



NIBIO
NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

NIBIO OPPDRAGSRAPPORT | NIBIO COMMISSIONED REPORT

VOL.: 1 nr.: 1, 2015

SAMMENDRAG AV TRE ÅR MED OVERVÅKING AV VANNKVALITET I HALDENVASSDRAGET

Inga Greipsland
NIBIO Klima- og Miljødivisjonen



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

TITTEL/TITLE

**SAMMENDRAG AV TRE ÅR MED OVERVÅKING AV VANNKVALITET I
HALDENVASSDRAGET.**

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

INGA GREIPSLAND

DATO/DATE: 29.01.2016	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY: ÅPEN	PROSJEKT NR./PROJECT NO.: Prosjektnr. 8822	SAKSNR./ARCHIVE NO.: Arkivnr
RAPPORT NR. /REPORT NO.: 1/2015	ISBN-NR./ ISBN-NO: 978-82-17-01454-6	ANTALL SIDER/ NUMBER OF PAGES: Sider 84	ANTALL VEDLEGG/ NUMBER OF APPENDICES: Vedlegg: 1

OPPDRAGSGIVER/EMPLOYER: Vannområdet Haldenvassdraget.	KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON: Finn Grimsrud
---	---

STIKKORD/KEYWORDS: Vannkvalitet, Næringsstoffer, EUs vanndirektiv Water Quality, Nutrients, EUs WaterFramework Directive.	FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK: Vannkvalitet Water quality
---	---

LAND/COUNTRY: Norge
FYLKE/COUNTY: Akershus/Østfold
KOMMUNE/MUNICIPALITY:
STED/LOKALITET: Haldenvassdraget

GODKJENT / APPROVED

PER STÅLNACKE

PROSJEKTLEDER / PROJECT LEADER

INGA GREIPSLAND

FORORD

Denne rapporten presenterer resultatene fra overvåkingen av 30 elver og bekker i Haldenvassdraget i perioden 1. mai 2012 til 1.mai 2015. Rapporten inkluderer et metodekapittel, en beskrivelse av nedbørfelt til hvert prøvепunkt, resultater/diskusjon. Overvåking i periodene 1.mai 2012 – 1. mai 2013 og 1. mai 2013 – 1. mai 2014 er presentert tidligere i hhv. Greipsland og Bechmann (2013) og Greipsland og Bechmann (2014).

Marianne Bechmann og Inga Greipsland har hatt ansvar for overvåkingen i perioden 2012-2014 mens Inga Greipsland og Eva Skarbøvik har ansvar for overvåkingen i 2014 -2015. Vannprøvene er tatt ut av lokale prøvetakere, Sigfred og Reidun Heyerdahl, og analysene er utført ved Eurofins i Moss. Kvalitetssikring av denne rapporten er utført av seksjonsleder Per Stålnacke, NIBIO Klima og miljø.

Prosjektets oppdragsgiver har vært Finn Grimsrud ved Vannområdet Haldenvassdraget, og arbeidet er finansiert av midler fra Klima- og miljødepartementet, tildelt gjennom Miljødirektoratet. Vi takker for godt samarbeid med oppdragsgiver.

Ås 30. august.

Inga Greipsland

Prosjektleder

INNHOOLD

INNLEDNING	6
METODIKK	7
PRØVETAKING OG ANALYSER	7
NEDBØRFELT	7
PRØVEPUNKTER	7
TILFØRSELSBEREGNINGER	9
OVERSIKT OVER PRØVEPUNKTER	10
NORD FOR BJØRKELANGEN	10
FRA BJØRKELANGEN TIL SKULERUDSJØEN	11
FRA FYLKESGRENSEN TIL ØRJE	12
FRA ØRJE TIL HALDEN	13
AREALFORDELING OG EROSIJONSRIKIKO	14
METEOROLOGI OG HYDROLOGI	18
RESULTATER OG DISKUSJON	21
SUSPENDERT STOFF	21
TOTAL FOSFOR	26
LØST FOSFAT	33
TOTAL NITROGEN	37
TERMOTOLERANTE KOLIFORME BAKTERIER	39
VANNEFØRINGSJUSTERTE TAP AV SS OG TP	40
KONKLUSJON	51
REFERANSER	52
VEDLEGG 1	53
NORD FOR BJØRKELANGEN	53
FRA BJØRKELANGEN TIL SKULERUDSJØEN	61
FRA FYLKESGRENSEN TIL ØRJE	71
FRA ØRJE TIL HALDEN	77
SAMMENDRAG	5

SAMMENDRAG

Denne rapporten presenterer resultatene fra overvåkingen av 30 elver og bekker i Haldenvassdraget i perioden 1. mai 2012 til 1. mai 2015. Prøvepunktene som er inkludert i overvåkingen ble i utgangspunktet valgt på bakgrunn av videreføring av tidligere overvåking av bunndyr. I tillegg ble det valgt ut elver og bekker som drenerte store arealer og/eller areal med mye jordbruk. Vannprøver ble hentet hver 14. dag og i tillegg ble det tatt ekstra prøverunder ved høy vannføring ved fire-fem (avhengig av år) av prøvepunktene. Alle vannprøvene ble analysert for total fosfor (TP) og suspenderte partikler (SS). Hver 28. dag ble prøvene også analysert for tilleggs parametere; i perioden 1. mai 2012 – 1. mai 2013 var tilleggs parameterne løst fosfat, total nitrogen (TN) og termotolerante koliforme bakterier (TKB), i perioden 1. mai 2013 – 1. mai 2015 var det kun én tilleggs parameter; løst fosfat.

Det er lave konsentrasjoner av TP alle år i skogsfeltet Børta, ved Fylkesgrensen, i Mjerma og i Rødenessjøen, Ørje. Store vannforekomster har ofte lavere konsentrasjoner av TP på grunn av fortykning og sedimentering av partikler. De høyeste gjennomsnittlige konsentrasjonene av TP (over 100 µg/L over alle tre år) ble funnet i Kragtorpbekken, Finstadbekken, Gunnengbekken, Toverudbekken, Remmenbekken, Unnebergbekken og Nesbekken. Alle disse bekkene har indikasjoner på påvirkning fra kloakk, og Nesbekken har også svært mye landbruk i nedbørfeltet.

I de fleste prøvepunkter i Haldenvassdraget foreligger hoveddelen av fosformengden på partikulær form (over 50 % PP). Unntaket er Remmenbekken der løst fosfat utgjør 53 % av totalbelastningen, noe som kan tyde på stor belastning fra kloakk eller husdyrgjødsel. Syv av prøvepunktene hadde en høy andel løst fosfat i forhold til TP (20 -53 %), og ni av prøvelokalitetene hadde en konsentrasjon av TKB som tilsvarer en dårlig tilstand. Høye konsentrasjoner av løst fosfat og TKB er tydelige tegn til påvirkning fra avløp.

Overvåkingen i Haldenvassdraget fortsetter fremover i mindre skala (11 prøvepunkt). Dette er viktig for å få kontinuitet i målingene samt for å identifisere eventuelle trender. Det anbefales å prioritere etablering av en ny vannføringsstasjon i vassdraget, ettersom Lierfossen blir nedlagt. Det anbefales videre en ny runde med overvåking av de 30 prøvepunktene (eller et utvalg), etter noe år med tiltaksgjennomføring for å vurdere endringer.

INNLEDNING

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, Hemnessjøen, Rødenessjøen, 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 (Skulberg & 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.

Prøvepunktene som er inkludert i overvåkingen ble i utgangspunktet valgt på bakgrunn av videreføring av tidligere overvåking av bunndyr (Spikkeland 2008). I tillegg ble det valgt ut elver og bekker som drenerte store arealer og/eller areal med mye jordbruk. Lokalisering av prøvepunkt og antall prøvepunkt har variert mellom år i overvåkingsperioden. Overvåkingen som beskrives i denne rapporten vil kunne brukes til å identifisere problemområder og over tid dokumentere trender og eventuelle effekter av tiltak.

METODIKK

Prøvetaking og analyser

I perioden 1. mai 2012 til 1. mai 2015 ble det hentet vannprøver hver 14. dag fra prøvepunktene som inngikk i overvåkingen. I tillegg ble det tatt ekstra prøver under ved høy vannføring ved fire-fem (avhengig av år) av prøvepunktene. Konsentrasjonen av SS og TP varierer mye med vannføring, og uttak av prøver ved høy vannføring er viktig for å få bedre tall for tilførsler, når tilførselsberegningene utføres med slamføringskurven (Skarbøvik et al., 2012). Sammenlignet med kontinuerlige målinger er det knyttet betydelige usikkerheter til bruk av stikkprøver, men kontinuerlig vannføringsproporsjonal prøvetaking er i mange tilfeller for kostbare. Ved prøvetaking ble det registrert vannhøyde, værforhold og eventuelle uvanlige observasjoner.

Vannprøvene ble, der det var mulig, hentet fra midten av bekken/elven ved hjelp av en prøveflaske som ble grundig skylt i bekkevannet. Alle vannprøvene ble analysert for total fosfor (TP) og suspendert stoff (SS). Hver 28. dag ble prøvene også analysert for tilleggs parametere; i perioden 1. mai 2012 – 1. mai 2013 var tilleggs parametere løst fosfat, total nitrogen (TN) og termotolerante koliforme bakterier (TKB), i perioden 1. mai 2013 – 1. mai 2015 var det kun én tilleggs parameter; løst fosfat. Analysene ble gjort av Eurofins i Moss. TKB oppgis i denne rapporten som 90 persentilen, det vil si at 90 % av alle prøvene er lik eller under nivået som oppgis.

Nedbørfelt.

Nedbørfeltene til prøvepunktene ble bestemt ved hjelp av en digital høydemodell (DEM) med 10 meters oppløsning, hentet fra www.norgedigitalt.no. 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.

Prøvepunkter

Lokalisering av prøvepunkt og antall prøvepunkt har variert mellom år i overvåkingsperioden. Totalt er det tatt vannprøver ved 30 prøvepunkt i treårsperioden. Perioder med overvåking for de ulike prøvepunktene er vist i Tabell 1. Prøvetakingsfrekvens har variert mellom lokalitetene på grunn av isdannelse i de minste bekkene, og fordi det ble tatt ekstra flomprøver ved fem lokaliteter.

Tabell 1.a Oversikt over alle prøvepunkt og hvilke år de ble prøvetatt.

Samlet	2012-2013	2013-2014	2014-2015
<i>Nord for Bjørkelangen</i>			
Finstadbekken	x	x	x
Riserelva, Aurskog	x	x*	
Toverudbekken	x	x*	
Lierelva	x	x	
Børta	x	x	x
Haneborgbekken	x	x*	
Skreppestad		x*	x
Ihlebekken	x	x	
<i>Mellom Bjørkelangen og Skulerudsjøen</i>			
Hølandselva, Naddum	x	x*	
Riserelva, Løken**	x	x	x
Gorobekken**	x	x	
Nesbekken**	x	x	x
Dalsroabekken	x	x	
Hafsteinselva**		x	x
Ydernes			x
Korsa	x	x	x
Mjerma	x	x*	
Kragtorpbekken	x	x*	
<i>Fra Fylkesgrensen til Ørje</i>			
Fylkesgrensen	x	x	x
Taraldrudbekken	x	x	
Kinnbekken	x	x	
Gåsebybekken	x	x	x
Østenbyelva	x	x*	
Engerelva	x	x	x
Rødenessjøen, Ørje		x*	x

*ikke prøvetatt hele året. **Flomprøver



Tabell 1.b. Oversikt over alle prøvepunkt og når de ble prøvetatt, 2.

<i>Fra Ørje til Halden</i>			
Bøenselva		x*	x
Gunnengbekken		x*	x
Mellebyelva		x*	x
Remmenbekken**		x*	x
Unnebergbekken**		x*	x
Sum	21	20	17

*ikke prøvetatt hele året. **flomprøver

Tilførselsberegninger

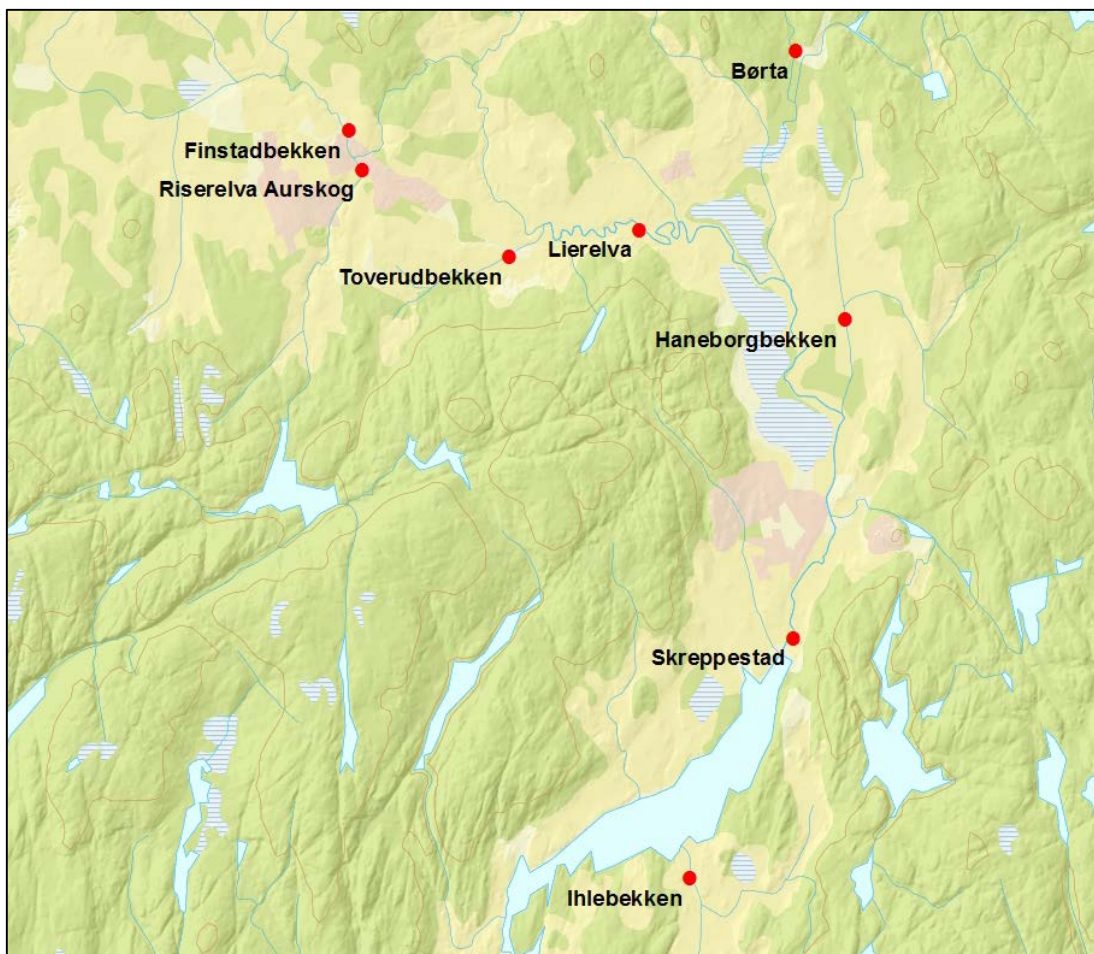
Vannføring er blitt registrert i en hydrologisk stasjon ved Lierfossen (Stasjon 1.200 Lierelv), nord i Haldenvassdraget. Dataene er kontrollert av NVE men det er knyttet usikkerhet til kvaliteten, spesielt ved flom og liten vannføring. Den arealveide vannføringen er brukt i beregningen av næringsstoff- og partikkeltap 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. Vannføring har stor betydning for de beregnede tilførslene. Andelen skog og jordbruk i nedbørfeltet har betydning for intensiteten i avrenningen og mengden avrenning om sommeren. Andre forhold som for eksempel jordsmonn, bart fjell og andelen tette flater og fyllplasser har også betydning for hydrologien. Andelen jordbruksareal i nedbørfeltene som er overvåket i Haldenvassdraget varierer mye, med både høyere og lavere andel jordbruksareal enn Lierelvas nedbørfelt. Disse forholdene fører til usikkerhet i tilførselsberegningene, inkludert det relative forhold mellom tilførsler fra bekkene.

Tap av TP og SS ble beregnet ved lineær interpolasjon av konsentrasjonen av TP og SS i de enkelte vannprøvene. Ekstra flomprøver er ikke inkludert i tapsberegninger. Ved beregning av tap per jordbruksareal er det estimert et tap fra skog og annet areal på 0,025g TP/dekar/mm avrenning og 0 g SS/dekar/mm avrenning.

OVERSIKT OVER PRØVEPUNKTER

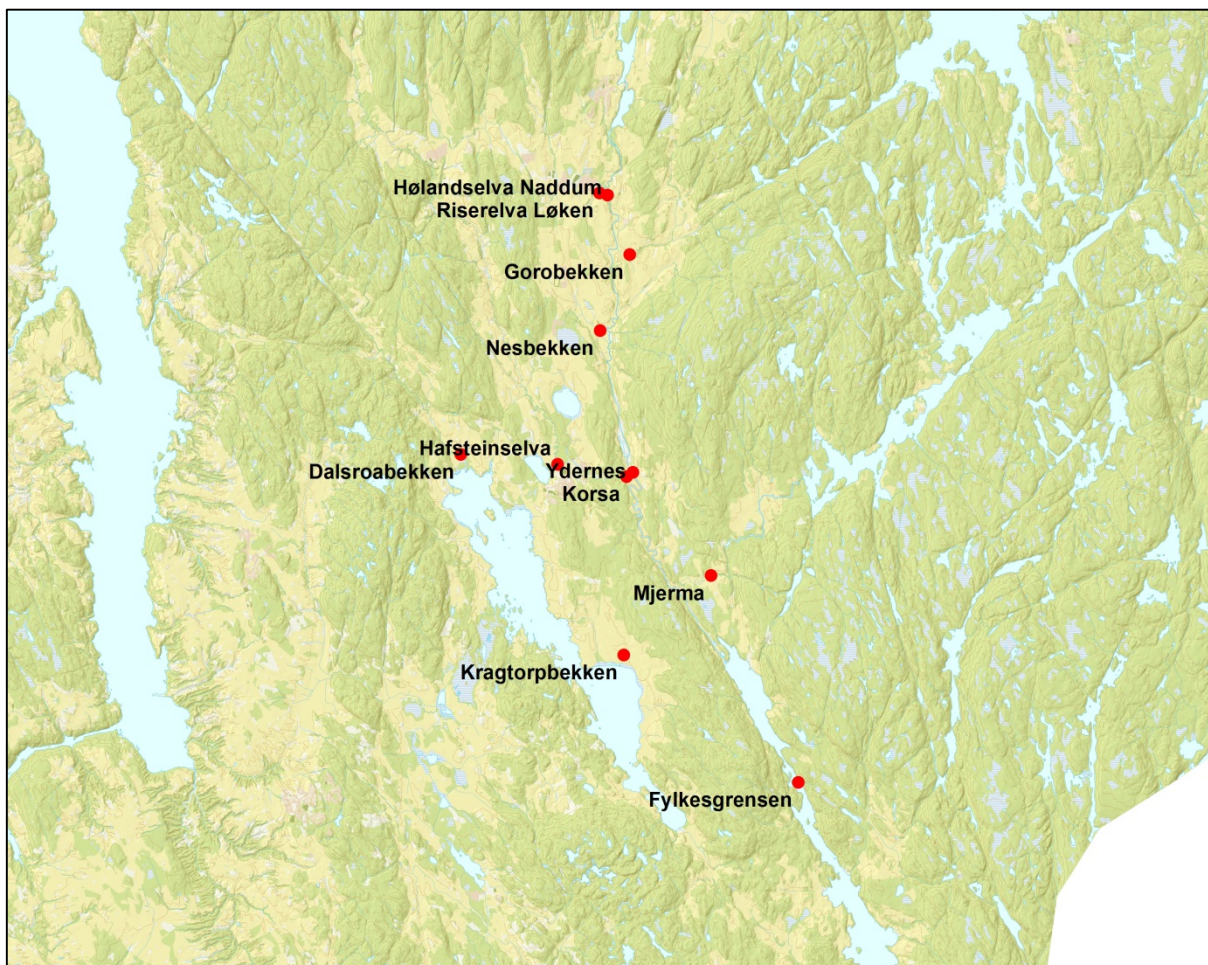
Figur 1-4 gir en oversikt over alle prøvepunkter, med unntak av Rødenessjøen ved Ørje. I Vedlegg 1 er delnedbørfeltet til hver prøvepunkt vist, med arealfordeling og foto (der dette fantes).

