

Overvåking for å identifisere kilder til fosfor i Haldenvassdraget

Av Inga Greipsland og Marianne Bechmann

Inga Greipsland og Marianne Bechmann er begge forskere knyttet til Bioforsk, Norwegian Institute for Agriculture and Environment. Kontakt: inga.greipsland@bioforsk.no

Summary

Monitoring to identify sources of phosphorus in the Halden watershed. Agriculture and sewage are possible sources to enhanced phosphorus concentration and algae blooms in several lakes in the Halden Watershed. From 1st May 2012 to 1st May 2013, water samples were collected every 14th day from 21 streams and rivers in the upper part of the watershed and additionally two samplings at high flow. All water samples were analyzed for phosphorus (TP) and particles (SS), and every 28th day the samples were also analyzed for nitrogen (TN), dissolved phosphate and thermophilic coliform bacteria (TCB). The average concentration of TP in the monitored sites ranged from 20 µg/L to 190 µg/L. In 14 sites the number of TCB was higher than the limit for "bad status". Average loss of TP from agricultural land was 2 kg/ha. Particlebound P constitutes more than 80% of TP in 18 of the 21 sites and in 9 sites the concentration of SS explains more than 70% of the variation in TP concentration. However, in several streams the sources of phosphorus are mixed, and several mitigation measures are needed simultaneous.

Sammendrag

Jordbruk og spredt avløp er mulige kilder til forhøyet fosforkonsentrasjon og algevekst i flere innsjøer i Haldenvassdraget. I perioden 1. mai

2012 til 1. mai 2013 ble det hentet vannprøver hver 14. dag fra 21 bekker og elver i øvre del av vassdraget samt tatt ut 2 prøverunder ved høy vannføring. Alle vannprøvene ble analysert for fosfor (TP) og partikler (SS), og hver 28. dag ble prøvene også analysert for nitrogen (TN), løst fosfat og termotolerante koliforme bakterier (TKB). I de prøvetatte lokaliteter varierte gjennomsnittlig konsentrasjon av TP fra 20 µg/L til 190 µg/L. I 14 lokaliteter var antallet TKB høyere enn tilstandsklasse "meget dårlig". Gjennomsnittlig tap av fosfor fra jordbruksarealene var ca. 0,2 kg TP/dekar. Partikkelbundet P utgjorde mer enn 80% av TP i 18 av de 21 lokaliteter og i 9 lokaliteter forklarer SS-konsentrasjonen mer enn 70% av variasjonen i TP-konsentrasjonen. I flere områder er imidlertid kildene til fosfor blandet og det er nødvendig med flere tiltak samtidig.

Innledning

Den største utfordringen knyttet til vannkvalitet i flere områder i Norge er tilførsler av næringsstoffer, særlig fosfor. Jordbruk og spredt avløp er mulige kilder til forhøyet fosforkonsentrasjon og algevekst i flere innsjøer i den nordlige delen av Haldenvassdraget. Kunnskap om hovedkildene til næringsstoffer er nødvendig for effektivt å kunne redusere tilførselene. Det ble derfor satt i gang overvåking av 17 bekker og 4 elver nord i

Haldenvassdraget. Målet med overvåkingen var 1) å identifisere de viktigste kildene til næringsstoffer og 2) å kvantifisere fosfortap fra ulike nedbørfelt.

Beskrivelse av Haldenvassdraget

Haldenvassdraget ligger i Sørøst-Norge og drenerer ut i Iddefjorden ved Halden. Vassdraget har en total lengde på 149 km og et samlet nedbørfelt på 1588 km². Det består av en rekke innsjøer med korte elvestrekninger imellom. Landskapet er relativt flatt og store områder ligger under marin grense og er dominert av jordbruk. Avsetningene i området er stort sett marin mellomleire, lettleire og sand er de mest vanlige jordtypene.

De nordligste innsjøene i vassdraget, Bjørkelangen, Skulerudsjøen og Rødenessjøen er alle i risiko for ikke å nå målet i vannforskriften om god økologisk status innen 2021. Hovedproblemet er store tilførsler av næringsstoffer som kan forårsake algeoppblomstringer.

