

936

HOVEDOPPGAVE VED INSTITUTT FOR HYDROTEKNIKK  
NORGES LANDBRUKSHØGSKOLE

---

VASSBRUKSPLAN FOR VASSDRAGET  
LEKSDALSVATNET/FIGGA

AV

JARLE GULBRANDSEN OG SIGURD KINN

000  
UL

ÅS-NLH, MAI 1982

Torfi Røde

FORORD.

Denne oppgaven kom i stand etter henvendelse fra Nord-Trøndelag Fylkeskommune. Mye av datagrunnlaget var skaffet tilveie. Supplering av datagrunnlaget for planområdet ble gjort av oss sommeren '81 og tidlig i vårsemesteret '82.

Vi takker for all faglig veiledning med en særlig takk til Olav Grøterud og Helge Lundekvam ved Institutt for hydroteknikk, NLH og Geir Rannem og Stein Arne Andreassen ved fylkets forurensingstilsyn / N-Trøndelag Fylkeskommune. Vi takker også fylkeskommunen for maskinskriving av oppgaven og de på skrivestua for godt utført jobb. Takk te' dåkk.

Hovedveileder har vært Olav Grøterud.

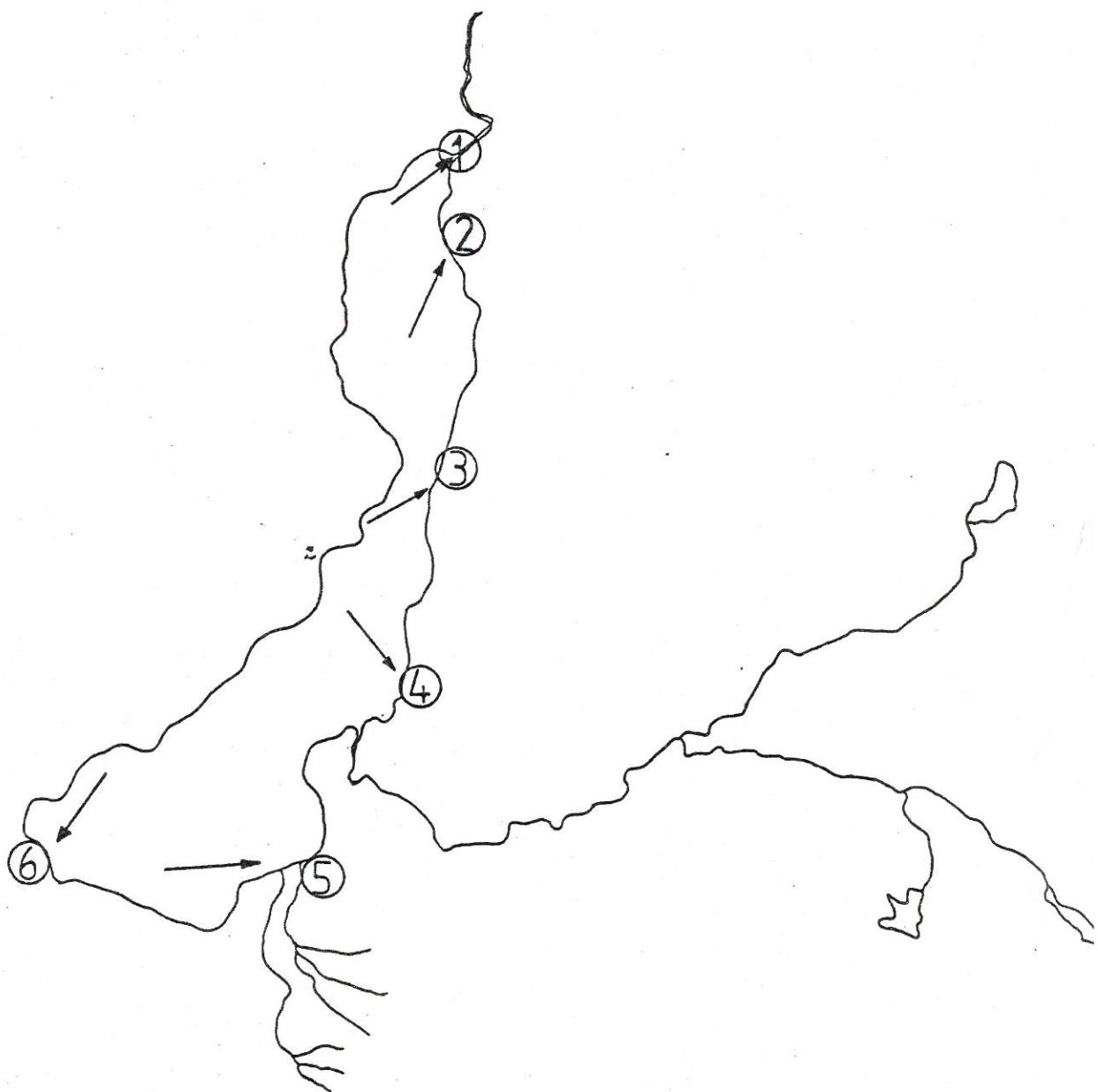
Ås, 4.mai 1982,

Jørle Gulbrandsen

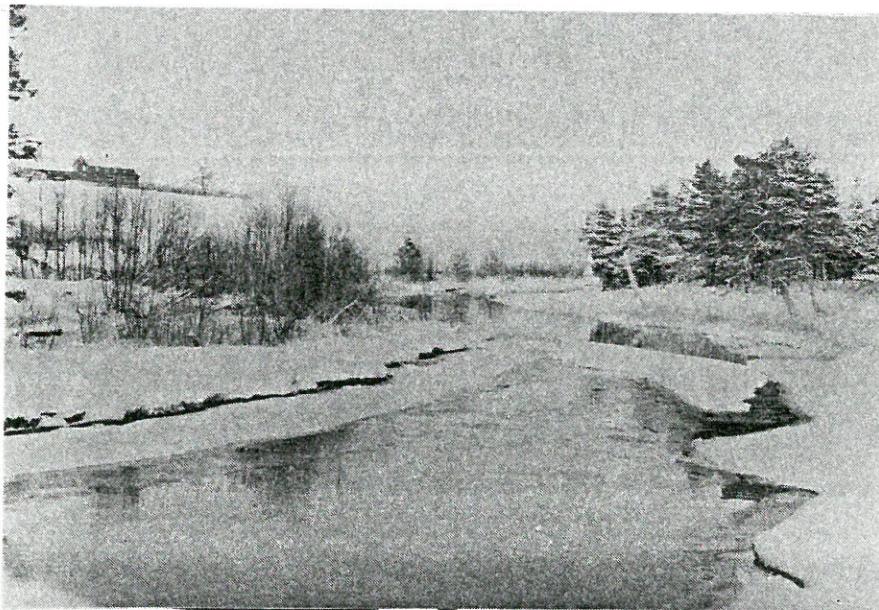
Sigurd Kinn

PRESENTASJON AV PLANOMRÅDET.

Bildene under viser noen av de mest omtalte lokalitetene i planområdet og gir et innblikk i topografiene i området. Hvor områdene på bildene ligger, er vist på kartet under. Bilder er tatt fra vestsida av Leksdalsvatnet, og pilene angir hvilken retning de er tatt i.

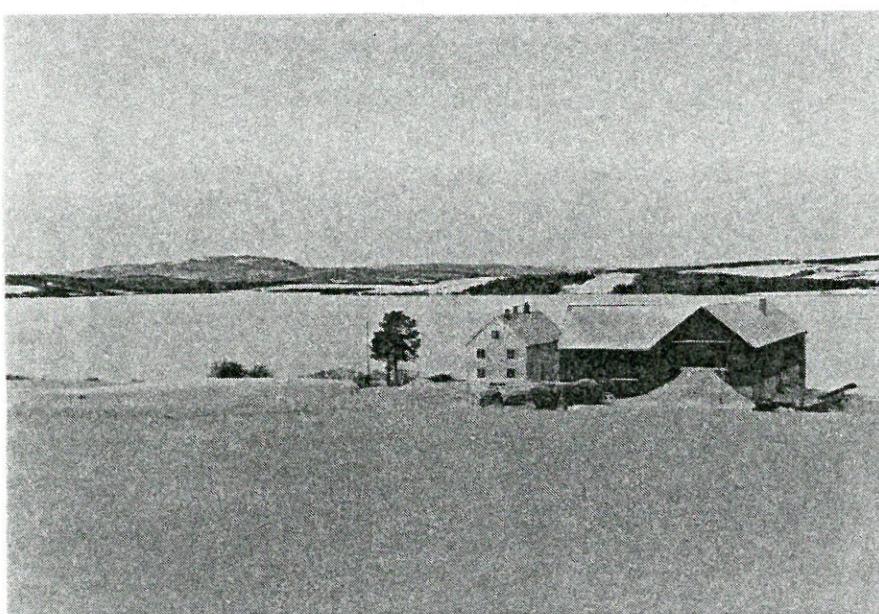


①



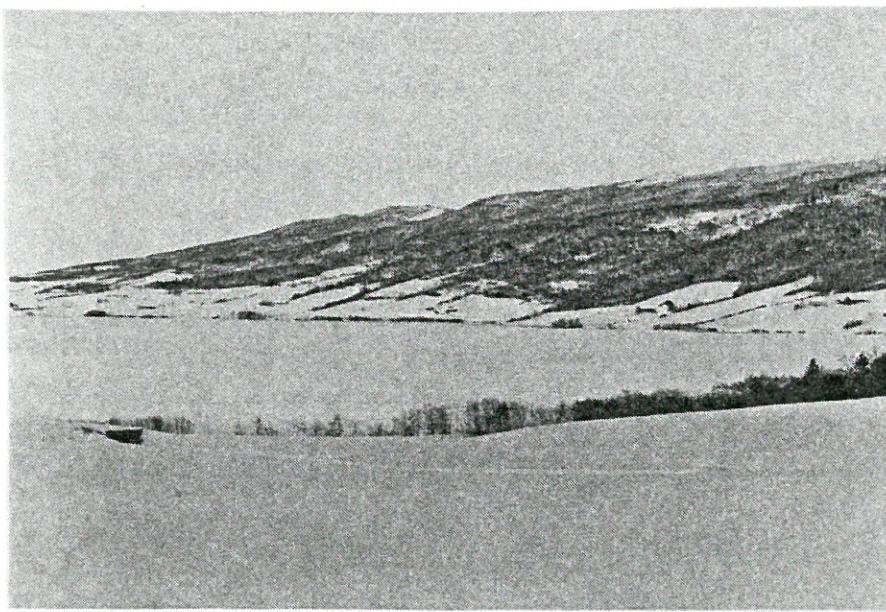
Figga ved utløpet  
fra Leksdalsvatnet  
(Vegmo)

②



Fisknes

③

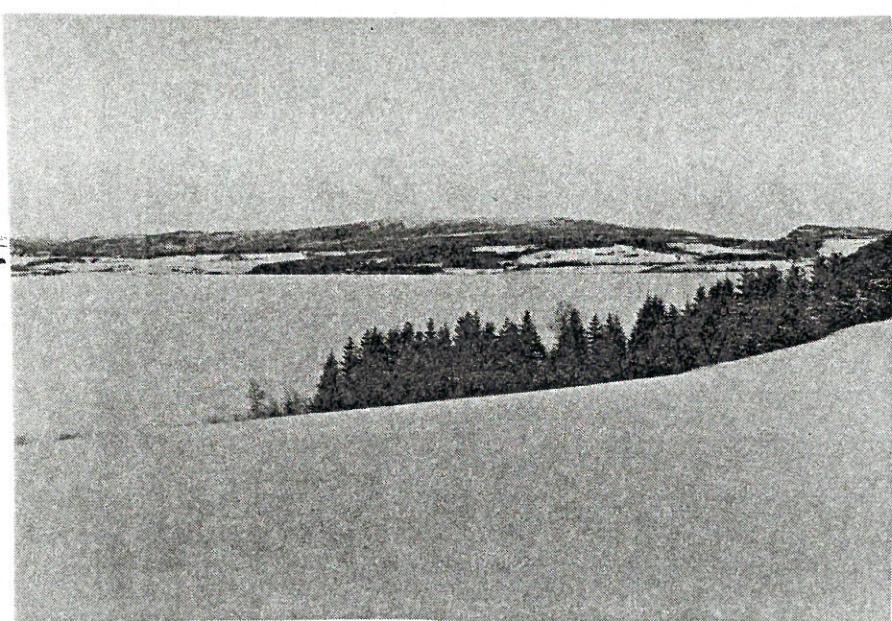


Stranda - Tuset



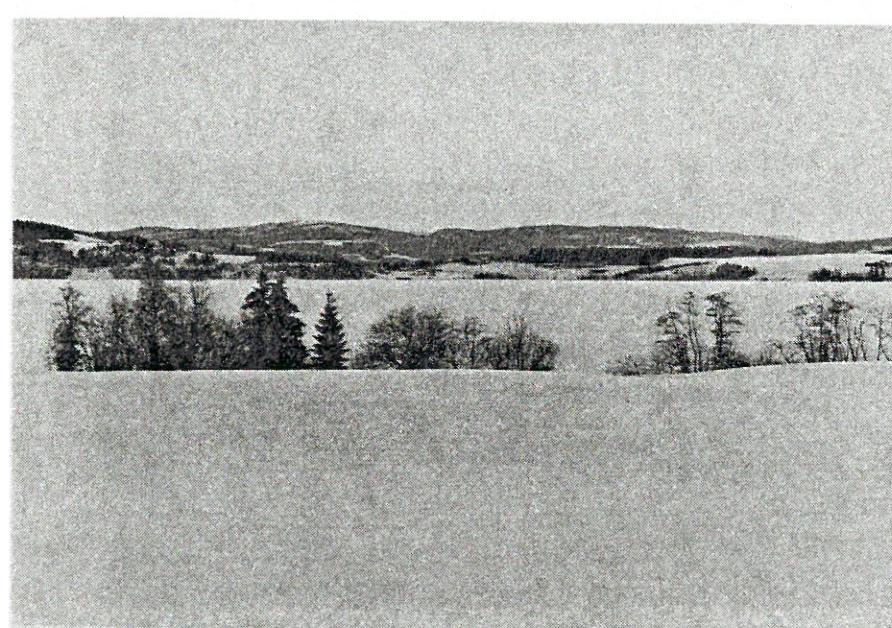
(4)

Aksnes med Lund  
elvdeltaet til  
høyre



(5)

Leksdalen med Lu  
og Musumområdet



(6)

Støa

## INNHOLD

	SIDE
INNLEDNING	9
I. PLANOMRÅDET-GENERELL BESKRIVELSE	10
1. GEOGRAFISKE FORHOLD	10
2. NATURGRUNNLAGET	10
A. Geologi	10
B. Vegetasjon	13
C. Klima	13
3. AKTIVITETER I PLANOMRÅDET	13
A. Befolkning og arealfordeling	13
B. Jordbruk	14
II. VASSRESSURSSITUASJONEN	18
1. HYDROLOGI	18
A. Generell beskrivelse av klima og hydrologi i planområdet	18
B. Tilgjengelige data	18
a. Klimadata	18
b. Avrenningsdata	20
c. Data for Leksdalsvatnet	23
C. Hydrologien innen delnedbørfeltene	23
2. UTTAK AV VATN	25
A. Oversikt over de viktigste vassuttakene i planområdet	25
B. Virkningene av vassuttak	26
3. FORURENSINGSTILFØRSLER TIL VASSDRAGET	28
A. Teoretisk bakgrunn for beregningene	28
a. Diffusavrenning	28
b. Punktkilder	31
c. Nedbør	36
B. Produserte stoffmengder i nedbørfeltet	36
a. Silopressaft	36
b. Beregning av husdyrgjødselmengder	38
c. Melkeromsavløp	39
d. Boligkloakk	40
C. Stofftilførsler til vassdraget	41

	SIDE
<b>4. VASSKVALITET OG VASSDRAGSTILSTAND</b>	<b>47</b>
A. De viktigste tilløpsbekkene til Leksdalsvatnet	47
B. Leksdalsvatnet	52
a. Vasskvaliteten	52
b. Vurdering av tilstanden i Leksdalsvatnet	61
C. Figga med de viktigste sideelver	67
D. Klassifisering av forurensingsgraden i bekker og elver i vassdraget	73
<b>III. SAMFUNNSUTVIKLINGEN OG DE ENKELTE BRUKERINTERESSENE</b>	<b>75</b>
1. OVERORDNA PLANFORUTSETNINGER	75
A. Fylkesplan for Nord-Trøndelag 1980-83	75
a. Målsetting for naturressursene	75
b. Målsetting for naturvern	75
c. Målsetting for friluftsliv og utmarksnæringene	75
d. Målsetting for landbruket	76
e. Målsetting for tekniske anlegg	77
B. Generalplan for Steinkjer kommune	77
C. Generalplan for Verdal kommune	78
2. SAMFUNNSUTVIKLINGEN GENERELT	79
3. DE ENKELTE BRUKERINTERESSENE	79
A. Vassforsyning	79
B. Naturvern-landskapsvern	82
a. Vern av våtmarker	82
b. Fornminner	82
c. Kvartærgeologisk forekomst	85
C. Friluftsliv	85
D. Fiske	86
E. Resipientbruk	90
a. Avløp	90
b. Jordbruk	92
<b>IV. KONFLIKTANALYSE</b>	<b>93</b>
1. KONFLIKTER TILKNYTTET VERN	93
2. KONFLIKTER TILKNYTTET VASSKVALITET	94
3. KONFLIKTER TILKNYTTET VASSKVANTITET	96
<b>V. MÅLSETTING</b>	<b>97</b>

	SIDE
1. MÅLSETTING FOR BRUK AV VASSDRAGET	97
2. MÅLSETTING FOR AKTIVITETENE I PLANOMråDET	99
3. VURDERING AV MÅLSETTINGENE	100
<b>II. KRAV TIL VASSKVALITET</b>	<b>101</b>
1. KRAV TIL DRIKKEVATN	101
2. KRAV TIL BADEVATN	104
3. NATURVERNMESSIGE KRAV	105
4. KVALITETSKRITERIER FOR FISK	105
<b>III. TILTAK</b>	<b>109</b>
1. BAKGRUNNEN FOR VALG AV TILTAK	109
2. TYPER AV TILTAK	111
A. Generelle tiltak	111
B. Aktuelle tiltak i planområdet	111
a. Rettslige forhold	111
b. Økonomiske tiltak	113
c. Informative tiltak	114
d. Arealplanlegging	114
e. Tekniske tiltak	114
3. VALG AV TILTAK OG EN VURDERING AV EFFEKten VED EN VALGT UTBYGGING	117
A. Valg av utbyggingsalternativ	117
B. Valg av tiltak og virkningen av disse	118
a. Tiltak mot punktkildene	118
b. Tiltak mot diffuse kilder	120
c. Tiltak i resipienten	120
C. Lokalisering av boligbebyggelse	121
D. Overvåkningsplan	121
LITTERATURLISTE	123
VEDLEGG 1	126
VEDLEGG 2	127

## INNLEDNING

Denne hovedoppgaven er skrevet med tanke på at den skal være en vassbruksplan utarbeida for Nord-Trøndelag fylkeskommune, og form og innhold vil derfor være preget av dette.

Under utarbeidelsen av planen er det lagt spesiell vekt på registreringsfasen. En grundig registrering av forurensings-situasjonen i vassdraget er viktig for all videre planlegging i planområdet. Målsettingene i en vassbruksplan vil vanligvis være politisk bestemte. Det har her ikke vært mulig å få fram politisk formulerte målsettinger, men disse er i samråd med forurensingsmyndighetene i Nord-Trøndelag fylkeskommune forsøkt lagt nærmest opp til det som anses som realistisk. Vassbruksplanen skal fungere som en oversiktsplan for området. Selve planleggingsdelen er derfor gitt en generell form som skal foreslå aktuelle tiltak som kan videreføres i detaljplanleggingen. Økonomiske forhold er ikke trukket inn i planen. En vassbruksplan vil normalt bli utarbeida av et team med fagfolk fra ulike fagmiljø, der folk med forutsetninger for å vurdere de økonomiske konsekvenser av tiltak blir trukket inn. Det har ikke vært mulig innenfor rammen av denne hovedoppgaven å trekke inn folk med slik bakgrunn.

Under arbeidet har det framkommet en rekke forhold som har satt begrensninger for hvor omfattende planen kunne bli. For det første bør tidsfaktoren nevnes. Under utarbeidelsen av en vassbruksplan kommer en i kontakt med mange fagfelt og et semester er kort tid for å utarbeide en slik plan. Fagfeltet "vassbruksplanlegging" er også svært nytt og en mangler et faglig miljø med erfaring å støtte seg til. Data-grunnlaget for vassdraget har vært stort, men for usammenhengende og lite retta mot bruk i en vassbruksplan. Til slutt bør det også nevnes at det har vært liten mulighet for befaringer i planområdet da beliggenheten i forhold til Ås har satt sine begrensninger. Dette har vanskeliggjort en del vurderinger, selv om den telefoniske kontakten vi har hatt med forurensningmyndighetene som kjenner forholdene i vassdraget godt har hjulpet en del på dette.

## I PLANOMRÅDET - GENERELL BESKRIVELSE.

### 1. GEOGRAFISKE FORHOLD.

Planområdet innbefatter Leksdalsvatnets og Figas nedbørsfelt som ligger i Verdal og Steinkjer kommuner, Nord-Trøndelag fylke. (se fig. 1)

Planområdet dekker et areal på 322 km<sup>2</sup>, hvorav Leksdalsvatnets nedbørfelt utgjør 175 km<sup>2</sup>.

Arealtype	Areal km <sup>2</sup>	Areal i prosent
Utnark	262.6	81.7
Dyrka mark	37.5	11.7
Leksdalsvatnet	21.5	6.6

Tabell 1. Arealfordelingen i planområdet.

Hele nedbørfeltet er inndelt i delnedbørfelt (se fig. 2). Inndelingen følger i størst mulig utstrekning tilførselsbekkenes dreneringsområder.

### 2. NATURGRUNNLAGET.

#### A. Geologi.

Berggrunnen i planområdet består for det meste av sandsteinsbergarter. I de vestre delene av dette sandsteinsbeltet er bergarten svært feltspatisk, mens den i den østre delen er mer rik på finstoff.

Kvartærgeologien for de viktigste jordbruksområdene i planområdet er preget av siste nedsmeltingsperiode. Mesteparten av jordbruksområdene ligger under marin grense som varierer fra rundt 170 m til 180 m.o.h. Under marin grense finner vi marine leirer og mindre partier med aggradasjonssedimenter. Vi finner også mindre partier med fluviale avsetninger, den største i Lundselvdeltaet. Israndavsetninger kan følges gjennom deler av landskapet mens de andre steder kan være helt eller delvis dekket av marine avsetninger. De øverste isrand-deltaene trer tydelig fram ved marin grense, særlig i Lundsalen, mens de største avsetningene finnes ved sør-

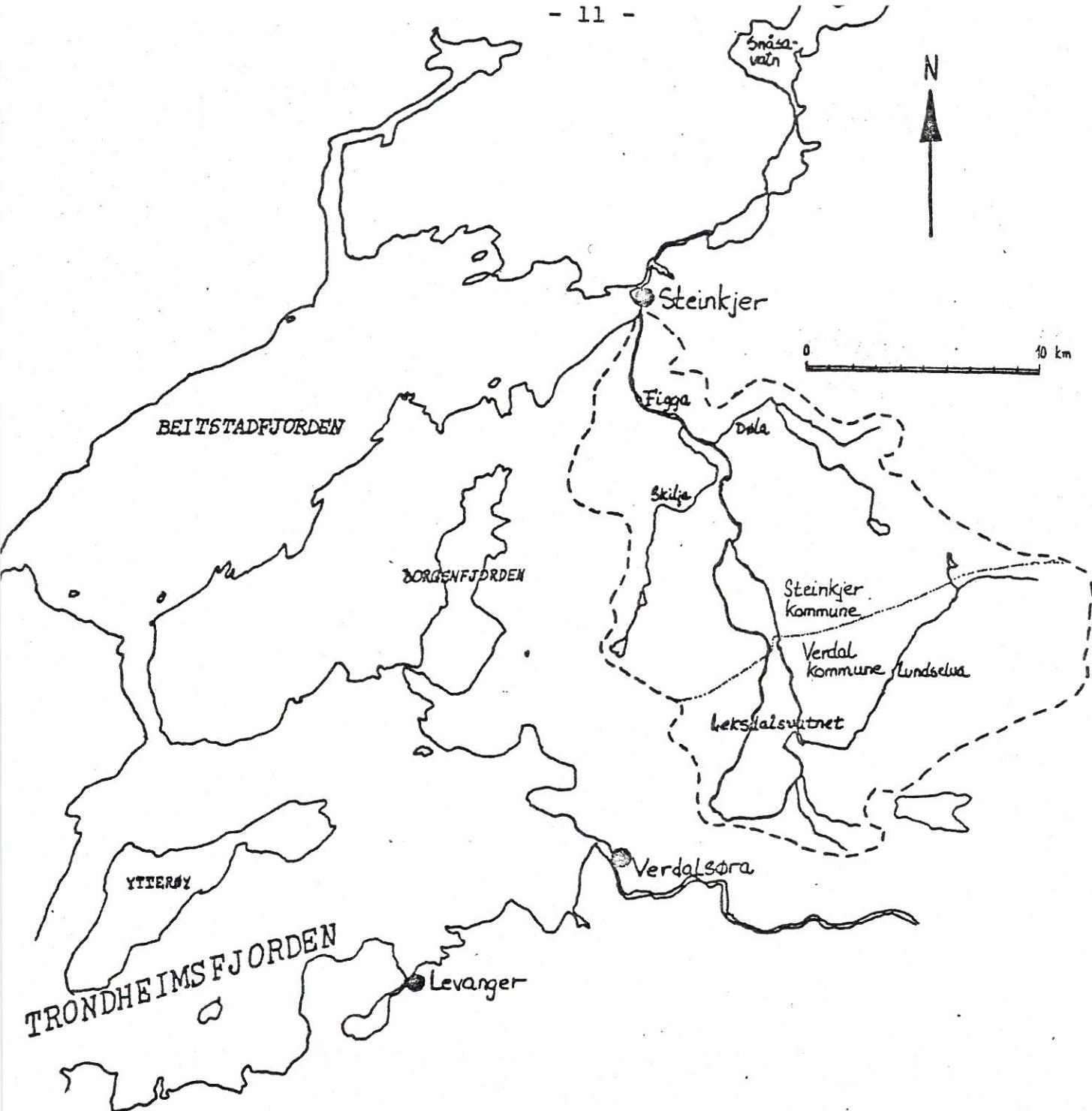


Fig. 1. Planområdets regionale beliggenhet.

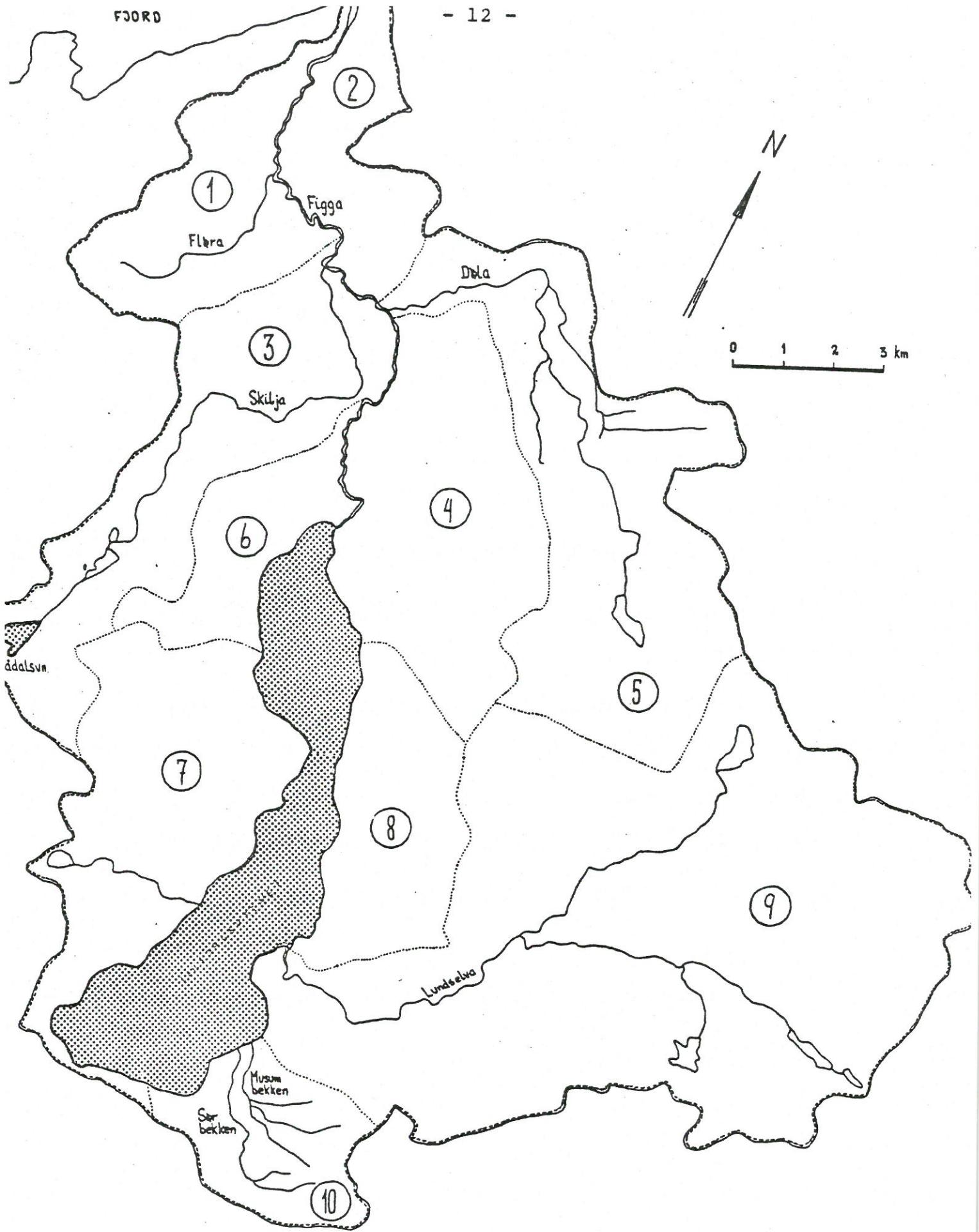


Fig. 2. Inndeling av planområdet i de ulike delnedbørfelt.

enden av vatnet og ved Henning sentrum. Over marin grense har vi tynne eller usammenhengende bunnmorener.

B. Vegetasjon.

Utmarka i de lavere delene av området er dominert av granskog. De høyere partiene er prega av store myrarealer, særlig i den østre delen, med en del glissen granskog. De høyeste partiene ligger over tregrensa.

C. Klima.

Nedbøren i området varierer fra Steinkjer som ligger ved havoverflaten, til de høyeste partiene på over 500 m.o.h. Årsnormalen for en stasjon plassert i nordenden av Leksdalsvatnet (Elvestad) ligger på 970 mm for perioden 1931-60.

Middeltemperaturen for vekstsesongen, dvs. mai - september, er for Verdal i perioden 1931-60 beregna til  $11.8^{\circ}\text{C}$ . Månedsmiddeltemperaturen ligger under  $0^{\circ}\text{C}$  i perioden desember til mars. Om vinteren er som regel området dekka av et permanent snødekket og snøsmeltinga foregår normalt i løpet av april.

Fordampingen i området ligger rundt 300 mm i året.

**3. AKTIVITETER I PLANOMRÅDET.**

A. Befolking og arealfordeling.

Det bor totalt 2.229 mennesker i planområdet. De fleste av disse bor spredt eller i klyngebebyggelse. På Lerkehaug finnes et mindre boligfelt.

Område nr.	Befolknings tall	Tot. areal km <sup>2</sup>	Befolknings-tetthet ant./km <sup>2</sup>	Utmark km <sup>2</sup>	Dyrka mark km <sup>2</sup>
1	137	13.9	9.9	8.2	5.7
2	686	10.0	68.6 *	7.5	2.6
3	130	36.7	3.5	31.7	5.0
4	305	24.3	12.6	17.7	6.6
5	105	34.2	3.1	30.7	3.5
6	123	9.6	12.8	6.8	2.8
7	144	25.5	5.7	23.8	1.8
8	109	14.1	7.7	12.6	1.4
9	215	84.4	2.6	80.9	3.9
10	275	10.1	27.2	6.2	4.3

Tabell 2. Befolknig og arealfordeling innen delnedbør-feltene.

Kilder befolkning: Generalplankontor i Verdal og Steinkjer

Kilder dyrkamark: Landbrukskontor i Verdal og Steinkjer

\* Innbefatter Lerkehaug tettsted.

#### B. Jordbruk.

Det drives et intensivt jordbruk i hele planområdet. Jordbruksområdene er for en stor del lokalisert til områder med marine leirer. Den vanligste driftsformen er melkeproduksjon, mens det i enkelte områder er mer vanlig med gris og korn. Den vanlige bruksstørrelsen for selvstendige bruk i Leksdalen er fra 80 - 150 daa, mens bruksstørrelsen nedover langs Figga er noe større, 150 - 200 daa.

TABELL 3. Data for jordbruket i planområdet.

Område nr.	Ant. bruk	Ant. bruk med bare korn og gr.saker	Fordeling av dyrka jord (daa og %) Eng + beite	Dyrka mark i % av tot areal	Ku	Ant. husdyrfø	Dyretall pr. km <sup>2</sup>	Dyrkbar jord daa
			Åker		Ungfe	Gris	Kuenheter y	Gris
1	33	9	1885 (33)	3830 (67)	41.1	233	404	15.2
2	19	11	420 (16)	2150 (84)	25.6	31	49	4.0
3	37	10	1920 (38)	3100 (62)	13.7	301	494	3.4
4	57	24	2250 (34)	4350 (66)	27.2	159	277	3.4
5	24	14	1430 (41)	2020 (59)	10.1	140	166	3.0
6	24	7	880 (31)	1920 (69)	29.1	97	175	2.9
7	17	5	1260 (70)	540 (30)	7.1	123	189	2.5
8	22	1	1310 (91)	125 (9)	10.2	115	113	2.5
9	39	10	2650 (69)	1200 (31)	4.6	250	298	2.5
10	23	7	3430 (81)	800 (19)	41.8	300	350	2.5
Hele omr.	295	98	17435 (47)	20035 (53)	14.2	1749	2515	2.5

y Kuenhet = 1 ku + 0.7 ungfe eller 3 økser

Kilde: Landbrukskontor i Verdal og Steinkjer

2) Verdal 1/1 av middels bonitet skog og 1/2 av lav bonitet

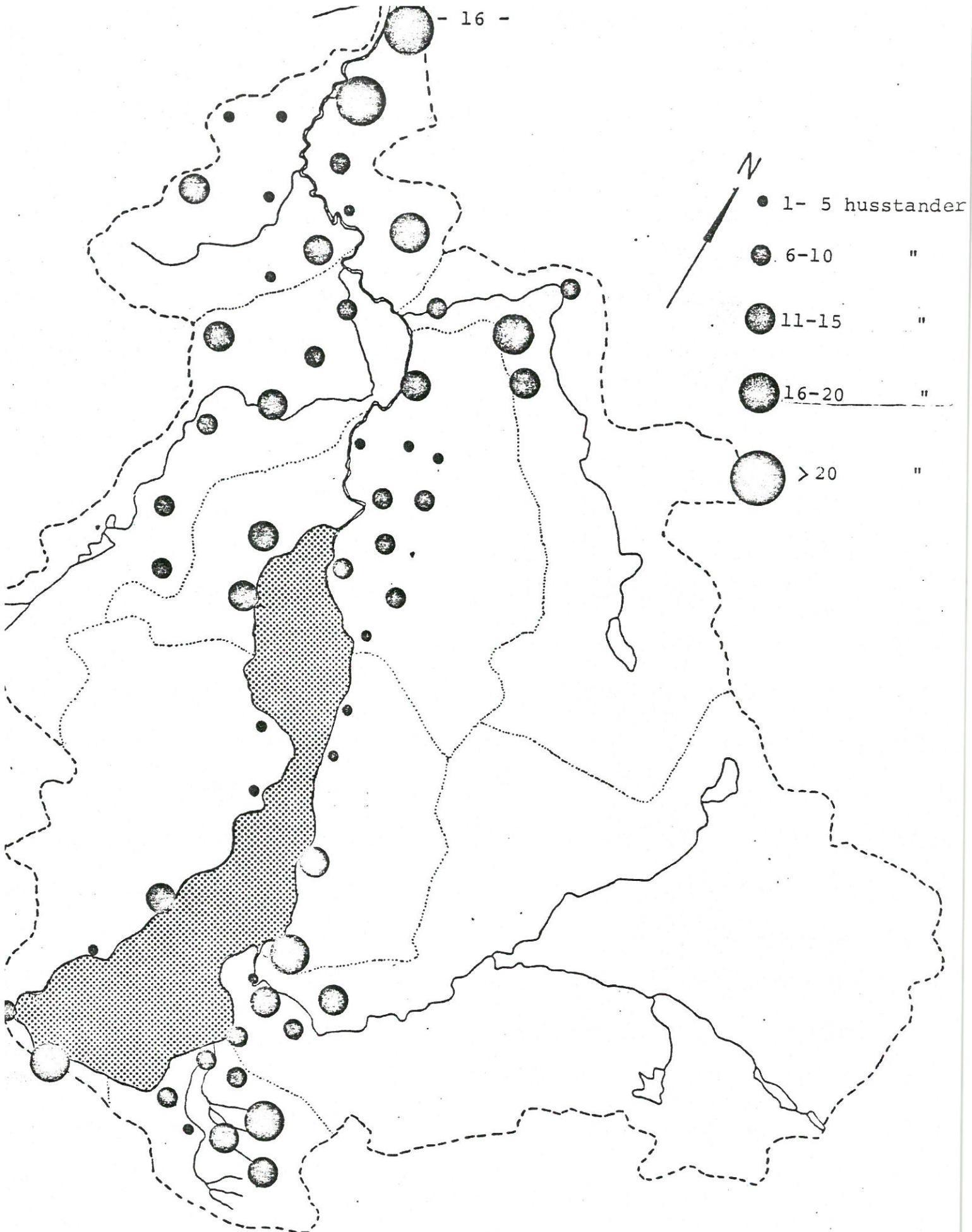


Fig. 3. Bosetningsmønstret i planområdet.

