



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Overvåking av vannkvalitet i Haldenvassdraget 2016/17

NIBIO RAPPORT | VOL. 3 | NR. 109 | 2017



Inga Greipsland
NIBIO Divisjon for Miljø og naturressurser

TITTEL/TITLE

Overvåking av vannkvalitet i Haldenvassdraget 2016/2017

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Inga Greipsland

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
25.09.2017	3/109/2017	Åpen	8822	17/02676
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17- 01928-2	2464-1162	38	3	

OPPDRAAGSGIVER/EMPLOYER:

Vannområdet Haldenvassdraget

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Finn Grimsrud

STIKKORD/KEYWORDS:

Vannkvalitet, Overvåking, Næringsstoffer

Water quality, Monitoring, Nutrients

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Vannressurser og hydrologi

Water quality

SAMMENDRAG/SUMMARY:

The report presents results from monitoring of nine rivers and creeks in the Halden Watershed in the period 1 May 2016 to 1 May 2017. Water samples were collected every 14th day and analysed for total phosphorous (TP) and suspended sediments (SS). Every 28th day the samples were also analysed for dissolved phosphate. Results from previous monitoring in the period May 1th 2012 to May 1th 2015 are found in Greipsland (2015) and Greipsland (2016).

LAND/COUNTRY:

Norge

FYLKE/COUNTY:

Akershus/Østfold

STED/LOKALITET:

Haldenvassdraget

GODKJENT /APPROVED



LILLIAN ØYGARDEN

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER



INGA GREIPSLAND



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

FORORD

Denne rapporten presenterer resultatene fra overvåkingen av 9 elver og bekker i Haldenvassdraget i perioden 1. mai 2016 til 1.mai 2017. Rapporten inkluderer et metodekapittel, en beskrivelse av nedbørfelt til hvert prøvepunkt, resultater og diskusjon. Tidligere overvåking av elver og bekker i Haldenvassdraget i perioden 1.mai 2012 – 1. mai 2016 finnes i Greipsland (2015) og Greipsland (2016).

Inga Greipsland og Eva Skarbøvik har hatt ansvar for overvåkingen i 2016 -2017. 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 Eva Skarbøvik og Lillian Øygarden, ved NIBIO Divisjon Miljø og naturressurser.

Prosjektets oppdragsgiver har vært Finn Grimsrud ved Vannområdet Haldenvassdraget. Vi takker for godt samarbeid med oppdragsgiver.

Ås 31. august.

Inga Greipsland

Prosjektleder

Innhold

1	Innledning.....	5
2	Metodikk.....	6
2.1	Prøvetaking og analyser	6
2.2	Nedbørfelt	6
2.3	Prøvesteder	6
2.4	Klassifisering av miljøtilstand	7
2.5	Tilførselsberegninger.....	7
2.5.1	Årsmiddel	7
2.5.2	Slamføringskurve.....	7
2.5.3	Lineær interpolasjon	8
2.6	Beregning av vannføringsjusterte tilførsler	8
2.7	Oversikt over Prøvesteder	9
2.8	Arealfordeling.....	10
2.9	Boxplot	10
3	Meteorologi og hydrologi.....	11
4	Resultater og diskusjon	14
4.1	Finstadbekken	14
4.2	Lierelva ved Lierfossen og Berger (hovedløp)	16
4.3	Lierelva ved Skreppestad (hovedløp)	18
4.4	Hafsteinelva	20
4.5	Ydernes (hovedløp)	22
4.6	Fylkesgrensen (hovedløp).....	24
4.7	Rødenessjøen, Ørje (hovedløp)	26
4.8	Remmenbekken.....	28
4.9	Unnebergbekken	30
5	Diskusjon.....	32
5.1	Miljøtilstand.....	32
5.2	Ulike kilder til fosfor	33
5.3	Usikkerhet i tilførselsberegninger	33
5.4	Transport av jord og fosfor	34
5.5	Vannføringsnormaliserte tilførsler	36
6	Oppsummering og videre arbeid.....	37
	Referanser	38
	Vedlegg	39

1 Innledning

Haldenvassdraget ligger i sør-øst Norge og drenerer ut i Iddefjorden ved Halden (Figur 1). 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.

Denne rapporten presenterer resultatene fra overvåkingen av ni elver og bekker i Haldenvassdraget i perioden 1. mai 2016 til 1. mai 2017. Rapporten inneholder et metode-kapittel, en beskrivelse av nedbørfelt til hvert prøvepunkt, samt resultater med diskusjon. Oversikt over tidligere overvåking av elver og bekker i Haldenvassdraget i perioden 1.mai 2012 – 1. mai 2016 finnes i Greipsland (2015) og Greipsland (2016).



Figure 1. Haldenvassdraget vannområde.

2 Metodikk

2.1 Prøvetaking og analyser

I perioden 1. mai 2016 til 1. mai 2017 ble det hentet vannprøver hver 14. dag fra prøvepunktene som inngikk i overvåkingen. 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 før prøvetaking. Alle vannprøvene ble analysert for total fosfor (TP) og suspendert stoff (SS). Hver 28. dag ble prøvene også analysert for løst fosfat. Analysene ble gjort av Eurofins i Moss.

2.2 Nedbørfelt

Nedbørfeltene til prøvestedene 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.

2.3 Prøvesteder

Lokalisering av prøvepunkt og antall prøvesteder har variert mellom år siden starten av overvåkingsprogrammet. I perioden 2016-2017 ble 9 prøvesteder prøvetatt, disse har blitt prøvetatt i varierende antall år som vist i tabell 1.

Tabell 1. Oversikt over prøvesteder overvåket i 2016-2017 og hvilke år de har blitt prøvetatt (h:hovedløp).

Samlet	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017	Antall år
<i>Nord for Bjørkelangen</i>						
Finstadbekken	x	x	x	x	x	5
Lierelva, Berger (h)				x	x	2
Skreppestad (h)		x*	x	x	x	4
<i>Mellom Bjørkelangen og Skulerudsjøen</i>						
Hafsteinselva		x	x	x	x	4
Ydernes (h)			x	x	x	3
<i>Fra Fylkesgrensen til Ørje</i>						
Fylkesgrensen (h)	x	x	x	x	x	5
Rødenessjøen, Ørje (h)		x*	x	x	x	4
<i>Fra Ørje til Halden</i>						
Remmenbekken		x*	x	x	x	4
Unnebergbekken		x*	x	x	x	4

*ikke prøvetatt hele året.