Prøvepunktene for undersøkelsene som startet i 2012 ble dels valgt på bakgrunn av videreføring av tidligere overvåking av bunndyr

(Spikkeland, 2008). I tillegg ble det valgt ut elver og bekker som representerte store arealer og felt med spesielt stor andel jordbruksareal, figur 1. Nedbørfeltene varierer i størrelse fra 2 km² i Kragtorpbekken til 829 km² i grensen mellom Østfold og Akershus Fylke, tabell 1.

Vannføring og prøvetaking

I perioden 1. mai 2012 til 1. mai 2013 ble det hentet vannprøver hver 14. dag fra de 17 bekkene og 4 elvene som inngikk i overvåkingen. I tillegg ble det tatt to prøverunder ved høy vannføring. Konsentrasjonen av SS og TP varierer mye med vannføring (Bechmann og Øygarden, 2013b) og uttak av prøver ved høy vannføring er derfor svært viktig. Det er dessuten kjent at gjennomsnittskonsentrasjoner og tapsberegninger er svært avhengig av prøvetakingsfrekvens (Skarbøvik et al., 2012) particularly with the implementation of the European Union Water Framework Directive (WFD). Sammenlignet med kontinuerlige målinger er det derfor knyttet betydelige usikkerheter til bruk av stikkprøver, men kontinuerlig vannføringsproporsjonal prøvetaking er i mange tilfeller for kostbare.

Vannprøvene ble, der det var mulig, hentet fra midten av bekken/elven ved hjelp av en prøveflaske som ble grundig skylt i bekkvannet. Alle vannprøvene ble analysert for total fosfor (TP) og partikler (SS), og hver 28. dag ble prøvene også analysert for nitrogen (TN), løst fosfat og termotolerante koliforme bakterier (TKB). Analyse av SS, TP og TN ble gjennomført etter norsk standard (NS-EN 872(2005), NS-EN ISO 6878(2004), NS 4743(1993)). Analysene er utført på Eurofins. På vinteren ble det tatt ut færre prøver av de minste bekkene på grunn av tykk is. TKB beskrives med 90 prosentil, det vil si at 90% av alle prøvene er like eller under nivået som oppgis. Partikkelbundet P (PP) beregnes som forskjellen mellom TP og løst fosfat.

Vannføring ble registrert ved Lierfossen nord i Haldenvassdraget, men vannføringskurven for 2012/2013 er basert på få målinger av varierende kvalitet. Dataene er kontrollert av NVE men det er knyttet usikkerhet til kvaliteten, spesielt ved flom og lavvann. I tillegg var det en loggerfeil i



Figur 1. Prøvelokalitetene med tilhørende nedbørfelt i øvre del av Haldenvassdraget, store innsjøer er merket med piler.

	Areal km ²	Fulldyrka Jord ¹ %	Fosforstatus i dyrka jord ² mg P-AL/100g Gjennomsnitt	Erosjonsrisiko ³ kg jordtap/daa/år Gjennomsnitt
Børta	8	0		
Dalsroabekken	26	10	10,8	249
Engerelva	18	12	8,4	97
Finstadbekken	32	30	10,3	101
Fylkesgrensen	829	11	9,8	140
Gorobekken	21	13	8,4	145
Gåsebybekken	6	30	14,8	106
Haneborgbekken	12	19	10,5	75
Hølandselva, Naddum	285	14	9,3	112
Ihlebekken	12	20	8,9	86
Kinnbekken	4	31	8,6	255
Korsa	173	15	9,9	179
Kragtorpbekken	2	17	13,7	107
Lierelva	132	15	9,5	121
Mjerma	259	2	9,3	122
Nesbekken	4	47	11,4	186
Riserelva, Aurskog	19	8	9,3	154
Riserelva, Løken	38	21	13,1	200
Taraldrubekken	11	10	7	280
Toverubekken	6	19	9,3	211
Østenbyelva	19	10	7,3	128

¹ Arealressursskart (AR5) hentet fra www.skogoglandskap.no. ² Kværnø (2011). ³ Jordsmonnskart hentet fra www.skogoglandskap.no.

Tabell 1. Karakteristikk av de overvåkede nedbørfeltene i Haldenvassdraget.