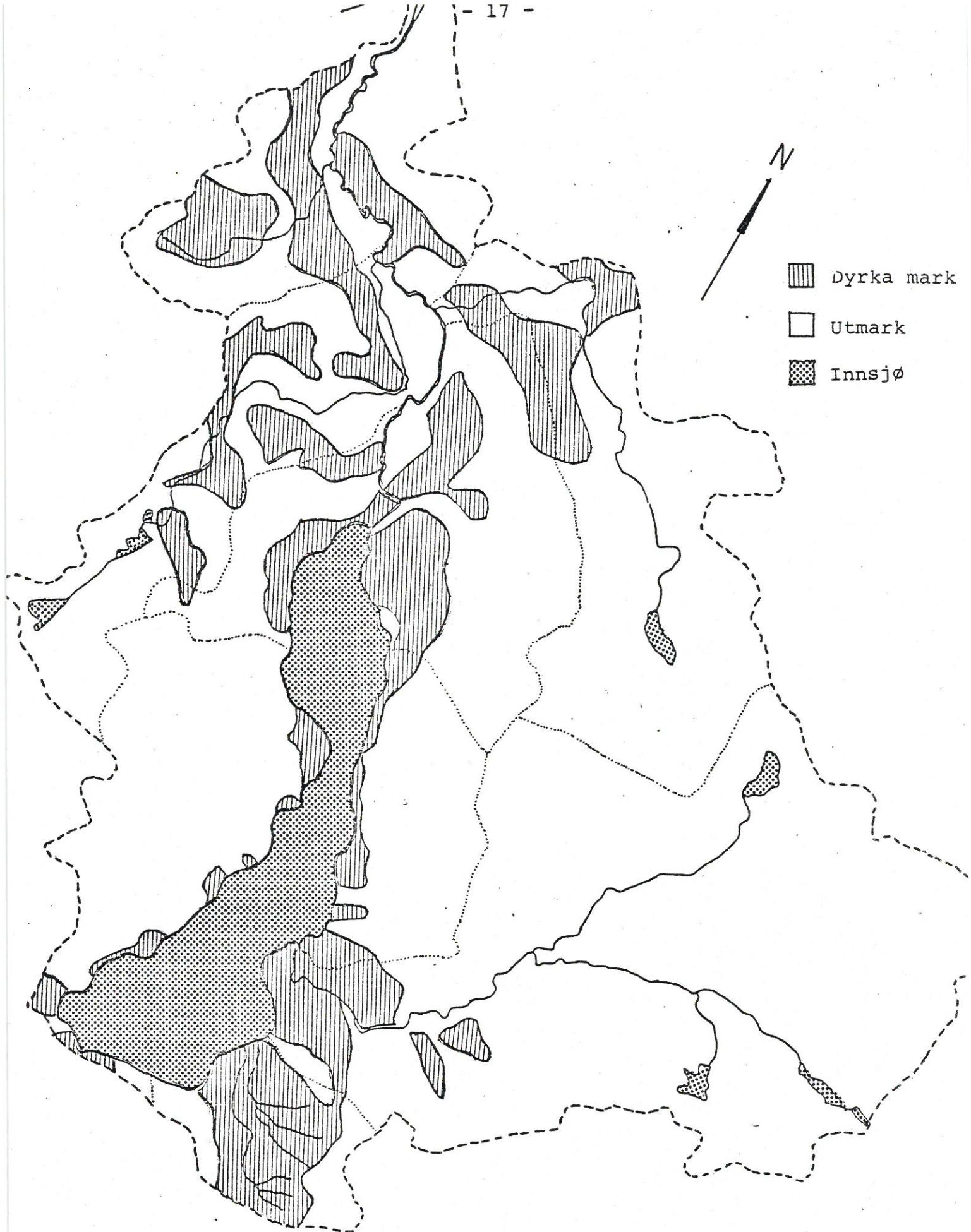


Fig. 4 Arealbrukskart for planområdet.

## II VASSRESSURSSITUASJONEN.

### 1. HYDROLOGI.

#### A. Generell beskrivelse av klima og hydrologi i planområdet.

Innenfor planområdet finnes store topografiske forskjeller. I de østlige områdene finner vi store høydedrag med utmarksarealer. Høyden over havet varierer her fra vel 300 m til over 500 m. I de vestlige områdene ligger et mindre høydedrag som går over 400 m.o.h., ellers er det stort sett lavere partier fra 150 m og nedover. Leksdalsvatnet ligger på rundt 70 m.o.h., terrenget faller bratt ned mot vatnet i de midtre partiene mens det i nordenden og sydenden faller slakt. Langs Figga faller terrenget slakt ned mot fjorden.

De store variasjonene i topografi gir lokale variasjoner i klima og hydrologi innenfor planområdet. De høyreliggende partiene får større nedbør og en lavere fordamping (jfr. lavere temperatur) enn de lavereliggende partiene. Dette gir seg utslag i avrenningen, i de høyeste partiene er den opp mot 1.000 mm i året mens den ved Figgas utløp i fjorden er vurdert til rundt 750 mm. For den videre bruk av avrenningstallene er det derfor beregna lokale verdier for dyrka jord og utmark innen de forskjellige delnedbørfeltene.

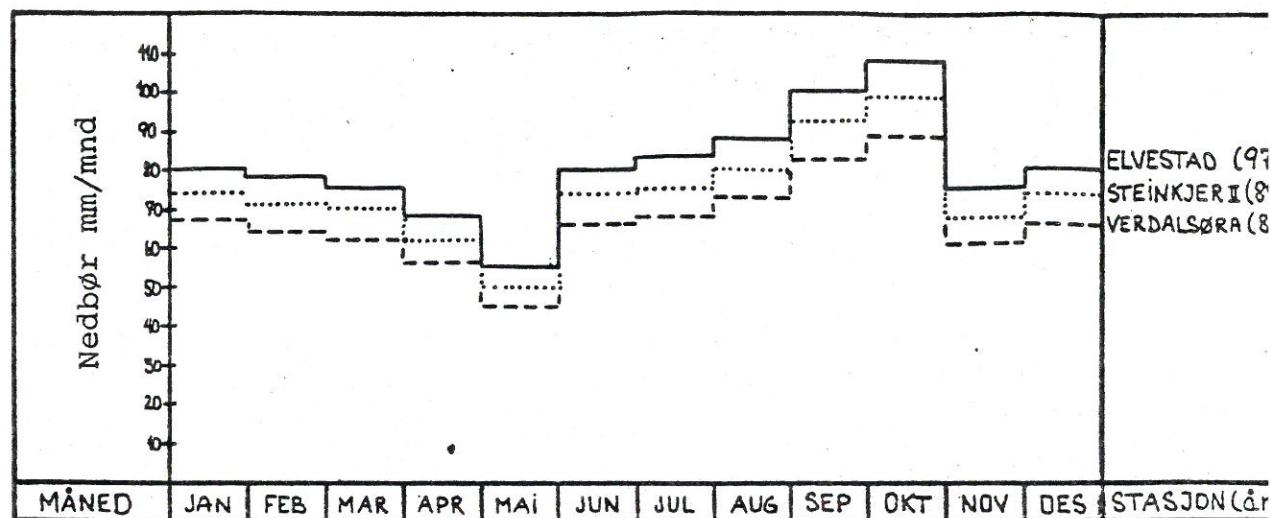
#### B. Tilgjengelige data.

##### a. Klimadata.

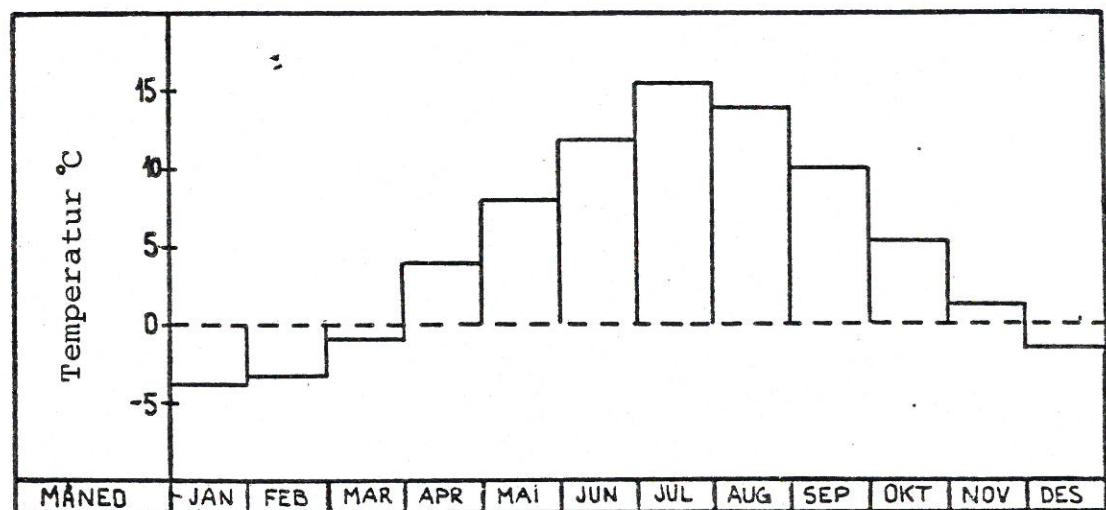
Det er tatt med tre nedbørs-stasjoner, Elvestad (70 m.o.h.) som ligger ved nordenden av Leksdalsvatnet, Verdalsøra (7 m.o.h.) og Steinkjer II (7 m.o.h.). Ved beregning av avrenning innenfor planområdet har tallene for Elvestad blitt benyttet. Denne nedbørs-stasjonen har gått fra 1962 til 1966 og disse målingene er blitt omregna til nedbørsnormal 1931-1960 av Det norske meteorologiske institutt.

Den nærmeste værstasjonen som måler temperatur er Verdal. Verdiene er middeltemperaturer for normalperioden 1931-60.

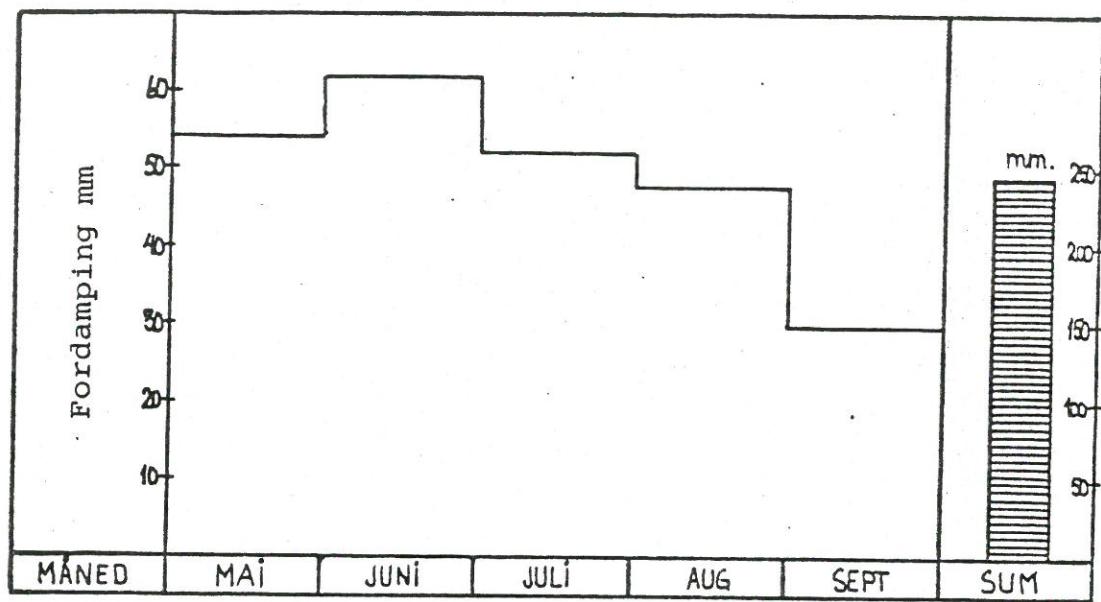
Verdiene for fordamping baserer seg på målinger av fordamping fra fri vassflate i perioden 1967-1972 på Sulstua. Målingene er utført som en del av et program for Den internasjonale hydrologiske dekade, IHD, 1965-1974.



Figur 5. Normalnedbør 1931-60 for hver måned for Elvestad 70 m.o.h., Verdalsøra 7 m.o.h. og Steinkjer II 7 m.o.h. (2)



Figur 6. Middeltemperatur for hver måned for Verdal værstasjon (nå nedlagt) for normalperioden 1931-60 (Kilde: DNMI).

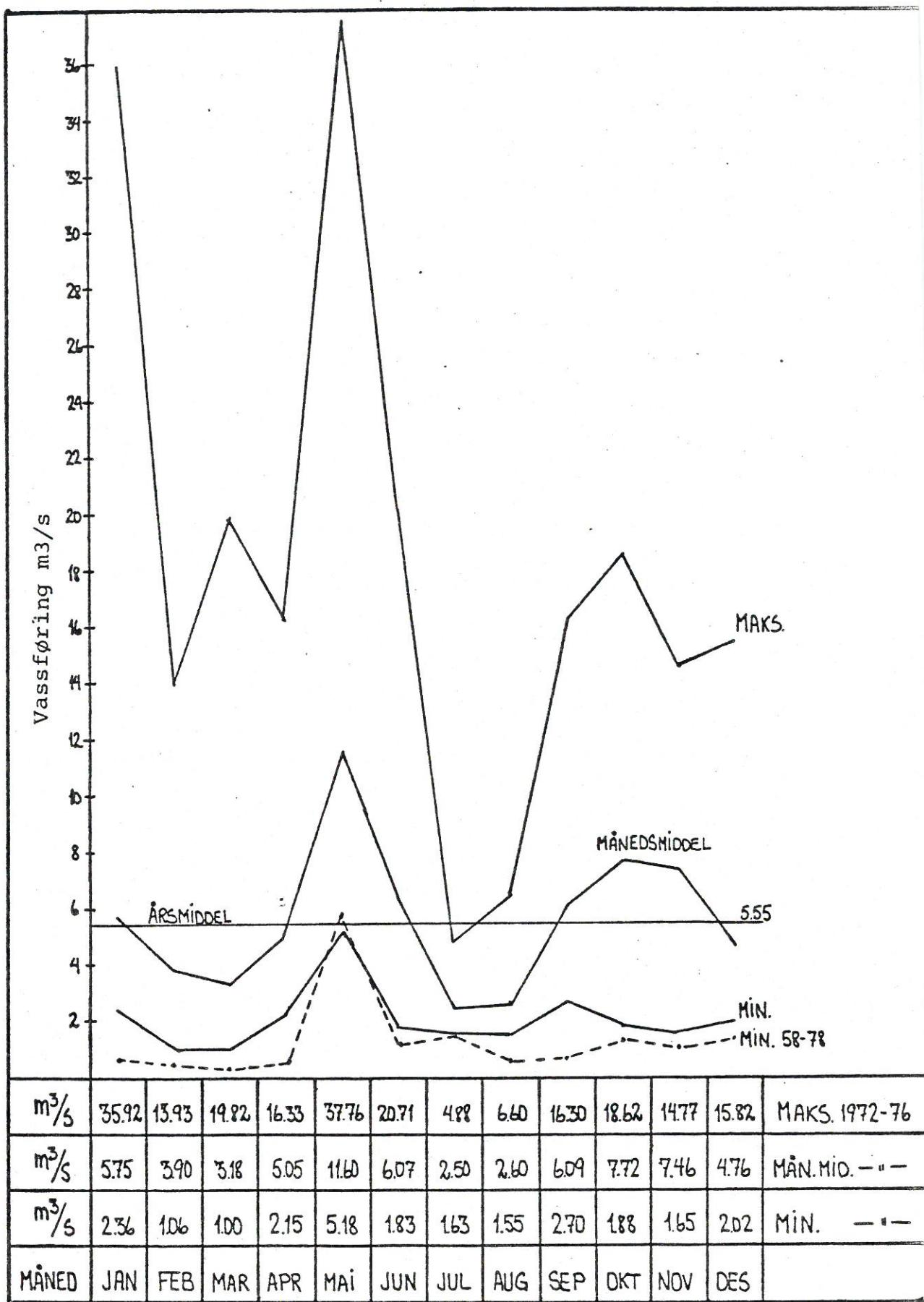


Figur 7. Midlere månedsverdier og summen av disse for for-damping fra fri vassflate i vekstsesongen for Sulstua 251 m.o.h.

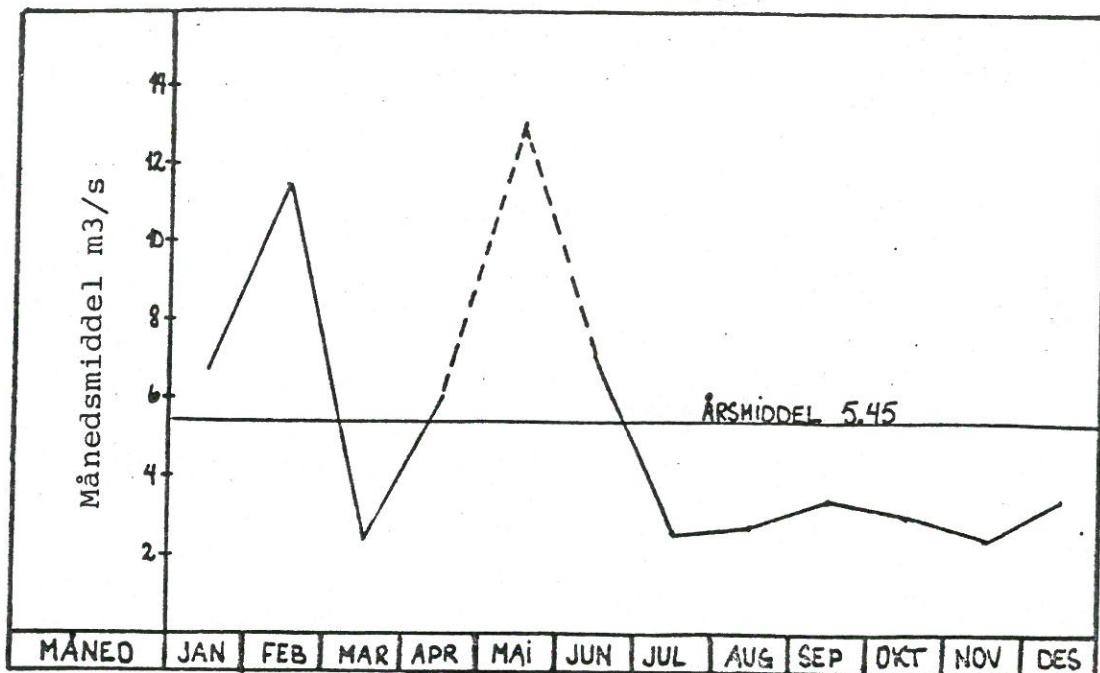
b. Avrenningsdata.

I 1972 ble det av NVE oppretta eget vassmerke ved utløpet av Leksdalsvatnet. Normalavrenningen i figur 8 er basert på direkte avlesninger 1972-76, med unntak av den ene kurven for minste 5-døgnsmiddel som viser sammenlignende avløp 1958-78 med basis i Grunnfoss vassmerke i Verdalselva. (1)

Figur 9 viser avrenningen fra Leksdalsvatnet i 1981. Da det bare var to observasjoner i perioden fra 12/5 til 5/6 1981 er kurven for april til juni stipla. Verdiene er framkommet ved interpolering mellom de observerte vass-standshøydene, deretter er vassføringstabellen for vassmerket benyttet for å beregne vassføringen.



Figur 8. Årsmiddel, månedsmiddel, minste og største 5-døgnsmiddel for perioden 1972-76 og minste 5-døgnsmiddel (sammenlignende avløp) for perioden 1958-78 for vassmerke Leksdalsvatnet.



Figur 9. Vassføringen i Figga ved vassmerke Leksdalsvatnet i 1981.

Det er i et normalår to dominerende flomperioder i Figga, en vårfлом i mai i forbindelse med snøsmeltinga og en høstflom i oktober-november som henger sammen med den høye nedbøren i september-oktober (se figur 5).

Vassføringen i 1981 ga et normalt årsmiddel, men fordelingen over året avvek fra normalen. Det var en stor flom i februar, i forbindelse med mildvær og regn, mens høstflommen helt manglet.

På grunnlag av avløpsmålinger fra Leksdalsvatnet kan en for Leksdalsvatnet sitt nedbørsfelt beregne det midlere spesifikk avløp i  $l/s \times km^2$ . Med et avløp på  $5.55 m^3/s$  i gjennomsnitt for året og et totalt nedbørsareal på  $196.5 km^2$  (Leksdalsvatnets nedbørsfelt + areal av Leksdalsvatnet) gir dette et midlere spesifikt avløp på  $28.2 l/s \times km^2$ .

NVE's isohydatkart fra 1958 viser et midlere spesifikt avløp for området på  $35 l/s \times km^2$ . Ut fra målingene av avløpet fra Leksdalsvatnet og våre beregninger på grunnlag av nedbør og fordamping (se pkt. C) kan en slå fast at NVE sin koefisient er altfor høy.

c. Data for Leksdalsvatnet.

Høyde over havet	m	68
Overflateareal	ha	2150
Største dyp	m	25
Middeldyp	m	14
Volum	m <sup>3</sup>	300 x 10 <sup>6</sup>
Midlere vasstilførsel	m <sup>3</sup> /s	5.55 *)
Årlig vasstilførsel	m <sup>3</sup>	175 x 10 <sup>6</sup>
Teoretisk oppholdstid	år	1.8

Tabell 4. Morfometriske data for Leksdalsvatnet (5) (1)

\*) Denne verdien er henta fra avløpsmålinger ved vassmerke Leksdalsvatnet 1972-76. I andre publikasjoner er det brukt andre tall for midlere vasstilførsel, og det gir da også andre tall for årlig vasstilførsel og teoretisk oppholdstid. Vi baserer våre tall på direkte avløpsmålinger, NVE's for høye koeffisient for midlere spesifikt avløp (se pkt. b) kan være grunn til at høyere verdier er brukt andre steder.

C. Hydrologien innen delnedbørfeltene.

Det er for utmark og dyrka jord innen de forskjellige delnedbørfeltene regna ut en lokal nedbørshøyde. Normalnedbøren på Elvestad er for hvert område korrigert med et tillegg/fratrekk ut fra en anslått gjennomsnittshøyde for området. Korreksjonsfaktoren som er benytta er 5% pr. 100 dvs. at et område som er anslått til å ligge 100 m over Elvestad får et tillegg på 5% i nedbør. 10% korreksjon for vindfeil er lagt til (4).

Den aktuelle fordampingen for de forskjellige områdene er vurdert på bakgrunn av tallene for fordamping fra fri vassflate for Sulstua og i samråd med Meteorologisk institutt.

Avrenningen er definert som differansen mellom nedbør og fordamping.

Felt		Korrigert nedbør mm	Ansatt for-damping mm	Avrenning pr. år mm
1	Dyrka	1050	300	750
	Utnark	1140	300	840
2	Dyrka	1050	300	750
	Utnark	1140	300	840
3	Dyrka	1100	300	800
	Utnark	1170	300	870
4	Dyrka	1070	300	770
	Utnark	1170	300	870
5	Dyrka	1070	300	770
	Utnark	1230	250	980
6	Dyrka	1070	300	770
	Utnark	1070	300	770
7	Dyrka	1070	300	770
	Utnark	1170	250	920
8	Dyrka	1070	300	770
	Utnark	1200	250	950
9	Dyrka	1100	300	800
	Utnark	1230	250	980
10	Dyrka	1100	300	800
	Utnark	1100	300	800

Tabell 5. Beregna nedbør, fordamping og avrenning for del-nedbørfeltene. Verdiene er avrunda ut fra sikkerheten i anslagene.

For å vurdere påliteligheten av disse beregningene kan en ut fra disse beregne hva de tilsvarer uttrykt i midlere spesifikt avløp for Leksdalsvatnet sitt nedbørfelt og deretter sammenligne denne verdien med det målte midlere spesifikke avløp. (se pkt. B)

- Normalnedbør Elvestad 70 m.o.h.	970 mm
- Korreksjon for høyde	1080 mm
• anslått gjennomsnittlig høyde for Leksdalsvatnet sitt nedbørfelt: 300 m	
• 5% tillegg for hver 100 m = 11,5% tillegg	
- Korreksjon for vindfeil 10% tillegg	1190 mm
- Gjennomsnittlig fordamping i nedbørfeltet, anslag	270 mm
- Gjennomsnittlig avrenning: 1190 mm - 270 mm	920 mm

920 mm avrenning tilsvarer et midlere spesifikt avløp på 29,2 l/s x km<sup>2</sup>. Dette viser godt samsvar med det målte midlere spesifikke avløp og indikerer at de verdiene for avrenning som vi har anslått for de enkelte delnedbørfeltene ut fra korrigert nedbør og fordamping er gode.

## 2. UTTAK AV VATN.

### A. Oversikt over de viktigste vassutakene i planområdet.

#### Verdal Vassverk.

Dette er det største vassverket. Uttaket ligger på ca. 85 l/s, det vil si ca.  $2,6 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/år. Uttaket fra Leksdalsvatnet skal være i 5 år fra mars 1982, og er godkjent som midlertidig vasskilde. Vatnet pumpes ut av sjøen ved Støa som ligger i sørrenden og ut av nedbørfeltet hvor det siles og klareres. Senere skal det fullrenses. (1)

#### Henning Vassverk.

Dette ligger i nordenden og forsyner 35 husstander i Henningsentrum. Vassbehandlingen består av svak-klorering. Vassverkets forbruk ligger på ca. 12.000 m<sup>3</sup>/år.

#### Lysheim Vassverk.

Vassverket er lite, ligger i nordenden av Leksdalsvatnet og forsyner ca. 10 husstander. Årsproduksjonen er på ca. 3.300 m<sup>3</sup>/år, og vatnet UV-behandles.

Vegmo Vassverk.

Også dette vassverket er lite og forsyner ca. 10 husstander uten at vatnet behandles. Årsproduksjonen er ca. 3.300 m<sup>3</sup>/år.

Inderøy kommune.

Fra 1.1.1980 har Inderøy kommune rett til å ta ut maksimum 36 l/s fra Vådalsvatnet. (1)

Andre vassuttak.

Det foregår uttak av vann fra små tjønner organisert i private vasslag. Det kan også være private brønner eller bekker som tjener som vassforsyning. Det er også en del enkeltuttak fra Leksdalsvatnet.

Vassverk	Verdal	Henning	Lysheim	Vegmo
Antall abonenter (husstander)		35	10	10
Årsproduksjon (m <sup>3</sup> )	$2,6 \times 10^6$	12.000	3.300	3.300
Reguleringsmagasin	Leksdalsvatnet	Leksdalsvatnet	Leksdalsvatnet	Leksdalsvatnet
Nedbørfelt (km <sup>2</sup> )	175	175	175	175

Tabell 6. Oversikt over de viktigste vassverkene i Leksdalsvatnet.

B. Virkningene av vassuttak.

Sammenlignet med Verdal Vassverk er Henning, Lysheim og Vegmo Vassverk for ubetydelige å regne.

Vassdrags- og havnelaboratoriet har konkludert med at uttak av 85 l/s fra Leksdalsvatnet ikke vil ha merkbar innflytelse på vassstanden. I ekstremt lange tørkeperioder (2-3

mnd.) vil vassføringen i Figga reduseres med ca. 5% ved enden av denne perioden, se tabell 8. (1)

Vassføring i Figga	Senket Leksdalsvatnet
1 m <sup>3</sup> /s minkende til 0,915 m <sup>3</sup> /s	1,5 cm etter ca. 45 døgn
3 " " " 2,915 "	1,0 " " " 37 "
5 " " " 5,915 "	0,8 " " " 32 "
10 " " " 9,915 "	0,6 " " " 22 "
20 " " " 19,915 "	0,4 " " " 10 "

Tabell 7. Senket vass-stand i Leksdalsvatnet ved uttak av 85 l/s. Utgangspunktet for beregningene er en stabil tilløps-/avløpssituasjon i hele perioden.

Vassføring i Figga	Redusert vassføring i % av uttak 85 l/s
1 m <sup>3</sup> /s	8,5%
3 "	2,8%
5 "	1,7%
10 "	0,8%
20 "	0,4%

Tabell 8. Prosentvis reduksjon av vassføringen i Figga ved uttak av 85 l/s vatn til Verdal kommune. (1)

### 3. FORURENSNINGSTILFØRSLER TIL VASSDRAGET.

#### A. Teoretisk bakgrunn for beregningene.

##### a. Diffus avrenning.

I planområdet er det blitt skilt mellom diffus avrenning fra dyrka jord og utmark. Det er beregna årlig tilførsel av fosfor og nitrogen fra hvert enkelt delnedbørsfelt.

##### - Dyrka jord.

Stofftransporten fra dyrka jord som følge av diffus avrenning avhenger av mange faktorer. Avrenningsmengde, nedbørskvalitet, topografi, jordart, geologi, menneskelig aktivitet og arealbruk vil virke inn på hvor mye stoff som transporteres fra arealene til vassdraget. Topografi, jordart, geologi, menneskelig aktivitet og arealbruk vil variere noe innenfor planområdet og medføre lokale forskjeller i stofftilførslene. Det har ikke vært mulig å korrigere for disse variasjonene. Nedbørskvaliteten er lik i hele planområdet, mens det er korrigert for ulike avrenningsmengder.

Over halvparten av den dyrka jorda er åker. Ved vår- og høstflom vil det føres bort store mengder fosfor ved erosjon fra disse arealene. En stor del av dette vil være partikulært bundet, mens 20-30% foreligger som løste fosforforbindelser (15). Mengden vil variere med avrenningsmønster og avrenningsintensitet, dvs. fordelingen av overflatevatn i forhold til grøftevatn. Fra eng vil en større del av fosforet (50-60%) renne av som løste fosforforbindelser ved overflateavrenning. Mye av dette fosforet stammer fra plantemateriale som fryser i stykker og lekker fosfor. For grøftevatn er innholdet av løste fosforforbindelser anslått til 50% (15).

Algene kan nytte løste fosforforbindelser under veksten. Man vet i dag ikke i hvor stor grad algene kan nytte partikulært bundet fosfor, bare at effekten er lavere enn for løste fosforforbindelser. Man vet heller ikke i hvor stor grad dette fosforet blir tilgjengelig på lang sikt ved frigjøring fra sedimentene. Det man vet er at man ikke

bare må vurdere størrelsen av fosfortallet, men også vurdere hvilken form fosforet foreligger på.

Beregningsmåten for tilførsler av nitrogen og fosfor fra dyrka mark ved diffus avrenning bygger på målinger av stofftransport i et felt i Verdal utført av Institutt for Hydroteknikk, NLH i '73 -'74 (6). Dette feltet grenser inntil planområdet i sør-vestenden av Leksdalsvatnet ved Vist. Det er her målt total stoffkonsentrasjon i enbekk som renner ut av feltet, og prøvene er tatt over hele året. Disse målingene gir et godt grunnlag til å regne ut transporten av nitrogen og fosfor i planområdet. En bruker en konsentrasjon i avrenningsvannet for dyrka mark etter at en har korrigert for utmark og punktkilder og regna den om til 100% gjødsela mark (se nederst).

Korreksjonen framkommer ved at en bruker en stoffkonsentrasjon for avrenning fra utmark og regner ut hvor mye stoffavrenning som kommer fra utmark. Dette trekkes fra den målte konsentrasjonen på grunnlag av opplysninger om jordbruk og befolkning regnes det ut hva punktkildene i feltet representerer. Dette trekkes også fra den målte konsentrasjonen. Igjen har en da bidraget ved diffus avrenning. Da målingene i bekken representerer avrenningsvannet fra hele feltet, må en regne om den korrigerte verdien til 100% gjødsela mark, dvs. at en sier at hele feltet skal bestå av gjødsela mark. En har da fått en verdi for stoffkonsentrasjonen som er representativ for diffus avrenning fra dyrka jord.

Tilførslene av nitrogen og fosfor til vassdraget er blitt beregnet ved å multiplisere avrenningen innen hvert delnedbørfelt (se pkt. C) med areal og den målte korrigerte gjennomsnittlige stoffkonsentrasjonen i avrenningsvannet. En har da fått et uttrykk for den årlige nitrogen- og fosfortilførselen fra dyrka jord til vassdraget i et normalår. Det er regnet ut tilførsler fra hvert delnedbørfelt for å kunne vurdere forurensingssituasjonen lokalt i disse.

Utregning av stoffkonsentrasjoner i avrenningsvatn fra dyrka mark:

Fosfor:

- Målt gjennomsnittlig verdi for total fosforkonsentrasjon fra utmark og jordbruk  
(diffus avrenning, punktkilder) (5) 0,42 mg/l
  - Bidrag fra jordbruk (diffus avrenning) 0,416 mg/l  
 $0,015 \text{ mg/l} \cdot 0,26 + x \cdot 0,74 = 0,42 \text{ mg/l}$   
 $x = 0,416 \text{ mg/l}$   
26% utmark  
74% dyrka mark  
 $0,015 \text{ mg/l} = \text{fosforkonsentrasjon fra utmark}$
  - Punktkildene er utregna til 213 kg som tilsvarer 0,124 mg/l
  - Bidrag fra jordbruk (diffus avrenning) 0,29 mg/l
  - Omregning til 100% gjødsla mark 0,40 mg/l
- $0,29 \text{ mg/l} \cdot \frac{100}{74}$

Nitrogen:

- Målt gjennomsnittlig verdi for total nitrogenkonsentrasjon fra utmark og jordbruk (diffus, punktkilder) (5) 4,1 mg/l
  - Bidrag fra jordbruk (diffus, punktkilder) 4,0 mg/l  
 $0,5 \text{ mg/l} \cdot 0,26 + x \cdot 0,74 = 4,1 \text{ mg/l}$   
 $x = 4,0 \text{ mg/l}$   
 $0,5 \text{ mg/l} = \text{nitrogenkonsentrasjon fra utmark}$
  - Punktkildene er utregna til 1.580 kg som tilsvarer 0,9 mg/l
  - Bidrag fra jordbruk (diffus) 3,1 mg/l
  - Omregning til 100% gjødsla mark 4,2 mg/l
- $3,1 \text{ mg/l} \cdot \frac{100}{74}$

- Utmark.

