

Bioforsk Rapport

Bioforsk Rapport
Vol. 8 Nr. 106 2013

Overvåking Haldenvassdraget 2012/2013

Resultater fra 21 elver og bekker

Inga Greipsland og Marianne Bechmann
Bioforsk Jord og Miljø

www.bioforsk.no



Tittel

Overvåking Haldenvassdraget 2012/2013. Resultater fra 21 elver og bekker

Forfatter(e)

Inga Greipsland og Marianne Bechmann.

<i>Dato</i> 30.08.2013	<i>Tilgjengelighet:</i>	<i>Prosjekt nr.</i> 8262.1	<i>Saksnr.</i>
<i>Rapport nr. / Report No.:</i> Vol 8 Nr. 106 2013	<i>ISBN-nr. / ISBN-no:</i>	<i>Antall sider/</i> 46	<i>Antall vedlegg/</i> 7

<i>Oppdragsgiver:</i> Vannområdet Haldenvassdraget v/Finn Grimsrud.	<i>Kontakt person:</i> Finn Grimsrud
--	---

<i>Stikkord</i> Vannkvalitet, næringsstoffer. Water quality, nutrients	<i>Fagområde</i> Vannkvalitet
--	----------------------------------

Sammendrag:

Tilførsel av næringsstoffer fører til eutrofiering av innsjøer i Haldenvassdraget. Overvåking av elver og bekker rundt innsjøene ble satt i gang for å identifisere problemområder og over tid dokumentere effekter av tiltak. Prøvetaking av elvene og bekkene foregikk i perioden 1.mai 2012 til 1. mai 2013. Prøvene ble analysert for total fosfor (TP) og suspendert stoff (SS) hver 14. dag og løst fosfat, total nitrogen (TN) og termotolerante koliforme bakterier (TKB) hver 28. dag. Mange av lokalitetene som ble overvåket (16 av 21) hadde en høy gjennomsnittskonsentrasjon av TP (definert som over 50 µg/L). De høyeste konsentrasjonene av TP (µg/L) ble funnet i Nesbekken, Toverudbekken og Finstadbekken. Svært god sammenheng mellom TP og SS i 9 av de 21 elver og bekker indikerer at erosjon i nedbørfeltene bidrar til høye TP konsentrasjoner. Flere av lokalitetene hadde et høyt antall TKB, noe som indikerer at spredt avløp og/ eller kommunalt avløp fremdeles kan være et problem i området.

<i>Land/Country:</i>	Norge
<i>Fylke/County:</i>	Akershus
<i>Sted/Lokalitet:</i>	Haldenvassdraget

Godkjent / Approved

Prosjektleder / Project leader



Jannes Stolte



Marianne Bechmann

Forord

Denne rapporten presenterer resultatene fra overvåkingen av 21 elver og bekker i Haldenvassdraget i perioden 1. mai 2012 til 1.mai 2013. Det er også inkludert en beskrivelse av nedbørfeltene som overvåkes med hensyn på arealbruk, fosforstatus i jord og erosjonsrisiko. Bioforsk v/ Marianne Bechmann og Inga Greipsland har hatt ansvar for overvåkingen, vannprøvene er tatt ut av lokale prøvetakere, Sigfred og Reidun Heyerdahl, og analysene er utført ved Eurofins i Moss. Undersøkelsene er gjort på oppdrag fra Vannområdet Haldenvassdraget v/prosjektleder Finn Grimsrud. Rådata fra overvåkingen finnes i vedlegg 1-7.

Innholdsfortegnelse

Forord	3
Innholdsfortegnelse	5
Sammendrag	7
1. Innledning	11
2. Metodikk	12
2.1 Prøvetaking og analyser	12
2.2 Tilførselsberegninger	13
3. Feltbeskrivelser	14
3.1 Jordas fosforstatus - P-AL og erosjonsrisiko	16
3.2 Kart og informasjon om feltene	18
4. Meteorologi og hydrologi	29
5. Resultater og diskusjon	30
5.1 Suspendert stoff	30
5.2 Total fosfor	31
5.3 Løst fosfat	33
5.4 Total nitrogen	35
5.5 Termotolerante koliforme bakterier	36
5.6 Tap av total fosfor og suspendert stoff	36
6. Miljøtilstand og tiltak i bekkene	40
6.1 God vannkvalitet	40
6.2 Erosjonshindrende tiltak	40
6.3 Redusert fosforgjødsling	41
6.4 Spredt avløp	42
7. Konklusjon	44
8. Referanser	45
9. Vedlegg	46

Sammendrag

Tilførsel av næringsstoffer fører til eutrofiering av innsjøer i Haldenvassdraget. Overvåking av elver og bekker rundt innsjøene ble satt i gang for å identifisere problemområder og over tid dokumentere effekter av tiltak. Det ble valgt ut 21 lokaliteter for prøvetaking. Utvalget ble basert på bakgrunn av tidligere overvåking av bunndyr. I tillegg ble det valgt ut lokaliteter som representerer store arealer og felt med spesielt stor andel jordbruksareal.

Det ble tatt ut vannprøver i de 21 elver og bekker i perioden 1.mai 2012 til 1. mai 2013. Prøvene ble analysert for total fosfor (TP) og suspendert stoff (SS) hver 14. dag; samt løst fosfat, total nitrogen (TN) og termotolerante koliforme bakterier (TKB) hver 28. dag. På grunnlag av vannføring ved Lierelva er konsentrasjonene av TP og SS i stikkprøvene brukt til å beregne total transport og arealspesifikk transport av TP og SS fra jordbruksarealene. Data for temperatur og nedbør ble innhentet for området. Informasjon om arealfordeling, erosjonsrisiko og jordas fosforstatus (P-AL) ble innhentet for hvert av nedbørfeltene.

Temperaturen i overvåkingsperioden skiller seg ikke mye fra referanseperioden 1961-1991, bortsett fra at det kom svært mye nedbør på høsten i forhold til referanseperioden.

Mange av elvene og bekkene som ble overvåket (16 av 21) hadde en høy gjennomsnittskonsentrasjon av TP (definert som over 50 µg/L). De høyeste konsentrasjonene av TP ble funnet i Nesbekken, Toverudbekken og Finstadbekken. De høyeste tapene per dekar jordbruksareal ble funnet i Toverudbekken og Riserelva (Løken). Konsentrasjonen av TP og TN viste god sammenheng med andel fulldyrket jord i nedbørfeltene, og TP og TN var dessuten godt korrelert med hverandre. Det var også en svært god sammenheng ($R^2 > 0,7$) mellom TP og SS konsentrasjon i 9 av de 21 bekkene, i disse bekkene vil erosjonsreducerende tiltak vil være viktig for å redusere fosfortilførselene.

Flere av bekkene (14 av 21) hadde et høyt antall TKB noe som indikerer at spredt avløp, husdyrgjødsel og/ eller kommunalt avløp fremdeles kan være et problem i området. Andel løst fosfat av TP var mellom 10-20 %, det vil si omtrent på samme nivå som i Morsa i 2011/2012. Det er identifisert 4 lokaliteter som har flere indikasjoner på påvirkning fra avløp. I disse områdene burde tiltak rettet mot spredt avløp eller avrenning fra husdyrgjødsel vurderes.

For hver enkelt bekk kan overvåkingen oppsummeres som følger:

- Børta:** Antatt god tilstand basert på data i denne rapporten. For en full tilstandsvurdering må også biologiske data tolkes.
- Dalsroabekken:** Antatt god tilstand basert på data i denne rapporten. For en full tilstandsvurdering må også biologiske data tolkes. Høy fosforstatus i jordbruksjorda tilsier at redusert fosforgjødsling kan bidra til å redusere fosforkonsentrasjonene på sikt. Enkelte vannprøver med høyt TKB.
- Engerelva:** Vannprøvene har høy gjennomsnittlig konsentrasjon av TP (80 µg/L). Et svært høyt antall TKB (7400 cfu/100ml) tilsier påvirkning fra avløp/husdyrgjødsel.

- Finstadbekken:** Vannprøvene har høy gjennomsnittlig konsentrasjon av TP (160 µg/L). Høy gjennomsnittlig konsentrasjon av SS (>70 mg/L). Lav sammenheng mellom SS og TP ($R^2 = 0,25$) kan bety at andre kilder i tillegg jord bidrar til høye TP konsentrasjoner. Dette bekreftes av et høyt antall TKB (1590 cfu/100ml) som viser noe påvirkning fra avløp/husdyrgjødsel. Høy fosforstatus i jordbruksjorda tilsier at redusert fosforgjødsling kan bidra til å redusere fosforkonsentrasjonene på sikt. Bekkeerosjon kan dessuten være viktig.
- Fylkesgrensen:** Gjennomsnittlig lave konsentrasjoner av SS (8 mg/L), TP (30 µg/L), TN (0,7 mg/L) og løst fosfat (6 µg/L). Antall TKB var også lavt (39). Estimert årlig transport til Rødnessjøen fra Fylkesgrensen er ca. 4500 tonn SS og ca. 17 tonn fosfor.
- Gorobekken:** Vannprøvene har høy gjennomsnittlig konsentrasjon av TP (80 µg/L). Sammenhengen mellom TP og SS er svært god ($R^2 = 0,88$) selv om et høyt antall TKB (2770 cfu/100ml) tilsier påvirkning fra avløp/husdyrgjødsel. Den gode sammenhengen mellom TP og SS tilsier at erosjonshindrende tiltak er viktige i dette nedbørfeltet.
- Gåsebybekken:** Vannprøvene har høy gjennomsnittlig konsentrasjon av TP (160 µg/L), TN (2,2 mg/L) og løst fosfat (53 µg/L). Jordas fosforstatus er høy og sammenhengen mellom TP og SS er lav ($R^2=0,17$) noe som tilsier at det er andre kilder i tillegg til jord som bidrar til høye TP konsentrasjoner i bekken. Et høyt antall TKB (2360 cfu/100ml) tilsier påvirkning fra avløp og/eller husdyrgjødsel. Tiltak som reduserer fosfornivået er spesielt aktuelt i dette feltet, bl.a. redusert fosforgjødsling.
- Haneborgbekken:** Vannprøvene har høy gjennomsnittlig konsentrasjon av TP (80 µg/L). Sammenhengen mellom TP og SS er svært god ($R^2 = 0,88$) noe som tilsier at erosjonshindrende tiltak er viktige i dette nedbørfeltet. Området har en lav gjennomsnittlig erosjonsrisiko og identifisering av områder med høye jordtap er viktig. Høy fosforstatus i jordbruksjorda tilsier at redusert fosforgjødsling kan bidra til å redusere fosforkonsentrasjonene på sikt.
- Hølandselva Naddum:** Vannprøvene har høy gjennomsnittlig konsentrasjon av TP (80 µg/L). Sammenhengen mellom TP og SS er svært god ($R^2 = 0,71$) noe som tilsier at erosjonshindrende tiltak er viktige i dette nedbørfeltet. Et høyt antall TKB (2040 cfu/100ml) tilsier i tillegg påvirkning fra avløp.
- Ihlebekken:** Vannprøvene har høy gjennomsnittlig konsentrasjon av TP (110 µg/L). Sammenhengen mellom TP og SS er svært god ($R^2 = 0,75$) noe som tilsier at erosjonsreduserende tiltak vil være viktig i dette nedbørfeltet. Et høyt antall TKB (3360 cfu/100ml) tilsier noe påvirkning fra avløp.
- Kinnbekken:** Vannprøvene har høy gjennomsnittlig konsentrasjon av TP (110 µg/L). Sammenhengen mellom TP og SS er god ($R^2 = 0,59$) noe som tilsier at

erosjonsreduserende tiltak vil være viktig i dette nedbørfeltet. Et høyt antall TKB (2040 cfu/100ml) tilsier noe påvirkning fra avløp.

- Korsa:** Vannprøvene har høy gjennomsnittlig konsentrasjon av TP (60 µg/L). Sammenhengen mellom TP og SS er svært god ($R^2 = 0,96$) noe som tilsier at erosjonshindrende tiltak er viktige i dette nedbørfeltet.
- Kragtorpbekken:** Vannprøvene har høy gjennomsnittlig konsentrasjon av TP (60 µg/L). Fosforstatus i jordbruksjorda er høy og redusert fosforgjødsling bør vurderes. En høy andel løst fosfat (26 %) kan skyldes påvirkning av avløp eller jordas fosforstatus. Et høyt antall TKB (2040 cfu/100ml) tilsier noe påvirkning fra avløp/husdyrgjødsel.
- Lierelva:** Vannprøvene har høy gjennomsnittlig konsentrasjon av TP (60 µg/L). Sammenhengen mellom TP og SS er relativ lav ($R^2 = 0,44$). Erosjonshindrende tiltak kan være viktige i nedbørfeltet, men andre tiltak kan også ha betydning. Et høyt antall TKB (3210 cfu/100ml) tilsier noe påvirkning fra avløp.
- Mjerma:** Antatt god tilstand basert på data i denne rapporten. For en full tilstandsvurdering må også biologiske data tolkes.
- Nesbekken:** Vannprøvene har høy gjennomsnittlig konsentrasjon av TP (60 µg/L). Gjennomsnittlig konsentrasjon av SS er høy (127 mg/L), dette kan ha sammenheng med høy erosjonsrisiko i området eller muligens bekkeerosjon. Sammenhengen mellom TP og SS er god ($R^2 = 0,66$) noe som tilsier at erosjonshindrende tiltak er viktige i dette nedbørfeltet. Høy fosforstatus i jordbruksjorda tilsier at redusert fosforgjødsling kan bidra til å redusere fosforkonsentrasjonene på sikt. Et høyt antall TKB (1600 cfu/100ml) kan skyldes noe påvirkning av avløp. En høy gjennomsnittlig konsentrasjon av TN (2,7 mg/L) kan skyldes en høy andel dyrka jord i nedbørfeltet og evt. noe påvirkning fra avløp.
- Riserelva (Aurskog)** Gjennomsnittlig konsentrasjon av TP er 50 µg/L, dette tilsvarer grensen mellom høy og lav konsentrasjon satt i denne rapporten. Sammenhengen mellom TP og SS er god ($R^2 = 0,63$) noe som tilsier at erosjon forklarer det noe av fosfortapet i dette nedbørfeltet, men erosjonen er lav og andre tiltak kan være mer aktuelle. Et høyt antall TKB (3900 cfu/100ml) og en høy andel løst fosfat (22 %) tilsier noe påvirkning fra avløp/husdyrgjødsel.
- Riserelva (Løken):** Vannprøvene har høy gjennomsnittlig konsentrasjon av TP (90 µg/L). Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av SS er høy (70 mg/L), dette kan ha sammenheng med en del planert jord i området eller muligens bekkeerosjon. Sammenhengen mellom TP og SS er svært god ($R^2 = 0,85$) noe som tilsier at erosjonshindrende tiltak er viktige i dette nedbørfeltet. Høy fosforstatus i jordbruksjorda tilsier at redusert fosforgjødsling kan bidra til å redusere fosforkonsentrasjonene på sikt. Et høyt antall TKB (2100 cfu/100ml) tilsier noe påvirkning fra avløp.
- Taraldrudbekken:** Vannprøvene har høy gjennomsnittlig konsentrasjon av TP (140 µg/L), mens de andre parameterne tilsier god tilstand. Sammenhengen

mellom TP og SS var lav ($R^2 = 0,16$). I denne bekken viste en prøve en svært høy konsentrasjon av TP (1,3 mg/L) og dette har stor virkning på gjennomsnittet. Det kan ha vært punktutslipp fra avløp eller gjødsel, eller det kan ha skjedd en feil på laboratoriet. Flere undersøkelser må til for å finne årsaken til den høye TP verdi i dette feltet.