Nord for Bjørkelangen



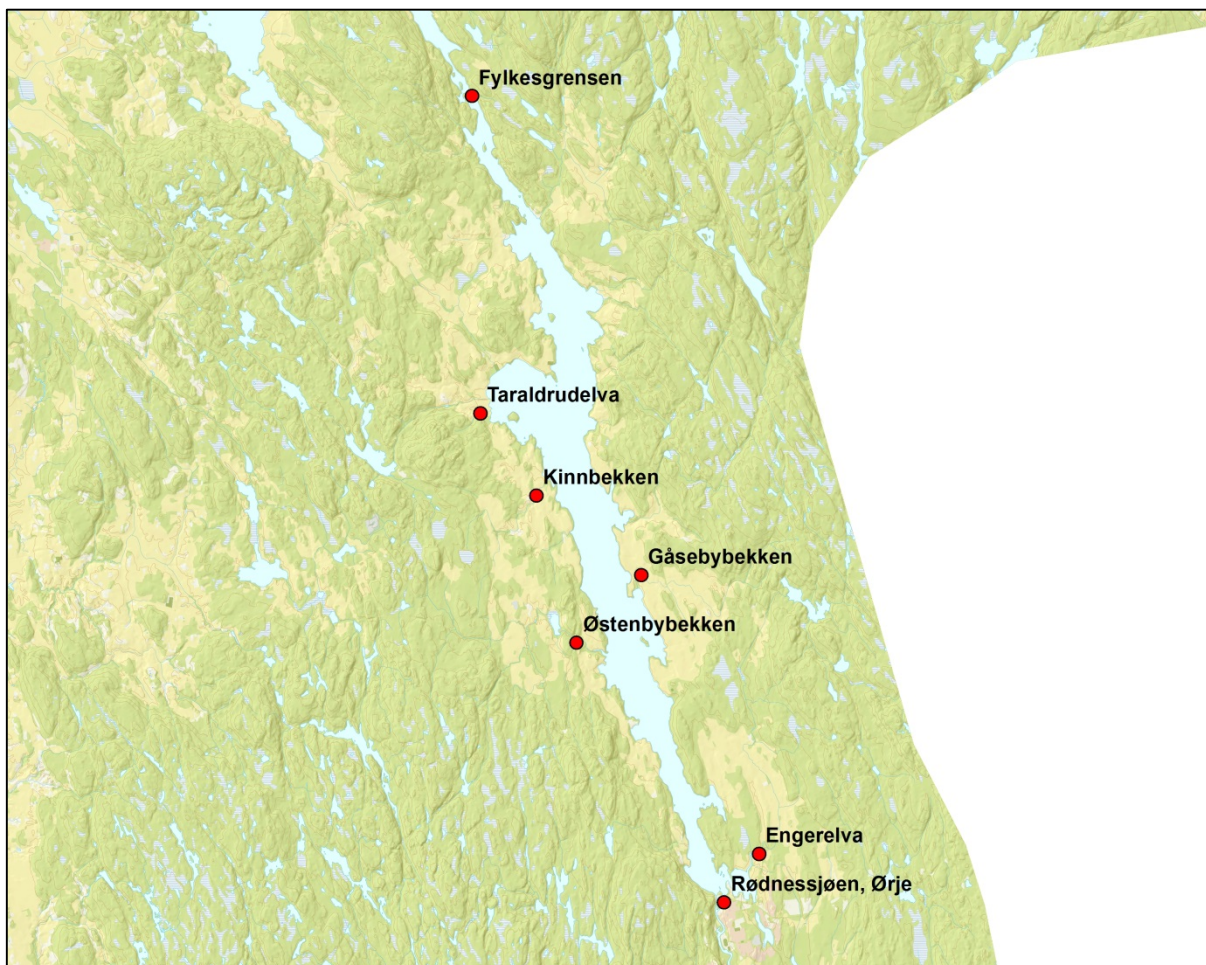
Figur 1. Prøvepunkter nord for Bjørkelangen

Fra Bjørkelangen til Skulerudsjøen



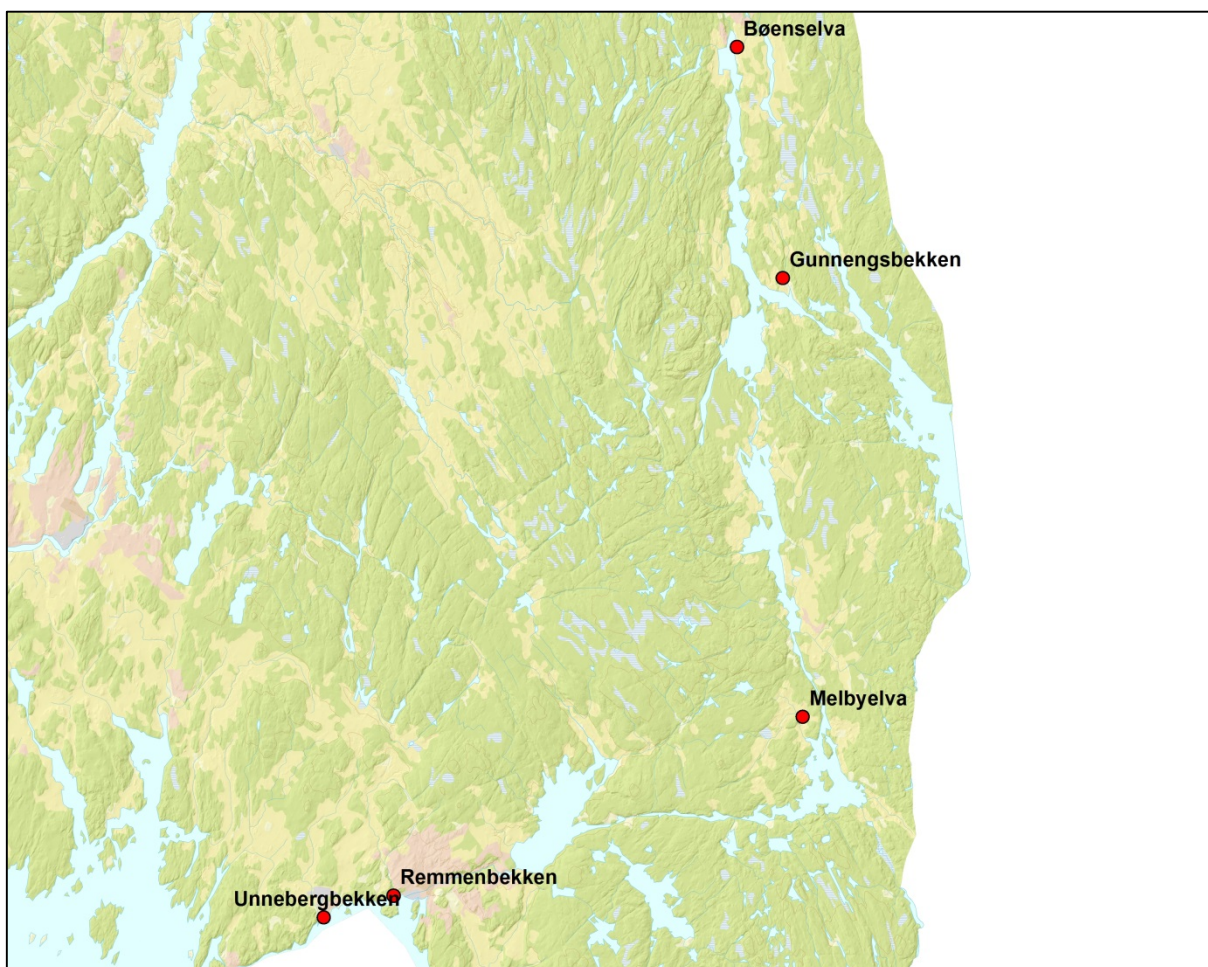
Figur 2. Prøvepunkter fra Bjørkelangen til Skulerudsjøen

Fra Fylkesgrensen til Ørje



Figur 3. Prøvepunkter mellom Fylkesgrensen og Ørje.

Fra Ørje til Halden



Figur 4. Prøvepunkter mellom Ørje og Halden.

Arealfordeling og erosjonsrisiko

I Tabell 2 vises arealfordeling i nedbørfeltene for prøvepunktene som har vært overvåket i Haldenvassdraget i perioden 1.mai 2012 til 1. mai 2015.

Tabell 2 a. Arealfordeling i nedbørfeltene overvåket i Haldenvassdraget.

	Areal (km²)	Dyrka jord (%)	Innmarks- Beite (%)	Bebygd (%)	Samferdsel (%)	Utmark (%)
<i>Nord for Bjørkelangen</i>						
Finstadbekken	32	30	0,3	2,9	1	66
Riserelva, Aurskog	19	8	0,1	2,6	0,7	89
Toverudbekken	6	19	0	0,1	0,7	80
Lierelva	132	15	0,3	1,5	0,7	83
Børta	8	0	0	0,5	0	99
Hølandselva Naddum	285	14	0,3	1,6	0,8	83
Skreppestad	228	13	0,2	1,5	0,7	84
Ihlebekken	12	20	0,5	0,4	1,1	78
<i>Mellom Bjørkelangen og Skulerudsjøen</i>						
Hafsteinselva	68	11	0,6	0,2	0,5	88
Riserelva, Løken	38	21	0,4	2,1	0,7	76
Gorobekken	21	13	0,5	0,1	0,7	85
Nesbekken	4	47	0,2	2,7	1	49
Dalsroabekken	26	10	0,9	0	0,5	89
Haneborgbekken	12	19	0,5	0	0,8	80
Ydernes	365	16	0,4	1,5	0,8	81
Korsa	173	15	0,8	0,4	0,6	83
Mellebyelva	13	17	0,4	0,3	0,8	82
Kragtorpbekken	2	17	1,3	0	0,5	81

Tabell 2 b. Arealfordeling i nedbørfeltene overvåket i Haldenvassdraget.

	Areal (km²)	Dyrka jord (%)	Innmarks- Beite (%)	Bebyggd (%)	Samferdsel (%)	Utmark (%)
<i>Fra Fylkesgrensen til Ørje</i>						
Fylkesgrensen	829	11	0,4	0,8	0,6	87
Taraldrudbekken	11	10	1,5	0	0,5	88
Kinnbekken	4	31	2	0	0,7	67
Gåsebybekken	6	30	0,7	0	0,7	69
Østenbyelva	19	10	0,3	0,1	0,8	19
Engerelva	18	12	0,3	0,1	0,6	87
Rødenessjøen, Ørje	1008	12	0,5	0,7	0,6	87
<i>Fra Ørje til Halden</i>						
Bøenselva	29	21	0	0,2	0	78
Gunnengbekken	4	24	0,8	0	0,7	74
Mjerma	259	2	0,2	0,2	0,5	97
Remmenbekken	19	33	1	8,1	1,7	56
Unnebergbekken	18	33	0,5	2,1	1,2	64

Innhold av fosfor i dyrka mark er basert på tilgjengelige jordanalysetall lokalt og tall fra Jorddatabanken ved Bioforsk (Kværnø, 2011) (Tabell 3). Fra jordanalyser estimeres plantetilgjengelig fosfor (P-AL). P-AL verdiene bør optimalt ligge mellom P-AL 5 og 7 å minimere risiko for utvasking. Det gjennomsnittlige fosforinnholdet i jordbruksjorda er høyt i alle nedbørfeltene. Fordeling av jordbruksarealet i erosjonsrisikoklasser er hentet fra erosjonsrisikokartet fra tidligere Skog og Landskap, nå NIBIO Kart og statistikk. Hafsteinselva, Taraldrudbekken og Kinnbekken har høyest andel av arealet i erosjonsrisikoklasse 4. Unnebergbekken og Ihlebekken skiller seg ut med en høy andel av arealet i erosjonsrisikoklasse 1.

Tabell 3 a. Arealet fordelt på erosjonsrisikoklasser (1,2,3 og 4) og gjennomsnittlig P-AL (mg/100g) i nedbørfeltene overvåket i Haldenvassdraget.

Nedbørfelt	1	2	3	4	Gjennomsnittlig P-AL (mg/100g)
	%	%	%	%	
<i>Nord for Bjørkelangen</i>					
Finstadbekken	27	65	8	1	10,3
Remmenbekken	39	45	13	3	10,8
Toverudbekken	7	63	26	4	9,3
Lierelva	22	66	11	1	9,5
Børtå	-	-	-	-	-
Hølandselva Naddum	24	65	10	1	9,3
Skreppestad	24	66	9	1	10
Ihlebekken	46	45	9	0	8,9
<i>Mellom Bjørkelangen og Skulerudsjøen</i>					
Hafsteinselva	8	46	30	16	8,8
Riserelva, Løken	14	61	19	6	13,1
Gorobekken	4	79	17	0	8,4
Nesbekken	12	68	16	4	11,4
Dalsroabekken	7	61	26	6	10,8
Haneborgbekken	31	64	4	0	10,5
Ydernes	21	65	12	1	9,7
Korsa	15	65	15	5	9,9
Mellebybekken	21	70	8	1	10,9
Kragtorpbekken	2	92	6	0	13,7

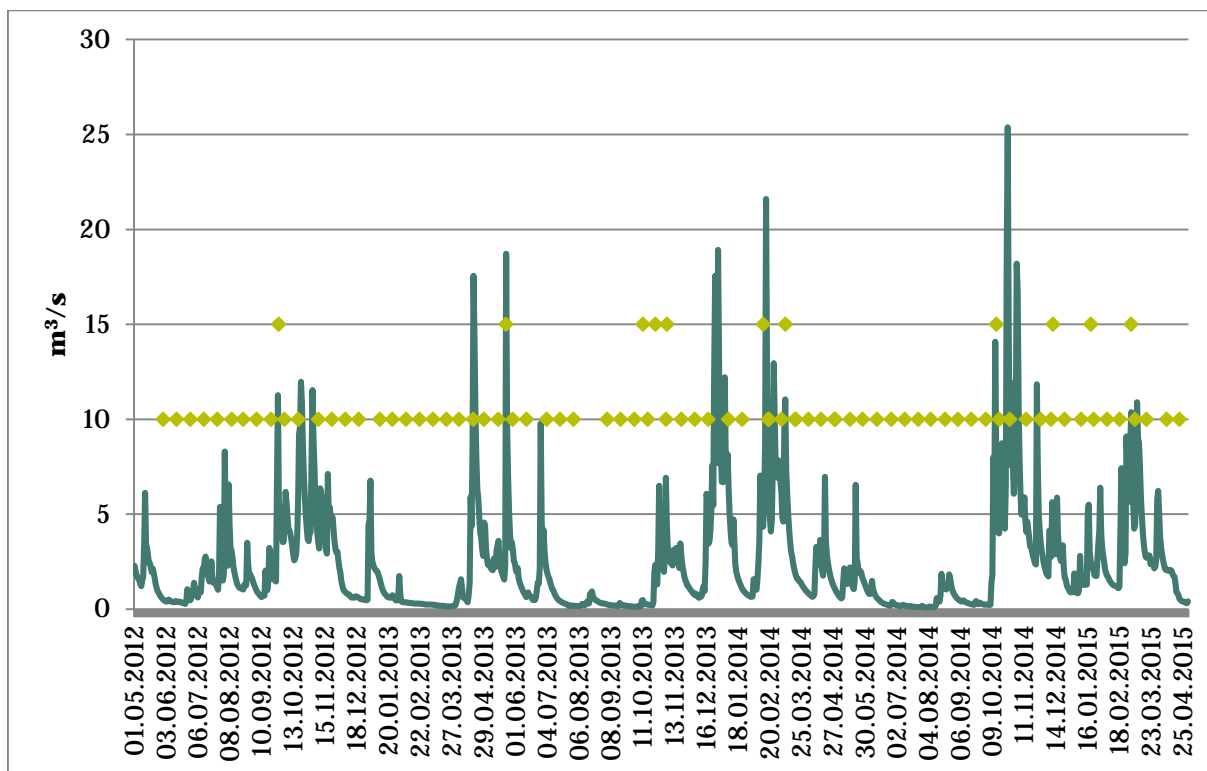
Tabell 3 b. Arealet fordelt på erosjonsrisikoklasser (1,2,3 og 4) og gjennomsnittlig P-AL (mg/100g) i nedbørfeltene overvåket i Haldenvassdraget, 2.

Nedbørfelt	1	2	3	4	Gjennomsnittlig P-AL (mg/100g)
	%	%	%	%	
<i>Fra Fylkesgrensen til Ørje</i>					
Fylkesgrensen	19	66	13	2	13
Taraldrudbekken	10	53	29	9	29
Kinnbekken	3	71	16	9	16
Gåsebybekken	21	70	8	1	8
Østenbyelva	6	84	8	1	8
Engerelva	9	87	3	0	3
Rødenessjøen, Ørje	18	66	13	3	13
<i>Fra Ørje til Halden</i>					
Bøenselva	16	76	7	0	10,1
Gunnengbekken	24	67	8	0	11
Mjerma	13	76	10	1	9,3
Riserelva, Aurskog	14	67	18	1	9,3
Unnebergbekken	60	31	5	3	10,7

METEOROLOGI OG HYDROLOGI

Haldenvassdraget strekker seg over 90 km med elveløp og 60 km med innsjøer og varierer med hensyn til temperatur og nedbør. Gjennomsnittlig årlig normal temperatur i Halden (i sør) er 6,4°C og i Aurskog-Høland (i nord) er 3,3°C. Årlig nedbør ca. 820 mm i sør og ca. 702 mm i nord (www.eklima.no). Meteorologiske data (temperatur og nedbør) for 2012-2015, samt referanseårene 1990-1961, er hentet fra stasjonen i Aurskog- Høland og vist i Tabell 4; stasjonen ligger nord for Bjørkelangen.

Avrenning ved Lierfossen er vist i Figur 5 og i Tabell 5, total avrenning er relativ lik alle tre år (512 – 592 mm). De to siste årene har det derimot vært endel mer nedbør enn i 2012/2013 og i normalperioden; hhv 842 og 847 mm nedbør mot 712 i 2012/2013 og 702 mm i normalperioden. Fordeling gjennom året varierer også, i året 2012/2013 er det relativt mer nedbør i august/september og relativt mindre i februar/mars enn i de andre årene. I 2014 var juli måned svært varm (gjennomsnittlig temperatur var 19 °C), og selv om det kom en del nedbør (70 mm), var det svært lite avrenning (3mm).



Figur 5. Avrenning (m³/s) ved Lierfossen i perioden 1.mai 2012 – 1.mai 2015, samt dato for prøveuttak (lysegrønne firkanter). Hevede prøvedato representerer ekstra flomprøver.

