

Vurdering av overvåkingsprogram for kjemiske støtteparametre i elver og bekker. Eksempler fra jordbruksvassdrag på Østlandet

Av Eva Skarbøvik og Ståle Haaland

Eva Skarbøvik er seniorforsker og Ståle Haaland er forsker ved Bioforsk Jord og Miljø.

Sammendrag

I forbindelse med gjennomføringen av EUs Rammedirektiv for vann (Vann-direktivet) pålegges vassdragsforvaltningen å utføre mer omfattende overvåking enn tidligere. I den forbindelse kan det være fornuftig å gjennomgå dagens overvåkingsprogram både med hensyn til stasjonsnett og prøvetakingsfrekvens. Artikkelen gir eksempler fra vannområder med stor påvirkning av jordbruksaktivitet på Østlandet, og viser bl.a. at en kritisk gjennomgang av et overvåkingsnettverk for kjemiske støtteparametre kan resultere i en anbefaling om at en tredjedel av stasjonene nedlegges. Undersøkelser viser også at endringer i prøvfrekvens for kjemiske parametre kan gi store utslag på gjennomsnittskoncentrasjonen, noe som har betydning for fastsettelse av tilstand i forhold til miljømålet i vannforekomstene.

Summary

This article describes an evaluation of monitoring programmes for chemical quality elements based on case studies from agricultural catchments in Eastern Norway. The implementation of the EU Water Framework Directive will in most Norwegian watersheds result in increased water monitoring. A revision of the present water monitoring programmes is therefore recommended, both in terms of the station network and the sampling frequency. A critical review of the monitoring programme for chemical quality elements in agricultural catchments in south-eastern Norway, resulted in a recommendation to reduce the number of stations with about 30 %. Analyses also showed that the annual average concentrations of some chemical parameters varied considerably with sampling frequency. This will, again, have implications for establishing the status of the water bodies in relation to the environmental goals.

Innledning

Innføringen av EUs Rammedirektiv for vann (Vanndirektivet) medfører økt overvåking av norske vannforekomster, noe som kan medføre et behov for å revidere pågående overvåkingsprogrammer (f.eks. Strobl og Robillard 2008). Selv om direktivet legger føringer for hvordan overvåkingen skal foregå (CIS 2003; 2009; www.vannportalen.no), overlates mange valg til Vannområdeutvalgene. Dermed kan overvåkingsprogrammene komme til å variere fra område til område, selv der hvor vanntypene og belastningene er relativt like. Det er imidlertid å anta at forvaltningen vil ha som mål å få mest mulig informasjon ut av de midlene som benyttes til overvåking.

Utgifter til overvåking av kjemiske støtteparametre omfatter bl.a. utgifter til prøveinnsamling, laboratorieanalyser, tolking, bearbeiding og rapportering av data. Artikkelforfatternes erfaring er at prøveinnsamling og laboratorieanalyser ofte utgjør de største kostnadene, mens faglig tolking og rapportering av data tar mindre av budsjettet. Det kan spørres om en slik fordeling av ressursene igjen kan medføre at det ikke settes av nok tid til å vurdere resultatene, og dermed heller ikke til å vurdere om overvåkingsprogrammet gir tilstrekkelig med informasjon. En internasjonal gjennomgang av overvåkingsprogrammer i vassdrag viste at mange programmer var tilfeldig sammensatt og manglet en helhetlig plan, noe som ofte skyldtes at programmene var videreførte fra 60- og 70-tallet uten at det hadde blitt satt av tid til revidering (Strobl og Robillard 2008). En revidering

kan bety besparelser for forvaltningen; i et større vassdrag i Asia ble det anbefalt at kun 35 av 110 eksisterende stasjoner ble videreført etter at stasjonsnettet hadde blitt vurdert (Park m.fl. 2006).

Når overvåkingsprogrammene nå utvides til å omfatte kravene i Vanndirektivet er et viktig spørsmål hvor tett stasjonsnettet må være for å kunne gi informasjon om de ulike vannforekomstene og i hvilken grad en målestasjon kan gi tilstrekkelig informasjon også om tilstøtende vannforekomster. Et annet spørsmål er om gjennomsnittlig konsentrasjon av kjemiske støtteparametre i elver og bekker vil gi tilstrekkelig informasjon til å kunne iverksette tiltak. Av de tre typene overvåking i Vanndirektivet (basisovervåking, tiltaksovervåking og problemkartlegging) vil denne artikkelen først og fremst omfatte tiltaksovervåking. Tiltaksovervåking skal gi informasjon om den faktiske tilstanden i vannforekomster hvor det er fare for å ikke oppnå god tilstand. For å kunne bygge opp en god tiltaksovervåking av kjemiske støtteparametre må det tas noen viktige avklaringer:

- 1) Hvor skal målestasjonene ligge og hvor mange stasjoner trengs i vassdraget?
- 2) Hvor ofte bør det tas prøver?
- 3) Hvilke kjemiske parametre bør prøvetas ved hver stasjon, og behøver alle disse å prøvetas med samme frekvens?

