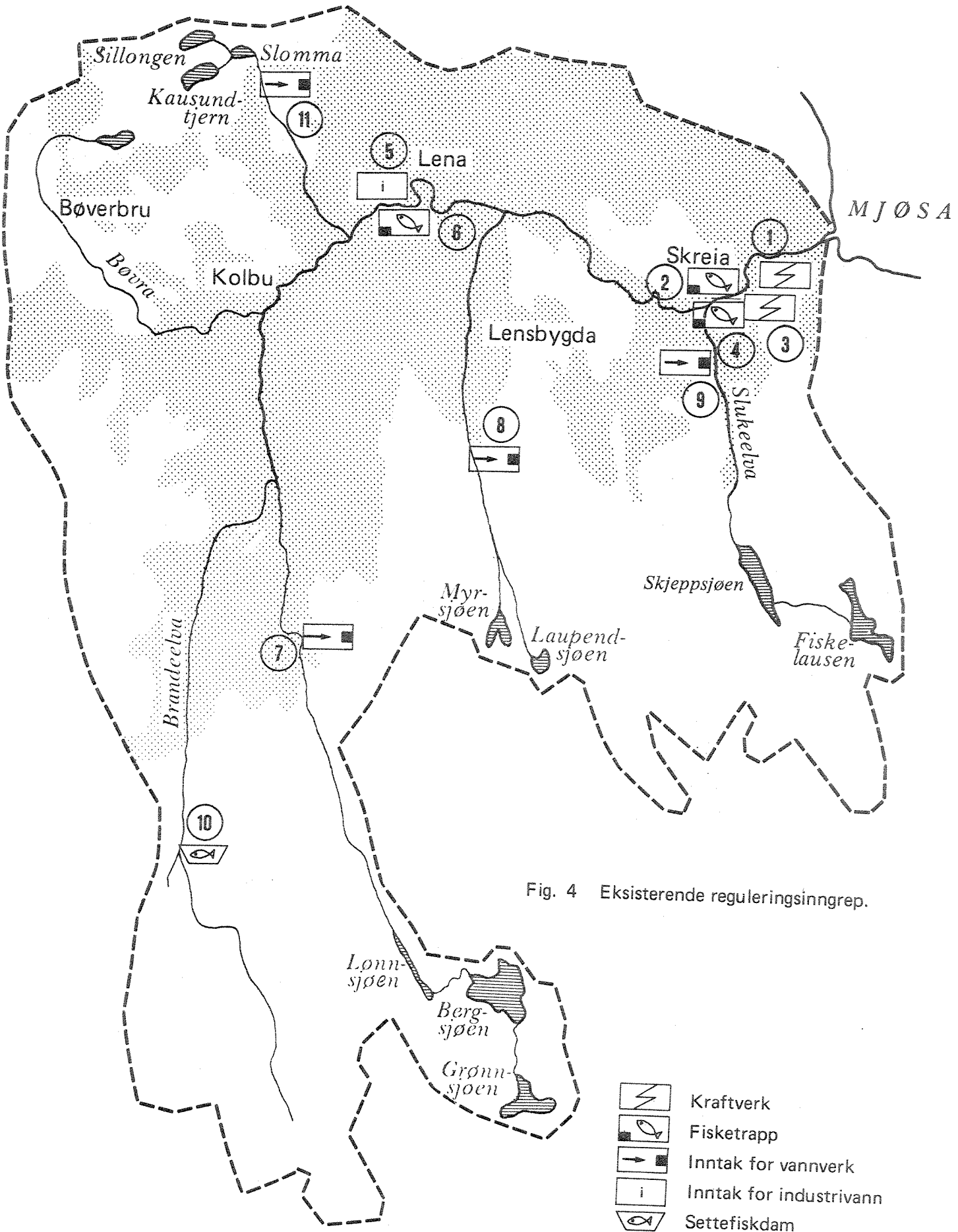


Fig. 4 Eksisterende reguleringsinngrep.

Fra Forbygningsavdeling i Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen har vi fått følgende oversikt over planlagte og utførte forbygninger i Lena.

Planlagte og utførte forbygninger i Lena

A 1299	Lena fra Klopdammen til Heggelund, senking
A 1482	Lena ved Møller
U 3700	Lena, forbygging og korreksjon
5229	Lena ved Tallerud - Rogneby
5230	Lena overfor Major bru
5250	Lena ved Polheim
5355	Lena ved Olsrud
5745	Lena ved Brustuen
5999	Lena ved Holmen
U 2877	Lena ved Narumsødegården
6130	Lena ved Dyrin
6739	Lena ved Nybrua
6798	Lena nedenfor Damstokk bru.

3.2 Kraftverk

Det finnes to små kraftverk i nedbørfeltet. Begge eies av private bedrifter, men leverer strøm direkte på nettet. Tabell 4 gir noen tekniske data for kraftverkene. Opplysningene er innhentet fra kraftverkene eiere.

Eiere/ beliggenhet	Fall- høyde m	Kapasitet kW	Maksimal vassføring m ³ /s	Produksjon kWh/år
Landheim veveri	12	105	0.9	600-900.000
Kvernum Bruk	17	160	1.0	ca. 700.000

Tabell 4. Kraftverk i Lenaelva. Tekniske data.

3.3 Fisketrapper

I de siste årene er det bygget fire fisketrapper i nedre del av Lenaelva for at oppgang av Mjøsørret skal bli mulig. Tabell 5 gir noen tekniske data for trappene.

Tabell 5. Data for fisketrapper.

Lokalitet	Høyde	Byggeår	Nødv. vassf.	Anleggs- kostnader
Landheim Veveri	ca. 3 m	1977	0,5 m ³ /sek.	55.000
Kvernum Bruk	ca. 20 m	1967-77	"	350.000
Hojen	2,5 m	1975	"	
Lønnsjøen	ca. 3 m	1977	"	30.000

3.4 Vannverk

Innbyggerne i nedbørfeltet forsynes i dag med vann fra 4 forskjellige vannverk. Tabell 6 gir noen hydrologiske data for vannverkene.

Vannverk	SKREIA	LENA	LENSBYGDA	KOLBU-SIVESIND
Antall abonnenter	6000	2200	2900	6000
Nedslagsfelt km ²	20.6	5.0	6.7	18.5
Årsproduksjon 1966 mill m ³	1.1	0.6	-	1.28
Reguleringsmagasin	Skjeppsjøen, Fiskelausen	Slomma, Sillongen, Kauserudtjern	Laupendsjøen, Myrsjøen	Lønnsjøen, Bergsjøen, Grønnsjøen

Tabell 6. Hydrologiske data for vannverkene. (9).

3.5 Reguleringer av innsjøene

Til senere utgaver av rapporten vil vi forsøke å framskaffe data for reguleringsinngrep i de største innsjøene i nedbørfeltet, tabell 7.

Tabell 7. Reguleringsmagasiner i Lenaelvas nedbørfelt.

	Eksisterer reguleringsdam? ja/nei	dagens maksimale reguleringshøyde	innsjøens overflateareal	innsjøens reguleringsvolum	
Skjeppsjøen Fiskelausen					Skreia vannverk
Laupendsjøen Myrsjøen					Lensbygda vannverk
Lønnsjøen Bergsjøen Grønnsjøen					Kolbu vannverk
Slomma Sillongen Kauserudtjern					Lena vannverk

3.6 Irrigasjonsanlegg (vanningsanlegg)

I dag er det bygd 30 irrigasjonsanlegg som tar vann fra Lenaelva eller sideelver, se fig. 5. Arealet som idag kan vannes av disse anleggene er 4.500 da. I tillegg kommer to store fellesanlegg som tar vann fra Mjøsa. Disse dekker areal på 10.000 da - anslagsvis 60 % av dette ligger i Lenaelvas nedbørfelt. Det betyr at totalt ca. 10.500 da dyrka mark kan vannes i nedbørfeltet, eller 9% av jordbruksarealet i feltet.

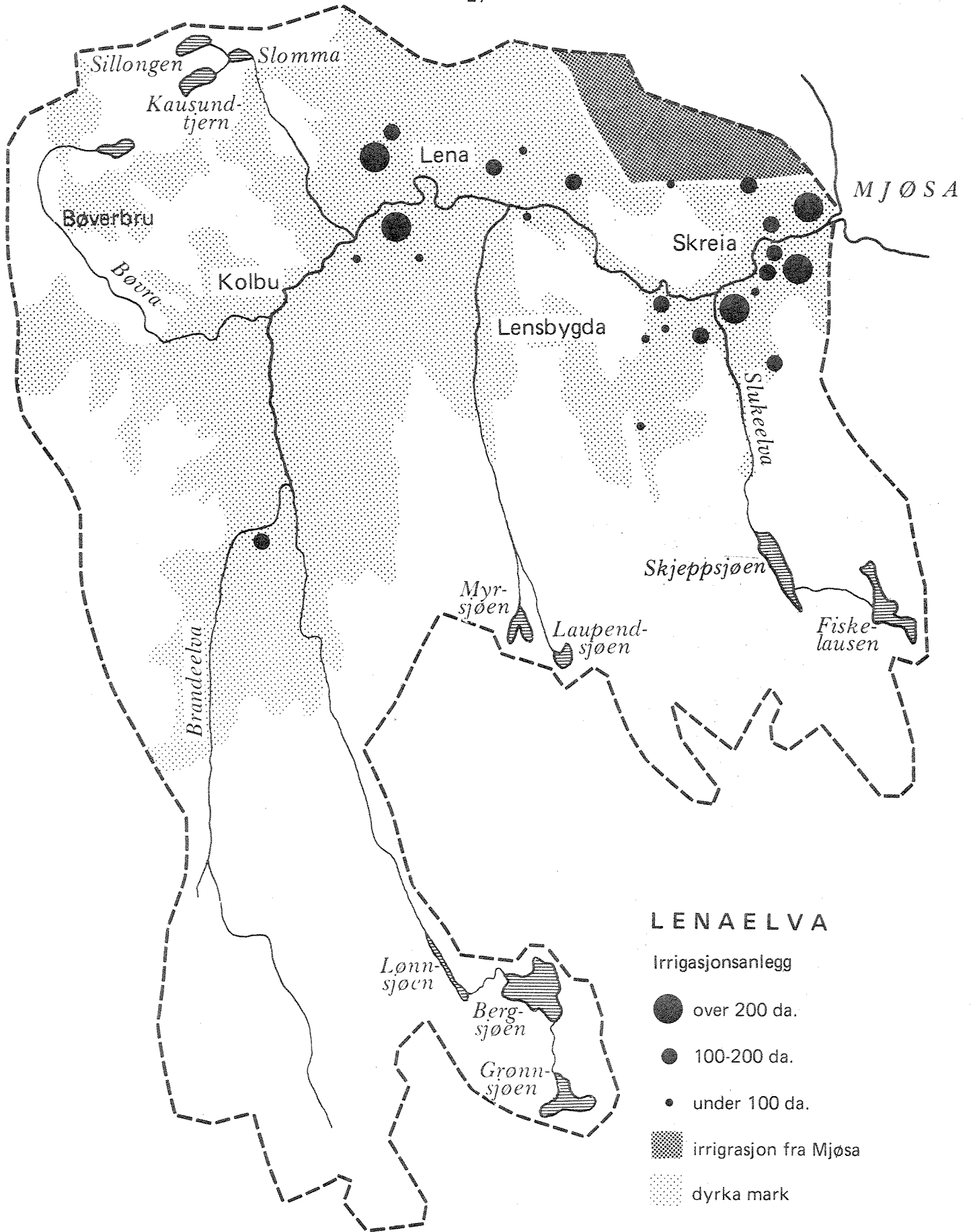
Vannforbruket er registrert for de to store fellesanleggene (Balke-Hveem og A/S Mjøsregn). Forbruket i de normale nedbørrårene 1971 - 74 og 1977 var 41.8 m³/da. år i gjennomsnitt, mens forbruket i de nedbørfattige årene 1975 og 76 var 94.5 m³/da år i gjennomsnitt (10). I en rapport fra Norges Landbruks-høgskole er vannbehovet anslått til 120 m³/da år. Tallet kommenteres med at det er for høyt i normale år, noe for lavt i tørkeår (11). Som dimensjonerende vannbehov er her brukt 120 m³/da år.

Tabell 8 viser årsbehov under dagens forhold.

Vannkilde	Areal da	Vannbehov	
		m ³ /år	m ³ /d
Lenaelva	4500	540.000	22.500
Mjøsa	ca. 6.000	720.000	30.000
SUM	10.500	1.260.000	52.500

Tabell 8. Vannbehov for irrigasjonsanlegg i Lenaelvas nedbørfelt.

På fig. 5 er det vist hvordan irrigasjonsanleggene er lokalisert i nedbørfeltet. Vanningssesongen strekker seg fra juni til august, avhengig av hvilke vekster som vannes. I tida når vanningen er mest intensiv vil døgnbehovet være 5 m³/da døgn (11). Dette døgnbehovet er beregnet ut fra tallene i tabell 8.



Figur 5. Irrigasjonsanlegg i Lenaelv. Dagens forhold.

4. HYDROLOGI OG VANNKVALITET

4.1 Hydrologi

Med NVEs avrenningskoeffisient for området er midlere vassføring ved Lenaelvas utløp beregnet til $4,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

4.1.1 Vassføringsdata - tidsvariasjoner

Figur 6, 7, 8 og 9 viser årsvariasjon i vassføring ved Lenaelvas utløp for årene 1973-76. Kurvene er basert på ukentlige målinger.

Vassføringen om vinteren ligger vanligvis i området $0.5 - 1.0 \text{ m}^3/\text{s}$. Om våren er det store flommer, $23 \text{ m}^3/\text{s}$ er høyeste målte vassføring i 4-årsperioden. I perioden har det vært to såkalte tørkesomre. Sommeren 1976 lå vassføringen på omkring $300-400 \text{ l/s}$. Sommeren 1976 var vassføringen nede i 40 l/s i flere måneder.^{x)} Vanligvis er det en eller flere høstflommer med store vassføringer.

4.1.2 Vassføringsdata - geografisk differensiering

Det er ikke gjort målinger av vassføring andre steder i feltet enn nederst i vassdraget. Det er mulig å få et anslag over vassføringer på de ulike elvestrekninger ved beregning ut fra delnedbørfelter og avrenningskoeffisienter.

4.2 Vannkvalitet

4.2.1 Generelt om datagrunnlaget

Siden 1973 har NIVA tatt månedlige vannprøver fra Lenaelvas utløp og analysert disse med hensyn på forskjellige fysiske og kjemiske parametre. Dataene finnes lagret i NIVAs databank.

August 1975 gjorde NIVA en kjemisk og biologisk undersøkelse av hele vassdraget. Denne undersøkelsen er bruk til å lage et forurensningskart, gjengitt i (13).

x) Det foregår p.t. en revurdering av limnigrafdata fra 1976. Påstanden om 40 l/s som lavvassføring i en såvidt lang periode vurderes nærmere.

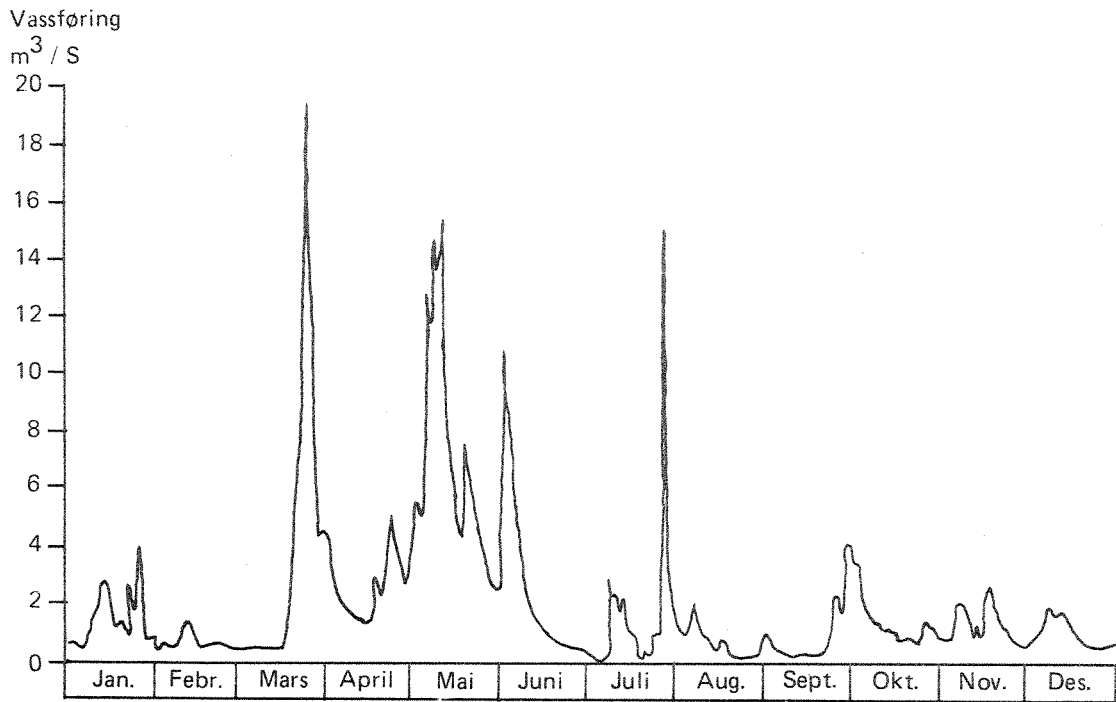


Fig. 6 Vassføring ved Lenaelvas utløp 1973.

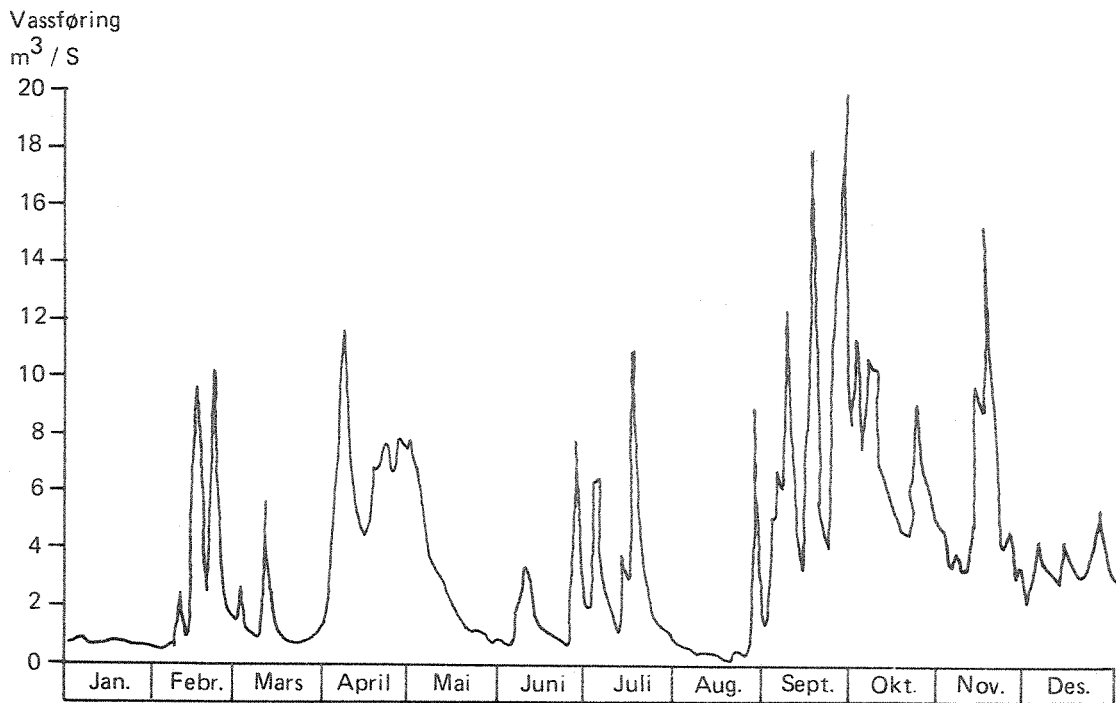


Fig. 7 Vassføring ved Lenaelvas utløp 1974.

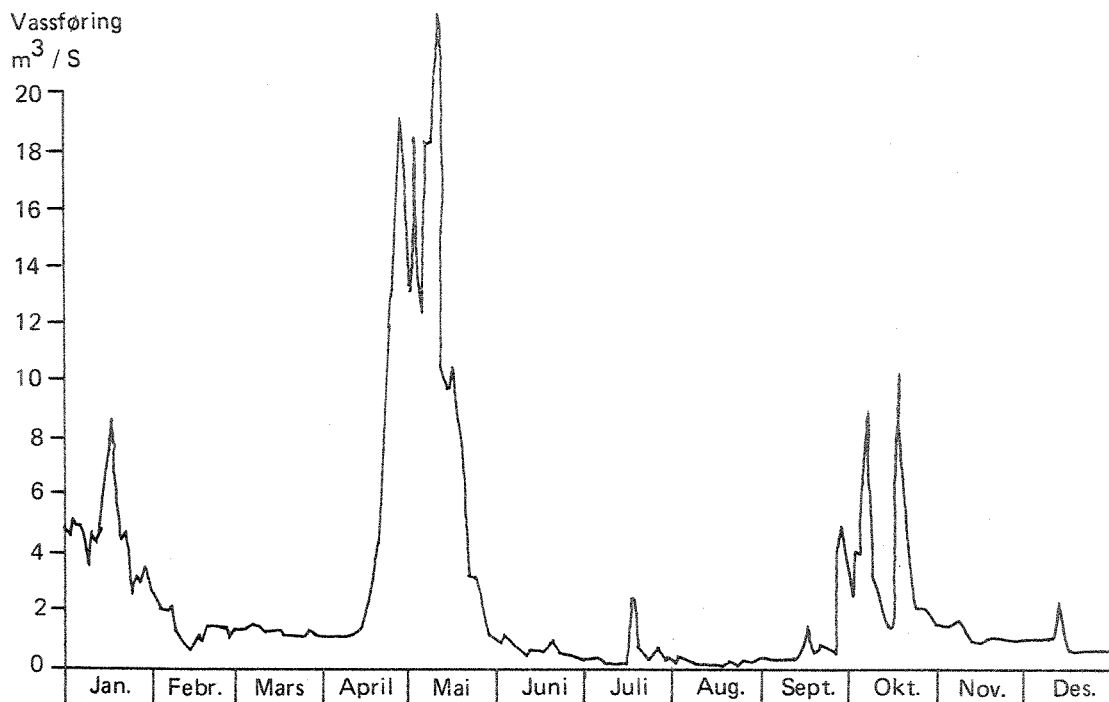


Fig. 8 Vassføring ved Lenaelvas utløp 1975.

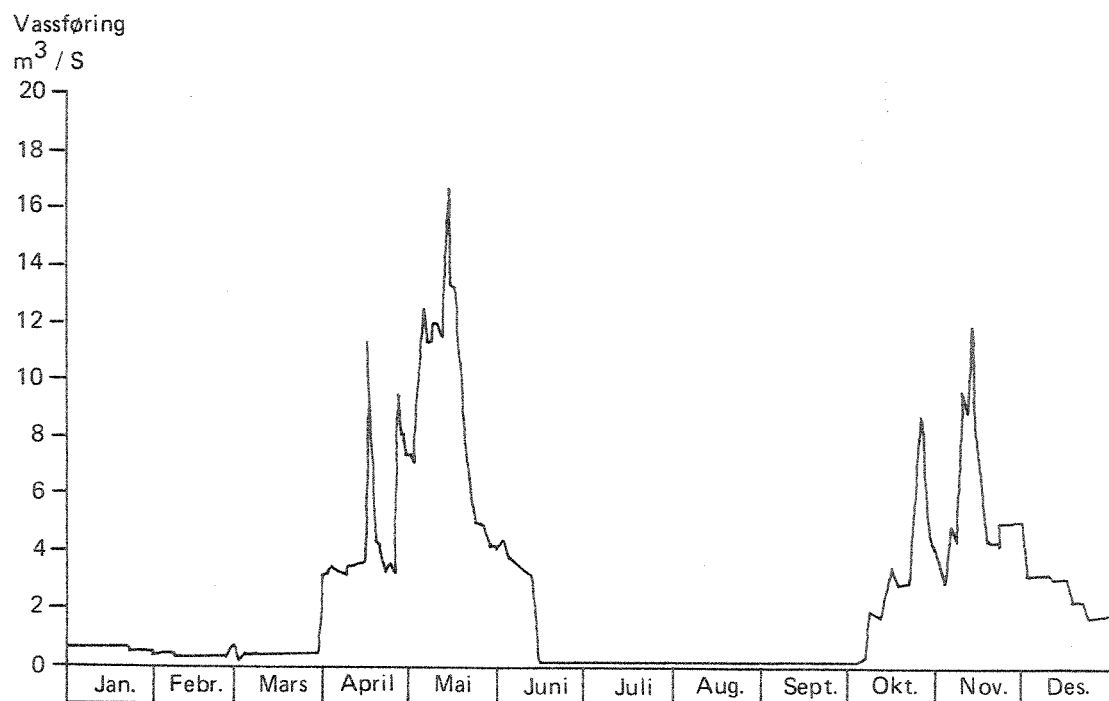


Fig. 9 Vassføring ved Lenaelvas utløp 1976.

(under revisjon for sommermånedene.)

4.2.2 Kjemiske undersøkelser - variasjon over året

Figur 10, 11, 12, 13 viser årsvariasjonen for Tot.-P, farge og organisk stoff for de målinger som finnes 1973-76.

Figurene viser store årsvariasjoner for fosfor. Høye konsentrasjoner om våren skyldes erosjon og utspyling av materiale som tidligere har sedimentert. Høye konsentrasjoner om høsten skyldes trolig dels den samme utspylingseffekt og dessuten utslipp fra potetmelfabrikken på Lena (produksjon ca. 1. september - 1. desember).

Sommeren og høsten er kritiske perioder m.h.t. vassføring. Sommeren 1975 lå vassføringen på 300-400 l/s med fosforkonsentrasjoner (Tot.-P) på jevnt 100 µg P/l.

Innholdet av organisk stoff varierer også over året. Høye verdier på høstparten har antakelig sammenheng med industriutslipp.

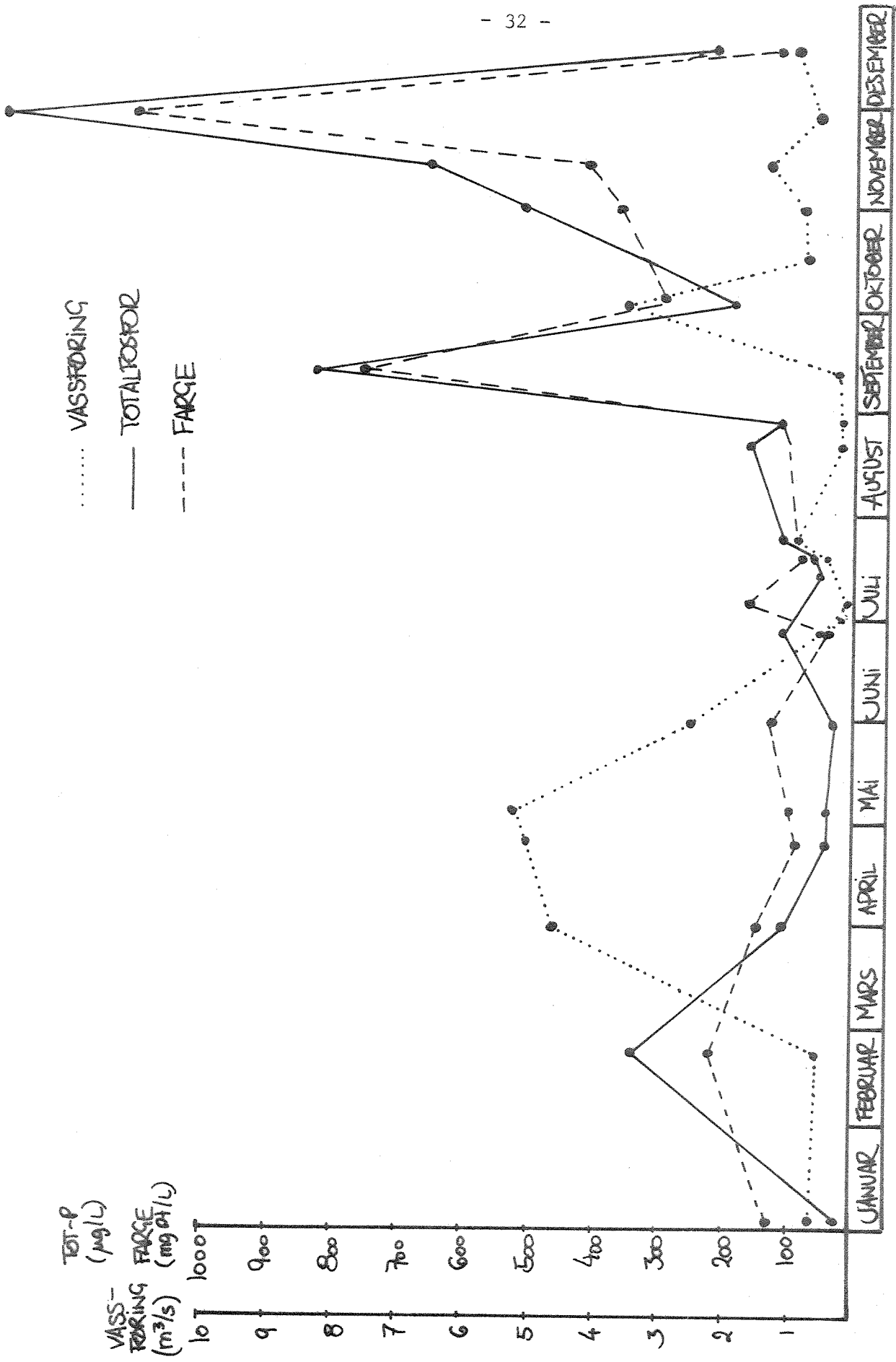
Det er klar sammenheng mellom innholdet av organisk stoff og fargetallet.

4.2.3 Kjemiske undersøkelser - geografisk differensiering

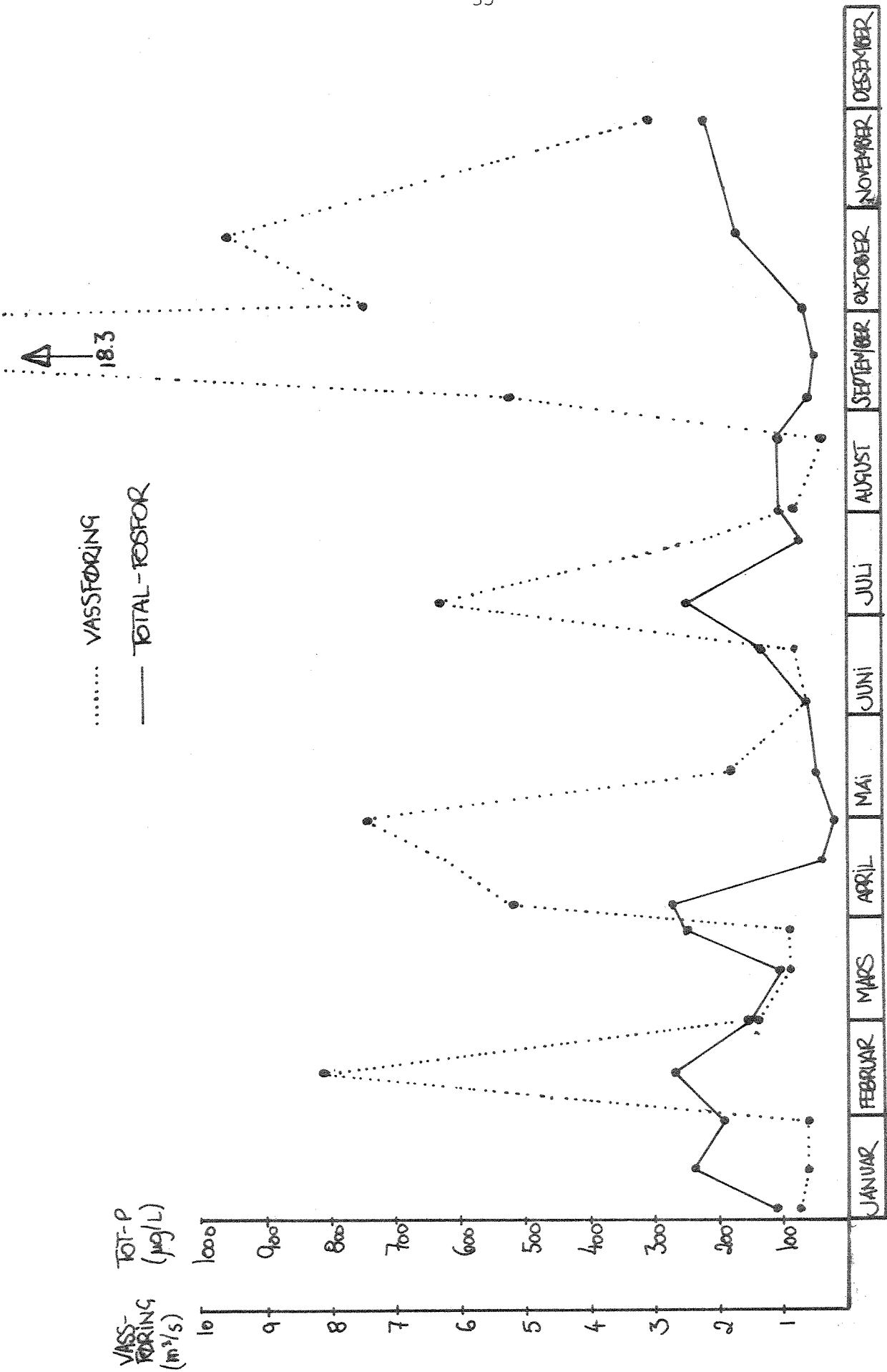
August 1975 gjennomførte NIVA en kjemisk og biologisk undersøkelse av hele vassdraget. Konsentrasjoner av Tot.-P lå på 100 µg P/l og vassføringen var omkring 300-400 l/s ved utløpet. Dette var etter langvarig tørke. Sommeren 1976 ga imidlertid enda kraftigere tørke (vassføring på 40 l/s ved utløpet).

Figur 14 viser konsentrasjonen av totalfosfor og KMnO_4 i hovedelva ved målinger august 1975.

