

O-85138

E-87684

Avrenning fra jordbruksområder i Maridalen

Årsrapport 1990

NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Prosjektnr.: O-85138 E-87684	Undernr.:
Løpenr.: 2663	Begr. distrib.:

Hovedkontor Postboks 69, Korsvoll 0808 Oslo 8 Telefon (47 2) 23 52 80 Telefax (47 2) 39 41 89	Sørlandsavdelingen Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (47 41) 43 033 Telefax (47 41) 44 513	Østlandsavdelingen Rute 866 2312 Ottestad Telefon (47 65) 76 752 Telefax (47 65) 78 402	Vestlandsavdelingen Breiviken 5 5035 Bergen - Sandviken Telefon (47 5) 95 17 00 Telefax (47 5) 25 78 90	Akvaplan-NIVA A/S Søndre Tollbugate 3 9000 Tromsø Telefon (47 83) 85 280 Telefax (47 83) 80 509
--	---	--	--	--

Rapportens tittel: Avrenning fra jordbruksområder i Maridalen. Årsrapport 1990.	Dato: 30.11.1991	Trykket: NIVA 1991
	Faggruppe: VRF/VASSDRAG	
Forfatter(e): Gjertrud Holtan Hans Holtan	Geografisk område: Oslo	
	Antall sider: 38	Opplag: 60

Oppdragsgiver: Oslo vann- og avløpsverk (OVA), Kjemiseksjonen Norsk institutt for vannforskning	Oppdragsg. ref. (evt. NTFN-nr.):
---	----------------------------------

Ekstrakt:

Som i 1989 foretok NIVA i vår- og sommermånedene 1990 en enkel undersøkelse av mulig avrenning til Maridalsvatnet fra omkringliggende jordbruksområder via Skjerven- og Lautabekk. Jordbruksdriften i Maridalen er modernisert i tråd med den generelle utvikling i jordbruket. Etter at husdyrholdet ble forbudt i 1967 drives det i vesentlig grad med kornproduksjon. Pga. lav sommervannføring i bekkene ble de fleste prøver i 1989 samlet inn i perioden august til november, i forbindelse med høsting og pløying. For å få en bedre forståelse av forholdene om sommeren, ble det derfor foretatt prøvetaking flere ganger i juli måned 1990. Resultatene begge år viser at de høyeste konsentrasjoner av Tot-P, Tot-N og tørrstoff ble funnet i prøver som ble innhentet etter kraftig regnskyll. Selv om gjennomsnittsveridene både for fosfor, nitrogen og tørrstoff var høyere i 1990 enn i 1989, var materialtransporten lavere, og gir et bilde av vannføringens og dermed nedbørens betydning for stofftransporten.

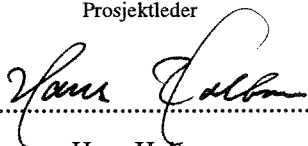
4 emneord, norske

1. Maridalen
2. Årsrapport
3. Næringssalter
4. Jordbruksavrenning

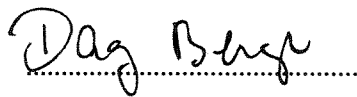
4 emneord, engelske

1. Maridalen
2. Annual report
3. Nutrients
4. Agriculture runoff

Prosjektleder


.....
Hans Holtan

For administrasjonen


.....
Dag Berge

ISBN 82-577-2007-0

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

OSLO

0-85138/E-87684

AVRENNING FRA JORDBRUKSOMRÅDER I MARIDALEN

ÅRSRAPPORT 1990

Oslo, november 1991

Prosjektleder: Hans Holtan

Medarbeidere : Gjertrud Holtan

Lida Henriksen

Brynjar Hals

Gunnar Severinsen

Børge Sletaune (OVA)

FORORD

Fra og med 1985 har Oslo kommune ved Vann- og avløpsverket (OVA) og Norsk institutt for vannforskning (NIVA) inngått en samarbeidsavtale om overvåking av Maridalsvatnet. Etter at vedtatt program har vært gjennomført i perioden 1985 - 1988, ønsket kommunen at det fra 1989 - 1991 skulle foretas en enkel undersøkelse av mulig avrenning til innsjøen via kanalisert jordbruksbekk (Skjervnebekken) fra omkringliggende åkerareal, dessuten fra jordbruksområder som drenerer til Lautabekken. Programforslaget for 1990 ble godkjent ved telefonisk henvendelse fra seksjonsleder P. A. Hallberg (OVA) i april 1990.

Undersøkelsen ble påbegynt 24. april og avsluttet 18. september 1990. I alt ble det foretatt 9 prøveinnsamlinger. De innsamlede prøvene ble analysert ved NIVAs kjemilaboratorium.

Ingeniør Brynjar Hals og cand.scient. Gjertrud Holtan har vært ansvarlige for feltarbeidet. B. Hals har dessuten i samråd med hydrolog Børge Sletaune (OVA), montert limnigraf i Skjervnebekken, hatt ansvaret for denne og for utarbeiding av hydrologiske data. Avd.-sekretær Lida Henriksen og cand.scient. Gunnar Severinsen har hatt ansvaret for h.h.vis lagring av tallmaterialet på EDB og EDB-teknisk bearbeiding. Resultatene er presentert i tabeller og figurer og kort kommentert i rapporten.

G. Holtan har skrevet programmet for undersøkelsen og utarbeidet "årsrapport 1990". Cand.real. Hans Holtan har vært NIVAs ansvarlige prosjektleder. Han har bidratt med gjennomlesning og kommentarer.

Halvparten av undersøkelsen er finansiert av Oslo kommune, den andre halvparten av NIVAs interne forskningsmidler.

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side:
FORORD	2
INNHOLDSFORTEGNELSE	3
SAMMENDRAG	4
1. INNLEDNING	6
1.1. Målsetning	6
1.2. Områdebeskrivelse	6
2. MATERIALE OG METODER	11
2.1. Prøvetakingsstasjoner og prøvetakingsfrekvens	11
2.2. Analyser	11
3. RESULTATER OG DISKUSJON	12
3.1. Nedbør og avrenning	12
3.2. Vannkvalitet	16
Fosfor	16
Nitrogen	22
Suspendert partikulært materiale	27
4. AREALFORDELING – TEORETISK BEREGNET TILFØRSEL SAMT MATERIALTRANSPORT	31
5. LITTERATUR	34
6. VEDLEGG	35

SAMMENDRAG

I perioden april til utgangen av september måned 1990 foretok Norsk institutt for vannforskning (NIVA) en enkel undersøkelse for Oslo Vann- og Avløpsverk (OVA) av stofftransporten til Maridalsvatnet via 2 jordbruksbekker. Undersøkelsen ble påbegynt i 1989 og avsluttes i 1991. Resultatene presenteres i årsrapporter.

Maridalen ligger i Oslo kommune, ca. 7-8 km nord for Oslo sentrum. Den sentrale delen utgjøres av Maridalsvatnet. Dalen er en gammel jord- og skogbruksbygd med 24 gårdsbruk. Totalt er det idag ca. 2600 dekar fulldyrka mark i Maridalen. Jordbruksdriften er modernisert i tråd med den generelle utvikling i jordbruket.

I 1967 ble det innført kraftige restriksjoner på gårdsdrift og boligbygging i forbindelse med bruken av Maridalsvatnet som drikkevannskilde. Bl.a. ble husdyrhold, unntatt hester, forbudt, og hovedsakelig erstattet med åkerdrift (kornproduksjon), som antas å være sterkere utsatt for stofftap enn beitemark. Høstpløying og fjerning av vegetasjon fra randsonene langs elver/innsjøer, antas også å kunne føre til økt erosjon.

Vintrene 1989 og 1990 var snøfattige, og begge somrer var det mindre nedbør enn normalt. Resultatene er derfor antakelig ikke representative for mer normale forhold.

På grunn av lav sommervannføring, ble de fleste prøver i 1989, samlet inn i perioden august - november, dvs. i forbindelse med høsting og pløying. Det var lav sommervannføring også i 1990, men i juli måned noe høyere enn året i forveien. Det ble derfor samlet inn prøver om våren (etter bearbeiding av jorda), og for å få et inntrykk av forholdene om sommeren, flere ganger i juli måned. Prøvene ble analysert på tørrstoff og næringssaltene forskjellige fraksjoner, da tilgjengeligheten for algevekst er avhengig av tilstandsformen.

Som i 1989 viste resultatene at de høyeste konsentrasjoner både av total-fosfor, total-nitrogen og tørrstoff ble funnet i prøver som ble tatt etter kraftige regnskyll. Gjennomsnittlig varierte ortofosfat som er direkte tilgjengelig for algevekst i samme område som i 1989, fra ca. 30 % (skogavrenning) til omkring 40 % (avrenning fra åker) av Tot-P i prøvene. Nitratinholdet i prøvene var høyt gjennom begge sesonger og varierte i 1990 fra vel 50 % (skogavrenning) til ca. 65 % (åkeravrenning) av Tot-N. I gjennomsnitt besto ca. 80 % av tørrstoffet i prøvene av uorganisk materiale, og ca. 20 % organisk stoff.

Teoretisk beregnet tilførsel pr. år utgjør for Skjervnebekken i underkant av 9 kg P og ca. 450 kg N, for Lautabekken ca. 26 kg P og 1600 kg N. Dette gir gjennomsnittskonsentrasjoner i de to bekker på 13.0 µg P/l og 684 µg N/l (Skjervnebekken) og 12.3 µg P/l og 785 µg N/l (Lautabekken). De aritmetiske middelverdier av næringssaltanalysene fra undersøkelsesperioden i 1989 var h.h.v. 10.2 og 9.0 µg P og 887 og 824 µg N/l, og kunne tyde på at de beregnede fosfortilførsler var noe høye og nitrogentilførslene noe lave. I 1990 var gjennomsnittsverdiene h.h.v. 20.2 og 33.9 µg P og 1221 og 899 µg N/l, dvs. høyere enn de beregnede verdier både for fosfor og nitrogen. Dette kan tyde på at de to bekkene, særlig Lautabekken, er mer utsatt for erosjon enn antatt i de teoretiske beregninger, noe det vil bli sett nærmere på ved utarbeiding av endelig rapport. Det er også vanskelig å sammenlikne de målte verdier med de teoretiske, fordi de teoretiske beregninger viser et årgjennomsnitt, mens måleresultatene er fra en bestemt periode et bestemt år.

Selv om gjennomsnittsverdiene både for fosfor, nitrogen og tørrstoff var høyere i 1990 enn foregående år, var materialtransporten lavere, og gir et bilde av vannføringens betydning for stofftransporten. Særlig hadde april-vannføringen begge år avgjørende betydning.

Tallmaterialet vil bli gjennomgått nøyer og konklusjon utarbeidet etter at undersøkelsen er avsluttet i 1991.

1. INNLEDNING

1.1 Målsetning

Maridalsvatnet tjener som drikkevannskilde for Oslo. Det er derfor knyttet strenge restriksjoner til alle former for aktiviteter både i selve innsjøen og i nedbørfeltet.

Utslipp både fra punktkilder og diffuse kilder i jordbruket kan ha betydning for vannkvaliteten i enkelte vassdrag. Stoffmengden som når fram til vassdrag fra diffuse kilder som åker, skog m.m. er vanskelig å bestemme. Jordbruksdriften i Maridalen er modernisert i tråd med den generelle utvikling i jordbruket. Etter at husdyrdrift ble forbudt, drives det praktisk talt utelukkende med kornproduksjon. Åker antas å være sterkere utsatt for stofftap enn beitemark. Høstpløying og fjerning av vegetasjon fra randsonene langs elver/innsjøer antas generelt sett å kunne føre til økt erosjon. Forbruket av kunstgjødse har økt betydelig i den siste 40-årsperioden, mens fosforinnholdet i kunstgjødse er blitt redusert siden midten av 80-årene. Foreløpig er det ikke presentert data fra vassdragsundersøkelser som viser en entydig økning i materialtransporten i vassdrag, og som kan anvendes for Maridalen. Målsetningen med undersøkelsen har vært å belyse ovennevnte forhold.

1.2 Områdebeskrivelse

Maridalen ligger i Oslo kommune, ca. 7-8 km N for Oslo sentrum, og strekker seg fra Brekke og Kjelsås i sør til Nordbråten og Sakariasbråten i nord (fig. 1). Den sentrale delen utgjøres av Maridalsvatnet (3.7 km², 149 m.o.h.). Dalen er en gammel jord- og skogbruksbygd med 24 gårdsbruk. 18 av gårdene eies av Oslo kommune og 6 er privateide. Vegetasjonen rundt gårdene er svært kulturpåvirket. Landskapet har beholdt mye av sitt opprinnelige preg, og gir et godt bilde av forholdene omkring Oslo før byutviklingen satte i gang for fullt.

Det meste av Maridalsvatnets nedbørfelt ligger i Nordmarka og består av forskjellige vulkanske bergarter som bl.a. biotitt-granitt og ekeritt, og med størst forekomst av nordmarkitt. Dette er tungt løselige bergarter som gir lite tilførsler av næringssalter til elver og innsjøer. Imidlertid er selve Maridalen for det meste dekket av marin leire og grus fra israndavsetninger. Marin grense ligger her på 214 m over nåværende havnivå. Det finnes betydelige arealer med marine leiravsetninger. Disse utgjør i dag det meste av den dyrkbare jorda i dalen.