Enkelte har forsøkt å utvikle verktøy for å gjøre overvåkingsprogrammene så nyttige og kostnadseffektive som mulig (f.eks. Park m.fl. 2006, Loftis og Ward 1980); andre igjen har benyttet et team

av eksperter for å tilpasse målenettet til informasjonsbehovet (Leeks m.fl. 1997). I denne artikkelen vil oppbyggingen av et godt målenett for kjemiske støtteparametre i elver diskuteres basert på de erfaringer som er gjort i noen vannområder på Østlandet med stor påvirkning av jordbruksaktivitet; Morsavassdraget i Østfold/Akershus; og vassdrag på Romerike i Akershus fylke. Det vil fokuseres på kjemiske støtteparametre for eutrofi i elver og bekker, dvs. hovedsakelig total fosfor og total nitrogen.

Utviklingen av stasjonsnettet i Vannområde Morsa

Morsavassdraget (figur 1) er et næringsrikt lavlandsvassdrag hvor en stor del av nedbørfeltet ligger under marin grense. Nedbørfeltet er på totalt 688 km² og strekker seg fra Østmarka i nord til det renner ut ved Moss i sørvest. Særlig nedre deler av vassdraget har stor andel av jordbruksareal. Overvåkingen i Morsavassdraget (også kalt Vansjø-Hobølvassdraget) har bl.a. vært ivaretatt og utført av Fylkesmannen i Østfold samt ulike institutter og forskere opp gjennom årene, men har siden midten av 2000-tallet vært utført på oppdrag for Vannområdeutvalget Morsa av Bioforsk (elver og bekker) og NIVA (innsjøer).

Utviklingen av målenettet i elver og bekker i Morsavassdraget har for en stor del vært drevet av ønsket om en bedre kvantifisering av næringsstofftilførslene til innsjøen. Vansjø har særlig på 2000-tallet hatt oppvekst av problemalger, og det har vært viktig å forstå hvilke deler av nedbørfeltet som gir de største

tilførslene av næringsstoffer. Av den grunn ble overvåkingsprogrammet på midten av 2000-tallet noe endret, som følger:

- I perioden oktober 2004 – oktober 2005 ble 14 tilførselsbekker til Vannemfjorden prøvetatt annenhver uke samt under flomeepisoder. Det ble analysert på bl.a. fosfor, nitrogen og suspendert tørrstoff (Bechmann m. fl. 2006). Hensikten var å forbedre kvantifiseringen av lokaltilførsler til Vestre Vansjø.
- I 2005 ble det også igangsatt mer omfattende undersøkelser i Hobølvassdraget, bl.a. med montering av en automatisk prøvetaker (av type ISCO) ved Kurefossen. Hensikten var å forbedre kunnskapsgrunnlaget i denne elva som har de største tilførslene av partikler og næringsstoff til innsjøen.

Resultatene viste at det kan lønne seg å fokusere overvåkingsinnsatsen på enkelte vannforekomster for en periode: Undersøkelsene i Vestre Vansjø demonstrerte at næringsstofftilførslene fra lokale bekker var langt større enn det som var antatt i tiltaksanalysen (Lyche Solheim m.fl. 2001). Dette endret radikalt fosforbudsjettet for vassdraget (Bechmann m.fl. 2006; Skarbøvik m.fl. 2008) og resulterte i økt fokus på tiltak i området rundt Vestre Vansjø (f.eks. Øgaard 2009). Undersøkelsene i Hobølvassdraget var startskuddet til flere år med grundige undersøkelser av næringsstofftransporten ved dette viktige prøvepunktet (f.eks. Skarbøvik m.fl. 2009, 2010), og omfatter nå bl.a. bruk av sensorer som måler tur-

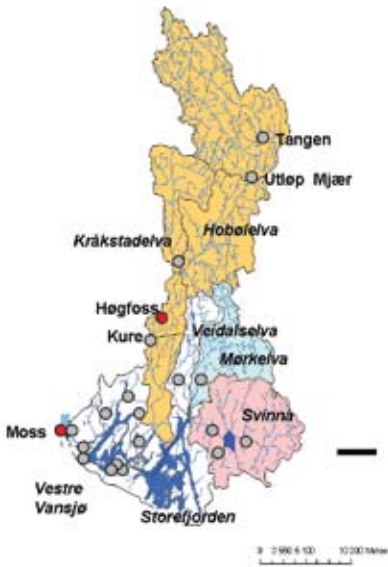
biditet hver halvtime. Resultatene av disse undersøkelsene forventes å ha betydning også for andre vannområder, bl.a. i forhold til hvilke metoder for tilførselsberegninger som er mest pålitelige (Skarbøvik og Aakerøy 2009).

