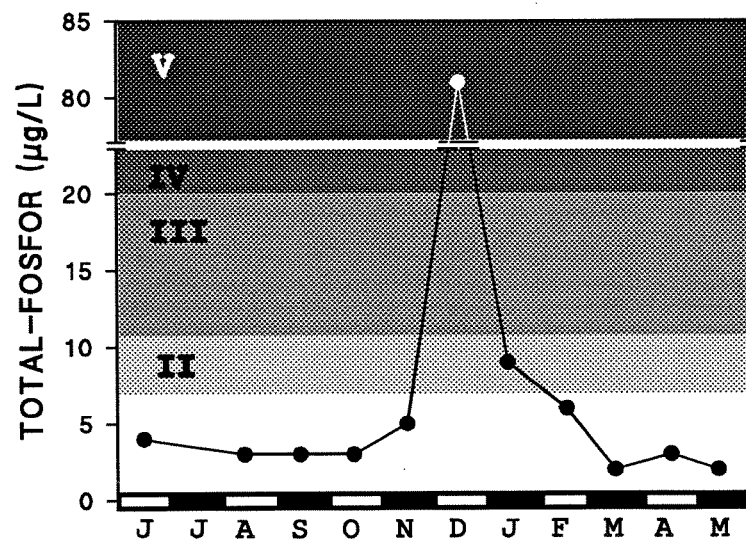




O-92103

Enkel overvåking av vannkvalitet i **Granvinvassdraget**

1992-93



NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.:	Undemr.:
O - 92103	
Løpenr.:	Begr. distrib.:
3088	

Hovedkontor	Sørlandsavdelingen	Østlandsavdelingen	Vestlandsavdelingen	Akvaplan-NIVA A/S
Postboks 173 Kjelsås	Televeien 1	Rute 866	Thormøhlensgt 55	Postboks 735
0411 Oslo	4890 Grimstad	2312 Ottestad	5008 Bergen	9001 Tromsø
Telefon (47) 22 18 51 00	Telefon (47) 37 04 30 33	Telefon (47) 62 57 64 00	Telefon (47) 55 32 56 40	Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 22 18 52 00	Telefax (47) 37 04 45 13	Telefax (47) 62 57 66 53	Telefax (47) 55 32 88 33	Telefax (47) 77 68 05 09

Rapportens tittel: Enkel overvåking av vannkvalitet i Granvinvassdraget 1992 - 93.	Dato:	Trykket:
	25.05.94	NIVA 1994
Forfatter(e): Anders Hobæk	Faggruppe:	
	Generelle vassdragsundersøkelser	
	Geografisk område:	
	Granvin, Hordaland	
	Antall sider:	Opplag:
	23	55

Oppdragsgiver: Miljøvernavdelingen i Hordaland	Oppdragsg. ref.: Haakon Kryvi
---	----------------------------------

Ekstrakt:

En enkel overvåking av vannkvalitet i Granvinvassdraget ble gjennomført med månedlige prøver på fire stasjoner i perioden juni 1992 - mai 1993. Elvestrekningenes vannkvalitet fluktuerte kraftig i denne perioden. Den øvre delen av vassdraget (Storelvi) fikk markerte tilførsler av partikler, humus og næringssalter. Kildene til disse tilførslene er usikker. Granvinvatnet var lite preget av tilførslene til elva ovenfor. Granvinelva nederst i vassdraget fikk i vintermånedene tilført store mengder partikler og fosfor, men denne tilførselen var kortvarig. De sterkt variable tilførslene kan neppe tilskrives avrenning fra landbruket alene, men skyldes trolig andre aktiviteter i nedslagsfelte, samt naturlig avrenning.

4 emneord, norske

1. Overvåking
2. Næringssalter
3. Landbruksforurensning
4. Eutrofiering

4 emneord, engelske

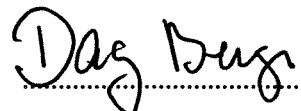
1. Monitoring
2. Nutrients
3. Agricultural pollution
4. Eutrophication

Prosjektleder


.....

Anders Hobæk

For administrasjonen


.....

Dag Berge

ISBN-82-577-2560-9

Innhold

Innhold	2
Sammendrag	3
1. Innledning	4
2. Materiale og metoder	4
2.1. Vassdraget	4
2.2. Prøvetaking og parametre	6
2.3. Klassifisering og vurdering	6
3. Resultater og diskusjon	8
3.1. Nedbør og avrenning	8
3.2. Storelvi, St. 1	9
3.3. Storelvi, St. 2	10
3.4. Granvinvatnet, St. 3	11
3.4. Granvinelva, St. 4	12
3.5. Oppsummering	14
4. Klassifisering av vannkvalitet	15
5. Transport av næringsalter til Granvinfjorden	17
6. Henvvisninger	19
Vedlegg 1. Måleresultater	20

Sammendrag

En enkel overvåking av vannkvalitet i Granvinvassdraget ble gjennomført i perioden juni 1992 - mai 1993. Vannprøver for kjemiske analyser ble tatt på to stasjoner i Storelvi ovenfor Granvinvatnet og på én stasjon i Granvinelva like ovenfor utløp i fjorden. I Granvinvatnet ble det tatt blandprøver av produksjonssjiktet (0 - 10 m) i perioden juni - oktober 1992. Alle prøver ble analysert for konduktivitet, pH, turbiditet, farge, total-fosfor og total-nitrogen. Fra Granvinvatnet ble det også analysert for klorofyll *a* som mål på algebiomasse, og registrert siktedyp og vannfarge i innsjøen. Prøvetakingen var lagt opp for å gi vurderingsgrunnlag for landbruksforurensning i vassdraget.

Begge stasjonene ovenfor Granvinvatnet var markert påvirket av næringssalter, partikler og humus-stoffer gjennom store deler av undersøkelsesperioden. Disse tilførslene skyldes neppe landbruksforurensning alene, og har trolig sammenheng med annen aktivitet i nedslagsfeltet.

Også i Granvinvatnet kunne tilførslene til stasjonene ovenfor merkes, men variasjonen var her kraftig dempet og måleresultatene viste at tilstanden i innsjøen var god.

Granvinelva nedenfor Granvinvatnet mottok også tilførsler av både partikler og næringssalter. Spesielt markert var dette i desember 1992, da svært høye verdier av turbiditet og total-fosfor ble registrert. Dette har trolig hatt sammenheng med stor avrenning kombinert med inngrep i nedslagsfeltet.

Surhetsgraden varierte nokså lite på alle stasjoner, og var generelt som forventet naturtilstand i vassdraget. Laveste pH målt til 5,72 i den øvre del av vassdraget.

En sammenfattende tilstandsvurdering er gitt på side 15 i rapporten. De store fluktuasjonene både i næringssalter, humusinnhold og partikkelmengder gjennom undersøkelsesperioden må tilskrives gravearbeider eller andre aktiviteter i nedslagsfeltet, og ikke normal variasjon eller regulær avrenning fra landbruket. Den store variasjonen gjør det også vanskelig å vurdere resultatene, spesielt med hensyn til landbruksforurensning.

Med basis i anslag for avrenning og måleresultatene i Granvinelva, er transport av næringssalter til fjorden estimert til 2,2 tonn fosfor og 74,1 tonn nitrogen i løpet av undersøkelsesperioden på ett år.

1. Innledning

På oppdrag fra Miljøvernavdelingen i Hordaland er det gjennomført en enkel overvåking i Granvinvassdraget, Granvin kommune, i tidsrommet juni 1992 - mai 1993. Undersøkelsen var primært innrettet på å dokumentere tilstand med tanke på landbruksforurensing av vassdraget. Feltarbeidet ble gjennomført av miljøvernrådgiver Torbjørg Austrud, Granvin og Ulvik kommuner. Ved befaring og første prøvetaking i vassdraget i juni 92 deltok forskningssjef Dag Berge, NIVA (Oslo), og rutiner for prøvetaking og forsendelse av prøver ble gjennomgått. Resultatene ble senere overlatt forsker Anders Hobæk, NIVA (Vestlandsavdelingen) for rapportering.

I dette prosjektet inngikk også en overvåking av Prestbekken i Etnevassdraget. Innsamlingen ble organisert på samme måte med en lokal prøvetaker. Her ble prøvetakingen stanset ved halvgått løp, uten at NIVA ble underrettet. Det har derfor gått lang tid mens saksbehandler ventet på analyseresultater, uten at prøvene var tatt. Prøvetakingen i Etne er nå gjenopptatt og vil bli rapportert separat, og denne rapporten omhandler bare resultatene fra Granvinvassdraget.

2. Materiale og metoder

2.1. Vassdraget

Et kart over vassdraget med stasjonsnett er gitt i Figur 1. Vassdraget domineres av Granvinvatnet (24 m.o.h.). Høyeste punkt i nedslagsfeltet på omtrent 177 km² er 1558 m.o.h. (Olsskavlen). Omtrent 40% av nedslagsfeltet er snaufjell, 50% skog, og 3 % vann og elver. De resterende 7 % er innmark og bebygget areal. Dette er grove anslag.