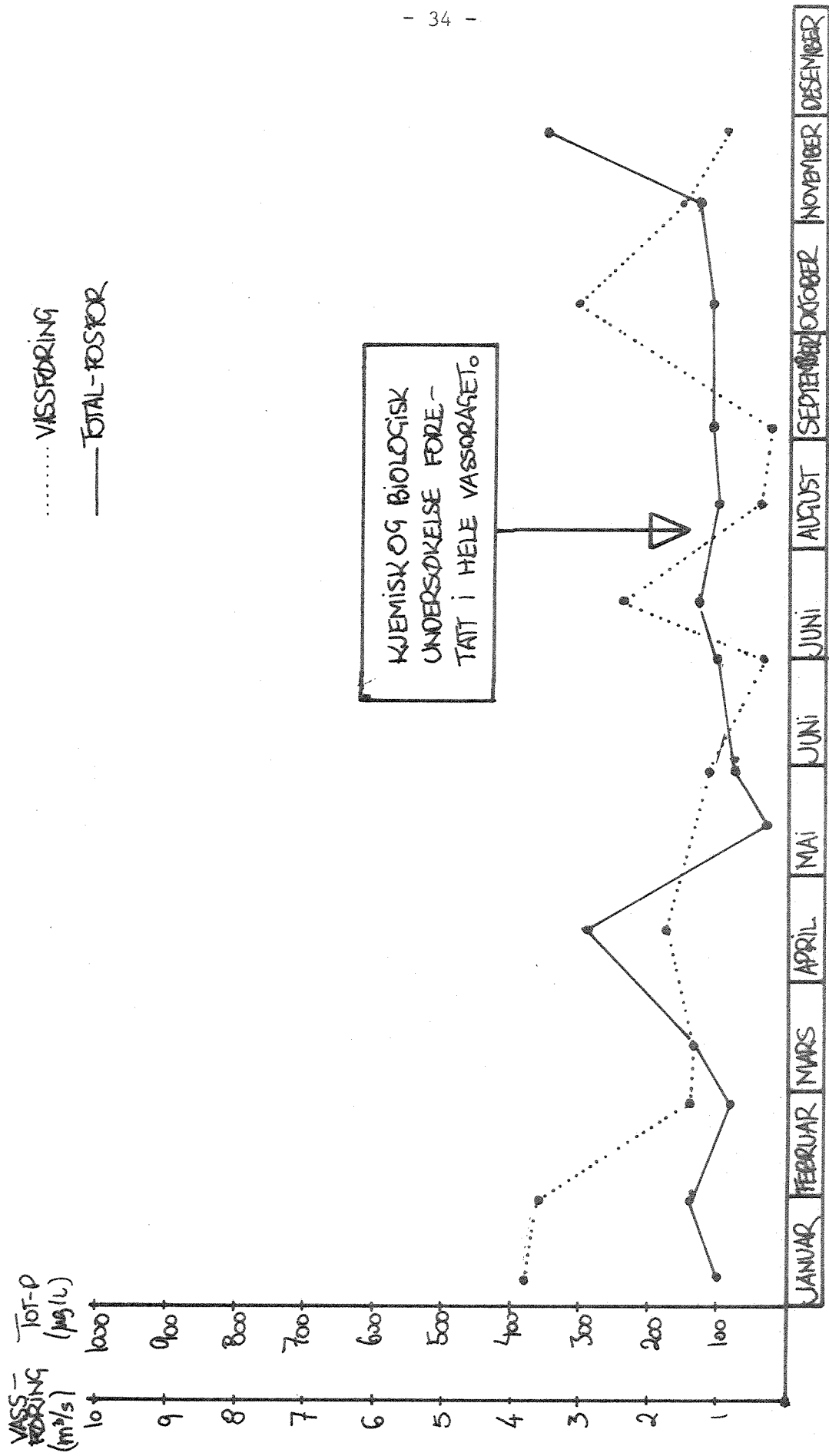
KMnO_4 -tallet er omkring 10 µg O/l øverst i vassdraget. Særlig tilførselene fra Kolbu og Lena tettsteder (boligkloakk, industri) får KMnO_4 -tallet til å stige til omkring 20 µg O/l. Selvreinsing gjør at forholdene bedrer seg mot utløpet i Mjøsa.



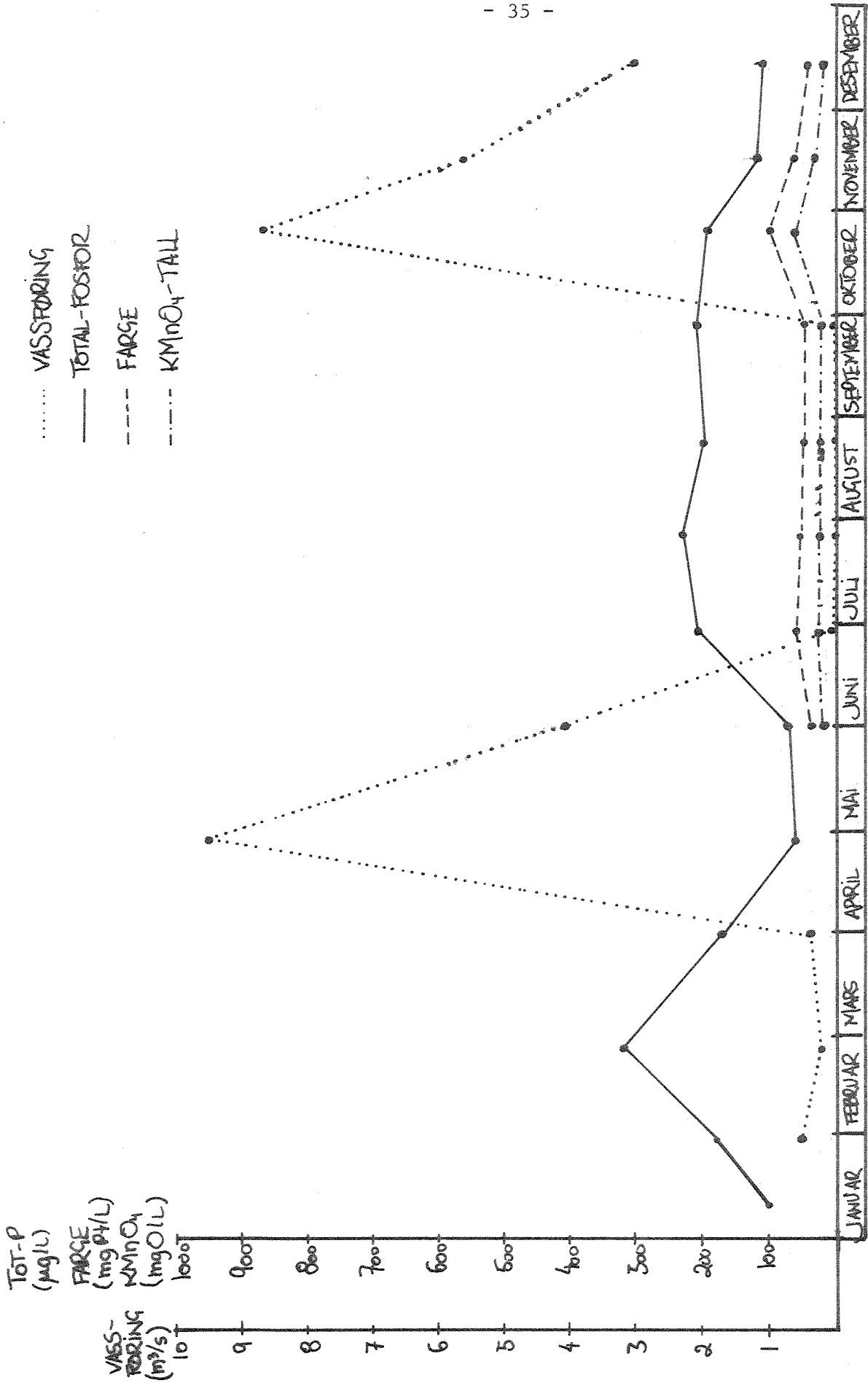
Figur 10. Årsvariasjon for Tot.-P, farge i 1973.



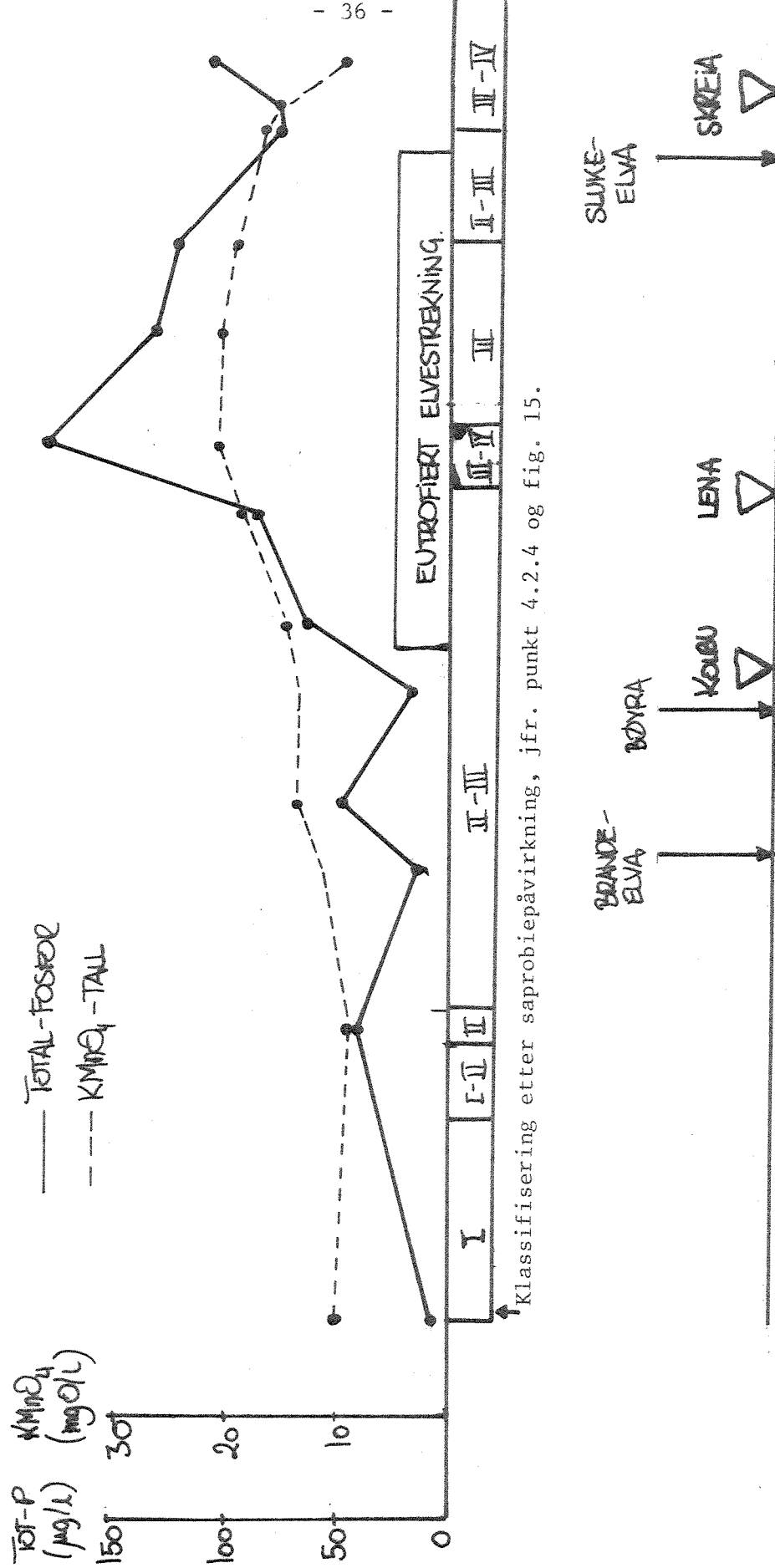
Figur 11. Årsvariasjon for Tot.-P i 1974.



Figur 12. Årsvariasjon for Tot.-P i 1975



Figur 13. Årsvariasjon for Tot-P, farge, organisk stoff i 1976.



Klassifisering etter saprobiopåvirkning, jfr. punkt 4.2.4 og fig. 15.

Figur 14. Tot-P og KMnO₄-tall for vann fra Lenaelv i august 1975.

4.2.4 Biologiske undersøkelser

NIVA foretok en biologisk undersøkelse av Lenaelva i august 1975. Resultatet ble et kart over forurensningssituasjonen på det tidspunktet. Her deles elva inn i klasse etter forurensningsgrad, se figur 15.

Klassifiseringsgrunlaget som er benyttet er beskrevet i en tidligere NIVA-rapport (14).

På grunnlag av saprobiepåvirkning blir elva inndelt i disse forurensningsgradene

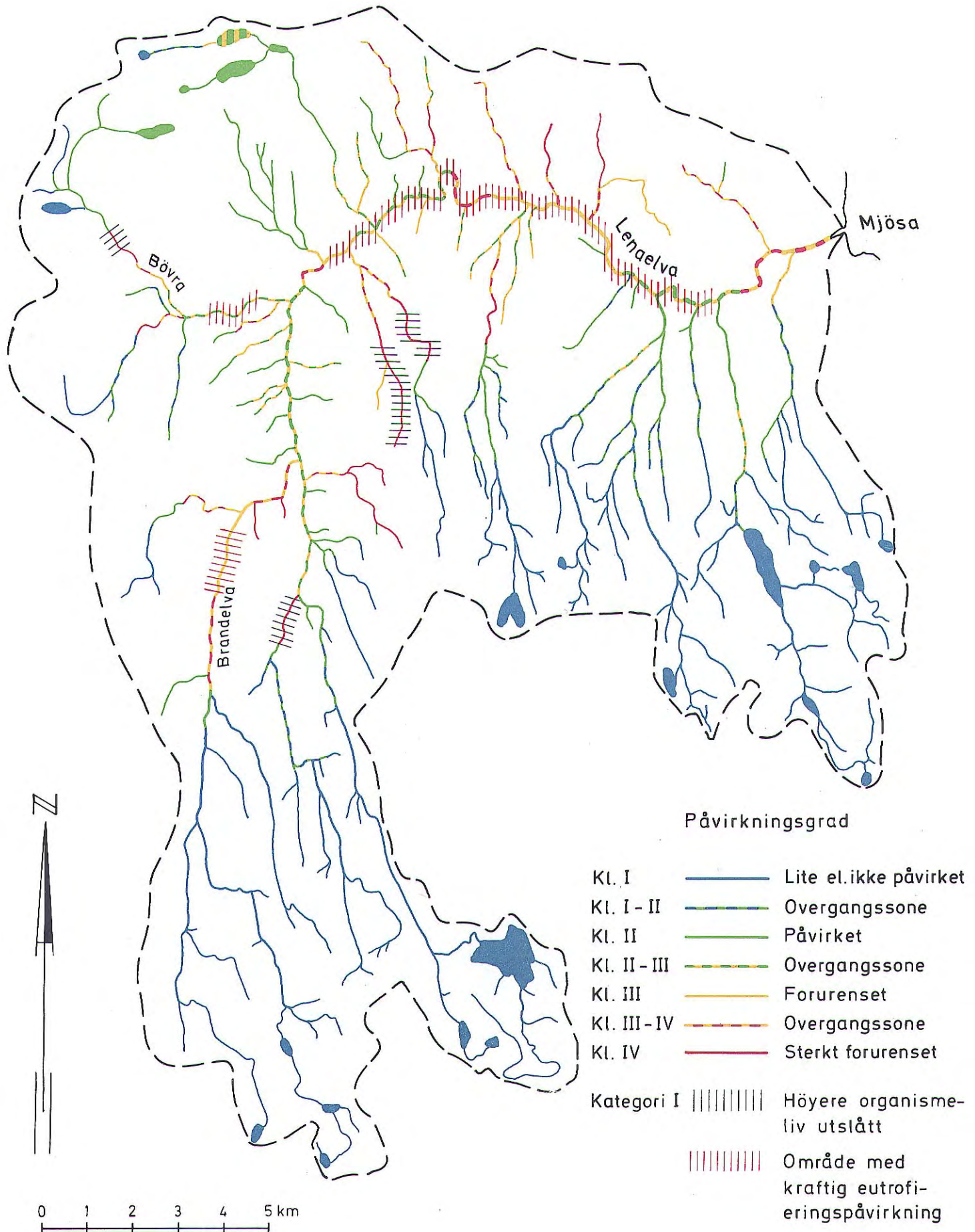
kl. I	lite eller ikke påvirket
kl. I-II	overgangssone
kl. II	påvirket
kl. II-III	overgangssone
kl. III	forurenset
kl. III-IV	overgangssone
kl. IV	sterkt forurenset.

For elven er inndelingen slik (14):

" Klasse I: Områder der det ikke er noen merkbar påvirkning av forurensninger. Flora og fauna er sammensatt av arter og har det antall som normalt burde foreligge for en slik elvestrekning, dvs. langtgående oksydasjon og mineralisering av organisk stoff, høyt oksygeninnhold i såvel vannmassene som i bunn-sedimentene. Gode livsvilkår for laksefisk (klasse I er nærmest å jevnføre med den katharobe sonen i Fjerdingsstads system).

Områder innenfor denne klasse, men med høy humuspåvirkning eller med markert forsurening, er betegnet med brune tverrstreker. Disse områdene karakteriseres av lav pH, lav produksjon (antakelig på grunn av lav bakterieforekomst (Hynes 1972)), og ved at fiskenes reproduksjonsmuligheter er blitt dårligere eller helt umuliggjort. I enkelte tilfeller er fisket helt slått ut.

Forurensningssituasjonen i Lenaelva, august 1975



Påvirkningsgrad

- Kl. I — Lite el. ikke påvirket
- Kl. I - II — Overgangssone
- Kl. II — Påvirket
- Kl. II - III — Overgangssone
- Kl. III — Forurenset
- Kl. III - IV — Overgangssone
- Kl. IV — Sterkt forurenset

Kategori I ||||| Höyere organismeliv utslått

||||| Område med kraftig eutrofi-eringspåvirkning

0 1 2 3 4 5 km

Klasse I-II er en overgangssone med moderat påvirkning. Forholdene er stort sett som for klasse I, men både flora og fauna er noe rikere (bl.a. økt fiskeproduksjon) på grunn av en viss tilførsel av bl.a. organisk stoff og næringssalter. Denne tilførsel kan være forårsaket enten av reguleringsinn- grep (utvaskingseffekter og endret vannregime), begrenset jordbruksaktivitet eller kloakkutslipp fra spredt bebyggelse. I direkte tilknytning til utslipp av fekal natur (boligkloakk, gjødselsig) er vannet hygienisk sett som regel utilfredsstillende og da spesielt ved lavvannsføring. (Denne klasse kan nærmest henregnes til den oligosaprobe sone i Fjerdingstads system.)

Klasse II: Områder der en mer merkbar påvirkning gjør seg gjeldende. På- virkningen har for det første ført til et økt næringsgrunnlag (tilførsel av organisk materiale og næringssalter) og dermed økt plante- og dyreproduksjon (eutrofiering). Lokalt i direkte tilknytning til utslippssteder av lett nedbrytbart organisk stoff (kloakk, næringsmiddelindustri, silo og gjødsel), kan det være noe heterotrof begroing (sopp, bakterier og protozoer). Oksydasjon og mineralisasjon av organisk stoff er kommet langt. Som regel er det gode oksygenforhold i såvel bunnssubstratet som i vannmassene. Livs- vilkårene for laksefisk (bl.a. økt næringsgrunnlag) er gode. Dersom det foreligger utslipp av fekal karakter, er vannet som regel hygienisk sett ikke egnet som drikkevann uten omfattende rensing."

" Klasse II-III er en overgangssone. Forholdene er som ovenfor, men innslaget av heterotrof begroing er mer markert. Denne klasse kan nærmest henføres til Fjerdingstads σ -mesosaprobe sone).

Klasse III. Områder der en markert forurensningspåvirkning (saprobiering) forekommer. Her er det et rikt innslag av heterotrof begroing (sopp, bakterier og protozoer) som er visuelt fremherskende. Oksygeninnholdet i bunnlagene kan til visse tider være sterkt redusert. Oksygeninnholdet i vannmassene er vanligvis >5 mg/l. Fauna- og florasammensetningen er for- skjøvet mot mer motstandsdyktige arter (saprophiler og saproxener), individ- tallet av hver art er som oftest stort. Oksydasjonen og mineraliseringen av nedbrytbart materiale er ikke fullstendig, og det er rikelig med aminosyrer. Laksefisk kan oppholde seg innenfor området, men gytemulighetene er sterkt begrenset. Der forurensningskilden eller kildene er av fekal art, er det rikelig med tarmbakterier, og vannet er fra et hygienisk synspunkt utilfreds-

stillende og ikke brukbart til drikkevann, og i visse tilfeller er det heller ikke egnet til badevann eller til vanning av grønnsaker og frukt. (Klassen er nærmest å henhøre til den a- og b-mesosaprobe sonen i Fjerdingstads system).

Klasse III-IV er en overgangssone. Forholdene er som nevnt ovenfor, men den organiske belastning har medført oksygenbrist og hydrogensulfidutvikling i bunnlagene. En meget markert oksygenreduksjon kan også oppstå i vannmassene (3-5 mg O₂/l). Det er ikke gytemuligheter for laksefisk. Der forurensningskildene er av fekal art, er vannet hygienisk sett utilfredsstillende som for klasse III. (Den Y-polysaprobe sonen i Fjerdingstads system er den som nærmest stemmer overens med denne klasse.)

Klasse IV: er en sterkt forurenset (saprobiert) sone med masseutvikling av heterotrofe organismer som bakterier, sopp (Saccharomyceter) og protozoer. Forråtnelsesprosesser dominerer. Som regel er det oksygenfrie tilstander i bunnslammet hvor hydrogensulfid og jernsulfid er fremherskende. Også oksygeninnholdet i de frie vannmasser er sterkt redusert, ofte <3 mg/l, og i visse perioder, spesielt i mer stilleflytende partier, kan det være anaerobe forhold, dvs. total oksygenbrist.

Faunaen og floraen består av et fåtall spesifikke arter (saprobianter) som oftest opptrer i stort individtall. En visuelt markert begroing av den heterotrofe bakterien *Sphaerotilus natans* eller soppen *Leptomitius lacteus*, samt i visse tilfeller soppen *Fusarium aqueductum* er som regel vanlig. Laksefisk kan det bare være i disse områder når vannføringen er høy eller når påvirkningen av en eller annen grunn er mindre (lav temperatur, sesongbetonet utslipp, osv.). Fiskedød forekommer som regel fra tid til annen. Hygienisk sett er vannkvaliteten høyst utilfredsstillende.

Områder innenfor klasse IV, der høyere organismeliv er mer eller mindre helt utslått samt der fisk ikke kan overleve, er markert med svarte tverrstreker. Det kan her dreie seg om kraftig organisk belastning med total oksygenmangel eller utslipp av organiske stoffer med direkte toksisk virkning (H₂S, NH₃, osv.). "

Områder med markert eutrofieringspåvirkning er tegnet med røde tverrstreker. Disse områder kjennetegnes ved at det a) i strømvannsnitt periodevis er masseutvikling av en eller flere algearter som danner begroinger over store bunn-

arealer, b) i mer stilleflytende partier er markert vekst av høyere vegetasjon (makrofyter).

Disse forhold medfører forandringer i de øvrige organismsamfunn, påvirker fiskens gytemuligheter samt medfører vanskeligheter ved utøvelse av fiske og annen bruk av vannforekomsten (bl.a. risiko for oversvømmelse).

(De ovenfor nevnte klasser er nærmest å henregne til den oligosaprobe sonen i Fjerdingsstads system, men med en markert betoning av eutrofieffekten).

Fig. 15 viser forurensningssituasjonen i Lenaelva tegnet på grunnlag av vannbiologenes befaring i elva august 1975.

4.2.5 Vekstpotensialet.

Vekstpotensialet for tilløpselvene til Mjøsa ble målt ved 14 daglige prøver i 1973 (14). Vekstpotensialet måler den mengde alger som kan produseres i en vannprøve og sier derfor noe om hvor mye næringsstoffer som er i vannet.

Fig. 16 viser at vekstpotensialet i Lenaelva er nest høyest for tilløpselvene til Mjøsa.

Fig. 17 viser variasjoner i vekstpotensialet for Lenaelva februar - oktober 1974.

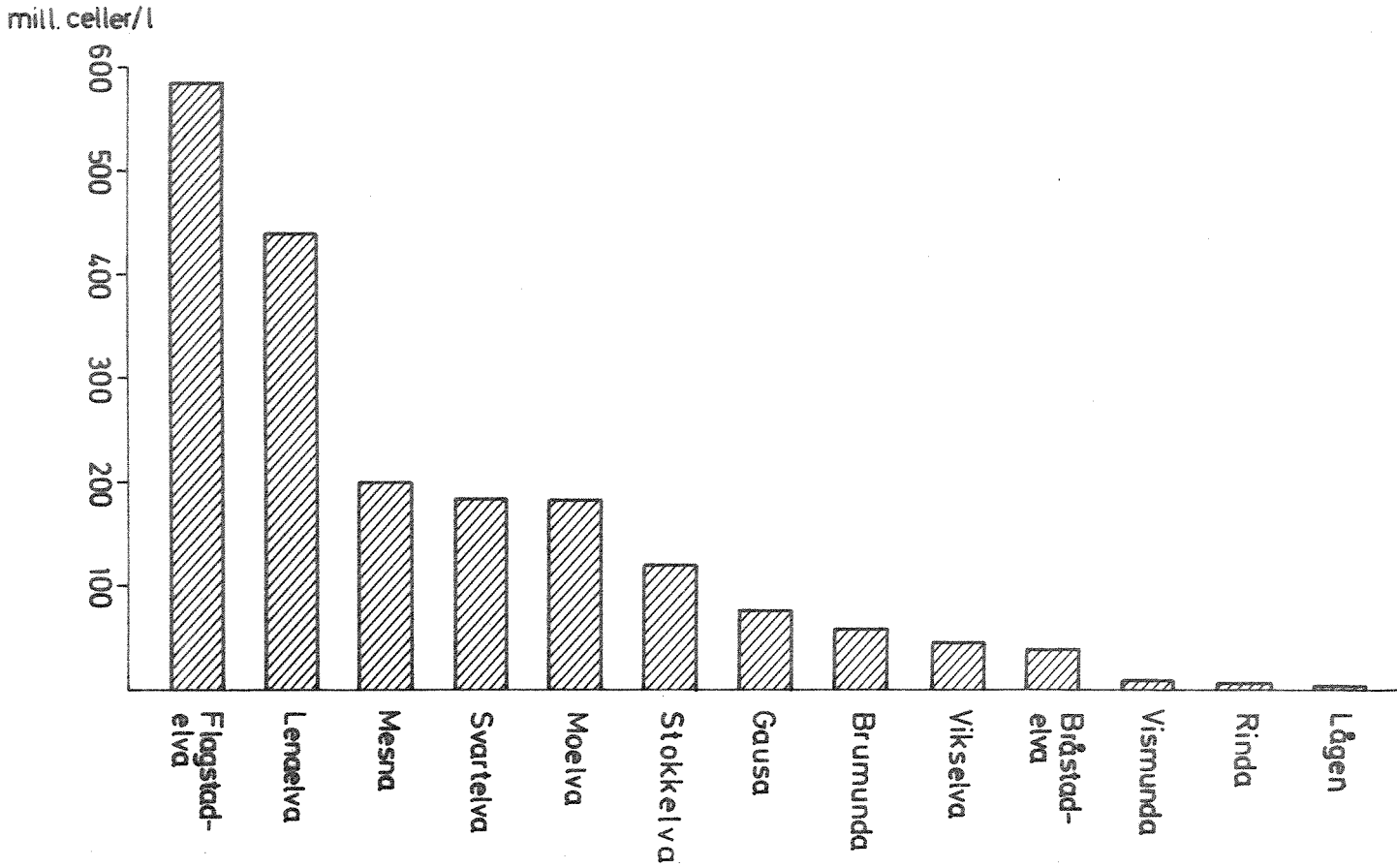


Fig. 16 Middelverdier for vekstpotensialer i tilløpselver til Mjøsa februar - oktober 1974 (14).

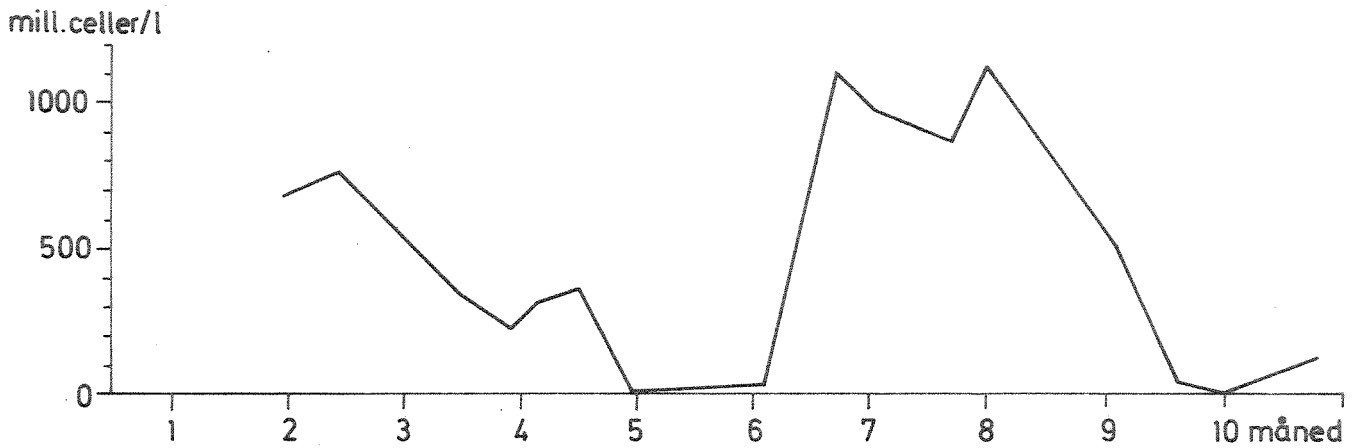


Fig. 17 Vekstpotensialer i Lenaelva, februar - oktober 1974 (14).

5. SAMFUNNSUTVIKLING OG BRUKERINTERESSER

5.1 Samfunnsutvikling

Bruken av Lenaelv og de brukerkonflikter som vil oppstå, har sammenheng med den generelle samfunnsutvikling. Samfunnsutviklingen bestemmes av initiativ tatt både på det nasjonale og lokale plan.

Det ligger utenfor denne rapportens ambisjonsnivå å utrede fremtidige samfunnsforhold på nasjonalt nivå. Disse forhold er imidlertid så avgjørende at det kan bli nødvendig å gjøre visse antakelser om fremtiden. Det er nok å nevne hvordan Mjøsaksjonens igangsettelse har endret alle Mjøs-kommuners engasjement på avløpssektoren vesentlig.

Et viktig offisielt dokument som behandler samfunnsutviklingen lokalt er generalplanen for Østre Toten 1975-86. Den angir kommunens ønsker om fremtidig utvikling i kommunen.

Målsettingen for befolkningstilvekst er satt til minst 0,7 prosent økning pr. år.

Mål for arealutnyttning går på sikring av alle produktive arealer for matproduksjon. Utbyggingen søkes lagt til de eksisterende tettsteder.

Byggarealer for generalplanperioden 1975-86 fordeler seg slik:

Tabell 9. Fordeling av nye boliger i tettsteder for generalplanperioden 1975-86 (15).

Tettsted	Antall da.	Befolkning	Boliger
Lena	144	500	167
Skreia	484	825	275
Kolbu	70	120	40
Bøverheim	180	310	95
Sum	878	1755	577

I tillegg til disse tettstedsarealene er det i Østre Toten kommune avsatt noen arealer til "regulert spredt bebyggelse". Generalplanen sier ikke noe om hvordan kommunale myndigheter vil stille seg til utvidelse av klyngebebyggelsen og den spredte bebyggelsen.

Næringslivet vil man søke å gi slike muligheter at det kan bli et større og mer allsidig tilbud på arbeidsplasser innen kommunen. Det er avsatt arealer til et industriområde i nedre del av nedbørfeltet.

5.2 Brukerinteresser

5.2.1 Naturvern - Landskapsvern

Det finnes i dag registrert et verneverdig område i nedbørfeltet, Vindflomyrene. Disse myrene er i dag ganske upåvirket av menneskelig virksomhet. I landsplanen for myrreservatene som er under utarbeidelse, er myra klassifisert som "særlig verneverdig i nasjonal sammenheng".

Avdelingen for naturvern og friluftsliv i Miljøverndepartementet skriver at: "Myrområdet er den sydligste forekomsten i SØ-Norge av større "strengemyrkompleks" og har dertil i motsetning til de fleste andre myrer av denne type et minerotroft preg (gode næringsforhold som er betinget av næringsrikt jordvann). Myrformasjonen på Vindfloen er betinget av spesielle hydrologiske forhold i området, og det vil være avgjørende for områdets verneverdi at det ikke iverksettes tiltak som kan endre vegetasjonsbildet eller myras hydrotopografiske egenart". (16).

Planen for neddemming truer bevaringen av myrene. Sett fra naturvernensiden synes annen utnyttelse av området vanskelig.

5.2.2. Drikkevannsforyning

Innbyggerne i nedbørfeltet forsynes i dag med drikkevann fra 4 forskjellige vannverk. Opplysninger om produksjon og hydrologi for kildene er gitt i tabell 6. Tabell 10 gir noen data for vannverkene.

Tabell 10. Data for vannverkene i Ø.Toten kommune (17).

Vassverk	Skreia	Lena	Lengsbygda	Kolbu-Sivesind
Inntakssted	elv	innsjø	elv	elv
Forurensningskilder i nedbørfeltet	50 hytter + pleiehjem	20 gårdsbruk, 8 våningshus, 8 hytter	25 hytter	noen hytter og gårdsbruk, 15 fastboende
Klausureringer	mot rekreasjon	nei	delvis	mot rekreasjon og bebyggelse
Vannkvalitet	tilfredsstillende	lite tilfredsstillende	lite tilfredsstillende	tilfredsstillende
Rensemetode	siling, desinfeksjon	siling, desinfeksjon	siling, desinfeksjon	siling, desinfeksjon
Godkjent (SIFF)	nei	nei	nei	nei

Skreia Vannverk. Inntaket ligger i dag i Slukeelva nedenfor Skjeppsjøen. SIFF finner dette utilfredsstillende og vil ha det flyttet opp i innsjøen. Rensemetode som kreves er siling, filtrering, desinfeksjon og alkalisering. Avløpet fra pleiehjemmet som ligger i nedslagsfeltet må fortsatt kloreres og ledes til utløpet av innsjøen. Avløpsforholdene for hyttebebyggelsen må saneres. Det må ikke tillates aktivitetsendringer eller vesentlige endringer av naturgrunnet i nedbørfeltet.

Lena Vannverk. Det er stort forurensningspotensiale i nedbørfeltet, og vannkvaliteten antas derfor å være lite tilfredsstillende.

Lensbygda Vannverk. Bakteriologiske prøver viser stort innhold av koliforme bakterier.

Kolbu vannverk. Inntaket ligger i dag i Lenaelva. Hvis dette inntaket fortsatt skal brukes, krever SIFF fullrensing, desinfeksjon og alkalisering. Lønnsjøen tillates ikke brukt som inntakssted. Hvis inntak i Bergsjøen kan legges under sprangskiktet, fordres bare siling, desinfeksjon og alkalisering. Aktivitetsforhold og naturgrunnlag må ikke endres. Avløps- og avfallsforholdene for hyttene i nedbørfeltet må saneres.

Generelt kan en si at forholdene ved vannverkene i dag er lite tilfredsstillende, pga. stort forurensningspotensial i nedbørfeltene og uheldige inntakssteder. Dessuten er kostnader og andre ulemper ved mange små vannverk store.

Kommunens planer for vannforsyningen går ut på å legge ned de to minste vannverkene Lena og Lensbygda vannverk. Videre å flytte inntakene for de to andre vannverkene fra elv til nederste innsjømagasin. For Skreia vannverk er allerede nytt renseanlegg under bygging. Det foreligger planer om utvidelse av Kolbu-Sivesind vannverk slik at disse tilsammen dekker hele kommunens behov.

Vannverkene i nedbørfeltet leverer vann til befolkning, industri, husdyr og noe til irrigasjon i jordbruket. Plan-Tek har utarbeidet program for vannforbruket i år 2000; tabell 11.

Kolbu-Sivesind vannverk leverer idag ca. $2000 \text{ m}^3/\text{d}$ til Vestre Toten kommuner.

Tabell 11. Totalt vannforbruk Østre Toten (18).