Disse to endringene medførte at elve- og bekkeovervåking andre steder i vassdraget ble noe redusert, dog ble stasjoner med lange tidsserier opprettholdt. I dag overvåkes et stort antall stasjoner både i bekker, elver og innsjøer (Skarbøvik m.fl. 2010), prøvfrekvens og analyseparametre forsøkes tilpasset forholdene ved hver stasjon. I skrivende stund diskuteres det om enkelte parametre kan fjernes eller analyseres mer sjeldent ved enkelte av stasjonene. I Morsa er slike vurderinger blitt tatt løpende de siste årene som en del av diskusjonen rundt tolking og rapportering av data. Samtidig er det blitt tatt hensyn til å bevare lange tidsserier.

Utviklingen av stasjonsnettet i Vannområder på Romerike

Overvåking av vassdrag på Romerike omfatter elvene Leira (660 km²), Nitelva (484 km²) og Rømua (211 km²), fem andre tilførselsbekker til Glomma, samt en stasjon i Glomma ved Bingsfoss (figur 2). Vassdragene er særlig i nedre deler påvirket av jordbruksaktiviteter og til dels også avløp (Lindholm m.fl. 2009). Overvåkingen i dette området har dels vært ivarettatt gjennom Avløpssambandet Nordre Øyeren, dels gjennom de enkelte kommunene. I 2008 ble dette samordnet i en interkommunal innkjøpsordning; i dag utføres overvåkingen av NIVA (innsjøer; biologi) og Bioforsk (kjemiske og fysiske parametre i elver og bekker).

I dette området har ikke fokus for elve- og bekkeovervåkingen primært vært knyttet til tilførsler til nedstrøms innsjø (Øyeren), men på å bedre vannkvaliteten i de enkelte elver og bekker. Målenettet var, slik det forelå i 2008, preget av at det var satt sammen av tidligere kommunale prøvetakingsprogram. Et spørsmål som derfor ble stilt etter første rapportering i 2009 (Lindholm m.fl. 2009) var om stasjonstettheten kanskje var for høy. Hva var merverdien av å ha stasjoner som lå tett inntil hverandre? Kunne forvaltningen redusere kostnadene til overvåking, uten at det gikk ut over innhenting av viktig informasjon?



Figur 1. Vansjø nedbørfelt med de viktigste elve- og bekkestasjoner for vannkvalitet (grå prikker) og vannføring (røde prikker) inntegnet.

For å kunne vurdere dette ble det laget en metadatabase med informasjon om hvor lenge det hadde vært samlet inn prøver fra hver stasjon, ved hvilken frekvens prøvene var blitt tatt ut (antall målinger pr år av de ulike parametrene), samt informasjon om det fantes vannføringsstasjoner eller andre relevante data tilknyttet stasjonen. For stasjoner som lå tett inntil hverandre ble data analysert for å kunne avdekke graden av samvarians. Det ble deretter diskutert med kommunene hvilken nytte forvaltningen hadde av stasjonene, inkludert de som lå relativt tett inntil hverandre. Det ble også diskutert hva data skal brukes til i fremtiden, særlig i forhold til om det kun skal fremskaffes gjennomsnittskonstrasjoner eller om det også skal lages tilførselsberegninger ved enkelte stasjoner. I vurderingen som ble gjort måtte det også tas hensyn til at flere av stasjonene var prøvetatt siden midten av 1970-tallet, og derfor hadde dataserier av en betydelig tidslengde. Dette er viktig for å kunne analysere trender, og vil også gi viktig informasjon om variabiliteten i konsentrasjoner over tid.

Gjennomgangen resulterte i et nytt forslag til overvåkingsprogram, der 22 av de opprinnelige 62 stasjonene ble foreslått nedlagt i den ordinære overvåkingen (Haaland m.fl. 2010). Samtidig ble det foreslått å øke prøvetakingsfrekvensen i enkelte av de gjenværende stasjonene. Noen stasjoner hadde kun prøvetaking 6-8 ganger i året noe som

gir forvaltningen begrenset informasjon til å kunne trekke sikre slutninger (jf. avsnittet om prøvfrekvens, under). Det resulterende stasjonsnettet omfatter enkelte stasjoner med ukentlig og enkelte stasjoner med månedlig prøvetaking. I tillegg ble det foreslått at ved stasjoner hvor det var behov for å beregne tilførsler burde det som et minimum tas prøver hver 14. dag i tillegg til flomprøver.