Storelvi som munner ut i Granvinvatnets indre ende er den største tilførselselva. I Storelvi samles flere elver: Skorvo, Hensdalselvi, Skaftedalselvi, elva fra Fenne og Moensvatnet, Bulko samt flere mindre elver. Flere små elver drenerer i tillegg langs vestsiden av innsjøen, og langs østsiden munner Træelvi fra Espelandsdalen foruten flere mindre elver. Mellom Granvinvatnet og fjorden munner samløpet mellom Hurpo og Tveiteelva ut i Granvinelva. Disse drenerer et betydelig areal øst for Granvin.

Jordbruksland finnes først og fremst rundt Storelvis utløp i Granvinvatnet. Det er også betydelige arealer av innmark ved Fenne/Moensvatnet (øverst i hovedvassdraget i Voss kommune), i Espelandsdalen, og langs Granvinelva nedenfor Granvinvatnet.

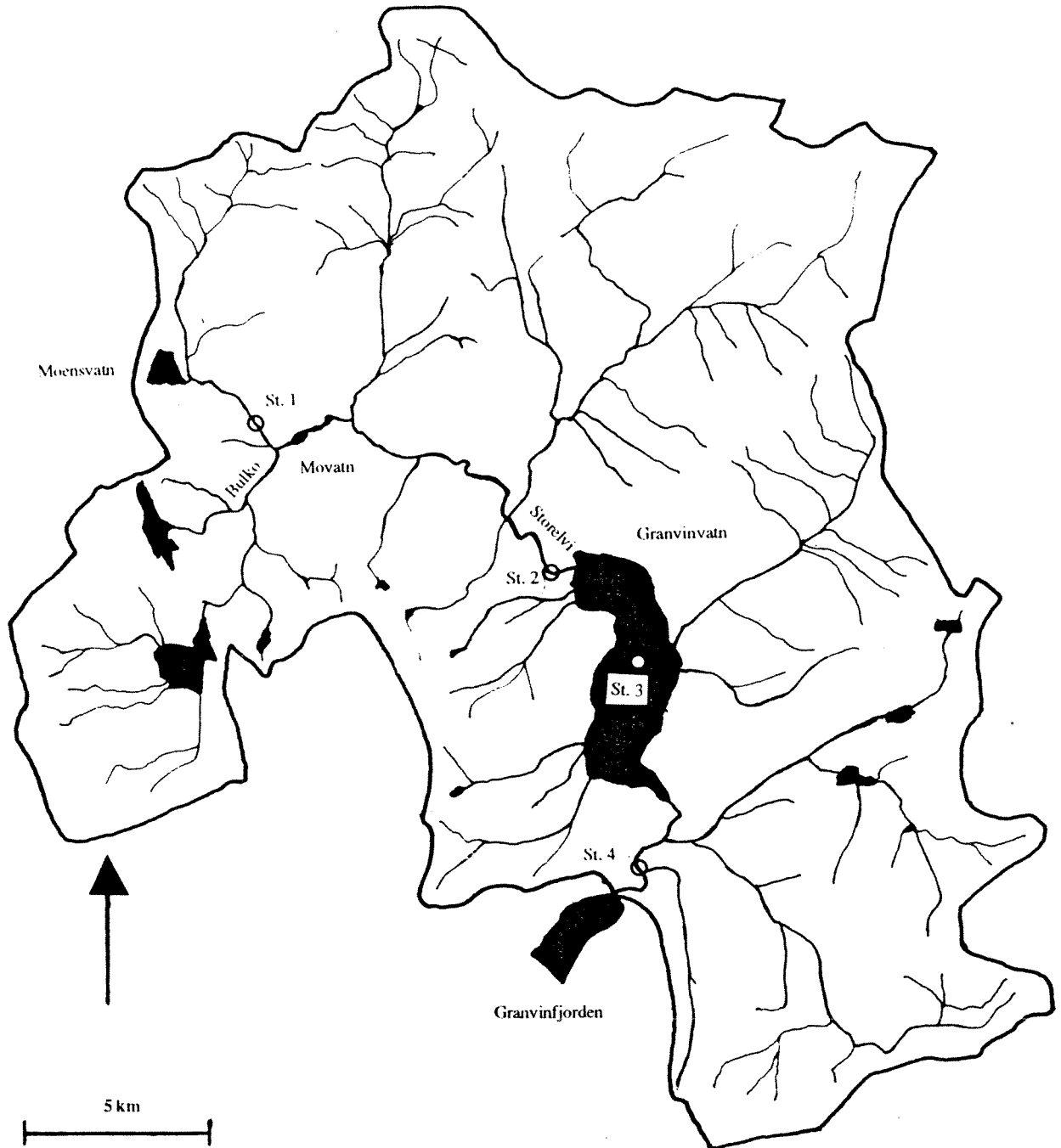
Fra Granvinvatnet renner en kort elvestrekning (ca. 1,5 km) til Granvinfjorden. Vassdraget er laks- og sjøauførende. I de senere år har det etablert seg en tett bestand av stasjonær røye i Granvinvatnet. Vei

Tabell 1. Geografisk plassering av stasjoner undersøkt i Granvinvassdraget (se også kart i Figur 1).

Stasjon	Type	UTM-koordinater
1	Elv	32V LN 690 193
2	Elv	32V LN 737 173
3	Innsjø	32V LN 750 155
4	Elv	32V LN 750 123

og jernbane Granvin - Voss går langs hele hovedvassdraget. Jernbanen ble nedlagt for få år tilbake, og langs deler av strekningen er jernbanelegemet opparbeidet til gang- og sykkelsti.

Stasjon 1 ble plassert høyt oppe i vassdraget ovenfor Movatnet (dvs. ovenfor det viktigste landbruksområdet) for å tjene som referansestasjon. Ved innløpet til Granvinvatnet lå Stasjon 2, mens Stasjon 3 var midt ute i selve innsjøen. Stasjon 4 var i Granvinelva nedstrøms Granvinvatnet, men ovenfor tidevannspåvirkning (Figur 1). Stasjonene er kartfestet i Tabell 1.



Figur 1. Oversikt over Granvinvassdraget med prøvestasjoner.

2.2. Prøvetaking og parametre

På de tre elvestasjonene ble det tatt månedlige prøver gjennom hele perioden juni 92 - mai 93. På Stasjon 3 (Granvinvatnet) ble det tatt månedlige prøver juni - oktober 1992. Prøvene ble sendt med ekspressforsendelse til NIVA's laboratorium i Oslo. En prøve fra St. 4 (juli 1992) er ikke kommet til rette, og vi mangler derfor analysedata fra denne.

På elvestasjonene ble prøven (0,5 liter) tatt direkte i elva. I Granvinvatnet ble det tatt en blandprøve fra sjiktet 0 - 10 meters dyp ved hjelp av en slangehenter. Fra denne blandprøven ble det tatt ut en liter vann på mørk flaske for filtrering til analyse av klorofyll *a*, og en vanlig vannprøve (0,5 liter) for kjemiske parametre. Videre ble det på stasjon 3 registrert siktedyp og vannfarge vha. av en Secchi - skive.

Det vannkjemiske analyseprogrammet omfattet surhetsgrad (pH), konduktivitet (elektrisk lednings-evne), turbiditet (partikkelinnhold), vannfarge etter filtrering, samt næringssaltene totalt nitrogen og totalt fosfor i alle prøver.

2.3. Klassifisering og vurdering

Vurderingssystemet som benyttes er utviklet av SFT og NIVA (SFT 1992). I korthet går systemet ut på at målingene for viktige parametre innordnes i tilstandsklasser, der hver klasse er definert av et nivå av parameteret. Oftest brukes gjennomsnittsverdien av parametrene som klassifikasjonsgrunnlag. Det opereres i den reviderte utgaven av systemet med 5 tilstandsklasser:

TILSTANDSKLASSE	BESKRIVELSE
I	'God'
II	'Mindre god'
III	'Nokså dårlig'
IV	'Dårlig'
V	'Meget dårlig'

Klassifisering kan gjøres for en lang rekke forurensningstyper. Aktuelle typer er:

- **Næringssalter** (Aktuelle parametre: fosfor, nitrogen, algebiomasse, siktedyp, oksygenmetning)
- **Organiske stoffer** (Aktuelle parametre: TOC, $KO_{F_{Mn}}$, fargetall, siktedyp, oksygenmetning)
- **Partikler** (Aktuell parameter: turbiditet, siktedyp)
- **Forsurende stoffer** (Aktuelle parametre: pH, alkalitet)