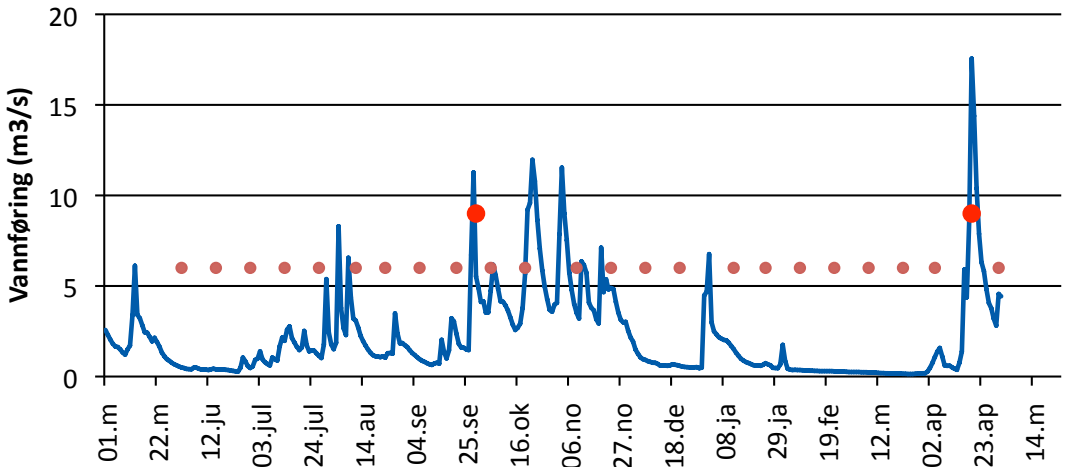
perioden 5.10.2012 – 31.10.2012 og vannføringen for denne perioden er estimert ved hjelp av sammenlikningsstasjoner. Avrenningen ved Lierelva er arealveid og brukt i beregninger av tap fra areal i alle delnedbørfelt. Dette gir en usikkerhet siden Lierelva er en relativ stor elv og vannføringen her ikke nødvendigvis gjenspeiler vannføringen i de mindre bekkene. Tap av TP og SS ble beregnet ved lineær interpolasjon av konsentrasjonen av TP og SS i de enkelte vannprøvene.

Ved beregning av tap per jordbruksareal er det estimert et tap fra skog og annet areal på 6 g TP/dekar og 0 g SS/dekar.

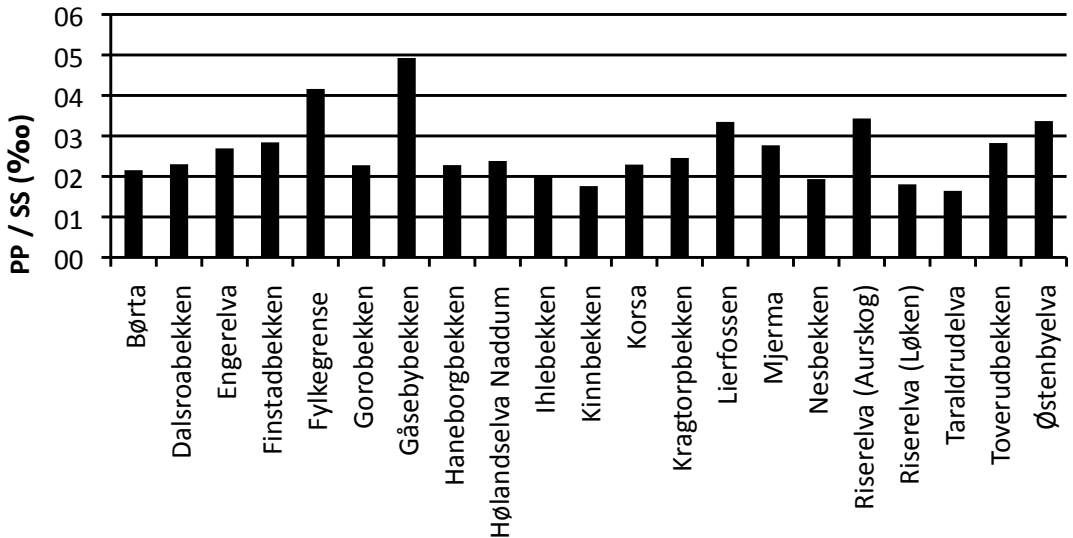
Resultater

Vannføring

Avrenningen fra Lierelva i perioden 1. mai 2012 -1. mai 2013 var 512 med mer, figur 2. Nedbøren registrert nord i vassdraget dette året var 712 mm, normalnedbør (1961-1990) er 702 mm



Figur 2. Vannføring (m³/s) ved Lierfossen (linje) i perioden 1.mai 2012 til 1.mai 2013, og dato for prøvetakning (punkter), prøver ved høy vannføring er markert med større punkter.