2.4 Klassifisering av miljøtilstand

I Haldenvassdraget er det ikke utført klassifisering av vanntyper i bekkene, vi har derfor tatt utgangspunkt i Veileder 2:2013 - revidert 2015 og erfaringer fra Vannområdet Morsa. I veilederen er det stipulert at klassegrensen for et nedbørfelt med over 20% leiredekningsgrad har et miljømål på mellom 40 og 60 µg/L TP avhengig av leiredekningsgrad. I Morsa det anslått klassegrenser for TP i bekker under marin grense til mellom 50 og 60 µg/l, dette fordi det ikke er utført klassifisering av stasjonene (Haande m.fl. 2011). En grense mellom moderat og god vannkvalitet på 50 µg/l er i denne rapporten brukt i alle prøvepunkt uavhengig av leirdekningsgrad og størrelse. I denne rapporten er det også satt en høyere grense ved 100 µg/L, som et tentativt skille mellom moderat og dårlig vannkvalitet. 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 tentativt betegnet som dårlig.

2.5 Tilførselsberegninger

Vannføring er 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 lav vannføring. I årets rapport er gjort en vurdering av usikkerheten av tapsberegningene i de ulike bekkene.

For å vurdere usikkerhet i tap av SS og TP er beregningene gjort på tre ulike måter; årsmiddel, slamføringskurve og lineær interpolasjon. Ekstra flomprøver er ikke inkludert i tapsberegninger. Ved beregning av tap per jordbruksareal er det estimert et tap fra skog og annet areal på 0,025 g TP/dekar/mm avrenning og 0 g SS/dekar/mm avrenning. Metodene forklares under.

2.5.1 Årsmiddel

I denne metoden er tapene grovt estimert ved å multiplisere årsavrenning med årlig gjennomsnittlig konsentrasjon. Årlig avrenning ved Lierfossen er brukt i beregningene og arealveid for hver stasjon. I tillegg er beregningene gjort med langtids gjennomsnittlig avrenning fra NEVINA (www.nevina.nve.no).

2.5.2 Slamføringskurve

Slamføringskurver tar hensyn til at transport av SS og TP ofte varierer med vannføringen. Det konstrueres en kurve som viser forholdet mellom vannføring og stofftransport. Slamføringskurven beregnes som regel med lineær regresjon (minste kvadraters metode) på log-log-transformerte data og kan derfor uttrykkes som

$$G_s = B Q^A$$

hvor

G_s er transporten i f.eks. gram per sekund;

Q er vannføringen i f.eks. kubikkmeter per sekund; og

A og B er konstanter

Siden kurven som beregnes ligger som et gjennomsnitt mellom de øvre og nedre verdiene er det nærliggende å anta at de høyeste og laveste verdiene utelukker hverandre, og at kurven derfor gir et godt estimat på transporten i de periodene det ikke finnes målinger. Stofftransporten i dager uten målinger beregnes deretter ut fra vannføringen den dagen. For alle stasjoner ble det konstruert kurver både for slamføring og fosfortransport. Kurvene er vist i vedlegg 1.

2.5.3 Lineær interpolasjon

Ved *lineær interpolasjon* trekkes det en imaginær rett linje mellom de ulike konsentrasjonene. Hvis for eksempel konsentrasjonen én dag var 10 mg/l og konsentrasjonen en uke etter var 17 mg/l, vil dagene imellom få konsentrasjoner på 11, 12, 13, 14, osv. mg/l. Deretter beregnes transporten hver dag utfra døgnmiddelverdien for vannføringen og den kalkulerte konsentrasjonen.

2.6 Beregning av vannføringsjusterte tilførsler

Vannføringsnormalisering av tilførsler ble gjennomført i stasjonene som har vært prøvetatt alle fem år (Finstadbekken og Fylkesgrensen). Normaliseringen ble basert på gjennomsnittlig vannføring i perioden 2012-2017. Gjennomsnittlig årlig tilførsel av TP og SS ble multiplisert med gjennomsnittlig vannføring i årene 2005-2015 og delt på årlig vannføring i prøvetakingsåret (ligning 1, vist for TP). I enkelte tilfeller ligger vannføringsstasjonen langt fra prøvepunktet, dette gir en usikkerhet i materialet.

$$TP_{q,i} = TP_{GJ,i} \cdot Q_{GJ,PER} / Q_{GJ,i} \quad \text{ligning .1}$$

$TP_{q,i}$ = Vannføringsnormalisert tilførsler av total fosfor i år i .

$TP_{GJ,i}$ = Gjennomsnittlig total fosfor i år i .

$Q_{GJ,i}$ = Gjennomsnittlig vannføring i år i (mm)

$Q_{GJ,PER}$ = Gjennomsnittlig årlig vannføring for hele perioden (mm)

2.7 Oversikt over Prøvesteder

Figur 2. gir en oversikt over prøvesteder i 2016/2017, andre prøvesteder i perioden 2012-2017 er vist i vedlegg 3. I vedlegg 2. er delnedbørfeltet til hver prøvepunkt i 2016/2017 vist med arealfordeling.



Figur 2. Oversikt over prøvepunkter i Haldenvassdraget i perioden 2016/2017 (h:hovedløp).

2.8 Arealfordeling

I Tabell 2 vises arealfordeling i nedbørfeltene for prøvestedene som har vært overvåket i Haldenvassdraget i perioden 1.mai 2016 til 1. mai 2017.

Tabell 2. Arealfordeling i nedbørfeltene overvåket i Haldenvassdraget.