Det bør legges til at flere av de nedlagte stasjonene vil kunne gi informasjon om den relative fordeling av forurensningskilder innen nedbørfeltet. Det er imidlertid ikke ansett som nødvendig å overvåke disse stasjonene hvert år. Det vil alltid være mulig å ta nye prøver ved de nedlagte stasjonene i fremtiden, f.eks. hvis det er behov for å undersøke om vannkvaliteten er endret som følge av endringer i arealbruk eller tiltak mot forurensing.



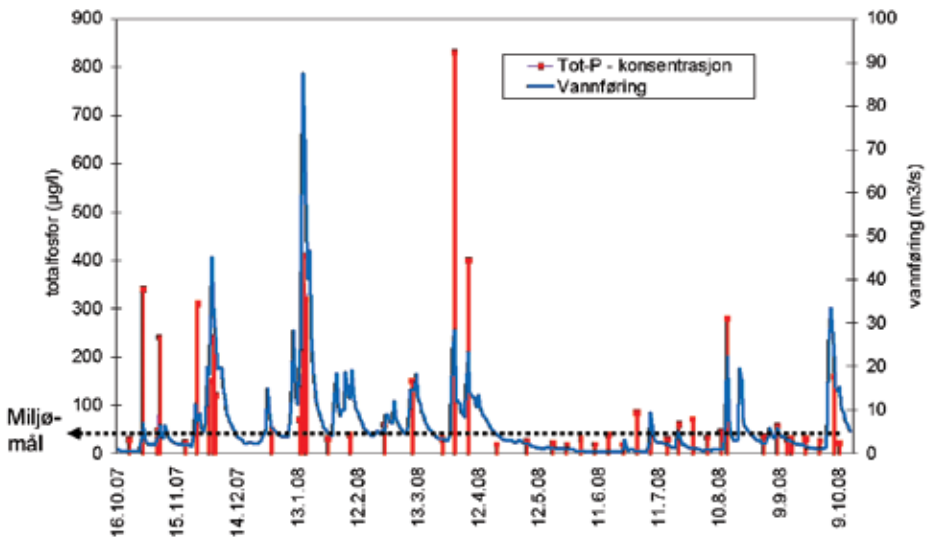
Figur 2. Forslag til nytt prøvetakingsprogram på Romerike.

Prøvetakings- og analysefrekvens

Spørsmålet om hvor ofte det tas prøver, samt hvilke parametre som skal analyseres og ved hvilken frekvens, er selvsagt av stor betydning både kostnadmessig og faglig. Hvor mye har for eksempel prøvfrekvensen å si for gjennomsnittlig konsentrasjon, og dermed for fastsettelse av tilstanden i vannforekomsten?

Vannkvaliteten i elver og bekker varierer kraftig over tid, noe som er en stor utfordring for oppbyggingen av et overvåkingsprogram i slike vannforekomster (f.eks. Degens og Donohue 2002; Facchi m.fl. 2007; Brauer m.fl. 2009). I EUs veileder for overvåking av kjemiske stoffer (CIS 2009) påpekes det at Vanddirektivets anbefalinger (Annex V 1.3.4) om

månedlig prøvetaking for prioriterte parametre og målinger hver tredje måned for andre forurensende stoffer vil resultere i en ”viss konfidens og presisjon”. Basert på det som er kjent om variasjoner i konsentrasjon av stoffer, og da særlig i forhold til stoffer knyttet til partikulært materiale, kan det være grunn til å spørre om disse anbefalingene tar tilstrekkelig høyde for variabiliteten av konsentrasjoner i elver og bekker. Dog påpeker veilederen at det kan tas blandprøver av parametre som varierer mye fra sesong til sesong; men blandprøver krever en infrastruktur ved målestedet som ikke er realistisk for de fleste overvåkingsprogrammer. Stikkprøver vil derfor fortsatt være regelen i de aller fleste overvåkingsprogrammer.



Figur 3. Variasjon over året i konsentrasjon av totalfosfor i Hobøelva ved Kurefossen, oktober 2007-oktober 2008. Stiplet linje viser nåværende miljømål på 40 µg/l.