Østenbyelva:

Antatt god tilstand basert på data i denne rapporten. For en full tilstandsvurdering må også biologiske data tolkes.

1. Innledning

Haldenvassdraget er et av tre prioriterte vassdrag som har fått ekstra penger over statsbudsjettet til miljøforbedringer i 2012 og 2013. Begrunnelsen er at miljøtilstanden i øvre delen av Haldenvassdraget er dårlig og det er særlig tilførsler av næringsstoffer som er problemet. Hvis miljømålet om god økologisk tilstand skal nås må tilførsler av næringsstoffer reduseres. Overvåking av elver og bekker som beskrives i denne rapporten vil kunne brukes til å identifisere problemområder og over tid dokumentere trender og eventuelle effekter av tiltakene.

Det har lenge vært fokus på den høye fosforstatus på jordbruksarealer i nedbørfeltet til Haldenvassdraget. Miljøkrav i vassdraget har inkludert forbud mot jordarbeiding i erosjonsklasse 1 og 2 om det ikke er anlagt gras i dråg. Og det er forbud mot jordarbeiding på flomutsatte arealer og arealer i erosjonsrisikoklasse 3 og 4. Det er satt i gang et arbeid med renovering av alle avløpsanlegg, dette arbeidet er halvveis gjennomført. Det skal dessuten være buffersoner langs alle vassdrag som mottar avrenning fra jordbruksareal dersom en jordarbeider om høsten.

Formålet med dette prosjektet er å gjennomføre overvåking i 21 elver og bekker i øvre del av Haldenvassdraget i perioden 1.mai 2012 - 1.mai 2013. Denne rapporten presenterer resultatene fra overvåkingen samt tilførselsberegninger for alle lokalitetene og en vurdering av aktuelle tiltak basert på overvåkingsresultater. Informasjon om tiltaksgjennomføring er ikke tilgjengelig på nedbørfeltnivå.

2. Metodikk

2.1 Prøvetaking og analyser

Prøvetakingen foregikk i perioden 1.mai 2012 til 1. mai 2013 av lokale prøvetakere Sigfred og Reidun Heyerdahl. Prøvene ble analysert for total fosfor (TP) og suspendert stoff (SS) hver 14. dag og løst fosfat, total nitrogen (TN) og termotolerante koliforme bakterier (TKB) hver 28. dag. Ved prøvetaking ble det registrert vannhøyde, værforhold og eventuelle uvanlige observasjoner. Bekkene ble totalt prøvetatt 25 ganger, men i vinterhalvåret ble det tatt ut færre prøver grunnet tykk is og bunnfryste bekker (tabell 2.1). Det ble opprinnelig tenkt å ta 7 flomprøver, men på grunn av blant annet værforhold ble det kun tatt ut 2 flomprøver. Prøvene ble analysert hos Eurofins i Moss, innen en uke. Laboratoriet rapporterer om noe forskjellig usikkerhet i analysene fra gang til gang, men vanligvis var usikkerheten 15 % for SS, 20 % for TP og 30 % for løst fosfat, når det gjelder TKB rapporteres det ikke usikkerhet.

Tabell 2.1. Antall elver og bekker prøvetatt i perioden ved hver dato i perioden 1.mai 2012-1. mai 2013.

Dato	Antall lokaliteter prøvetatt
31.05.2012	21
14.06.2012	21
28.06.2012	21
12.07.2012	21
26.07.2012	21
10.08.2012	21
22.08.2012	21
05.09.2012	21
20.09.2012	21
28.09.2012	21
04.10.2012	21
18.10.2012	21
08.11.2012	21
22.11.2012	21
06.12.2012	21
20.12.2012	19
11.01.2013	21
24.01.2013	12
07.02.2013	11
21.02.2013	11
07.03.2013	10
21.03.2013	8
03.04.2013	14
18.04.2013	21
29.04.2013	21

2.2 Tilførselsberegninger

I øvre del av Haldenvassdraget måles det vannføring ved Lierelva og ved beregning av tilførsler er denne vannføringen skalert i forhold til de ulike nedbørfeltene størrelse (spesifikk avrenning). Ved hjelp av lineær interpolasjon er konsentrasjonene av TP i stikkprøvene brukt til å estimere kontinuerlige konsentrasjoner gjennom hele året. På grunn av store variasjoner i konsentrasjoner ved ulik vannføring og stor variasjon i vannføringen over korte tidsrom, er det stor usikkerhet i estimer av tilførsler som baserer seg på stikkprøver for små bekker. Særlig dersom vannprøver ved høy vannføring er underrepresentert. Målinger som baseres på kontinuerlig vannføringsmålinger og vannføringsproporsjonal prøvetaking gir betydelig større sikkerhet, men av økonomiske årsaker har det ikke vært mulig å installere slike målestasjoner i bekkene.

Arealspesifikk transport viser hvor mye næringsstoffer og partikler som tapes pr arealenhet i hvert av feltene. Transporten beregnes per totalareal og per jordbruksareal i nedbørfeltet. Beregning av tap per jordbruksareal tar hensyn til et tap fra skog og annet areal på 6 g TP/daa og 0 g SS/daa.

Lierelva er en forholdsvis stor elv og vannføringen her gjenspeiler ikke nødvendigvis vannføringen i en liten jordbruksbekk. Måling av vannføring har stor betydning for de beregnede tilførslene. Andelen skog og jordbruk i nedbørfeltet har betydning for intensiteten i avrenningen og mengden avrenning på sommeren. Andre forhold som for eksempel jordsmonn, bart fjell og andelen tette flater og fyllplasser har også betydning for hydrologien. Andelen jordbruksareal i nedbørfeltene overvåket i Haldenvassdraget varierer mye, med både høyere og lavere andel jordbruksareal enn Lierelvens nedbørfelt. Disse forholdene fører til usikkerhet i tilførselsberegningene, inkludert det relative forhold mellom tilførsler fra bekkene.

3. Feltbeskrivelser

Haldenvassdraget ligger i sør-øst Norge og drenerer ut i Iddefjorden ved Halden. Vassdraget har en total lengde på 149 km og et samlet nedbørfelt på 1588 km². Vassdraget består av en rekke grunne innsjøer (Bjørkelangen, Øgderen, Rødnessjøen, Øymarksjøen, Aremarksjøen, Asperen and Femsjøen) med korte elvestrekninger imellom. Haldenvassdraget renner gjennom to fylker, Akershus og Østfold og fire kommuner, Aurskog-Høland, Marker, Aremark og Halden. Vassdraget er regulert med dammer, sluser og kanaler og det er fem vannkraftverk i vassdraget.

Berggrunnen i området er hovedsakelig gneis og granitt (Skuleberg & Kotai 1982). Landskapet er relativt flatt og dominert av lave åser. Store områder ligger under marin grense og er passende for jordbruk. Avsetningene i områder er stort sett marine med mellomleire, lettleire og sand er de mest vanlige jordtypene. Rundt 60 % av arealet ligger i erosjonsrisikoklasse middels, mens 13 % ligger i klasse høy til svært høy (Borch & Turtumøygard 2008). Jordbruket i området er dominert av kornproduksjon.

De 21 nedbørfeltene som ble overvåket i 2012/13 er vist i figur 3.1. Prøvepunktene ble 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. Nedbørfeltene varierer i størrelse fra 2 km² i Kragtorpbekken til 829 km² i grensen mellom Østfold og Akershus Fylke (tabell 3.1). Det er tre stasjoner i hovedløpet i vassdraget; Lierelva, Hølandselva Naddum og Fylkesgrensen. Korsa og Mjerma er også store felt på hhv. 173 og 259 km² og drenerer store områder. Arealbruken i de fleste nedbørfelt består av en blanding av skog og jordbruk, og det er generelt lite bebyggelse. Børta er et skogsfelt som er inkludert for å representere utmarksavrenning i området. Andel fulldyrka jord varierer fra 0 % i Børta til 47 % i Nesbekken.

Nedbørfeltene til prøvepunktene ble bestemt ved hjelp av en digital høydemodell (DEM) hentet fra www.norgedigitalt.no med 10 meters oppløsning, og beregningene ble gjort i QGIS og Grass GIS. Informasjon om arealfordeling er innhentet på kommunenivå fra www.norgedigitalt.no og beregnet for nedbørfeltene i QGIS. Informasjon om vanntyper er hentet fra vannett.no.

15

Tabell 3.1. Arealfordeling i nedbørfeltene overvåket i øvre del av Haldenvassdraget.

	Areal (km ²)	Fulldyrka jord (%)	Innmarks- Beite (%)	Bebyggd (%)	Samferdsel (%)	Utmark (%)
Børta	8	0	0	0,5	0	99
Dalsroabekken	26	10	0,9	0	0,5	89
Engerelva	18	12	0,3	0,1	0,6	87
Finstadbekken	32	30	0,3	2,9	1	66
Fylkesgrensen	829	11	0,4	0,8	0,6	87
Gorobekken	21	13	0,5	0,1	0,7	85
Gåsebybekken	6	30	0,7	0	0,7	69
Haneborgbekken	12	19	0,5	0	0,8	80
Hølandselva Naddum	285	14	0,3	1,6	0,8	83
Ihlebekken	12	20	0,5	0,4	1,1	78
Kinnbekken	4	31	2	0	0,7	67
Korsa	173	15	0,8	0,4	0,6	83
Kragtorpbekken	2	17	1,3	0	0,5	81
Lierelva	132	15	0,3	1,5	0,7	83
Mjerma	259	2	0,2	0,2	0,5	97
Nesbekken	4	47	0,2	2,7	1	49
Riserelva (Aurskog)	19	8	0,1	2,6	0,7	89
Riserelva (Løken)	38	21	0,4	2,1	0,7	76
Taraldrubekken	11	10	1,5	0	0,5	88
Toverudbekken	6	19	0	0,1	0,7	80
Østenbyelva	19	10	0,3	0,1	0,8	89

3.1 Jordas fosforstatus - P-AL og erosjonsrisiko

Innhold av fosfor i dyrka mark er basert på tilgjengelige jordanalysetall lokalt og tall fra Jorddatabanken ved Bioforsk (Kværnø, 2011). Fra jordanalyser estimeres plantetilgjengelig fosfor (P-AL). Gjennomsnittlige P-AL verdier varierer fra 7,0 mg/100g i Taraldrubekken til 14,8 mg/100g i Gåsebybekken (tabell 3.2). P-AL verdiene bør ligge mellom P-AL 5 og 7 for å få gode avlinger og minimere risiko for utvasking. Det gjennomsnittlige fosforinnholdet i jordbruksjorda er høyt i alle nedbørfeltene.

Erosjonsrisikoen for jordbruksarealer er hentet fra erosjonsrisikokartet fra Skog og Landskap. Gjennomsnittlig erosjonsrisiko varierer fra 44 kg SS/daa/år i Børta til 280 kg SS/daa/år ved Taraldrubekken (tabell 3.2). I nedbørfeltene til Dalsroabekken, Kinnbekken, Taraldrubekken og Toverudbekken er den gjennomsnittlige erosjonsrisikoen for jordbruksarealer stor (erosjonsklasse 3; 200-800 kg jord/dekar). For de øvrige nedbørfelt har jordbruksarealene i gjennomsnitt middels erosjonsrisiko (erosjonsklasse 2; 50-200 kg jord/dekar).

Tabell 3.2. Gjennomsnittlig P-AL (mg/100g) og gjennomsnittlig erosjonsrisiko (kg jord/daa/år) i nedbørsfeltene overvåket i øvre del av Haldenvassdrag.