	Areal (km ²)	Dyrka jord (%)	Innmarks- beite (%)	Bebyggd (%)	Samferdsel (%)	Utmark (%)
Nord for Bjørkelangen						
Finstadbekken	32	30	0,3	2,9	1	66
Lierelva	132	15	0,3	1,5	0,7	83
Lierelva, Berger	120	13	0,3	1,4	0,6	85
Skreppestad	228	13	0,2	1,5	0,7	84
Mellom Bjørkelangen og Skulerudsjøen						
Hafsteinselva	68	11	0,6	0,2	0,5	88
Ydernes	365	16	0,4	1,5	0,8	81
Fra Fylkesgrensen til Ørje						
Fylkesgrensen	829	11	0,4	0,8	0,6	87
Rødenessjøen, Ørje	1008	12	0,5	0,7	0,6	87
Fra Ørje til Halden						
Remmenbekken	19	33	1	8,1	1,7	56
Unnebergbekken	18	33	0,5	2,1	1,2	64

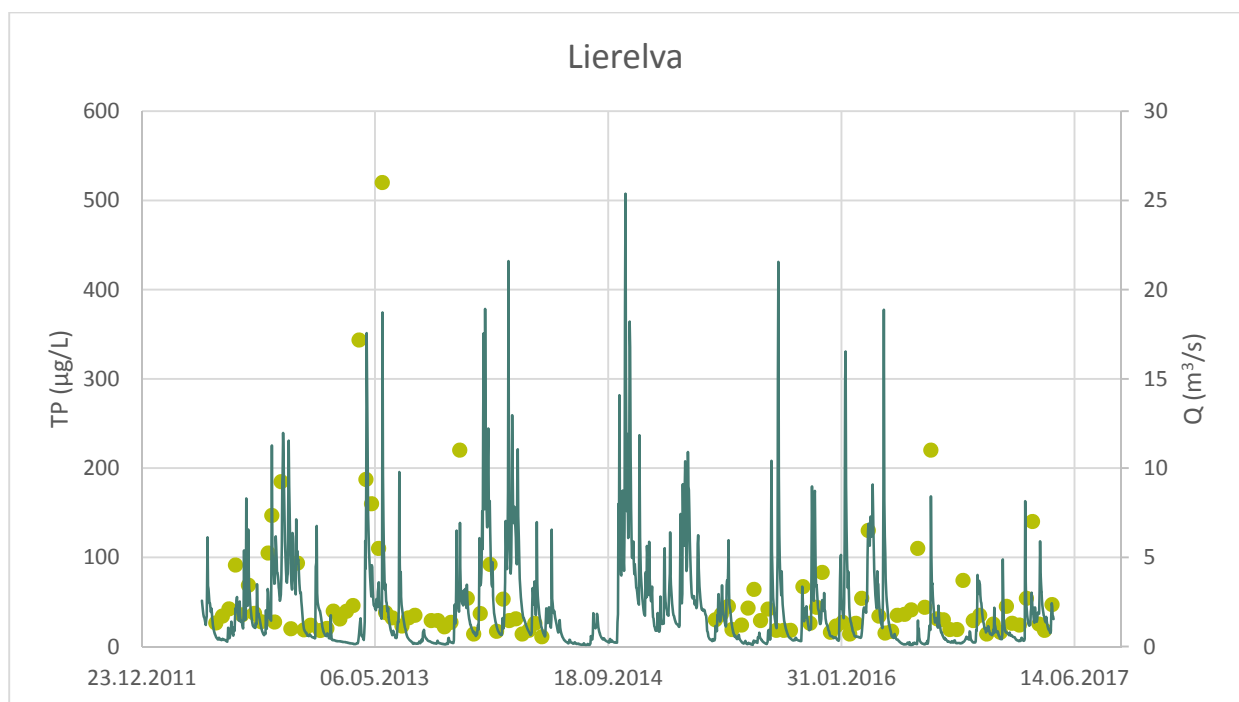
2.9 Boxplot

Et boxplot brukes i beskrivende statistikk for å illustrere spredningen i data på en enkel måte. Et boxplot viser median og kvartiler (25 og 75 persentil) i en boks, herav navnet. Boksens nedre grense viser 25 persentil og boksens øvre grense viser 75 persentil, hele boksen viser dermed spredningen av 50 % av de observerte verdier. Boksen kan suppleres med «haler» som representerer ulike metoder for å vise ekstremverdier i datasettet. I figurene i denne rapporten viser halene i utgangspunktet boksens lengde *1,5, i tilfeller der min eller max verdier er mer/mindre vises selve min/max verdien. Figurene viser ikke selve min/max verdiene fordi plottene i disse tilfeller blir uleselig.

3 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 er ca. 820 mm i sør og ca. 702 mm i nord (www.eklima.no). Meteorologiske data (temperatur og nedbør) for 2012-2017, samt referanseårene 1961-1990, er hentet fra den meteorologiske stasjonen Aurskog II i kommunen Aurskog- Høland (www.met.no) og vist i Tabell 4 og 5; stasjonen ligger nord for Bjørkelangen.

Avrenning ved Lierfossen i perioden 1.mai 2012 til 1.mai 2017 er vist i Figur 3 og i Tabell 3, total avrenning er relativ lik de første tre år (468 – 592 mm), mens det siste året har en mye lavere totalavrenning (259 mm), også nedbøren var lav i 2016/2017 (561 mm). Det var spesielt lite avrenning på sommeren (juni og juli) og på høsten (oktober og november).



Figur 3. Avrenning (m³/s) ved Lierfossen i perioden 1.mai 2012 – 1.mai 2017, samt konsentrasjonen av total fosfor (TP) i de enkelte prøver ved Lierfossen (2012-2014) og Lierelva, Berger (2015-2017).

Tabell 3. Avrenning ved Lierfossen i perioden 1.mai 2012-1.mai 2017. Kilde: NVE.