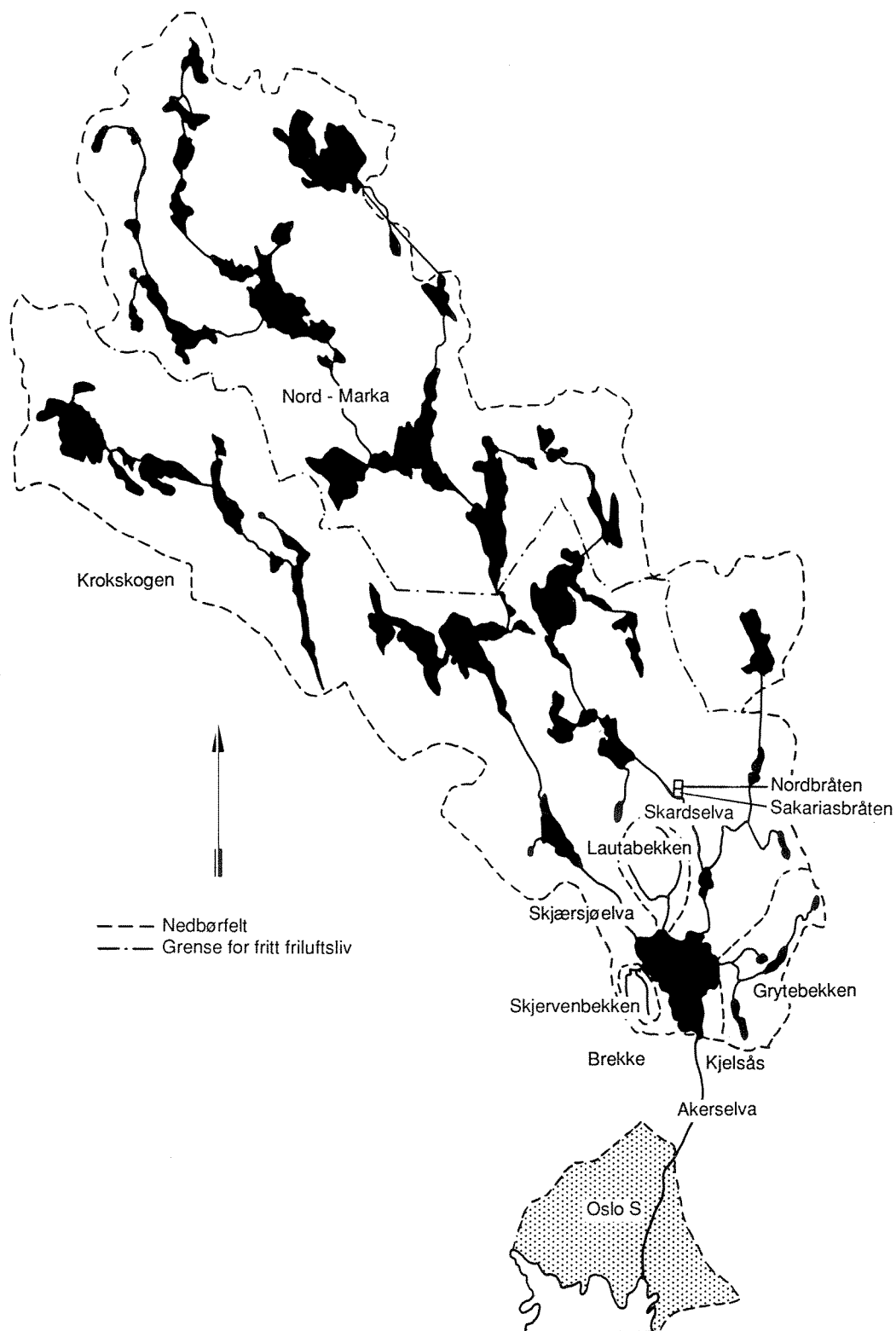


Fig. 1. Maridalssvatnet med nedbørfelt. Bekker som er behandlet i rapporten fremgår av figuren.

I 1967 ble det innført restriksjoner på gårdsdrift og boligbygging i forbindelse med bruken av Maridalsvatnet som drikkevannskilde. Bl.a. ble alt husdyrhold unntatt hester, forbudt på kommunens bortforpaktede bruk. Den tradisjonelle driftsformen med husdyrbruk og fôrproduksjon forsvant og ble erstattet med kornproduksjon.

Av Maridalsvatnets samlede nedbørfelt på ca. 252 km² drenerer ca. 247 km² til elver og større bekker og ca. 1 km² direkte til innsjøen. Oppstrøms Maridalsvatnet er nedbørfeltet i stor grad dekket av gran-skog. Jordbruksarealet ligger i selve dalen, og for en stor del i nær-områdene til innsjøen. Totalt er det idag ca. 2600 dekar fulldyrka mark i Maridalen.

I nærområdet til Maridalsvatnet består nedbørfeltene til de undersøkte bekker, Skjervenbekken (fig. 2) og Lautabekken (fig. 3) på h.h.v. ca. 1.1 og 3.4 km², hovedsakelig av dyrka mark (åker), og kan karakteriseres som dreneringssystemer for jordbruksarealer.

Langs kanalen (Skjervenbekken) er kantvegetasjonen fjernet i en strekning på ca. 150 m. Forøvrig består vegetasjonen ved st. 1A (oppstrøms kanal og jordbruksareal - bakenfor Låkeberget parkeringsplass, fig.2) av såkalt lågurtgranskog, hvor tresjiktet er dominert av gran, busksjiktet er dårlig utviklet og feltsjiktet består hovedsakelig av gaukesyre, blåbærlyng og legeveronica. Mellom st. 1A og utløp kanal - her kalt "Vegetasjonsbekk" - (st. 1B, fig. 2) består kantvegetasjonen av gråor-istervierkratt, hvor tre- og busksjikt er dominert av gråor, bjørk og vierarter, og feltsjiktet av mjødurt, hvitveis, enghumleblom, bekkeblom og myrfiol. (Oretreet hører bl.a. til de vekster som tar opp nitrogen fra luften, noe som kan føre til høyere næringsinnhold i jorda og i neste omgang i vannet). Ovenfor åkeren drenerer bekken fra Kudalen (st. 1c, fig. 2), samme type områder som st. 1A (Skjervenbekken oppstrøms "Vegetasjonsbekk"), men er kanalisert nedenfor skog/kratt og renner før utløp i kanalen gjennom rør ("Rørbekk", st. 1C, fig. 2). Nedenfor Maridalsveien (st. 1D, fig. 2) er det et smalt vegetasjonsbelte mellom åker og bekk, hovedsakelig bestående av ore-, selje- og vierbusker samt et kulturpåvirket feltsjikt med arter som timotei, engkvein, engsyre, grasstjerneblom, marikåpe, ryllik og løvetann. Oppstrøms Maridalsvatnet (st. 1E, fig. 2) drenerer bekken et belte av bjerk, og renner gjennom et område med såkalt fukteng før utløp i Maridalsvatnet. Vegetasjonen i utløpsoset ble i 1980 betegnet som kraftige sumplantebelter (Rørslett og Lydersen, 1980), og ser ikke ut til å ha endret karakter i perioden.

Oppstrøms stasjon 2A (Lautabekken, fig. 3), er det et smalt belte av gråor-heggeskog (busk- og tresjikt) mellom bekken og jordbruksarealene. I feltsjiktet fins bl.a. bekkeblom, bregner og brennesle. Ovenfor det oppdyrkede arealet består vegetasjonen hovedsakelig av blåbær- og småbregnegranskog. Før utløpet i Maridalsvatnet har Lautabekken dannet et delta hvor vegetasjonen er klassifisert som rik fukteng og går over i fattig starrsump nærmest innsjøen. Ute i vannet finnes elvesnelle og tjønnakssamfunn. St. 2B (fig. 3), bekk/grøft ved Hauger gård drenerer åkerareal, som går over i blåbærlyng- og småbregne- granskog.

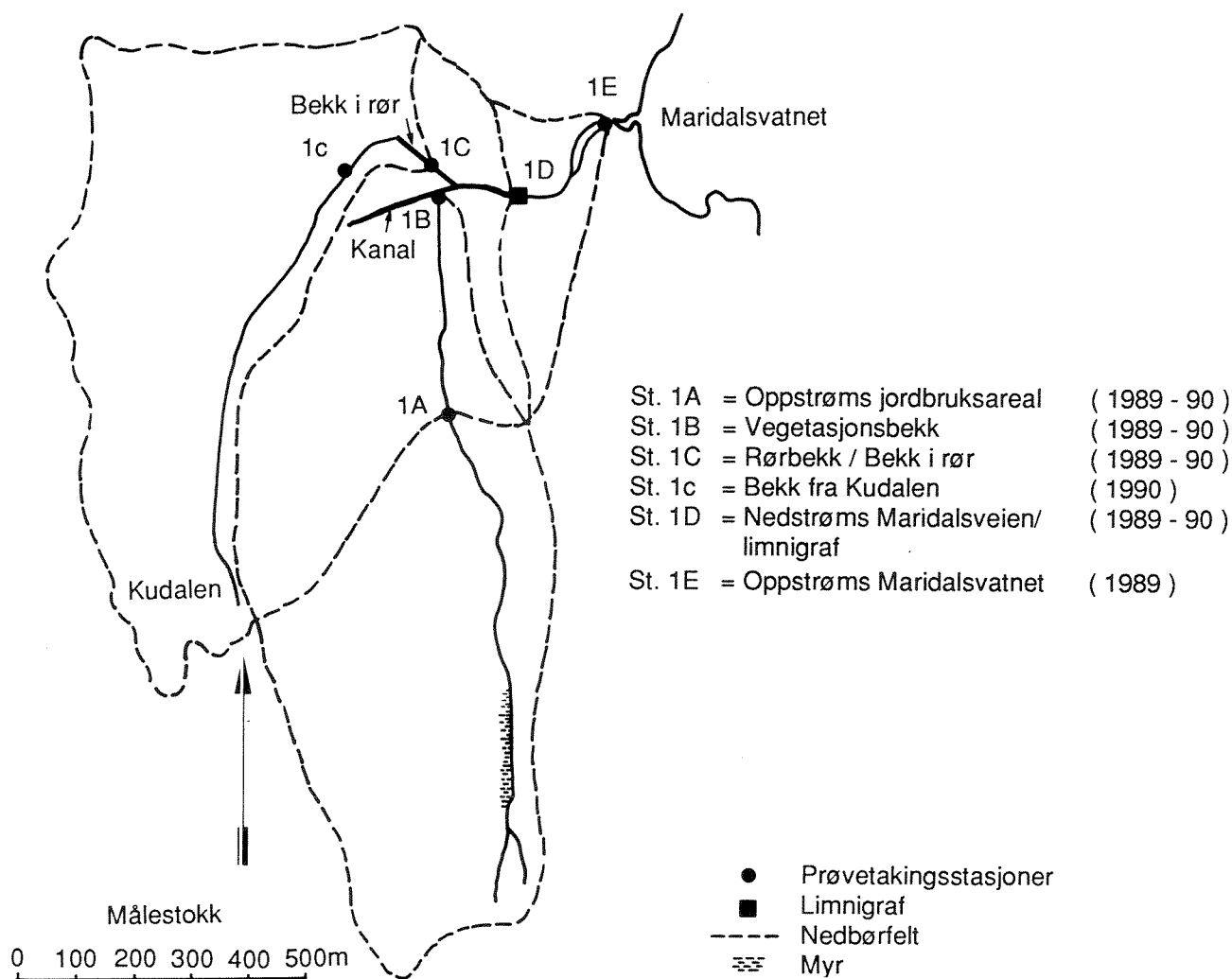


Fig. 2. Skjervenbekk med nedbørfelt og prøvetakingsstasjoner i 1989-90. (kanalisert jordbruksbekk i Maridalen)

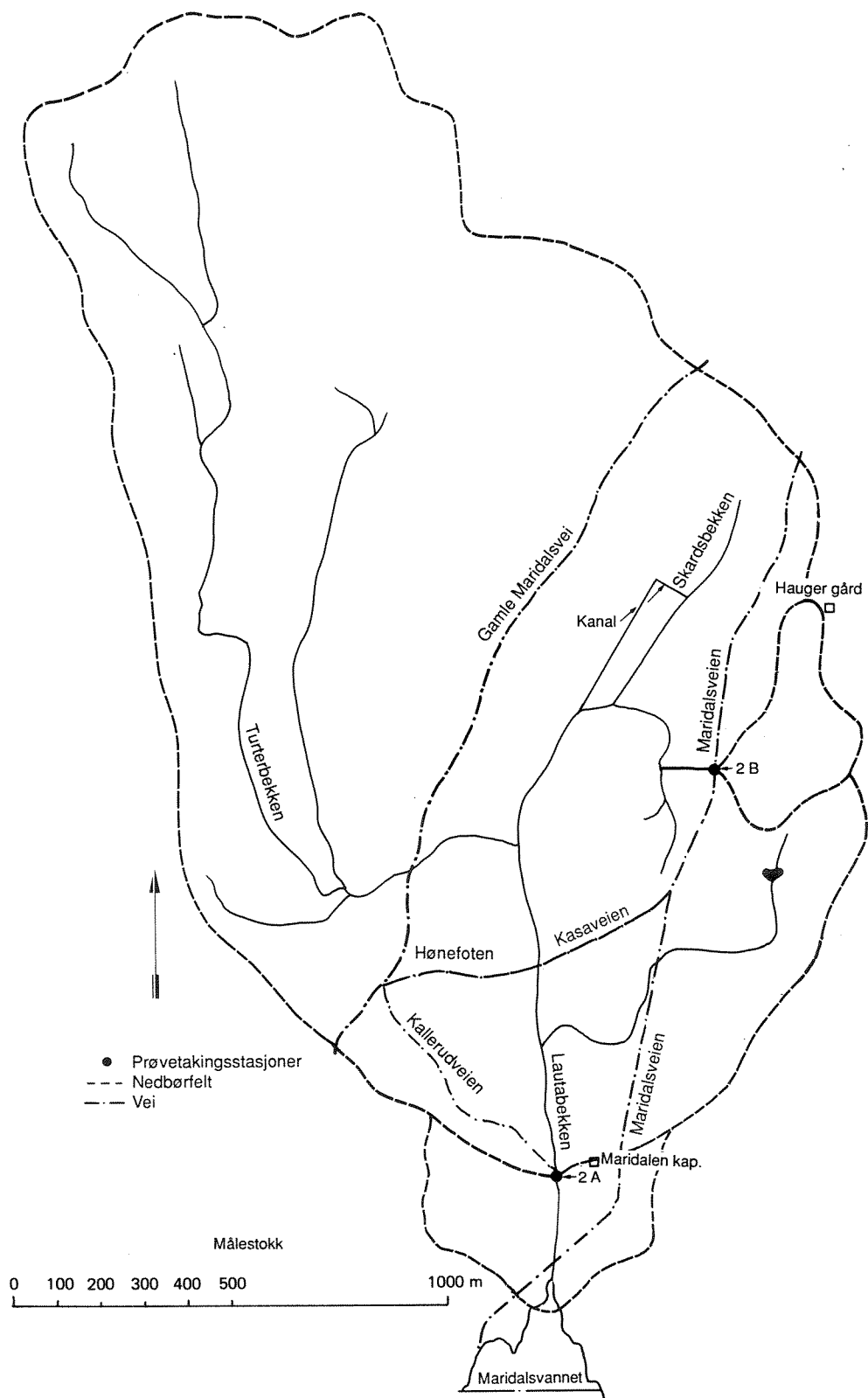


Fig. 3. Lautabekken med nedbørfelt og prøvetakingsstasjoner i 1989-90.
 St. 2A = Lautabekken ved Maridalen kapell (1989-90)
 St. 2B = Tilløpet ved Hauger gård (bare i 1989)

2. MATERIALE OG METODER

2.1 Prøvetakingsstasjoner og prøvetakingsfrekvens

Ifølge programmet ble det samlet inn prøver i Skjervnenbekken (kanalen), opp- og nedstrøms jordbruksarealene, under forskjellige nedbørforhold, samt etter bearbeiding av jorda (pløying, harving, gjødsling og høsting). På samme tid ble det samlet inn prøver fra Lautabekken oppstrøms utløpet i Maridalsvatnet og i 1989 også fra bekk som drenerer noe av lokaliseringsområdet til "jordprodusent", ved Hauger gård. Prøvetakingsstasjonene er vist i fig. 2 og 3. For å kunne beregne stofftransporten via kanalen i undersøkelsesperioden var det nødvendig å måle vannføringen. Limnigraf er derfor montert.