	Gjennomsnittlig P-AL (mg/100g)	Gjennomsnittlig erosjonsrisiko (kg jord/daa/år)
Børta		44
Dalsroabekken	10,8	249
Engerelva	8,4	97
Finstadbekken	10,3	101
Fylkesgrensen	9,8	140
Gorobekken	8,4	145
Gåsebybekken	14,8	106
Haneborgbekken	10,5	75
Hølandselva Naddum	9,3	112
Ihlebekken	8,9	86
Kinnbekken	8,6	255
Korsa	9,9	179
Kragtorpbekken	13,7	107
Lierelva	9,5	121
Mjerma	9,3	122
Nesbekken	11,4	186
Riserelva, (Aurskog)	9,3	154
Riserelva (Løken)	13,1	100
Taraldrubekken	7	280
Toverudbekken	9,3	211
Østenbyelva	7,3	128

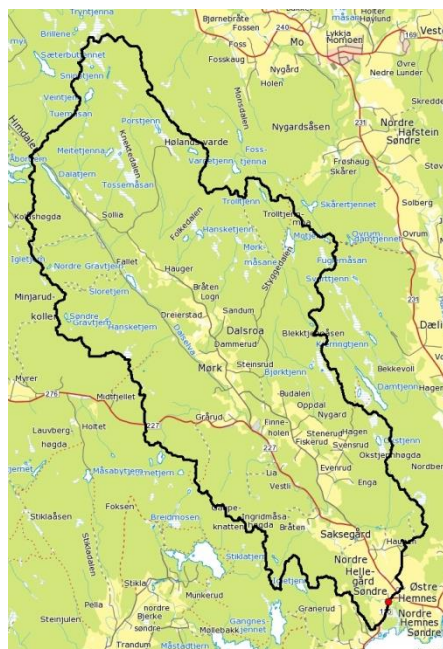
3.2 Kart og informasjon om feltene

Børta



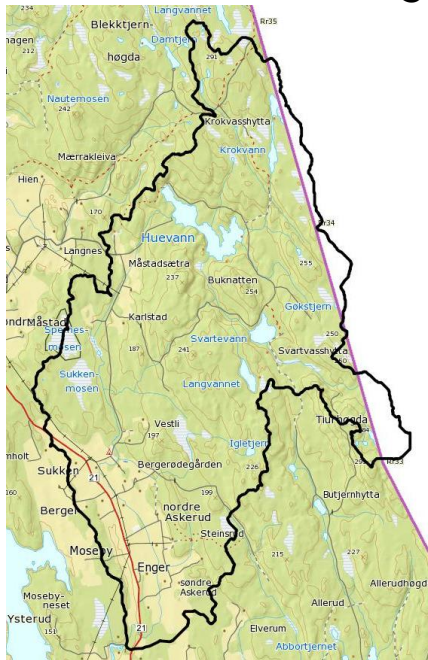
Vanntype Små, kalkfattig, humøs
 Areal 8 km²
 Jordbruksareal 0 %

Dalsroabekken



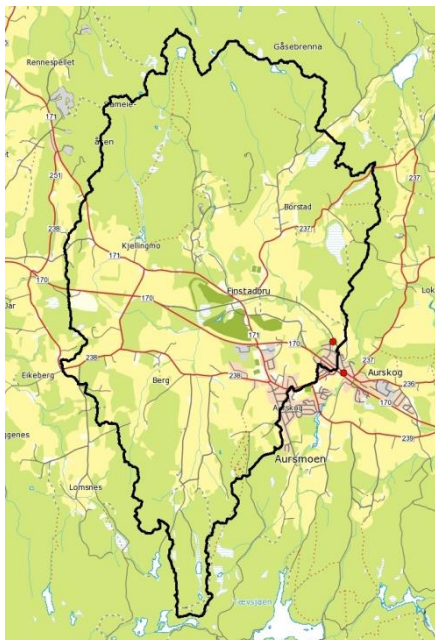
Vanntype Middels, kalkfattig, humøs
 Areal 26 km²
 Jordbruksareal 10 %
 Gjennomsnittlig P-Al 10,8 mg/100g

Engerelva



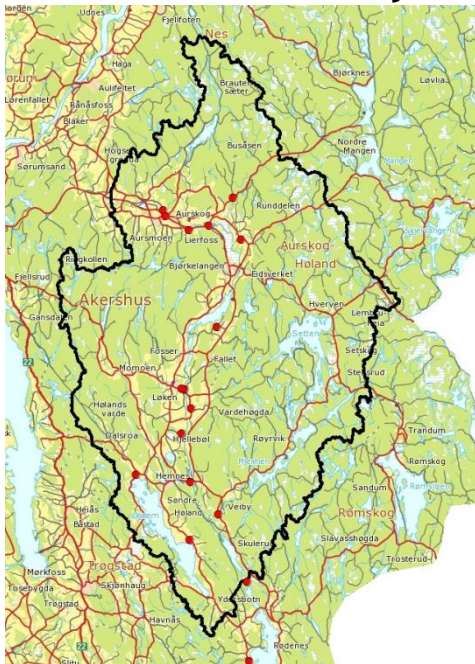
Vanntype	Små, moderat kalkrik, humøs
Areal	18 km ²
Jordbruksareal	12 %
Gjennomsnittlig P-Al	8,4 mg/100g

Finstadbekken



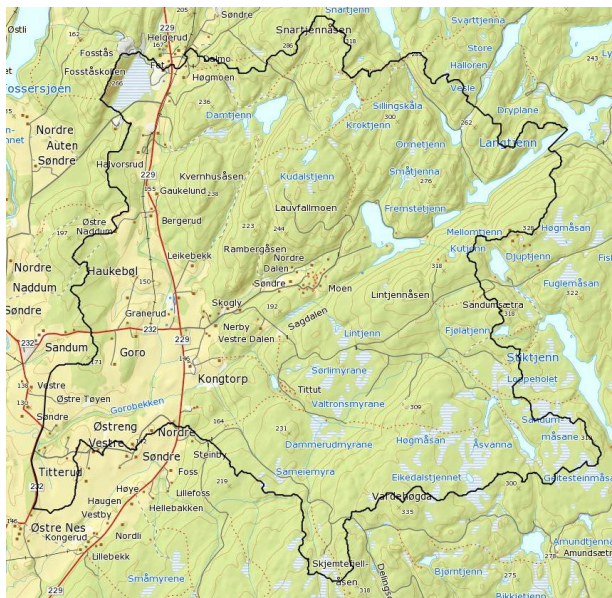
Vanntype	Små, kalkfattig, humøse
Areal	32 km ²
Jordbruksareal	30 %
Gjennomsnittlig P-Al	10,3 mg/100 g

Fylkesgrensen



Vanntype	Middels, moderat kalkrik, humøs
Areal	829 km ²
Jordbruksareal	11 %
Gjennomsnittlig P-Al	9,8 mg/100g

Gorobekken



Vanntype	små, kalkfattig, humøse
Areal	21 km ²
Jordbruksareal	13 %
Gjennomsnittlig P-Al	8,4 mg/100g

Gåsebybekken



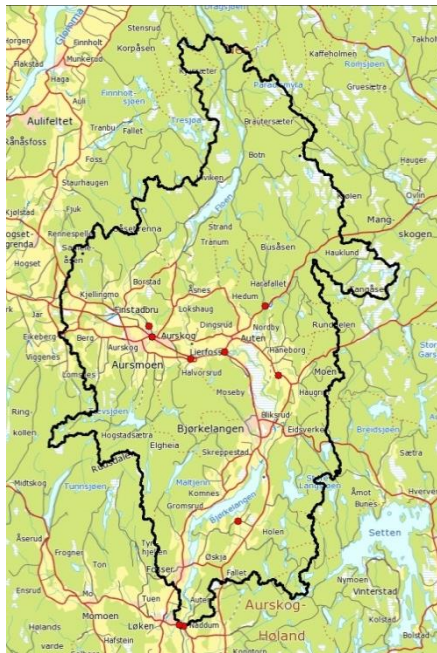
Vanntype	Små, moderat kalkrik, humøs
Areal	6 km ²
Jordbruksareal	30 %
Gjennomsnittlig P-Al	14,8 mg/100g

Haneborgbekken



Vanntype	Små, kalkfattig, humøse
Areal	12 km ²
Jordbruksareal	19 %
Gjennomsnittlig P-Al	10,5 mg/100g

Hølandselva Naddum



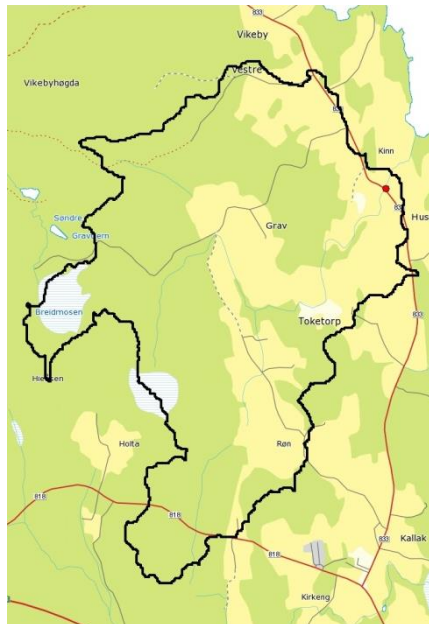
Vanntype Små, moderat kalkrik, humøse
 Areal 285 km²
 Jordbruksareal 14 %
 Gjennomsnittlig P-Al 9,3 mg/100g

Ihlebekken



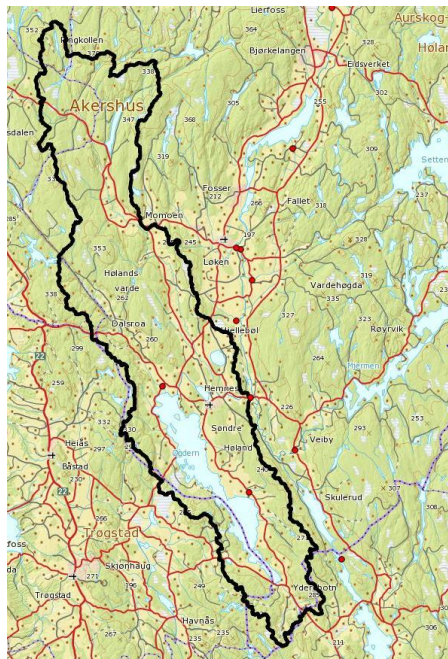
Vanntype Små, kalkfattig, humøse
 Areal 12 km²
 Jordbruksareal 20 %
 Gjennomsnittlig P-Al 8,9 mg/100g

Kinnbekken



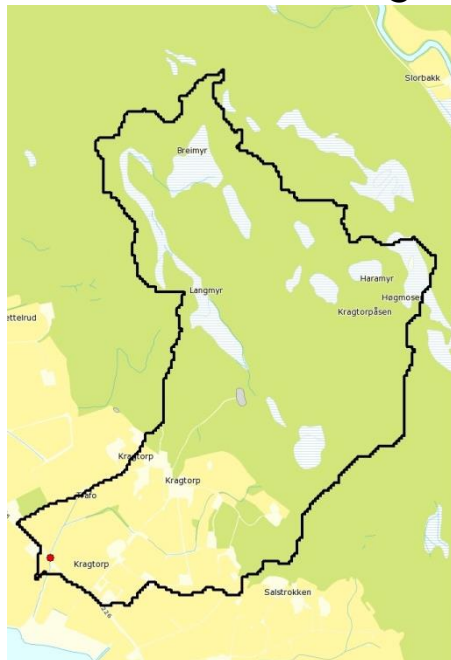
Vanntype Små, moderat kalkrik, svært humøs
 Areal 4 km²
 Jordbruksareal 31 %
 Gjennomsnittlig P-Al 8,6 mg/100g

Korsa



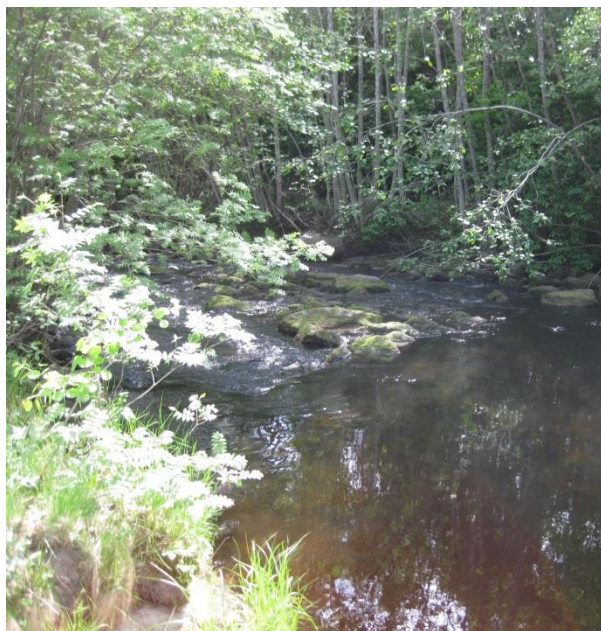
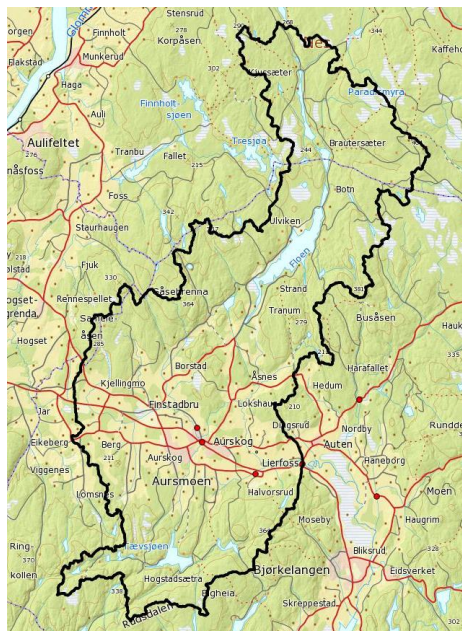
Vanntype Middels til stor, kalkfattig, humøs
 Areal 173 km²
 Jordbruksareal 15 %
 Gjennomsnittlig P-Al 9,9 mg/100g

Kragtorpbekken



Vanntype	Middels, kalkfattig, humøs
Areal	2 km ²
Jordbruksareal	17 %
Gjennomsnittlig P-Al	13,7 mg/100g