Avrenning (mm)					
Periode	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017
mai	38	73	33	34	45
jun.	9	33	10	25	3
jul.	34	17	3	4	6
aug.	48	7	14	8	36
sep.	45	4	7	87	7
okt.	103	19	128	11	6
nov.	96	49	116	36	29
des.	21	99	53	56	19
jan.	29	72	47	22	19
feb.	6	108	53	65	13
mar.	4	74	100	40	39
Apr.	79	39	29	79	37
Hele året	512	592	595	468	259

Tabell 4. Nedbør ved stasjonen "Aurskog II" i perioden 1.mai 2012-1.mai 2017 og i referanseperioden 1961-1990. Kilde: klima.no

Nedbør (mm)						
Periode	1961-1990	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017
mai	47	53	78	92	117	46
jun.	56	80	88	35	77	28
jul.	70	98	19	70	81	83
aug.	80	95	86	138	58	112
sep.	75	90	27	35	148	23
okt.	77	101	95	158	18	11
nov.	71	99	66	87	77	75
des.	52	47	122	58	59	33
jan.	43	36	61	102	50	33
feb.	44	17	100	20	55	42
mar.	39	3	40	44	47	34
Apr.	48	55	61	11	96	41
Hele året	702	717	842	847	881	561

Tabell 5. Lufttemperatur ved stasjonen "Aurskog II" i perioden 1.mai 2012-1.mai 2017 og i referanseperioden 1961-1990. Kilde: eklime.no

Periode	Temp. (° C)					
	1961-1990	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017
mai	9,1	10,8	12,0	10,3	7,8	11,3
jun.	13,3	12,2	13,9	13,9	12,5	15,3
jul.	15,2	14,9	16,5	19,0	14,7	15,8
aug.	13,7	14,5	14,6	14,2	14,6	14
sep.	8,7	9,4	9,6	10,8	10,7	13,5
okt.	4,9	3,8	6,0	8,3	5,3	4,3
nov.	-1,6	2,6	0,6	3,4	2,2	-0,4
des.	-6,7	-7,5	1,4	-4,2	0,6	-0,9
jan.	-7,9	-6,9	-3,2	-1,6	-9,3	-2,8
feb.	-7,6	-5,9	1,3	-1,4	-3,2	-2,8
mar.	-3,6	-5,7	3,1	2,0	1,3	1,4
Apr.	2,3	3,0	5,7	5,1	4,3	3,6
Hele året	3,3	3,8	6,8	6,6	5,1	6,0

4 Resultater og diskusjon

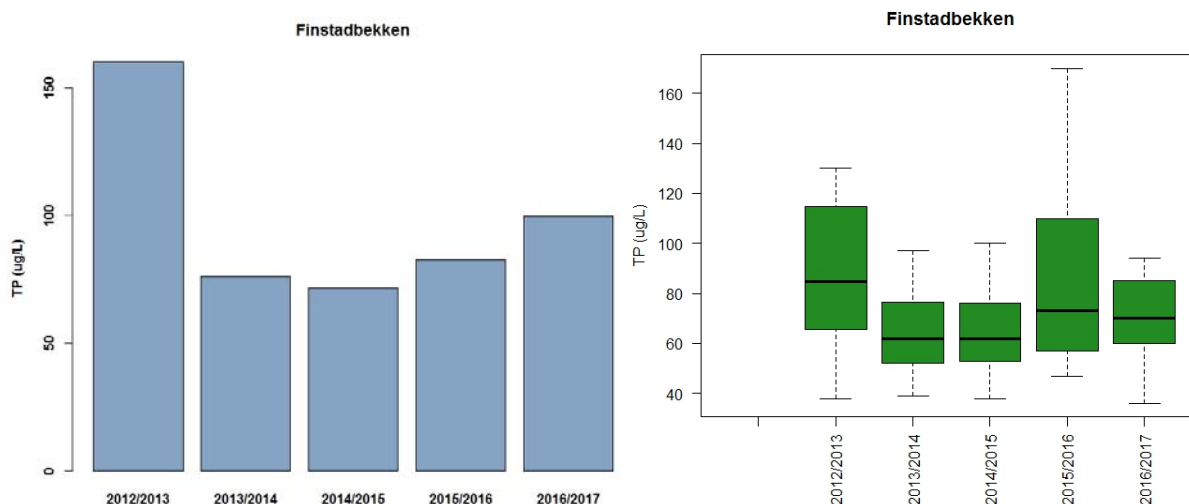
4.1 Finstadbekken

Konsentrasjoner

Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av TP i Finstadbekken i hele overvåkingssperioden (2012-2017) er 97 µg/L (Tabell 6, Figur 4). Rundt 80 % av TP i Finstadbekken er partikulært bundet mens rundt 20 % er i form av løst fosfat. Grunnet stor variasjon i vannprøvene er det ikke signifikante forskjeller i gjennomsnittlig TP konsentrasjon mellom år, men årene 2012/2013 og 2016/2017 skiller seg ut med konsentrasjoner over 100 µg/L. Året 2012/2013 hadde spesielt høy gjennomsnittlig konsentrasjon av både TP og SS. Dette skyldes hovedsakelig høye konsentrasjoner i april 2013, og spesielt én prøve drar opp gjennomsnittet med verdier på 1,2 mg/L TP og 1400 mg/L SS, prøven ble tatt ved høy vannføring. Året 2016/2017 hadde svært lav vannføring og få flomepisoder men likevel nest høyest konsentrasjon av TP. Mindre fortykning av punktkilder er en mulighet og denne forklaringen støttes av en høyere andel løst fosfat dette året. Det er en tendens til mer TP per partikkel gjennom perioden. I 2012/2013 var det i gjennomsnitt 3,7 µg TP per 1 mg SS, mens det i 2016/2017 hadde økt til 6,9 µg TP per 1 mg/SS. Siden det ikke har vært en tilsvarende økning i konsentrasjon av løst fosfat kan en forklaring være at partiklene har blitt mer fosforrike.

Tabell 6. Gjennomsnitt av TP (µg/L) i Finstadbekken pr år i perioden (2012/2013 til 2016/2017, 1. mai til 1. mai). Kvalitativ vurdering av miljøtilstand er gitt.