Figur 3. Forholdet mellom partikkelbundet fosfor (TP-løst fosfat =PP) (µg/L) og partikler (mg/L) i bekkeprøvene fra Haldenvassdraget i perioden 1. mai 2012 til 1. mai 2013.

(www.eklima.no). Avrenningen i overvåkingsåret er derfor antagelig tilnærmet det som er normalt for området. Det var størst avrenning i september-november, men også en kraftig avrenningsperiode i april med regn på delvis frossen jord.

Konsentrasjon av partikler (SS)

Gjennomsnittlig SS-konsentrasjon i elvene og bekkene i Haldenvassdraget varierte i overvå-

kingsperioden fra 4 mg/L i Mjerma til 127 mg/L i Nesbekken, tabell 2.

Konsentrasjon av total fosfor (TP) og løst fosfat

Gjennomsnittlig TP-konsentrasjon varierte fra 20 µg/L i Mjerma til 190 µg/L i Nesbekken, tilsvarende som for SS. Gjennomsnittlig konsentrasjon av løst fosfat i elvene og bekkene i Haldenvass-

draget varierte fra 3 µg/L i Børta og Mjerma til 53 µg/L i Gåsebybekken. Generelt var konsentrasjonen av løst fosfat mellom 10-20 % av TP, tilsvarende nivå er funnet i Morsa (Bechmann og Øgaard, 2013a), men i Gåsebybekken var prosentandelen høyere (41 %). Andel PP av SS varierte mellom 1,6 til 4,9 %, figur 3.

Antall av Termotolerante koliforme bakterier (TKB)

TKB i elvene og bekkene i Haldenvassdraget varierte mellom 35 cfu/100ml ved Fylkesgrensen til 7400 cfu/100 ml ved Engerelva. I Haldenvassdraget var 90 prosentilen i 14 av 21 lokaliteter høyere enn 1000 cfu /100 ml, noe som tilsier tilstandsklasse "meget dårlig" i henhold til SFTs veileder fra 1997.

Tilførsler til innsjøer og beregnet pr. jordbruksareal

Tilførslene av TP og SS til innsjøene pr. dekar jordbruksareal er størst nord for Bjørkelangen. Jordbruksområder rundt Bjørkelangen tilfører i gjennomsnitt 0,231 kg TP/daa og 218 kg SS/daa, mens jordbruksområder rundt Rødenessjøen i gjennomsnitt tilfører 0,157 kg TP/daa og 110 kg SS/daa. De overvåkede områdene dekker kun en del av de totale nedbørfeltene og resultatene er ikke oppskalert til hele arealet.

Årlig tap av SS fra jordbruksareal var lavest i nedbørfeltet til Gåsebybekken (45 kg/dekar), og høyest fra nedbørfeltene til Toverudbekken (422 kg/dekar) og Finstadbekken (312 kg/dekar), tabell 2.

Det årlige tapet av TP per jordbruksareal var lavest i nedbørfeltet til Fylkesgrensen (0,089 kg/dekar). Fosfortapene var høyest fra nedbørfeltene til Toverudbekken (0,341 kg/dekar jordbruksareal) og Riserelva (Løken) (0,298 kg/dekar). Arealveid gjennomsnittlig tap av TP fra jordbruksarealene i alle de overvåkede nedbørfeltene var 0,199 kg TP/dekar.

Kilder til fosfor og tiltak

I vannforskriften finnes det ikke klare miljømål for små bekker. For å gi en kvalitativ vurdering av tilstand i lokalitetene er en grense på <50 µg

TP/L brukt som indikasjon på god tilstand. Denne vurderingen oppfyller ikke kravene i vannforskriften (Direktoratsgruppen, 2009), miljømål for hver vannforekomst skal da vurderes separat. I Morsa er miljømålene med hensyn på TP for de fleste bekkene som overvåkes satt til <50 µg TP/L (Skarbøvik et al., 2013). I 15 av lokalitetene i Haldenvassdraget var gjennomsnittlig konsentrasjon over 50 µg TP/L, fem lokaliteter hadde en gjennomsnittlig konsentrasjon høyere enn 100 µg TP/L, tabell 3. Børta, Fylkesgrensen, Mjerma og Østenbyelva hadde en gjennomsnittlig lav konsentrasjon av TP, TN og løst fosfat og en antatt god kjemisk tilstand ut fra overvåkingen dette året.