Tabell 4. Temperatur ved stasjonen "Aurskog II" i perioden 1.mai 2012-1.mai 2015 og i referanseperioden 1961-1990. Kilde: met.no

Temp. (°C)				
Periode	1961-1990	12-13	13-14	14-15
mai	9,1	10,8	12,0	10,3
jun.	13,3	12,2	13,9	13,9
jul.	15,2	14,9	16,5	19,0
aug.	13,7	14,5	14,6	14,2
sep.	8,7	9,4	9,6	10,8
okt.	4,9	3,8	6,0	8,3
nov.	-1,6	2,6	0,6	3,4
des.	-6,7	-7,5	1,4	-4,2
jan.	-7,9	-6,9	-3,2	-1,6
feb.	-7,6	-5,9	1,3	-1,4
mar.	-3,6	-5,7	3,1	2,0
Apr.	2,3	3,0	5,7	5,1
Hele året	3,3	3,8	6,8	6,6

Tabell 5. Nedbør ved stasjonen "Aurskog II" i perioden 1.mai 2012-1.mai 2015 og i referanseperioden 1961-1990. Avrenning ved Lierfossen i perioden 1.mai 2011-1.mai 2015. Kilde: met.no

Periode	Nedbør (mm)				Avrenning (mm)		
	1961-1990	12-13	13-14	14-15	12-13	13-14	14-15
mai	47	53	78	92	38	73	33
jun.	56	80	88	35	9	33	10
jul.	70	98	19	70	34	17	3
aug.	80	95	86	138	48	7	14
sep.	75	90	27	35	45	4	7
okt.	77	101	95	158	103	19	128
nov.	71	99	66	87	96	49	116
des.	52	47	122	58	21	99	53
jan.	43	36	61	102	29	72	47
feb.	44	17	100	20	6	108	53
mar.	39	3	40	44	4	74	100
Apr.	48	55	61	11	79	39	29
Hele året	702	717	842	847	512	592	595

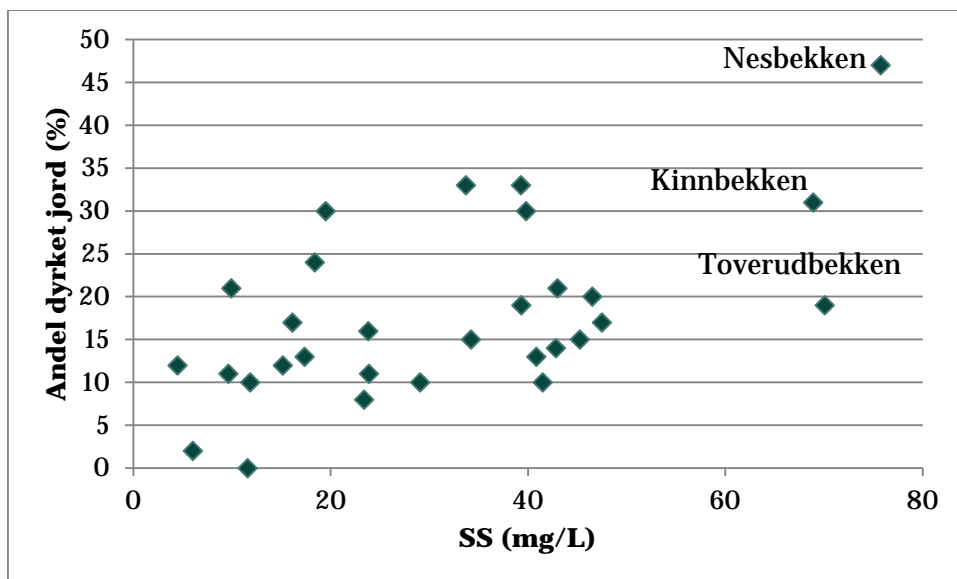
RESULTATER OG DISKUSJON

De små bekkene i Haldenvassdraget har for lite nedbørfelt og avrenning til å kunne klassifiseres etter vannforskriften, som er utarbeidet for større elve- og bekkesystemer. Likevel er klassifiseringssystemet brukt for å vurdere miljøtilstand kvalitativt.

Suspendert stoff

Haldenvassdraget er et leirvassdrag og vannforekomstene inneholder derfor naturlig mye SS. Intensivt jordbruk øker likevel erosjon og i gjennomsnitt i overvåkingen var det en svak sammenheng mellom andel jordbruk i nedbørfeltet og gjennomsnittlig konsentrasjon av SS (Figur 6). I 2014/2015 hadde feltet med 0 % jordbruk (Børta) svært lav konsentrasjon (6 mg/L) mens felt med jordbruk i nedbørfeltet hadde høyere konsentrasjon. Feltet med mest jordbruk (Nesbekken; 47 % jordbruksareal), hadde også høyest konsentrasjon av SS (56 mg/L). SS er ikke et kvalitetselement i vannforskriften, men brukes som en støtteparameter for blant annet å forstå erosjonsmekanismer. Fosfor er sterkt bundet til leirpartikler og stor transport av SS tilsier ofte stor transport av totalfosfor (TP). Mye TP i forhold til SS indikerer større grad av løst fosfor, og dermed større grad av biotilgjengelighet.

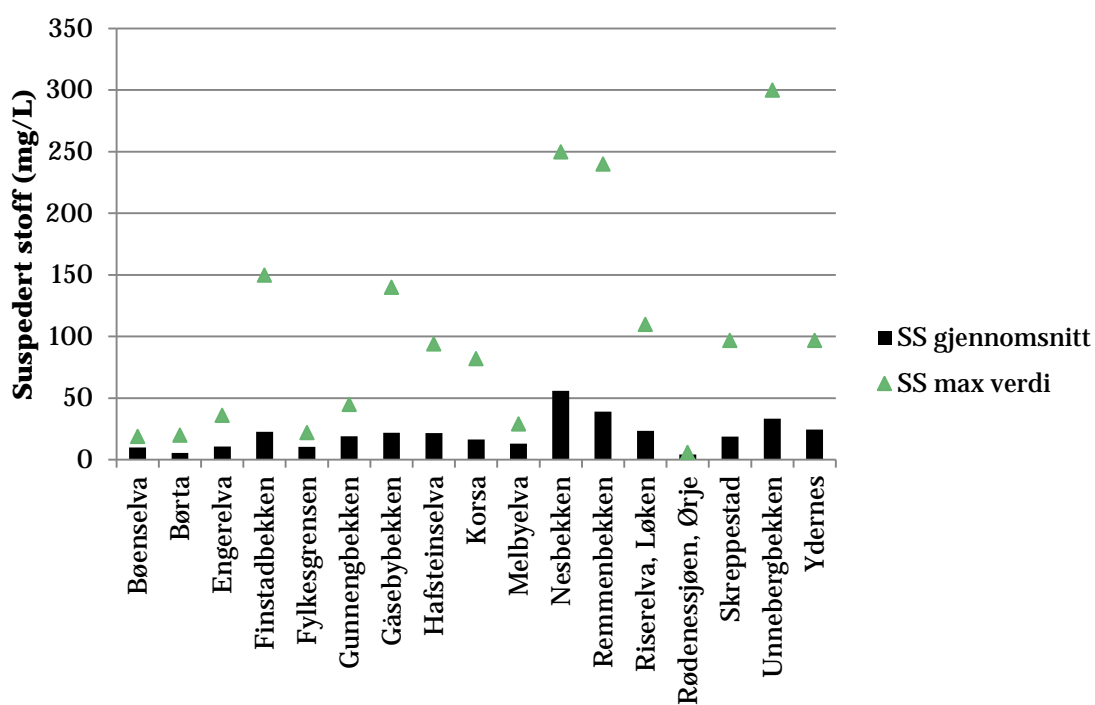
I de fleste prøvepunkt i Haldenvassdraget foreligger hoveddelen av fosformengden på partikulær form (over 50 % PP). Unntaket er Remmenbekken der løst fosfat utgjør 53 % av totalbelastningen, noe som kan tyde på stor belastning fra kloakk eller husdyrgjødsel. For vassdraget som helhet vil derfor erosjonsreducerende tiltak i bekkkanter og i jordbruket være viktig for å redusere fosforbelastningen. I bekker med høy konsentrasjon av SS og lite løst fosfat, som Toverudbekken, Nesbekken og Kinnbekken, kan erosjonshindrende tiltak være kostnadseffektivt.



Figur 6. Sammenheng mellom andel dyrka jord (%) i delnedbørfeltene i Haldenvassdraget og gjennomsnittlig konsentrasjon av SS (mg/L) i overvåkingen i perioden 1.mai 2012 – 1. mai 2015.

Suspendert stoff i 2014/2015

Gjennomsnittlig SS konsentrasjon ved prøvepunktene i Haldenvassdraget varierte mellom 4 mg/L ved Rødenessjøen i Ørje til 56 mg/L i Nesbekken (Figur 7). Flere av prøvepunktene viser stor variasjon mellom maksimum og minimum konsentrasjon av SS. Det var minst variasjon ved Rødenessjøen, Ørje, dette er en stor vannforekomst der flomtoppene blir utjevnet. Størst variasjon var det i Unnebergbekken, Remmenbekken og Nesbekken, og i disse bekkene vil derfor enkeltprøver kunne ha mye å si for gjennomsnittet.



Figur 7. Gjennomsnitt- og maksimums-verdier av suspendert stoff (mg/L) i vannprøvene fra Haldenvassdraget i perioden 1. mai 2014 til 1. mai 2015.

Suspendert stoff i overvåkingsperioden

Tabell 6. viser gjennomsnittlig konsentrasjon av SS i 2012/2013, 2013/2014 og 2014/2015.

Tabell 6 a Gjennomsnittlig konsentrasjon av SS i 2012/2013, 2013/2014 og 2014/2015, 1.

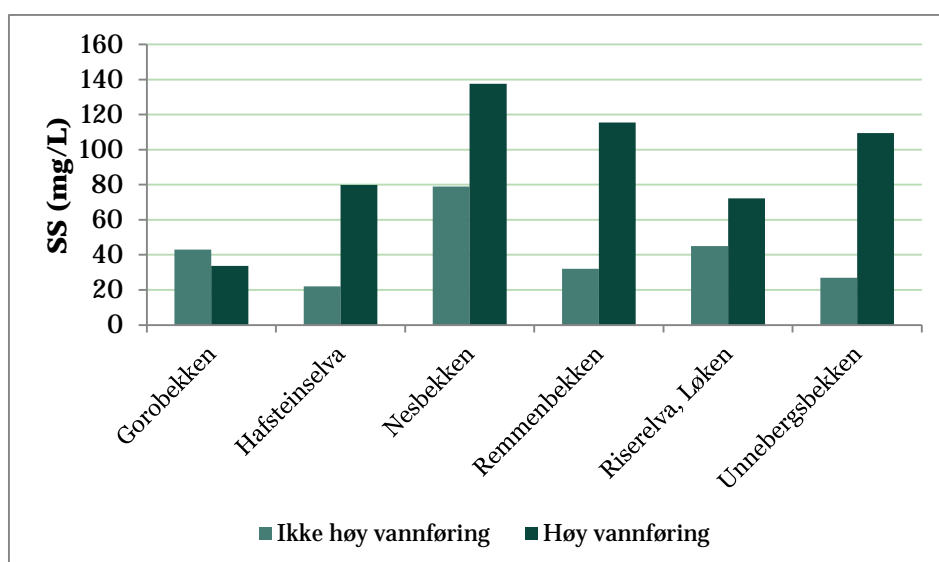
Elv/Bekk	2012/2013	2013/2014	2014/2015	Gjennomsnitt
	SS mg/L	SS mg/L	SS mg/L	2012/2015
<i>Nord for Bjørkelangen</i>				
Finstadbekken	70	31	22	40
Riserelva, Aurskog	17	55		23
Toverudbekken	42	199		70
Lierfossen	35	34		34
Børta	21	9	6	12
Haneborgbekken	39	39		39
Skreppestad		14	19	17
Ihlebekken	57	39	47	47
<i>Mellom Bjørkelangen og Skulerudsjøen</i>				
Hølandselva, Naddum	33	90		43
Riserelva, Løken	70	42	23	43
Gorobekken	56	29		41
Nesbekken	127	54	56	76
Dalsroabekken	29	29		29
Hafsteinselva		22	22	24
Ydernes		19	24	24
Korsa	37	22	16	45
Mjerma	4	16		6
Kragtorp	50	39		48
<i>Fra Fylkesgrensen til Ørje</i>				
Fylkesgrensen	8	11	10	10
Taraldrudbekken	45	39		41
Kinnbekken	69	69		69
Gåsebybekken	21	15	22	20
Østenbyelva	10	20		12
Engerelva	24	13	11	15
Rødenessjøen, Ørje		7	4	4

Tabell 6 b Gjennomsnittlig konsentrasjon av SS i 2012/2013, 2013/2014 og 2014/2015, 2.

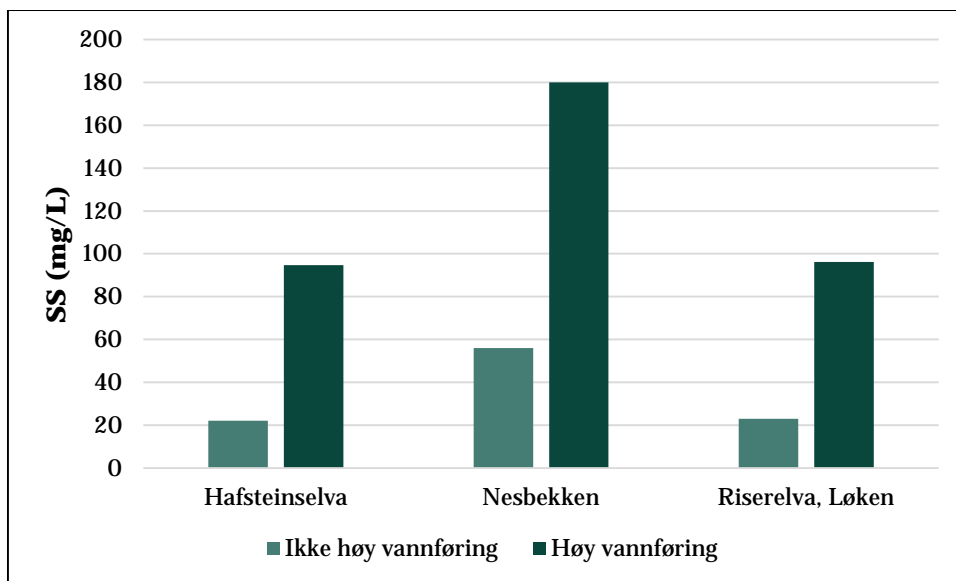
Elv/Bekk	2012/2013 SS mg/L	2013/2014 SS mg/L	2014/2015 SS mg/L	Gjennomsnitt 2012/2015
Fra Ørje til Halden				
Bøenselva		10	10	10
Gunnengbekken		18	19	18
Mellebyelva		21	13	16
Remmenbekken		25	39	39
Unnebergbekken		20	33	34

Suspendert stoff og flomprøver

I årene 2013/2014 og 2014/2015 ble det tatt ut ekstra prøver ved høy vannføring i Haldenvassdraget. Disse prøvene er ikke med i gjennomsnittet presentert tidligere. I 2013/2014 var den gjennomsnittlige konsentrasjonen av SS høyere ved høy vannføring enn gjennomsnittet av prøver tatt ellers i perioden ved alle lokaliteter unntatt ett (Gorobekken) (Figur 8). I 2014/2015 var gjennomsnittet ved høy vannføring høyere ved alle lokaliteter (Figur 9). Konsentrasjonen av SS er gjerne høyere ved høy vannføring fordi nedbør og/eller snøsmelting eroderer partikler som deretter kan transporteres til bekken, samt at bekkeløpserosjonen øker.



Figur 8. Gjennomsnittlig konsentrasjon av SS i 2013/2014 og gjennomsnittlig konsentrasjon av prøver tatt ved høy vannføring (n=5).



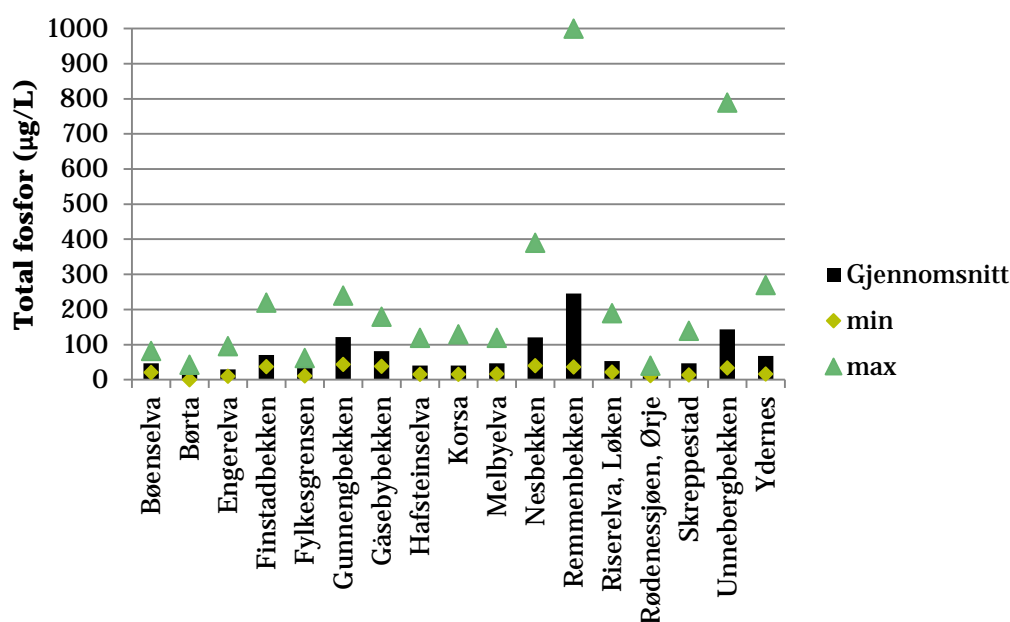
Figur 9. Gjennomsnittlig konsentrasjon av SS i 2014/2015 og gjennomsnittlig konsentrasjon av prøver tatt ved høy vannføring (n=4).

Total fosfor

I Haldenvassdraget er det ikke utført klassifisering av bekkene, vi har derfor tatt utgangspunkt i Veileder 1:2009 og erfaringer fra Morsa vannområdet. I Veileder 1:2009 er stipulert at klassegrensen for et nedbørfelt med om lag 30% leirdekningsgrad er 50 µg/L TP. I Morsa det anslått klassegrenser for TP i bekker til mellom 50 og 60 µg/l. En grense på 50 µg/l er i denne rapporten brukt i alle prøvepunkt uavhengig av leirdekningsgrad og størrelse. I denne rapporten har vi også satt en høyere grense ved 100 µg/L. Denne grensen er ikke definert i vannforskriften og er kun ment som en illustrasjon på høyere verdier. Miljøtilstand til prøvepunkt med en TP konsentrasjon over 100 µg/L er videre betegnet som dårlig.

Total fosfor i 2014/2015

Gjennomsnittlig TP konsentrasjon i prøvepunktene varierte mellom 16 µg/L i Børta til 246 µg/L i Remmenbekken (Figur 10). Gunnengbekken, Nesbekken, Unnebergbekken og Remmenbekken hadde høy gjennomsnittlig konsentrasjon og dårlig miljøtilstand i 2014/2015 (> 100 µg/L). I Nesbekken og Unnebergbekken var det størst forskjell mellom minimum og maksimum konsentrasjon av TP; i disse bekkene vil derfor enkeltprøver ha mye å si for gjennomsnittet.



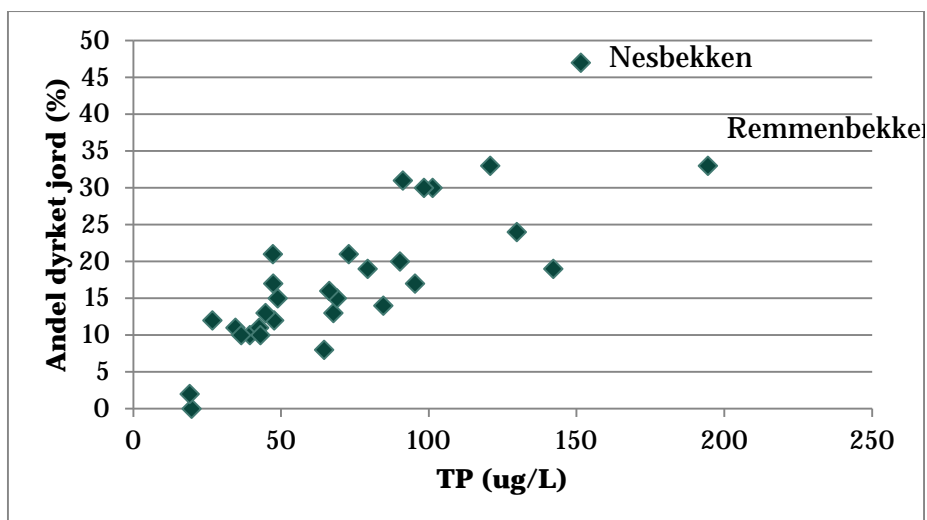
Figur 10. Gjennomsnitt- og maksimums-verdier av total fosfor ($\mu\text{g/L}$) i bekkeprøvene fra Haldenvassdraget i perioden 1. mai 2014 til 1. mai 2015.

