



Rådgivende Biologer AS

RAPPORTENS TITTEL:

Vurdering av vannkvalitet i Nausta i perioden 1999-2002

FORFATTER:

Annie E. Bjørklund & Geir Helge Johnsen

OPPDRAKSGIVER:

Naustdal kommune, Postboks 43, 6806 Naustdal

OPPDRAGET GITT:

Oktober 2002

ARBEIDET UTFØRT:

Oktober 2002 - januar 2003

RAPPORT DATO:

20. januar 2003

RAPPORT NR:

613

ANTALL SIDER:

16

ISBN NR:

ISBN 82-7658-391-1

EMNEORD:

-Vannkvalitet
-Nausta

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS
Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen
Foretaksnummer 843667082 - MVA
www.radgivende-biologer.no

Telefon: 55 31 02 78

Telefax: 55 31 62 75

E-post: post@radgivende-biologer.no

FORORD

Vannkvaliteten i Nausta overvåkes ved årlige prøvetakinger fra vassdraget. I tillegg har kommunen samlet inn ekstraprøver fra vassdraget sommeren 2002, etter at det året før var rapportert om mye forurensning på grunn av gylletilførsler.

Basert på prøveinnsamlingene fra den årlige overvåkingen og ekstraprøvene fra sommeren 2002, ble Rådgivende Biologer bedt om å vurdere tilstanden i vassdraget, spesielt med hensyn på forurensning fra landbruket.

Rådgivende Biologer AS takker Naustdal kommune ved Einar Eimhjellen for oppdraget.

Bergen, 20. januar 2003

INNHOLDSFORTEGNELSE

Forord	2
Innholdsfortegnelse	2
Sammendrag	3
Bakgrunn	4
Vannkvaliteten i vassdraget	6
Bøelva	6
Kvernhuselva	7
Nausta ved Naustdalsfossen	7
Årstidsvariasjon	10
Diskusjon	12
Referanser	14
Vedleggstabeller	15

SAMMENDRAG

Nausta, som har hatt den mest tallrike laksebestanden på Vestlandet de siste årene, renner gjennom Naustdal kommune sine beste landbruksområder. I perioder når avrenning eller tilfeldige utslipp har medført sterk forurensning av elva, har det kommet klager fra sportsfiskerne. Etter flere episoder med sterk gyllelukt og brunfarging av elva, ble forholdene den 12. juli 2001 oppfattet som så uholdbare at fiskere forlot elva midt i den beste fangstperioden. Fiskerne tok et par vannprøver fra elva, som viste et meget høyt innhold av tarmbakterier. En befarings langs elva av kommunen sine folk, bekreftet brunfargen og skumdannelsen i elva, men de kjente ikke noen påfallende gyllelukt. Ingen prøver ble samlet inn fra kommunen sin side i forbindelse med denne episoden.

For å få en bedre oversikt over forholdene i elva, har Naustdal kommune samlet inn ukentlige prøver fra Nausta ved Naustdalsfossen i perioden mai til oktober 2002. Det pågår også en kontinuerlig overvåking av vannkvaliteten i vassdraget ved at det tas prøver fire ganger årlig fra sideelvene Bøelva og Kvernhuselva, samt fra hovedelva Nausta ved Naustdalsfossen.

Bøelva er mest forurenset av de undersøkte elvene. Elva er middels næringsrik (SFT klasse III "Mindre god"), men har et relativt lavt innhold av organisk stoff (SFT klasse II "God"). Det er imidlertid en del variasjon i vannkvaliteten, og periodevis er elva adskillig mer forurenset. Fosforinnholdet i Bøelva er signifikant høyere enn i de to andre elvene og det lave N/P-forholdet tyder på at avrenning fra landbruksområder er største forurensningskilde. Fosforinnholdet er spesielt høyt allerede i midten av mars, uten at årsaken til dette er kjent.

Kvernhuselva er meget næringsfattig (SFT klasse I "Meget god") og har et lavt innhold av organisk stoff (klasse II "God"). I denne elva er det lite forurensning fra landbruksaktiviteter, men tilsig fra et søppeldeponi er trolig største forurensningskilde. Nitrogeninnholdet i Kvernhuselva var signifikant høyere enn i de to andre elvene, og også ledningsevnen var høyere. Fosforinnholdet var derimot meget lavt, og det samme var innholdet av organisk stoff, og begge disse er vanligvis noe høyere i sig fra slike deponier. Årsvariasjonen i næringsinnhold i denne elva avvek sterkt fra mønsteret i Bøelva og hovedelva, uten spesiell forurensning tidlig på våren, men med et spesielt høyt innhold av nitrogen i de to tørreste prøvetakingsperiodene. Høyest konsentrasjon i perioder med lite nedbør og lav vannføring tyder på direkte tilsig. En utvidet undersøkelse må eventuelt til for å finne kilden.

Hovedelva Nausta ved Naustdalsfossen er relativt næringsfattig (klasse II "God"), har et relativt lavt innhold av organisk stoff (klasse II "God") og et lavt partikkelinnhold. Vannkvaliteten har også her perioder med sterk, men kortvarig forurensning, og både tarmbakterieinnholdet, innholdet av organisk stoff og næringsrikheten er i perioder adskillig høyere enn normalnivået. Vannkvaliteten i hovedelva er preget av tilførselene både fra Bøelva og fra Kvernhuselva. I tillegg er det en del lokale forurensningskilder med både konstante tilsig, periodevis tilførsler på grunn av arealavrenning fra landbruksområder og tilfeldige utslipp. De små, men alltid påviste tarmbakteriekonsentrasjonene tyder på konstante tilsig av kloakk. Kommunens befarings langs elva har påvist et par tilsig, men kilden for disse er ikke kjent.

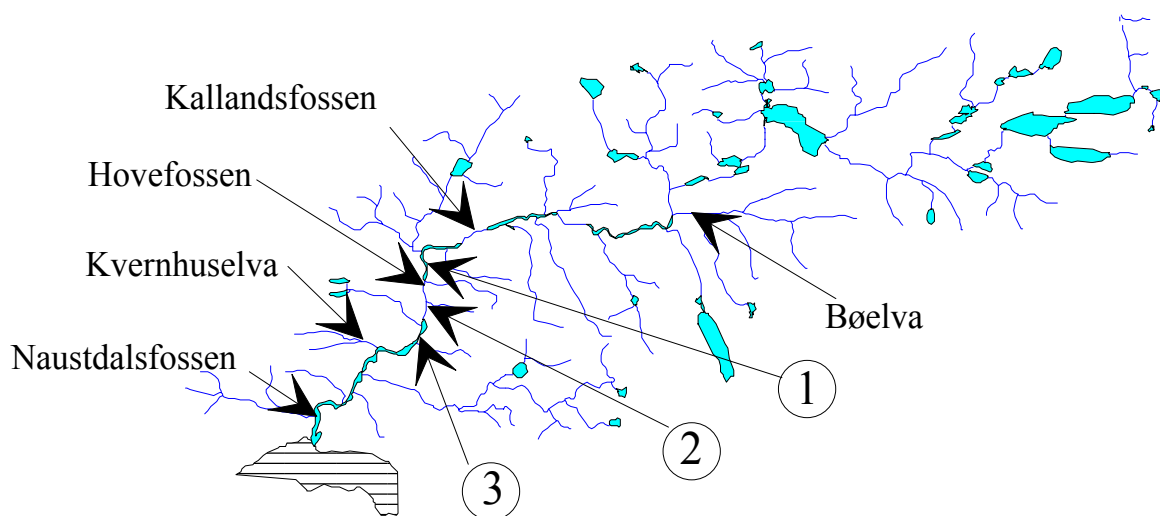
Totalt sett er tilførsler på grunn av landbruksaktiviteter den viktigste forurensningskilden i Naustavassdraget. Arealavrenning kan forklare 40 % av variasjonen med hensyn på tarmbakterieforurensning, hvilket betyr avrenning fra områder der det er spredd husdyrmøkk. Også for variasjonen i fargetallet kan arealavrenning forklare 40 % av variasjonen. Vanligvis har imidlertid disse tilførselene liten effekt på livet i elva. Større effekt blir det når det er utslipp ved lav vannføring og høy temperatur. Da fortynnes tilførselene lite, og det kan lokalt bli ulevelige forhold for vannlevende organismer. Et eksempel på dette er yngeldødeligheten i Nausta etter gylleutslippet i august 2002.