Den første prøveserien ble innhentet 24. april 1990, dvs. før bearbeiding av jorda på Skjervnen gård. (Så vidt vi har kunnet bringe på det rene praktiserer gårdbrukerne i Maridalen høstpløying.) Neste innsamling av prøver foregikk 22. mai, dvs. etter harving, gjødsling og såing. På grunn av lite nedbør i månedene juni og juli 1989, var Skjervnenbekken tørrlagt i denne perioden. For å få et inntrykk av forholdene om sommeren ble det i 1990 foretatt flere prøvetakinger på denne tiden. Innsamling nummer 3 foregikk 8. juni, og videre 3 ganger i løpet av juli måned. Senere innsamlinger ble foretatt som planlagt, i forbindelse med regnvær eller bearbeiding av jorda. Oppstrøms kanalen i Skjervnenbekken var bekken utover i juli måned og også i august/begynnelsen av september tørrlagt, eller det var for lite vann i bekken til at det kunne tas representative prøver. Herfra ble det derfor bare innhentet 6 serier.

Som grunnlag for vegetasjonsangivelse har "Vegetasjonskart over Maridalen" (Oslo helseråd, 1986) og Rustans og Brongers rapport "Maridalen. Botanisk undersøkelse av verneverdier" (1984) samt observasjoner i felt, vært benyttet.

Nedbørdata for Maridalsoset er innhentet fra Meteorologisk institutt, Blindern, og avrenningstall for Grytebekken fra Norges vassdrags- og energiverk (NVE).

2.2 Analyser

Prøvene er analysert på tørrstoff, gløderest og næringssaltene forskjellige fraksjoner. Analysemetodikken fremgår av tabell II i Vedlegg.

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Nedbør og avrenning

Fig. 4 viser månedlige nedbørsummer for Maridalsset (173 m.o.h.) i 1989 og 1990, dessuten normalnedbør i perioden 1930 - 1960. Fig. 5 viser daglige nedbørsobservasjoner ved Maridalsset, som ligger nær undersøkelsesområdet og i omtrentlig samme høyde over havet. Ved normal vannstand ligger Maridalsvatnet 149 m.o.h.

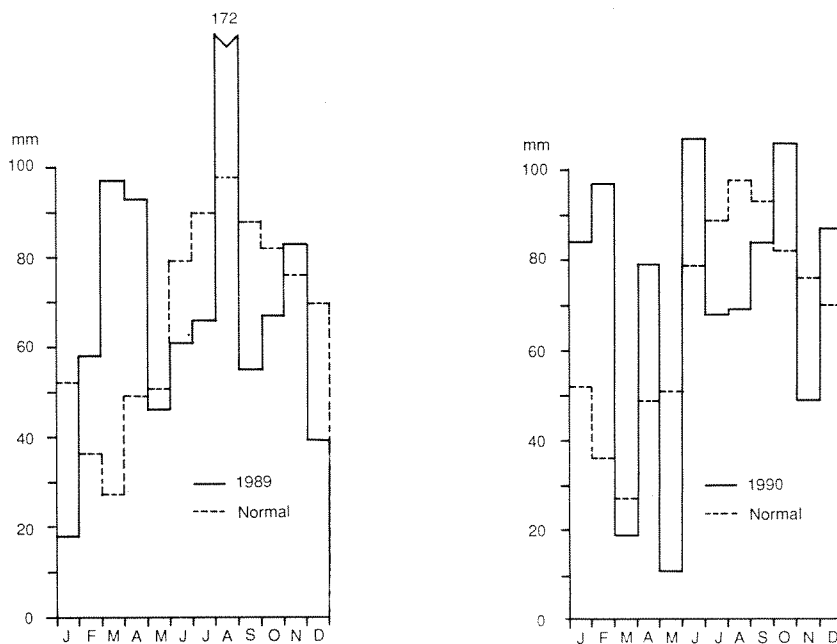


Fig. 4. Maridalsset. Månedlig nedbør 1989 og 1990, samt normalnedbør i perioden 1930-60 (mm).

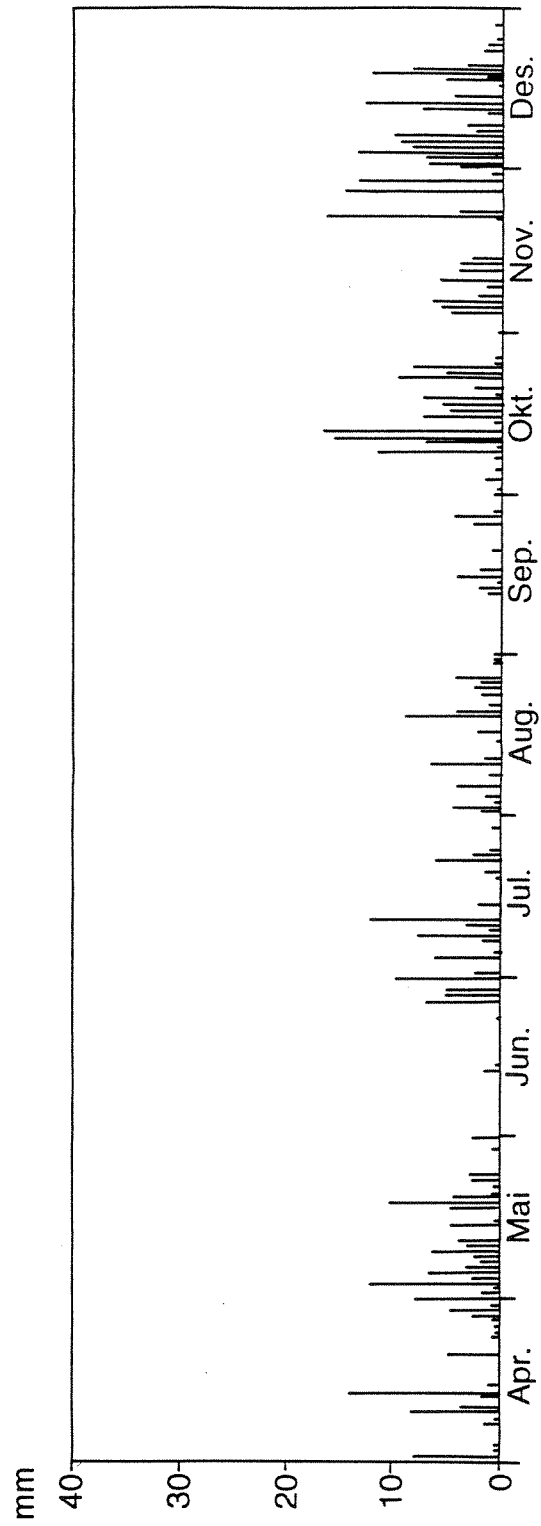


Fig.5. Maridalsøset. Døggnedbør i mm, 1990

Resultatene viser at det i begge år falt noe mer nedbør enn normalt, h.h.v. 855 mm i 1989 og 860 i 1990, i forhold til 798 mm. Bortsett fra juni måned 1990, var det imidlertid i sommermånedene, mai - august, mindre nedbør enn normalt, noe som førte til at det etter hvert ble lite vann i bekker og elver (se nedenfor).

I Grytebekken som drenerer til Maridalsvatnet på østsiden av innsjøen og som i størrelse (7.63 km²) best kan sammenliknes med de undersøkte bekker, har det vært foretatt kontinuerlige vannføringsmålinger siden 1967. Tabell 1 viser middel-, maksimums- og minimumsvannføring for månedene mai, juni og juli i perioden 1967 - 1989 samt tilsvarende verdier for 1989 og 1990.

Tabell 1. Vannføring i Grytebekken. Middel-, maks- og min-verdier (NVE, 1989)

Periode		Middel	Maks.	Min.
1967-89	Mai	0.300 m ³ /s	0.660 m ³ /s	0.03 m ³ /s
1989	"	0.078 "	0.160 "	0.028 "
1990	"	0.024 "	0.067 "	0.008 "
1967-89	Juni	0.060 m ³ /s	0.220 m ³ /s	0.010 m ³ /s
1989	"	0.026 "	0.480 "	0.012 "
1990	"	0.025 "	0.060 "	0.008 "
1967-89	Juli	0.070 m ³ /s	0.240 m ³ /s	0.001 m ³ /s
1989	"	0.009 "	0.108 "	0.001 "
1990	"	0.042 "	0.160 "	0.012 "

Som tabellen viser var vannføringen lavere enn normalt fra mai til utgangen av juli måned både i 1989 og i 1990. Ifølge NVEs observasjoner var gjennomsnittlig årsvannføring for perioden 1967 - 1989 0.13 m³/s, mens den for 1989 var 0.131 og for 1990 0.125 m³/s, dvs. omkring det normale på årsbasis. Vannføringen i Lautabekken er forsøkt beregnet ved hjelp av data fra Grytebekken. Avrenningsforholdene i to bekker/elver vil aldri være absolutt like. Bl.a. fører de to innsjøene i Grytebekkens nedbørfelt til en viss utjevning av vannføringen. Begge felt er imidlertid uregulert og drenerer hovedsakelig samme type område. Derfor mener vi det er forsvarlig å benytte observasjoner herfra som beregningsgrunnlag. Dette materialet vil bli nøyere gjennomgått etter at 1991-undersøkelsen er avsluttet.

Vannføring fra mai til desember (1990) i Skjervnebekken, nedstrøms Maridalsveien, fremgår av fig. 6. Selv om vannføringen sommeren 1990 var noe høyere enn i 1989, var det i bekken også da i perioder svært lite vann eller den var praktisk talt tørr, noe som bl.a. har sammenheng med lite nedbør både i mai måned og fra juli til september.

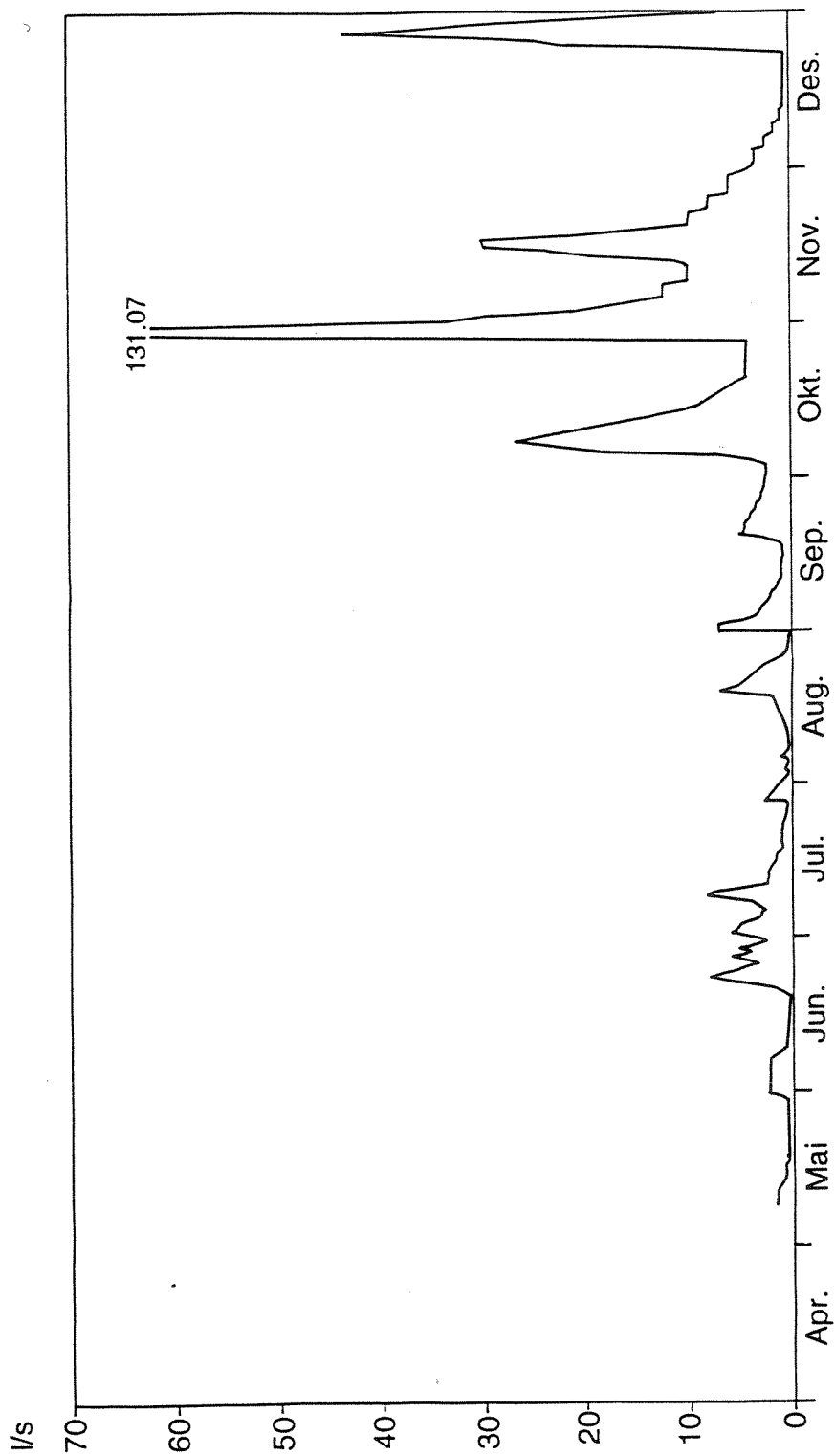


Fig.6. Skjervebekken. Vannføring i l/s, mai - desember 1990.