Figur 3 viser en serie på i alt 45 prøver av totalfosfor fra Hobølelva for perioden oktober 2007 - oktober 2008. Konsentrasjonen av totalfosfor varierer fra 20 til 830 µg/l. Miljømålet i vassdraget er foreløpig satt til 40 µg/l (Gunnarsdóttir pers. medd.). Med utgangspunkt i prøveserien kan det tenkes at et tilfeldig utvalg av månedlige prøver kan tas på dager med lave konsentrasjoner slik at miljømålet oppnås. Alternativt kan noen av disse månedlige prøvene tilfeldigvis falle på dager med høye konsentrasjoner, slik at miljømålet ikke vil oppnås. Det er viktig å påpeke at siste tilfelle ikke automatisk vil medføre at det må iverksettes tiltak, da Vanddirektivet legger stor vekt også på de biologiske kvalitetselementene. Imidlertid undersøkes disse biologiske kvalitetselementene sjeldnere enn de kjemiske, og følgelig vil de kjemiske støttparametrene gi en mer løpende informasjon både om vannforekomstenes tilstand og om virkningen av tiltak.

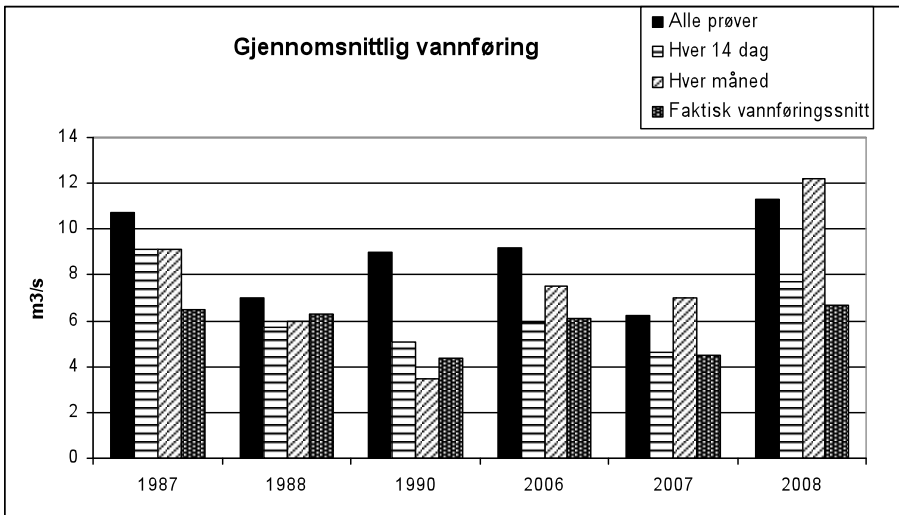
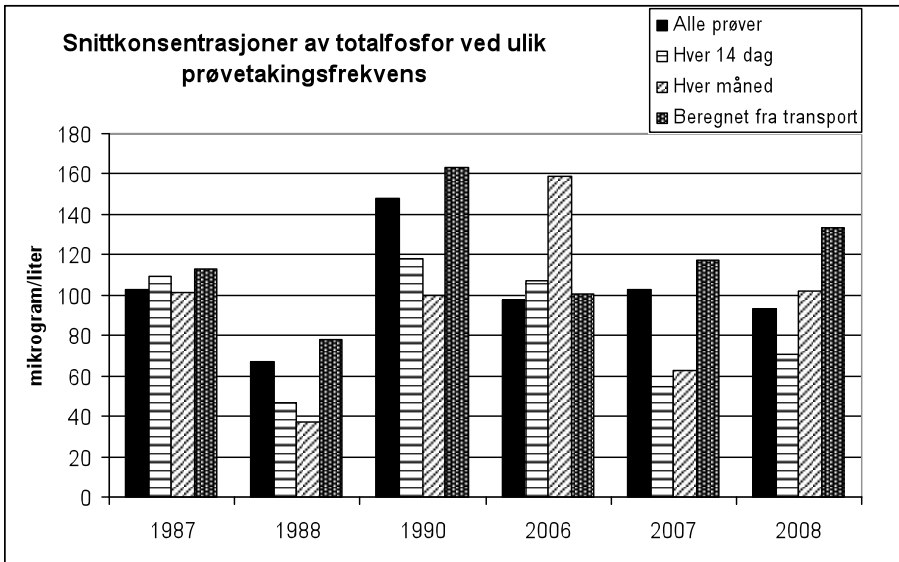
For å se nærmere på betydningen av frekvens av kjemiske parametre er prøveserien i Hobølelva ved Kure benyttet. For seks år i serien ble det konstruert tre ulike dataserier som følger: en dataserie med de faktiske prøvene (oftest tatt regelmessig hver 14. dag pluss flomprøver); en dataserie med regelmessige prøver hver 14. dag; og en dataserie med regelmessige prøver hver måned. Dette ble gjort for vannføring, totalfosfor, suspendert tørrstoff og total nitrogen (sistnevnte kun for de tre første årene siden det var lav prøvfrekvens av nitrogen i de tre siste årene).