Total fosfor i hele overvåkingsperioden

Hovedtendensen i fordelingen av høy og lave gjennomsnittlig konsentrasjon av TP er tilsvarende i alle tre år (Tabell 7). Men i året 2012/2013 viste flere av bekkene en høyere gjennomsnittlig konsentrasjon enn i de senere år. I dette året er det relativt mer nedbør i august/september og relativt mindre i februar/mars enn de andre årene. Det er mulig at nedbør ved innhøstingstid kan skape mer erosjon. Det er lave konsentrasjoner av TP alle år i skogsfeltet Børta, ved Fylkesgrensen, i Mjerma og i Rødenessjøen, Ørje. Store vannforekomster har ofte lavere konsentrasjoner av TP på grunn av fortynning og sedimentering av partikler. De høyeste gjennomsnittlige konsentrasjonene av TP (over $100 \mu\text{g/L}$ over alle tre år) ble funnet i Kragtorpbekken, Finstadbekken, Gunnengbekken, Toverudbekken, Remmenbekken, Unnebergbekken og Nesbekken. Alle disse bekkene har indikasjoner på påvirkning fra kloakk (se kapittel om TKB), og Nesbekken har også svært mye landbruk i nedbørfeltet. I gjennomsnitt over tre år hadde 12 av prøvepunktene i Haldenvassdraget en gjennomsnittlig konsentrasjon av TP under $50 \mu\text{g/L}$, ved 11 prøvepunkt var gjennomsnittlig konsentrasjon mellom 50 og $100 \mu\text{g/L}$ og ved 7 prøvepunkt var gjennomsnittlig konsentrasjon over $100 \mu\text{g/L}$ (Tabell 7).

Det var generelt en god sammenheng mellom andel dyrka jord i nedbørfeltet (Figur 11) og gjennomsnittlig konsentrasjon av TP. Dette er på grunn av økt erosjonsrisiko på jordbruksarealer og fordi jordbruksjord generelt inneholder mer plantetilgjengelig fosfor (Tabell

7). Ulik drift på arealene kan forklare en del av variasjonen i konsentrasjon. Økt menneskelig påvirkning i områder med mye jordbruk i forhold til skog kan også ha betydning.



Figur 11. Sammenheng mellom andel dyrka jord (%) i nedbørfeltene i Haldenvassdraget og gjennomsnittlig konsentrasjon av TP ($\mu\text{g/L}$) i perioden 2012/2015 (1.mai-1.mai).

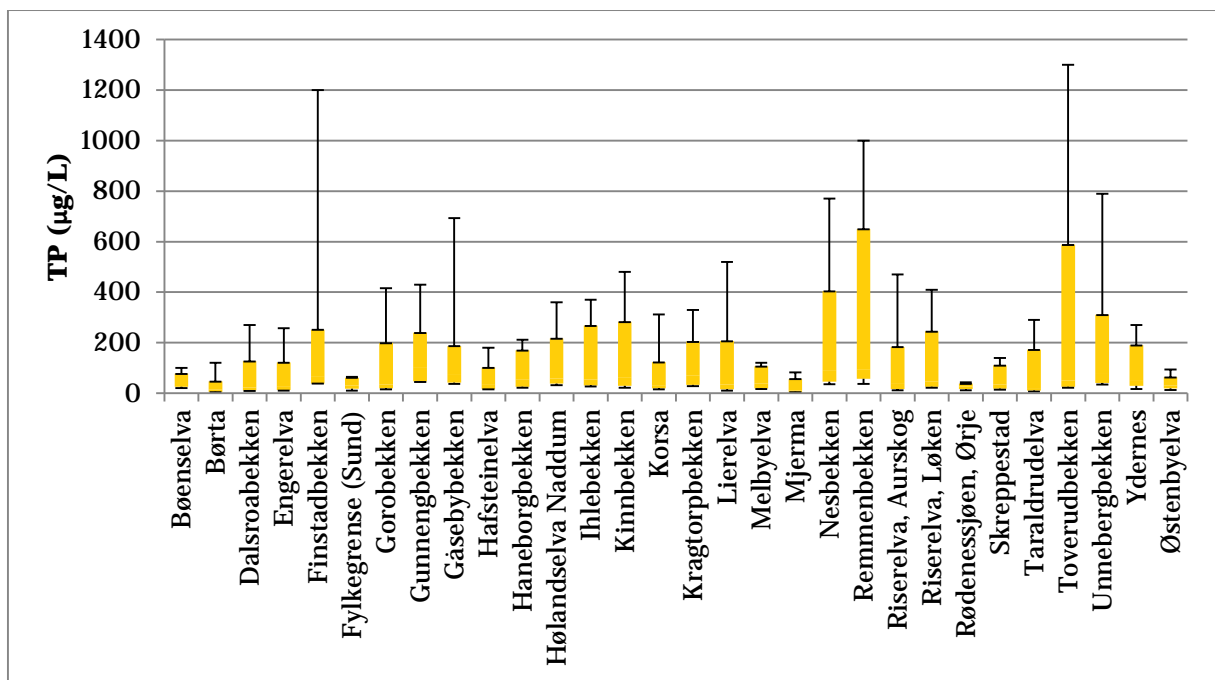
Tabell 7 a. Gjennomsnitt av TP ($\mu\text{g/L}$) i Haldenvassdraget i periodene 2012/2013, 2013/2014 og 2014/2015 (1. mai til 1. mai). Kvalitativ vurdering av miljøtilstand er gitt.

Prøvepunkt	2012/2013	2013/2014	2014/2015	Gjennomsnitt 2012/2015	TP median
	TP $\mu\text{g/L}$	TP $\mu\text{g/L}$	TP $\mu\text{g/L}$	TP $\mu\text{g/L}$	$\mu\text{g/L}$
<i>Nord for Bjørkelangen</i>					
Finstadbekken	160	76	71	101	66
Riserelva, Aurskog	50			50	37
Toverudbekken	140			142	50
Lierelva	70	63		69	34
Børtå	30	17	16	20	14
Haneborgbekken	80			80	46
Skreppestad		35	47	45	35
Ihlebekken	110	79		90	55
<i>Mellom Bjørkelangen og Skulerudsjøen</i>					
Hølandselva, Naddum	80			80	53
Riserelva, Løken	90	74	53	73	34
Gorobekken	80	52		68	52
Nesbekken	190	138	120	152	92
Dalsroabekken	40	37		39	23
Hafsteinselva		39	40	49	33
Ydernes		52	68	66	32
Korsa	60	44	41	61	58
Mjerma	20			20	11
Kragtorpbekken	100			100	72

Tabell 7 b. Gjennomsnitt av TP ($\mu\text{g/L}$) i Haldenvassdraget i periodene 2012/2013, 2013/2014 og 2014/2015 (1. mai til 1. mai). Kvalitativ vurdering av miljøtilstand er gitt.

Fra Fylkesgrensen til Ørje					
Fylkesgrensen	30	36	33	35	31
Taraldrudbekken	50	41		43	20
Kinnbekken	100	79		91	64
Gåsebybekken	130	83	82	98	73
Østenbyelva	40			40	31
Engerelva	80	41	30	48	28
Rødenessjøen, Ørje		35	25	27	28
Fra Ørje til Halden					
Bøenselva		47	47	47	44
Gunnengbekken		138	121	130	100
Mellebyelva		47	47	47	38
Remmenbekken		100	246	194	95
Unnebergbekken		70	143	121	80
	Referansestasjon				
	God tilstand < 50 $\mu\text{g/L}$				
	Moderat tilstand 50 -100 $\mu\text{g/L}$				
	Dårlig tilstand > 100 $\mu\text{g/L}$				

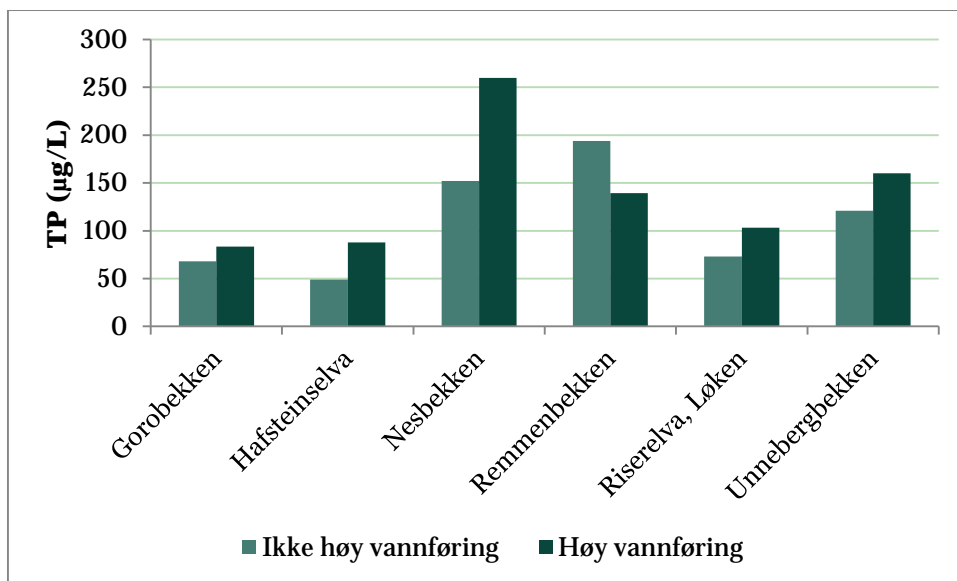
Gjennomsnittlig konsentrasjon av TP kan være svært påvirket av ekstremverdier og i mange prøvepunkt, f.eks Remmenbekken og Toverudbekken, er variasjonen stor (Figur 12). I andre punkt er variasjonen svært liten, f.eks Rødenessjøen, Ørje, Fylkesgrensen og Mjerma. Dette er store vannforekomster der svingninger i vannføring vil være mindre. Median av TP konsentrasjon er i de fleste tilfeller lavere enn gjennomsnittlig konsentrasjon (Tabell 7) Unntaket var ved prøvepunktet Rødenessjøen, Ørje, dette prøvepunktet er ved utløpet av en innsjø og påvirkningen av ekstremverdier vil derfor være mindre. I gjennomsnittet og i medianverdien er ikke flomprøver med, og konsentrasjonen er heller ikke vannføringsveid. Den reelle gjennomsnittlige konsentrasjonen av alt vann som strømmer forbi et gitt punkt avviker derfor sannsynligvis fra både gjennomsnittet og median basert på stikkprøver. I vannforskriften skal likevel vanlig gjennomsnitt brukes.



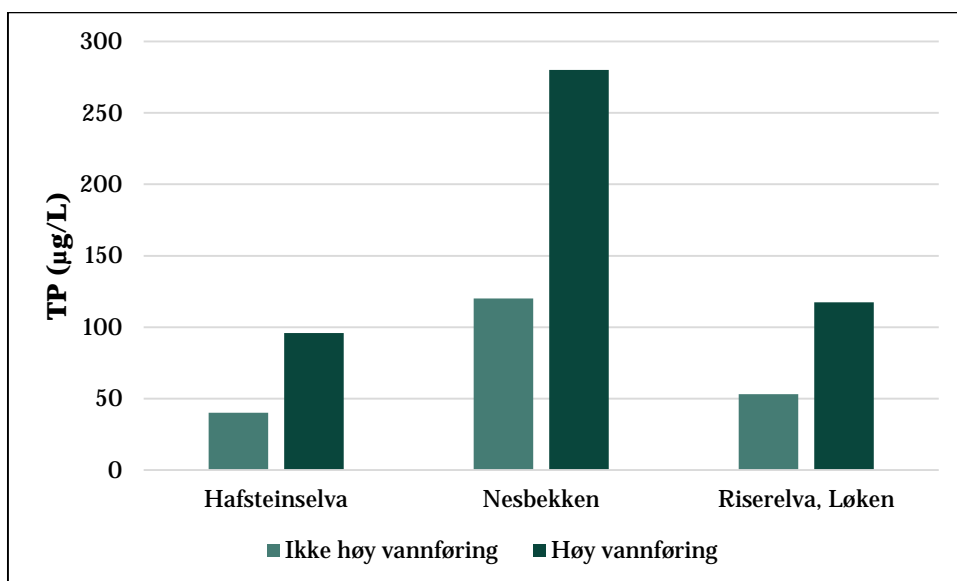
Figur 12. Av prøvene analysert i de ulike prøvepunktene ligger 90 % av TP konsentrasjonene ($\mu\text{g/L}$) innenfor de gule boksene, maksimum og minimumsverdier er vist som streker.

Total fosfor og flomprøver

I årene 2013/2014 og 2014/2015 ble det tatt ut ekstra prøver ved høy vannføring i Haldenvassdraget. Disse prøvene er ikke med i gjennomsnittet presentert tidligere. I 2013/2014 var den gjennomsnittlige konsentrasjonen av TP høyere ved høy vannføring enn gjennomsnittet av prøver tatt ellers i perioden ved alle lokaliteter unntatt ett (Remmenbekken) (Figur 13). I 2014/2015 var gjennomsnittet ved høy vannføring høyere ved alle lokaliteter (Figur 14). Konsentrasjonen av TP øker med høy vannføring fordi konsentrasjonen av SS øker og fordi det er større risiko for overløp fra kloakk-pumpestasjoner. Overløp fra renseanlegg er et betydelig problem i Haldenvassdraget, utslippsregnskap for pumpestasjoners nødoverløp viste i 2013 et utslipp på ca. 90 kg TP fordelt på 25 pumpestasjoner.



Figur 13. Gjennomsnittlig konsentrasjon av TP i 2013/2014 og gjennomsnittlig konsentrasjon av prøver tatt ved høy vannføring (n=5).

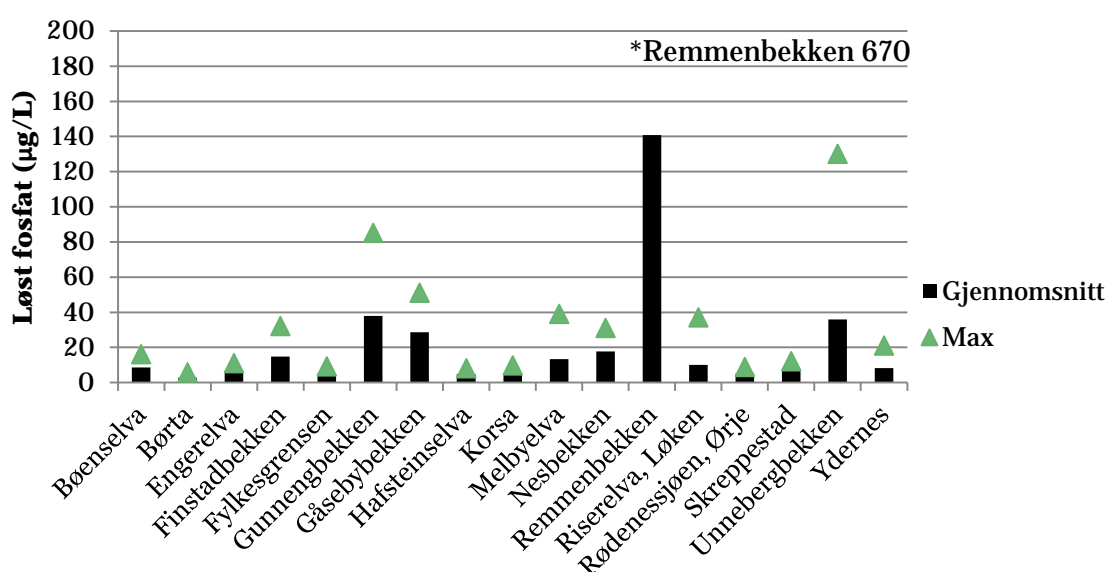


Figur 14. Gjennomsnittlig konsentrasjon av TP i 2014/2015 og gjennomsnittlig konsentrasjon av prøver tatt ved høy vannføring (n=4).

Løst fosfat

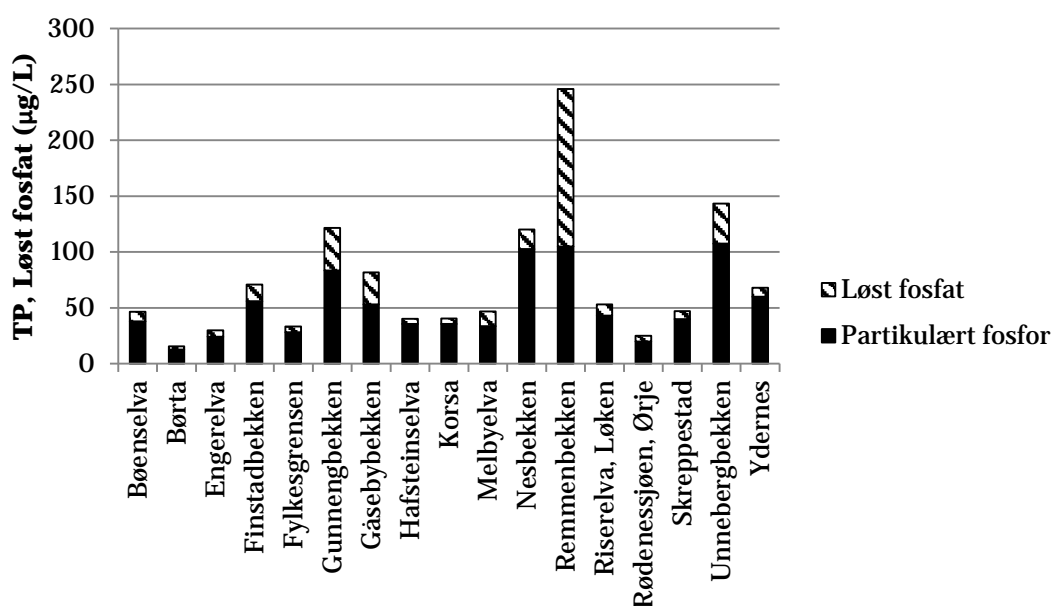
Løst fosfat i 2014/2015

Gjennomsnittlig konsentrasjon av løst fosfat i prøvepunktene i Haldenvassdraget varierte mellom 3 $\mu\text{g/L}$ i Børta til 141 $\mu\text{g/L}$ i Remmenbekken (Figur 15). Unnebergbekken, Gåsebybekken og Gunnengbekken hadde også høy gjennomsnittlig konsentrasjon ($> 20 \mu\text{g/L}$). Forskjellen mellom maksimum og minimum konsentrasjon av løst fosfat var størst i Remmenbekken, Unnebergbekken og Gunnengbekken. Dette kan tyde på enkelte punktutslipp fra avløp i disse bekkene. Det var minst variasjon i skogsfeltet Børta.



Figur 15. Gjennomsnitt- og maksimum-verdier av løst fosfat ($\mu\text{g/L}$) i bekkeprøvene fra Haldenvassdraget i perioden 1. mai 2014 til 1. mai 2015.

Andelen løst fosfat i forhold til totalfosfor varierte fra 12 % i Hafsteinselva og Ydernes til 57 % i Remmenbekken (Figur 16). Ved 7 prøvesteder var andel løst fosfat av TP over 20 % (Rødenessjøen, Ørje, Finstadbekken, Unnebergbekken, Mellebyelva, Gunnengbekken, Gåsebybekken og Remmenbekken).



Figur 16. Gjennomsnitt av partikulært fosfor og løst fosfat ($\mu\text{g/L}$) fra prøvepunktene i Haldenvassdraget i perioden 1. mai 2014 til 1. mai 2015.

Løst fosfat i heleovervåkingsperioden

I Bøenselva, Gunnengbekken, Gåsebybekken, Remmenbekken og Rødenessjøen Ørje var forholdet mellom TP og SS over 4 (Tabell 8). I Bøenselva og Rødenessjøen, Ørje er årsaken sannsynligvis en overvekt av små partikler som kan binde større mengder TP per SS. I Gunnengbekken, Gåsebybekken og Remmenbekken er årsaken høy konsentrasjon av løst fosfat. Disse bekkene, og også Unnebergbekken, Mellebyelva, Engerelva og Kragtorpbekken har en høy andel løst fosfat i forhold til TP (20 -53 %) og sannsynligvis noe kloakkpåvirkning. Høy konsentrasjon av løst fosfat er sannsynligvis påvirkning fra avløp, men kildene til løst fosfat kan også være husdyrhold eller jord med mye tilgjengelig fosfor (høy P-AL tall). Gjødelsespredning før en regneperiode kan ha betydning for enkeltverdier.

Tabell 8 a. Gjennomsnitt og median av TP ($\mu\text{g/L}$), TP/SS, løst fosfat ($\mu\text{g/L}$) samt andel løst fosfat av TP i vannprøvene i Haldenvassdraget i perioden 1. mai 2012 til 1. mai 2015. Kvalitativ vurdering av miljøtilstand er gitt, forklaring er gitt under.