Lierelva



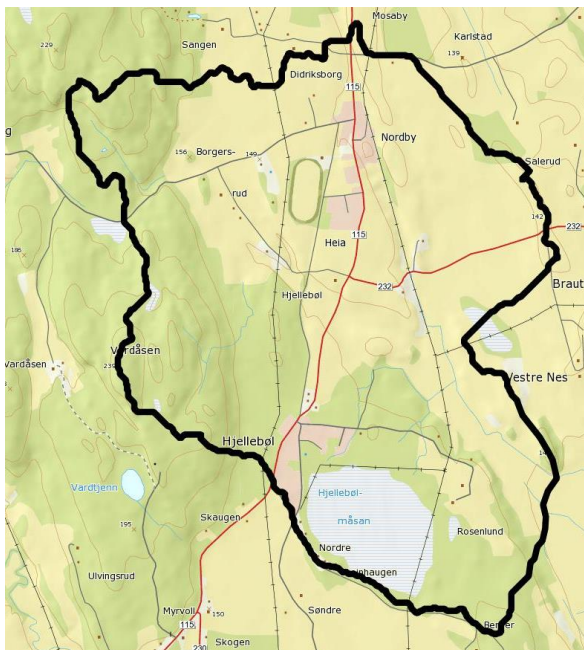
Vanntype	små, moderat kalkrik, humøs
Areal	132 km ²
Jordbruksareal	15 %
Gjennomsnittlig P-Al	9,5 mg/100 g

Mjerma



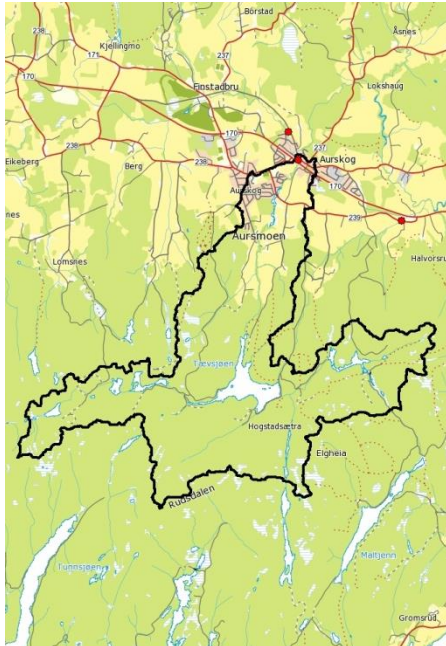
Vanntype Små, kalkfattig, humøs
 Areal 259 km²
 Jordbruksareal 2 %
 Gjennomsnittlig P-Al 9,3 mg/100g

Nesbekken



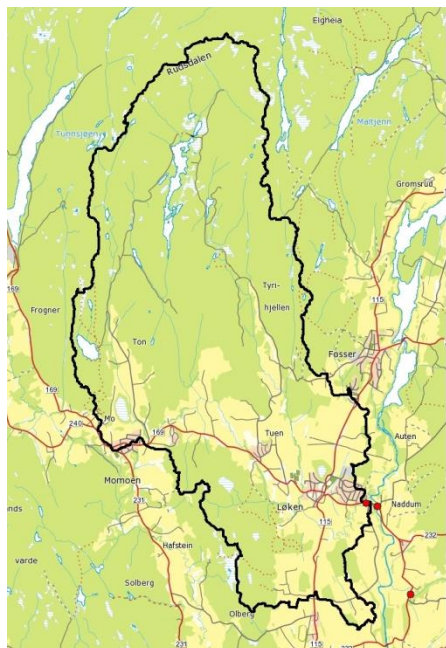
Vanntyp Små, kalkfattig, humøse
 Areal 4 km²
 Jordbruksareal 47 %
 Gjennomsnittlig P-Al 11,4 mg/100g

Riserelva (Aurskog)



Vanntype	Små, kalkfattig, humøs
Areal	19 km ²
Jordbruksareal	8 %
Gjennomsnittlig P-Al	9,3 mg/100g

Riserelva (Løken)



Vanntype	Små, kalkfattig, humøse
Areal	38 km ²
Jordbruksareal	21 %
Gjennomsnittlig P-Al	13,1 mg/100 g

Taraldrudelva



Vanntype Små, moderat kalkrik, humøs
 Areal 11 km²
 Jordbruksareal 10 %
 Gjennomsnittlig P-Al 7,0 mg/100g

Toverudbekken



Vanntype Små, kalkfattig, humøse
 Areal 6 km²
 Jordbruksareal 19 %
 Gjennomsnittlig P-Al 9,3 mg/100 g

Østenbyelva



Vanntype	Små, moderat kalkrik, humøs
Areal	19 km ²
Jordbruksareal	10 %
Gjennomsnittlig P-Al	7,3 mg/100g

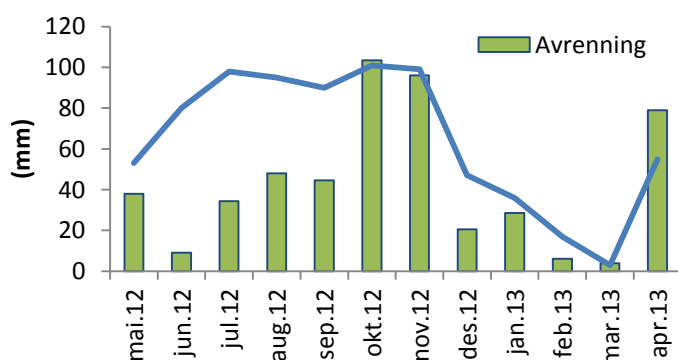
4. Meteorologi og hydrologi

Området varierer med hensyn til temperatur og nedbør. Gjennomsnittlig årlig temperatur i Halden (i sør) er 6,4° C og årlig nedbør ca. 820 mm. Gjennomsnittlig årlig temperatur i Aurskog-Høland (i nord) er 3,3° C og årlig nedbør ca. 702 mm (www.eklima.no). Data for 2012-2013 er hentet fra Aurskog -Høland ved en stasjonen nord for ved Bjørkelangen.

Temperaturen i overvåkingsperioden skiller seg ikke nevneverdig fra referanseperioden 1961-1990. Gjennomsnittstemperaturen var 3,8 °C og fordelingen over året var liknende som referanseperioden (tabell 4.1). I 2012-2013 kom det svært mye nedbør om høsten i forhold til referanseperioden og svært lite i månedene februar og mars. Avrenningen er hentet fra NVEs stasjon ved Lierelva. Vannføringsstasjonen var ikke operativ i 3 uker i oktober, og denne perioden er derfor estimert ut i fra nærliggende stasjoner. Avrenningen var høyest i oktober, november og lavest i februar, mars (figur 4.1).

Tabell 4.1. Nedbør og temperatur ved stasjonen "Aurskog II" i perioden 1.mai 2012-1.mai 2013 og i referanseperioden 1961-1990.

Periode	1961-1991	2012-2013	1961-1990	2012-2013	2012-2013
	Temp. (°C)	Temp. (°C)	Nedbør (mm)	Nedbør (mm)	Avrenning (mm)
mai	9,1	10,8	47	53	38
jun	13,3	12,2	56	80	9
jul	15,2	14,9	70	98	34
aug	13,7	14,5	80	95	48
sep	8,7	9,4	75	90	45
okt	4,9	3,8	77	101	103
nov	-1,6	2,6	71	99	96
des	-6,7	-7,5	52	47	21
jan	-7,9	-6,9	43	36	29
feb	-7,6	-5,9	44	17	6
mar	-3,6	-5,7	39	3	4
apr	2,3	3	48	55	79
Hele året	3,3	3,8	702	717	512



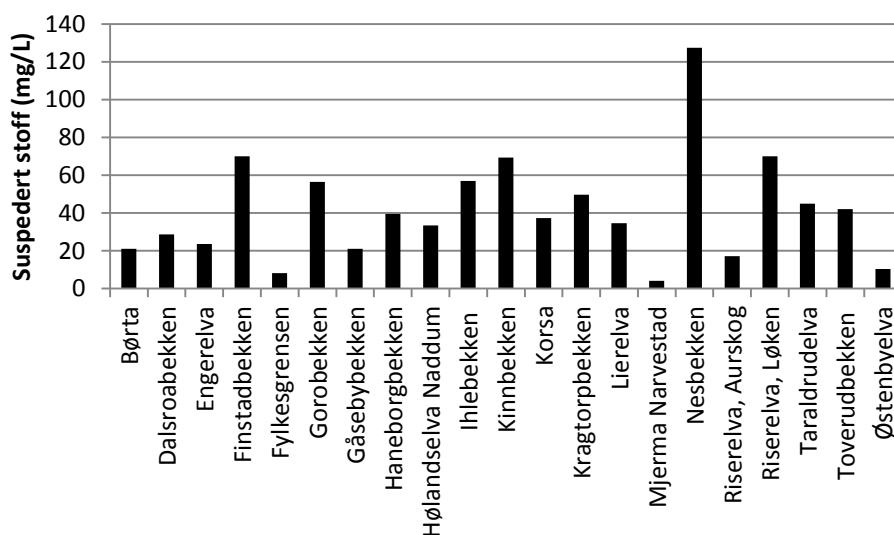
Figur 4.1 Avrenning (mm) og nedbør (mm) ved Lierelva i perioden 1.mai 2012 - 1.mai 2013.

5. Resultater og diskusjon

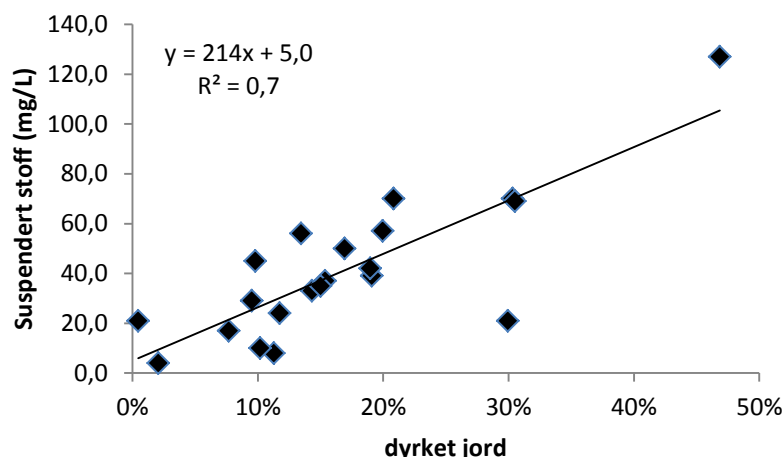
5.1 Suspendert stoff

Gjennomsnittlig SS konsentrasjon i elvene og bekkene i Haldenvassdraget varierte mellom 4 mg/L i Mjerma til 127 mg/L i Nesbekken (figur 5.1). Nesbekken har mye høyere SS konsentrasjoner enn de andre bekkene. Finstadbekken, Kinnbekken og Riserelva (Aurskog) har også høye konsentrasjoner av SS (>60 mg/L) men likevel bare ca. halvparten av Nesbekken. I nedbørfeltet til Nesbekken ligger det er torvuttak, dette kan være en del av forklaringen på de høye konsentrasjonene. Dessuten er den gjennomsnittlige erosjonsrisikoen på dyrka mark i Nesbekkens nedbørfelt tett på grensen til erosjonsklasse 3 (høy erosjonsrisiko).

Det er en god sammenheng mellom andel dyrket jord i feltene og SS konsentrasjon i vannprøvene (figur 5.2). Det er Nesbekken som har den største andel dyrka jord og den største konsentrasjon av SS. Unntaket er Gåsebybekken som har lavere SS konsentrasjon enn det andel dyrket jord skulle tilsi.



Figur 5.1 Gjennomsnitt av suspendert stoff (mg/L) i vannprøvene fra Haldenvassdraget i perioden 1. mai 2012 til 1. mai 2013.



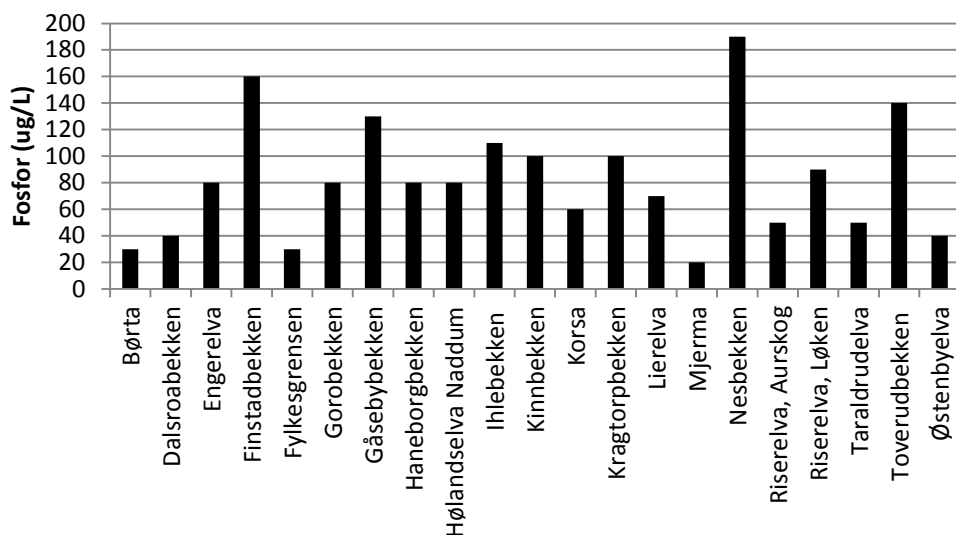
Figur 5.2 Sammenhengen mellom konsentrasjon av suspendert stoff (mg/L) i vannprøvene og andel dyrket jord.

5.2 Total fosfor

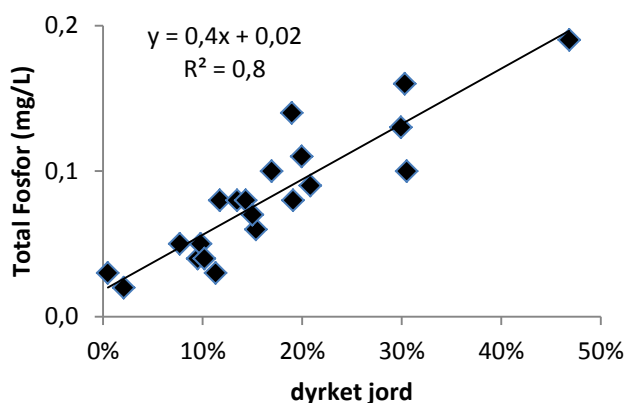
Gjennomsnittlig TP konsentrasjon i elvene og bekkene i Haldenvassdraget varierte mellom 20 µg/L i Mjerma til 190 µg/L i Nesbekken (figur 5.3). De laveste konsentrasjonene av TP ble som forventet funnet i bekken fra skogsfeltet Børtå og i den større elven Mjerma som drenerer store skogsområder. Øverst i hovedløpet er konsentrasjonene av TP relativt høye og varierer fra 70 µg/L ved Lierelva til 80 µg/L i Hølandselva Naddum. Lenger nedover ved fylkesgrensen er konsentrasjonen av TP lavere (30 µg/L) noe som sannsynligvis er grunnet fortynningseffekt fra Mjerma som løper sammen med Hølandselva.