Vannforbruker		Forbruk			
Husholdnings vannforbruk	Industri vannforbruk	År 1972		År 2000	
		Ant.pers.	m3/d	Ant.pers	m3/d
Skreia		1100	598	3450	1725
Lena		150	780	2150	1075
Kapp		1100	598	2550	1275
Kolbu		200	35	550	275
Nordlia		100	54	700	350
Spredt beb.		10400	5335	10400	5200
	Div. industri		3376		1500
		13850	10776	19800	11400

5.2.3 Jordbruksvanning

Siden 1976 er det ikke blitt gitt investeringsstøtte til nye irrigasjonsanlegg med inntak i Lenaelv. Årsaken er de lave vassføringer i elva sommeren 1976. Siden mange gårdbrukere på denne måten hindres i å bygge ut irrigasjonsanlegg, kan irrigasjonsinteressene i vassdraget som helhet ikke sies å være tilfredsstillt.

Herredsaagronomen i Ø. Toten kommune opplyser at alle eksisterende anlegg ble dekket med vann også tørkesommeren 1976.

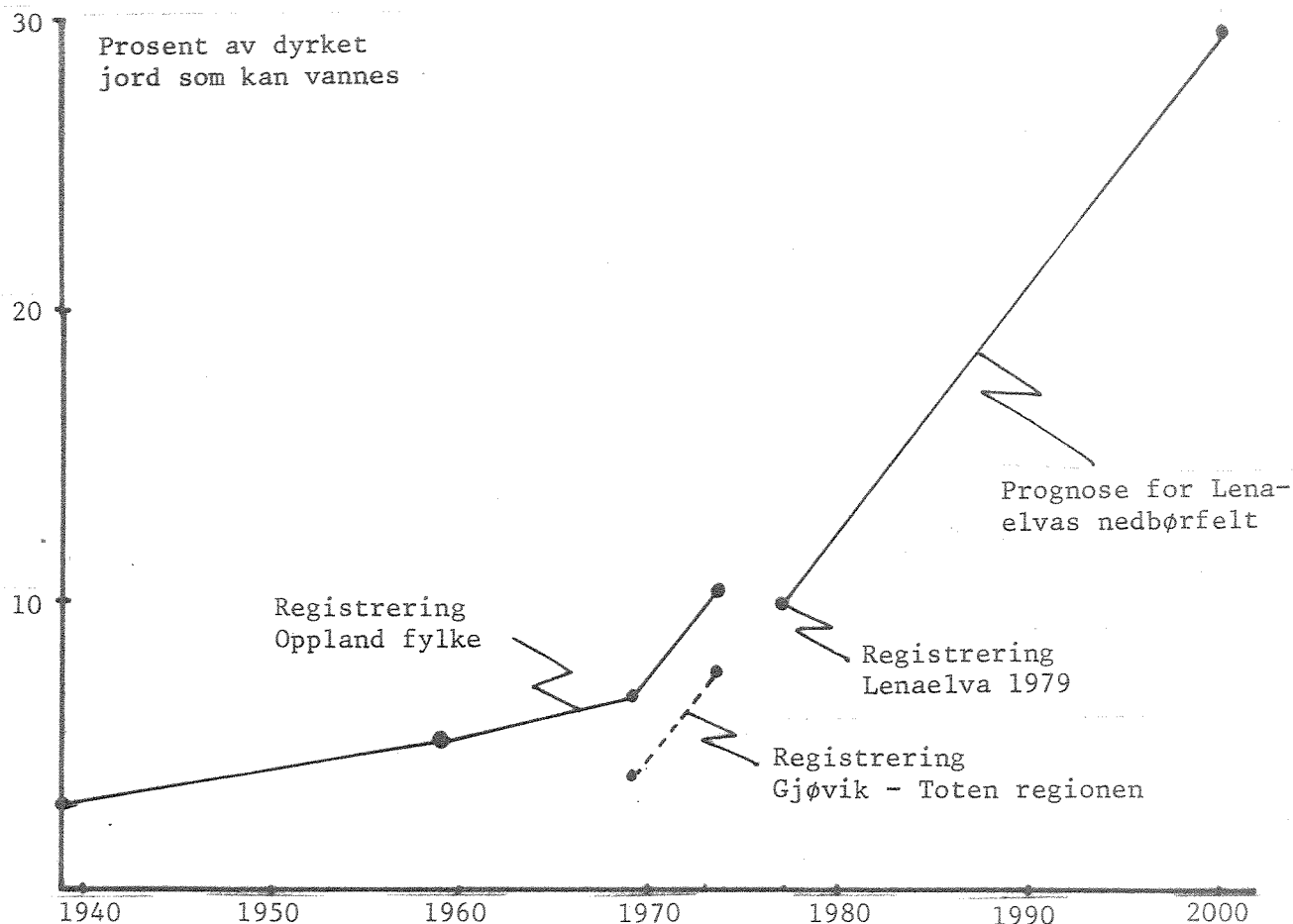


Fig. 18. Utviklingen av irrigasjonsanlegg (19).

Figur 18 viser utviklingen av irrigasjonsanlegg i Oppland fylke, i Gjøvik-regionen. Tidligere var det nesten bare grønnsaker som ble vannet. I 1971 ble det innført statstilskudd på 35% for enkeltanlegg, 50% for fellesanlegg. Dette har ført til sterk økning i tallet på irrigasjonsanlegg. Nå blir også korn, eng og poteter vannet.

Vann er en innsatsfaktor i jordbruket som settes inn i den grad det er økonomisk lønnsomt.

Forsøk gjort ved Norges Landbrukshøgskole viser at irrigasjon av vanlige jordbruksarealer gir store avlingsøkninger. Som gjennomsnitt for en 15 års periode var avlingsøkning på 120 kg/da for eng, 42 kg/da for korn og 700 kg/da for poteter. (19).

Jordbrukspolitikken vil i åra som kommer ha økt sjølforsyningsgrad som et av målene. Bygging av flere irrigasjonsanlegg vil være et av tiltakene for å nå et slikt mål.

Med dagens økonomiske forhold i jordbruket er det lønnsomt for enda flere å bygge irrigasjonsanlegg. En foreløpig metning vil nås når bare gårder som ligger høyt over eller langt unna vannkilden står igjen. Hvor denne grensen ligger, er ikke vurdert.

Som et rent foreløpig anslag har vi antatt behovet i år 2000 til å omfatte vanning av 30% av de dyrka arealer. Dette gir årsbehov på 4,5 mill. m³ og dagsbehov i tørkeperioden på 190 000 m³.

5.2.4 Rekreasjon - bading

Idag bades det hovedsakelig i Sillongen og i Mjøsa. For 20-30 år siden badet man også i kulper i nedre del av Lenaelv. Denne brukerinteressen er altså ikke tilfredsstilt med dagens forhold i hovedelva.

5.2.5 Fiske

Fiskeforholdene i Lenaelv er undersøkt av fiskeriteknikeren for Mjøsa og tilløpselvene. Fra hans årsrapport for 1976 (Mjøsutvalget) har vi hentet:

"Lenaelva er Mjøsas mest produktive tilløpselv, noe som i første rekke skyldes de næringsrike naturgitte betingelser nedbørfeltet er gitt (hele 40% av arealet er dyrket mark). I tillegg til disse forhold har ulike aktiviteter gjennom årene tilført vassdraget næringsalter og org. materiale som har begunstiget en ytterligere produktivitet. Dessverre er de sistnevnte tilførselene fra industri - landbruk og boligkloakk blitt av slike dimensjoner at de isteden er blitt til skade for betydelige elvestrekninger. Dette vises i form av luktsjenanse, begroinger av sopp og bakterier på elvebunnen og at fisken er i ferd med å forsvinne på visse elvestrekninger.

Beskrivelsen av Lenaelva begynner øverst i vassdraget og går nedover:

Brandelva ovenfor Gromheten

Homla ovenfor Svenskerud

Lenaelva ovenfor Møllerhagen

Disse elvestrekninger går bare gjennom skog og myrområder, og er derfor av de reneste elveavsnitt i Lenaelva. Lokalt er enkelte bekker og vann betydelig påvirket av organiske humusstoffer og humussyrer, men forsurningsforholdene synes foreløpig ikke å være noen fare, da laveste registrerte pH-verdi i vassdragsavsnittet er målt til 5,8 (under vårflom). Nedre del av elvestrekningene består av vekslende fosser og stryk, og er i dag Lenaelvas viktigste gyte- og oppvekstplasser for småfisk. En ser derfor med bekymring på det planarbeidet som foregår med å flytte eksisterende vanninntak (for Kolbu/Sivesind) fra Møllerhagen til Bergsjøen. Dette vil redusere vannføringen fra Lønnsjøen betydelig, noe som i nedbørfattige perioder om sommeren (og om vinteren), vil kunne føre til tørrlegging av denne fiskerike elvestrekning. Den årlige fiskeproduksjon anslås å ligge på mellom 10 og 30 kg pr. ha vannoverflate, med laveste verdier i de humuspåvirkede områder.

Brandelva, Homla, Lenaelva til Kolbu:

Hele elvestrekningen renner gjennom jordbruksområder og mottar gjødsling og betydelig silopressaft. I tillegg tilføres elven boligkloakk fra enkelthus, skoler og aldershjem. Da utslipp av silopressaft sist sommer medførte fiske-død i elva, ble 7 gårdbrukere anmeldt for overtredelse av gjeldende utslippsforskrifter. Forholdene ble da raskt utbedret.

Selv om elvestrekningen har en god selvrensning, er forurensningstilførslene i overkant av hva elva kan tåle. Dette kommer til syne i tilløpsbekk fra Kvikstadenga og Brandelva mellom Rud og Bråstad, hvor det er betydelige begroinger av sopp og bakterier på elvebunnen. Det er fortsatt igjen ørret i de reneste elveavsnitt. Fisken er her noe større enn lenger opp i elva, og produksjonen anslås å ligge på mellom 30-50 kg fisk pr. ha årlig.

Kolbu - Lena:

I tillegg til jordbruksforurensninger mottar elva på denne elvestrekning betydelige mengder boligkloakk.

Avløpet fra Bøverbru ledes urensset til Bøvra, som for 10 år siden var en av Lenaelvas beste gyte- og oppvekstområder for bekkørret. I dag er elva tilnærmet ødelagt helt ned til Narum. Politianmeldelse av utslippet fra Bøverbru - og dens etterforskning brakte for dagen at det ikke foreligger noen utslippstillatelse fra tettstedet. Saken er fortsatt under etterforskning.

Mellom Narum og Lena er hovedelva noe mer moderat forurenset, mens tilløpselvene fra syd som munner ut ved Ringen, er totalt ødelagt av forurensninger (boligkloakk og silopressaft). Tilløpsbekkene fra Åserud og Vestbygda er derimot langt renere og er fiskeførende ved tilfredsstillende vannføringer. Fiskeproduksjonen anslås å ligge på mellom 50-80 kg ha vannoverflate.

Lena - Mjøsa:

I tillegg til betydelig boligkloakk- og silopressafttilførsler mottar Lena-elva på denne elvestrekning også større mengder industriforurensninger. Oppland og Toten Potetmelfabrikk A/L på Lena som er i drift fra september, og utover vinteren tilfører elva store mengder næringssalter og lett nedbrytbart organisk stoff. Dette medfører sterke begroinger av sopp og alger på elvebunnen helt ned til Mjøsa. Gjenslammingen av bunnforholdene har redusert fiskens muligheter til å legge rogn, i tillegg til at oksygenforholdene i bunnsedimentene er sterkt redusert. Ørretens reproduksjonsmuligheter på denne elvestrekning er derfor små. I hvilken grad det er fisk i elva eller ei (høst og vinterstid) avhenger av vannføringen, men trolig søker fisken på grunn av forurensningene opp i tilløpselvene Sagelva, Olterudelva, Røyslibekken og Skjeppsjøbekken som alle har en tilfredsstillende vannkvalitet.

Tilløpsbekken som renner gjennom Lensbygda er til dels sterkt forurenset av boligkloakk og silopressaft. Det samme gjelder bekkene fra nord (Hof og Lillo) hvor boligkloakken er den største forurensningskilde. Gjennom Skreia mottar elva mer boligkloakk og industrielt avløpsvann. Oppland Chips, som i dag har biologisk dam for sitt avløpsvann, vil i løpet av året også ha installert kjemisk felling.

Ifølge Huitfeldt Kaas ble det tatt ca. 500 kg mjøsørret årlig i sløer og med garn i nedre del av Lenaelva i 1913. Fiskens størrelse varierte fra 1-4 kg og fangst av 12 kilos mjøsørret kunne inntreffe. I dag er det ubetydelig mjøsørret som gyter i hovedelva. Derimot gyter mjøsørreten i Hølja som kommer fra Offentjern, og munner ut i Lenaelva ved travebanen.

Konklusjon:

Ved en reduksjon av forurensningstilførslene og utbygging av fisketrapp ved Landheim Veveris inntaksdam skulle Lenaelva - med sin store produksjonsevne - kunne bli en av Mjøsas likeste sportsfiskeelver.

Siste sommers tørke med økt interesse for jordbruksvanning vil kunne få stor betydning for vannføringen i Lenaelva. Dette fordi gårdene er mange - jordarealene store - og vannmagasinet begrenset på grunn av de utgrøftinger som har skjedd innen jord- og skogbruk de siste år. En utbredt jordbruksvanning - uten å ta hensyn til vannmagasinene - vil derfor kunne få avgjørende betydning for vannføring, forurensningskonsentrasjonene og fiskeforholdene i Lenaelva i framtiden.

Tilføyelse til konklusjonen (av fiskeritekniker O. Nashough, 1978).

På grunn av Lenaelvas høye produktivitet, og mange nye gyteplasser som er blitt tilgjengelig etter siste års bygging av fisketrapper, vil Lenaelva i fremtiden være den høyst prioriterte elv på vestsiden av Mjøsa med hensyn til Mjøsørret (smolt) produksjon.

5.2.6 Energiproduksjon

Data for de to kraftverkene som finnes i vassdraget er samlet i tabell 4.

Kraftverkene var ute av drift store deler av årene 1975 og 1976 på grunn av mangel på vann. Vannforbruk til irrigasjon gjorde stillstandsperioden lenger enn ved tidligere tørkesomre.

Det er bygget fisketrapper forbi dammene der det er inntak til kraftverkene. Fisketrappene trenger vassføring på $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

5.2.7 Resipientbruk

I vedlegg II er det utarbeidet en prognose for forurensningstilførsler (fosfor) frem til år 2000, figur 19. Denne søker å vise hvordan det kan gå, gitt at visse forutsetninger som legges til grunn holder, snarere enn å vise hvordan det vil gå i Lenavassdraget.

De viktigste forutsetninger som ligger til grunn er:

- Ingen forandring i tilførsler fra naturlig påvirkning og diffuse kilder
- Den spesifikke forurensningskoeffisienten på $2,5 \text{ g P/person døgn}$ reduseres til $2,15 \text{ g P/person døgn}$ gjennom redusert bruk av fosfatholdige vaskemidler.

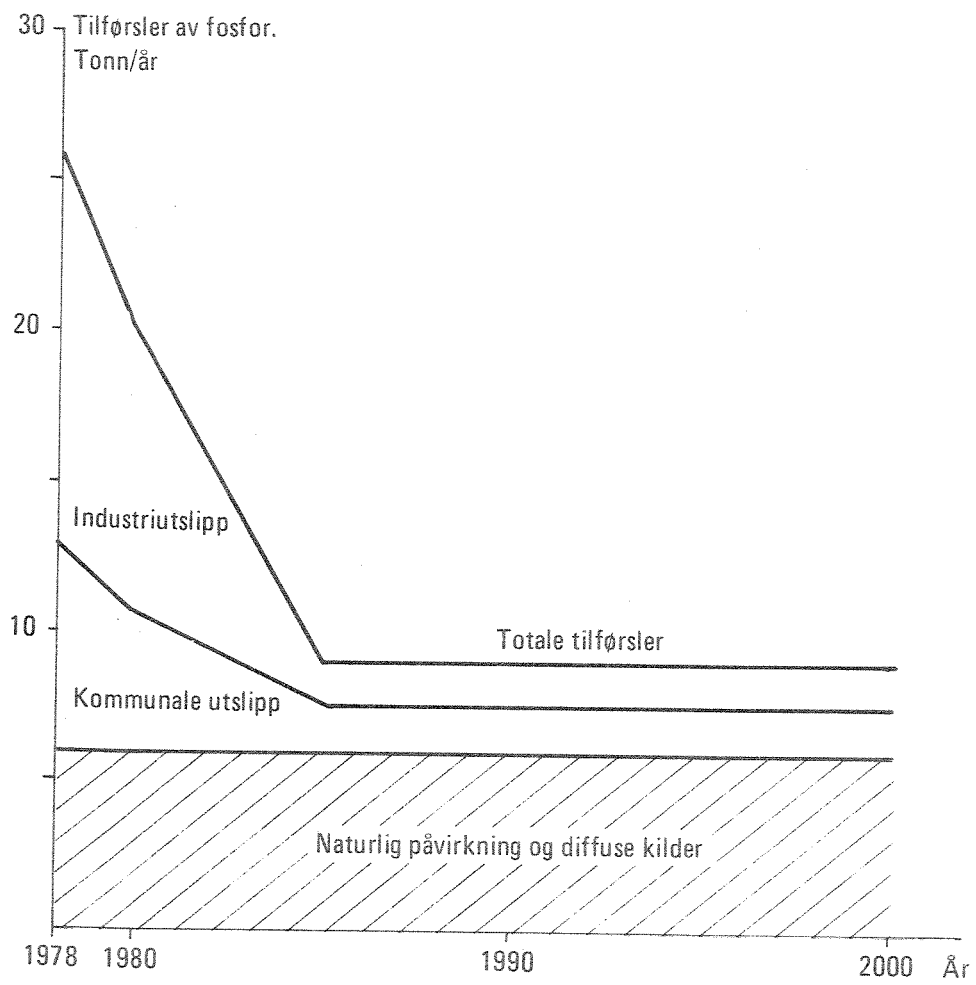


Fig. 19 Prognose for forurensningstilførsler til Lenaelv.
For forutsetninger, se vedlegg II.

- Tiltak etter Mjøsaksjonen iverksettes etter planen og ferdigstilles til de opprinnelige tidsfrister (1979 og 1984).
- Industriutslippene bringes ned på det nivå som forutsettes i dagens konsepsjoner innen utgangen av 1984.

5.2.8 Brukerinteresser i Mjøsa

Forholdene i Lenavassdraget har ikke bare betydning for brukerinteressene i nedbørfeltet, men også for brukerinteressene i Mjøsa. De viktigste brukerinteressene her er vannforsyning, rekreasjon og fiske.

Etter forespørsel fra SFT har NIVA konkretisert målsettingen for Mjøsa i form av fosfor-belastningen. Dagens belastning er ca. $1 \text{ g/m}^2/\text{år}$, mens målsettingen er $\leq 0,5 \text{ g/m}^2/\text{år}$ (13).

Denne fosfor-reduksjonen blir ikke konkretisert til ønsket reduksjon for det enkelte vassdrag. I stedet blir det stilt krav om konkrete tekniske tiltak overfor den enkelte kommune og den enkelte bedrift, gårdsbruk.

Når det gjelder kommunale tiltak er kravene blitt presentert i brev til Ø.Toten og V.Toten kommuner (20)(21). Her blir det stilt krav til utbedring av ledningsnett, krav til rensemetoder i tettsteder og klyngebebyggelse.

Overfor industribedriftene er kravene blitt konkretisert i form av tekniske tiltak innenfor den enkelte bedrift.

For spredt bebyggelse vil kravene bli rettet direkte til den enkelte huseier.

Mot jordbruksforurensningene settes tiltakene inn delvis i form av krav til den enkelte gårdbruker om utbedring av gjødselkjeller og silosaftopsamling eller i form av generelle forskrifter. (Vinterspredning av gjødsel etc.).

I beregningen av prognose for forurensningstilførslene har vi tatt hensyn til de tiltak som kreves gjennomført innenfor Mjøsaksjonsperioden (innen 1980).

6. KONFLIKTANALYSE

6.1 Konfliktanalyse som ledd i en vannbruksplan

Konfliktanalysen står sentralt i planprosessen. Konfliktene utgjør drivkraften bak de tiltak som settes inn for løsning eller forebygging av konflikter.

Konfliktenes styrke varierer over tid og fra sted til sted. Grovt kan konfliktene inndeles i vannkvalitetsbestemte, vannmengdebestemte og andre konflikter. Det er ingen skarp grense mellom disse konfliktene, og en konflikt mellom to interesser kan ha elementer av alle tre hovedtyper.

Konfliktanalysen i denne foreløpige rapporten er ufullstendig. Den vil bli utvidet ved den endelige rapportering fra prøveprosjektet. Konfliktanalysen har følgende trinn:

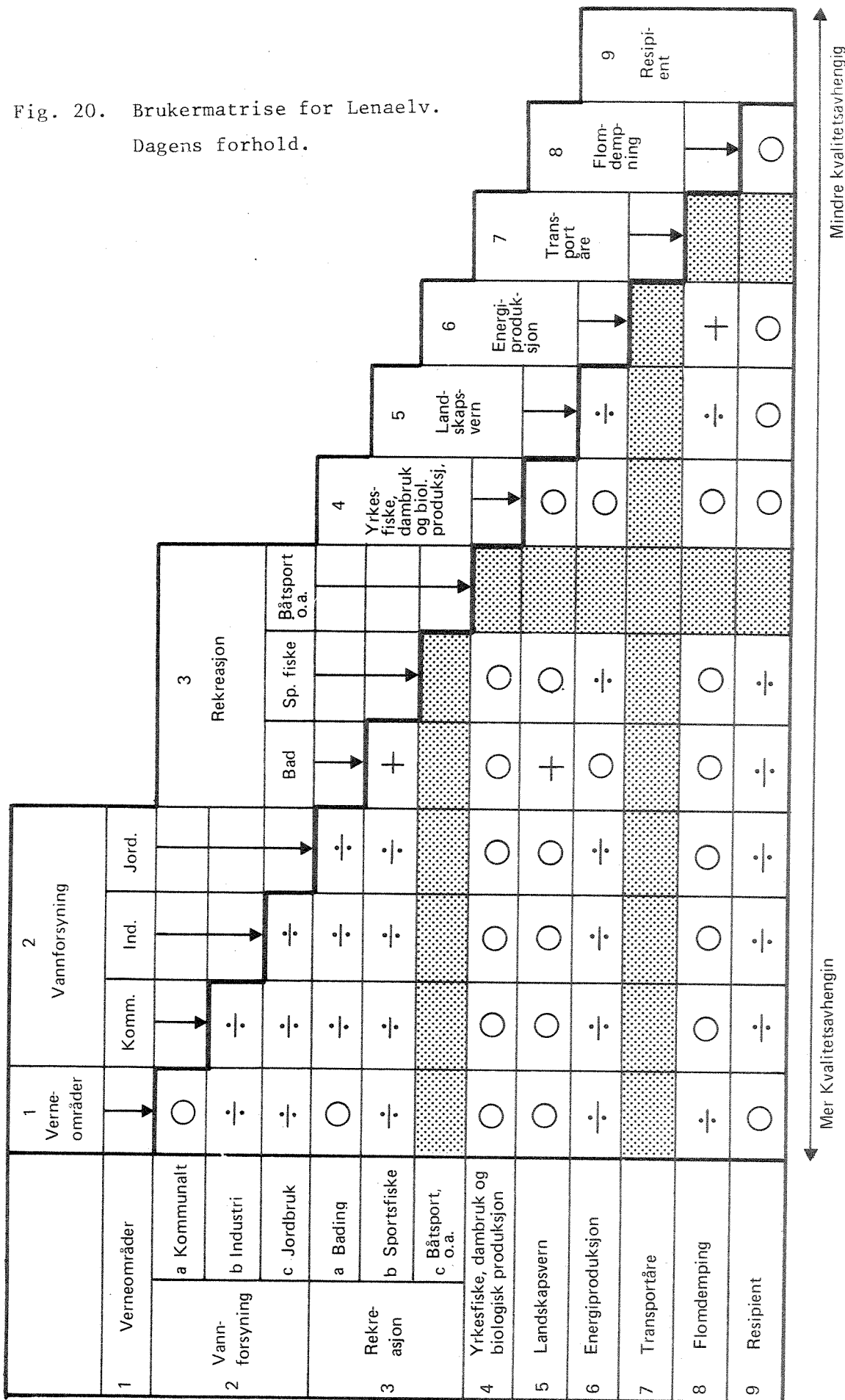
1. Klargjøring av hvilke interesser som er til stede, og i hvilken retning interessene påvirker hverandre.
2. Stedsangivelse av konflikter inndelt etter vannkvalitetsbestemte, vannmengdebestemte og andre konflikter.
3. Tidsvariasjon av konflikter. Årsvariasjon og konfliktenes utvikling i planperioden ut fra visse antakelser om utviklingen i forurensnings-tilførsler og vannuttak i vassdraget.

6.2 Konflikter i Lenaelv. Dagens forhold.

Klargjøring av hvilke brukerinteresser som er tilstede og i hvilken retning de påvirker hverandre (punkt 1 ovenfor) skjer ved en såkalt brukermatrise.

Fig. 20 viser en slik matrise for Lenaelva for dagens situasjon. Den angir om det på et eller annet sted i vassdraget og på et eller annet tidspunkt i året eksisterer samvirke mellom to brukerinteresser.

Fig. 20. Brukermatrise for Lenaelv. Dagens forhold.



Alle aktuelle brukerinteresser tilknyttet overflatevann er medtatt.

÷ 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

Vannkvalitetskonflikter

Fig. 21 viser oversikt over de kvalitetskonflikter som finnes i vassdraget idag. Materialet som ligger til grunn for figuren er registreringer av forurensningssituasjonen i august 1975 (13) og subjektive vurderinger av brukerinteressenes tilstand.

Figuren viser ikke årsvariasjoner. Både de krav som brukerinteressene stiller samt tilførselene til vassdraget, uttak til vannforsyning, vassdragets resipientkapasitet og dermed den resulterende vannkvaliteten vil variere over året.

Noen kommentarer til figuren:

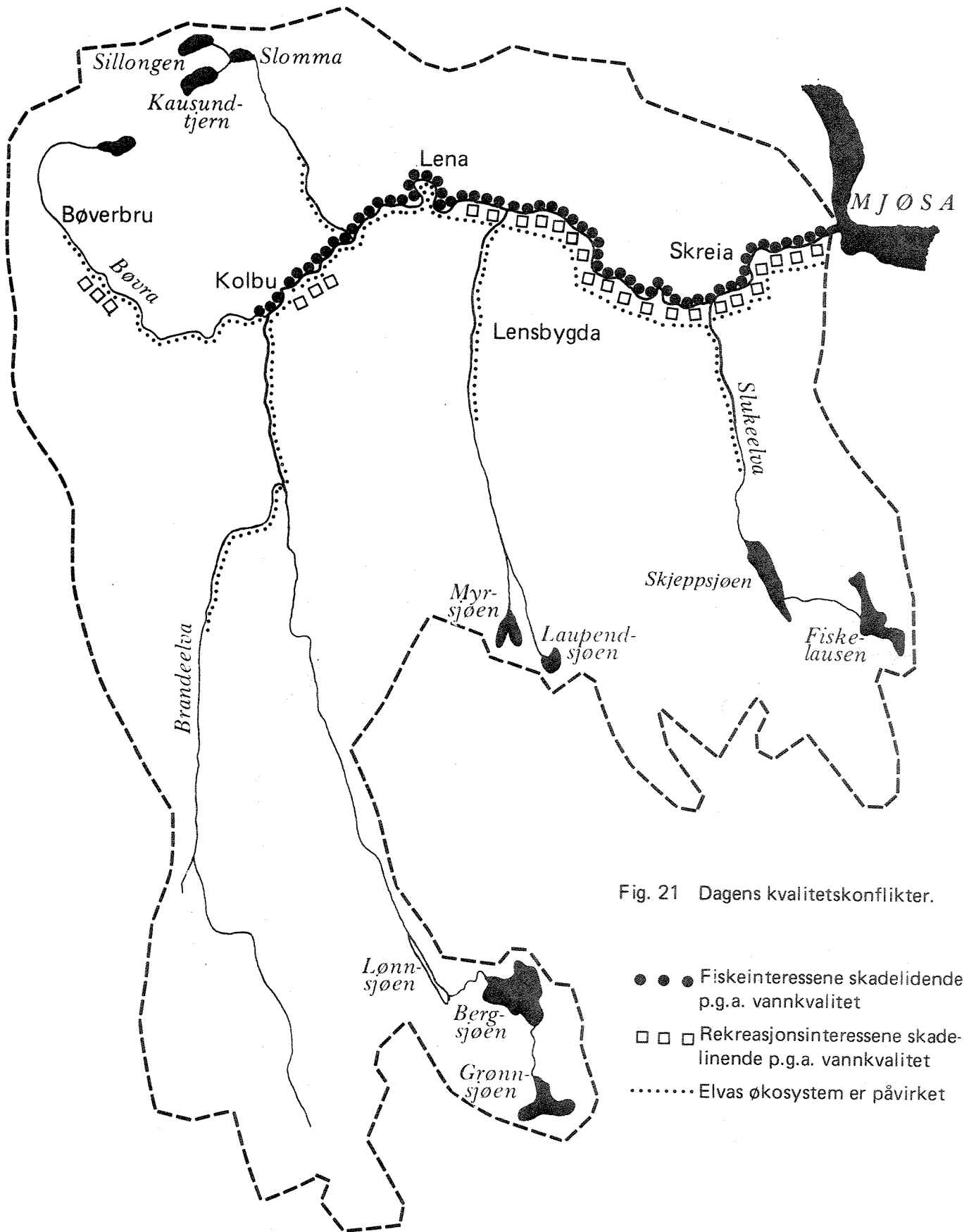
- Fiskeriinteressene er skadelidende. På dette området er forurensningssituasjonen slik at forholdene for fisken er lite tilfredsstillende. Om sommeren er det sterke begroinger på grunn av utslipp av boligkloakk og industriforurensninger. Utenom dette er det observert fiskedød i bekkene, forårsaket av utslipp av silopressaft og halm-luting.
- Rekreasjonsinteressene er skadelidende. På disse elvestrekningene er begroingen så sterk at det fører til uestetiske forhold i sommerhalvåret. Utslippene kommer fra boliger og industri.
- Generell forurensningspåvirkning. Denne avmerkingen bygger hovedsakelig på situasjonen slik den ble registrert i august 1975.

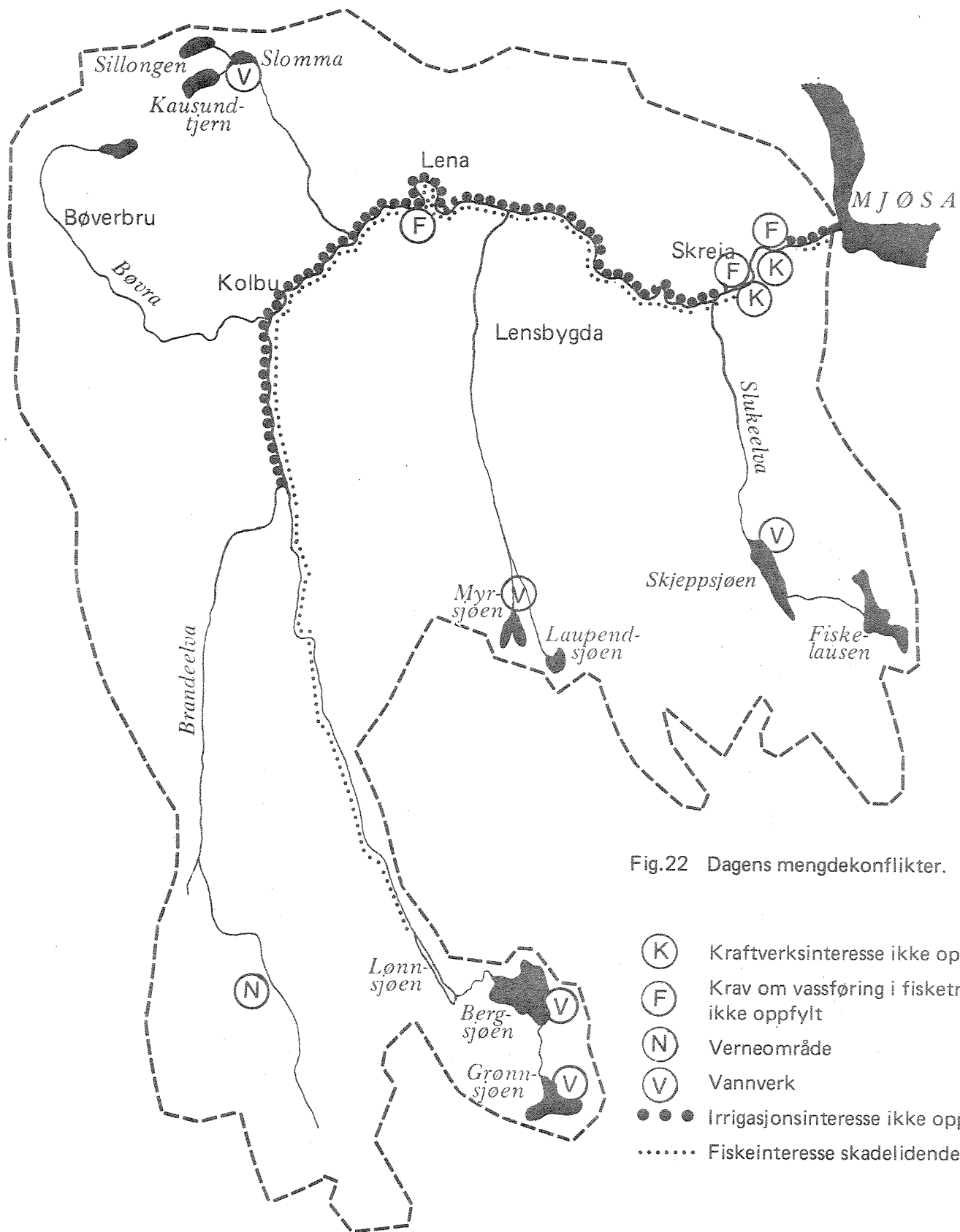
Mengdekonflikter

Fig. 22 viser oversikt over de mengdebestemte konflikter som eksisterer i vassdraget idag. Figuren illustrerer ikke årsvariasjoner i brukerkonfliktene.

Noen kommentarer til figuren:

- Ⓚ Kraftverksinteressene ikke oppfylt. Om sommeren, særlig i år med lite nedbør, får ikke kraftverkene nok vann til å holde full produksjon hele tiden. I løpet av de siste årene er det også bygget fisketrapper forbi kraftverkdammen. Disse vil konkurrere direkte med kraftverkene om vannet.





Ⓣ Krav om vassføring i fisketrapp har ikke vært oppfylt sommeren 1978 etter at trappene ble ferdigbygd.

●●●●● Irrigasjonsinteressene kan ikke sies å være oppfylt i denne del av vassdraget så langt det i praksis har vært byggestopp for irrigasjonsanlegg siden 1976. Eksisterende irrigasjonsanlegg fikk nok vann også tørkesomrene 1975 og -76.

..... Fiskeriinteressene skadelidende. Vannføringen på avmerket elvestrekning har variert så mye og delvis vært så lav at produksjonsforholdene blir skadelidende. Virkning av lav vannføring har nær sammenheng med utslipp og forurensning.

Andre konflikter

Disse er foreløpig ikke analysert. Et eksempel på en slik konflikt: Det hevdes at oppgrunning ved elvas utløp i Mjøsa anses nødvendig.