Spredt avløp

Det høye antall TKB i 15 av 21 elver og bekker indikerer at avløp fortsatt bidrar mye til fosforkonsentrasjonene i Haldenvassdraget. Avløp bidrar dessuten til en høy andel løst fosfat. For flere land i Europa, bl.a. Norge, har Withers et al. (2012) presentert tall som tyder på at utslipp fra spredt avløp fortsatt betyr mye i jordbrukslandskapet. Selv om de utgjør en liten del av totale fosfortap bidrar det mye i perioder med lav avrenning og i de perioder vokser også algene. Fire av bekkene/elvene, Engerelva, Gåsebybekken, Kragtorpbekken og Riserelva (Aurskog), hadde spesielt sterke indikasjoner på forurensing fra avløp i form av TKB og løst fosfat, tabell 3. Det er allerede planlagt omfattende tiltak i denne sektoren (pers. med. Finn Grimsrud).

Erosjon

I Gorobekken, Hølandselva Naddum, Ihlebekken, Korså og Taraldrudbekken forklarer SS-konsentrasjonen mer enn 70% av variasjonen i TP, vist som R^2 i tabell 3, og samtidig utgjør PP mer enn 80% av TP i disse lokalitetene. I disse elvene og bekkene vil erosjonsreducerende tiltak være spesielt viktige. Fosfortilførsler fra spredt avløp kan gi høye TP konsentrasjoner ved lav vannføring og sammenhengen mellom konsentrasjoner av TP og SS blir da svak, men dersom det er høye jordtap i området kan erosjonshindrende tiltak likevel være aktuelle.

		TP	SS
		kg/daa jordbruksareal	
Tilførsler Bjørkelangen			
Lierelva*		0,231	194
<i>Tilførsler Lierelva</i>	Finstadbekken	0,253	312
	Toverudbekken	0,341	422
	Riserelva, Aurskog	0,097	61
Ihlebekken		0,251	170
Haneborgbekken		0,211	149
Børta (Skogsfelt)		-	-
Gjennomsnitt		0,231	218
Tilførsler Hemnessjøen			
Dalsroabekken		0,125	159
Kragtorpbekken		0,201	164
		0,163	161
Tilførsler Skulerudsjøen			
Hølandselva Naddum*		0,225	163
<i>Tilførsler Hølandselva Naddum</i>	Korsa	0,167	153
	Gorobekken	0,232	209
	Mjerma	-	-
	Nesbekken	0,206	156
	Riserelva, Løken	0,298	258
Gjennomsnitt		0,226	188
Tilførsler Rødenessjøen			
Fylkesgrensen*		0,089	49
Engerelva		0,255	115
Gåsebybekken		0,180	45
Kinnbekken		0,157	139
Taraldrudelva		0,159	247
Østenbyelva		0,103	66
Gjennomsnitt		0,157	110

*Hovedløpet i vassdraget

Tabell 2. Tilførsler av TP og SS til Bjørkelangen, Hemnessjøen, Skulerudsjøen og Rødenessjøen fra de overvåkede lokalitetene, samt tilførsler av TP og SS (kg pr. daa jordbruksareal).

De høyeste konsentrasjonene av TP ble funnet i bekker med en høy andel jordbruksareal i nedbørfeltet som Nesbekken, Finstadbekken, og Toverudbekken. I JOVA-programmet er det vist en god sammenheng mellom TP og SS i jordbruksbekker over mange år (Bechmann et.

al., 2008). I flere av bekkene og elvene i Halden-vassdraget er det tilsvarende et høyt jordtap som bidrar til høye TP konsentrasjoner (f.eks i Nesbekken).