3.2 Vannkvalitet

Vannkvaliteten på de enkelte stasjoner er undersøkt ved analyser av forskjellige fraksjoner av næringssaltene fosfor og nitrogen samt tørrstoff og organisk materiale. Tilførsel av næringssalter (fosfor og nitrogen) til vann og vassdrag har betydning i forurensnings-sammenheng, og i innlandsvassdrag er det fosforet som har størst betydning. I områder spesielt under den marine grense, kan anleggs- og jordbruksvirksomhet medføre stor tilførsel av erosjonsmateriale, dvs. partikler.

Resultater fra undersøkelsen er presentert i figurform med kommentarer i tekstdelen av rapporten, samt i tabeller i Vedlegg.

Fosfor (fig. 7A-B, tabell 2 i tekstdel og I i Vedlegg)

Avhengig av kilde og opprinnelse foreligger fosforet i vann i forskjellige former eller fraksjoner. Vi skiller mellom:

Løselig fosfor (LP)

- Løst reaktivt fosfor (LRP) vil i praktisk sammenheng betraktes som vannets innhold av ortofosfat.
- Løst ikke reaktivt fosfor (LIRP) er differansen mellom LP og LRP.

Partikulært fosfor (PP) er differansen mellom Tot-P og LP.

Totalfosfor (Tot-P) omfatter både løselig og partikulært fosfor, og oppnås når ufiltrert prøve analyseres etter oppslutning.

I tillegg til fjorårets stasjoner ble det i 1990 samlet inn prøver fra Kudalsbekken (fig. 1, st. 1c), i et område som drenerer skog og myr (oppstrøms Rørbekk, st. 1c). Dette for å undersøke om vannet fra tilsvarende stasjon i Skjervenbekken kunne være påvirket av parkeringsplassen i nærheten. Bortsett fra Vegetasjonsbekk (st. 1B) var fosforkonsentrasjonene ved første prøvetaking, den 24.4-90, lave, men viste en stigende tendens nedover i bekken, noe som ble mer markert i påfølgende prøveserier. Mai-serien ble innhentet etter harving og såing, ved oppholdsvær både under prøvetaking og foregående døgn. Fosforinnholdet i prøven som ble tatt nærmest utløpet til Maridalsvatnet var da markert høyere enn oppstrøms. Forøvrig var måleresultatene i prøvene oppstrøms åkerarealet og fra Rørbekk svært stabile. Bortsett fra den 9.7-90 ble de laveste konsentrasjoner målt i Kudalsbekken, både oppstrøms åkerarealet og i Rørbekk. Mens fosfortallene i Rørbekk og Vegetasjonsbekk i 1989 lå i samme nivå, var kon-

sentrasjonene i prøvene fra Vegetasjonsbekken i 1990 høyere. Forøvrig ble de høyeste verdier i 1990 målt i juli-prøvene og i prøvene fra 18. september, og som i 1989 i forbindelse med kraftige regnskyll. Ved siste prøvetaking var jorda pløyd opp og lå brakk. Som i 1989 var forskjellen mellom prøvetakingsstasjonene oppstrøms åkerarealet og de øvrige mest markert i høstserien og varierte fra 3 til 40 $\mu\text{g P/l}$ i prøvene fra h.h.v. Kudalsbekk (st. 1c) og Skjervnbekk (st. 1D). Økningen har for en stor del sammenheng med jordbruksdriften (erosjon). Prøvene fra Lautabekken varierte hovedsakelig på samme måte som i Skjervnbekken, men til dels med konsentrasjoner høyere enn i 1989 og høyere enn ved Skjervnbekkens utløp i Maridalsvatnet. Prøvetakingsstasjonen ved Hauger (st. 2B) ble sløffet i 1990.

I alle prøver fra stasjonene oppstrøms åkerarealet (avrenning fra skog) var konsentrasjonene av løst fosfor (ortofosfat + LIRP) 50 % eller mer av det totale fosforinnholdet. I prøvene fra øvrige stasjoner, både i Skjervnbekken og Lautabekken, ble de høyeste konsentrasjonene av PP i 1990 funnet den 3.7, 17.8 og 18.9, hvor prøvene til dels inneholdt mer PP enn LP. Dette har sammenheng med erosjon fra åkerarealet på grunn av sterk nedbør disse dager. Gjennomsnittlig var konsentrasjonene av løst fosfor høyere enn PP-konsentrasjonene ved alle prøvetakingspunktene (tabell 2). I hvilken grad den prosentvise algetilgjengelige fosforandel er av samme størrelsesorden, er ikke undersøkt. I de fleste prøver var imidlertid mer enn 50 % av det løste fosforet ortofosfat, dvs. direkte tilgjengelig for algevekst.

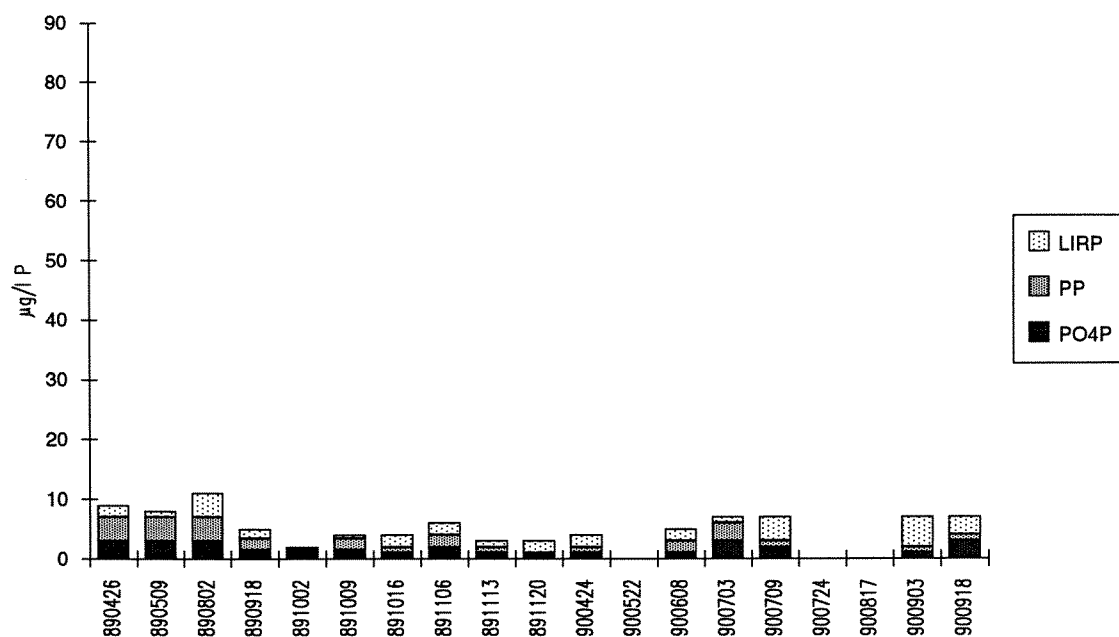
Måling av biologisk tilgjengelig fosfor (bio-P) ved hjelp av algester er utført av flere forskere. Bl.a. har Bradford og Peters (1987) undersøkt den biologiske tilgjengeligheten av fosfor fra innsjøer og elver og fant at gjennomsnittlig 37% av Tot-P og 80 % av løst P var tilgjengelig, men at variasjonen var stor mellom enkeltprøver. Ved undersøkelse foretatt av Krogstad og Løvstad (1989) ble effekten av fosfor i jordpartikler for alger i vann funnet å være 25 - 50%, mens Berge og Källqvist (1990) fant en gjennomsnittlig tilgjengelighetsprosent på 37% ved analyse av avrenningvann fra korndyrkingsarealer (erosjon). Sistnevnte undersøkelse viste at alt det løste fosforet (LP) + 10% av det partikulære fosforet (PP) fra åkeravrenning i snitt, var tilgjengelig for algevekst. Enkelte ganger var opptil 25% av PP tilgjengelig.

Gjennomsnittlig varierte ortofosfat som prosent av Tot-P fra 30 % ved st. 1A og 1c (avrenning fra skog) til mer enn 40 % (st. 1D, oppstrøms Maridalsvatnet og st. 2A, Lautabekken, som begge drenerer åkerareal). Undersøkelsen er enkel, men resultatene virker rimelig korrelert med ovennevnte arbeider.

Tabell 2. Totalfosfor og løst fosfor. Gjennomsnittsverdier, variasjonsbredde og % LP av TOT-P i analyseresultater fra 1989 og 1990.

Stasjon	Totalfosfor µg/l	Variasjonsbredde µg/l	Løst fosfor µg/l	Variasjonsbredde µg/l	%
1A 1989	5.5	2 - 11	3.4	2 - 7	62
1A 1990	6.2	4 - 7	4.6	3 - 6	74
1B 1989	7.2	4 - 14	4.0	2 - 8	56
1B 1990	33.3	10 - 78	16.3	6 - 53	49
1c 1990	5.3	3 - 9	3.7	2 - 6	70
1C 1989	6.7	3 - 12	3.4	2 - 5	51
1C 1990	7.2	5 - 13	4.0	2 - 9	55
1D 1989	9.8	5 - 20	5.1	3 - 10	52
1D 1990	20.2	8 - 47	11.3	4 - 24	55
1E 1989	10.6	6 - 21	5.9	4 - 10	59
2A 1989	9.0	5 - 18	6.4	3 - 14	71
2A 1990	33.9	6 - 84	18.8	3 - 45	55
2B 1989	88.8	10 - 580	60.5	7 - 430	68

Oppstrøms kanal



Vegetasjonsbekk

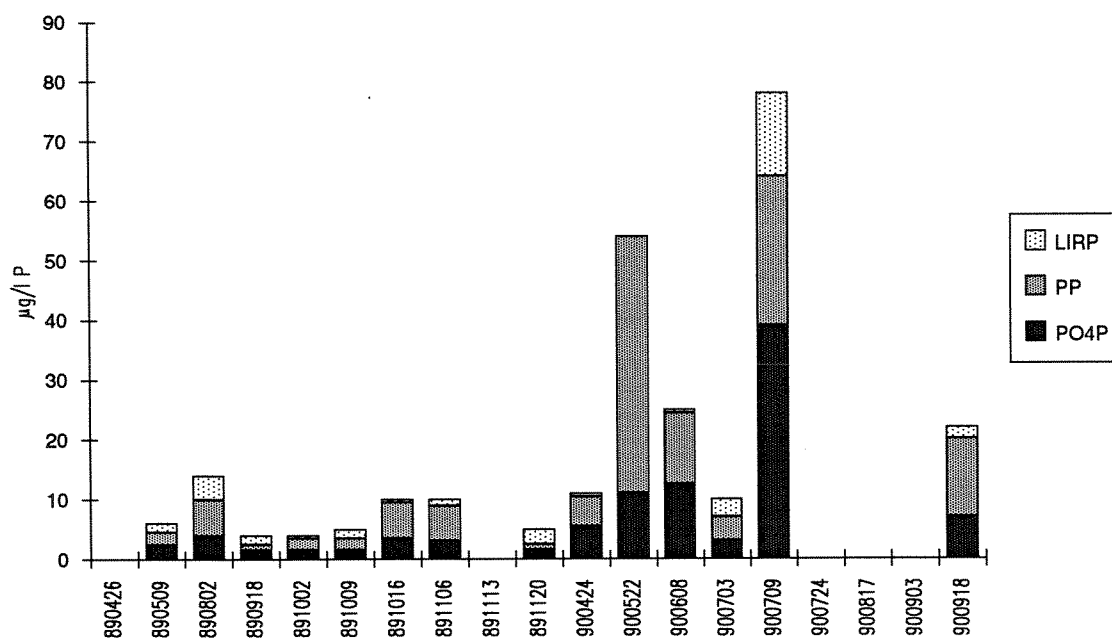
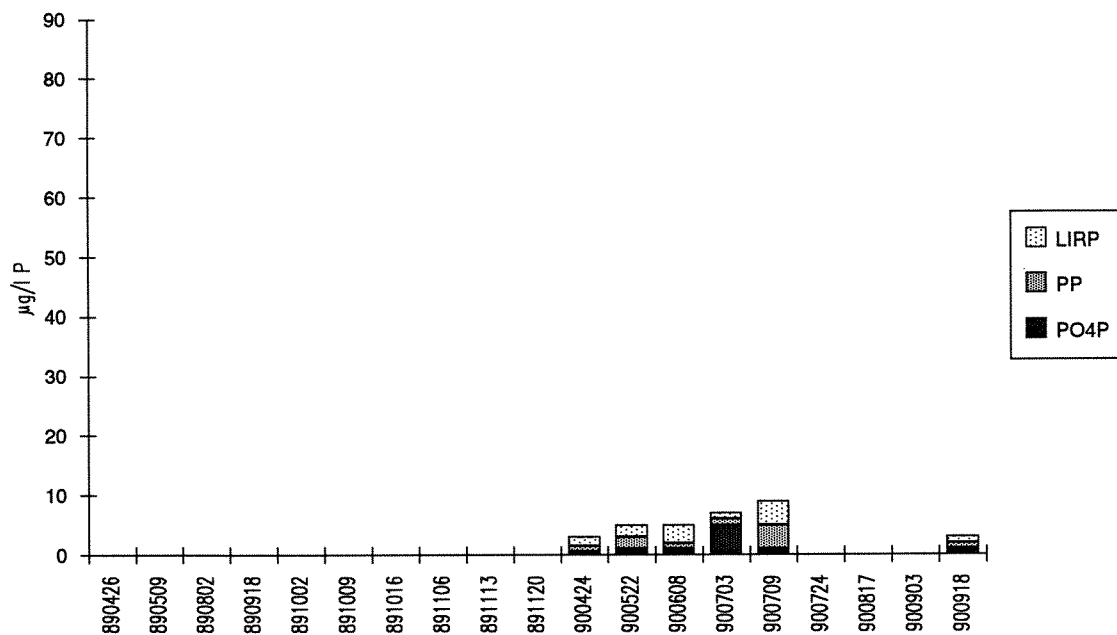