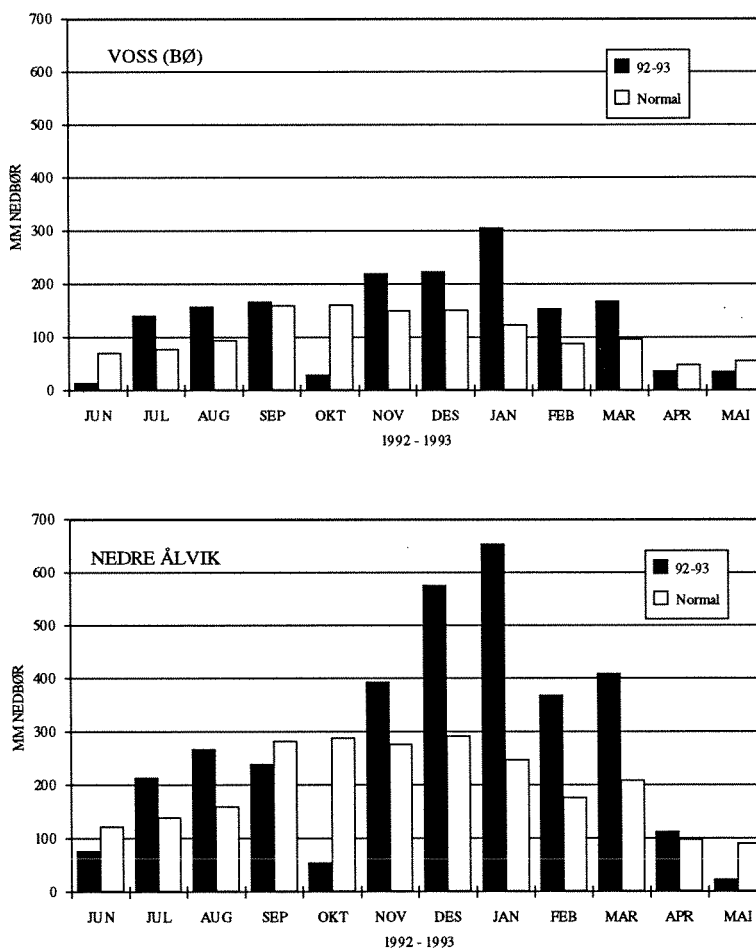
For nærmere omtale av tilstandsklasser vises til SFT (1992). I resultatdelen av rapporten er de mest aktuelle parametrene presentert i figurer, der området for ulike tilstandsklasser er indikert med ulike skraveringer. Merk at figurene ikke alltid er direkte sammenlignbare, og noen har en mer komprimert Y-akse enn andre. Dette er gjort for at variasjonen i de enkelte parametre skal komme tydelig fram.

For å vurdere hvor forurenset en resipient er, må man se på avviket mellom tilstanden ved undersøkelse og en forventet naturtilstand. Forholdet mellom disse gir grunnlag for å tilegne resipienten en

forurensningsgrad, som også kan deles inn i 5 kategorier eller klasser:

FORURENSNINGSGRAD	BESKRIVELSE
1	Lite forurenset
2	Moderat forurenset
3	Markert forurenset
4	Sterkt forurenset
5	Meget sterkt forurenset

Det kan ofte være vanskelig å vurdere hva naturtilstanden har vært, da det sjelden finnes pålitelige målinger fra før forurensningen startet. Det er derfor påkrevet at klassiferingen gjøres med omhu, og gjerne basert på flere aktuelle parametre samtidig.



Figur 2. Månedlig nedbør på DNMI-stasjonene Voss (Bø) og Nedre Ålvik i prøvetaksperioden, og normalverdier for nedbør på de samme stasjonene. Data fra Meteorologisk Institutt, Oslo.

3. Resultater og diskusjon

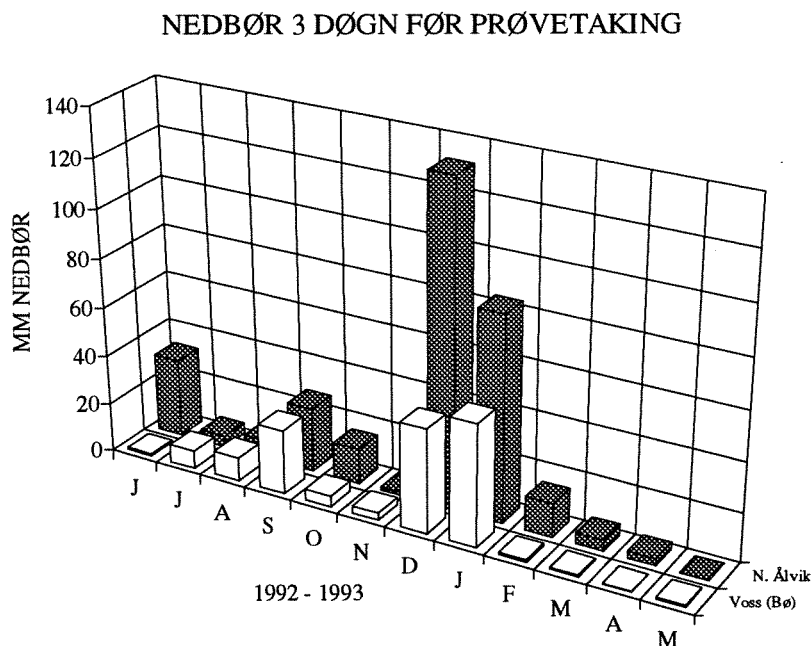
Alle måleresultatene er gitt i stasjonsvise tabeller i Vedlegg 1. De viktigste analyseparametrene er også framstilt i figurer for hver enkelt stasjon.

3.1. Nedbør og avrenning

Nedbørmålinger fra nærliggende stasjoner er innhentet fra Meteorologisk Institutt (DNMI), og er oppsummert i Figur 2 (forrige side).

Som vist i Figur 2 faller det betydelig mer nedbør i de nedre enn i de øvre deler av vassdraget. I prøvetaksperioden var totalnedbør 3385 mm i Nedre Ålvik, og bare halvparten (1648 mm) på Voss (Bø). Nedbørmengdene var større enn normalt i hele området i vintermånedene november 92 - mars 93, mest nedbør falt i januar 93 (Figur 2).

Avrenningen av vann fra nedslagsfeltet har stor betydning for transport av partikler og løste stoffer. Siden resultatene (se nedenfor) tyder på uvanlige forhold i vassdraget i overvåkingsperioden, er nedbørmengdene analysert litt mer i detalj. Nedbør på selve prøvetaksdagen og nedbør falt to foregående dager er vist i Figur 3.



Figur 3. Nedbørmengder falt i løpet prøvetaksdagen og to dager før for hvert prøvetakingstidspunkt gjennom undersøkelsesperioden. Data fra to DNMI-stasjoner i området.

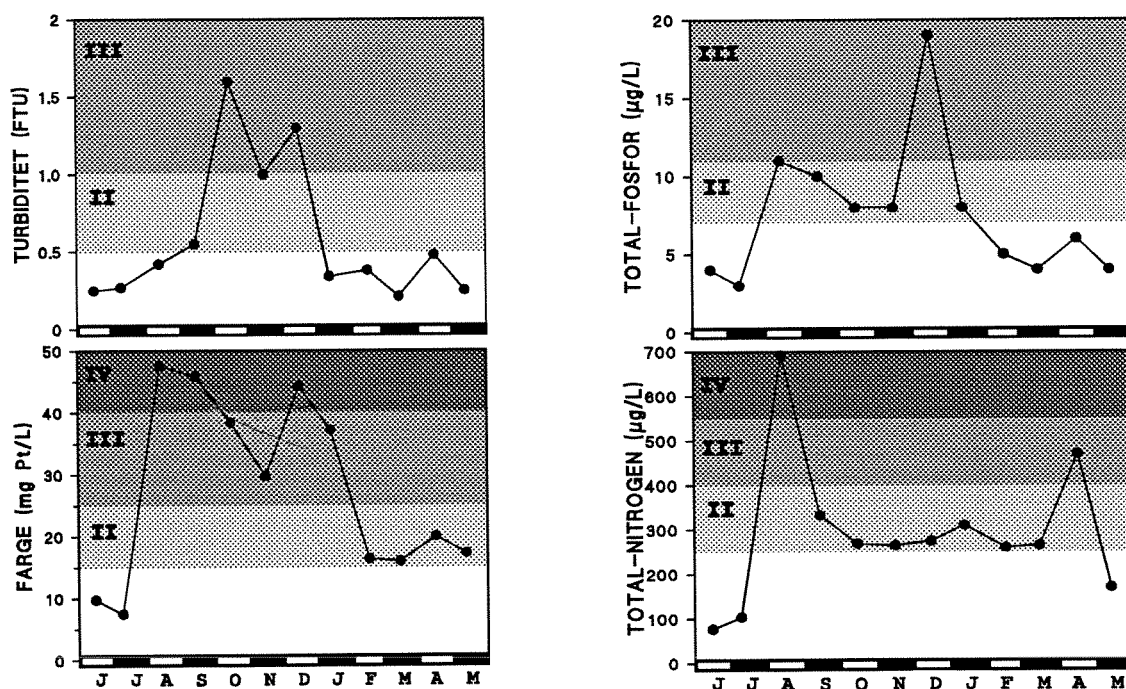
Det fremgår her at hele vassdraget, men spesielt de nedre deler, har hatt flomvannføring ved prøvetaking i desember og januar. Særlig uttalt gjelder dette hovedelva med St. 4 i desember. Data fra Kinsarvik viser at tilsvarende nedbørforhold har gjort seg gjeldene i hele området Voss - indre Hardanger.