Resultatene viser at PP/SS-forholdet i Fylkesgrensen er høyt. Et høyt PP/SS kan tilsa lav ero-

	SS (mg/L)	TP (µg/L)	TN (mg/L)	TKB (90. prosentil cfu/100ml)	Andel løst fosfat (%)	Sammenheng mellom SS og TP (R ²)
Børta	21	30	0,5	100	9%	0,79
Dalsroabekken	29	40	0,8	1120	11%	0,78
Engerelva	24	80	0,9	7400	17%	0,66
Finstadbekken	70	160	1,9	1590	10%	0,25
Fylkesgrensen	8	30	0,7	39	18%	0,61
Gorobekken	56	80	0,9	2770	10%	0,88
Gåsebybekken	21	130	2,2	2360	41%	0,17
Haneborgbekken	39	80	1,5	920	10%	0,66
Hølandselva Naddum	33	80	1,3	2040	12%	0,71
Ihlebekken	57	110	1,4	3360	9%	0,75
Kinnbekken	69	100	1,6	2500	13%	0,59
Korsa	37	60	1,1	480	11%	0,96
Kragtorpbekken	50	100	1,4	5730	26%	0,59
Lierelva	35	70	1,1	3210	14%	0,44
Mjerma	4	20	0,5	360	15%	0,82
Nesbekken	127	190	2,7	1600	12%	0,66
Riserelva (Aurskog)	17	50	0,8	3900	22%	0,63
Riselva (Løken)	70	90	1,2	2100	11%	0,85
Taraldrubekken	45	50	0,7	1250	11%	0,92
Toverudbekken	42	140	1,2	790	7%	0,16
Østenbyelva	10	40	0,7	540	13%	0,49

* Vurderingene er kvalitative og ikke 100 % relatert til kravene i Vanndirektivet.

Fargeforklaring

	Antatt god tilstand basert på overvåkingen utført i 2012/2013
	Høy konsentrasjon av TP, god korrelasjon med SS
	Høy konsentrasjon av TP, indikasjoner på påvirkning fra avløp
	Høy konsentrasjon av TP
	Høy konsentrasjon av SS (mg/L >70)
	Høy konsentrasjon av TP (> 50 µg/L), TN (> 2 mg/L), høy andel løst fosfat (> 20 %) eller et høyt antall TKB (> 1000 cfu/100ml)
	God sammenheng mellom SS og TP (R ² > 0,7)

Tabell 3. Resultater fra overvåkingen i øvre del av Haldenvassdraget. Kvalitativ vurdering av tilstand er gitt, se fargeforklaring nederst.

sjon med en overvekt av små partikler med høyt overflateareal og høy fosforbindingskapasitet (Øgaard 1996). Sortering av partikkelstørrelse på grunn av sedimentasjon av store partikler er sannsynligvis tilfellet i Fylkesgrensen der større partikler kan sedimentere i Skulerudsjøen og de mindre partikler med høyt fosforinnhold fortsetter til målepunktet ved Fylkesgrensen.

Jordens fosforstatus

I 7 av nedbørfeltene (Dalsroa, Finstadbekken, Gåsebybekken, Haneborgbekken, Kragtorpbekken, Nesbekken og Riserelva (Løken)) er jordas fosforstatus i gjennomsnitt over P-AL 10 og fokus på redusert fosforgjødsling kan bidra til å redusere fosforstatus og TP konsentrasjonen i disse bekkene/elvene på lang sikt. Et høyt PP/SS-forhold, som i Gåsebybekken, kan indikere forurensing fra avløp eller høy fosforstatus i jorden. Sharpley et. al., (2001) har vist at det er en god sammenheng mellom løst fosfat i avrenning og plantetilgjengelig P i jord i lab-forsøk. Målinger på nedbørfeltnivå har imidlertid vist at det ikke er en enkel sammenheng mellom PP/SS og fosforstatus i jorda (Øgaard, 2012). Innholdet av TP i partiklene påvirkes av jordas fosforstatus, men det er likevel mengde erosjon som bestemmer hvor mye partikler som renner av.

Konklusjon

Miljøtiltak har vært i fokus i Haldenvassdraget lang tid og flere tiltak i landbruket og spredt avløp har blitt og blir fortsatt gjennomført. Overvåkingen som ble gjennomført i 2012/2013 viser at arealveid gjennomsnittlig tap av TP fra jordbruksareal i de overvåkede feltene var ca. 0,2 kg/dekar, tapene pr. arealenhet var størst nord i vassdraget. Noen områder i vassdraget har fremdeles problemer med spredt avløp, spesielt Engerelva, Gåsebybekken, Kragtorpbekken og Riserelva (Aurskog) har sterke indikasjoner på forurensing fra avløp. Det er planlagt tiltak i denne sektoren for å redusere utslippene. Videre pekte overvåkingen ut 5 lokaliteter der SS-konsentrasjonen forklarer mer enn 70% av variasjonen i TP konsentrasjoner og partikkelbundet fosfor utgjør mer enn 80% av TP. I disse områdene er ero-

sjonshindrende tiltak spesielt viktige for å redusere konsentrasjonen av TP. Redusert fosforgjødsling er viktig i nedbørfeltene med høyt fosforinnhold i jordbruksjorda. I flere områder er kildene til TP blandet og det er nødvendig med flere tiltak samtidig. Videre overvåking kan bidra til å identifisere eventuelle trender i konsentrasjoner og tap av næringsstoffer og etter hvert også evaluere effekt av tiltak.