Fig. 7A. P-fraksjoner i prøver fra stasjonene i Skjervensbekken 1989-90. (Hel søyle = Tot-P)

Kudalsbekk



Bekk i rør

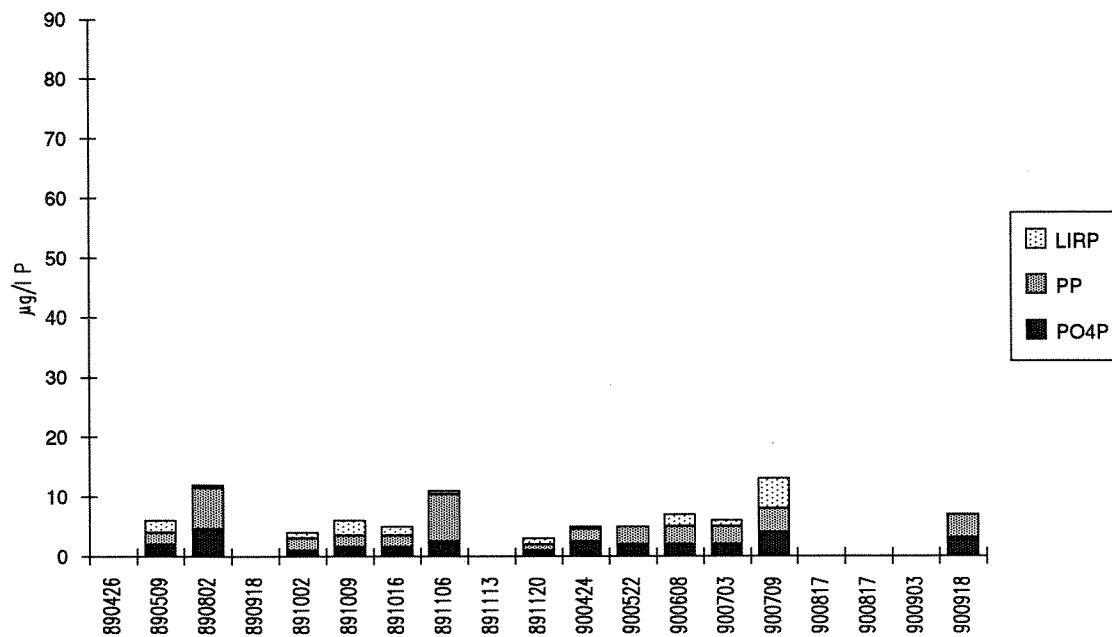


Fig. 7A. (forts.)

Nedstrøms limnigraf

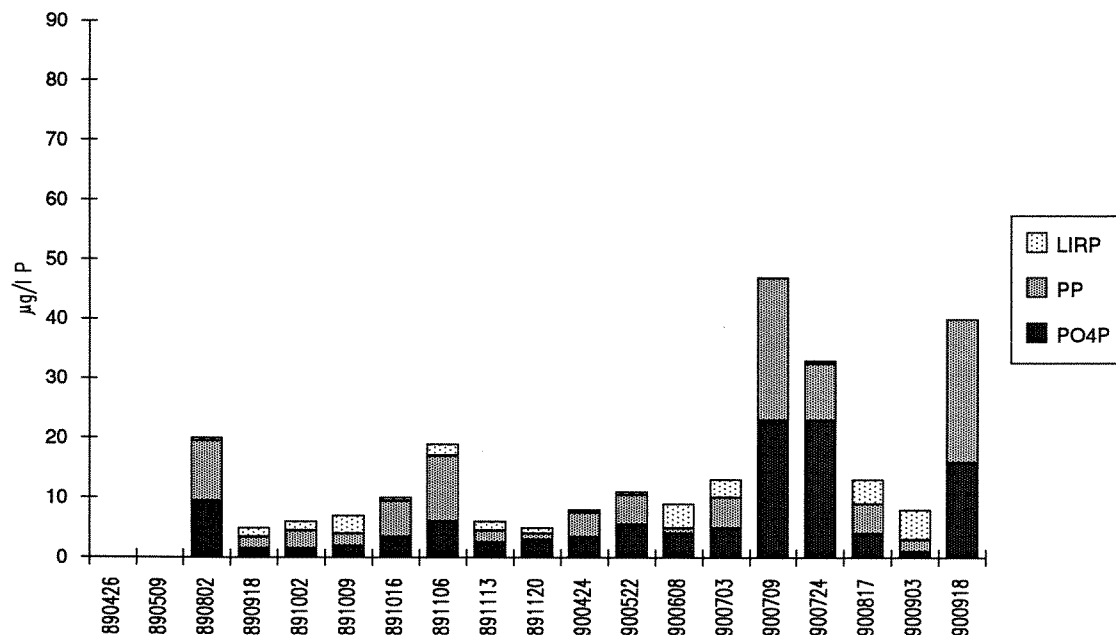


Fig. 7A. (forts.)

Lautabekk

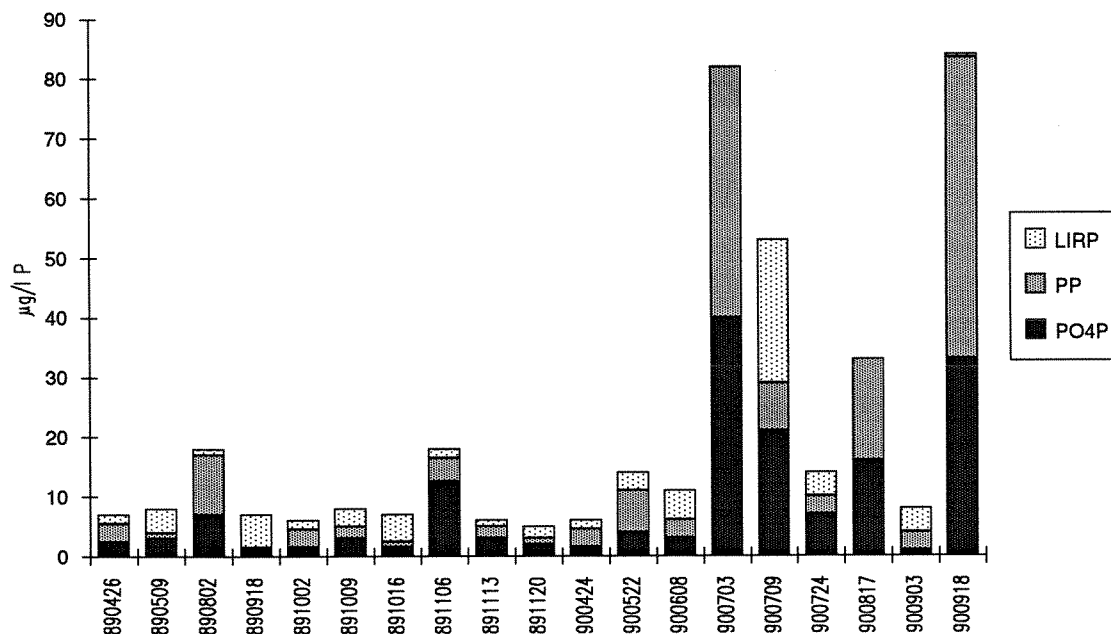


Fig. 7B. P-fraksjoner i prøver fra stasjonene i Lautabekken 1989-90. (Hel søyle = Tot-P)

Nitrogen (fig. 8A-B, tabell 3 i tekstdel og I i Vedlegg)

I naturen forekommer nitrogen i uorganiske og organiske forbindelser. De uorganiske formene inkluderer nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$), nitritt ($\text{NO}_2\text{-N}$), ammonium ($\text{NH}_4\text{-N}$) og molekylært nitrogen (N_2). Naturlig forekommende organiske nitrogenforbindelser oppstår som mellomprodukt ved nedbrytning av proteiner og som ekskresjonsprodukter i bl.a. frie forbindelser, aminosyrer og enzymer. Nitrat og ammoniumforbindelser er de viktigste uorganiske nitrogenforbindelser i vann.

Atmosfæren er den største naturlige nitrogenkilde (hele 78% av luftens gasser er nitrogen). Nitrogenforbindelser tilføres i betydelig grad atmosfæren ved bruk av fossilt brensel (kull, olje osv.), f.eks. er biltrafikken en viktig kilde. Husdyrgjødsel og kunstgjødsel gir også et bidrag. Nedbørens innhold av nitrogenforbindelser har økt betydelig i løpet av de siste tre år. Nitrogen tilføres det biologiske system primært ved biologisk fiksering.

Gjennomsnittsverdier og variasjonsbredde for total nitrogen og nitrat fra undersøkelsesperioden, samt prosentandel nitrat av Tot N, for de forskjellige stasjonene, fremgår av tabell 3.

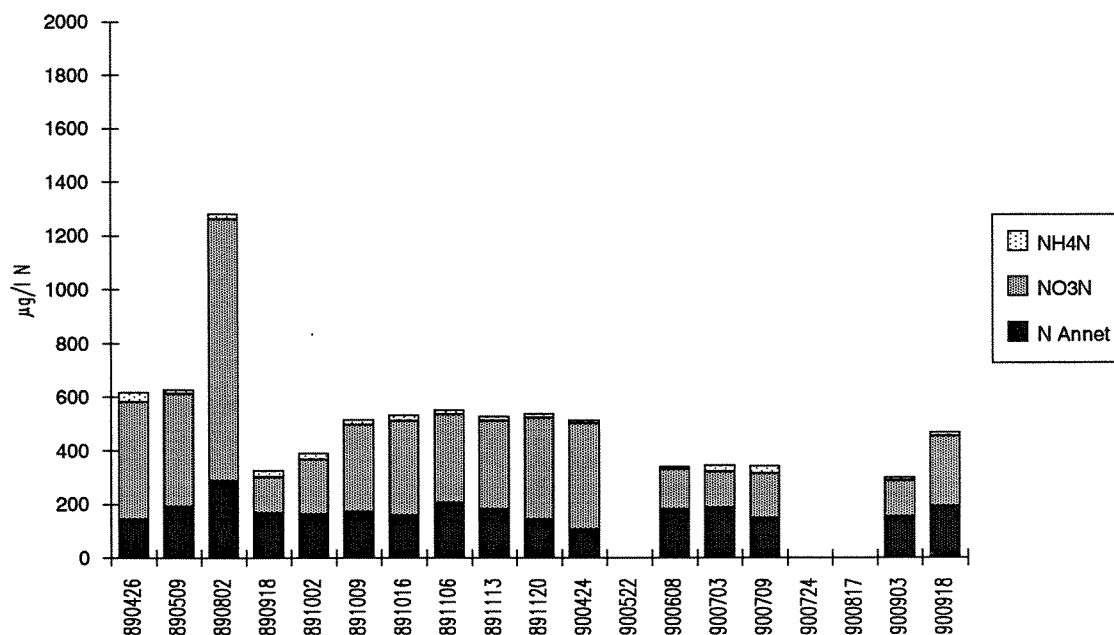
Nitrogen er lettere løselig i vann enn fosfor. Dette innvirker bl.a. på variasjonsmønsteret. Gjennomsnittlig varierte konsentrasjonen av total-nitrogen i 1990-prøvene fra 263 $\mu\text{g N/l}$ oppstrøms åkerarealet (Kudalsbekk, st. 1c) til 1221 $\mu\text{g N/l}$ i Skjervensbekk (nedenfor limnigraf, st. 1D). Nitrat hadde omtrent samme variasjonsmønster som total-nitrogen. I prøvene som er representative for skogavrenning varierte gjennomsnittlig nitratinnhold av totalnitrogen fra 51 % (st. 1c) til 54 % (st. 1A). Ved øvrige stasjoner (åkeravrenning) var variasjonene større enn oppstrøms og større enn i 1989, med et gjennomsnittlig nitratinnhold omkring 65 % av total-nitrogen. I prøvene fra Lautabekken var det i 1990 et gjennomsnittlig nitratinnhold på 64 %. Da undersøkelsen bare pågikk i sommerperioden er middelverdiene ikke representative som årsmiddelkonsentrasjoner av nitrogen i vannet, men mer et uttrykk for tilførselen i den aktuelle periode.

Som for fosfor ble det ved de fleste stasjoner målt høye konsentrasjoner av total-nitrogen og nitrat i juli måned. Utover dette og utenom st. 1A (skogavrenning) ble de høyeste nitrogen- og nitratkonsentrasjonene funnet i høstserien den 18.9. I prøvene fra h.h.v. Skjervensbekk (st. 1D) og Lautabekk (st. 2A) ble det da målt 1800 og 1370 µg/l av Tot-N og nitrat (st. 1D) og 2600 og 1600 µg/l av Tot-N og nitrat (st. 2A). Det har vist seg i andre områder (Uhlen og Lundekvam, 1988) at utvasking av nitrogen, særlig nitrat er større fra åpen åker enn fra grasarealer, særlig fordi jorda i første tilfelle i lange perioder om høsten og også om våren, blir liggende uten plantedekke (brakk). Selv om jorda gjødsles om våren antas kilden i dette område hovedsakelig å være kunstgjødsel.

Tabell 3. Totalnitrogen og nitrat. Gjennomsnittsverdier, variasjonsbredde og % NO₃ av tot-N i analyseresultater fra 1989 og 1990.