3.2. Storelvi, Stasjon 1

Alle måledata er gitt i Vedlegg 1. Figur 4 viser fire parametre fra Stasjon 1. Vi fant høy konsentrasjon av humus (vannfarge) fra august 1992. Fargen avtok så utover sommeren, men fikk en ny topp i desember. Parallelt med vannfargen fant vi svært mye nitrogen og en tydelig økning i fosformengden i august 1992. Mengden av næringssalter avtok utover høsten, særlig for nitrogen. Fosformengden steg imidlertid enda høyere (helt til 19 µg/l) i desember, mens nitrogen lå relativt stabilt oppunder 300 µg/l i denne perioden. På våren viste igjen næringssaltene en stigende tendens, men utslaget var mindre og varigheten kortere.

For total-fosfor lå middelverdien på 7,5 µg/l, og medianverdien på 7 µg/l. Dersom ekstremverdien fra desember 1992 utelates, var gjennomsnittet 6,45 µg/l. Total-nitrogen hadde en middelverdi på 291 µg/l. Partikkelinnholdet (målt som turbiditet) viste også stor variasjon (middel 0,59 FTU, maks. 1,60 FTU). Elva har fått tilført partikler i oktober-desember, men fra og med januar var nivået tilbake til 'normalt', dvs. under 0,5 FTU. pH varierte ikke så mye gjennom perioden (5,76 - 6,52; middel 6,15). Variasjonen i konduktivitet var større (1,26 - 4,65 mS/m; middel 2,7).

Som det fremgår av Figur 4 er verdiene for vannfarge, turbiditet og næringssalter både høyere og mer variable enn hva vi ventet å finne på denne stasjonen. Det er vanskelig å tro at disse verdiene representerer



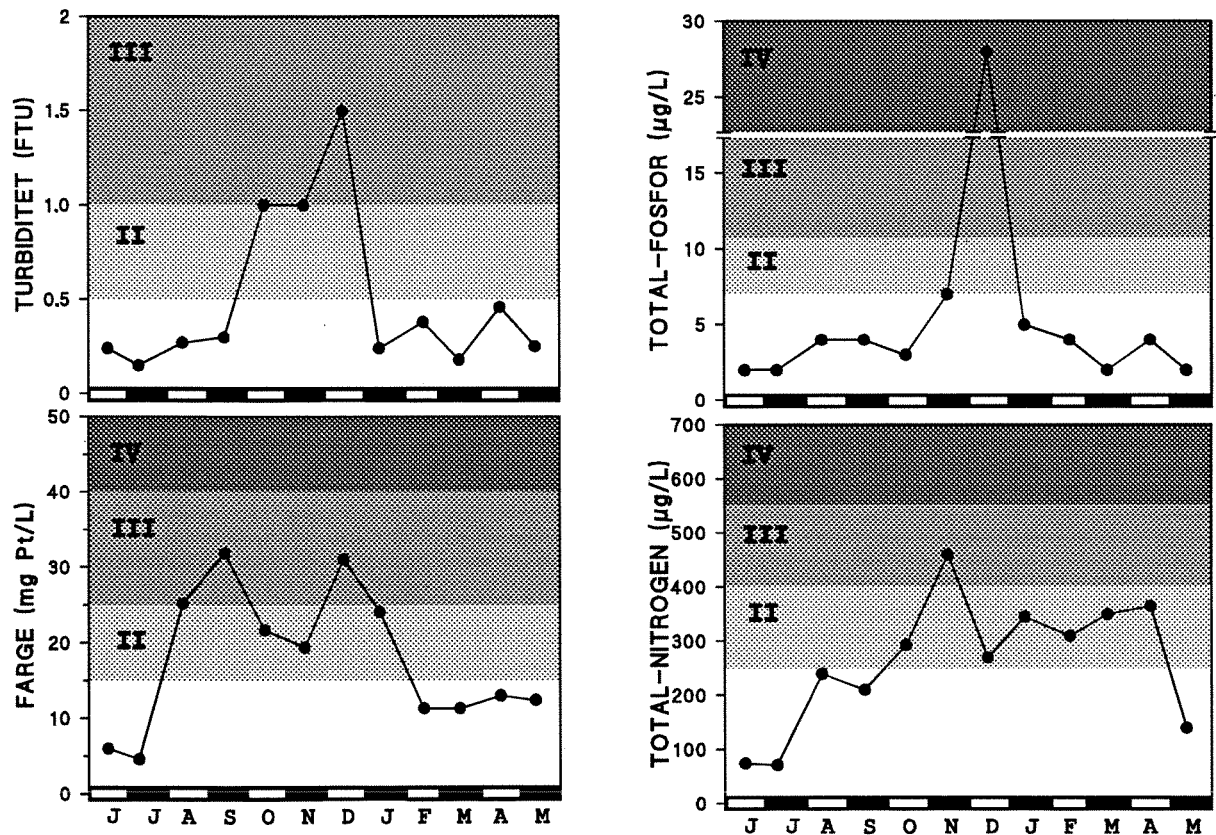
Figur 4. Granvinelva, St.1, juni 1992 – mai 1993. Måleresultater for turbiditet og vannfarge (til venstre) og næringssaltene fosfor og nitrogen (til høyre). Tilstandsklasser etter SFT's kriterier for vannkvalitet er gitt med skravering og romertall. Klasse I (god tilstand) er uskravert.

noen normal situasjon i vassdraget. Det har vært vanskelig å få oversikt over aktiviteter i området som kan ha forårsaket dette. Avrenning fra Istadmyrene vest for Moensvatnet hadde ekstremt høyt innhold av humus i oktober 1993 (Johnsen 1993). Her er det gravet en kanal i myra i forbindelse med drenering av området til industriformål rundt 1991. Denne tilførselen kan ha bidratt til at Storelva lenger ned har inneholdt mye humus. Denne effekten vil imidlertid dempes først av Moensvatnet og etterpå tynnes ut i elva fra Fenne. Det virker snarere som graveaktivitet enten ved elva fra Fenne eller langs Storelvi nedenfor Moensvatnet har forårsaket høye fargetall. Den voldsomme økningen i fargetall på St. 1 i august 1992 ser heller ikke ut til å ha sammenheng med spesielt høy nedbør eller avrenning.

Våren 1992 skal det ha vært problemer med overløp fra gjødselkjellere i Fennebygda. Dette kan tenkes å ha ført både næringssalter og organisk materiale ut i vassdraget, og kunne f. eks. forklare den markerte økningen i nitrogen og tildels fosfor i august 1992. Det er uklart om det ble ryddet opp i dette problemet før sommeren 1992. I så fall kan dette ikke forklare toppene for næringssalter på St. 1.

Det har også pågått arbeid med å opparbeide det gamle jernbaneløpet til gang- og sykkelsti på denne tiden. Dette kan tenkes å forklare det høye partikkelinnholdet oktober - desember 1992. Imidlertid var arbeidet i gang ved befaringen i juni, uten at det viser igjen i resultatene.

3.3. Storelvi, Stasjon 2



Figur 5. Storelvi, St. 2, juni 1992 – mai 1993. Måleresultater av parametre for turbiditet og vannfarge (til venstre) og næringssaltene fosfor og nitrogen (til høyre). Tilstandsklasser etter SFT's kriterier er gitt med skravering og romertall. Klasse I (god tilstand) er uskravert. Merk at Y-aksen er brutt i figuren øverst til høyre, for å ta hensyn til ekstremverdien for fosfor målt i desember 1992.

Måleresultater er samlet i vedlegg 1. Figur 5 viser variasjonen av de viktigste parametrene gjennom undersøkelsesperioden. Partikkelinnhold og fargetall varierte her i takt med stasjonen ovenfor. Partikkelinnholdet lå på omtrent samme nivå (middel 0,50 FTU, maks. 1,50 FTU) både mht. de laveste og høyeste verdier, mens fargetallet (middel 17,7 mg Pt/l, maks. 31,9 mg Pt/l) hadde lavere topper enn tilfellet var på St. 1.

Næringssaltene viste et noe annerledes forløp enn på St. 1. Total-fosfor økte bare svakt i perioden august - oktober 1992, men den høye toppen i desember 1992 var her enda høyere enn på St.1. Middelerdien for fosfor var 5,6 µg/l. Dette tallet er imidlertid sterkt påvirket av ekstremverdien fra desember. Dersom denne utelates, ble middelerdien 3,6 µg/l. Medianverdien for hele perioden var 4 µg/l. Total-nitrogen hadde også høye verdier i samme periode som på St. 1 (august 92 - april 93), men variasjonsmønsteret var ulikt. Den høye verdien fra august var her uttynnet til under det halve, og vi fikk en topp på 460 µg/l i november. Middelerdien for perioden var 261 µg/l, altså litt lavere enn på St. 1.