Prøvepunkt	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	SUM/Gjennomsnitt
Antall prøver TP	23	24	25	24	26	122
TP (µg/L)	160	76	71	83	100	97
PO ₄ (µg/L)	15,7	14,8	14,4	16,1	20,9	16,5
PO ₄ /TP (%)	17	23	22	21	26	22
SS (mg/L)	128	31	22	24	27	45
TP/SS (-)	3,7	4,2	4,7	5,0	6,9	4,9
	God tilstand < 50 µg/L					
	Moderat tilstand 50 -100 µg/L					
	Dårlig tilstand > 100 µg/L					



Figur 4. Venstre: Gjennomsnittlig konsentrasjon av total fosfor (TP, µg/L) i Finstadbekken gjennom overvåkingsperioden (merk annen akse enn øvrige konsentrasjonsfigurer). Høyre: Boxplot med konsentrasjon av total fosfor (TP, µg/L) i Finstadbekken gjennom overvåkingsperioden.

Tilførsler av fosfor og suspendert stoff

I tabell 7 er totale årlige tap av TP og SS beregnet med tre ulike metoder. I gjennomsnitt over overvåkingsperioden ligger totalt tap av TP og SS i Finstadbekken mellom 1,4 og 1,7 tonn TP per år og mellom 0,6-1,1 kg tonn SS per år. Det var høyest tap av TP i 2012/2013 og lavest i 2016/2017. Begge disse årene hadde høy gjennomsnittlig konsentrasjon av TP, året 2012/2013 hadde i tillegg høy vannføring.

Tabell 7. Tap av TP og SS beregnet med årlig avrenning, slamføringskurven og lineær interpolasjon.

	Avrenning	Årsmiddel		Slamføringskurven		Lineær interpolasjon	
		TP (tonn)	SS (kg tonn)	TP (tonn)	SS (kg tonn)	TP (tonn)	SS (kg tonn)
2012/2013	512	2,6	2,1	1,6	0,9	2,8	3,0
2013/2014	592	1,4	0,6	1,7	0,9	1,8	1,1
2014/2015	595	1,4	0,4	1,7	0,8	1,6	0,7
2015/2016	468	1,2	0,4	1,3	0,6	1,4	0,5
2016/2017	259	0,8	0,2	0,7	0,2	0,9	0,2
Gj.snitt	444*	1,4*	0,6*	1,4	0,7	1,7	1,1
SNITT TP= 1,5 tonn, SS= 0,8							

*Basert på gjennomsnittlig årsavrenning fra NEVINA

4.2 Lierelva ved Lierfossen og Berger (hovedløp)

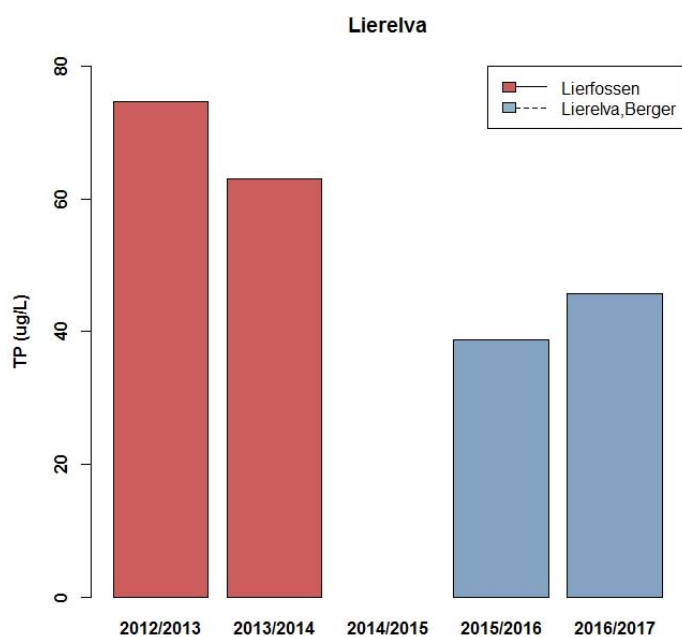
Konsentrasjoner

I årene 2012/2013 og 2013/2014 ble det hentet vannprøver ved Lierfossen, prøvepunktet ble deretter flyttet til Skreppestad. I årene 2015/2016 og 2016/2017 ble det hentet vannprøver i Lierelva ved Berger, oppstrøms Lierfossen. Lierfossen og Lierelva Berger blir diskutert i dette avsnittet, mens Skreppestad er diskutert i eget avsnitt under.

Gjennomsnittet ved Lierfossen i 2012-2014 var 69 ug/L, og gjennomsnittet ved Lierelva, Berger var 43 ug/L i 2015-2017 (Tabell, 8, Figur 5). Stasjonene ble prøvetatt i ulike år og kan derfor ikke sammenlignes direkte, men resultatene kan tyde på en økning i fosforkonsentrasjon mellom disse to stasjonene. Tilsvarende som for TP er det også en økning i konsentrasjon av løst fosfat og SS. Forholdet mellom TP og SS og forholdet mellom TP og løst fosfat er derimot ikke endret. Dette tyder på at hovedkildene til fosfor *ikke* blir vesentlig endret. Rundt 80 % av TP i Lierelva var partikulært bundet både ved Lierfossen og ved Lierelva Berger.

Tabell 8. Gjennomsnitt av TP (µg/L) i Lierelva pr år i perioden (2012/2013 til 2016/2017, 1. mai til 1. mai). Kvalitativ vurdering av miljøtilstand er gitt.

Prøvepunkt	2012/2013	2013/2014	SUM/Gj.snitt Lierfossen	2015/2016	2016/2017	SUM/Gj.snitt Lierelva Berger
	Lierfossen			Lierelva, Berger		
Antall prøver TP	25	23	48	23	26	49
TP (µg/L)	75	65	70	39	46	43
PO4 (µg/L)	9,5	6,5	8,5	6,9	7,7	7,5
PO4/TP (%)	18	21	20	18	21	20
SS (mg/L)	35	35	35	10	20	16
TP/SS (-)	4,8	3,2	4,0	4,2	4,4	4,3
	God tilstand < 50 µg/L					
	Moderat tilstand 50 -100 µg/L					
	Dårlig tilstand > 100 µg/L					



Figur 5. Gjennomsnittlig konsentrasjon av total fosfor (TP, µg/L) i Lierelva (Lierfossen og Lierelva, Berger) gjennom overvåkingsperioden.