Stasjon	Totalnitrogen µg/l	Variasjonsbredde µg/l	Nitrat µg/l	Variasjonsbredde µg/l	%
1A 1989	590	326 - 1280	390	134 - 975	66
1A 1990	385	299 - 513	207	133 - 395	54
1B 1989	770	515 - 1060	575	350 - 820	75
1B 1990	708	407 - 1240	485	174 - 910	69
1c 1990	263	192 - 425	134	45 - 270	51
1C 1989	385	222 - 572	245	98 - 415	64
1C 1990	372	201 - 609	241	67 - 455	65
1D 1989	785	503 - 1190	615	340 - 985	78
1D 1990	1221	311 - 4760	787	130 - 2700	65
1E 1989	950	675 - 1500	760	495 - 1310	80
2A 1989	825	597 - 1270	600	360 - 955	73
2A 1990	999	552 - 2600	639	360 - 1600	64
2B 1989	4235	1820 - 6000	3660	1450 - 5800	86

Oppstrøms kanal



Vegetasjonsbekk

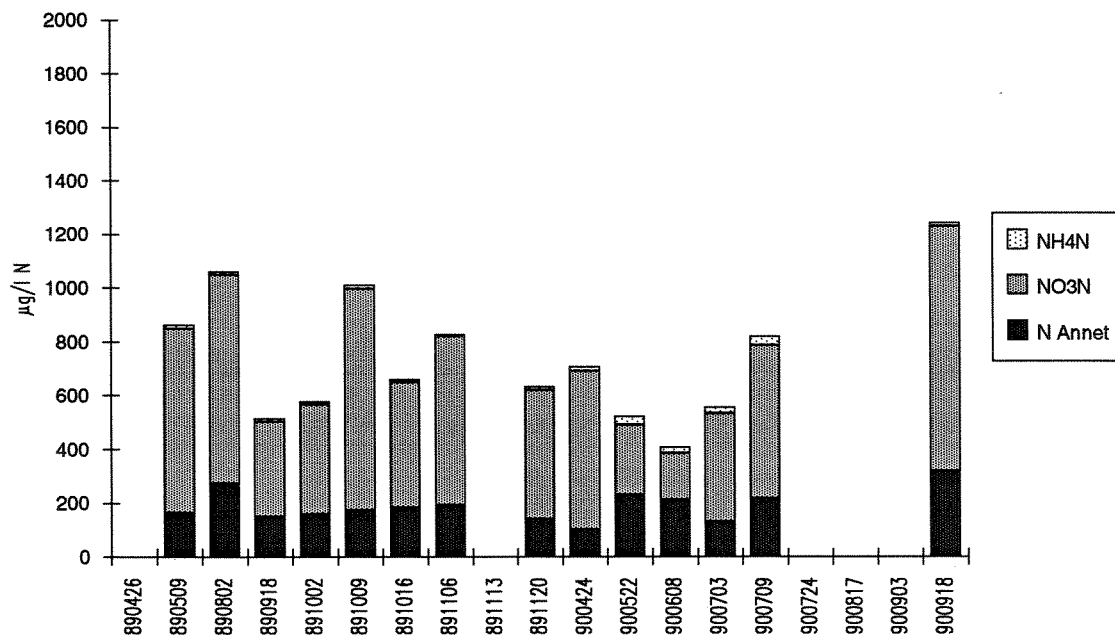
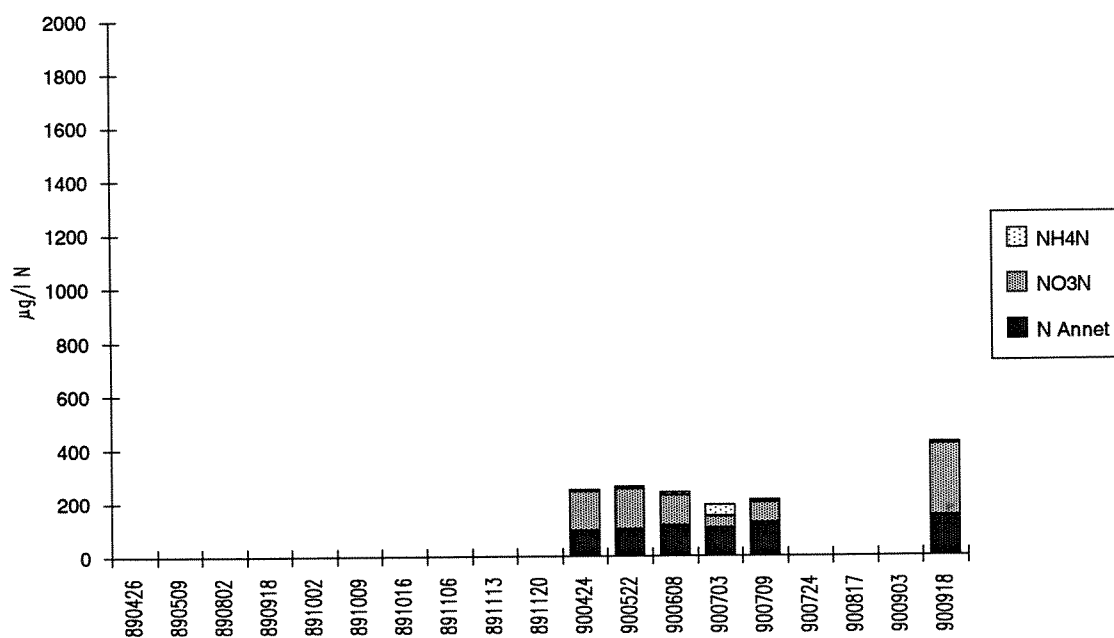


Fig. 8A. N-forbindelser i prøver fra stasjonene i Skjervnebeken 1989-90. (Hel søyle = Tot-N)

Kudalsbekk



Bekk i rør

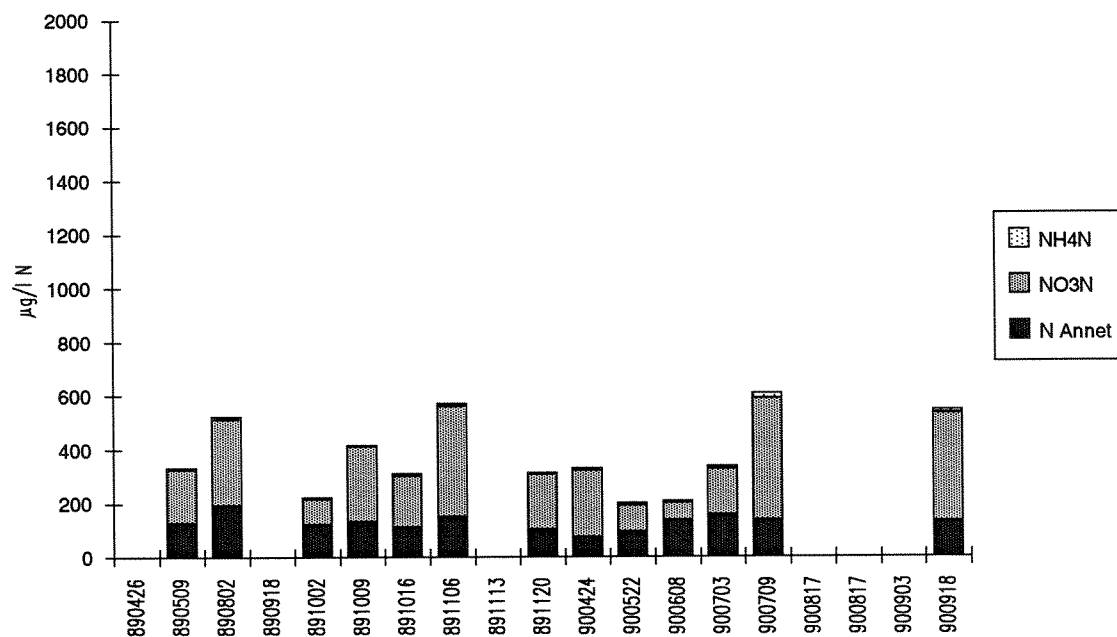


Fig. 8A. (forts.)

Nedstrøms limnigraf

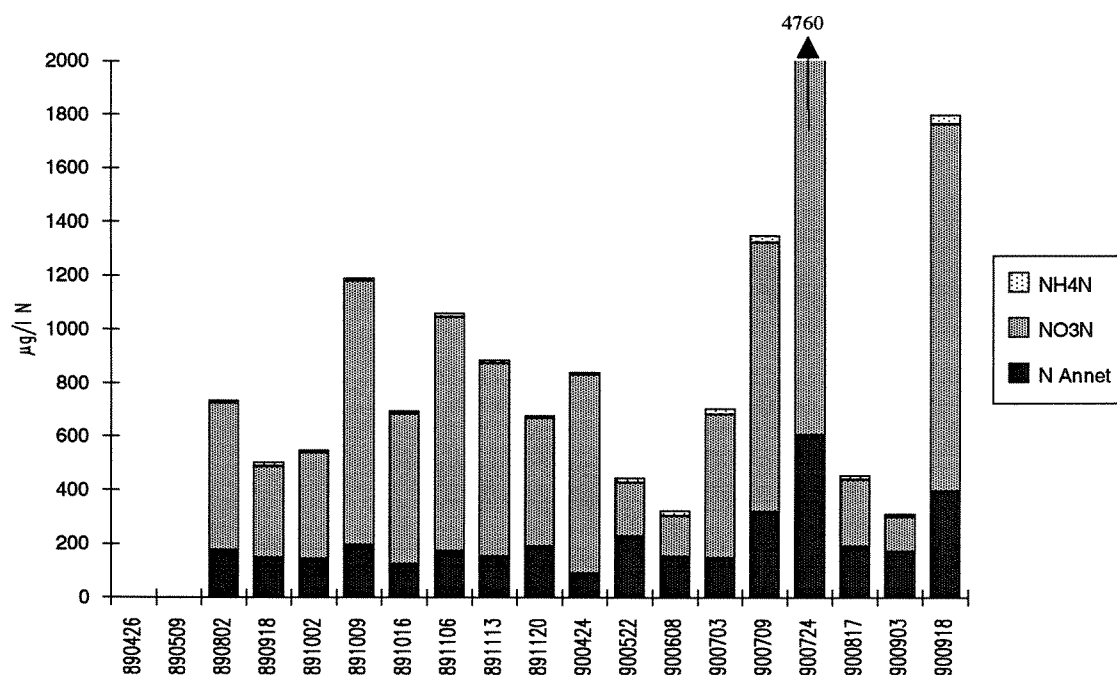


Fig. 8A. (forts.)

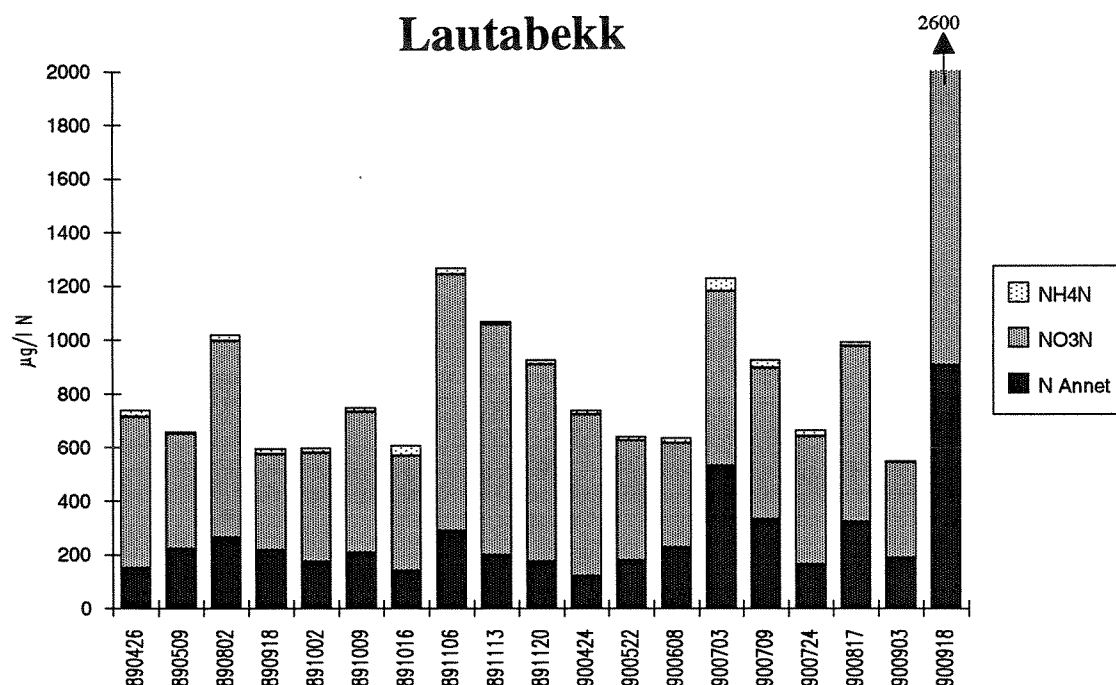


Fig. 8B N-forbindelser i prøver fra stasjonene i Lautabekken 1989-90. (Hel søyle = Tot-N)

Suspendert partikulært mat. (fig. 9A-B, tabell 4 i tekstdel og I i Vedl.)

Det partikulære (uorganiske og organiske) materialet som finnes i vannet omfatter alle partikler i vannmassene, medregnet planktoniske levende organismer (plante- og dyreplankton, bakterier m.m.). Tilslamming eller økt konsentrasjon av partikulært materiale i et vassdrag oppstår som følge av direkte utslipp av kommunalt og industrielt avløpsvann, ved tilførsel av erosjonsmateriale fra landbruksområder, f.eks. ved bakkeplanering, og som følge av anleggsvirksomhet i eller langs vassdrag (vei, forbygning, grustak, damanlegg etc.).

Under kraftige regnskyll og ved flomvannføringer, kan transporten av suspendert materiale være meget stor, særlig i vassdrag som drenerer jordbruksområder under den marine grense. Dette nedsetter i vesentlig grad vannets brukbarhet og influerer på organismene i vannet. Stor produksjon av plante- og dyreplankton gir også vannet et økt partikkelinnhold.

Gjennomsnittsverdier og variasjonsbredde for totalt innhold av partikulært materiale (tørrstoff) og organisk materiale i prøvene fra undersøkelsesperioden er vist i tabell 4. Gløderestanalysene (uorganisk materiale) fremgår av tabell I i Vedlegg.