Fosfortilførselene til dette elveavsnittet ser ut til å ha kommet vesentlig fra feltet ovenfor St. 1, mens St. 2 ser ut til å være påvirket også av tilførsler mellom de to stasjonene.

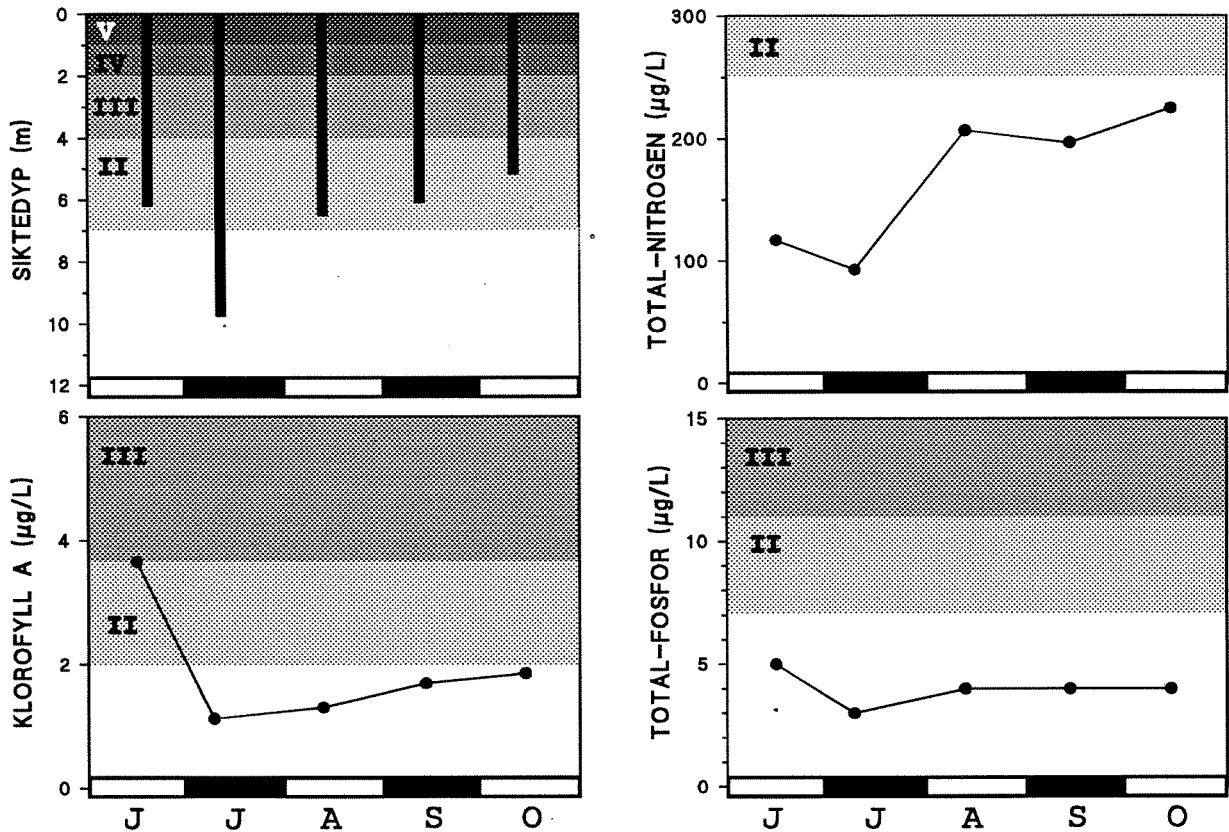
3.4. Granvinvatnet, Stasjon 3

Måleresultater er samlet i Vedlegg 1. De sterkt variable forholdene i Storelvi influerte lite på vannkvaliteten i Granvinvatnet, med unntak av en økning i nitrogen-innholdet i august 1992. De viktigste parametrene er vist på Figur 6. Næringssaltene fosfor (gjennomsnitt 4 µg/liter) og nitrogen (gjennomsnitt 168 µg/liter) ligger begge innenfor tilstandsklasse I, og alle målingene lå innenfor grensen for denne klassen. Biomassen av alger var høyest i juni 1992 (3,66 µg klorofyll *a*/liter), men gjennomsnittet lå vesentlig lavere på 1,9 µg klorofyll *a*/liter. Dette er såvidt innenfor grensen for tilstandsklasse I (Figur 6).

Siktedypet varierte fra 5,15 - 9,75 m. 4 av 5 målinger lå innenfor tilstandsklasse II (gjennomsnitt 6,7 m). Vannfargen varierte fra brunlig gul i juni til grønnlig gul i juli, og gikk over i grønnlig brun i september - oktober. Vannfargen tyder på en betydelig og økende mengde humus i innsjøen, og dette viste også fargetallet som steg fra 7,3 mg Pt/l i juni til 19,2 mg Pt/l i september (Vedlegg 1).

Også partikkelinnholdet økte i løpet av undersøkelsesperioden, fra 0,25 FTU i juni til 0,80 FTU i oktober 1992 (Vedlegg 1). Middelerdien faller i tilstandsklasse I. Den høyeste verdien fra oktober kan være influert av Storelvi, der økningen i turbiditet kom i september 1992.

Ledningsevne (snitt 1,50 mS/m) og pH (snitt 6,22) varierte bare ubetydelig. pH-verdiene tilsier tilstandsklasse II mhp. forsurende stoffer, men nivået er trolig meget nær naturtilstanden i vassdraget.



Figur 6. Granvinvatnet (St. 3) 1992. Måleresultater for siktedyp, innhold av klorofyll a, total nitrogen og total fosfor. De kjemiske målingene er fra blandprøver i sjiktet 0–10 meters dyp. Tilstandsklasser etter SFT's kriterier er indikert med skravering og romertall. Klasse I (god tilstand) er uskravert.

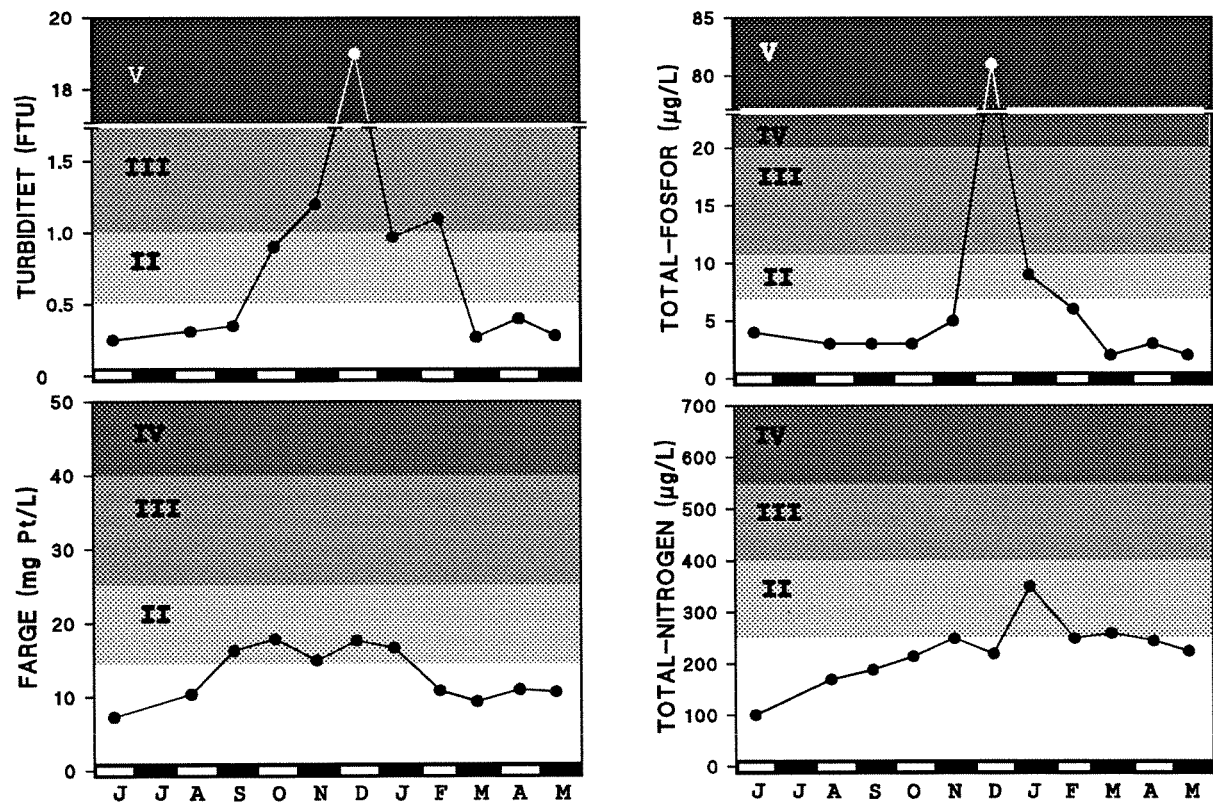
3.5. Granvinelva, Stasjon 4

Denne stasjonen var sommeren 1992 i liten grad influert av fluktusjonene ovenfor, fordi Granvinvatnet (som mottar mye vann fra andre deler av nedslagsfeltet) dempet effektene av disse. Økningen i humusinnhold har trolig forplantet seg nedover vassdraget mer enn de andre parametrene, fordi partikler og næringssalter (særlig fosfor) holdes igjen i innsjøen. St. 4 viste også svære fluktusjoner i enkelte parametre. De viktigste er vist i Figur 7, og samtlige måledata er samlet i Vedlegg 1.