Prøvepunkt	TP $\mu\text{g/L}$	Løst fosfat $\mu\text{g/L}$	TP/SS	Løst fosfat/TP %
Nord for Bjørkelangen				
Finstadbekken	101	15	2,5	15 %
Riserelva, Aurskog	50	9	2,8	14 %
Toverudbekken	142	9	2	6 %
Lierelva	69	8	2	12 %
Børta	20	3	1,7	13 %
Haneborgbekken	80	8	2	10 %
Skreppestad	45	7	2,6	15 %
Ihlebekken	90	10	1,9	11 %
Mellom Bjørkelangen og Skulerudsjøen				
Hølandselva Naddum	80	9	2	11 %
Riserelva, Løken	73	10	1,7	14 %
Gorobekken	68	7	1,7	11 %
Nesbekken	152	19	2	13 %
Dalsroabekken	39	4	1,4	10 %
Hafsteinelva	49	5	1,8	12 %
Ydernes	66	8	2,8	12 %
Korsa	61	6	1,1	12 %
Mjerma	20	3	3,2	16 %
Kragtorpbekken	100	23	2	24 %

Tabell 8 b. Gjennomsnitt og median av TP ($\mu\text{g/L}$), TP/SS, løst fosfat ($\mu\text{g/L}$) samt andel løst fosfat av TP i vannprøvene i Haldenvassdraget i perioden 1. mai 2012 til 1. mai 2015. Kvalitativ vurdering av miljøtilstand er gitt, forklaring finnes i Tabell 7.4.

Prøvepunkt	TP $\mu\text{g/L}$	Løst fosfat $\mu\text{g/L}$	TP/SS	Løst fosfat/TP %
<i>Fra Fylkesgrensen til Ørje</i>				
Fylkegrense (Sund)	35	5	3,6	15 %
Taraldrudelva	43	5	1	11 %
Kinnbekken	91	11	1,3	12 %
Gåsebybekken	98	40	5	41 %
Østenbyelva	40	5	3,1	13 %
Engerelva	48	10	3,1	22 %
Rødenessjøen, Ørje	27	6	6	21 %
<i>Fra Ørje til Halden</i>				
Bøenselva	47	9	4,8	20 %
Gunnengbekken	130	44	7,1	34 %
Mellebyelva	47	12	2,9	26 %
Remmenbekken	194	103	4,9	53 %
Unnebergbekken	121	31	3,6	25 %

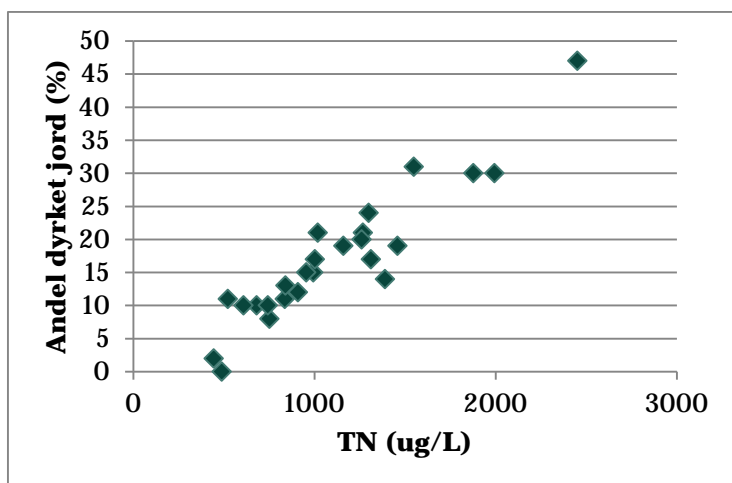
Tabell 8. Forklaring.

	Referansestasjon		TP/SS < 4, Løst fosfat < 20 $\mu\text{g/l}$,
	God tilstand < 50 $\mu\text{g/L}$		Løst fosfat/TP < 20 %
	Moderat tilstand 50 -100 $\mu\text{g/L}$		TP/SS > 4, Løst fosfat > 20 $\mu\text{g/l}$,
	Dårlig tilstand > 100 $\mu\text{g/L}$		Løst fosfat/TP > 20 %

Total nitrogen

I følge veileder 01:2009 er naturtilstanden for TN i leirvassdrag i området 200 - 600 µg/L, avhengig av jordtype og vegetasjonstype. Dette stemmer bra med konsentrasjonen av TN på 488 µg/L funnet i skogsfeltet Børta i Haldenvassdraget. Grensen mellom god og moderat tilstand i veileder 01:2009 er satt til mellom 500 og 1000 µg/L avhengig av jordtype og vegetasjonstype. Ut fra konsentrasjonen i Børta er referansetilstanden i Haldenvassdraget satt til 500 µg/L. Dette er ikke nødvendigvis riktig for alle prøvesteder, men danner grunnlag for en vurdering. Grensen mellom god og moderat i denne rapporten er satt til 1000 µg/L basert på skjønn.

Ut fra kriteriene ovenfor er konsentrasjonen i Børta og Mjerma tilnærmet lik naturtilstand (444 og 488 µg/L). I ti av prøvepunktene er tilstanden vurdert til god, og i tretten prøvepunkt er tilstanden vurdert til moderat (Tabell 9). Den høyeste gjennomsnittlige konsentrasjonen ble funnet i Nesbekken (2452 µg/L). Også for TN er det en god sammenheng mellom andel dyrket jord i nedbørsfeltet og gjennomsnittlig konsentrasjon av TN (Figur 17). Høye nitrogenkonsentrasjoner kan skyldes kloakk eller høy tilførsel av gjødsel, gjerne i kombinasjon med manglende/dårlig plantedekke til å ta opp nitrogenet. Nedbrytning av plantematerialet og nitrogenmineralisering i jorden er andre årsaker. Redusert nitrogen gjødsling og tilpassede spredemetoder av gjødsel er eksempler på tiltak mot nitrogenavrenning.



Figur 17. Sammenheng mellom andel dyrka jord (%) i nedbørsfeltene i Haldenvassdraget og gjennomsnittlig konsentrasjon av TN (µg/L) i perioden 2012/2014 (1.mai-1.mai).

Tabell 9. Gjennomsnittlig konsentrasjon av TN ($\mu\text{g/L}$) i 2012/2013 og kvalitativ vurdering av miljøtilstand.

Prøvepunkt	TN ($\mu\text{g/L}$)
<i>Nord for Bjørkelangen</i>	
Finstadbekken	1878
Riserelva, Aurskog	751
Toverudbekken	1160
Lierelva	956
Børtå	488
Haneborgbekken	1459
Ihlebekken	1261
<i>Mellom Bjørkelangen og Skulerudsjøen</i>	
Hølandselva Naddum	1390
Riserelva, Løken	1019
Gorobekken	841
Nesbekken	2452
Dalsroabekken	681
Hafsteinelva	523
Korsa	994
Mjerma	444
Kragtorpbekken	1311
<i>Fra Fylkesgrensen til Ørje</i>	
Fylkegrense (Sund)	836
Taraldrudelva	609
Kinnbekken	1549
Gåsebybekken	1994
Østenbyelva	742
Engerelva	908

Prøvepunkt	TN ($\mu\text{g/L}$)
<i>Fra ørje til Halden</i>	
Bøenselva	1268
Gunnengbekken	1300
Mellebyelva	1003

	Naturtilstand	0-500 $\mu\text{g/L}$
	God tilstand	500-1000 $\mu\text{g/L}$
	Moderat tilstand	>1000 $\mu\text{g/L}$

Termotolerante koliforme bakterier.

Miljøtilstand for TKB er vurdert etter veileder SFT 97:04. Grenseverdiene i denne veilederen er ikke justert etter vanntype, og 90 persentil av TKB skal brukes i vurderingen. Basert på dette er det bare fylkesgrensen som har tilstanden god (<50 cfu/100 ml). I to prøvепunkt er tilstanden satt til mindre god (50- 200 cfu/100 ml), blant disse er Børta som skal være en referansestasjon (Tabell 10). Dette tyder enten på at klassegrensene er for strenge, eller at det i Børta er påvirkning fra avløp eller husdyrhold. I ni prøvепunkt er tilstanden satt til dårlig (200-1000 cfu/100 ml) og i femten prøvепunkt er tilstanden satt til meget dårlig (> 1000 TKB). Prøvепunkt med tilstand meget dårlig for parameteren TKB har tydelig tegn til påvirkning fra avløp. Gunnengbekken hadde høy konsentrasjon av løst fosfat, men relativ lav verdi av TKB, dette indikerer at fosforet kan stamme fra gjødselbruk i dette området.

Tabell 10 a. 90 persentil av TKB (cfu/100 ml) i 2012/2013 (Remmenbekken og Unnebergbekken er også prøvetatt i 2014) og kvalitativ vurdering av miljøtilstand.

Prøvепunkt	TKB 90 persentil		
Nord for Bjørkelangen			
Finstadbekken	1540		
Riserelva, Aurskog	3600		
Toverudbekken	770		
Lierelva	2760		
Børta	96		
Haneborgbekken	860		
Ihlebekken	1490		
Fra Bjørkelangen til Skulerudsjøen			
Hølandselva Naddum	1980		
Riserelva, Løken	2050		
Gorobekken	2220		
Nesbekken	1560		
Dalsroabekken	820		
Hafsteinelva	319		
Korsa	430		
Mjerma	320		
Kragtorpbekken	5300		

	Meget god	> 5
	God	5-50
	Mindre god	50-200
	Dårlig	200-1000
	Meget Dårlig	> 1000

Tabell 10 b. 90 persentil av TKB (cfu/100 ml) i 2012/2013 (Remmenbekken og Unnebergbekken er også prøvetatt i 2014) og kvalitativ vurdering av miljøtilstand.

Prøvepunkt	TKB 90 persentil
<i>Fra Fylkesgrensen til ørje</i>	
Fylkegrense (Sund)	33
Taraldrudelva	800
Kinnbekken	1700
Gåsebybekken	2010
Østenbyelva	480
Engerelva	5100
<i>Fra Ørje til Halden</i>	
Bøenselva	680
Gunnengbekken	176
Mellebyelva	1420
Remmenbekken	15000
Unnebergbekken	1100

Vannføringsjusterte tap av SS og TP

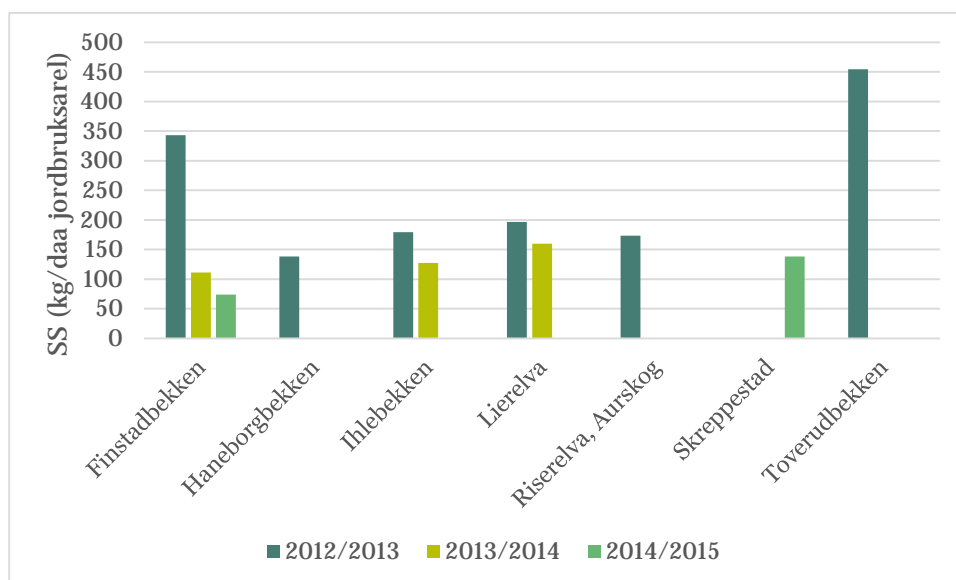
Areal spesifikk transport viser hvor mye næringsstoffer og partikler som genereres per arealenhet i hvert av nedbørfeltene. Denne beregnes som transport dividert på totalt areal eller jordbruksareal oppstrøms prøvetakingsstedet. Variasjon i vannføring er oftest den viktigste årsaken til variasjoner i tilførsler av både TP og SS. Det er derfor av interesse å kunne sammenligne tilførsler fra år til år som om vannføringen ikke hadde endret seg, dvs. i et år med «normal vannføring». For enkelthetens skyld er det antatt at transporten øker lineært, men det er viktig å huske at transporten av de ulike stoffene ikke nødvendigvis øker lineært med økende vannføring, men kan like gjerne øke eksponentielt, særlig i vassdrag med raviner og hvor kildematerialet lett eroderes ved høye vannføringer. Verdiene er altså kun justert lineært for vannføring. Dette vil likevel gi et med «utjevnet» resultat enn de målte verdiene, noe som dermed vil gjøre det enklere å vurdere variasjoner i tilførsler som kan skyldes andre faktorer enn vannføring.

Areal spesifikk transport av SS og TP per jordbruksareal i alle år er vist i Figur 18-25. Transporten er relativt stabil fra år til år i noen stasjoner, mens den varierer mer i andre.

Variasjoner kan være knyttet til tiltaksgjennomføring i delnedbørfelter, bekkerosjon eller anleggsvirksomhet med påfølgende økt erosjon.

Nord for Bjørkelangen

Nord for Bjørkelangen er det bare Finstadbekken som er prøvetatt alle tre år, i tillegg er fire prøvepunkt prøvetatt bare et år, og dette gjør sammenligning mellom år vanskelig. I året 2012/2013 skiller Finstadbekken og Toverudbekken seg ut med høye tap av både TP og SS, i Finstadbekken er det derimot lave tap de etterfølgende år som tilsier spesielle forhold i 2012/2013, f.eks bekkerosjon eller anleggsarbeid med påfølgende erosjon. I året 2013/2014 har Lierelva og Ihlebekken høyest tap av SS og TP pr. arealenhet (Figur 18 og 19).



Figur 18. Tap av suspendert stoff (kg/daa jordbruksareal) i årene 2012/2013, 2013/2014 og 2014/2015 i prøvepunktene nord for Bjørkelangen.



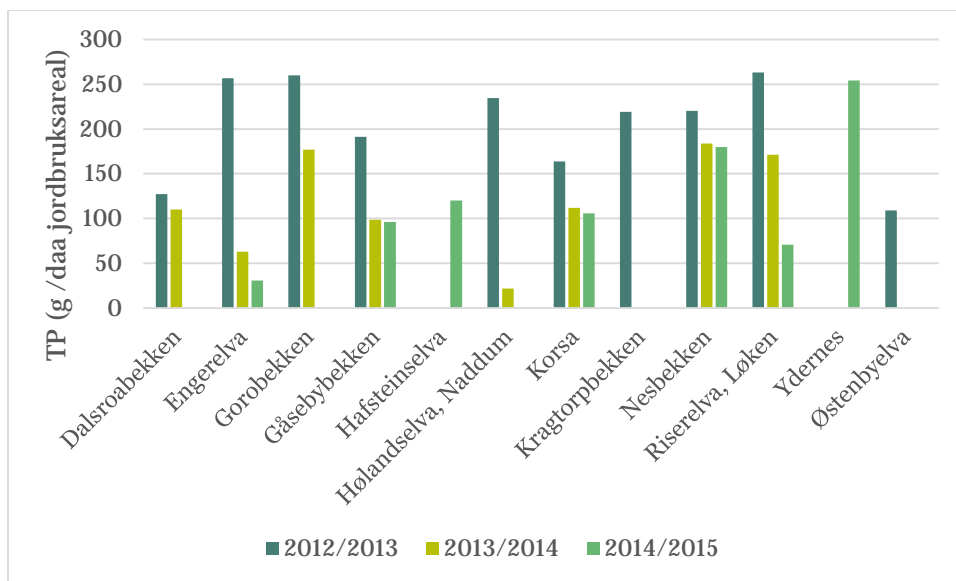
Figur 19. Tap av total fosfor (g/daa jordbruksareal) i årene 2012/2013, 2013/2014 og 2014/2015 i prøvepunktene nord for Bjørkelangen.

Fra Bjørkelangen til Skulerudsjøen

I 2012/2013 har Riserelva, Løken og Gorobekken høyest arealspesifikt tap av SS og TP. I 2013/2014 har Gorobekken høyest arealspesifikt tap av SS og Nesbekken høyest arealspesifikt tap av TP. I 2014/2015 har Hafsteinselva høyest arealspesifikt tap av SS og Ydernes høyest arealspesifikt tap av TP (Figur 20 og 21).



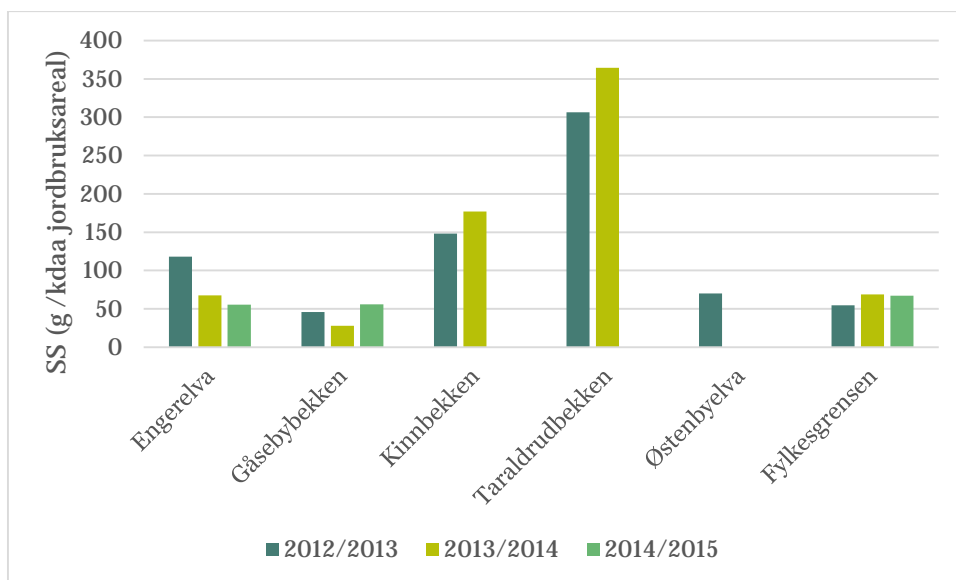
Figur 20. Tap av suspendert stoff (kg/daa jordbruksareal) i årene 2012/2013, 2013/2014 og 2014/2015 i prøvepunktene fra Bjørkelangen til Skulerudsjøen.



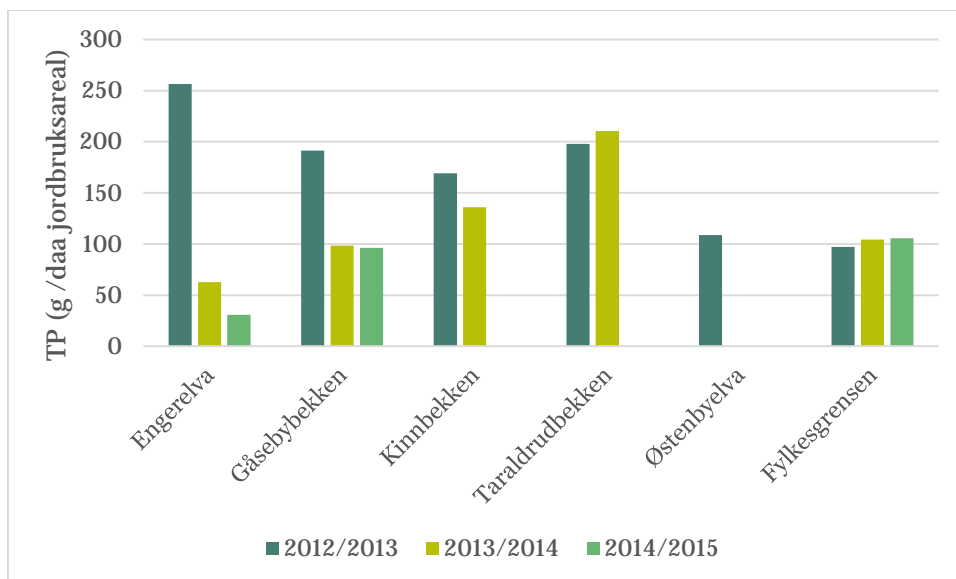
Figur 21. Tap av total fosfor (g/daa jordbruksareal) i årene 2012/2013, 2013/2014 og 2014/2015 i prøvepunktene fra Bjørkelangen til Skulerudsjøen.

Fra Fylkesgrensen til Ørje

I 2012/2013 har Taraldrudbekken høyest arealspesifikt tap av SS, og Engerelva høyest arealspesifikt tap av TP. I 2013/2014 har også Taraldrudbekken høyest arealspesifikt tap av SS og TP. I 2014/2015 ble bare Gåsebybekken og Engerelva prøvetatt, tapet av SS var nesten likt mellom disse punktene, men Gåsebybekken hadde vesentlig høyere tap av TP (Figur 22 og 23).