For utmarksarealene er det anslått en konsentrasjon for fosfor ut fra litteraturstudier, i samråd med Lundekvam, Institutt for hydroteknikk og på bakgrunn av forurensningsmyndighetene i Nord-Trøndelag fylke sine målinger i Lunds- elva (se tabell 17). Fosforet fra utmarksområdene foreligger mest i partikulær form. Det har ikke vært grunn til å skille utmarksarealene med tanke på fosfortilførsel da geologien er temmelig ensarta i planområdet, og den dominante fosforkilde fra utmark er forvitring av bergrunnsmateriale. Som stoffkonsentrasjon er brukt 0.015 mg P/l.

Når det gjelder nitrogentilførslene fra utmarksarealene er dette i stor grad påvirka av vegetasjonen. Det er derfor skilt mellom skog (middels og bra bonitet) og annen utmark som lavbonitet skog, grunnlendt mark og myr. De ulike arealene har fått en stoffkonsentrasjon ut fra vurdering av vegetasjon på grunnlag av økonomisk kartverk (arealbrukskart), litteraturstudier, samråd med Lundekvam, Institutt for hydroteknikk og forurensningsmyndighetene i Nord- Trøndelag fylke sine målinger i Lundselva, (se tabell 17). Det er brukt 0,5 mg N/l for skog med middels og bra bonitet og 0,3 mg N/l for annen utmark. Der delnedbørsfeltene er sammensatt av begge deler i omtrent like stor grad er 0,4 mg N/l blitt benytta.

b. Punktkilder.

Forurensningen i planområdet som kommer fra punktkilder utgjøres av

- pressaft fra silo
- sig fra gjødsellager
- avløp fra melkerom
- boligkloakk

- Pressaft fra silo.

I planområdet finnes store arealer med intensivert drevet eng, totalt dekker eng og beite et areal på 17,4 km<sup>2</sup> (se I 3 B). Bortimot hele grashøsten blir lagt i silo. Det er vanlig med to slåtter, den første i siste halvdel

av juni og den siste vanligvis i begynnelsen av august.

Ved ensileringa får en et pressafttap fra plantematerialet ved at plantesaft trykkes ut av massen pga. massens egen vekt og kunstig press. Pressafta inneholder store mengder næringsstoffer som sukker, melkesyre og aminosyrer. Mengden pressaft som avgis avhenger av grasetts utviklingstrinn, botanisk sammensetning og værforholdene før og under slåtten. Avrenninga fra siloen er som regel størst 2 - 3 døgn etter innlegging, og det meste av pressafta blir avgitt de første 14 dagene (90 - 95%) (7).

Det har i stor utstrekning vært vanlig å kvitte seg med pressafta på enkleste måte ved å lede den bort fra siloen gjennom drensledninger og grøfter, eller ved å la den infiltrere i jorda. Dette har medført betydelige problem i bekker og elver pga. det store innholdet av meget lett nedbrytbare organiske stoffer og næringssalter. Belastningen påføres ofte resipienten i perioder med lav vassføring og høy temperatur.

På bakgrunn av opplysninger om dyreholdet i planområdet er det regna ut øntatt mengde nedlagt silo. Videre er det anslått et pressafttap på 25% av innkjørt masse regna ut på vektbasis (Lundekvam pers. medd.) under normale forhold. Pressaftmengden utgjør da 1/4, ferdig silo 3/4 av innkjørt masse, dvs. pressaftmengden utgjør 1/3 av mengde nedlagt silo.

Det er vanskelig å anslå hvor mye av pressafta som når vassdraget. På bakgrunn av observasjoner som forurensningsmyndighetene i fylket har gjort og de vassanalyser som foreligger i silosesongen kan en si at situasjonen i dag er dårlig. Skal en prøve å tallfeste hvor stor del som når vassdraget er det store usikkerhetsmomenter knytta til dette. Støtter en seg til erfaringer fra Lundekvam som i '73 og '74 anslo 30% av pressafta til å nå vassdraget i det tidligere omtalte feltet i Verdal og andre lignende felt (pers. medd.) og forurensningsmyndighetenes observasjoner, synes 20% å være et rimelig anslag som ikke representerer noen av yttergrensene.

- Sig fra gjødsellager.

Det intensive husdyrholtet i planområdet medfører store mengder produsert husdyrgjødsel. Dagens store kraftfør-forbruk fører til at gjødsla blir temmelig blaut. Det er i dag blitt vanlig med felleslager for fast gjødsel og urin. Store mengder blautgjødsel skal derfor lagres gjennom vinteren, noe som krever store og tette lager.

Mange gardsbruk i planområdet har for små og utette gjødsellager. Dette medfører et sig av gjødsel ut til vassdraget, det som lekker ut er først og fremst urin.

Sig fra gjødsellagre belaster derfor vassdraget med organisk stoff, bakteriell forurensninger og næringsstoffer. Det organiske stoffet er mye mer tungt nedbrytbart enn organisk stoff fra pressaft, tilførslene er fordelt over hele året, og er derfor ikke i den grad så farlig for resipienten.

De bakterielle forurensningene fra husdyrgjødsel er store. Gjennomsnittlig antall utskilte termostabile koliforme bakterier pr. individ og døgn er for gris  $8900 \cdot 10^6$ , for ku  $5400 \cdot 10^6$ , mens tallet for menneske er  $2000 \cdot 10^6$ . Tallene for fekale streptococcer, en annen bakteriegruppe som blir brukt som indikator på fekale forurensninger, er for gris  $230.000 \cdot 10^6$ , ku  $31.000 \cdot 10^6$  og menneske  $450 \cdot 10^6$  (14). Dette viser at grisegjødsel inneholder større mengder av de bakteriegrupper som kan medføre fekale forurensninger enn kugjødsel.

Innholdet av næringsstoffer varierer med dyreslag og konsistens på gjødsla. Dagens blautgjødsel inneholder mye mer lett nedbrytbart nitrogen enn vanlig fast gjødsel, mens fosforinnholdet er lavere. Blaut gjødsel fra gris inneholder dobbelt så mye fosfor som blaut gjødsel fra storfe, mens innholdet av lett nedbrytbart nitrogen ( $\text{NH}_4\text{-N}$  og  $\text{NO}_3\text{-N}$ ) er ca. 20% høyere (13). Dette kan forklares med et høyere kraftfor-bruk til gris, noe som også medfører at gris-gjødsla blir svært blaut.

I planområdet er det regna med at 1% av fosforet og 5% av nitrogenet når vassdraget ved sig fra gjødsellager av det som blir produsert. Tallene baserer seg på de erfaringer og målingene som Lundekvam ved IHT - NLH har gjort (pers. medd.). Prosentandelen er større for nitrogen fordi urin er mer rik på nitrogen enn fast gjødsel. For svinegjødsel er det regna med at 2% av produsert fosfor når vassdraget, dette pga. større P-innhold i svineurin/blautgjødsel.

Det blir i planområdet produsert noe gjødsel fra sau. Da denne gjødsla har en fastere konsistens enn storfe- og svinegjødsel og mengdene gjødsel i vår sammenheng blir små, har vi sett bort fra dette bidraget.

- Avløp fra melkerom.

Avløp fra melkerom representerer en forurensningskilde i distrikt med melkeproduksjon. Ved vasking av melkeanlegg brukes fosfatholdige vaskemidler i kombinasjon med syre. Avløp fra melkerom er derfor først og fremst en fosfor-kilde. Det er ingen forskrifter i dag som påbyr spesielle avløpsanlegg fra melkerom, og vanligvis går disse enten i septiktanker, grøfter eller er kopla inn på drensledninger. Noen særlig renseeffekt kan en derfor ikke regne med.

Analyser av vaskemidlene viser at mesteparten av fosforet foreligger som vassløselig polyfosfat. Prøver av avløpsvatnet har gitt et gjennomsnittlig innhold av orthofosfat på 70%. Det er derfor grunn til å tro at mesteparten av polyfosfatet etter av stund blir spalta til orthofosfat, dvs. blir tilgjengelig for algene (10).

Hvor mye fosfor som tilføres vassdraga fra melkerom avhenger av doseringsmender, buskapsstørrelse, type melkingsanlegg og hvordan avløpet er ordna.

Det er i dag bare fosfatfattige vaskemidler i handelen. Disse inneholder 2,4% P og brukes i kombinasjon med syre. Målinger fra melkeromsavløp der fosforfattig MIM-kombi har vært brukt i riktig kombinasjon med MI-syre har vist en total fosformengde i avløpet på 0,126 kg P/ku/år. (10).

Under utregning av fosfortilførsel fra melkeromsavløp i planområdet har denne koeffisienten blitt brukt. Vi har ikke funnet grunn til å regne med noe vesentlig fosforrensing i avløpet.

- Boligkloakk.

Som et gjennomsnitt regner en med en produksjon på ca. 2,5 g P/d/pers. Her vil omlag 60% være fra vassklosett, ca. 30% fra vaskemidler og ca. 10% fra andre kilder. For N regner en med en produksjon på ca. 12 g N/d/pers. Innholdet av organisk materiale er i gjennomsnitt 75 mg O/l. I tillegg inneholder boligkloakk fekale forurensninger (12).

En del kloakk må en regne med går rett i resipienten via ledningsnettet. Mange av avløpsanleggene er mangelfulle, slik at i perioder med stor avrenning vil mye kloakk ende opp i resipienten som indirekte utslipps. Hvor mye som når resipienten vil være avhengig av topografi, jordart, anleggets tilstand, avstand fra resipient og avrenning.

Mesteparten av fosforet i boligkloakk vil være lett tilgjengelig for algene. Det tilføres resipienten jevnt over hele året, og forurensningsvirkningene blir da størst om sommeren med liten vassføring og produksjonssesong for algene.

Noe av boligkloakken i planområdet har felles avløp. Avløpsvatnet fra Støa Ø. går ut av planområdet, mens det for Lysheim vil være ferdig et renseanlegg i mars 1982. Lerkehaug har en slamavskiller. Ellers dominerer private avløpsordninger som infiltrasjonsanlegg og sandfilteranlegg. Undersøkelser gjort av forurensningsmyndighetene i Nord-Trøndelag viser at svært få av disse er forskriftsmessig bygd. Videre undersøkelser viser at selv forskriftsmessige

anlegg ikke alltid virker. Her viste bare 2 av de 6 undersøkte anleggene tilfredsstillende rensing av fosfor.

Etter en samlet vurdering av situasjonen i planområdet synes det rimelig å anta en samlet rensegrad på 20% for hele planområdet. Dette gjelder for næringsstoffene nitrogen og fosfor.

c. Nedbør.

I nedbøren vil det være løst noe fosfor, men mengdene er avhengig av nedbørskvaliteten. Fosforet i den delen av nedbøren som faller på arealene inngår i fosfortransport ved diffus avrenning. Noe av nedbøren faller imidlertid direkte på Leksdalsvatnet og gir sjøen et direkte tilskudd av fosfor.

Det har ikke vært mulig å skaffe til veie nedbørskjemiske data for området. Etter samråd med Norsk Institutt for Luftforskning har en valgt å se bort fra dette fosfortilskuddet da nedbørskvaliteten i området inneholder kun små mengder fosfor.

B. Produserte stoffmengder i nedbørsfeltet.

a. Silopressaft.

Silomasse ble beregna ut fra førenheter pr. ku-enhet, ku-enheter (se tabell 3) og vekt av ferdig silofør pr. førenhet.

Erfaringstall viser at silopressaftmengden utgjør ca. 1/3 av ferdig nedlagt masse regnet på vektbasis. 1 tonn ferdig silomasse avgir 0.448 kg N og 0.128 kg P ved pressaftavrenning (9).

Område	Surfør tonn	(ferdig) *)	Pressaft tonn	N/år kg	P/år kg
1	2920		970	1310	370
2	390		130	170	50
3	3760		1250	1680	480
4	2000		670	900	260
5	1680		560	750	220
6	1230		410	550	160
7	1520		510	680	190
8	1350		450	600	170
9	3000		1000	1340	380
10	3590		1200	1610	460

Tabell 9. Beregning av ferdig nedlagt silomasse,  
produserte pressaftmengder og det totale  
innholdet av nitrogen og fosfor i disse.

\*) 1700 f.f.e./ku-enhet

6,3 kg/f.f.e. (8)

b. Beregning av husdyrgjödselmengder.

	N(kg/år/dyr)	P(kg/år/dyr)	Gjödsel(tonn/år/dyr)
Ku	84	16.8	16
Ungfe	58.0	11.8	6
Avlsgris	23.5	5.6	4.5
Slaktegris	10.4	2.5	2

Tabell 10. Produsert nitrogen og fosfor fra husdyrgjödsel i kg/år/dyr og gjödselmengder i tonn/år/dyr (8)(11)

Tallene for dyrehold i området er tatt fra tabell 3. En kan da regne ut produserte mengder gjødsel i delnedbørstfeltene og hva disse representerer av nitrogen og fosfor.

Område	Storfe-gjödsel tonn	Svine-gjödsel tonn	Storfe		Svin		Sum	
			kg N	kg P	kg N	kg P	kg N	kg P
1	6152	534	43300	8700	2800	670	46100	9400
2	790	120	5500	1100	600	150	6100	1300
3	7780	625	54300	10900	3300	780	57600	11700
4	4206	1508	29600	5900	7900	1900	37500	7900
5	3236	38	21500	4300	200	40	21700	4400
6	2606	353	18400	3700	1800	440	20200	3100
7	3102	502	21400	4300	2600	630	24000	4900
8	2518	1358	16300	3300	7100	1700	23400	5000
9	5788	2855	38500	7700	14900	3600	53400	11300
10	6900	3488	45800	9200	28700	6900	74500	16100

Tabell 11. Beregning av produsert gjødsel, nitrogen og fosfor fra storfe og svin.

C. Melkeromsavløp.

Område	Melkekyr	Kg P/ku/år	* kg P/år	* kgN/ku/år	kg N/år
1	233	0.126	29	0.34	80
2	31	"	4	"	10
3	301	"	38	"	100
4	159	"	20	"	50
5	140	"	18	"	50
6	97	"	12	"	30
7	123	"	15	"	40
8	115	"	14	"	40
9	250	"	31	"	90
10	300	"	38	"	100

Tabell 12. Beregning av nitrogen- og fosformengder i  
avløpsvatn fra melkerom.

\* Lundekvam. Forutsetter MIM - kombi (2.4% P) i veksling  
med Mf - syre (0% P) (10)

d. Boligkloakk.

Område	Befolknинг	N(g/pers/d) *	P(g/pers/d) *	N(kg/år)	P(kg/år)
1	137	12	2.5	600	120
2	686	"	"	3000	630
3	130	"	"	570	120
4	305	"	"	1300	280
5	105	"	"	460	100
6	123	"	"	540	110
7	144	"	"	630	130
8	109	"	"	480	100
9	215			940	200
10	275			1200	250

Tabell 13. Totale mengder nitrogen og fosfor i boligkloakk

\* Kilde (12)

### C. Stofftilførsler til vassdraget.

Det er utregna verdier for tilførsler av nitrogen og fosfor for de ulike delnedbørsfelt. Jordbruket bidrar med ca. 60% av fosfor som diffus avrenning, mens ca. 15% kommer fra utmark. Resten er fra punktkilder. En må regne med at en stor del av fosforet i den diffuse avrenningen foreligger som partikulært fosfor, og dermed på kort sikt mindre tilgjengelig for algene. Punktkildene derimot, særlig boligkloakk og melkeromsavløp, inneholder mye ortofosfat som er lettere tilgjengelig for algene.

Diffus avrenning står for 84% av tilførslen av nitrogenet til vassdraget, mens resten er fra punktkildene. Diffus avrenning fra jordbruket tilfører vassdraget halvparten av alt nitrogenet.

Døla i område 5 er noe mer belasta. For Skilja viser ikke gjennomsnittlig tilførselskonsentrasjon av fosfor den reelle situasjonen i bekken da vassføringen er redusert ved uttak fra Vådalsvatn. Under utregningen av gjennomsnittlig tilførselskonsentrasjon er det benytta midlere spesifikt avløp multiplisert med areal. Sammenligner en med klassifisering av forurensing graden( se pkt. D) ser en at det for de andre bekkene og elvene er god sammenheng mellom beregna gjennomsnittlig tilførselskonsentrasjon av fosfor og forurensingsgrad. Skilja viser en høyere forurensingsgrad enn forventa utfra fosfortilførselen i området, dette er forklart ved den reduserte vassføringen som fører til en oppkonsentrering av forurensingene i bekken.

Område	Diffus avrenning		Punktkilder				Sum kg P/år	Gjennomsnittlig tilförselskons mg P/l
	Dyrka mark kg P/år	Ut- mark kg P/år	Melke rom kg P/år	Gjödsel- sig kg P/år	Silo- pressaft kg P/år	Bolig kloakk kg P/år		
1	1700	100	30	100	80	100	2100	0.19
2	770	90	—	10	10	500	1400	0.17
3	1600	410	40	130	100	100	2400	0.08
4 I	740	50	10	40	20	80	940	0.19
4 II	1300	180	10	60	30	140	1700	0.11
5	1100	450	20	40	40	80	1700	0.05
6 I	620	60	10	40	20	60	810	0.17
6 II	250	20	—	10	10	30	320	0.19
7	550	330	20	60	40	100	1100	0.06
8	440	180	10	70	30	80	810	0.06
9	1200	1190	30	150	80	160	2800	0.03
10	1400	70	40	230	90	200	2000	0.24
Sum	11700	3100	220	940	550	1700	18200	

Tabell 14. Beregna fosfortilförsler til vassdraget.

4 I og 6 I drenerer til Leksdalsvatnet.

4 II og 6 II —, — Figga.

Område	Diffus avrenning		Punktkilder			Bolig-kloakk kg N/år	Sum kg N/år	Gjennomsnit tilförselsesk mg N/l
	Dyrka mark kg N/år	Ut- mark kg N/år	Melke rom kg N/år	Gjödsel sig kg N/år	Sila- pressatt kg N/år			
1	18000	3400	80	2300	260	480	24500	2.58
2	8200	3200	10	300	30	2400	14100	1.71
3	16800	13300	100	2900	340	460	33900	1.08
4 I	7800	1600	20	680	60	380	10500	2.19
4 II	13600	6100	30	1200	120	660	21700	1.43
5	11200	12000	50	1100	150	370	24900	0.78
6 I	6500	2000	20	720	70	310	9600	1.80
6 II	2600	600	10	290	40	120	3700	2.06
7	7000	8800	40	1200	150	500	17700	0.93
8	4500	4800	40	1200	120	380	11000	0.91
9	13100	23800	90	2700	270	750	40700	0.49
10	14100	2500	100	3700	320	960	21100	2.74
Sum	123400	82100	600	18300	1900	7800	234100	

Tabell 15. Beregna nitrogentilförsel til vassdraget.

### FOSFORTILFÖRSEL TIL LEKSDALSVATNET.

Det er områdene 4 I, 6 I, 7, 8, 9, og 10 som drenerer til Leksdalsvatnet.

Område	Diffus avrenning		Punktkilder (kg P/år)				Sum kg P/år
	Dyrka mark kg P/år	Ut- mark kg P/år	Melke rom	Gjödsel- sig	Silo- pressaft	Bolig- kloakk	
4 I	740	50	10	40	20	80	940
6 I	620	60	10	40	20	160	810
7	530	330	20	60	40	100	1100
8	450	180	10	70	30	80	810
9	1200	1190	30	150	80	160	2800
10	1400	70	40	230	90	200	2000
Sum	4900	1700	120	590	280	780	8500

Tabell 16. Fosfortilförsler til Leksdalsvatnet.

Total belastning av fosfor på Leksdalsvatn : 8.5 tonn

Fosforbelastning pr. m<sup>2</sup> innsjöoverflate :

$$8500 \text{ kg} : 21500 \text{ daa} = 0.40 \text{ g pr. m}^2$$

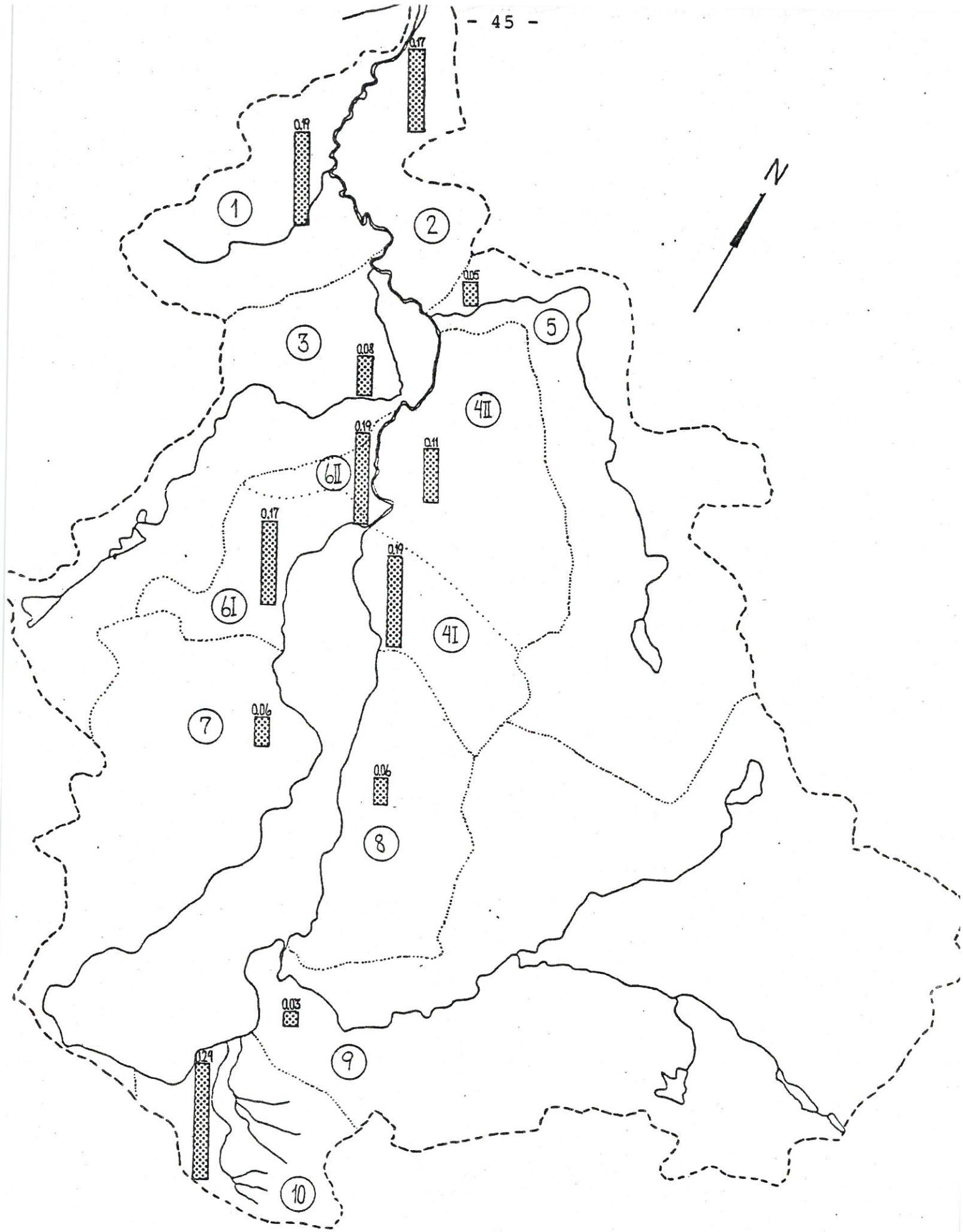


Fig. 10a. Beregna gjennomsnittlig fosfortilførsel i mg/l fra delnedbørfeltene til Leksdalsvatnet og Figga.

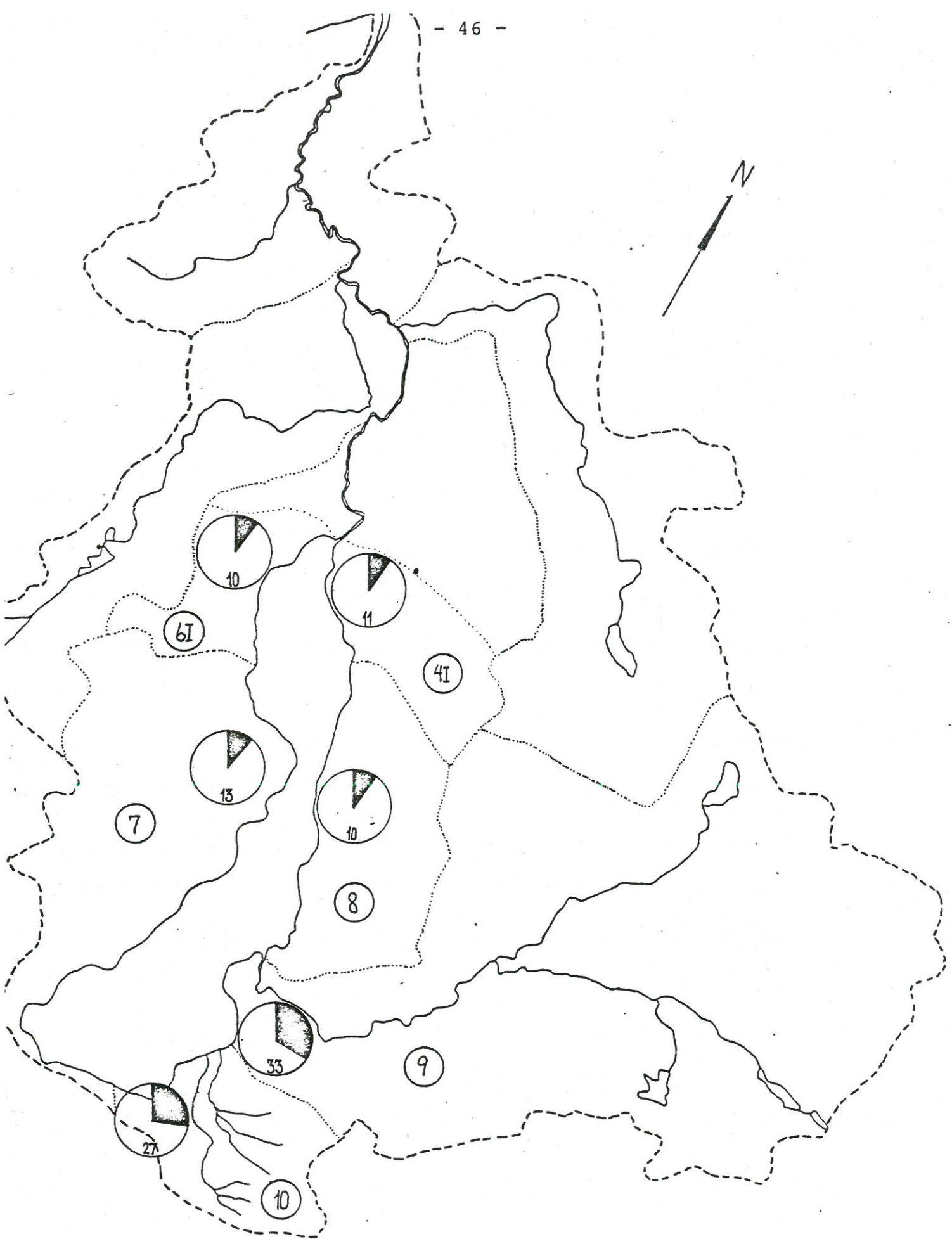


Fig. 10b. Fosfortilførsel til Leksdalsvatnet fra delnedbør-  
feltene i % av total tilførsel.

#### 4. VASSKVALITET OG VASSDRAGSTILSTAND.

##### A. De viktigste tilløpsbekkene til Leksdalsvatnet.

Lundselva, Sørbekken og Musumbekken er de viktigste tilløpsbekkene til Leksdalsvatnet. Lundselva er den største og kommer fra delnedbørfelt 9 med store utmarksarealer i forhold til dyrka jord (95% utmark og 5% dyrka jord, se tabell 3). Sørbekken og Musumbekken ligger i delnedbørfelt 10, dvs. i et område som er sterkt prega av jordbruksdrift (58% utmark og 42% dyrka jord).

Vassprøvene i Lundselva er tatt ovenfor brua der veien krysser elva, og mesteparten av jordbruksområdene ligger nedenfor dette stedet. Vasskvaliteten her er således lite prega av jordbruksaktiviteten. Prøvene i Sørbekken og Musumbekken er tatt 100-150 meter fra utløpet i Leksdalsvatnet, og vasskvaliteten her vil da være sterkt påvirket av jordbruksaktiviteten. (Stasjonsplassering, se figur 11).

##### Lundselva.

Vasskjemiske data for Lundselva er framstilt i tabell 17. Vassprøvene fra Lundselva viser at elva ved målestedet i svært liten grad er påvirket av menneskelig aktivitet. Prøvene for totalfosfor viser verdier i overkant av 20 ug/l, noe som er vanlig for avrenning fra utmark. Også verdiene for totalnitrogen indikerer liten menneskelig påvirkning. De svinger rundt 200 ug/l og er normale for avrenning fra utmark. De høye verdiene for nitrogen og ledningsevne 5/5 skyldes trolig vinterspredd gjødsel på dyrka jord som i snøsmeltinga vaskes ut i elva. Utvasking av N-forbindelser i jorda og selektiv avsmelting av akkumulerte N-forbindelser i snøen kan også bidra med noe nitrogen.

Også tallene for ledningsevne og pH viser at elva ved målestedet

i svært liten grad er påvirket av menneskelig aktivitet. De lave pH-verdiene i mai skyldes trolig utvasking av syrer fra humussjiktet og selektiv smelting av syrer fra snøen.

Verdiene for kjemisk oksygenforbruk er noe høye i forhold til den lave menneskelige påvirkningen. Dette kan forklares ved store tilførsler av humusstoffer fra store myrarealer i utmarksområdet.

Lundselva kan altså ved målestedet karakteriseres som ei upåvirket elv (se pkt D). Mesteparten av jordbruksområdene som drenerer til elva ligger imidlertid nedenfor målestedet og vil påvirke vasskvaliteten noe. På grunn av den store vassføringa i elva, ca.  $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$  (på basis av spes. midlere avløp og areal), vil en trolig likevel kunne betrakte Lundselva ved utsløpet som ei lite påvirket elv med gode gyte- og oppvekstforhold for ørret.

Den hygieniske situasjonen i Lundselva er ved utløpet langt fra tilfredsstillende (se tabell 21) og har sammenheng med sig fra gjødsellager og boligkloakk. Elva må ved utløpet karakteriseres som uegna som drikkevasskilde for dyr.

Verdiene for totalfosfor og totalnitrogen, som i stor grad representerer avrenningen fra utmark, viser godt samsvar med de konsentrasjoner som ble brukt for diffus avrenning fra utmark under teoretisk beregning av stofftilførsler (se 3 A a).

#### Sørbekken og Musumsbekken.

Vasskjemiske data for Sørbekken og Musumsbekken er framstilt i tabellene 18 og 19.

Fosfor- og nitrogenverdiene ligger i disse bekkene på et meget høyt nivå og gir grunnlag for å karakterisere bekkene som sterkt forurensset (se pkt. D). Verdiene for ledningsevne og kjemisk oksygenforbruk viser også samme tendens. Vassanalysene og visuelle observasjoner forurensningsmyndighetene i Nord-Trøndelag har gjort viser at bekkene i kritiske perioder om sommeren kan kalles åpne illeluktende kloakker med masseutvikling av heterotrofe organismer som bakterier, sopp og protozoer.

Sammenligner en disse bekkene med Lenaelv (18) får en et godt inntrykk av hvor sterkt forurensa de er. Lenaelv har ved målte verdier for totalfosfor på 0,1 - 0,3 mg/l blitt vurdert til en påvirkningsgrad mellom forurensa og sterkt forurensa etter samprobiepåvirkning. Sørbekken hadde for perioden mai - oktober et snitt på 0,7 mg tot. P/l, Musumbekken 1,1 mg tot. P/l.

Enkelte ekstreme verdier for fosfor og nitrogen viser periodevis store tilførsler av husdyrgjødsel (Sørbekken 18/5) og pressesaft (Musumbekken 30/6 og 2/8). Bekkene er også sterkt prega av kontinuerlige store tilførsler av nitrogen og fosfor fra gjødsellager, melkeromsavløp, boligkloakk og diffuse kilder.

Forurensningssituasjonen i bekkene viser nær sammenheng med jordbruksaktiviteten i området. Det framgår av tabell 3 at en stor del av arealene er dyrka jord og at det drives et meget intensivt husdyrhold. I tillegg til et høyt antall storfe har en et meget høyt antall gris i forhold til areal. Foruten problemene med pressaft har en i dette området spesielle problemer med lagring og håndtering av husdyrgjødsel og stor fare for lekkasjer til bekkene. At forholdene er utilfredsstillende i så måte gjenspeiles klart i resultatene fra vassanalysene.

Det er i dag umulig for fisk å overleve i Sørbekken og Musumbekken.

Dato	Tot-P µg/l	PO <sub>4</sub> -P µg/l	Tot-N µg/l	NO <sub>3</sub> /NO <sub>2</sub> µg/l	Ledn. evne µs/cm(25°C)	pH	KOF mg O/l
5.5.81	25	24	780	300	120	5.8	23
18.5.81	25	< 5	210	14	26	5.6	-
30.6.81	19	13	150	1	43	7.0	< 10
3.8.81	21	6	240	57	32	6.7	33
2.9.81	26	19	190	130	36	6.8	16
1.10.81	29	10	110	34	41	6.9	12

TABELL 17. Vasskjemiske data for Lundselva 1981

Prøvetaker: Forurensningsmyndighetene i N.Trøndelag

Dato	Tot-P µg/l	PO <sub>4</sub> -P µg/l	Tot-N µg/l	NO <sub>3</sub> /NO <sub>2</sub> µg/l	Ledn. evne µs/cm(25°C)	pH	KOF mg O/l
5.5.81	140	136	4200	3400	-	6.8	38
18.5.81	2600	1300	10700	1080	215	6.8	-
30.6.81	650	370	5160	530	435	7.4	75
3.8.81	407	334	3800	1320	195	7.3	55
2.9.81	250	150	580	1790	210	7.3	37
1.10.81	350	280	2530	2380	324	7.8	35

TABELL 18. Vasskjemiske data for Sörbekken 1981

Prøvetaker: Forurensningsmyndighetene i N.Trøndelag

Dato	Tot-P µg/l	PO <sub>4</sub> -P µg/l	Tot-N µg/l	NO <sub>3</sub> /NO <sub>2</sub> µg/l	Ledn. evne µs/cm(25°)	pH	KOF mg O/l
5.5.81	93	91	4000	2700	315	6.8	32
18.5.81	92	31	1560	1150	146	7.1	-
30.6.81	3730	2270	7130	23	681	6.6	130
3.8.81	1400	970	7630	20	269	7.0	125
2.9.81	560	390	3050	1050	244	7.1	42
1.10.81	830	610	3570	260	354	7.5	37

TABELL 19 Vasskjemiske data for Musumbekken 1981

Prøvetaker: Forurensningsmyndighetene i N.Trøndelag

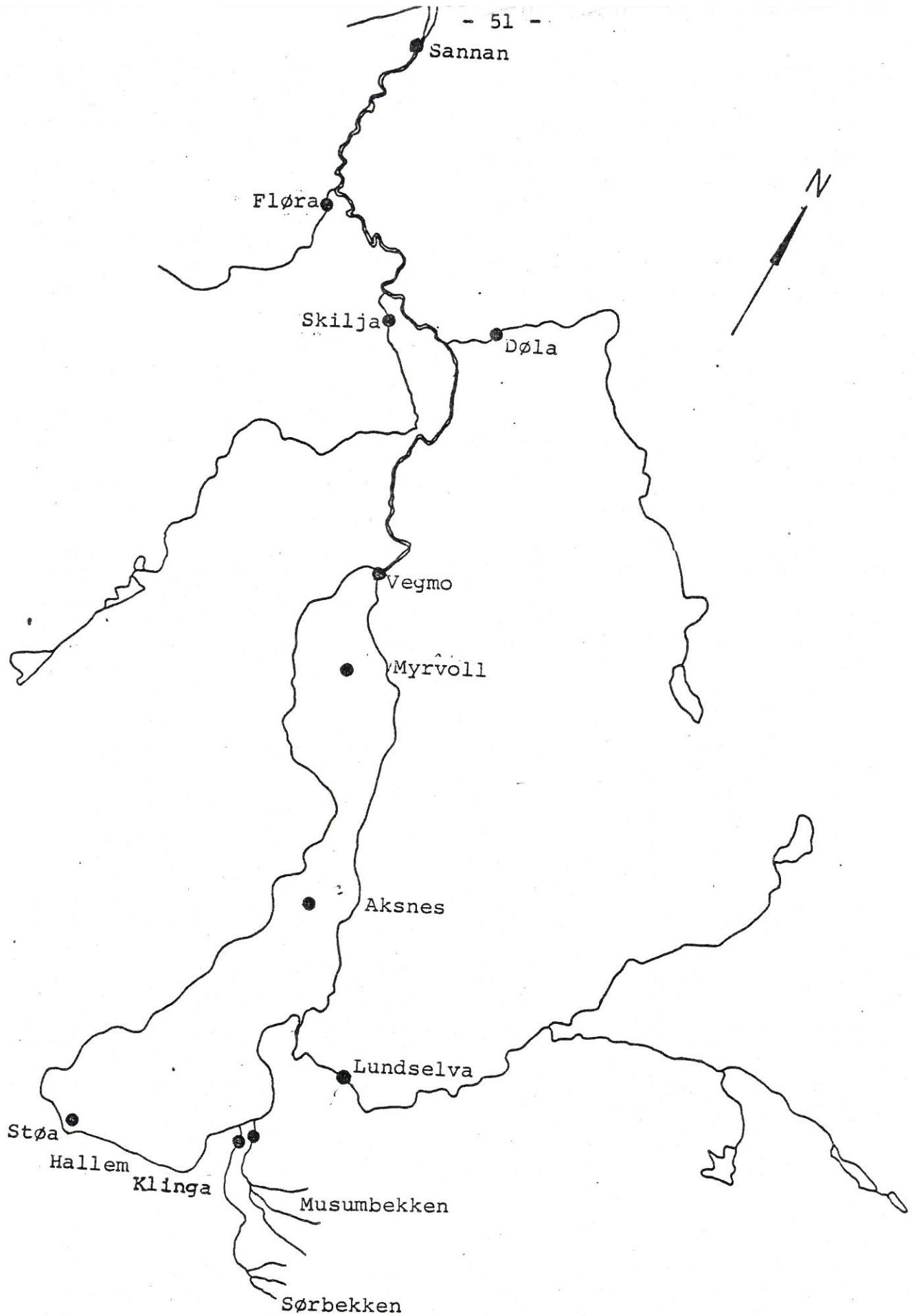


Fig. 11. Plassering av prøvetakingsstasjoner.