Tilførsler av fosfor og suspendert stoff

I tabell 9 er totale årlige tap av TP og SS beregnet med tre ulike metoder. I gjennomsnitt over overvåkingsperioden ligger totalt tap i Lierelva, Berger på ca. 2 tonn TP per år og på ca. 700 kg SS per år. Til sammenligning var tapet ved Lierfossen i årene 2012-2014 ca. 5 tonn TP og ca. 2800 tonn SS. I Lierelva, Berger var det noe høyere tap av TP i 2015/2016 sammenlignet med i 2016/2017, selv om året 2016/2017 hadde høyest gjennomsnittlige konsentrasjoner. Høyere vannføring i 2015/2016 forklarer dette.

Tabell 9. Tap av TP og SS beregnet med årlig avrenning, slamføringskurven og lineær interpolasjon

	Avrenning	Årsmiddel		Slamføringskurven		Lineær interpolasjon	
		TP (tonn)	SS (kg tonn)	TP (tonn)	SS (kg tonn)	TP (tonn)	SS (kg tonn)
Lierfossen							
2012/2013	512	5,1	2,4	4,6	2,2	5,6	3,8
2013/2014	592	4,9	2,7	6,2	3,3	6,1	3,4
Lierelva, Berger							
2015/2016	468	2,2	0,6	2,7	0,7	2,5	0,7
2016/2017	259	1,4	0,6	1,4	0,5	1,6	0,8
Gj.snitt Lierfoss	444*	4,0*	2,1*	5,4	2,7	6,0	3,6
Gj.snitt Berger	444*	2,3*	0,8*	2,0	0,6	2,1	0,7
SNITT Lierfossen TP = 5,1 tonn, SS= 2,8 kg tonn. SNITT Lierelva Berger TP = 2,1 tonn, SS= 0,7 kg tonn							

*Basert på gjennomsnittlig årsavrenning fra NEVINA

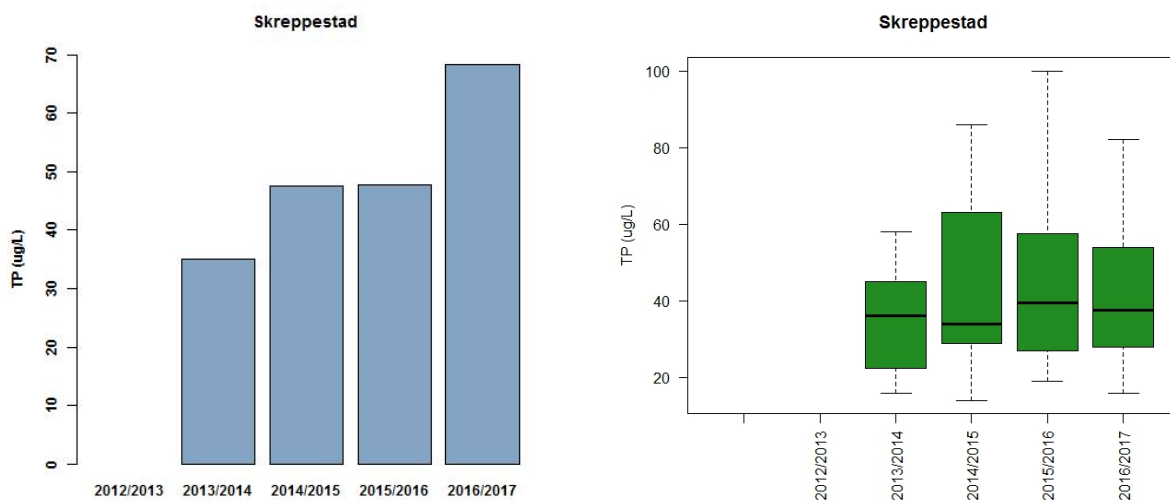
4.3 Lierelva ved Skreppestad (hovedløp)

Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av TP i Lierelva ved Skreppestad i hele overvåkingsperioden er 50 µg/L (Tabell 10, Figur 6). Rundt 80 % av TP var partikulært bundet mens rundt 20 % var i form av løst fosfat. Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av TP i 2013/2014 var svært lav i forhold til de andre årene, men dette året ble et også tatt få prøver (7 stk.), noe som gjør sammenligningen vanskelig. Året 2016/2017 hadde en noe høyere gjennomsnittlig konsentrasjon av TP enn de andre årene, tilsvarende som Fintadbekken og Lierelva Berger. Som tidligere nevnt kan dette skyldes mindre fortykning av punktkilder, også ved Skreppestad er andelen fosfat høyere i 2016/2017 enn tidligere år. Året 2013/2014 har en noe lavere gjennomsnittlig konsentrasjon, men dette året ble det tatt bare 7 prøver.

I årene 2015/2016 og 2016/2017 er det mulig å sammenligne gjennomsnittlige konsentrasjoner i Lierelva ved Berger, med gjennomsnittlige konsentrasjoner i Lierelva ved Skreppestad. Både TP, SS og løst fosfat har høyere gjennomsnittlig konsentrasjon ved Skreppestad. I gjennomsnitt øker TP med 16 µg/L, SS øker med 10 mg/L og løst fosfat øker med 0,8 µg/L. Ved begge punkter er andelen løst fosfat ca. 20 %, men det er en liten nedgang i forholdet TP/SS. Dette tilsier at mengden fosfor per partikkel har blitt mindre.

Tabell 10. Gjennomsnitt av TP (µg/L) i Lierelva ved Skreppestad pr år i perioden (2012/2013 til 2016/2017, 1. mai til 1. mai). Kvalitativ vurdering av miljøtilstand er gitt.

Prøvepunkt	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	SUM/Gjennomsnitt
Antall prøver TP	0	7	25	24	26	82
TP (µg/L)		35	47	48	68	50
PO4 (µg/L)		6,5	7,0	7,6	8,5	7,4
PO4/TP (%)		20	18	17	19	19
SS (mg/L)		14	18	16	34	22
TP/SS (-)		2,6	3,1	3,9	3,6	3,3
	God tilstand < 50 µg/L					
	Moderat tilstand 50 -100 µg/L					
	Dårlig tilstand > 100 µg/L					



Figur 6. Venstre: Gjennomsnittlig konsentrasjon av total fosfor (TP, µg/L) ved Skreppestad gjennom overvåkingsperioden. Høyre: Boxplot med konsentrasjon av total fosfor (TP, µg/L) ved Skreppestad gjennom overvåkingsperioden.