6.3 Fremtidige konflikter

Fremtidige konflikter avhenger av en rekke forhold:

- naturgitte forandringer
- aktivitetsmønsteret i nedbørfeltet, herunder brukerinteressenes utvikling
- tiltak som settes inn for å fjerne/dempe/forhindre konflikter mellom interesser

Aktivitetsmønster og tiltak kan teoretisk styres. For å kunne finne fremtidige nødvendige tiltak, bør vi ideelt sett fremskrive konfliktene slik at hver brukerinteresse får utvikle seg på sine egne premisser, uten at tiltak settes inn. Vi vil da kunne diskutere forhold som oppstår under "kreftenes frie spill". Dette er imidlertid en hypotetisk situasjon, idet konfliktforebyggende tiltak vil bli satt inn. En slik fremskriving må imidlertid kunne brukes som et analytisk verktøy.

En fremskriving for alle brukerinteressene i full bredde er ikke foretatt i denne omgang. Vi har i denne foreløpige utgaven mer direkte vurdert potensi-

elle konflikter ut fra utviklingen av de to viktigste styringsmulighetene vi har for å løse/forebygge konflikter: endringer i vannføringsforholdene (reguleringer) og reduksjon i forurensningstilførsler.

I perioder hvor konfliktene trer sterkest frem, kan disse avhjelpest ved at vannføringen økes og/eller ved at forurensningstilførslene begrenses. En idé om hvordan konfliktene vil arte seg i fremtiden, kan vi skaffe oss ved å sette sammen prognoser over fremtidige vannuttak med prognoser for fremtidige forurensningstilførsler.

Her står vi imidlertid overfor to viktige problemområder: For det første er det vanskelig å lage holdbare prognoser for uttak og tilførsler. For det andre vet vi lite om virkningen på vannkvalitet og de biologiske forhold ved endrede vannføringer og endrede tilførsler.

Et forsøk på en slik uttaks- og tilførselsprognose er satt opp i tabell 12. Grunnlaget for beregningene går frem av vedlegg 1 og 2.

Sone (Se fig. 23)	Tilførsler av fosfor i år 1985 i forhold til tilførslene 1977-78		Vannuttak i år 2000 i forhold til vann- uttak 1976	
1	0,8		1,45	
2 (1+2)	0,45	(0,55)	-	(2,25)
3 (1+2+3)	0,75	(0,6)	6,35	(3,55)
4 (1+2+3+4)	0,2	(0,3)	1,65	(2,8)
5 (1+2+3+4+5)	0,7	(0,35)	1	(2,6)
6 (alle)	0,35	(0,35)	1,2	(2,1)

Tabell 12. Forholdet mellom teoretisk beregnede fosfortilførsler i 1986 og i 1977-78. Forholdet mellom teoretisk beregnede vannuttak i år 2000 og i 1977-78. Beregningen er gjort sone for sone. Tall for sonene summert nedover står i parantes. Bakgrunnsdata og forutsetninger fremgår av vedlegg 1 og 2.

For tilførsler er tiltak etter foreliggende planer tatt med (Mjøsaksjonen). Fremskrivninger for vannuttak er basert på at landbruket får sitt vanningsbehov tilfredsstilt i nedbørfeltet.

Beregningen er gjort sonevis for delnedbørfelter av Lenaelv-vassdraget, figur 23. Forurensningstilførsler er beregnet for år 1985. Generalplanprognoser slutter i 1986, og oversikten over forurensningsbegrensende tiltak er relativt klar frem til 1985. Etter hva vi kan se idag vil endringer fra 1985 til år 2000 ikke bli store dersom ikke ekstraordinære tiltak settes inn.

Vannuttaket er forsøkt anslått for år 2000. For begge prognoser er usikkerheten stor. Det vises til nærmere omtale i vedlegg 1 og 2.

Av tabell 12 fremgår at vi i alle soner vil få tildels store reduksjoner i forurensningstilførslene (20-70%). Vannuttaket øker imidlertid med 110% for hele feltet, og for området ned til og med sone 3 er økningen hele 255% i forhold til 1977-78. Dette betyr igjen reduserte vannføringer. I perioder av juni, juli og august måned vil et uttak av denne størrelse kunne gi vannføringer i størrelsesorden lik det som føres tilbake til vassdraget via avløpssystemene. Dette dersom det ikke settes inn særlige tiltak i magasinene.

Disse overslagsberegninger kan gi grunnlag for visse antakelser om hvordan konfliktene vil kunne utvikle seg under de gitte forutsetninger. Vi begrenser oss til å vurdere sommerhalvåret:

1976-år - "Tørrår"

Vannføringsforholdene vil bli utslagsgivende. Vassdraget vil ikke kunne "levere" tilstrekkelig vann. Jordbrukerne i området vil ikke få nok vann til vanningsanleggene sine. Fisketrappene vil stå tilnærmet "tørre". Dette vil skje i større omfang enn det gjør idag. Forurensningsbegrensende tiltak vil p.g.a. lavere vassføring neppe gi akseptabel vannkvalitet.

Øvrige år

I alle år må en regne med at det i kortere perioder av sommeren kan bli minimal vassføring og kvalitativt dårlige forhold i Lenas nedre deler. Også en strekning av elva nedstrøms Kolbu synes særlig utsatt både fordi vannuttakene

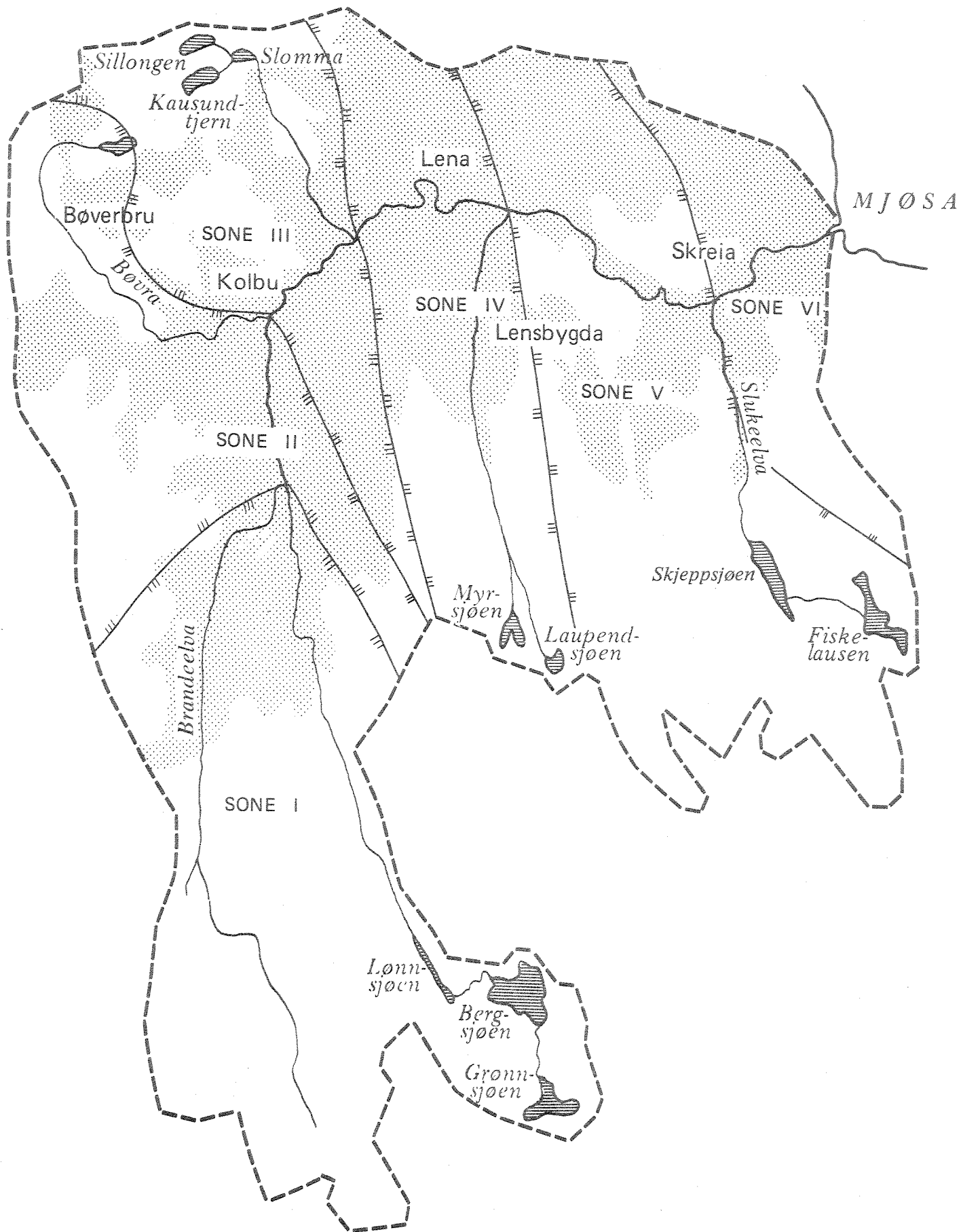


Fig. 23 Sone / felt inndeling av Lenaelvas nedbørfelt.

her blir store og fordi tilførselsbegrensende tiltak her har relativt beskjeden effekt.

Økning i vannuttakene fra Lena vil begrense de forurensningsbegrensede tiltaks betydning for den kvalitative tilstanden i Lena. I hvilket omfang er det foreløpig vanskelig å si.

Å beskrive konfliktene i fremtiden med samme detaljeringsnivå i registrering som for dagens forhold, er ikke mulig med det kunnskapsgrunnlag vi idag har. Grunnlaget er som nevnt særlig sviktende hva angår forholdet mellom forurenningstilførsel og respons i vassdraget avhengig av vannføringsvariasjonene. Vi har her to utviklinger som drar i hver sin retning; tilførselsbegrensende tiltak er konfliktdempende, vannuttakene er konfliktforsterkende.

Det er imidlertid overveiende sannsynlig at konfliktene med de gitte forutsetninger vil bli vesentlig forverret. Vi må anta at dette ikke er akseptabelt. Videre må vi kunne anta at verken forurensningsbegrensende eller regulerende tiltak alene vil kunne løse/forebygge konflikter.

6.4 Rettslige begrensninger

Når vi i avsnittet foran har fremskrevet konfliktene i vassdraget, har vi ikke tatt hensyn til de meget viktige begrensninger rettsforholdene setter for hvem som kan fremsette berettigede krav i vassdraget.

For å kunne foreta en avveining mellom brukerinteressene er en oversikt over rettighetsforholdene i vassdraget nødvendig. Den prioritering man senere avleder av de rent politiske målsettinger for vassdraget gir konsekvenser for den fremtidige rettighetstilstand og "utfoldelse" i vassdraget. Et viktig tiltakssett i vannbruksplanen består av juridiske virkemidler som ut fra planens intensjoner kan gi hensiktsmessige eiendomsforhold i vassdraget.

Norsk institutt for by- og regionforskning har utarbeidet en oversikt over brukere i vassdraget som også inneholder visse data om eiendomsforhold og rettigheter (29). Disse har vi sammenstilt i tabell 13. Som vi ser av denne vil ikke engang "berettigede" brukere til enhver tid kunne tilfredsstilles i Lenaelva og det tilhørende nedbørfelt. Det er likeledes klart at skal de mer svakerestilte interessene som fiske og rekreasjon gis rimelige muligheter i vassdraget, må den rettighetstilstand vi idag har i vassdraget mykes opp.

BRUKER	UTNYTTELSE	JURIDISK FORANKRING
ENERGIPRODUKSJON		
Kvernum Bruk	Kraftproduksjon for salg 1 m ³ /s kontinuerlig	Eierrettighet og konsesjon iflg. vassdragsregulerings- loven
Landheim Veveri	" "	" " "
VANNFORSYNING		
Ø. Toten kommune	Skreia og Kolbu vannverk 11400m ³ /d i år 2000	Ekspropriasjonsrett ¹⁾ iflg. vassdragsloven
A/S Oppland Chips	Mangler oppgave	Eierrettighet til vann iflg. vassdragsloven
JORDVANNING		
Grunneiere langs vassdraget	Tilstrekkelig vann til eget bruk, selv om det volder skade at vannet tas bort fra vassdraget	Eierrettighet til vann iflg. vassdragslovens §§ 14 og 15.
RESIPIENTBRUK		
Private huseiere i Østre Toten kommune	Samlet utslipp på ca.: 15-20 tonn fosfor/år 75 tonn nitrogen/år 425 tonn BOF ₇ /år	Utslippstillatelser gitt med hjemmel i vannvern- loven, forurensnings- loven
Industri: Skreia slakteri Toten meieri m.fl.		
REKREASJON		
Almenheten v/den kommunale friluftsf- nemnda	Mangler oppgave?	Allemannsrettigheter som står svakt i konkur- ranse med mer personlige rettigheter
FISKE		
Fiskeforeningene	Mangler oppgave?	Vernet mot tiltak i vass- draget v/vassdragslovens § 104 m.fl. Står usikkert i forhold til vannuttakene.

1) Idag ikke rettigheter av dette omfang. Denne bruksformen står imidlertid sterkt.

Tabell 13. Brukerinteresser - eiendomsforhold og rettigheter.

7. MÅL FOR BRUKEN AV LENAELV

7.1 Bakgrunn og prosess for måloppstilling

Målsettingen for et vassdrag kan anta en rekke former. Dette er illustrert nedenfor:

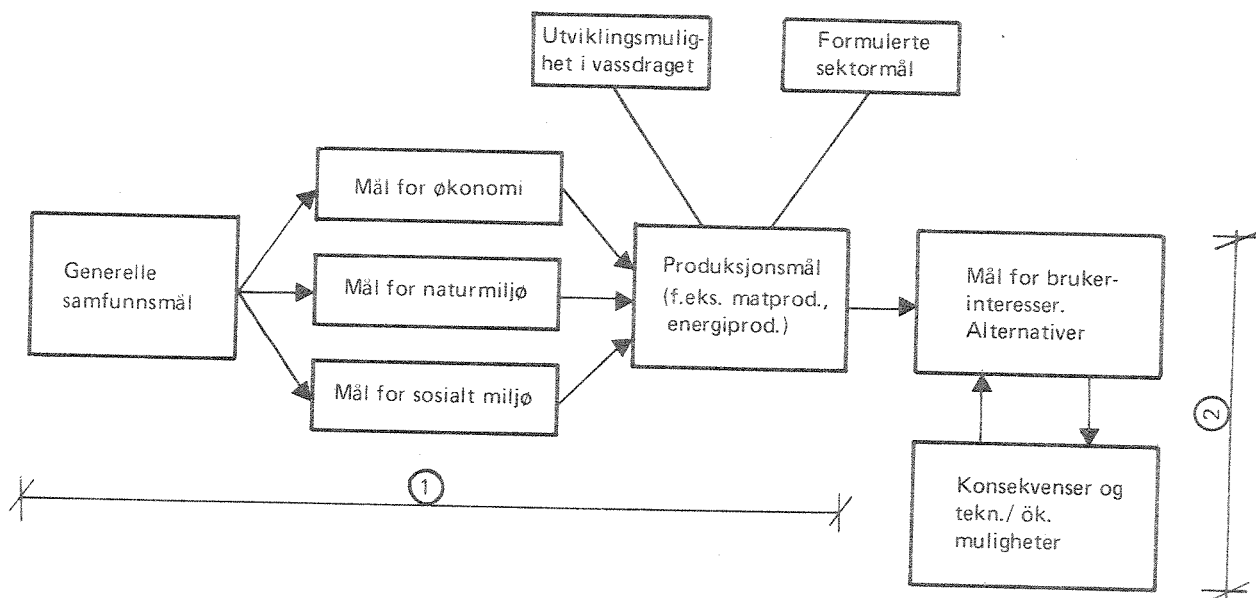


Fig. 24 Skjematisert prosess for oppstilling av mål.

Fig. 24 Skjematisert prosess for oppstilling av mål.

Prosessen kan sies å bestå av 2 "linjer":

- ① Konkretisering av mål ut fra overordnede samfunnsmessige mål og sektormål ned til konkret mål for brukerinteressene. Etter hvert som vi går til høyre på figuren i linje ① blir detaljeringsgraden større.

- ② Den andre linjen består i en vekselvirkning mellom oppstilte mål og konsekvenser av målene. Her må de teknisk/økonomiske muligheter trekkes inn i en foreløpig analyse. Hele vannbruksplanprosessen er teoretisk en prosess hvor man forsøker å finne mål som har akseptable økonomiske, miljømessige og sosiale konsekvenser.

I Lenaelv kan man eksempelvis i utgangspunktet stille opp ideelle mål, dvs. alle brukerinteresser skal tilfredsstilles 100%. Helt enkle vurderinger vil imidlertid innledningsvis gjøre det aktuelt å senke ambisjonsnivået:

- kjennskap til begrensede muligheter for reduksjon av forurensningstilførsler innenfor akseptable økonomiske rammer
- manglende reguleringsmuligheter
- oversikt over opplagt uakseptable råvannskilder
- det urealistiske i å tilfredsstille energiproduksjonsinteressene
- generalplanens arealdisponering

I praksis vil slike begrensninger inngå ved oppstillinger av forskjellige bruksalternativer for videre behandling. Mål som bearbeides videre i en vannbruksplan bør være realistiske m.h.t. de konsekvenser en gjennomføring vil medføre.

7.2 Foreliggende generelle mål for Lenaelv

Vi starter måldiskusjonen i "linje" ① til høyre i fig. 24.

Det finnes ikke noe lokalt politisk samlet mål for bruken av Lenaelv som ressurs. De mål som har betydning for utnyttelse av vassdraget har sektoreg, dvs. at de er knyttet til de enkelte bruksformer i vassdraget. NIBR[☆] har gjennomført en analyse av en del sentrale dokumenter med tanke på slike sektormålsettinger (30).

☆) NIBR-analysen bygger på følgende materiale: Fylkesplan for Oppland av okt. 1975, uttalelser og vedtak til fylkesplanen av sept. 1976, den kgl. res. av mars 1977 om godkjenning av fylkesplanen, behandlingen av fylkesplanen i fylkestinget juni 1976, samt fylkesplanmeldingen 1977 og 1978. Videre retningslinjer og rammer fra aksjon Mjøsa og generalplanen for Østre Toten av nov. 1974. I tillegg er det tatt med materiale fra Tor Hauglands analyse av generalplanarbeidet og fra en sosiologisk undersøkelse av Østre Toten som ble utført i 1972.

Om analysen heter det (30):

"De målene som analysen behandler er svært ulike på viktige punkter. Noen er meget generelle slik at det kan være vanskelig å avgjøre hva dette vil bety for planleggingen av Lenavassdraget i praksis, mens andre er mere presise slik at det umiddelbart fremgår hvilken praktisk betydning gjennomføringen av målet vil ha. Det er ikke foretatt noen vurdering av målene etter hvor generelle de er, og heller ikke etter hvorvidt det finnes tiltak som gjør det mulig å gjennomføre målene. Hensikten med analysen har vært å lage et utkast som kan brukes i forbindelse med diskusjonen av mål for planleggingen av Lenavassdraget. Analysen er delt opp etter de bruksmåtene som kan være aktuelle, og for hver bruksmåte er det beskrevet hvilke mål som kan påvirke denne."

Vi har ut fra NIBRs notat laget en sammenstilling av planleggingsmål for de ulike sektorene, tabell 14.

Brukerinteresse	Målsetting direkte rettet mot bruken	Målsetting for andre sektorer av betydning
Kraftutbygging	-	- Øke sysselsettingsandel i industri - Gi allsidigere arbeidsplassstilbud
Jordbruks- vannforsyning	- Vurderinger av vann til jordbruksformål må inngå som del av en samlet planutnyttelse av vannressursene	- De små bruksheter ønskes bevart
Drikkevanns- forsyning	- Ved utnyttelse av vannressursene bør drikkevannsforsyningen som regel gis høyeste prioritet - Utbygging av vannverkene slik at de evt. kan samkjøres med regionale systemer	- Legge vekt på å hindre at ikke forurensete vassdrag blir forurenset
Avløp	- Hindre økningen i forurensningen av vassdragene - Redusere fosforutslippene av hensyn til Mjøsa	- Bevare landets naturressurser, verne gode miljøer, skaffe velferd og trivsel - Øke sysselsettingsandel i industri
Rekreasjon og friluftsliv	Det må: - sikres rikelige rekreasjonsmuligheter (mulighetene for bading i, nærrekreasjon ved Lena, er ikke spesielt vurdert)	- Utvidet hytteutleie, leirskole og camping i Totenåsen - I fremtiden nøye vurdere betydning av jakt og fiske
Naturvern		- Før en går til fredning av store områder må en iverksette undersøkelser med tanke på økonomisk drivverdigheit - Å verne dyrket jord som naturressurs
Fiske	- Bør i sterkere grad ta i betraktning betydningen som jakt og fiske har	

Tabell 17. Mål for planleggingen i de ulike sektorer.

Som det fremgår av tabellen trekker de fleste sektormålsettinger i retning av økt utnyttelse for alle bruksformer i vassdraget. På samme måte som man idag har faktiske konflikter i vassdraget, som man kan måle som manglende samsvar mellom kvalitets- og mengdekrav og vassdragets "yteevne", har vi konflikter mellom de ulike sektorenes politisk formulerte målsettinger som følge av at vassdraget fra naturens side ikke kan tilfredsstillende en ekspansiv utvikling for alle bruksformer.

7.3 Praktiske mål. Alternative bruksmåter.

De generelle mål diskutert i pkt. 7.2 ovenfor gir viktige opplysninger for arbeidet mot en mer praktisk målformulering. Samtidig avsløres en manglende samordning og tilfeldighet i de generelle mål; et samordningsspørsmål som vannbruksplanen må løse.

Ut fra de overordnede eller generelle mål i pkt. 7.2 kan det altså synes som om man ønsker å tilfredsstillende alle brukerinteresser i vassdraget så langt råd er i dag og i fremtiden. Med andre ord går det frem av målsettingene at det er ønskelig å ha tilstrekkelige mengder vann i elva av tilfredsstillende kvalitet til fiskeformål, vannforsyning, jordbruksvanning, og at energiproduksjon i elva i fremtiden kan bli mer aktuelt.

Hvis ressursen var rikelig, dvs. at det ikke var konflikter mellom brukerinteresser, ville dette være mål som lett kunne oppnås (evt. med enkle tiltak). Med de kraftige konflikter som er til stede i Lenaelv, vil imidlertid spørsmål om avveining og fordeling av elvas ressurser mellom ulike brukerinteresser være nødvendige.

I praksis må slike avveininger skje på det politiske plan. En felles målsetting for utnyttelse av vassdraget som angir en prioritering mellom brukerinteressene, må fastlegges. Skal f.eks. jordbrukets vanningsbehov eller uttak til drikkevann tilfredsstillende på bekostning av elva som fiskeelv? Dette er en problemstilling av rent vannpolitisk natur. Fagfolk må imidlertid bidra med beslutningsgrunnlaget ved at bl.a. konsekvenser av ulike prioriteringer legges frem.

Alternativer for bruken av Lenaelv kan teoretisk sett være uendelig mange kombinasjoner av bruksalternativer. Alternativene bør imidlertid tilfreds-
stille følgende fem grunnregler:

1. Alternativene må være realistiske. Det har lite for seg å skape umulige alternativer for alternativenes egen skyld. Urealistiske alternativer er det samme som ingen alternativer, og beslutningstakerne har da i realiteten ingen valgmuligheter.
2. Det bør ikke være for mange alternativer. I innledende utredninger kan man godt vurdere mange alternativer, men kun 2-5 alternativer bør legges frem for beslutningstakerne.
3. Det må være en viss avstand mellom alternativene slik at det reelt er noe å velge mellom.
4. Alternativene bør sette hver sin brukerinteresse i høyetet ("fiskealternativ", "jordvanningsalternativ"). Denne tilfredsstilles 100%. I tillegg bør realistiske avveiningsalternativer være med, hvor kanskje ingen brukerinteresser får 100% måloppnåelse.
5. Alternativene må presenteres klart hva innhold og konsekvenser angår.

For oppsett av alternativene må vi ikke bare ha dagens brukerinteresser for øye, men aktivt vurdere mulige potensielle eller nye bruksformer i vassdraget. Videre er det for oppstilling av bruks- og tiltaksalternativer viktig å ha en etablert foreløpig prioriteringsrekkefølge mellom brukerinteressene.

For Lenaelv er en slik prioritering mellom brukerinteresser ikke ubetinget klar.

Følgende prioritering kan være diskusjonsgrunnlag:

1. prioritet: Befolkningens behov for drikkevann.
2. " : Forurensningstilførselen til Mjøsa holdes på et akseptabelt nivå.
3. " : Tilstrekkelig vann til landbruk, fiske og industri av en slik kvalitet at produktene har tilfredsstillende hygienisk standard
4. " : Vann til annen ervervsvirksomhet (f.eks. energiproduksjon), samfunnets behov for resipient, behovet for badevann av hygienisk kvalitet i elva, behov for vannområder med tilstrekkelig estetisk og annen rekreativ kvalitet.

I tillegg har vi to behov som bare kan sikres der naturgitte forutsetninger er tilstede. Disse må derfor vurderes særskilt, og utenom den prioritering som er angitt ovenfor:

- a. Vitenskapens behov for tilnærmet urørte områder (referanseområder)
- b. Samfunnets behov for å reservere uberørte vannområder ut fra naturfredningssynspunktet.

7.4 Avgrensning av foreløpig rapport

Hittil i kap. 7 har vi relativt detaljert gått gjennom prinsipper for målformulering, overordnede mål, grunnregler for oppstilling av bruksalternativer samt stilt opp en prioriteringsliste for brukerinteresser i Lenaelv. Heretter vil vi i denne fremdriftsrapporten gå mer grovt til verks og samtidig avgrense analysene til de vannmengdebestemte konflikter, jfr. konfliktinndeling i kap. 6.

Det kan anføres følgende argumenter for å prioritere mengdespørsmålene:

- Det er satt inn omfattende tiltak mot forurensninger, slik at mengdekonfliktene etter hvert blir stadig mer dominerende.
- Det arbeides med valg av vannverksalternativ, noe som kan påvirkes av en helhetlig mengdevurdering.
- Mengdekonflikter har ikke i særlig grad vært systematisk behandlet i de andre prøvevassdragene (Bøelva, Jølstervassdraget).
- Hydrologiske problemstillinger har muliggjort et samarbeide mellom "kvalitets- og kvantitets-" fagmiljøer (NIVA - NVE).

Videre må nevnes at kunnskapen om vannkvaliteten i Lenaelv er sterkt begrenset.

Det kan selvsagt fra faglig hold argumenteres mot i det hele tatt å isolere mengdespørsmålene fra vannkvalitet idet de er uløselig knyttet til hverandre. Reguleringens omfang påvirkes av behovet for vannføring ut fra generelle forurensningsmessige og økologiske betraktninger. Som prøveprosjekt for vannbruksplanlegging kan det imidlertid forsvares.

En neste avgrensning ligger i at vi betrakter kun en kritisk tidsperiode. En slik periode er definert som tilsvarende tørrsommeren 1976. I den praktiske vannbruksplan må også dette perspektiv utvides for å gjøre det mulig å analysere konsekvensene av reguleringene for vannføringer andre tider av året og på de forhold som påvirkes av endret vannføring, f.eks. fiskens oppvandring og gyting.

Den tredje avgrensning ligger i at vi ikke stiller opp ulike bruksalternativer basert på prioritering av brukerinteresser, men går direkte på brukerinteressenes krav til vannmengder. Ut fra dette analyseres så tekniske muligheter for å bøte på fremtidig vannmangel.

Mot den kritiske tidsperiode stilles opp de maksimale mengdebehov for brukerinteressene. Den ekstreme situasjon som er utgangspunktet for analysen videre blir følgelig gapet mellom den kritiske tidsperiode (1976-sommeren) og de maksimale behov ved slutten av planperioden.

8. KRAV TIL VANNMENGDER

Brukerinteressers krav til vannmengde varierer med tid og sted. Vi tar utgangspunkt i de maksimale krav. De fire interesser som trekkes inn, er vannforsyning, vanning, fiske og energiproduksjon. Vi har følgelig ikke tatt med de mulige tilleggskrav til vannmengde som hensynet til generelle forurensningsmessige og økologiske kvalitetsmål i elva måtte kreve. Mulige krav fra rekreasjon og rent estetiske forhold er heller ikke trukket inn her.

For vannforsyning regnes kravet å tilsvare det prognostiserte behovet i år 2000 (jfr. kap. 5). Uttakene er normalt størst i mai, juni og juli.

For jordbruksvanning er nyttet de krav til vannmengder som er antatt i år 2000. Kravet er fordelt for hver sone proporsjonalt med arealet dyrket mark. Her forutsettes uttak for midten av juni til midten av august.

For fisket har vi antatt fisketrapper med krav til vannføring på 500 l/s. Aktuell kravperiode er særlig i oppgangstiden september og oktober.

For energiproduksjon kreves i utgangspunktet jevn tilførsel $1 \text{ m}^3/\text{s}$. Vi vil imidlertid se bort fra dette kravet. Å oppfylle kravet til energiproduksjon synes ut fra vassdragets naturgitte forhold urealistisk. At energiproduksjonens behov i en slik definert kritisk periode utelukkes, er et konkret eksempel på at man allerede i utgangspunktet gjør avvik fra at alle brukerinteresser skal oppfylles 100 prosent, jfr. diskusjon i kap. 7.1.

Vi står igjen med vannforsyning, jordbruksvanning og fiske. Disses behov faller ikke nødvendigvis sammen i tid. Særlig er det tidsforskyving mellom oppgangstid for fisk og vanningsperioden.

Trass i at det er overveiende sannsynlig at de tre interessenes maksimale vannbehov ikke faller sammen i tid, har vi valgt å bruke det samlede vannbehov som utgangspunkt. Dette fordi usikkerheten omkring fiskens egentlige vannmengdekrav er stor.

Dimensjonerende grunnlag for tiltaksanalyse blir følgelig gapet mellom de maksimale uttakskrav fra interessene fisk, vannforsyning og vanning og de naturlige forhold, vassdragets "leveringsevne", i en sommersituasjon tilsvarende 1976.

For beregning av kravene til vannmengde har vi delt nedbørfeltet inn i del-felter eller soner som vist på figur 23.

I vedlegg I er for hver sone gjort overslagsberegninger over vannuttak og krav til vannføring i år 1976 og år 2000. Overslagsberegninger for uttak for år 1976 (sommer) er sammen med målt lavvassføring ved utløpet i Mjøsa brukt til å beregne avrenningen i feltet i en tørkeperiode. De viktigste resultater fra beregningene er:

sommer 1976:	samlet uttak 270 l/s
avrenning 1976:	0,75 l/s. km ²
år 2000:	samlet uttak 570 l/s

Det kan nevnes at avrenningen i 1976 er beregnet til 220 l/s, idet 50% av vannuttak til vannforsyning regnes tilbakeført til feltet.

Uttak og krav til vann ut fra fiskeforhold for år 2000 er vist på fig. 25. Krav til vannføring for fisk i øvre deler er satt skjønnsmessig og for de nedre delene tilsvarende vannføring i fisketrappene for at disse skal fungere skikkelig.

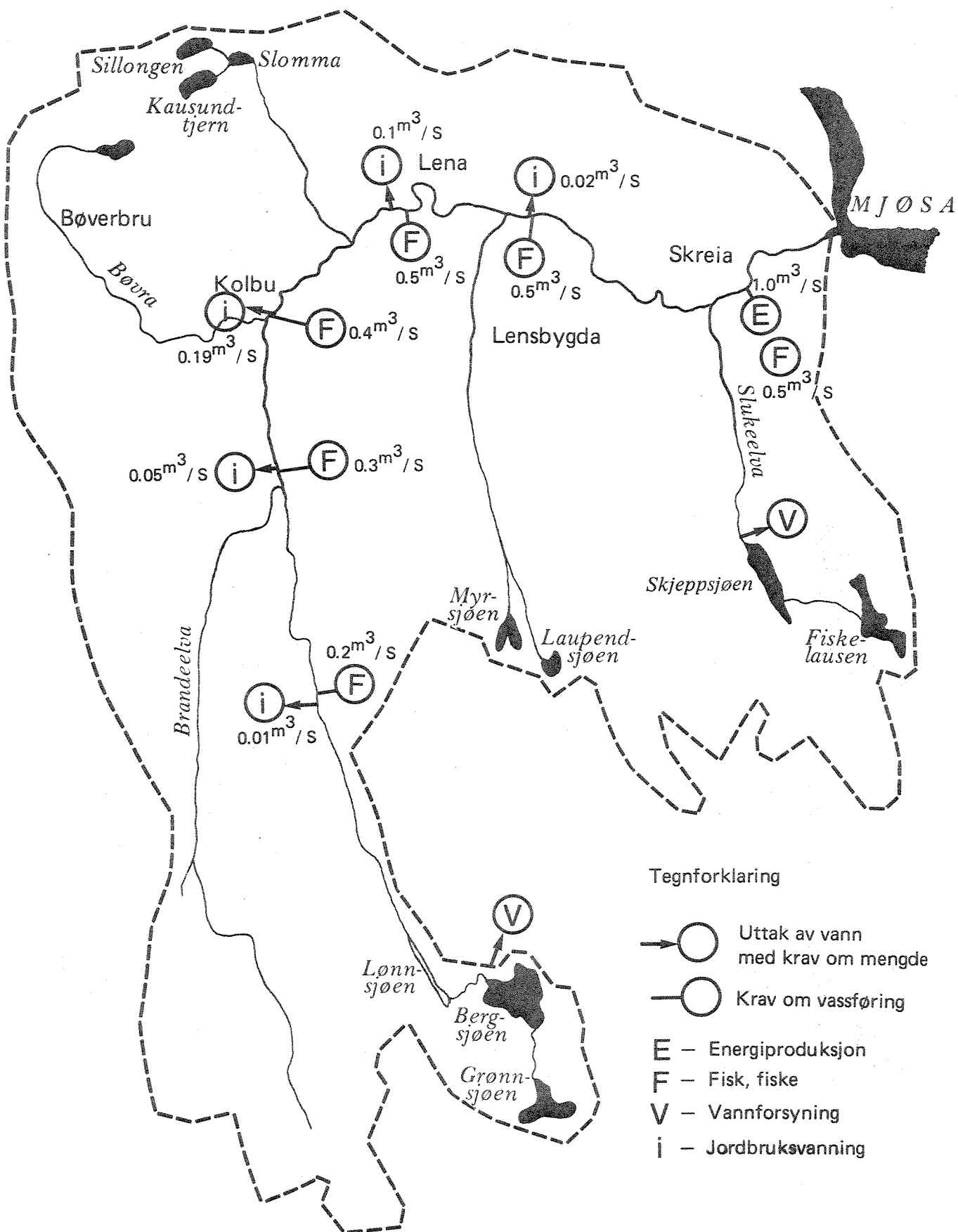


Fig. 25 Oversikt over uttak av vann og krav til vannføring etter en teoretisk beregning for år 2000.

9. TILTAK

9.1 Hovedalternativer - omfang av tiltak

Kravene til vannmengde reflekterer ønsket om å tilfredsstille brukerinteressene vannføring, jordbruksvanning og fiske, mens energi-produksjon og andre krav ikke er tatt hensyn til.

Tekniske løsninger må siktes inn mot å sørge for at kravet til vannmengder i en slik tørkeperiode på et bestemt sted blir oppfylt.

Omfang av tiltak er som nevnt bestemt av gapet mellom fremtidige vannmengdebehov (fisk, vannforsyning og vanning) og avrenningstilgang slik den var sommeren 1976. Dette var en ekstremt tørr sommer med avrenningsforhold langt under det normale.

Som grunnlag for tiltaksberegninger følger nedenfor, pkt. 9.2, en oversikt over magasinalternativer. Deretter følger oversikt over vannverksalternativ. Valg av vannkilde for drikkevannsforsyning er en viktig styrende faktor (pkt. 9.3). Pkt. 9.2 og 9.3 (magasinoversikt og vannverksalternativ) danner så grunnlaget for de egentlige alternativer av magasin-kombinasjoner.