Av næringsalter lå total-fosfor lavt ($\leq 5 \mu\text{g/l}$) fram til og med november 1992, men økte voldsomt til $81 \mu\text{g/l}$ i desember. Deretter avtok mengden til 'normale' verdier igjen (Figur 7). Middelverdien for total-fosfor var $11 \mu\text{g/l}$ (tilstandsklasse II/III). Denne verdien er imidlertid sterkt avhengig av ekstremverdien fra desember, og uten denne blir middelverdien $4 \mu\text{g/l}$. Medianverdien for hele måleserien var $3 \mu\text{g/l}$. Nitrogen varierte helt annerledes. Verdiene steg jevnt fra 100 til $250 \mu\text{g/l}$ i tiden juni - november 1992, sank litt i desember, og økte igjen til maksimum i januar ($350 \mu\text{g/l}$). Siden avtok mengden langsamt (Figur 7). Middelverdien for nitrogen var $225 \mu\text{g/l}$ (tilstandsklasse I).

Vannfargen (humusinnholdet) lå langt lavere enn i Storelvi, og snittverdien ($12,05 \text{ mg Pt/l}$; tilstands-klasse I) var omtrent som i Granvinvatnet sommeren 1992. Variasjonsmønsteret fra Storelvi kan likevel kjennes igjen i to svake topper i oktober og desember 1992 (Figur 7). Partikkelinnholdet lå lavt ($<0,4 \text{ FTU}$) fram til september, men økte så kraftig helt til 19 FTU i desember 1992. Denne verdien er meget høy (grensen for tilstandsklasse V er 5 FTU). Siden sank verdiene noe ujevnt fram til mars 1993, da normalnivået syntes å være nådd (Figur 7). Toppen i turbiditet falt sammen med toppen i fosfor, men var ikke så skarpt avgrenset i tid som denne.

Konduktiviteten på St. 4 varierte mellom $1,26$ og $4,08 \text{ mS/m}$ (snitt $2,41 \text{ mS/m}$; Vedlegg 1). Denne variasjonen synes høyere enn normalt. De høyeste verdiene ble målt i perioden februar-april 1993. Det kan tenkes at dette har sammenheng med en såkalt 'sjøsaltepisode', som rammet store deler av Vest- og Sørlandet i januar 1993, og førte til en episode av forsuret vann i mange nedslagsfelt påvirket av surt



Figur 7. Granvinelva, St. 4, juni 1992 – mai 1993. Måleresultater av parametre for turbiditet og vannfarge (til venstre) og næringssaltene fosfor og nitrogen (til høyre). Tilstandsklasser etter SFT's kriterier er gitt med skravering og romertall. Klasse I (god tilstand) er uskravert. Merk at Y-aksene er brutt i de to øverste figurene, for å ta hensyn til de ekstreme verdier for turbiditet og fosfor målt i desember 1992.

nedfall (Hindar m. fl. 1993). Vi fant imidlertid ikke noen samtidig nedgang i pH i Granvinelva (Vedlegg 1), og pH varierte lite i løpet av undersøkelsesperioden (snitt 6,33, tilstandsklasse II). Mistanken om en sjøsaltepisode styrkes likevel av meldinger om død fisk i Granvinelva like nedenfor utløpet av Hurpo/Tveiteelvi denne vinteren (Austrud, pers. medd.).

De store utslagene i turbiditet og total-fosfor rundt desember 1992 må ha vært forårsaket av aktivitet i Granvinelvas nedslagsfelt nedenfor Granvinvatnet denne vinteren. De høye verdiene faller sammen med flomvannføring (Figur 3). En mulig forklaring kan være at NVE arbeidet med elveforbygninger i en av de to sideelvene fra øst fra høsten 1992. Kombinert med stor vannføring kan dette godt ha ført til utvasking av masser. Dersom dette er forklaringen, har trolig mesteparten av fosforet som ble målt i desember 1992 vært bundet til partikler.

Parametrene vannfarge og totalnitrogen viste også uventet stor variasjon, men disse har trolig i mindre grad vært forårsaket av forhold i nedre deler av vassdraget. For disse synes det som om forholdene i Storelvi har betydd mer.

3.6. Oppsummering

Ved å sammenligne variasjon (her uttrykt som standard avvik) og middelvei (Tabell 2) ser vi at variasjonen for alle parametre (unntatt pH) er stor på elvestasjonene, og mindre i Granvinvatnet. Forskjellen i variasjon er egentlig større enn Tabell 2 viser, fordi det bare er 5 prøver fra Granvinvatnet og 11-12 fra elvestasjonene.

Tabell 2. Oversikt over middelvei og variasjon (som standard avvik i % av middelvei) for alle parametre og stasjoner i Granvinvassdraget 1992 - 1993. I enkelte tilfeller er det brukt medianverdi pga. stor variasjon i måleresultatene (verdier merket med stjerne).

Parameter	Middelvei (SD i % av middel)			
	St 1	St 2	St 3	St 4
Total-fosfor ($\mu\text{g P/l}$)	7,5 (59)	4,0* (129)	4,0 (18)	3,0* (212)
Total-nitrogen ($\mu\text{g N/l}$)	291 (56)	261 (46)	168 (35)	225 (28)
Klorofyll <i>a</i> ($\mu\text{g /l}$)	—	—	1,9 (52)	—
Siktedyp (m)	—	—	6,7 (26)	—
Fargetall (mg Pt/l)	27,5 (53)	17,7 (52)	12,9 (44)	12,1 (32)
pH	6,1 (3)	6,2 (3)	6,2 (1)	6,3 (3)
Konduktivitet (mS/m)	2,7 (39)	2,4 (51)	1,5 (14)	2,4 (39)
Turbiditet (FTU)	0,6 (78)	0,5 (86)	0,4 (55)	0,4* (244)
Antall målinger	12	12	5	11

Spesielt stor variasjon finner vi i total-fosfor og turbiditet på elvestasjonene, særlig St. 4. Disse avvikene sees også tydelig på figurene for de enkelte stasjoner. Vi ser bort fra at denne variasjonen skyldes målefeil, fordi mønsteret er konsistent i tid for flere parametre og stasjoner. Det er påfallende at ekstremverdiene alle ble målt på samme dag (15.12.92). Dette har trolig sammenheng med svært stor avrenning på dette tidspunktet. Siden verdiene på den nederste stasjonen var langt høyere enn på stasjonene ovenfor Granvinvatnet, synes det klart at partikler og fosfor må ha vært tilført elva både i den nedre og den øvre del av nedslagsfeltet.

4. Klassifisering av vannkvalitet

Stasjon 1 høyt oppe i vassdraget ble valgt for å tjene som referansestasjon, ovenfor de landbruks-påvirkete områdene av nedslagsfeltet. Imidlertid viser måleresultatene at denne stasjonen var ubrukbar som referanse i den aktuelle perioden. Innholdet av både næringssalter, partikler og humus (målt som vannfarge) var tidvis svært høyt. En sannsynlig årsak til de uventede resultater er inngrep eller utslipp i nedslagsfeltet ovenfor. Noen mulige kilder er diskutert under gjennomgangen av resultatene fra de enkelte stasjoner.

Totalt sett viser resultatene store svingninger gjennom måleperioden. Variasjonen er åpenbart større enn forventet naturlig variasjon, selv om man må vente at nedbørforholdene i området medfører at variasjonen er betydelig. Det blir derfor usikkert hvor representative prøvene er for et "normalt" år, og hvilken vekt de tidvis høye verdiene skal tillegges.

Klassifikasjonsgrunnlaget for vannkvalitet på de fire stasjonene er som vist i Tabell 2. Denne bygger på middelveier for alle parametre, unntatt i tre tilfeller: Total-fosfor på St. 2 og St. 4 og turbiditet på St. 4. I disse tilfellene var middelveiene svært forskjellige fra medianverdiene (Vedlegg 1), og dette skyldes de ekstremverdiene målt 15.12.92. Man kan da enten utelate ekstremverdien, eller bruke medianverdien som klassifikasjonsgrunnlag. Her er valgt det siste alternativet. Basert på klassifikasjonsgrunnlaget i Tabell 2, blir tilstandsklassene som oppsummert i Tabell 3, etter SFT's system for klassifisering (SFT 1992).