B. Leksdalsvatnet.

a. Vasskvaliteten i Leksdalsvatnet.

Fysisk/kjemiske forhold.

Vasskjemiske data for Leksdalsvatnet er samlet i tabellene 20 og 25.

Temperatuurobservasjoner viser at de dypeste partiene av sjøen er sjiktet fra juni til oktober. Figur 12 viser at det ikke er sjiktning i mars, og sjøen vil således fullsirkulere om våren og om høsten. Epilimnion synes å ligge i området 0-8 m, men observasjonene viser noe variasjon. Noen områder av sjøen vil være for grunn til sjiktning.

Målinger av oksygenkonsentrasjoner viser at det er god oksygenmetning ned til bunnen (se figur 13). Det er derfor ingen grunn til å regne med at det vil bli anaerobt i bunnvatnet i noen del av året.

Fosforverdiene (tot - P) er relativt høye i sjøen, med en gjennomsnitt på ca. 20 µg P/l. I produksjonssesongen går fosforverdiene noe ned. PO<sub>4</sub>-F utgjør ca. 30-50% av totalfosforet. Innholdet av totalnitrogen er i gjennomsnitt ca. 480 µg N/l. Dette gir et N/P-forhold på 24. I entrofieringssammenheng vil da fosfor være den kritiske faktoren i og med at algene tar opp nitrogen og fosfor i forholdet ca. 12:1.

Fargetallet for sjøen er ca. 40 mg Pt/l. Dette skyldes at den får tilført relativt store mengder tungt nedbrytbart organisk materiale fra utmark bestående av store myrarealer. Leksdalsvatnet kan derfor karakteriseres som dystroft. Turbiditeten er i gjennomsnitt ca. 1,2 JTU, mens den spesifikke ledningsevnen er ca. 50 µ S/cm. pH ligger like under nøytralpunktet. Siktedypt varierer fra 2,7-5,5 m, og i en rapport fra universitetet i Trondheim beskrives fargen som gulig brun. Det lave siktedypet skyldes ikke bare produksjon i sjøen, men også innholdet av alloktont organisk materiale (humus).

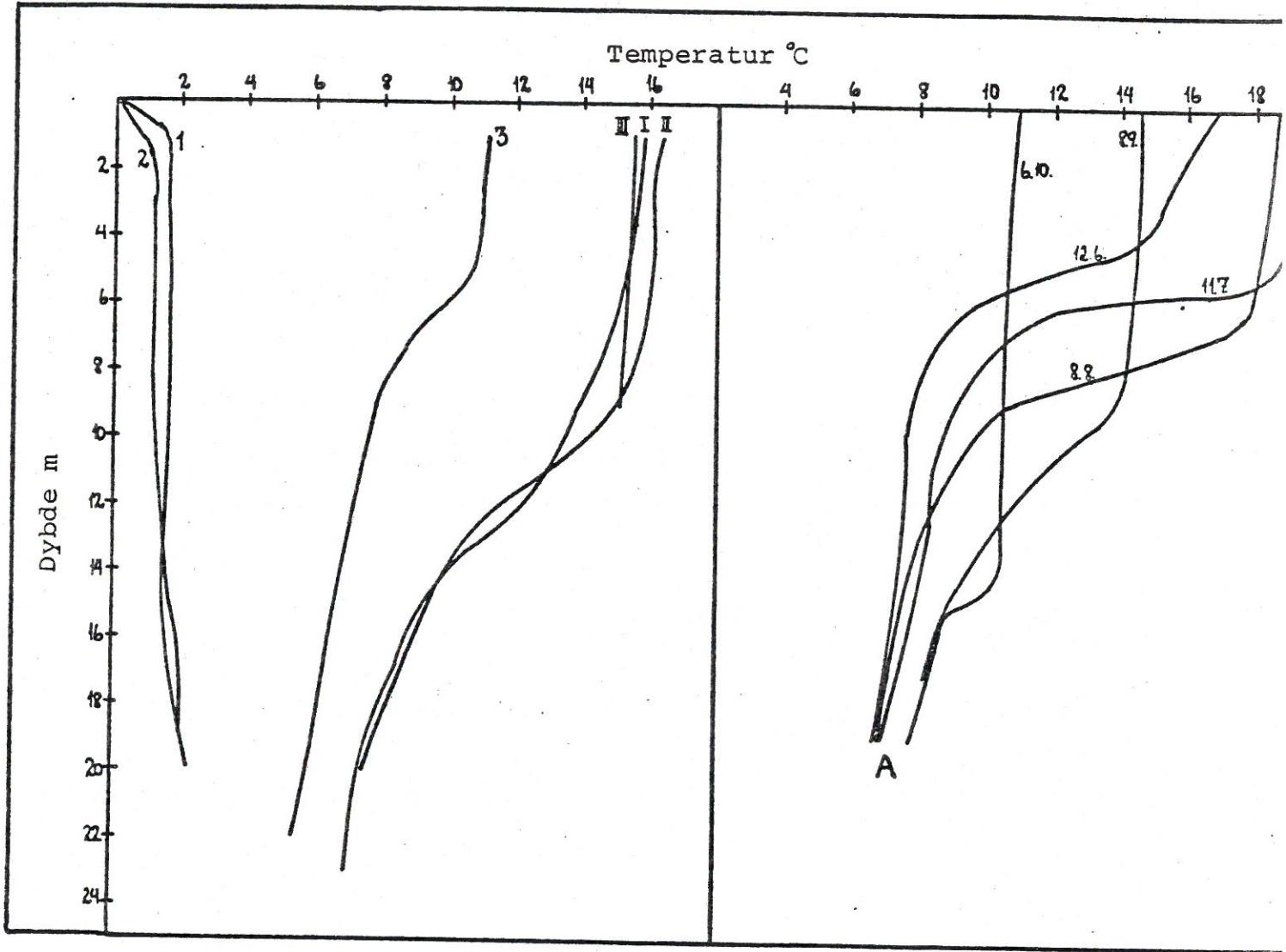


Fig. 12. Temperaturobservasjoner i Leksdalsvatn.

I Søndre basseng

II Aksnes

III Myrvoll

1 Støa 26/3-79

2 " 25/3-80

3 Søndre basseng 5/6-81

SIFF 23-24/8-78

A Universitetet i Trondheim, Rapport zoologisk serie 1981-11

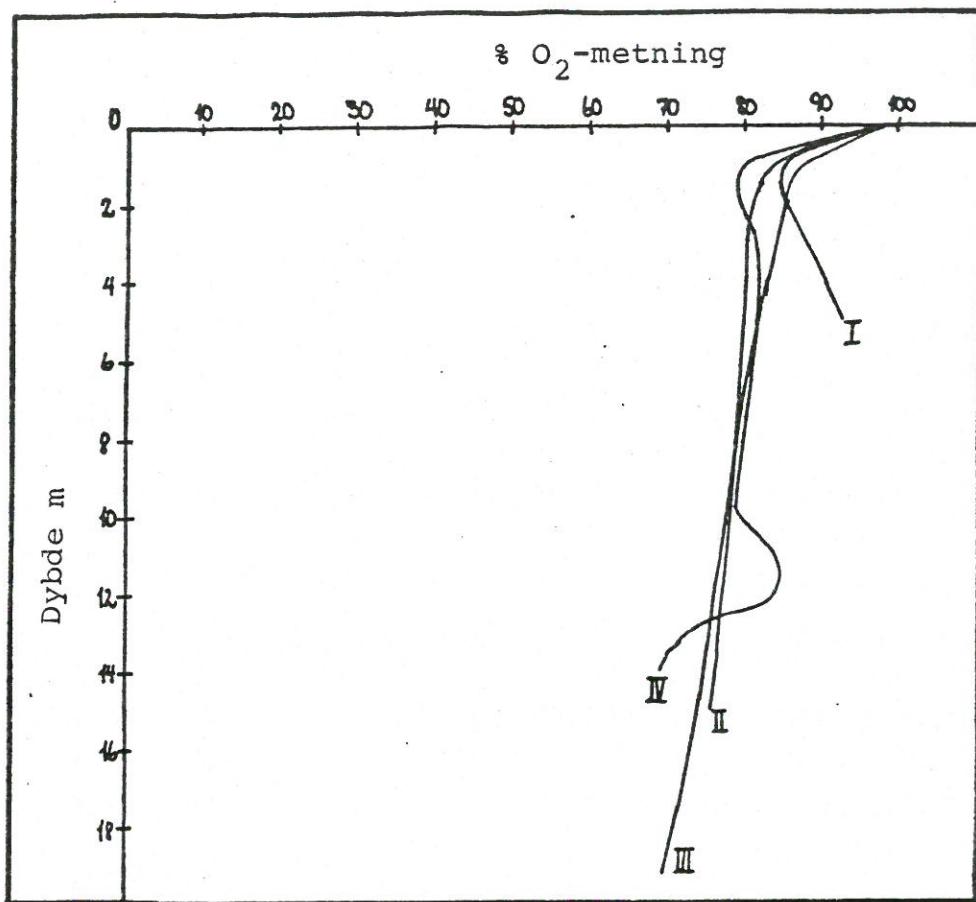


Fig. 13. % oksygenmetning i Leksdalsvatnet.

I Nordre dyp 23/8-78

II Aksnes " "

III Søndre dyp "

IV Støa 26/4-79

Dato	Stasjon	Tot P	PO4-P	Tot N	NO3/NO2	Farge	Turb.	Ledn.evne	Mer
15.05.73	4 m	13		460	350	30	1.4	48	1)
15.05.73	20 m	12		440	350	35	1.4	48	
07.06.73	4 m	9		450	420	30	1.1	45	
07.06.73	20 m	9		450	330	30	1.0	45	
25.10.73	4 m	8		420	310	30	1.0	44	
25.10.73	20 m	8		450	310	30	1.0	44	
23.08.78	Klinga	1 m	4	450	260	20	0.3	48	2)
23.08.78	Aksnes	1 m	4	470	250	25	0.35	47	
08.01.79	Aksnes	10 m	12	8	730	340	53	1.2	50
08.01.79	Klinga	10 m	12	8	670	380	49	0.9	47
08.02.79	Hallæm				130		1.5	53	4)
05.06.79	Aksnes	2 m	7	1	310	145	52	1.0	44
05.06.79	Aksnes	18 m	9	2	330	305	44	0.8	44
05.06.79	Hallæm	12 m	6	1	310	260	45	0.7	44
05.06.79	Hallæm	18 m	6	1	370	310	39	0.8	45
10.08.79	Aksnes	2 m	8	8		35	0.7	54	
10.08.79	Aksnes	18 m	8	8		35	0.8	53	
10.08.79	Hallæm	12 m	9	7		30	0.6	53	
10.08.79	Hallæm	18 m	10	8		30	0.6	53	
04.10.79	Aksnes	2 m	17	7	403	310	35	0.9	44
04.10.79	Aksnes	18 m	14	10	428	315	35	0.9	44
04.10.79	Hallæm	12 m	15	7	390	326	35	0.9	45
04.10.79	Hallæm	18 m	22	7	398	318	35	0.9	45
26.03.80	Aksnes	2 m	19	4	402	335	45	1.1	49
26.03.80	Aksnes	18 m	20	8	420	350	40	1.3	51
26.03.80	Hallæm	12 m	24	5	866	319	40	1.0	48
26.03.80	Hallæm	18 m	18	6	398	352	40	1.0	48
10.06.80	Aksnes	2 m	54	5	456	256	35	1.3	48
10.06.80	Aksnes	15 m	21	6	477	340	35	1.2	50
10.06.80	Hallæm	2 m	20	5	394	220	35	2.3	46
10.06.80	Hallæm	15 m	11	5	441	329	35	1.3	48
05.06.81	Leks.v	1 m	24	14	430	230		56	
05.06.81		5 m	20	13	540	270		63	
05.06.81		10 m	24	14	560	330		89	
05.06.81		15 m	19	15	2900	340		65	
05.06.81		22 m	46	20	610	380		71	
12.08.81	Leksdv	1 m	14	5	380	200		51	
12.08.81		9 m	15	5	340	210		50	
12.08.81		15 m	15	7	460	240		52	
12.08.81		20 m	15	5	350	260		52	

Tabell 20. Vasskjemiske data for Leksdalsvatnet. Prøvetakere:

1) Ødegaard & Grører 2) SIFF

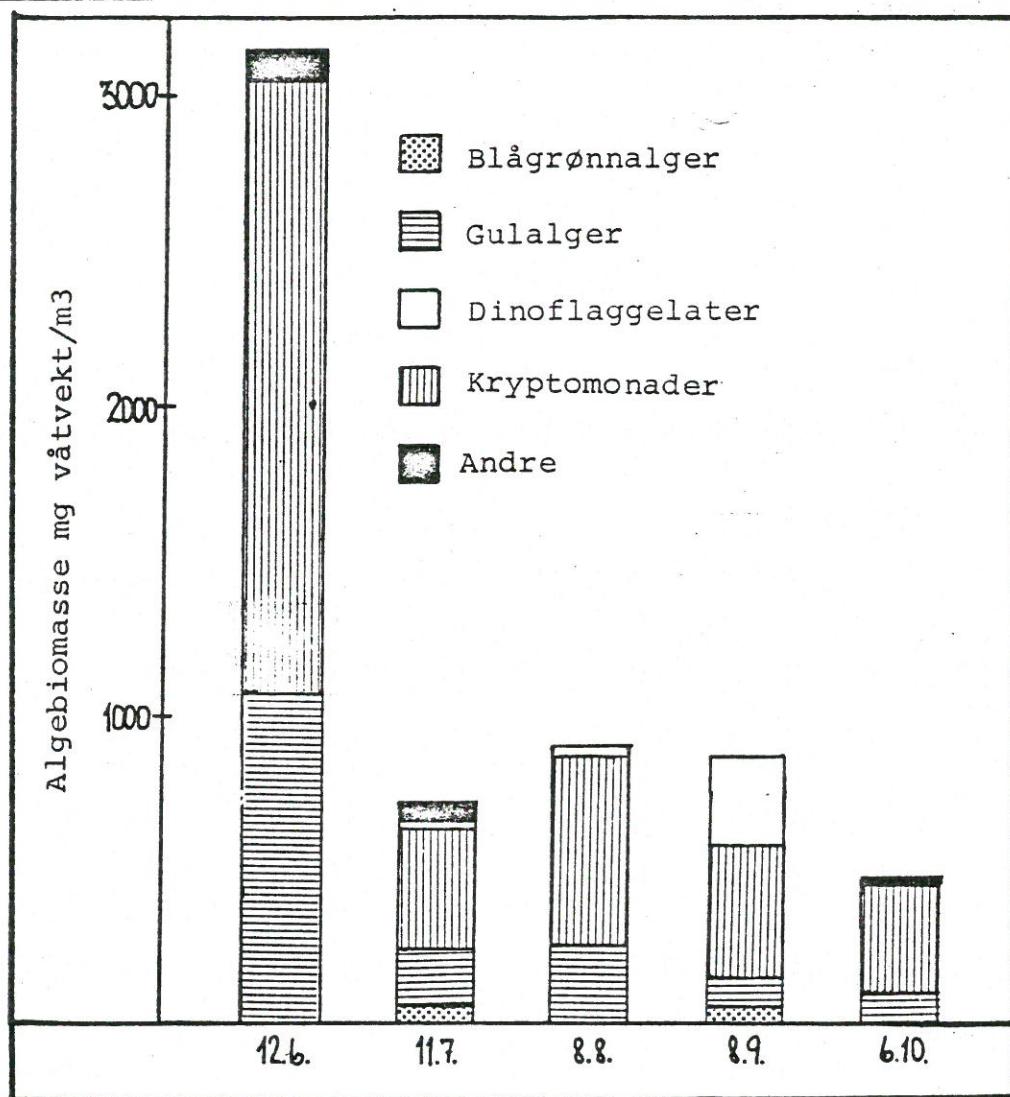
3) Utbyggingsavdelingen, Nord-Trøndelag fylke

4) Verdal kommune 5) Teknisk avdeling, Nord-Trøndelag fylke

Biologiske forhold.

Avsnittene om phytoplankton og zooplankton refererer seg til en rapport om kjemiske og biologiske forhold i Leksdalsvatnet utført av universitetet i Trondeheim (5).

Phytoplankton.



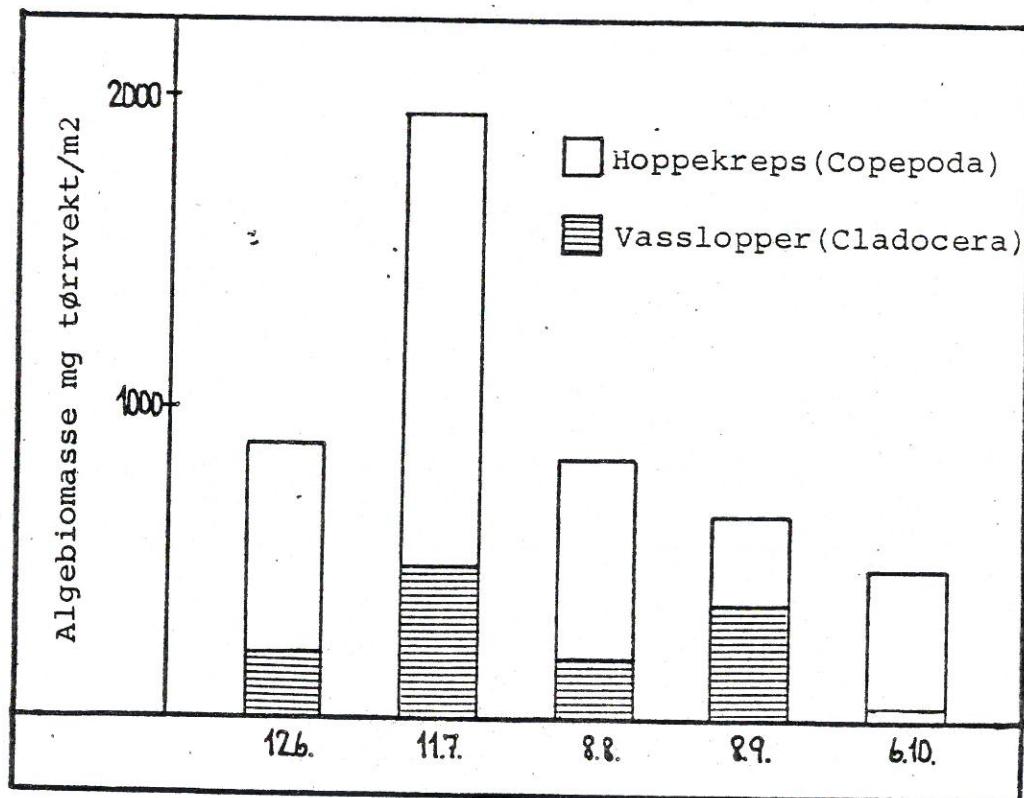
Figur 14. Biomasse (mg våtvekt m<sup>-3</sup>) og sammensetning av phytoplankton i Leksdalsvatnet, søndre basseng 0-5 m, 1980.

Prøvene er tatt i området 0-5 m, temperaturmålingene de samme datoene viser at dette området representerer epilimnion og følgelig produksjonssjiktet for algene. I området 5-10 m var biomassen redusert med ca. 80%, med en ytterligere reduksjon i dypeere vasslag.

Den store gjennomsnittsbiomassen 12/6 (ca.  $3 \text{ g m}^{-3}$ ) må skyldes stor tilgang på næringsstoffer, særlig fosfor som regnes som vekstbegrensende element for algene i Leksdalsvatnet. Den lave algebiomassen de øvrige prøvetakingsdatoene skyldes sterkt beit press fra vasslopper, mens produksjonen antas å være relativt høy midtsommers.

Kryptomonader og gulalger er de dominerende algene fra midten av juni og utover. Det antas å kunne være en betydelig kisel-algeoppblomstring under våroppblomstringen etter isløsningen. Kiselalgene eller grønnalgene utgjorde ikke på noe tidspunkt mer enn 5% av total algebiomasse, mens blågrønnalgene utgjorde 14 og 6% henholdsvis 11/7 og 8/9. Dominerende blågrønnalger var *Anabaena flos-aquae*. Innslaget av alger av ikke beitbar størrelse synes å være meget lavt i Leksdalsvatnet og det meste av primærproduksjonen er da tilgjengelig for konsumentleddet.

#### Zooplankton.



Figur 15. Biomasse ( $\text{mg tørrvekt m}^{-2}$ ) og sammensetning av zooplankton i Leksdalsvatnet, søndre basseng 0-20 m, 1980

Vassloppene utgjorde 55% av middelbiomassen, hoppekrepene de resterende 45%.

Artssammensetningen er av avgjørende betydning når det gjelder å vurdere zooplanktonets kapasitet til å beite alger og dets betydning som næringsdyr for fisk. Her er vassloppene av langt større betydning i begge henseende hvor *Daphnia galeata* og *Daphnia longispina* er de viktigste artene. Begge disse er funnet i Leksdalsvatnet, hvor den førstnevnte dominerer. Den vanligst forekommende hoppekrepsten er *Cylops scutifer*, og den har erfaringmessig liten betydning som næringsdyr for røye og ørret.

Forholdet mellom biomassen av phytoplankton og zooplankton gir en god indikasjon på innsjøens effektivitet i å overføre phytoplanktonmengden til næringskjeden. Dette forholdet er på fire av prøvetakingsdatoene mindre enn 1, noe som antyder en meget høy beite-effekt fra zooplankton og en effektiv overføring av en høy primærproduksjon til konsumentleddet.

Som tidligere nevnt har Leksdalsvatnet livskraftige bestander av to *Daphnia*-arter, og disse antas å ha avgjørende betydning for en stor og kvalitativ god bestand av røye og ørret.

#### Fisk.

Fiskeslag i vassdraget er ørret, røye, trepigga stingsild, ål, laks og sjø-ørret. Ørret, røye, stingsild og ål finnes i Leksdalsvatnet. Mesteparten av laksen gyter og vokser opp i Figga, men noe laks går også opp i Leksdalsvatnet og gyter da trolig i Lundselva. Sjø-ørretens viktigste gyte- og oppvekstområder er Fløra, Skilja og Døla. Noe sjø-ørret gyter også i Figga, men har her sterkt konkurranse fra laks. I likhet med laksen vil noe sjø-ørret vandre opp i Leksdalsvatnet og gyte i tilløpsbekkene der.

Fiskeproduksjonen i Leksdalsvatnet er meget god. Den relativt høye tilførselen av næringsstoffer danner grunnlaget for en høy produksjon av zooplankton, insekter og småkrepsdyr som er næringsgrunnlaget for røye og ørret. Vasskvaliteten er tilfredsstillende i sjøen, pH ligger rundt nøytralpunktet, og det er i dag god oksygenmetning i vassmassene. Den store bestanden av Daphnier er et meget viktig næringsgrunnlag for fiskebestanden. Særlig gjelder dette for røye som hovedsakelig lever pelagisk,

men også i perioder for ørret. Bestanden av ørret og røye er meget stor med mye ung fisk, og tilveksten er over det normale. Forholdet mellom ørret og røye er anslått til 40% ørret og 60% røye. (Koksvik, universitetet i Trondheim). (Fiskekvaliteten er beskrevet nærmere under III 3 D).

Figga med side-elver har i mange år hatt en god produksjon av laks og sjø-ørret. For 2-3 år siden ble det oppdaget at laksestammen er angrepet av Gyrodactylus. De siste åra har produksjonen av laks og sjø-ørret gått sterkt tilbake i Figga. (Nærmere om dette under III 3 D).

#### Hygieniske forhold.

Oversikt over bakteriologiske forhold er framstilt i tabell 21.

Den bakteriologiske situasjonen i Leksdalsvatnet kan ikke sies å være fullt ut tilfredsstillende med tanke på drikkevatn. Koliforme bakterier er påvist i alle prøvene, med ett unntak fra Støa 25.3.80. E.coli er derimot bare påvist i selve sjøen i nordenden, men ikke ved Støa som er inntaksområdet for Verdal Vassverk. Den sterke forurensingen i Figga v/Vegmo 23.8.78 må skyldes et lokalt utslipp. Boligkloakken fra Lysheimområdet som kan ha vært årsaken til denne forurensingen, ventes å være sanert innen mars 1982. Prøver tatt av byveterinæren i Steinkjer ved Vegmo påviser koliforme bakterier, men ikke E.coli bortsett fra 1.9.81.

Analyser viser at Lundselva er massivt forurenset, noe som sannsynligvis skyldes lekkasje fra gjødsellagre. Det er grunn til å anta at sjøen tilføres fekale forurensinger fra kilder rundt hele sjøen. Dette skyldes uttette gjødsellagre, vinterspredning av gjødsel og urensset boligkloakk.

Dato	Stasjon	Koli-forme pr. 100 ml	Tot.ant. bak. 20°C pr. ml	Tot.ant. bak. 37°C pr. ml	E.coli pr. 100 ml	Prøve- taker
23.08.78	Sør-basseng 1 m	120	160	110	0	
23.08.78	" 19 m	17	63	32	0	
23.08.78	Aksnes 1 m	10	33	12	0	
23.08.78	Aksnes 15 m	7	50	4	0	
23.08.78	Myrvoll 1 m	4	100	80	0	
23.08.78	Myrvoll 5 m	49	1100	250	2	
23.08.78	Ludselva	1600	38000	3670	430	
23.08.78	Figga/ Vegmo	240	4800	500	79	
06.02.79	Støa 5 m	2	215	45	0	
06.02.79	Støa 20 m	2	90	30	0	
15.03.80	Støa 5 m	2	475	40	0	
15.03.80	Støa 20 m	0	150	20	0	
04.08.81	Vegmo	2	12		0	
01.09.81	Vegmo	10	18		1	
06.10.81	Vegmo	0	10		0	
03.11.81	Vegmo	3	10		0	
30.11.81	Vegmo	3	5		0	
25.01.82	Vegmo	2	43		0	
22.02.82	Vegmo	1	190		0	

S I F F  
Byveterinaren i  
Steinkjer

Tabell 21. Oversikt over bakteriologiske prøver tatt i Leksdalsvatnet og Ludselva.

b. Vurdering av tilstanden i Leksdalsvatnet.

For å forsøke å vurdere trofigraden i Leksdalsvatnet brukes to modeller. Den ene er basert på fosfortilførselen til sjøen og gir således en indirekte informasjon om trofigraden. Den andre er basert på den biologiske respons i sjøen og gir et mer direkte bilde av situasjonen.

Fosforbelastningsmodell.

I II 3 C ble det beregnet en årlig tilførsel på 8.500 kg P/år. Med en gjennomsnittlig fosforkonsentrasjon på 20 µg P/l (se tabell 25) i utløpet går 3.500 kg ut via Figga. Det vil si at 4.700 kg P blir holdt tilbake i sjøen. Beregna tilbakeholdelseskoeffisient blir da  $R_B = 0,57$ .

Vollenweider (20) oppgir teoretisk tilbakeholdelseskoeffisient til å være:

$$R_T = \frac{1}{1 + \sqrt{T_W}} \quad T_W = \text{teoretisk oppholdstid}$$

Denne koeffisienten er basert på innsjøer der det kan være faktorer som bevirker rask fosforsedimentasjon. Det har vist seg for mange sjøer at  $R_T$  ligger nær opp til de faktiske forhold. Det er derfor grunn til å anta at dersom  $R_B$  og  $R_T$  stemmer overens er den beregnete fosfortilførsel av riktig størrelsesorden.

$R_T$  for Leksdalsvatnet blir 0,57 når  $T_W = 1,8$  år. Dette viser at 8.500 kg P/år er en sannsynlig tilførsel av fosfor til Leksdalsvatnet.

Vollenweiders fosforbelastningsmodell skrives som

$$\frac{[P]_i}{[P]_\lambda} = \frac{1}{1 + \sqrt{T_W}} \quad (20)$$

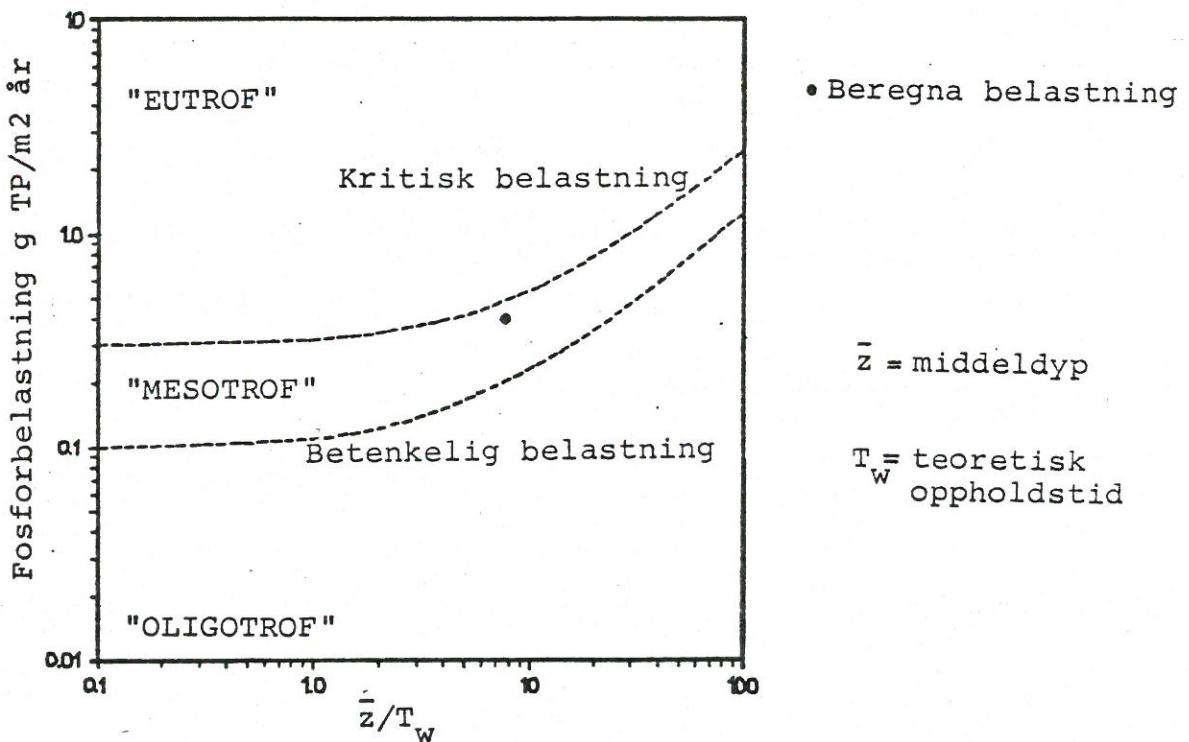
der  $[P]_\lambda$  står for gjennomsnittlig fosforkonsentrasjon i vassmassene i sjøen og  $[P]_i$  står for middelkonsentrasjon av fosfor i innløp. Det er for Leksdalsvatnet anslått en middelverdi  $[P]_\lambda = 20 \mu\text{g P/l}$  utfra vassprøver tatt i sjøen (se tabell 25). Innsatt i modellen tilsvarer dette  $[P]_i = 47 \mu\text{g P/l}$  som middelkonsentrasjon av fosfor i innløp til sjøen. Dette gir en årlig tilførsel av 8.200 kg P/år. Denne verdien ligger nært opptil den

beregnde verdi i II 3 C på 8.500 kg P/år. Det skulle derfor være mulig å bruke Vollenweiders modell for Leksdalsvatnet.

Modell basert på biologiske parametre.

Denne modellen er basert på Vollenweiders erfaringsmodell for sammenhengen mellom trofigrad, innsjøers middeldyp og fosforbelastning. Den viser et generelt bilde av biologiske forandringer som ledsager eutrofieringsutviklingen i Vollenweiders modell. Den har vist seg å fungere bra for sjøer med oppholdstid over ett år. Modellen er utarbeidet av Vassdragsseksjonen ved NIVA (19).

Trofigrad for Leksdalsvatnet.



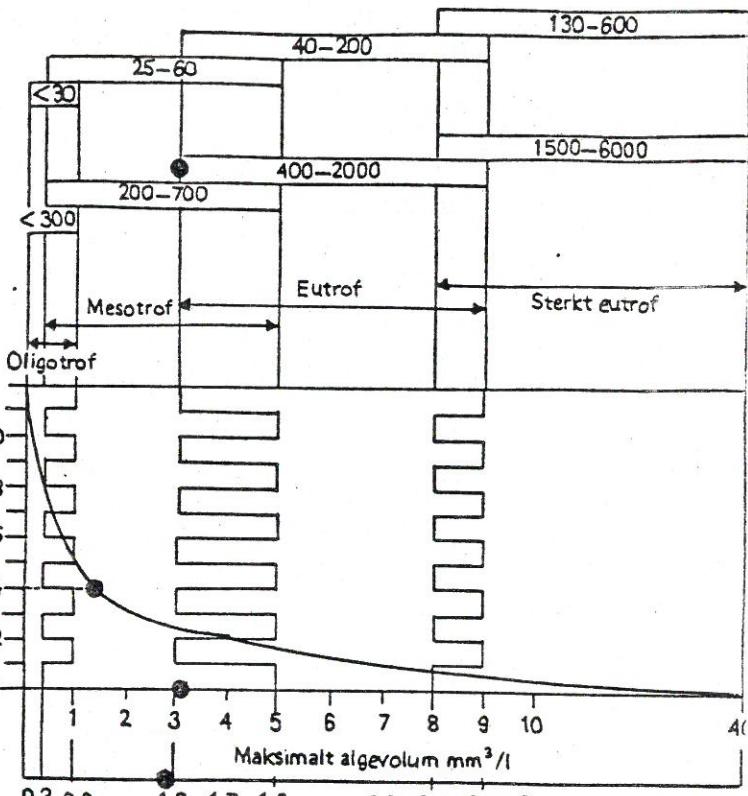
Figur 16. Leksdalsvatnet, fosforbelastning 1981 etter Vollenweider (20).