For vannføring ble det også beregnet

faktisk gjennomsnittlig vannføring for det gjeldende året (basert på døgnmiddel). For totalfosfor ble det utført en beregning av gjennomsnittlig konsentrasjon ved å beregne årstransporten av totalfosfor og deretter dividere på årsvannføringen. Transporten ble beregnet ved stofftransportkurver. Denne beregningsmetoden har vist seg å gi relativt gode resultater for dette prøvepunktet (Skarbøvik og Aakerøy 2009).

Tabell 1 viser alle resultatene, mens figur 4 illustrerer resultatene for vannføring og totalfosfor. Gjennomsnittlig vannføring på de dager det tas prøver kan variere med opp til 60 % avhengig av hvilken prøvfrekvens som benyttes. Det var forventet at den mest omfattende måleserien ville gi en høyere snittvannføring enn det faktiske årsgjennomsnittet, ettersom denne måleserien inneholder flomprøver. Imidlertid var det noe overraskende at også de andre måleseriene i flere tilfeller ga høyere snittvannføring enn det faktiske årsgjennomsnittet.

For både totalfosfor og suspendert tørrstoff viste det seg at det kan være store variasjoner mellom snittkonsentrasjonen beregnet for et år avhengig av antall prøver som tas med i måleserien. For totalfosfor i f.eks. 1988 vil månedsprøver gi som svar at vassdraget har nådd sitt mål om 40 µg fosfor pr liter, men hvis alle 78 prøver som ble tatt det året legges til grunn vil det gjenstå et behov for å redusere gjennomsnittskonsentrasjonen med 27 µg/l. Hvis det beregnes snittkonsentrasjoner ut fra transportestimatet vil det imidlertid være et behov for å redusere snittkonsentrasjonen med nesten



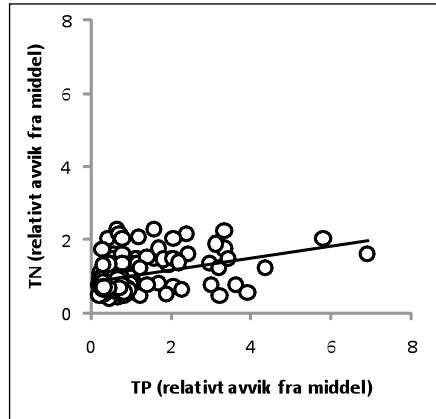
Figur 4. Øvre panel viser vannføring i (m³/s) ved data for prøveuttak for hhv alle prøver tatt det året; prøver tatt hver 14. dag og prøver tatt hver uke; samt faktisk gjennomsnitt av døgnvannføring det året (Høgfoss stasjon i Hobølelva; www.glb.no). Nedre panel viser gjennomsnittskonsentrasjon av totalfosfor (i µg/l) i Hobølelva ved de samme prøvfrekvensene som for vannføring; siste kolonne viser snittkonsentrasjonen som beregnet ut fra transportverdier basert på alle dager i hele året.

40 µg/l. Året 1988 var imidlertid året med de laveste snittkonsentrasjonene av de seks årene, og variasjonen mellom år er betydelig. For 2006 vil månedlig prøvfrekvens gi en snittkonsentrasjon for totalfosfor på nesten 160 µg/l, men både ved bruk av alle data innsamlet det året, og ved bruk av gjennomsnittskonsentrasjon beregnet på basis av tilførselsverdier, vil snittkonsentrasjonen bli på ca. 100 µg/l. Det ble utført korrelasjonsanalyser av vannføring og totalfosforkonsentrasjon for det gjeldende datamaterialet; disse viste dårlig korrelasjon, noe som gjenspeiler at vannføringsvariasjoner beregnet som snittvannføring pr år ikke uten videre forklarer disse variasjonene.

Slike variasjoner kan ha stor praktisk betydning for Vannområdeutvalgene, ettersom gjennomsnittskonsentrasjoner av kjemiske parametre inngår i vurderingen av nåtilstand av vannforekomstene, avstanden til miljømålet, og derfor også av hvilke tiltak som bør iverksettes. Det anbefales følgelig alltid å være varsom med å tolke slike gjennomsnittskonsentrasjoner av kjemiske parametre i elver og bekker, de bør bl.a. ses i relasjon til prøvfrekvens og vannføring uten at disse fullt ut kan brukes som forklaringsvariable.