Tabell 3. Klassifisering av tilstand mht. vannkvalitet på 4 stasjoner i Granvinvassdraget. Tilstandsklassene er: I (God); II (Mindre god); III (Nokså dårlig); IV (Dårlig); V (Meget dårlig). Klassifikasjonsgrunnlaget er vist i Tabell 2. Tilfeller der det er brukt medianverdier er markert med stjerne (*), ellers er aritmetisk middelveier av alle målinger lagt til grunn.

Virkninger av:	Parametre	Tilstandsklasse			
		St 1	St 2	St 3	St 4
Næringssalter	Totalfosfor	II	I*	I	I*
	Totalnitrogen	II	II	I	I
	Klorofyll a	—	—	I	—
	Siktedyp	—	—	II	—
Organiske stoffer	Farge	III	II	I	I
	Siktedyp	—	—	II	—
Forsurende stoffer	pH	II	II	II	II
Partikler	Turbiditet	II	II	I	I*
	Siktedyp	—	—	II	—
Antall målinger		12	12	5	11

Klassifiseringen avhenger av hvordan problemet med stor variasjon håndteres. På St. 4 vil f. eks. middelveien tilsi tilstandsklasse II-III for tot-P, mens medianverdien gir klasse I. Tilsvarende tall for turbiditet gir tilstandsklasse II (medianverdi) og III (middelveier).

Forurensningsgraden defineres som forskjellen mellom observert tilstand og naturlig (opprinnelig, uberørt) tilstand. Det kan ofte være vanskelig å slå fast naturtilstand for de enkelte parametre, siden data fra en

uberørt situasjon oftest mangler. Dette gjelder også i Granvinvassdraget. Det er spesielt uheldig at referansestasjonen (St. 1) var så sterkt påvirket av tilførsler i 1992-93. Basert dels på verdiene som er målt på St. 1 - 4 tidlig og sent i undersøkelsesperioden, og dels på skjønn, er naturtilstanden anslått (Tabell 4).

Tabell 4. Anslått naturtilstand for enkelte parametre.

Parameter	Enhet	St. 1	St. 2	St. 3	St.4
Tot - P	µg P/l	3	3	4	4
Tot - N	µg/l	100	120	120	130
Klf <i>a</i>	µg/l	-	1,5	-	-
Farge	mg Pt/l	8	8	8	8
Turbiditet	FTU	0,4	0,4	0,4	0,4

Med basis i observerte verdier og forventet naturtilstand, kan forurensningsgraden beregnes, og klassifiseres i gradene 1 - 5 (Tabell 5). Forurende stoffer er ikke med her, fordi pH alene ikke gir tilstrekkelig grunnlag for å vurdere forurensningsgrad.

Tabell 5. Forurensningsgrad for de enkelte parametre på St. 1 - 4 i Granvinvassdraget. Forurensnings-gradene er klassifisert slik: 1 = Lite forurenset; 2 = Moderat forurenset; 3 = Markert forurenset; 4 = Sterkt forurenset; 5 = meget sterkt forurenset.

Virkninger av:	Parameter	St.1	St. 2	St.3	St.4
Næringssalter	Tot-P	3	1	1	1
	Tot-N	4	4	2	2
	Klorofyll <i>a</i>	-	-	1	-
Organisk materiale	Farge	4	3	2	2
Partikler	Turbiditet	2	1	1	1

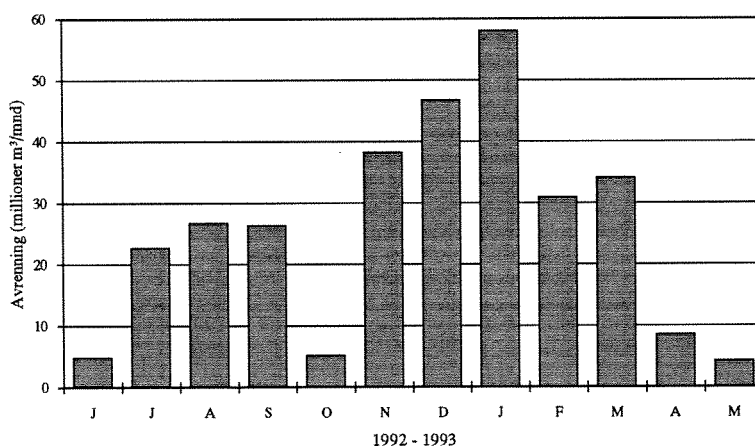
Som for tilstandsklassene er forurensningsgraden her svært avhengig av om middel- eller medianverdi legges til grunn. Bruk av middelverdier istedet for medianverdi i de tre aktuelle tilfeller ville gitt forurensningsgrad 4 for både total-fosfor og turbiditet på St. 4, og på forurensningsgrad 3 for total-fosfor på St. 2. Det er også viktig å være klar over at anslagene er svært avhengige av hvilken verdi naturtilstanden settes til. Grunnlaget for å anslå disse verdiene i Granvinvassdraget synes relativt tynt, og det knytter seg derfor usikkerhet til forurensningsgradene som er presentert her.

Total sett ser vi at de øvre stasjonene er tildels markert forurenset av næringssalter, særlig nitrogen. Vassdraget har i det øvre området også fått tilført mye organisk materiale i form av humus, samt en del partikler. Kildene for disse tilførslene er ikke klarlagt, og kan omfatte både avrenning fra landbruk, grøfting av myrområder og fra graving nær elveløpet. Granvinvatnet var i liten grad påvirket av disse tilførslene, men det ble registrert økte mengder av nitrogen og av organiske stoffer (trolig humus). I Granvinelva er påvirkningen fra de øvre områdene enda mindre (men merkbar). Denne strekningen har fått noe tilførsler fra andre kilder langs hovedløpet eller sideelver, først og fremst av partikler og tildels fosfor, uten at dette har gitt store utslag i anslagaene av forurensningsgrad. Med unntak av desember 1992 synes omfanget av disse tilførslene mindre enn tilfellet var i de øvre områdene.

På bakgrunn av de unormale forholdene, er det vanskelig å vurdere hvor stor del av tilførslene som kan tilskrives landbruk. Mest påfallende (om enn uventet) var nitrogenavrenningen til St. 1, mens områdene nedenfor syntes å få mindre tilførsler.

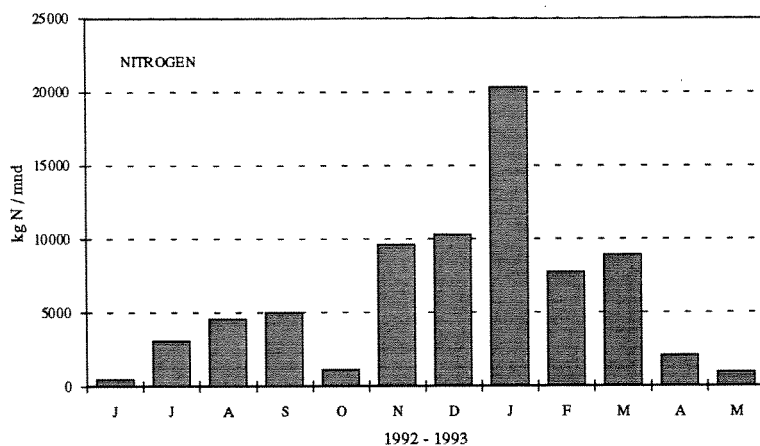
5. Transport av næringsalter til Granvinfjorden

Siden næringsaltene som føres med Granvinelva ut i fjorden bidrar til gjødsling av fjordsystemet, kan det ha interesse å se på mengden som tilføres med elva. Med basis i nedbørdata fra undersøkelsesperioden og kart over middelavrenning (NVE 1987) kan vi anslå månedlig avrenning i Granvinelva. Normalavrenning ($55 \text{ l/km}^2/\text{s}$ i snitt for hele nedslagsfeltet) er da justert for avvik fra normal nedbør, og fordelt månedsvise proporsjonalt med de målte nedbørmengder. Avrenningen estimert på dette grunnlaget er vist i Figur 8. Total avrenning i perioden ble anslått til 307 mill. m^3 .



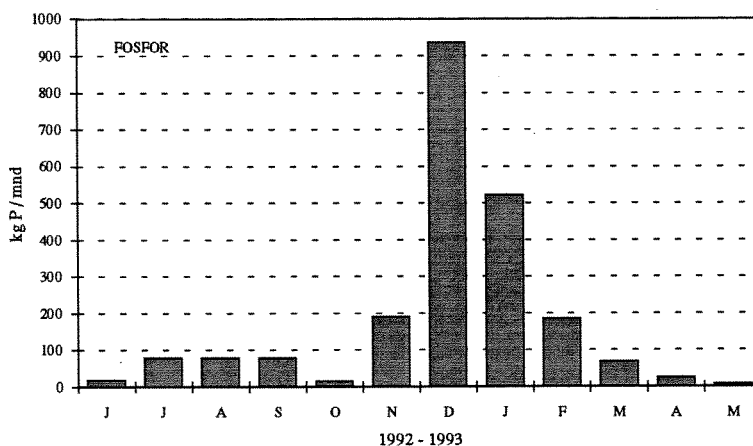
Figur 8. Anslått avrenning fra Granvinelva i perioden juni 1992 - mai 1993. Grunnlaget for beregningen er beskrevet i teksten.