I de fleste prøver var tørrstoffinnholdet lavt, men økte naturlig nok mot utløpet av Skjervnbekken (i kanalen og oppstrøms Maridalsvatnet), som er mest utsatt for erosjon. De høyeste konsentrasjonene ble i 1990 målt i juli-prøvene og i prøver innhentet den 18.9, dvs. ved kraftige regnskyll - og dermed erosjon. Bortsett fra det relativt høye innholdet av organisk materiale i prøven fra Kudalsbekken den 3.7, var det hovedsakelig partikulært uorganisk materiale i prøvene. Gjennomsnittlig varierte dette fra vel 60 til nærmere 90% av det totale tørrstoffinnholdet. Mens resultatene i 1989 tydet på at Lautabekken var mindre erosjonsutsatt enn de nederste prøvetakingspunktene i Skjervnbekken, var tørrstoffkonsentrasjonene i 1990-prøvene fra Lautabekken høyere enn i Skjervnbekken nedenfor kanalen. En av årsakene til dette kan være at kanalen etter hvert er blitt nokså gjen-grodd, noe som antakelig vil gjøre dette område mindre utsatt for erosjon enn tidligere. I Vegetasjonsbekk (1B), Rørbekk (1C), og st. 2B (avrenningsvann fra plenjordproducent), ble det ikke analysert på tørrstoff i 1990.

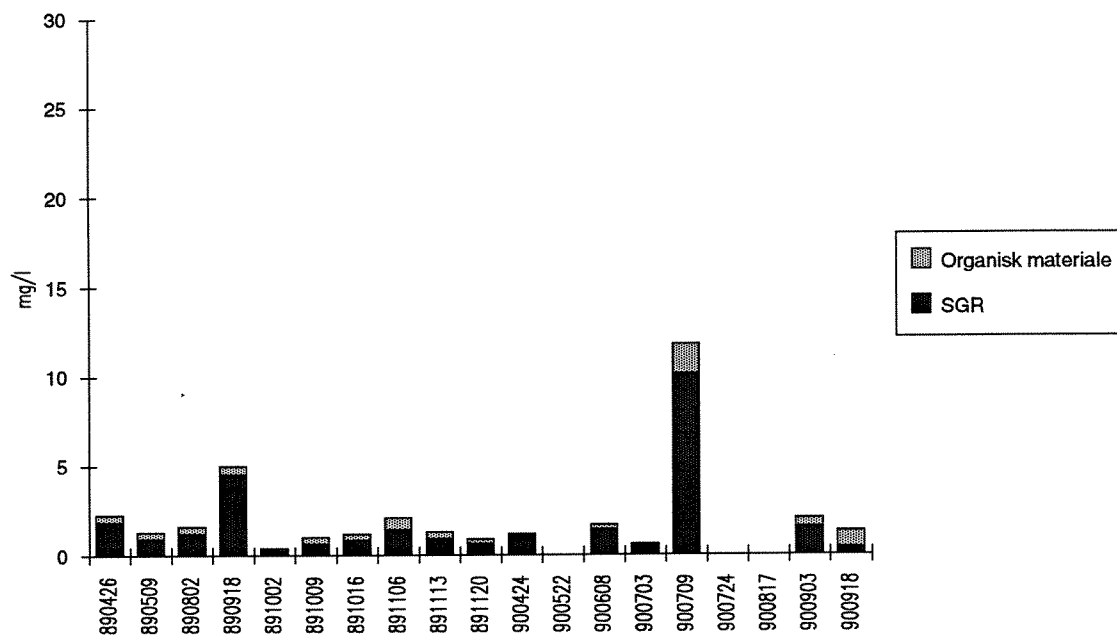
Tabell 4. Tørrstoff og organisk materiale. Gjennomsnittsverdier, variasjonsbredde og % org. mat. av tørrstoff i analyse- resultater fra 1989 - 1990.

Stasjon	Tørrstoff mg/l	Variasjonsbredde mg/l	Org.materiale mg/l	Variasjonsbredde mg/l	%
1A 1989	1.7	0.4 - 5.0	0.4	0.1 - 0.7	23
1A 1990	3.1	0.6 - 11.8	0.6	0 - 1.7	20
1B* 1989	1.7		0.1		6
1c 1990	7.3	0.7 - 29.0	2.7	0.3 - 10.6	37
1C* 1989	3.2		0.5		16
1D 1989	3.5	1.3 - 6.5	0.6	0.2 - 1.2	16
1D 1990	4.7	1.6 - 15.9	1.2	0.3 - 5.3	26
1E 1989	4.2	1.5 - 6.5	0.7	0.2 - 1.4	16
2A 1989	2.1	0.4 - 4.0	0.6	0.1 - 1.4	29
2A 1990	6.2	1.2 - 17.4	1.3	0.3 - 3.4	21
2B 1989	33.3	1.7 - 206.0	3.4	0.2 - 20.0	10

* 1 prøve.

I tillegg til ovennevnte analyser ble det i alle prøver fra st. 1D i Skjervenbekken analysert på innhold av totalt organisk karbon (TOC) og kjemisk oksygenforbruk (COD/Mn). Disse analysene er utført for å få en bedre forståelse av forskjellige typer organisk materiale. Analyse- resultatene fremgår av tabell I i Vedlegg, men vil ikke kommenteres her.

Oppstrøms kanal



Kudalsbekk

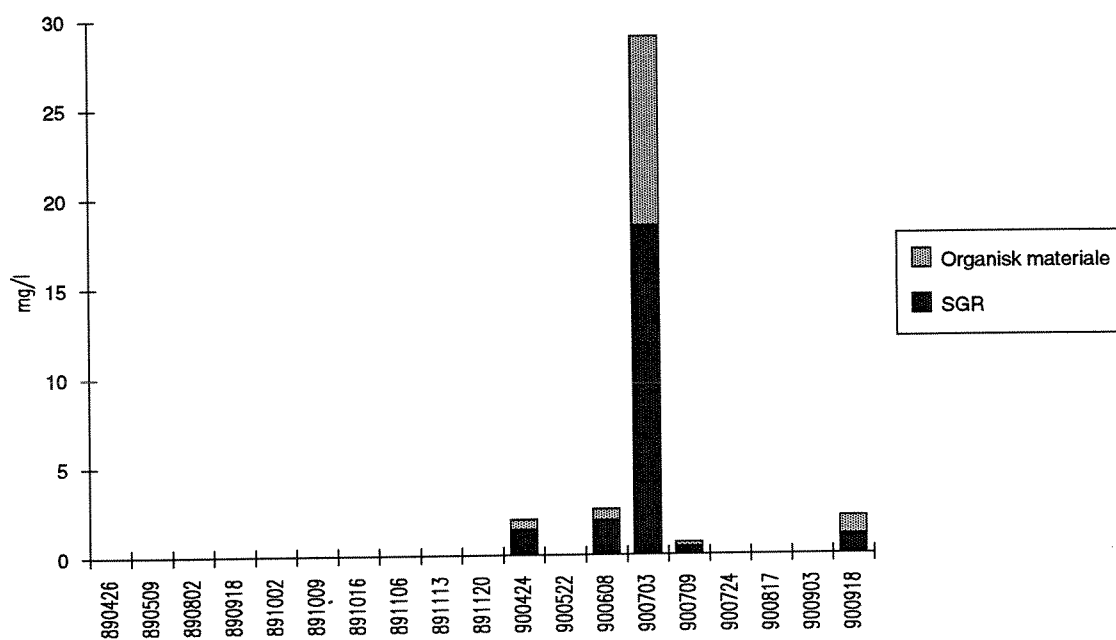


Fig. 9A. Suspendert part. materiale i prøver fra Skjervenbekken 1989-90.
(Hel søyle = Tørrstoff)

Nedstrøms limnigraf

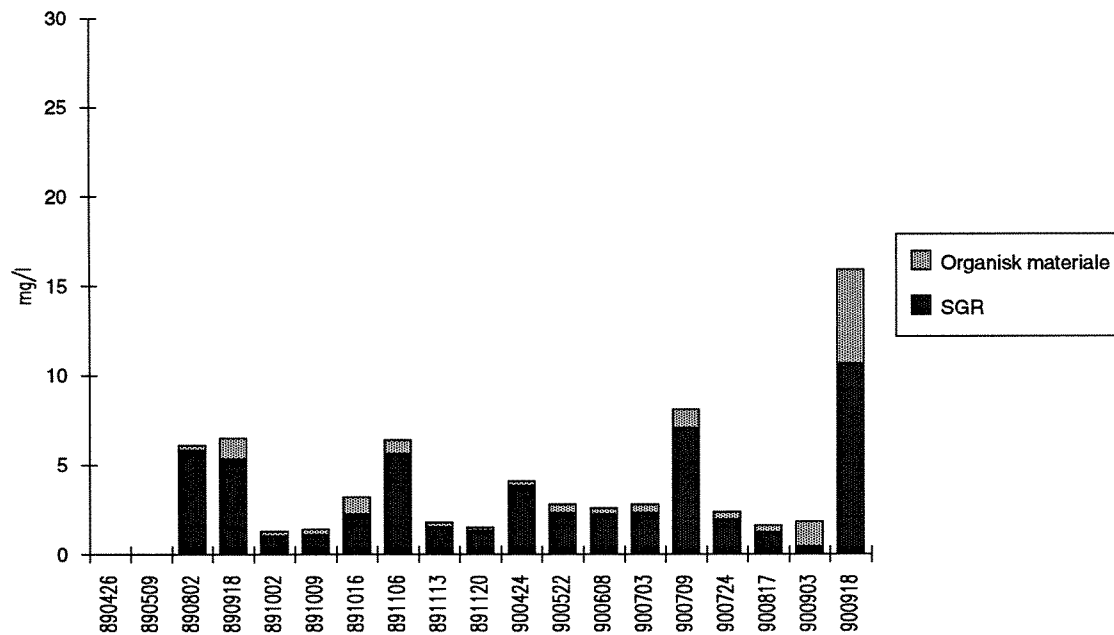


Fig. 9A. (forts.)

Lautabekk

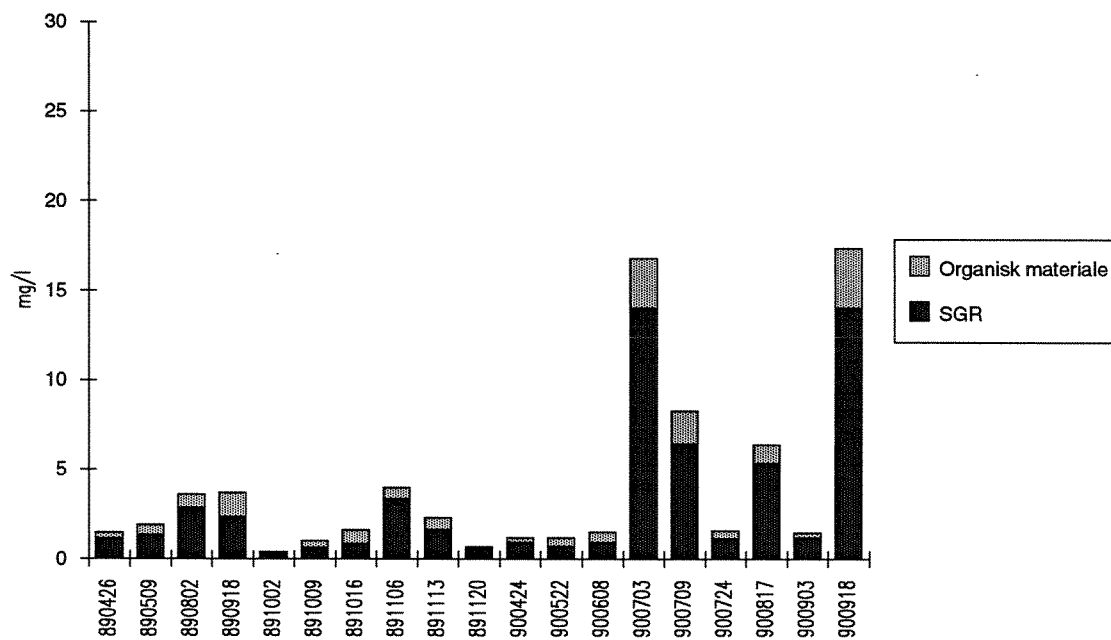


Fig. 9B. Suspendert part. materiale i prøver fra Lautabekken 1989-90. (Hel søyle = Tørrstoff)

4. AREALFOREDELING – TEORETISK BEREGNET TILFØRSEL SAMT MATERIAL TRANSPORT

Tabellene 5 - 7 gir en enkel oversikt over arealfordeling, teoretisk beregnet gjennomsnittlig tilførsel av fosfor og nitrogen samt materialtransport i Skjervnbekken og Lautabekken i undersøkelsesperioden april-november 1989 og april-september 1990.

Tabell 5. Arealfordeling, km².

Lokalitet	Totalt areal	Skogareal	Åkerareal
Skjervnbekken	1.1	1.0	0.1
Lautabekken	3.5	3.1	0.4

Som vist består nedbørfeltene til de to bekker hovedsakelig av skog- og noe jordbruksareal. For å beregne tilførselene av fosfor og nitrogen er det benyttet teoretiske koeffisienter. Det er beregnet at avrenning fra skogen utgjør 6.5 kg P og 220 kg N pr. km²/år (Vennerød, 1984). Det ble ifølge gårdbruker I. Bakke (Skjervnbekken gård) i 1989 brukt ca. 60 kg fullgjødelse pr. dekar, av type 25-3-6. Det vil si at den i vektprosent inneholder 2.9 % P og 24.6 % N (Norsk Hydro, 1988). Vi har antatt samme forbruk av gjødelse i 1990, og har regnet med at 1 % av dette fosforet og 15% av nitrogenet når Skjervnbekken og at 0.5 % av fosforet og 12 % av nitrogenet når Lautabekken. Langs denne bekken er det som nevnt et belte av planter og trær, mens vegetasjonen langs Skjervnbekken (kanalen) for en stor del er fjernet, noe som i perioder kan ha ført til en høyere avrenning av P og N herfra. Etter hvert er selve kanalen blitt nokså gjengrodd og antakelig mindre utsatt for erosjon enn tidligere. 1990-resultatene kan tyde på dette og at erosjonen i Lautabekken er større enn antatt ved teoretisk beregning av årstilførsel. Vi vil se nærmere på disse forhold ved utarbeiding av endelig rapport. Ut over dette har vi regnet med en viss avrenning fra ugjødset, oppdyrket areal, dvs. bidrag som følge av jordbearbeiding og naturlig erosjon, og antatt at dette kan utgjøre 8 kg P og 220 kg N pr. km²/år (Vennerød, 1984, Holtan og Åstebøl, 1990). Vi har beregnet slik tilførsel fra åkerarealet 6 måneder i året.