De høyeste konsentrasjonene av næringsstoffer ble funnet i små typiske jordbruksbekker som Nesbekken, Gåsebybekken og Toverudbekken. Det skyldes bl.a. at det er høy andel jordbruksareal i de mindre bekker. Dessuten fryser små bekker lettere om vinteren og tørker oftere ut om sommeren og det er derfor tatt færre prøver av de minste bekkene og prøvene er fortrinnsvis tatt i perioder med høy vannføring. I nedbørfeltet til Gåsebybekken kan høye P-AL-verdier også bidra til høye TP konsentrasjoner og i Toverudbekken er det høy erosjonsrisiko på jordbruksarealene som kan bidra til høye TP konsentrasjoner.

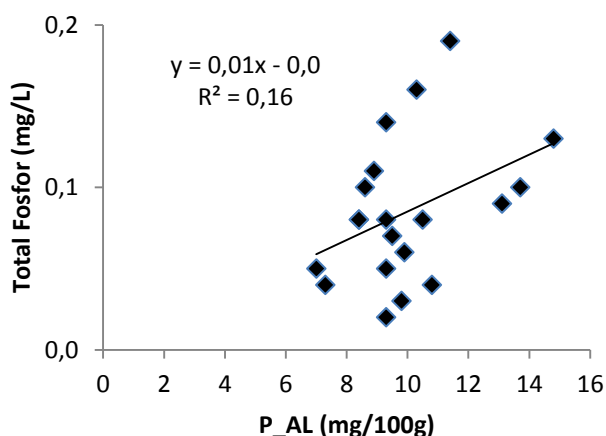
Som for SS, er det en svært god sammenheng mellom andel dyrket areal i feltet og konsentrasjonen av TP i bekkene (figur 5.4). Sammenhengen mellom gjennomsnittlig P-AL nivå og TP verdi er mindre klar, men det er en tendens til et høyere P-AL nivå i nedbørfeltet til bekkene med høye TP verdier (figur 5.5). De høyeste gjennomsnittlige P-AL nivåene finnes i nedbørfeltene til Gåsebybekken, Kragtorpbekken og Riserelva (Løken). Alle disse har også høye TP konsentrasjoner Gåsebybekken og Kragtorpbekken.



Figur 5.3 Gjennomsnitt av total fosfor (µg/L) i bekkeprøvene fra Haldenvassdraget i perioden 1. mai 2012 til 1. mai 2013.



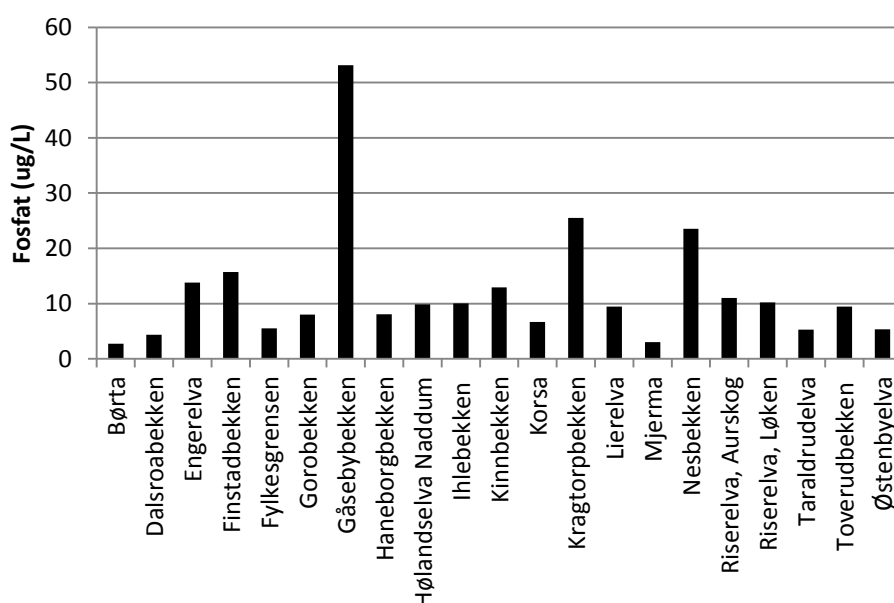
Figur 5.4 Sammenhengen mellom total fosfor (µg/L) i vannprøvene og andel (%) dyrket jord.



Figur 5.5 Sammenhengen mellom total fosfor (µg/L) i vannprøvene og gjennomsnittlig P-AL (mg/100 g) nivå på jordbruksareal i nedbørfeltet.

5.3 Løst fosfat

Gjennomsnittlig konsentrasjon av løst fosfat i elvene og bekkene i Haldenvassdraget varierte mellom 3 µg/L i Børta og Mjerma til 53 µg/L i Gåsebybekken. Gåsebybekken skiller seg fra de andre prøvepunktene med mye høyere konsentrasjoner av løst fosfat enn resten av lokalitetene. Årsaken kan være intensiv husdyrproduksjon i dette området og/eller at området har et høyt gjennomsnittlig innhold av fosfor i jorda (høye P-AL tall). Av de andre elvene og bekkene har Kragtorpbekken og Nesbekken de høyeste verdiene av løst fosfat, hhv. 26 og 24 µg/L. I Kragtorpbekken er opprydningen med hensyn på spredt avløp ikke ferdig (pers. med. Finn Grimsrud). I nedbørfeltet til Nesbekken er det et høyt gjennomsnittlig P-AL tall, men ikke mye høyere enn andre felt.



Figur 5.3 Gjennomsnitt av løst fosfat (µg/L) i bekkeprøvene fra Haldenvassdraget i perioden 1. mai 2012 til 1. mai 2013.

Kilder til løst fosfat er bl.a. spredt avløp, kommunalt avløp og husdyrgjødsel. Jord med høyt fosforinnhold vil også bidra til en høyere andel løst fosfat i avrenningen og bekken enn jord med et lavt fosforinnhold. Løst fosfat er algetilgjengelig i større grad enn partikkelbundet fosfor. Tiltak for å bedre vannkvaliteten fokuserer gjerne på ulike metoder for å redusere innhold av TP, men metoder for å redusere andel løst fosfat er også svært viktige.

Andelen løst fosfat av TP varierte fra 7 % i Toverudbekken til 41 % i Gåsebybekken (tabell 5.3). Generelt var forholdet mellom løst fosfat og TP i bekkene mellom 10-20 %, dette er sammenliknbart med resultater fra overvåking i Morsa i 2011/2012 (Skarbøvik et. al 2013). I tillegg til Gåsebybekken hadde Kragtorpbekken en relativ høy andel løst fosfat (26 %). Nesbekken hadde en høy konsentrasjon av løst fosfat, men ikke en høy andel løst fosfat av TP. Dette tilsier at i dette feltet er erosjonsprosesser det viktigste for tap av fosfor.

I skogsfeltet Børta var andelen løst fosfat 9 %, noe som tilsvarer flere av jordbruksbekkene, men konsentrasjonene av både løst fosfat og TP var mye lavere i Børta sammenlignet med jordbruksbekkene.

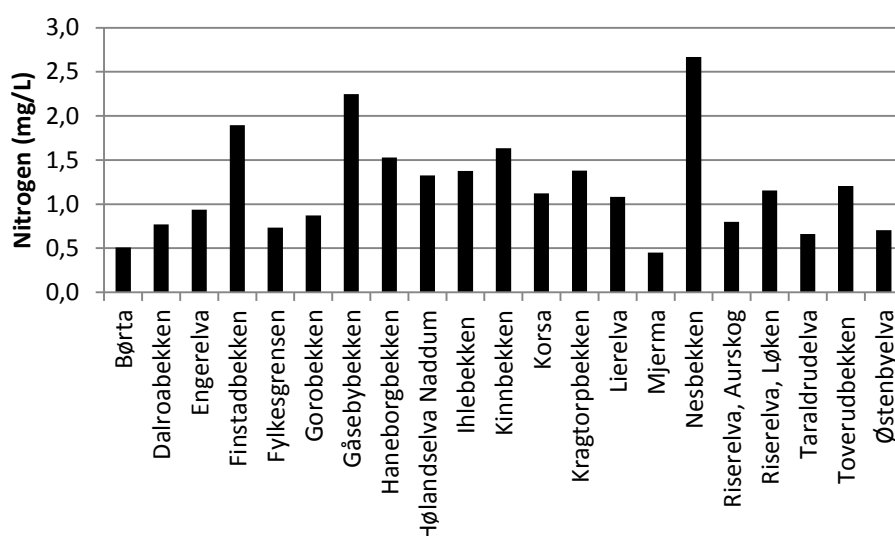
Ved Fylkesgrensen er det en relativ høy andel løst fosfat (18 %). Dette har sammenheng med stor påvirkning fra Mjerma oppstrøms prøvepunktet som fortynner konsentrasjonene og “løser” opp store jordpartiklene. I tillegg vil noen av de største jordpartiklene sedimentere i Skulerudsjøen før fylkesgrensen slik at andelen løst fosfor blir høyere.

Tabell 5.3 Gjennomsnitt av TP ($\mu\text{g/L}$) og løst fosfat ($\mu\text{g/L}$) samt andel løst fosfat av total fosfor i vannprøvene i Haldenvassdraget i perioden 1. mai 2012 til 1. mai 2013.

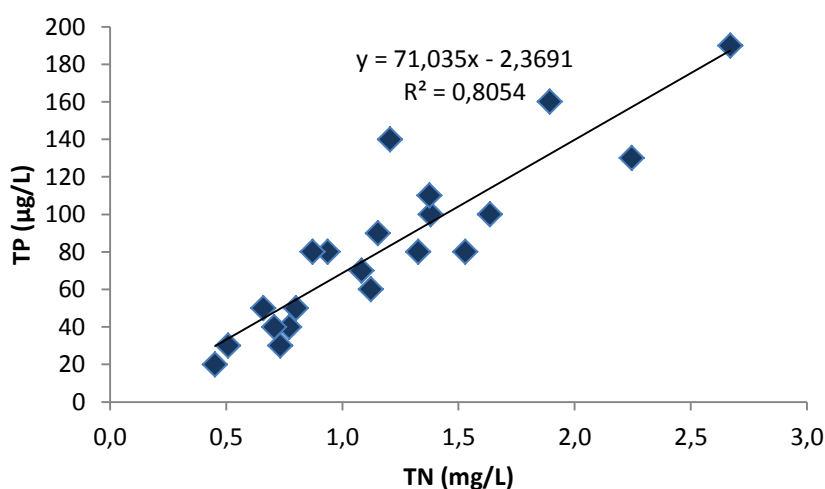
Prøvepunkt	TP ($\mu\text{g/L}$)	TP/SS	Løst fosfat ($\mu\text{g/L}$)	Andel løst fosfat av TP (%)
Børta	30	1.4	3	9
Dalsroabekken	40	1.4	4	11
Engerelva	80	3.3	14	17
Finstadbekken	160	2.3	16	10
Fylkesgrensen	30	3.8	6	18
Gorobekken	80	1.4	8	10
Gåsebybekken	130	6.2	53	41
Haneborgbekken	80	2.1	8	10
Hølandselva Naddum	80	2.4	10	12
Ihlebekken	110	1.9	10	9
Kinnbekken	100	1.4	13	13
Korsa	60	1.6	7	11
Kragtorpbekken	100	2.0	26	26
Lierelva	70	2.0	9	14
Mjerma Narvestad	20	5.0	3	15
Nesbekken	190	1.5	24	12
Riserelva (Aurskog)	50	2.9	11	22
Riserelva (Løken)	90	1.3	10	11
Taraldrudbekken	50	1.1	5	11
Toverudbekken	140	3.3	9	7
Østenbyelva	40	4.0	5	13

5.4 Total nitrogen

Gjennomsnittlig TN konsentrasjon i elvene og bekkene i Haldenvassdraget varierte mellom 0,5 mg/L i Børta og Mjerma til 2,7 og 2,2 mg/L i henholdsvis Nesbekken og Gåsebybekken (figur 5.7). Det var også relativt høye verdier i Finstadbekken, Kinnbekken og Haneborgbekken. Konsentrasjonen av TN i avrenning fra jordbruksarealer er sterkt påvirket av mineralisering av organisk stoff og økt omsetning, f.eks. pløying fører ofte til høyere konsentrasjoner av TN i etterkant. Dessuten kan gjødsling med nitrogen også føre til høyere konsentrasjoner av TN i avrenningsepisoder på våren. De høye konsentrasjoner av TN kan også indikere påvirkning fra spredt avløp og/eller kloakk. Alle verdiene var langt lavere enn drikkevannsnormen på 11,4 mg/L, men nitrogen kan bidra til algevekst i nærliggende innsjøer, spesielt i perioder med stor vekst. Det er mange felles kilder til TN og TP og konsentrasjonene av TP og TN i bekkeprøvene i 2012-2013 var godt korrelert (figur 5.8).



Figur 5.7 Gjennomsnitt av total nitrogen (mg/L) i vannprøver fra Haldenvassdraget i perioden 1. mai til 1. mai 2013.