Avrenningsvolumet og målt konsentrasjon av næringsalter hver måned gir grunnlag for å anslå massetransport. Dette er vist i Figur 9 for nitrogen og Figur 10 for fosfor. Samlet transport i løpet av undersøkelsesperioden juni 1992 - mai 1993 (tilsvarende et kalenderår) ble 2,213 tonn fosfor, og 74,10 tonn nitrogen. I vintermånedene desember 1992 og januar 1993 var massetransporten av næringsalter svært stor, og utgjorde 41 % (nitrogen) og 66 % (fosfor) av totaltransporten.



Figur 9. Anslått massetransport av nitrogen med Granvinelva i perioden juni 1992 - mai 1993. Grunnlaget for beregningene er beskrevet i teksten.

I desember 1992 ble det målt 81 μg fosfor pr liter i Granvinelva. Denne verdien er svært høy, og det er lite trolig at den er representativ for hele måneden. Konsentrasjonen i månedene før og etter var langt lavere (Figur 7). I beregning av massetransport er det derfor brukt en lavere verdi for fosforkonsentrasjon i desember, nemlig 20 $\mu\text{g}/\text{l}$. Dersom den målte verdien ble lagt til grunn, ville anslaget for fosfor blitt 5071 kg, hvorav 3795 kg (75 %) i desember. Siden totalestimatet for fosfor avhenger svært av hvilken konsentrasjon som brukes for denne måneden, er dette estimatet selvsagt usikkert.



Figur 10. Anslått massetransport av fosfor med Granvinelva i perioden juni 1992 - mai 1993. Grunnlaget for beregningene er beskrevet i teksten. For desember 1992 er det brukt en konsentrasjon i elva på 20 $\mu\text{g}/\text{l}$.

6. Henvisninger

- Hindar, A., A. Henriksen, K. Tørseth og L. Lien. 1993. Betydningen av sjøsaltanrikt nedbør i vassdrag og mindre nedbørfelt. Forsuring og fiskedød etter sjøsaltepisoden i januar 1993. NIVA-rapport, l.nr. 2917, 42 s.
- NVE 1987. Avrenningskart for Norge. Referanseperiode 1.9.1930 - 31.8.1960. NVE Vassdragsdirektoratet, Hydrologisk avdeling. Kartblad Nr. 1.
- SFT 1992. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Kortversjon. Statens forurensningstilsyn, TA-905/1992. 32 sider

Vedlegg 1. Måleresultater

I tabellene er gitt alle måledata. Nederst i hver tabell er data oppsummert som medianverdi og aritmetisk middelvei. Variasjonen i målingene er uttrykt som standard avvik (STD) og som standard avvik i prosent av middelvei (REL STD). De nederste radene i hver tabell viser høyeste og laveste måling, og antall målinger (n).

Granvin St. 1	Elvestasjon ovenfor Movatnet						
	Tot N	Tot P	Farge	Turb	Kond		
Dato	µg/l	µg/l	mg Pt/l	FTU	mS/m	pH	
16.06.92	77	4	9,8	0,25	1,26	6,14	
10.07.92	104	3	7,5	0,27	1,48	6,52	
13.08.92	692	11	47,6	0,42	2,76	6,13	
14.09.92	333	10	45,9	0,55	2,13	6,24	
15.10.92	269	8	38,4	1,60	2,09	6,32	
15.11.92	265	8	29,8	1,00	2,13	6,09	
15.12.92	275	19	44,3	1,30	2,68	5,95	
12.01.93	310	8	37,2	0,34	2,53	6,07	
15.02.93	260	5	16,4	0,38	4,65	6,00	
15.03.93	265	4	16,0	0,21	3,46	6,26	
16.04.93	470	6	20,0	0,48	4,45	6,26	
13.05.93	170	4	17,3	0,25	2,52	5,76	
MEDIAN	267	7	24,9	0,4	2,525	6,135	
MIDDEL	290,83	7,50	27,52	0,59	2,68	6,15	
STD	163,33	4,44	14,69	0,46	1,05	0,20	
REL STD	56,2%	59,2%	53,4%	78,2%	39,1%	3,2%	
max	692	19	47,6	1,60	4,65	6,52	
min	77	3	7,5	0,21	1,26	5,76	
n	12	12	12	12	12	12	

Granvin St. 2		Innløp Granvinvatn					
		Tot N	Tot P	Farge	Turb	Kond	
Dato		µg/l	µg/l	mg Pt/l	FTU	mS/m	pH
16.06.92		74	2	6,0	0,24	0,92	6,05
10.07.92		71	2	4,6	0,15	0,86	6,28
13.08.92		240	4	25,2	0,27	1,24	6,11
14.09.92		210	4	31,9	0,30	1,56	6,28
15.10.92		293	3	21,7	1,00	2,13	6,48
15.11.92		460	7	19,4	1,00	2,62	6,21
15.12.92		270	28	31,1	1,50	1,91	6,09
12.01.93		345	5	24,1	0,24	2,88	6,32
15.02.93		310	4	11,3	0,38	4,13	6,24
15.03.93		350	2	11,3	0,18	4,13	6,42
16.04.93		365	4	13,0	0,46	4,22	6,41
13.05.93		140	2	12,4	0,25	2,29	5,72
MEDIAN		281,5	4	16,2	0,29	2,21	6,26
MIDDEL		260,67	5,58	17,66	0,50	2,41	6,22
STD		119,72	7,22	9,24	0,43	1,23	0,21
REL STD		45,9%	129,3%	52,3%	86,4%	50,9%	3,3%
max		460	28	31,9	1,50	4,22	6,48
min		71	2	4,6	0,15	0,86	5,72
n		12	12	12	12	12	12

Granvin (St. 3)		Granvinvatnet			Blandpr.	0-10 m			
			Klf <i>a</i>	Tot N	Tot P	Farge	Turb	Kond	
Dato	Siktedyp	Vannfarge	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	mg Pt/l	FTU	mS/m	pH
16.06.92	6,2	brunlig gul	3,66	117	5	7,3	0,25	1,26	6,15
10.07.92	9,75	grønnlig gul	1,13	93	3	6,9	0,24	1,36	6,27
13.08.92	6,5	-	1,31	207	4	13,2	0,37	1,50	6,14
14.09.92	6,1	grønnlig brun	1,70	197	4	19,2	0,40	1,58	6,29
15.10.92	5,15	grønnlig brun	1,86	225	4	17,9	0,80	1,79	6,23
MEDIAN	6,2		1,7	197	4	13,2	0,37	1,5	6,23
MIDDEL	6,74		1,93	167,80	4,00	12,90	0,41	1,50	6,22
STD	1,76		1,01	58,81	0,71	5,74	0,23	0,20	0,07
REL STD	26,1%		52,2%	35,1%	17,7%	44,5%	55,4%	13,7%	1,1%
max	9,75		3,66	225	5	19,2	0,80	1,79	6,29
min	5,15		1,13	93	3	6,9	0,24	1,26	6,14
n	5		5	5	5	5	5	5	5

Granvin St. 4		Nedstrøms Granvinvatn					
		Tot N	Tot P	Farge	Turb	Kond	
Dato		µg/l	µg/l	mg Pt/l	FTU	mS/m	pH
16.06.92		101	4	7,3	0,25	1,26	6,16
10.07.92							
13.08.92		170	3	10,4	0,31	1,90	6,76
14.09.92		189	3	16,3	0,35	1,66	6,39
15.10.92		215	3	17,9	0,90	1,81	6,41
15.11.92		250	5	15,0	1,20	2,24	6,31
15.12.92		220	81	7,0	19,00	1,53	6,08
12.01.93		350	9	16,7	0,97	2,51	6,32
15.02.93		250	6	10,9	1,10	3,95	6,36
15.03.93		260	2	9,4	0,27	4,08	6,45
16.04.93		245	3	11,0	0,40	3,00	6,40
13.05.93		225	2	10,7	0,28	2,54	6,03
MEDIAN		225	3,00	10,9	0,4	2,24	6,36
MIDDEL		225,00	11,00	12,05	2,28	2,41	6,33
STD		61,90	23,31	3,80	5,56	0,94	0,20
REL STD		27,5%	211,9%	31,6%	244,3%	39,1%	3,1%
max		350	81	17,9	19,00	4,08	6,76
min		101	2	7,0	0,25	1,26	6,03
n		11	11	11	11	11	11

NIVA



Norsk institutt for vannforskning

Postboks 173 Kjelsås, 0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00 Fax: 22 18 52 00

ISBN 82-577-2560-9