9.2 Magasinalternativer

Alternative magasiner i nedbørfeltet er gitt ved oversikt over de større innsjøene i feltet i tabell 7.

Verken Lensbygda vannverk (Laupendsjøen, Myrsjøen) eller Lena vannverk (Slomma, Sillongen, Kausrudtjern) har tilfredsstillende vannkvalitet til forsyningsvann og vil derfor bli lagt ned. Slik frigjøres disse innsjøene til påslippsmagasiner for andre brukerinteresser.

Nytt renseanlegg for Skreia vannverk er under bygging. Inntaket flyttes til Skjeppsjøen. Dermed kan en regne Skjeppsjøen og Fiskelausen som disponert til vannforsyning.

Hvis Kolbu-Sivesind vannverk fortsatt skal brukes til vannforsyning, krever SIFF at inntaket flyttes til Bergsjøen. Flytting av vanninntaket er ikke påbegynt, slik at Bergsjøen og Grønnsjøen foreløpig ikke rent fysisk er bundet til en bestemt bruksmåte.

En lokal aksjonskomité har arbeidet for å få demme opp Vindflomyra. Arealet av hele myra er 3,5 km². Som tidligere omtalt, er myra verneverdig. I disse foreløpige vurderinger er ikke Vindflomyra medtatt som magasin.

Mjøsa er i dag kilde for irrigasjonsanlegg for omkring 6000 da i nedbørfeltet. I dag er det mange irrigasjonsanlegg som tar vann fra Lenaelv nedenfor Skreia tettsted. Her er ikke høydeforskjellen større enn at disse også kan forsynes med vann fra Mjøsa.

Mjøsa har tilstrekkelig vann av tilfredsstillende kvalitet for eventuell oppumping og bruk i nedbørfeltet.

SIFF skriver at mulighet for grunnvann fra grusavsetninger der Lenaelv munner ut i Mjøsa bør undersøkes nærmere (SIFF, 1976).

Morfometriske data og forsyningspotensial for Einavatn er gjengitt i tabell 15. Einavatn ligger i Humnselvas nedbørfelt og brukes i dag som reguleringsmagasin for påslipp til driftsvann og kraftproduksjonsvann.

Overføringen til Lenavassdraget kan enten skje ved tunnel (4,5 km) eller ved rørledning (3,5 km).

Morfometriske data - Einavatn

Høyde over havet	(m)	397
Overflateareal	(km ²)	13,24
Nedbørfeltets areal	(km ²)	159
Volum	(10 ⁶ m ³)	225,4
Største dyp	(m)	52
Middeldyp	(m)	17
Midlere sp.avløp	(l/s km ²)	17,4
Midlere avrenning	(m ³ /s)	2,8
Årsavløp	(10 ⁶ m ³)	87
Teoretisk oppholdstid (døgn)		1022
Dybdekart		Ja
Sprangsjikt	(m)	5-9
Volumkurve		-
Arealkurve		-
Tot.reg.høyde	(m)	2,30
Magasin	(10 ⁶ m ³)	29,1

Regulert vannføring/forsyningspotensial - Einavatn

Tot.reg.høyde (m)	0	1	2	2	10
Reg. vannføring (m ³ /d)	15.000	72.000	122.000	176.000	222.000
Ant.pers. - 500 l/pd	30.000	144.000	244.000	352.000	444.000
Ant.pers.- 1000 l/pd	15.000	72.000	122.000	176.000	222.000

Tabell 15. Vannforsyningsdata og morfometriske data fra Einavatn.

9.3 Vannverksalternativer

Utbygging av kommunalt vannverk innvirker i stor grad på de totale vannforsynings- og vannmengdeforholdene i Lenaelv. I det følgende gis en kort omtale av vannverksalternativene som har vært trukket fram så langt.

Bergsjøen og Skjeppsjøen

Dette alternativet tilsvareer alternativ I i utredning om regional vannforsyning for Gjøvik-Toten regionen (18).

Kvalitetsforhold. Om bruk av Bergsjøen og Lenaelv som vannkilde, skriver SIFF:

"Inntak i Lenaelv forutsetter fullrensing, desinfeksjon og alkalisering.

Dessuten må det anordnes et inntaksmagasin som i noen grad utjevner vannkvaliteten over døgnet.

Aktivitetsforholdene i nedbørfeltet må ikke endres i forhold til i dag. Det må innføres ordnet renovering av hyttene i nedbørfeltet med hjemmel i "Forskrifter om hygieniske forhold i hytteområder o.l."

Lønnsjøen tillates ikke nyttet som inntaksmagasin.

Inntak i Bergsjøen under termoklinen fordrer sannsynligvis bare siling, desinfeksjon og alkalisering.

Aktivitetsforholdene og naturgrunlaget må ikke endres. Privat- og avfallsforholdene ved hyttene i nedbørfeltet forutsettes sanert."

Ut fra dette er Bergsjøen mer aktuell som inntakssted enn Lenaelv.

Om bruk av Skjeppsjøen som vannkilde skriver SIFF:

"Inntak i elva fra Skjeppsjøen er ikke aktuelt og omtales ikke nærmere.

Inntak i Skjeppsjøen, med eller uten overføring av vann fra nærliggende nedbørfelt, fordrer siling, filtrering, desinfeksjon og alkalisering. Inntaket forutsettes lokalisert under termoklinen.

Avløpet fra Totenåsen Pleiehjem og tilhørende bebyggelse ved Skjeppsjøen forutsettes fortsatt klorert og ledet til utløpet av sjøen. Privet- og avfallsforholdene ved bebyggelsen i nedbørfeltet forutsettes sanert.

Forøvrig tillates ingen aktivitetsutvikling eller vesentlig endring av naturgrunnet i de berørte nedbørfelt."

Mengdeforhold, tabell 16 nedenfor.

	Behov m ³ /d	Kildekap. m ³ /d	Kilde- reserve	Renseanleggenes kapasitet
Skreia v.v.		7800		7100
Kolbu v.v.		5800		4300
Ø. Toten	11400	13600	+ 2200	11400

Tabell 16. Vannbudsjett for år 2000 for kommunal vannforsyning. (18).

Grunnvann

Om framtidige vannforsyningsforhold i Østre Toten skriver SIFF:

"Mulighetene for grunnvann fra grusavsetninger der Lenaelv munner ut i Mjøsa, bør undersøkes nærmere". (SIFF, 1976).

Som regel er grunnvannsforsyning kvalitetsmessig tilfredsstillende. Før det har vært utført prøveboringer, kan det ikke sies noe om grunnvannsforsyning vil gi nok vann til å forsyne hele eller deler av kommunen.

Det videre arbeidet med dette alternativet bygger på antakelser om at grunnvann mengdemessig kan dekke framtidig behov i Østre Toten kommune.

Einavatn

Kvalitetsforhold

Bruk av Einavatn til drikkevannsforsyning er vurdert av SIFF i en publikasjon over overflatevannkilder på Østlandet. Her heter det:

"Det foreligger ikke kjente eksakte registreringer av forholdene i nedbørfeltet.

Det går imidlertid bilvei på begge sider av Einavatn, samt jernbane på vestsiden. Det er videre spredt gårdsbebyggelse rundt hele vannet med tilførsel av kloakk. En anstalt har utslipp etter forutgående slamavskilling fra ca. 110 personer.

Det framgår av SIFFs arkiv at vannet kan være grumset i vårløsningen og når det er sterk vind. Dette kan indikere at vannet er relativt grunt.

Kvalitetsmessig er vannet relativt tilfredsstillende. En antar at den fysisk/kjemiske kvaliteten ville være tilfredsstillt ved dybdefiltrering, desinfeksjon og alkalisering til pH 8,0-8,5. Imidlertid er det usikkerhetsmomenter knyttet til vannets dybdeforhold, temperaturforhold og vannmassenes stabilitet mot vind. Det kan derfor ikke antydes noe behov for vannbehandling. I relasjon til forurensningspotensialet er imidlertid vannet av liten interesse i en langsiktig vannforsyningsvurdering." (SIFF, 1975).

Kvantitetsmessig er Einavatn stort nok til å dekke Østre Totens behov.

9.4 Alternative løsninger. Magasinkombinasjoner

9.4.1 Valg av tiltaksalternativer

Gjennomgangen av magasinalternativer og vannverksalternativer gjør oss i stand til å sette opp konkrete tiltaksalternativer.

For vannforsyning er følgende magasiner aktuelle; A) Bergsjøen/Skjeppsjøen, B) Grunnvann.

Som magasiner til fiske, irrigasjon er følgende aktuelle:

Mjøsa, Myrsjøen, Kauserudtjernet, Sillongen, Bergsjøen, Skjeppsjøen og Einavatn.

Vi må velge et fornuftig, begrenset antall, rimelige magasinkombinasjoner for videre vurdering.

Utfra tabell 17 har vi satt opp fire alternativer benevnt etter det magasin som brukes til fiske og irrigasjon (romertall) og de som brukes for vannforsyning (store bokstaver). Hva magasiner til vanning/fiske angår, er de syv aktuelle magasiner samlet i fire grupper (I-IV). Disse gruppene kombinert med de to vannverkskilder gir oss teoretisk åtte tiltaksalternativer. Fire av disse er vurdert videre.

Magasin til fiske og irrigasjon ↓	Magasin til vannforsyning →	Bergsjøen og Skjeppsjøen A	Grunnvann B
I. Ingen		AI	
II. Mjøsa Myrsjøen Kauserudtjern Sillongen		AII	
III. Som II + Bergsjøen Skjeppsjøen			BIII
IV Som II + Einavann.		AIV	

Tabell 17 Tiltaksalternativer (magasinkombinasjoner). De andre fire alternativer antas ugunstigere enn de fire som vurderes. Alt. A III er ansett som uaktuelt da dette forutsetter at Bergsjøen og Skjeppsjøen brukes til magasin for vannverk og fiske/irrigasjon samtidig.

9.4.2 Avrenning - magasinbidrag

Vi skal her ved en svært forenklet beregning forsøke å belyse hvordan de 4 tiltaksalternativer kan bidra til å oppfylle kravene til vannmengde.

En hydrologisk modell vil være nødvendig for å beregne vannføringen et gitt sted i elva gitt forskjellig magasin og overføringsarrangementer. En slik modell er under utvikling, jfr. vedlegg V.

I den forenklete modell som her foreløpig benyttes forutsettes en avrenning på $0,75 \text{ l/s km}^2$ lik for hele feltet (vedlegg I). Dette tilsvarer størrelsesordenen på en gjennomsnittlig avrenning i feltet sommeren 1976 i en periode da avrenningen på grunn av ekstrem tørke var godt under det normale for en vanlig sommer.

For hver sone/felt av nedbørfeltet er tørrværsavrenning og reguleringsvolum beregnet med dette som utgangspunkt, og videre er beregnet det tilskudd magasinene kan gi en tørkesommer. Disse data fremgår av tabell 18.

Sone	Nedbørfelt som gir avrenning km^2	Tørrværsavrenning l/s	Reguleringsvolum mill.m^3	Vassføringspåslipp l/s	Tot. vassføring l/s
I	30	22	1,8	234	256
II	81	61			61
III	38	28			28
IV	30	23	ca. 1,0	130	153
V	76	58	ca. 1,0	130	188
VI	37	28	2,6	338	366
	292	220			

Tabell 18. Tørrværsavrenning, reguleringsvolumer, tilskuddsvannmengder fra magasiner i de forskjellige delfelter av Lenaelv nedbørfelt.

Overslag basert på gjennomsnittlig spesifikk feltavrenning på $0,75 \text{ l/s km}^2$.

For soneinndeling, se figur 23.

9.4.3 Analyse av fire utvalgte alternativer

Vi har på bakgrunn av avrenningstillene fra punkt 9.4.2 analysert fire av de i tabell 17 angitte mulige alternativer.

Forutsetninger for denne analysen er

- Uttak av vann til irrigasjon skjer kontinuerlig langs Lenaelv. Nedre del av feltet (sone I og II) forsynes fra Mjøsa.
- Påslipp fra avløp satt lik 90 l/s er tilbakeført med like store mengder i feltets fire nederste soner.

Størrelsen av de enkelte uttak og krav til vannmengder av hensyn til fisket går ellers frem av figur 25.

Alle disse forutsetningene medfører forenkling av problemstillingene i vassdraget. Prognosemetodikken som her er benyttet er svært enkel. De konklusjoner man trekker av beregningene senere i dette avsnittet må sees i lys av dette.

Konsekvenser for vannføringen i Lenaelv gitt disse forutsetninger og begrensninger er vist for de fire særskilt markerte alternativene i tabell 19.

Der overføring fra Einavann er foretatt, er det ikke lagt noen restriksjoner på tilførte vannmengder herfra. Slike restriksjoner er imidlertid sannsynlige dersom en slik løsning skulle bli aktuell i fremtiden (rettigheten til vann i Einavann/Hunnselva). Påslippet fra Einavann er lagt inn ved Brandelva, noe oppstrøms utløpet av sone I.

Beregningen bygger på en enkel vannbalanseberegning. Det vann som må føres inn i en sone i vassdraget, kan forenklet bestemmes som summen av:

- 1) Vannuttak i sonen
- 2) Vannmengde for å opprettholde fiske

Fra dette kan vi trekke deler av:

3) Vannmengder som tilbakeføres og tilføres vassdraget i sonen

Einavann
541 l/s

Sone	Vannuttak 1/s	Vannføring for fisk 1/s	Tilbakeført avløp 1/s	Vann ut og inn av sonene v/max. uttak			
				A I 1/s	A II 1/s	A III 1/s	A IV 1/s
I Inn:		200		22	22	256	22
Ut:	10	200		↓ 12	↓ 12	↓ 246	↓ 553
II Inn:		300		73	73	307	614
Ut:	50	300		↓ 23	↓ 23	↓ 257	↓ 564
III Inn:		400	22 →	73	73	307	614
Ut:	190	400		↓ 0	↓ 0	↓ 117	↓ 424
IV Inn:		500	23 →	46	176	293	600
Ut:	100	500		↓ 0	↓ 76	↓ 193	↓ 500
V Inn:		500	22 →	80	286	403	710
Ut:	20	500		↓ 60	↓ 266	↓ 383	↓ 690
VI Inn:	-	500	23 →	111	317	772	741
Ut:	-	500		↓ 111	↓ 317	↓ 772	↓ 741
Til utløp:				111 l/s	317 l/s	772 l/s	741 l/s

Tabell 19. Vannføring i Lenaelv i år 2000 med et prognostisert vannforbruk og ved de forskjellige magasinalternativene etter tabell 17.

Etter denne beregningen er det bare alternativet med overføring av vann fra Einavann som kan tilfredsstille de krav vi har stilt til vannmengder i vassdraget i en kritisk tørkeperiode (1976-tilstand). Som nevnt i vedlegg I er usikkerheten med hensyn til tørrvørsavrenningen stor. Setter vi tørrvørsavrenningen lik 1,2 l/s km² i stedet for som her 0,75 l/s km², vil alternativ A III også tilfredsstille kravene til vannføring i sone V, men fisketrappen i sone IV vil fortsatt få en vannføring godt under kravet på 500 l/s. Usikkerhet med hensyn til tørrvørsavrenning synes derfor ikke å kunne endre hovedkonklusjonen.

For å oppfylle de krav til vannføring som her er satt synes det nødvendig med overføring av vann fra nabovassdragene, eventuelt å gjennomføre en hardere regulering enn forutsatt her.

VEDLEGG I

Overslag over avrenning og vannforbruk i Lenavassdraget

Antatt vannforbruk/uttak 1976-77

Nedbørfeltet for vassdraget er for dette formål inndelt i soner som vist i figur I.1.

Vannbrukere av idag fordelt i vassdraget som vist i figur 4 i rapporten og som sammenfattet vist i tabell I.1.

Sone	Total-areal	Vannbrukere				Irriga-sjon
		Kraft- verk	Fiske- trapper	Vann- verk	Industri- vann	
I	80			60 l/s		5 l/s
II	46					
III	35			30 l/s		
IV	38		0,5 m ³ /s	35 l/s		25 l/s
V	72					20 l/s
VI	21	1 m ³ /s	0,5 m ³ /s	55 l/s		40 l/s

Tabell 1.1 Vannbrukere i Lenaelva. Teoretisk anslag på uttak og vannbehov. Med hensyn til tidsvariasjon over året, se kommentarer i teksten.

Til tabell I.1 må knyttes følgende kommentarer:

Energiproduksjon krever 1 m³/s i sone seks (tabell 3 i rapporten).

Kraftverkene er etter hva vi har fått opplyst tilkopleet nettet til Toten kommunale elektrisitetsverk. Kraften de produserer kan således erstattes, og i perioder med kritisk lavvannsføring bør således denne bruksformen kunne avstenges fra vassdraget.

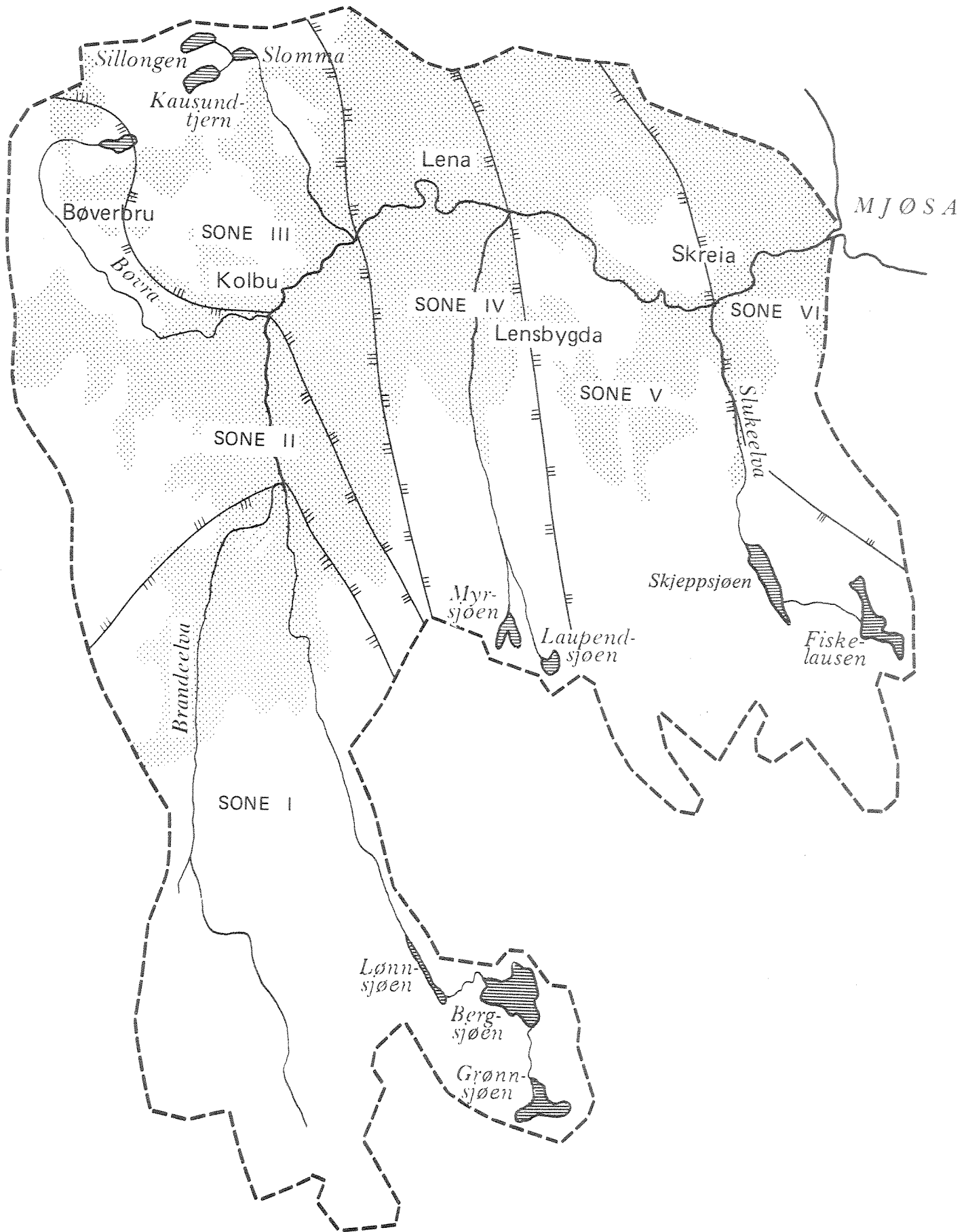


Fig. I. 1 Sone / felt inndeling av Lenaelvas nedbørfelt.

Fisketrappene i vassdraget er oppgitt å behøve $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ for å funksjonere (tabell 5 i rapporten).

Vannverkenes plassering i vassdraget er vist i rapportens figur 4. Vi har ikke data for variasjoner i vannuttak for dette formål. De data vi har for årlig uttak er fra 1966, jfr. tabell 6 i rapporten, og dette legger selvfølgelig begrensninger på de konklusjoner vi kan trekke av materialet. For vår framstilling er det de største uttakene som har interesse. Tallene i tabell I.1 er framkommet ved å beregne et døgnmaksimaluttak (døgnfaktor 1.5) for vannverkene. Vi kan ikke se bort fra at uttakene fra elvene kan være større enn også dette tallet tilsier, over kortere perioder av kritiske dager.

Industrivannforsyningen har vi ingen data for.

Jordbruksvanning (irrigasjon) er beregnet med bakgrunn i årsforbruket (tabell 8 i rapporten) fordelt på 90 dager og driftstid i døgnet på 20 timer. De samlede tall for uttapping vi etter dette kommer fram til er i størrelsesorden 30-40% av den totale pumpekapasitet til pumpene i feltet. Det er således ikke usannsynlig at uttaket i kritiske perioder kan være høyere enn hva tabell I.1 angir.

Totalt sett viser altså tabell I.1 uttak i vassdraget i en kritisk tørkeperiode som f.eks. sommeren 1976, når vi da ser bort fra produksjon av elektrisk kraft som i en slik periode ikke kan tilfredsstilles.

Totalt uttak i vassdraget blir etter dette 270 l/s i en kritisk tørkeperiode. I tillegg til dette skal altså vassdraget gi 500 l/s til fisketrappene og 1000 l/s til kraftproduksjon. Kvalitative forhold kan stille krav til vannføring som går utover dette.

Avrenning tørkesommeren 1976

Vannføringen ved Lenas utløp i Mjøsa lå store deler av august og september nede på ca. 40 l/s . Denne vannføringen vil vi her bruke til å få en idé om feltets avrenning i en periode med sterk tørke.

Vannuttaket fra kilder i feltet er beregnet til 270 l/s.

Vi har ikke oversikt over hvor store deler av denne vannmengden som går tilbake til vassdraget i form av kloakkutslipp, via grøfter fra jordbruksarealer o.l. Vi vet imidlertid at tilbakeføringen av vann fra jordbruksvanning under sterk tørke er beskjeden. Videre at en del av vannuttakene til vannforsyning benyttes til jordbruksvanning. Grunnvannsspeilet sto lavt i denne perioden, og vi vil derfor anta at tilbakeføringen av vann til vassdraget var liten. Vi har derfor regnet at bare 50% av uttakene til vannforsyning, som beregnet på maks. døgnmiddel er 180 l/s, kommer tilbake til vassdraget. Mengden tilbakeført til vassdraget er således 90 l/s.

Ut fra dette får vi en størrelsesorden på avrenning fra nedbørfeltet under tørke beregnet som følger:

Avrenning = uttak ÷ tilbakeført + vannføring ved utløpet til Mjøsa.

Avrenningen er etter dette i størrelsesorden 220 l/s. Fordeles denne på feltets 292 km² blir avrenning pr. km² 0,75 l/sek.

Regner vi at denne er jevnt fordelt i hele feltet, noe som er en kraftig forenkling, vil vi få en avrenning fra hver sone som vist i tabell I.2.

Sone	Total Areal km ²	Teoretisk beregnet avrenning under 1976-betingelser
I	80	60 l/s
II	46	35 l/s (95)
III	35	25 l/s (120)
IV	38	30 l/s (150)
V	72	55 l/s (205)
VI	21	15 l/s (220)

Tabell I.2 Teoretisk beregnet sonevis avrenning etter lengre tørke (1976-betingelser). Verdiene i tabellen er avrundet til nærmeste 5 l/s.

Antatt vannforbruk i år 2000

På tilsvarende måte er vannforbruk beregnet for år 2000 i tabell I.3. Figur I.2 viser en oversikt over uttakenes plassering, og viser også et anslag på behov til fiskeformål.

Sone	Kraftverk	Vannbrukere			
		Fisketrapper	Vannverk	Industrivann	Irrigasjon
1		0,2 m ³ /s	85 l/s		10 l/s
2		0,3 m ³ /s			50 l/s
3		0,4 m ³ /s			190 l/s
4		0,5 m ³ /s		?	100 l/s
5		0,5 m ³ /s			20 l/s
6	1 m ³ /s	0,5 m ³ /s	115 l/s		

Tabell I.3 Vannbrukere i Lenaelv. Teoretisk anslag på uttak og vannbehov under kritisk tørke ca. år 2000. Med hensyn til tidsvariasjoner se kommentarer til tabell I.1.

Totale vannuttak i feltet er etter dette 570 l/s. I tillegg kommer vann til fisketrapper og kraftproduksjon.

Med hensyn til uttak til irrigasjon er de nederste deler av feltet antatt forsynt fra Mjøsa. Uttak forøvrig bygger på antagelsen av en økning av jordbruksvanningen til å omfatte 30% av feltets dyrkbare areal.

Usikkerheten i beregning av vannforbruk og avrenning

Både til overslag over uttak til vannforsyning og jordbruksvanning hefter det stor usikkerhet. Med den forskjellen som man idag har mellom gjennomsnitts uttak og pumpekapasitet for jordvanningsanlegg kan feilen lett være 100% med hensyn til uttakene for dette formål, dvs. at vi istedenfor et totaluttak til irrigasjon på 90 l/s i tabell I.1 kan ha ett uttak på 180 l/s. For den kommunale vannforsyning er neppe mulighetene for å underverdere uttakene så store, men også her er overslaget i tabell I.1 betydelig usikkert.

Hva gjelder vannmengder som tilbakeføres vassdraget er disse her satt til 90 l/s eller halve uttaket til vannforsyning. Dette kan både være for mye og for lite i forhold til de faktiske forhold. Variasjonene til begge sider er neppe mer enn 50%, slik at tilbakeført vannmengde trolig ligger mellom 45 l/s og 135 l/s.

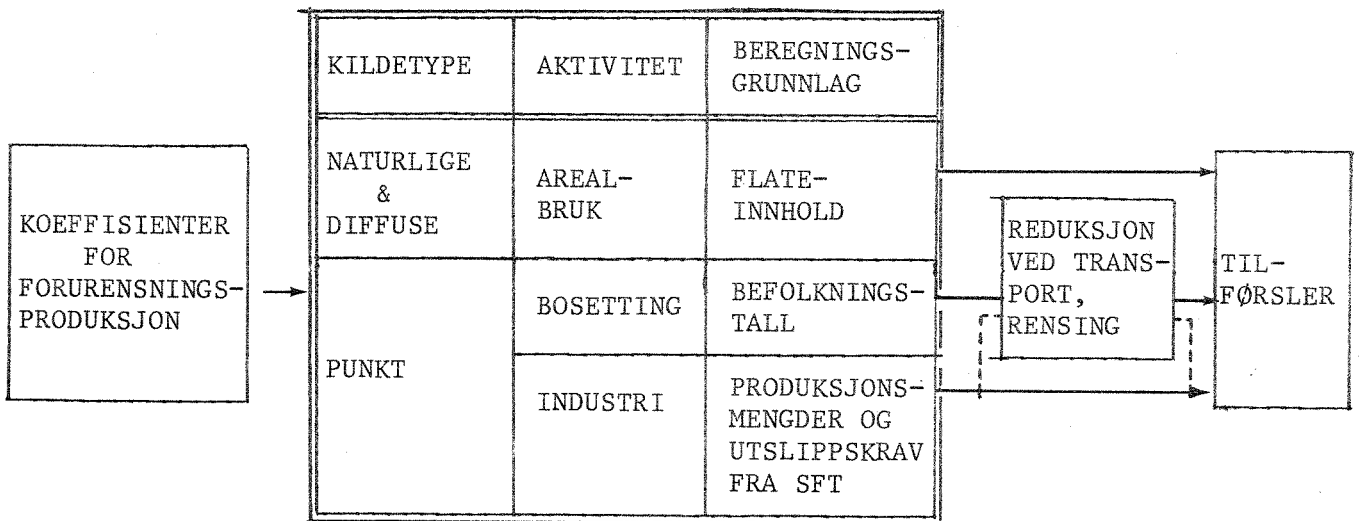
Avrenning fra feltet er beregnet med bakgrunn i disse, og vil således kunne summere den usikkerheten vi har i våre utgangsdata. Tar vi hensyn til usikkerheten i uttak til jordbruksvanning og tilbakeførte vannmengder får vi et mulig variasjonsområde for avrenning fra feltet på 0,60 - 1,20 l/s km² mot våre 0,75 l/s km².

VEDLEGG II

Forurensningstilførsler

Hvordan forurensningstilførslene er beregnet

Forurensningstilførsler til Mjøsa via Lenavassdraget er beregnet teoretisk i "Teoretisk beregning av forurensningstilførsler til Mjøsa og Vormå" (4). Vi har benyttet denne der annet ikke er spesielt bemerket. Figur II.1 beskriver hvordan man i (4) har regnet seg frem til tilførselstallene. For ytterligere detaljer omkring beregningsforutsetningene vises til denne rapporten. Rapporten (4) gir data for tilførslene slik disse fremsto teoretisk i 1972. Siden den gang er det satt i gang en rekke tiltak i nedbørfeltet. Videre har en del detaljstudier av nedbørfeltet gitt nye og utfyllende opplysninger. Etter data fra 1972-beregninger er det i hvert avsnitt utover angitt hvor vi har nye data av betydning. En teoretisk beregning av forurensningstilførsler til dette vassdraget vil enda, med det grunnlagsmateriale vi idag har, være beheftet med stor usikkerhet. I videreføringen av prosjektet (se vedlegg IV) vil det bli lagt ned betydelig arbeid i å fremskaffe data for forurensningstilførsler til vassdraget.



Figur II.1 Fremgangsmåte for beregning av forurensningstilførsler i denne rapporten.

Koeffisienter for forurensningsproduksjon

Kildekategori	Kilde	Benevnelse	Fosfor	Nitrogen	BOF 7
Naturlig påvirkning	Skog	kg/km ² år	6,5	220	
	Annet areal	" "	6,0	120	
Diffuse kilder	Tettstedsarealer Bakgrunnsavrenning fra jordbruks- arealer	kg/km ² år	100	500	2000
	Tillegg for avrenning fra gjødslede arealer og fra punktkilder i jordbruket (silo, halmluting, gjødsel)	" "	8,0	1000	
			30,5	884	1286
Punktkilder	Bosetting	g/person-døgn	2,5	12	75
	<u>Industri</u>				
	Slakten m/foredling	kg/tonn produkt	0,47	4,4	29,3
	" u/ "	kg/tonn slakt	0,19	1,8	12,1
	Konsum meieri	kg/m ³ innv.melk	0,028	0,079	1,92
	Produksjon meieri	" "	0,034	0,100	2,66
	Brennerier Veverier Potetmel, chips- produksjon Potetmelfabriker	mangler spesifikasjon i (4)			

Tabell II.1 Koeffisienter for forurensningsproduksjon etter (4).

Naturlig påvirkning. Nyere undersøkelser tyder på at de her benyttede fosforverdier er noe for høye (26).

Diffuse kilder. I en teoretisk beregning av fosfortilførsler til en rekke norske innsjøer (26) er fosforbidraget fra jordbruket satt til 50 kg/km² år med bakgrunn i senere tids undersøkelser. I (25) angis bidraget fra dyrket mark og gjødselkjellere å kunne være i størrelsesorden 110 kg/km² år fosfor og 2500 kg/km² år nitrogen (Løten i Hedmark).^{x)} Ser vi på en sammenlikning av de totale tilførselstall denne beregning gir, tall fra Industriseminarprosjektet ((5) og vedlegg III) og de materialtransporter man har beregnet seg fram til for de seneste år (23) (24), kan det se ut som om de her nevnte arealkoeffisienter for fosfor er for høye for bruk i dette nedbørfeltet, figur II.2. Dette gjelder også de som er benyttet i tabell II.1.

x) Begge disse verdier er høyere enn de som er benyttet i (4), jfr. tabell II.1.

Beregningsgrunnlag og reduksjon ved transport og rensing

Kilde- kategori	Kilde	Beregnings- grunnlag	Anmerkning	Reduksjon	
				Transport	Rensing
Naturlig på- virkning	Skog Annet areal	143 km ² 24 "			
Diffuse kilder	Tettsteds- areal Jordbruks- areal	0,8 km ² 124,4 "			
Punkt- kilder	Bosetting	470 pers.	Tilknyttet: avløpssystem og biol. r.a.	40%	P/N/BOF ₇ 20%/0%/65%
		1380 " 9700 "	avløpssystem ikke tilknyttet		
	Industri	11550 " mangler spesifika- sjon i (4)	totalt		

II.2 Beregningsgrunnlag for forurensningsproduksjon og reduksjon ved transport og rensing etter (4).

Diffuse kilder. Jordbruksarealet er trolig satt for høyt. Industriseminarprosjektet (5) setter dette til ca. 92 km².

Punktkilder. Det har vært betydelig kloakkutbygging i feltet i de seneste år. Status idag (våren 79) synes å være omlag som vist i tabell II.3. Det er antatt at ca. 11850 personer bor i feltet (5).

Antall personer	Avløpssystem	Reduksjon	
		Transport	Rensing P/N/BOF ₇
(100-1000) satt lik 775	Avløpssystem med simultanfellings- anlegg (LENA)		80%/-/90%
300	Avløpssystem med bio- logisk renseanlegg (SKREIA)		20%/-/65%
95	Avløpssystem med simul- tanfellingsanlegg (FJELLVOLL)		80%/-/90%
30	Avløpssystem med bio- logisk renseanlegg (TOTENÅSEN)		20%/-/65%
ca. 1200			
ca. 1000	Med WC ledningsnett		
ca. 6800	Med WC ikke tilknyttet	ca. 50%	
ca. 2850	Uten WC ikke tilknyttet	P/N/BOF ₇ 30%/90%/ 75% 1)	
ca. 11850			
Andre opplysninger			
ca. 9000	Med WC		

- 1) Fremkommet ved å trekke fra forurensninger fra WC, regne 50% av resterende forurensningsmengde tilført, og legge til klosettforurensningen som om denne var gjødsel spredt på jord (1% fosfor, 10% nitrogen tilført).

Tabell II.3 Antatt status for kommunal kloakk i Lenaelvas nedbørfelt våren 1979.

Totale tilførsler

Kilde- kategorier	Post nr.	Kildetype	Tilførsler tonn/år 1972 (4)			Anslag på tilførsler tonn/år 1978		
			P	N	BOF ₇	P	N	BOF ₇
Naturlige kilder	N1	Skog	0,9	31,-		0,9	31,-	
	N2	Annet areal	0,1	3,-		0,1	3,-	
Diffuse kilder	D1	Jordbruk	4,8	230,-	160,-	4,8	230,-	160,-
	D2	Avrenning fra tettsteder	0,1	0,4	1,6	0,1	0,4	1,6
Punkt- kilder	P1	Tilknyttet avløpsanlegg	1,6	8,1	42,-	1,3	9,6	33,-
	P2	Spredt/ikke tilknyttet	5,3	25,-	160,-	3,6	16,2	112,5
	P3	Industri (1972)	13,-	26,-	340,-	14,-	48,-	275,-
Totale tilførsler			26,-	320,-	700,-	24,8	338,2	582,1

Tabell II.4 Totale tilførsler til Lenaelva. Teoretisk beregning som tilsvarende situasjonen ca. 1972 (4) og anslag på tilførsler for 1978.