Tabell 6. Gjennomsnittlig teoretisk beregnet års-tilførsel av P og N.

Lokalitet	Skjervnbekken		Lautabekken	
	Tot-P, kg/år	Tot-N, kg/år	Tot-P, kg/år	Tot-N, kg/år
Skog	6.5	220	19.5	660
Ugj., oppdyrket	0.4	11	2.0	55
Åker	1.7	221	4.4	886
Tilsammen	8.6	452	25.9	1601

Arealavrenningen fra skog varierer geografisk sett. Den vil dessuten variere med tiden, avhengig av blant annet klimatiske og meteorologiske forhold. Usikkerhetene i en teoretisk beregning av avrenningen vil derfor være store. Kunstgjødselen spres på tidspunkter som er mest mulig gunstig for jordbruket. Klimatiske forhold (regnskyll) kan imidlertid føre til stor utvasking i enkelte tilfeller. Variasjoner i tilførsler over året vil i stor grad være avhengig av gjødslingstidspunkt og meteorologiske forhold. Variasjonene kan også være store fra år til år, først og fremst på grunn av variasjoner i nedbørforholdene.

Ut fra årlig vanntilførsel (NVE, 1989) og fosfor- og nitrogenbelastning, kan gjennomsnittlige konsentrasjoner i bekkene beregnes som følger:

$$\begin{array}{l}
 \text{Skjervnbekken: } 8.6 \text{ kg P} / 0.66 \times 10^6 \text{ m}^3 = 13.0 \text{ } \mu\text{g P/l} \\
 \text{ - " - } 452 \text{ " N} / 0.66 \times 10^6 \text{ m}^3 = 684 \text{ } \mu\text{g N/l} \\
 \text{Lautabekken: } 25.9 \text{ kg P} / 2.11 \times 10^6 \text{ m}^3 = 12.3 \text{ } \mu\text{g P/l} \\
 \text{ - " - } 1601 \text{ " N} / 2.11 \times 10^6 \text{ m}^3 = 758 \text{ } \mu\text{g N/l}.
 \end{array}$$

Gjennomsnitt av analyseresultatene fra Skjervnbekken (st. 1D/E) og Lautabekken var i 1989 på h.h.v. 10.2 og 9.0 $\mu\text{g P/l}$, for nitrogen på 887 og 824 $\mu\text{g N/l}$. Dette kunne tyde på at de beregnede fosfortilførsler ifølge måleresultatene var noe høye og nitrogentilførslene noe lave. Det ble antatt at gjennomsnittsverdiene, særlig for fosfor, ville vært høyere i en mer nedbørrik sommer (erosjon). I 1990 var gjennomsnittstallene både for fosfor og nitrogen høyere enn foregående år og høyere enn de beregnede verdier. Det er juliprøvene som er av betydning i denne sammenheng. Det er vanskelig å sammenlikne de to tallsett da de teoretiske beregninger viser et årsgjennomsnitt, mens

måleresultatene er fra en bestemt periode i et bestemt år. Det er derfor ikke sannsynlig at gjennomsnittet av måleresultatene kan være representativt som årsgjennomsnitt. På denne bakgrunn må måleresultatene og de teoretiske verdier kunne sies å stemme overens i rimelig grad.

Ved hjelp av vannføringsdata fra Skjervnbekken og Grytebekken og kjemiske analyseresultater, er det foretatt materialtransportberegninger pr. måned og totalt i perioden april - november 1989, og i perioden april - september 1990. Tabell 7 angir transportverdier i middel for næringssaltene fosfor og nitrogen for Skjervnbekken oppstrøms Maridalsvatnet (st. 1D/E) og Lautabekken ved Maridalen kapell (st. 2A).

Tabell 7. Materialtransport (næringssalter) 1989 -1990.

	Skjervnbekken						Lautabekken					
	Tot-P		Tot-N		Vannføring		Tot-P		Tot-N		Vannføring	
	kg P	kg P	kg N	kg N	mill.m ³ /mnd.	mill.m ³ /mnd.	kg P	kg P	kg N	kg N	mill.m ³ /mnd.	mill.m ³ /mnd.
	-89	-90	-89	-90	-89	-90	-89	-90	-89	-90	-89	-90
April	1.2	0.8	102	73	0.114	0.086	2.2	1.1	229	150	0.308	0.185
Mai	0.4	0.1	25	2	0.032	0.004	1.4	0.4	111	20	0.047	0.028
Juni	0.1	0.1	10	3	0.010	0.008	0.3	0.3	28	21	0.034	0.029
Juli	0	0.3	4	11	0.003	0.010	0.1	2.8	10	52	0.013	0.049
	0.5	0.1	18	2	0.024	0.005	3.0	1.1	168	38	0.047	0.033
Sept.	0.1	0.1	5	4	0.010	0.010	0.6	2.1	49	82	0.080	0.064
Tils.	2.3	1.5	164	95	0.193	0.123	7.6	7.8	595	363	0.529	0.388
Okt.	0.2		16		0.019		0.8		75		0.116	
Nov.	0.9		61		0.060		2.4		245		0.218	
Tils.	3.4		241		0.272		10.8		915		0.863	

Månedsverdiene gir et klart bilde av vannføringens og dermed nedbørens betydning for stofftransporten, og angir tilførslenes størrelse i undersøkelsesperioden. Særlig har vannføringen i april måned begge år hatt betydning. Av samme grunn som ovenfor kan disse verdier naturlig nok heller ikke sammenliknes med teoretisk beregnet årsbudsjett.

5. LITTERATUR

- Berge, D. og Torsten Källqvist, 1990: *Biotilgjengelighet av fosfor i jordbruksavrenning sammenliknet med andre forurensningskilder. NIVA-rapport - løpenr. 2367. 130 s.*
- Bradford, M.E. and R.H. Peters, 1987: *The relationship between chemically analyzed phosphorus fractions and bioavailable phosphorus. Limnol. Oceanogr., 32 (5), side 1124-1137.*
- DNMI, 1987: *Nedbørdata fra stasjonene Maridalsoset og Blindern i Oslo for året 1989 og 1990, samt Nedbørnormaler 1931-1960. 14 s.*
- Holtan, G. og P. Brettum, 1989: *Kontrollundersøkelse av Maridalsvatnet. Årsrapport 1988. NIVA-rapport - Løpenr. 2186. 14 s.*
- Holtan, G. (under bearbeiding) *Koeffisienter for beregning av atmosfærisk tilførsel (P, N og TOC) ved hjelp av nedbørsamlere omkring og ute på Maridalsvatnet. NIVA-prosjekt: E-89485.*
- Holtan, H. og S. Åstebøl, 1990: *Håndbok i innsamling av data om forurensningstilførsler til vassdrag og fjorder. Rev. utg. NIVA-/JORDFORSK-rapport: 0-892301. Løpenr. 2509. 53 s.*
- Krogstad, T. og Ø. Løvstad, 1989: *Erosion, phosphorus and phytoplankton response in rivers of South-Eastern Norway., Hydrobiologia 183, side 33-41.*
- NVE, 1989: *Hydrografiske undersøkelser i Norge. Hydrografisk materiale for perioden 1967- 1989 fra Grytebekken i Maridalen.*
- Oslo helseråd, 1986: *Vegetasjonskart over Oslo. Kartblad C0047 Maridalen.*
- Rusten, Ø.H. og Cees Bronger, 1983: *Maridalen. Botanisk undersøkelse av verneverdier. Rapport fra Oslo helseråd. Kontoret for natur- og miljøvernsaker. 115 s.*
- Rørslett, B. og E. Lydersen, 1980: *Vegetasjonskartlegging av noen vannforekomster i Oslo. NIVA-rapport - løpenr. 1180. 11 s. + vedlegg.*
- Uhlen, G. og H. Lundekvam, 1988: *Avrenning av Nitrogen, fosfor og jord fra jordbruk 1949 - 1979/88. SEFO-rapport nr. 7. ÅS-NLH. 31 s.*
- Vennerød, K., 1984: *Håndbok i innsamling av data om forurensningstilførsler til vassdrag og fjorder. Niva-rapport - løpenr. 1668. 48 s.*

Tabell IA. Kjemiske analyseresultater fra stasjonene i Skjervenbekken 1990

Tabell IB. Kjemiske analyseresultater fra stasjonene i Lautabekken 1990

Tabell II. Parametre, deteksjonsgrenser og analysemetodikk

Tabell IA. (forts.)

Avrenning fra jordbruket - Maridalsvannet

Stasjon = Kudalsbekk

DATO	TotP ug/l	TotPf ug/l	P04P ug/l	PP ug/l	LIRP ug/l	TOTN ug/l	NO3N ug/l	NH4N ug/l	STS mg/l	SGR mg/l	SGT mg/l	TOC mg/l	CODMn mg/l	Vannf l/s
900424	3.0	2.0	0.5	1.0	1.5	249	146	7	2.00	1.40	0.60			
900522	5.0	3.0	1.0	2.0	2.0	261	151	10						
900608	5.0	4.0	1.0	1.0	3.0	239	115	11	2.60	1.90	0.70			
900703	7.0	6.0	5.0	1.0	1.0	192	45	44	29.00	18.40	10.60			
900709	9.0	5.0	1.0	4.0	4.0	212	77	10	0.70	0.40	0.30			
900918	3.0	2.0	1.0	1.0	1.0	425	270	7	2.13	1.06	1.07			
Midde1	5.3	3.7	1.6	1.7	2.1	263.0	134.0	14.8	7.29	4.63	2.65			
Antall	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5			

Avrenning fra jordbruket - Maridalsvannet

Stasjon = Bekk i rør

DATO	TotP ug/l	TotPf ug/l	P04P ug/l	PP ug/l	LIRP ug/l	TOTN ug/l	NO3N ug/l	NH4N ug/l	STS mg/l	SGR mg/l	SGT mg/l	TOC mg/l	CODMn mg/l	Vannf l/s
900424	5.0	3.0	2.5	2.0	0.5	330	250	7						
900522	5.0	2.0	2.0	3.0	0.0	201	99	8						
900608	7.0	4.0	2.0	3.0	2.0	209	67	8						
900703	6.0	3.0	2.0	3.0	1.0	339	172	10						
900709	13.0	9.0	4.0	4.0	5.0	609	455	19						
900918	7.0	3.0	3.0	4.0	0.0	546	405	11						
Midde1	7.2	4.0	2.6	3.2	1.4	372.3	241.3	10.5						
Antall	6	6	6	6	6	6	6	6						

Tabell IB. Kjemiske analyseresultater fra stasjon 2A i Lautabekken 1990.

Avrenning fra jordbruket - Maridalsvannet

Stasjon = Lautabekk

DATO	TotP ug/l	TotPf ug/l	P04P ug/l	PP ug/l	LIRP ug/l	TOTN ug/l	NO3N ug/l	NH4N ug/l	STS mg/l	SGR mg/l	SGT mg/l	TOC mg/l	CODMn mg/l	Vannf l/s
900424	6.0	3.0	1.5	3.0	1.5	740	605	15	1.20	0.90	0.30			57.400
900522	14.0	7.0	4.0	7.0	3.0	642	450	14	1.20	0.70	0.50			3.600
900608	11.0	8.0	3.0	3.0	5.0	638	390	19	1.50	0.90	0.60			6.700
900703	82.0	40.0	40.0	42.0	0.0	1230	650	48	16.80	14.00	2.80			26.740
900709	53.0	45.0	21.0	8.0	24.0	926	565	27	8.30	6.40	1.90			71.300
900724	14.0	11.0	7.0	3.0	4.0	666	480	23	1.58	1.11	0.47			8.820
900817	33.0	16.0	16.0	17.0	0.0	995	655	16	6.40	5.30	1.10			33.000
900903	8.0	5.0	1.0	3.0	4.0	552	360	6	1.47	1.15	0.32			26.700
900918	84.0	33.5	33.0	50.5	0.5	2600	1600	93	17.40	14.00	3.40			12.500
Midde1	33.9	18.7	14.1	15.2	4.7	998.8	639.4	29.0	6.21	4.94	1.27			27.420
Antall	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9			9

Tabell II. Parametre, deteksjonsgrenser og analysemetodikk.

Parameter	Deteksjonsgrenser	Analysemetodikk
Total fosfor (Tot-P) $\mu\text{g/l}$	1.0 $\mu\text{g/l}$	NS 4725
Total "løst" P (TLP) $\mu\text{g/l}$	1.0 $\mu\text{g/l}$	NS 4725 (membran- filter 0.45 μm)
Orto fosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$) $\mu\text{g/l}$	0.5 $\mu\text{g/l}$	NS 4724
Total nitrogen (Tot-N) $\mu\text{g/l}$	2.0 $\mu\text{g/l}$	NS 4743
Nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) $\mu\text{g/l}$	1.0 $\mu\text{g/l}$	NS 4745
Ammonium ($\text{NH}_4\text{-N}$) $\mu\text{g/l}$	1.0 $\mu\text{g/l}$	NS 4746
Tørrstoff (STS) mg/l	0.1 mg/l	*
Gløderest (SGR) mg/l	0.1 mg/l	*
Kjem. oksygen- forbruk (COD _{Mn}) mg/l	0.5 mg/l	NS 4759
Total karbon (TOC) mg/l	0.1 mg/l	**

*

I prinsippet følges NS 4764, men det filtreres så mye vann som praktisk mulig.

** Analysen fortas etter en kombinasjon av peroxodisulfat- og UV-oppslutning (Instrumentell metode).

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69 Korsvoll, 0808 Oslo
ISBN 82-577-2007-0