Årlig produksjon  
g C/m<sup>2</sup> år

Maks. daglig produksjon  
mg C/m<sup>2</sup> år

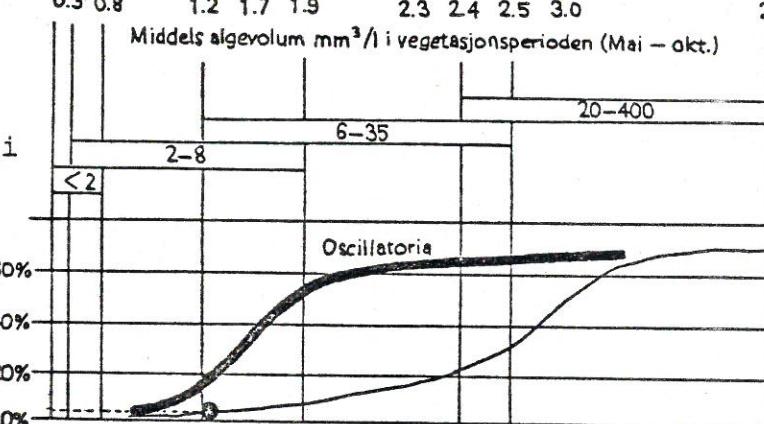
Trofinivå

Siktedypp i m



Klorofyll a, mg/m<sup>3</sup>, middelverdi under vegetasjonsperioden

Andel blågrønnalger (Aphanizomenon, Microcystis og Anabaena) av middels algevolum i vegetasjonsperioden



Figur 17. Biologisk modell basert på biologiske parametere.  
(utarbeidet av Vassdragsseksjonen, NIVA). (19)

Følgende verdier for Leksdalsvatnet ble brukt i figur 18: (5)

Maks. daglig produksjon (0-5 m):

Juli 350 mg C/døgn

Aug. 450 " " "

Siktedypp (gjennomsnitt):

4 m

Maks. algevolum :

3,1 mm<sup>3</sup>/l

Middels algevolum (0-5 m):

1,19 mm<sup>3</sup>/l

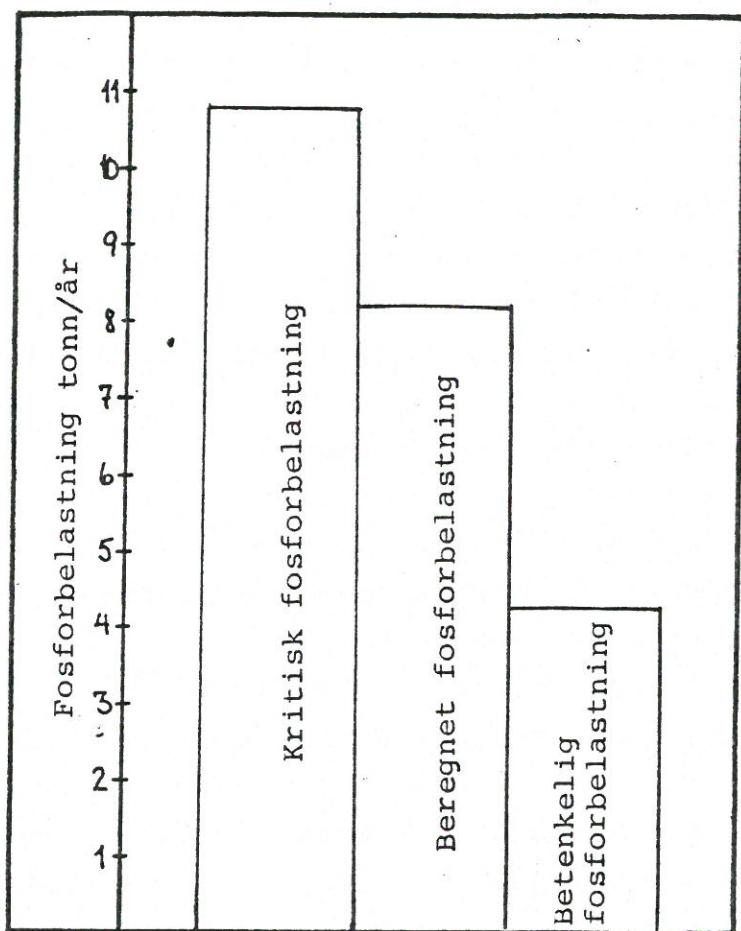
Andel blågrønnalger av middels algevolum:

4%

I rapporten fra universitetet i Trondheim (5) er analysene av algebiomasse i sjøen oppgitt i mg våtvekt m<sup>-3</sup>. Mg våtvekt m<sup>-3</sup>

kan omregnes til  $\text{mm}^3/\text{l}$  med en faktor på ca. 1. (pers. medd. Tor Traaen - NIVA).

Ut i fra figur 16 kan Leksdalsvatnet karakteriseres som mesotrof. Verdiene for kritisk og betenklig belastning av fosfor basert på figur 16 er vist i figur 18.



Figur 18. Kritisk og betenklig belastning på Leksdalsvatnet. Basert på Vollenweider (20).

Plottes de biologiske parametrene inn i figur 17 har sjøen en trofigrad på grensen mellom mesotrof og overgangszone mesotrof/eutrof. Siktedyptet avviker en del fra dette mønstret, da det indikerer en mindre næringsrik trofigrad. Stort humusinnhold vil gi mindre siktedypt, mens intensiv beiting av alger vil gi et siktedypt som indikerer en for lav trofigrad, og det er denne effekten som dominerer i Leksdalsvatnet.

Som en konklusjon ved bruk av disse modellene kan sjøen karakteriseres som mesotrof. Sjøen er altså middels næringsrik, men mye taler for at den ligger i den øverste delen av denne sonen. Universitetet i Trondheim konkluderer i sin rapport fra Leksdalsvatnet at sjøen basert på Wetzel har en maksimal dagsproduksjon som er karakterisk for mesotrofe innsjøer.

Under vurdering av trofigrad etter fosforbelastning er det ikke tatt hensyn til på hvilken form fosforet foreligger. Vassanalysene viser at verdiene av orhofosfat utgjør 30-50% av totalfosforet i sjøen. En stor del av fosforet utgjøres da av partikulært bundet fosfor, tilført sjøen ved diffus avrenning. Fosfor på denne formen er mindre tilgjengelig for algene. Fosforbelastningsmodellen tar bare hensyn til belastning av totalfosfor og kan derfor gi et noe misvisende bilde av trofigraden dersom ikke vurderingen av denne også knytter seg til den biologiske respons i sjøen. Ved vurdering av trofigaden i Leksdalsvatnet er det brukt en modell for fosforbelastning og en modell for biologisk respons. Begge modellene viser samme trofigrad og fosforbelastningen kan derfor brukes som en god indikator for trofigaden. Leksdalsvatnet synes å være en effektiv resipient som i dag er i økologisk balanse. Selv om trofigaden er vurdert til mesotrof er spranget opp til kritisk fosforbelastning (se fig. 18) ikke så langt. Ved en ytterligere økning i fosforbelastningen og/eller en sommer med høy temperatur vil dette kunne medføre en oppblomstring av blågrønnalgene, og dermed bringe sjøen ut av balanse. Blågrønnalgene inngår normalt ikke i næringskjeden, og en vil få en opphoping av organisk materiale på et lavt trofinivå. Dette vil føre til en markert økning i den bakteriologiske aktiviteten i sjøen. Når så sjøen som er dystrof, også inneholder store mengder alloktont organisk materiale, kan en få anaerobe forhold i bunnvatnet med fare for lekkasje av fosfor fra sedimentene. Sedimentkjerner som er tatt opp fra de dypeste partiene av sjøen, viser et tydelig mørkere kulturpåvirket lag av gyttje, ca. 10 cm dypt, over blåleire (G. Rannem, Nord-Trøndelag fylkeskommune, pers. medd.). Dette indikerer at store fosformengder kan være lagret i dette laget og yte et tilskudd til produksjon i sjøen ved lekkasje. En oppblomstring av blå-

grønnalger kan også føre til at pH heves over 8,3 - 8,4 i perioder. Dette kan, da deler av sjøen om sommeren er usjikta, også føre til fosforlekkasje fra sedimentene.

Det faktum at sjøen inneholder store mengder alltotont organisk materiale kan føre til frigivelse av næringsstoffer fra dette ved en økt bakteriologisk aktivitet i sjøen.

Det er vanskelig å antyde hvor store mengder med næringsstoffer som kan bli frigitt dersom sjøen bringes ut av balanse og hvilken betydning det kan få for den videre eutrofieringsutvikling. Vurderer en det på lengre sikt, kan det imidlertid føre til kritiske tilstander. En liten lekkasje av fosfor stimulerer ytterligere algevekst som kan gi større lekkasje osv. En kan få satt i gang en prosess som akselrerer seg selv og som kan være vanskelig å stoppe. Bassengformen vil også virke inn på betydningen av fosforlekkasje, dvs. kontaktarealets størrelse mellom vannmassen og sedimenter. Leksdalsvatnet er relativt grunt med et forholdsvis stort kontaktareal. En sjø som Leksdalsvatnet som i dag er i økologisk balanse kan derfor fort vippe over til en tilstand med sterk algeoppblomstring, anaerobe forhold i bunnvatnet og dermed en sterk forverring av vasskvaliteten dersom en ikke tidsnok tar i bruk forebyggende tiltak.

Leksdalsvatnet er som tidligere nevnt en økologisk effektiv sjø. Det meste av den relativt høye primærproduksjonen er tilgjengelig for konsumentleddet, og sammensetningen av zooplanktonet er meget gunstig som næringsgrunnlag for røye og ørret. Slik næringstilstanden i dag er i Leksdalsvatnet, danner den et godt grunnlag for en stor produksjon av fisk av god kvalitet. Dersom sjøen skulle bringes ut av økologisk balanse, vil dette også få store negative følger for fiskebestanden.

En har tidligere nevnt at en stor tilførsel av fosfor kan endre sammensetningen av phytoplankton og bringe sjøen ut av økologisk blanse. Et annet forhold som også kan regulere dette er størrelsen og sammensetningen av fiskebestanden. Røye og i perioder også ørret, beiter på de større artene av zooplanktonet (Daphnia-artene). Beskattes ikke fiskebestanden

sterkt nok, vil en få store, tette bestander med små individer. Beitetrykket mot zooplanktonet vil øke og bestanden av Daphnia kan beites ned. Nye arter av zooplankton vil komme inn, små arter som ikke beiter så effektivt på phytoplanktonet. Den effektive omsetningen av tilførte stoffer oppover i næringskjedene til et nivå som kan høstes som en viktig ressurs, blir da redusert. En kan få opphoping av organiske materiale på phytoplanktonnivå med de negative følger dette kan få for vasskvaliteten. Betydningen av denne sammenhengen mellom fiskebestand og vasskvalitet vil variere sterkt fra sjø til sjø, avhengig av hvor stor stofftilførselen er og hvordan næringskjedene er sammensatt. I Leksdalsvatnet er det grunn til å anta at dersom fiskebestanden ikke beskattes hardt nok, vil dette kunne få følger for vasskvaliteten.

De hygeniske forholdene i Leksdalsvatnet vurdert med tanke på drikkevassinteressene, er ikke fullt ut tilfredsstillende. Disse forholdene vil bli forverret dersom sjøen skulle komme ut av økologisk balanse. Eutrofe tilstander vil gjøre Leksdalsvatnet uegna som drikkevasskilde.

#### C. Figga med de viktigste sideelver.

De viktigste sideelvene er Døla, Skilja og Fløra. Døla er den største og ligger i delnedbørsfelt 5 som er preget av store utmarksområder. (90% utmark, 10% dyrka mark). Vassprøvene ble tatt ved fylkesveg 759 der den krysser Døla, og de vil derfor representer hele delnedbørsfelt 5, selv om mindre jordbruksareal ligger nedenfor målestedet.

Skilja ligger i delnedbørsfelt 3 som er preget av intensivt jordbruk nederst i feltet (14% dyrka mark, 86% utmark). Prøvene ble tatt et stykke opp i elva, men representerer de viktigste områdene i delnedbørsfeltet.

Fløra ligger i et område i delnedbørfelt 1 som er sterkt preget av jordbruk (41% dyrka mark, 59% utmark). Vassprøvene ble tatt like ved utløpet til Figga.

Vassprøvene for Figga ble tatt ved Vegmo og ved Lerkehaug. Nedbørsfeltet til Figga er preget av jordbruk, mens de viktigste utmarksområdene ligger i delnedbørsfeltene 3 og 5. (19% dyrka mark, 81% utmark). (Stasjonslassering, se fig. 11).

Døla.

Vasskjemiske data for Døla er framstilt i tabell 22. Disse vassprøvene viser at elva er noe påvirket av menneskelig aktivitet. Gjenomsnittsverdiene for 1981 for totalfosfor ligger rundt 70 µg p/l, mens verdiene for totalnitrogen ligger rundt 400 µg N/l. Verdiene for avrenning fra utmark er små i dette feltet. En må derfor anta at det er jordbruksaktiviteten og boligkloakk som påvirker vasskvaliteten mest i elva. Ledningsevnen er for høy i forhold til geologien i delnedbørsfeltet, og den er derfor påvirka av menneskelig aktivitet. KOF-verdiene som er relativt høge kan skyldes tilførsel av organisk materiale fra store myrareal øverst i feltet. De høye verdiene for fosfor og nitrogen 5/5-81 skyldes vesentlig vinterspredning av husdyrgjødsel og noe selektivt utsmeltet N-forbindelser som er akkumulert i snøen.

Døla kan karakteriseres som påvirka. (Se pkt. D). Ut fra forurensningssituasjonen er det grunn til å anta at Døla ikke er vesentlig forringet som gyte- og oppvekststed for sjøørret.

Skilja.

Vasskjemiske data for Skilja er framstilt i tabell 23. Disse viser høye gjennomsnittsverdier for fosfor på 160 µg P/l, nitrogen på 1400 µg N/l, og dessuten høy ledningsevne. Skilja er således sterkt preget av menneskelig aktivitet. Inderøy kommune tar ut drikkevatn fra Vådalsvatnet (se II. 2.A.), og vassføringen blir dermed redusert. Dette vil påvirke vasskvaliteten. Nederste del av nedbørsfeltet er preget av intensivt jordbruk. Sig fra gjødsellagre, silo og diffus avrenning (vinterspredning av gjødsel), samt boligkloakk setter preg på vasskvaliteten. De høye verdiene for nitrogen og fosfor 5/5-81 skyldes sannsynligvis vinterspredd husdyr-

gjødsel. De høye pH-verdiene kan tyde på høy produksjon av alger i elva, med de negative konsekvenser det kan ha for vasskavliteten. Høye NH<sub>3</sub>- verdier kan også gi høy pH.

Skilja kan karakteriseres som forurensset (se pkt. D).

Det er grunn til å tro at elvas betydning som gyte- og oppvekstplass for sjøørret er vesentlig redusert. Den høye primærproduksjonen om sommeren kan føre til lave oksygenverdier i kritiske perioder med lav vassføring, noe som kan slå ut først og fremst yngelen. Høy produksjon fører også til begroing av fastsittende alger og dermed reduserte gytetmuligheter.

#### Fløra.

Vasskjemiske data for Fløra er framstilt i tabell 24. Disse viser meget høye gjennomsnittsverdier i 1981 for totalfosfor (330 ug P/l) og totalnotrogen (2100 ug N/l), samt høye tall for ledningsevne. Fløra er meget sterkt påvirket av menneskelig aktivitet. I nedbørsfeltet til Fløra er store deler dyrket opp. Det er en nær sammenheng mellom den intensive jordbruksaktiviteten i feltet og vasskvaliteten. De høye verdiene for nitrogen og fosfor 5/5-81 skyldes sannsynligvis vinterspredd husdyrgjødsel. Utslipp av silopressaft kan være årsaken til de høye nitrogen- og fosforverdiene 2/9-81. Stor produksjon av autotrofe organismer kan heve pH og kan forklare hevingen av pH utover sommeren.

Fløra kan karakteriseres som forurensset/sterkt forurensset etter saprobiesystemet. Denne bekken er så sterkt påvirket at den i dag er uegna som gyte- og oppvokststed for sjøørret. Begroing av fastsittende alger og perioder med lave oksygenverdier i vassmassene om sommeren som følge av den sterke påvirkningsgraden har langt på vei ødelagt Fløra som fiskebiotop.

Figga.

Vasskjemiske data for Figga er framstilt i tabell 25. Disse viser at verdiene for de vasskjemiske parametre ved Vegmo naturlig nok er preget av vasskvaliteten i Leksdalsvatnet. Ved Lerkehaug er elva blitt påvirket av jordbruk og boligkloakk som er de forurensende virksomhetene i nedbørsfeltet. Boligfeltet ved Lerkehaug har bare slamavskillere før utslipp i Figga. Alle de kjemiske parametrerne viser en økning fra Vegmo til Lerkehaug. Gjenomsnittsverdiene for totalfosfor (38 ug P/l) og totalnitrogen (660 ug N/l) og ledningsevne viser at elva ved Lerkehaug er påvirket av menneskelig aktivitet.

Figga ved utløp Leksdalsvatnet ved Vegmo må som elv karakteriseres som upåvirket da innholdet av totalfosfor ligger på samme nivå som i Lundselva (rundt 20 mg/l). Figga ved Lerkehaug må karakteriseres som påvirket. (Se pkt. D).

Det er ikke grunn til å tro at forurensningssituasjonen i Figga vil ha noen negativ påvirkning på elva som gyte- og oppvekststed for laks og sjøørret.

Dato	Tot. - P µg/l	PO4 - P µg/l	Tot. - N µg/l	NO3/NO2 µg/l	Ledn. evne µS/cm (25°C)	pH	KOF mg O/l
5/5-81	107	89	1200	830	-	6,95	20
18/5-81	90	27	160	16	20	6,3	-
30/6-81	62	25	430	140	105	7,6	39
3/8-81	37	16	283	64	54	7,2	11
2/9-81	98	28	310	80	55	7,0	37
1/10-81	79	13	240	100	61	7,1	10
5/11-81	32	28	560	220	87	6,8	-

Tabell 22. Vasskjemiske data for Døla 1981

Prøvetaker: Forurensningsmyndighetene i Nord-Trøndelag

Dato	Tot. - P µg/l	PO4 - P µg/l	Tot. - N µg/l	NO3/NO2 µg/l	Ledn. evne µS/cm (25°C)	pH	KOF mg O/l
5/5-81	182	167	3700	1600	220	6,85	19
18/5-81	220	63	580	340	92	7,19	-
30/6-81	110	69	940	460	213	7,7	44
3/8-81	93	68	1140	642	244	7,8	65
2/9-81	130	120	1320	810	203	7,5	11
1/10-81	130	84	1220	100	246	7,7	20
5/11-81	230	210	1000	570	199	7,3	-

Tabell 23. Vasskjemiske data for Skilja 1981

Prøvetaker: Forurensningsmyndighetene i Nord-Trøndelag

Dato	Tot. - P µg/l	PO4-P µg/l	Tot. - P µg/l	NO3/NO2 µg/l	Ledn. evne µS/cm (25°C)	pH	KOF mg O/l
5/5-81	128	97	2400	1400	215	6,6	36
18/5-81	105	35	1130	660	165	7,1	-
30/6-81	290	210	2000	760	279	7,7	55
3/8-81	427	335	2530	1180	296	7,8	98
2/9-81	800	740	2940	270	316	7,6	42
1/10-81	220	17	1630	1420	285	7,8	30

Tabell 24. Vasskjemiske data for Fløra 1981

Prøvetaker: Forurensningsmyndighetene i Nord-Trøndelag

Data	Tot.P(µgP/1)			PO4-P(µgP/1)			Tot.N(µgN/1)			Farge(mg Pt/1)			Turb.(JTU.)			Ledn.evne(µS/cm)		
	I	II	I	I	II	I	I	II	I	I	II	I	I	II	I	II	I	II
28/4-78	21	37	5	17	500	700	40	55	2,5	5,0	5,5	60	60	60	55	55	55	60
18/5-78	16	28	3	24	415	380	45	90	1,0	8,0	4,6	43	43	43	4,6	4,6	4,6	43
30/5-78	21	22	8	10	365	330	60	120	0,8	3,5	4,4	46	46	46	4,4	4,4	4,4	46
19/6-78	15	18	6	6	315	315	45	85	0,5	1,7	4,1	50	50	50	1,7	1,7	1,7	50
7/7-78	12	46	3	22	295	495	50	190	0,6	6,0	4,8	72	72	72	6,0	6,0	6,0	72
11/8-78	18	27	3	17	305	295	39	70	0,6	1,5	6,4	196	196	196	1,5	1,5	1,5	196
23/8-78	7	34	5	24	495	577	29	105	0,3	2,3	4,7	80	80	80	2,3	2,3	2,3	80
25/9-78	60	35	10	25	731	1110	71	116	1,4	4,2	6,3	75	75	75	4,2	4,2	4,2	75
24/10-78	11	19	3	10	660	1460	52	70	0,6	1,1	4,7	59	59	59	1,1	1,1	1,1	59
1/12-78	10	18	5	11	773	968	65	65	1,2	1,3	50	56	56	56	1,3	1,3	1,3	56
9/1 -79	7	21	7	21	773	825	56	60	1,2	1,6	56	79	79	79	1,6	1,6	1,6	79
12/2 -79	19	28	9	15	425	1140	54	72	1,7	2,1	62	78	78	78	2,1	2,1	2,1	78
16/3 -79	13	26	6	23	1178	1495	52	68	1,8	2,9	57	77	77	77	2,9	2,9	2,9	77
3/5 -79	55	125	45	105	450	800	48	81	5	3,2	50	67	67	67	3,2	3,2	3,2	67
5/6 -79	10	19	5	11	250	285	76	111	2,6	1,0	45	51	51	51	1,0	1,0	1,0	51
10/8 -79	20	29	8	23	-	40	45	45	1,0	2,3	53	70	70	70	2,3	2,3	2,3	70
1/10-79	14	33	6	17	490	553	40	50	1,0	2,6	45	52	52	52	2,6	2,6	2,6	52
27/11-79	35	39	9	21	-	40	45	45	2,2	3,7	46	63	63	63	3,7	3,7	3,7	63
9/1 -80	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26/3 -80	18	59	8	-	420	577	40	45	1,2	2,7	50	76	76	76	2,7	2,7	2,7	76
5/5 -80	31	76	4	-	519	566	40	50	1,5	6,6	4,7	49	49	49	6,6	6,6	6,6	49
10/6 -80	19	25	10	-	349	506	35	35	1,4	4,2	4,6	55	55	55	4,2	4,2	4,2	55
5/5 -81	151	126	14	111	560	730	-	-	-	-	40	-	-	-	40	40	40	-
10/5 -81	93	21	54	5	430	460	20	-	-	-	-	-	-	-	57	57	57	-
30/6 -81	16	37	13	21	480	730	50	-	-	-	-	-	-	-	50	50	50	-
3/8 -81	15	32	5	20	235	488	47	-	-	-	-	-	-	-	47	47	47	-
2/9 -81	9	34	7	27	300	350	49	-	-	-	-	-	-	-	49	49	49	-
1/10-81	45	36	8	17	295	300	-	-	-	-	-	-	-	-	50	50	50	-
3/11-81	20	-	11	-	430	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53	53	53	-

Tabel 1 25. Vasskjemiske data for Figga.

Prøvetaker: 28/4-78 - 27/11-79:  
SINTEF

I. Figga ved utløpet av Leksdalsvætn.

II. Figga ved Samnan (utløp til Beitstadfjorden)

9/1-80 - 5/11-81:  
Nord-Trøndelag fylke

D. Klassifisering av forurensningsgraden i bekker og elver i vassdraget.

På grunnlag av observasjoner gjort av forurensningsmyndighetene i Nord-Trøndelag fylkeskommune er bekker og elver klassifisert etter forurensningsgrad. Vurderingen er gjort på grunnlag av saprobiepåvirkning og er framstilt i fig. 20.

En har benyttet disse forurensningsgradene:

- Kl. I: lite eller ikke påvirka  
Kl. I - II: overgangssone  
Kl. III: påvirket  
Kl. II - III: overgangssone  
Kl. III: forurensset  
Kl. III - IV: overgangssone  
Kl. IV: sterkt forurensset

De ulike forurensningsgradene er nærmere beskrevet i vedlegg 1.

For å sammenligne forurensningsgradene i de ulike bekker og elvene vurdert etter saprobiepåvirkning med fosfokonsentrasjonene i disse, er gjennomsnittlig konsentrasjon av totalfosfor fra mai til oktober 1981 framstilt i tabell 26.

Det er godt samsvar mellom fosfokonsentrasjonene og hvordan de ulike bekkene og elvene fordeler seg etter saprobiepåvirkning.

	Forurensningsgrad etter saprobiepåvirkning	Tot. P (µg/l)
Lundselva	I	24
Figga ved Sannan	II	48
Døla	II	70
Skilja	III	156
Fløra	III - IV	280
Sørbekken	IV	730
Musumbekken	IV	1100

Tabell 26. Forurensningsgrad etter saprobiesystemet og gjennomsnittlig konsentrasjon av totalfosfor i perioden mai - oktober 1981.

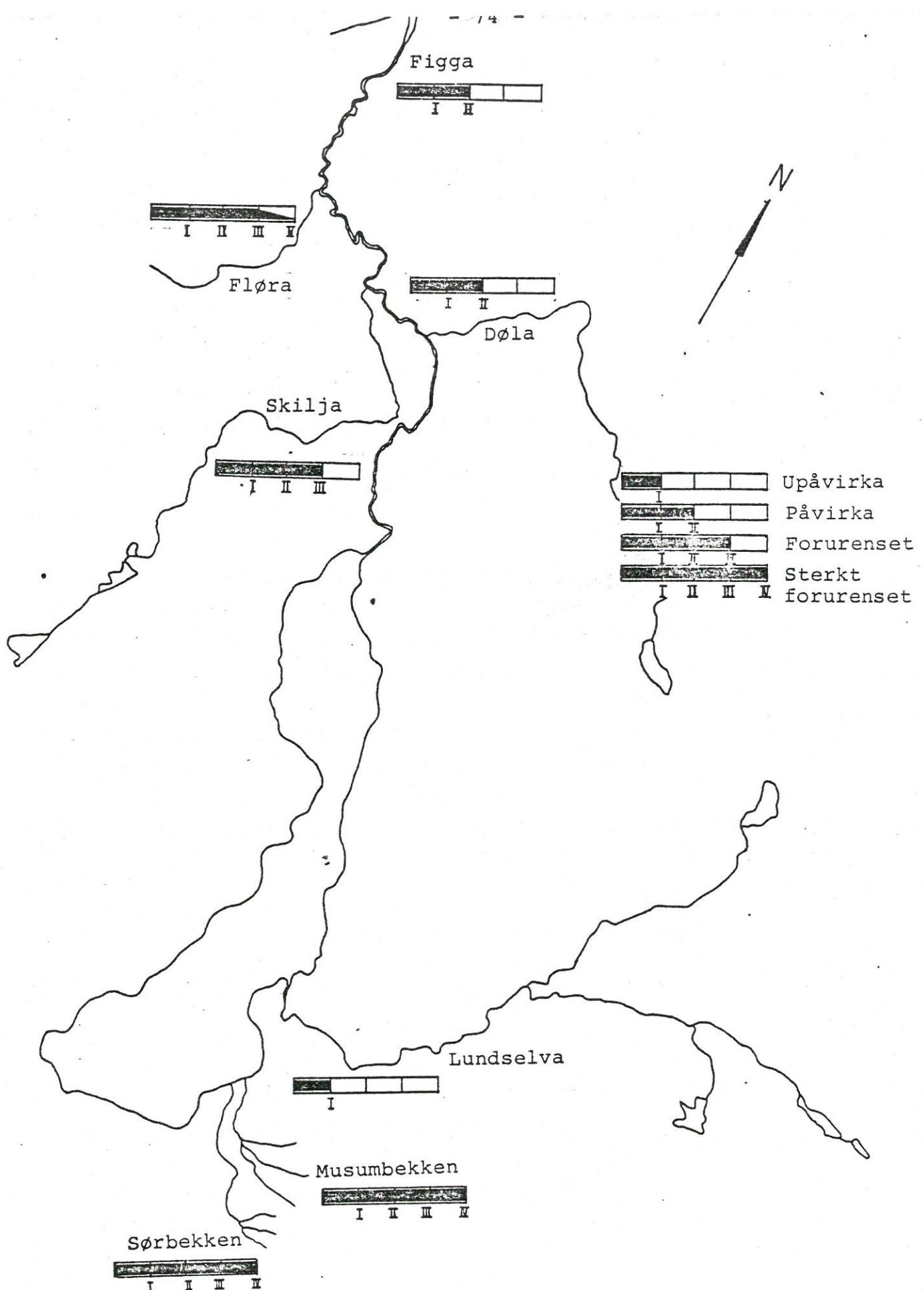


Fig. 18. Forurensingsgrad etter saprobiesystemet for elver og bekker i planområdet.

### III. SAMFUNNSUTVIKLINGEN OG DE ENKELTE BRUKERINTERESSENE.

#### 1. OVERORDNA PLANFORUTSETNINGER.

De overordna planforutsetningene står uttalt i fylkesplanen for Nord-Trøndelag og generalplaner for Steinkjer og Verdal kommuner og er tatt ut som sitater fra disse.

##### A. Fylkesplan for Nord-Trøndelag 1980-83.

###### a. Målsetting for naturressursene.

I planperioden er det nødvendig å skaffe til veie bedre oversikt over naturressursene og ressursbruken i fylket. Bruk av fylkets vassressurser bør skje etter en samordnet plan der det er tatt hensyn til de forskjellige brukerinteresser og der bruken er lagt opp slik at den økologiske balanse i vassdraget blir minst mulig forstyrret. Miljøverndepartementet har utarbeidet forslag til et nasjonalt overvåkingsprogram for vassdrag, dette gjelder særlig for vassdrag med stor jordbruksaktivitet i nedslagsfeltet kombinert med drikkevannskilder for store befolkningskonsentrasjoner, her kan nevnes Leksdalsvatnet. Det bør utarbeides bruksplaner for de viktigste vassdrag i fylket.

###### b. Målsetting for naturvern.

De sentrale målsettinger for naturvern i Norge finnes først og fremst i naturvernloven av 1970. All disponering av natur bør foretas ut fra langsiktige målsettinger. Områder som er sjeldne i fylket sett i landssammenheng bør vernes. Det samme gjelder spesielle våtmarksområder som er av nasjonal og internasjonal betydning for fuglelivet. All disponering av natur skal ifølge bygningsloven først foretas etter at området er vurdert i større sammenheng gjennom oversiktsplanlegging. Dette samsvarer med naturvernlovens formålsparagraf.

###### c. Målsetting for friluftsliv og utmarksnæringene.

Jakt- og fiskeområder på privat grunn bør forvaltes gjennom utmarkslag, og allmennheten bør gis mulighet til

å utøve jakt og fritidsfiske. Kommunenes generalplaner må omfatte forslag til arealdisponering i utmark. Utmarksnæringen må utvikles slik at den gir grunneier en godt gjørelse for det arbeid han nedlegger i næringen. Dessuten skal den ikke grunneiende del av befolkningen sikres bedre muligheter for bruk av utmarksområdene. Et overordnet mål for vilt- og fiskeststell er å sikre artenes eksistens og det miljø de er avhengig av. Her er gode biotopkart en viktig forutsetning. Etter som beskatning frigjør livsrom, må det gjennom beskatning skapes balanse mellom artenes næringstilbud og bestandsstørrelsen. Dette vil være av verdi både for grunneierne og andre interesserte parter. For å bevare og forbedre produksjonsgrunnlaget for vilt og fisk, er det nødvendig at all omdisponering av utmarksarealer blir nøyde forhåndsvurdert. Det er særlig nødvendig at forurensning av naturen og spesielt av vassdragene opphører eller bringes på et forsvarlig lavt nivå. Det bør bygges stamlaksbasseng og klekkeri for smålakselvene i fylket. Utbyggingen må drives av laksestyrrene i samarbeid med grunneierne, fiskerikonsulenten og Direktoratet for vilt og ferskvannsfiske, og i hovedsak finansieres av staten og laksestyrrene.

For innenlandsfisket vil det bli en hovedoppgave å samle små bruksenheter i grunneierlag. Fiskekvaliteten må søkes bedret, særlig ved hjelp av egnet redskapsbruk.

d. Målsetting for landbruket.

Målsettingen er å bidra til løsning av viktige samfunnsmessige oppgaver som sikring av matforsyning og virkesforsyning til treforedlingsindustrien, stabilisering av bosetting i næringssvekkede distrikter, en effektiv langsiktig og forsvarlig ressursutnytting, samt å gi yrkesutøverne i landbruket trygge økonomiske og sosiale kår. Det mål fylkesplanen tar sikte på for jordbruket i Nord-Trøndelag for planperioden, er lagt opp med tanke på å falle inn i det totale helhetsbilde for landet og slik at utgangspunktet for en videre utvikling av næringen skal være best mulig. Det er viktig snarest mulig å få gjennom-

ført forskriftene som forbyr utslipp av silopressaft til vassdrag samt spredning av gjødsel på snø og frossen mark. For å minimalisere skadevirkningene av gjødselspredning vinters tid, kan det bli nødvendig med forskjellige midlertidige tiltak:

1. Anordning av midlertidige gjødselkummer i tilknytning til eksisterende driftsbygning. Dette kan være kummer som settes ned i bakken eller det kan bare være groper i bakken.
2. Dersom utkjøring av gjødsel likevel må finne sted vinters tid, må denne søkes lagt ut i dunger eller spres på areal i størst mulig avstand fra vassdrag der faren for utvasking mot vassdrag er minst mulig. Det er særlig viktig å redusere forurensningene fra landbruket i vassdrag med store drikkevassinteresser, som f.eks. Leksdalsvatnet.

e. Målsetting for tekniske anlegg.

For eksisterende og fremtidige vasskilder er det nødvendig å sikre nedslagfeltet på en slik måte at vasskvaliteten ikke forringes. Dette gjelder særlig for de kilder som i dag har tilfredsstillende drikkevasskvalitet uten rensing. Alternative løsninger til vassklosett må nøyne vurderes for spredt bebyggelse. Dette gjelder særlig i nedslagsfelt for de større ferskvassreservoar som f.eks. Leksdalsvatnet. Nye boligfelt må søkes lokalisert slik at det er økonomisk mulig å nå fram med avløpsledninger til recipient med tilstrekkelig kapasitet. Spredt boligbygging må foregå slik at mindre elver og bekker ikke blir forurenset. Kontroll med anlegg og drift av spredte avløpsanlegg må intensiveres fra kommunenes side.

B. Generalplan for Steinkjer kommune.

Vassforsyning.

Leksdalsvatnet er vasskilde for Henning Vassverk, og forutsettes sikret som permanent kilde eller reservevasskilde. Ved utbygging av Skarpnes og Lysheim forutsettes at Henning Vassverk skal brukes som framtidig vasskilde.

Det forutsettes sanering av avløp for Skarpnes og Lysheim.

Befolkning og bosetning.

Befolkningsveksten skal ha en vekst på 0,4% i planperioden. Ved etablering av nye boligfelt skal disse så langt som mulig lokaliseres slik at det kan nytties ledig kapasitet i barneskolene. Skarpnes er gunstig med henhold på vassforsyning og barneskole.

Det tas sikte på å stabilisere bosettingsmønstret i kommunen.

Jordbruk.

Det tas sikte på å opprettholde eller om mulig gradvis øke antallet selvstendige næringsdrivende slik at det blir samsvar mellom jordressursene og antallet yrkesaktive jordbrukere. Det er av betydning at planer for boligbygging og hyttebygging blir lagt til områder der de gjør minst mulig inngrep i produktive arealer.

C. Generalplan for Verdal kommune.

Befolkning og bosetting.

Det tas sikte på en befolkningsvekst på 1,2% årlig. Spredt boligbygging må sees på som en naturlig del av boligbygginga i kommunen. Kommunen vil spille en aktiv rolle ved spredt boligbygging ved å planlegge klyngebebyggelse på 4 - 5 hus. Boligbygging i sone II med blant annet Nord- og Sør-Leksdalen utover det som har direkte tilknytning til jord- og skogbruk, bør skje som en kombinasjon av utbygging i mindre felt og spredt boligbygging, men da fortrinnsvis i de mindre felt. Leksdalen er fortsatt aktuell hvis tilfredsstillende avløpsordninger finnes.