Som vist er variasjonene store for kjemiske parametre som assosieres med partikulært materiale, så som fosfor. Når det gjelder stoffer som fraktes løst i vannmassene, slik som nitrogen, er bildet noe annerledes. Nitrogenkonsentrasjoner varierer også mye i løpet av et år, men ofte adskillig mindre enn fosfor, jf. figur 5. Dette innebærer at nitrogen ofte over-

våkes sjeldnere enn fosfor, og når det tas flomprøver er det som oftest parametrene totalfosfor og suspendert stoff (og til tider ortofosfat) det analyseres på; og ikke nitrogen (f.eks. Skarbøvik m.fl. 2009).



Figur 5. Relativt avvik fra middelkonsentrasjonen (dvs. målt konsentrasjon dividert på middelkonsentrasjon) for totalfosfor og total nitrogen ved Krokfoss i Leira (stasjon L2 i figur 2) i ukentlige prøver for perioden 2004-2008 (n = 182). Det er betydelige variasjoner i målte konsentrasjoner for begge parametrene, men totalfosfor varierer vesentlig mer enn total nitrogen.

Konklusjon

Overvåkingsprogram for kjemiske støttparametre er diskutert både i forhold til behovet for informasjon og i relasjon til kravene i Vanddirektivet. Det anbefales generelt at det gjennomføres en kritisk vurdering av nåværende overvåkingsprogram med hensikt å fremskaffe en mest mulig kostnadseffektiv overvå-

År	Antall prøver*	Vannføring m ³ /s	STS mg/l	Tot-P µg/l	Tot-N µg/l
1987	68	10,7	46	103	1897
	19	9,1	49	109	1682
	10	9,1	50	101	1546
1988	78	7,0	44	67	1146
	25	5,7	25	47	1199
	13	6,0	22	37	1128
1990	78	9,0	135	148	1963
	24	5,1	79	118	2046
	12	3,5	101	100	2046
2006	53	9,2	43	98	-
	22	5,9	29	107	-
	11	7,5	46	159	
2007	45	6,2	41	103	-
	25	4,6	13	55	-
	12	7,0	17	63	
2008	46	11,3	46	93	-
	25	7,7	31	71	-
	12	12,2	50	102	-

* Øvre rad for hvert år gir alle prøver tatt det året; andre rad gir prøver tatt hver 14. dag, og tredje rad gir prøver tatt månedlig. Antallet for de to siste varierer ettersom det kan ha vært opphold i prøvetakingen på vinterstid pga tilfrosset prøvepunkt.

Tabell 1. Oversikt over resultater fra analyser av betydningen av prøvefrekvens for gjennomsnittskonsentrasjon. Alle prøver tatt i Hobøelva ved Kure. (STS=suspendert tørrstoff).

king. I enkelte overvåkingsprogram utføres en slik gjennomgang årlig i forbindelse med rapporteringen, mens det i andre kan gå lang tid før overvåkingen tas opp til revisjon. En slik revisjon vil kunne bidra til at overvåkingsprogrammet gir best mulig informasjon i forhold til forvaltningens behov, og kan også gi økonomiske innsparinger. I Nedre Ro-

merike ble det f.eks. anbefalt å legge ned den regelmessige overvåkingen av en tredjedel av stasjonene.

Artikkelen har også belyst at prøvefrekvens for kjemiske parametre i elver og bekker er en utfordring. Undersøkelser av datasett i Hobøelva viste at gjennomsnittskonsentrasjonen varierer betydelig avhengig av prøvefrekvens, og at

denne variasjonen ikke følger noe bestemt mønster relatert til verken frekvens eller vannføring. For eksempel kan månedlige prøver gi både de høyeste og de laveste snittkonsentrasjonene sammenlignet med prøver tatt hver 14. dag. Det anbefales generelt å behandle gjennomsnittskonsentrasjoner med forsiktighet. Både prøvofrekvens og vannføring ved prøvetaking vil kunne ha betydning for resultatet selv om ingen av disse faktorene fullt ut forklarer variasjonen basert på de årsestimatene som er beregnet her.

Kostnadseffektiv overvåking bør ha som mål å gi forvaltningen best mulig informasjon innenfor et så fornuftig budsjett som mulig. Samtidig må det understrekes at det oftest er adskillig dyrere å gjennomføre tiltak enn å gjennomføre god overvåking. Innsparinger i overvåkingsbudsjettene bør derfor ta hensyn til den informasjon som forvaltningen trenger bl.a. i forhold til å fastsette tiltak for å overholde miljømålkravene i Vanddirektivet.