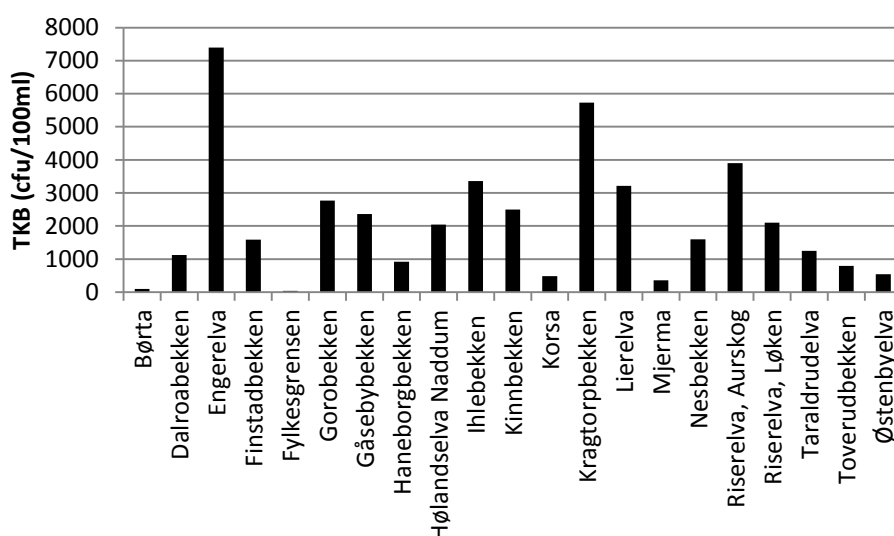


Figur 5.8 Sammenhengen mellom TP (µg/L) og TN (mg/L) i vannprøvene fra Haldenvassdraget i perioden 1.mai 2012 - 1. mai 2013.

5.5 Termotolerante koliforme bakterier

TKB beskrives med 90 prosentil, det vil si at 90 % av alle prøvene er like eller under nivået som oppgis. 90 prosentil av TKB i elvene og bekkene i Haldenvassdraget varierte mellom 35 cfu/100ml ved fylkesgrensen til 7400 cfu/100 ml ved Engerelva (figur 5.14). Mange kommuner har satt en grense på god badevannskvalitet ved 1000 cfu/100 ml. I Haldenvassdraget var 90 prosentilen av 14 av 21 lokaliteter høyere enn 1000 cfu/100 ml (figur 5.14). Børta og fylkesgrensen hadde som forventet et svært lavt (<100) antall TKB. Det er spesielt Kragtorpbekken og Engerelva som skiller seg ut med et høyt TKB antall (>5000). I store områder i Haldenvassdraget er det satt i gang opprydning av spredt avløp, unntaket er i nedbørsfeltene til Engerelva, Kragtorpbekken, Dalsroabekken og Korså (pers. med. Finn Grimsrud) og dette gjenspeiles til en viss grad i analysene. I disse bekkene skal opprydningen i spredt avløp skje i løpet av 2014/2015.

Termotolerante koliforme bakterier (TKB) definerer et bredt spekter av bakterier som kan stamme fra både avføring og ikke-fekal kilder. TKB er resistente mot høye temperaturer og er ofte brukt som indikator på fekal forurensing fordi forholdene med høy temperatur undertrykker bakterier av ikke-fekal opprinnelse. Men gruppen omfatter også koliforme bakterier som kan være til stede i miljøet og funn av TKB kan derfor ikke garantere virkelig fekal forurensing. I EUs vanndirektiv blir TKB brukt som en miljøindikator og mange kommuner bruker TKB for å vurdere badevannskvalitet. Et høyt innhold av TKB i vannprøvene indikerer at det fremdeles er noe å hente på å utbedre avløp i Haldenvassdraget.

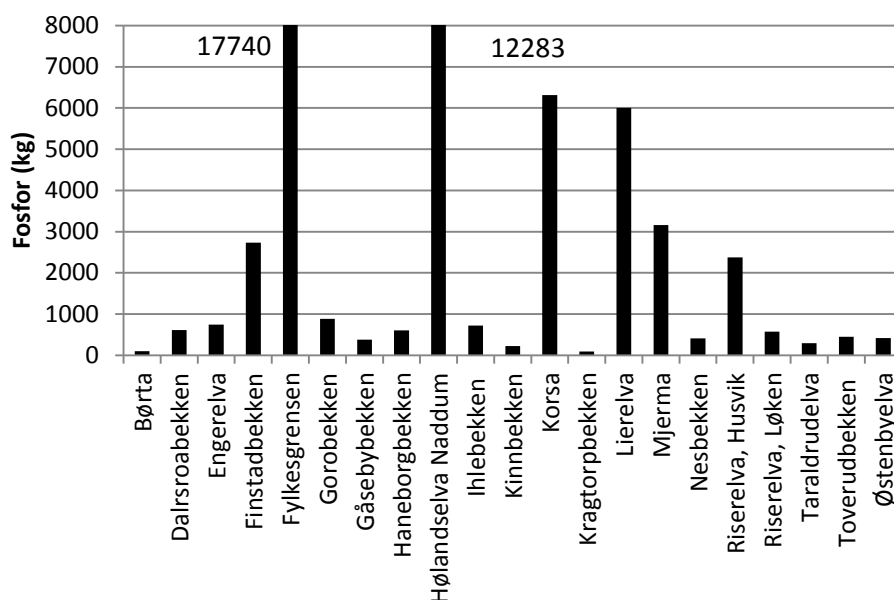


Figur 5.14 90 persentil av TKB (cfu/100ml) i vannprøver fra Haldenvassdraget i perioden 1. mai 2012 til 1. mai 2013.

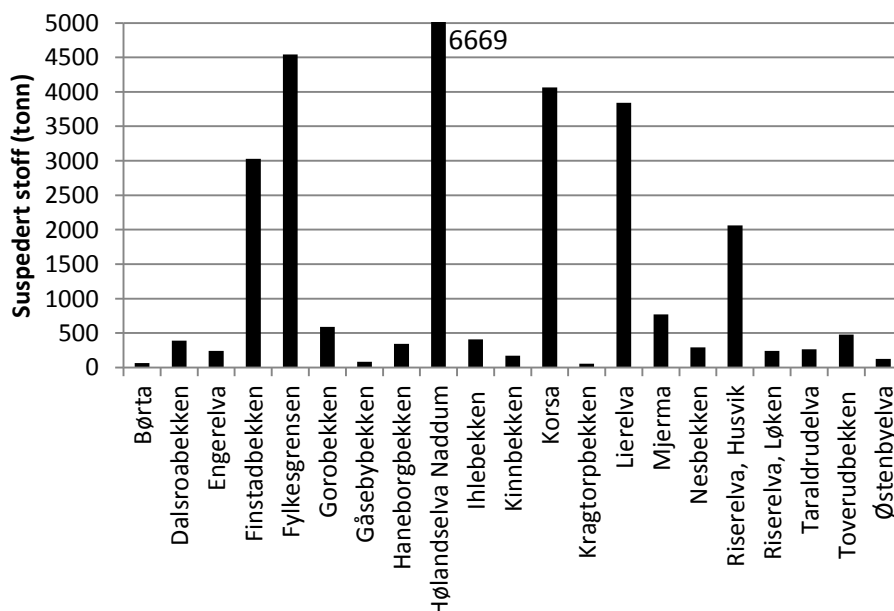
5.6 Tap av total fosfor og suspendert stoff

Estimert årlig transport av TP og SS er størst i hovedløpet og 4500 tonn SS og ca. 17 tonn fosfor tilføres Rødnessjøen fra fylkesgrensen (figur 5.9 og 5.10). I tillegg til stasjonene i hovedløpet har Korså de største tapene av TP og SS, Finstadbekken og Riserelva (Løken) bidrar også med store tilførsler. Nesbekken og Toverudbekken, som har et høyt

arealspesifikt tap, bidrar ikke mye totalt sett på grunn av lav vannføring. Mjerma har derimot lave konsentrasjoner av TP, men høy vannføring, og Mjerma viser seg å tilføre en god del TP totalt, men relativt mindre SS. I Hølandselva Naddum er det mye mer fosfor i forholdet til SS sammenlignet med Fylkesgrensen. Mange partikler sedimenterer sannsynligvis i Skulerudvannet rett før fylkesgrensen. Det er gjerne de tyngste partiklene som sedimenterer først, mens det er de minste partiklene som inneholder mest fosfor. Resultatet blir at overflatevannet ved fylkesgrensen blir anrikt med fosfor i forhold til SS.



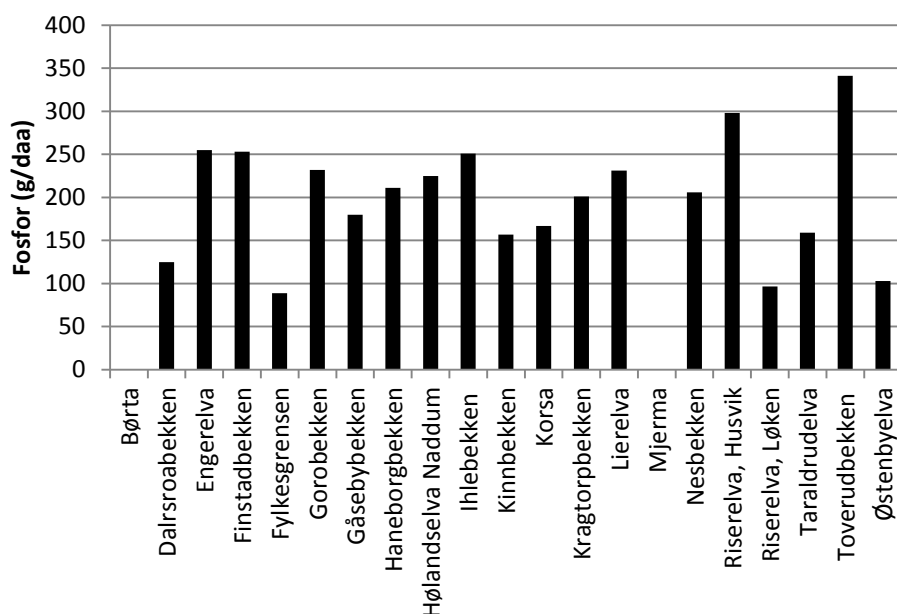
Figur 5.9 Tap av TP (kg) fra nedbørsfeltene i Haldenvassdraget i perioden 1. mai 2012 til 1. mai 2013.



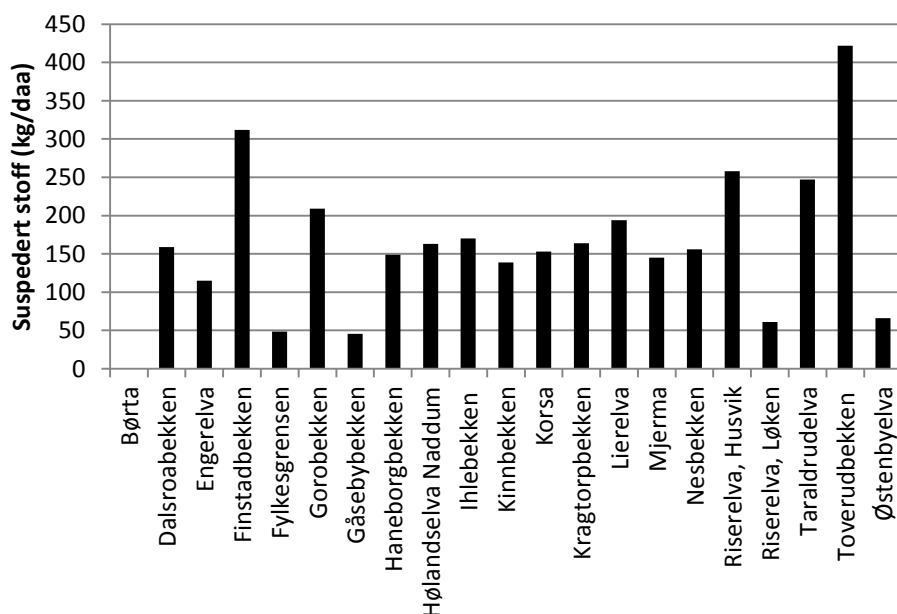
Figur 5.10 Tap av SS (tonn) fra nedbørsfeltene i Haldenvassdraget i perioden 1. mai 2012 til 1. mai 2013.

Årlig arealspesifikt tap av TP var lavest i Mjerma og Børta som drenerer store skogsområder, og høyest i Toverudbekken og Riserelva (Løken) (figur 5.11). Riserelva (Løken) har et relativt høyt gjennomsnittlig P-AL nivå og høyt jordtap som kan forklare det høye arealspesifikke tapet.

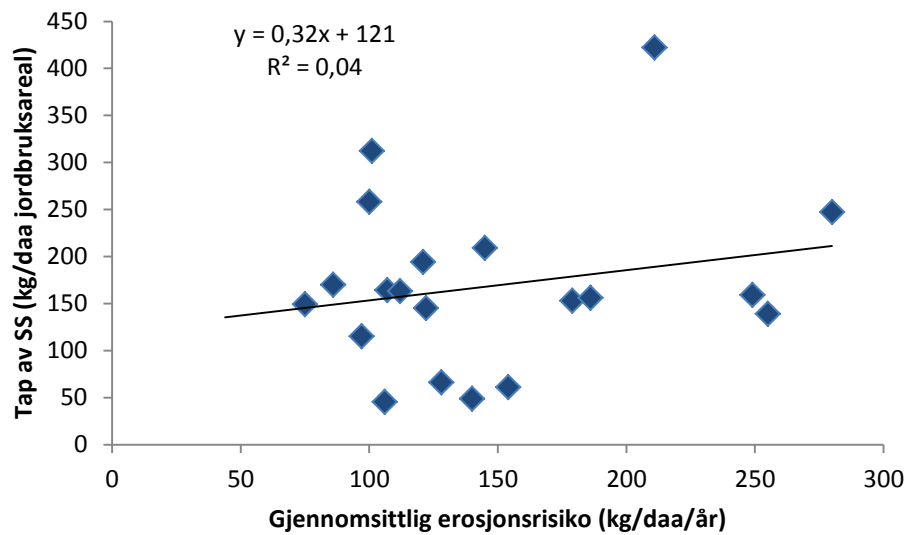
Årlig spesifikke tap av SS var lavest i Mjerma og ved Fylkesgrensen, og høyest i Toverudbekken, Finstadbekken, Taraldrubekken og Riserelva (Løken) (Figur 5.12). Det var lite sammenheng mellom gjennomsnittlig erosjonsrisiko i feltene og tap av SS per jordbruksareal totalt sett (figur 5.13), men både Toverudbekken og Taraldrubekken har en høy gjennomsnittlig erosjonsrisiko og dette kan forklare de store jordtapene i akkurat disse feltene. I nedbørfeltet til Riserelva (Løken) er det en del planert jord og dette øker risikoen for jordtap.