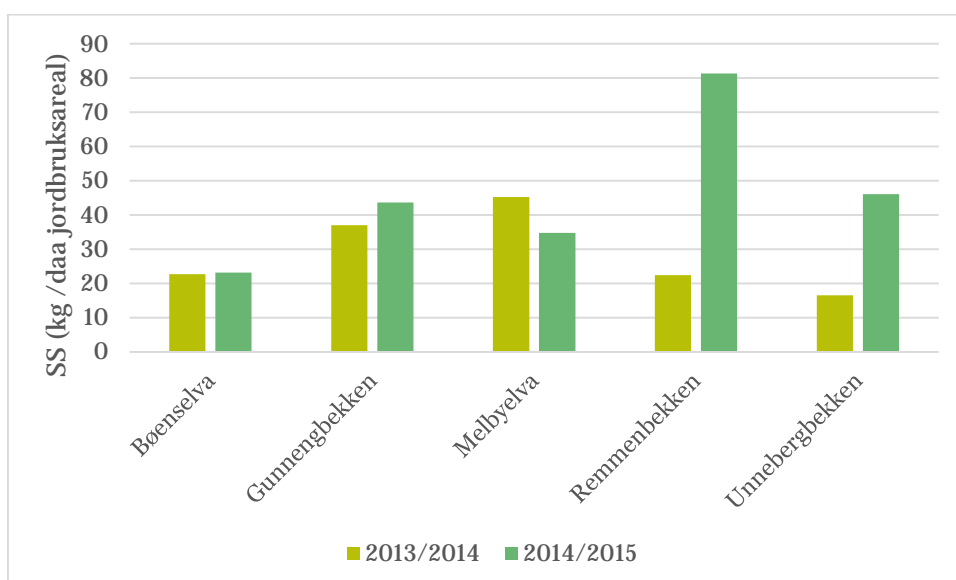
Figur 22. Tap av suspendert stoff (kg/daa jordbruksareal) i årene 2012/2013, 2013/2014 og 2014/2015 i prøvepunktene fra Fylkesgrensen til Ørje.



Figur 23. Tap av total fosfor (g/daa jordbruksareal) i årene 2012/2013, 2013/2014 og 2014/2015 i prøvepunktene fra Fylkesgrensen til Ørje.

Fra Ørje til Halden

I 2013/2014 har Mellebyelva høyest arealspesifikt tap av SS og Gunnengbekken har høyest arealspesifikt tap av TP. I 2014/2015 har Remmenbekken høyest arealspesifikt tap av SS og Gunnengbekken har høyest arealspesifikt tap av TP (Figur 24 og 25).



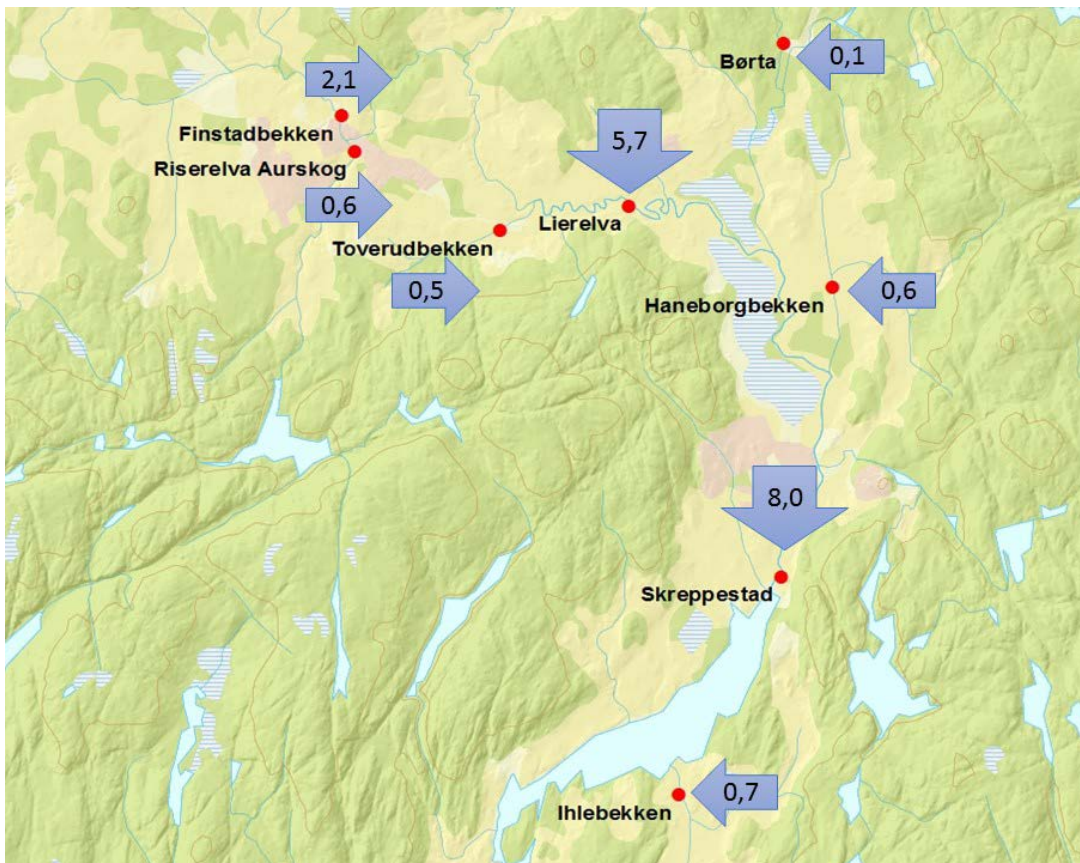
Figur 24. Tap av suspendert stoff (kg/daa jordbruksareal) i årene 2012/2013, 2013/2014 og 2014/2015 i prøvepunktene fra Ørje til Halden.



Figur 25. Tap av total fosfor (g/daa jordbruksareal) i årene 2012/2013, 2013/2014 og 2014/2015 i prøvepunktene fra Ørje til Halden.

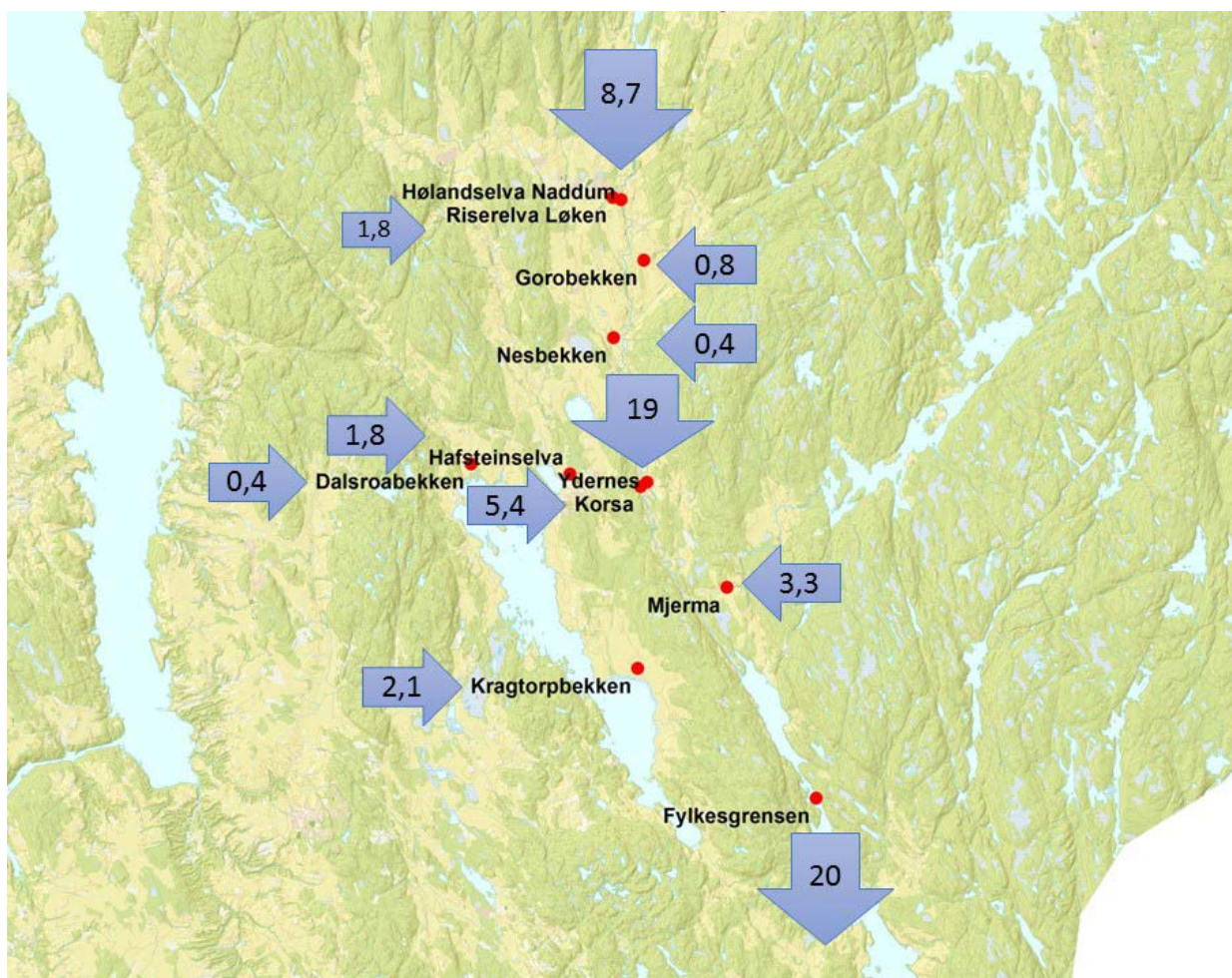
Fosforbudsjett Nord for Bjørkelangen

I figur 26-29 vises fosforbudsjett for Haldenvassdraget. Alle tall er oppgitt i tonn TP og tilsvarer mengde TP som ble transportert gjennom prøvepunktet i gjennomsnitt over hele overvåkingsperioden. Transporten er vannføringsjustert. På grunn av lav tidsoppløsning i prøvetakingen, usikkerheter med tanke på vannføring og siden prøvepunktene er prøvetatt forskjellig, vil denne oversikten kun gi et grovt bilde av transporten.



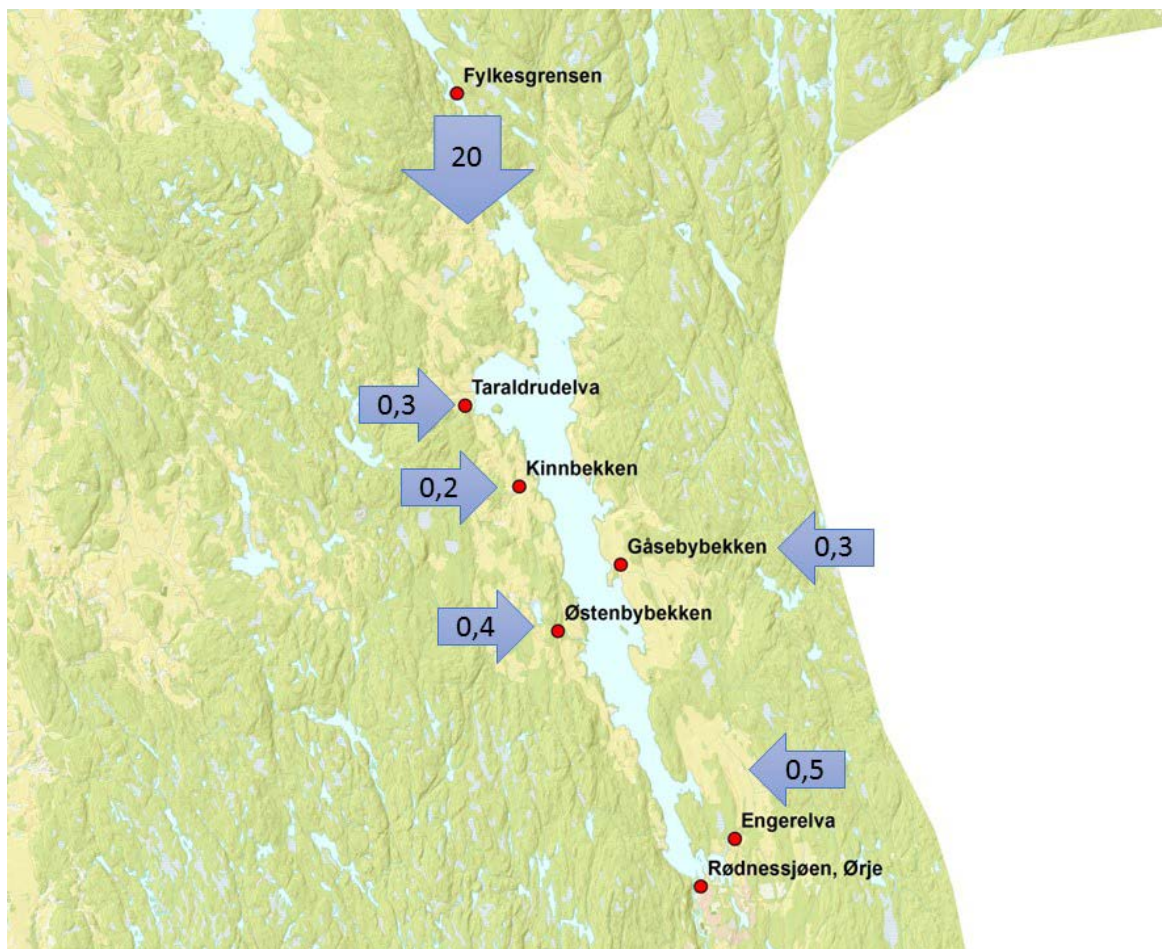
Figur 26. Fosforbudsjett (tonn TP) i prøvepunkter nord for Bjørkelangen

Fosforbudsjett fra Bjørkelangen til Skulerudsjøen



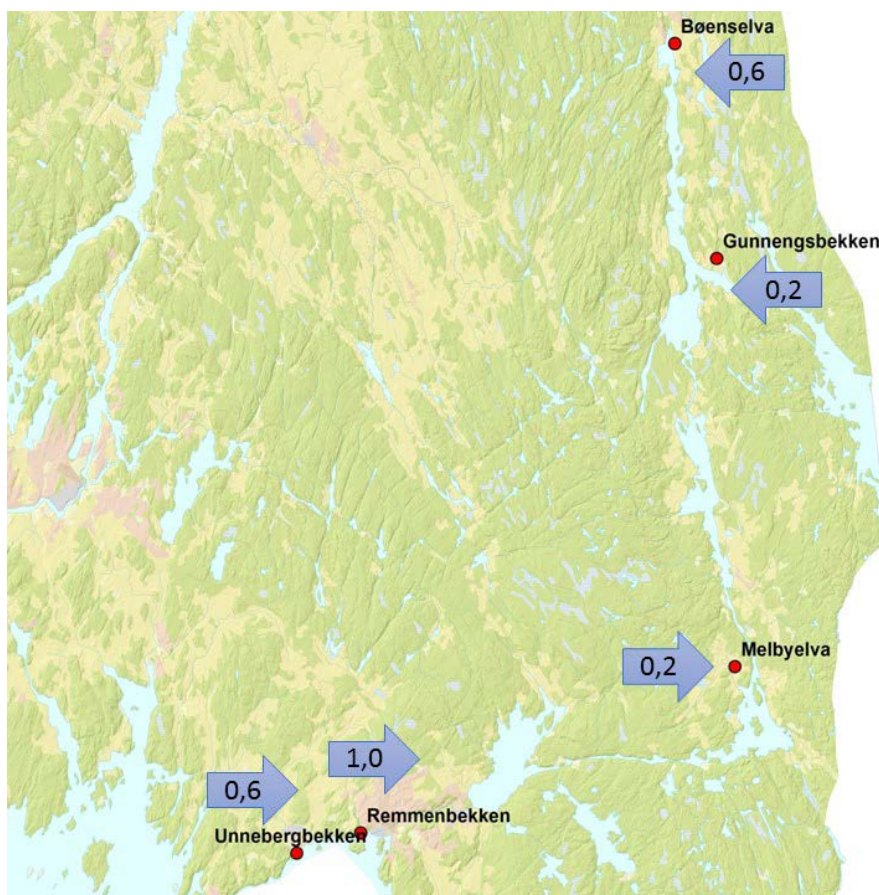
Figur 27. Fosforbudsjett (tonn TP) i prøvepunkter fra Bjørkelangen til Skulerudsjøen. Strekene som peker nedover representerer hovedløpet.

Fosforbudsjett fra Fylkesgrensen til Ørje



Figur 28. Fosforbudsjett (tonn TP) i prøvepunkter fra Fylkesgrensen til Ørje. Strekene som peker nedover representerer hovedløpet.

Fosforbudsjett fra Ørje til Halden



Figur 29. Fosforbudsjett (tonn TP) i prøvepunkter fra Ørje til Halden. Strekene som peker nedover representerer hovedløpet.

Tilførsler til Bjørkelangen

De største tilførslene av fosfor til Bjørkelangen kommer fra Lierelva. Elven har blitt prøvetatt alle tre år, men i 2014/2015 ble prøvepunktet flyttet fra Lierelvenes vannføringsstasjon til Skreppestad, nærmere innløpet til Bjørkelangen. De siste tre årene har konsentrasjonen av TP i Bjørkelangen variert mellom 30,7 og 37,7 $\mu\text{g TP/L}$ i sommerhalvåret (Strand, 2015). Gjennomsnittlig konsentrasjon i Lierelva ved Skreppestad har i 2014/2015 var 47 $\mu\text{g/L}$. I 2014/2014 var årstransporten av TP ved Skreppestad til Bjørkelangen ca. 8,4 tonn fosfor.

Tilførsler til Skulerudsjøen

De største tilførslene av fosfor til Skulerudsjøen kommer fra Hølandselva, og de største sideelvene er Korså og i Mjerma. Korså har blitt prøvetatt alle tre år, Mjerma i 2012/2013 og

2013/2014, hovedløpet har blitt prøvetatt i 2014/2015 ved Ydernes. De siste tre årene har konsentrasjonen av TP i Skulerudsjøen variert mellom 21,6 og 33,3 µg TP/L i sommerhalvåret (Strand, 2015). Gjennomsnittlig konsentrasjon i 2012/2013 ved punktet Hølandselva, Naddum var 80 µg TP/L, tilsvarende en transport på ca. 11,7 tonn. I korsa var gjennomsnittlig konsentrasjon alle tre år 61 µg TP/L, tilsvarende en transport på ca. 5,4 tonn. I Mjerma var gjennomsnittlig konsentrasjon i 2012/2013 20 µg TP/L, tilsvarende en transport på ca. 3,3 tonn. Gjennomsnittlig konsentrasjon i ved punktet ydernes i 2013/2015 var 68 µg TP/L, tilsvarende en transport på ca. 19,2 tonn. Tilførsler til Skulerudsjøen blir til sammen grovt estimert til 28 tonn pr år.

Tilførsler til Rødenessjøen

De største tilførslene av fosfor til Rødenessjøen kommer fra Skulerudsjøen og prøvepunktet "Fylkesgrensen", Fylkesgrensen har blitt prøvetatt i alle tre år. De siste tre årene har konsentrasjonen av TP i Rødenessjøen variert mellom 17,1 og 18,9 µg TP/L i sommerhalvåret (Strand, 2015). Gjennomsnittlig konsentrasjon ved Fylkesgrensen har variert mellom 30 og 36 µg/L, tilsvarende en transport på ca. 18-21 tonn TP.

KONKLUSJON

Det har vært gjennomført overvåking av vannkvalitet ved 30 prøvepunkt over tre år i Haldenvassdraget. I 18 av 30 prøvepunkt var det en høy gjennomsnittlig konsentrasjon av TP (definert som over 50 µg/L). I 10 prøvepunkt var det en høy gjennomsnittlig konsentrasjon av TN (definert som over 1000 µg/L). I 15 prøvepunkt er tilstanden med tanke på TKB satt til meget dårlig. Overvåkingen viser at videre arbeidet med utbedring av spredt avløp er viktig i Haldenvassdraget. Videre viser overvåkingen er klar sammenheng mellom andel jordbruk i nedbørfeltet og gjennomsnittlig konsentrasjon av SS, TP og TN. Videreføring av arbeidet med miljøtiltak i jordbruket vil derfor også være viktig for å bedre vannkvaliteten.