I figur II.2 har vi tegnet inn data for beregnede forurensningstilførsler og forurensningstransporter fra forskjellige rapporter om Lenaelva (4), (5), (23) og (24). N78 og N79 er resultater fra transportberegninger. Som det fremgår av denne er forskjellen mellom teoretisk beregnede tilførsler og transportert mengde særlig stor for fosfor. Hele forskjellen kan neppe forklares ved "selvrensing" i vassdraget. Usikkerheten er størst ved de teoretiske tilførselsberegninger, men gjør seg også gjeldende ved transportmengdeberegningene. Problemet her består i å få representative prøver. Det er etter dette grunn til å tro at tilførslene av fosfor er overvurdert i beregningen fra 1972, dvs. at man trolig både har valgt for høye arealavrenningskoeffisienter og trolig overvurdert betydningen av en del av punktutslippene.

Vi har imidlertid ikke data til å utnytte denne erkjennelsen. I tabell II.4 har vi derfor i vesentlig grad beholdt arealavrenningskoeffisientene fra 1972 og justert beregningen der vi har nye data, dvs. på tilførslene fra kommunale utslipp. Et særlig problem er knyttet til data for utslipp

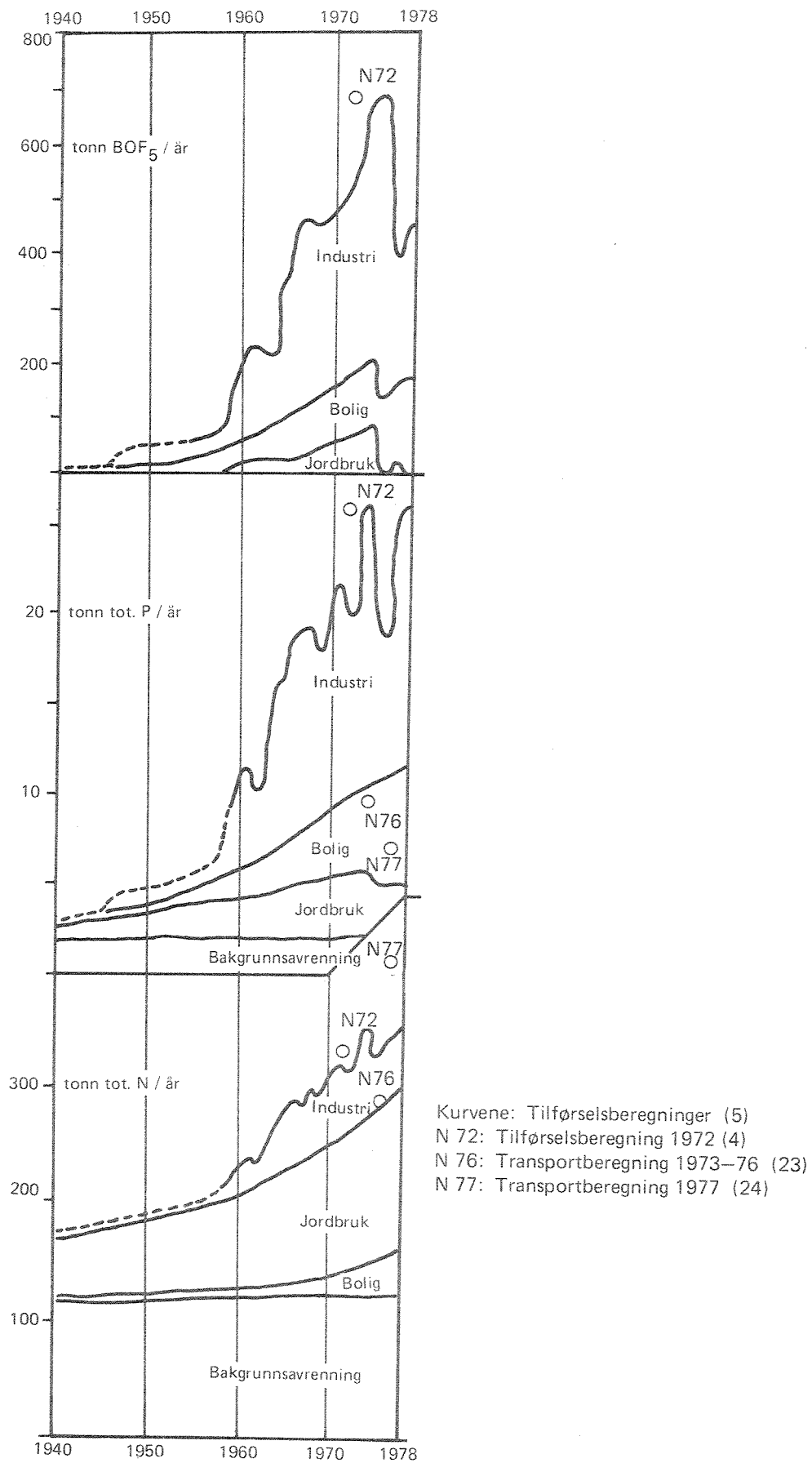


Fig. II. 2 Teoretisk beregnede tilførsler og forurensningstransporter til og i Lenaelv.

fra industrien. Industriseminarprosjektet (5) har beregnet tilførslene fra industrien til 14 tonn fosfor pr. år i 1978. Transporttallene gir grunn til å tro at dette er noe høyt anslått. Vi vet at det har vært tildels betydelige driftsproblemer ved enkelte bedrifters renseanlegg. Foreløpig har vi ikke materiale som gir muligheter for å gjøre et mer presist overslag. Vi har derfor i tabell II.4 benyttet data fra dette prosjektet (5).

Prognose for forurensningstilførsler (fosfor)

Her har vi forsøkt å utarbeide en prognose for forurensningstilførsler til vassdraget. De forutsetninger denne bygger på er gjengitt i det følgende. Ovenfor har vi antydnet den usikkerhet som er knyttet til teoretisk beregning av forurensningstilførsler idag. Denne usikkerhet følger med her. I tillegg vil vi måtte bygge på prognoser, f.eks. over befolkningstilvekst i området, og disse vil også være usikre. Utfra dette sier det seg selv at man må være varsom med å trekke altfor vidtrekkende konklusjoner av de beregninger som her legges frem.

Utgangspunktet for fremskrivingen er figur II.1 og de trinn i beregning av forurensningstilførsler denne beskriver. Utfra dette ser vi at endring med konsekvens for tilførslene teoretisk kan skje på tre måter:

- 1) Endrede koeffisienter for forurensningsproduksjon
- 2) Forandring i beregningsgrunlaget
- 3) Forandring som følge av tiltak i transportsystemet og renseanlegg

Siste frist for tiltak under Mjøsaksjonen er 1984.

Generalplanperioden strekker seg fram til 1986. Fram til da har vi derfor relativt grundige prognoser for befolkningsutvikling i feltet. Vi har altså relativt god oversikt over de tiltak som er tenkt gjennomført for å begrense forurensningstilførsler til vassdraget. Det er slik forholdene arter seg idag ikke grunn til å tro at vi vil få store forandringer i mengden av tilførte forurensninger fra 1984-86 til år 2000, dersom ikke ekstraordinære forurensningsbegrensende tiltak settes inn.

Der ikke annet er nevnt har vi regnet konstante forhold fra idag og framover. Dette behøver ikke alltid å være den mest rimelige antagelse. For en rekke forhold mangler vi grunnlag for å kunne gjøre mer presise anslag.

Vi har valgt å begrense framskrivning til fosfor. For andre komponenter har vi vesentlig dårligere materiale å bygge på.

Koeffisienter for forurensningsproduksjon

Arealavrenning fra jordbruket vil antagelig fortsette å øke som følge av fortsatt økende gjødselbruk. Det kan også nevnes at økt nydyrking med systemgrøfting vil kunne føre til endringer i avrenningsforhold og vannkvalitet. Intensivert utbygging for å redusere punktutslipp vil virke motsatt til redusert avrenning fra jordbruket. Uten nærmere undersøkelser er det umulig å si noe om hvilke utslag vi her kan få i arealavrenningen. Vi holder derfor disse forhold konstante. Tilsvarende vil vi holde arealavrenning fra tettsteder konstant.

Fosforholdige vaskemidler brukt i vaskemaskiner står for 0,7g fosfor pr. person og døgn (27). Lykkes man med den pågående kampanje å få redusert bruken av slike vaskemidler kan altså mye vinnes. Motsatt virker økende utbredelse av oppvaskmaskiner. Her kan man idag vanskelig unngå fosforholdige vaskemidler. En teoretisk beregning (28) viser at utslippet av fosfor fra en husholdning som installerer slik maskin øker med 1,75g fosfor pr. person og døgn. Vi mangler data for utbredelsen av oppvaskmaskiner. Eldre data kan tyde på en utbredelse til nær hver tiende husstand idag. Selv om vi må regne med en fortsatt sterk vekst i utbredelsen av oppvaskmaskiner antar vi her en reduksjon av spesifikk forurensningsproduksjon i husholdningen til 2,15gP/p.d. (Regnet fra 1979 av).

Beregningsgrunnlaget

Vi ser bort fra endringer i arealanvendelsen. Utslag her vil i alle tilfeller bli små. Generalplanen for Østre Toten stiller opp en befolkningsøkning på 0,7% pr. år som målsetting for kommunen. (Planperiode 1975-86). Faktisk utvikling viser at folketallet fra 1975 til 1978 vokste med 33 personer eller med omlag 0,1% pr. år. For de tre nabokommunene Gjøvik, Vestre- og Østre Toten var befolkningstilveksten samlet 0,3% pr. år i samme periode. Vi har valgt å legge en slik vekst i befolkningen til grunn

for vår prognose. Vi har ingen data for forventet produksjonsutvikling i industrien.

Transport og rensing

Fylkesmannen i Oppland har i forbindelse med Mjøsaksjonen stilt en rekke krav til Østre- og Vestre Toten kommuner. Tidsfrist for gjennomføring er utgangen av 1979. Krav til utslipp fra tett bebyggelse framgår av tabell II.5.

Avløps- område sted	Antall bosatte	Belastning pe (6)	Krav til transport- nett	Krav til rensing	Reduksjon fosfor	
					Transport (tilføres vassdraget)	Rensing
Bøverbru	525	575 (inkl. skole/ service/industri)	Ledes ut av ett felt		5%	100%
Kolbu	500	Organisk 1150/ fosfor 700 (inkl. Kolbu meieri)	Sanering og ut- bedring av eksisterende ledningsnett	Etterfelling 1500 p.e.)	5%	90%
Lena	1000	1635 (inkl. skole/ service)		Etterfelling		
Skreia	890	1375 (inkl. skole/ service/industri)		Etterfelling (5000 p.e.)		
Lenabygda	755	765 (inkl. skole)	Ledningsnett for tilkopling til Lena renseanlegg	Etterfelling	5%	90%
Hoff	165	180				
Sletta	465	575 (inkl. service)				
Festivi- tets- området	240	270 (inkl. for- samlingslokale)				
Vestbygda	210	210				
Lillo	310	320 (inkl. service)				
Øvre Skreia	340	360 (inkl. skole)	Ledningsnett for tilkopling til Skreia renseanlegg	Etterfelling	5%	90%
Rossgutua	105	170 (inkl. service)				
Bilitt	250	250				
Olterud	55	60 (inkl. industri)	Senere til- knytning til Skreia rense- anlegg	Etterfelling 1984	5%	90%
Rødningby	120	120				
Lund	65	85 (inkl. skole)	Ledningsnett for tilknytning til eget rense- anlegg (evt. biol. klosetter)	Antatt etter- felling 1984	5%	90%
Sum 1979-80	5755	<u>Organisk</u> <u>Fosfor</u> 7835 7385				
Sum 1985	5995	8100 7650				

Tabell II.5 Mjøsaksjonens krav til utslipp fra tettbebyggelse i Lena-
vassdraget (20), (21), (6).

Som ledd i Mjøsaksjonens engasjement er det også foretatt registrering av avløpsanleggene i spredte bebyggelser, se tabell II.6. Denne registrering vil senere bli lagt til grunn for krav rettet mot den enkelte huseier.

Tilstand	Registrering pr. 14.5.1978	
	Antall personer	Prosent
Høy prioritet for utbedring	1096	44%
Lavere prioritet for utbygging	646	28%
Brukbare anlegg anlegg	581 581	25% 25%
SUM	2323	100%

Tabell II.6 Avløpsforhold for spredt bebyggelse i Lenaelvas nedbørfelt (22).

I gruppen med høy prioritet for utbedring er tatt med boliger med innlagt vann med utslipp til vassdrag direkte eller via drencsystem. I gruppen med brukbare anlegg er tatt med boliger uten innlagt vann eller tilfredsstillende renseanordning. I gruppen med lavere prioritet for utbedring er tatt med boliger som faller mellom de andre anleggskategoriene.

Vi vil her anta at fordelingen ovenfor når det gjelder kvaliteten av anlegg i spredt bebyggelse er representativ for all bebyggelse som ikke omfattes av tettbebyggelse i tabell II.5. Likeledes vil vi anta at befolkningstilveksten faller på tettbebygde områder frem til 1986. Setter vi folketallet i nedbørfeltet lik 11850 personer idag, vil da 5855 personer bo spredt. Vi antar at utslipp fra slik bebyggelse kan reduseres med 85% ved forskriftsmessige installasjoner. Slik opprydding forutsettes gjort innen utgangen av 1984.

Utslippstillatelsene for bedrifter som ikke omfattes av kommunale utslipp, tabell II.5, stiller følgende krav til utslipp:

Bedrift	Beliggenhet	Ca. årlig utslipp av fosfor (5)	Rensekrav (5)	Antall utslipp I 1984 (konsesjonskrav)
A/L Oppland og Toten Potetmel-fabrikk	Lena	8,5 tonn P/år	min. 90%	1 tonn P/år
Toten Brenneri A/L	Lena	0,9 tonn P/år	min. 90%	0,1 tonn P/år
A/S Oppland Chips	Skreia	1,6 tonn P/år	90% — — 0,2kgP/ tonn potet	0,2 tonn P/år

Tabell II.7 Utslipp ifølge konsesjoner for industribedrifter som ikke koples til kommunalt avløpsnett.

Forurensningstilførsler

Tabell II.8 viser forurensningstilførsler (her fosfor) beregnet for de ulike kilder gitt de forutsetninger vi her har lagt til grunn.

Kildetype	Teoretisk beregnede tilførsler i tonn P/år i årene:		
	1980	1985	(2000)
Naturlig påvirkning og diffuse kilder	5,9	5,9	5,9
Tilknyttet avløpsanlegg (bolig/service/industri)	0,8	0,9	0,95
Spredt/ikke tilknyttet	-	0,7	0,7
Industri med eget utslipp	-	1,3	1,3
Totale tilførsler	-	8,8	8,85

Tabell II.8
Teoretisk beregnede forurensningstilførsler i Lenaelv i årene 1980, 1985 og 2000. All befolkningstilvekst er lagt i områder tilknyttet et avløpsnett.

Fordeling av forurensningstilførsler i nedbørfelt

I tabell II.9 har vi fordelt areal, befolkning og industriutslipp på ulike soner (figur I.1 i vedlegg I) av Lenaelvas nedbørfelt. Vi har ikke data for en eksakt fordeling, og vi har derfor i stor utstrekning måttet benytte skjønn.

Tabell II.9 er benyttet til å beregne forurensningstilførsler målt som fosfor til de ulike soner i 1978 og 1985. Resultater fremgår av tabell II.10.

Kilde- kategori	Kildetype	Beregningsgrunnlag for de enkelte soner						Total
		1	2	3	4	5	6	
Naturlig avrenning	Skog	39,-	20,5	16,5	13,5	46,5	7,5	143 km ²
	Annet areal	24,-						24 km ²
Diffuse kilder	Jordbruk	17,5	25,5	18,5	24,-	25,5	13,5	124,5 km ²
	Avrenning fra tettsteder		0,2		0,3		0,3	0,8 km ²
Punkt- kilder	Tilknyttet 1978 avløpsanlegg 1985	<u>85+0</u>	<u>95+0</u> <u>0+575</u>	<u>0+200</u> <u>715+0</u>	<u>775+400</u> <u>4055+0</u>	<u>30+0</u> <u>30+0</u>	<u>300+400</u> <u>2435+0</u>	<u>1200+1000 pers.ekv.</u> <u>7320+575 pers.ekv.</u> ¹⁾
	Spredt/ikke tilknyttet 1978 1985	<u>1000</u> <u>920</u>	<u>2000</u> <u>1250</u>	<u>800</u> <u>750</u>	<u>2350</u> <u>300</u>	<u>2100</u> <u>1200</u>	<u>1400</u> <u>1550</u>	<u>9650 pers.ekv.</u> <u>5855 pers.ekv.</u>
	Industri 1978 1975	—	<u>1,-</u>	—	<u>11,-</u> <u>1,1</u>	—	<u>2,-</u> <u>0,2</u>	<u>14 tonn P/år</u> <u>1,3 tonn P/år</u>

1) inklusive utslipp fra industri, service, skole etc.

Tabell II.9 Fordeling av areal, befolkning og industriutslipp av fosfor på ulike soner av nedbørfeltet til Lenaelv.

Kildekategori	Fosfortilførsler fra de enkelte soner, kg/år												tonn/år	
	1		2		3		4		5		6		1978	1985
	1978	1985	1978	1985	1978	1985	1978	1985	1978	1985	1978	1985	Total	1985
Naturlig avrenning	245	245	130	130	105	105	85	85	290	290	45	45	0,9	0,9
Diffuse kilder	675	675	985	985	710	710	925	925	985	985	520	520	4,8	4,8
Punkt-kilder	-	-	20	20	-	-	40	40	20	20	40	40	0,1	0,1
Tilkn. avl.anlegg	-	10	15	25	180	85	505	470	20	20	580	290	1,3	0,9
Ikke tilknyttet	375	105	745	150	300	90	875	35	785	140	520	180	3,6	0,7
Industri	-	-	1000	-	-	-	11000	1100	-	-	2000	200	14,-	1,3
SUM	1395	1135	2895	1310	1295	990	13430	2655	2080	1435	3705	1275	24,8	8,8

Tabell II.10 Teoretisk beregning av fosfortilførsler til ulike soner av Lenaelvas nedbørfelt i 1977-78 og 1985.

VEDLEGG III

UTVIKLING AV FORURENSNINGSTILFØRSLER OG FORURENSNINGENS
VIRKNINGER I LENA-VASSDRAGET

Arbeidet ble utført som prosjektarbeid for studenter ved Industriseminarer, Universitetet i Oslo.

En gruppe studenter ved Industriseminarer, Universitetet i Oslo, utførte våren 1979 et prosjektarbeid på kartlegging og utvikling i forurensningstilførsler og forurensningsvirkninger i Lena-vassdraget. Arbeidet ble utført med veiledning fra NIVA. Dette er en kort sammenfatning av dette arbeidets hovedresultater, basert på prosjektrapporten og en artikkel de fire studenter skrev etter at arbeidet var avsluttet. Student-gruppen besto av:

Cand. mag. Grete Aksdal

Cand. mag. John Nitter Gundersen

Cand. mag. Bjørn Loftu

Cand. mag. Berit Løkken

Vegleder for gruppen ved NIVA var forsker, cand.real. Einar Lagset.

Bakgrunn var tidligere NIVA-arbeid med såkalt "Historisk metode".

Utgangspunktet for arbeidet var en artikkel i tidsskriftet VANN (nr 2 1978) - "Historisk metode" - Nyttig verktøy i vannforvaltningen. - Moland og Thaulow, NIVA). Her heter det:

"Vi bør kunne trekke lærdom av hvordan våre forurensede vannforekomster har utviklet seg opp gjennom årene. Slike kunnskaper bør blant annet kunne brukes til å belyse virkningen om forurensningsbegrensende tiltak ved at utslippsreduksjon på en måte "skrur tiden tilbake".

Ved systematisk å kartlegge subjektive og objektive uttrykk for hvordan forurensningstilførsler, vannkvalitet og brukerinteresser har utviklet seg i en resipient over et tidsrom, vil en kunne analysere seg frem til en sammenheng mellom tilførsler og virkning for vedkommende resipient."

Beregning av tilførsler fra jordbruk, industri og husholdningskloakk 1940 - 1978 legges fram.

Studentenes rapport legger fram beregninger av utslipp fra jordbruk, industri og husholdningskloakk for de tre forurensningsparametrene biologisk oksygenforbruk (BOF₅), total fosfor og total nitrogen, figurene III-1, III-2 og III-3.

Beregningsgrunnlaget er for jordbruk vesentlig tilgjengelige data fra jordbrukstellingene. For industri har utviklingen av produksjonsmengde dannet grunnlag, sammen med opplysninger fra Statens Forurensningstilsyn (SFT). Ved beregninger av husholdningskloakk har vannverkene og utbygging av vann- og kloaknett dannet grunnlag. Det er følgelig et teoretisk materiale som legges fram. Framstillingen gir imidlertid visse indikasjoner på hvordan forholdene var og er i nedbørfeltet.

Studentene skriver som konklusjon på studiet av utviklingen i tilførsler fra de ulike kilder og som kommentar til variasjonene i de ulike parametre følgende:

"Jordbruket bidrar med forurensning fra punktkildene silo, halmluting, gjødselkjellere og melkerom, og dessuten diffus avrenning fra åker og eng.

Utslipp av silopressaft har vært betydelige, men lite nedbør og restriksjoner har redusert dette betraktelig de seneste år. Halmluting hadde sin største utbredelse i 60-årene. Det er første skyllevann (svartluten pH ca. 12), som har størst skadevirkning for vassdraget. Grunnet lite forskning på området har vi ikke kunne kvantifisere utslippene fra gjødselkjeller og melkerom.

De diffuse avrenningene av kunst- og husdyrgjødsel fra åker og eng viser høyere verdier for nitrogen enn for fosfor, da fosfor lett bindes til jordpartikler i øvre jordlag. Bakgrunnsavrenning fra skog, dyrket mark og annet areal viser i tillegg betydelig innhold av nitrogen og fosfor.

Industrien i området er vesentlig knyttet til jordbruket, og utslipp i form av organisk materiale og fosfor fra potetforedling er den største

forurensningskilden. Disse utslippene har helt fram til midten av 70-tallet skjedd uten noen form for rensing, men de senere år har betydlige investeringer blitt gjort for å oppnå tilstrekkelig rensegrad. En må regne med at utslipp fra tekstilindustrien også er av betydning, til tross for mangelfulle data herfra.

Utslipp av husholdningskloakk har hatt en sterk økning siden midten av 50-tallet, da størstedelen av befolkningen fikk innlagt vann. En sterk økning i utslipp skjedde også etter at det ble innlagt vannklosett 10-15 år tilbake. Fram til i dag har det kun vært midlertidige renseanlegg i området, men i 1980 settes et større anlegg i drift ved Skreia.

For BOF_5 er det hovedsaklig industri, representert ved potetforedling som står for tilførselen fra omtrent 1960. Den økte produksjonen er grunnen til den sterke økningen fra dette tidspunktet (se fig. III-1). Det har for industriens vedkommende ikke vært benyttet data fra tidligere enn 1959, slik at kurven gir et noe feilaktig bilde før dette tidspunktet.

Også for total fosfor er det industrien som bidrar med de største tilførselene, mens tilførsler fra jordbruk og husholdningskloakk her er blitt relativt større (se fig. III-2). Det er her viktig å være klar over at virkningen av fosfor fra jordbruket ikke kan sammenlignes med virkningene fra de andre utslippene.

For tilførsler av nitrogen er det vesentlig jordbruket i form av diffuse avrenninger som er den største kilden (se fig. III-3)."

Arbeidet gir også en oversikt over brukerinteresser som er trengt bort fra vassdraget i perioden.

Før man kan kople det her framlagte materiale til de kvalitative forhold i vassdraget, må man ta hensyn til i det minste tre helt avgjørende forhold:

- 1) At forurensningstilførselene varierer stort over året
- 2) At de ulike utslipp har ulik effekt på vassdragets kvalitative tilstand
- 3) At vassdragets evne til å tåle forurensninger også varierer over året, og fremst da som en følge av varierende vassføring.

Disse forhold er ikke studert i detalj her, men må taes med ved en mer detaljert analyse av samspillet mellom tilførsler, vannkvalitet og vannbruk.

Om bruk av vassdraget skriver studentene:

"Gjennom samtaler med lokalbefolkningen, har vi fått inntrykk av når de forskjellige brukerinteresser ble rammet i Lena-vassdraget. Allerede før 1940 var det ved Skreia nødvendig å koke drikkevannet. I perioden 1955-60 ble gytevandring av Mjøsørreten markert dårligere. I øvre deler av vassdraget har fisket av bekkeørret bedret seg noe de aller siste årene. Bading som forurensningsparameter er vanskelig å benytte. Bading opphørte først i de nedre deler av vassdraget."

Data for "historisk" bruk er i figur III-4 stilt sammen med forurensningstilførsler målt som biokjemisk oksygenforbruk.

(Rapporten for prosjektet er nå publisert som NIVA-rapport XR-22 "Utvikling av forurensningstilførsler og forurensningsvirkninger i Lenavassdraget").

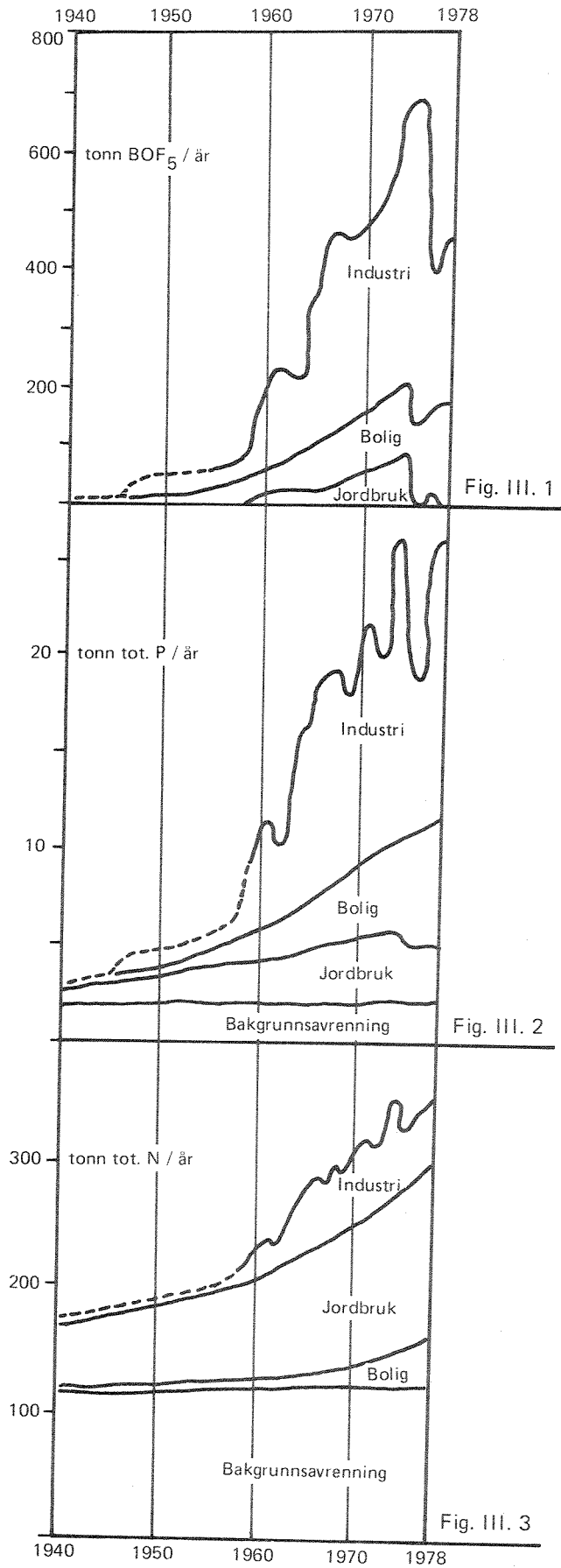


Fig. III. 1–3 Kumulativ kurve som viser utslipp av BOF_5 , tot. P, og tot. N til vassdraget som skyldes avrenning fra jordbruk, boliger, industri samt bakgrunnsavrenning i perioden 1940 – 78. Kurven prikkes før 1959 pga. manglende data fra potetmelfabrikk.

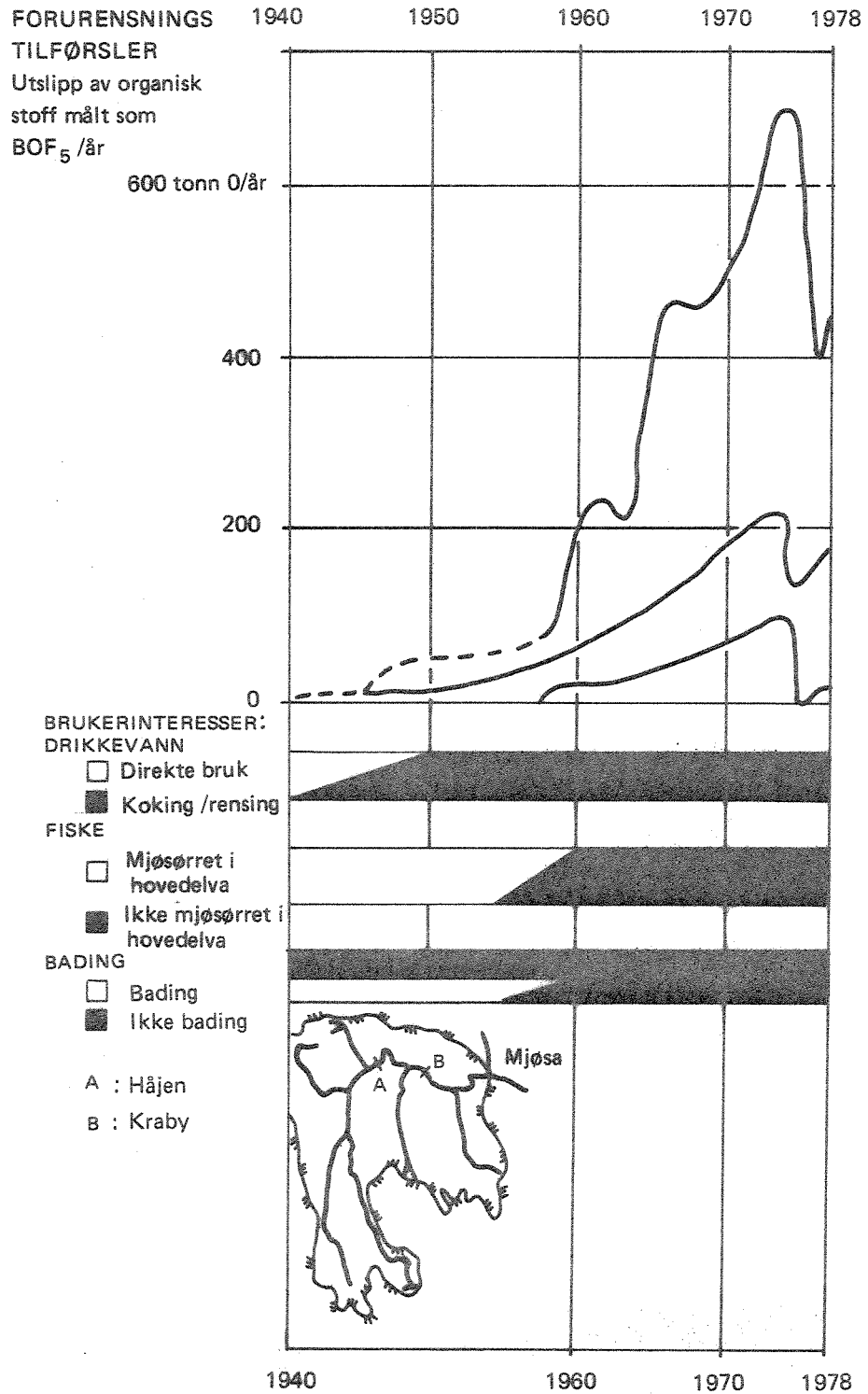


Fig. III. 4 Historiske verdier for tilførsler og brukerinteresser i Lenaelv.

VEDLEGG IV

Integrert vassdragsprosjekt i Lenaelv - systemanalyse

(ved forsker cand.real. Einar Lagset, forsker siv.ing. Knut Brustad, Kjell Øren og Haakon Thaulow).

SAMMENHENG MELLOM PROSJEKTAKTIVITETER

Videreføringen av arbeidet i Lenaelv forutsettes bl.a. å skje ved et såkalt integrert vassdragsprosjekt.

Det integrerte prosjektet er en direkte følge av arbeidet med Lenaelv som prøvevassdrag for utvikling av metodikk for vannbruksplanlegging. Gjennom dette arbeidet har vassdraget vist seg som en interessant lokalitet i flere sammenhenger.

Det integrerte prosjektet må sees i sammenheng med den samlede planlagte aktivitet fremover i vassdraget. Disse kan inndeles i tre adskilte prosjektgrupper:

1. Avslutning av arbeidet med Lenaelv som prøvevassdrag for vannbruksplanlegging
2. Systemanalyse av vassdraget, dvs. anvendt integrert behandling av forskjellige brukerinteresser
3. De enkelte delprosjekter som behandler avgrensede problemstillinger

Forholdet mellom disse tre gruppene er tidsmessig illustrert nedenfor:

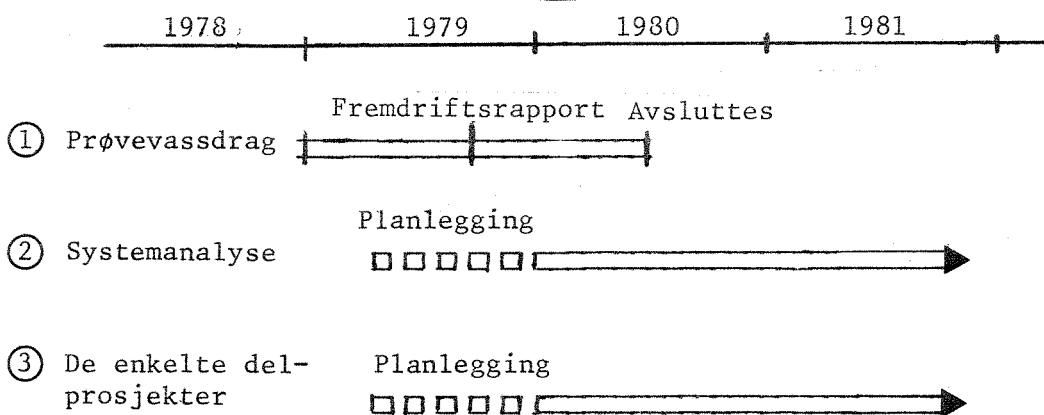


Fig. IV.1 Prosjektaktiviteter i Lenaelv - tidsforhold.

De tre prosjektgrupper skal hver for seg stå på egne ben. De data som innhentes, undersøkelser som igangsettes, legges imidlertid opp slik for å dekke samtlige behov.

BEHOV FOR ET KLART OG KONKRET MÅL FOR PROSJEKTET

En rekke delaktiviteter i samme vassdrag gir rasjonaliseringsgevinster ved datainnsamling og bruk, og muligheter for fruktbare dialoger mellom medarbeidere. Det er imidlertid integreringen, foreslått gjennomført ved hjelp av systemanalyse, som er utfordrende og hvor en konkretisering og klargjøring av målene mangler.