Referanser

Bechmann, M., Øgaard, A.F. 2013a. Water Quality changes following intensive focus on mitigation methods to reduce phosphorus losses in the catchment of lake Western Vansjø, Norway. In Sisák, I. (Ed.) *Mitigation Options for Nutrient Reduction in Surface and Ground Waters. Proceedings of International Conference on Realistic Expectations for Improving European Waters. Agrochemistry and Soil Science Online journal*, www.aton.hu. 103-117.

Bechmann, M., Øygarden L., 2013b. Suspended sediment concentrations and losses. In: Bechmann, M., Deelstra, J. (Eds.). *Agriculture and Environment - Long Term Monitoring in Norway. Akademia Publishing*, Trondheim, Norway, ISBN nr. 978-82-321-0014-9, 231-250.

Direktorsgruppen for gjennomføringen av vanddirektivet., 2009. Veileder 01:2009. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifikasjonssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften. <http://www.vannportalen.no/hoved.aspx?m=47051&amid=2954820>

Eklima. Stasjon Aurskog II. Hentet 01.05.2013. www.eklima.no

Greipsland, I. Bechmann, M. 2013. Overvåking Haldenvassdraget 2012/2013. Resultater fra 21 elver og bekker. Bioforsk rapport Vol 8. Nr. 106 2013.

Kværnø, S.H. 2011. Fosforstatus på dyrka mark i Vannområdet Haldenvassdraget. Basert på jordprøver i perioden 1990-2008. Bioforsk rapport Vol. 6 Nr. 37 2011.

Norsk institutt for Skog og landskap. Arealressurskart (AR5) Hentet 01.05.2013. <http://www.skogoglandskap.no/kart/arealressurskart>

Norsk institutt for Skog og landskap. Jordsmonnskart. Hentet 01.05.2013. http://www.skogoglandskap.no/kart/jordsmonnskart_og_statistikk

Statens forurensingstilsyn (SFT). 1997. Miljøkvalitetskriteriesystem for ferskvann. 97:04. <http://www.klif.no/no/Publikasjoner/Publikasjoner/2004/Februar/Klassifisering-av-miljokvalitet-i-ferskvann/>

- Skarbøvik, E., Stålnacke, P., Bogen, J. og Bønsnes, T., 2012. Impact of sampling frequency on mean concentrations and estimated loads of suspended sediment in a Norwegian river: implications for water management. *The Science of the total environment*, 433, 462–71.
- Skarbøvik, E., Haande, S., Bechmann, M. 2013. Overvåking Vansjø/Morsa 2011/2012. Resultater fra overvåking av innsjøer, elver og bekker i perioden oktober 2011 – oktober 2012. Bioforsk Rapport Vol. 8 Nr. 71 2013.
- Spikkeland, I. 2012, Biologisk overvåking av Haldenvassdraget. Bunn dyr i Eutrofe bekker og elver 2008-2011. Status etter to undersøkelser. Østfold Museene. Rapport 1. 2012.
- Withers, P.J.A., May, L., Jarvie, H.P., Jordan, P., Doody, D., Foy, R.H., Bechmann, M., Cooksley, S., Dils, R., Deal, N. 2012. Nutrient emissions to water from septic tank systems in rural catchments: uncertainties and implications for policy. *Environmental Science & Policy*, 24, 71-82.
- Øgaard, A.F. 1996. Effect of phosphorus fertilization on the concentration of total and algal-available phosphorus in different particle-size fractions in Norwegian agricultural soils. *Acta Agric. Scand. B., Soil and Plant Sci.* 24-29.
- Øgaard, A. 2012. Kartlegging av fosfor og nitrogen i groftevann i Figgjoelvas nedbørfelt. Bioforsk rapport Vol. 7 Nr. 89. 2012.