Jordbruk.

Det er i kommunens interesse å beholde et sterkt og levedyktig jord- og skogbruk, som dermed også vil opprettholde bosettingen. Det er viktig at jorda holdes i hevd og at forholdene til nydyrkning blir lagt bedre til rette. Det må gis små bruk muligheter til å erverve tilleggsjord.

## 2. SAMFUNNSUTVIKLINGEN GENERELT.

Felles for Steinkjer og Verdal kommuner er at befolkningsutviklingen viser samme tendens. Det har vært en markant stigning i befolkningstallet fra 1950 til i dag. Denne økningen i befolkningen gjelder ikke for grendesentra som Lysheim, Vegmo, Sør- og Nord-Leksdalen som har hatt stabil befolkning eller noe nedgang. For å minske på presset fra Verdalsøra og Steinkjer "sentrum" er begge kommuner interessert i å styrke bosettingen i grendesentraene.

Jordbruket i planområdet drives intensivt og nydyrkning av større omfang vil neppe skje. Strukturen i jordbruket forventes ikke å forandres særlig de kommende årene. Andre næringer forventes ikke å etablere seg i området.

Det som kan få størst mulig betydning for utviklingen i planområdet er om Leksdalsvatnet skulle bli en varig drikkevasskilde. Da kan omfattende klausuleringer legge bånd på utviklingen og jordbruksnæringen i Leksdalsvatnets nedbørsfelt.

## 3. DE ENKELTE BRUKERINTERESSENNE.

### A. Vassforsyning.

Det knytter seg sterke drikkevassinteresser til Leksdalsvatnet.

Vassforbruket for Verdal kommune har økt sterkt og vil antagelig øke mer i årene som kommer. Middel-forbruk i 1971 var 43 l/s, mens det i 1979 var 66 l/s. Det kan tas ut 85 l/s fra Leksdalsvatnet fra februar 1982. Det er antatt at et framtidig vassforbruk for Verdal i år 2000 vil være ca. 120 - 150 l/s. Dette er langsiktige prognosenter så vassverksutbyggingen for Verdal vil bli foretatt etappevis etter behov.

Det nåværende vassforsyningasanlegget for Verdal sentrum fra Leklemsvatnet er sprengt. Dette vil i framtida være et reserveanlegg. Verdal kommune har i dag ikke lengre rett til å ta ut vatn fra Vådalsvatn om Leklemsvatn da Inderøy

commune har fått konsesjon på utnyttelse av Vådalsvatn som drikkevasskilde. Fra 1.1. '80 kan Verdal kommune ta ut vatn fra Vådalsvatn hvis Inderøy kommune ikke trenger de 36 l/s som maksimalt kan tas ut.

Den nye drikkevasskilden for Verdal sentrum vil i framtida bli Kjesbuvatn. Men da bygging av vassverk fra Kjesbuvatn ble funnet for dyrt innenfor de rammer som pr. i dag finnes, fikk Verdal kommune tillatelse til å ta i bruk Leksdalsvatnet som midlertidig vasskilde i 5 år.

I nordenden av Leksdalsvatnet er det også tre mindre anlegg. Disse tar ut bare en brøkdel av det Verdal Vassverk tar ut i dag og er såpass små at de ikke betinger klausuleringer rundt inntaksområdet. I tillegg kan det nevnes at det rundt hele vatnet blir tatt ut vatn til enkeltbruk i tillegg til at det er drikkevasskilde for husdyr.

Både Verdal og Steinkjer kommune har planer om å styrke bosetningen i Leksdalsvatnets nedbørssområde. Ved en eventuell utbygging av Skarpnes og Lysheim forutsettes at Henning Vassverk skal brukes som framtidig drikkevasskilde. Leksdalsvatnet er vasskilde for Henning Vassverk, og forutsettes sikret som permanent kilde eller reservevasskilde. (J.fr. III.1.) Det kan således bli tale om å bruke Leksdalsvatnet som varig drikkevasskilde i framtida. Det vil da i første rekke bli tale om økt behov for kvalitativt bra vann, mens det rent kvantitativt ikke vil bli mangel. (Se tabell 7). Ved en betydelig økning av vassuttaket ut over 85 l/s bør virkningen av dette undersøkes.

I forbindelse med Verdal Vassverk er det fastsatt klausuleringer rundt den sørlige enden av vatnet.

#### Litt om klausuleringene.

De har til hensikt å beskytte inntaksområdet mot forurensninger. De skal generelt ikke være til hinder for jordbruks drift og utvikling, og heller ikke være til hinder for en naturlig utvikling av bosetningen i klausuleringsområdet. (Se vedlegg 2).

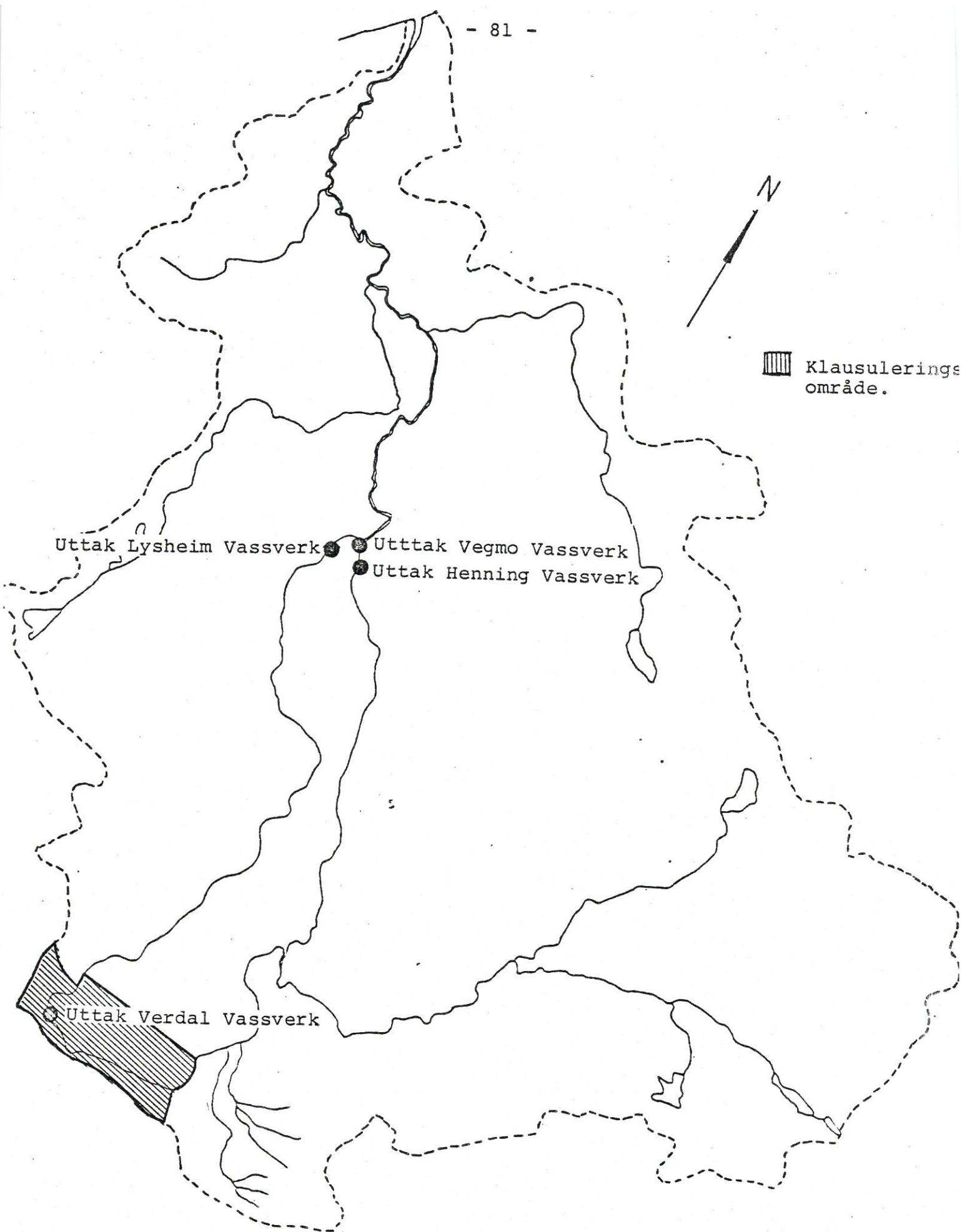


Fig. 19. Vassverk i Leksdalsvatnet og klausuleringsområdet for Verdal Vassverk.

Det er således fastsatt restriksjoner på jordbruk, boligbygging, friluftsliv, fiske, lagring av stoffer, deponering av slam, avfall o.l. Disse restriksjonene har hittil ikke vært til noe stort hinder for virksomheten i klausuleringsområdet, men det har likevel vært enkelte små erstatningssaker. Hvis Leksdalsvatnet skulle bli en varig drikkevasskilde kan det bli restriksjoner rundt hele vatnet. Disse restriksjonene forventes å bli mer omfattende og strengere.

B. Naturvern - Landskapsvern.

a. Vern av våtmarker.

På bakgrunn av registreringene av våtmarksarealer i Nord-Trøndelag er det utarbeidet en verneplan for de viktigste lokalitetene. Det er der foreslått et naturreservat og to fuglefredningsområder langs Leksdalsvatnet. Lundselvoset er foreslått verna som naturreservat mens Lyngås - Klinga (se kart) og Figgaoset er foreslått verna som fuglefredningsområde. Formålet med planen er å bevare en av de viktigste trekklokalitetene i innlandet mot inngrep som kan ødelegge eller skade deres verdi, og å bevare hekkelokalitetene for arter som er sjeldne i denne delen av landet.

Vern av områdene medfører at ferdseLEN bør kanaliseres bort fra områdene, heter det i utkastet til verneplanen. Videre bør fisket i området tillates drevet slik det har vært gjort tidligere, kantskogen bør i størst mulig grad bevarer og båttrafikken innen området som i dag vesentlig skjer i forbindelse med fiske og jakt bør pålegges restriksjoner. Verneområdene må fortsatt være tilgjengelige for beiting, og all jakt bør selvsagt forbys.

b. Fornminner.

I Verdal er alle fornminner registrert og inntegnet på økonomisk kartverk (se fig. 21). For nærmere opplysninger om fornminnene i Verdal vises til Topografisk-arkeologisk registrering for Verdal, bind 1, utarbeidet av Universitetet i Trondheim ved Det Kgl. Norske Videnskabers Selskap, Museet.

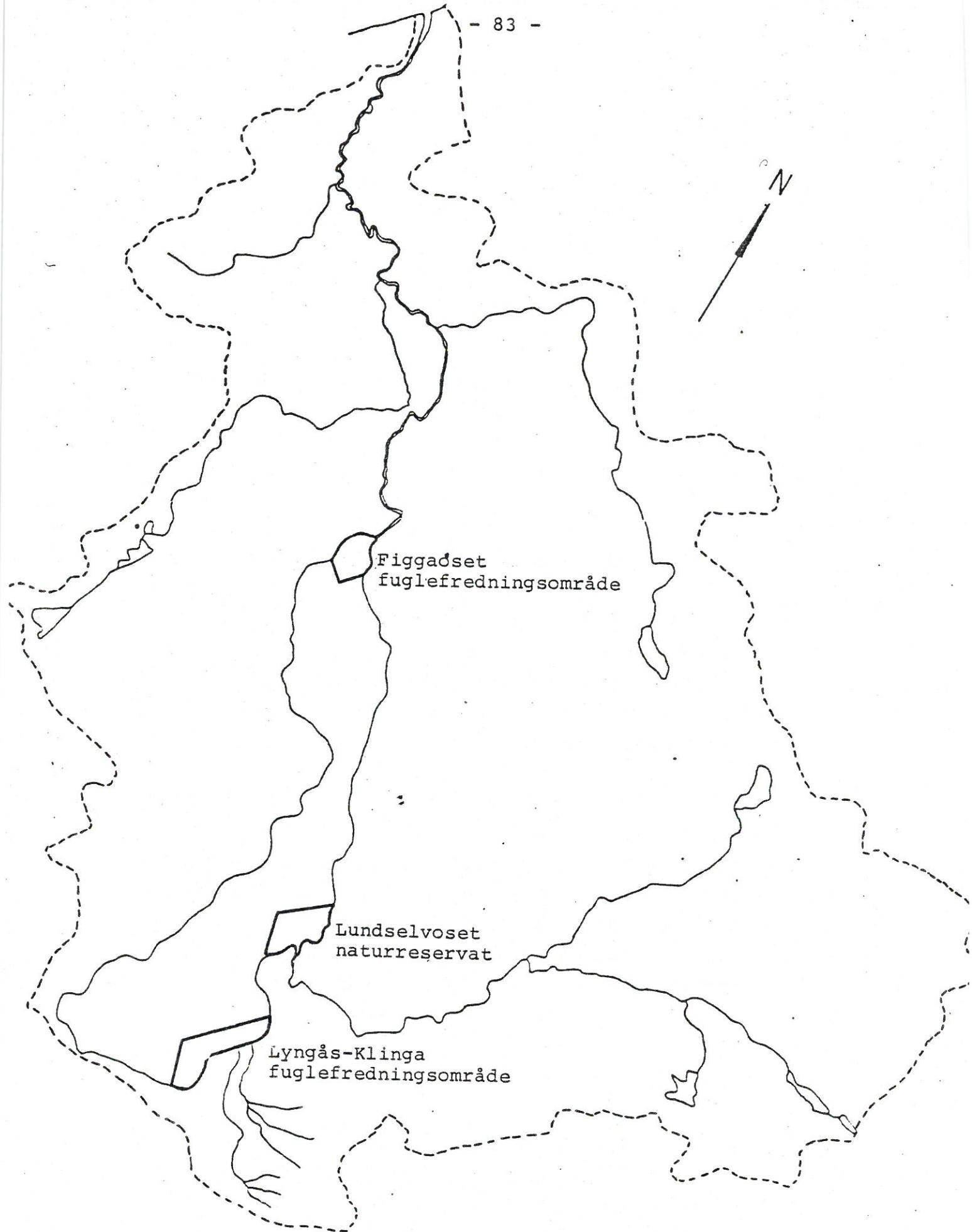


Fig. 20. Forslag til naturreservat og fuglefrednings-områder.

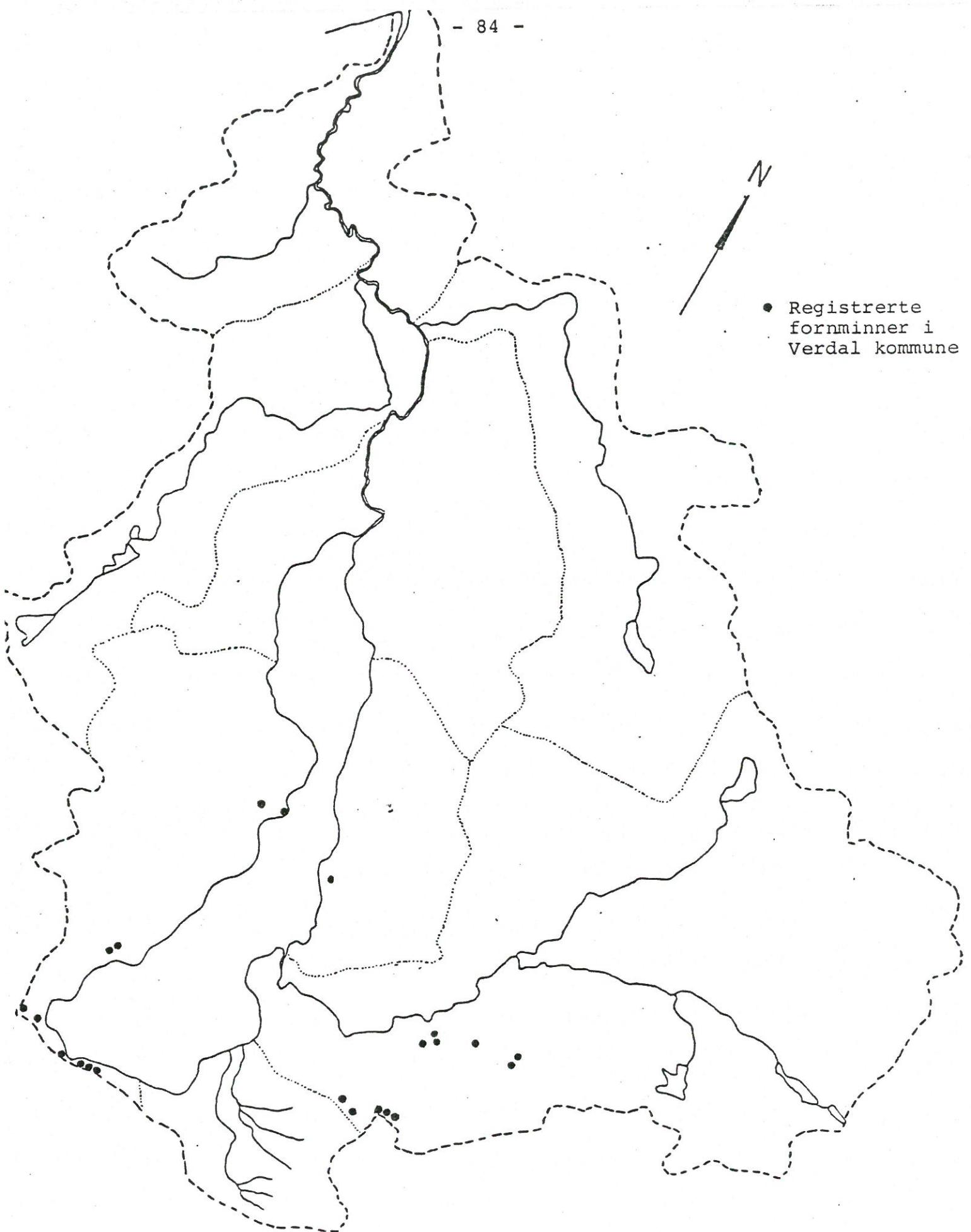


Fig. 21. Registrerte fornminner i Verdal kommune.

I Steinkjer er det ikke foretatt noen systematisk registrering av fornminner, men enkeltfunn er arkivert ved Universitetet i Trondheim. Det foregår pr. i dag en systematisk registrering i sentrumssonnen. Noen av fornminnene som er registrert ligger i Lerkehaugområdet.

c. Kvartärgeologisk forekomst.

I planområdet ligger et område som er kvartärgeologisk verneverdig. Dette området ligger i Tjelderdalen og er en liten, glasimarin israndavsetning. Lokaliteten er meget velformet og instruktiv.

Utvelgelsen av potensielle verneobjekter har skjedd bare på rent faglige kriterier av kvartärgeologisk/geomorfologisk art. Denne forekomsten er utelukkende en påvisning av et verneverdig område, og de områder og avgrensinger som presenteres er ikke endelige. Forslaget er ikke vurdert ut fra andre interesser (23).

C. Friluftsliv.

De friluftsaktivitetene som i dag drives i området er jakt, fiske, turgåing og bading. Fiske er omtalt som egen brukerinteresse og blir ikke omtalt her.

Det har vært drevet endel andejakt ved Leksdalsvatnet. Denne interessen forventes å øke i framtida.

Langs Leksdalsvatnet ligger ca. 50 hytter. Det er ingen campingplass i området. Endel steder med sandbunn langs vatnet nyttes til bading, og det er i første rekke lokalbefolkningen som benytter disse plassene. Interessen for å kunne bade i sitt nærmiljø forventes også å være sterk i framtida.

I området foregår det også en del turgåing, særlig i nedbørsfeltets østlige del, i skog- og fjellområdene der Døla og Lundselva har sitt utspring. I området rundt Henningvatnet er det endel hytter.

Det er i dag liten interesse for båtsport i området. Noe båttrafikk foregår i forbindelse med jakt og fiske, men dette kan neppe kalles båtsport. I framtida kan en økning i interessen for seiling/windsurfing forventes.

Som konklusjon må en si at friluftsinteressene i planområdet er meget sterke og at det er grunn til å tro disse vil øke i framtida.

#### D. Fiske.

Leksdalsvatnet/Figga er et vassdrag med en stor fiskeproduksjon som det knytter seg store brukerinteresser til. Figga med sideelver har i lengre tid vært en god lakse- og sjøørretelv av stor interesse for sportsfiskere. Leksdalsvatnet har en meget god produksjon av ørret og røye, og det drives i dag et utstrakt sportsfiske i vatnet. Grunneierne driver i stor grad fiske med garn til eget bruk. Noen driver også fiske som binæring i den forstand at noe fisk røkes eller rakes og selges. Utleie av fiskerett og båtutleie kommer også som en liten inntekt for grunneiere med fiskerett. Om vinteren drives det endel isfiske, vesentlig av tilreisende. Både sportsfiskeinteressene og interessen for fiske som binæring ventes å øke i framtida.

#### Lakse- og sjøørretfiske i Figga, Fløra, Skilja og Døla.

Fiske etter laks og sjøørret i Figga er tillatt fra 1. mai. Salg av fiskekort er organisert gjennom grunneiere og Steinkjer Jeger & Fiskeforening som har endel av fiskerettighetene. Grunneierne oppgir en inntekt av kortsalg på ca. 30.000 kr i 1981. De dårlige fangstene de siste åra har gitt en nedgang i kortsalget.

Alt fra gammelt av har Figga vært kjent som ei god lakse- og sjøørretelv. Laksestammen er spesielt tidlig med innsig av stor vårlaks allerede i april. Innsiget av smålaks er vanligvis på topp i slutten av juni. De siste åra har laksefiske gått sterkt tilbake. Sjøørretfiske har fra gammelt av, ifølge muntlige kilder, vært svært rikt. De siste åra har også sjøørretfiske gått sterkt tilbake.

Ser en på laksestatistikken for Figga de 10 siste åra (se fig. 22 ) kan en få et visst inntrykk av hvordan fiske har utviklet seg. Nå bør man være svært forsiktig med å bruke laksestatistikken slik, da stor usikkerhet knytter seg til innrapporteringen. En kan imidlertid si at fisket var godt i '73/'74 med særlig mye smålaks i '73. Årene etter synes fiske å ha gått jevnt nedover, men i '79 fikk vi en liten oppgang igjen. Dette kan skyldes den store produksjonen av yngel i '73/'74 som i '79 kom igjen som gytefisk. De siste åra har laksefisket vært dårlig, med svært lite smålaks (se høy gjennomsnittsvekt i '80). Når det gjelder sjøørret har fisket, som i '72/'73 synes å ha vært godt, gått sterkt tilbake, og i '80 ble bare 35 kg innrapportert. Ifølge muntlige kilder var situasjonen for lakse- og sjøørretfiske like dårlig i '81 som i '80.

Tilbakegangen for sjøørretfisket skyldes trolig forurensnings situasjonen i sideelvene til Figga, som har vært sjøørretens viktigste gyte- og oppvekststeder. Tilbakegangen for laksefisket kan trolig ikke forklares ut fra forurensnings- situasjonen da Figga er lite påvirket. Hvorvidt det skyldes angrepet fra Gyrodactylus, naturlige svingninger i laksebestanden eller en kombinasjon av disse er vanskelig å si. Hvilke konsekvenser disse forholdene vil få for Figga som sportsfiskeelv på sikt, er også vanskelig å si. Avtar laksefisket enda mer kan det bli aktuelt å satse på Figga som sjøørretelv med de konsekvenser det vil få for kultiveringsarbeidet.

Interessen som knytter seg til fisket i Figga er svært store, særlig p.g.a. den sentrale beliggenhet i forhold til Steinkjer. Det er all grunn til å tro at det også i framtida vil være av stor interesse å bevare Figga som ei produktiv lakse- og sjøørretelv.

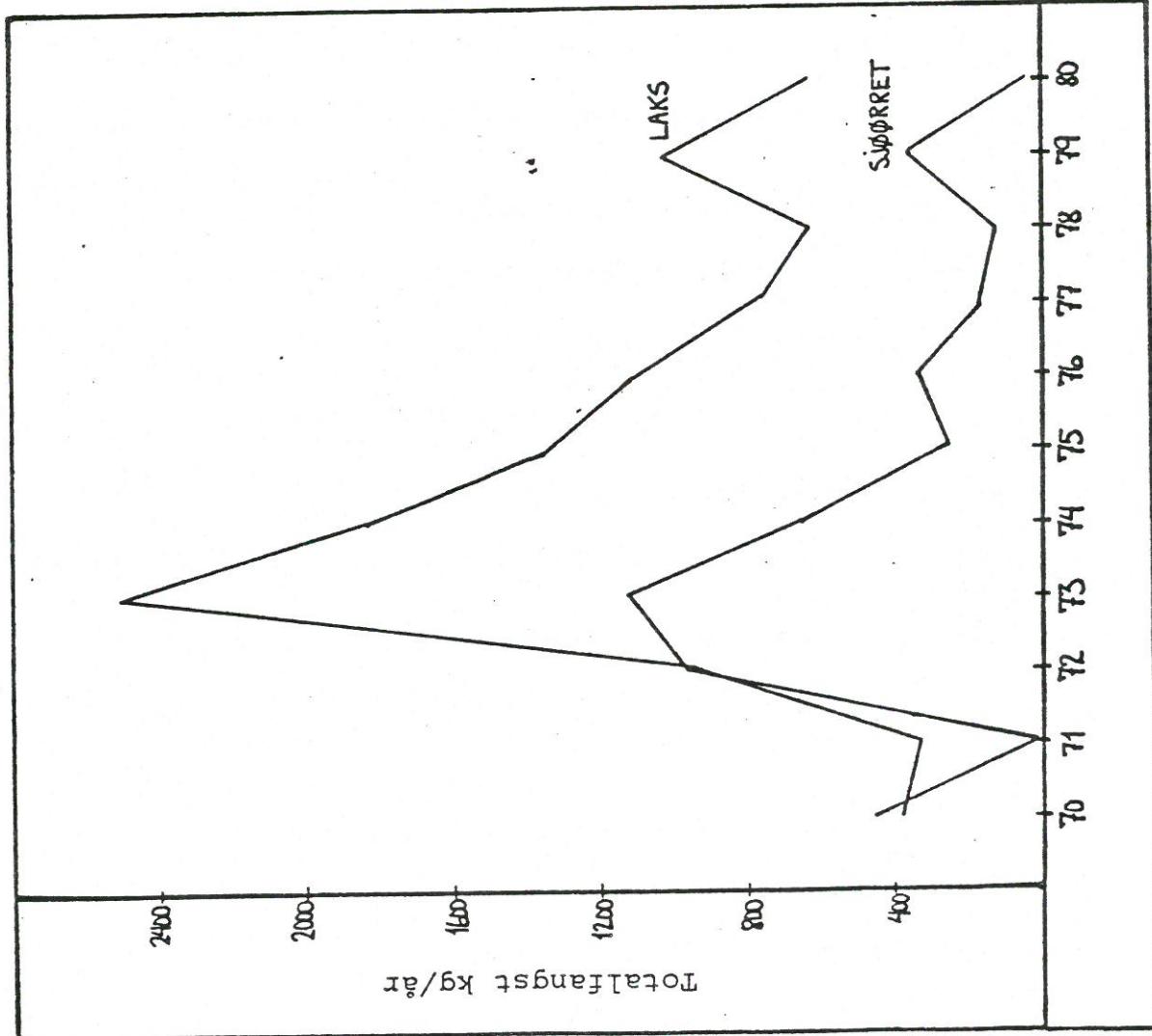
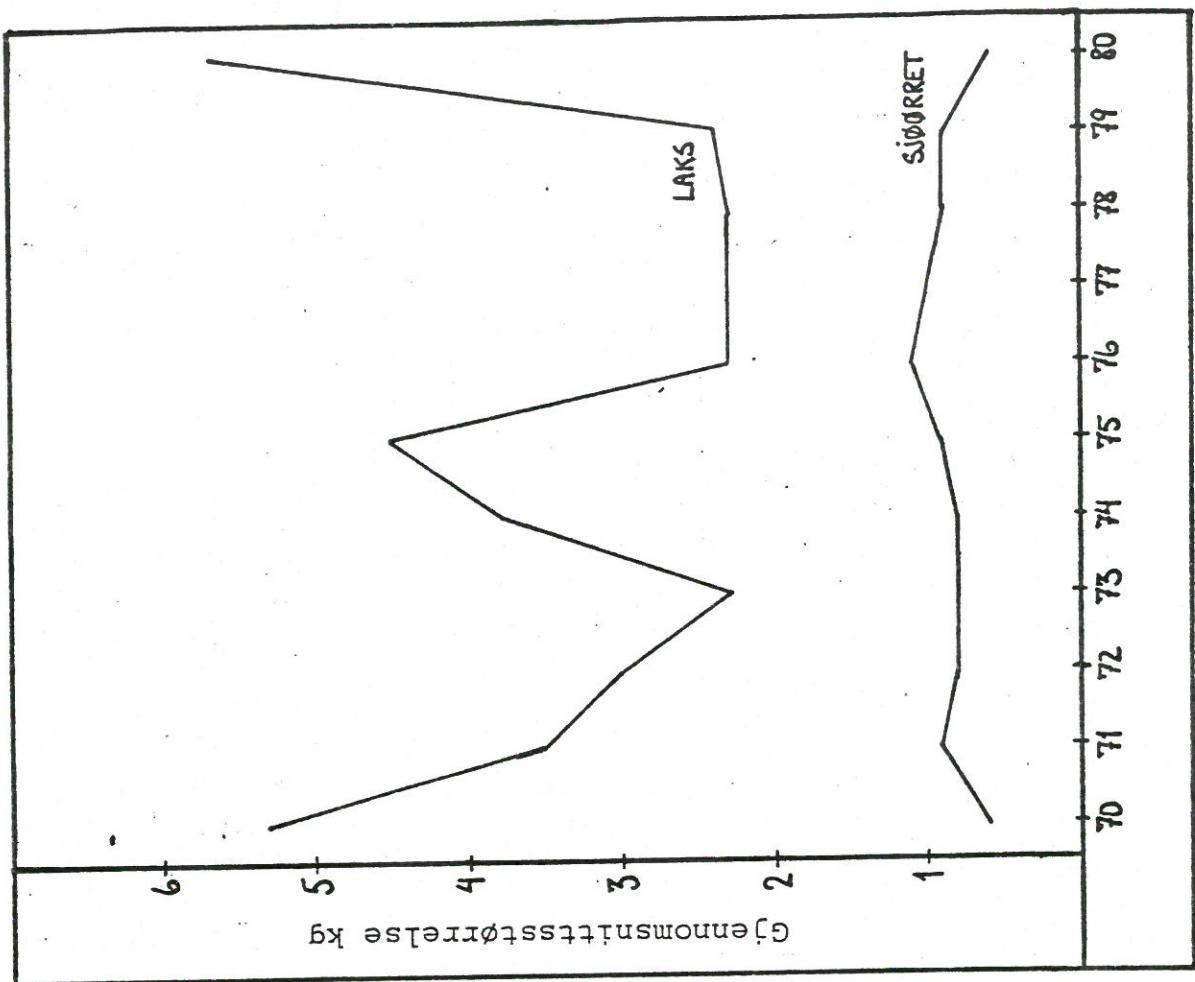


Fig. 22. Totalfangst og gjennomsnittstørrelse av laks og sjøørret i Figga 1970-80. (Fra laksestatistikkene).

Leksdalsvatnet.

Sportsfisket i Leksdalsvatnet er organisert gjennom et grunneierlag. Dette består av 90 medlemmer som har fiskerett i vatnet. Inntekter av salg av fiskekort er ca. kr. 12. - 13.000 pr. år og av båtutleie rundt kr 4.000 pr. år. Det ble i 1980 innrapportert en totalfangst på ca. 10 tonn. Oppfiska kvantum ligger betydelig over dette da rundt 20% av kortsalget ble innrapportert.

Det er gjort to undersøkelser av fiskebestanden i Leksdalsvatnet de senere år, i 1972 av Konsulenten for ferskvannsfiske i Trøndelag (21) og i 1981 av Koksvik og Reinertsen ved Universitetet i Trondheim. Rapporten fra den siste undersøkelsen er ennå ikke publisert, og de data som presenteres her er foreløpige og refererer seg til telefonsamtale med Koksvik. Rapporten ventes utgitt i mai - juni 1982. Under gjengis verdier for gjennomsnittsstørrelse og kondisjonsfaktorer for ørret og røye, fanga med garn med maskevidde 18 -24 cmfar.

	1972		1981	
	Ørret	Røye	Ørret	Røye
Gjennomsnittsstørstr.	250 gr.	210 gr.	180 gr.	170 gr.
K-faktor	1,15	1,20	1,0 *)	1,0 *)

\*) Basert på lengste lengdemål.

Tabell 27. Gjennomsnittsstørrelse og kondisjonsfaktorer for ørret og røye tatt på garn, omfar 18-24, i 1972 og 1981.

Det er vanskelig å sammenligne to undersøkelser selv om det er garn med samme maskevidde som er brukt. Hvor i vatnet en har fisket, når på året og hvilken garntype som er brukt, vil virke inn på fangstens sammensetning. Det er likevel grunn til å tro at fiskekvaliteten har gått tilbake siden 1972. Det stemmer godt med de observasjonene grunneierne har gjort. De senere årene har en intensivert fisket i Leksdalsvatnet, og en synes å ha observert en kvalitetsforbedring fra slutten av 70-årene og fram til i dag. Selv om gjennomsnittsstørrelsen og kondisjonsfaktoren har gått tilbake fra 1972, viser verdiene for 1981 at bestanden av ørret og røye i dag er av god kvalitet.

Avkastningen i Leksdalsvatnet er meget stor. Vatnet er i dag så produktiv at beskatningen kan økes vesentlig. (Koksvik pers. medd.) Dette vil også bidra til ytterligere å forbedre fiskekvaliteten, som igjen vil stimulere flere til å nytte ut den verdifulle ressursen som fisken utgjør. Den korte avstanden til Steinkjer og Verdal og stor produksjon av fin fisk gjør Leksdalsvatnet til et populært sted for sportsfiskere. Også grunneierne har stor interesse av fisket, både som rekreasjon og som binæring. Disse interessene ventes å øke i framtida i takt med økende fritid og en eventuell forbedret fiske-kvalitet.

#### E. Resipientbruk.

Avløpsvatn fra privat bebyggelse og punktutslipp fra jordbruket er de viktigste brukerne av Leksdalsvatnet som recipient.

##### a. Avløp.

For Lerkehaugområdet finnes det i dag en slamavskiller. Avløpsvatnet fra dette området skal tilkoples det nye renseanlegget i Steinkjer, hvor 1. byggetrinn er beregnet å stå ferdig i 1984. For Lysheimområdet skal det i mars 1982 være ferdig et kjemisk-biologisk renseanlegg. Resipient for dette anlegget skal være Figga. I forbindelse med Verdal Vassverk sitt uttak av vatn i Leksdalsvatnet er avløpsvatnet for Støa Ø samlet og ført ut av nedbørsfeltet.

Ellers er det private infiltrasjons- og sandfilteranlegg som er avløpssystemene i planområdet. I klausulerings-bestemmelsene i forbindelse med Verdal Vassverk skal det for spredt bebyggelse etableres primært privatløsninger uten utslipp, alternativt infiltreres avløpsvatnet på hygienisk tilfredsstillende måte. Avløpsvatn som ikke er fekalt tilblandet ledes primært ut av nedbørsfeltet, alternativt infiltreres det på tilfredsstillende måte.

I perioden 4. mai - 1. juli 1981 undersøkte fylket den tekniske utførelsen av avløpsanlegg for bolighus i Leksdalsvatnets og øvre del av Figgas nedbørsfelt. Tilsammen 340 husstander ble besøkt. De fleste av disse (280) har enkeltanlegg, mens de resterende har fellesanlegg (30 stk.) med vanligvis to husstander påkopla.

Fra foreløpig rapport:

For Verdal kommune: 176 boliger.

Anlegg utført etter forskriftene:

Byggeår	Sandfilteranlegg	Infiltrasjonsanlegg
1972-74	0	0
1975-81	4	0

For Steinkjer kommune: 54 boliger.