Tilførsler av fosfor og suspendert stoff

I tabell 11 er de totale årlige tap av TP og SS beregnet med tre ulike metoder. I gjennomsnitt over overvåkingsperioden ligger totalt tap av TP og SS ved Skreppestad på ca. 5,5 tonn TP per år og på 2400 tonn SS per år. Ved Skreppestad var det høyest tap i 2014/2015, dette var også året med høyest avrenning. Tapene ved Lierelva, Berger i samme periode var ca. 2 tonn TP per år og 700 tonn SS per år. Økningen i transport av SS og TP mellom disse punktene er dermed ca. 3,5 tonn TP og ca. 1700 tonn SS.

Tabell 11. Tap av TP og SS ved Skreppestad beregnet med årlig avrenning, slamføringskurven og lineær interpolasjon

	Avrenning	Årsmiddel		Slamføringskurven		Lineær interpolasjon	
		TP (tonn)	SS (kg tonn)	TP (tonn)	SS (kg tonn)	TP (tonn)	SS (kg tonn)
2012/2013	512						
2013/2014	592						
2014/2015	595	6,4	2,5	7,0	2,9	7,5	3,7
2015/2016	468	5,1	1,7	5,3	2,1	5,6	1,7
2016/2017	259	4,0	2,0	3,1	1,3	4,5	2,6
Gj.snitt	448*	5,4*	2,3*	5,1	2,1	5,9	2,9
SNITT TP= 5,5 tonn, SS= 2,4 kg tonn							

*Basert på gjennomsnittlig årsavrenning fra NEVINA.

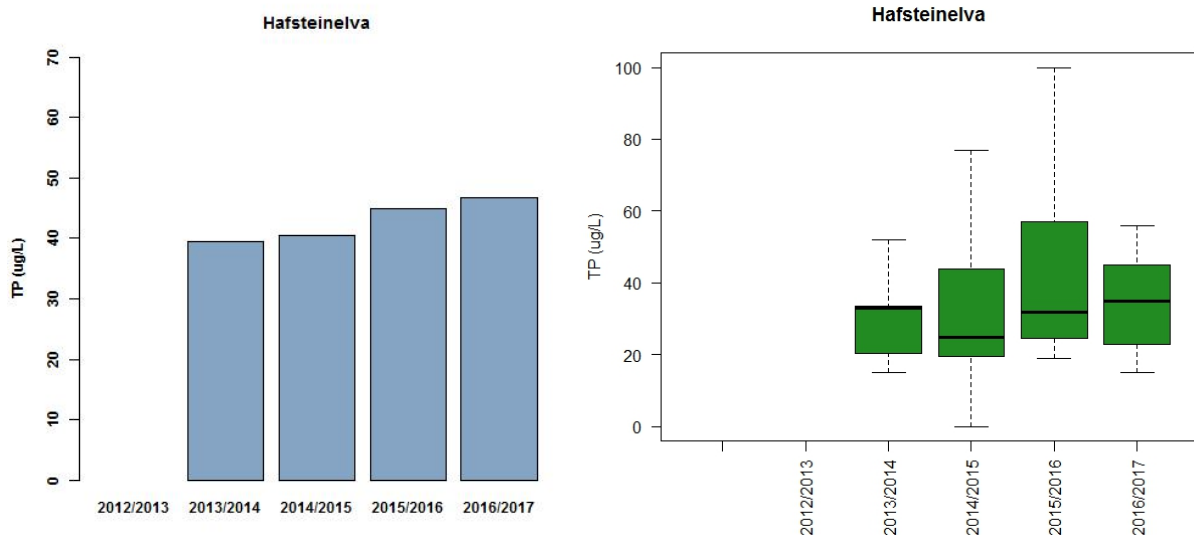
4.4 Hafsteinelva

Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av TP i Hafsteinelva i hele overvåkingsperioden er 43 µg/L (Tabell 12 og Figur 7). Dette tilsvarer en tilnærmet god tilstand og det er ingen år med gjennomsnittlig konsentrasjon av TP over 50 µg/L. Rundt 85 % av TP er partikulært bundet mens rundt 15 % var i form av løst fosfat. Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av TP og SS i perioden har vært relativt konstant, men det er en tendens til økning gjennom perioden. Det er ingen signifikante forskjeller i konsentrasjon av TP mellom år.

Tabell 12. Gjennomsnitt av TP (µg/L) i Hafsteinelva pr år i perioden (2012/2013 til 2016/2017, 1. mai til 1. mai). Kvalitativ vurdering av miljøtilstand er gitt.

Prøvepunkt	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	Sum/Gjennomsnitt
Antall prøver TP	0	20	23	24	26	93
TP (µg/L)		39	40	45	47	43
PO ₄ (µg/L)		5,4	4,7	5,5	5,7	5,4
PO ₄ /TP (%)		14	14	14	16	15
SS (mg/L)		22	22	26	33	26
TP/SS (-)		3,2	2,8	2,9	2,8	2,9

	God tilstand < 50 µg/L
	Moderat tilstand 50 -100 µg/L
	Dårlig tilstand > 100 µg/L



Figur 7. Venstre: Gjennomsnittlig konsentrasjon av total fosfor (TP, µg/L) i Hafsteinelva gjennom overvåkingsperioden. Høyre: Boxplot med konsentrasjon av total fosfor (TP, µg/L) i Hafsteinelva gjennom overvåkingsperioden.

Tilførsler av fosfor og suspendert stoff

I tabell 13 er totale årlige tap av TP og SS beregnet med tre ulike metoder. I gjennomsnitt over overvåkingsperioden ligger totalt tap av TP og SS i Hafsteinselva på ca. 1,5 tonn TP per år og ca. 1000 tonn SS per år.