Figur 5.11. Tap av total fosfor (g/daa jordbruksareal) fra nedbørfeltene i Haldenvassdraget i perioden 1. mai 2012 til 1. mai 2013.



Figur 5.12 Tap av SS (kg/daa jordbruksareal) fra nedbørfeltene i Haldenvassdraget i perioden 1. mai 2012 til 1. mai 2013.



Figur 5.13 Sammenhengen mellom gjennomsnittlig erosjonsrisiko på jordbruksarealer (kg/daa/år) og tap av SS (kg/daa/jordbruksareal).

6. Miljøtilstand og tiltak i bekkene

De små bekkene i Haldenvassdraget kan ikke sammenlignes med større elveforekomster og klassifisering etter vannforskriften er derfor ikke gjort i denne rapporten. I Morsa er miljømålene med hensyn på TP for de fleste bekkene som overvåkes satt til $<50 \mu\text{g TP/L}$ (Skarbøvik et al., 2013). De fleste elvene og bekkene i Haldenvassdraget ligger over denne grensen, bare Børta, Fylkesgrensen, Østenbyelva, Dalsroabekken og Mjerma har lavere konsentrasjoner av TP i gjennomsnitt (tabell 5.2).

Det er viktig å kartlegge årsaksforholdene for å kunne sette inn de rette tiltakene. Kildene til TP i nedbørfeltene er spredt avløp, landbruk, kommunalt avløp og bakgrunnsavrenning. God sammenheng mellom TP og SS-konsentrasjonene (vist som R^2) indikerer at erosjon er den dominerende årsak til fosfortap og da vil erosjonsreducerende tiltak være viktig for å redusere fosfortilførslene. Dersom det samtidig er et høyt TP/SS-forhold indikerer det at jordas fosforstatus er høy og redusert gjødsling med fosfor er et aktuelt tiltak. Indikasjoner på forurensing fra avløp er høy konsentrasjon av TP eller TN, en høy andel løst fosfat, mye bakterier og /eller en lav sammenheng mellom TP og SS. Tiltak i avløpssektoren eller utbedring av gjødselpraksis vil være hensiktsmessig i nedbørsfeltet til elver og bekker med flere av disse indikasjonene.

6.1 God vannkvalitet

Børta, Fylkesgrensen, Mjerma og Østenbyelva har et lavt nivå av forurensing og en antatt god økologisk status ut fra overvåkingen dette året. Dalsroabekken har et noe høyt nivå av TKB, men de andre parameterne er lave. Det høye nivået av TKB skyldes to enkelt-prøver i september og oktober 2012. Dalsroabekken er vurdert til antatt god tilstand, men TKB nivået burde undersøkes nærmere.

6.2 Erosjonshindrende tiltak

I Riserelva (Løken), Finstadbekken og Nesbekken er det høye konsentrasjoner av SS (Tabell 5.2). I disse bekkene kan bekkeerosjon være viktig. I tillegg drenerer Riserelva (Løken) en del bakkeplanert jord som kan bidra til høye jordtap. Nesbekken har en høy gjennomsnittlig erosjonsrisiko ($186 \text{ kg jord/daa/år}$) og dette kan delvis forklare den høye SS konsentrasjonen i dette feltet. Riserelva (Løken) og Finstadbekken bidrar med høye tilførsler av SS og TP totalt sett og Nesbekken har svært høye konsentrasjoner av TP. Erosjonsreducerende tiltak i disse bekkene kan derfor være kostnadseffektivt. Nesbekken er i tillegg et mindre felt der det er større muligheter til å se effekter av tiltak. I Finstadbekken er sammenhengen mellom SS og TP lav, men siden konsentrasjonen av SS likevel er relativt høy vil erosjonsreducerende tiltak også være hensiktsmessig her.

I 9 av lokalitetene er SS konsentrasjonen den viktigste faktoren som styrer TP konsentrasjonen (tabell 5.2). Det var en god sammenheng mellom TP og SS konsentrasjoner for hvert felt basert på gjennomsnitt gjennom hele året (Figur 5.14). Gorobekken, Hølandselva Naddum, Ihlebekken, Korsa og Taraldrudbekken har høye konsentrasjoner av TP og en svært god sammenheng mellom SS og TP ($R^2 > 0,7$). I disse elvene og bekkene vil

erosjonsreducerende tiltak sannsynligvis være viktige. I Gorobekken har bekken blitt gravd opp og fått et nytt løp i et parti, dette kan ha økt mengde bekkeerosjon og jordtap.

Tabell 5.2. Samlet resultater fra overvåkingen i øvre del av Haldenvassdraget. Kvalitativ vurdering av tilstand er gitt, se fargeforklaring nederst.

	SS (mg/L)	TP (µg/L)	TN (mg/L)	TKB (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
Risnelva (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

Fargeforklaring

	Antatt god tilstand basert på overvåkingen utført i 2012/2013
	Høy konsentrasjon av TP, erosjonsreducerende tiltak vil være viktig
	Høy konsentrasjon av TP, indikasjoner på påvirkning fra avløp
	Høy konsentrasjon av TP, viktigste påvirkning er usikker.
	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 ($R^2 > 0,7$)

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

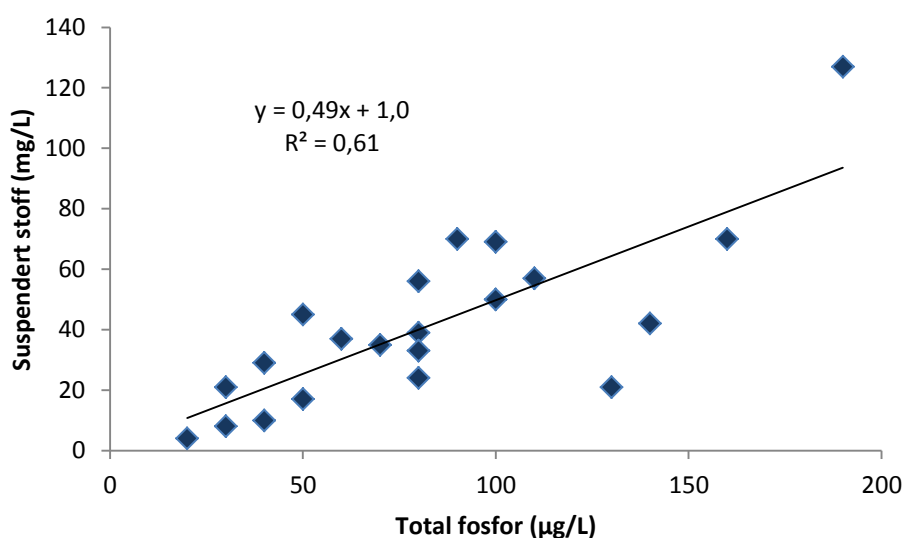
6.3 Redusert fosforgjødsling

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 lokaliteter. Konsentrasjonene av TP i elvene og bekkene

reflekterer dog ikke alltid effekten av høy fosforstatus, siden det er mengde erosjon som ofte bestemmer hvor mye partikler som renner av, mens innholdet av fosfor i partiklene påvirkes av jordas fosforstatus.

I nedbørfeltet til Gåsebybekken er det høy fosforstatus i jorda, TP konsentrasjonen er høy og det er høy andel løst fosfat i vannprøvene. En del husdyrproduksjon og punktutslipp kan evt. bidra til høye TP konsentrasjoner.

I Toverudbekken er en lav sammenheng mellom SS og TP, men heller ingen indikasjoner på påvirkning fra avløp. Toverudbekken har også en svært høy konsentrasjon av TP i forhold til de andre parameterne, i denne bekken viste en prøve svært høy konsentrasjon av TP og denne har stor betydning for gjennomsnittet. Dette kan ha vært punktutslipp fra avløp eller gjødsel, eller det kan ha skjedd en feil på laboratoriet. Flere undersøkelser må til for å finne årsaken til høye TP verdier i dette feltet.



Figur. 5.14 Sammenhengen mellom SS (mg/L) og TP (µg/L) i prøvene i Haldenvassdraget i perioden 1. mai 2012 til 1. mai 2013. Basert på gjennomsnitt gjennom året.

6.4 Spredt avløp

Av de 21 elvene og bekkene overvåket hadde 14 lokaliteter et høyt antall av TKB målt som 90 prosentil. Dette kan bety at forurensing fra avløp og /eller gjødslingspraksis kan være et generelt problem i flere av områdene. Men som diskutert i kapittel 5.2 kan TKB også komme fra andre kilder slik at det kan være nyttig og også ta hensyn til de andre indikatorene på forurensing fra avløp. Ved å se på alle indikatorene samtidig viser spesielt Gåsebybekken, Engerelva, Riserelva (Aurskog) og Kragtorpbekken indikasjoner på påvirkning fra avløp/gjødsel. Gåsebybekken har høye verdier av TP, TN, TKB og en høy andel løst fosfat. I Gåsebybekken kan også husdyrproduksjon og høye P-AL verdier i området være sannsynlige forklaringer. I Gåsebybekken er redusert fosforgjødsling et spesielt viktig tiltak. Det kan dessuten være aktuelt å kontrollere punktutslipp fra gjødsellager. Kragtorpbekken og Riserelva (Aurskog) har høye konsentrasjoner av TP, et høyt antall TKB og en høy andel løst fosfat. Engerelva har det høyest antallet TKB av alle bekkene. I disse feltene det sannsynligvis hensiktsmessig å undersøke påvirkning fra spredt avløp samt gjøre nødvendige utbedringer.

I Nesbekken, Lierelva, Kinnbekken og Toverudbekken er det høye konsentrasjoner av TP men årsakssammenhengene er i større grad usikre enn i de andre bekkene. Lierelva og Kinnbekken har et noe høyt antall TKB, men ingen andre indikasjoner på påvirkning fra avløp/husdyrgjødsel. I Nesbekken er det høye konsentrasjoner av SS, og til dels en god sammenheng mellom SS og TP, men høy konsentrasjon av TP og TN og noe høyt TKB antall kan tilsa at det også er noe påvirkning fra spredt avløp. I Toverudbekken er det veldig lav sammenheng mellom TP og SS og det vil være nyttig å undersøke årsakene til de høye punktverdiene som påvirker resultatet.

7. Konklusjon

Konklusjonen fra overvåkingen er at:

- 15 av 21 elver og bekker hadde høy gjennomsnittskonsentrasjon av TP (definert som over 50 µg/L).
- De høyeste konsentrasjonene (µg/L) av TP ble funnet i Nesbekken, Toverudbekken og Finstadbekken .
- De høyeste tapene (g/daa jordbruksareal) ble funnet i Toverudbekken og Riserelva (Løken).
- Konsentrasjonen av TP og TN var svært godt korrelert med andel fulldyrket jord i nedbørfeltene, og TP og TN var dessuten godt korrelert med hverandre.
- Den største transporten av TP skjer i de store elvene, bortsett fra disse er det stor transport av TP i Riserelva (Løken) og i Finstadbekken.
- Det var en god sammenheng mellom TP og SS tap i 9 av feltene og her er erosjonsreducerende tiltak vurdert som viktige for å redusere fosfortilførselene.
- Redusert fosforgjødsling er et aktuelt tiltak i nedbørfelt med høy fosforstatus i jorda.
- Generelt utgjør løst fosfat 10-20 % av TP.
- Mange av bekkene (14 av 21) hadde et høyt antall TKB noe som indikerer at spredt avløp og/ eller kommunalt avløp fremdeles kan være et problem i området. 4 av elvene og bekkene hadde flere indikasjoner på påvirkning fra avløp og utbedring av spredt avløp anbefales spesielt i disse feltene.

Vurderinger for hver bekk er vist i sammendraget.

8. Referanser

Borch, H., og Turtumøygaard, S. (2008) Tilførselsberegninger fra bakgrunnsavrenning, landbruk og spredt avløp- tiltak for landbruksforurensing i haldenvassdraget. Bioforsk Rapport Vol. 3 Nr. 121 2008.

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

Skarbøvik, E., Haande, S., og 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.

Skulberg, O., og J. Kotai, (1982) Haldenvassdraget - vannkvalitet og forurensningsvirkninger. Resultater av vassdragsundersøkelser for Haldenvassdragets Vassdragsforbund 1975-1981. - NIVA -rapport 1367.

Spikkeland, I. (2008) Biologisk overvåking av Haldenvassdraget. Bunndyr i Eutrofe bekker og elver 2008-2011. Status etter to undersøkelser. Østfold Museene Rapport 1/2012.

9. Vedlegg

Rådata fra analysene av vannprøvene i Haldenvassdraget er gitt i vedlegg 1 til 7.

Vedlegg 1. Analyseresultater av suspendert stoff (mg/L) del 1.