Prøvetaking i forbindelse med tilfeldige tilførsler må skje raskt etter at utslippet har funnet sted. Ved en vannføring på 20 m³/s, som er vanlig sommervannføring i Nausta, vil pulsforflytningen antas å ligge rundt tre til fire kilometer i timen. Prøvetaking bør også skje så nær utslippsstedet som mulig fordi tilrenning fra sideelver vil fortynne forurensningene.

BAKGRUNN

Nausta (figur 1) er en av Vestlandets beste lakseelver (Skurdal mfl. 2001). Elva har et nedbørfelt på 277 km², og er preget av svært raske og store variasjoner i vannføring. Dette skyldes at det i de nedre deler av vassdraget mangler innsjøer som kan dempe flommene fra de store sidefeltene. Anadrom strekning er i dag på 12,4 km (opp til Kallandsfossen) etter at det i 1975 ble åpnet laksetrapp i Hovefossen.

Langs den anadrome strekningen av elva er det landbruksområder. Dette har ført til konflikter i forhold til laksefiskerne fordi elva forurenses i perioder når avrenningen vasker gylle ut i elva. I 2001 toppet denne konflikten seg da det ble registrert mye gylle i elva midt i den beste fiskesesongen for laks og sjøaure. Den 12. juli var forholdene spesielt ille, og i følge laksefiskerne hadde vært ille de siste ni dagene. Denne dagen kom det 20,1 mm nedbør, og tre gårder hadde gjødslet med gylle. En god del av gyllen har derfor blitt vasket rett i elva. To vannprøver fra elva, tatt av laksefiskerne sjøl, viste en konsentrasjon av tarmbakterier på 12300 og 6400 termotolerante koliforme bakterier pr. 100 ml. Den sterke forurensningen førte til at laksefiskere forlot Nausta midt i beste fangstsesongen.



Figur 1. Kart over den nedre delen av Nausta. Numrene viser til områder der det er/har vært kjente utslipp til elva.

Vannkvaliteten i Nausta er meget varierende. En viktig faktor er at det lokale nedbørfeltet heller sterkt ned mot vassdraget og avrenning etter nedbørperioder vil derfor i stor grad foregå som overflateavrenning og vaske med seg stoffer fra nedbørfeltet rett ut i elva. Sig fra utette gjødselkjellere, silokummer, separate kloakkanlegg osv. vil også lettere komme ut i vassdraget når terrenget heller sterkt.

Konstante direkte tilsig til vassdraget vil vanligvis være lette å oppdage fordi det vil gi synlig effekter på utslippsstedet i form av økt begroing utover ettersommeren. I Nausta er det et par slike steder, men kilden for tilsigene er en ikke sikker på. Like nedenfor Ekreskogen hyttegrend er det et tilsig via en stikkrenne som ligger under fylkesveien (punkt 2 på kartet i figur 1). Utslipet har vært der i lengre tid, og ble første gang påvist i 1996. Antatt kilde er enten kloakk fra hytteområdene eller lekkasje fra spillrenne rundt grassiloene på en gård i nærheten. Et annet tilsig kommer via en grøft ned til elva omtrent 100 meter nordøst for Øyna på gnr. 105/6 (punkt 3 på kartet i figur 1). Også dette tilsiget er kjent fra tidligere og antatt årsak er enten utslipp av pressaft eller overløp på kloakk. En vannprøve der en undersøker innholdet av tarmbakterier vil kunne bekrefte/utelukke kloakktilførsler som aktuell forurensningskilde.

Tilfeldige forurensninger er vanskeligere å påvise fordi forurensningen er kortvarig og ofte uforutsigbar. I slike tilfeller må prøvetaking skje umiddelbart etter utslipp, dersom det går for lang tid vil tilførslene være fortennet og ført vekk med elvevannet. Ved en vannføring på 20 m³/s vil en puls fra et utslipp forflytte seg nedover med en hastighet på 3-4 km/time, dvs. rundt 10 km på en time. En slik tilfeldig forurensning ble registrert ved Osphaug (punkt 1 på kartet i figur 1). Et uhell den 27. august 2002 førte til utslipp av store mengder gylle rant ut i Nausta, noe som førte til død yngel ned til 700 meter nedstrøms utslippspunktet.

Utslipet skjedde ca kl. 12, men vannprøver ble først tatt 10 timer seinere og da helt nede ved Naustdalsfossen ca 7 km lenger nede. Vannføringen i elva var da meget lav, på bare 2,8 m³/s (data fra NVE). Erfaringer fra gytefisktellinger i elva viser at en ved denne vannføringen kan anta at et pulsutslipp forflytter seg nedover elva med en hastighet på 1-2 km i timen. Ved en vannføring på 20 m³/s vil hastigheten øke og pulsforflytningen antas å ligge rundt tre til fire kilometer i timen. Prøver som ble tatt i Nausta 10 timer etter utslippet klarte derfor ikke å fange opp vannkvalitetsendringene som fulgte av utslippet. En annen type tilfeldig og vanligvis kortvarig forurensning er arealavrenning fra landbruksområder, og dette er trolig den viktigste tilfeldige forurensningskilde til Nausta. I perioder med jordbearbeiding og gjødning av landbruksområder vil arealavrenning i forbindelse med nedbør kunne forurense vassdrag sterkt. Avrenning fra områder der det går husdyr på beite kan gi en tilsvarende effekt. I Nausta behøver det ikke være spesielt store nedbørmengder før avrenningen forurenser ettersom terrenget heller så mye at avrenningen blir svært umiddelbar og direkte.

Påvisning av de enkelte typene forurensningskilder er ofte vanskelig fordi det ofte er flere som forurenser samtidig. I landbruksområder som langs Nausta vil både arealavrenning fra gjødslet jord, avrenning fra områder med husdyrmøkk og tilsig fra kloakk være aktuelle kilder.

Både husdyrmøkk og kloakk vil føre til tarmbakterieforurensning, og uten meget omfattende prøvetaking er det ikke mulig å skille disse fra hverandre dersom de kommer som konstante tilsig (SIFF 1989, Østensvik 1998). Dersom tilførslene av husdyrmøkk derimot kommer med arealavrenning vil variasjonsmønsteret av konsentrasjonene en måler i vannet kunne si om det er direkte tilførsler av kloakk eller arealavrenning med husdyrmøkk som er aktuell forurensningskilde. Direkte og konstante tilsig fra kloakkanlegg vil fortynnes i perioder med nedbør og høy vannføring, mens arealavrenning kun vil forekomme i perioder med nedbør, og derfor medføre høyere forurensning i nedbørperioder. Indikatorbakterien som vanligvis brukes ved denne type undersøkelser, termotolerante koliforme bakterier, har imidlertid en forholdsvis kort levetid i vann og vil derfor kun påvise ferske tilførsler av kloakk eller husdyrmøkk (SIFF 1987).

Innholdet av næringsstoffer er en annen parameter som kan gi indikasjoner på forurensningstype (Holtan og Åstebøl 1990, Eltun 1990 for litteraturoversikt). Både mengde og forholdet mellom fosfor- og nitrogeninnholdet i vannet kan si noe om dette. I avrenning fra områder uten menneskelig påvirkning vil nitrogen/fosfor-forholdet ligge rundt 20-25 (Holtan og Åstebøl 1990). Dette varierer selvsagt noe avhengig av type natur, men felles er det at det er forholdsvis lite fosfor i forhold til nitrogen i slik avrenning. I tillegg er nivået generelt sett lavt, vanligvis med fosforkonsentrasjoner godt under 7 : g/l og nitrogenkonsentrasjoner under 300 : g/l (SFT 1997).

Med økende forurensning vil nivået på fosfor og nitrogenkonsentrasjonene øke, og nitrogen/fosfor-forholdet vil endres. I avrenning fra dyrket mark ligger nitrogen/fosforinnholdet ofte nærmere 30 fordi spesielt kunstgjødning har et høyt nitrogeninnhold. I avrenning fra husdyrgjødsel er forholdet gjerne under 10 da slik gjødning stort sett inneholder mye fosfor. Det samme gjelder for urensset kloakk. I avrenning fra melkerom, pressaft og siloanlegg er nitrogen/fosfor-forholdet vanligvis nede i 1-5. Dette vil imidlertid ikke representere klare intervaller, og siden det ofte er flere typer tilførsler til et vassdrag vil blandingen av disse også påvirke forholdet. Nitrogen/fosfor-forholdet gir likevel en god indikasjon på dominerende forurensningskilder.

Vannkvaliteten i Nausta overvåkes ved at det hvert år tas prøver fra utløpet av Nausta ved Naustdalsfossen samt fra to tilløpselver; Kvernhuselva, som renner ut ca 3 km oppstrøms utløpet til sjøen, og Bøelva som renner ut et par mil oppstrøms utløpet til sjøen (figur 1). I denne overvåkingen tas det prøver fire ganger årlig; i mars, juni, august og oktober. I forbindelse med klagene fra laksefiskerne i 2001, ble en grundigere undersøkelse av elva satt i gang sommeren 2002. Her ble det tatt ukentlige prøver ved Naustdalsfossen i perioden mai-august 2002.

VANNKVALITETEN I VASSDRAGET

Generelt sett er vannkvaliteten i vassdraget forholdsvis god, og gjennomsnittskonsentrasjonen av de enkelte parametrene tilsvarer tilstandsklasse I-II ("Meget god"- "God") for de fleste (tabell 1). Bare fosforinnholdet i Bøelva og nitrogeninnholdet i Kvernhuselva er middels høyt (tilstandsklasse III "Mindre god") og skiller seg ut. Ledningsevnen er også høyere i Kvernhuselva enn på de to andre stedene. I enkelte, men mer kortvarige perioder, er det imidlertid adskillig dårligere vannkvalitet på alle de tre undersøkte stedene.

Tabell 1. Tilstandsklassifisering i henhold til SFT (1997) av sidelvne Bøelva og Kvernhuselva samt Nausta ved Naustdalsfossen. Klassifiseringsskalaen går fra I = Meget god til V = Meget dårlig. Klassifiseringen bygger på gjennomsnittet av 16 målinger fordelt på 4 målinger årlig i perioden 1999 - 2002, bortsett fra i Kvernhuselva der det kun er målinger fra 2001 og 2002 (vedleggstabell 2).

Sted	Fosfor	Nitrogen	Fargetall	KOF	Jern	Turbiditet
Bøelva	III	I	II	II	-	I
Kverhuselva	I	III	II	II	I	I
Naustdalsfossen	II	I	II	II	I	I

BØELVA

Bøelva har et høyt innhold av fosfor, og med et gjennomsnitt på 14,1 : g/l klassifiseres elva i tilstandsklasse III med hensyn på denne parameteren (tabell 1). Det var stor variasjon i fosforinnholdet med laveste målte konsentrasjon på 3 : g/l og høyeste målte konsentrasjon på 32 : g/l (vedleggstabell 2). Fosforkonsentrasjonen var likevel signifikant høyere enn i både Kvernhuselva (ANOVA, $p = 0,001$) og i Nausta ($p = 0,009$). Innholdet av nitrogen derimot er meget lavt og tilsvarer tilstandsklasse I. Totalt sett gir dette tilstandsklasse III "Mindre god" med hensyn på næringsrikhet i Bøelva.

Innholdet av organisk stoff var relativt lavt. Gjennomsnittlig verdi for fargetallet var på 22 mg Pt/l, med variasjon mellom 5 og 45 mg Pt/l. Det kjemiske oksygenforbruket hadde en gjennomsnittsverdi på 3,3 mg O/l, med variasjon mellom 0,5 og 6 mg O/l. Både det kjemiske oksygenforbruket og fargetallet tilsvarte tilstandsklasse II basert på gjennomsnittsverdien av samtlige målinger. Turbiditeten (partikkel-innholdet) var meget lav og med en gjennomsnittsverdi på 0,3 FTU tilsvarer det tilstandsklasse I.

Vannkvaliteten varierer noe mellom de forskjellige årene, med høyeste registrerte fosforinnhold i 2000 og høyeste registrerte innhold av organisk stoff i 2001 (tabell 2).

Tabell 2. Tilstandsklassifisering (i henhold til SFT 1997) av Bøelva. Klassifiseringsskalaen går fra I = "Meget god" til V = "Meget dårlig". Klassifiseringen bygger på gjennomsnittet av 4 årlige målinger (vedleggstabell 2).

År	Fosfor	Nitrogen	KOF	Fargetall
1999	II	I	II	II
2000	IV	I	II	II
2001	III	I	III	III
2002	II	I	II	II

KVERNHUSELVA

Denne elva hadde den beste vannkvaliteten med hensyn på samtlige undersøkte parametere, bortsett fra innholdet av nitrogen og ledningsevne (tabell 1). Fosforinnholdet var på 4,1 : g/l og nitrogeninnholdet var på 525 : g/l. Dette tilsvarer tilstandsklasse I for fosfor og klasse III for nitrogen. Fosforinnholdet var signifikant lavere i Kvernhuselva enn i Bøelva og hovedelva (ANOVA, $p = 0,001$), og nitrogeninnholdet var signifikant høyere enn i både Bøelva (ANOVA, $p = 0,002$) og i Nausta ved Naustdalsfossen (ANOVA, $p = 0,005$). Vanligvis lå nitrogeninnholdet rundt 300 - 500 : g/l, men ved målingene i juni og august 2002 var de spesielt høye; 800 og 1000 : g/l. Ved begge disse tidspunktene hadde det vært opp til et par uker med lite nedbør, og vannføringen i elva var derfor lav.

Innholdet av organisk stoff var lavt og både fargetallet, med gjennomsnittsverdi på 17 mg Pt/l, og det kjemiske oksygenforbruket, med gjennomsnittsverdi på 2,9 mg O/l, tilsvarer tilstandsklasse II. Turbiditeten var også lav med gjennomsnittsverdi på 0,4 FTU som tilsvarer tilstandsklasse I.

Ledningsevnen hadde en gjennomsnittsverdi på 2,8 mS/m. Dette er middels høyt, men det er likevel en del høyere enn i de to andre elvene. Forskjellen var signifikant mellom Kvernhuselva og Bøelva. (ANOVA, $p=0,05$), men ikke mellom Kvernhuselva og Nausta ved Naustdalsfossen.

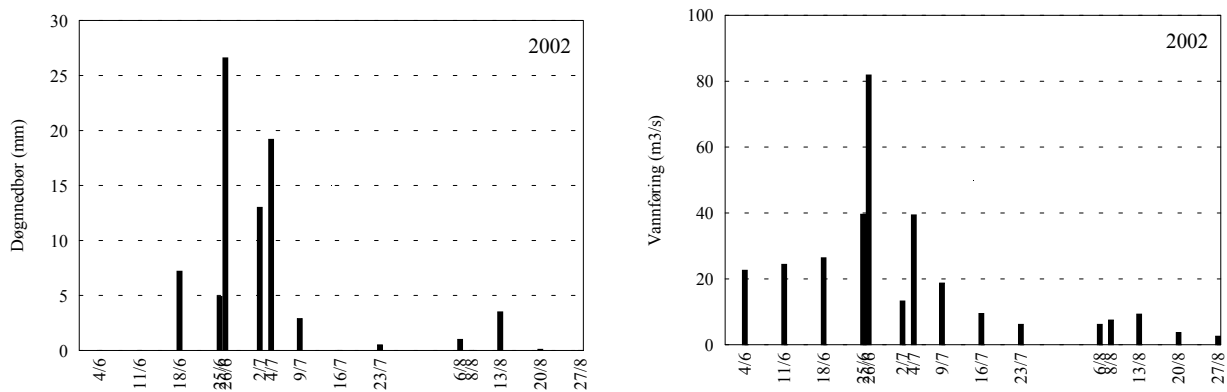
Målingene i Kvernhuselva har kun pågått siden 2001, men også her var innholdet av organisk stoff høyere i 2001 enn i 2002 (tabell 3).

Tabell 3. Tilstandsklassifisering (i henhold til SFT 1997) av Kvernhuselva. Klassifiseringskalaen går fra I = "Meget god" til V = "Meget dårlig". Klassifiseringen bygger på gjennomsnittet av 4 årlige målinger (vedleggstabell 2).

År	Fosfor	Nitrogen	KOF	Fargetall
2001	I	II	III	II
2002	I	IV	I	I

NAUSTA VED NAUSTDALSFOSSEN

På dette prøvetakingsstedet ble det gjort en utvidet prøvetaking sommeren 2002, og omtalen er derfor mer utfyllende enn for de to forrige stedene. Fra slutten av juni til begynnelsen av juli var det en god del nedbør i forbindelsen med prøvetakingene i Nausta (figur 2 til venstre), noe som gjenspeiler seg i høyere vannføring i denne perioden (figur 2 til høyre). På slutten av prøvetakingsperioden var det lite nedbør og lav vannføring.



Figur 2. Døgnnedbør ved Førde-Tefre for prøvetaking (til venstre) og vannføring på prøvetakingsdagen (til høyre) i forbindelse med den ekstra undersøkelsen i Nausta i 2002. Nedbøren er målt på angitt dato klokken 07, og er falt i løpet av de foregående 24 timene. Nedbørdata fra hentet fra DNMI, vannføringsdata fra NVE.

Tarmbakterier

Det ble alltid påvist tarmbakterier i prøvene fra Nausta i 2002 (figur 3). Vanligvis lå konsentrasjonene av tarmbakterier under 100 pr. 100 ml, men ved enkelte anledninger var konsentrasjoner av tarmbakterier noe høyere. På grunnlag av nest høyeste verdi på 330 termotolerante koliforme bakterier, klassifiseres Nausta i tilstandsklasse IV "Dårlig" med hensyn på innhold av tarmbakterier. Tarmbakterieinnholdet blir ikke målt i den årlige overvåkingen i elva.

Generelt sett var det en relativt god samvariasjon mellom nedbør og tarmbakterieinnhold i elva ($p = 0.011$, $r^2 = 0.38$), og tarmbakterieinnholdet var høyere i nedbørperioden på forsommeren enn i den noe tørrere perioden fra midten av juli til august (figur 3). Ved å gå nærmere inn på de tre tilfellene med spesielt høyt bakterieinnhold i Nausta sommeren 2002, viser det seg at nedbøren er sterkt medvirkende i to av tilfellene men helt uten betydning ved det tredje tilfellet.

Den 26. juni, var tarmbakterieinnholdet høyt (figur 3) og det var mye nedbør og høy vannføring i elva (figur 2). Den 6. august var også tarmbakterieinnholdet høyt, men da hadde det vært fem dager uten nedbør før prøvetakingen og bare 1 mm nedbør på prøvetakingsdagen og lav vannføring (figur 2). Siste dag med høyt tarmbakterieinnhold var den 13. august, og da kom det i overkant av 8 mm nedbør i løpet av de siste to dagene før prøvetaking. Spesielt på første, men også på siste gang med høyt bakterieinnhold, kan nedbøren ha hatt betydning for forurensningstilførslene. Forurensningen i tørrværsperioden den 6. august derimot skyldes trolig direkte utslipp av enten gylle eller kloakk.

Totalfosfor og totalnitrogen

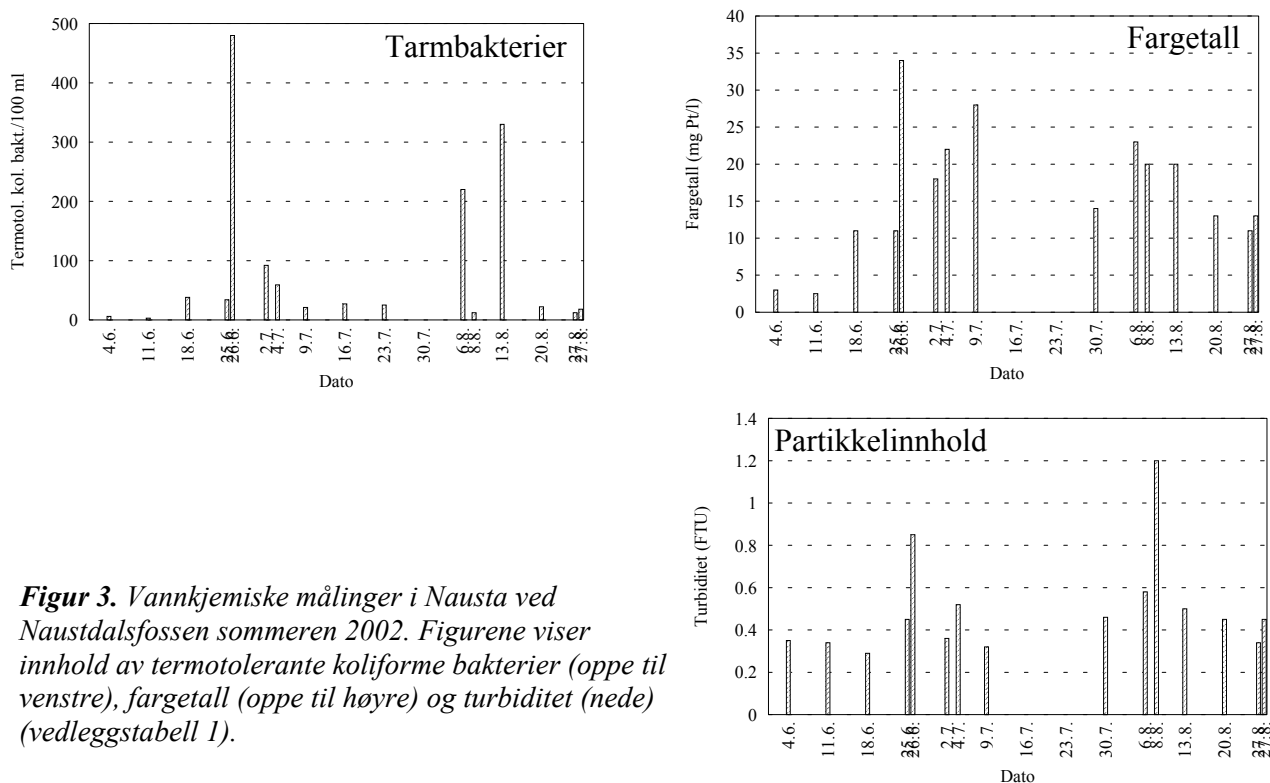
De årlige undersøkelsene av Nausta viser at Nausta vanligvis er en næringsfattig elv, og gjennomsnitts konsentrasjonene i perioden 1999-2002 var på 7,4 : g fosfor/liter og 221 : g nitrogen/liter. Dette tilsvarer tilstandsklasse I-II ("Meget god" - "God tilstand") (tabell 2). Fosforinnholdet i Nausta ble også målt ved de ekstra prøvetakingene sommeren 2002, men bare ved undersøkelsen den 26. juni var fosforinnholdet oppgitt med 23 : g/l. Da var det flom i elva og innholdet av tarmbakterier var også høyt. Ellers ble konsentrasjonen oppgitt som < 20 : g fosfor/l, og disse resultatene er derfor lite anvendelige.

Fargetall og kjemisk oksygenforbruk

Fargetallet i Nausta er relativt lavt, med en gjennomsnittlig verdi på 16 mg Pt/l i målingene fra 2002 (figur 3). I den årlige overvåkingen ligger fargetallet på tilsvarende lave nivå. Dette tilsvarer tilstandsklasse II "God" i SFT sitt system. Det er imidlertid stor variasjon i fargetallet i denne elva; laveste registrerte verdi i perioden 1999 - 2002 er 3 mg Pt/l og høyeste registrerte verdi er 42 mg Pt/l, som ble målt i august i 2001. Nedbøren kan forklare 37 % av variasjonen i fargetall i elva (figur 3, $p = 0.016$, $r^2 = 0.37$). Generelt sett var fargetallet lavt i begynnelsen av juni og høyere i juli og august. I de årlige overvåkingene er også fargetallet høyere på ettersommeren og høsten enn i mars og juni.

Det kjemiske oksygenforbruket i Nausta ligger vanligvis rundt 2,5 mg O/l, som tilsvarer klasse I-II. I enkeltperioder kan verdiene være noe høyere, og høyeste registrerte verdi er 6 mg O/l som ble målt i august

2001(vedleggstabell 2). Dette var i en nedbørperiode like etter en lang tørkeperiode. På samme måte som for fargetallet er verdiene vanligvis høyere på ettersommeren og høsten enn i mars og juni.



Figur 3. Vannkjemiske målinger i Nausta ved Naustdalsfossen sommeren 2002. Figurene viser innhold av termotolerante koliforme bakterier (oppe til venstre), fargetall (oppe til høyre) og turbiditet (nede) (vedleggstabell 1).

Turbiditet

Også partikkelinnholdet (turbiditeten) er lav i Nausta (figur 3), og med en gjennomsnittsverdi på 0,5 F.T.U. i 2002 tilsvarer dette tilstandsklasse I “meget god”. Vanligvis ligger turbiditeten under 0,5 F.T.U, og høyeste registrerte verdi er bare 1,2 F.T.U. Målingene fra den årlige overvåkingen viser tilsvarende lave nivå, og også i de to sideelvene er turbiditeten lav. Det var ingen vesentlig forskjell på partikkelinnholdet i elva i løpet av undersøkelsesperioden i 2002, bare et par episoder med litt høyere verdier ble registrert. Den ene gangen var det i sammenheng med en nedbørperiode, mens det den andre gangen var etter en lang periode uten nedbør, og det var ingen tilsvarende økning i verken fargetall eller partikkelinnhold.

Variasjonen i vannkvaliteten i Nausta mellom de forskjellige årene er vanligvis liten, men 2001 utpeker seg spesielt (tabell 4). Som i de to tilløpselvene er vannkvaliteten dårligere med hensyn på innhold av organisk stoff i 2001, og i Nausta er også fosforinnholdet høyere i 2001 enn de andre årene.

Tabell 4. Tilstandsklassifisering (i henhold til SFT 1997) av Nausta ved Naustdalsfossen. Klassifiseringsskalaen går fra I = “Meget god” til V = “Meget dårlig”. Klassifiseringen bygger på gjennomsnittet av 4 årlige målinger (vedleggstabell 2).

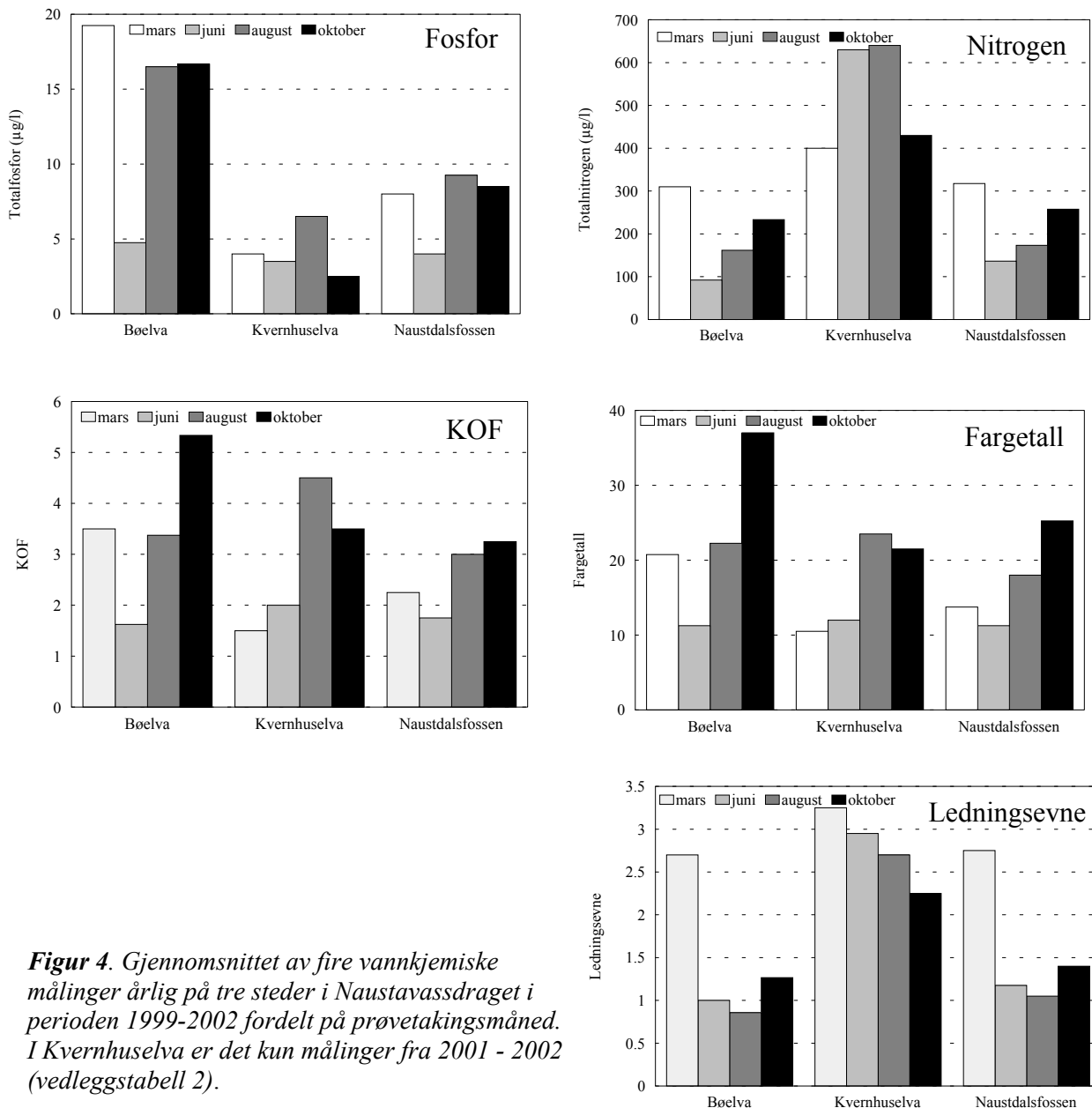
År	Fosfor	Nitrogen	KOF	Fargetall
1999	I	I	I	II
2000	I	I	I	I
2001	II	I	III	III
2002	I	I	I	I

ÅRSTIDSVARIASJON

Dersom en ser på årstidsvariasjonen i vannkvaliteten i de tre elvene, viser det seg at variasjonsmønsteret i Bøelva og i Nausta ved Naustdalsfossen er nærmest identisk (figur 4). Både fosfor- og

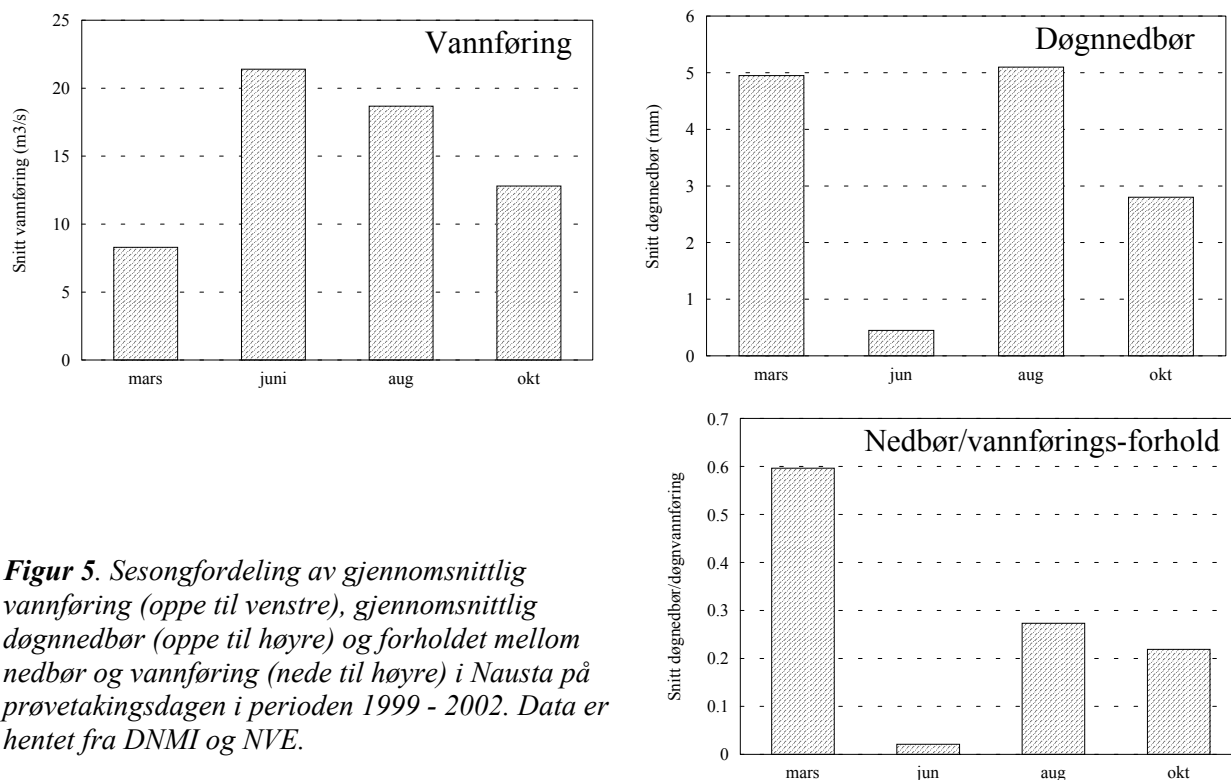
nitrogenkonsentrasjonene er høyest i mars, meget lave i juni og øker igjen utover høsten. For KOF og fargetallet er det også høy verdi i mars, meget lavt i juni og økende og høyest verdi på høsten. Ledningsevnen derimot er høy i mars og lavere på sommeren og høsten.

I Kvernhuselva derimot er variasjonsmønsteret helt forskjellig fra de to andre stedene (figur 4). Her er fosforinnholdet lavt, og nitrogeninnholdet høyt hele tiden, mens KOF og fargetallet øker utover sommeren. Ledningsevnen er høyest i mars og avtar jevnt utover prøvetakings-sesongen.



Figur 4. Gjennomsnittet av fire vannkjemiske målinger årlig på tre steder i Naustavassdraget i perioden 1999-2002 fordelt på prøvetakingsmåned. I Kvernhuselva er det kun målinger fra 2001 - 2002 (vedleggstabell 2).

Vannføringen i Nausta er vanligvis på sitt laveste i mars måned, og gjennomsnittet fra prøvetakingene viser at dette også stemmer for de aktuelle prøvetakingsdagene i perioden 1999-2002 (figur 5 oppe til venstre). Nedbørmengdene døgnet før prøvetakingene var i gjennomsnitt høyest i mars og august og lavest i juni (figur 5 oppe til høyre).



Figur 5. Sesongfordeling av gjennomsnittlig vannføring (oppe til venstre), gjennomsnittlig døgnedbør (oppe til høyre) og forholdet mellom nedbør og vannføring (nede til høyre) i Nausta på prøvetakingsdagen i perioden 1999 - 2002. Data er hentet fra DNMI og NVE.

Effekten av arealavrenning vil være høyest dersom det kommer mye nedbør til en elv som i utgangspunktet har liten vannføring fordi fortynningseffekten av tilførsene da blir liten. Det betyr at forholdet nedbør/vannføring er høyt, og forutsetter at nedbøren kommer som regn. Lite nedbør til en elv med høy vannføring vil ha liten effekt fordi det da vil være stor fortynning av tilførsene når de kommer ut i vassdraget.

Høyest nedbør/vannføringsforhold i prøvetaksperiodene i Nausta i perioden 1999 - 2002 var i mars (figur 5 nede til høyre). Selv relativt små tilførsler vil da kunne gi et merkbart utslag på vannkvaliteten fordi de fortynnes lite. I mars 2001 og 2002 var temperaturen i lufta rundt 2 - 5 /C, og en må derfor anta at mesteparten av nedbøren kom som regn i de nedre deler av vassdraget. Dersom nedbøren kom som snø vil det være direkte tilførsler som forurenses i denne perioden. I de andre prøvetaksperiodene skal det adskillig større forurensninger til før en får merkbart utslag på vannkvaliteten, og dette kan være forklaringen på at både næringsinnholdet og innholdet av organisk stoff var lavest på denne tiden av året i både Bøelva og Kvernhuselva.

DISKUSJON

Vannkvaliteten i Nausta med hensyn på forurensning fra landbruk og kloakk er undersøkt ved Naustdalsfossen, og i sideelvene Kvernhuselva og Bøelva. Vannkvaliteten er generelt sett god, og de fleste parametere klassifiseres i de to beste tilstandsklassene; klasse I-II = "Meget bra"- "Bra". Avvikene er fosforinnholdet i Bøelva og nitrogeninnholdet i Kvernhuselva som begge tilsvarer tilstandsklasse III ("Mindre god"). Alle elvene er imidlertid preget av kortvarige episoder med dårligere vannkvalitet.

Bøelva er middels næringsrik (klasse III), har et relativt lavt innhold av organisk stoff (klasse II) og et lavt partikkelinnhold (klasse I). Elva er den mest forurensede av de tre elvene, og det er trolig tilførsler fra landbruksaktiviteter som er viktigste kilde. Kloakktilførsler i tillegg kan imidlertid ikke utelukkes. Fosforinnholdet er signifikant høyere enn i de to andre elvene og et forhold mellom nitrogen og fosfor på 14 tyder på at elva mottar forurensninger med et høyt fosforinnhold. I både husdyrmøkk, kloakk, pressaft, silo ol. ligger nitrogen/fosfor-forholdet i området rundt og under 10 (Holtan og Åstebøl 1990), mens det i avrenning fra ikke forurensede arealer ligger rundt 20 -25. Innholdet av organisk stoff er også noe høyere i Bøelva enn i de andre elvene, men forskjellene er ikke signifikante. Elva er mest forurenset i målingene fra mars måned, og ettersom N/P-forholdet er lavt også på denne tiden tyder det på at kilden er spredning av husdyrmøkk i en periode med lite nedbør og lav vannføring i elva.

Kvernhuselva er næringsfattig (klasse I), har et relativt lavt innhold av organisk stoff (klasse II) og et lavt partikkelinnhold (klasse I). Elva er lite forurenset av landbruks- eller kloakktilførsler, men nitrogenkonsentrasjonene der er signifikant høyere enn i de to andre elvene, og samtidig adskillig høyere enn forventet ut fra fosforinnholdet. Nitrogen/fosfor-forholdet ligger rundt 150, mens det i avrenning fra uberørte områder ligger rundt 20-25, og i avrenning fra mark gjødslet med kunstgjødsel ligger rundt 30 (Holtan og Åstebøl 1990). Dette tyder på at det er noe spesielt i dette nedbørfeltet, noe som har en meget høy nitrogenkonsentrasjon i avrenningen.

Kilden for nitrogentilførslene og den noe høye ledningsevnen er ikke kjent. En mulighet er søppelfyllingen som ligger like oppstrøms prøvetakingspunktet. Biologiske og kjemiske prosesser i slike deponi frigir organisk materiale og næringssalter som transporteres med sigevannet til vassdrag. Fosforinnholdet var imidlertid ikke tilsvarende høyt i denne elva og innholdet av organisk stoff var heller ikke vesentlig høyere enn i de andre elvene. Sigevannets sammensetning er imidlertid sterkt avhengig av hva som er deponert i fyllingen. Nitrogeninnholdet i Kvernhuselva var spesielt høyt i de to periodene med lite nedbør og lav vannføring sommeren 2002, hvilket tyder på at nitrogentilførslene kommer som direkte tilsig.

I **Nausta ved Naustdalsfossen** er vannkvaliteten preget av tilførslene fra sideelvene, der enkelte elver som for eksempel Bøelva, Åmotselva og Åsedøla renner gjennom landbruksområder, mens andre som for eksempel Kvernhuselva renner gjennom relativt uberørte områder. Med resultatene fra den utvidete undersøkelsen i 2002, kan se nærmere på type forurensningskilder til denne delen av vassdraget. Både konstante tilsig, tilfeldige utslipp og arealavrenning ser ut til å prege vannkvaliteten. Påvisningen av tarmbakterier i samtlige prøver viser at det må være direkte tilsig til elva. Tarmbakterier finnes ikke naturlig i nedbørfeltet og kan kun komme fra kloakk eller husdyrmøkk. Et par tilsig er påvist ved kommunens befaringer langs elva; ett like nedstrøms Ekreskogen hyttegrend, og et annet omtrent 100 meter nordøst for Øyna på gnr. 105/6 (nr. 1 og 2 i figur 1). Disse har vært kjent i flere år, men er ikke blitt fjernet da en har vært usikker på om tilsigene skyldes kloakk eller tilsig fra silokummer. En vannprøve som undersøkes på innhold av tarmbakterier kan avklare typen forurensning.

Tilfeldige utslipp ser også ut til å være en aktuell forurensningskilde. Den 6. august var det mye tarmbakterier i Nausta, og dette var etter en fem dager lang tørkeperiode. Selv om det kom 1 mm nedbør like før prøvetaking (DNMI), har dette neppe ført til en avrenning som kunne være årsaken til tarmbakterieforurensningen. Uten arealavrenning er direkte tilførsler eneste mulige kilde. Det er ikke rapportert om noe utslippshell denne dagen.

Arealavrenning er imidlertid trolig årsaken til de største forurensningsepisodene i Nausta, og i perioder med mye nedbør og gyllespredning i nedbørfeltet kan vannkvaliteten i elva endres ganske mye. 25-26. juni

2002 kom det 26 mm nedbør i løpet av et døgn, noe som førte til flom i elva. Vannkvaliteten forverret seg betraktelig, og dersom en skulle klassifisert etter bare denne ene prøvetakingen, ville det tilsvart tilstandsklasse III for organisk stoff, klasse IV for næringsinnhold, klasse IV for tarmbakterier og klasse II for turbiditet; altså adskillig dårligere enn det en vanligvis finner. Ellers viser årsvariasjonsmønsteret av de forskjellige stoffene at den største tilførselen av stoffer skjer i midten av mars, på samme måte som i Bøelva. Mye av forurensningene til hovedelva skyldes nok tilførsler fra Bøelva, men det er også forurensninger fra landbruket i det lokale nedbørfeltet.

Sommeren 2001 ble det klaget over at det var mye gylle i Nausta under laksefisket i begynnelsen av juli. De årlige undersøkelsene av vannkvaliteten i Nausta viser at det var mer forurensning i elva ved prøvetakingene dette året enn de andre årene. For innhold av organisk stoff er mønsteret det samme i alle tre elvene, mens fosforinnholdet var høyere bare i Bøelva og Nausta.

En årsak kan være de spesielle værforholdene i 2001. Hele prøvetakingsperioden fra mars til november var preget av mange og kraftige regnskyll med døgnedbør over 20 mm. I perioden 1. juli - 31. oktober var det hele 14 slike døgn med kraftige regnskyll, mot bare 4 i samme perioden i 2002. Kraftig regn gir mye overflate-arealavrenning. I landbruksområder vil dette kunne gi meget store utslag på vannkvaliteten. Det er imidlertid dårlig korrelasjon mellom nedbør og de enkelte prøvetakingsparametrene, men dette kan skyldes at utslipp i tørrværsperioder maskerer de økte tilførslene med arealavrenningen. Den dårlige korrelasjonen kan faktisk tyde på at det skjer en del tilfeldige utslipp til vassdraget.

Gylleforurensning i Nausta vil ha størst betydning for fisken i elva i perioder med liten vannføring og høye temperaturer. Gylle inneholder store mengder lett nedbrytbart organisk materiale. Når organisk materiale brytes ned forbrukes oksygen, og i små innsjøer og rolige, sakteflytende elver med liten vannføring kan dette føre til oksygenvinn og dermed ulevelige forhold for organismer i vannet. I rasktflytende og turbulente elver med stor vannføring og innblanding av luft, vil betydningen være minimal.

Nausta er en relativt sakteflytende elv i de nedre sju kilometerne, men spesielt Hovefossen fører til sterk omrøring og turbulens. En eventuell oksygenmangel vil derfor være gjenopprettet nedstrøms fossen, men dersom et stort gylleutslipp skjer direkte til elva i de rolige partiene i en periode med lav vannføring og høy temperatur vil resultatet kunne føre til ulevelige forhold for fisk og andre dyr. I varmere vann vil de kjemiske prosessene som forbruker oksygen gå raskere og samtidig vil fisken ha et større oksygenforbruk på grunn av varmen. Det er sannsynligvis dette som var tilfelle ved uhellet ved Osphaug den 27. august 2002. Da ble det funnet død yngel i et område på 200 meter nedover fra utslippsstedet. Denne episoden skjedde i en periode med tørt og varmt vær; vannføringen var liten og temperaturen var hele 17-18 °C i vannet.

Ved direkte utslipp i perioder med høy vannføring er det ikke trolig at en får så dårlige forhold dersom ikke tilførslene er ekstremt store. Så dersom en påviser død fisk i elva er det derfor stor sannsynlighet for at det dreier seg om direkte tilførsler og ikke tilførsler på grunn av arealavrenning.

REFERANSER

Eltun, R. 1990.

Tap av jord, fosfor og nitrogen ved arealavrenning i norsk landbruk,- eit litteraturoversyn.
Statens fagtjeneste for landbruket, Nr 5, 1990. 55 sider.

Hobæk, A. 1998

Overvåking av ferskvannsresipienter i Bergen kommune: Miljøgifter i innsjøsedimenter og i
avrenning fra avfallsdeponier.
NIVA-rapport nr. 3793-98, 27 sider.

Holtan, H. & S.O. Åstebøl, 1990

Håndbok i innsamling av data om forurensningstilførsler til vassdrag og fjorder. Revidert
utgave.
NIVA-rapport nr. 2510, 53 sider.

SFT 1997.

Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann.
Statens Forurensningstilsyn.
Veiledning 97:04. 31 sider.

SIFF 1987.

G2, Kvalitetsnormer for drikkevann.
Folkehelseinstituttet (Tidligere SIFF), 72 sider.

SIFF 1989.

G4, Mikrobiologisk analyse av drikkevann.
Folkehelseinstituttet (Tidligere SIFF), 37 sider.

Skurdal, J., Hansen, L. P., Skaala, Ø., Sægrov, H. & Lura, H., 2001.

Elvevis vurdering av bestandsstatus og årsaker til bestandsutviklingen av laks i Hordaland og
Sogn og Fjordane.
Direktoratet for naturforvaltning, Utredning 2001 - 2. 154 sider.

Østensvik, Ø. 1998.

Fekale indikatorbakterier i drikkevann.
Norsk veterinærtidsskrift nr. 10/98, Tema Drikkevannshygiene. Side 606 -614.

VEDLEGGSTABELLER

Vedleggstabell 1. *Vannkjemiske analyseresultater fra Nausta ved Naustdalsfossen fra den ekstra undersøkelsen i vassdraget i 2002. Nausta kommune har samlet inn prøvene, og prøvene er analysert av Sunnfjord og Ytre Sogn kjøt- og næringsmiddelkontroll.*

Dato	Siktedyp (m)	Termotol. koliforme bakt. (ant/100 ml)	Fargetall (mg Pt/l)	Turbiditet (F.T.U.)	Total fosfor (: g/l)
04.06.2002	2	6	3	0,35	< 20
11.06.2002	2	3	< 5	0,34	< 20
18.06.2002	2	38	11	0,29	< 20
25.06.2002	1	34	11	0,45	< 20
26.06.2002	0,5	480	34	0,85	23
02.07.2002	2	92	18	0,36	< 20
04.07.2002	2	59	22	0,52	< 20
09.07.2002	2	21	28	0,32	< 20
16.07.2002	2	27			< 20
23.07.2002	2	25			< 20
30.07.2002	2		14	0,46	< 20
06.08.2002	2	220	23	0,58	< 20
08.08.2002	2	12	20	1,2	< 20
13.08.2002	2	330	20	0,5	< 20
20.08.2002	2	22	13	0,45	< 20
27.08.2002	2	12	11	0,34	< 20
27.08.2002	2	18	13	0,45	< 20

Vedleggstabell 2. Vannkjemiske analyseresultater fra Nausta ved Naustdalsfossen, Kvernhuselva og Bøelva fra den årlige undersøkelsen av Nausta i perioden 1999 til 2002. Prøvene er analysert av Sunnfjord og Ytre Sogn kjøt- og næringsmiddelkontroll.

Sted	Prøvetak.- dato	Surhet (pH)	Fargetall (mg Pt/l)	Turb. (F.T.U)	Ledn.evne (mS/m)	Tot.P (: g/l)	Tot. N (: g/l)	KOF-Mn (mg O/l)	Jern (mg/l)
Naustdalsfossen	15.03.1999	6,4	14	0,41	2,7	7	290	2	0,065
Bøelva	15.03.1999	6,3	24	0,31	2,7	14	290	4	
Naustdalsfossen	14.06.1999	6,1	10	0,28	1	4	110	2	0,042
Bøelva	14.06.1999	6	9	0,19	0,8	3	73	2	
Naustdalsfossen	17.08.1999	6,7	7	0,25	0,8	6	87	1	0,031
Bøelva	17.08.1999	6,5	7	0,2	0,6	8	76	0,5	
Naustdalsfossen	04.10.1999	6,2	32	0,34	1,3	10	280	4	0,11
Bøelva	04.10.1999	6	45	0,27	1,1	15	220	6	
Naustdalsfossen	13.03.2000	6,3	10	0,46	2,8	7	280	1	0,075
Bøelva	13.03.2000	6,2	16	0,65	3	32	490	3	
Naustdalsfossen	05.06.2000	6,2	13	0,31	1,2	5	140	2	0,046
Bøelva	05.06.2000	6,1	14	0,2	1,2	7	120	2	
Naustdalsfossen	25.08.2000	6,5	9	0,25	1	5	96	2	0,035
Bøelva	25.08.2000	6,1	11	0,22	0,8	29	160	2	
Naustdalsfossen	09.10.2000	6,4	21	0,34	1,7	10	280	3	0,085
Bøelva	09.10.2000	6,2	32	0,39	1,6	21	290	5	
Naustdalsfossen	12.03.2001	6,2	18	0,72	2,6	12	370	4	0,14
Kvernhuset.n.fyllpl.	12.03.2001	6	13	0,82	2,9	6	400	2	0,086
Bøelva	12.03.2001	6	22	0,47	2,6	20	230	4	
Naustdalsfossen	11.06.2001	6,3	17	0,26	1,2	4	200	2	0,049
Kvernhuset.n.fyllpl.	11.06.2001	6,3	18	0,38	2,3	2	450	3	
Bøelva	11.06.2001	6,2	17	0,15	1	6	150	2	
Naustdalsfossen	13.08.2001	6,2	42	0,6	1,1	14	240	6	0,14
Kvernhuset.n.fyllpl.	13.08.2001	6,3	38	0,55	1,4	6	280	6	0,084
Bøelva	13.08.2001	6	42	0,32	0,93	15	200	6	
Naustdalsfossen	08.10.2001	6,2	26	0,32	1,1	8	220	3	0,077
Kvernhuset.n.fyllpl.	08.10.2001	6,4	25	0,25	1,9	3	360	4	0,062
Bøelva	08.10.2001	6	34	0,22	1,1	14	190	5	
Naustdalsfossen	11.03.2002	6,2	13	0,34	2,9	6	330	2	0,064
Kvernhuset.n.fyllpl.	11.03.2002	6,3	8	0,41	3,6	2	400	1	0,057
Bøelva	11.03.2002	6,1	21	0,21	2,5	11	230	3	
Naustdalsfossen	10.06.2002	6,1	5	0,21	1,3	3	95	1	0,023
Kvernhuset.n.fyllpl.	10.06.2002	5,6	6	0,15	3,6	5	810	1	0,02
Bøelva	10.06.2002	6	5	0,14	1	3	25	0,5	
Naustdalsfossen	12.08.2002	6,5	14	0,33	1,3	12	270	3	0,08
Kvernhuset.n.fyllpl.	12.08.2002	6,3	9	0,32	4	7	1000	3	0,045
Bøelva	12.08.2002	6,2	29	0,25	1,1	14	210	5	
Naustdalsfossen	08.10.2002	6,4	22	0,33	1,5	6	250	3	0,077
Kvernhuset.n.fyllpl.	08.10.2002	6,4	18	0,14	2,6	2	500	3	0,029