Utviklingen i fagfeltet vannressursforvaltning bør gå mot arbeid med systemanalyse ved bruk av ulike matematiske modeller som nøkkelementer. Dette er en erkjennelse som dels er fremkommet gjennom arbeid med VRF på NIVA, dels av det faktum at Norge internasjonalt sett ligger langt etter i forskning og bruk av systemanalyse og modeller ved integrerte vannproblemstillinger. Flere utsagn fra internasjonale organer understreker systemanalysens etablerte plass i vannforvaltning.

Når vi skal forsøke å starte opp en systemanalyse m/matematiske modeller som element, må vi definere de problemstillinger som er aktuelle i vassdraget. Dernest må vi se hvilke redskaper (modeller som er tilgjengelige) og i siste instans velge hva slags modeller vi skal starte med.

Det er en rekke problemstillinger som kan behandles med det som kalles systemanalyse. Vi bør imidlertid starte enkelt, og gå rett på de sentrale problemstillinger. Dette fordi arbeidet med systemanalysen må være "salgbart" m.h.t. både intern og ekstern finansiering. Oppbygging av kompetanse og utprøving av evt. modeller vil være kostbart, og det er urealistisk at man kan drive prosjektet særlig langt med interne midler.

Dette betyr at vi bør starte med modeller som f.eks. en økonomisk optimaliseringsmodell for å få nok vann i vassdraget, for å redusere forurensningene til et visst nivå, eller en modell for transport av fosfor til Mjøsa. Slike modeller bør foretrekkes fremfor f.eks. en prognosemodell for vanningsbehov eller en såkalt sosioøkonomisk planleggingsmodell, hvor den potensielle nytteverdi er mer perifer.

Årsaken til at Lena ble valgt som prøvevassdrag for vannbruksplanlegging var at de fleste typer problemer i vannforvaltning er representert i vassdraget. Dette gjelder problemer både knyttet til vannkvalitet og vannmengder. En rekke brukerinteresser er i konflikt med hverandre. (det vises til rapporten, særlig kap. 6. Konflikttanalyse). Det store antall problemstillinger gir nesten tilsvarende mange modellmuligheter.

Eksempler på slike problemstillinger:

- Skaffe nok vann i definerte punkter i vassdraget til brukerinteresser på den økonomisk mest effektive måte.
- Optimalisere investeringene når også økonomi knyttet til energiproduksjon og vanningsvann trekkes inn.
- Finne minstekostnadsløsning for tilførsel av en gitt forurensningsmengde (fosfor) til Mjøsa.
- Innvirkning av vanning, vann og avløp på hydrauliske forhold og vannkvalitet. Innvirkning av regulering på vannkvalitet og dermed forurensningstilførsler til Mjøsa.
- Hvis vi endrer kravene til fisk fra 500 til 300 l/sek. i et gitt punkt, hvilke konsekvenser har det for de andre brukerinteresser?

En lang rekke modeller og modellteknikker eksisterer. En oversikt over modeller følger nedenfor og er hentet fra (31). Modellene er her inndelt etter type problem de skal bidra til å løse:

1. Socio-Economic Models
 - 1.1 *Demand Projection Models*
 - 1.2 *Benefit-Cost Models*
 - 1.3 *Economic Base Models*
 - 1.4 *Input-Output Models*
 - 1.5 *Regional Simulation Models*

2. Technological and Engineering Application Models
 - 2.1 *Water Balance Models*
 - 2.2 *Hydraulic Routing Models*
 - 2.3 *Linear and Dynamic Programming Models*
 - 2.4 *Lake and Reservoir Regulation Models*
 - 2.5 *Thermal Balance Models*
 - 2.6 *Ice Modelling*
 - 2.7 *Erosion and Sedimentation Models*
3. Environmental Assessment Models
 - 3.1 *Chemical Analysis Models*
 - 3.2 *Ecological Models*
 - 3.3 *Fisheries Models*

En annen inndeling, som er mer knyttet til de beslutningsmodeller vi har utarbeidet i VRF-regi, er vist nedenfor (32):

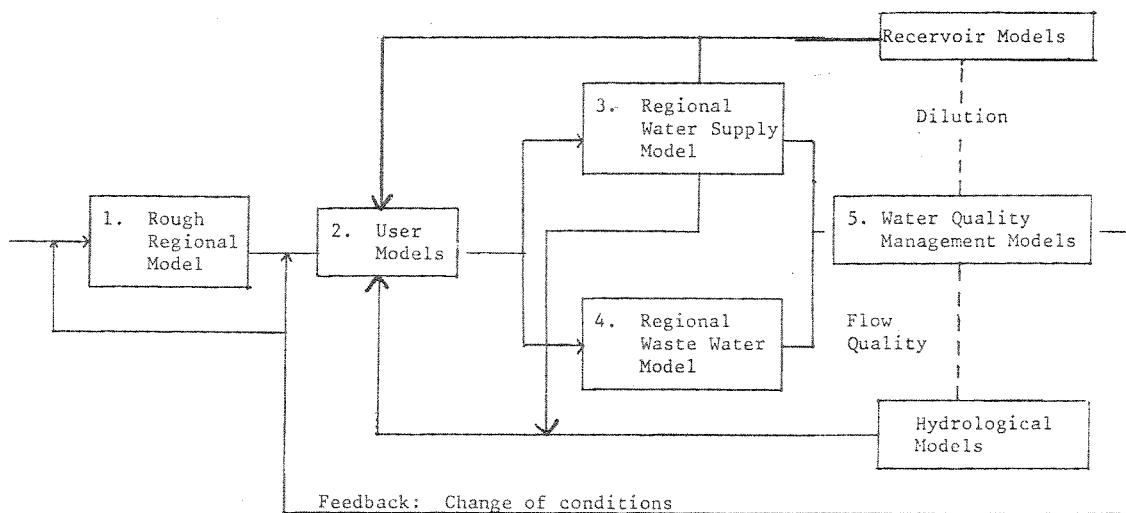


Fig. IV.2 Prinsippskisse for modellbruk i vannressursforvaltning.

Rogers har i (33) en gjennomgåelse av systemanalyse og en rekke typiske problemstillinger knyttet til bruken av dette verktøy i vannforvaltning. Dokumentet anbefales og er meget lesverdig. Fra dette er følgende inndeling av modellteknikker hentet:

Mathematical programming:
linear
nonlinear
integer
dynamic programming
goal programming
control theory
benefit-cost analysis
input-output analysis
inventory analysis
Lagrangian analysis
game theory
multivariate analysis
regression analysis
factor analysis
principal component analysis
sampling theory
Geometric programming
simulation
queuing theory
information theory
statistical decision theory

Hva skal vi satse på i Lena-prosjektet? Hvor omfattende bør vi satse?
I hvilken ende bør vi begynne?

Nedenstående er et forsøk på å besvare eller belyse disse spørsmålene. Forslaget er bl.a. basert på diskusjoner i VRF-gruppen og mellom VRF-gruppen og Knut Brustad og Kjell Øren, samt tidligere kontakter i prosjektet.

De aktuelle modeller er som vist ovenfor delt i tre grupper. Basert på en grunnmodell for vassdraget, har vi til venstre det vi kan kalle tekniske og naturvitenskapelige undermodeller (sub models). Disse danner grunnlag for en hydraulisk og fosfortransportmodell (simuleringsmodeller), som igjen danner grunnlaget for kostoptimaliseringsmodeller m.h.t. reguleringer og forurensningstilførsler. Det er også mulig at man på basis av disse må ha en såkalt totalsimuleringsmodell. De fire modellene med tykk ramme, 1, 1a, 2, 2a, 3 og 4 ønsker man å starte med oppbygging av, mens undermodellene 1b, 1c og 2a samt 5 bør vente. Argumentasjonen for dette går fram av omtalen av de enkelte modeller nedenfor.

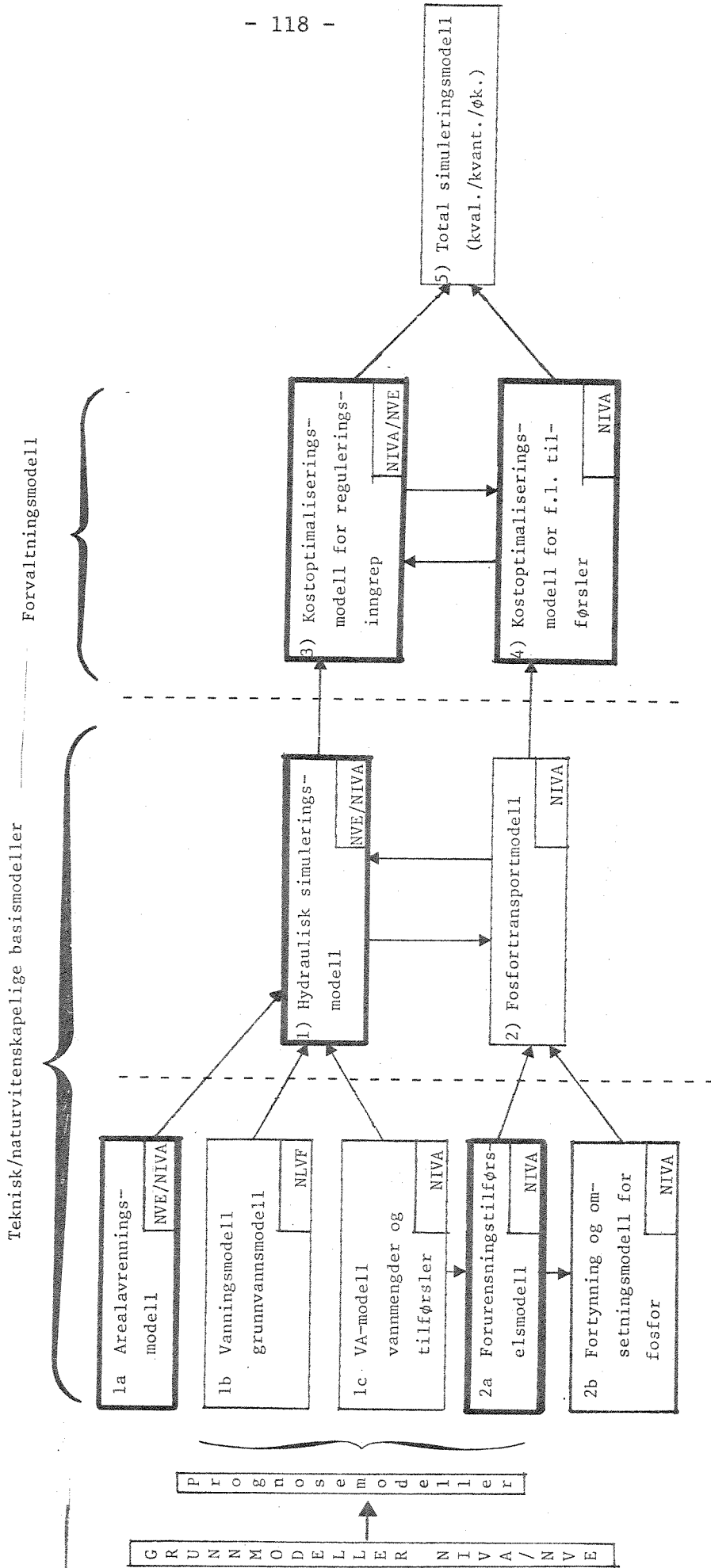


Fig. IV.3 Modellstruktur

NÆRMERE OM DE ENKELTE DELAKTIVITETER

Under henvisning til figuren på forrige side, gjøres her et forsøk på å gi en mer konkret beskrivelse av innholdet i de enkelte delaktiviteter.

De enkelte aktiviteter baseres alle på en "grunn-modell" (til venstre på figuren) som utgjør en beskrivelse av vassdraget ved hjelp av et lite antall basis-elementer. Disse basis-elementer kan koples sammen til en struktur som skal avbilde det aktuelle vassdraget. Valget av en slik grunn-modell vil være avgjørende for i hvilken grad en senere kan kople resultatene fra de enkelte delaktiviteter sammen i integrerte modeller. Den grunn-modellen som presenteres nedenfor er rent foreløpig og bare tenkt brukt til å illustrere hvorledes innholdet i de enkelte delaktiviteter kan konkretiseres.

1. Grunn-modell

En grunn-modell må bestå av basis-elementer som kan brukes til å beskrive et elvesystem. Det må etableres en slik grunn-modell som basis for oppbygging av modeller og som basis for innsamling av data. Det er viktig at denne modellen etableres på et tidlig tidspunkt slik at en kan få konsistens mellom datagrunnlag og modeller.

Basis-elementene vil bestå av objekter som elvestrekninger, knutepunkter, magasiner, manøvreringspunkter og arealer. For å forenkle problemene bør antallet basis-elementer ikke være for stort. En kan f.eks. tenke seg at en velger en elvestrekning som basis-element og betrakter tilrenningsarealet som en egenskap for denne (omvendt er også mulig). En kan også velge å se manøvreringsmuligheter som et sett av egenskaper for et knutepunkt og magasineringskapasitet som en egenskap for en elvestrekning. Jo færre elementer en har, desto større er imidlertid muligheten for at en må velge en finere oppdeling for å få fram alle vesentlige trekk ved et aktuelt system.

Nedenfor er Lenaelv beskrevet som en modell bestående av to grunn-elementer: randfelt og endefelt. Et randfelt er et element som består av en elvestrekning med et knutepunkt for tilførsler i øvre ende og et tilhørende tilrenningsareal. Et endefelt er et nedslagsfelt i øvre grense

for totalfeltet og har ikke noe knutepunkt i øvre ende. Generelt kan det her heller ikke angis en klart avgrenset elvestrekning.

Ved sammenkopling av disse elementene kan en da få en beskrivelse som er lik den det legges opp til i det forslag til stedfestingssystem for norske vassdrag som er utarbeidet ved NVE. En kan også bruke den samme notasjonen for å betegne alle enkelt-elementene. Dette vil være en stor fordel.

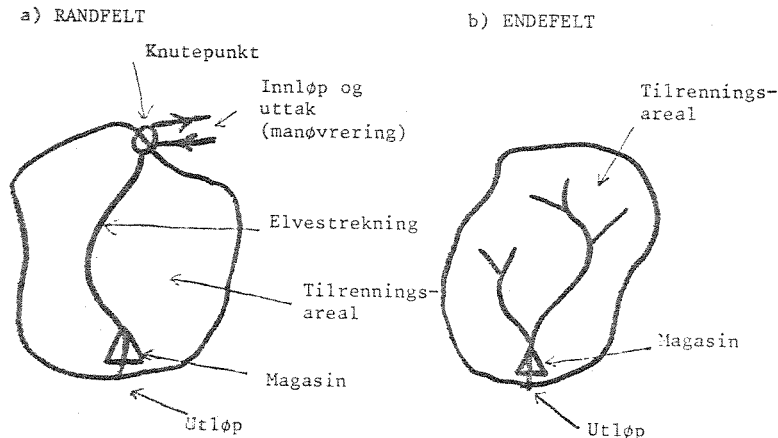


Fig. IV.4 Basiselementer i grunnmodellen.

Inntil videre er magasiner og manøvreringsmuligheter bare betraktet som egenskaper ved feltene.

Lena elv kan da formalisert fremstilles som vist i figur 2. Den tilsvarende inndeling i arealer (fra den uoffisielle fremdriftsrapport) er vist på kartet i figur 3. For beskrivelse av notasjonen henvises generelt til forslaget til stedfestingssystem.

Denne modellen er rent foreløpig og må behandles relativt grundig i første fase av den videre planlegging. Trolig vil en slik grunnmodell måtte revurderes flere ganger under prosjektet etter hvert som nye aspekter kommer inn.

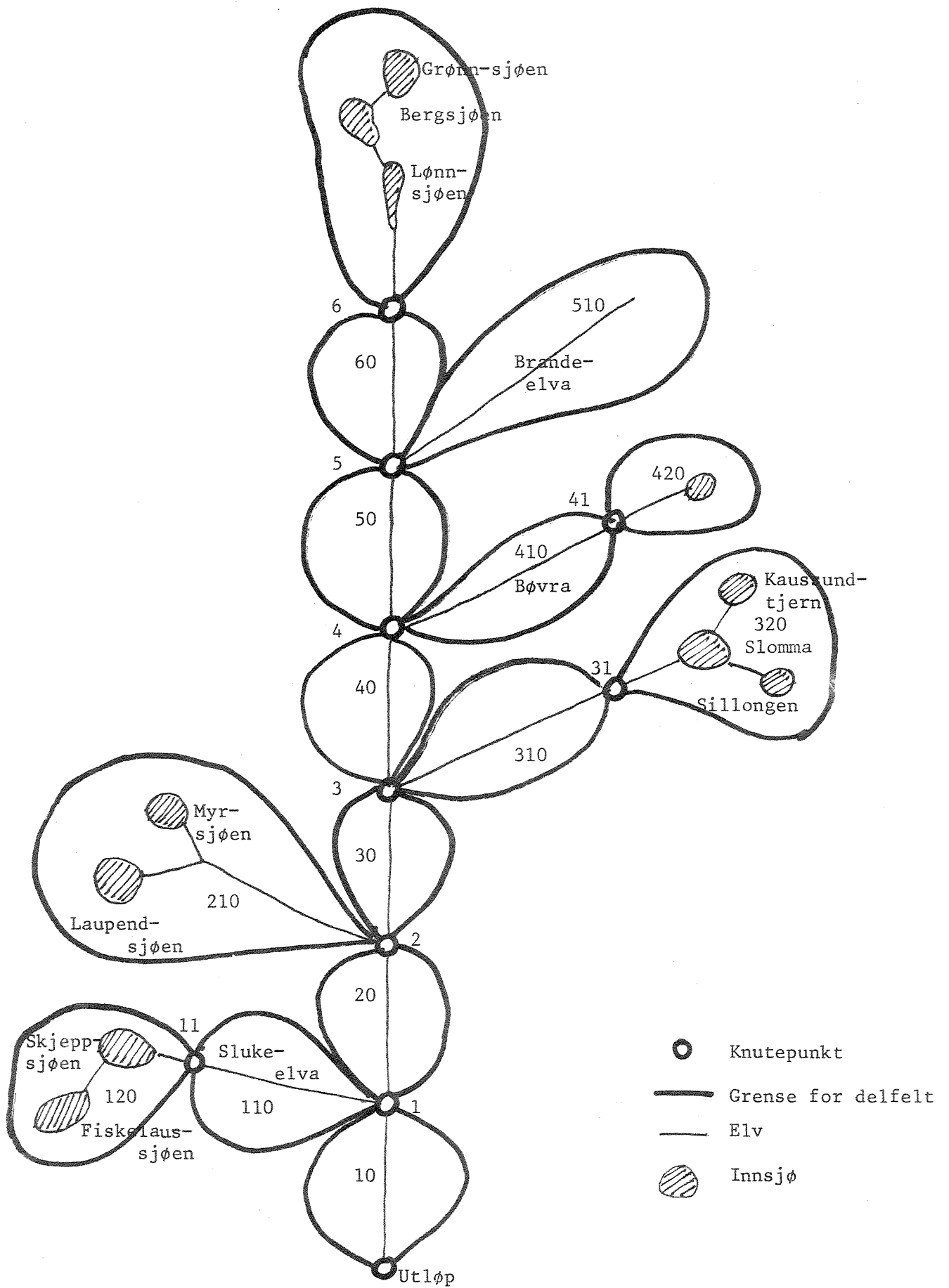


Fig. IV.5 Basismodell for Lena-vassdraget.

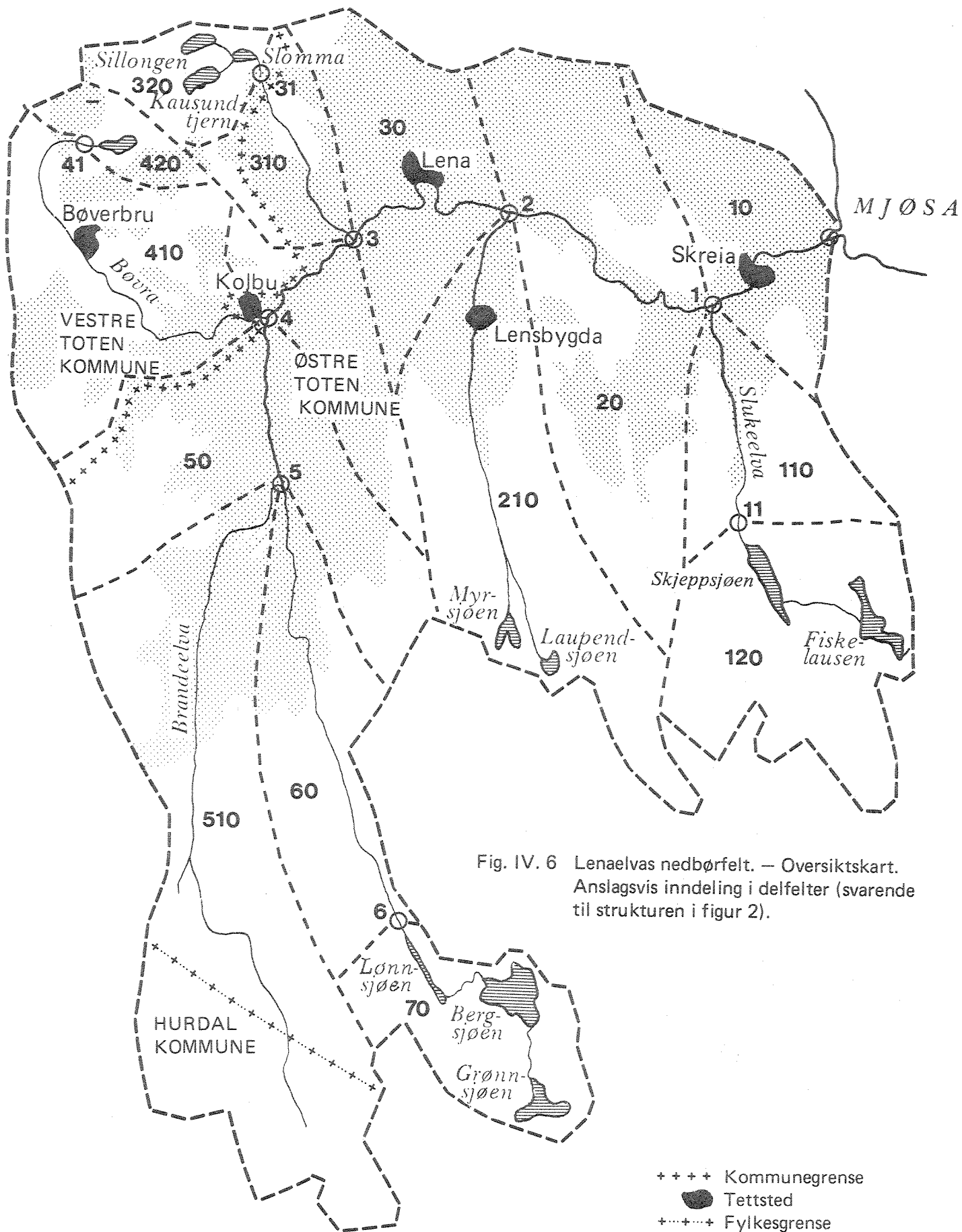


Fig. IV. 6 Lenaelvas nedbørfelt. — Oversiktskart. Anslagsvis inndeling i delfelter (svarende til strukturen i figur 2).

- ++++ Kommunegrense
- Tettsted
- +...+ Fylkesgrense
- - - Grense for delfelt (anslagsvis)

1. Hydraulisk simuleringsmodell

En hydraulisk simuleringsmodell vil beregne vanntransport i de ulike strekninger av elveløpet. En slik modell vil utgjøre et nødvendig grunnlag for senere modeller (pkt. 2-5 nedenfor). Den hydrauliske simuleringsmodellen har en arealavrenningsmodell (pkt. 1a) som en viktig submodell.

Transporten av vann i et segment i av elven kan beskrives for et tidsrom ved en ligning av typen

$$Q_i = Q_{i1} + Q_{i+1} + A_i + I_i - J_i - U_i - P_i - \Delta M_i$$

Her har vi

- Q_i = Vannstrøm ut av felt nr. i.
- Q_{i1} = Vannstrøm inn i øvre knutepunkt i felt nr. i fra felt på lavere nivå (dvs. bi-elv).
Alltid 0 for endelfelt, kan være 0 for randfelt.
- Q_{i+1} = Vannstrøm inn i øvre knutepunkt i felt nr. i fra ovenforliggende felt på samme nivå (dvs. ovenforliggende felt i hovedelva).
Alltid 0 for endefelt.
- A_i = Tilløp fra arealet til felt i.
- I_i = Andre (kunstige) tilløp til felt i.
- J_i = Uttak til jordbruksvanning fra felt i.
- U_i = Andre (kunstige) uttak fra felt i.
- P_i = Uttak av vann for kraftproduksjon
- ΔM_i = Endring i magasineringen i felt i.

Indeksen i skal gjennomløpe alle definerte felt. Ved integreringen må beregningene starte ovenfra.

For å få en riktig simulering av vannføringen nedover i elven må det trolig legges inn funksjoner som beregner tidsforsinkelsen (routing).

I første omgang kan en tenke seg å etablere alle funksjoner for uttak og innløp "manuelt", dvs. uten bruk av submodeller. Avløpet fra arealene vil derimot allerede i første omgang beregnes ved modell med meteorologiske data som input.

For kontroll og validering vil en utnytte de vannføringsmålinger som nå foretas.

Simuleringsmodellen for transport av vann vil som nevnt utgjøre et fellesgrunnlag for de andre delaktivitetene.

Submodeller til 1

1a Arealavrenningsmodell

For å beregne tilførslene av vann til de ulike delfelt i vassdraget, vil det måtte benyttes en hydrologisk modell (størrelsene A_1 i ligningen for vanntransport).

Modellen vil ha meteorologiske data som grunnlag. Dette gjelder nedbør og evt. temperatur. Det finnes en meteorologisk stasjon beliggende like utenfor Lena's nedslagsfelt som antas å gi representative data.

Slike arealavrenningsmodeller finnes allerede tilgjengelig ved NVE (SNSF-modellen eller HBV-modellen). Det er gitt en god beskrivelse av slike modeller i den foreløpige fremdriftsrapport i vedlegg 5 (D. Lundqvist, NVE). Limnigrafer og vannmerker er allerede utsatt i vassdraget for å kalibrere denne modellen.

Med tanke på den bruk en ønsker å gjøre av modellen i Lena er det særlig aktuelt å bruke en modell som kan behandle avrenning fra ulike areal typer innen et felt. (Dette er mulig med SNSF-modellen.)

Arbeidet vil måtte drives av NVE i samarbeid med NIVA. Det er i større grad snakk om tilpasning av eksisterende modeller enn utvikling.

1b Jordbruksvanning

I første omgang kan uttak av vann for vanningsformål beskrives manuelt (slik at en kan starte arbeidet med transport-modellen umiddelbart).

Aktiviteten innen feltet jordbruksvanning må forøvrig sikte mot å klarlegge to forhold:

- etablere en modell for å prognosere uttak av vann. Denne vil bygge på data om jordbruksarealene i de enkelte delfelt og på grunnlag av meteorologiske data beregne hvor mye som vil tas ut til vanningsformål i hvert elveavsnitt som funksjon av tiden.
- klarlegge hvorledes tilførsler av vann til jordbruksarealer vil endre arealavrenningen fra disse arealer (dvs. samspill mellom arealavrennings-modell og vannings-modell).

Aktiviteten innen dette feltet har også en grense til feltet "forurensnings-tilførsler". Det kan være aktuelt å studere tilførslene av forurensninger (gjødslingsstoffer) fra landbruksarealer i forbindelse med vanningsforsøk.

Aktivitetene her blir et samarbeid mellom NLH (NLVF), NVE og NIVA.

1c VA-modell

En "Vann- og avløpsmodell" vil gi grunnlag for å fastsette uttak og tilførsler (I_i og U_i) i transportmodellen.

Også her kan man i første omgang basere seg på å fremskaffe estimater for disse størrelsene manuelt som input til vanntransportmodellen.

Ved å utvikle en separat VA-modell kan en ta hensyn til at uttakene av vann varierer i tid (døgn- og ukevariasjoner) og tap av vann. Modellen vil være basert på data om strukturen i vann- og avløpsnett i nedslagsfeltet.

2. Stoff-transportmodell

I likhet med transportlikningen for vann kan det settes opp en transportlikning for stoffer i hvert elvesegment.

$$C_i Q_i = C_{i1} \cdot Q_{i1} + C_{i+1} \cdot Q_{i+1} + S_i^A + S_i^I - C_i \cdot J_i - C_i U_i - C_i \Delta M_i - T_i$$

Her har vi

C_i = konsentrasjon av det aktuelle stoff i elvesegmentet

C_{i1} = konsentrasjon i bi-elv-tilløp

C_{i+1} = konsentrasjon i ovenforliggende strekning av hovedelv

S_i^A = tilførsel av stoff fra areal-tilrenning
(må trolig estimeres som mengde)

S_i^I = stoffmengde fra utløp (punkt-utslipp)

T_i = Tapsledd. 0 for konservative stoffer.

For ikke-konservative stoffer vil tapsleddet generelt være meget kompliserte funksjoner som beskriver selvrening.

I første omgang må man begrense seg til å følge transporten av et enkelt stoff som er konservativt eller hvor tapsleddene kan beskrives relativt enkelt.

Særlig aktuelt er det å satse på å lage en modell for transport av fosfor i elven og ut i Mjøsa.

Modellen skal simulere tilførsler av fosfor fra Lenaelv over året og fra år til år. Basis er den hydrauliske simuleringsmodell og en sammenheng mellom transportert mengde fosfor og vannføring. Kurven som er vist nedenfor (34) er utarbeidet ved NIVA for Hølenvassdraget i søndre Follo.

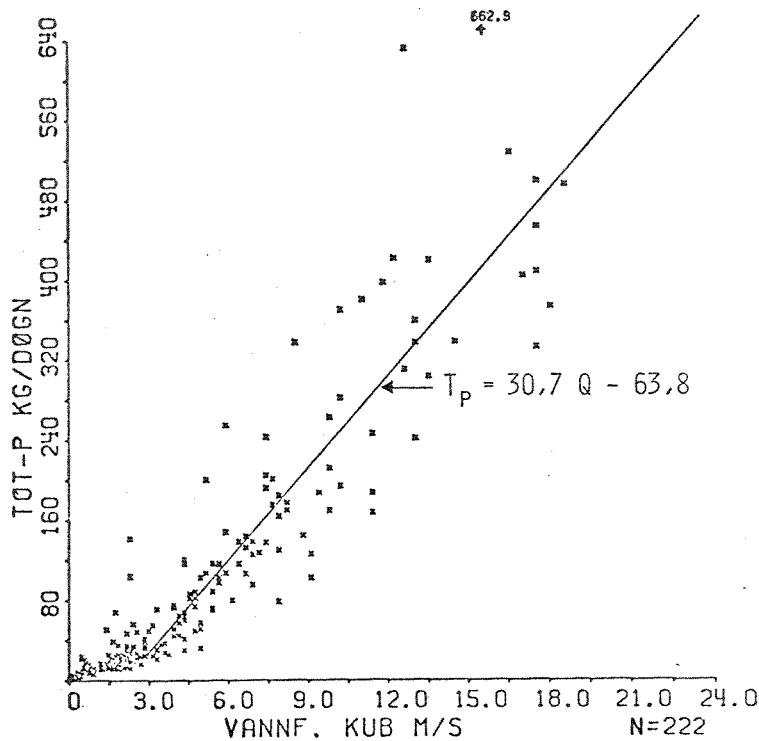


Fig. IV.7

STOFFTRANSPORT HØLENELVA

DØGNTRANSPORT AV FOSFOR MOT VANNFØRING

Basert på en slik korrelasjonsfunksjon og den hydrauliske simuleringsmodellen, kan transportverdien over uker, måneder, år, m.v. forutsies. Ved å endre vassdragets hydrologiske forhold ved reguleringer kan reguleringens virkning på tilførselsbildet av fosfor til Mjøsa vurderes. Sammenhengen kan etableres ved målinger, men det bør også konstrueres en tilførsels-, fortynnings- og omsetningsmodell som så kalibreres mot målinger av typen vist ovenfor.

Submodeller til 2

2a Forurensningstilførsler

Studier av forurensningstilførsler er allerede i gang i Lena.

Resultatene vil være nødvendige for å kunne anvende en stoff-transportmodell. Det må for hvert felt klarlegges hvor store tilførslene av ulike stoffer til elva er for:

- arealtilrenning (herunder også fra jordbruksarealer)
- stoffmengder i punktutslipp (industri og næringsvirksomhet)
- konsentrasjoner av ulike stoffer i punktutslipp fra kommunale nett (utvidelse av VA-modell).

For enkelte stoffer må en også ta hensyn til tilførsler fra nedbør.

I første omgang må vi sannsynligvis basere oss på manuelle beregninger. Det er her aktuelt med senere utvidelser til en submodell.

2b Fortynnings- og omsetningsmodell

En slik modell beskriver hva som skjer med forurensningene fra de kommer ut i vassdraget til de når utslippet i Mjøsa.

Formulering av en slik modell må skje i samarbeid mellom biologer/limnologer og systemanalytikere. Den må baseres på en transportlikning av den typen som er vist ovenfor. Når det gjelder en matematisk formulering av de prosesser som foregår i selve vannmassene (respons) gjenstår fortsatt en rekke vanskelige faglige problemer. Det må konstrueres en modell som beskriver den enkelte elvestrekningen som en "reaktor". Viktige elementer her er blandingsforhold og oppholdstid for vannmassene og formulering av kinetiske likninger for de aktuelle prosesser.

Kompleksiteten i en slik modell må vurderes nøye. I første omgang må vi forsøke oss med enkle antakelser slik at forskjellen til formuleringen ovenfor (2) blir liten.

3. Kostoptimaliseringsmodell for reguleringer

Ved å etablere en kostnadsmodell og benytte automatisk optimering kan modellen anvendes til å finne minst-kostnadsløsninger. Det er sannsynlig at optimalisering i første omgang bør skje med lineær programmering.

I første omgang vil dette kunne gjøres for å finne løsning på vann-
kvantitets-problemet.

Optimaliseringsmodeller kan tenkes formulert på en rekke ulike måter:
Den enkleste er kanskje en modell for å minimalisere kostnadene forbundet
med utbygging av magasiner i de enkelte elveavsnitt. Vi ønsker da generelt
å finne

$$\text{Minimum } \sum_i K_i = \sum_i K_i(m_i)$$

hvor $K_i = K_i(m_i)$ = kostnader i de enkelte elveavsnitt som funksjon av
utbygget magasinkapasitet.

Den løsningen vi er på jakt etter vil måtte oppfylle betingelser av typen

$$Q_{\text{MIN}_i} \leq Q_i \leq Q_{\text{MAX}_i}$$

hvor vi antar at kravene til de enkelte brukerinteresser kan formuleres
som krav til minstevannføringer. Maksimalvannføringer kan være aktuelt der
det er fare for flomskader. En kan også tenke seg å innføre skrankeverdier
av typen

$$U_{\text{MIN}_i} \leq U_i$$

$$J_{\text{MIN}_i} \leq J_i$$

hvor en direkte setter krav til minsteverdier for uttak av vann til vann-
forsynings- og jordbruksformål.

