

Vår referanse: <b>623/653888</b>	Forfatter(e): <b>Åge Molversmyr</b>	Versjonsnr. / dato: <b>Vers. 1 / 31.03.98</b>
Ant. sider: <b>17</b>	Faglig kvalitetssikrer: <b>Asbjørn Bergheim</b>	Gradering: <b>Åpen</b>
ISBN: <b>82-7220-888-1</b>	Oppdragsgiver(e): <b>Fylkesmannens landbruksavdeling</b>	Åpen fra (dato):
Forskningsprogram:	Prosjekttittel: <b>Randsoner Nordre Varhaugselv 96-97</b>	

Sammendrag:

Nye målinger av stofftransport i Nordre Varhaugselv ble startet 1. april 1996, og den foreliggende årsrapporten dekker perioden april 96 - april 97.

I fire av de innsamlede prøvene ble det funnet ekstremt høyt innhold av næringsstoffer og organisk stoff, og det er nærliggende å tro at dette skyldes utslipp av silosaft. Det er imidlertid grunn til å anta at disse høye konsentrasjonene ikke er representative for den avrente vannmengden i tilhørende perioder, noe som vanskeliggjør beregning av den reelle stofftransporten for undersøkelsesperioden.

Det er derimot klart at det har skjedd store utslipp av forurensende stoffer sommeren 1996, noe som må ha medført betydelig skade på livet i vassdraget. Det er all grunn til å følge nøye med på utviklingen i elva i sommerperioden, og å gjøre tilstrekkelige tiltak for å hindre at slike utslipp til vassdraget kan forekomme.

Ser en bort fra ekstremkonsentrasjonene kan fosforinnholdet synes å ha avtatt svakt, mens nitrogeninnholdet har økt de senere årene. "Lavere" konsentrasjoner av total organisk karbon ble også funnet med større hyppighet enn hva som er målt tidligere. For både fosfor og nitrogen tilhører vassdraget høyeste tilstandsklasse ("meget dårlig") i SFTs miljøkvalitetssystem, mens innholdet av total organisk karbon tilsier tilstanden "dårlig".

Emne-ord:

Nordre Varhaugselv, Jordbruksresipient, Stofftransport, Vannkvalitet, Randsoner

RF - Rogalandforskning er sertifisert etter et kvalitetssystem basert på NS - EN ISO 9001



Prosjektleder  
Åge Molversmyr



for RF - Miljø og næringsutvikling  
Inge Brun Henriksen

**Stofftransport i Nordre Varhaugselv.  
Årsrapport for 1996 - 1997.**

RF-1998/081

---

# FORORD

*Undersøkelsen av stofftransport i Nordre Varhaugselv er et flerårig samarbeidsprosjekt mellom Fylkesmannens landbruksavdeling, Hå kommune og RF- Rogalandsforskning. Den foreliggende årsrapporten omhandler første årsperiode i prosjektet.*

*Undersøkelsen har som hovedmålsetning å måle transport av næringsstoffer og organisk stoff i elva før og etter etablering av randsoner langs bekkeløpet. Undersøkelsen er finansiert av Fylkesmannens landbruksavdeling.*

*Innsamling av prøver og registrering av vannstand utføres av lokalt personell, etter veiledning fra RF. Hå kommunen har ansvar for å organisere dette, og for at prøver og vannstandsdata leveres RF.*

*Vannføringsmålinger er utført av RF, dels som en del av dette prosjektet og dels i forbindelse med et tidligere prosjekt i vassdraget. Analysearbeidet er utført av RF-Miljølab, som er akkreditert etter EN 45001 for de aktuelle parametrene.*

*Bearbeiding og rapportering er utført av seniorforsker Åge Molvermsmyr, og faglig kvalitets-sikrer har vært seniorforsker Asbjørn Bergheim.*

*Stavanger, 31. mars 1998.*

---

# INNHOOLD

1. INNLEDNING .....	1
2. MATERIALE OG METODER .....	2
2.1 Nedbørfelt .....	2
2.2 Prøvetaking og registreringer.....	3
2.3 Analysemetoder .....	3
2.4 Vannføringskurve / -målinger.....	3
3. RESULTATER OG DISKUSJON .....	5
3.1 Hydrologiske forhold.....	5
3.2 Stoffkonsentrasjoner .....	7
3.3 Stofftransport .....	9
3.4 Vannkvalitet og forurensningsgrad.....	10
4. REFERANSER .....	12
DATAVEDLEGG.....	13

I Nordre Varhaugselv i Hå kommune ble det i perioden 1990-93 gjort relativt omfattende målinger av stofftransport (Molversmyr 1992; 1993; 1994). Med grunnlag i daglige vannprøver og registreringer av vannstand ble vassdragets transport av næringsstoffer og organisk stoff beregnet. Disse undersøkelsen må antas å danne et rimelig godt grunnlag for å vurdere effekter av forurensningsreducerende tiltak i nedbørfeltet.

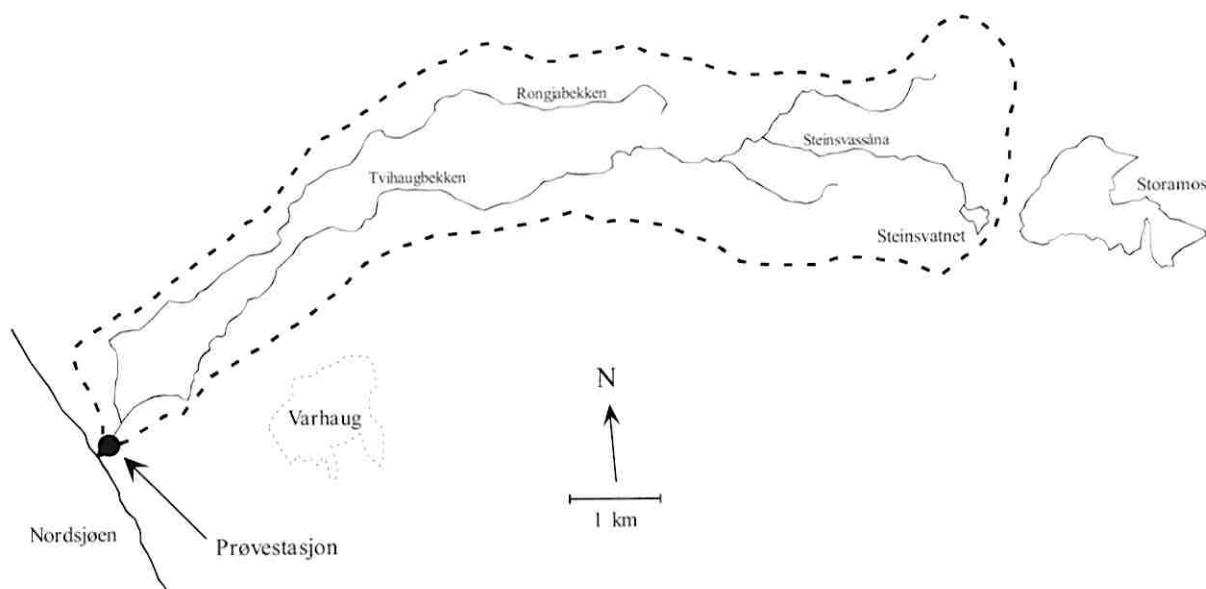
I nedbørfeltet til Nordre Varhaugselv er det planlagt å etablere randsoner langs store deler av elveløpet. En randsoner er et ugrødd areal av en viss minimumsbredde mellom eksisterende elveløp eller våtmarksområder, og tilgrensende kulturpåvirkede arealer. En av randsonens hovedfunksjoner er å redusere forurensende avrenning av næringsalter og partikler til vassdraget, og måling av denne effekten er hovedmålsetningen for det pågående prosjektet. Hå kommune har dessuten startet og delvis gjennomført et større arbeid med å sanere kloakktilførsler til vassdraget, slik at effekter av denne saneringen også vil bli dokumentert i prosjektet.

De nye målingene av stofftransport i Nordre Varhaugselv ble startet 1. april 1996, og den foreliggende rapporten dekker perioden april 96 - april 97. Rapporten har form som en årsrapport, og resultatene presenteres uten utfyllende diskusjon. Sammenstillende rapportering med mer utfyllende vurdering av resultatene fra hele undersøkelsesperioden er planlagt etter en 4-års periode.

## 2.1 Nedbørfelt

Nordre Varhaugselv strekker seg fra områdene vest for innsjøen Storamø i Håelv-vassdraget, og renner vestover gjennom jordbruksområdene mellom Nærbø og Varhaug. Prøvestasjonen er like ovenfor utløpet til sjøen, og nedbørfeltet omfatter både hovedgrenen Tvihaugbekken og sidegrenen Rongjåbekken som renner sammen omlag 400 meter oppstrøms prøvestasjonen (figur 1).

Nedbørfeltet har et areal på 19,1 km<sup>2</sup> ifølge NVEs vassdragsregister, og 9,6 km<sup>2</sup> (omlag 50%) er regnet som jordbruksareal (dyrket mark og gjødslet beite) i henhold til data fra landbrukskontoret i Hå.



Figur 1. Nordre Varhaugselv med nedbørfelt og avmerket prøvestasjon.

## 2.2 Prøvetaking og registreringer

Prøvetakingen foretas på tilsvarende måte som ved undersøkelsene i perioden 1990-93, dvs. at det tas daglige vannmengdeproporsjonale prøver. Hver dag noteres vannstanden på en målestav i elva, og et prøvevolum tas ut i henhold til en tabell basert på vannføringskurven for prøvestasjonen. De daglige vannprøvene blir blandet til 14-dagers blandprøver, og prøvene konserveres ved frysing før forsendelse til RF.

## 2.3 Analysemetoder

Følgende analysemetoder er benyttet:

*Total fosfor (TP)*. Målt i henhold til norsk standard NS 4725 ("total fosfor"), tilpasset en ChemLab autoanalysator.

*Fosfat ( $PO_4$ )*. Målt i henhold til norsk standard NS 4725 ("orto-fosfat fosfor"), tilpasset en ChemLab autoanalysator.

*Total nitrogen (TN)*. Målt i henhold til norsk standard NS 4743, tilpasset en ChemLab autoanalysator.

*Nitrat+nitritt ( $NO_x-N$ )*. Målt i henhold til norsk standard NS 4743, tilpasset en ChemLab autoanalysator. I teksten for enkelthets skyld kalt nitrat ( $NO_3$ ), men analysene er ikke korrigert for nitritt ( $NO_2$ ).

*Total organisk karbon (TOC)*. Målt i henhold til norsk standard NS-ISO 8245, på en Astro modell 2001 TOC-analysator.

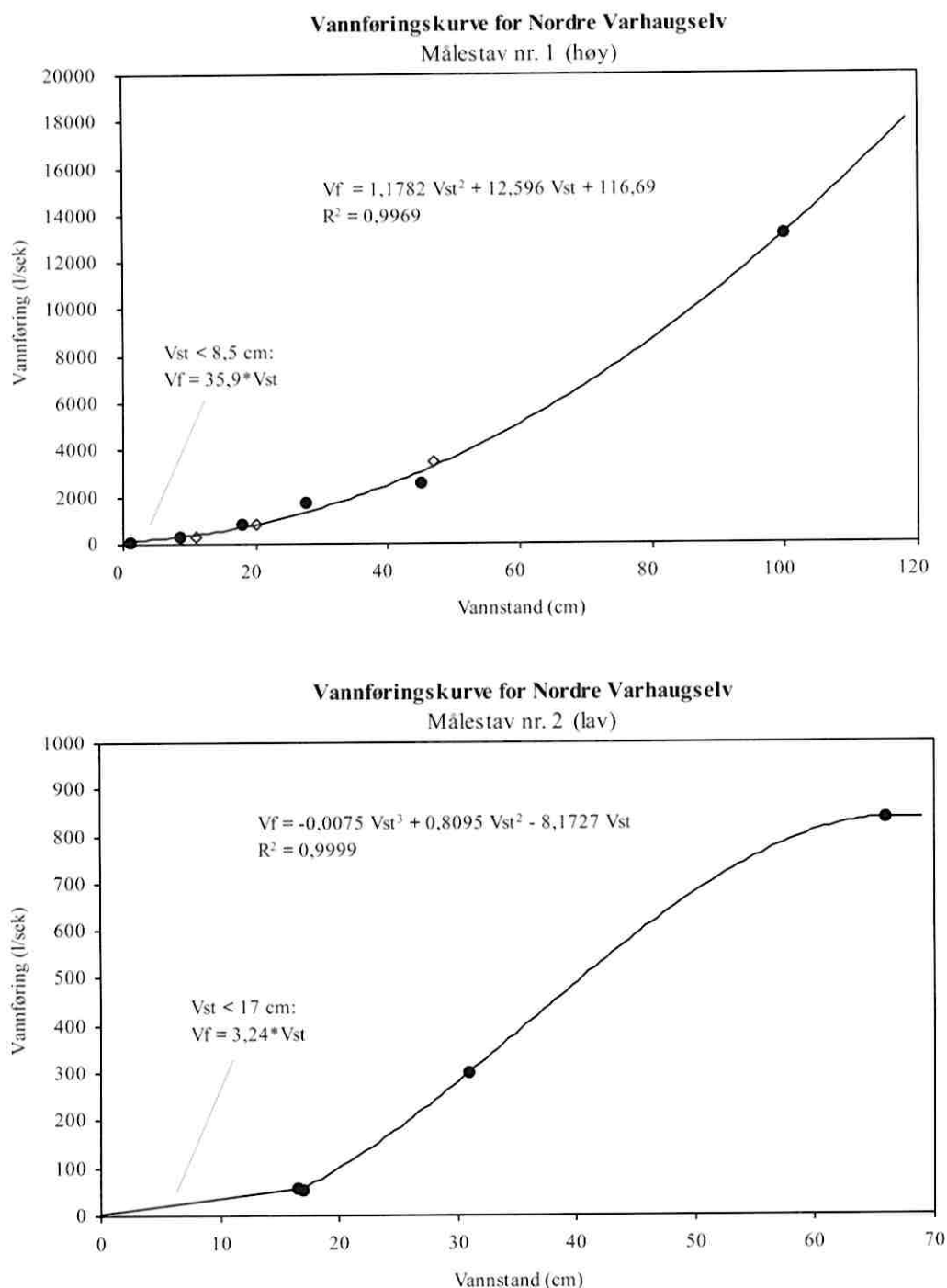
## 2.4 Vannføringskurve / -målinger

Ved målestasjonen finnes en demning som former et horisontalt overløp med vertikale kanter (rektangulært). Vannføringskurven som ligger til grunn for uttak av vannprøver er basert på 6 målinger utført i forbindelse med undersøkelsene i vassdraget i perioden 1990-93 (Molversmyr 1994). Målestaven benyttet i nevnte undersøkelser var ikke intakt ved starten av innværende prosjekt, slik at ny målestav ble satt opp på samme sted. Denne ble nivellert til å ha nullpunkt jevnt med overløpsnivået på demningen, og dette er likt med slik målestav satt opp tidligere. Som en kontroll på overløpsprofilen og målestavens plassering ble det foretatt 3 nye vannføringsmålinger, som viste rimelig godt samsvar med den tidligere vannføringskurven (markert som åpne kvadrater i figur 2).

I demningen er det en luke, som grunneiere holder åpen i perioder for å sikre oppgang av laks i vassdraget. For å kunne beregne vannføringen i slike perioder, ble det i slutten av juli 1996 satt opp en målestav nr. 2. Nullpunktet på denne målestaven ble montert jevnt med bunnen i lukeåpningen. Det er videre foretatt 3 vannføringsmålinger når luken har vært åpen, og som er relatert til denne målestaven (figur 2). Det bemerkes at ved en av disse målingene var vannstanden så høy (66 cm på målestav nr. 2) at hele lukeåpningen var under vann. I slike tilfeller må en anta at vannstanden øker betydelig raskere enn ellers ved økt vannføring, på

grunn av begrensninger i lukens kapasitet til å ta unna vann. Vannføringskurven relatert til målestav nr. 2 vil derfor være komplisert, her foreslått som en tredjegrads funksjon (figur 2).

Totalt har en dermed 9 vannføringsmålinger relatert til den opprinnelige målestaven, og 3 vannføringsmålinger relatert til målestaven som gjelder når luken i demningen er åpen. Vannføringsmålingene er foretatt ved hjelp av saltfortynningsmetoden med konstant salt dosering (Köhler 1987), med unntak av den høyeste vannføringen, som er målt med flygel etter den såkalte Harlachers metode (Otnes & Ræstad 1978).



Figur 2. Vannføringskurver for Nordre Varhaugselv.  
Åpne kvadrater i øverste figur angir målinger utført i 1997.



## 3.1 Hydrologiske forhold

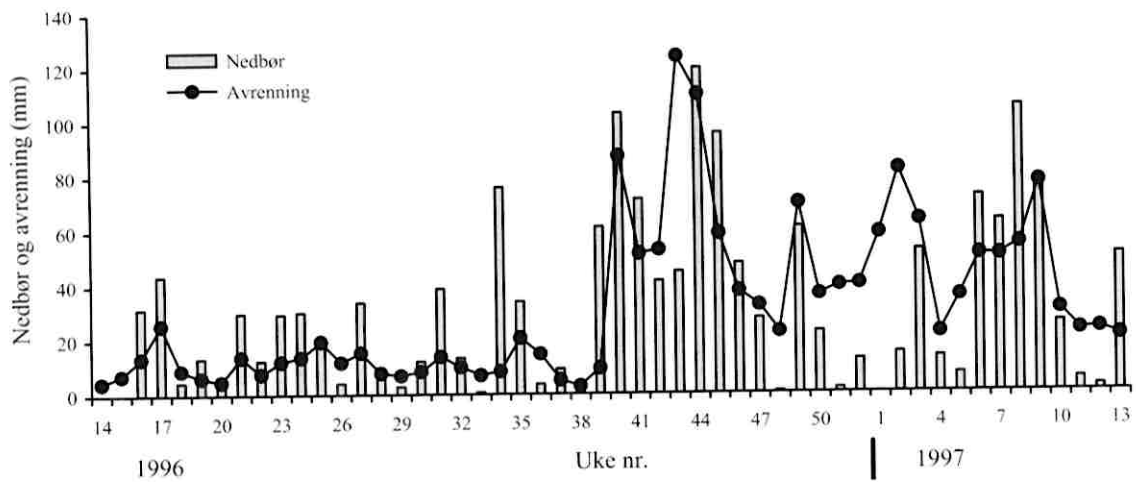
Som nevnt i avsnitt 2.2 gir daglige registreringer av vannstand grunnlag for beregning av vannføring og vannavrenning fra nedbørfeltet til Nordre Varhaugselv. Disse beregningene er sammenholdt med nedbørdata fra DNMI's målestasjoner på Hognestad og Time-Skjæret. Data fra NVEs målestasjon ved Haugland i Håelva er også benyttet til å vurdere den beregnede vannavrenningen.

Det fremgår av avrenningsberegningene at det for en periode på høsten-vinteren 96-97 var registrert vannstander som gir urealistisk høy vannavrenning, dersom sammenhengene angitt i figur 2 benyttes. Dette ses dels ved å sammenligne med data fra Haugland i Håelva for tilsvarende perioder, og dels ved å sammenholde den beregnede avrenningen med nedbørmengden som en kan anta har falt over nedbørfeltet. De opprinnelige registreringene tilsier at så godt som all nedbør som falt over nedbørfeltet rant av (dvs. ingen fordamping), og en urealistisk høy spesifikk avrenning for feltet i forhold til hva som fremgår av NVEs isohydatkart. Årsaken til de urealistiske vannstandsregistreringene er uklar. De kan skyldes at luken i demningen har vært åpen uten at det har vært notert, eller at måleskalaen har vært flyttet / forskjøvet. For den videre drift av prosjektet påpekes at nivået på målestaven må kontrolleres med jevne mellomrom, og at samtlige relevante opplysninger må noteres ved registrering av vannstand (f.eks. hvilken målestav som benyttes).

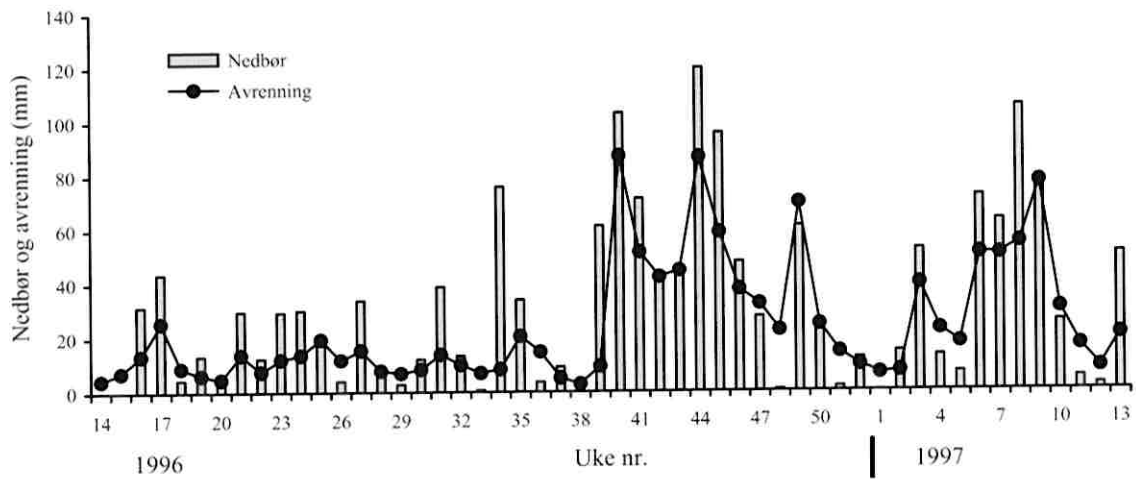
For de aktuelle periodene (angitt i tabell i datavedlegget) er derfor vannavrenningen i Nordre Varhaugselv beregnet med utgangspunkt i NVEs data fra Håelva ved Haugland, ved å benytte en omregningsfaktor som tar hensyn til nedbørfeltenes størrelse og nedbørmengden som kan antas normalt å falle over feltene. På denne måten oppnås en total vannavrenning for Nordre Varhaugselv som gir godt samsvar med hva som angis som normal spesifikk avrenning for området (NVEs isohydatkart), og fordampingen fra feltet vil være på nivå med Håelv-feltet for tilsvarende periode.

Vannavrenningen basert på de opprinnelige registreringene, og justert i perioder i henhold til data fra Håelva, er vist i figur 3. Figuren viser også nedbørmengden som antas å ha falt over nedbørfeltet.

**Nedbør og vannavrenning i Nordre Varhaugselv 1996-97**  
 Avrenning basert på opprinnelige registreringer



**Nedbør og vannavrenning i Nordre Varhaugselv 1996-97**  
 Avrenning justert etter Hælvå for perioder angitt i datavedlegget



Figur 3. Ukemiddel vannavrenning og ukesum nedbør for Nordre Varhaugselv.

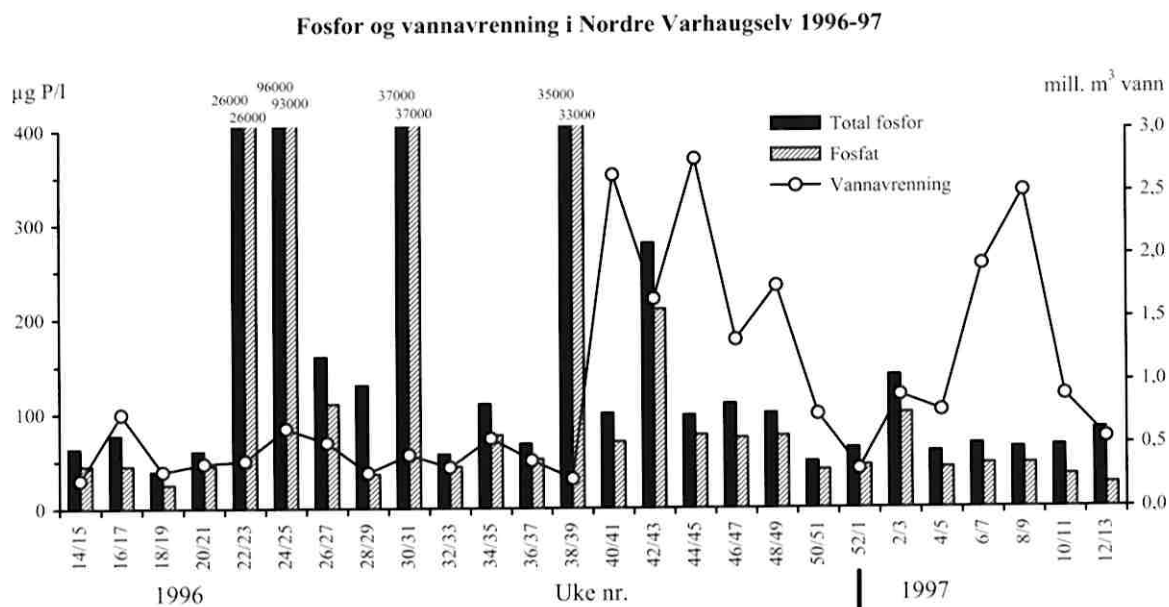
## 3.2 Stoffkonsentrasjoner

Vannkvalitet er undersøkt ved kjemiske analyser av total fosfor, fosfat, total nitrogen, nitrat, samt total organisk karbon. Målsetningen med analysene er først og fremst å kvantifisere stofftransporten i elva.

Konsentrasjonen av disse stoffene i de innsamlede prøvene er vist i figurene 4 - 6, sammen med beregnet avrent vannmengde i tilhørende perioder. Det fremgår at fire av prøvene hadde ekstremt høyt innhold av alle de målte stoffene, med unntak av nitrat. Det var ikke unormalt høyt partikkelinnhold i disse prøvene (det meste av fosforet forelå f.eks. som fosfat), og det er ikke usannsynlig at mye av det høye nitrogeninnholdet forelå som ammonium i tillegg til løste organiske nitrogenforbindelser.

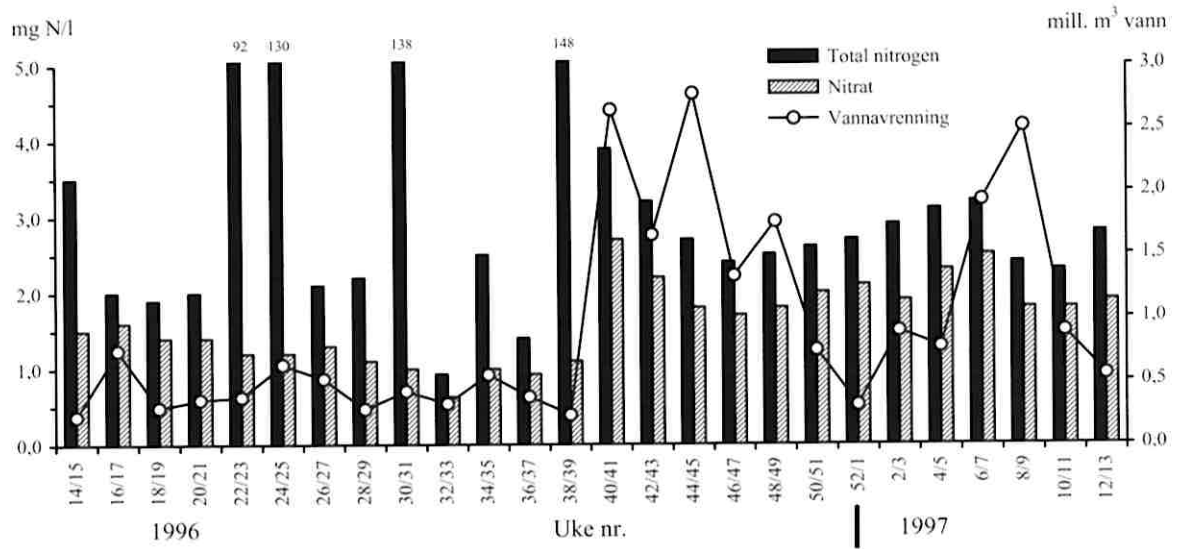
Det mest nærliggende er å tro at disse høye konsentrasjonene skyldes utslipp av silosaft. I forhold til landbruksaktiviteter kan en legge merke til at de to første prøvene (uke 22-25) faller i det normale tidsrommet for første slått, mens den tredje prøven (uke 30-31) er i tidsrommet for når andre slått normalt foregår. Det er ikke usannsynlig at det har foregått tilsvarende aktivitet i tidsrommet for den siste prøven fra slutten av september (uke 38-39).

Ellers viste målingene en klar nedgang i konsentrasjonene av organisk karbon i høst- og vintermånedene, mens nitrogeninnholdet var relativt lavere om sommeren. Det siste kan skyldes større omsetning av nitrat (denitrifikasjon) i denne perioden.



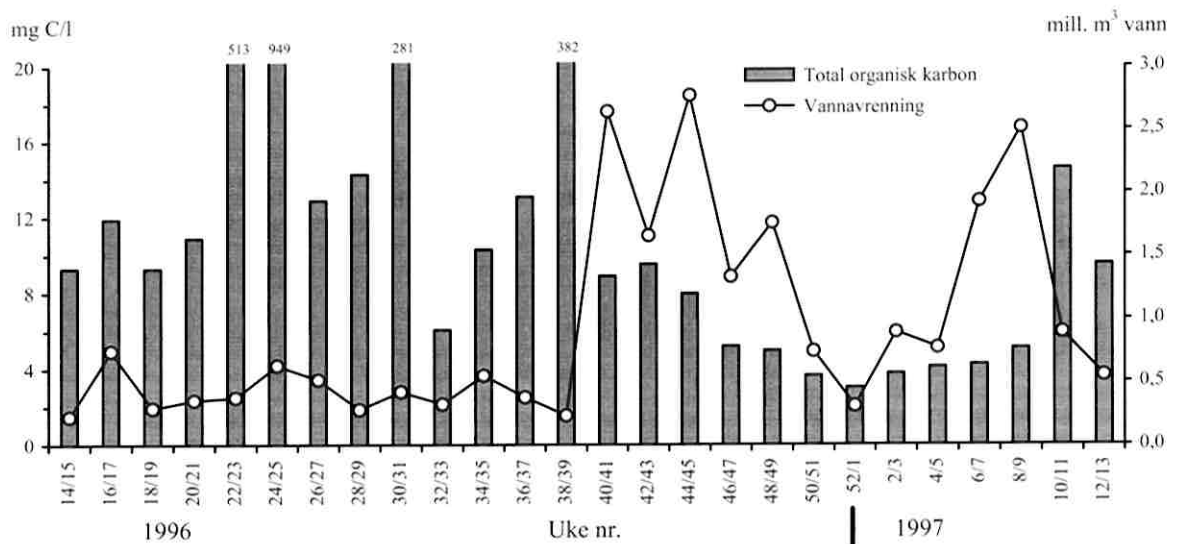
Figur 4. Innhold av total fosfor og fosfat, samt vannavrenning i Nordre Varhaugselv.

### Nitrogen og vannavrenning i Nordre Varhaugselv 1996-97



Figur 5. Innhold av total nitrogen og nitrat, samt vannavrenning i Nordre Varhaugselv.

### Organisk karbon og vannavrenning i Nordre Varhaugselv 1996-97



Figur 6. Innhold av total organisk karbon, samt vannavrenning i Nordre Varhaugselv.

### 3.3 Stofftransport

Det ekstremt høye stoffinnholdet i de fire omtalte prøvene er totalt bestemmende for årstransport av næringsstoffer som beregnes for Nordre Varhaugselv dette undersøkelsesåret. Dette til tross for at vannavrenningen i periodene som dekkes av de aktuelle prøvene var relativt liten.

For å belyse dette forholdet nærmere kan en eksempelvis se på transporten av fosfor i uke 24/25 i 1996, som ville være mer enn 60 tonn P dersom den målte konsentrasjonen på 96 mg P/l i prøven var representativ for hele den avrente vannmengden. Ser en dette i forhold til tilførsler av silosaft og hva som normalt kan forventes av fosforinnhold i slike (Gilberg & Hammeren 1972), kan en anslå at fosforinnholdet i prøven tilsier silosaft som er fortynnet i området 2-10 ganger. I så fall ville det bety at i størrelsesorden 60 000 - 300 000 m<sup>3</sup> silosaft var sluppet ut i elva i denne 14-dagers perioden, noe som selvsagt ikke er mulig.

En forklaring på det ekstremt høye stoffinnholdet kan være at de aktuelle utslippene ikke har vært homogent innblandet i vannstrømmen i elva, og at prøvetakingen har foregått fra en "konsentrert" delsrøm. Det høye stoffinnholdet i prøven vil da ikke være representativt for den avrente vannmengden, og den reelle stofftransporten kan være betydelig mindre enn beregnet. En annen faktor kan være at utslipp i elva har medført oksygenfrie og reduktive forhold, som igjen kan ha medført at betydelige mengder næringsstoffer har blitt frigjort fra elvesedimentene. Tilsvarende forhold har vært observert i en mindre jordbruksbekk på Østlandet (Holtan & Nashoug 1971), men det er uklart hvor store stoffmengder dette kan ha gitt opphav til. Selv om stoffutlekkingen skulle være langt høyere enn hva en kjenner til for anaerobe innsjøsedimenter, kan dette neppe ha bidratt til så stor andel av den beregnede stoffmengden. En tredje mulighet er at avrent vannmengde er overestimert, selv om denne er rimelig i forhold til antatt nedbørmengde og målt avrenning i Håelva i tilsvarende periode. Men selv om vannavrenningen bare var tiendeparten av den beregnede, må det fortsatt ha vært urimelig store mengder silosaft som har vært sluppet ut i den aktuelle perioden. Det er derfor grunn til å tro at hoveddelen av forklaringen på de høye stoffkonsentrasjonene ligger i problemer med prøvetakingen.

Disse forholdene gjør det vanskelig å anslå hvor stor den reelle stofftransporten i Nordre Varhaugselv har vært i undersøkelsesperioden. I tabell 1 har en derfor valgt å gi to sett av transporttall. De høye verdiene er fremkommet ved å benytte de målte konsentrasjonene, men det er som nevnt grunn til å anta at disse er betydelig overestimert. De lave verdiene er fremkommet ved å anta at stoffkonsentrasjonene i de fire omtalte prøvene var lik mediankonsentrasjonene for hele undersøkelsesperioden. Disse transporttallene må antas å representere situasjonen i elva når det ikke forekommer større akutte forurensningstilførsler.

Tabell 1. Beregnet stofftransport i Nordre Varhaugselv i perioden april 96 - april 97.  
(Se tekst for nærmere forklaringer).

Datagrunnlag	Total fosfor (tonn P)	Fosfat (tonn P)	Total nitrogen (tonn N)	Nitrat (tonn N)	Tot. org. karbon (tonn C)	Vann * (mill.m <sup>3</sup> ) (l/s km <sup>2</sup> )	
Målte konsentrasjoner	96,2	93,2	267	42,7	1148	31,1	51,8
Ekstreme kons. erstattet med medianverdier	2,3	1,6	62,5	42,7	165	24,1	40,1

\* Høye vannavrenning er basert på målte verdier, lavere avrenning er basert på simulerte verdier fra Håelva for enkelte perioder (se avsnitt 3.1).

### 3.4 Vannkvalitet og forurensningsgrad

Uansett om de ekstreme konsentrasjonene som ble målt i fire av prøvene er representative for tilhørende prøveperioder eller ei, er det klart at betydelige forurensningstilførsler har forekommet. Det er tidligere funnet at innblanding av silosaft tilsvarende et par milligram fosfor pr. liter er tilstrekkelig til å gi fullstendig oksygensvikt i vannet over lange strekninger i Nordre Varhaugselv (Bergheim et al. 1978), noe som betyr at utslippene sommeren 1996 må ha medført betydelig skade på livet i vassdraget. Det er derfor all grunn til å følge nøye med på utviklingen i elva i sommerperioden, og å gjøre tilstrekkelige tiltak for å hindre at slike utslipp til vassdraget kan forekomme.

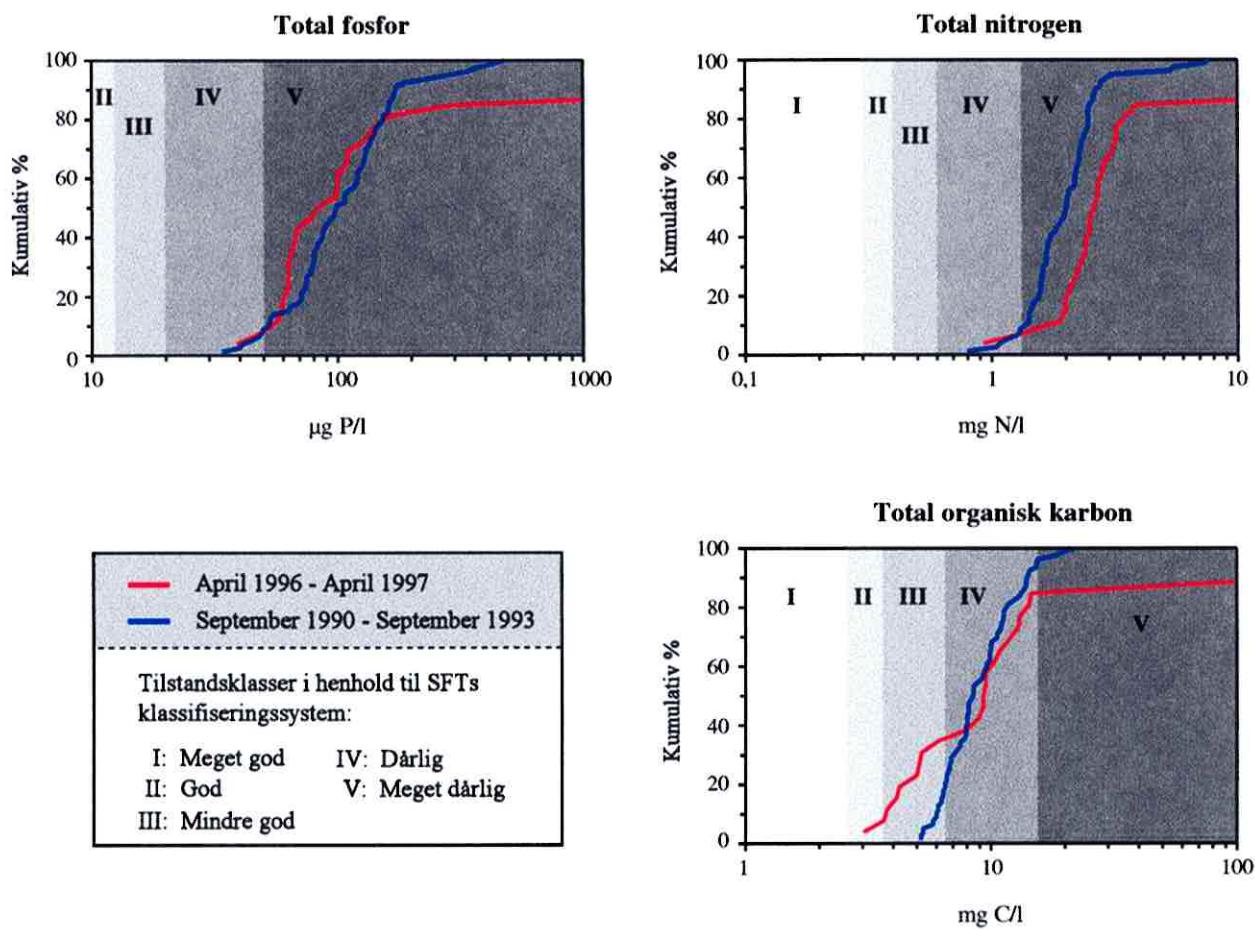
Det ekstreme stoffinnholdet i de fire nevnte prøvene gjør det også vanskelig å fastsette representative konsentrasjoner for vassdraget. Det mest korrekte er å beregne vannmengdeveide middelkonsentrasjoner, ved å dele beregnet stofftransport på avrent vannmengde. Men siden det er store usikkerheter knyttet til den reelle stofftransporten i undersøkelsesperioden, er dette ikke en egnet fremgangsmåte.

Alternativt kan en benytte mediankonsentrasjoner, slik det er fremstilt i tabell 2. Her er disse sammenlignet med tilsvarende verdier fra tidligere undersøkelser i vassdraget (for perioden 1992-1993, samt totalt for perioden 1990 - 1993). Det fremgår at fosforinnholdet kan synes å ha avtatt svakt, mens nitrogeninnholdet har økt de senere årene. Økt nitrogeninnhold er også observert i Skas-Heigre kanalen (Molversmyr 1997), men trenger ikke nødvendigvis skyldes at tilførselene til vassdraget har økt. Det kan også være at nitratreduksjonen (denitrifikasjonen) totalt sett er mindre nå enn tidligere, noe som her vil indikere forbedret tilstand i vassdraget.

Generelt er stoffkonsentrasjonene høye i Nordre Varhaugselv, selv når en ser bort fra de ekstreme verdiene som ble målt sommeren 1996. For både fosfor og nitrogen tilhører vassdraget høyeste tilstandsklasse ("meget dårlig") i SFTs system (Andersen et al. 1997). For total organisk karbon tilsier vannkvaliteten en plassering i tilstandsklasse "dårlig". Dette framgår av figur 7, der analyseresultatene er plottet kumulativt mot målt konsentrasjon, og der konsentrasjonsområder for tilstandsklasser i henhold til SFTs kvalitetssystem er inntegnet. Figuren viser også de nevnte endringene for fosfor og nitrogen, samt at det var større hyppighet av "lavere" konsentrasjoner av total organisk karbon (tilhørende tilstandsklasse III) i den siste undersøkelsesperioden enn hva som har vært målt tidligere.

Tabell 2. Stoffkonsentrasjoner i Nordre Varhaugselv (medianverdier).

Parameter	Total fosfor ( $\mu\text{g P/l}$ )	Fosfat ( $\mu\text{g P/l}$ )	Total nitrogen ( $\text{mg N/l}$ )	Nitrat ( $\text{mg N/l}$ )	Tot. org. karbon ( $\text{mg C/l}$ )
Mediankonsentrasjon for perioden april 96 - april 97	91	49	2,65	1,65	9,4
Mediankonsentrasjon for perioden september 92 - september 93	120	-	2,28	1,52	7,9
september 90 - september 93	99	-	2,01	1,26	8,5



Figur 7. Frekvensfordeling av konsentrasjonen av total fosfor, total nitrogen og total organisk karbon i Nordre Varhaugselv i undersøkelsesperioden, sammenlignet med målinger fra perioden 1990 - 1993.

- Andersen, J.R., J.L. Bratli, E. Fjeld, B. Faafeng, M. Grande, L. Hem, H. Holtan, T. Krogh, V. Lund, D. Rosland, B.O. Rosseland & K.J. Aanes, 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. *SFT-veiledning nr. 97:04, TA-1468/1997*.
- Bergheim, A., E. Snekvik, A. Sivertsen & A.R. Selmer-Olsen, 1978. Effluents from grass-silos as a pollution problem in rivers in the SW part of Norway. *Vatten 34: 33-43*.
- Gilberg, A. & A. Hammeren, 1972. Virkninger av pressaft fra surførsilo som gjødsel på avling og kjemiske forhold i planter og jord. *Hovedoppgave NLH, 155s*.
- Holtan, H. & O. Nashoug, 1971. Finsahlbekken. Undersøkelser av silosaftens innvirkning på de fysisk-kjemiske forhold i bekken. *I: Mjøsprosjektet - Undersøkelser 1971, NIVA-rapport O-91/69: 64-79*.
- Køhler, J.C., 1987. Vannføringsmålinger i bekker ved saltfortynningsmetoder. *GEFO: 16s*.
- Molversmyr, Å., 1992. Landbruksforurensa vassdrag. Årsrapport for måling av stofftransport i Lalandsbekken, Lindlandsbekken, Nordre Varhaugselv og Årslandsåna 1990-1991. *Rogalandsforskning, rapport RF-26/92*.
- Molversmyr, Å., 1993. Landbruksforurensa vassdrag. Årsrapport for måling av stofftransport i Nordre Varhaugselv og Årslandsåna 1991-1992. *Rogalandsforskning, rapport RF-60/93*.
- Molversmyr, Å., 1994. Landbruksforurensa vassdrag. Årsrapport for måling av stofftransport i Nordre Varhaugselv og Årslandsåna 1992 - 1993. *Rogalandsforskning, rapport RF-137/94*.
- Molversmyr, Å., 1997. Undersøkelse av stofftransport i Skas-Heigre kanalen 1996. *Rogalandsforskning, rapport RF-97/298*.
- Otnes, J. & E. Ræstad, 1978. Hydrologi i praksis. Annen utgave. *Ingeniørforlaget, 314s*.