Anlegg utført etter forskriftene:

Byggeår	Sandfilteranlegg	Infiltrasjonsanlegg
1972-74	0	0
1975-81	1	1

Dette viser at det er ca. 10% av de nyere anlegg som er utført etter forskriftene. De vanligste feil er manglende lufting, og de fleste mangler også infiltrasjonskum og prøvetakingskum. Avløp uten rensetiltak forekommer også. En kan således ikke forvente en altfor høy renseeffekt av disse anleggene både når det gjelder N, P, organisk stoff og fekale bakterier.

I klausuleringsområdet for Verdal Vassverk kan det forventes en strengere kontroll med nyanlegg av denne type. Hvis Leksdalsvatnet skulle bli en varig drikkevasskilde, må en forvente en strengere kontroll med avløpsanlegg rundt hele vatnet. Både for Steinkjer og Verdal kommuner er det aktuelt å styrke bosetningen i planområdet. Dette medfører en større interesse for bruken av vassdraget som resipient.

b. Jordbruk.

Fra jordbruk tilføres det forurensinger fra utette gjødselkjellere, dårlige pressaftanlegg og melkerom.

Undersøkelser foretatt av forurensingsmyndighetene i Nord-Trøndelag har vist at de vanligste feil med pressaftthåndtering er direkte lekkasje fra silokummer, tette sluk og rørføringer til drenering. Fra tresiloer (plansilo og tårnsilo) kan det være lekkasje fra overgang golv/vegg. For betongsiloer er det ofte feil ved oppsetting som er årsaken til lekkasje, og de kan dessuten være bygd av ikke syrefast betong. Pumpesvikt er også vanlig, slik at oppsamlingskummer renner over. Det er også observert avløp fra oppsamlingskummer direkte til vassdrag.

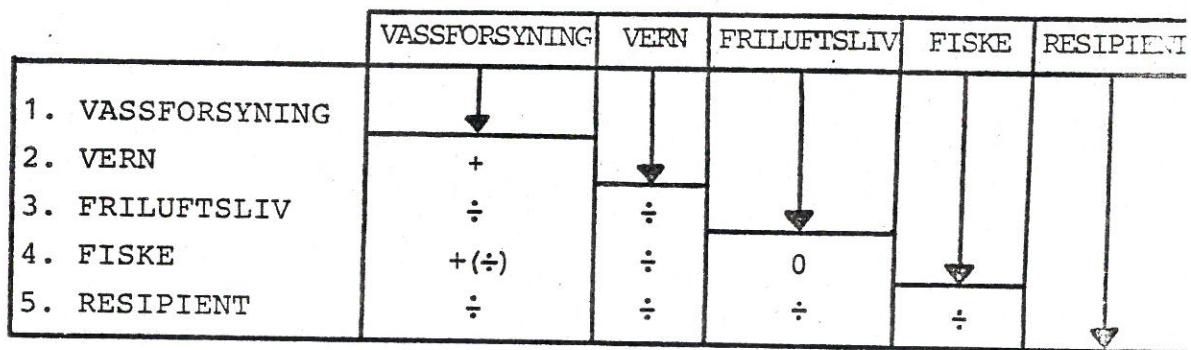
En viktig årsak til at pressaft når vassdraget er feil disponering. Uheldige løsninger som oppsamling i tankvogn med for liten kapasitet fører til avrenning. Enkelte anlegg har ikke oppsamling. Pressafta blir da infiltrert i grunnen med fare for at pressaft når drensledninger, eller den ledes direkte til resipient.

Gjødsellagre er det mest benytta lagerrom for silopressaft. Det er samtidig registrert lekkasje fra 23% av de undersøkte gjødselkjellere i fylket. Ofte er gjødsellagre lite egna som lagerplass for silopressaft på grunn av for liten kapasitet, dårlige og gamle murer som ikke tåler syre og lekkasje fra luker og porter. Store pressaftmengder i gjødselkjellere fører til at gjødsla blir enda bløtere enn vanlig med økende fare for lekkasje (22).

Feilprosenten ved kontroll med landbruksavrenning (pressaft og gjødselvann) er mindre i planområdet enn i fylket ellers (pers. medd. Rannem). Oppfølging av pålagte påbud om utbedring er dessverre liten i hele fylket. Dette kan skyldes at myndighetene for kontroll og planlegging av anlegg er skilt, og samarbeidet er derfor ikke så effektivt som ønskelig. Planområdet er imidlertid prioritert når det gjelder gunstige lån og tilskudd for utbedring av gjødsellagre. Alt i alt skulle en forvente reduksjon av punktutslippene, og dermed minske belastningen på vassdraget som resipient.

#### IV. KONFLIKTANALYSE

I planområdet et det først og fremst vasskvalitetskonflikter og vernekonflikter. Vasskvantitet konflikter kommer helt i bakgrunnen.



Figur 24. Brukermatrise som viser dagens og mulig framtidige brukskonflikter.

- ÷ : Interesser i konflikt med hverandre  
+ : Interesser som forsterker hverandre i positiv retning  
0 : Liten samvirke mellom interesser.

##### 1. KONFLIKTER TILKNYTTET VERN.

###### Vern - Vassforsyning.

Disse brukerinteressene har stort sett sammenfallende interesser som forsterker hverandre i positiv retning. I forbindelse med verneplan for våtmarker foreslås det restriksjoner på ferdsel langs og på vatnet som sammenfaller med interessene om å bevare vasskvaliteten.

###### Vern - Friluftsliv/Fiske.

Her vil det oppstå interessekonflikter dersom verneplanen for våtmarksområdene blir gjennomført. De restriksjonene som der blir foreslått i forbindelse med ferdsel og båtsport vil begrense muligheter for å drive fiske, og andejakta i områdene vil bli forbudt. Det heter i verneplanen at "fisket bør tillates drevet slik det har vært gjort tidligere. Skal dette kunne gjennomføres, bør en ikke pålegge restriksjoner på båttrafikk i forbindelse med fiske.

Vern - Resipient.

Infiltrasjon av avløpsvann i forbindelse med en eventuell spredt boligbygging i området kan komme i konflikt med interesser om å bevare fornminner da disse ofte ligger i områder med egnede infiltrasjonsmasser.

**2. KONFLIKTER TILKNYTTET VASSKVALITET.**

Vassforsyning - Friluftsliv.

Klausuleringene i forbindelse med Verdal Vassverk medfører at telt-slagning, båtsport og bading ikke tillates innenfor klausuleringsområdet. Økte interesser for Leksdalsvatnet som drikkevasskilde i framtida kan medføre en utvidelse av klausuleringsområdet, og dermed øke denne interessekonflikten.

Vassforsyning - Fiske.

I klausuleringsbestemmelsene for Verdal Vassverk står det uttalt at fiske er forbudt for alle unntatt grunneierne i "inntaksområdet". Det er således en konflikt mellom vassforsyningsinteressene og fiskeinteressene i klausuleringsområdet. En eventuell utvidelse av klausuleringsområdet vil også medføre en forsterking av denne konflikten.

På en annen side har vassforsyningsinteressene og fiskeinteressene sterkt sammenfallende interesser. Et intensivt drevet fiske betyr stort uttak av næringsstoffer fra sjøen og sikrer den økologiske balansen, noe som er viktig for å unngå at eutrofe tilstander skal inntreffe. Begge brukerinteressene er interessert i dette, og en må således ikke gjennom klausuleringsbestemmelser i framtida begrense mulighetene for å drive et rasjonelt og intensivt fiske i Leksdalsvatnet.

Vassforsyning - Resipient.

Vassforsynings- og resipientinteressene har klare interessemotsetninger. Det settes strenge fysisk /kjemiske og hygieniske krav til drikkevaten som klart kommer i

konflikt med utslipp fra boligkloakk og fra jordbruket. Skal Leksdalsvatnet i framtida sikres som drikkevasskilde, krever dette sanering av forurensningstilførsler.

Det er et sterkt ønske fra Steinkjer og Verdal kommune om å styrke bosettingen i planområdet. Dette medfører økte resipientinteresser og en sterk konflikt i forhold til drikkevassinteressene.

Friluftsliv - Resipient.

Det er først og fremst i forbindelse med bading at en i dag har denne konflikten. Utslippene forringar vasskvaliteten på badeplassen, og bunnforholda forandrer karakter fra sand til gyttje. Ønsket om å bevare vassdraget som friluftsområde er knytta sammen med målet om å bevare vassdragets økologiske balanse, dvs. lav forurensingsgrad i bekker og ikke-eutrofe tilstander i Leksdalsvatnet. For å oppnå dette kommer en i konflikt med resipientinteressene.

Fiske - Resipient.

Det er først og fremst i sideelvene til Figga en i dag har de største konfliktene. Her har forurensningstilførsler gjort disse uegna eller mindre egna til gyte- og oppvekststeder for fisk, det er særlig sjøørreten dette kan ramme.

I Leksdalsvatnet har den store stofftilførselen bidratt til en stor produksjon av fisk. Musum- og Sørbekken er riktignok ødelagt som gyte- og oppvekstområder for ørret, men sjøen produserer i dag meget store mengder fisk. For å bevare Leksdalsvatnet som et godt fiskevatn, må en sørge for å bevare dets økologiske balanse. Med de interesser som i dag og i framtida knytter seg til bruken av sjøen som resipient har en her en konflikt da utslippene bør ned på et lavere nivå for å sikre at sjøens økologiske balanse bevares.

### 3. KONFLIKTER TILKNYTTET VASSKVANTITET.

Uttak av drikkevatn fra Vådalsvatnet medfører lav sommerføring i Skilja i perioder med lite nedbør. Dette fører til en oppkonsentrering av forurensningene i Skilja, mindre oksygen tilgjengelig for fisk og således en forverring av vasskvaliteten.

## V. MÅLSETTING.

De overordna planforutsetningene uttalt i fylkesplan og general planer er nevnt under kapittel III. Disse danner grunnlaget for de målsettinger som her konkretiseres for bruken av vassdraget og for utviklingen av aktivitetene i planområdet.

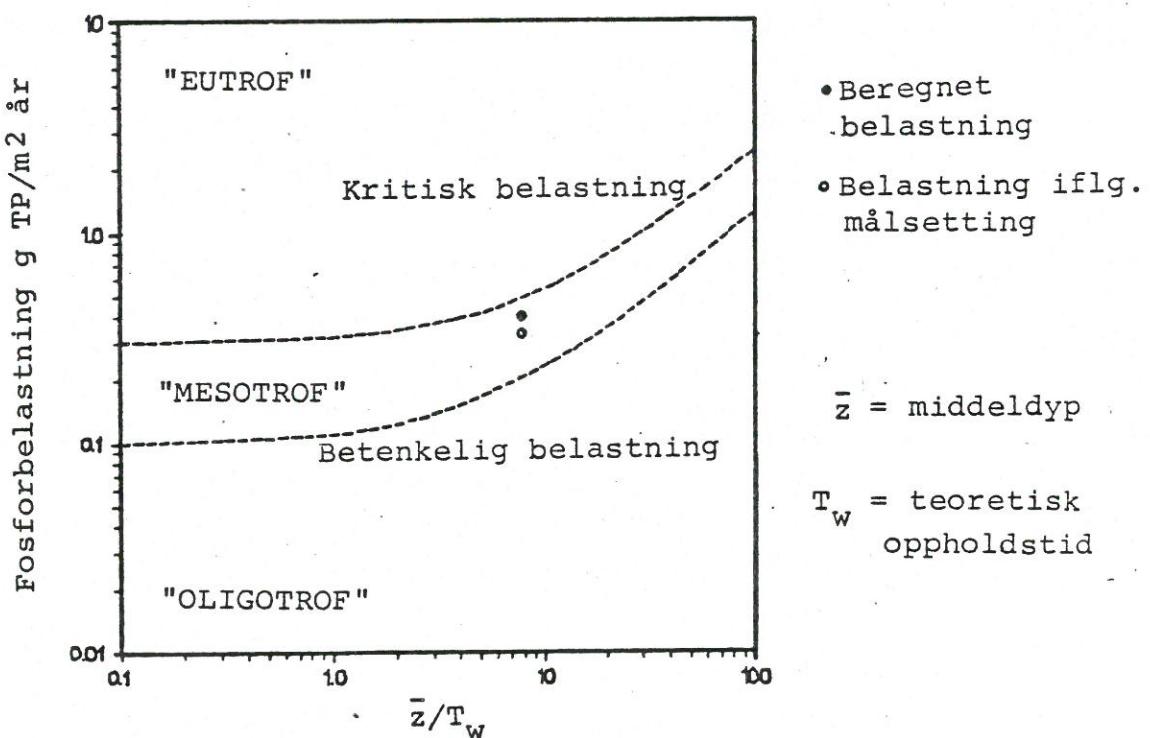
### 1. MÅLSETTING FOR BRUK AV VASSDRAGET.

Et overordna mål er å bevare vassdragets økologiske balanse. Der det i dag er ubalanse bør balanse igjen forsøkes opprettet. For tilløpsbekkene får dette den konsekvens at forurensingstilførslene til Musum- og Sørbekken reduseres slik at først og fremst sjenerende lukt fjernes, og slik at bekkene på sikt forsøkes restaurert som biotop for fisk.

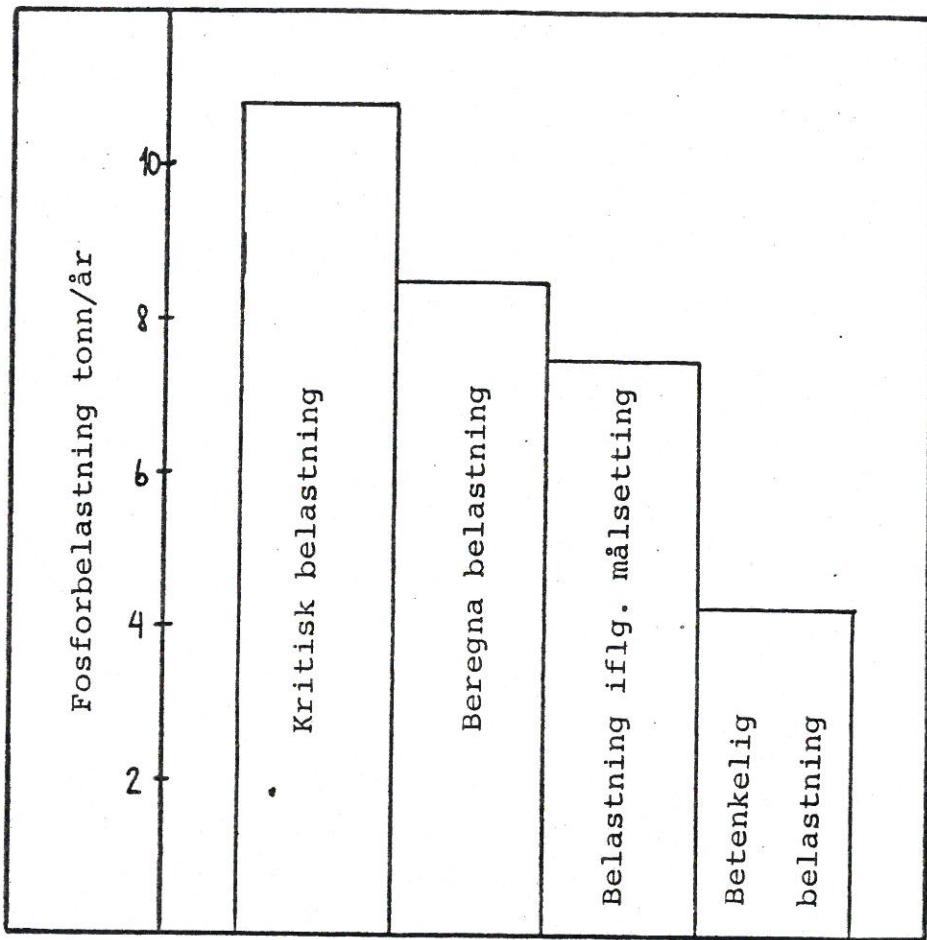
Å bevare Leksdalsvatnet i økologisk balanse vil si å hindre at eutrofe tilstander oppstår med de negative følger dette vil få for vasskvaliteten. De store drikkevassinteressene som knytter seg til innsjøen setter strenge krav til vasskvaliteten. Leksdalsvatnet skal være midlertidig vasskilde for Verdal vassverk fram til 1987, deretter forutsettes innsjøen sikret som vasskilde for Henning, Vegmo og Lysheim vassverker i Steinkjer kommune. Drikkevassinteressene i dette området blir stadig sterkere, det er i dag vedtatt utbygging av 30 boliger i Lysheim i tilknytning til byggingen av et biologisk renseanlegg. En del husstander langs innsjøen forsynes også med drikkevatn fra denne.

Selv om det i framtida skulle bli aktuelt for de som forsynes av Henning, Vegmo og Lysheim vassverker å koble seg inn på et utvidet ledningsnett fra Steinkjer Vassverk, er det likevel aktuelt å sikre innsjøen som reserve-vasskilde. Også Verdal kommune har interesse av dette etter at Kjesbuvatnet i 1987 er tatt i bruk som permanent vasskilde.

Det må derfor være et mål å sikre Leksdalsvatnet som drikkevasskilde ved å forebygge at vasskvaliteten forringes gjennom en eutrofiering. Dette ivaretar også andre brukerinteressers målsetting om å bevare en tilfredsstillende vasskvalitet (fiske- og friluftsinteresser). For å oppnå dette må tilførslene av næringsstoffer og fekale forurensinger reduseres. En henviser da til vurderingen av tilstanden i vassdraget under kapittel II. For å konkretisere målsettingen om å hindre eutrofe tilstander i Leksdalsvatnet og for å kunne vurdere hvilke tiltak som må settes inn for å unngå dette, ønsker en å definere et belastningsnivå av fosfor som sjøen kan tåle. En har under vurdering av trofigraden konkludert med at med dagens fosfortilførsel på 8,5 tonn pr. år og den biologiske respons dette gir, ligger sjøen nær opp til overgangssonen mesotrof/eutrof. En har også funnet at fosforbelastningen på sjøen er en god indikator på trofigraden. For å sikre at eutrofe tilstander ikke skal oppstå, må fosforbelastningen på sjøen reduseres. Med de sterke drikkevassinteressene som knytter seg til innsjøen bør en redusere belastningsnivået til 7,5 tonn pr. år for å ha en rimelig sikkerhetsmargin (Grøterud, pers. medd.).



Figur 24 . Dagens beregnede fosforbelastning og belastningsnivå i henhold til målsetting i g P/m<sup>2</sup> og år. (Vollenweiders modell)



Figur 25. Den årlige tilførselen av fosfor til Leksdalsvatnet. Figuren viser målsettingen om en redusjon av tilførslene til 7,5 tonn i forhold til betenklig, kritisk og beregnede tilførsler.

For Figga, Døla, Skilja og Fløra gjelder også målsettingen om å bevare den økologiske balanse i disse. For Fløra og Skilja får dette konsekvenser at vasskvaliteten må forbedres vesentlig. For Figga og Døla må en forringelse av vasskvaliteten forhindres.

## 2. MÅLSETTING FOR AKTIVITETENE I PLANOMRÅDET.

Jordbruket i planområdet består i dag av levedyktige bruk der gardbrukeren og hans familie er sikret trygge sosiale og økonomiske år. Disse bør også sikres i framtida, dvs. jordbruket bør ikke pålegges restriksjoner som kan svekke næringen slik at de uttalte mål i fylkesplanen om de sosiale og økonomiske år ikke kan sikres. Med den nære sammenhengen det er mellom jordbruksaktiviteten og forurensingssituasjonen bør heller ikke jordbruket ekspandere i planområdet. En jordbruksaktivitet på dagens nivå synes derfor å være en rimelig målsetting. Dette er også i tråd med den utviklingen en har sett i de senere åra, dvs. strukturen i jordbruket har stabilisert seg, og de områdene som har egna seg best til nydyrkning er i dag allerede dyrka.

Det er et sterkt ønske både fra Verdal og Steinkjer kommune om å styrke bosettingen i planområdet. Ungdom som i dag vokser opp og som ikke skal overta gardsbruk i planområdet må sikres muligheten for å bosette seg der. Det er også interesse for en viss innflytting til området. Utbyggingen bør foregå ved spredt boligbygging.

### 3. VURDERING AV MÅLSETTINGENE.

Målsettingene for vassdraget om å sikre tilfredsstillende vasskvalitet for drikkevassinteressene og å bevare den økologiske balanse i elver og bekker forutsetter en reduksjon av tilførsler av næringsstoffer og fekale forurensinger. Dette omtales nærmere under kapittelet om tiltak.

Målsettingen om å styrke bosettingen i området må vurderes opp mot målsettingen for vassdraget. En må lokalisere utbyggingen ut fra målsettingen om å bevare en økologisk balanse i bekker og elver. For å hindre fekale forurensinger, må avløpsanordninger vurderes nøye. En utbygging vil likevel medføre en tilleggsbelastning av fosfor på Leksdalsvatnet, økningen er avhengig av hvor stor utbyggingen blir og hvordan avløpsforholda ordnes. Skal en slik utbygging tillates, må den ledsages av ytterligere saneringstiltak. Disse forholda diskutes nærmere under kapittelet om tiltak.

#### Konklusjon.

- Leksdalsvatnet sikres som drikkevasskilde i framtida
- Den økologiske balanse forsøkes sikret i elver og bekker
- Jordbruksaktiviteten drives på dagens nivå
- Spredt boligbygging tillates for å styrke bosettingsmønsteret.

## VI. KRAV TIL VASSKVALITET.

### 1. KRAV TIL DRIKKEVATN.

Tallene i tabellene 28 og 29 gjelder for kranvatn, men bare 1% av vassverkene fullrenser vatnet, mens 1-2% av vassverkene nyter hurtig sandfiltrering. Disse kravene vil derfor gjen-speile forholdene i vasskilden hvis ledningene er i orden. Kravene til drikkevavn for husdyr er like strenge som til menn-  
esker både hygienisk, bruksmessig og teknisk/økonomisk.

Påvisning av koliforme bakterier i vatn tas som et tegn på at en fekal forurensing av vatnet kan ha funnet sted, mens påvisning av E.coli tas som et sikkert tegn på at en slik forurensing har funnet sted. En enkelt prøve til bakteriologisk undersøkelse er av begrenset verdi.

De fysikalske parametre som er av størst betydning for en vurdering av drikkevatnets brukbarhet er fargetall, turbiditet, temperatur, lukt, smak og utseende. Et tilfredsstillende drikkevatn skal være klart, uten framtredende lukt, smak eller farge. En rekke uorganiske kjemiske parametre har direkte og indirekte betydning for vatnets bruksmessige eller fysisk/kjemiske kvalitet. Noen har også indirekte hygienisk betydning, som f.eks. en del tungmetaller. Av organisk kjemiske parametre som direkte har betydning for vatnets bruksmessige eller fysisk/kjemiske kvalitet er tatt med fenoler, ligniner, mineraloljer, permanganattall og tensider.

Vasskilde	Kimtatt 37°C Ant./ml	Fullstendig prøve coli 37°C, ant./ml	Fekale coli 40°C Ant./ml
Liten brønn, urensset, privat	< 50	Helst < 2 Til nød < 23	Tåles inntil 2 fra enkeltprøver i en serie
Vassverk, urensset, mindre enn 5000 innbyggere	< 50	Helst < 2 Til nød < 10	Tåles ikke
Vassverk, urensset, mer enn 5000 inn- byggere	< 50	Unntaks- vis < 10	Tåles ikke
Renset vann	< 50	< 2 Til nød 2	Tåles ikke
Militærforlegninger	< 50	< 2 Til nød 2	Tåles ikke

Tabell 28. Normer for bakterieinnhold i drikkevatn. (kranvatn)  
(16)

Parameter	Enhet	Generelle krav	Spesielle krav
<u>Mikrobiologiske</u>			
Termostabile koli- forme bakterier	pr. 100 ml	0	
Koliforme bakter- ier	pr. 100 ml	< 1	
<u>Fysikalske</u>			
Fargetall	mg Pt/l	< 15	5 for fullrenset
Turbiditet	FTU	< 1	0,5 for hurtid sandfilter 0,3 for fullrense
Temperatur	°C	< 10	
Lukt/smak	-	Ingen spesi- elle	

Parameter	Enhett	Generelle krav	Spesielle krav
<u>Uorganisk kjemiske</u>			
Aliminium	mg Al/l	-	< 0,1 for full-renset
Ammonium	mg N/l	< 0,08	
Arsen	mg As/l	< 0,01	
Bly	mg Pb/l	< 0,05	
Bor	mg B/l	< 0,3	
Fluorid	mg F/l	< 1,5	
Jern	mg Fe/l	< 0,2	< 0,1 for full-renset < 0,05 for jerr ved
Kadmium	mg Cd/l	< 0,005	
Kalsium	mg Ca/l	< 35	
Karbondoksyd	mg CO <sub>2</sub> /l	< 5	
Klorid	mg Cl/l	< 100	
Kobber	mg Cu/l	< 0,05	
Krom (VI)	mg Cr/l	< 0,05	
Kvikksølv	mg Hg/l	< 0,0005	
Magnesium	mg Mg/l	< 10	
Mangan	mg Mn/l	< 0,1	< 0,03 for Mr-r
Nitrat	mg N/l	< 2,5	
Nitritt	mg N/l	< 0,05	
Oksygen	% metn.	> 70	
Selen	mg Se/l	< 0,01	
Sink	mg Zn/l	< 0,3	
Sulfat	mg SO <sub>4</sub> /l	< 100	
Sølv	mg Ag/l	< 0,05	
Surhetsgrad	pH	< 8,0-8,5	

Parameter	Enhet	Generelle krav	Spesielle krav
<u>Organisk kjemisk</u>			
Cyanid	mg CN/l	< 0,01	
Fenoler	mg C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH/l	< 0,001	
Ligniner	mg/l	< 2	
Mineraloljer	mg/l	< 0,001	
Permanganattall	mg KMnO <sub>4</sub> /l	< 15	< 10 for full-rensing
Tensider	mg/l	< 0,01	
Perticider, tot.	mg/l	< 0,01	
Org. fosfater og klorerte hydrokarboner	mg/l	< 0,001	

Tabell 29. Kvalitetskrav til drikkevavn (kranvatn) (17)

## 2. KRAV TIL BADEVATN.

Her i landet fins ingen lov eller forskrifter som konkret omhandler friluftsbadene hva angår de helsemessige forhold. De estetiske forhold tillegges stor vekt for kvalitative krav til badeplasser. De er avhengig av:

- flytestoffer, uønskede bunnavleiringer, suspendert mareriale, farge, uønsket lukt og smak og uønsket akvatisk liv.

Noen av disse kan være naturlig betinget, men som regel har de menneskelige årsaker. Stort siktedypr er nært relatert til sikkerhetsmessige krav, men også estetiske forhold. Det stilles også hygieniske krav til badevatnet, både bakteriologisk og toksikologisk. Kravene til fargetall, permanganattall, siktedypr og turbiditet må sees i sammenheng. Kravene tilgodeser de estetiske, dels de sikkerhetsmessige forhold. Nærmere regler om kvalitetskrav til badevatn vil komme i forbindelse med NIVA's utredning om et generelt vurderingsgrunnlag for vasskvalitet.

Det synes å være mulig å sette opp disse kravene for kvalitetskrav til badevatn:

Parameter	Enhet	Krav til ferskvatn
E.coli	pr. 100 ml	< 50
Fargetall	mg Pt/l	< 20 - 30
Lukt	-	Ingen ubehagelig
Permanganattall	mg KMnO <sub>4</sub> /l	< 20 - 30
Siktedyp	m	> 2 - 3
Smak	-	Ingen ubehagelig
Surhetsgrad	pH	5,0 - 9,0
Turbiditet	FTU	< 1
Uestetiske forhold	-	Ingen

Tabell 30. Kvalitetskrav for badevatn. (17)

### 3. NATURVERNMESSIGE KRAV.

Her vil landskapsmessige forhold telle mest. Det skal ikke være flytestoffer og avleiringer, og ikke algeoppblomstring i vekstsesongen. Det vil si at innsjøen skal være mest mulig i økologisk balanse, noe som medfører at den skal inneholde en naturlig artssammensetning og deres mengdemessige forhold skal være i balanse.

### 4. KVALITETSKRITERIER FOR FISK.

Det er i dag ikke utarbeidet vasskvalitetskriterier for fisk. Ved vurdering av enkelte vassdrags egnethet som biotop for fisk har fagfolk uttalt seg i de enkelte tilfellene basert på undersøkelser i de enkelte vassdrag. I de senere årene er imidlertid vasskvalitetskriterier for europeiske ferskvassfisk utarbeidet av EIFAC (European Inland Advisory Commission) blitt trukket inn i vurderingene. Disse kriteriene inneholder verdier for akutt øtksisitet og for skadelige langtidsvirkninger. De enkelte parametrerne som gjelder for disse kriteriene er:

- suspenderte partikler
- pH
- temperatur
- ammonium

- fenol
- oksygen
- klor
- sink
- kobber
- kadmium

For planområdet sin del er det bare tilgjengelige data for pH, temperatur, ammonium og oksygen, og bare disse blir videre kommentert.

#### pH.

Fiskens toleranse overfor pH avhenger av en rekke forhold av biologisk og fysisk /kjemisk karakter. Laks, sjøørret, ørret og røye er regna som ømfintlige arter med hensyn på pH. De har på de ulike utviklingsstadier ulik toleranse, og hvor vatnets innhold av salter og organisk stoff er viktige faktorer. Nyere forskningsresultater viser at fisk i vatn med lavt saltinnhold og høyt Al-innhold er mer ømfintlig for lave pH-verdier, dette særlig i det området hvor Al har sin største løslighet (pH rundt 5).

Det er vanskelig å si noen eksakte verdier for hvor grensene går for overleving og reproduksjon av laksefisk. Kommer en ned mot pH 5,5 - 5,0 kan det være kritisk, likeså pH-verdier opp mot pH 9.

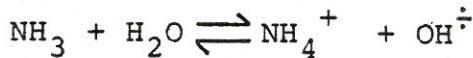
#### Temperatur.

Ferskvassfisks toleranse når det gjelder høye temperaturer avhenger blant annet av fiskeart, utviklingsstadium, akklimatiseringstemperatur, innhold av oppløst oksygen, forurensinger, årstid og hvor raske og store temperatursvingningene er.

For laksefisk kan en temperaturheving på 5 - 6°C om høsten og vinteren resultere i høyere dødslighet av egg av laksefisk. En slik hevning kan også redusere størrelse og vitalitet for nyklekket yngel. Om sommeren kan det i perioder med vasstemperaturer på 20 - 21°C føre til dødslighet med bare en liten temperaturøkning. 20 - 21°C bør derfor kunne ansees som den høyeste akseptable temperatur for laks og ørret i den varmeste perioden om sommeren.

Ammonium.

I vann er det likevekt mellom  $\text{NH}_3$ , ammoniakk og  $\text{NH}_4^+$ , ammonium.



pH og temperatur er de faktorene som avgjør hvor mye av totalammonium ( $\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$ ) som foreligger som  $\text{NH}_3$ .

Det er det udisssosierete  $\text{NH}_3$  som er giftig for fisk. I laboratorieforsøk har en funnet at den laveste toksiske konsentrasjon for laksefisk er 0,2 mg  $\text{NH}_3/1$ . EIFAC har fastsatt en norm på 12% av denne verdi, dvs. 0.025 mg  $\text{NH}_3/1$ , som skal være den maksimale konsentrasjon som kan tolereres av fisk over lang tid.

Temperatur °C	pH- verdi					*)	*)
	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0		
5	19,6	6,3	2,0	0,65	0,22	0,088	
10	13,4	4,3	1,37	0,45	0,16	0,068	
15	9,1	2,9	0,93	0,31	0,12	0,054	
20	6,3	2,0	0,65	0,22	0,088	0,045	
25	4,4	1,43	0,47	0,17	0,069	0,039	
30	3,1	1,00	0,33	0,12	0,056	0,035	

Tabell 31. Konsentrasjoner av total ammonium ( $\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$ ) som inneholder 0,025 mg  $\text{NH}_3/1$  ved ulik temperatur og pH.

\*) Verdiene er muligens for lave hvis det er lite fritt  $\text{CO}_2$  i vannet.

Oksygen.

Fisks følsomhet overfor lave konsentrasjoner av oppløst oksygen (DO) varierer for de forskjellige fiskearter, for de ulike stadier av livssyklus og for de forskjellige livsprosesser (fødeopptak, vekt og reproduksjon).

Da oksygennivåene i et vassdrag normalt varierer sterkt er det lite tilfredsstillende å benytte kriterier basert på enkelte

minimumsverdier som ikke skal underskrides. Det er derfor foreslått at for laksefisk bør oksygeninnholdet være minst 9 mg/l i 50% av året og ikke under 5 mg/l i mer enn 5% av året. Disse verdiene må bare oppfattes som retningsgivende, ved tilstedeværelse av andre giftstoffer og ved høy temperatur må verdiene kanskje heves betydelig.

	Oksygen mg 0/1
Overleving av ung og voksen fisk i et døgn eller lenger	3
Fruktbarhet, klekking av egg og overleving av yngel	5
10% reduksjon i vekt av klekkede yngel	7
Vekst hos yngel	5
Vekst hos ungfisk (inntil 20% vekstreduksjon)	4
Oppvandring av laks	5

Tabell 32. Minimumsverdier av oppløst oksygen for å opprettholde normale livsfunksjoner hos fisk.

Det må også nevnes at laksefisk stiller store krav til gyteplassene. Utslipp av næringssalter og lett nedbrytbart organisk stoff kan medføre gjengroing av sand- og steinbunn i bekkene. Dette oppstår raskt der en har utslipp av kloakk og særlig silopressaft. Disse utslippene kan gjøre elvestrekninger ubrukbar som gyte- og oppvekstområde for elvegytere som ørret, sjøørret og laks.

## VII. TILTAK.

### 1. BAKGRUNNEN FOR VALG AV TILTAK.

Under dette kapittelet vil en beskrive ulike tiltak som kan settes inn for å nå målsettingene for vassdraget og for aktivitetene. Tiltakene tar utgangspunkt i dagens forurensingssituasjon og er retta inn mot å forbedre vasskvaliteten slik at de kvalitetskrav som er beskrevet i kapittel VI kan nås.

I kapittel V er målsettingene for vassdraget og aktivitetene i planområdet beskrevet. Konklusjonen på disse er:

- Leksdalsvatnet sikres som drikkevasskilde i framtida
- Den økologiske balansen forsøkes sikret i bekker og elver
- Jordbruksaktiviteten drives på dagens nivå
- Spredt boligbygging tillates for å styrke bosettingsmønsteret

Dagens forurensingssituasjon er beskrevet under kapittel II.

Ut fra målsettingen for vassdraget om å sikre tilfredsstillende vasskvalitet må tiltakene rettes inn mot følgende forhold:

- En må minske belastningen av organiske og uorganiske stoffer på bekkene og elvene for å unngå for lavt oksygeninnhold i vassmassene slik at fisk på alle utviklingsstadier kan overleve der. Gyteforholdene må også sikres ved å unngå at stein og grusbunn blir begrodd. Konsentrerte utslipper av husdyrgjødsel med fare for akutt giftvirkning av  $\text{NH}_3$  på fisk må unngås.
- Belastningen av organiske og uorganiske stoffer på Leksdalsvatnet må reduseres for å sikre at kravene til tilfredsstilende drikkevasskvalitet kan innfris. Det er tidligere konkludert med at av næringsstoffer er fosfor vekstbegrensende for alger, og at fosfortilførslene kan brukes som en god indikator på trofigraden i innsjøen. Tiltakene for å unngå eutrofe tilstander er derfor i første rekke retta mot en reduksjon av fosfortilførslene.
- En må redusere tilførslene av fekale forurensinger for å tilfredsstille de hygieniske kravene til drikkevatn.

Målsettingen om å styrke bosettingen i planområdet medfører en tilleggsbelastning på vassdraget når det gjelder organisk stoff, fekale forurensinger og fosfor. Tilleggsbelastningen avhenger av hvor stor utbyggingen blir og hvilke avløpsanlegg som velges. Her vises et eksempel på hva ulike utbyggingsnivåer og to ulike avløpsordninger medfører i tillegg i fosfortilførslene. For avløp med separat klosettløsning (biologisk toalett) er det regna med en produksjon av fosfor på 1.3 g pr. p.e. og døgn, og for avløp med vassklosett 2,5 g pr. p.e. og døgn (25). For rensing i sandfilteranlegg er det regna med en rensegrad på 70% (60-80%) ved separat klosettløsning, og 40% (30-50%) ved vassklosett tilknytta avløpet (25).