Overvåkingen i Haldenvassdraget fortsetter fremover i mindre skala (11 prøvepunkt). Dette er viktig for å få kontinuitet i målingene samt for å identifisere eventuelle trender. Det anbefales å prioritere etablering av en ny vannføringsstasjon i vassdraget, ettersom Lierfossen blir nedlagt. Det anbefales videre en ny runde med overvåking av de 30 prøvepunktene (eller et utvalg), etter noe år med tiltaksgjennomføring for å vurdere endringer.

REFERANSER

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

Eklima. Stasjon Aurskog II. Hentet 26.05.2014. 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 6(37).

Norsk institutt for Skog og landskap. Arealressurskart (AR5) Hentet 1.2.2014.
<http://www.skogoglandskap.no/kart/arealressurskart>

Norsk institutt for Skog og landskap. Jordsmonnskart. Hentet 1.2.2014.
http://www.skogoglandskap.no/kart/jordsmonnskart_og_statistikk

Norge Digitalt. Digital Høydemodell (DEM). Hentet 1.5.2013
www.norgedigitalt.no

Roseth, R., Johansen, Ø., Leikanger, E., Nytrø, T. E., Tveiti, G., Rise, Ø. og Skarbøvik, E. 2014. On-line målinger av vannkvalitet i vegutbyggingsprosjekter. Erfaringer. Statens vegvesens rapporter nr. 291. Bioforsk Rapport 9(5)2014. ISBN 978-82-17-01267-2: 55 pp.

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.

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

Strand, D., Hagmann, C. og Hostyeva, V. (2015) Notat, Overvåking av Haldenvassdraget 2014. NIVA

Veileder 01:2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann. *Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften*. 2009. Direktoratgruppen for gjennomføring av vannforskriften.

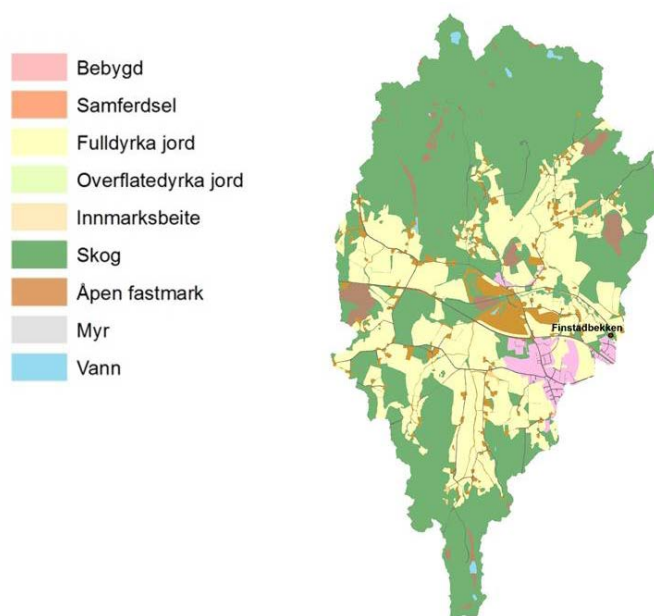
Veileder 02:2013 Klassifisering av miljøtilstand i vann. *Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften*. 2013. Direktoratgruppen for gjennomføring av vannforskriften.

Veileder 97:04. Klassifisering av miljøtilstand i ferskvann. Statens forurensningstilsyn (SFT).

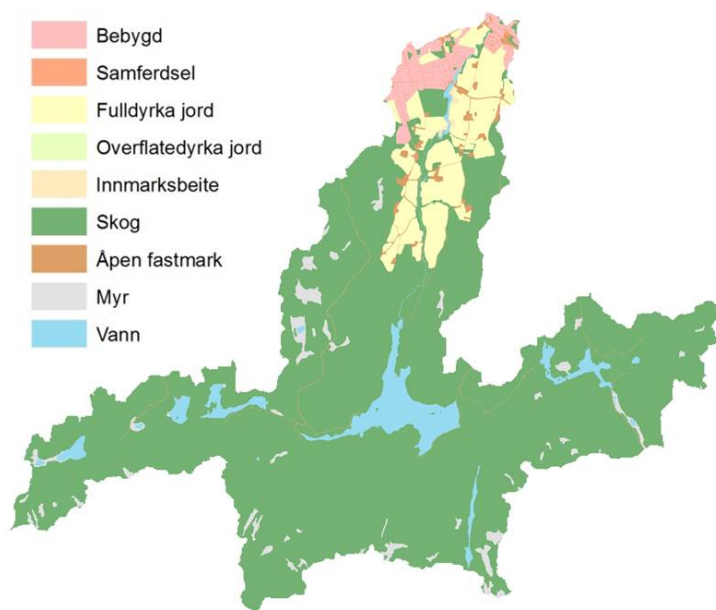
VEDLEGG 1

Nord for Bjørkelangen

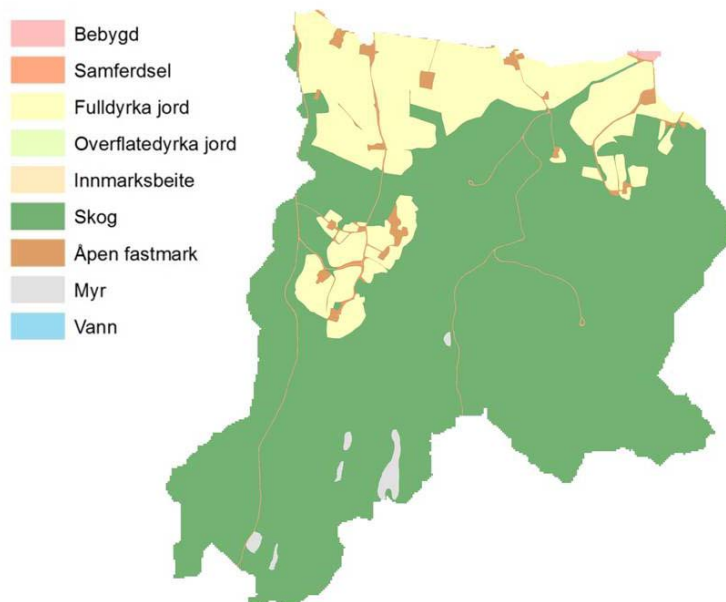
Finstadbekken



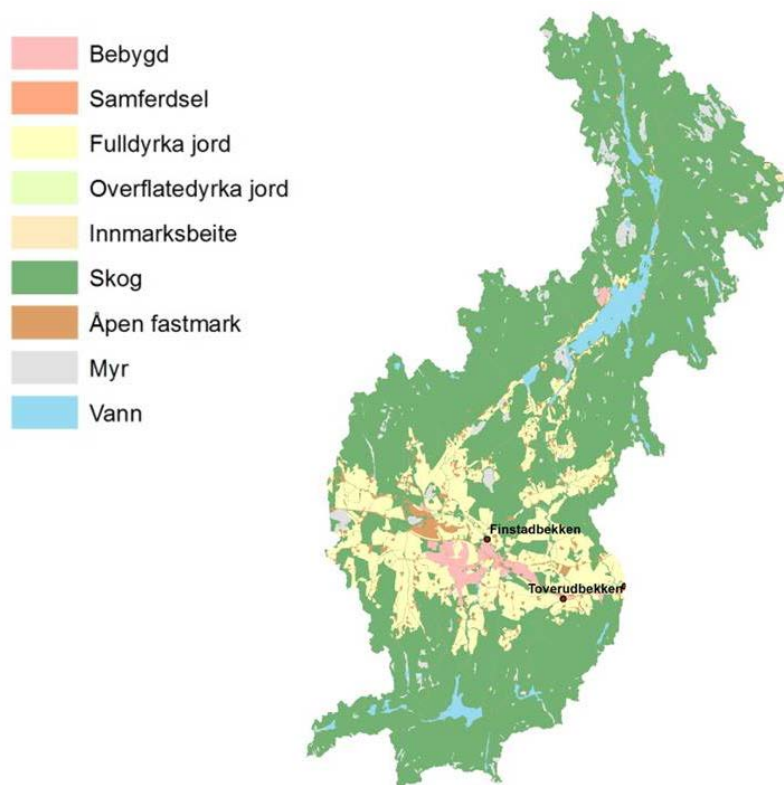
Riserelva, Aurskog



Toverudbekken



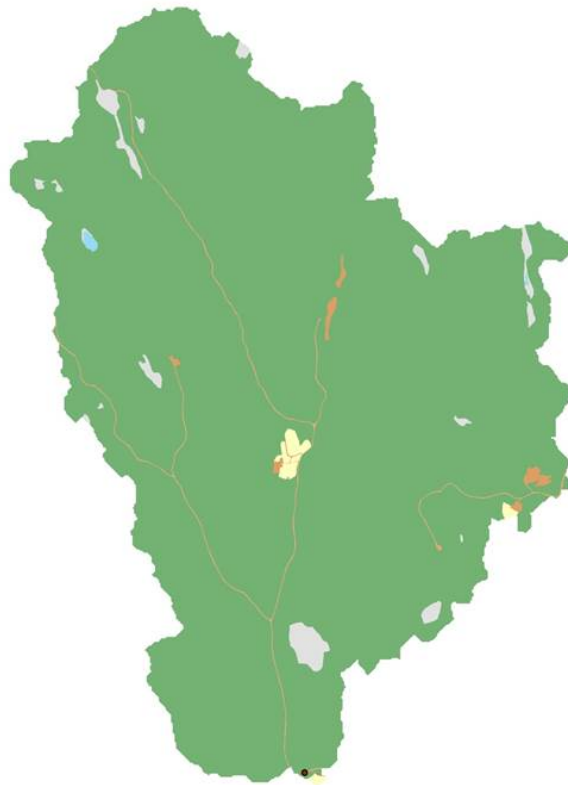
Lierelva



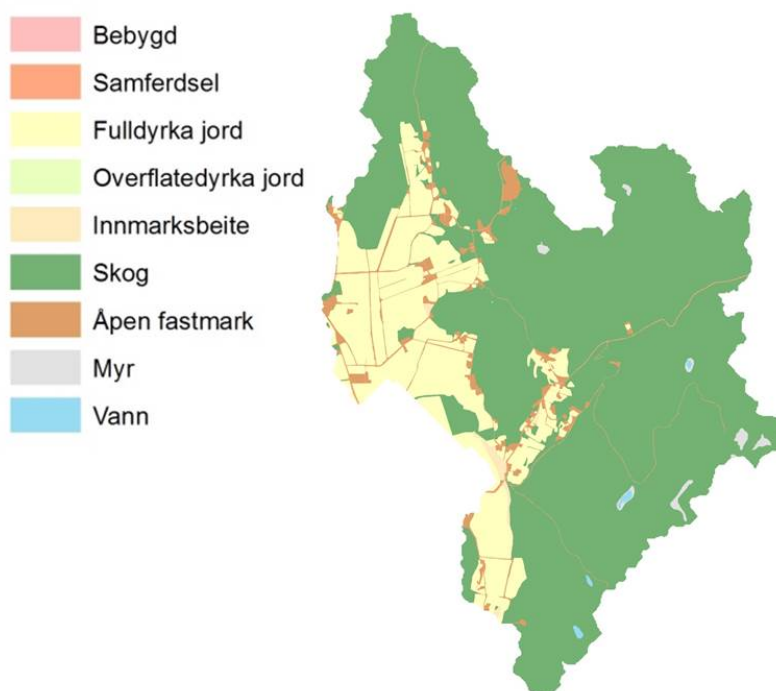
Børta



-  Bebygd
-  Samferdsel
-  Fulldyrka jord
-  Overflatedyrka jord
-  Innmarksbeite
-  Skog
-  Åpen fastmark
-  Myr
-  Vann



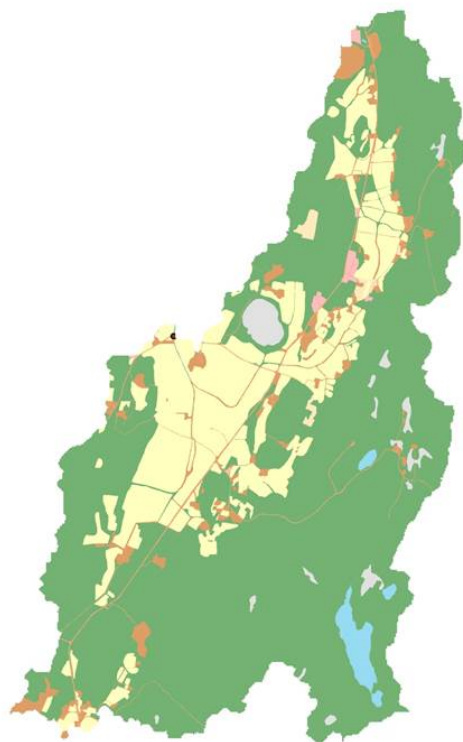
Haneborgbekken



Skreppestad



Ihlebekken

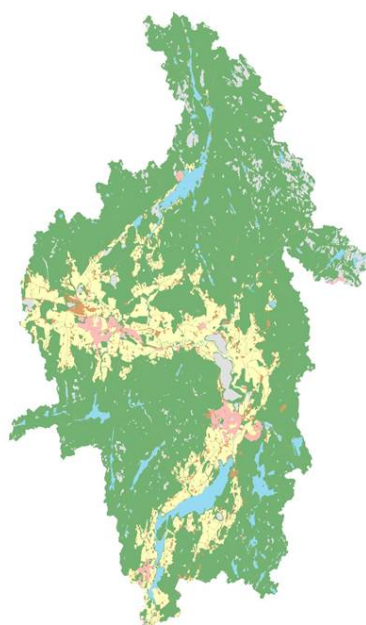


Fra Bjørkelangen til Skulerudsjøen

Hølandselva, Naddum



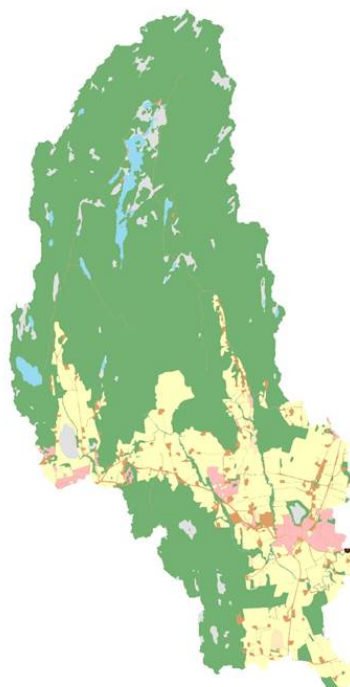
-  Bebygd
-  Samferdsel
-  Fulldyrka jord
-  Overflatedyrka jord
-  Innmarksbeite
-  Skog
-  Åpen fastmark
-  Myr
-  Vann



Riserelva, Løken



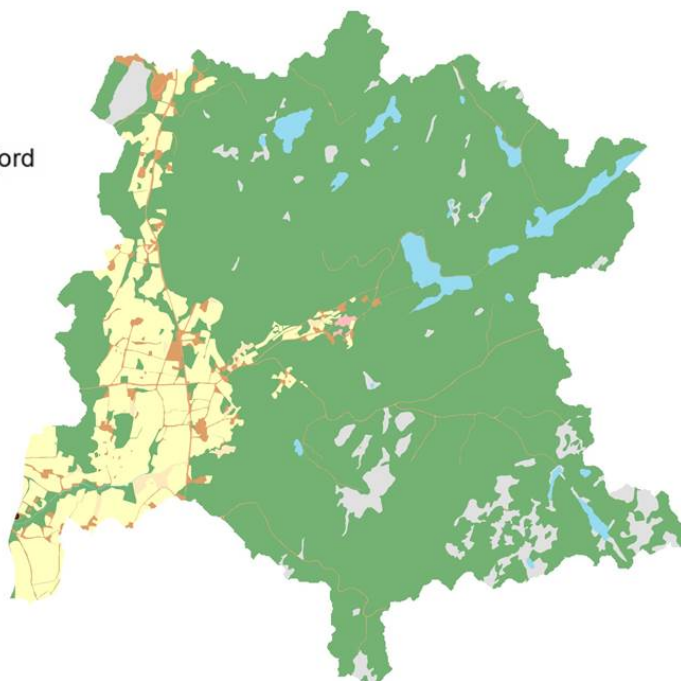
- Bebygd
- Samferdsel
- Fulldyrka jord
- Overflatedyrka jord
- Innmarksbeite
- Skog
- Åpen fastmark
- Myr
- Vann



Gorobekken



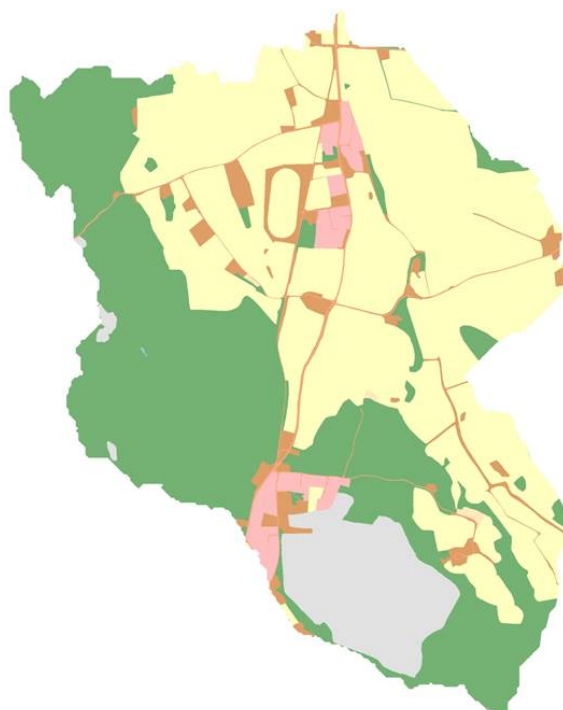
- Bebyggd
- Samferdsel
- Fulldyrka jord
- Overflatedyrka jord
- Innmarksbeite
- Skog
- Åpen fastmark
- Myr
- Vann



Nesbekken



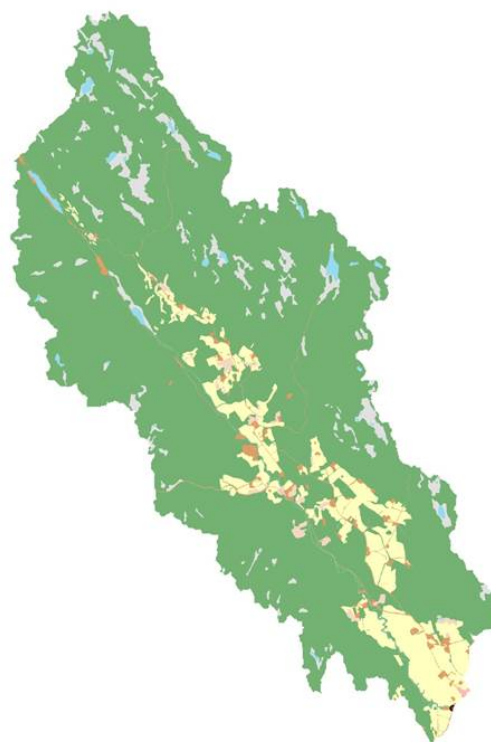
-  Bebygd
-  Samferdsel
-  Fulldyrka jord
-  Overflatedyrka jord
-  Innmarksbeite
-  Skog
-  Åpen fastmark
-  Myr
-  Vann