	30.05.12	13.06.12	27.06.12	11.07.12	25.07.12	08.08.12	21.08.12	04.09.12	19.09.12	27.09.12	03.10.12	17.10.12	07.11.12
Børta	3	8	4	21	4	18	11	6	8	41	4	17	3
Dalsroabekken	40	6	8	110	10	21	4	6	26	66	6	41	6
Engerelva	7	7	14	21	18	27	25	6	130	54	6	47	7
Finstadbekken	5	10	15	50	27	39	16	9	36	61	24	64	18
Fylkegrense (Sund)	7	11	4	4	4	6	4	6	4	5	11	12	16
Gorobekken	4	7	17	68	13	23	11	8	140	60	12	54	10
Gåsebybekken	10	4	9	11	7	13	6	5	210	24	4	29	6
Haneborgbekken	20	9	12	59	19	41	22	5	39	66	10	72	13
Hølandselva	22	16	40	140	17	20	14	8	34	86	10	120	10
Ihlebekken	9	19	24	75	30	51	16	12	160	54	14	64	18
Kinnbekken	6	29	35	50	25	36	54	10	130	79	12	86	22
Korsa	13	12	16	330	30	47	11	12	56	130	11	58	9
Kragtorpbekken	3	13	15	18	13	18	15	25	84	44	16	44	11
Lierelva	0	11	12	43	11	22	7	4	33	110	6	130	6
Mjerma	14	5	5	19	2	3	2	3	4	14	2	15	2
Nesbekken	6	16	36	150	50	65	33	36	180	110	23	110	19
Riserelva (Aurskog)	10	5	6	14	10	9	6	4	20	30	4	68	4
Riserelva (Løken)	5	14	22	87	28	44	12	7	49	84	8	280	12
Taraldrudelva	15	10	8	16	10	19	11	4	79	41	5	49	5
Toverudbekken	5	10	12	20	10	32	7	8	22	85	12	76	10
Østenbyelva		12	10	11	11	17	4	6	17	18	7	16	10

Vedlegg 2. Analyseresultater av suspendert stoff (mg/L) del 2.

	21.11.12	05.12.12	19.12.12	09.01.13	23.01.13	06.02.13	20.02.13	06.03.13	20.03.13	02.04.13	17.04.13	29.04.13
Børta	3	3	160	3							12	69
Dalsroabekken	13	5	8	24							36	140
Engerelva	20	7	6	7	8					36	30	15
Finstadbekken	76	25	21	29	18	21	14			37	920	0
Fylkegrense (Sund)	13	25	5	11	7	4	3	0	2	3	19	21
Gorobekken	30	6	4	10						300	100	250
Gåsebybekken	17	10	8	5	8	6	13	9	14	28	52	23
Haneborgbekken	35	12	13	10							220	80
Hølandselva Naddum	15	13	14	17	13	9	8	9	9	40	110	42
Ihlebekken	44	26		25							190	180
Kinnbekken	32	26	22	16		28	26	29		28	210	570
Korsa	18	5	4	6	4	2	6	3	2	13	110	27
Kragtorpbekken	21	21	24	19							120	410
Lierelva	15	7	5	5	4	3	4	5	4	44	190	180
Mjerma	2	0	2	0	2	0	0	0	0	3	14	3
Nesbekken	84	45		23						85	490	850
Riserelva (Aurskog)	6	3	3	3	4	2	2	4	5	54	55	98
Riserelva (Løken)	37	42	15	17	72						320	240
Taraldrudelve	11	10	14	15							52	490
Toverudbekken	24	14	18	18	68	11	15	28		62	390	0
Østenbybekken	14	8	7	5	6	6	4	5	4	5	27	22

Vedlegg 3. Analyseresultater av total fosfor (µg/L) del 1.

	30.05.12	13.06.12	27.06.12	11.07.12	25.07.12	08.08.12	21.08.12	04.09.12	19.09.12	27.09.12	03.10.12	17.10.12	07.11.12
Børta	19	20	13	25	14	40	24	20	21	35	21	24	15
Dalsroabekken	25	27	21	96	24	41	18	19	68	44	24	58	19
Engerelva	23	52	49	72	44	187	87	30	257	95	25	105	37
Finstadbekken	38	38	64	116	75	108	113	68	107	112	53	130	47
Fylkegrense	22	61	17	20	29	33	19	29	31	34	40	43	65
Gorobekken	30	28	27	90	32	81	29	25	198	81	28	87	28
Gåsebybekken	61	67	55	73	60	95	85	88	322	124	56	164	52
Haneborgbekken	29	29	31	168	62	113	89	31	113	119	36	150	46
Hølandselva Naddum	42	39	65	235	38	59	32	37	75	137	49	164	51
Ihlebekken	37	38	48	142	82	160	45	38	206	117	36	121	46
Kinnbekken	73	66	48	77	67	79	105	38	192	94	33	148	51
Korsa	23	54	48	312	82	69	28	32	86	158	39	107	32
Kragtorpbekken	116	203	67	67	46	60	78	80	204	75	34	101	34
Lierelva	26	34	42	91	35	69	37	28	105	147	27	185	20
Mjerma	10	19	18	49	11	16	9	9	20	36	16	46	22
Nesbekken	44	47	86	222	143	143	129	108	288	227	101	250	91
Riserelva (Aurskog)	39	33	41	65	37	50	20	68	85	84	24	141	24
Riserelva (Løken)	35	42	49	177	58	96	40	29	113	116	31	271	31
Taraldrudelva	15	17	18	29	20	29	23	14	80	27	22	72	20
Toverudbekken	29	29	26	51	37	74	76	28	56	82	29	96	27
Østenbyelva	25	28	28	33	37	60	27	28	53	43	33	44	32

Vedlegg 4. Analyseresultater av total fosfor (µg/L) del 2.

Radetiketter	21.11.12	05.12.12	19.12.12	09.01.13	23.01.13	06.02.13	20.02.13	06.03.13	20.03.13	02.04.13	17.04.13	29.04.13
Børta	4	10	84	11							48	52
Dalsroabekken	72	14	22	22							64	140
Engerelva	92	18	27	19	19					214	93	41
Finstadbekken	194	66	69	48	79	103	85			454	314	1200
Fylkegrense	61	38	26	39	18	33	16	18	19	20	62	65
Gorobekken	118	21	30	19						416	110	200
Gåsebybekken	276	52	80	45	41	60	102	91	167	693	164	120
Haneborgbekken	154	26	29	22					0		212	120
Hølandselva Naddum	99	50	55	59	42	52	40	46	46	195	118	92
Ihlebekken	209	52		36							215	270
Kinnbekken	169	46	50	35		69	72	83		265	201	340
Korsa	49	24	21	31	15	28	17	20	19	55	119	53
Kragtorpbekken	117	58	69	29							119	330
Lierelva	93	19	24	18	20	40	31	39	46	343	187	160
Mjerma	6	8	7	10	4	10	4	11	9	24	63	11
Nesbekken	316	75		70						418	347	590
Riserelva (Aurskog)	27	11	19	16	21	30	24	39	47	217	82	120
Riserelva (Løken)	136	46	54	29	45						250	240
Taraldrudelva	44	13	22	19							105	280
Toverudbekken	188	31	35	25	88	36	38	50		626	256	1300
Østenbyelva	94	21	31	18	13	46	25	29	30	30	67	52

Vedlegg 5. Analyseresultater av løst fosfat (µg/L).

	30.05.12	27.06.12	25.07.12	21.08.12	19.09.12	17.10.12	21.11.12	19.12.12	23.01.13	20.02.13	20.03.13	17.04.13	29.04.13
Børta	0,9	0	2,7	0,9	2,6	6,5	2,7	4,5				4,1	2,3
Dalsroabekken	2,9	1,1	3,4	1,4	6,9	8,7	4,2	3,8				5,2	6,2
Engerelva	5,1	8	9,5	26,4	48,8	14,1	9,4	11,2	6,7			6,9	5,6
Finstadbekken	7,6	13,3	17	16,2	14,1	19,7	11,3	21,1	26,4	25,3		7,1	9,2
Fylkegrense (Sund)	2,4	1,2	6,1	2,6	3,6	5,7	6,8	7,6	8,1	6	4,4	11,7	5,2
Gorobekken	7,8	1,4	6,1	3,1	22,9	11,9	8,5	6,6				5,9	5,9
Gåsebybekken	25,3	20	26,1	39,7	141,5	74,1	124,5	44,8	20,2	39,6	60,4	40,6	34
Haneborgbekken	5,2	4	9,5	7,8	12,5	11,6	9,4	5,9				6	8,8
Hølandselva Naddum	4,1	4,4	5,5	3,4	13,8	17,1	11,7	13,3	12,9	12	16	5,7	8,3
Ihlebekken	7,6	6,7	11	7,3	23,4	13,1	7,7					6,1	7,3
Kinnbekken	8,5	4,1	12,8	16,8	35,6	18,5	9,6	14		8,2		6,8	7,1
Korsa	2,9	3,2	10,7	3,6	8,1	12,9	5,7	8,1	6,5	6	4,7	9,7	4,4
Kragtorpbekken	60,1	22,2	14,8	25,6	46,3	22	16,6	32				3,6	12
Lierelva	4,7	5,3	8,1	7,6	15,4	21,1	5,8	4,8	7	10,2	16,6	12,1	4,6
Mjerma	2,6	0,8	2,7	1,1	3,8	7,5	2,4	4,2	4,5	2,5	1,9	2,9	2,5
Nesbekken	15,9	21,4	32,1	33,2	38,2	24,6	19,7					12,9	14
Riserelva (Aurskog)	5	8,2	8,5	20,9	15,5	16,8	4	4,6	8,1	10,9	17,8	7,8	4,3
Riserelva (Løken)	6,6	8,6	9,9	7,3	16,8	24,1	11,4	13,3	9,4			6,2	7,6
Taraldrudelva	3,9	1	4,2	1,7	8,4	13,4	5,4	4,5				3,6	6,9
Toverudbekken	7,1	3,8	7,6	3,7	7,7	10,7	6,2	7,6	26,2	11,2		13,4	8,1
Østenbyelva	2,5	2	4,1	3,3	4,3	6,3	5,7	11,7	4,8	6,3	7,4	4,7	6,7

Vedlegg 6. Analyseresultater av total nitrogen(mg/L).

	17.04.13	17.10.12	19.09.12	19.12.12	20.02.13	20.03.13	21.08.12	21.11.12	23.01.13	25.07.12	27.06.12	30.05.12	29.04.13
Børta	0,5	0,5	0,5	0,7			0,5	0,2		0,5	0,5	0,4	0,7
Dalsroabekken	0,7	0,7	1	0,7			0,5	0,4		0,7	1	0,5	1,6
Engerelva	1,3	0,9	2,1	0,6			1	0,5	0,5	0,7	0,9	0,4	1,3
Finstadbekken	1,2	1,6	2	1,9	2,7		2,4	1,2	2,6	1,6	1,6	1,5	2,5
Fylkegrense	0,9	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	1	0,8	0,7	0,9
Gorobekken	0,9	0,7	1,3	0,7			0,6	0,6		0,7	1,2	0,7	1,2
Gåsebybekken	2,2	1,5	2,8	1,1	3,9	7,6	2	1,5	1,2	1	1	1,3	2,1
Haneborgbekken	1,7	1,3	1,8	1,8			1,2	1		1,2	1,6	1,3	2,4
Hølandselva Naddum	1	1,3	1,2	1,3	1,4	1	1,1	0,8	1,1	1,2	3,7	1,2	1,1
Ihlebekken	1,5	1,2	1,5				0,7	0,8		1	2,8	0,6	2,2
Kinnbekken	1,7	1,3	2	1	1,5		1,8	1,1		2	1,2	2,1	2,5
Korsa	1,1	0,9	1	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	1	6,1	0,5	0,7
Kragtorpbekken	0,7	1,2	2,6	1,1			1	0,8		0,8	1,2	2,2	2,1
Lierelva	1,1	1,6	1,8	0,8	1	1,1	0,7	0,6	0,7	0,8	2,4	0,5	0,9
Mjerma	0,8	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4
Nesbekken	2,5	1,6	2,1				2,3	1,4		2,1	6,6	2,8	2,6
Riserelva (Aurskog)	0,8	1,7	1	0,6	0,8	1,1	0,5	0,5	0,6	0,5	0,8	0,7	0,8
Riserelva (Løken)	1	1,3	1,2	1,2			0,7	0,7	0,6	0,9	2,8	0,5	1,7
Taraldrudaelva	1	0,7	0,7	0,5			0,4	0,5		0,5	0,5	0,3	1,6
Toverudbekken	0,8	1	1,1	1	1,2		1	0,7	1,9	1	1,4	1	2,3
Østenbyelva	0,9	0,6	0,7	0,6	0,7	0,7	0,5	0,4	0,4	0,8	1,3	0,6	0,9

Vedlegg 7. Analyseresultater av termotolerante koliforme bakterier (TKB, cfu/100ml).

	30.05.12	27.06.12	25.07.12	21.08.12	19.09.12	17.10.12	21.11.12	19.12.12	23.01.13	20.02.13	20.03.13	17.04.13	29.04.13
Børta	40	100	30	90	100	30	0	4				60	20
Dalsroabekken	60	100	140	300	1100	1200	0	60				100	0
Engerelva	100	2800	100	1	11000	500	500	7400	200			100	400
Finstadbekken	600	1600	600	1900	1200	1500	200	1200	120	300		400	400
Fylkegrense (Sund)	0	0	3	0	20	200	0	40	20	30	9	20	8
Gorobekken	900	900	900	2700	3400	1200	200	600				600	100
Gåsebybekken	2500	600	200	200	3800	600	400	400	1100	500	1800	200	700
Haneborgbekken	20	1000	130	900	200	500	130	60				30	60
Hølandselva Naddum	600	4500	400	500	1500	1800	140	1400	1600	1700	2100	200	300
Ihlebekken	500	1700	200	500	10000	1000	200					200	200
Kinnbekken	400	700	200	3800	2500	800	50	12		30		90	80
Korsa	70	400	400	100	1400	500	50	60	40	90	300	200	400
Kragtorpbekken		900	800	1700	6000	1000	60	50				40	110
Lierelva		1300	2400	1300	1800	3300	400	2200	700	200	8800	700	200
Mjerma	20	100	40	30	200	500	4	10	0	0	0	400	90
Nesbekken	60	400	1000	400	4000	400	200					90	100
Riserelva (Aurskog)	600	300	2700	-1	11000	1500	0	300	200	200	4200	200	200
Riserelva (Løken)	400	4400	300	1800	2000	800	200	2100	800			800	400
Taraldrudelva	50	100	140	130	3500	1000	40	3				100	500
Toverudbekken	120	400	200	800	100	9	30	700	1	6500		300	120
Østenbyelva	20	300	600	30	1000	200	4	70	1	3	1	200	20