En mer avansert optimaliseringsmodell kan formuleres for å finne en optimal
utnyttelse av tilgjengelig vann i et vassdrag. Det er da snakk om å
maksimere et kvantifiserbart utbytte av typen:

$$\text{maksimum } \sum_i (k_j J_i + k_u U_i + k_r M_i + k_f (M_{\text{MAX}_i} - M_i) + k_s Q_i + k_k P_i)$$

hvor vi har

k_j = "pris" på vann til jordbruksformål

k_u = "pris" på vann til vannforsyningsformål

k_r = "pris" på rekreasjonsverdi av vannmagasin

k_f = "pris" på sikringskapasitet mot flomskader

k_s = "pris" på rekreasjonsverdi, verdi for fiske og resipientverdi ved ulike vannføringer

k_k = "pris" på vann levert til kraftproduksjon

Også her må det formuleres ulike skrankeverdier for krav som skal oppfylles. En slik modell kan formuleres med ulike prisfunksjoner for de forskjellige årstider og en kan legge inn vekt i optimaliseringen. Det kan da f.eks. undersøkes hvilken vekt en må legge på en bestemt brukerinteresse før en optimal løsning endres til fordel for denne brukerinteressen.

Trolig må en imidlertid i første omgang basere seg på langt enklere modeller enn den sistnevnte. I praksis vil en måtte starte med enklere problemstillinger. En kompliserende faktor er den store variasjonsbredden for et hydrologisk system.

Siden nedbør og temperaturforhold vil variere fra år til år må en finne en optimal-løsning ved å simulere en lang årrekke. Det må også trolig søkes etter løsninger som er slik at en tillater overskridelser av kravverdiene i korte perioder (med lange mellomrom) slik at en ikke får løsninger som er for dyre. (Det kan f.eks. ikke tilstrebes absolutt sikkerhet mot 50-års flommen eller tørkeperioder som kommer igjen med 30 års mellomrom.)

4a Kostoptimaliseringsmodell for tilførsler

I senere utviklingstrinn kan en også forsøke å analysere utbyggingskostnader for rensetiltak for å oppnå en spesifisert vannkvalitet. En vil da i tillegg til magasineringskostnader få rensekostnader, og det må formuleres skrankeverdier for forurensningskonsentrasjoner

$$C_i \leq CMAX_i$$

i de ulike elveavsnitt (en kan vanskelig tenke seg nedre skranke).

5. Total simuleringsmodell

En integrert totalmodell for Lena hvor både kvalitet, kvantitet, økonomi og ikke økonomisk målbare fordeler/ulempes integreres må eventuelt defineres etter hvert. Det er trolig at en slik modell bør være en simuleringsmodell hvor variable endres og konsekvenser fås ut som svar. En slik modell kan kobles til en optimaliseringsmodell hvor man kan endre begrensningene. Carlsen (3) behandler spørsmål av interesse i denne sammenheng. Aktualiteten av en slik modell må vurderes etterhvert.

3 mulige utviklingstrinn i prosjektet er vist på de neste tre sider. (Gjelder "vannkvalitet". Tilsvarende utvikling kan også tenkes for kvalitetsmodell.)

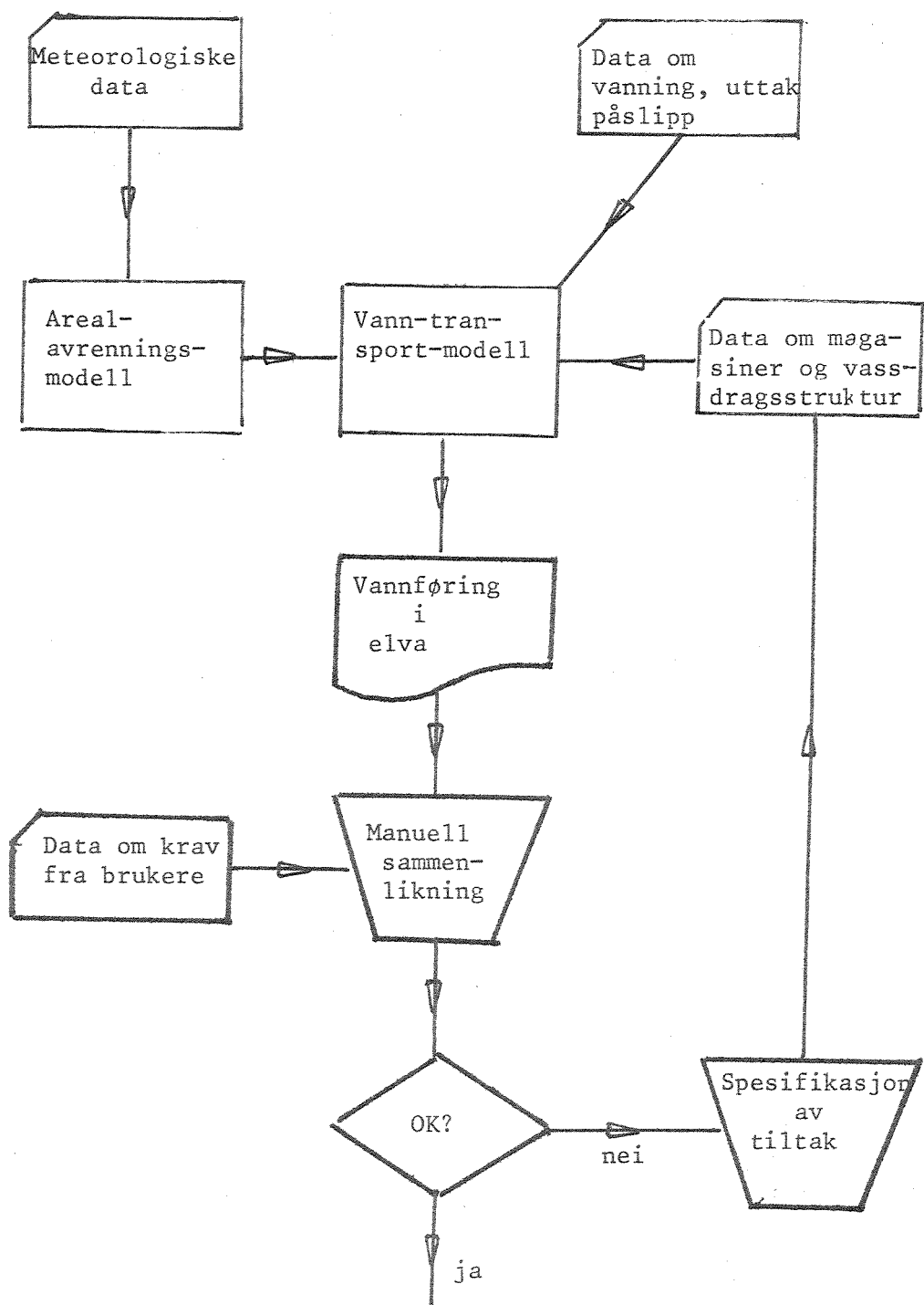


Fig. IV.8

Skisse av første utviklingstrinn, vanntransportmodell.

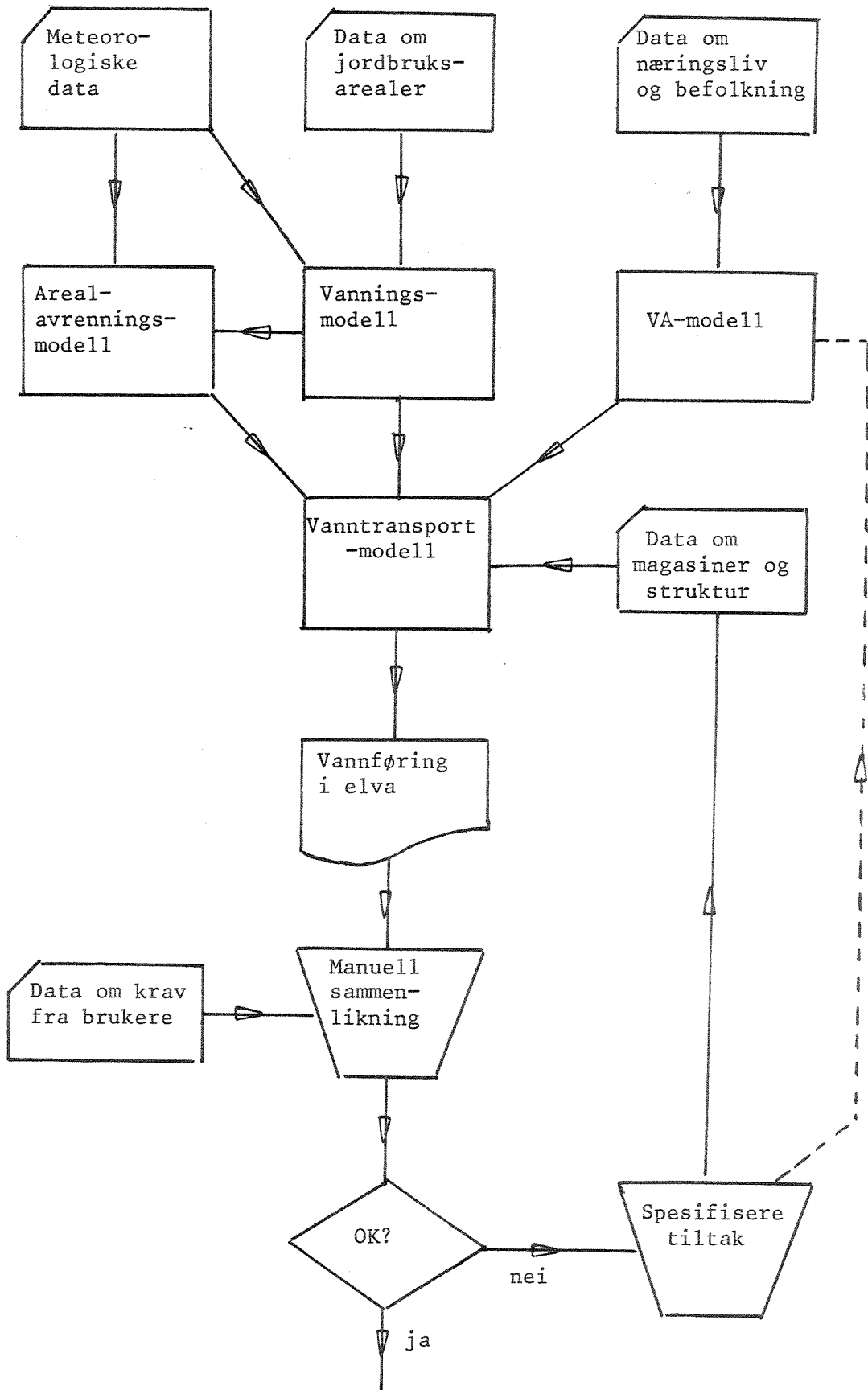


Fig. IV.9

Skisse av andre utviklingstrinn, vanntransportmodell.

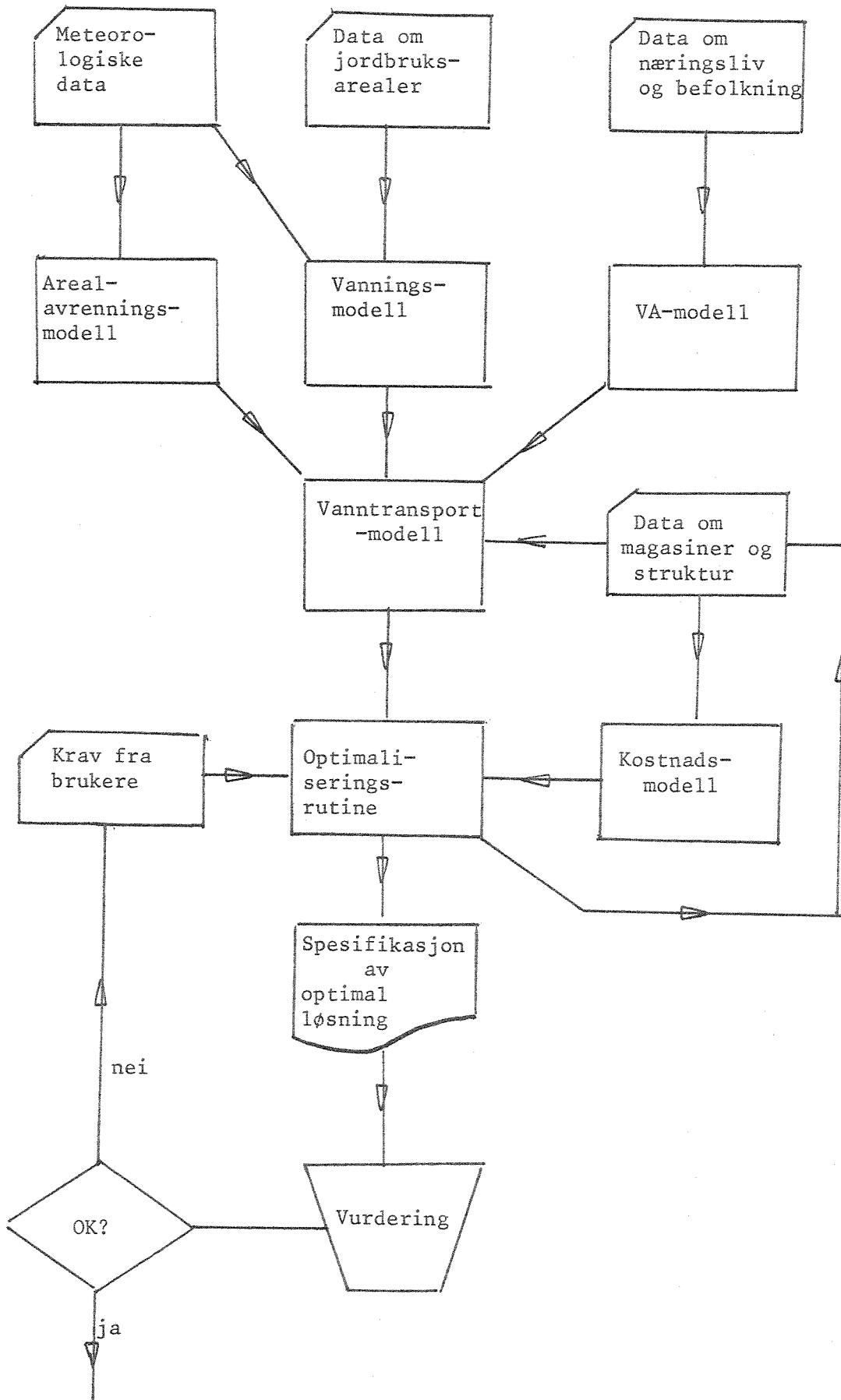


Fig. IV.10

Skisse av tredje utviklingstrinn, vanntransportmodell.

VEDLEGG V

Modellering av tilsigs- og avløpsforhold i Lenavassdraget

D. Lundquist - Hydrologisk avdeling, NVE

Problemstilling

I Lenavassdraget har vi kun avløp observert et sted og dette i en forholdsvis kort periode (1973-d.d.). Vårt problem består at vi trenger en lenger dataserie for å få en god nok kjennskap til feltets vannressurser, tilgang og fordeling over året. Vi ønsker også å ha informasjon om tilsigs- og avløpsforholdene for forskjellige steder i nedslagsfeltet hvor disse har betydning for bruken av vannressursene. Dette vil da gjøre det mulig for oss å analysere konsekvensene av alternative inngrep i vassdraget.

En mulighet for oss å løse dette problem er å lage oss kunstige tilsigs- og avløpsserier ved hjelp av en teoretisk modell av nedslagsfeltet. Denne modell skal være slik at vi utfra observert nedbør, temperatur og ev. andre klimafaktorer skal kunne simulere avrenning over og under jordoverflaten, magasinering av vann i jorden, snøsmelting, fordunstning m.m. Slike kretsløpsmodeller finnes idag uttestet og i bruk for bl.a. flomvarsling og tilsigsprognosering for kraftverksdrift. For Lenavassdraget vil vi prøve å skreddersy en av disse modellene slik at vi får tatt hensyn til de faktorer som er av betydning for bruken av vassdraget.

Vi vil her først gi en kort innføring i modellteori og deretter skissere hvordan "Lenamodellen" bør se ut. Til sist vil vi også presentere et første forsøk på å simulere avløpet ved den igangværende målestasjonen, hvor vi får en sjekk på hvor god modelltilpasningen er.

Modellteori

Den enkleste beskrivelse av et nedbørfelt er å betrakte feltet som en enkel boks (fig. 1). Denne boksen tilføres nedbør (P) og tappes ved evapotranspirasjon (E) og avløp (Q). Boksen har tre kritiske grenser for sitt magasinsinnhold (V), $V=0, V_{MIN}, V_{MAX}$. Dette gir fire forskjellige tilstandstyper hos magasinet:

- 1) $V=0$ Ingen evapotranspirasjon og ikke avløp, $E=0$ og $Q=0$.
- 2) $0 < V \leq V_{MIN}$ Kun evapotranspirasjon, som f.eks. kan beregnes som en enkel empirisk funksjon av temperaturen (T), $E=f(T)$.
- 3) $V_{MIN} < V \leq V_{MAX}$ Evapotranspirasjon og drenering (D) gjennom feltet, hvor D beregnes som en funksjon av magasinsinnholdet over V_{MIN} , $D=g(V-V_{MIN})$.
- 4) $V_{MAX} < V$ Evapotranspirasjon, drenering og overløp (OFL) fra magasinet. Her settes OFL lik den vannmengde som overstiger V_{MAX} , $OFL=V-V_{MAX}$ og $Q=D+OFL$.

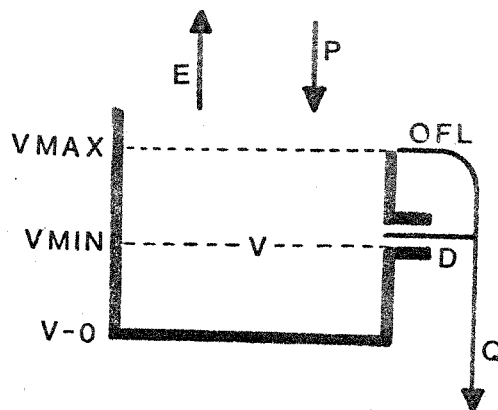


Fig. V.1 En enkel modell.

Ved denne typen modell greier en å beskrive uttørring ($V < V_{MIN}$), overmetning ($V > V_{MAX}$) og "normaltilstanden" ($V_{MIN} \leq V \leq V_{MAX}$) for et nedbørfelt.

Den eneste informasjon en vanligvis har om felter hvor ingen direkte observasjoner av hydrologiske parametere eksisterer er kartgrunnlaget og eventuelle feltbefaringer. Denne informasjon kan en bruke til å avgrense delfelter med noenlunde like hydrologiske egenskaper og disse delfeltene dreneringsretninger.

Slike inndelinger av et nedbørfelt kan gjøres som vist i fig. 2 hvis en fortsatt vil beholde den enkle boksen som grunnelement i modellen.

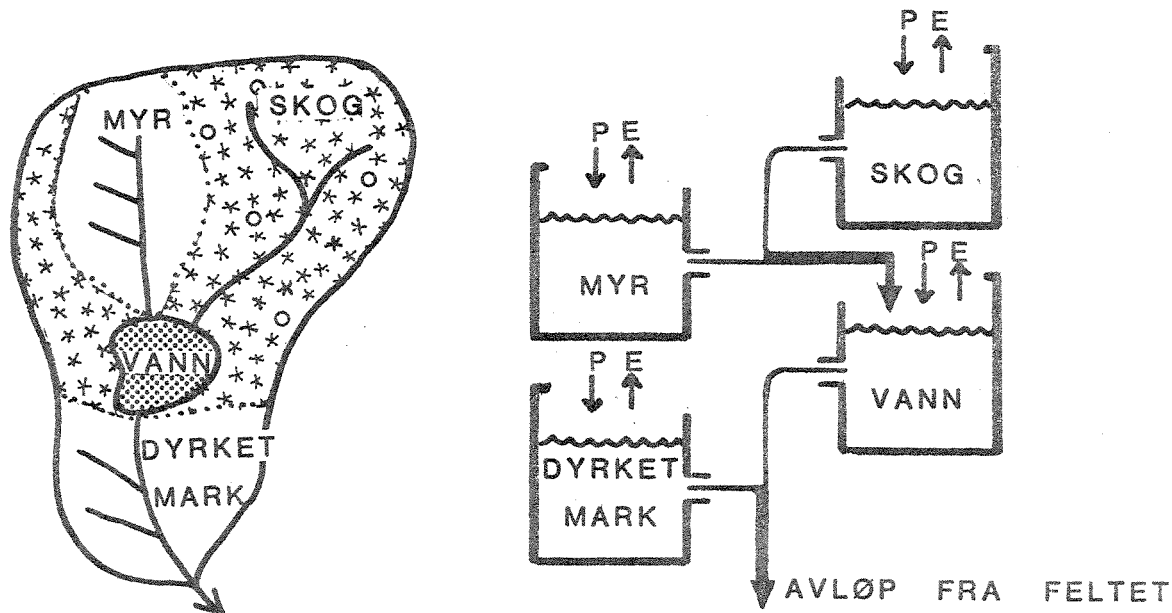


Fig. V.2 Inndeling av et nedbørfelt i homogene delfelter.

Vanligvis er naturen ikke så enkel at den kan beskrives ved en slik enkel boks. For å gjøre en modell litt mer naturtro, men fortsatt ikke for komplisert, kan en plassere to eller flere bokser oppå hverandre for å simulere f.eks. markvann og grunnvann i forskjellige dybde under jordoverflaten som vist i fig. 3.

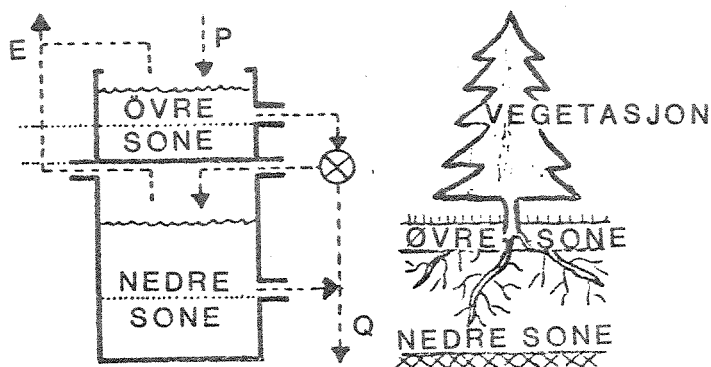


Fig. V.3 Skogbunnsmodell.

Lenamodellen

Nedbørfeltet til Lena kan forenkles ved inndeling i følgende typer arealer:

- Fjell med sparsomme løsmasser
- Skog på morenebunn
- Myr
- Innsjøer i vassdrag
- Dyrket mark.

Hvis vi følger vannets vei fra det faller som nedbør til det renner ut i Mjøsa kan det se slik ut (se fig. 4):

Nedbøren på fjellpartiene renner mer eller mindre direkte videre ut i vassdrag eller over i lavereliggende skogsarealer etter at de sparsomme løsmassene er mettet. Nedbøren over skogsområdene går først med til å mette vegetasjonsdekke og humuslag før vann kan infiltrere ned i morenenlaget. Fra morenen blir vannet drenert som fra et forholdsvis permeabelt og grunt grunnvannsmagasin. Enten går vannet direkte ut i vassdraget eller over i myrområder som ligger mellom skogen og vassdraget. Nedbør over myr fukter først vegetasjonssjiktet og det øverste moselaget før det infiltrerer nedover mot grunnvannsspeilet som aldri ligger særlig dypt. Myren tømmes ved grøfter eller myrsig ut i en bekk som går over i hovedelven. Elven vil så i sitt løp kanskje passere innsjøer hvor avrenningsvariasjonene dempes. Etter hvert flyter den ut i de oppdyrkede områder hvor den får tilskudd fra grøfter, bielver og direkte grunnvann. Nedbøren over dyrket mark må også først fukte gras og planter samt den øverste jorden før infiltrasjon finner sted. Grunnvannsreservoaret kan her oppnå en betydelig størrelse.

Dyrket mark kan også få et visst grunnvannstilskudd fra tilgrensende skogspartier. Til sist når endelig vannet Mjøsa og renner ut av bildet for vårt vedkommende.

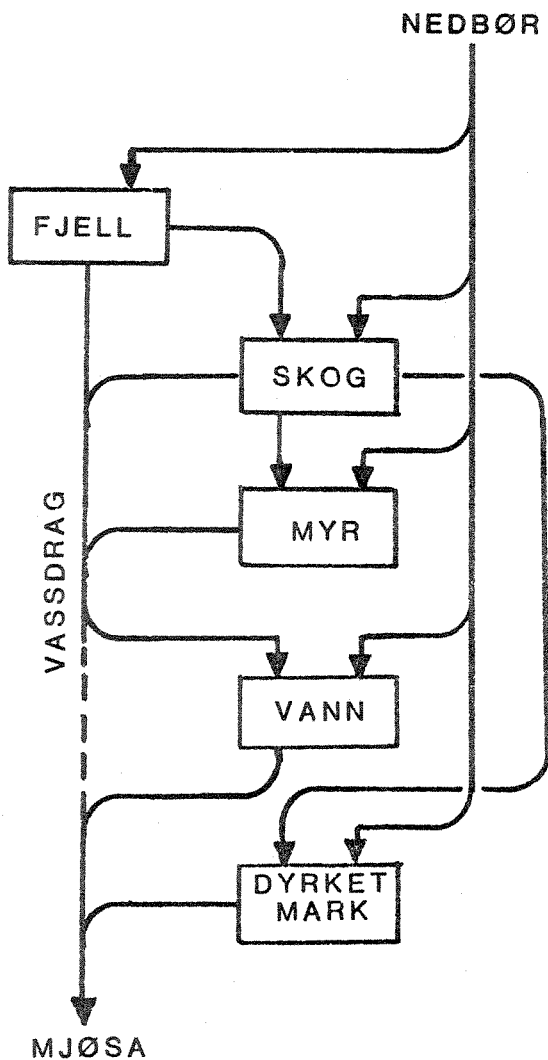


Fig. V.4 Lenafeltets hovedtrekk.

Oppbyggingen av de fem forskjellige arealtypene kan beskrives som vist i fig. 5. Dette er den modell vi vil bruke for å løse oppgaven vår.

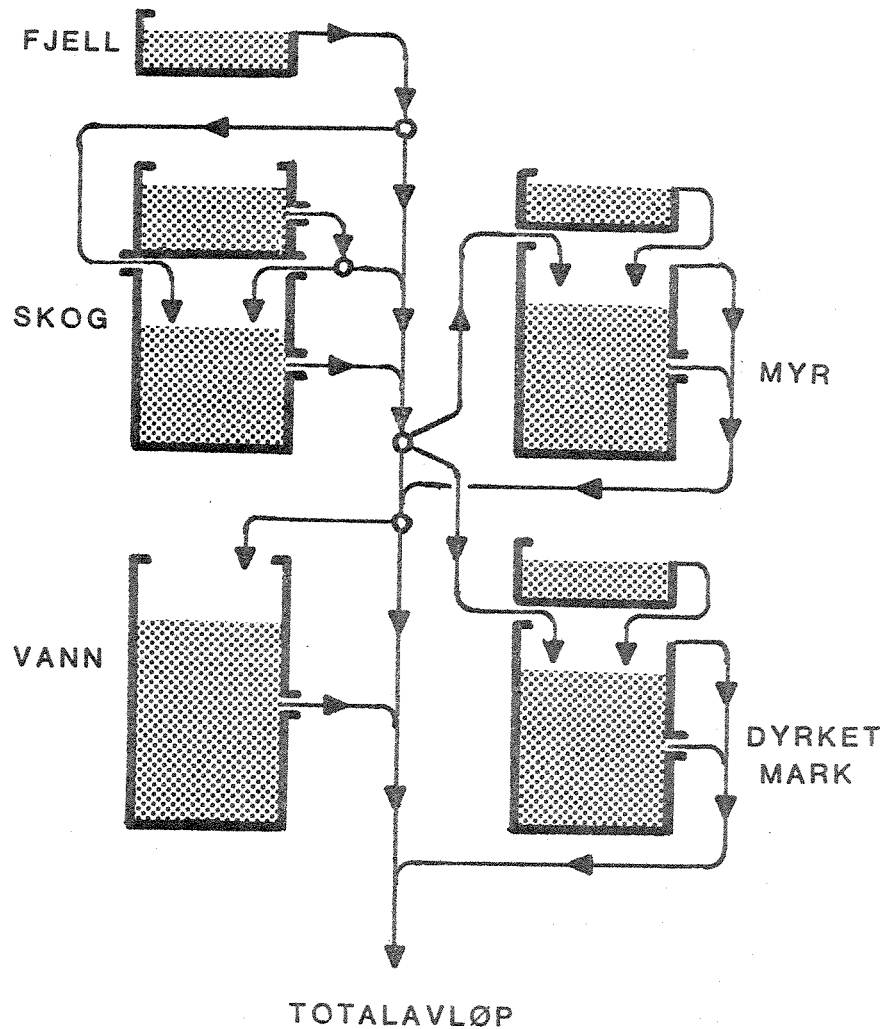


Fig. V.5 Oppbyggingen av Lenamodellen.

En modell for Lenavassdraget er nå formulert og den kan testes på den observerte avløpsserien. Etter at vi så får bestemt de forskjellige parametere i modellen kan vi bruke denne i delfelter uten observasjoner. Når vi simulerer et slikt delfelt forandrer vi bare arealene for de forskjellige marktyper og dreneringsmønstret mellom dem sånn at delfeltmodellen blir mest mulig lik det bilde som gis av det tilgjengelige kartmaterialet. En må her regne med å gjøre nok så drastiske forenklinger for at modellen ikke skal bli altfor komplisert og uoversiktlig.

Bruken av modellen til konsekvensanalyse er tenkt gjennomført på følgende måte:

1. Knutepunkter tas ut i vassdraget hvor inntak eller utslipp skal foretas eller hvor konsekvensen av et inngrep skal vurderes.
2. Avløpsserier simuleres for delfeltene mellom disse knutepunktene. For dyrket mark legges eventuell vanning på som et ekstra nedbørtilskudd.
3. Fra disse avløpsseriene trekkes så det vann som skal gå til vannverk, jordbruksvanning o.l. Eventuelt kan en og slippe ut vann i knutepunktene, dvs. addere det til avløpsseriene.
4. Når en deretter arbeider seg nedover vassdraget gjennom å addere avløpene i knutepunktene (ev. med en viss tidsforsinkelse) vil en se effekten av de foretatte inngrep.

Denne prosedyren gjentas for de alternativer en ønsker å undersøke og resultatene kan så vurderes mot hverandre.

REFERANSELISTE

- (1) Benyttede avrenningskoeffisienter er tall fra en teoretisk beregning av forurensningstilførsler til Mjøsa og Vorma, utført av NIVA i 1976.
- (2) Lundekvam, H. 1977: Kjemisk kvalitet i avrenningsvatn fra jordbruksområder i Norge.
Foredrag på NORDFORSK-symposiet på Røros 2.-5. mai 1977.
14 pp. Ås-NHL.

Koeffisientene i tabell 2 er bearbeidet i NIVA 1977:
Vannkvalitet og stofftransport i et forurenset vassdrag.
- (3) Koeffisientene er tall fra NIVA 1977: Teoretisk beregning av forurensningstilførsler til Mjøsa og Vorma som er utarbeidet på grunnlag av NIVA 1976: Forurensning i overvann.
- (4) NIVA 1977: Teoretisk beregning av forurensningstilførsler til Mjøsa og Vorma. O-91/69.
- (5) Loftu, Løkken, Aksdal, Gundersen: Utvikling av forurensningstilførsler og forurensningens virkninger i Lenavassdraget.
Industriseminar ved Universitetet i Oslo og NIVA 1979.
- (6) NIVA 1977: Forslag til kommunale tiltak for å begrense forurensningstilførsler til Mjøsa. O-127/76.
- (7) Drageset 1976: Tiltak for rensing av kommunale kloakkutslipp til Gudbrandsdalslågen - Mjøsa. VANN nr. 3 1976.
- (8) Opplysninger fra Statens forurensningstilsyn.
- (9) Moland, T. 1976: En vurdering av foreliggende metoder for planlegging av vassdragsutnyttelse. Eksempler på anvendelser i vassdrag. Hovedoppgave NTH.
- (10) Opplysninger fra Herredsaagronomen på Ø. Toten kommune

- (11) Norges Landbrukshøgskole 1974: Norsk jordbruk og vannressursene. Del B. Jordbrukets vannbehov. Arbeidsrapport nr. 6 til Landsplan for bruk av vannressursene.
- (12) Norsk institutt for vannforskning 1977: Mjøsprosjektet. Undersøkelser.
- (13) Norsk institutt for vannforskning. Mjøsprosjektet. Fremdriftsrapport nr. 7.
- (14) Norsk institutt for vannforskning 1975. Mjøsprosjektet. Fremdriftsrapport nr. 5.
- (15) Generalplan for Østre Toten kommune. 1974.
- (16) Notat fra Avdeling for naturvern og friluftsliv i Miljøverndepartementet, datert 30.3.1977.
- (17) Statens institutt for folkehelse, 1976: Oversikt over vannvern i Oppland.
- (18) Plan-Tek, 1975: Regional vannforsyning for Gjøvik-Toten.
- (19) Registreringer fra Oppland fylke og Gjøvik-Toten regionen bygger på Norges Landbrukshøgskole 1974: Norsk jordbruk og vannressursene Del B. Jordbrukets vannbehov. Arbeidsrapport nr. 6 til Landsplan for bruk av vannressursene.
- (20) Kloakkutslipp i Østre Toten kommune - kommunale tiltak under Mjøsaksjonen. Brev fra Fylkesmannen i Oppland til Østre Toten kommune, datert 12.7.78.
- (21) Kloakkutslipp i Vestre Toten kommune - kommunale tiltak under Mjøsaksjonen. Brev fra Fylkesmannen i Oppland til Vestre Toten kommune, datert 31.3.1978.
- (22) Registreringer av avløpsforhold for spredt boligbebyggelse og driftsbygninger i landbruket. Mjøsaksjonen. Tabellutskrift 14.3.1978.

- (23) Mjøsprosjektet. Hovedrapport for 1971-76. NIVA O-69091
NIVA O-69091 22. februar 1979.
- (24) Overvåking av Mjøsa. Framdriftsrapport nr. 8.
NIVA O-74/76 1. sept. 1978.
- (25) Tilførsler av organisk stoff, nitrogen og fosfor fra nedbør,
skog, snaufjell og jordbruk. NIVA A2-32 12. nov. 1978.
- (26) Oversikt over fosfortilførsler til innsjøer.
NIVA O-92/78 14. des. 1978.
- (27) Behandling av avløpsvann i områder med lav befolkningstetthet.
NIVA C5-01 17. april 1978.
- (28) Beregning av avløpsvannets sammensetning ved materialstrøm-
analyse. Hovedoppgave for T. Østhus. NIVA høsten 1977.
- (29) Internt notat om brukerinteresser i Lenaelva.
H. Buflod, Norsk institutt for by- og regionforskning,
november 1978.
- (30) En analyse av planleggingsmål som kan få betydning for ut-
nyttelsen av Lenaelv. Diskusjonsnotat ved H. Buflod.
Norsk institutt for by- og regionforskning, nov. 1978.
- (31) "Water Planning and Management in Canada".
Pentland, Bathurst, Sydor; UN Workshop on Water Resources Planning,
Italy 18.-29. June 1979.
- (32) "The planning of water quality through optimalization".
H. Lohmann, ECE seminar on long term planning of Water Management,
Bulgaria 1976
- (33) "The role of Systems Analyses as a tool in Water Policy, Planning
and Management.
Rogers; UN Workshop on Water Resources Planning, Italy 18.-29.
June 1979.

- (34) "Forurensningstilførsler og stofftransport i Hølenvassdraget".
I. Dahl; N.I.F.-kurs. Vannforekomst som resipient, juni 1979.
- (35) "Vektoroptimalisering - en metode for optimal utnyttelse av
vannet i vassdrag".
A.J. Carlsen, Vann 1, 1979.