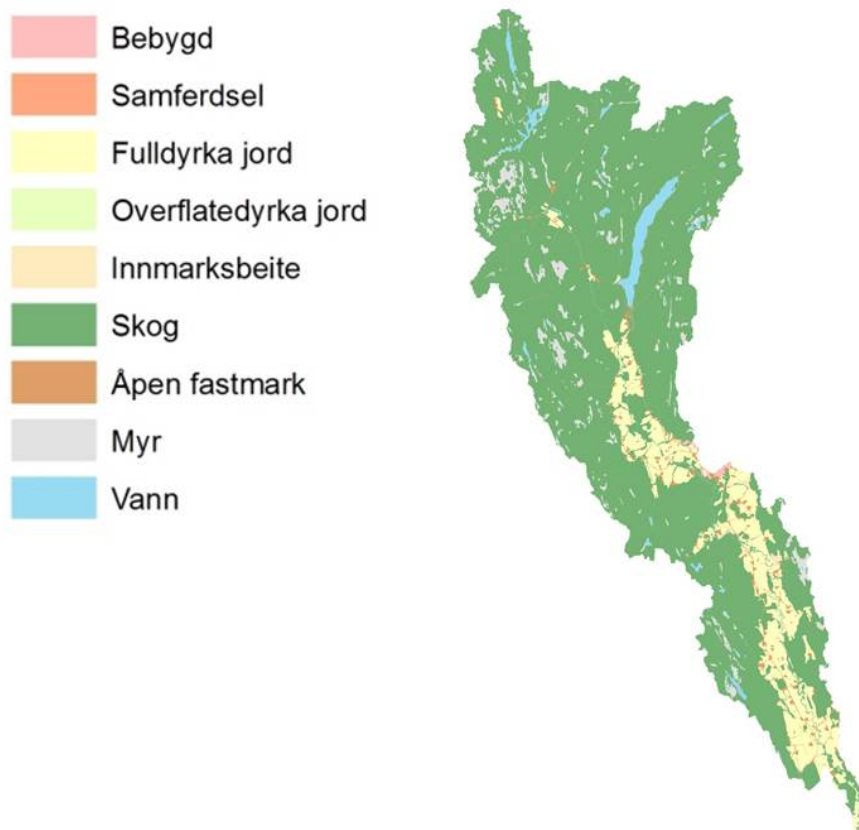
Dalsroabekken



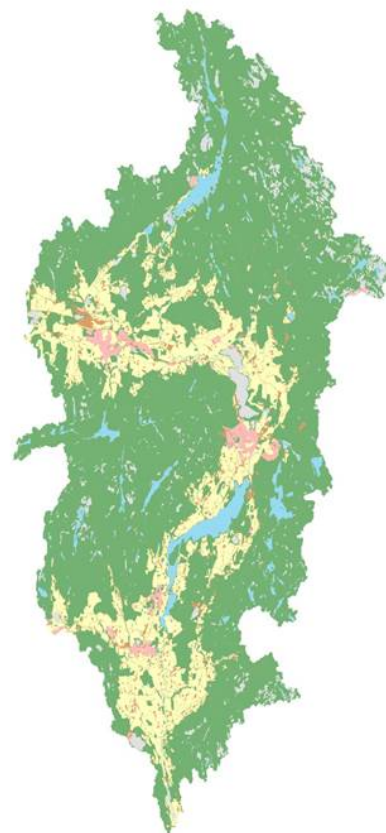
-  Bebyggd
-  Samferdsel
-  Fulldyrka jord
-  Overflatedyrka jord
-  Innmarksbeite
-  Skog
-  Åpen fastmark
-  Myr
-  Vann



Hafsteinselva



Ydernes



Korsa



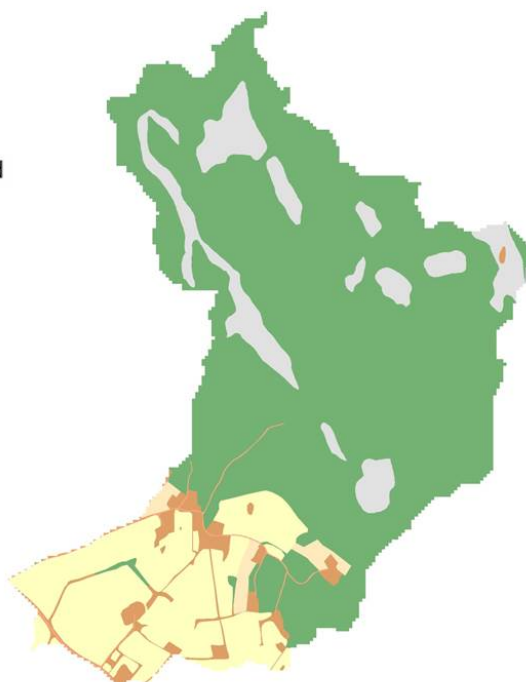
Mjerma



-  Bebyggd
-  Samferdsel
-  Fulldyrka jord
-  Overflatedyrka jord
-  Innmarksbeite
-  Skog
-  Åpen fastmark
-  Myr
-  Vann

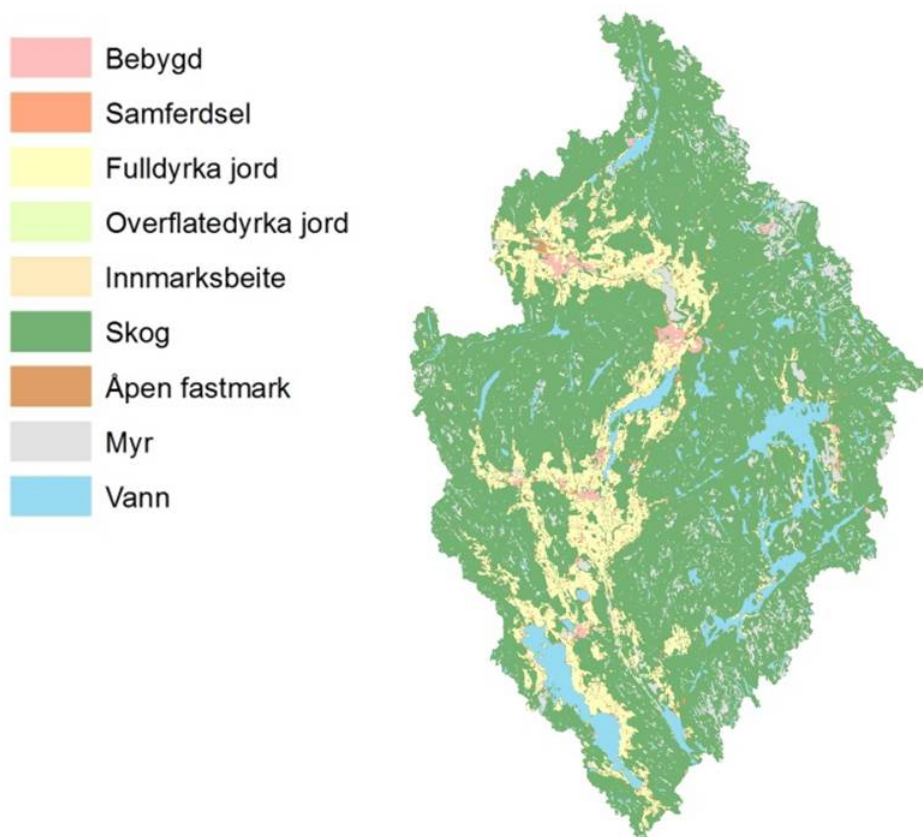


Kragtorpbekken



Fra Fylkesgrensen til Ørje

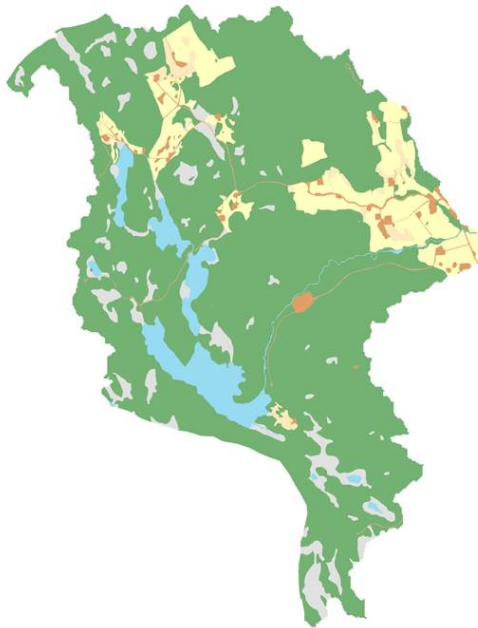
Fylkesgrensen



Taraldrudelva



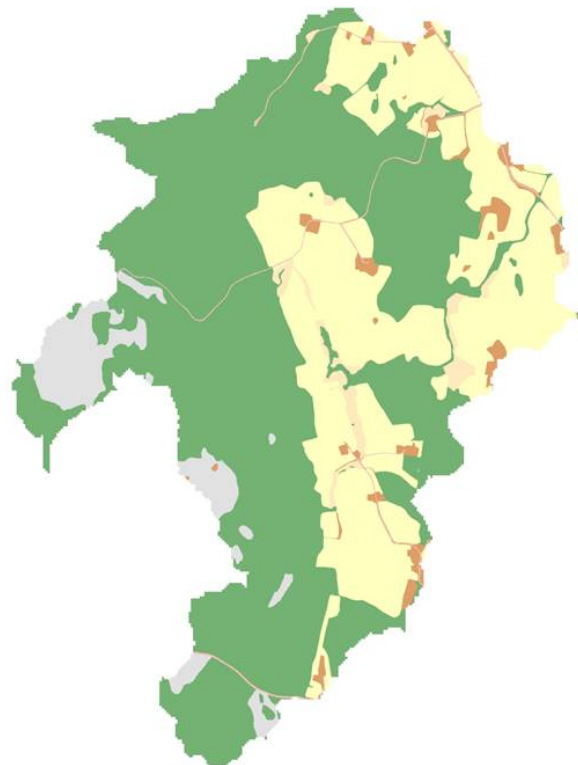
-  Bebygg
-  Samferdsel
-  Fulldyrka jord
-  Overflatedyrka jord
-  Innmarksbeite
-  Skog
-  Åpen fastmark
-  Myr
-  Vann



Kinnbekken



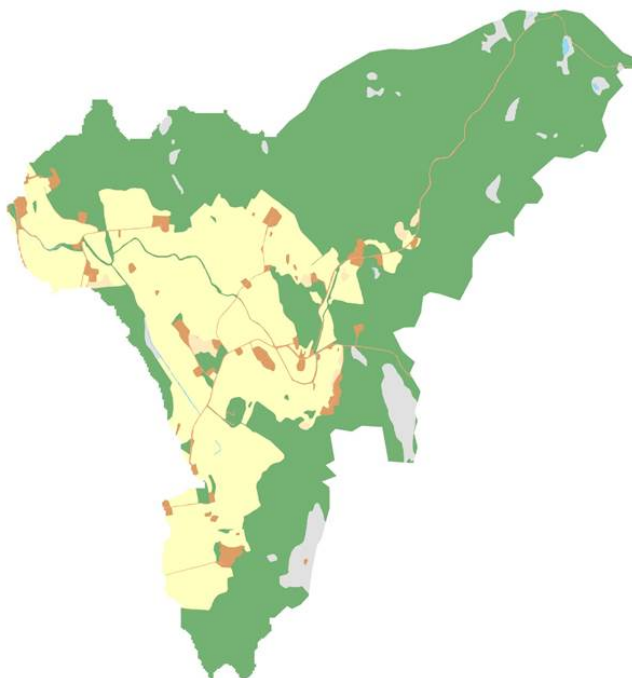
-  Bebyggd
-  Samferdsel
-  Fulldyrka jord
-  Overflatedyrka jord
-  Innmarksbeite
-  Skog
-  Åpen fastmark
-  Myr
-  Vann



Gåsebybekken



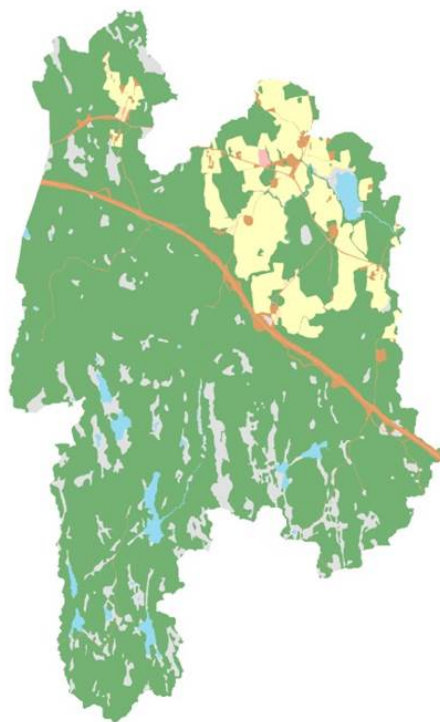
-  Bebygd
-  Samferdsel
-  Fulldyrka jord
-  Overflatedyrka jord
-  Innmarksbeite
-  Skog
-  Åpen fastmark
-  Myr
-  Vann



Østenbybekken



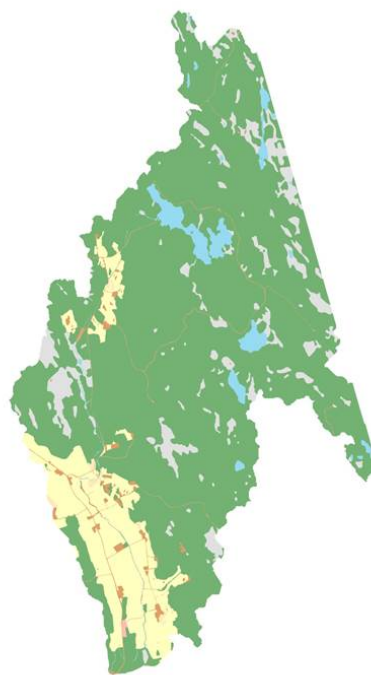
-  Bebygd
-  Samferdsel
-  Fulldyrka jord
-  Overflatedyrka jord
-  Innmarksbeite
-  Skog
-  Åpen fastmark
-  Myr
-  Vann



Engerelva

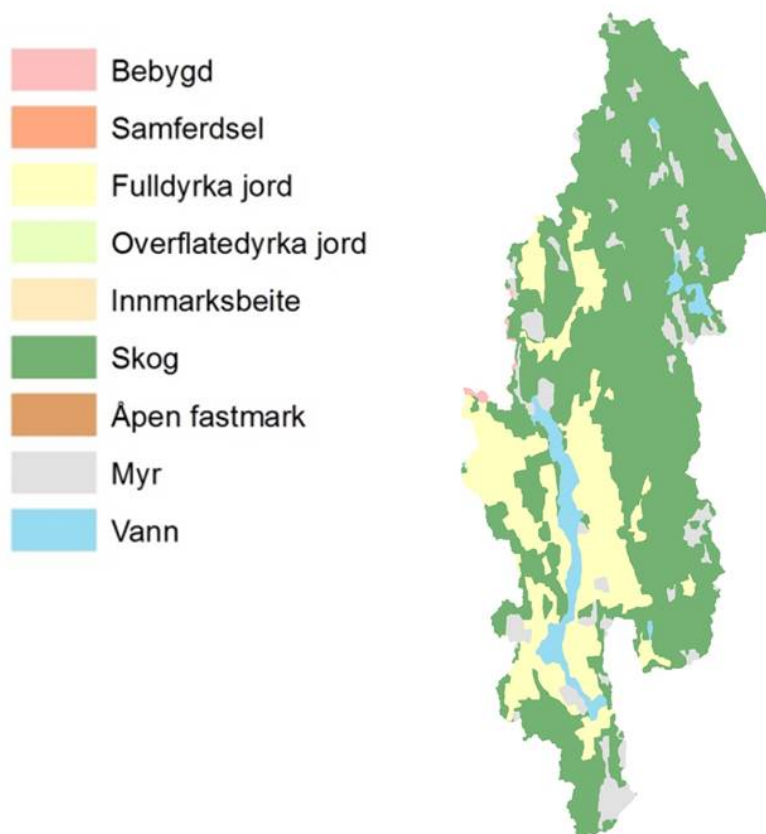


-  Bebyggd
-  Samferdsel
-  Fulldyrka jord
-  Overflatedyrka jord
-  Innmarksbeite
-  Skog
-  Åpen fastmark
-  Myr
-  Vann

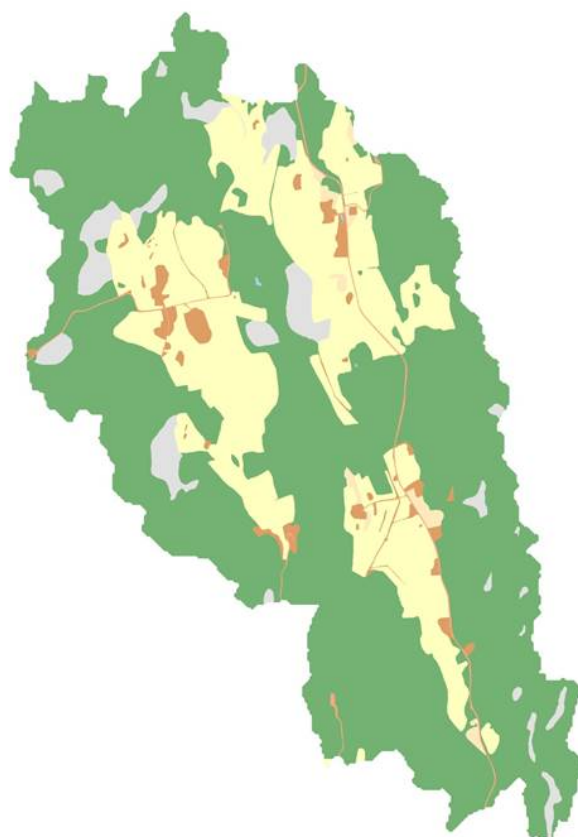


Fra Ørje til Halden

Bøenselva

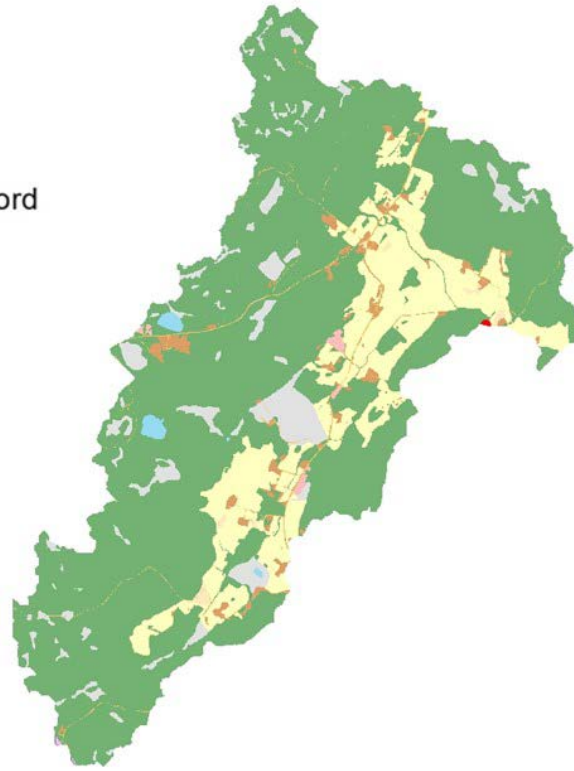


Gunnengbekken

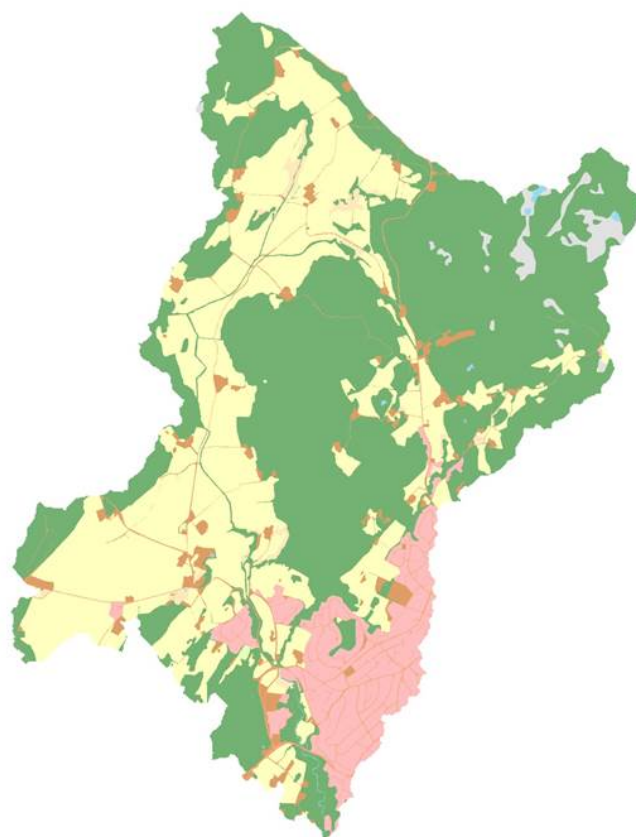


Mellebyelva

-  Bebyggd
-  Samferdsel
-  Fulldyrka jord
-  Overflatedyrka jord
-  Innmarksbeite
-  Skog
-  Åpen fastmark
-  Myr
-  Vann



Remmenbekken



Unnebergbekken





NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI