

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Blindern

0-58/70

RESIPIENTUNDERSØKELSE AV TRONDHEIMSFJORDEN

1972 - 1975

Forurensningstilførsler

Saksbehandlere: Sten Ulrik Heines (til 31/12-74)

Jon Knutzen

Medarbeider : Sverre Kolstad

Instituttssjef Kjell Baalsrud

Blindern, 24. mars 1976.

FORORD

Foreliggende rapport er utarbeidet på oppdrag av Arbeidsutvalget for undersøkelse av Trondheimsfjorden, oppnevnt av fylkesutvalgene i Sør-Trøndelag og Nord-Trøndelag. Rapporten er et ledd i en omfattende undersøkelse som har vært utført i tidsrommet september 1972 - august 1975. Observasjonene av fysiske, kjemiske og biologiske forhold er gjort av Vassdrags- og Havnelaboratoriet ved Norges Tekniske Høyskole og Det Kgl. Norske Videnskabers Selskab, Museet, under medvirkning av andre institusjoner ved Universitetet i Trondheim. Ved siden av arbeidet med kartlegging av forurensningstilførsler har Norsk institutt for vannforskning vært engasjert som konsulent for arbeidsutvalget.

Rapporten har kommet i stand som resultat av samarbeid med en rekke personer og institusjoner, som takkes for råd, opplysninger eller praktisk assistanse. Blant disse bør særlig nevnes:

- Utbyggingsavdelingene i Sør-Trøndelags og Nord-Trøndelags fylkesadministrasjon
- Statens Forurensningstilsyn (tidl. Statens Vann- og Avløpskontor), som har gitt opplysninger om industriutslipp
- Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen, Hydrologisk avd., som har gitt opplysninger om vannføring, og som ved hydrolog Harald Viken har ytet verdifull hjelp ved utvelgelse av nedbørfelter, vannføringsstasjoner, etc.
- Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk, den vitenskapelige avdeling, som har oppgitt data for metallinnhold i Orkla
- Norges Landbrukshøgskole, som har bidratt med spesifikke avrennings-tall for ulike areal typer og andre opplysninger om tilførsler fra landbruksvirksomhet
- Norsk Førkonservering, som har gitt data om utslipp fra silo- og halmlutningsanlegg.
- Statistisk Sentralbyrå
- Amanuensis Eirik Lande, DKNVS, Museet, som har hatt et hovedansvar for opplegget av elvevannsanalysene, mens feltarbeidet har vært ledet av cand.real. Rolf Giske Ødegård
- Cand.real. Per Brun, som har vært kontaktperson for analysene av ferskvannsprøvene, som etter en del innledende arbeid ved NIVA, har vært analysert ved SINTEF, Avdeling for teknisk kjemi, seksjon for kjemisk analyse.

Utover dette har også de enkelte kommuner og en del industribedrifter bidratt med opplysninger.

Ved instituttet har siv.ing. Sten Ulrik Heines hatt hovedansvaret for arbeidet og har skrevet det vesentlige av rapporten. Materialet om metallforurensninger fra industrielt og kommunalt avløpsvann, samt metallinnhold i ellevann, er bearbeidet av cand.mag. Sverre Kolstad.

Oslo, 24/3 1976

Jon Knutzen
Cand.real.

INNHALDSFORTEGNELSE

Side:

FORORD	
TABELLFORTEGNELSE	
FIGURFORTEGNELSE	
SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	I-X
1. INNLEDNING	1
2. GEOLOGI OG GEOGRAFI	3
3. NEDBØRFELTET - UTNYTTELSE OG AKTIVITETER	4
3.1 Inndeling i lokale nedbørfelter	4
3.2 Arealfordeling	5
3.3 Befolkningsfordeling	12
3.4 Industri	21
3.5 Jordbruksaktiviteter	22
3.5.1 Gjødsmengder	29
3.5.2 Silo	30
3.5.3 Halmluting	30
4. FORURENSNINGSKILDER OG TILFØRSLER. TEORETISKE BEREGNINGER	36
4.1 Parametre	38
4.1.1 Organisk stoff	38
4.1.2 Nitrogenforbindelser	39
4.1.3 Fosforforbindelser	39
4.1.4 Giftstoffer	39
4.2 Befolkning	40
4.2.1 Organisk stoff og næringsalter	40
4.2.2 Metaller	41
4.3 Industri	43
4.3.1 Meierier	43
4.3.2 Slakterier, pølsemakerier, kjøtthermetikkfabrikker	47
4.3.3 Drikkevareindustrien	49
4.3.4 Annen næringsmiddelindustri	50
4.3.5 Treforedlingsindustri	53

INNHOILDSFORTEGNELSE (fortsatt)

	Side:
4.3.6 Kjemisk overflatebehandlende industri	54
4.3.7 Bergverksdrift	55
4.3.8 Samlede utslipp av organisk stoff, næringsalter og metaller fra industri	56
4.4 Jord- og skogbruk	58
4.4.1 Avrenning og utvasking fra landarealer	58
4.4.2 Transport av nitrogen og fosfor til vannforekomster	59
4.4.3 Pressaft fra surførsiloer	66
4.4.4 Avløp fra halmlutingsanlegg	67
4.5 Totaltilførsler - teoretisk	69
4.6 Sammenlikning med belastning i andre fjorder	76
5. METEOROLOGISKE OG HYDROLOGISKE FORHOLD	78
5.1 Nedbør	78
5.2 Grunnlag for vannføringsberegningene	78
5.3 Vannføringer	82
6. FORURENSNINGSTILFØRSLER - MÅLTE	84
6.1 Prøvetaking og analyser	84
6.2 Målte tilførsler via vassdrag	92
6.2.1 Beregningsmetodikk	92
6.2.2 Fosforforbindelser	94
6.2.2.1 Sammenlikning av teoretisk beregnete og målte tilførsler	99
6.2.3 Nitrogenforbindelser	101
6.2.3.1 Sammenlikning av teoretisk beregnete og målte tilførsler	104
6.2.4 Metaller	107
7. LITTERATURHENVISNINGER	114

TABELLFORTEGNELSE

	Side:
Tabell 1 Areal kommuner	9-10
Tabell 2 Areal innsjøer	11
Tabell 3 Arealfordeling innen NVE's nedbørfelt	13
Tabell 4 Arealfordeling innen lokale nedbørfelt	14
Tabell 5 Forhold kommune/felt. Prosentvis	15-17
Tabell 6 Befolkning i NVE's nedbørfelt basert på folketelling 1970	18
Tabell 7 Befolkning i lokale nedbørfelt basert på folketelling 1970	19
Tabell 8 Industri. Utvalgte bedrifters produksjon og beliggenhet.	23-28
Tabell 9 Jordbruksvirksomhet i de enkelte kommuner	31-32
Tabell 10 Jordbruksvirksomhet i NVE's nedbørfelt	33
Tabell 11 Forbruk av lut ved felles halmlutingsanlegg (tonn NaOH)	34
Tabell 12 Mengde tørr halm (tonn) ved fellesanleggene	34
Tabell 13 Jordbruksvirksomhet i lokale felt	35
Tabell 14 Belastning fra befolkning	41
Tabell 15 Konsentrasjoner ($\mu\text{g}/\text{l}$) av metaller i kommunalt avløpsvann i Oslo-området der industriinnblandingen må regnes å være ubetydelig og der industriinnblandingen er merkbar. (Hentet fra (20))	42
Tabell 16 Konsentrasjoner av metaller ($\mu\text{g}/\text{l}$) i kommunalt avløpsvann i Oslo-området sammenliknet med data fra andre land. (Hentet fra (20))	42
Tabell 17 Beregnede metalltilførsler via kommunale ledningsnett	44
Tabell 18 Fysiologisk utskillelse av metaller fra befolkning	45
Tabell 19 Oksygenforbruk i avløpsvann fra meierier	46
Tabell 20 Belastning fra meierier	47
Tabell 21 Belastning fra slakterier, pølsemakerier og kjøttthermetikkfabrikker	48
Tabell 22 Belastning fra drikkevareindustrien	50

Tabellfortegnelse fortsatt:	Side:
Tabell 23 Belastning fra annen næringsmiddelindustri	52
Tabell 24 Belastning fra treforedlingsindustri	54
Tabell 25 Belastning fra kjemisk overflatebehandlende industri	55
Tabell 26 Belastning fra bergverksdrift i tonn pr. år	56
Tabell 27 Beregnet total belastning med organisk stoff, næringsalter og metaller fra industri	57
Tabell 28 Spesifikke avrenningstall for nitrogen og fosfor fra dyrket mark og skog	61
Tabell 29 Teoretisk belastning med nitrogen- og fosforforbindelser fra jord- og skogbruk angitt som tonn nitrogen og fosfor pr. år	65
Tabell 30 Belastning fra surforsiloer	68
Tabell 31 Belastning fra halmlutingsanlegg	68
Tabell 32 Total tilførsel - lett nedbrytbart organisk stoff	72
Tabell 33 Total tilførsel - nitrogen	73
Tabell 34 Total tilførsel - fosfor	73
Tabell 35 %-vis fordeling av tilførte nitrogen- og fosforforbindelser fra de forskjellige kilder	75
Tabell 36 Spesifikk forurensningsbelastning (p.e/km ² og kg/km ²) for ulike nedbørfelt	76
Tabell 37 Nedbørsobservasjoner på utvalgte målestasjoner	79
Tabell 38 NVEs vannmerker - Trondheimsfjordens nedbørfelt	80
Tabell 39 Oversikt over f-verdier for de enkelte nedbørfelt	83
Tabell 40 Prøvetakingssteder for vannprøver til kjemisk analyse	85
Tabell 41 Tilførsel av fosforforbindelser (tonn/år) fra hovedvassdragene basert på målinger	95
Tabell 42 Prosentvis fordeling av tilført totalfosfor	96
Tabell 43 Sammenlikning av teoretisk beregnede og målte tilførsler av fosforforbindelser	98
Tabell 44 Prosentvis forskjell mellom målte og teoretisk beregnede tilførsler av fosforforbindelser	98

Tabellfortegnelse fortsatt:	Side:
Tabell 45 Tilførsel av nitrogenforbindelser (tonn/år) for hovedvassdragene basert på målinger	102
Tabell 46 Prosentvis fordeling av tilført totalnitrogen	103
Tabell 47 Sammenlikning av teoretisk beregnede og målte tilførsler av nitrogenforbindelser	106
Tabell 48 Prosentvis forskjell mellom målte og teoretisk beregnede tilførsler av nitrogenforbindelser	106
Tabell 49 Metallkonsentrasjoner i elvevann i mai (uke 22) og august (uke 32) 1975, µg/l	108
Tabell 50 Anslagsmessig beregning av metalltilførsler fra de enkelte vassdrag og nedbørfeltet totalt, basert på ca. middelkonsentrasjoner og anslått årlig vannføring	111
Tabell 51 Sammenlikning mellom beregnede og målte tungmetallkonsentrasjoner	112

FIGURFORTEGNESLE

	Side:
Fig. S1 Teoretisk beregnet tilførsel av lett nedbryt- bart organisk stoff	III
Fig. S2 Teoretisk beregnet tilførsel av nitrogenforbindelser	V
Fig. S3 Teoretisk beregnet tilførsel av fosforforbindelser	VII
Fig. S4 Jevnføring av teoretisk beregnede og "målte" tilførsler av fosfor- og nitrogenforbindelser fra hovedvassdragene	IX
Fig. 1. Trondheimsfjorden - Arealdisponering	6
Fig. 2. Trondheimsfjorden - Oversikt over NVE's stasjoner, meteorologiske stasjoner og feltinndeling	7
Fig. 3. Trondheimsfjorden - Oversikt over DKNVS Museets stasjoner og tilsvarende lokale nedbørfelt (O + R)	8
Fig. 4. Trondheimsfjorden - Plassering av industri 1972	20
Fig. 5. Trondheimsfjorden - Plassering av felles halmlutingsanlegg 1972	37
Fig. 6. Eksempel på varierende nedbrytning (BOF ₅ -verdier) i ulike typer avløpsvann (samme mengde organisk stoff men forskjellig sammensetning)	39
Fig. 7. Beregnet komponenttransport i utløpet av nedre Orkla i tiden august 1972 - desember 1974	86
Fig. 8. Beregnet komponenttransport i utløpet av Gaula i tiden august 1972 - desember 1974	87
Fig. 9. Beregnet komponenttransport i utløpet av Nidelva i tiden August 1972 - desember 1974	88
Fig. 10. Beregnet komponenttransport i utløpet av av Stjørdalselva i tiden august 1972 - desember 1974	89
Fig. 11. Beregnet komponenttransport i utløpet av Verdalselva i tiden august 1972 - desember 1974	90
Fig. 12. Beregnet komponenttransport i utløpet av Steinkjerelva i tiden august 1972 - desember 1974	91
Fig. 13. Månedlig middelvannføring og beregnet transport av totalfosfor i Nidelva 1972-1974	93
Fig. 14. Metallinnhold i elver i Trondheimsfjordens nedbørfelt	109
Fig. 15. Tungmetallinnhold i Orkla høsten 1975, ovenfor og nedenfor gruveavrenningstilløp	110

SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

Bakgrunn

Spørsmålet om art og mengde av forurensningstilførsler er sentralt ved vurderingen av en vannforekomsts tilstand. Undersøkelser av vannutskifting, vannkvalitet og biologiske forhold vil til sammen gi en fyldestgjørende beskrivelse av resipientforholdene. Uten opplysninger om forurensningstilførslene kan det imidlertid være vanskelig å forstå årsakene til det som observeres. Kartlegging av forurensende virksomhet gir også et sikrere utgangspunkt for ressursforvaltningen, f.eks. hvilke kilder som har størst betydning, og hvor rensing eller andre vernetiltak vil gi best utbytte i forhold til investeringene.

Utførelse

I denne undersøkelsen er det foretatt teoretiske beregninger av de mengder med lett nedbrytbart organisk stoff og gjødselstoffene nitrogen og fosfor som tilføres fjorden. Til grunn for beregningene ligger opplysninger om direkte utslipp og forskjellige jordbruksaktiviteter, befolkningstall, erfaringstall for belastning fra husholdninger og ulike typer industri, dessuten erfaringstall for innhold av fosfor og nitrogen i naturlig avrenning fra forskjellige typer jordsmonn. Tilførslene er fordelt på de forskjellige kilder, på hovedvassdragene og på nærområder, dvs. områder utenfor hovedvassdragenes nedbørfelter. Kartleggingen omfatter også metallutslipp fra industri og husholdninger.

For gjødselstoffenes vedkommende er det gjennom en periode av tre år foretatt målinger i de seks største elvene som munner ut i Trondheimsfjorden. Sammen med vannføringsdata har dette muliggjort beregning av gjødselstofftransport til fjorden fra de enkelte større nedbørfelter. Beregningene er utført på datamaskin etter et program utviklet ved instituttet. Summen av "målt" transport over tre halvår (jan. 1973 - juni 1974) er sammenlignet med de teoretiske beregningene. Ved to anledninger er det gjort orienterende analyser på elvevannets innhold av metaller.

I rapporten er det gjort detaljert rede for beregningsgrunnlaget og de valgte forutsetninger. Her skal det bare sies at det inngår i beregningene en rekke faktorer og forhold som endrer seg med sted og tid eller som er usikre av andre grunner. Det er dessuten gitt en rekke opplysninger om enkeltutslipp, som naturlig nok ikke alltid kan være ajour. Det kreves derfor ofte et kvalifisert skjønn for å anvende tallene riktig. Likeledes bør detaljinformasjoner kontrolleres hvis de tas ut av sin sammenheng og brukes for seg.

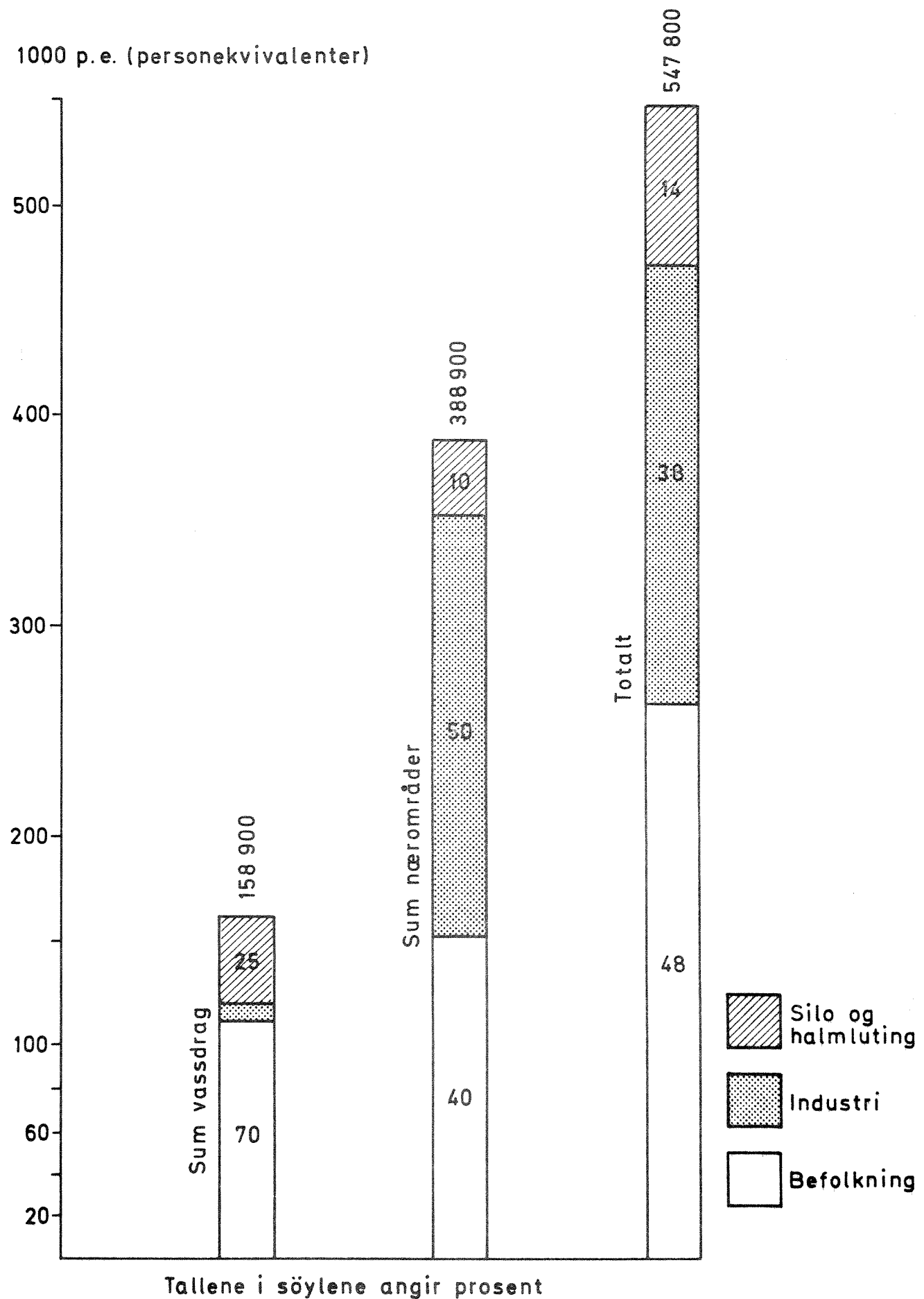
Alle måleresultater fra elveundersøkelsene finnes i vedlegg til rapporten. Foruten totalfosfor og totalnitrogen på filtrerte og ufiltrerte prøver, ortofosfat, nitrat og ammonium på filtrerte prøver, inneholder vedlegget resultater av målinger på vannets ledningsevne (mål for innhold av oppløste mineraler), turbiditet (mål for grumsethet), pH (surhetsgrad) og opplysninger om vannføring og ferskvannstilførsel (pr. måned, halvår og år).

Resultater

Av fig. S1 fremgår totalbelastningen med lett nedbrytbart organisk stoff, målt som personekvivalenter. (1 p.e. er definert som den mengde organisk stoff som medfører et biokjemisk oksygenforbruk (BOF) på 75 (60) g oksygen over 7 (5) døgn nedbrytning ved en standardisert laboratorietest. Dette tilsvarer mengden organisk materiale pr. person og døgn i ubehandlet kommunalt avløpsvann. For silo, halmluting og industrielt avløpsvann baserer omregningen til denne enhet seg på erfaringstall for biokjemisk oksygenforbruk i de forskjellige typer avløpsvann. Metoden innebærer mange usikkerheter, men benyttes fordi den foreløpig er alene om å gi til en viss grad sammenlignbare data. Det understrekes at utslippene fra silo- og halmlutingsanlegg er fordelt over året.)

Man ser at totalbelastningen av lett nedbrytbart organisk materiale er funnet å tilsvare ca. 550 000 personer. Derav kommer omkring halvdelen fra befolkning, dvs. direkte eller indirekte ved utslipp av avløpsvann fra husholdninger, mens industribidraget er beregnet til nær 40 %. På grunn av mange forhold kan ikke disse tall oppfattes som annet enn antydende når det gjelder de nevnte kilders betydning. Enkeltutslippenes størrelse og beliggenhet i forhold til fjordresipienten vil i så henseende være viktig-

Fig. S1 Teoretisk beregnet tilførsel av lett nedbrytbart organisk stoff



ere. Man kan i denne forbindelse merke seg at nærområdene står for omkring 70 % av totaltilførslene. Dette inkluderer mange utslipp nær eller direkte i fjorden, bl.a. de to viktigste treforedlingsbedriftene, som står for det vesentlige av belastningen fra industrien, dertil utslippene fra Trondheim by og andre befolkningssentra rundt fjorden.

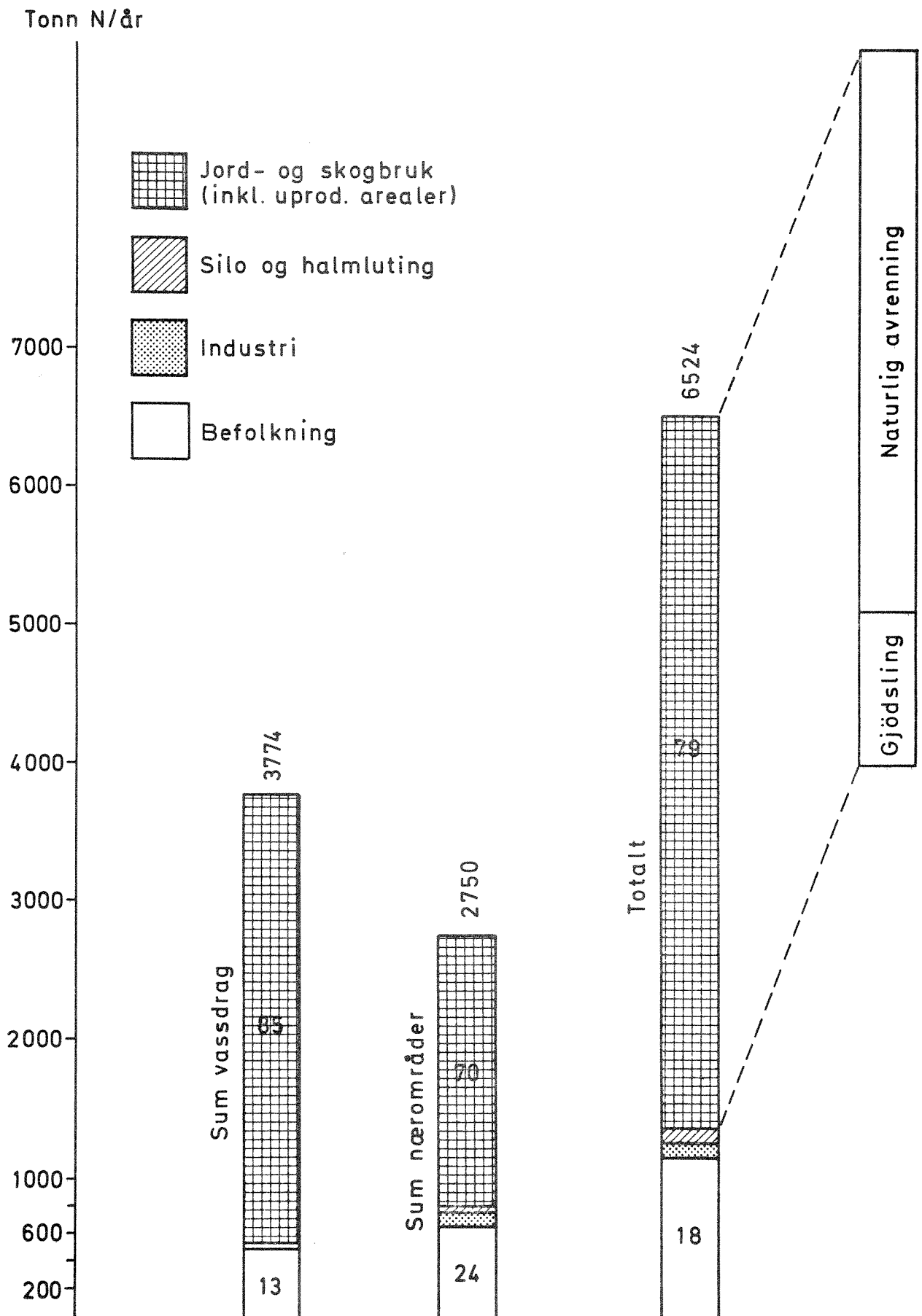
For hovedvassdragene fordeler kildene for organisk stoff seg slik (person-ekvivalenter pr. år, prosent i parentes):

	<u>Befolkning</u>	<u>Industri</u>	<u>Silo og Halmluting</u>	<u>Totalt</u>	<u>P.e./km² og år</u>
Orkla	18 300 (54)	2400 (7)	13 500 (39)	34 200	11,6
Gaula	27 600 (70)	3300 (8)	8 000 (21)	38 900	10,9
Nidelva	25 100 (84)	800 (3)	3 900 (13)	29 800	9,6
Stjørdalselva	8 300 (71)	900 (8)	2 400 (21)	11 600	6,1
Verdalselva	15 300 (80)		3 900 (20)	19 200	13,4
Steinkjerelva	17 800 (70)		7 400 (30)	25 200	11,6

Man ser at forholdene med mindre variasjoner er noenlunde ensartet i alle nedbørfeltene. Det samme gjelder det man kan kalle intensiteten av forureningsproduserende virksomhet (p.e./km² og år), selv om Stjørdalselva ligger noe lavere enn de øvrige. Intensiteten er markert mindre enn i nærområdene, der gjennomsnittet lar seg beregne til ca. 115 p.e./km² og år.

Teoretisk beregnede nitrogentilførsler fremgår av fig. S2. Det sees at nær 80 % er beregnet å stamme fra naturlig avrenning, skog- og jordbruksvirksomhet, mens kommunale avløp bare bidrar med i underkant av 20 % og øvrige kilder er uvesentlige. I følge beregningene kommer vel 60 % av totalbelastningen fra det en kan kalle ukontrollerbare kilder. Med dette menes avrenning fra skogområder, uproduktive arealer og den andel fra dyrket mark som ikke skyldes gjødsling. Antas også avrenningen på grunn av gjødsling å være vanskelig å begrense, kommer de ukontrollerbare kilders andel opp i over 70 %.

Fig.S2 Teoretisk beregnet tilførsel av nitrogenforbindelser



Tilsvarende fordeling for elvene gir som resultat (t.N/år, % i parentes):

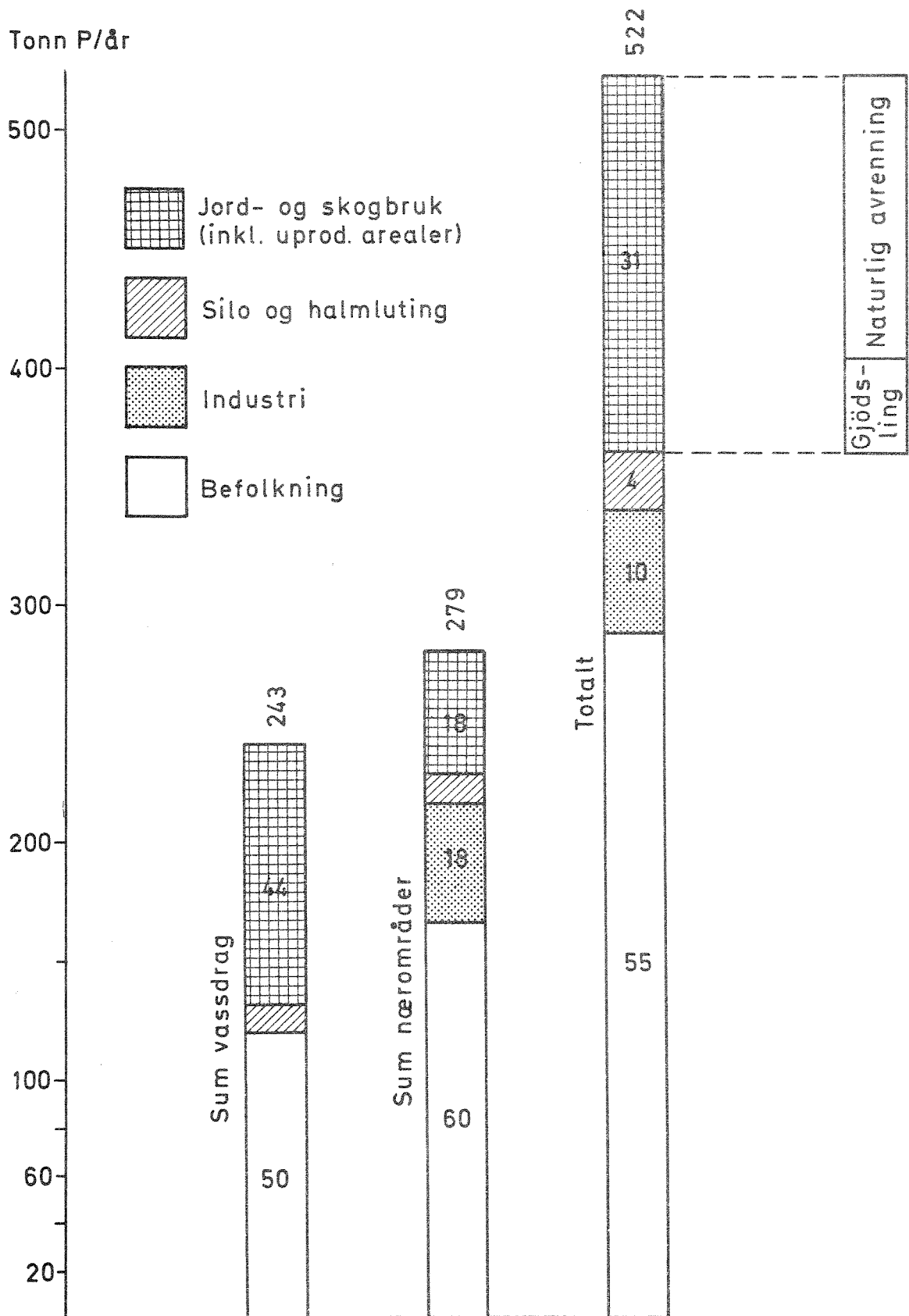
	Befolkning	Industri	Silo og halmlutn.	Jord- og skogbruk	Derav pga. gjødsling	Totalt
Orkla	80 (11)	2	16 (2)	658 (87)	126 (16)	756
Gaula	121 (13)	4	9 (1)	780 (86)	123 (13)	914
Nidelva	110 (16)	1	5 (1)	589 (83)	66 (9)	705
Stjørdalselva	36 (9)	1	4 (1)	348 (90)	42 (11)	389
Verdalselva	67 (18)	--	5 (1)	311 (81)	59 (15)	383
Steinkjerelva	78 (13)	-	10 (2)	539 (85)	85 (14)	627

Avrenning fra dyrket mark, skog og uproduktive arealer sees å være enda mer dominerende i elvene enn totalt for hele fjordens nedbørfelt (fig. S2). Videre sees gjødslingens relativt underordnede rolle. I nærområdene er gjødslingens andel av totaltilførslene noe høyere - vel 20 %. Forskjellen mellom vassdragene er liten både med hensyn til fordeling på kildene og totaltilførsel pr. km². Sistnevnte varierer mellom ca. 45 og 65 kg N/km² og år, men det tilsvarende tallet i nærområdene er vel 130 (i gjennomsnitt).

De teoretiske beregningene av fosfortilførsler (fig. S3) har gitt resultater som indikerer at bidraget fra husholdninger er viktigst. Dette vises ikke bare ved andelen av de anslåtte totaltilførsler, som er ca. 55 %. Like viktig er det at mesteparten av belastningen ved kommunalt avløpsvann kommer fra nærområdene, dvs. i betydelig grad i form av direkte utslipp til fjorden eller dens umiddelbare nærhet. Tilførsel fra jordbruk, skogarealer og uproduktiv mark er beregnet til omkring 35 % (inkludert utslipp fra silo- og halmlutingsanlegg), mens industrivirksomhet bare står for ca. 10 %. Kontrollerbare kilder summerer seg til vel 75 % av totalbelastningen. (Se imidlertid nedenfor om størrelsesordenen av den naturlige avrenning.)

For fjorden som helhet må gjødsling antas å være en mindre betydningsfull belastningsfaktor for fjorden. (Kfr. fig. S2 og S3). Forholdet vil være annerledes for mindre bukter og bassenger avgrenset av dyrket mark.

Fig.S3 Teoretisk beregnet tilførsel av fosforforbindelser



Fordeling på elvene gir her (t. P/år, % i parentes):

	Befolkning	Industri	Silo og halmlutn.	Jord- og skogbruk	Derav pga. gjødsling	Totalt
Orkla	20 (43)	1 (2)	4 (8)	22 (47)	4,6 (10)	47
Gaula	30 (50)	1 (2)	2 (4)	26 (44)	4,5 (8)	59
Nidelva	27 (55)	0,2	1 (2)	21 (43)	2,4 (5)	49
Stjørdalselva	9 (39)	0,2 (1)	1 (4)	13 (56)	1,5 (7)	23
Verdalselva	17 (59)		1 (3)	11 (38)	2,2 (8)	29
Steinkjerelva	19 (53)		2 (5)	15 (42)	3,0 (8)	36

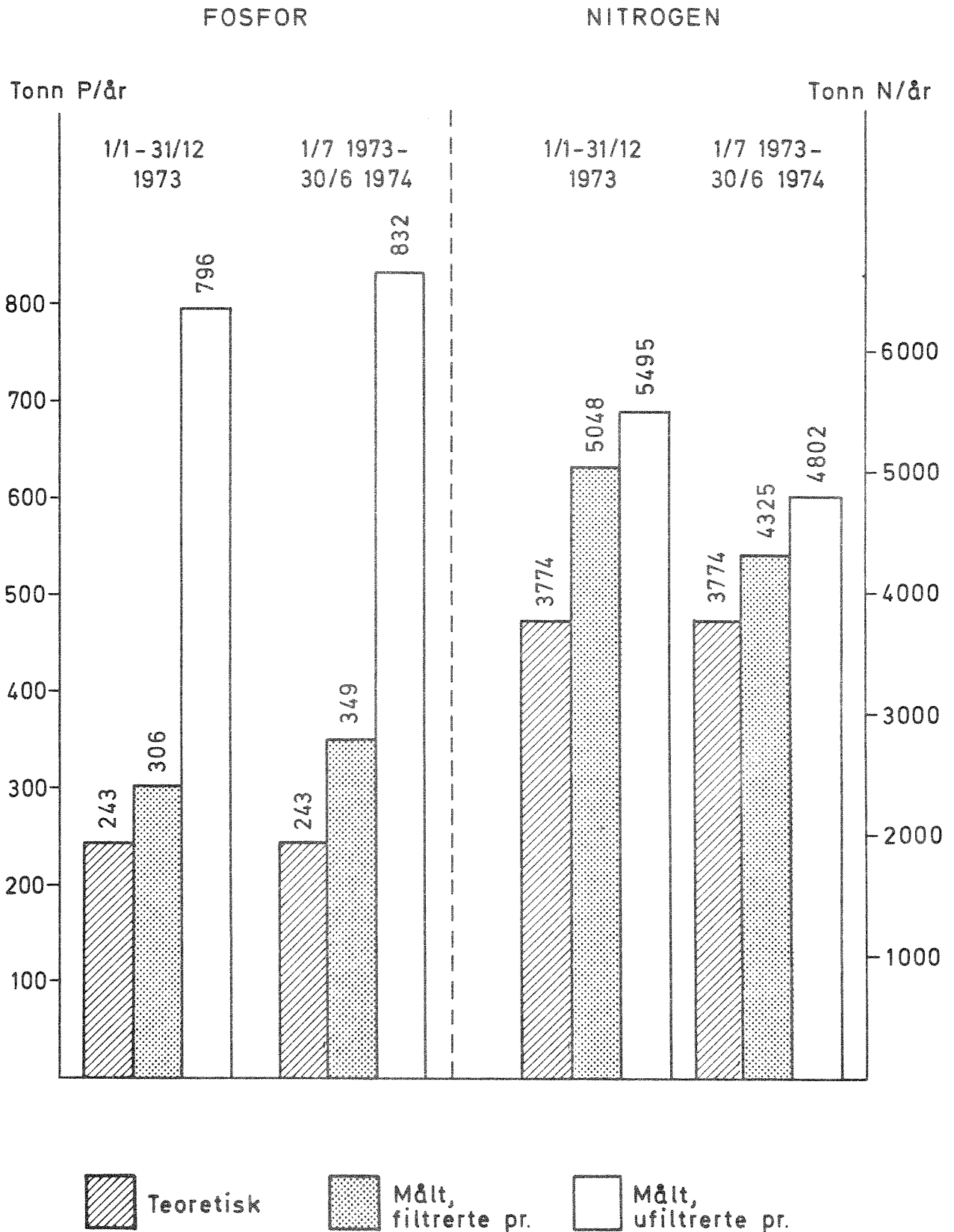
Også for fosfortilførslenes vedkommende er forholdene omtrent de samme fra vassdrag til vassdrag. Totaltilførslen pr. km² varierer mellom ca. 12 og ca. 20 kg P/km² og år. Gjennomsnittet for nærområdene er til sammenligning på over 40 kg P/km² og år.

Beregningene av metallbelastning har stadfestet gruveindustriens rolle som dominerende kilde og dokumentert den underordnede betydning av kommunalt avløpsvann. Den naturlige transport av kobber og sink med elvevann er helt anslagsmessig beregnet til ca. 1/3 av tilførslene ved gruveavløpsvann. Derimot kommer betydelig mer jern fra naturlige kilder.

For fosfors vedkommende ga beregningene basert på målinger av konsentrasjoner og vannføring i elvene vesentlig høyere tilførsel enn de teoretiske anslagene (fig. S4). Ufiltrerte prøver, der partikkelbundet fosfor kom med, ga en årlig fosfortransport som var ca. 3 ganger høyere enn teoretisk beregnet. Overensstemmelsen var vesentlig bedre hvis man jevnførte med transporten av fosforforbindelser i løsning. Den nærliggende forklaring er at de spesifikke avrenningstall benyttet ved de teoretiske overslagene i for liten grad har tatt hensyn til utskylling av fosfor knyttet til partikler.

Jevnføringen av teoretiske med "målte" nitrogentilførsler ga bedre svar (fig. S4), men også her lå de målte tilførsler 30-50 % høyere. Man kan for øvrig merke seg den vesentlig mindre forskjellen mellom filtrerte og ufiltrerte prøver.

Fig.S4 Jevnföring av teoretisk beräknade och „målte“
tilförsler av fosfor- och nitrogenförbindelser fra
hovedvassdragene



Hvis de teoretiske anslagene for naturlig avrenning er vesentlig for lave, har dette konsekvenser for forholdet mellom kontrollerbare og ikke kontrollerbare tilførsler av fosforforbindelser. Det er derfor mulig at andelen av kontrollerbare fosforkilder må reduseres til noe under 50 % av samlet belastning.

Vurderinger og konklusjoner

Sammenlignet med andre fjordområder kan Trondheimsfjorden antas å være moderat belastet med gjødselstoffer og lett nedbrytbart organisk materiale. Sannsynligvis gjelder dette i særlig grad lett nedbrytbart organisk materiale. Ulempene av slike tilførsler vil neppe spores annet enn lokalt; dvs. i nærheten av større utslipp eller i forbindelse med ømfintlige bassenger. Utslipp av tyngre nedbrytbart materiale (bark og fiber) vil også i hovedsaken ha nærvirkning, men representerer en mer langsiktig belastning.

Betraktet ut fra tilførselstallene alene er det også lite som tyder på at gjødselstoffpåvirkning skulle være noe problem for Trondheimsfjordens hovedvannmasser. I denne forbindelse er det av betydelig praktisk interesse at den kontrollerbare del av belastningen med nitrogen er begrenset til ca. 30-40 %. Større muligheter er det for å minske belastningen med fosfor, idet 50-75 % av tilførslene kan kontrolleres. At en tilførselskilde kan kontrolleres, betyr imidlertid ikke at den kan elimineres fullstendig. Det er neppe realistisk å regne med belastningsreduksjoner utover 25-30 % for nitrogen og 50-60 % for fosfor. Hvorvidt det er ønskelig med slike reduksjoner, må bedømmes ut fra observasjoner av forholdene i fjorden og dens enkelte deler. Det fremlagte materiale gir også grunnlag for å bedømme hvor stor del av tilførslene som kan kontrolleres i nedbørfeltene til de enkelte hovedvassdragene.

1. INNLEDNING

Hensikten med det foreliggende arbeid kan oppsummeres i følgende punkter:

1. Kartlegging av de viktigste kilder, og teoretisk beregning av totalbelastningen med lett nedbrytbart organisk materiale samt plantenæringsstoffene nitrogen og fosfor.

I praksis betyr dette å summere tilførsler via direkte utslipp i vassdrag eller fjord og diffuse tilførsler som resultat av jord- og skogbruksvirksomhet, foruten det som skyldes naturlig avrenning fra dyrkede og uproduktive arealer.

2. Beregning av nitrogen- og fosfortilførsler på grunnlag av vannanalyseresultater og vannføringsdata fra de største elvene som munner ut i fjorden.
3. Sammenligning av resultatene fra 1) og 2) når det gjelder plantenæringsstoffer.
4. Kartlegging av de viktigste kilder for metalltilførsler, og i denne forbindelse orienterende analyser av elvevannets metallinnhold for å bringe på det rene størrelsesordenen av det naturlige bidraget med metaller.

Resultatene vil ha praktisk betydning for flere viktige spørsmål som vedrører vannressursforvaltning:

- Forholdet mellom mengdene av kontrollerbare og ikke kontrollerbare tilførsler av plantenæringsstoffer og metaller.
- Hvor rensetekniske og andre vernetiltak kan/bør settes inn og hva som kan oppnås i form av absolutt og relativ reduksjon i belastningen.
- Sammenligning av mengdene med plantenæringsstoffer som tilføres via vassdrag og utslipp med størrelsen av det reservoar som fjordvannet representerer (i relasjon til fjordens produktivitet og mulige eutrofieringsutvikling).

I tillegg til dette gir resultatene opplysninger om belastningen på ulike deler av fjorden og til forskjellige tider av året. Elvevannsanalysene og transportberegningene kan også sees i sammenheng med vurderingen av hva som i dag virker som begrensende faktorer for

algevekst i fjorden. Resultatene kan belyse de fremtidige mulighetene for at nitrogen- eller fosforforbindelser kan få en begrensende rolle ved at tilførslene reduseres - om dette ansees ønskelig. Endelig kan nevnes at elvevannsmålingene gir informasjon om tilstandsform av fosfor- og nitrogenforbindelsene; hvor meget som har foreligget partikulært, henholdsvis løst, sesongvariasjoner i disse forhold etc. (Dette er imidlertid ikke videre behandlet i nærværende rapport.)

Arbeidet som presenteres inneholder registrering av alle typer forurensningstilførsler fra befolkning, industri, jord- og skogbruk. Hovedvekten er imidlertid lagt på registrering og beregning av belastningen med fosfor- og nitrogenforbindelser. Materialet vedrørende nedbrytbart organisk stoff skulle også være temmelig fullstendig, mens bare hovedkildene til metallforurensninger er behandlet. Organiske mikroforurensninger er ikke tatt i betraktning. De foreliggende opplysninger om virksomheten i nedbørfeltet tyder ikke på at de lokale tilførsler av slike stoffer kan bety noe vesentlig for fjordvannets tilstand.

De foretatte registreringer bygger på opplysninger fra fylkeskommunale og kommunale instanser, fra Statens vann- og avløpskontor (SVA, nå integrert i Statens Forurensningstilsyn (SFT)), fra andre sentrale forvaltningsinstitusjoner og direkte fra de aktuelle bedrifter.

Innsamling av vannprøvene er foretatt av Det Kongelige Norske Videnskabers Selskab (DKNVS), Museet. Analysen er i hovedsaken utført ved laboratoriet til Selskapet for Industriell og Teknisk Forskning ved NTH (SINTEF) etter innledende interkalibrering av analysemetodene ved NIVA og SINTEF. Ferskvannsavrenningen er utregnet på grunnlag av målinger foretatt av Norges Vassdrags- og Elektrisitetsvesen (NVE) og stilt til disposisjon av NVEs hydrologiske avdeling. Beregningene av nitrogen- og fosfortransport er foretatt på datamaskin etter programmer utviklet av NIVA.

Som det vil fremgå av rapportens faglige deler, er det til dels vanskelige problemer som er tatt opp. Kunnskapstilfanger er begrenset på flere viktige felter. Det advares derfor mot ukritisk bruk av de presenterte resultater, idet disse i vesentlig grad er knyttet til de utgangspunkter og forutsetninger det er valgt å gå ut fra. Videre ligger det

i sakens natur at en rapport som skal dekke en mangfoldighet av dynamiske forhold ikke kan være fullstendig a jour med hensyn til utslippstall, antall halmluterier i et nedbørfelt, etc. Detaljinformasjon av denne art bør derfor kontrolleres før bruk. Når disse forbehold er tatt, må det også sies at det i Norge bare er gjort tilsvarende omfattende kartlegging av forurensningstilførsler i forbindelse med studiene av Mjøsa og Frierfjorden. Det er heller ikke kjent eksempler utover Mjøsprosjektet på at beregningene i sammenligningsøyemed er utført på to prinsipielt forskjellige måter. I så måte representerer rapporten til en viss grad et pionerarbeid, som ikke bare har praktisk, men også faglig interesse.

2. GEOLOGI OG GEOGRAFI

Trondheimsfjorden er mye bredere enn de fleste norske fjorder. Fjordens konturer er også forskjellige fra den ene siden til den andre. På øst- og sørsiden har kystlinjen en uregelmessig form i motsetning til den rette kystlinjen, hovedsakelig i nord-østlig retning, på vestsiden. Disse trekkene ved fjordens form er forklart ved at den forholdsvis løse skiferen fjorden ble dannet i, hadde ulik hardhet.

Nedbørfeltet består vesentlig av sterkt omdannede kambro-siluriske sedimentbergarter og noe grunnfjell. Grunnfjell forvitrer vanskelig og gir et magert jordsmonn. Kambro-siluriske sedimentbergarter gir derimot vanligvis en del løse jordlag. De løse jordlag blir dannet ved forvitring av bergartene, og løsmaterialets og avleiringenes innhold av oppløselige og uoppløselige stoffer vil da bero på bergartenes sammensetning. O. Braadlie skriver i "Om elvevannets sammensetning i Trøndelag" (DKNVS, Skrifter 1930,5):

"I den nederste del og i bunnen av dalene både i Trøndelag og og Namsen-vassdraget er det store avleiringer av forvittringsprodukter. Den marine grense i Trøndelag ligger ved 180 a 200 m.o.h., og ved landets trinvis heving er løsmaterialet blitt flyttet lengere og lengere nedover, og man finner nu oppover dalene terrasser fra de forskjellige nivåer. Særlig er disse utpreget omkring Nidaros, og oppover Gauldal, men forekommer også andre steder innover Innherred, f.eks. i Verdal, ved Steinkjer og flere steder.

Undergrunnen for de løse jordlag under 150-160 m.o.h. består av stenfritt, marint ler. Dette er vanskelig å bearbeide som dyrkningsjord, men er forholdsvis rikt på kali og kalk. Det

synes som om det ler som fremkommer som forvittringsprodukt av de silursiek bergarter, gjerne danner det såkalte kvikler, som ved opbløtning og utsatt for bevegelse kan bli helt flytende. I Verdal er f.eks. denne lerart særlig fremredende."

3. NEDBØRFELTET - UTNYTTELSE OG AKTIVITETER

3.1 Inndeling i lokale nedbørfelter

Basert på stasjoner for måling av vannføringen i elvene er fjordens nedbørfelt inndelt i mindre nedbørfelt. Dette er vist på fig. 2, og NVEs vannføringsstasjoner er listet opp i tab. 38. Det er benyttet følgende betegnelser på feltene

O - ovenforliggende (i forhold til vannføringsstasjon)	
N - nedenforliggende	- " -
M - mellomliggende	- " -

Som det fremgår av fig. 2, går ikke denne inndelingen direkte på nedbørfeltene for de enkelte vassdrag, idet deler av Trondheimsfjordens overflate er inkludert i N- og M-feltene.

Det Kongelige Norske Videnskabers Selskab, Museet, etablerte i forbindelse med prosjektet prøvetakingsstasjoner for måling av forurensninger til fjorden i de fleste vassdrag. Stasjonene er vist på fig. 3, og listet opp i tab. 40.

For å gjøre det mulig å beregne transporten av forurensningene til fjorden, er grensene for de enkelte nedbørfeltene justert slik at en får frem vannføringsdata for vassdraget ved prøvetakingsstasjonen til DKNVS.

I første rekke er dette gjort for stasjonene i elvene Orkla, Gaula, Nidelva, Stjørdalselva, Verdalselva og Steinkjerelva.

De delfeltene som fremkommer ved justeringen av nedbørfeltgrensene, er kalt R-felt. Med R-felt menes reduserte felter i forhold til de opprinnelige N-feltene (i ett tilfelle, Steinkjerelva, i forhold til opprinnelige M-felt). De lokale nedbørfeltene til målestasjonene (O+R-felt) er vist på fig. 3 (skravert).

De deler av fjordens nedbørfelt som ikke dekkes av de lokale nedbørfeltene, betegnes nærområder (uskravert på fig. 3).

3.2 Arealfordeling

Trondheimsfjordens nedbørfelt har et totalt areal på 21 532 km², inklusive salt- og ferskvann. Som vist på fig. 1 ligger ca. 90 % sør og øst for fjorden. Den sørlige avgrensning ligger mot Dovre, og i øst strekker nedbørfeltet seg mot svenskegrensen. Nedbørfeltet dekker fjorden fra terskelen ved Agdenes-Brettingsnes, som betraktes som munningen, og helt inn til Beitstadfjorden. Fjordens totale areal fra Agdenes til Steinkjer er 1 420 km², og det samlede ferskvannsareal i nedbørfeltet er ca. 930 km². Det totale landareal utgjør følgelig ca. 19 182 km². Av dette er ca. 1 015 km² dyrket mark (jordbruksareal i drift), og ca. 8 830 km² utgjør skog og myr (summen av produktivt skogareal, annet utmarksareal under barskoggrensen og skogareal pluss annet areal i skogbeltet over barskoggrensen). Det skilles gjerne mellom ytre og indre fjord. Grensen går ved Tautra.

Nedbørfeltet for ytre fjord er 15 374 km² og for indre fjord 6 158 km², altså under halvparten.

I nedbørfeltet ligger helt eller delvis 18 kommuner fra Sør-Trøndelag fylke og 11 kommuner fra Nord-Trøndelag fylke. I tillegg befinner deler av kommunene Tynset og Tolga-Os (Hedmark fylke) samt en liten av Sverige seg innenfor nedbørfeltets område. Disse områder representerer bare ca. 6 % av det totale areal.





I tabell 1 er ført opp data for de kommuner som utgjør nedbørfeltet. Det blir gitt data for kommunens totale areal (eksklusiv saltvannsareal), dyrket areal, skog/myrareal, ferskvannsareal og "restareal" som her blir benevnt uproductiv mark. Tabellen angir for hver kommune både de arealer som gjelder for kommunen i sin helhet og for den del av kommunen som ligger innenfor nedbørfeltet. Data for kommunen er i sin helhet tatt fra Norges offisielle statistikk, henholdsvis jordbrukstillingen 1969 og skogbrukstillingen 1967 samt fra en arealoppgave fra februar 1970. Tallene for kommunearealer innenfor nedbørfeltets grenser er anslagsvise (desimalene er benyttet kun av praktiske grunner).

Av tabellen ser vi at Sør-Trøndelag kommuner utgjør et samlet areal (eksklusiv saltvann) på ca. 10 234 km², dyrket areal på ca. 457 km²,

Fig.1

TRONDHEIMSFJORDEN

Arealdisponering

-  Dyrket mark
-  Skog/myrareal
-  Vann
-  Uproduktiv mark

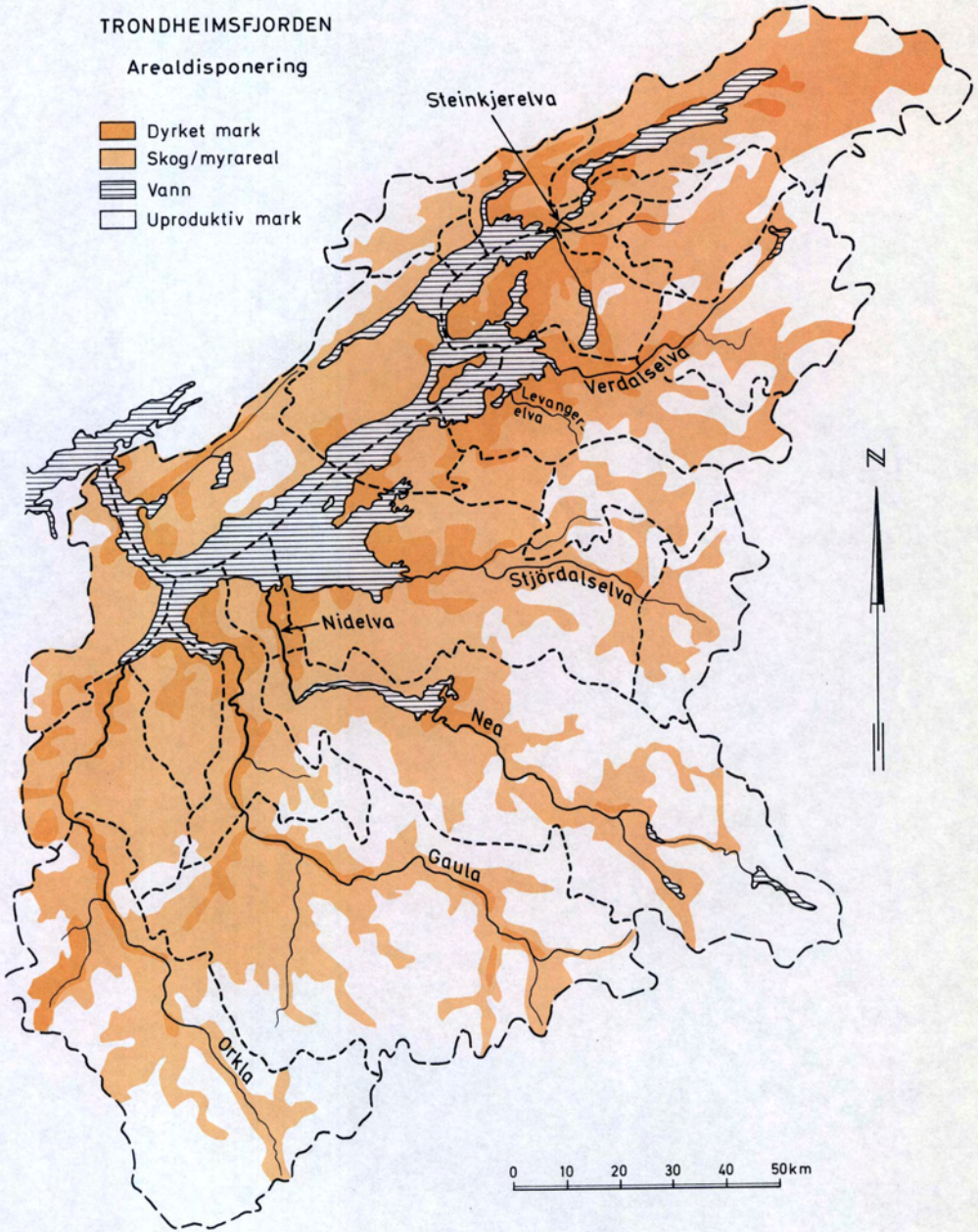


Fig. 2

TRONDHEIMSFJORDEN

Oversikt over NVE's stasjoner,
meteorologiske stasjoner
og feltinndeling

- ▲ NVE's vannføringsstasjoner
- Meteorologiske stasjoner
- Nedbørfelt

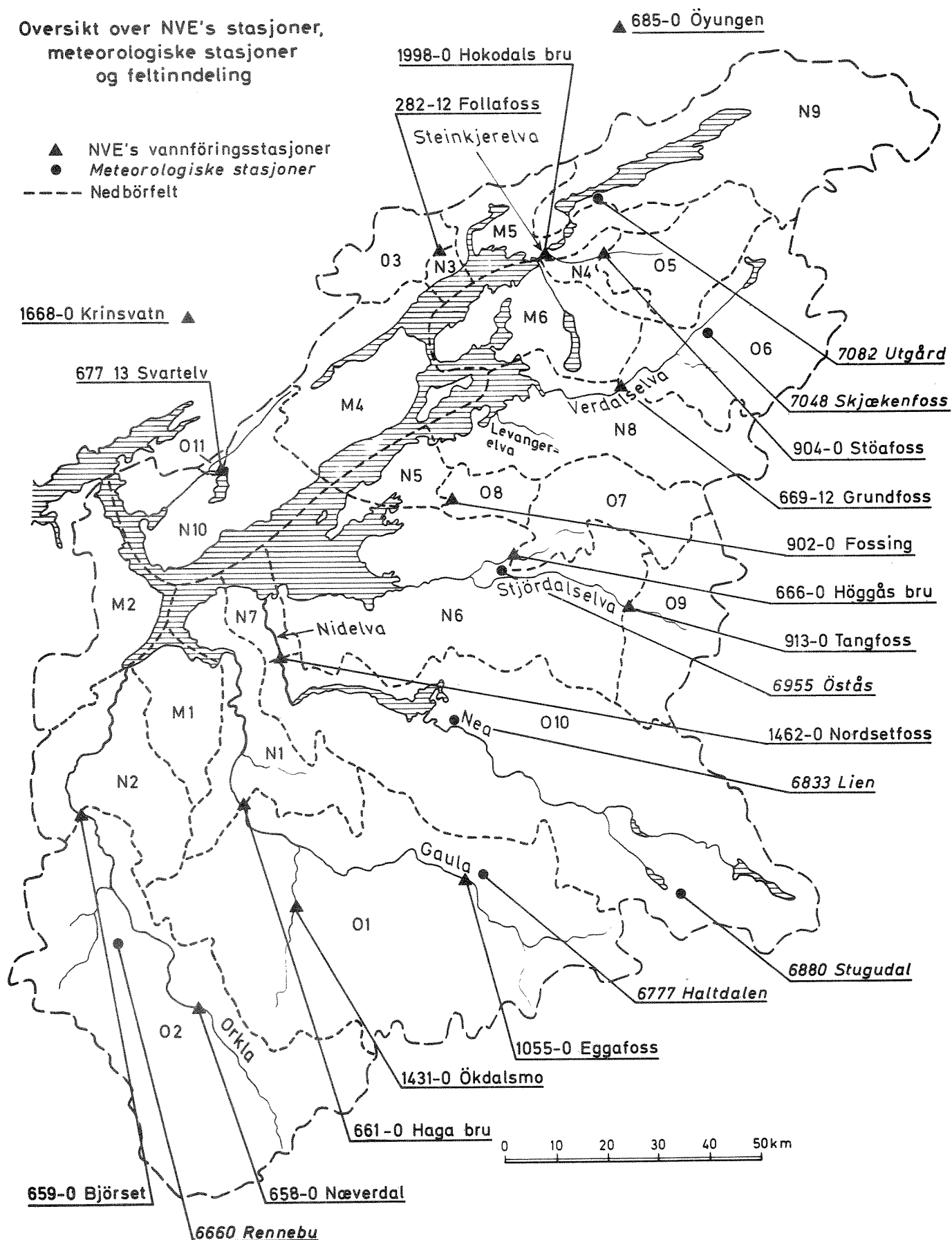
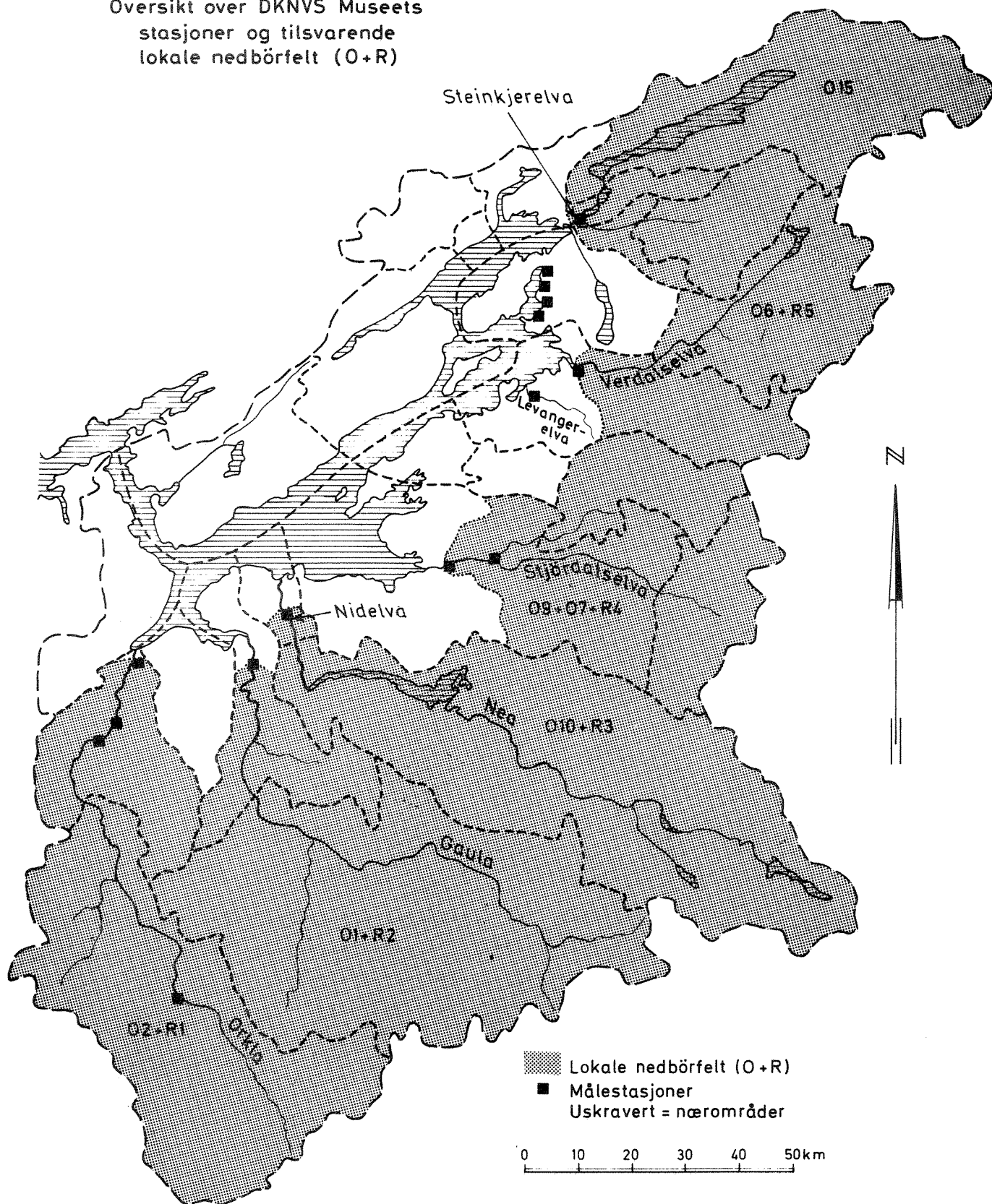


Fig.3

TRONDHEIMSFJORDEN

Oversikt over DKNVS Museets stasjoner og tilsvarende lokale nedbørfelt (O+R)



Tabell 1. Areal kommuner.

Alt i km². x) - total kommune, y) - andel innenfor nedbørfelt.

Kommune		Tot. areal (ekskl. saltv.)	Dyrket areal	Skog/ myr	Fersk- vann	Uprod. mark
Oppdal	x)	2353,3	47,6	31,8	63,6	-
	y)	478,0	2,4	31,8	12,7	431,1
Rennebu	x)	937,9	30,7	344,0	11,5	-
	y)	925,0	30,7	344,0	11,5	538,8
Meldal	x)	632,7	25,2	298,4	15,5	-
	y)	572,0	25,2	283,5	14,0	249,3
Orkaal	x)	589,3	44,9	303,4	36,2	-
	y)	461,0	44,9	288,2	28,3	99,6
Skaun	x)	222,8	33,8	142,5	8,3	-
	y)	222,8	33,8	142,5	8,3	38,2
Melhus	x)	698,9	72,1	455,8	35,9	-
	y)	698,9	72,1	455,8	35,9	135,1
M.Gauldal	x)	1808,5	42,1	762,0	40,9	-
	y)	1808,5	42,1	762,0	40,9	963,6
Holtålen	x)	1226,9	21,0	244,0	22,9	-
	y)	1150,0	21,0	244,0	21,4	863,6
Røros	x)	1935,9	-	917,6	179,9	-
	y)	50,0	-	-	4,7	45,3
Tyaal	x)	1307,5	5,5	414,2	48,2	-
	y)	1270,0	5,5	414,2	47,6	802,7
Selbu	x)	1254,2	31,2	627,1	84,6	-
	y)	1254,2	31,2	627,1	84,6	511,1
Klæbu	x)	188,3	10,4	127,8	10,5	-
	y)	188,3	10,4	127,8	10,5	39,5
Trondheim	x)	342,9	73,0	156,5	19,6	-
	y)	342,9	73,0	156,5	19,6	93,8
Malvik	x)	170,8	13,7	132,9	4,9	-
	y)	170,8	13,7	132,9	4,9	19,3
Agdenes	x)	343,6	16,5	144,0	21,6	-
	y)	218,0	12,4	108,0	13,7	83,9
Snillfjord	x)	481,1	9,5	225,7	13,0	-
	y)	30,0	-	-	0,8	29,2
Rissa	x)	622,8	49,0	230,9	27,5	-
	y)	350,0	39,2	161,6	15,5	133,7
Åfjord	x)	1023,0	25,1	316,8	46,6	-
	y)	44,0	-	-	2,0	42,0
Tot. Sør-Trøndelagx		-	-	-	-	-
Avrundete verdiery		10234	457	4280	377	5120

(Fortsatt)

Tabell 1. Areal kommuner. (Fortsatt)

Forts. Alt i km². x) - total kommune, y) - andel innenfor nedbørfelt.

Kommune		Tot. areal (ekskl. saltv.)	Dyrket areal	Skog/ myr	Fersk- vann	Uprod. mark
Meråker	x	1294,3	9,2	269,4	54,5	-
	y	1223,0	9,2	269,4	50,0	894,0
Stjørdal	x	946,9	84,6	605,7	19,4	-
	y	946,9	84,6	605,7	19,4	237,3
Frosta	x	75,4	23,4	36,6	2,2	-
	y	75,4	23,4	36,6	2,2	13,2
Levanger	x	649,3	111,0	354,1	31,7	-
	y	649,3	111,0	354,1	31,7	152,5
Verdal	x	1542,8	75,2	594,3	75,0	-
	y	1508,0	75,2	594,3	75,0	763,5
Steinkjer	x	1563,9	137,3	1012,1	128,8	-
	y	1357,0	137,3	1012,1	120,4	87,2
Snåsa	x	2332,7	26,9	941,2	160,4	-
	y	1325,0	26,9	847,1	116,7	334,3
Inderøy	x	146,3	45,3	69,9	0,8	-
	y	146,3	45,3	69,9	0,8	30,4
Verran	x	589,3	9,0	338,4	33,4	-
	y	505,0	9,0	338,4	28,6	129,0
Mosvik	x	217,8	7,6	105,1	13,1	-
	y	217,8	7,6	105,1	13,1	91,2
Leksvik	x	431,2	16,6	233,7	28,0	-
	y	431,2	16,6	233,7	28,0	152,9
Tot.N.-Trøndelag	x	-	-	-	-	-
Avrundete verdier	y	8385	546	4466	486	2886
Tynset		840,0	15,0	25,0	41,9	758,1
Tolga-Os		50,0	-	-	2,6	47,4
Sverige		425,0	-	50,4	21,3	353,3
Totalt, avrundet		9700	561	4542	552	4045

skog/myrareal på ca. 4 280 km² og et uproduktivt areal på ca. 5 120 km². I tillegg vil bidragene fra Tynset og Tolga-Os være henholdsvis ca. 890 km², ca. 15 km², ca. 25 km² og ca. 805 km². De tilsvarende tall for Nord-Trøndelag, inkludert en skjønnsmessig vurdering av Sveriges andel, er ca. 8 810 km² samlet areal (eksklusive saltvann), ca. 546 km² dyrket areal, ca. 4 517 km² skog/myr og ca. 3 236 km² uproduktiv mark.

Det prosentvise bidrag blir altså for de to fylkene:

	Tot. areal (ekskl. saltv.)	Dyrket areal	Skog/ myr	Uprod. mark.
Sør-Trøndelag (inkl. Hedmark)	56 %	46 %	49 %	65 %
Nord-Trøndelag (inkl. Sverige)	44 %	54 %	51 %	35 %

Av Nord-Trøndelags bidrag utgjør kommunene Stjørdal, Levanger, Inderøy, Verdal og Steinkjer henholdsvis ca. 52 % av det totale areal, ca. 83 % av dyrket mark, ca. 58 % av skog/myr og ca. 39 % av det uproduktive arealet.

De innsjøene som er tatt spesielt hensyn til ved vurderingen av ferskvannsarealet, er oppført i tabell 2 hvor også de kommuner som innsjøen ligger i, samt dens areal, er oppgitt.

Tabell 2. Areal innsjøer.

Innsjø	Kommune	Areal km ²
Snåsavatn	Steinkjer Snåsa	117,0
Leksdalsvatn	Verdal Steinkjer	21,5
Feren	Meråker	23,0
Selbusjøen	Selbu Klæbu	59,0
Essandsjøen	Tydal	27,0
Jonsvatn	Trondheim	11,7

Fra NVE forelå en nøyaktig angivelse av det totale arealet for de feltene som er vist på figur 2. Som grunnlag for beregningen av de øvrige arealer angitt i tabell 3 for NVEs felt er benyttet data for hver kommune (tabell 1) og kartet PRODUKSJONSGRUNNLAGET FOR JORDBRUKET (Jorddirektoratet, 1967).

På grunnlag av tallene i tabell 3 er det så beregnet de arealer som tilhører elvenes lokale nedbørfelter. Disse er vist i tabell 4. Det må presiseres at tallene er fremkommet dels ved planimetrering og dels ved en skjønnsmessig vurdering, og må kontrolleres i sammenhenger hvor eventuelle avvikelser kan gjøre betydelige utslag.

I tabell 5 er vist den fordelingsnøkkel det er gått ut fra for å anslå feltenes arealer. Tabellen viser den prosentvise fordeling mellom kommune og felt. Denne fordelingsnøkkel er også benyttet for silomengder, tørr halm til luting og gjødsel.

Summeres tallene i tabell 5, ser en at det nett av vannkjemiske målestasjoner som er opprettet nær elvenes utløp (fig. 3) dekker følgende andel av det totale nedbørfelt:

Tot. areal	Dyrket mark	Skog/myr	Uprod. mark
75 %	46 %	64 %	91 %

Med andre ord vil omkring halvparten av de tilførselene som skyldes avrenning fra skog- og jordområder, bli registrert ved analyse av vannprøvene.

3.3 Befolkningsfordeling

Befolkningen i de enkelte felt er beregnet på grunnlag av data fra folketellingen 1970. I heftene "Kommunevise oversikter" er folketallet angitt for hver tellekrets og befolkningen er også fordelt på tett- og spredtbygd strøk. Folketallet i hvert enkelt nedbørfelt er fremkommet ved å "fordele" tellekretsene. Fordelingen er gjort manuelt, men beregningen av folkemengden er gjort ved hjelp av datamaskin idet opplysningene fra Statistisk Sentralbyrå foreligger på magnetbånd. Resultatet av beregningene fremgår av tab. 6.

Tabell 3. Arealfordeling innen NVE's nedbørfelter. Alt i km².

Felt	NVE Tot. areal	Tot. areal ekskl. saltvn.	Dyrket mark	Skog/ myr	Fersk- vann	Uprod. mark
01	3055	3055	64,6	1040,3	69,6	1880,5
02	2321	2321	59,2	485,6	68,6	1707,6
03	268	268	2,2	84,6	14,7	166,5
05	478	478	6,9	198,9	19,5	252,7
06	873	873	15,0	240,0	35,0	583,0
07	489	489	0,9	114,5	36,7	336,9
08	149	149	5,6	106,2	6,8	30,4
09	533	533	1,0	110,0	14,0	408,0
010	3079	3079	47,1	1135,8	160,7	1735,4
x)011	151	151	-	-	-	-
012	204					
013	235					
014	107					
015	= Σ 05+N4+N9+R6					
M1	408	360	37,4	173,9	15,6	133,1
M2	587	499	16,9	199,1	30,0	253,0
M4	841	626	25,7	455,4	37,5	107,4
M5	438	384	48,0	287,0	16,2	33,0
M6	654	520	115,2	382,4	37,1	14,7
N1	737	674	108,7	434,4	27,3	103,6
N2	633	633	56,6	376,0	24,3	176,1
N3	76	41	-	33,8	2,3	5,0
N4	127	127	13,7	101,2	5,0	7,1
N5	246	172	10,2	139,2	7,4	15,2
N6	1949	1627	135,4	940,7	49,8	501,1
N7	240	136	21,9	62,6	3,1	47,4
N8	985	879	133,9	469,4	37,0	238,7
N9	1418	1418	47,5	1002,4	179,9	188,2
N10	646	440	43,3	255,1	31,2	261,4
SUM	21532	19932	1016,9	8828,6	929,3	9158,2
R1		633	56,6	376,0	24,3	176,1
R2		520	43,0	304,0	21,0	152,0
R3		40	13,0	19,0	1,0	7,0
R4		880	40,0	282,0	27,0	531,0
R5		560	40,0	141,0	21,0	358,0
R6		150	19,0	115,0	6,0	10,0

x) Ubetydelig areal. Dyrket mark, etc. fordelt innen N-10

Tabell 4. Arealfordelingen innen lokale nedbørfelt.

Alt i km².

Målestasjon		Felt	Tot. areal	Dyrket areal	Skog/myr	Fersk-vann	Uprod. mark
Elv	Sted						
Orkla	Baarshaug bru	02	2321	59,2	485,6	68,6	1707,6
		R1	633	56,6	376,0	24,3	176,1
		Σ	2954	115,8	861,6	92,9	1883,7
Gaula	Gimse bru	01	3055	64,6	1040,3	69,6	1880,5
		R2	520	43,0	304,0	21,0	152,0
		Σ	3575	107,6	1344,3	90,6	2032,5
Nidelva	Nedre Leirfoss	010	3079	47,1	1135,8	160,8	1735,4
		R3	40	13,0	19,0	1,0	7,0
		Σ	3119	60,1	1154,8	161,8	1742,4
Stjørdals-elva	Mælen bru	09	533	1,0	110,0	14,0	408,0
		07	489	0,9	114,5	36,7	336,9
		R4	880	40,0	282,0	27,0	531,0
		Σ	1902	41,9	506,5	77,7	1275,9
Verdals-elva	Tinna (1 km ovenf. utløp)	06	873	15,0	240,0	35,0	583,0
		R5	560	40,0	141,0	21,0	358,0
		Σ	1433	55,0	381,0	56,0	941,0
Steinkjer-elva	Bru v/Guldbergaunet	04	1418	47,5	1002,4	179,9	188,2
		05	478	6,9	198,9	19,5	252,7
		N4	127	13,7	101,2	5,0	7,1
		R6	150	19,0	115,0	6,0	10,0
		Σ	2173	87,1	1417,5	210,4	458,0
Til sammen			15156	467,5	5665,7	689,4	8333,5
Samlet %-andel av tot. nedbørfelt			75	46	64	74	91

Tabell 5. Forhold kommune/felt. Prosentvis.

x) Dyrket mark, mengde til ensilering, tørr halm til luting (utenom fellesanlegg), gjødselmengde.
 y) Skog-/myr arealer.

Kommune	Nedbør- felt		01	02	03	04	05	06	07	08	09	010	M1	M2	M3	M4	M5	M6	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	Sum
	x	y																									
Oppdal	x			5																							5 x)
	y			10																							10 y)
Rennebu	x		5	95																							100
	y		10	90																							100
Melidal	x			50																50							100
	y			40																55							95
Orkdal	x													10						90							100
	y												5	30						60							95
Skaun	x												100							-							100
	y											95								5							100
Melhus	x												5							90							100
	y											5	5						85	5							100
M. Gauldal	x		100																								100
	y		100																								100
Holtålen	x		100																								100
	y		100																								100
Røros	x																										-
	y																										-
Tydal	x											100															100
	y											100															100
Selbu	x											100															100
	y											90												10			100
Klæbu	x											100															100
	y											90												10			100

Tabell 5. Forts.

Kommune	Nedbør- felt		01	02	03	04	05	06	07	08	09	010	M1	M2	M3	M4	M5	M6	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	Sum	
	x	y																										
Snåsa	x					100	-																				100	
	y					85	5																					90
Inderøy	x																	100										100
	y																	100										100
Verran	x				25												75				-							100
	y				20											60	10				10							100
Mosvik	x															100												100
	y															100												100
Leksvik	x														25	75												100
	y														40	60												100
Tynset	x																											70
	y																											70
Tolga-Os	x																											-
	y																											-
Sverige	x																											-
	y																											-

For silofoor, tørrhalm til luting, og gjødselmengder.

- R1 = N2
- R2 = 0,4 N1
- R3 = 0,6 N7
- R4 = 0,3 N6
- R5 = 0,3 N8
- R6 = 0,4 M5

Tabell 6. Befolkning i NVE's nedbørfelt basert på folketellingen 1970.

Felt	Totalt	Folkemengde	
		Tett bebyggelse	Spredt bebyggelse
01	8503	1059	7444
02	5678	436	5242
03	1194	-	1194
05	509	-	509
06	1349	-	1349
07	531	-	531
08	1071	-	1071
09	1637	409	1228
010	7327	1025	6302
011	-	-	-
015 =	$\Sigma 05 + N4 + N9 + R6$		
M1	9346	1461	7885
M2	2980	116	2864
M4	3295	464	2831
M5	14280	10053	4227
M6	10390	1270	9120
N1	13079	1332	11747
N2	6960	1942	5018
N3	782	-	782
N4	2709	1613	1096
N5	3039	247	2792
N6	34002	17752	16250
N7	112979	109403	3576
N8	17301	10131	7170
N9	4208	829	3379
N10	1134	-	1134
SUM	264283	159542	104741
R1	12638	2378	10260
R2	19067	1370	17697
R3	17775	10331	7444
R4	6105	763	5342
R5	13922	6248	7674
R6	10365	4391	5974

Anmerkning: 012, 013, 014 ikke aktuelle ved beregning av folkemengden.

I Trondheimsfjordens totale nedbørfelt bodde det pr. 1970 ca. 264 000 mennesker, hvorav ca. 159 000 i tettbygde strøk og ca. 105 000 i spredt bebyggelse.

Folketallet i Sør-Trøndelag utgjorde ca. 70 % av det totale folketallet i nedbørfeltet, Trondheim kommune ca. 47 %.

En registrering foretatt av utbyggingsavdelingene i de to Trøndelag-fylkene i slutten av 1960-årene viste at ca. 187 000 mennesker var tilknyttet offentlig avløpsnett.

Folketallet i de lokale nedbørfelte fremgår av tabell 7.

Det kan beregnes fra tabellene 6 og 7 at ca. 43 % av den totale folkemengden i fjordens nedbørfelt befinner seg i den del av nedbørfeltet som dekkes av de kjemiske målestasjonene, hvorav bare 19 % av den totale befolkningen i tett bebyggelse og hele 87 % av den totale befolkningen i spredt bebyggelse.

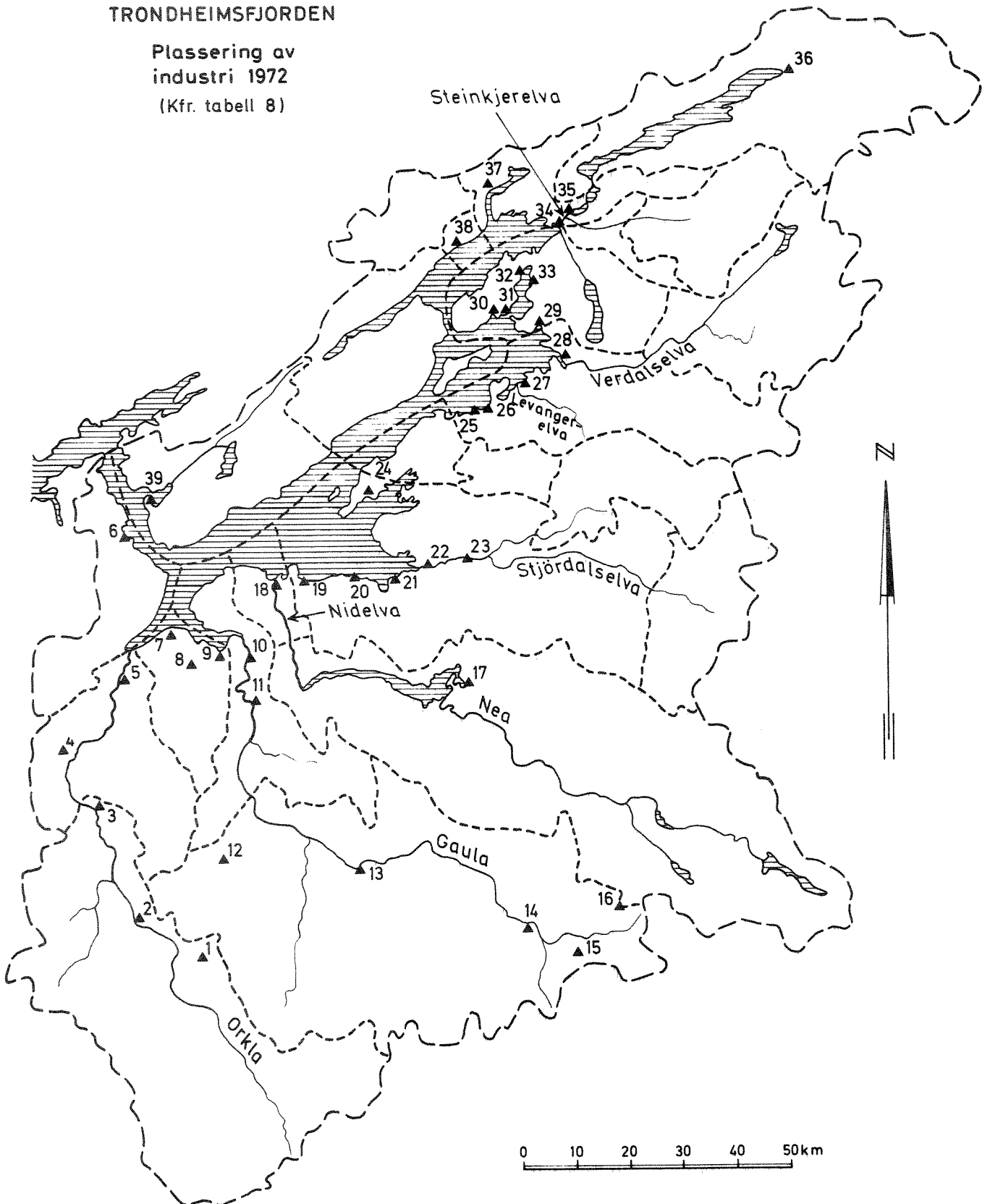
Tabell 7. Befolkning i lokale nedbørfelt basert på folketellingen 1970.

Målestasjon		Folkemengder		
Elv	Sted	Totalt	Tett	Spredt
Orkla	Baarshaug bru (02+R1)	18316	2814	15502
Gaula	Gimse bru (01+R2)	27570	2429	25141
Nidelva	Nedre Leirfoss (010+R3)	25102	11356	13746
Stjørdals- elv	Mælen bru (09+07+R4)	8273	1172	7101
Verdals- elv	Tinna (06+R5)	15271	6248	9023
Steinkjer- elv	Bru v/ Guldberg- aunet (15)	17791	6833	10958
Totalt		112323	30852	81471

Fig.4

TRONDHEIMSFJORDEN

Plassering av
industri 1972
(Kfr. tabell 8)



3.4 Industri

Kartleggingen av industri med utslipp av forurensninger er foregått dels ved spørreskjema eller direkte kontakt til de enkelte bedrifter, og dels ved innhentede opplysninger fra annet hold. Fylkenes utbyggingsavdelinger har stått for utsendelse av skjemaene. Av de ca. 240 bedrifter som er registrert, ligger ca. 80 i Trondheim, ca. 50 i Nord-Trøndelag og ca. 110 ellers i Sør-Trøndelag.

Utslippene fra industrien er i sin sammensetning og virkning langt mer komplisert og uoversiktlig enn f.eks. utslipp av husholdningskloakkvann. I denne oversikt er det utslippene fra i alt 79 bedrifter som er blitt vurdert (se tabell 8 og figur 4). Av disse ligger 34 i Nord-Trøndelag, 23 i Trondheim og 22 ellers i Sør-Trøndelag. Blant disse 79 bedrifter, finnes følgende kategorier (antallet i parentes):

Meierier	(21)
Slakterier	(19)
Øl- og mineralvannfabr.	(2)
Kjøtt- og fiskehermetikkfabr.	(4)
Fruktkonserveringsfabr.	(1)
Brennerier og potetmelfabr.	(2)
Gjær- og spritfabr.	(1)
Annen næringsmiddelindustri	(4)
Kjemisk overflatebeh.industri	(15)
Gruver	(5)

Den primære årsaken til at ikke alle bedrifter ble vurdert, er vanskeligheten med å antyde noe om utslippene uten å ha detaljkunnskaper om produksjon etc.

Av de bedriftene som ikke er blitt vurdert, er flesteparten trevarefabrikker (ca. 50), verksteder, vaskerier, konfeksjonsfabrikker osv. Det bør være et mål å vurdere utslippene fra alle disse bedrifter, samtidig som det sannsynligvis finnes ytterligere bedrifter med vannforurensende utslipp. Det kan likevel regnes med at alle større industrielle forurensningskilder omfattes av rapporten.

I tabell 8 er ført opp de bedrifter som det er beregnet utslippsmengde fra. Det er angitt produksjonstall for de fleste bedrifter, og kildene for disse tall er forsøkt angitt de fleste steder. Produksjonstallene er i denne rapporten benyttet i beregningen av utslippsmengdene, men det understrekes at de data som er angitt i tabell 8 for de enkelte bedrifter, ikke er tilstrekkelige for en nøyaktig vurdering. Produksjonstallene for den kjemisk overflatebehandlende industri er ikke opplyst, da utslippsmengden er angitt direkte i søknadene om utslippstillatelse til Statens vann og avløpskontor (SVA), (nå Statens Forurensningstilsyn (SFT)). Produksjonstallene for bergverksdriften er hentet fra Statistisk Sentralbyrå, "Industristatistikk 1973" (19).

3.5 Jordbruksaktiviteter

Når en diskuterer tilførsel av forurensende stoffer fra jordbruket, er det først og fremst følgende kilder som er aktuelle:

- avrenning fra landarealer, gjødselkjellere etc.
- press-saft fra silo
- skyllevann fra halmluting
- pesticider (midler mot ugress, insekter etc.)

Utgangspunktet for tilførselsberegningen er bl.a. tall for ulike typer av areal (tab. 4) og opplysninger om halmluterier, surforsiloer og gjødselproduksjon (tab. 9-13).

Tabell 8. Industri. Utvalgte bedrifters produksjon og beliggenhet (Kartreferanser viser til fig. 4)

Kommune: Trondheim	Produksjon	Kilde	Felt	Kart ref.
Navn:				
Ernæringsmiddel, Tunge	Innveid: 36 350 000 l/år	Direkte	N7	18
Trondheim Slakteri	Slakt: 2 109 tonn/år	SVA	"	18
Tunge Slakteri	Slakt: 6 925 tonn/år	SVA	"	18
	Foredling: 2 000 tonn/år			
Trøndelag Eggsentrals fjærkre-slakteri	Slakt: 350 tonn/år	Direkte	"	18
E.C. Dahls Bryggeri	Øl: 170 570 hl		"	18
	Mineralvann: 153 250 hl			
Troms mineralvannfabrikk	Mineralvann: 2,5 mill. l	Direkte	"	18
Norsk Gjør- og Spritfabrikk	Gjør	SVA	"	18
Grillstad fabrikk	Råvarer (kjøtt) 800 tonn/år	Direkte	N6	19
Trondheim Preserving	Råvarer (kjøtt, fisk) 2 000 tonn/år	Direkte	N7	18
L.O. Heggstad	Råvarer (fisk) 1 000 tonn/år	Direkte	"	18
A/L Friogrill	Ferdig produkt (frossen fisk) 40 tonn/år	Direkte	"	18
A/S Ranheim Papirfabrikk	Cellulose (blekt sulfat) 38 000 tonn/år	SVA	N6	19
	Papir 49 000 tonn/år			
A/S Trondheim Nægle- og Spikerfab.	Kjemisk overflatebehandling	SVA	N7	18
A/S Trondheim Jernindustri	"	SVA	"	18
Lade Metall	"	SVA	"	18
A/S Norsk Ståltrådtrekkeri	"	SVA	"	18
Autronica A/S	"	SVA	N7	18
Cylinaerservice	"	SVA	"	18
Kunst og Metallindustri	"	SVA	"	18
Siemens A/S	Elektrovermefabr.	SVA	"	18
Siemens A/S	Stærkstrømfabr.	SVA	"	18
A/S Velco Galvaniske Anlegg	Kjemisk overflatebehandling	SVA	"	18
Metallfabrikk, avd. Lade	"	SVA	"	18
A/S Killingdal Grubeselskab	Kobbermalm 2300 tonn/år	Statistisk	"	18
(Oppredningsverk)	Zink- og blymalm 2500 tonn/år	Sentralbyrå	"	18

Tabell 8 (forts.)

Kommune: Malvik	Produksjon	Kilde	Felt	Kart ref.
Namn:				
Industrielskapet Mjølna, Kommelvik Nobø fabrikk, avd. Malvik	Kjemisk overflatebehandling "	SVA SVA	M6 "	21 20
Kommune: Afdænes Navn:				
Lensvik Pelsdyrfôr	4 600 tonn/år	Skjema	M2	6
Kommune: Skaun Navn:				
Larsen Meieri Fiskelim & fôrstoff, Viggsja	Innveid: 3,5 mill. kg/år Benfett: 1 500 tonn/år Benmel: 400 tonn/år Matmel: 37 000 tonn/år	Skjema Skjema Skjema	M1 M1 M1	8 7 9
Piene & Søn, Buvik		Skjema	M1	
Kommune: Melhus Navn:				
Elgmo Slakteri Melhus Handelsanlag	Slakt ca. 515 tonn/år Slakt: 115 tonn/år Pølsnakeri: 75 tonn/år	Fylkes- veterin. Skjema	N1 N1	11 10
Kommune: Rennebu Navn:				
Rennebu Meieri	Innveid: 5,786 mill. kg/år Ost: 800 tonn/år Medlagt kobbergruve	Skjema	O2	2
Undahls Verk			O2	1
Kommune: Rissa Navn:				
Rissa Meieri	Innveid: 10 mill. l/år	Skjema	M3	39

Tabell 8 (forts.)

Kommune: Meluaal	Produksjon	Kilde	Felt	Kart ref.
Namn:				
Meluaal Meieri	Innveid: 7,5 mill. kg/år Smør: 250 tonn/år Konsum: 1,0 mill kg/år	Skjema	02	3
Orkla Grube Aktiebolag, Løkken	Jernmalm: 1500 tonn/år Svovelkis: 243600 "	Statistisk Sentralbyrå	N2	4
Kommune: Orkdal				
Namn:				
Orkdal Meieri	Innveid: 10,26 mill. kg/år Smør	Skjema	N2	5
Bøndernes Selgslags Slakteri	Slakt: 150 tonn/år	Direkte	N2	5
Kommune: M. Gauldal				
Namn:				
Singås Meieri	Innveid: 12 mill. l/år, smør	Skjema	01	13
Soknedal Meieri	Innveid: 15 mill. l/år, smør	Skjema	"	12
Kommune: Holtålen				
Namn:				
Ålen Meieri	Innveid: 3 677 970 kg/år Smør: 252 050 kg/år	Skjema	01	14
Killingdal Gruveselskap	Kobbermalm: 2 300 tonn/år	Statistisk Sentralbyrå	01	15
Kjølli Grube	Sink- og blymalm: 2 500 tonn/år	Statistisk Sentralbyrå	01	16
Kommune: Selbu				
Namn:				
Trysdermeieriet, Garbers	Innveid: 7 260 000 l/år Normannaost: 450 tonn/år	Skjema	010	17
R. Sandviks Slakteri	Slakt: ca. 100 tonn/år	Direkte	010	17

Tabell 8 (forts.)

Kommune: Levanger	Produksjon	Kilde	Felt	Kart ref.
Navn:				
Levanger Meieri	Innveid: 13 850 000 l/år	Tr.lag Melke-sentral 1971 Skjema	N8	27
A/S Nestlé	Norvegiaost: 700 tonn/år Brun ost: 400 tonn/år	Skjema	N8	27
Skogn Meieri	Tilsvarende: 28 mill. l/år melk Innveid: 5 873 000 l/år	Tr.lag Melkes. 1971	N8	26
Bøndernes Salgslags Slakteri	Smør: 130 tonn/år	Skjema	N8	
Fellesproduksjon A/L	Ost: 250 tonn/år	Skjema	N8	27
Levanger Slakteri	Slakt: 34 tonn/år	Skjema	N8	27
Nordenfjelske Treforedling, Skogn	Foredling: 750 tonn/år Slakt: 945 tonn/år	Skjema	N8	27
	Papir: 220 000 tonn/år Tremasse: 187 000 tonn/år	SKA	N8	25
Kommune: Verdal				
Navn:				
Verdal Meieri	Innveid: 16 972 000 l/år	Tr.lag Melkes. 1971	N8	28
R. Thorsen Slakteri	Ost: 1 100 tonn/år Smør: 400 tonn/år	Skjema	N8	28
Fellesproduksjon A/L	Slakt: 250 tonn/år	Skjema	N8	28
	Slakt: 1 400 tonn/år Skjering etc.:	Skjema	N8	28

Tabell 8 (forts.)

Kommune: Verran /	Produksjon	Kilde	Felt	Kart ref.
Navn:				
Foscalen Bergverks Aktiebolag Folla fabrikk	Jernmalm: 507 800 tonn/år Kobbermalm: 500 tonn/år Svovelkis: 22 600 tonn/år Tremasse: 150-180 tonn/døgn	Statistisk Sentralbyrå Skjema	M5 N3	37 38
Kommune: Stjørdal				
Navn:				
Trøndemeieriet, Hegra	Innveid: 8 970 000 l/år Gauda: 380 tonn Fløtemysost: 90 tonn	Direkte	N6	23
Trøndemeieriet, Stjørdal	Innveid: 12 150 000 l/år Tørrmelk: 1 500 tonn/år Smør: 1 000 tonn/år Slakt: 350 tonn/år Slakt: 20 tonn/år Foredling: 137 tonn/år Potetmel: 829 tonn/år Kjemisk overflatebehandling " "	Direkte Skjema Skjema Skjema Skjema Skjema SVA Skjema SVA SVA	N6 N6 N6 N6 N6 N6 N6 N6 N6	22 22 22 22 22 22 22 22
A. Dullum Slakteri J. Grønlien Slakteri Bøncernes Selagslags Slakteri Stjørdal potetmelfabrikk Gråbek Mølle Stav produkter Høy fabrikk				
Kommune: Frosta				
Navn:				
Frosta Meieri	Innveid: 2 485 000 l/år Smør: 90 tonn/år Konsum: 900 000 l/år	Tr.lag Melkes. 1971 Skjema Skjema	N6	24

Tabell 8 (forts.)

Kommune: Meråker	Produksjon	Kilde	Felt	Kart ref.
Navn:				
Meråker kjøttforretning	80 tonn/år	Skjema	N6	
Kommune: Steinkjer				
Navn:				
Steinkjer Meieri	Innveid: ca. 25 218 750 l/år Ost, smør	Tr.lag Melkes. 1971 "	M6	34
Steinkjer Meieri, avd. Sparbu	Innveid: ca. 8 406 250 l/år Normannaost	"	M6	33
H. Thoresen A/S	Foredling: 136 tonn/år	Skjema	M6	34
Efndernes Salgslags Slakteri	Slakt: 4 300 tonn/år	SVA	M6	34
A/S Helge - Rein - By - Bruk	Foredling: 430 tonn/år Sliping av trevirke, sortering etc.	Skjema	M5	35
Kommune: Snåsa				
Navn:				
Snåsa Meieri	Innveid: 4 988 000 l/år	Tr.lag Melkes. 1971	04	36
	Ost: 350 tonn/år Smør	Skjema		
Kommune: Inderøy				
Navn:				
Inderøy Meieri	Innveid: 8 363 000 l/år	Tr.lag Melkes. 1971	M6	31
Inderøy Slakteri	Gaude: 370 tonn/år	Skjema		
A/L Trønderfrukt, Røra	Smør: 190 tonn/år Slakt: 200 tonn/år Surkål: 400 tonn/år Safter: 50 tonn/år Syltetøy: 550 tonn/år Potetmel: 229 tonn/år Sprit: 412 500 l/år	Skjema Skjema Skjema Skjema SVA	M6 M6 M6	31 29
A/L Sundnes Brenneri	Ca. 800 tonn/år	Skjema	M6	30
Inderøy Pelsfôr		Skjema	M6	32

3.5.1 Gjødselmengder

For å beregne avrenningen fra landarealer, gjødselkjellere etc., er det nødvendig å ha kjennskap til forbruk av kunstgjødsel og produksjon av naturgjødsel.

Basert på opplysninger fra Norsk Hydro A/S og Sør-Trøndelag Landbruks-selskap, kan kunstgjødselforbruket anslåes til følgende i Trøndelagfylkene 1971/72:

8.5 kg N/da.år

2.2 kg P/da.år

Mengden av naturgjødsel er beregnet på grunnlag av opplysninger om antall dyr, og spesifikk gjødselproduksjon. Jordbrukstillingen fra 1969 angir antall dyr for hver kommune. Fra fylkeslandbrukskontoret i Trøndelag foreligger opplysninger om antall dyr i 1971, og ved å anta samme endring i antall dyr i de enkelte kommuner som i fylket totalt, får en antall dyr i kommunene i 1971.

Som omregningstall fra antall dyr til gjødselmengder har en benyttet følgende:

1 storfe produserer 14 tonn gjødsel pr. år

1 storfe = 1 hest

= 10 sauer eldre enn 1 år

= 20 sauer yngre enn 1 år

= 5 slaktegris = 4 avlssvin

= 100 høns

Fordelingen på de enkelte nedbørfelt er gjort etter tabell 4.

Ved å anta at gjødselmengden fordeler seg som arealer av dyrket mark, har en beregnet gjødselmengden i de lokale nedbørfelter.

I (17) har en beregnet gjødselmengdene på et annet grunnlag. Kunstgjødselmengden i den enkelte region er beregnet på grunnlag av den totale kunstgjødselmengden i landet og det totale jordbruksareal i regionen og på landsbasis. Det er videre benyttet en intensitetsfaktor som er beregnet på grunnlag av en oversikt over utgiftene til kunstgjødsel i landets fylker.

Husdyrgjødselmengden er beregnet på grunnlag av stoffbalanseprinsippet:

$$\text{Nitrogen i fôr (N}_{\text{fôr}}) = \text{N}_{\text{produkt}} + \text{N}_{\text{fôrsvinn}} + \text{N}_{\text{grastap}} \\ \text{N}_{\text{gjødsel}} + \text{urin}$$

(Konf. for øvrig kap. 4.4.1)

3.5.2 Silo

Utgangspunktet for beregningene av ensileringsvirksomheten er Jordbruks-tellingen 1969. Her oppgis silomengden som m³ ferdig masse for de enkelte kommuner. I (17) er det beregnet en faktor som uttrykker økningen i ensileringsvirksomheten fra 1961 til 1973 for hvert fylke. For Sør-Trøndelag er faktoren 1.90 og for Nord-Trøndelag 1.70. Ved å anta at økningen er lik for hver kommune i fylket, fremkommer mengden av ferdig masse i 1973.

Fordelingen på de enkelte felt er gjort på grunnlag av tabell 4. En har ikke sett det formålstjenlig å registrere hvert enkelt siloanlegg, men antar at plasseringen i store trekk følger jordbruksdistriktene.

Som utgangspunkt for beregning av silomengden, kan en også benytte forbruket av maursyre, idet en regner med en maursyremengde på 3.6 kg pr. tonn nedlagt mengde.

3.5.3 Halmluting

Halmlutingen foregår ofte ved store fellesanlegg, og om disse er det innhentet opplysninger ved Halmlutingslagenes Landsforening og Norsk Førkonservering. Foruten disse fellesanlegg finnes en god del gårdsanlegg.

Tabell 9. Jordbruksvirksomhet i de enkelte kommuner.

x) - total kommune, y) - andel innenfor nedbørfelt.

Kommune		m ³ ferdig masse silofor	Tonn pr. år Mengde tørrhalm	Tonn pr. år Gjødsel- produksjon
Oppdal	x	18687	-	93831
	y	943		4692
Rennebu	x	14622	-	46236
	y	14622	-	46236
Meldal	x	22222	-	44768
	y	22222	-	44768
Orkdal	x	24273	-	71509
	y	24273	80,0	71509
Skaun	x	15897	-	49104
	y	15897	-	49104
Melhus	x	18856	-	80221
	y	18856	162,5	80221
M. Gauldal	x	27081	-	77669
	y	27081	-	77669
Holtålen	x	7777	-	33326
	y	7777	-	33326
Røros	x	16711	-	-
	y	-	-	-
Tydal	x	3040	-	9247
	y	3040	-	9247
Selbu	x	12608	-	48871
	y	12608	187,5	48871
Klæbu	x	3958	-	12691
	y	3958	-	12691
Trondheim	x	18118	-	69945
	y	18118	-	69945
Malvik	x	2804	-	17520
	y	2804	37,5	17520
Agdenes	x	6029	-	27152
	y	4522	-	16299
Snillfjord	x	5472	-	21732
	y	-	-	-
Rissa	x	18715	-	95807
	y	14972	440,0	76646
Åfjord	x	12850	-	50462
	y	-	-	-
Total Sør-Trøndelag		191693	907,5	658744

Tabell 9 (forts.)

Kommune		m ³ ferdig masse silofor	Tonn pr. år Mengde tørrhalm	Tonn pr. år Gjødsel- produksjon
Meråker	x	2474	-	10674
	y	2474	-	10674
Stjørdal	x	32951	-	96013
	y	32951	500,0	96013
Frosta	x	3216	-	29745
	y	3216	500,0	29745
Levanger	x	47382	-	144526
	y	47382	387,5	144526
Verdal	x	30311	-	105123
	y	30311	200,0	105123
Steinkjer	x	69013	-	152182
	y	69013	792,5	152182
Snåsa	x	13126	-	33573
	y	13126	162,5	33573
Inderøy	x	26981	-	73882
	y	26981	1000,0	73882
Verran	x	2756	-	13144
	y	2756	-	13144
Mosvik	x	3147	-	10798
	y	3147	40,0	10798
Leksvik	x	3310	-	30637
	y	3310	62,0	30637
Tot. N.-Trøndelag		234667	3644,5	700297
Tynset		-	-	-
Tolga-Os		-	-	-
Sverige		-	-	-

Tabell 10. Jordbruksvirksomhet i NVE's nedbørfelt.

Felt	m ³ ferdig masse silofor	Tonn pr. år Mengde tørrhalm	Tonn pr. år Gjødsel- produksjon
01	35589	-	113306
02	44835	-	71000
03	689	-	3286
05	3451	-	7609
06	6062	40	21025
07	247	-	1067
08	2369	-	7226
09	247	-	1067
010	19606	187,5	70809
011	-	-	-
015	= 05+N4+N9+R6		
M1	16840	-	53115
M2	4765	-	27515
M4	7999	85	41002
M5	22771	987,5	55513
M6	60648	1040	155780
N1	27841	162,5	114166
N2	33900	72	90653
N3	-	-	-
N4	6901	-	15218
N5	3012	262,5	13175
N6	44488	937,5	160089
N7	5435	-	20984
N8	56093	120	178695
N9	23478	162,5	56400
N10	15800	440,0	84305
SUM	443066	4497	1363005
R1	33900	72,0	90653
R2	11136	162,5	45666
R3	3261	-	12381
R4	13346	281,0	48027
R5	16828	40,0	53609
R6	9108	90,0	22205

NB 012, 013, 014 er ikke aktuelle i denne forbindelse.

Tabell 11. Forbruk av lut ved felles halmlutingsanlegg (tonn NaOH).

Navn	1968/69	1969/70	1970/71	1971/72
Snåsa Halmlutingsanlegg	70	30	42	9
Steinkjer Halmlutingsanlegg	201	124	136	61
Verdal Meieri Halmlutingsanlegg	123	69	86	-
A/L Lutahalm, Sakshaug	121	40	48	48
A/L Halmluting	111	69	76	18
A/L Felleslut, Ekne	97	58	82	13
Stjørdal Halmlutingsanlegg A/L	132	50	84	-
Orkla Halmluting A/L	128	47	70	-
Gauldal Halmluting A/L	110	64	74	13
Selbu Luteanlegg A/L	42	39	30	5
Sum:	1135	590	728	167

Tabell 12. Mengde tørrhalm (tonn) ved fellesanleggene.
(Kartreferanser viser til fig. 5)

Navn	Kommune	Felt	Kart ref.	Mengde tonn	
				1970/71	1971/72
Snåsa Halmlutingsanlegg	Snåsa	04	10	525	112,5
Steinkjer Halmlutingsanlegg	Steinkj.	N5 *	9	1700	762,5
Verdal Meieris Halmlutingsanlegg	Verdal	N8 *	7	1075	-
A/L Lutahalm, Sakshaug	Inderøy	M6	8	600	600
A/L Halmluting	Levang.	N8	6	950	225
A/L Felleslut, Ekne	"-	N5	5	1025	162,5
Stjørdal Halmlutingsanlegg A/L	Stjørd.	N6 *	4	1050	-
Orkla Halmluting A/L	Orkdal	N2 *	1	875	-
Gauldal Halmluting A/L	Melhus	N1	2	925	162,5
Selbu Luteanlegg A/L	Selbu	010	3	375	62,5
Sum:				9100	2087,5
				nedgang	77%

* - ligger utenfor målestasjonens nedslagsfelt.

Tabell 13. Jordbruksvirksomhet i lokale felt.

Målestasjon		Felt	m ³ ferdig masse silofor	Menge tørrhalm	Gjødsel- produksjon
Elv	Sted				
Orkla	Baarshaug bru	02	44835	-	71000
		R1	33900	72	90653
		Σ	78735	72	161653
Gaula	Gimse bru	01	35589	-	131306
		R2	11136	162,5	45666
		Σ	46725	162,5	158972
Nidelva	Nedre Leir- foss	010	19606	187,5	70809
		R3	3261	-	12381
		Σ	22867	187,5	83290
Stjør- dalselva	Mælen bru	09	247	-	1067
		07	247	-	1067
		R4	13346	281	48027
Verdals- elva	Tinna	Σ	13840	281	50161
		06	6062	40	21025
		R5	16828	40	53609
Steinkjer- elva	Bru v/ Guld- bergaunet	Σ	22890	80	74634
		04	23478	162,5	56400
		05	3451	-	7609
		N4	6901	-	15218
		R6	9108	90	22205
Σ	42938	252,5	101432		
Totalt			227995	1035,5	309517
Samlet %-andel av tot. jordbruksvirksomhet			51	23	23

Omfanget av halmluting har gått radikalt ned i Trøndelags-fylkene de siste årene. Dette har i første rekke fått virkning for gårdsanleggene, men nedgangen i virksomheten for fellesanleggene har også vært markert.

Ved å vurdere forbruket av lut kan man anslå de mengder av tørr halm som er nedlagt. For fellesanleggene foreligger det eksakte tall for forbruket av lut ved de enkelte anlegg. Disse er satt opp i tabell 11, og de tilsvarende tall for mengde tørr halm er oppgitt i tabell 12. Som man ser, var det på det daværende tidspunkt i alt 10 fellesanlegg for halmluting i Trøndelags-fylkene. Beliggenheten av disse er vist på fig. 5.

På grunn av de store variasjonene i halmlutingsvirksomheten de siste årene har det vært vanskelig å vurdere de mengder som blir nedlagt på gårdsanleggene. Halmlutingslagenes Landsforening opplyser at på grunn av den store prisoppgangen på kaustisk soda (flakes) og arbeidskraftssituasjonen, har lutingen på gårdsanlegg nok gått enda sterkere ned enn ved fellesanleggene. Tidligere regnet man med at lutingen hadde omtrent samme omfang som ved fellesanleggene. Andelen til gårdsanleggene ble i Trøndelag regnet for å være noe større enn halvparten. Basert på opplysninger fra de fleste kommuner ser det ut til at virksomheten ved gårdsanleggene for tiden er forholdsvis beskjedne. De mengder som er angitt i tabell 9, baserer seg derfor på mengdene nedlagt ved fellesanleggene med tillegg av de mengder fra gårdsanlegg vi mener å ha noenlunde sikre tall om. Her regnes det med et forbruk av lut (NaOH) på 8 kg pr. 100 kg tørr halm. I kg tørr halm antas videre å gi 4 kg lutet halm.

(17) tar utgangspunkt i Jordbrukstellingen 1969 som gir opplysninger om mengden lutet halm (ferdig masse). Ved hjelp av opplysninger om NaOH-forbruket og andelen av lutet halm i fôret til Fjøs kontrollens besetninger, er det så beregnet korreksjonsfaktorer for utviklingen frem til 1973.

4. FORURENSNINGSKILDER OG TILFØRSLER. TEORETISKE BEREGNINGER.

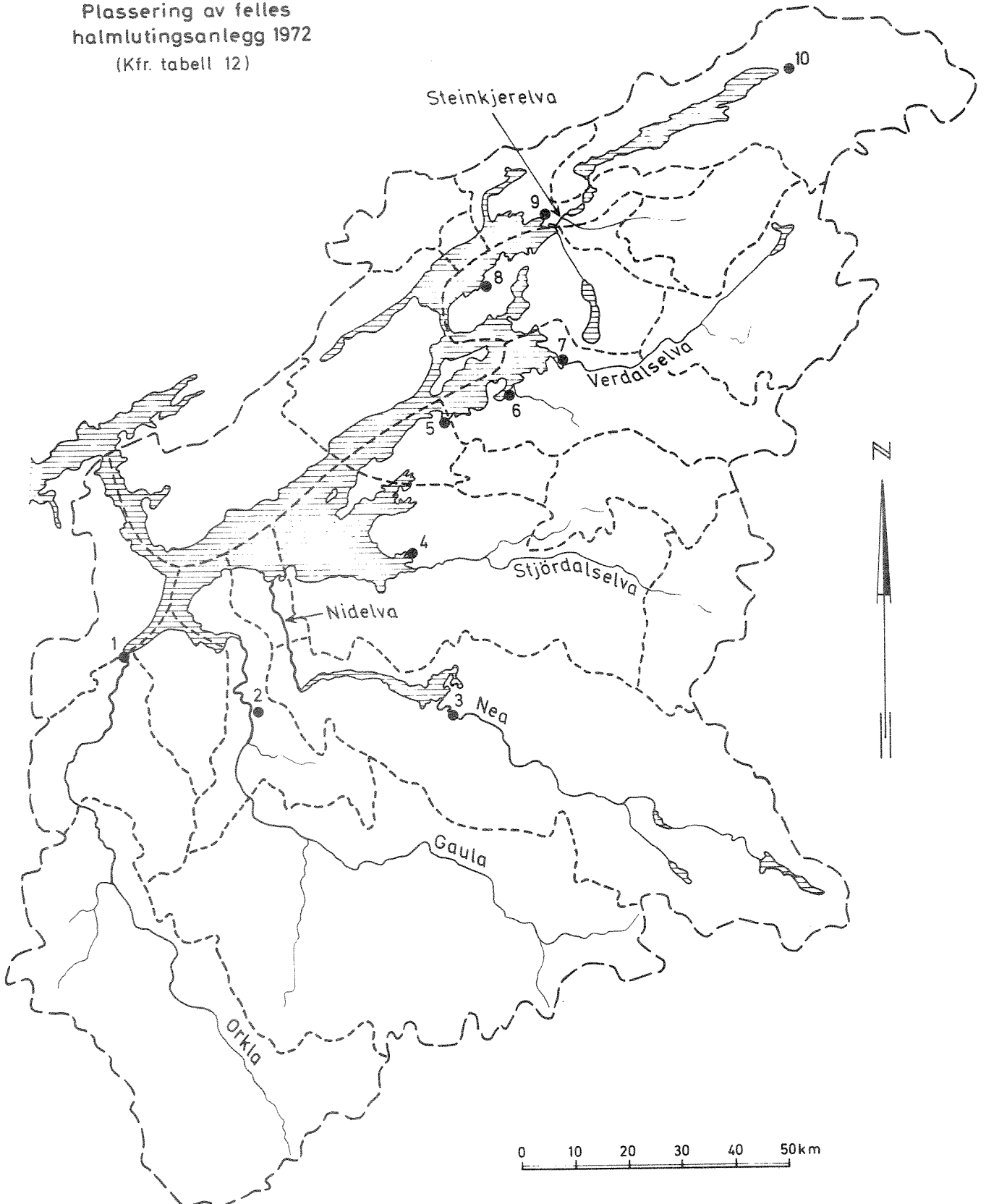
For å kunne vurdere data om forurensningsmengder som tilføres resipienten fra de forskjellige kildene, kreves det en redegjørelse for beregningsgrunnlaget.

Fig.5

TRONDHEIMSFJORDEN

Plassering av felles
halmlutingsanlegg 1972

(Kfr. tabell 12)



I tilknytning til beregningene er det derfor inkludert en drøftelse av de faktorer som har betydning for en slik vurdering. Dette gjelder både de valgte parametre og spesielle forhold ved de enkelte kategorier av forurensende virksomhet. Beregningene er ellers gjennomført på bakgrunn av informasjonene i kapittel 3.

4.1 Parametre

Denne utredningen er i det vesentlige konsentrert om vekststimulerende stoffer, dvs. nedbrytbart organisk materiale og plantenæringsstoffer. Data om utslipp av giftig materiale er tatt med i den utstrekning opplysninger har vært tilgjengelige. Dessuten er det gjort orienterende analyser av elvevannets metallinnhold. Nøyaktigere kvantifisering av belastning med metaller og eventuelle miljøgifter ville ha krevd et omfattende analyseprogram for avløpsvann og elveresipienter.

4.1.1 Organisk stoff

Et vanlig brukt mål på forurensningsbelastning med organisk stoff er biokjemisk oksygenforbruk (BOF). Andre mulige parametre er kjemisk oksygenforbruk (KOF) og organisk karbon. BOF angir forbruk av oksygen ved nedbryting av det organiske stoff i vannet under standard betingelser i laboratoriet. Biokjemisk oksygenforbruk angis enten som BOF_5 eller BOF_7 , avhengig av om analysen har foregått over 5 eller 7 døgn. Det må presiseres at BOF-tallet bare er et uttrykk for den oksygenmengde som medgår til å bryte ned organisk materiale under en begrenset tidsperiode, og gir således ikke uttrykk for det totale oksygenbehov. Fig. 6 viser hvordan BOF-tallene vil variere for samme mengde organisk stoff, avhengig av materialets karakter. Det sees at BOF_5 , f.eks., kan variere fra 15 % til 60 % av det totale oksygenforbruk. Diagrammet bygger delvis på engelske undersøkelser (14).

De typer avløpsvann som inneholder tungt nedbrytbart organisk materiale (flis, bark etc.), kan ikke måles i BOF, men kan likevel på sikt representere en betydelig belastning på vannforekomsten. Et avløpsvanns oksygenbehov kan maskeres hvis spillvannet samtidig er giftig. Når BOF på tross av ovennevnte innvendinger er valgt som enhet, skyldes dette at til-

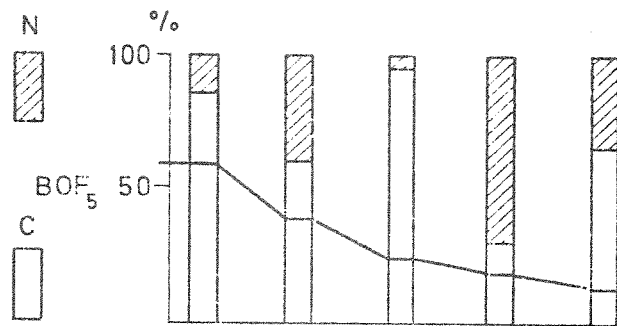


Fig. 6. Eksempel på varierende nedbrytning (BOF₅-verdier) i ulike typer avløpsvann (samme mengde organisk stoff, men forskjellig sammensetning).

gang på spesifikke erfaringstall fra ulike typer virksomhet muliggjør beregning av de forskjellige kilders forurensningsandel. For de andre aktuelle enhetene (KOF og organisk karbon) har man ikke i samme grad adgang til slike erfaringstall.

4.1.2 Nitrogenforbindelser

Totalt nitrogen angir den samlede mengde av nitrogen, bundet i organiske forbindelser eller løst i ioneform som ammonium, nitritt eller nitrat. Stor tilgang på nitrogen har gjødslingseffekt på vannmassene og kan bidra til en eutrofieringsutvikling.

4.1.3 Fosforforbindelser

På samme måte som nitrogen har fosfor gjødslingseffekt i en vannforekomst. Fosfor som kommer med ved vanlige vannkjemiske analyser finnes i det vesentlige i fri ioneform eller organisk bundet, og bestemmes som ortofosfat eller total fosfor,

4.1.4 Giftstoffer

Virkingen av tungmetaller kan være forskjellig på ulike organismetyper, og avhenger av konsentrasjonene i resipienten. Er konsentrasjonene over en viss grense, vil det inntre akutte giftvirkninger, f.eks. i form av fiskedød. Flere metaller (først og fremst kvikksølv, bly og kadmium), kan også akkumulere i organismene og oppkonsentreres gjennom næringskjeden, og således få skadelige virkninger selv ved meget lave konsentrasjoner i vannet.

Også enkelte syntetiske organiske forbindelser brytes langsomt ned i naturen og oppfører seg på omtrent samme måte som de ovennevnte metaller. Denne undersøkelsen har ikke omfattet tilførsler av slike stoffer.

Syrer og baser vil ved større utslipp kunne gi lokale skadevirkninger. Sjøvann har imidlertid stor evne til å nøytralisere slike utslipp, og eventuelle skader har vanligvis begrenset omfang. Utslipp av syrer og baser samtidig fra en bedrift kan medføre en viss nøytralisasjon. I rapporten er utslippene av syre og base for sammenlikningens skyld omregnet til henholdsvis konsentrert svovelsyre (H_2SO_4) og natriumhydroksyd (NaOH).

4.2 Befolkning

4.2.1 Organisk stoff og næringssalter

Kommunalt avløpsvann defineres som det avløpsvann som er tilkoblet det kommunale avløpsnett. Til dette kommunale avløpsnett tilføres avløpsvann primært fra husholdning, offentlig virksomhet, kontorer, forretninger, hoteller, sykehus etc. Men forskjellige typer industri kan også være tilknyttet, særlig mindre bedrifter.

Det kommunale avløpsnett kan være utført som kombinertsystem eller separatsystem. I kombinertsystemet føres spillvannet fra husholdning etc. og overvann (takvann, gatevanning etc.) i én og samme ledning. I separatsystemet ledes spillvannet og overflatevannet i hvert sitt ledningssystem.

For spredt bebyggelse er det realistisk å regne med mindre forurenset avløpsvann enn for tettbebyggelse. Dette kan ha flere årsaker, - de mest nærliggende synes å være relativt mindre vannforbruk og mindre forurenset overvann i ledningene. I tillegg infiltreres ofte avløpsvann fra spredt bebyggelse i grunnen.

Det er et omfattende analysearbeid som må legges ned for å tallfeste belastningen fra de enkelte avløpsnettsystemer, ikke minst for spredt bebyggelse med sterkt varierende spillvannsavrenning. For kommunene

som inngår i denne undersøkelse, foreligger ikke slike data, og i denne rapporten benyttes derfor følgende erfaringstall (1) som beregningsgrunnlag:

BOF ₇	= 75 g O/person.døgn
BOF ₅	= 60 g O/person.døgn
Nitrogen	= 12 g N/person.døgn
Fosfor	= 3 g P/person.døgn

Dette antas vanligvis å tilsvare 1 personekvivalent (p.e.).

På grunn av usikkerheten ved å vurdere spesifikt avløp fra ulike typer bebyggelse, har en her antatt at belastningen fra både tett- og spredt bebyggelse tilsvarer 1 p.e. Belastningen som fremkommer er oppstilt i tab. 14, og er angitt for de lokale nedbørfelter og for nærområdene.

Tabell 14. Belastning fra befolkning

Nedbørfelt	BOF ₇ (kg/d)	Nitrogen(kg/d)	Fosfor(kg/d)
Orkla	1373.7	219.8	54.9
Gaula	2067.8	330.8	82.7
Nidelva	1882.7	301.2	75.3
Stjørdalselva	620.5	99.3	24.8
Verdalselva	1145.3	183.3	45.8
Steinkjerelva	1334.3	213.5	53.4
Nærområder	11397.0	1823.5	455.9
Totalt	19821.3	3171.4	792.8

4.2.2 Metaller

Ifølge litteratur angående metaller i kommunalt avløpsvann, viser det seg at det er store variasjoner i målte konsentrasjoner ved de forskjellige analyseserier som er utført. (NIVA 0-40/71C(20)). Tabellene 15 og 16 illustrerer dette forhold.

Tabell 15. Konsentrasjoner ($\mu\text{g}/\text{l}$) av metaller i kommunalt avløpsvann i Oslo-området der industriinnblandingen må regnes å være ubetydelig og der industriinnblandingen er merkbar.
(Hentet fra (20)).

		Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Mn
Områder uten eller med ubetydelig industri	Kjeller 1973	3,2	11,0	40	225	2,4	50	29	172	725
	1974	0,95	2,8	11	128		33	13	660	
	Åmot, Rælingen				152			22	334	
	Losby, Lørenskog				350			24	168	
	Asker batteri	<10		<10	138		<50	12	168	
	Asker batteri	<10		<10	72		<50	9	155	
	Dønski, Bærum	0,8		<10	176	1,3	<50	18	98	
	MV 1	1,65	6,9	10	179	1,8	<50	19	250	
Områder med industri	Skarpsno 1971, Oslo	1,1		20	146	9,3	<25	38	165	38
	Skarpsno 1973, Oslo	(<20)		70	140		100		210	
	Bekkelaget, Oslo	(<20)		340	280		140		390	
	Festningen	(<20)		110	130		100		500	
MV 2	1,1 (<20)		135	170	9,3	100	38	310	38	

Tabell 16. Konsentrasjoner av metaller ($\mu\text{g}/\text{l}$) i kommunalt avløpsvann i Oslo-området sammenliknet med data fra andre land.
(Hentet fra (20)).

	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Mn
MV 1 (tab. 15)	1,65	6,9	10	179	1,8	<50	19	250	400
MV 2 (tab. 15)	1,1		135	170	9,3	100	38	310	38
Lake Ontario area (CAN.)	6	2	290	310	7,1	330	230	2400	60
New York area 1	<20	<50	<50	100	1,2	<100	<200	200	160
Coleshill (England)				320		210			
Lerum (Sverige)				20	0,5	25	10	40	
Göteborg (Sverige)				156		41	152	1331	

Beregningene av tungmetalltilførslene til Trondheimsfjorden er basert på middelverdiene for avløpssystemet med tilknytning av noe industri i tabell 15 (MV 2). Beregningen er foretatt for den delen av befolkningen som bor i tettbygde områder.

Det spesifikke vannforbruk er satt til 200 l pr. person og døgn. Den store usikkerheten i de nevnte middelverdier medfører at resultatene av beregningene i tabell 17 blir anslagsvise.

Fra en amerikansk undersøkelse (21) foreligger det erfaringstall for fysiologisk utskillelse av tungmetaller fra befolkning. Tabell 18 viser utslippsmengder basert på disse tall. Sammen gir de to tabeller et inntrykk av forholdet mellom de tilførsler som skyldes fysiologisk utskillelse og det som må tilskrives andre kilder. Man ser at stort sett vil de sistnevnte dominere. Særlig klart fremgår dette for metaller som krom, kopper, nikkel og sink. (Data om fysiologisk utskillelse av kvikksølv og bly er ikke tatt med i (21)).

4.3 Industri

Industrien er ofte tilknyttet det kommunale avløpsnett og vil følgelig bidra til den totale belastning fra et kommunalt utslipp. For en rekke typer bedrifter foreligger det erfaringstall med hensyn til forholdet mellom produksjonens størrelse og utslipp av organisk stoff (målt som BOF), fosfor- og nitrogenforbindelser. Slike tall representerer omtrentlige gjennomsnitt som har begrenset gyldighet for den enkelte bedrift, men er ellers mye avhengig av rensetekniske installasjoner og detaljer i prosessopplegget. For denne oversikt eksisterer imidlertid ikke noe annet grunnlag for å komme frem til størrelsesordenen av forurensningstilførselen fra bedriftene.

4.3.1 Meierier

Ved meieriene må en skille mellom to virksomheter, nemlig konsumproduksjon av melk og produksjon av smør, ost, tørrmelk og konsentrater. Produksjonsmeieriene forurenser mer enn konsummeieriene, hovedsakelig på grunn av høyere vannforbruk.

Mengde og konsentrasjoner av avløpsvann fra meierier varierer sterkt over døgnet (2), samtidig som det også varierer mye fra ett meieri til et annet. Tabell 19 gjengir BOF₅-tallene i g O/l for andel av avfallsstoffene i avløpsvannet (2).

Tabell 17. Beregnede metalltilførsler via kommunale ledningsnett, angitt i kg pr. døgn.
(Antatt noe tilknytning av industri, kfr., tabell 15, nederst.)

Nedbørfelt	Antall personer	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Mn
		Belastningsfaktor i mg pr. person pr. døgn								
		0.22	1.4	27.	34.	1.9	20	7.6	62	7.6
Orkla	2814	0.0006	0.004	0.08	0.10	0.005	0.06	0.02	0.17	0.02
Gaula	2429	0.0005	0.003	0.07	0.08	0.005	0.05	0.02	0.15	0.02
Nidelva	11356	0.0025	0.016	0.31	0.39	0.022	0.23	0.09	0.70	0.09
Stjørdalselva	1172	0.0003	0.002	0.03	0.04	0.002	0.02	0.01	0.07	0.01
Verdalselva	6248	0.0014	0.009	0.17	0.21	0.012	0.12	0.05	0.38	0.05
Steinkjerelva	6833	0.0015	0.010	0.18	0.23	0.013	0.14	0.05	0.42	0.05
Øvrige områder	128690	0.0283	0.180	3.47	4.38	0.244	2.57	0.98	7.98	0.98
Sum kg/døgn	159542	0.0351	0.224	4.31	5.42	0.303	3.19	1.21	9.89	1.21

Tabell 18. Fysiologisk utskillelse av metaller fra befolkning angitt i kg/døgn.
(Beregnet på grunnlag av befolkningstall og data hentet fra (21))

Nedbørfelt	Antall personer	Cd	Co	Cr	Cu	Ni	Zn	Mn	Sb	Rb	Sr	
		Belastningsfaktor i mg pr. person pr. døgn										
		0.1	1.0	0.6	1.3	0.4	9.0	2.0	1.0	3.0	1.2	
Orkla	2814	0,0003	0,003	0,002	0,004	0,001	0,03	0,006	0,003	0,008	0,003	
Gaula	2429	0,0002	0,002	0,001	0,003	0,001	0,02	0,005	0,002	0,007	0,003	
Nidelva	11356	0,0011	0,011	0,007	0,015	0,005	0,10	0,023	0,011	0,034	0,014	
Stjørdalselva	1172	0,0001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,01	0,002	0,001	0,004	0,001	
Verdalselva	6248	0,0006	0,006	0,004	0,008	0,003	0,06	0,012	0,006	0,019	0,008	
Steinkjerelva	6833	0,0007	0,007	0,004	0,009	0,003	0,06	0,014	0,007	0,020	0,008	
Øvrige områder	128690	0,0129	0,129	0,077	0,167	0,052	1.16	0,257	0,129	0,386	0,154	
Sum kg/døgn	159542	0,0159	0,159	0,096	0,208	0,066	1,44	0,319	0,159	0,478	0,191	

Tabell 19. Oksygenforbruk i avløpsvann fra meierier.

	BOF ₅ g O/l
Melk	111
Skummet melk	72
Kjernemelk	72
Myse	40
Smørskyllevann	20

Hvis de forskjellige spillmengdene hadde vært gitt, kunne en angivelse av BOF₅-tallet blitt beregnet temmelig nøyaktig.

Ser vi på tall som er gitt for fosfor og nitrogen, angir (2) et forhold for BOF₅:N:P = 100:4,7:1,7. Fra Sverige (3) angis melkens P-innhold til 950 mg/l. Dette gir et P-tap pr. 1 000 liter innveid melk på 0,00950 - 0,019 kg (avhengig av 1 eller 2 % spill). Dette gir et forhold BOF₅/P på ca. 100/1 og vil, hvis man inkluderer P-tap på grunn av vaskemidler, kunne sammenliknes med forholdet BOF₅/P = 100/1,7.

Spillmengden vil, når målinger ikke foreligger, alltid kunne diskuteres. I denne rapporten har vi valgt 2 % for produksjonsmeierier. Dette gjøres for til en viss grad å ta hensyn til tap av myse, selv om det i dag er vanlig å ta fullstendig hånd om denne. For konsummeierier har vi valgt spilltap på 1,5 % av innveid melkemengde. Dette gir følgende beregningsgrunnlag pr. 1 000 liter innveid melk (1 liter = 1,032 kg):

	BOF ₅	Nitrogen	Fosfor
Konsummeieri	1.67 kg	0.079 kg	0.028 kg
Produksjonsmeieri	2,22 "	0,100 "	0,034 "

Belastningen blir således, basert på produksjonstallene gitt i tabell 8:

Tabell 20. Belastning fra meierier.

Navn	BOF ₅ kg O/d	Nitrogen kg N/d	Fosfor kg P/d
Trøndermeieriet, Tunga	169	8,0	2,8
Trøndermeieriet, Garberg	45	2,0	0,7
Trøndermeieriet, Stjørdal	75	3,4	1,1
Trøndermeieriet, Hegra	55	2,5	0,9
Orkdal Meieri	61	2,7	0,9
Meldal Meieri	45	2,0	0,7
Singås Meieri	74	3,3	1,1
Soknedal meieri	92	4,2	1,4
Rennebu Meieri	35	1,6	0,5
Laugen Meieri	16	0,7	0,3
Ålen Meieri	22	1,0	0,3
Rissa Meieri	62	2,8	1,0
Levanger Meieri	85	3,8	1,3
A/S Nestlé	130	6,1	2,2
Skogn Meieri	36	1,6	0,6
Verdal Meieri	105	4,7	1,6
Steinkjer Meieri	156	7,0	2,4
Steinkjer Meieri, avd. Sparbu	52	2,3	0,8
Snåsa Meieri	31	1,4	0,5
Frosta Meieri	15	0,7	0,2
Inderøy Meieri	52	2,3	0,8
Totalt	1413	64,1	22,1

4.3.2 Slakterier, pølsemakerier, kjøtthermetikkfabrikker

Avløpsvann fra slakterier inneholder vesentlige mengder organisk stoff og næringssalter. Belastningen på resipient varierer med produksjonsopplegget. Som grunnlag for beregningene vil bli benyttet resultater fra en undersøkelse ved Vestfold Slakteri (4).

For bedrifter hvor det bare foregår foredling av kjøtt (pølsemakerier, kjøtthermetikkfabrikker), er det i denne rapporten regnet at 2 % av råvaremengden går ut med avløpsvannet. Tørrstoffinnholdet av denne spillmengden er ca. 20 %, og den organiske belastningen settes til 0,5 kg BOF₅ pr. kg tørrstoff i avløpsvannet. For slakterier er vanligvis forholdet BOF₇:N:P = 100:15:1,6(4).

Tabell 21. Belastning fra slakterier, pølsemakerier og kjøtthermetikkfabrikker.

Navn	BOF ₅ kg O/d	BOF ₇ kg O/d	Nitrogen kg N/d	Fosfor kg P/d
Trondheim Slakteri		45,7	7,0	0,8
Tunga Slakteri	11,0	150,0	25,0	2,7 1)
Trøndelag Eggsentrals Fjærkreslakteri		8,0	1,2	0,1
Bøndernes Salgslags Slakteri, Orkdal		3,2	0,5	0,1
A.J. Eidsmos Slakteri		11,0	1,7	0,2
Melhus Handelsamlag	0,4	2,5	0,5	0,05
R. Sandviks Slakteri		2,2	0,3	0,04
A. Dullums Slakteri		7,6	1,2	0,1
J. Grønliens Slakteri		0,4	0,1	0,01
Bøndernes Salgslags Slakteri, Stjørdal	0,7		0,1	0,01
Bøndernes Salgslags Slakteri, Levanger		0,7	0,1	0,01
Fellesproduksjon A/L, Levanger	4,0		0,8	0,1
Levanger Slakteri		20,5	3,2	0,3
R. Thorsens Slakteri		5,4	0,8	0,1
Fellesproduksjon A/L, Verdal	2,2	30,0	5,2	0,6
H.Thoresens Slakteri	0,7		0,1	0,01
Bøndernes Salgslags Slakteri, Steinkjer	2,4	93,1	15,0	1,6
Meråker kjøttforretning		1,7	0,3	0,03
Inderøy Slakteri		17,0	3,0	0,3
Grillstad fabrikk	4,4		0,8	0,1
Totalt	25,8	399	66,9	7,26 2)

1) Bedrifter med både foredling og slakt.

2) Desimalene uttrykker ikke nøyaktighet, men benyttes kun av praktiske årsaker.

Dette forholdet benyttes også for "foredlings"-bedrifter. Vårt beregningsgrunnlag blir altså pr. tonn slakt:

	BOF ₇	Nitrogen	Fosfor
Bare slakting (4)	7,8 kg	1,2 kg	0,13 kg
Slakting og foredling (4)	9,2 "	1,4 "	0,19 "

Bare foredling: Spill 2 % av råvaremengden.

Tørrstoffinnhold 20 %

BOF₅ = 0,5 kg/kg tørrstoff

BOF₇ :N:P = 100:15:1,6 (4)

I tabell 21 er ført opp de beregnede belastninger basert på opplysninger fra tabell 8.

4.3.3 Drikkevareindustrien

a) Ølbryggerier

Utslipp til vann av nedbrytbart, organisk stoff vil være den dominerende forurensning. Det totale utslipp av organisk stoff fra et bryggeri vil bero på i hvilken grad bedriftene tar vare på mask og gjær (6). Det er vanlig at disse stoffer blir tatt vare på, og det største bidrag av organisk stoff kommer derfor fra ølspill i tapperiene. Nitrogen- og fosforbelastningen er vanskelig å vurdere på grunn av manglende opplysninger, men det foreligger tall for fosfortapet (3).

b) Mineralvannfabrikker

Den organiske belastning er vesentlig mindre enn for ølbryggerier, men på grunn av spill og brekkasje vil små mengder, vesentlig sukkerstoffer, tilføres avløpsvannet.

c) Brennevinstilvirkning

Også for disse bedrifter er det utslipp av organisk stoff som er den viktigste vannforurensning. En del av det organiske stoffet er tungt nedbrytbart (f.eks. dranken), men for øvrig er det organiske stoffet lett nedbrytbart. For brennerier er det gitt spesielle opplysninger

om BOF_7 - og fosfor-innholdet i avløpsvannet fra de enkelte bedrifter hos Statens vann- og avløpskontor (SVA). Beregningsgrunnlaget for drikkevareindustri:

	$BOF_5^{x)}$	Nitrogen	Fosfor
Ølbryggerier pr. m^3 øl	7,0 kg	-	0,028 kg
Mineralvannfabrikk pr. m^3 mineralvann	2,0 "	-	-
Brennerier	Opplysninger fra SVA		
Sprit- og gjærfabrikker	Vesentlig tungt nedbrytbart organisk stoff.		

x) Tallene for BOF_5 er gjennomsnittsverdier av angivelser i norske og utenlandske kilder (6).

Dette gir igjen følgende belastning:

Tabell 22. Belastning fra drikkevareindustrien.

Navn	BOF_5 kg O/d	BOF_7 kg O/d	Nitrogen kg N/d	Fosfor kg P/d
E.C. Dahls Bryggeri	416	-	?	1,3
Tromi Mineralvannfabrikk	14	-	?	-
A/L Sundnes Brenneri	-	544	?	19,4
Totalt	430	544	?	20,7

Norsk Gjør- og Spritfabrikk Utslipp av 360 tonn organisk finstoff
pr. år.

4.3.4 Annen næringsmiddelindustri

a) Fiskehermetikk, fisketilvirkning

På grunnlag av (7) benyttes følgende tall for beregning av organisk belastning:

Spill 2 % av råvaremengde

Tørrstoffinnhold 20 %

$BOF_5 = 0,5$ kg/kg tørrstoff.

Når det gjelder nitrogen- og fosforutslippene, benyttes i alt vesentlig det samme BOF_5 :N:P-forholdet som for slakterier, nemlig 100:15:1,6. For bedrifter med videreforedling av frossen fisk (og hvor fisken forblir i frossen tilstand under hele behandlingen) antas at N- og P-utslippene bedre kan sammenliknes med benmel. Utslippene herfra er nærmere angitt i (8) og tilsvarer pr. tonn råvare:

Nitrogen 0,7 kg
Fosfor 0,01 kg

b) Pelsdyrfor, benfett, benmel etc.

Disse industrityper vurderes ut fra de undersøkelser som er gjort på en kjøtt- og benmelfabrikk i Telemark (8). Denne undersøkelsen gir følgende belastningstall: Pr. tonn råvare

BOF_7 1,70 kg
Nitrogen 0,70 "
Fosfor 0,01 "

c) Sjokolade, iskremfabrikker, møller og potetmelfabrikker

Det er vanskelig å angi belastningen fra slike bedrifter uten å foreta spesielle undersøkelser. De organiske stoffene vil for det meste være uløst av typen fett fra sjokoladefabrikker og av typen mel og uløst stivelse fra møller og bakerier. For potetmelfabrikkene vises til opplysninger fra SFT om de enkelte bedrifter.

d) Syltetøy-, saft- og annen vegetabilsk næringsmiddelindustri

For disse bedrifter støtter en seg til tall oppgitt av From (6):

Industri	m^3 vann	kg BOF_5	Enhet
Syltetøy, saft	10	15	pr. tonn bær/frukt
Syltede agurker og rødbeter	12	20	pr. tonn agurker/ rødbeter

Fosfor og nitrogen er vanskelig å angi, men representerer neppe mengder av betydning.

Basert på dette beregningsgrunnlaget og tabell 8 blir den beregnede belastning:

Tabell 23. Belastning fra annen næringsmiddelindustri.

Navn	BOF ₅ kg O/d	BOF ₇ kg O/d	Nitrogen kg N/d	Fosfor kg P/d
A/L Friogrill	80,0		28,0	0,4
Trondheim preserving	11,0		2,0	0,2
L.O. Hegstad	5,5		1,0	0,1
Leksvik pelsdyrfor		26,0	10,0	0,2
Fiskelim og forstoff		18,0	7,4	0,1
Inderøy pelsfor		4,6	2,0	0,1
Stjørdal potetmelfabrikk		230,0	-	11,0
A/L Trønderfrukt		40,0	-	-
Totalt	96,5	318,6	50,4	12,1
Piene og Søn:	Utslipp organisk stoff 60 tonn/år			
Gråbek Mølle:	"	"	" 4 "	" "

4.3.5 Treforedlingsindustri

Denne industri omfatter tresliperier, cellulosefabrikker, papir- og pappfabrikker foruten wallboardfabrikker. Det mengdemessig dominerende bidrag kommer i form av oppløst organisk stoff fra cellulosefremstilling. Det slippes også ut betydelige mengder fiber, flis og bark.

For tresliperier vil utslippene dels bestå av vannløselige komponenter i trevirket, dessuten fiber og bark. Mesteparten av de organiske spillprodukter er tungt nedbrytbare og representerer en relativt langsiktig belastning på vannets oksygeninnhold. Fra SFT er det oppgitt at for tremasseproduksjonen kan den kortsiktige belastning regnes å være 5 - 10 kg BOF₇ pr. tonn tremasse, her satt til 8 kg BOF₇ pr. tonn tremasse.

For sulfatcelluloseindustrien benyttes en beregningsmetode oppgitt av SFT, der BOF₇-belastningen settes til 0,7 x tapet av natriumsulfat. Dette er ca. 60 kg pr. tonn cellulose.

Ved papirproduksjon oppgis belastning av organisk materiale som 3 - 5 kg BOF₇ pr. tonn papir (SFT). Her benyttes 4 kg BOF₇ pr. tonn produsert papir.

Fibermaterialet som tapes, er forholdsvis tungt nedbrytbart, og BOF₇-tall er ikke anvendelig for å uttrykke belastningen, som er av mer langsiktig karakter.

Når det gjelder fosfor- og nitrogentapet, har man sparsomt erfaringsmateriale. For fosfor angir Bouveng og Hargbäck (3) følgende tall:

<u>Tilvirkning</u>	<u>g P pr. tonn produkt</u>
Bleket sulfatmasse	210
Ubleket sulfatmasse	285
Kartongfabrikk m/ sliperi	90

Tallene for kartongfabrikk vil også bli benyttet for papirfabrikkene i denne rapporten

For nitrogen oppgir en finsk undersøkelse (9) at utslippet tilsvarer 0,01 tonn N pr. tonn BOF₇. Basert på disse usikre tallene må de utslippsmengder som angis i tabell 24, bli vurdert som anslagsvise.

Tabell 24. Belastning fra treforedlingsindustrien

Navn	BOF ₇ kg O/d	Nitrogen kg N/d	Fosfor kg P/d
A/S Ranheim papirfabrikk	4977	49	22
Nordenfjeldske Treforedling	6600	66	55
Totalt	11577	115	77
Folla fabrikker: Utslipp av bark 14000 kg/driftsdøgn			
A/S Helge-Rein-By-Bruk: " " " 300 kg/driftsdøgn			

4.3.6 Kjemisk overflatebehandlende industri

Denne type industri omfatter følgende bedriftskategorier:

1. Galvanoteknisk
2. Varmeforsinking
3. Eloksering
4. Gullsmeder
5. Kjemigrafisk

Den vesentligste miljøpåvirkning fra kjemisk overflatebehandlende industri er at avløpsvannet inneholder stoffer med høy giftighetsgrad; cyanider, metaller som krom, kobber, sink, kadmium, nikkel, tinn m.fl., samt syrer og baser. I tillegg forekommer utslipp av fosfater og nitrater.

Beregningsgrunnlaget for denne industrigruppe er tall oppgitt fra SFT. I hvert fall lokalt sett kan belastningen fra slike bedrifter være betydelig. En grov antydning av de mengder det dreier seg om, er gitt i tabell 25.

Tabell 25. Belastning fra kjemisk overflatebehandlernde industri
(tonn pr. år)

Fosfor P	Krom Cr	Jern Fe	Sink Zn	Natrium- hydroksyd NaOH	Sulfat SO ₄
3,4	80	107	24	10	39

I tillegg en del kobber, nikkel, kvikksølv, bly og cyanid.

4.3.7 Bergverksdrift

Under bergverksdrift hører gruppene:

malmgruver

stein-, sand- og grusdrift

mineralbrudd og diverse beslektet virksomhet.

Den viktigste gruveindustrien omfatter bryting av tyngre mineraler som oksydiske malmer, særlig jernmalm og titanjernstein (ilmenitt), sulfidiske malmer (kis): Kobberkis, magnetkis, sinkkis (sinkblende, marmatitt), blyglans og molybdenglans. Den type gruveindustri som har forårsaket flest ulemper og skader ved sine utslipp, er svovelkisgruvene. Foruten nedslamming omfatter problemene skader fra avfallsvannets innhold av svovelsyre og oppløst jern, kobber og sink. Det vesentlige bidraget av metaller kommer fra gruvevann. Tilførselen av oppløste metaller er for oppredningsverkene antatt å være beskjedne.

Belastningen er anslått på grunnlag av et til dels spinkelt datamateriale, opplysningene er derfor usikre.

Tabell 26. Belastning fra bergverksdrift i tonn pr. år.

	Partikulært stoff	Kobber Cu	Sink Zn	Jern Fe	Sulfat SO ₄
Orkla Grube-Aktiebolag	60 000	340	550	2300	8600
A/S Killingdal Grubeselskab, gruver, oppredningsverk	20 000	2	8	8	
Fosdalens Bergverks-Aktiebolag	570 000				
Drogset gruve (nedlagt)		3	7	9	
Undahls verk (nedlagt)		1	2	30	
Kjøli gruve (nedlagt)		3	30	50	
Sum	650 000	349	597	2397	8600

4.3.8 Samlede utslipp av organisk stoff og næringsalter og metaller fra industri

Summerer vi belastningen fra industri og fordeler utslippene på de lokale nedbørfelt og nærområdene (fig. 3), fremkommer nedenstående tall (tabell 27):

Tabell 27. Beregnet totalbelastning med organisk stoff, næringssalter og metaller fra industri.

Nedbørfelt	BOF ₅ kg O/d	BOF ₇ kg O/d	Nitrogen kg N/d	Fosfor kg P/d	Kobber kg Cu/d	Sink kg Zn/d	Jern kg Fe/d	Sulfat kg SO ₄ /d	Krom kg Cr/d	Partiku- lært stoff kg/d
Orkla	141,0	3,2	6,8	2,2	940 ^{x)}	1532 ^{x)}	6408 ^{x)}	23600 ^{x)}		164 000
Gaula	188,0	11,0	10,2	3,0	14	104	159			
Nidelva	45,0	2,2	2,3	0,7						
Stjørdalselva	55,0	-	2,5	0,9						
Verdalselva	-	-	-	-						
Steinkjerelva	-	-	-	-						
Nærområder	1536,3	12822,2	274,6	141,7	-	66	293	106	220	1616 000
Totalt	1965,3	12838,6	296,4	148,5	954	1702	6860	23706	220	1780 000

x) En vesentlig del av disse utslipp føres i ledning til Trondheimsfjorden.

4.4 Jord- og skogbruk

Vannforurensing som følge av jord- og skogbruksvirksomhet er vanskelig å vurdere både kvantitativt og kvalitativt. Med forurensing fra jord- og skogbruk menes i denne rapporten de totale mengder organisk materiale, nitrogen og fosfor som tilføres vannforekomsten fra dyrket mark eller som følge av annen virksomhet knyttet til disse næringer. Ut fra det alminnelige behov for informasjon på feltet gjøres det relativt detaljert rede for bl.a. de forhold som bestemmer avrennings- og utvaskingsmengdene.

4.4.1 Avrenning og utvasking fra landarealer

Organisk stoff kan tilføres vannresipienten ved vannerosjon, sigevann og overflatevann. Den totale mengde organiske stoffer som transporteres til vann fra landarealene, er meget stor. Mesteparten av dette organiske materiale er humusstoffer. Slike stoffer er relativt tungt nedbrytbare og vil ikke være gjenstand for noen rask biologisk omsetning. For humusstoffer regnes det tildels med biologiske halveringstider på tiår og hundreår. Grunnen til at det hovedsakelig er tungt nedbrytbare organiske stoffer som blir tilført vannresipienten fra jordarealer, er den store kapasitet i jordsmonnet for omsetning og mineralisering av lettere nedbrytbart materiale.

Braadlie, (10) fant ved elveundersøkelser i Trøndelag organiske stoffmengder av størrelsesorden 10 tonn/km² nedslagsfelt pr. år. Det organiske materialet som tilføres jorden og skogen, og som kan gi avrenning til vannforekomsten, er stort sett husdyrgjødsel, nedbrytningsprodukter av planterester; i senere tid også kloakkslam og søppel.

Når det gjelder tilførsel av plantenæringsstoffene nitrogen og fosfor som følge av avrenning og utvasking fra jord- og skogsmonn, foreligger det data som kan gi grunnlag for å vurdere mengden.

En vurdering av de mengder nitrogen og fosfor som transporteres vekk fra jord- og skogarealer, krever imidlertid kjennskap til fosfor- og nitrogenbalansen i jorden.

Plantenæringsstoffene blir tilført jorden ved bladfall, gjødsling, nedbør og direkte fra luften (nitrogenfiksering). Næringsstap fra jordsmonn øker når tilførsel via kunstgjødsel og naturgjødsel er større enn plantenes evne til å omsette disse stoffene, eller ved uhensiktsmessige gjødslingsmetoder.

De organiske forbindelser av nitrogen er i mindre grad direkte nyttbare for plantene. De viktigste uorganiske forbindelser av nitrogen i jord er nitrat, som praktisk talt ikke bindes til jordmaterialet, og ammonium som kan fastholdes i ombyttbar form til jordkolloidene. Under god tilgang på oksygen oksyderes imidlertid ammonium vanligvis raskt til nitrat. Som nevnt kan nitraten (NO_3^-) lett vaskes ut. Foruten nitratenes store løselighet i vann har dette sammenheng med at også jordpartiklene har en negativ ladning.

Fosfor i form av fosfat bindes så sterkt i vanlig mineraljord at utvasking (utluting) praktisk talt ikke forekommer. Formen for fosforionene etter mineraliseringen vil variere fra H_2PO_4^- til PO_4^{--} , avhengig av pH.

Selv om fosforionene er anionisk (negativt ladet), blir det - i motsetning til nitraten - adsorbent til jordpartiklene. Fosforionene vil lett danne uløselige forbindelser med kalsium, jern og aluminium, og adsorpsjonen vil ha en karakter av utfelling av ulike forbindelser på jordpartiklene.

4.4.2 Transport av nitrogen og fosfor til vannforekomstene

På grunn av liten fordamping og transpirasjon fra planter vil det høst og vinter bli et overskudd av vann i jorden, og dermed stor tilførsel til grunnvann og overflatevann. Dreneringsvannet vil føre med seg en stor del av de oppløselige saltene. Mengden vil være avhengig av dreneringsvannmengden, konsentrasjonen av salter og typen jordsmonn. Tapet vil bli

relativt lite for ammonium og fosfor (fosfat) på grunn av de sterke bindingskreftene. For nitrat vil imidlertid utvaskingen bli betydelig, særlig om høsten da et stort vannoverskudd faller sammen med høy nitratkonsentrasjon i jordsmonnet.

Hvis terrenget er kupert, vil en vesentlig del av regnvannet renne langs jordoverflaten til nærmeste resipient. Følgelig vil utvaskingen gjennom jordsmonnet reduseres. Det samme vil være tilfelle på frossen mark uansett lende, og for lite gjennomtrengelig jordsmonn. Når avrenningen når en viss intensitet, vil jordpartiklene også bli transportert vekk. Denne transporten øker ikke bare tapet av organisk materiale, men også nærings-salter adsorbent til partiklene. Dette er spesielt viktig for fosfor.

Tabell 28 viser ulike kilders angivelse av spesifikk tilførsel av nitrogen og fosfor ved avrenning fra forskjellige areal typer. Tallene fra Brink og Gustafson (11) er middeltall for publiserte undersøkelser på normalt gjødslede områder i Sverige. For skog regnes ikke med at det foretas vesentlig gjødsling. Tallene fra OECD (12) bygger på middeltall fra 8 forskjellige land, og må sees ut fra dette. Det siste sett av tall, fra forsøksleder G. Uhlen, NLH (5), vil bli benyttet i denne utredningen. Det kan for øvrig nevnes at Norges Landbrukshøgskole undersøker avrenningen fra jordbruksområder i Trøndelag i forbindelse med forskningsprosjektet "Husdyrhold - Naturforurensning". Resultater fra dette arbeidet ventes å bli lagt frem i løpet av året (1976).

Tabell 28. Spesifikke avrenningstall for nitrogen og fosfor fra dyrket mark og skog.

	Dyrket mark		Skog	
	Nitrogen kg/km ² /år	Fosfor kg/km ² /år	Nitrogen kg/km ² /år	Fosfor kg/km ³ /år
Brink & Gustafson (11)	350	8,9	220	6,4
OECD (12)	1200	40,0	200	5,0
G. Uhlen, NLH (5)	1000 1)	8,0 1)	220	6,5

1) + gjødslingseffekt

Angivelsene hos Uhlen (5) - 1 000 kg N/km²/år og 8,0 kg P/km²/år - er antatt å utgjøre transporten av næringsstoffer fra dyrket jord uten gjødsling. Disse tallene er valgt med støtte i lysimeter-forsøk og stemmer godt med data fra NIVA's undersøkelse av Leirelva på Romerike (13).

Tillegget på grunn av gjødsling bygger på lysimeterforsøk på Ås 1938 - 1943 (5). Disse viser at transportert mengde nitrogen i avrenningsvannet økte med 0,36 kg/da/år over 5 år som følge av engangs gjødsling med 6 tonn husdyrgjødsel i begynnelsen av 5-års perioden. Et område gjødslet med x tonn husdyrgjødsel pr. år kan følgelig ventes å få en utvasking av nitrogen i tillegg til de 1 000 kg N/km² år på

$$\frac{1000 \cdot 0,36 \cdot 5 \text{ (år)} \cdot x}{6} \text{ kg N/km}^2 \text{ år}$$

Det understrekes at dette er en helt anslagsvis beregning. Bl.a. vil den faktiske utvasking være avhengig av jordsmonnets karakter, gjødslingsmåten og klimatiske forhold.

For fosfor viste lysimeterforsøkene ingen økning i utvaskingen som følge av gjødslingen. Dette er sannsynligvis representativt for en del mineraljordtyper. Fosfortransporten vil derfor ikke kunne registreres i lysimeterforsøk hvor overflateavrenning ikke forekommer. I denne utredningen

vil vi derfor benytte $20 \text{ kg P/km}^2 \text{ år}$ som den totale transport fra dyrket mark. Vi regner altså at gjødslingen vil resultere i at transporten av fosfor blir noe over fordoblet i forhold til den antatte naturlige avrenning ($8 \text{ kg/km}^2 \text{ år}$).

Tilsvarende forsøk med bruk av kunstgjødsel ble gjort samtidig (5). Resultatene herfra viser at årlig spredning av kunstgjødsel i mengdene $5,95 \text{ kg nitrogen}$ og $1 \text{ kg fosfor pr. da}$, økte utvaskingen av nitrogen $0,28 \text{ kg/da år}$. For et område som blir gjødslet med y tonn N-kunstgjødsel, blir derfor tillegget i nitrogen utvasking

$$\frac{1000 \cdot 0,28 \cdot y}{5,95} \text{ kg/km}^2 \text{ år}$$

For fosfor ble det heller ikke her registrert noen økning i forhold til de $8 \text{ kg/km}^2 \text{ år}$ som regnes som naturlig avrenning. Det synes imidlertid å være fornuftig å anta at de antydede $20 \text{ kg P/km}^2/\text{år}$ også tar hensyn til fosfortransporten som følge av gjødsling med kunstgjødsel.

For skog viser de tre litteraturreferanser god overensstemmelse, og vi vil benytte oss av følgende tall:

$220 \text{ kg N/km}^2 \text{ år}$

$6,4 \text{ kg P/km}^2 \text{ år}$

I skog vil nitrifikasjonen være mindre enn i dyrket mark, og følgelig vil utvaskingen av nitrat være mindre. Derimot vil en ha utvasking av organiske nitrogenforbindelser.

I uproduktive områder (snaufjell m.m.) regner Uhlen (5) med halvparten så stor avrenning av fosfor og nitrogen som fra skogarealer, nemlig $120 \text{ kg N/km}^2 \text{ år}$ og $3,2 \text{ kg P/km}^2 \text{ år}$. Disse tallene viser stor overensstemmelse med resultater fra analyse av nedbørvann på Ytterøy stasjon i forbindelse med det nedbørkjemiske nettet over Skandinavia, som har gitt en middelkonsentrasjon på $120 \text{ kg N/km}^2 \text{ år}$.

Upubliserte data fra Norsk institutt for vannforskning (Hans Holtan, pers.

medd.) tyder på at 6 kg P/km^2 år er et rimelig omslag for avrenning fra uproduktive områder. Dette bygger på analyse av avrenningsvann fra slike arealer.

I denne rapporten vil en derfor benytte 120 kg N/km^2 år og 6 kg P/km^2 år som grunnlag for de teoretiske tilførselsberegningene.

I (17) har en forsøkt å nærme seg problemet om hvor mye plantenæringsstoffer som tilføres vassdrag fra dyrket mark på en ny og interessant måte. En har først beregnet omtrentlig mengde på landsbasis for avrenning med nitrogen og fosforforbindelser ved gjødsling og avrenning fra dyrket mark; bl.a. ved å sette opp et totalregnskap over jordbrukets nitrogenhusholdning.

Videre har en for hver region beregnet en tilførselsfaktor for henholdsvis nitrogen og fosfor på grunnlag av opplysninger om følgende forhold

- nedbørmengde
- frostfrie perioder utenom vekstsesongen
- prosent av arealet som er åpen åker
- husdyrintensitet
- kunstgjødselintensitet

I nærværende rapport har en benyttet metoden i (17) til å beregne tilførselen av nitrogen og fosfor fra dyrket mark forårsaket av gjødsling fra to vassdrag, Orkla og Verdalselv. Som anført foran, fordrer denne metoden opplysninger om en rekke forhold i nedbørfeltet, og det har derfor vært nødvendig å nytte data i (17) der disse ikke er fremskaffet spesielt. Dette gjelder nedbørmengde, frostfrie perioder utenom vekstsesongen og prosent av arealet som er åpen åker.

Beregningene ga følgende resultater (tonn pr. år):

	Etter metode i (17)		Fra tabell 29 (1b+1c for nitrogen, 1b for fosfor)	
	N	P	N	P
Orkla	76.1	1.78	94	1.4
Verdalselva	16.8	4.2	44	0.7

Beregningene etter metode (17) er altså sammenliknet med beregningene av tilførslene p.g.a. gjødsling (tabell 29). Det er vanskelig å vurdere hvorvidt metoden i (17) tar hensyn også til naturlig avrenning fra dyrket mark.

Det fremgår at metodene gir noenlunde sammenliknbare resultater for Orkla, mens resultatene fra Verdalselva er svært ulike. Nitrogenverdiene er lavere ved metoden i (17) og differansen blir enda større dersom en også må ta hensyn til noe naturlig avrenning fra dyrket mark ved sammenlikninger (fra tabell 29 må en i tillegg til 1b og 1c ta med 1a).

Fosforverdiene ligger gjennomgående høyere og er mest sammenliknbare for Orkla.

P.g.a. vanskelighetene med å vurdere hvilke kilder som kan sammenliknes, og hvordan faktorene i (17) slår ut og varierer fra år til år, har man i nærværende rapport holdt fast ved erfaringstallene som er referert tidligere.

I dag går tildels noe av husdyrgjødselen direkte ut i resipient. Hvilke mengder det dreier seg om, er det ikke mulig å tallfeste fordi forholdet er lite undersøkt. Imidlertid lar det seg gjøre å anslå avrenning fra gjødselplasser og gjødsel på frossen mark.

Uhlen (5) antar at 80% av husdyrgjødselen behandles forsvarlig under

Tabell 29. Teoretisk belastning med fosfor- og nitrogenforbindelser fra jord- og skogbruk
angitt som tonn nitrogen og fosfor pr. år

Nitrogen

	Orkla	Gaula	Nidelva	Stjørdalselva	Verdalselva	Steinkjerelva	Nærømråde	Totalt
1) Avrenning dyrket mark								
a) naturlig	116	107	60	42	55	87	550	1017
b) p.g.a. naturgjødsel	48	48	25	15	22	30	220	408
c) p.g.a. kunstgjødsel	46	43	24	17	22	35	219	406
d) Avrenning gjødselkjellere	32	32	17	10	15	20	150	276
2) Avrenning skog	190	296	254	111	84	312	696	1943
3) Avrenning uprod. mark	226	244	209	153	113	55	100	1100
Totalt	658	770	589	348	311	539	1935	5150
Derav "ukontrollerbart" (1a+2+3)	532	647	523	306	252	454	1346	4060

Fosfor

1) Avrenning dyrket mark								
a) naturlig	0.9	0.9	0.5	0.3	0.4	0.7	4.4	8.1
b) p.g.a. gjødsling	1.4	1.3	0.7	0.5	0.7	1.0	6.6	12.2
d) Avrenning gjødselkjellere	3.2	3.2	1.7	1.0	1.5	2.0	15.0	27.6
2) Avrenning skog	5.5	8.6	7.4	3.2	2.4	9.0	20.0	56.1
3) Avrenning uprod. mark	11.3	12.2	10.5	7.7	5.6	2.7	4.9	54.9
Totalt	22.3	26.2	20.8	12.7	10.6	15.4	50.9	158.9
Derav "ukontrollerbart" (1a+2+3)	17.7	21.7	18.4	11.2	8.4	12.4	29.3	119.1

lagringsperioden, slik at den ikke forårsaker forurensing. De resterende 20% antas å ville forårsake forurensing gjennom lekkasje og avrenning fra gjødselkjellere og gjødselplasser samt ved utskylling under vårløsningen. Uhlen antyder også at 20% av nitrogen- og 10% av fosforinnholdet avgis til resipient. Husdyrgjødselen inneholder ca. 0,5% nitrogen og 0,1% fosfor.

Med de ovennevnte forbehold, og de arealer som er gitt, er de mengder nitrogen og fosfor som transporteres til resipienten anslått i tabell 29.

4.4.3 Pressaft fra surførsiloer

Forurensningsfaren ved surførproduksjonen representeres av pressaften. Den vesentligste skadevirkningen av pressaft i vassdrag henger sammen med at en stor del av det organiske stoffet er lett nedbrytbart. Nedbrytingshastigheten kan være 4 ganger så stor som for kommunalt avløpsvann (14). BOF_5 -innholdet kan varere mellom 40 000 og 90 000 mg O/l. Vanligvis regnes $\text{BOF}_5 = 50\,000$ mg O/l. Foruten skadevirkninger av organisk stoff, vil man kunne få skadevirkninger på grunn av lav surhetsgrad, som skyldes organiske syrer. Silonedleggingen foregår i løpet av 2-4 uker i henholdsvis juni og august/september. Ved disse tider er det ofte liten vannføring i grøfter og bekker, samtidig som temperaturen kan være forholdsvis høy. Følgelig oppstår risiko for sjokkerte virkninger i de lokale resipienter.

Forurensningseffekten som følge av næringssalter er relativt liten fra pressaft. Det bør imidlertid nevnes at det i vassdrag med utslipp av silosaft er funnet ualminnelig høye P-verdier. Dette kan ha sin årsak i at fosfor blir frigjort fra bunnsedimentene i oksygenfritt miljø. Pressaftmengdene fra surførsiloer varierer med utgangsmaterialet, værforhold, nedleggingsmåte m.v. Her antas 20% av nedlagt masse.

Generelt kan en si at pressaften inneholder følgende (15):

Tørrstoff	5	- 5,5%
Organisk stoff	3,5	- 4,0%
Nitrogen (N)	0,15	- 0,2%
Fosfor (P)	0,05%	

Dette gir pr. m³ ferdig silomasse:

Pressaft	188	kg
Tørrstoff	9.4	kg
Organisk stoff	7.5	kg
BOF ₇	9.4	kg
Nitrogen	0.4	kg
Fosfor	0.09	kg

Uhlen (5) regner at 50% av utslippene fra surforsiloer går i vassdrag, de resterende 50% blir ført til jord.

Totalbelastningen er oppført i tabell 30.

I (17) har en også tatt utgangspunkt i at i middel for hele landet kommer omlag halvparten av silopressafta til vassdrag. Ut fra det resonnementet at dette vil variere fra region til region bl.a. p.g.a. nedbørforholdene, har en beregnet en utslippsfaktor som angir hvor stor andel av pressaftmengden i vedkommende region som sannsynligvis når vassdrag. Trøndelagsfylkene antas i så henseende å tilsvare landsgjennomsnittet, slik at ingen endringer i belastningstallene vil følge av å benytte beregningsmetoden i (17).

4.4.4 Avløp fra halmlutingsanlegg

Belastningen fra halmlutingsanlegg består i skyllevannet, som er rikt på organisk stoff, og luten som tilsettes for å gjøre halmen lettere fordøyelig. Halmluting foregår i oktober - mai. Luten, som er sterkt basisk (pH ca. 12), tappes vanligvis én gang i året. Det er i dag vanlig å installere utjevningsventiler og -kummer for å dempe "sjokkeeffektene" som følge av store, konsentrerte utslipp. Skadevirkningene av utslippene skyldes dels organiske stoff, men mest høy pH. Organisk stoff som tilføres vassdragene fra halmlutingsanlegg, er til dels vanskelig nedbrytbart, og lar seg følgelig heller ikke så lett angi i form av BOF-tall.

Halmlutingen foregår vinterstid med lav temperatur, og omsetningen av

Tabell 30. Belastning fra surfórsiloer (tonn pr. år)

Elver og nærområder	Pressaft i alt	Org. stoff	BOF ₇	Nitrogen	Fosfor
Orkla	7 400	295	370	16	3.5
Gaula	4 400	175	220	9	2.0
Nidelva	2 100	86	107	5	1.0
Stjørdalselva	1 300	52	65	3	0.6
Verdalselva	2 200	86	107	5	1.0
Steinkjerelva	4 000	161	202	9	2.0
Nærområder	20 000	806	1011	42	10.0
Totalt	41 400	1661	2082	89	20.1

Tabell 31. Belastning fra halmlutingsanlegg (tonn pr. år)

Elver og nærområder	Org. stoff	Fosfor	Nitrogen	NaOH
Orkla	7	0.04	0.1	2
Gaula	16	0.1	0.3	5
Nidelva	19	0.1	0.3	6
Stjørdalselva	28	0.2	0.6	8
Verdalselva	8	0.05	0.2	2
Steinkjerelva	25	0.2	0.5	8
Nærområder	346	2.0	7.0	100
Totalt	449	2.7	9.0	131

og fosfor som er anslått å bli tilført fjorden direkte eller via vassdrag, fra befolkning, industri, skog- og jordbruksdrift, og silo/halmlutingsvirksomhet. Skog- og jordbruk omfatter, som angitt i tabell 29, avrenning og utvasking fra dyrket mark, skog, uproduktiv mark og fra gjødselkjellere. Den organiske belastningen er angitt i personekvivalenter (pe).

Belastningen med nitrogen- og fosforforbindelser er ført opp både som tonn/år og angitt som pe. En omregning til pe. muliggjør en mer direkte avveining av de enkelte kilders betydning for den totale tilførselen. Som nevnt under 3.2 representerer en pe.:

BOF₅ = 60 g O/pers. d.
BOF₇ = 75 g O/pers. d.
N = 12 g N/pers. d.
P = 3 g P/pers. d.

De tall som fremkommer ved en slik omregning, kan imidlertid lett gi grunnlag for gale tolkninger, særlig gjelder dette for utslipp fra silo- og halmlutingsanlegg. Som kjent foregår ensileringen over noen få uker i sommersesongen, og halmlutningen vanligvis fra oktober til april. I aktivitetsperioden for ensileringen, som vi her antar til 4 uker, kan utvilsomt lokale resipienter belastes betydelig. En realistisk avveining av de enkelte kilders betydning for den totale tilførselen til fjorden synes imidlertid bare mulig ved å fordele virkningene fra silo- og halmlutingsutslippene over året.

De enkelte vassdrags nedbørfelt omfatter områdene ned til de prøvetakingsstasjonene for kjemisk analyse av ellevannet som ligger nærmest fjorden; som vist på figur 3. Det såkalte nærområdet omfatter altså tettsteder og byer langs Trondheimsfjorden og derfor også de fleste bedrifter. Nærområder omfatter bl.a. følgende:

Orkla nedenfor Baarshaug bru
Gaula nedenfor Gimse bru
Nidelva nedenfor Nedre Leirfoss

Stjørdalselva nedenfor Mælen bru
hele Levanger med Levangerelva
Verdalselva nedenfor Tinna (ca. 1 km ovenfor utløpet)
hele Inderøy
Steinkjernelva nedenfor bru ved Guldbergaunet

Som det fremgår av figur 4, vil utslippene fra i alt 17 bedrifter, hvorav 9 meierier, 3 slakterier, 4 gruver og 1 tresliperi, ligge innenfor vassdragenes nedbørfelt. De øvrige 62 bedrifter, hvorav begge de to store treforedlingsbedrifter med betydelige utslipp av organisk stoff, ligger i nærområdet.

Belastningen med organisk stoff, som vist i tabell 28, inkluderer utelukkende såkalt lett nedbrytbart organisk stoff, dvs. den belastningen som i kapittel 3 er angitt med BOF-tall. Man kan imidlertid heller ikke se bort fra tilleggsbelastningen med tungt nedbrytbart organisk stoff (humus, fiber etc.) som særlig kan ha betydning for bunnforhold og oksygeninnholdet i vannmassene nær bunnen.

Av tabell 32, som viser tilførsel av lett nedbrytbart organisk stoff, går det frem at belastningen på fjorden som helhet er ca. 550 000 pe. Industri tilfører fjorden nesten like mye lett nedbrytbart organisk stoff som befolkningen, hovedsakelig p.g.a. treforedlingsindustriens bidrag (se 4.3 og tabellene 20 - 27). Tabell 32 viser også de betydelige utslag det gir å fordele siloutslippene over ett år eller 30 dager. Fordelt jevnt over ett år bidrar siloutslippene med ca. 15% av den organiske belastningen. Det meste av dette går imidlertid til lokale resipienter og har liten innvirkning på fjorden.

Tabell 32. Total tilførsel lett nedbrytbart organisk stoff, angitt i personekvivalenter

Elver og nærrområder	Befolkning	Industri	Jord, skog, gjødselkjellere	Silo (over ett år) 1)	Silo (over 30 dager)	Totalt
Orkla	18 300	2 400	-	13 500	164 400	34 200
Gaula	27 600	3 300	-	8 000	97 800	38 900
Nidelva	25 100	800	-	3 900	47 500	29 800
Stjørdalselva	8 300	900	-	2 400	28 900	11 600
Verdalselva	15 300	-	-	3 900	47 500	19 200
Steinkjernelva	17 800	-	-	7 400	89 800	25 200
Sum over	112 400	7 400	-	39 100	475 900	158 900
Nærrområder	152 000	200 000	-	36 900	449 300	388 900
Totalt	264 400	207 400	-	76 000	925 200	547 800

1) Benyttet i summeringen

Nærrområdene, dominert av tettsteder og industri som praktisk talt har direkte utslipp i fjorden, dekker over 70% av utslippene med lett nedbrytbart organisk stoff.

Tabellene 33 og 34 viser den totale belastningen med henholdsvis fosfor- og nitrogenforbindelser. Nitrogenbelastningen fra landarealer og gjødselkjellere (avrenning og utvasking fra dyrket mark, skog, uproduktive områder) utgjør ca. 80% av den totale belastningen med nitrogen, mens befolkningen nesten bidrar med resten.

Av tabell 29, Belastning fra jord- og skogbruk, ser en at av de ca. 5150 tonn/år nitrogen som tilføres fjorden årlig fra jord- og skogbruk, kommer vel 4050, eller nær 80%, fra det en kan kalle "ukontrollerbare kilder,

Tabell 33. Total tilførsel - nitrogen

Elver og nærområder	Befolkning		Industri		Landarealer og gjødselkjellere		Silo- og halmluting-anlegg 1)		Totalt (avrundet)	
	pe.	tonn/år	pe.	tonn/år	pe.	tonn/år	pe.	tonn/år	pe.	tonn/år
Orkla	18 300	80	600	2	150 200	658	3 700	16	172 800	756
Gaula	27 600	121	900	4	178 100	780	2 100	9	208 700	914
Nidelva	25 100	110	200	1	134 500	589	1 100	5	160 900	705
Stjørdalselva	8 300	36	200	1	79 500	348	900	4	88 900	389
Verdalselva	15 300	67	-	-	71 000	311	1 100	5	87 400	383
Steinkjernelva	17 800	78	-	-	123 100	539	2 300	10	143 200	627
Sum elver	112 400	492	1900	8	736 400	3 225	11 200	49	861 900	3 774
Nærrområde	152 000	666	23000	100	441 800	1 935	11 200	49	628 000	2 750
Totalt	264 400	1158	24900	108	1178 200	5 150	22 400	98	1489 900	6 514

Tabell 34. Total tilførsel - fosfor

Orkla	18 300	20	700	1	20 100	22	3 700	4	42 800	47
Gaula	27 600	30	1000	1	23 700	26	1 800	2	54 100	59
Nidelva	25 100	27	300	0.2	19 200	21	900	1	45 500	49
Stjørdalselva	8 300	9	300	0.2	11 900	13	900	1	21 400	23
Verdalselva	15 300	17	-	-	10 000	11	900	1	26 200	29
Steinkjernelva	17 800	19	-	-	13 700	15	1 800	2	33 300	36
Sum elver	112 400	122	2300	2.5	98 600	108		11	223 300	243
Nærrområde	152 000	166	47500	50	46 600	51	11 000	12	257 100	279
Totalt	264 400	288	49800	52.5	145 200	159	21 000	23	480 400	522

1) Fordelt over 365 dager

d.v.s. naturlig avrenning fra dyrket mark samt avrenning fra skog (forutsettes liten gjødsling) og uproduktiv mark.

De i hovedsak ukontrollerbare kildene utgjør m.a.o. vel 60% av total belastningen med nitrogen til fjorden.

Avrenning fra dyrket mark p.g.a. gjødsling med nitrogen utgjør vel 800 tonn pr. år (ca. 12%), og må for så vidt også kalles ukontrollerbar, men kan teoretisk begrenses ved fornuftige gjødslingsmetoder. Kontrollerbare kilder, d.v.s. belastning fra befolkning, industri, gjødselkjellere og silo/halmlutingsanlegg, utgjør tilsammen ca. 1670 tonn pr. år nitrogen, eller ca. 26% av totalbelastningen på fjorden.

Bidragene med nitrogenforbindelser fra industrien og silo/halmlutingsanleggene er tilnærmet ubetydelige.

Totalt tilføres fjorden årlig en nitrogenmengde som tilsvarer belastningen fra en befolkning på ca. 1,5 mill. personer. Herav kommer nær 60% fra elvene ovenfor målestasjonene. Det vil si at sammenlignet med organisk materiale kommer forholdsmessig mer av nitrogenbelastningen via vassdrag.

Fosforbelastningen er, som vist i tabell 34, størst fra befolkningen (ca. 55%), men betydelige mengder vil også eroderes og utvaskes fra landarealer. Av en fosforbelastning på ca. 160 tonn pr. år fra landarealer og gjødselkjellere (ca. 34%), kommer ca. 120 tonn fra "ukontrollerbare" kilder. Dette utgjør ca. 75% av totalbelastningen med fosfor fra landarealer og gjødselkjellere, og ca. 23% av totaltilførselen av fosfor til fjorden.

Avrenning av fosfor fra dyrket mark p.g.a. gjødsling utgjør ca. 12 tonn (tabell 29) pr. år, eller bare ca. 2% av totalbelastningen på fjorden med fosfor.

De mer eller mindre kontrollerbare kilder utgjør totalt ca. 390 tonn fosfor pr. år, tilsvarende ca. 75% av totalbelastningen på fjorden.

Av tabell 35 fremgår den prosentvise fordelingen mellom kontrollerbare, ukontrollerbare og delvis kontrollerbare kilder.

Tabell 35. %-vis fordeling av tilførte nitrogen- og fosforforbindelser fra de forskjellige kilder

Kilder	N	P	N	P
Befolkning	18	55		
Industri	2	10		
Silo/halmlutingsanlegg og gjødselkjellere	6	10		
Kontrollerbare kilder totalt			26	75
Avrenning p.g.a. gjødsling (delvis kontrollerbar)	12	2	12	2
Naturlig avrenning dyrket mark	15	2		
" " skog	30	11		
" " uprod. mark	17	10		
Ukontrollerbare kilder totalt			62	23
	100	100	100	100

Av tabellene 32, 33 og 34 ser man at vassdragene bidrar relativt mer med nitrogen og fosfor enn organisk stoff i relasjon til totalbelastningen på fjorden. Nærområdene, som foruten byer og tettsteder også omfatter betydelige områder dyrket mark (ca. 54% av totalt) og skog (ca. 35% av totalt), står ikke for mer enn vel 40% av nitrogenutslippene og noe over 50% av fosforutslippene, men hele 71% av belastningen med organisk stoff.

Det kan være av interesse å betrakte den spesifikke forurensningsbelastningen eller antall pe. og kg pr. km² for de ulike nedbørsfeltene slik som fremstilt i tabell 36.

Tabell 36. Spesifikk forurensningsbelastning (pe/km² og kg/km²) fra ulike nedbørfelt.

Elver og nærrområder	Lett nedbrytbart organisk stoff pe/km ²	Nitrogen		Fosfor	
		pe/km ²	kg/km ²	pe/km ²	kg/km ²
Orkla	11.6	58.5	255.9	14.5	15.9
Gaula	10.9	58.4	255.7	15.1	16.5
Nidelva	9.6	51.6	226.0	14.6	15.7
Stjørdalelva	6.1	46.7	204.5	11.3	12.1
Verdalselva	13.4	61.0	267.3	18.3	20.2
Steinkjerelva	11.6	65.9	288.5	15.3	16.6
Nærrområder	114.7	131.5	431.3	58.3	43.8

Med forbehold om betydningen av naturlige tilførsler fra skog og uproduktiv mark kan disse tallene betraktes som uttrykk for intensiteten av forurensende aktiviteter innen nedbørfeltene. Aktivitetene ser ut til å være svært jevnt fordelt mellom nedbørfeltene. Det betyr at det i første rekke er feltets størrelse som har betydning for de mengder som transporteres til fjorden. Nærrområdene står naturlig nok i en særstilling. Det går også klart fram at vassdragene transporterer relativt mye nitrogen i forhold til fosfor. Den totale organiske belastningen vil være betydelig større enn antydnet ovenfor, av årsaker som allerede er omtalt (elvevannets humusinnhold samt relativt tungt nedbrytbart materiale som bark og fiber fra treforedlingsindustri).

4.6 Sammenligning med belastning i andre fjorder

Som nevnt innledningsvis er det ikke foretatt tilsvarende omfattende forurensningskartlegging for andre fjorder i Norge, muligens unntatt Frierfjorden (Telemark). Imidlertid er forholdene der så annerledes, særlig med hensyn til overflatevannets oppholdstid og dypvannsutskifting at direkte sammenligninger med Trondheimsfjorden blir vanskelige. (De ulike naturforhold spiller selvsagt inn ved alle slike jevnføringer, men i ulik grad).

Med disse forbehold kan belastningen på Trondheimsfjord gjøres til gjenstand for en anslagsmessig sammenligning med forholdene i Indre Oslofjord og en med en relativt uberørt fjord, Skjoldafjorden i Rogaland (22). Siden tilførslene fra industri og jordbruksarealer ikke er tallfestet for Oslofjordens vedkommende, blir jevnføringen noe haltende, men følgende oppstilling kan likevel være illustrerende.

	Areal i km ²	Belastning i tonn pr. km ² og år		
		Org. stoff, BOF ₇	Fosfor	Nitrogen
Trondhj.fj. (total belastn.)	1420	~ 10	~ 0.4	~ 4.7
I. Oslofjord (bare befolkning)	193	~ 85	~ 2.8	~ 14
Skjoldafjorden (total belastn.)	26	~ 7.5	< 0.2	~ 2.1

Det er for enkelhets skyld regnet med at 600 000 mennesker direkte eller indirekte har avløp til Oslofjorden innenfor Drøbak og ellers med avrundede verdier.

Man ser at belastningen av Indre Oslofjord er betydelig høyere. For lett nedbrytbart organisk stoff og fosforforbindelsers vedkommende dreier det seg nesten om en forskjell i størrelsesorden, og da uten at tilførsler fra nedbørfeltet og via industriutslipp er regnet med i Oslofjorden. For fosfor blir imidlertid forskjellen mindre dersom man antar at de målte verdiene er riktigere enn de teoretisk beregnede. Overflatebelastningen i Trondheimsfjorden blir da ca. 0.84 tonn P/km² og år, kfr. kap. 6.2.

Det fremgår også at Trondheimsfjorden synes å ligge nærmere belastningsnivået i den relativt lite forurensede Skjoldafjorden. Den høyere aktivitet i nedbørfeltet til Trondheimsfjorden kommer likevel tydelig til uttrykk ved nivåforskjellen i tilførselen av plantenæringsstoffer.

5. METEOROLOGISKE OG HYDROLOGISKE FORHOLD

5.1 Nedbør

Opplysningene om nedbøren i området er ikke benyttet direkte i beregninger i denne rapporten. Opplysningene vil imidlertid i noen grad bidra til å belyse avrenningsforholdene som er beskrevet i kapittel 5.2.

I tabell 37 er opplysninger om nedbørforhold på en del meteorologiske stasjoner i nedbørsfeltet oppført. Stasjonsplasseringen er vist i fig. 2.

Av tabellen går det fram at nedbøren har vært vesentlig lavere enn normalt i følgende måneder:

- januar, februar og desember 1972
- mars 1973
- mars og november 1974

Nedbørmengder vesentlig høyere enn normalt ble registrert i følgende måneder:

- september, oktober, november og desember 1973
- juli 1974
- januar og mai 1975

Den normale nedbørmengde er størst ved de tre nordligste målestasjoner som er benyttet.

5.2 Grunnlag for vannføringsberegningene

Grunnlaget for beregningene av vannføringer ut av de enkelte felt og vassdrag, er vannføringsdata fra NVE's vannmerker. Det er benyttet data fra i alt 16 vannmerker, hvorav 2 ligger utenfor fjordens nedslagsfelt. I tabell 38 er listet opp i alt 18 vannmerker i Trondheimsfjordens nedslagsfelt, disse er også vist på fig. 2.

Tabell 37. Nedbørsobservasjoner på utvalgte målestasjoner.

Stasjon	Observasjonsperiode	Nedbør i mm												
		jan.	febr.	mars	apr.	mai	juni	juli	aug.	sept.	okt.	nov.	des.	År
6660 Rennebu	1972	1	1	65	57	45	112	31	60	99	113	78	5	667
	1973	33	76	124	90	76	38	127	84	122	106	153	130	1159
	1974	57	16	6	39	55	43	110	90	36	72	14	55	593
	1975	128	45	19	54	98	32	71	49	76				
	1972-74 ^x	30	31	65	62	59	64	89	78	86	97	82	63	806
6777 Haltdalen	1972	0	4	31	62	47	128	47	54	84	101	91	7	656
	1973	63	67	95	78	38	53	130	62	117	109	124	78	1014
	1974	58	24	7	60	23	45	90	80	31	42	22	60	542
	1975	98	48	11	38	59	53	37	66	66				
	1972-74 ^x	40	32	44	67	36	75	89	65	77	84	79	48	737
6880 Stugudal	1972	3	3	21	54	30	113	79	48	92	69	30	27	619
	1973	82	42	3	64	37	81	111	82	131	99	98	88	918
	1974	51	22	7	58	28	63	134	67	47	30	22	55	584
	1975	122	46	17	35	58	46	38	77	108				
	1972-74 ^x	45	22	10	59	32	86	108	66	90	66	67	57	707
	1931-60 ^{xx}	45	44	41	37	34	81	89	81	83	65	42	47	689
6833 Lien	1972	0	3	31	73	61	108	61	64	93	104	87	15	700
	1973	69	59	2	82	39	64	129	80	141	131	114	75	985
	1974	31	26	3	114	45	56	160	72	32	42	30	54	665
	1972-74 ^x	33	29	12	90	48	76	117	72	89	92	77	48	783
	1931-60 ^{xx}	56	60	61	56	54	89	97	92	95	87	58	63	848
6955 Østås	1972	3	5	59	99	60	82	60	78	158	182	160	60	1006
	1973	134	123	129	118	65	94	136	105	146	220	170	147	1587
	1974	62	55	17	97	56	94	129	84	49	90	35	82	850
	1975	131	98	65	58	118	66	45	123	215				
	1972-74 ^x	66	61	68	105	60	90	108	89	118	164	122	98	1148
	1931-60 ^{xx}	93	92	92	88	72	99	103	114	126	128	88	94	1189
7048 Skjækenfossen	1972	4	8	102	72	38	69	129	88	229	187	202	80	1208
	1973	159	146	175	98	69	94	143	177	179	228	162	194	1824
	1974	78	74	5	100	44	110	163	115	74	92	31	102	988
	1975	175	137	60	41	106	80	49	121	264				
	1972-74 ^x	80	76	94	90	50	91	145	127	161	169	132	125	1340
	1931-60 ^{xx}	105	103	99	91	70	104	106	114	133	139	93	102	1280
7082 Utgård	1972	5	8	32	46	35	42	75	65	120	148	157	66	789
	1973	87	92	128	65	67	81	129	105	123	172	105	154	1305
	1974	74	68	4	58	23	63	107	63	77	70	16	89	712
	1975	135	101	49	41	60	47	35	85	235				
	1972-74 ^x	55	56	55	56	42	62	104	78	107	140	94	104	940

^x Middelerdi for perioden

^{xx} Nedbørnormal for perioden

Tabell 38. NVE's vannmerker - Trondheimsfjordens nedslagsfelt

659-0	Bjørset	Orkla
658-0	Næverdalen	"
661-0	Hage bru	Gaula
1055-0	Eggafoss	"
1431-0	Økdalsmo	Hauka/Gaula
1462-0	Nordsetfoss	Nidelva
666-0	Høggås bru	Forra/Stjørdalselva
913-0	Tangfoss	Stjørdalselva
902-0	Fossing	
1897-0	Skogn	Vannforsyning
1898-0	Levanger	"
669-12	Grundfoss	Verdalselva
904-0	Støafoss	Ogna/Steinkjerelva
1998-0	Hokodalsbru	Steinkjerelva
282-11	Djuphølen	
282-12	Follafoss kraftstasjon	
677-12	Storvatn	
677-13	Svartelv kraftstasjon	
^x 1668-0	Krinsvatn	
^x 685-0	Øyungen	

^xLigger utenfor fjordens nedslagsfelt, men er benyttet som grunnlag for vannføringsberegninger av praktiske grunner.

For å beregne vannføringen i de felt som ligger nedenfor eller mellom vannmerkene, har en tatt utgangspunkt i forholdene mellom areal og gjennomsnittlig avløp. Sistnevnte opplysninger er hentet fra NVE's kart fra 1956 over "Gjennomsnittlig avløp og vannmerker i Sør-Norge". (NVE, Hydrologisk avdeling).

Følgende formel kan stilles opp:

$$Q_1 = Q_2 \cdot \frac{A_1}{A_2} \frac{q_1}{q_2}$$

hvor Q_1 = vannføring ut av lokalt nedbørsfelt (f.eks. N-felt)

Q_2 = vannføring ved NVE's vannmerke (O-felt)

A_1 = areal av lokalt nedbørsfelt

A_2 = areal av vannmerkets nedbørsfelt (O-felt)

q_1 = gjennomsnittlig spesifikt avløp for lokalt nedbørsfelt

q_2 = gjennomsnittlig spesifikt avløp for vannmerkets nedbørsfelt (O-felt)

Dette kan også uttrykkes som: $Q_1 = f \cdot Q_2$ hvor $f = \frac{A_1}{A_2} \cdot \frac{q_1}{q_2}$

P.g.a. reguleringer, kraftverk etc. har det enkelte steder vært nødvendig å beregne vannføringen ut av nedenforliggende og mellomliggende felter på grunnlag av vannføringsdata fra vannmerker i andre vassdrag. Dette er tilfelle for feltene N 7 og R 3 (Nidelva se fig. 2-3). På grunn av Selbusjøens magasineringseffekt er ikke data fra vannmerke 1462-0 Nordsetfoss (fig. 2) brukbare. I stedet har en benyttet vannmerke 1431-0 Økdalsmo i Gaulavassdraget (fig. 2).

Videre er vannføringen ut av feltene R 6, M 5, N 3 og M 4 (fig. 2-3) beregnet på grunnlag av data fra vannmerke 685-0 Øyungen som ligger utenfor Trondheimsfjordens nedslagsfelt. Dette er gjort p.g.a. magasineringseffekten i Snåsavatn. Fra 1974 er vannføringsdata for Steinkjerelva hentet fra vannmerke 1998-0 Hokodalsbrua. Dette medfører at feltene N 9, O 5, N 4 og R 6 erstattes med felt O 15. Vannmerke 904-0 Støafoss går samtidig ut som grunnlag for vannføringsberegninger.

Vannføringen fra felt 03 beregnes på grunnlag av vannføringen ut av Follafoss kraftstasjon, vannmerke 282-12. I tillegg må en imidlertid ta hensyn til den vannmengde som går i omløp forbi kraftstasjonen ved ekstra stort tilsig. Denne vannmengde blir registrert ved vannmerke 282-11, Djuphølen. Summen av 282-11 og 282-12 blir betegnet 282-13, og er vannføringen ut av felt 03.

Svartelv kraftstasjon, vannmerke 677-13, danner utgangspunktet for vannføringen ut av felt 011. Også her må en ta hensyn til et omløp forbi kraftstasjonen, vannmerke 677-12 Storvatn, men omløpet har ikke vært benyttet de siste 3 årene.

Vannføringen ut av feltene N 10 og M 2 er beregnet på grunnlag av data fra vannmerke 1668-0 Krinsvatn, som også ligger utenfor fjordens nedslagsfelt. Dette er gjort fordi avløpet gjennom en kraftstasjon (Svartelv) ikke er representativ for avrenningsforholdene i området.

I tabell 39 har en listet opp f-verdiene (se foran) for hvert felt. Ved hjelp av data fra NVE's vannmerker (O-felt) og f-verdiene kan en så beregne vannføringen ut av de øvrige felt (M-, N- og R-felt).

I tilknytning til tabell 39 vil en videre bemerke at feltene 012, 013 og 014 er nedbørfelter for henholdsvis Krinsvatn vannmerke (1668-0), Øyungen vannmerke (685-0) og Økdalsmo vannmerke (1431-0). Disse er opprettet av grunner som er omtalt tidligere, men vannføringen ut av disse tre feltene inngår ikke i den totale ferskvannstilførselen til fjorden - 012 og 013 fordi de ligger utenfor fjordens totale nedbørfelt og 014 fordi det ligger innenfor 01 (se fig. 2) og følgelig dekkes av vannmerke Haga bru i Gaula.

5.3 Vannføringer

Det er foretatt følgende beregninger av vannføringer i nedbørfeltet. Når det gjelder betegnelsene O-, M-, N- og R-felt, henvises til kap. 3.1.

- Ved målestasjonene til DKNVS (O+R-felt). Se vedleggets tabellserie 1.
- Fra hvert felt (O, N, R, M). Se vedleggets tabellserier 2 og 3.

Tabell 39. Øversikt over F-verdier for de enkelte nedbørfelt

1972 og 73

NVE's vannmerke

Nr.	Kode	År	Felt	Feltnr. og faktorer					
661	0	1972	01	N 1	0.3210	M 1	0.0943	R 2	0.2260
659	0	1972	02	N 2	0.3950	M 1	0.1397	R 1	0.3950
282	13	1972	03						
904	0	1972	05	N 4	0.2660	N 9	3.0380		
669	12	1972	06	M 6	0.6760	N 8	0.9632	R 5	0.5480
666	0	1972	07	N 6	1.6650	R 4	0.7520		
902	0	1972	08	N 5	1.6930				
913	0	1972	09	N 6	1.6650	R 4	0.7520		
1462	0	1972	010						
677	13	1972	011						
1668	0	1972	012	M 2	2.4450	N 10	2.8490		
685	0	1972	013	N 3	0.3230	M 4	3.2200	M 5	1.5640
1431	0	1972	014	N 7	2.7570	R 3	0.4580	R 6	0.9890

1974

661	0	1974	01	N 1	0.3210	M 1	0.0943	R 2	0.2260
659	0	1974	02	N 2	0.3950	M 1	0.1397	R 1	0.3950
282	13	1974	03						
669	12	1974	06	M 6	0.6760	N 8	0.9632	R 5	0.5480
666	0	1974	07	N 6	1.6650	R 4	0.7520		
902	0	1974	08	N 5	1.6930				
913	0	1974	09	N 6	1.6650	R 4	0.7520		
1462	0	1974	010						
677	13	1974	011						
1668	0	1974	012	M 2	2.4450	N 10	2.8490		
685	0	1974	013	N 3	0.3230	M 4	3.2200	M 7	1.1300
1431	0	1974	014	N 7	2.7570	R 3	0.4580		
1998	0	1974	015						

- Sum alle O-felt. Se vedleggets tabellserie 2.
- Sum alle N-felt. Se vedleggets tabellserie 2.
- Sum alle M-felt. Se vedleggets tabellserie 3.
- Sum alle R-felt. Se vedleggets tabellserie 2.
- Sum alle vassdrag (Orkla, Gaula- Nidelva, Stjørdalselva, Verdalselva, Steinkjerelva, Djuphølelva, Svartelva og "Fossing"). Se vedleggets tabellserie 3 og merk at summen her er angitt for O+N-felt.
- Sum fjorden totalt. Se vedleggets tabellserie 3.

Vannføringen i hvert vassdrag ved kjemisk målestasjon (O+R-felt) er beregnet daglig (m^3/s), som det fremgår av vedleggets tabellserie 1. Øvrige data for ferskvannstilførsel (tabellseriene 2 og 3) er basert på månedsmiddel (m^3/s).

Beregningene viser (tabellserie 3) at det i 1972 ble tilført fjorden totalt 21 927.6 mill. m^3 ferskvann, i 1973 32 516.8 mill. m^3 og i 1974 20 365.9 mill. m^3 .

Figurene 7-12 viser vannføringen i de enkelte elver ved kjemisk målestasjon (O+R-felt).

6. FORURENSNINGSTILFØRSLER - MÅLTE

6.1 Prøvetaking og analyser

Prøvetakingen er blitt gjort av Det Kgl. Norske Videnskabers Selskab, Museet (DKNVS, Museet). Analysene er i hovedsak foretatt ved SINTEF's laboratorier, men NIVA har medvirket i innkjøringsperioden.

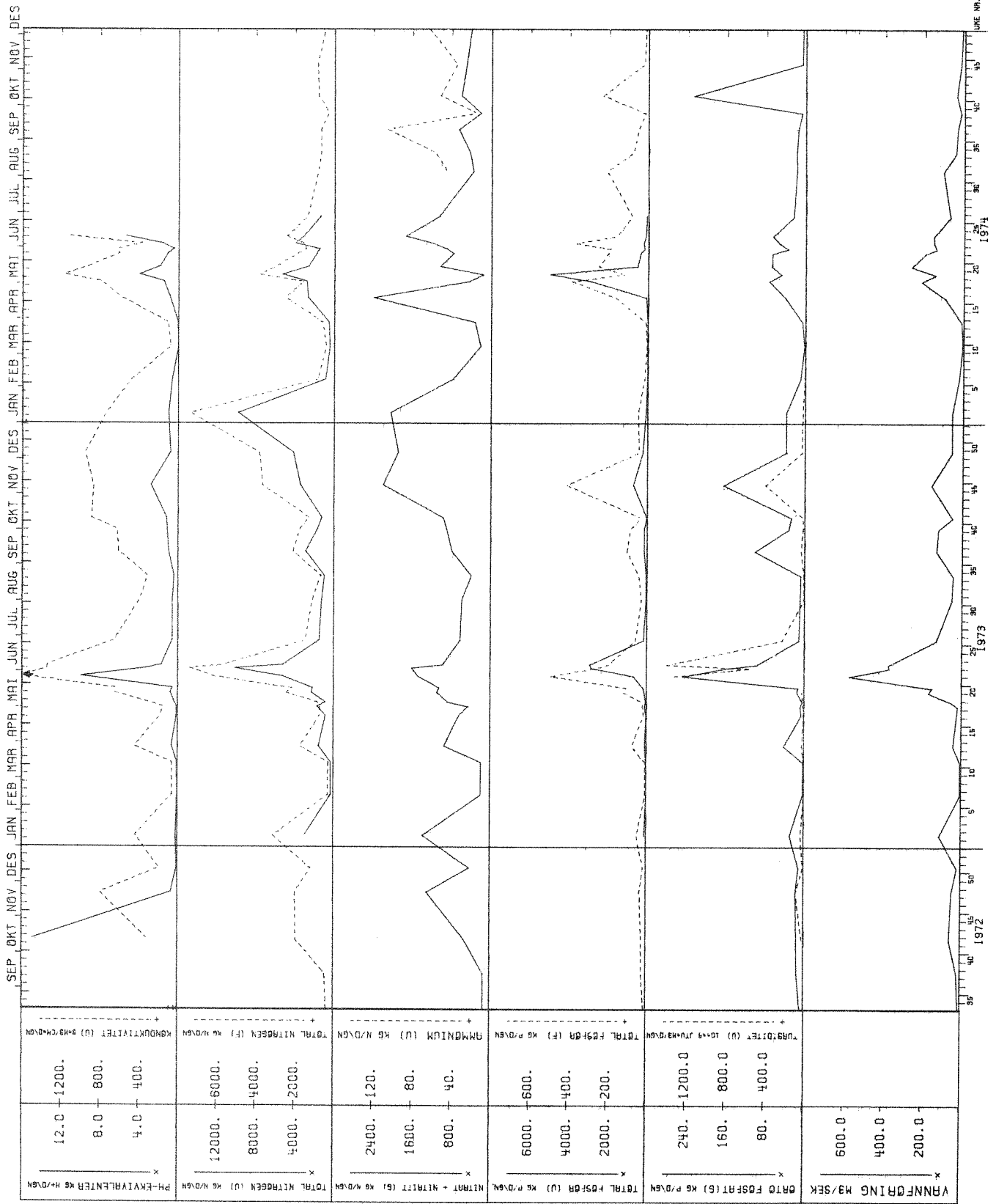
I tabell 40 er oppstilt en oversikt over prøvestedene, som også er vist på fig. 3. Følgende parametre er målt i perioden: pH, konduktivitet, turbiditet, totalfosfor (filtrert og ufiltrert), totalnitrogen (filtrert og ufiltrert), orthofosfat (filtrert), nitrat (filtrert) og ammonium (filtrert). Prøvetakingsfrekvens og -tidspunkter fremgår av vedleggets tabellserie 4. Stort sett er prøvene innsamlet månedlig, men med hyppigere prøvetaking i flommånedene mai og juni.

Tabell 40. Prøvetakingssteder for vannprøver til kjemisk analyse

<u>Sted:</u>	<u>Vassdrag:</u>
Orkla øvre	Orkla
Rønningen	"
Svorkmo	"
Orkla nedre	"
Gimse bru	Gaula
Nedre Leirfoss	Nidelva
Mælen bru	Stjørdalselva
Ved Forra	"
Vegbru E-6	Levangerelva
Fjellveien	"
Trafostasjon	"
Leirabekken	"
Feltet	"
Munningen (Tinna)	Verdalselva
Bru v/ Guldbergaunet	Steinkjerelva
Bekk v/ Rødfoss	Borgenfjorden
Bekk v/ Lorvik	"
Bekk, nord av Tønne	"
Bekk, sør av Tønne	"

FIG. 7 BEREGNET KOMPONENT-TRANSPORT I UTLØPET AV NEDRE ØRKLÅ ITIDEN AUGUST 1972 - DESEMBER 1974

Ufiltrerte prøver -----
 Filtrerte prøver - - - - -



35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100
 1972 1973 1974
 SEP OKT NOV DES JAN FEB MAR APR MAI JUN JUL AUG SEP OKT NOV DES
 JUNE NR.

FIG. 8 BEREGNET KOMPONENT-TRANSPORT I UTLØPET AV GAULA ITIDEN AUGUST 1972 - DESEMBER 1974

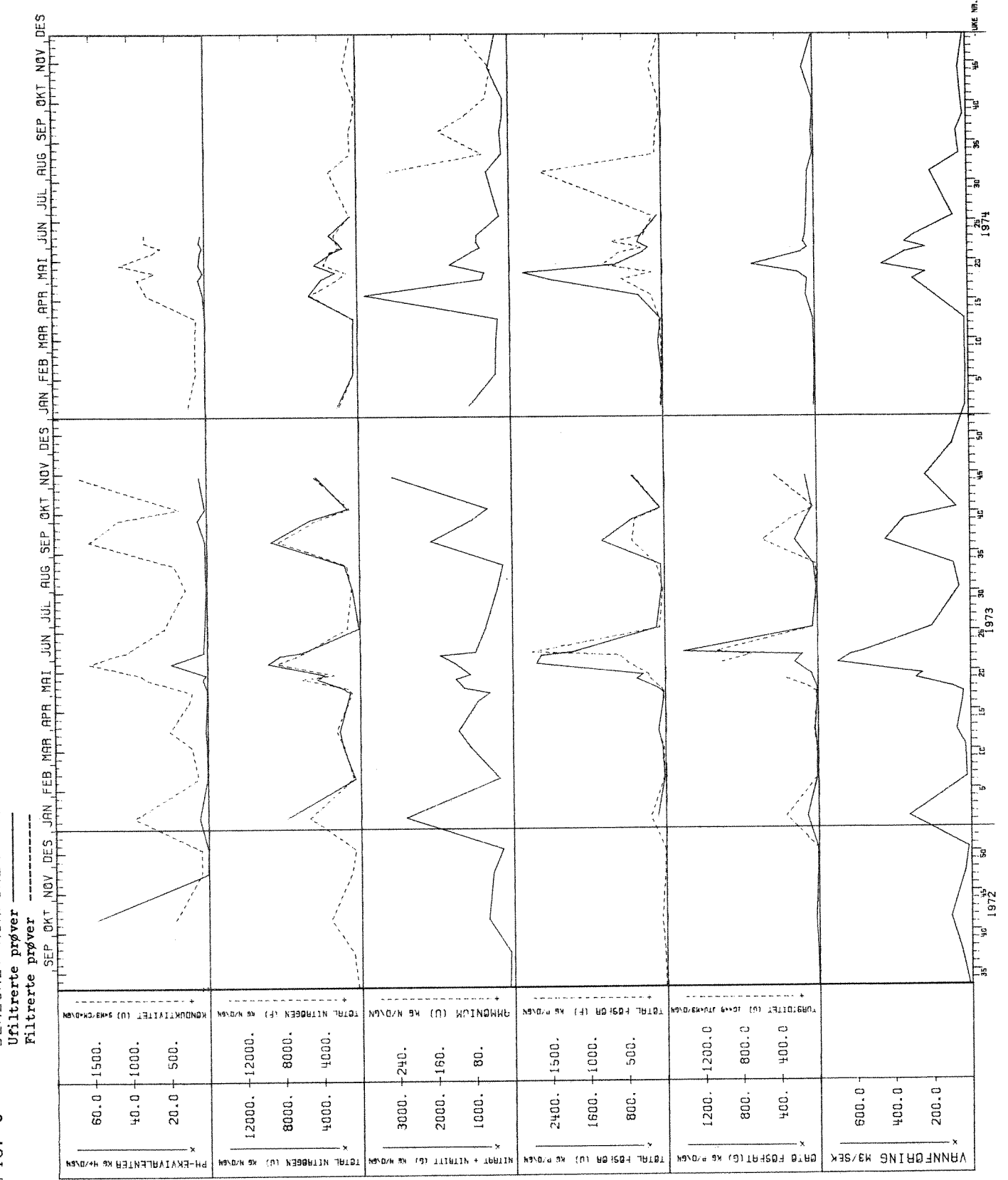


FIG. 9 BEREGNET KOMPONENT-TRANSPORT I UTLÅPET AV NIDELVEN ITIDEN AUGUST 1972 - DESEMBER 1974

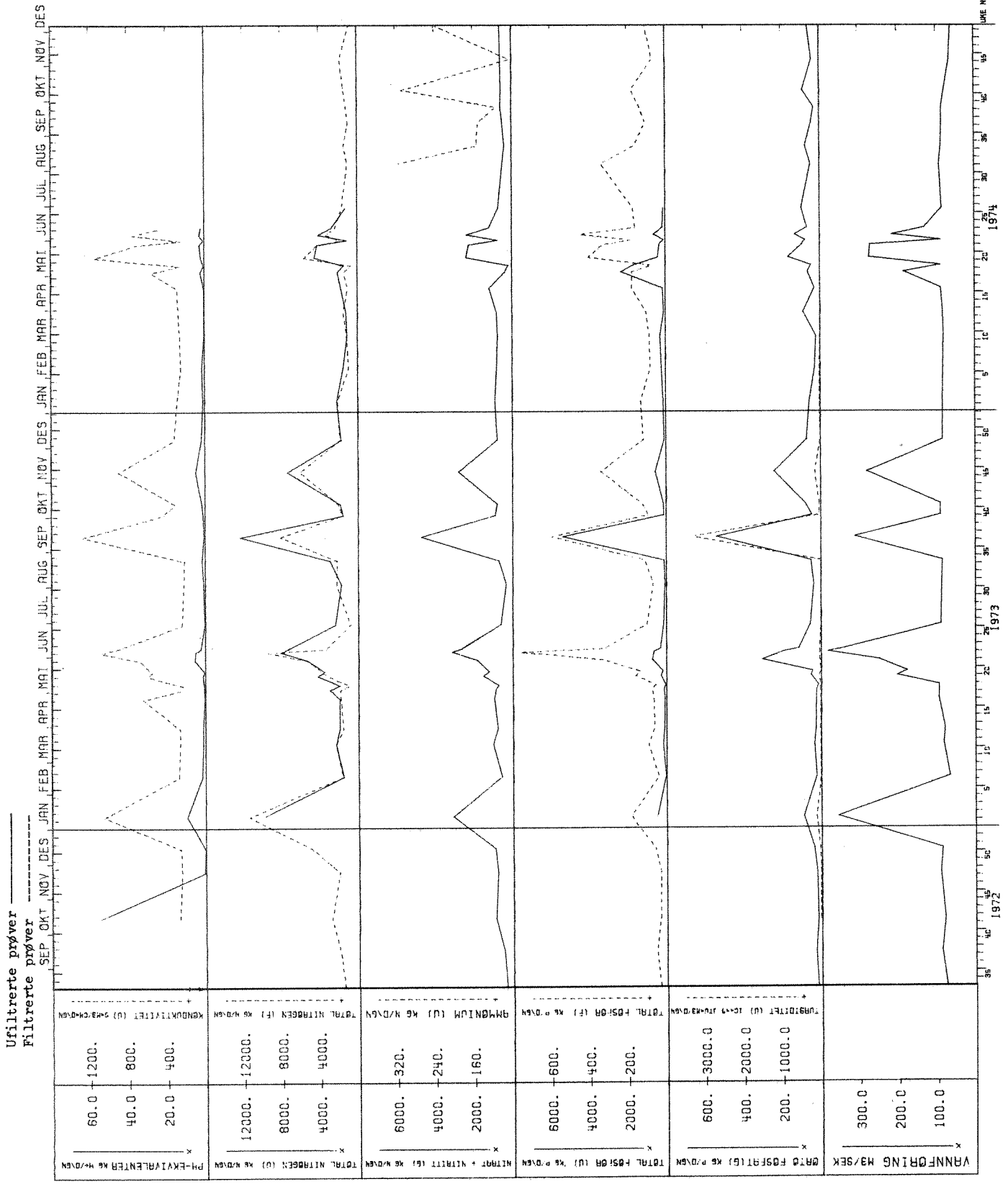


FIG. 10 BEREGNET KOMPONENT-TRANSPORT I UTLØPET AV STJARDALSSELVEN ITIDEN AUGUST 1972 - DESEMBER 1974
 Ufiltrerte prøver -----
 Filtrerte prøver -----

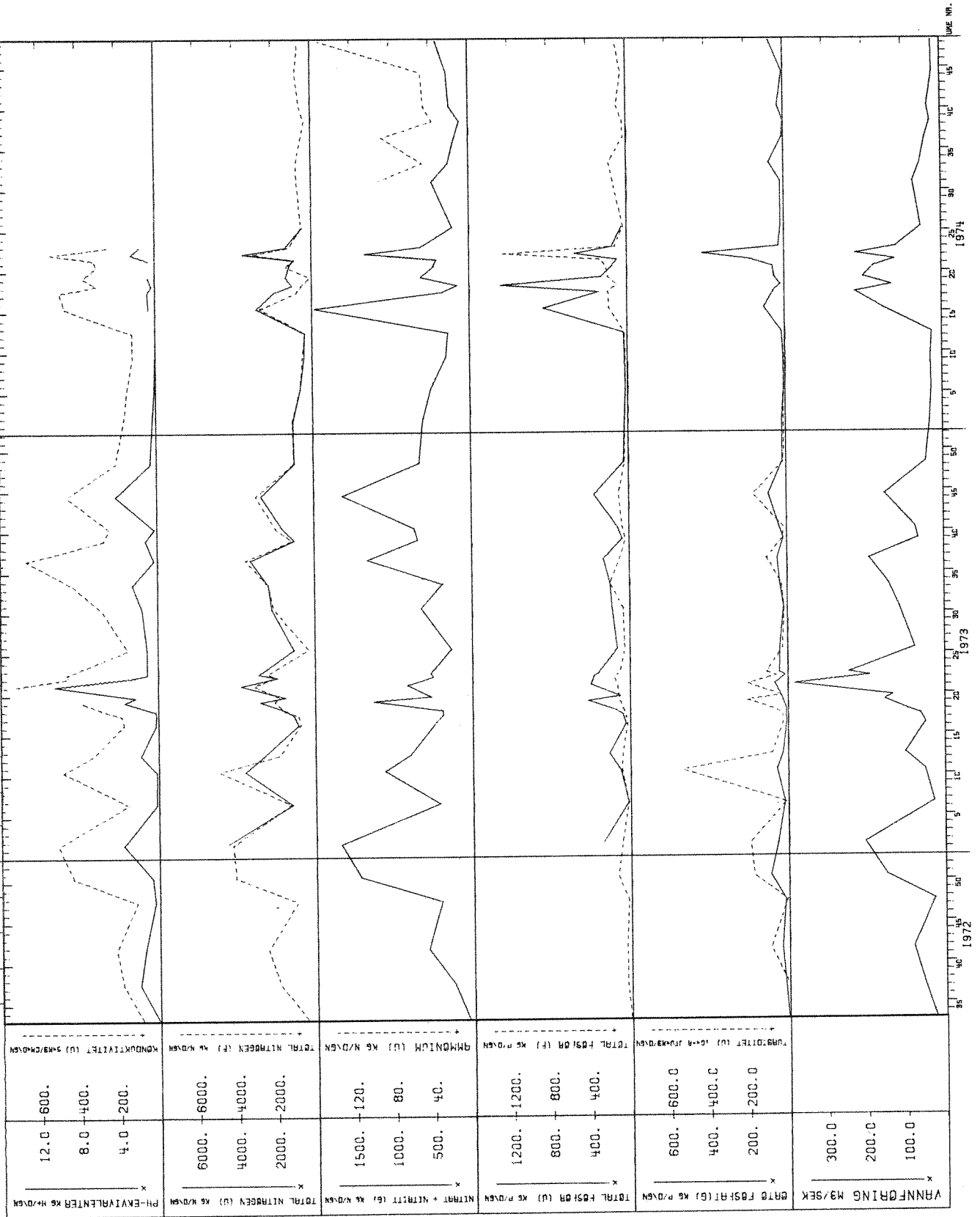


FIG. 11 BEREGNET KOMPONENT-TRANSPORT I UTLØPET AV VERDALSSELVEN ITIDEN AUGUST 1972 - DESEMBER 1974

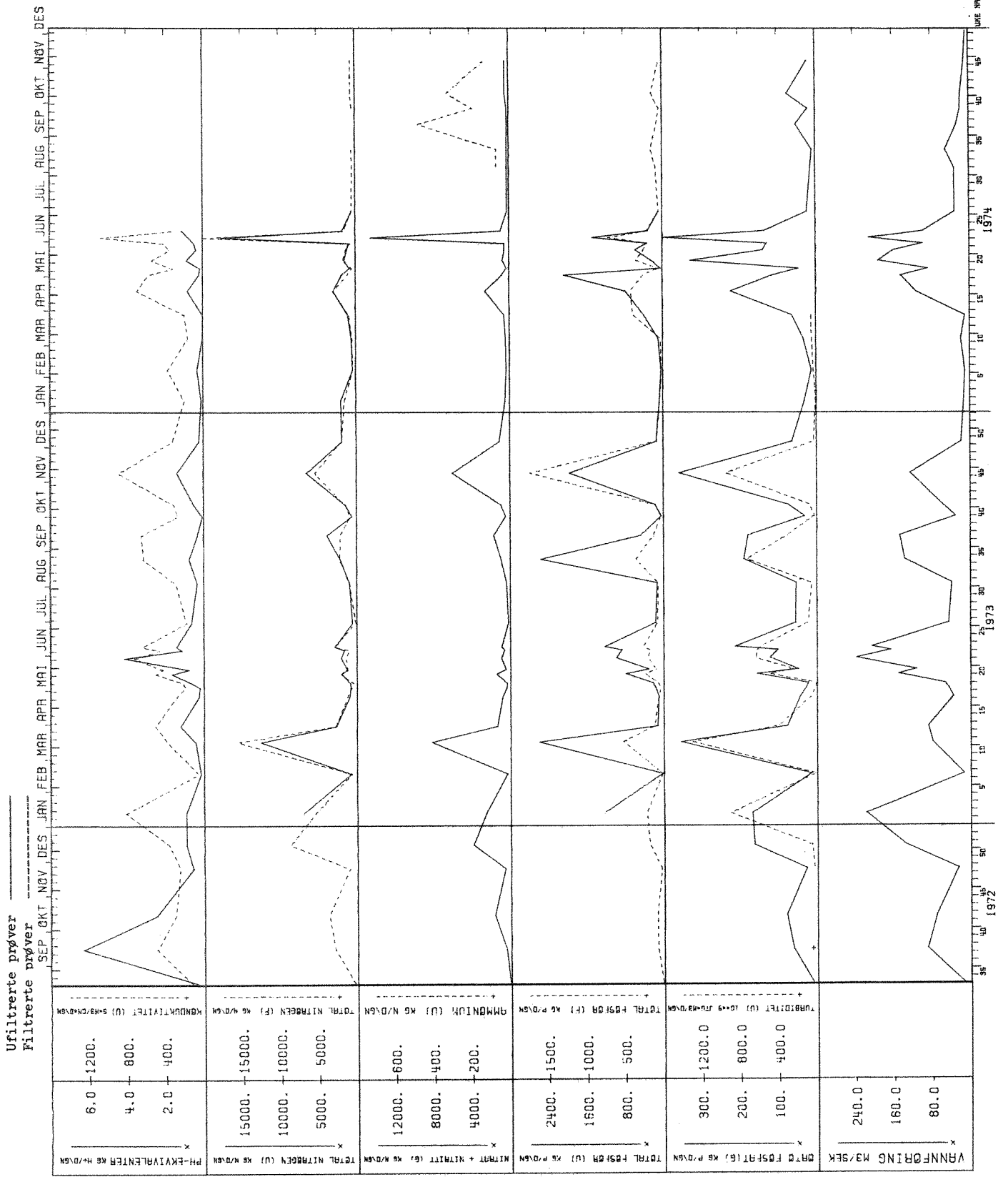
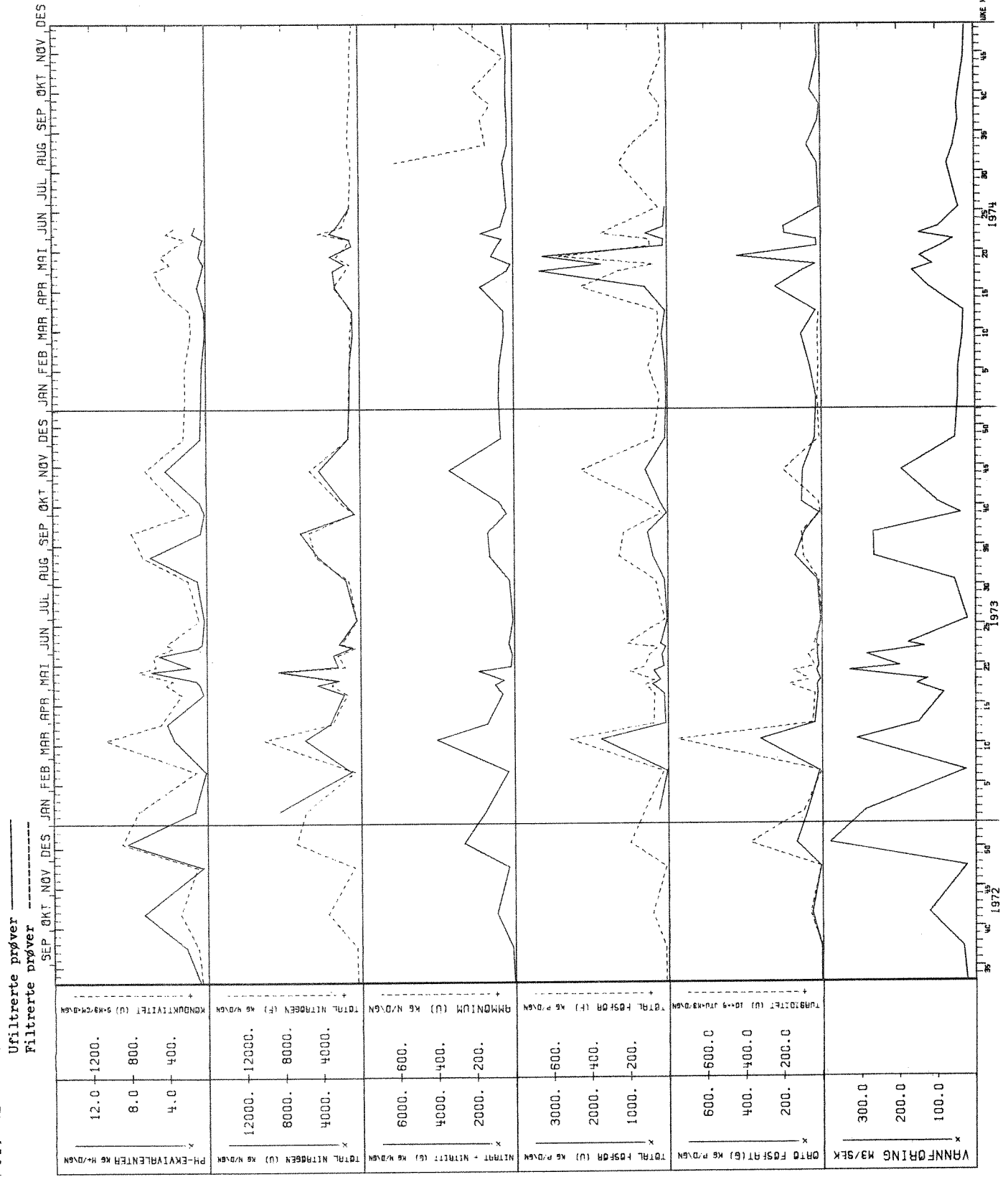


FIG. 12 BEREGNET KOMPONENT-TRANSPORT I UTLØPET AV STEINKJØRSSELVEN I TIDEN AUGUST 1972 - DESEMBER 1974



Prøvetakingen startet 14.8.72, og det er innsamlet vann fra i alt 19 forskjellige prøvesteder (tabell 40).

Analyser av ufiltrerte prøver for totalfosfor og nitrogen er bare foretatt i perioden januar-73 - juni-74. Sammenlikning mellom teoretisk beregnede og målte tilførsler av fosfor og nitrogen er dermed bare mulig for ett fullt kalenderår (1973) og første halvår av 1974.

Målinger av pH, konduktivitet og turbiditet ble utført for å belyse forurensningssituasjonen og vannkvaliteten i elvene. Etter å ha fått tilfredsstillende opplysninger om disse forhold, ble analysene innstilt. I stedet ble det på to prøveserier i mai og august 1975 foretatt orienterende metallanalyser (kadmium, kobolt, krom, kobber, jern, kvikksølv, mangan, nikkel, bly og sink) i de syv hovedvassdragene og enkelte forurensede bekker. Hensikten med de sistnevnte analyser var å få et grovt skjønn på transporten av metaller i vassdragene.

6.2 Målte tilførsler via vassdrag

6.2.1 Beregningsmetodikk

Komponenttransporten i vassdragene er primært beregnet med utgangspunkt i følgende formel:

$$\frac{\sum c \cdot q}{\sum q} \cdot Q$$

hvor c = konsentrasjonen målt i vassdrag (tabellserie 4 i vedlegg)

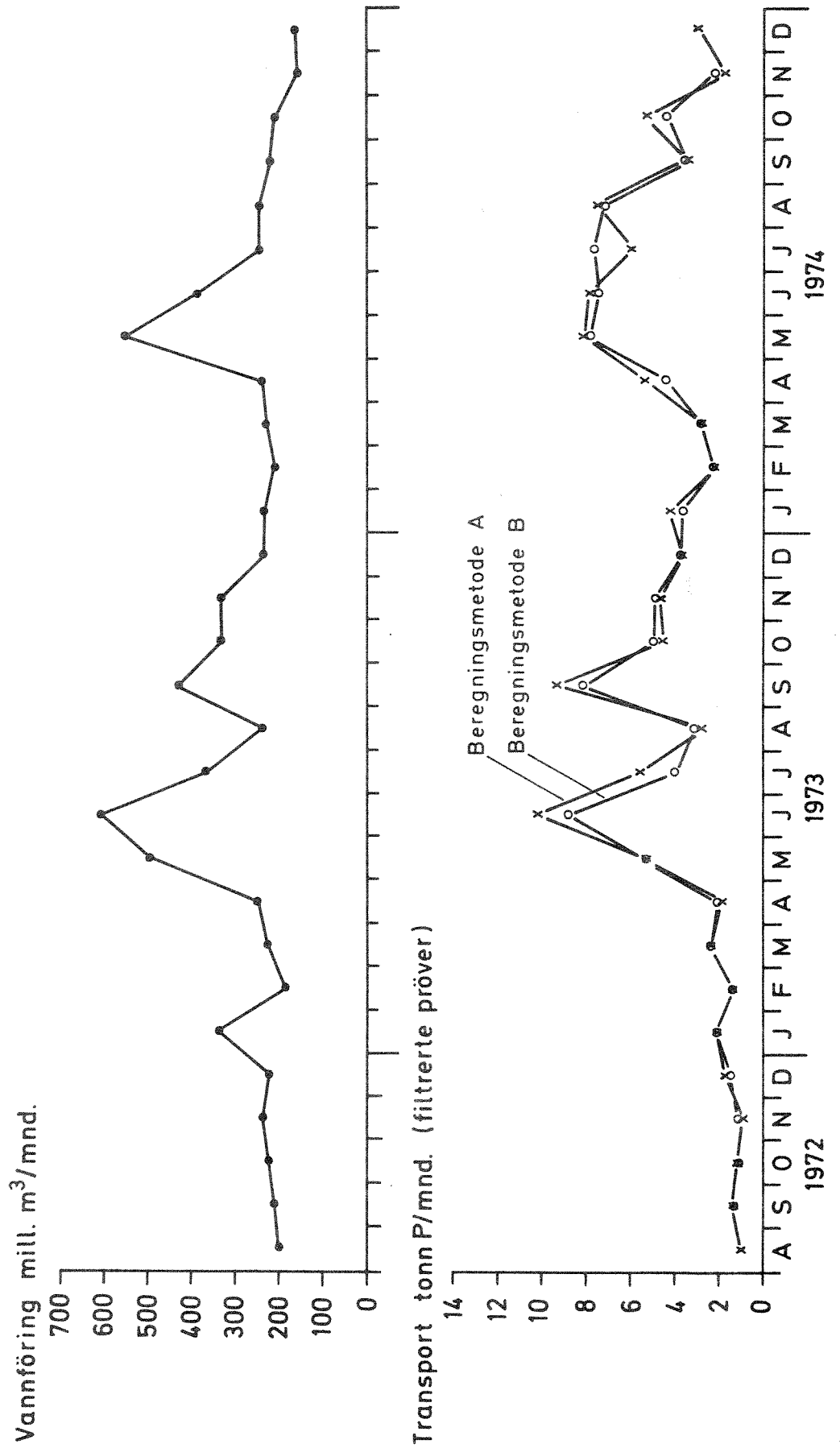
q = vannføringen på måledag for kjemisk prøve (tabellserie 4 i vedlegg)

Q = total vannføring i en periode (måned, halvår, år etc.)
(tabellserie 6a i vedlegg)

Komponenttransporten pr. døgn (kg/d) er vist i tabellserie 5 i vedlegg, og komponenttransporten pr. måned i tabellserie 6a i vedlegget.

Ved beregning av komponenttransport over en lenger periode (halvår etc.) har en benyttet følgende metode: Når flere analyser foreligger pr.

Fig.13 Månedlig middelvannføring og beregnet transport av totalfosfor i Nidelva 1972 - 1974
Nærmere forklaring i tekst



måned, har en beregnet midlere døgnverdi. For måneder uten analysedata har en beregnet midlere døgnverdi ved interpolering. For en periode - f.eks. 1. halvår 1973 - er transporten beregnet således:

$$\frac{\begin{array}{l} \text{juni} \\ \Sigma \text{ midlere døgntransport (kg/d)} \\ \text{jan.} \end{array}}{\begin{array}{l} \text{juni} \\ \Sigma \text{ midlere vannføring (m}^3\text{/d)} \\ \text{jan.} \end{array}} \times \text{Total vannføring i perioden}$$

Beregningsresultatene fremgår av tabellserie 6a i vedlegg.

I forbindelse med prosjektet "Sur nedbørs virkning på skog og fisk" utviklet dataseksjonen ved NIVA en metode for beregning av komponenttransporten som baserer seg på lineær interpolering av konsentrasjonen av vedkommende parametre for hvert døgn. Vannføringen ved kjemisk målestasjon er kjent for hvert døgn (tabellserie 1 i vedlegget), og komponenttransporten kan følgelig beregnes for den periode man ønsker. Denne metoden er benyttet for beregning av komponenttransporten i Orkla og Nidelva (tabellserie 6b i vedlegg). Sammenlignet med den beregningsmetoden som er omtalt tidligere, gir metoden svært like resultater. Dette er vist i fig. 13 for totalfosfor på filtrerte prøver i Nidelva (beregning metode B).

Man kan konkludere med at valg av metode for beregning av komponenttransporten ikke synes å ha utslagsgivende betydning med det foreliggende datagrunnlag.

6.2.2 Fosforforbindelser

Av tabellserie 5 i vedlegget ses beregnede komponenttransporter pr. døgn, og av tabellserie 6a ses komponenttransporten beregnet månedsvis og for utvalgte perioder. P.g.a. den nevnte mangel på analysedata, har det bare vært mulig å beregne tilførselen av ufiltrert totalfosfor for tidsrommet januar 73 - juni 74.

En sammenstilling av tilførte mengder fosforforbindelser er gjort i tabell 41. Av tabellen ser man at det i 1973 ble tilført fjorden ca. 800 tonn fosfor, regnet som ufiltrert totalfosfor, via de deler av

Tabell 41. Tilførsel av fosforforbindelser (tonn/år) for hovedvassdragene, basert på målinger.

Areal, km ²	Orkla 2954		Gaula 3575		Nidelva 3119		Stjørdalselva 1902		Verdalselva 1433		Steinkjerelva 2173		Sum vassdrag 15156	
	Tot. P	PO ₄	Tot. P	PO ₄	Tot. P	PO ₄	Tot. P	PO ₄	Tot. P	PO ₄	Tot. P	PO ₄	Tot. P	PO ₄
Jan. 73-juni 73	67.2	12.0	70.9	34.0	33.4	21.3	29.9	12.7	110.1	25.9	47.3	21.1	358.8	127.0
Juli 73-des. 73	49.4	16.6	62.4	30.6	139.7	32.0	25.4	12.0	106.8	51.0	40.5	26.3	424.2	168.4
Jan. 74-juni 74	71.3	22.1	79.8	34.1	62.5	30.7	46.7	27.1	69.0	35.4	78.7	30.9	408.0	180.3
Jan. 73-des. 73	116.1	29.6	135.6	66.0	178.0	53.9	55.6	25.1	222.5	82.5	88.4	48.6	796.2	305.7
Juli 73-juni 74	120.7	38.7	142.2	64.7	202.2	62.7	72.1	39.1	175.8	86.4	119.2	57.2	832.2	348.7
Sept. 72-aug. 73	18.3	8.9	50.0	29.7	35.9	15.8	25.5	11.1	46.2	32.3	35.6	17.7	211.5	115.5
Sept. 73-aug. 74	43.4	15.9	85.4	24.9	67.0	36.2	45.4	18.9	93.6	36.9	62.5	28.6	397.3	161.4

NB: De beregnede verdiene for tidsrommet jan.-des.1973 er ikke nøyaktig lik summen av de beregnede verdiene for tidsrommene jan. - juni 1973 og juli - des. 1973. på grunn av beregningsmetoden. For tidsrommet juli 1973 - juni 1974 har en derimot summert tidsrommene juli - des. 1973 og jan. - juni 1974.

hovedvassdragene som dekkes av de kjemiske målestasjonene. I tillegg kommer bidragene fra det øvrige nedbørfeltet. (nærområdene). Ved å betrakte tidsrommet juli 73 - juni 74, er tilførte mengder tilnærmet det samme. Tabellen viser videre at det i 1973 ble tilført fjorden ca. 300 tonn fosfor, regnet som filtrert totalfosfor, mens tilsvarende tall for tidsrommet juli 73 - juni 74 er ca. 350 tonn. Dette tilsvarer ca. 40% av tilførte mengder totalfosfor målt på ufiltrerte prøver.

Tabell 42 viser den prosentvise fordeling av tilført totalfosfor fra de enkelte elvene i tidsrommene jan.-des. 73 og juli 73 - juni 74. Tabellen gir også fordelingen mellom ufiltrert og filtrert totalfosfor.

Tabell 42. Prosentvis fordeling av tilført totalfosfor
(filtrert og ufiltrert)

Vassdrag \ Tidsrom	jan.-des.73		juli 73-juni 74	
	U	F	U	F
Orkla	15	10	15	11
Gaula	17	21	17	19
Nidelva	22	18	24	18
Stjørdalselva	7	8	9	11
Verdalselva	28	27	21	25
Steinkjerelva	11	16	14	16
Totalt	100	100	100	100

Av tabellen kan man se at Nidelva og Verdalselva er de største bidragsytere med ufiltrert totalfosfor, og Stjørdalselva den minste. Bidraget fra Verdalselva i 1973 er tildels bemerkelsesverdig høyt, spesielt på bakgrunn av at elva har det minste nedbørfeltet. For tidsrommet juli 73 - juni 74 bidrar Nidelva mest, noe som delvis skyldes at transporten var spesielt høy i september 1973 p.g.a. høy fosforkonsentrasjon sammenfallende med stor vannføring.

Betrakter man fordelingen av tilførselen med filtrert totalfosfor, ser man at denne til dels skiller seg fra fordelingen med hensyn til bidragene med ufiltrert totalfosfor. Verdalselva peker seg ut som den største bidragsyter, mens Gaula og Nidelva er noenlunde jevnbyrdige. Belastningen med filtrert totalfosfor fra Orkla og Nidelva er relativt sett betraktelig mindre enn for ufiltrert totalfosfor.

De ytre fjordområder (Orkla, Gaula, Nidelva) tilføres ca. 55% av transportert ufiltrert totalfosfor, og ca. 50% av filtrert totalfosfor.

Av tabell 41 fremgår det at det er forholdsvis liten variasjon i transporten med fosforforbindelser de 3 halvårene som er vurdert. Variasjonene mellom disse periodene ligger innen 10-20% for vassdragene totalt. Med hensyn til ufiltrert totalfosfor, viser Nidelva de største variasjonene. Stjørdalselva og Verdalselva viser de største variasjonene med hensyn til filtrert totalfosfor.

Av tabellserie 4 i vedlegget ser man at middelkonsentrasjonene av fosfor (totalfosfor ufiltrert og filtrert) er høyere i første halvår 1974 enn i 1973. Samtidig ser man at den gjennomsnittlige vannføringen er mindre i første halvår 1974 enn i 1973. Dette er motsatt av hva en skulle forvente ut fra at fosforutvaskingen fra landarealer må antas å skje vesentlig ved jorderosjon, d.v.s. i perioder med intensiv nedbør.

Ser man nærmere på forholdet mellom transporten beregnet på basis av henholdsvis ufiltrerte og filtrerte prøver, viser tabell 41 at dette i gjennomsnitt lå på 2 - 2,5. Som nevnt tidligere varierer forholdet mest for Nidelva (1,5 - 4,2) og Verdalselva (2 - 4,2). Både Gaula (2 - 2,3), Stjørdalselva (1,7 - 2,0) og Steinkjerelva (1,7 - 2,5) viste derimot forholdsvis stor stabilitet.

Kjennskapet til hvilken rolle jordsmonnet, fjellgrunnen, plantedekket etc. spiller, er forholdsvis beskjedent, men ut fra de opplysninger som foreligger synes det vanskelig å finne noen sammenheng mellom disse faktorer og forholdet mellom tilførselen av ufiltrert og filtrert totalfosfor.

Tabell 43. Sammenligning av teoretisk beregnede (T) og målte tilførsler (M) av fosforforbindelser (totalfosfor på henholdsvis ufiltrerte (U) og filtrerte (F) prøver). Angitt i tonn.

	Orkla		Gaula		Nidelva		Stjørdalselva		Verdalselva		Steinkjerelva		Sum vassdrag								
	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T							
Jan. - des. 1973	116	30	47	136	66	59	178	54	49	56	25	23	223	83	29	88	49	36	796	306	243
Juli 1973-juni 1974	121	39	47	142	65	59	202	63	49	72	39	23	176	86	29	119	57	36	832	349	243

Tabell 44. Prosentvis forskjell mellom målte og teoretisk beregnede tilførsler av fosforforbindelser (totalfosfor på henholdsvis ufiltrerte (U) og filtrerte (F) prøver). Prosent angitt som tillegg eller fradrag i teoretisk verdi.

	Basert på ufiltrerte prøver		Basert på filtrerte prøver	
	Jan.-des. 1973	Juli 1973-juni 1974	Jan.-des. 1973	Juli 1973-juni 1974
Orkla	+ 146	+ 157	+ 36	+ 17
Gaula	+ 129	+ 141	+ 12	+ 10
Nidelva	+ 263	+ 312	+ 10	+ 29
Stjørdalselva	+ 139	+ 213	+ 9	+ 70
Verdalselva	+ 656	+ 507	+186	+197
Steinkjerelva	+ 144	+ 231	+ 36	+ 58
Vassdrag totalt	+ 228	+ 242	+ 25	+ 44

6.2.2.1 Sammenlikning av teoretisk beregnede og målte tilførsler

I tabell 43 har en stilt opp de delvis målte og de rent teoretisk beregnede verdier av tilførte fosforforbindelser (totalfosfor på h.h.v. ufiltrerte og filtrerte prøver). De målte verdiene er basert på to perioder, henholdsvis jan.-des. 73 og juli 73 - juni 74.

I tabell 44 er fremstilt den prosentvise forskjellen mellom de målte og teoretisk beregnede verdier.

Det går frem av tabellene at verdiene for tilførselen av totalfosfor på filtrerte prøver ligger nærmest de teoretisk beregnede verdiene. Dette kan bety at en ved de teoretiske beregningene har tatt for lite hensyn til utvaskingen av partikulært bundet fosfor. Det er videre grunnlag for å anta at dette skulle gi størst utslag jo lenger ned i vassdraget man kom, p.g.a. jordsmonnets beskaffenhet (økt mengde leirpartikler etc. under den marine grense). Nederst i vassdragene er nedbørsfeltene stort sett dominert av skog og dyrket mark, mens nedbørsfeltet i øvre deler av vassdragene er dominert av uproduktiv mark med en del skog (se fig. 1). I tabell 28 (kpt. 4.4.1) går det frem at det i litteraturen er oppgitt tildels svært forskjellige tall for avrenning av fosfor fra dyrket mark og skog, og også for avrenning fra uproduktiv mark er verdiene usikre. Undersøkelser i forbindelse med Mjøsprosjektet (18) viser at avrenningen av fosfor til jordbruksbekker viser store variasjoner fra sesong til sesong og fra år til år.

I Orkla har en kjemiske analysedata fra i alt 4 stasjoner (fig. 3). Vassdraget egner seg derfor for en analyse av de forhold som er nevnt ovenfor.

Orkla øvre kan tilnærmet betraktes å ha et nedbørsfelt bestående av hovedsakelig uproduktiv mark (fig. 1 og 3). Nedbørsfeltets totale areal er ca. 1363 km². Basert på vannføringsdata fra vannmerke 659-0 Bjørset (fig. 2), kan en på grunnlag av forholdene mellom arealene beregne vannføringene i vassdraget ved kjemisk analysestasjon Orkla øvre. Dette gjør det følgelig mulig å beregne den totale transporten i vass-

draget ved dette punktet. De kjemiske analyseresultatene fremgår av tabellseriene 5 og 6

Beregningene for 1973 viser en transport av ufiltrert totalfosfor på ca. 21 tonn, som gir en spesifikk avrenning tilsvarende ca. $15 \text{ kg P/km}^2 \cdot \text{år}$ fra uproduktiv mark (mot antatt $6 \text{ kg P/km}^2 \cdot \text{år}$).

Dette anvendes så på det totale areal av uproduktiv mark for Orkla's nedbørfelt ved kjemisk analysestasjon Orkla nedre.

Ved å betrakte de teoretiske beregningene for tilførselene fra befolkning og industri som noenlunde korrekte, kan en sette opp følgende "massebalanse" for Orkla i 1973 ved stasjon Orkla nedre (fig. 3). Beregningene baserer seg på totalfosfor på ufiltrerte prøver.

Målt totaltransport (tabell 41)	116 tonn
Teoretisk beregnet tilførsel fra befolkning og industri (tabell 34)	21 tonn
Tilførsel fra uproduktiv mark basert på $15 \text{ kg P/km}^2 \cdot \text{år}$	28 tonn
<hr/>	
Tilførsel fra dyrket mark, skog, gjødselkjellere og silo/halmlutingsanlegg	67 tonn

Ifølge de tilgjengelige opplysninger (kp. 3.5.3) er halmlutingsvirksomheten beskjedent i Orkla's nedbørfelt. Måleresultatene tyder følgelig på at avrenning av fosfor fra dyrket mark, skog, gjødselkjellere og siloanlegg er vesentlig høyere enn teoretisk beregnet. Tabellene 29 og 30 viser ifølge de teoretiske anslagene at disse kildene til sammen skulle bidra med ca. 15 tonn fosfor, derav ca. 7 tonn fra gjødselkjellere og siloanlegg.

Hvis man antar som mindre sannsynlig at bidraget fra de to sistnevnte kilder skulle være særlig høyere, må det vesentlige av forskjellen mellom 67 og 15 tonn tilskrives avrenning fra skog og dyrket mark. Dette har bl.a. store konsekvenser for det tallmessige forhold mellom ukontrollerbare og kontrollbare kilder. Tabell 35 antyder at bidraget fra ukontrollerbare kilder - basert på teoretiske beregninger - var så lavt som 25%.

Hvis vannanalysene reflekterer et riktigere bilde, blir forholdet nærmest snudd om. Det kan m.a.o. se ut til at de teoretiske verdiene for utvasking av fosfor er for lave. Som tidligere nevnt, er det mest sannsynlig at det er utvaskingen av partikkelbundet fosfor som kan være undervurdert.

6.2.3 Nitrogenforbindelser

Komponenttransporten pr. døgn, måned og for utvalgte perioder ses av tabellserie 5 og 6 a i vedlegget. På samme måte som for fosfor, har det bare vært mulig å beregne tilførselen av nitrogen på ufiltrerte prøver for tidsrommet jan. 73 - juni 74 p.g.a. mangel på analysedata.

Tabell 45 viser en sammenstilling av tilførte mengder nitrogenforbindelser. Via de vassdrag som dekkes av de kjemiske målestasjonene, ble det i 1973 tilført fjorden ca. 5 500 tonn nitrogen, regnet som total nitrogen på ufiltrerte prøver. I tillegg kommer tilførslene fra nærområdene. I tidsrommet juli 73 - juni 74 ble det tilført fjorden ca. 4 800 tonn totalnitrogen, m.a.o. noe mindre enn i 1973. (Av tabell 41 går det fram at tilførselen av totalfosfor i tilsvarende tidsrom var noe høyere enn i 1973.)

Av tabell 45 ses videre at det i 1973 ble tilført fjorden ca. 5 000 tonn nitrogen, regnet som totalnitrogen på filtrerte prøver, mens tilsvarende tall for tidsrommet juli 73 - juni 74 er ca. 4 300 tonn. Dette tilsvarer ca. 90% av tilførte mengder totalnitrogen basert på ufiltrerte prøver.

Den prosentvise fordelingen av tilført totalnitrogen fra de enkelte elvene i tidsrommene jan.-des. 73 og juli 73 - juni 74 går fram av tabell 46. Tabellen viser fordelingen både for ufiltrert og filtrert totalnitrogen.

Ser man på fordelingen av bidragene med totalnitrogen på ufiltrerte prøver, viser tabell 46 at Nidelva var den største bidragsyter i 1974, men i tidsrommet juli 73 - juni 74 var bidraget fra Orkla like stort. I den forbindelse nevnes at transporten i nedre Orkla i januar 74 var svært stor p.g.a. høy nitrogenkonsentrasjon i elvevannet.

Tabell 45. Tilførsel av nitrosenforbindelser (tonn/år) for hovedvassdragene, basert på målinger.

Areal, km ²	Orkla 2954		Gaula 3575		Nidelv 3119		Stjørdalselv 1902		Verdalselv 1433		Steinkjørelv 2173		Sum vassdrag 15156	
	Tot. N	NO ₃	Tot. N	NO ₃	Tot. N	NO ₃	Tot. N	NO ₃	Tot. N	NO ₃	Tot. N	NO ₃	Tot. N	NO ₃
Jan 73-juni 73	364.9	347.4	536.7	466.8	587.0	567.8	407.4	386.2	537.6	524.6	600.3	542.0	3033.0	2834.8
Juli 73-des. 73	363.9	328.2	425.2	402.6	633.5	501.1	269.5	280.0	344.0	295.1	418.2	418.2	2454.3	2215.2
Jan. 74-juni 74	638.9	503.0	440.3	404.5	378.1	335.0	228.9	202.4	398.0	398.0	263.8	266.7	2348.0	2109.6
Jan. 73-des. 73	738.6	682.4	968.8	882.8	1224.8	1068.1	669.1	663.2	878.9	798.6	1014.8	961.5	5495.0	5047.6
Juli 73-juni 74	1002.8	831.2	865.5	807.1	1011.6	836.1	498.4	482.4	742.0	683.1	682.0	684.9	4802.3	4324.8
Sept. 72-aug. 73	603.5	236.7	715.5	270.8	1042.3	346.5	722.4	225.4	1011.9	464.1	938.3	304.4	5033.9	1847.9
Sept. 73-aug. 74	767.9	393.5	803.5	377.5	801.9	424.2	472.8	258.4	748.8	566.3	663.1	328.2	4258.0	2348.1

NB: De beregnede verdiene for tidsrommet januar-desember 1973 er ikke nøyaktig lik summen av de beregnede verdiene for tidsrommene januar-juni 1973 og juli-desember 1973 på grunn av beregningsmetoden. For tidsrommet juli 1973-juni 1974 har en derimot summert verdiene for tidsrommene juli-desember 1973 og desember-juni 1974.

Bidragene fra Gaula, Verdalselva og Steinkjerelva var noenlunde jevnbyrdige, men Steinkjerelvas bidrag var mindre i tidsrommet juli 73 - juni 74 enn i 1973. Det samme var tilfelle for Stjørdalselva, som for øvrig hadde det minste bidraget med nitrogenforbindelser på samme måte som med fosforforbindelser.

Fordelingen av tilførselen med totalnitrogen på filtrerte prøver, oppviser noenlunde samme mønster.

Tabell 46. Prosentvis fordeling av tilført totalnitrogen (ufiltrert (U) og filtrert (F))

Vassdrag \ Tidsrom	jan.-des.73		juli 73-juni-74	
	U	F	U	F
Orkla	13	14	21	19
Gaula	18	17	18	19
Nidelva	22	21	21	19
Stjørdalselva	12	13	10	11
Verdalselva	16	16	15	16
Steinkjerelva	19	19	15	16
Totalt	100	100	100	100

I 1973 ble de ytre fjordområder tilført ca. 53% av den mengde totalnitrogen som vassdragene transporterte. Tilsvarende for tidsrommet juli 73 - juni 74 er ca. 60%, noe som skyldes økt bidrag fra Orkla i denne perioden.

Sammenlikner man transportmengden med nitrogenforbindelser de 3 halvårene jan. - juni 73, juli - des. 73 og jan. - juni 74, (kfr. tabell 45), peker 1. halvår 73 seg ut med ca. 20% større tilførsel til fjorden totalt enn de øvrige halvår. Forøvrig viste Steinkjerelva de største variasjonene med hensyn til ufiltrert totalnitrogen. De øvrige elvene

markerer seg med forholdsvis god overensstemmelse mellom 2 av halvårene. Hvilke halvår varierer imidlertid for de enkelte elvene.

Tabell 45 viser videre at forholdet mellom transporten basert på data fra henholdsvis ufiltrerte og filtrerte prøver, var forholdsvis konstant for de forskjellige elvene. I fire tilfeller var transporten av totalnitrogen basert på filtrerte prøver større eller lik transporten av totalnitrogen på ufiltrerte prøver, noe som sannsynligvis må tilskrives analysefeil.

6.2.3.1 Sammenlikning av teoretisk beregnede og målte tilførsler

I tabell 47 har en stilt opp målte og teoretisk beregnede verdier av tilførte nitrogenforbindelser (totalnitrogen basert på henholdsvis ufiltrerte og filtrerte prøver). De målte verdiene er basert på to perioder, nemlig jan.-des. 1973 og juli 1973 - juni 1974.

I tabell 48 har en fremstilt den prosentvise forskjellen mellom målte og teoretisk beregnede verdier basert på data for ufiltrerte og filtrerte prøver.

Det går frem av tabellene at det er forholdsvis god overensstemmelse mellom teoretisk beregnede og målte verdier. I et par tilfeller er de teoretisk beregnede verdiene større enn de målte, for øvrig er de målte verdiene størst. Verdalselva peker seg ut med den største forskjellen mellom teoretisk beregnede og målte verdier. Det er ellers verd å merke seg at forskjellen mellom teoretisk beregnede og målte verdier gjennomgående er større for tidsrommet jan.-des. 1973 enn for tidsrommet juli 1973 - juni 1974.

Det er åpenbart ut fra tabell 44 og 48 at det er vesentlig bedre samsvar mellom teoretiske og målte verdier for nitrogen enn for fosfor. Det kan i denne sammenheng nevnes at undersøkelsene i forbindelse med Mjøsprosjektet tyder på at nitrogenavrenningen ikke viser så store variasjoner fra sesong til sesong og fra år til år som fosforavrenningen.

Ved fortsatt å betrakte nedbørfeltet til Orkla øvre som uproduktiv mark, viser beregningene fra 1973 (tabellserie 6a) en spesifikk avrenning på ca. 148 kg N/km².år fra uproduktiv mark. Dette er høyere enn det man antok ved de teoretiske beregningene (120 kg N/km².år), men gir allikevel ikke grunnlag for mer vidtgående vurderinger av avrenningstallene for dyrket mark, skog etc.

Tabell 47. Sammenlikning av teoretisk beregnede (T) og målte tilførsler (M) av nitrogenforbindelser (totalfosfor på henholdsvis ufiltrerte (U) og filtrerte (F) prøver. Angitt i tonn.

	Orkla		Gaula		Nidelva		Stjørdalselva		Verdalselva		Steinkjerelva		Sum								
	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T							
															U	F	U	F	U	F	U
Jan.-des. 1973	739	682	756	969	883	914	1225	1068	705	669	663	389	879	799	383	1015	962	627	5495	5048	3774
Juli 1973- juni 1974	1003	831	756	866	807	914	1011	836	705	498	482	389	742	683	383	682	685	627	4802	4325	3774

Tabell 48. Prosentvis forskjell mellom målte og teoretisk beregnede tilførsler av nitrogenforbindelser (totalnitrogen basert på henholdsvis ufiltrerte (U) og filtrerte (F) prøver). Prosenten er angitt som tillegg eller fra-
drag i teoretisk verdi.

	Basert på ufiltrerte prøver		Basert på filtrerte prøver	
	Jan. -des. 1973	Juli 1973-juni 1974	Jan.-des. 1973	Juli 1973-juni 1974.
Orkla	+ 2	+ 33	+ 10	+ 10
Gaula	+ 6	+ 5	+ 3	+ 12
Nidelva	+ 74	+ 43	+ 51	+ 19
Stjørdalselva	+ 72	+ 28	+ 70	+ 24
Verdalselva	+ 130	+ 94	+ 109	+ 78
Steinkjerelva	+ 62	+ 9	+ 53	+ 9
Vassdrag totalt	+ 46	+ 27	+ 34	+ 15

6.2.4 Metaller

Tungmetallinnholdet i elvevann ble undersøkt ved 2 tokt, det første i mai og det andre i august 1975.

Resultatet av analysene, som ble foretatt av SINTEF ved NTH i Trondheim, er fremstilt i tabell 49 og fig. 14, som viser en grafisk fremstilling av måleresultatene.

Det fremgår av figuren at metallinnholdet er særlig stort i Verdalselva og i tilførselsbekken til Borgenfjorden. Dette kan muligens henge sammen med geologiske forhold, idet nedbørfeltene har forekomster av jernmalm og kobbermalm. Det går videre frem av figuren at kobberinnholdet stiger nedenfor Raubekken i Orkla. Dette skyldes utslipp fra gruvevirksomheten.

Effekten av utslippene fra Orkla Grube-Aktiebolag går for øvrig tydelig frem av en undersøkelse som er foretatt av Direktoratet for vilt og ferskvannsfiske - Den vitenskapelige avdeling, i 1975. En del av data-materialet er fremstilt i fig. 15.

Innholdet av jern, kobber og sink øker vesentlig nedenfor Raubekken. For øvrig kan konsentrasjonene variere meget fra dag til dag. Dette kan ha sammenheng med vannføring og utslippsforhold. Da vannføringsdata for 1975 ennå ikke er tilgjengelige, er ikke disse forhold vurdert.

Tabell 50 viser en overslagsberegning over tilførsler av metaller fra de største elvene i området. Beregningene bygger på analyseresultatene for totalinnholdet av de enkelte metaller (se tab. 49), og en midlere årlig vannføring. Da det bare er foretatt to måleserier er beregningene usikre idet konsentrasjonene som nevnt kan variere meget fra dag til dag (se fig. 15). Vannføringen ved målingene lå i underkant av det normale for årstiden.

Tabell 51 viser en sammenstilling av teoretisk beregnede utslippsmengder fra befolkning og industri og av beregninger ut fra analysedata.

Det går frem av denne tabellen at de største bidragene med kobber og sink kommer fra industrien, hvorav Orkla Grube-Aktiebolag står for det vesentlige med ca. 95 % av de beregnede industriutslipp. Utslippene fra

Tabell 49. Metallkonsentrasjoner i elvevann i mai (uke 22) og august (uke 32) 1975, ug/l.

Målestasjon	Måned	Kadmium (Cd)		Kobolt (Co)		Krom (Cr)		Kobber (Cu)		Jern (Fe)	
		løst	tot.	løst	tot.	løst	tot.	løst	tot.	løst	tot.
Øvre Orkla v/kløft bru	mai	<1	<1	<10	<10	<1	<1	5	6	160	190
	aug	10	9	<10	<10	<10	<10	3	2	30	50
Orkla v/Rønningen bru	mai	<1	<1	<10	<10	<1	<1	8	6	220	200
	aug	6	5	<10	<10	<10	10	5	7	120	90
Orkla v/Svorkmo bru	mai	<1	<1	<10	<10	<1	<1	9	10	210	320
	aug	<1	9	<10	<10	30	30	13	14	70	90
Gaula v/Gimse bru	mai	<1	<1	<10	<10	<1	<1	10	9	230	550
	aug	5	11	<10	<10	<10	<10	3	1	90	220
Nidelv v/Nedre Leirfoss	mai	1	1	<10	<10	<1	<1	4	7	90	110
	aug	12	15	<10	<10	30	20	6	6	130	170
Stjørdalselva v/Forra bru	mai	<1	1	<10	<10	<1	<1	1	2	70	110
	aug	6	8	<10	<10	<10	<10	<1	2	80	150
Stjørdalselva v/Mølen bru	mai	<1	1	<10	<10	<1	2	3	4	250	350
	aug	2	5	<10	<10	<10	<10	2	5	160	190
Verdalselva v/munningen	mai	<1	12	<10	<10	6	9	3	17	1240	4360
	aug	3	4	<10	<10	<10	<10	5	5	590	1050
Steinkjerelva	mai	<1	<1	<10	<10	<1	<1	2	4	310	460
	aug	4	7	<10	<10	<10	<10	<1	2	360	450
Levangerelva v/veibru E6	mai	<1	<1	<10	<10	<1	<1	2	8	600	2240
	aug	5	3	<10	<10	<10	<10	4	8	310	510
Borgenfjorden v/Tønne	mai	<1	<1	<10	<10	10	35	3	16	2690	7240
	aug	<1	2	<10	<10	<10	<10	3	7	1100	1600

		Kvikksølv (Hg)		Mangan (Mn)		Nikkel (Ni)		Bly (Pb)		Sink (Zn)	
		løst	tot.	løst	tot.	løst	tot.	løst	tot.	løst	tot.
Øvre Orkla v/kløft bru	mai	0.05	0.05	5	10	<10	<10	<2	6	5	1
	aug			30	40	<10	<10	2	2	<1	3
Orkla v/Rønningen bru	mai	0.40	1.30	10	10	<10	<10	<2	6	2	6
	aug			20	55	<10	<10	3	3	5	9
Orkla v/Svorkmo bru	mai	0.05	0.25	5	5	<10	<10	2	<2	9	7
	aug			15	55	<10	<10	2	1	19	34
Gaula v/Gimse bru	mai	0.25	0.35	10	10	<10	<10	<2	2	16	15
	aug			15	20	<10	<10	4	4	6	5
Nidelv v/Nedre Leirfoss	mai	0.15	0.30	10	5	<10	<10	6	2	5	2
	aug			15	20	<10	<10	3	3	<1	6
Stjørdalselva v/Forra bru	mai	0.45	1.15	<5	<5	<10	<10	<2	4	4	1
	aug			5	5	<10	<10	2	1	16	15
Stjørdalselva v/Mølen bru	mai	0.05	1.65	10	5	<10	<10	2	<2	10	7
	aug			20	30	<10	<10	1	1	5	20
Verdalselva v/munningen	mai	0.05	8.90	55	70	<10	<10	2	4	8	41
	aug			65	65	<10	<10	2	3	12	9
Steinkjerelva	mai	0.05	0.30	20	20	<10	<10	2	<2	4	2
	aug			50	90	<10	<10	2	2	14	20
Levangerelva v/veibru E6	mai	0.10	0.15	45	75	<10	<10	<2	2	7	20
	aug			80	105	<10	<10	20	<1	14	11
Borgenfjorden v/Tønne	mai	0.05	1.85	150	155	<10	<10	4	6	14	34
	aug			165	200	<10	<10	1	2	6	28

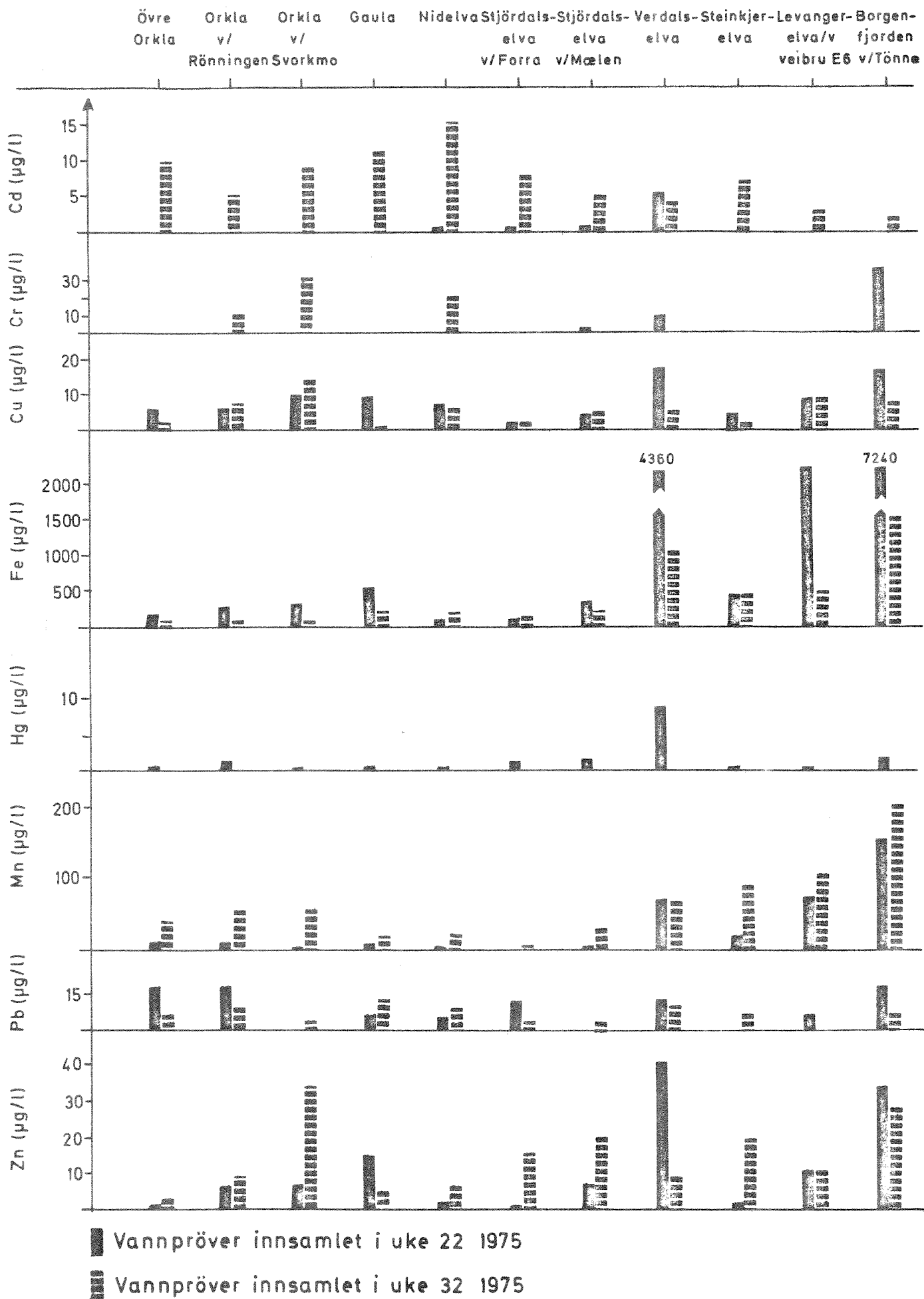
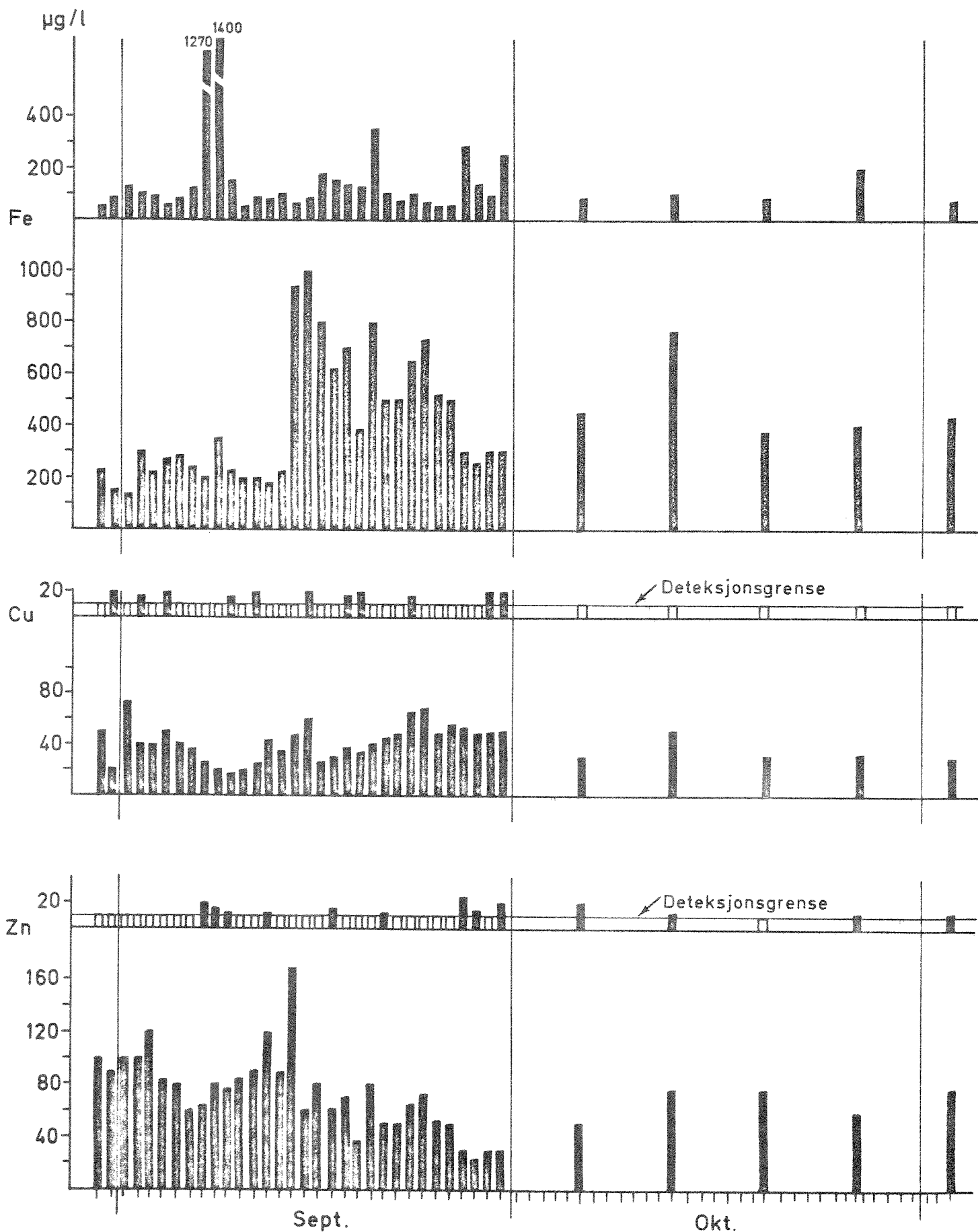


Fig.14 Metallinnhold i elver i Trondheimsfjordens nedbørfelt

Fig.15 Tungmetallinnhold i Orkla høsten 1975, ovenfor og nedenfor gruveavrenningstillöp



Tabell 50. Anslagsmessig beregning av metalltilførsler fra de enkelte vassdrag og nedbørfeltet totalt, basert på ca. middelkonsentrasjoner og anslått årlig vannføring.

Elv	Vannføring 10 ⁶ m ³ /år (ca.)	Kobber Cu µg/l tonn/år	Jern Fe µg/l tonn/år	Mangan Mn µg/l tonn/år	Sink Zn µg/l tonn/år
Orkla	2000	12 24	205 410	30 60	22 44
Gaula	2800	5 14	385 1078	15 42	10 28
Nidelva	3300	7 23	140 462	15 50	5 17
Stjørdalselva	2400	5 12	270 648	20 48	15 36
Verdalselva	1900	11 21	2705 5140	68 129	26 49
Steinkjerelva	2800	3 8	455 1274	55 154	12 34
Sum	15200	102	9012	483	208

Tabell 51. Sammenligning mellom beregnede og målte tilførsler av tungmetaller (kfr. tabell 17, tabell 27 og tabell 50).

Fallene i tabellen er avrundet.

	Cu kg/døgn tonn/år	Fe kg/døgn tonn/år	Zn kg/døgn tonn/år
BEREGNEDE TILFØRSLER x)			
Befolkning - elver	1 0,4	-	2 1
Befolkning - nærområder x)	4 1,5	-	8 3
Industri - Orkla xx)	940 340	6400 2300	1500 550
Industri - Gaula	15 5	160 54	104 38
Industri - nærområder	-	330 110	70 26
Sum	960 ~ 350	~ 6900 ~ 2500	~ 1700 ~ 620
"MÅLTE TILFØRSLER"			
Orkla	70 24	1100 400	120 45
Gaula	40 14	3000 1100	80 30
Øvrige elver	180 64	21000 7500	370 135
Sum	290 ~ 100	25000 9000	570 210

x) Befolkning og diverse industri

xx) En vesentlig del av disse utslipp føres i ledning til Trondheimsfjorden.

bedriften går dels til Raubekken og dels direkte til Trondheimsfjorden via ledning.

Det største bidraget av jern kommer fra naturen, som også bidrar med betydelige mengder kobber og sink. Bidraget fra befolkning blir lite i forhold til andre kilder.

JOK/HAG

7.4.76

7. LITTERATURHENVISNINGER

1. SMITS, C.: Avløpsvannets mengde og sammensetning. Avløpsteknikk. Utg. av Den norske Ingeniørforening, Norsk institutt for vannforskning, Institutt for Vassbygging, NTH. Oslo 1971. Pp 6.1-6.29.
2. STEENSLAND, H.: Avløpsvann med biologisk opprinnelse, herunder næringsmiddelindustri - virkninger i resipient. Meieriposten nr. 24, vol. 61, 1972.
3. BOUVENG, H.O. og HARGBÄCK, H.: Inventering av industrins fosforförluster. IVL B 92. Januar 1971.
4. NIVA-rapport O-15/72: Undersøkelse av avløpsvann fra Vestfold Slakteri, Tønsberg. August 1972.
5. St.meld.nr. 71. Langtidsprogrammet 1974-1977. Spesialanalyse I. Forurensninger. Vedlegg. Beskrivelse av utslipp av forurensende spillprodukter. Kap. 1 Jordbruk og skogbruk (utarb. av bl.a. forsøksleder G. Uhlen, NLH).
6. FROM, J.O.: Biologiske rensemetoder for næringsmiddelindustriens avløpsvann - anvendelse og problemer. Industri og miljø 3 (1972). Nr. 10, s. 5-14.
7. NIVA-rapport O-31/73: Characterization of Effluents from a dehydrated fish and marine soup plant; Toro A/S Rieber & Søn, Bergen. Mars 1973.
8. NIVA-rapport O-125-71: Undersøkelse av avløpsvann fra Telemark kjøtt- og benmelfabrikk, Nore. Desember 1971.
9. Finlands vattenförvaltning - Skogindustrins i Finland utsläpp av organisk substans, kväve och fosfor. Arbeidsdokument ved ECE "Seminar on River Basin Management", London juni 1970.
10. BRAADLIE, O.: Avsluttende elvevannsundersøkelser i Trøndelag. Det Kgl. Norske Videnskabers Selskab. Forhandl. Bd. VII nr. 27, 1934.

11. BRINK, N. og GUSTAFSON, A.: Kväve och fosfor från skog, åker och bebyggelse. Lantbrukshögskolan, Inst. för markvetenskap. Vattenvård nr. 1. Uppsala, 1970.
12. OECD. Environmental Directorate. Water Management Sector Group. "Report of the Working Group on fertilizers and agricultural waste products". Paris 1973. 76 s. ill. (Programme on Evaluation of Eutrophication Control, NR/ENV/72. 25).
13. HOLTAN, HANS: Fysisk-kjemiske undersøkelser i Leirelva, Romerike. Grundförbättring, 24, 1971:1, s. 26-30.
14. Statens offentlige utredninger 1967:43. Miljøforskning, Del I. Forskningsområdet. Stockholm 1968.
15. Opplysninger fra Norsk forkonservering.
16. ARNESEN, ROLF TORE: "Andre industriegrener". Den norske Ingeniørforening. Kursdagene ved NTH 7.-9. januar 1970. Industriens avløpsproblemer. Stensilert.
17. Norges Landbrukshøgskole: Norsk jordbruk og vannressursene. Del A^o. Vannforurensninger fra jordbruket. Landsplan for bruken av vannressursene. Arbeidsrapport nr. 6, år 1974.
18. NIVA-rapport 0-91/69. Mjøsprosjektet. Fremdriftsrapport nr. 6. Undersøkelser 1974. Resultater og kommentarer.
19. Statistisk Sentralbyrå: Industristatistikk 1973. Oslo 1975.
20. NIVA-rapport 0-40/71 C - PRA 2.1. Fjerning av tungmetaller ved kjemisk felling av kommunalt avløpsvann. 1974.
21. MURTHY, G.K., RHEA, U.S. og POELEP, J.T.: Environmental Science & Technology, Volume 7, No 11, November 1973.
22. NIVA-rapport 0-41/70: Undersøkelse av Nord-Rogalandsfjordenes forurensningstilstand. Delrapport nr. 5 Grindefjorden/Skjoldafjorden.