Utbyggings nivå	Biologisk toalett uten rensing	Biologisk toalett med rensing	Vassklosett uten rensing	Vassklosett med rensing
25 p.e.	11.9 kg P	3.6 kg P	22,8 kg P	13,7 kg P
50 p.e.	23.7 kg P	7.1 kg P	45,6 kg P	27,4 kg P
100 p.e.	47.5 kg P	14.3 kg P	91,3 kg P	54,7 kg P

Tabell 33. Tillejgsbelastning av fosfor i kg pr. år ved ulike utbyggingsnivåer med og uten separat klosettløsning.

Sammenligner en disse ulike tilleggsbelastningene av fosfor med den beregnede årlige tilførselen på 8.500 kg, kan de virke forsvinnende små. En må imidlertid legge til at dette er fosfor som etter kort tid foreligger på en form som er lett tilgjengelige for algene. På en annen side vil fosfortilførslene fra avløpsvann bli fordelt over hele året slik at en stor del av det tilførte fosforet ikke kan nyttas av algene, ihvertfall ikke på kort sikt.

## 2. TYPER AV TILTAK.

### A. Generelle tiltak.

ADMINISTRATIVE TILTAK	TEKNISKE TILTAK
<ul style="list-style-type: none"><li>- Rettslige (lover, forskrifter)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Tekniske tiltak rettet mot kilden</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Forvaltningssystem (størrelse, sammensetning, myndighetsfordeling)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Forandringer i det fysiske miljø</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Økonomiske (støtte, lån, avgifter)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Avløpstekniske tiltak (transport - rensing)</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Informasjon (kampanjer, opplysning)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Utnyttelse av resipient-kapasitet og tiltak i resipienten</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Planlegging av areal-/ressursbruk (Oversiktsplassering, etableringskontroll, nektning av virksomhet)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Tiltak rettet direkte mot en brukerinteresse</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Forskning/undervisning</li></ul>	

Tabell 34. Generelle tiltak mot forurensinger (16).

### B. Aktuelle tiltak i planområdet.

#### a. Rettslige forhold.

De viktigste forurensningsbegrensede forskrifter er hjemlet i "Lov om vern mot vannforurensing" av 26. juni 1970. Nedenfor følger et sammendrag av lov mot vannforurensing, forskrifter om lagring og spredning av husdyrgjødsel, forskrifter for avrenning fra silo for andre grønnforvekster og forskrifter for utsipp av avløpsvatn fra bolig og fritidsbebyggelse med separate avløpsordninger:

"Lov om vern mot vannforurensing" av 26. juni 1970.

Den har som mål å verne blant annet vassdrag mot forurensing samt å redusere eksisterende forurensing, särlig av hensyn til menneskers og dyrs helse og trivsel, vassforekomstenes anvendelse, og et effektivt natur- og landskapsvern.

En hver plikter å vise aktsomhet for å hindre forurensing av vassdrag. Uten tillatelse er det forbudt å sette i verk eller drive virksomhet som kan bevirke at forurensing øker eller oppstår. Forurensing ved ledning eller ved tilsig gjennom grunnen kan ikke foretas uten tillatelse.

Det kan gis forskrifter om påbud og forbud for virksomhet som kan medføre vassforurensing:

Forskrifter om lagring og spredning av husdyrgjødsel.

Gjeldende fra 16. februar 1977.

Når ikke annet er bestemt skal lager for husdyrgjødsel senest innen 1. januar 1981 være utbedret slik at det ikke oppstår skadelig forurensing til vassdrag.

Husdyrgjødsel må ikke spres på snødekket eller frossen mark der forholdene kan medføre skadelig forurensing ved overflateavrenning til vassdrag. Også spredning av husdyrgjødsel utenom vekstsesongen er forbudt hvis spredningen kan medføre skadelig forurensing.

Fylkesmannen kan i den enkelte sak gi pålegg om tiltak som finnes nødvendig for å forebygge, begrense eller stanse forurensing som er i strid med disse forskrifter.

Forskrifter for avrenning fra silo for gras og andre grønnvekster.

Gjeldende fra 2. august 1973.

Uten hjemmel i nærværende forskrifter eller særskilt tillatelse er det forbudt å disponere silopressaft på en slik måte at det

fører til forurensing av vassdrag. Disponeringen skal skje i samsvar med de retningslinjer landbruksmyndighetene tilrår.

Oppsamlingsanlegg og/eller disponeringsmåten i henhold til disse forskrifter skal godkjennes av vedkommende herredsagronom. Eieren og brukeren av siloen er ansvarlig for at silopressaft blir disponert i overensstemmelse med forskriftene.

Nye forskrifter er under utarbeidelse på dette området. Det vil bli andre bestemmelser for tilsyn - planlegging - kontroll og medfølgende tekniske retningslinjer. Det er også på tale å forby infiltrasjon i grunnen, da det kan være fare for å forurense drikkevasskilder. (Pers. medd. statskonsulent i driftsbygninger.)

Forskrifter for utslipp av avløpsvatn for bolig- og fritidsbebyggelse med separate avløpsløsninger.

Gjeldende fra 25. januar 1980.

Disse forskrifter gjelder for utslipp av avløpsvatn fra spredt bebyggelse (<7 hus) med innlagt vann når utslippet ikke kan tilknyttes godkjent avløppssystem.

Ingen må sette i verk nye utslipp uten at det er gitt særskilt tillatelse. Forskriftene inneholder retningslinjer for hvordan separate avløpsordninger skal bygges. Tilsynet utgjøres av bygningsrådet eller den bygningsrådet bemyndiger.

I løpet av 1982 vil det bli utarbeidet nye forskrifter. Disse vil inneholde endrede tekniske løsninger på de avløpsløsninger som er vanlig i dag, i tillegg til nye avløpsløsninger (pers. medd. Rolf Kristiansen, NLH).

b. Økonomiske tiltak.

Planområdet er prioritert når det gjelder gunstige lån og tilskudd til utbedring av gjødselkjellere. Andre økonomiske tiltak kan være avgifter på bruker, produkt og utslipp, og fritakelse av investeringsavgifter på miljøvernutstyr.

c. Informativt tiltak.

Her bør veiledningstjenesten for jordbruksområdet komme inn i bildet med informasjon til brukere om å sette i verk forurensingsbegrensete tiltak. Det kan også startes kampanjer og sendes ut brosjyrer og annen informasjon om aktuelle tiltak som kan iverksettes av de som bor i området.

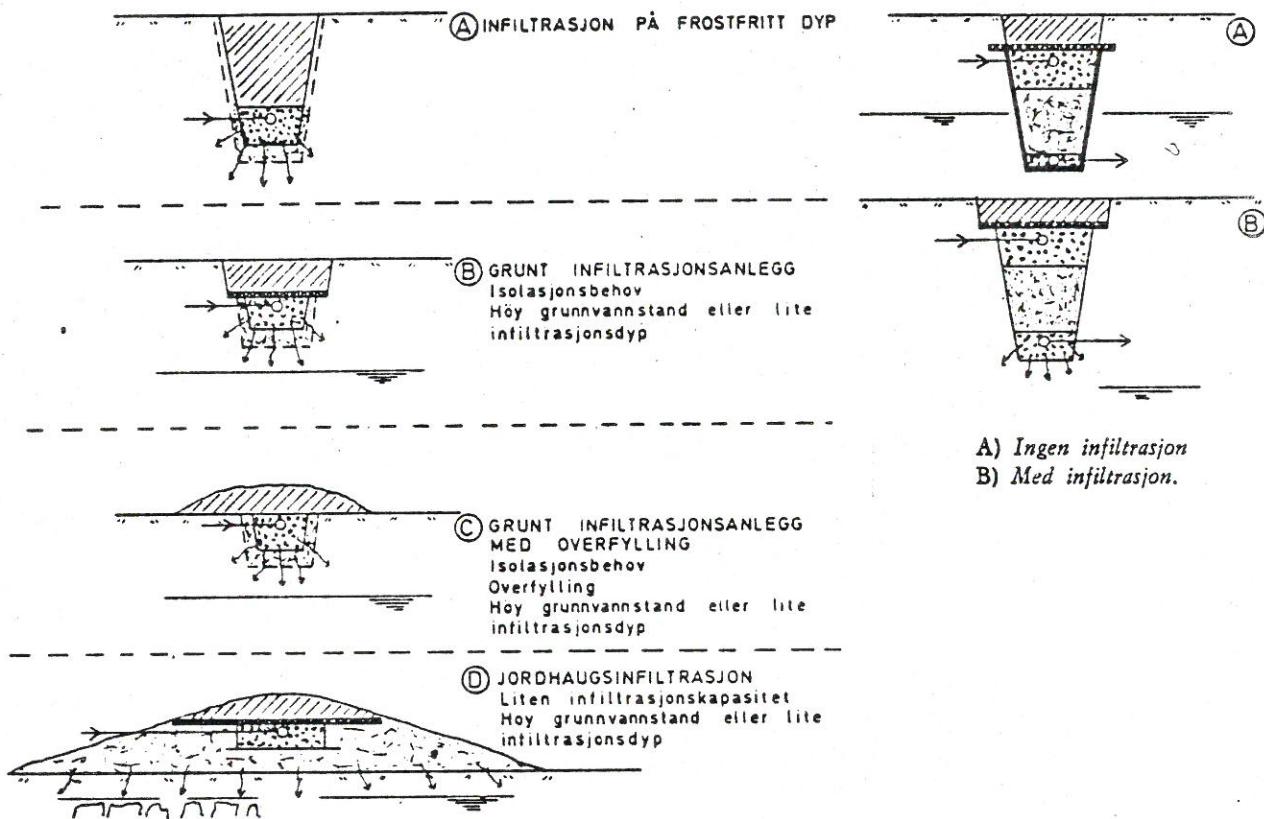
d. Arealplanlegging.

Det bør være et samarbeid mellom vassbruksplanleggere og de ansvarlige for utformingen av fylkes- og generalplaner slik at en kan få lokalisert utbyggingsområder i forhold til resipienten, f.eks. til områder som egner seg til infiltrasjon av avløpsvatn i grunnen. Det er også viktig å få fastsatt utbyggingsmønstret tett/spredt boligbygging.

e. Tekniske tiltak.

I enkelte perioder har Skilja gått tørr om sommeren. Dette bør unngås da den har stor verdi som gyte- og oppvekststed for sjøørret. En økning av Skiljas minstevassføring fra Vådalsvatnet vil sannsynligvis bedre forurensingssituasjonen i elva.

Avløpsvatn fra bolighus bør renses best mulig både når det gjelder organisk stoff, næringsstoffer (N og P) og fekale forurensinger. Et separat avløpsordning alternativet, bør helst infiltrasjon i grunnen skje. I de nye forskriftene som vil komme i løpet av 1982 (25), er infiltrasjon vurdert som et bedre alternativ i forhold til sandfiltergrøft. Alt etter forholdene der infiltrering skal skje, bør en velge det med best reneseffekt. Hvis vanlig infiltrasjon ikke kan benyttes, kan grunt infiltrasjonsanlegg med isolasjon brukes. Andre alternativer er grunt infiltrasjonsanlegg med overfylling eller jordhaugsfiltrasjon. Et disse alternativene ikke mulig å ta i bruk, kan sandfiltergrøft med eller uten infiltrasjon brukes.



A) Ingen infiltrasjon  
B) Med infiltrasjon.

Figur 26 . Alternative utførelser av infiltrasjon og sandfilteranlegg.

De nye forskriftene vil også inneholde andre tekniske rettleidinger for å bygge et anlegg med best mulig virkningsgrad. Renseeffekten er bedre i separate avløpsordninger når ikke WC er tilkoblet fordi det tilføres mindre forurensinger. Anlegget vil da ikke tettes så raskt igjen, og renseeffekten vil holde seg bedre.

	Avløp m/WC tilknyttet	Avløp u/WC tilknyttet
Spes. hydr. mengde (Q mid)	130 l/pd	100 l/pd
Sikkerhetsfaktor	1,5	1,5
Q dim	200 l/pd	150 l/pd
Organisk stoff	70 g BOF <sub>7</sub> /pd	40 g BOF <sub>7</sub> /pd
Fosfor	2,5 g tot P/pd	1,3 tot P/pd
Nitrogen	12 g tot N/pd	1,5 tot N/pd
Bakterier	10 <sup>6-8</sup> colibakt/ 100 ml	10 <sup>3-5</sup> colibakt/ 100 ml

Tabell 35. Dimensjonerende avløpsmengder pr. person. (25)

Ved avløp u/WC tilknyttet må alternative klosettlosninger benyttes. Forutsetningen er at minst mulig menneskelig faeces når vassdraget. Det finnes flere ulike alternativer, blant annet biologisk klosett. En avklaring med slamdeponering må gjøres der slike løsninger skal tas i bruk.

Ved lokalisering av spredt bebyggelse bør disse legges slik at det kan bygges separate avløpsordninger, og da helst infiltrasjonsanlegg. Kvartærgeologiske forekomster som glacifluviale, grove nok fluviale avsetninger og egnede moreneavsetninger er områder som kan egne seg godt til infiltrasjon.

En utbedring av de eksisterende avløpsordninger vil også sanere kilder både for fosfor og fekale forurensinger. En må helst utbedre manglene slik at de tilfredsstiller de nye forskriftene som vil komme i løpet av 1982. Ved bygging av nye anlegg og utbedring av gamle bør dette følges opp med kontroll, slik at renseeffekten blir størst mulig.

Leksdalsvatnet inneholder lite kalsium og kan betegnes som meget bløtt (ca. 1 °DH) (24). Lavfosfatholdige vaskemidler i bløtt vatn gir god vaskeeffekt, også over en viss periode. Fosfatfrie vaskemidler som de foreligger i dag egner seg meget dårlig i hardt vatn, og på lang sikt også i bløtt vatn (15). Det skulle derfor være mulig å bruke lavfosfatholdige vaskemidler i Leksdalsvatnets nedbørfelt. Reklame og utstilling av fosfatrike vaskemidler kan forbys eller salg kan forbys med lov.

Jordbruket kan redusere sitt forurensingsbidrag ved endrede gjødslingsrutiner (forbud mot vinterspredning må overholdes), omlegging av jordarbeidingsrutiner for å hindre erosjon, utbedring av gjødsellagre og ved å hindre avrenning av silopressaft.

Tetting av luker og porter, forsterkning eller utbygging av gjødsellagre vil legge forholdene til rette slik at det er mulig å lagre husdyrgjødsla vinteren over. En vil da redusere vinterspredning av husdyrgjødsel. Det vil da også være mulig å lagre pressaft i gjødselkjelleren, selv om dette anses for lite gunstig på grunn av gassfare og syreangrep. I relativt nye gjødselkjellere er det særlig i porter og luker det kan være lekkasje. Utbedring av disse vil forbedre situasjonen med av-

renning fra gjødsellagre.

For å samle opp mest mulig av pressafta, bør det settes inn tiltak for å tette lekkasjer i silo, overgang golv/vegg og utettede ledninger. Er fôring med pressaft mulig, bør dette gjøres da den er meget næringsrik. Gjødseleffekten er også bra. Skal den infiltreres bør dette skje over store arealer, helst et stykke fra resipient og uten å forurense grunnvatn som benyttes som drikkevatn. Ved håndtering av pressaft bør det tenkes økonomisk, da den er en ressurs som kan utnyttes med fortjeneste.

En endring av gjødselrutinene og jordarbeidingsrutinene bør skje i samråd med brukeren og veiledningstjenesten for jordbruket for å komme fram til den beste løsningen for de enkelte brukerne. Hensikten er å hindre forurensinger fra dyrka jord slik at resipienten ikke belastes unødvendig mye.

### 3. VALG AV TILTAK OG EN VURDERING AV EFFEKTEN VED EN VALGT UTBYGGING.

#### A. Valg av utbyggingsalternativ.

For å vise hvordan en kan sette inn ulike tiltak for å nå de formulerte målsettingene for vassdraget og aktivitetene i planområdet, velges en utbygging på 100 p.e. Videre velges en løsning med separat klosett (biologisk toalett) og infiltrering av avløpsvatnet.

Valget av separat kloettløsning er begrunnet i målsettingen om å bevare Leksdalsvatnet som drikkevasskjilde. De hygieniske forholda i sjøen i dag er ikke fullt ut tilfredsstillende, og en bør prøve å begrense tilførslene av fekale forurensinger til sjøen. Biologiske toalett medfører også en betydelig reduksjon ved en utbygging på 100 p.e. i forhold til en løsning med vasskloett tilkobla avløpet. Dette oppnås fordi tilførselen av fosfor til infiltrasjonsanlegget reduseres betraktelig og fordi rensegraden av fosfor øker ved minkende belastning. En tilleggsbelastning på 15 kg fosfor pr. år (se tabell 33) skulle i eutrofieringssammenheng bety relativt lite. Selv om fosforet etter en kort tid vil foreligge som orthofosfat vil tilførslene være

fordelt over hele året. Bare en mindre del vil da komme algene til gode i produksjonssesongen.

B. Valg av tiltak og virkningen av disse.

Med dagens beregnede belastning av fosfor på Leksdalsvatnet på 8.500 kg pr. år, en tilleggsbelastning på rundt 15 kg og en målsetting om å redusere tilførslene til 7.500 kg pr. år, må omfattende tiltak for å begrense fosfortilførslene settes inn. Tiltakene tar også sikte på å redusere tilførslene av fekale forurensinger og organisk stoff til vassdraget. Det vil her kort bli nevnt noen av de tiltaka som ble beskrevet under aktuelle tiltak (pkt. 2), og virkningen av disse vil bli forsøkt vurdert.

a. Tiltak mot punktkildene.

Pressaft fra silo.

Det må føres god kontroll med anleggene slik at forskriftene om disponering av pressaft overholdes. Gjennom en forbedring av anleggene og en bedre disponering av pressafta, er det grunn til å tro at tilførslene av fosfor til vassdraget kan reduseres betraktelig. Dagens tilførsler er anslått til 20% av produsert mengde pressaft, og det er grunn til å tro at tiltaka kan redusere denne tilførselen til rundt 10%. Denne reduksjonen vil bety mye i eutrofieringssammenheng fordi alt fosforet fra pressaft tilføres i algenes produksjonssesong. Tiltaka vil også medføre en betydelig reduksjon i tilførslene av organisk materiale slik at forurensingssituasjonen i de mest belasta bekkene, dvs. Sørbekken, Musumbekken, Fløra og Skilja, kan bedres.

Sig fra gjødsellagre.

Området bør fortsatt være prioritert når det gjelder tilskudd og gunstige lån til utbedring av gjødselkjellere. Kontrollen i området kan styrkes slik at de aktuelle tekniske tiltakene kan settes inn for å hindre skadelige forurensinger. Siget fra gjødsellagre vil avta ettersom flere blir utbedra. Dette vil redusere tilførslene av næringsstoffer, organisk stoff og fekale forurensinger til vassdraget. Det er vanskelig å anslå hvor mye fosfortilførslene fra husdyrgjødsel kan reduseres i forhold til dagens nivå. Når en på sikt har fått satt i stand de gjødsel-

lagre som rammes av forskriftene om lagring av husdyrgjødsel, kan en anslå et tilførselsnivå betydelig under dagens. Skal en forsøke å tallfeste dette er 25% av dagens tilførsler et grovt anslag.

Melkeromsavløp.

Det medfører store driftsproblemer for infiltrasjonsanlegg der- som melkeromsavløpene skal kobles inn på disse (R. Kristiansen - NHL, pers. medd.). Med dagens fosforfattige vaskemidler betyr denne kilden likevel relativt lite da tilførslene er små og fordeles over hele året.

Boligkloakk.

De separate avløpsordningene som ikke er i forskriftsmessig stand bør utbedres, og kontrollen med at dette blir gjort bør styrkes. Det er da grunn til å regne med at renseeffekten kan forbedres vesentlig. Det er i dag anslått en rensegrad på 20%. For anlegg som fungerer etter forskriftene regnes det med en rensegrad på 40%. Anlegg som er i forskriftsmessig stand vil også redusere tilførslene av organisk stoff og fekale forurensinger.

Overgang til lavfosfatholdige vaskemidler i husholdningen vil også bety en reduksjon av fosfor. Det er ikke mulig å forsøke å tallfeste effekten av slike tiltak.

Reduksjonen av fosfor i avløpsvatn for boliger er viktig da en stor del av dette fosforet foreligger på en lett tilgjengelig form for algene.

Forsøk på å kvantifisere effekten av tiltakene med hensyn på fosfor.

Kilde	Tidligere tilførsler	Tilførsler etter tiltak
Pressaft	280 kg P pr. år	140 kg P pr. år
Gjødsling	590 kg P pr. år	150 kg P pr. år
Melkeromsavløp	120 kg P pr. år	120 kg P pr. år
Boligkloakk	780 kg P pr. år	390 kg P pr. år
Totalt	1770 kg P pr. år	800 kg P pr. år

Tabell 36. Fosfortilførsler fra punktkilder før og etter tiltak.

Reduksjon i tilførslene av fosfor pr. år: 970 kg.

Tabellen viser et grovt anslag over den forventede virkningen av tiltakene dersom disse fullt ut kan iverksettes og dersom effekten er som forventet. En må imidlertid vente at den reelle reduksjonen vil være noe lavere enn den beregnede.

b. Tiltak mot diffuse kilder.

De diffuse kildene i planområdet er utmark og dyrka jord. Det er bare aktuelt å sette inn tiltak mot avrenning fra dyrka jord. Tiltaka er i første rekke retta mot å begrense utvasking av næringsstoffer i forbindelse med spredning av husdyrgjødsel og kunstgjødsel og erosjon av åpen åker og er nærmere beskrevet under pkt. 2.

Det er umulig å forutsi hvor stor virkning disse tiltaka vil få. Med de tiltakene som er foreslått mot punktkildene skulle det anslagsvis være 300-400 kg fosfor igjen å fjerne i årlige tilførsler for å nå målsettingen om et årlig fosforbelastningsnivå på 7.500 kg. Det er god grunn til å tro at dette skulle være mulig ved iverksetting av ulike tiltak mot avrenning fra dyrka jord.

c. Tiltak i resipienten.

Under vurderingen av tilstanden i Leksdalsvatnet (kap. II pkt. 4) ble betydningen av næringskjedenes sammensetning i eutrofieringssammenheng beskrevet. Det er viktig å hindre at det dannes store bestander av ørret og røye som kan beite ned den store bestanden av Daphnier i sjøen med de konsekvenser dette kan få for vannkvaliteten. En driftsplan for fisket i Leksdalsvatnet er derfor viktig for å sikre at uttaket av fisk holdes på et forsvarlig høyt nivå. Foruten å sikre vasskvaliteten vil også et effektivt fiske forbedre kvaliteten på fisken og bety at stofftilførslene til sjøen etter å ha blitt omsatt i næringskjedene kan bli høstet ut som en verdifull ressurs.

Det er umulig å kvantifisere virkningen denne type tiltak vil ha for vasskvaliteten i sjøen. Det er imidlertid god grunn til å tro at et effektivt fiske kan være med på å hindre at sjøen kommer ut av økologisk balanse.

C. Lokalisering av boligbebyggelse.

Ut i fra målsettingen om å styrke bosettingen i planområdet er det valgt et utbyggingsalternativ på 100 p.e. pr. år. For å beholde den økologiske balanse i vassdraget er det viktig hvor boligene blir lokalisert i forhold til elver og bekker. Hardt belastede områder som delnedbørfeltene 1, 3 og 10 med bekkene Fløra, Skilja, Musumbekken og Sørbekken bør unngås. Ut i fra forurensingssituasjonen skulle delnedbørfelt 9 med Lundselva egne seg best. I planområdet finnes en del kvartærgeologiske forekomster som kan egne seg godt til infiltrasjon, og en plassering av boligene bør tilknyttes disse. En videre vurdering av disse forekomstene bør vurderes av fagfolk. Lokaliseringen av boligene bør også skje uten å komme i konflikt med verneinteresser, da særlig gravhauger.

D. Overvåkningsplan.

For å vurdere den samlede effekten av tiltakene bør det settes i verk en overvåkningsplan. Virkningen av de foreslårte tiltakene vil gjenspeiles i endrede konsentrasjoner på næringsstoffer som nitrogen og fosfor, organisk stoff og fekale forurensinger både i elver og bekker og i Leksdalsvatnet. En stor del av det fosforet som foreslås fjernet stammer fra punktkilder, og mye av dette fosforet vil foreligge på relativt lett tilgjengelig form for algene. Virkningen av disse tiltakene vil derfor være viktige for å hindre en videre eutrofiering i sjøen.

For å få en oversikt over situasjonen i vassdraget bør det planlegges nøyne hvor ofte det skal tas prøver, hvor de tas og på hvilke parametre det skal analyseres. Det er viktig at en også får et mål for den biologiske responsen tilførslen av næringsstoffer til sjøen har. Det vil da være mulig å kvantifisere den samlede virkningen av tiltakene.

I planen bør det inngå et program for å vurdere hvor mye diffus avrenning jordbruket bidrar med. Som typeområde foreslås delnedbørfelt 5. Dette representerer hele Dølas delnedbørfelt. En omfattende innsamling av data for aktivitetene og prøvetaking i feltet vil være forutsetningen for å få et mål på koeffisientene for nitrogen og fosfor. Det bør vurderes nærmere om disse koef-

fesientene kan benyttes for beregning av stofftilførsel fra hele planområdet. Beregningsmetoden er beskrevet under kap. II 3 A. a.

LITTERATURLISTE.

- (1) Ødøgaard & Grøner A/S (1979).  
Verdal kommune. Vannforsyning fra Kjesbuvatn, midlertidig vannforsyning fra Leksdalsvatnet. Ekspropriasjonssøknad, Trondheim, september 1979.
- (2) Det norske meterologiske institutt, DNMI (1981).  
Nedbørsnormaler, juli 1981.
- (3) Hetager, S. E. og Lystad, S. L. (1974).  
Fordamping fra fri vannflate. Verdier basert på målinger i perioden 1967-1972. Den norske komite for Den internasjonale hydrologiske dekade. Rapport nr. 5, Oslo 1974.
- (4) Tolland, A. (1977).  
Vann - en naturressurs. Universitetsforlaget.
- (5) Reinertsen, H. og Langeland, A. (1981).  
Kjemiske og biologiske undersøkelser i Leksdalsvatnet og Hoklingen, Nord-Trøndelag sommeren 1980. Universitetet i Trondheim, Det Kgl. Norske Videnskabers Selskab, Muséet, Trondheim, juni 1981.
- (6) Lundekvam, H. (1976).  
Den kjemiske kvalitet av avløpsvann fra landbruksområder med vekt på å belyse de regionale forskjeller. Sluttrapport. Inst. for hydroteknikk, NLH, april 1976.
- (7) Bergheim, A. (1976).  
Utslipp av silopressaft-virkninger i vassdrag. Del I av lisensiatavhandling ved NLH, mars 1976.
- (8) Heje, K. K. (1978).  
Lommehåndbok for jordbrukere, skogbrukere, meierister og hagebrukere, september 1977.
- (9) NIVA (1978)  
Tilførsler av organisk stoff, nitrogen og fosfor fra nedbør, skog, snaufjell og jordbruk. A2-32, NIVA, november 1978.

- (10) Lundekvam, H. (1981).  
Husdyrgjødsel og avlaup fra driftsbygningar. Sluttrapport.  
Inst. for hydroteknikk, NLH, mars 1981.
- (11) NLFV (1980).  
Forurensing fra jordbruket. Vurdering av aktuelle forskningsoppgaver. NLFV-utredning nr. 112, desember 1980.
- (12) NIVA (1977).  
Teoretisk beregning av forurensingstilførsler til Mjøsa og Vorma, 0-91/69, NIVA, juni 1977.
- (13) LOT (1977).  
Husdyrgjødsel. Småskrift 9/77.
- (14) NIVA (1979).  
Påvisning av fekale forurensinger i vann, bakteriologiske og kjemiske indikatorer. XK-20, NIVA, juni 1979.
- (15) Miljøfagseminaret (1981).  
Fosforbidrag fra vaskemidler og jordbruksareal og deres innvirkning på eutrofieringen, høsten 1981.
- (16) NIVA (1977).  
Skisse til vannbruksplan for Bø-elva, ufullstendig kommetarutgave. 0-90/76, NIVA, oktober 1977.
- (17) SIFF (1976).  
Kvalitetskrav til vann, drikkevann - vann for omsetning - badevann. Sosialdepartementet, Helsedirektoratet ved Sanitær/kjemisk avdeling, Statens institutt for folkehelse.
- (18) NIVA (1979).  
Lenaelv. Fremdriftsrapport - metodeutvikling for vannbruksplanlegging, 0-77098, NIVA, oktober 1979.
- (19) NIVA (1976).  
Vassdragsbiologi, virkninger av rensetekniske tiltak. PRA 13, Prosjektkomiteen for rensing av avløpsvann, NIVA, august 1976.

- (20) Vollenweider, R. A. (1976).  
Advances in defining critical loading levels for phosphorus  
in lake eutrophication. Mem. Ist. Ital. Idrobiol., 33:53-83.
- (21) Konsulenten for ferskvannfisket i Trøndelag (1973).  
Prøvefiske i Leksdalsvatnet, stensiltrykk, april 1973.
- (22) Andreassen, S. A. (1982).  
Resultater og erfaringer for kontroll med landbruksavrenning  
1981 (Pressaft og gjødselvann). Notat, Nord-Trøndelag  
fylke, udatert.
- (23) Sollid, J. L. og Sørbel, L. (1981). Kvartærgeologisk verne-  
verdige områder i Midt-Norge. Avdelingen for naturvern og  
friluftsliv, Miljøverndepartementet, rapport T-524, des-  
ember 1981.
- (24) Englund, J. O. (1980).  
Generell hydrogeologi, Landbruksbokhandlen, Ås-NLH,  
november 1980.
- (25) Fredriksen, O. F. (1982).  
Aktuelle avløpsløsninger for spredt bebyggelse. Vann nr. 1  
1982: 105-113.

VEDLEGG 1.

Klassifisering etter saprobiepåvirkning.

Klasse I omfatter områder uten merkbar forurensning. Floraen og faunaen er sammensatt av arter og i mengdeforhold som er naturlig for miljøet og næringsgrunnlaget i området. Oksygeninnholdet er høyt i vannet så vel som i bunnmaterialet. Reproduksjons- og livsvilkår for laksefisker er brukbare til gode.

Klasse I-II, Overgangssone. Forholdene er som nevnt under klasse I, men med noe rikere næringsgrunnlag for fisk. Dette har sin årsak i bl.a. tilførsel av næringssalter fra jordbruksaktivitet og kloakkvann fra spredt bebyggelse.

Klasse II omfatter områder med en viss grad av forurensningspåvirkning. Påvirkningen har ført til økning av vekst- og dyreliv (eutrofiering), uten noen større forandring av faunaforasammensetningen. I direkte sammenheng med utslipspunktene kan det være en del heterotrof begroing (sopp, bakterier og protozoer). Vannets oksygeninnhold er som regel godt >5mg/l såvel i bunnsjiktet som i vannmassene. Påvirkningen er positiv når det gjelder næringsgrunnlaget for fiskeproduksjonen. Imidlertid kommer en del av de komponenter som er tilført vassdraget, før eller senere til Mjøsa. Reproduksjons- og livsvilkårene for laksefisk er gode.

Klasse III-IV, Overgangssone. Påvirkningen er som for klasse II, men innslaget av heterotrof begroing er mer påfallende, dvs. større belastning av lett nedbrytbart organisk stoff foreligger.

Klasse III omfatter områder med klar påvirkning og betydelig innslag av heterotrofe organismer (sopp, bakterier, protozoer), dvs. stor belastning av lett nedbrytbart organisk stoff. Oksygeninnholdet i bunnen er til visse tider sterkt redusert. Fauna- og florasammensetningen er artsmessig forskjøvet mot mer motstandsdyktig arter, og individbestanden av hver art er som oftest stor. Laksefisk kan oppholde seg i området, men gytemulighetene er begrenset.

Klasse V-VI, Overgangssone. Påvirkningen er som for klasse III, men den organiske belastningen medfører periodevis total oksygenbrist med hydrogensulfidproduksjon i vannmassene. Av og til kan oksygeninnholdet i vannet bli så lavt at fisk ikke kan leve der. Ikke gytemuligheter for laksefisk.

Klasse IV indikerer sterkt forurensede områder hvor forråtnelsesprosesser dominerer dvs. stor belastning av lett nedbrytbart organisk stoff. Oksygenmangel med hydrogensulfid ( $H_2S$ ) og jernsulfid (FeS) i bunnslammet. Selv i de frie vannmasser er oksygeninnholdet påtagelig redusert <3mg/l, og i visse perioder kan det være nesten total oksygenmangel. På bunn er det masseutvikling av heterotrofe organismer som bakterier, sopp, og protozoer. Faunaen består av et fåttall spesielt hårdføre arter. Gytemulighetene for laksefisk er helt ødelagt og fisk kan bare oppholde seg i områder ved høy vannføring eller når påvirkningen av annen årsak (sesongbetont utslip) er mindre.

VEDLEGG 2.

Klausulering av Leksdalsvatn

I perioden med midlertidig bruk av Leksdalsvatn som drikkevannskilde, forutsettes at søndre del av Leksdalsvatn med tilhørende nedbørfelt blir underlagt klausuleringsbestemmelser.

Forslag til klausuleringsbestemmelsene er gjengitt i brev av 8. februar 1979 fra SIFF til Verdal kommune, bilag 14, og har følgende ordlyd:

På selve Leksdalsvatn i inntaksområdet

- .1 Motoriserte kjøretøyer tillates ikke å kjøre på isen. Travløp på isen tillates ikke.
- .2 Med unntak for grunneiere i "inntaksområdet" er all trafikk med motorbåt forbudt. Fiske er forbudt for alle unntatt grunneiere i "inntaksområdet".
- .3 Flytrafikk på sjøen er forbudt.

På land

- .4 Organisert teltslagning, stevner, militære øvelser, campingsplasser eller badeplasser tillates ikke.
- .5 Transport inn i feltet av gjødsel av fækal opprinnelse tillates ikke med mindre det skjer fra egen eller bygslet jord innenfor feltet som henger sammen med arealer innenfor feltet, tilhørende samme eier. Mengden av gjødsel må ikke overskride det som produseres av bruket selv.
- .6 Transport av avfall, slam o.l. inn i nedbørfeltet tillates ikke.
- .7 For boligkonsentrasjonen omkring Støa Ø ledes alt avfall ut av nedbørfeltet. For spredt bebyggelse etableres primært privat-systemer uten utsipp, alternativt infiltreres avløpsvannet på hygienisk tilfredsstillende måte, godkjent av Verdal helseråd. Avløpsvann som ikke er fækalt tilblandet (vaskevann o.l.) ledes primært ut av nedbørfeltet, alternativt infiltreres det på tilfredsstillende måte godkjent av Verdal helseråd.

- .8 Industrielt husdyrhold tillates ikke. Med industrielt husdyrhold menes i prinsippet at et gårdsbruk bare kan ha det husdyrhold som tilsvarer det maksimale antall forenhetene bruket kan producere dersom all innmark, eiet og byggslet, blir brukt til produksjon av for. Dette forhindrer dog ikke at de eksisterende bruk kan drive slik husdyrproduksjon de i dag driver, hensett til de eksisterende bruks kapasitet når det gjelder driftsbygninger der som dette ikke medfører vesentlig større produksjon enn det som er begrenset av forproduksjonene på eget areal.
- .9 Plantevernmidler tillates ikke benyttet i skogbruket. I landbruket tillates bare plantevernmidler i fareklasse C benyttet.
- .10 Med unntak av nødvendige bygninger for eksisterende gårdbruk, tillates ikke ny bebyggelse.
- .11 Deponering av avfall, slam o.l. tillates ikke.
- .12 Lagring av olje og oljeprodukter ut over det som er nødvendig for kortere tids forbruk (en til tre måneder) tillates ikke. Større anlegg for lagring av andre kjemiske forbindelser tillates ikke.

På innsjøen forøvrig

- .13 Motorstevner på is tillates ikke.
- .14 Flytrafikk må begrenses til det strengt nødvendige og være av tilfeldig karakter.

For øvrig forutsetter en at Verdal kommune og Verdal helseråd følger nøye med i aktivitetsforholdene på og omkring Leksdalsvatn.