Referanser

Bechmann, M., Eggestad, H.O. og Kværnø, S. 2006. Lokale fosfortilførsler til vestre Vansjø og Mosseelva. Bioforsk Rapport 1(3). 32 s

Brauer, N., O'Geen, A.T., & Dahlgren, R. A. 2009. Temporal variability in water quality of agricultural tailwaters: Implications for water quality monitoring. *Agric. Wat. Man.* 96, s. 1001-1009.

CIS 2003. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive. Monitoring under the Water Frame-

work Directive. Guidance document no. 7. European commission 2003. 37 pp.

CIS 2009. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive. Guidance on surface water chemical monitoring under the water framework directive. Guidance document no. 19. European commission 2009. 37 pp.

Degens B. P. og Donohue R. D. 2002. Sampling mass loads in rivers. A review of approaches for identifying, evaluating and minimising estimation errors. Water and Rivers Commission; Water Resource Technical Series, WRT 25; 49 pp.

Facchi, A., Gandolfi, C. og Whelan, M. J. 2007. A comparison of river water quality sampling methodologies under highly variable load conditions. *Chemosphere* Vol 66. No. 4, p. 746-756. m.fl. 2007.

Haaland, S., Skarbøvik, E. og Lindholm, M. 2010. Revidering av overvåkingsprogram på Nedre Romerike: Prøvetaking for fysiske, kjemiske og biologiske analyser i vassdrag. Bioforsk Rapport 5 (6) 2010.

Leeks, G. J. L., Neal, C., Jarvie, H. P., Casey, H., og Leach, D. V. 1997. The LOIS river monitoring network: strategy and implementation. *Sci. Total Envir.* Vol. 194-195, s. 101-109.

Lindholm, M., Haaland, S. og Skarbøvik E. 2009. Overvåking Romerike 2008. NIVA Rapp. 5765-2009; 103 s.

- Loftis, J. C. og Ward, R. C. 1980. Cost-effective selection of sampling frequencies for regulatory water quality monitoring. *Environ. Int.* Vol 3; 4, s. 297-302.
- Lyche Solheim, A., Vagstad, N. Kraft, P., Løvstad, Ø. Skoglund, S., Turtumøygard, S. og Selvik, J.R. 2001. Tiltaksanalyse for Morsa (Vansjø-Hobøl-vassdraget) – Sluttrapport. NIVA-rapport 4377-2001. 104 s.
- Park, S.-Y., Choi, J. H., Wang, S. og Park, S. S. 2006. Design of a water quality monitoring network in a large river system using the genetic algorithm. *Ecol Mod* 199 (3) s. 289-297.
- Skarbøvik, E., Rohrlack, T. Beckmann, M., Andersen, T. og Færøvik, P. J. 2008. Vansjø-undersøkelsene 2007: Resultater fra overvåking og undersøkelser i innsjø og tilførselsbekker/-elver i 2007. *Bioforsk rapp.* 72 (3)2008. 115 s.
- Skarbøvik, E., Bechmann, M., Rohrlack, T. og Haande, S. 2009. Overvåking Vansjø/Morsa 2008. Resultater fra overvåkingen i perioden oktober 2007 til oktober 2008. *Bioforsk Rapp.* 4 (13): 108 s.
- Skarbøvik, E., Bechmann, M., Rohrlack, T. og Haande, S. 2010. Overvåking Vansjø/Morsa 2009. Resultater fra overvåkingen i perioden oktober 2008 til oktober 2009. *Bioforsk Rapp.* 5(12) 2010; under trykking.
- Skarbøvik, E. og Aakerøy P.A. 2009. Beregninger av sedimenttransport ved ulike metoder. Sammenligning av ulike interpoleringsmetoder, inkludert turbiditetmålinger i Hobøelva 2007-2008. *Bioforsk Notat* 2009. *Bioforsk Jord og Miljø – Seksjon for Vannkvalitet og Hydrologi.* 17 s.
- Strobl, R.O. og Robillard, P.D. 2008. Network design for water quality monitoring of surface freshwaters: A review. *J. Envir. Man.* 87 (2008) 639-648.
- Øgaard, A.F. 2009. Helhetlig tiltaksgjenomføring ved vestre Vansjø. *Bioforsk Fokus* 4 (2): 68-69.
- Takk til:** Forfatterne ønsker å takke Helga Gunnarsdóttir ved Vannområdeutvalget Morsa, Sigrid Louise Bjørnstad ved Skedsmo kommune og Ivar Tollan, tidligere prosjektleder for Vannområde Leira-Nitelva.