Tabell 13. Tap av TP og SS i Hafsteinelva beregnet med årlig avrenning, slamføringskurven og lineær interpolasjon

	Avrenning	Årsmiddel		Slamføringskurven		Lineær interpolasjon	
		TP (tonn)	SS (kg tonn)	TP (tonn)	SS (kg tonn)	TP (tonn)	SS (kg tonn)
2012/2013	512						
2013/2014	592	1,6	0,9	1,7	1,2	1,5	1,0
2014/2015	595	1,6	0,9	1,7	1,2	1,8	1,4
2015/2016	468	1,4	0,8	1,3	0,9	1,7	1,2
2016/2017	259	0,8	0,6	0,7	0,4	0,9	0,6
Gj.snitt	497*	1,5*	0,9*	1,4	0,9	1,5	1,1
SNITT TP= 1,5 tonn SS= 1,0 kg tonn							

*Basert på gjennomsnittlig årsavrenning fra NEVINA.

4.5 Ydernes (hovedløp)

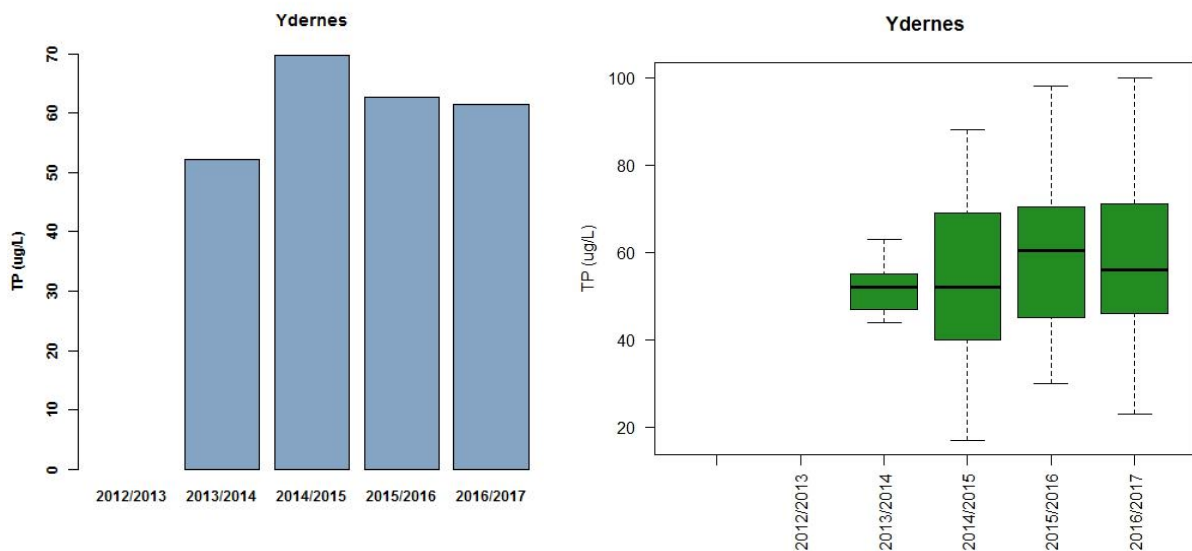
Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av TP ved Ydernes i hele overvåkingsperioden er 64 µg/L (Tabell 14, Figur 8). Dette tilsvarer en moderat tilstand og det er ingen signifikante forskjeller mellom år. Rundt 85 % av TP er partikulært bundet mens rundt 15 % var i form av løst fosfat.

Ydernes ligger i hovedløpet til Haldenvassdraget nedstrøms Bjørkelangen. Stasjonen Skreppestad, ved innløp til Bjørkelangen har en gjennomsnittlig konsentrasjon av TP på 50 µg/L. Det er derfor en betydelig økning fra innløp Bjørkelangen til Ydernes.

Tabell 14. Gjennomsnitt av TP (µg/L) ved Ydernes pr år i perioden (2012/2013 til 2016/2017, 1. mai til 1. mai). Kvalitativ vurdering av miljøtilstand er gitt.

Prøvepunkt	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	SUM/Gjennomsnitt
Antall prøver TP	0	6	25	24	25	80
TP (µg/L)		52	70	63	61	64
PO4 (µg/L)		6,1	8,5	9,5	8,3	8,6
PO4/TP (%)		11	16	16	15	15
SS (mg/L)		19	25	21	18	21
TP/SS (-)		2,9	3,1	3,5	4,4	3,6

	God tilstand < 50 µg/L
	Moderat tilstand 50 -100 µg/L
	Dårlig tilstand > 100 µg/L



Figur 8. Venstre: Gjennomsnittlig konsentrasjon av total fosfor (TP, µg/L) ved Ydernes gjennom overvåkingsperioden. Høyre: Boxplot med konsentrasjon av total fosfor (TP, µg/L) ved Ydernes gjennom overvåkingsperioden

Tilførsler av fosfor og suspendert stoff

I tabell 15 er totale årlige tap av TP og SS beregnet med tre ulike metoder. I gjennomsnitt over overvåkingsperioden ligger totalt tap av TP og SS i Hafsteinselva på ca. 11 tonn TP per år og ca. 3800 tonn SS per år.

Tabell 15. Tap av TP og SS ved Ydernes beregnet med årlig avrenning, slamføringskurven og lineær interpolasjon

	Avrenning	Årsmiddel		Slamføringskurven		Lineær interpolasjon	
		TP (tonn)	SS (kg tonn)	TP (tonn)	SS (kg tonn)	TP (tonn)	SS (kg tonn)
2012/2013	512						
2013/2014	592						
2014/2015	595	15,1	5,4	16,2	5,3	20,1	7,1
2015/2016	468	10,7	3,5	11,9	3,8	12,0	3,7
2016/2017	259	5,8	1,7	5,9	1,9	6,3	1,8
Gj.snitt	453*	10,5*	3,5*	11,3	3,7	12,8	4,2
SNITT TP= 11,5 tonn SS= 3,8 kg tonn							

*Basert på gjennomsnittlig årsavrenning fra NEVINA

4.6 Fylkesgrensen (hovedløp)

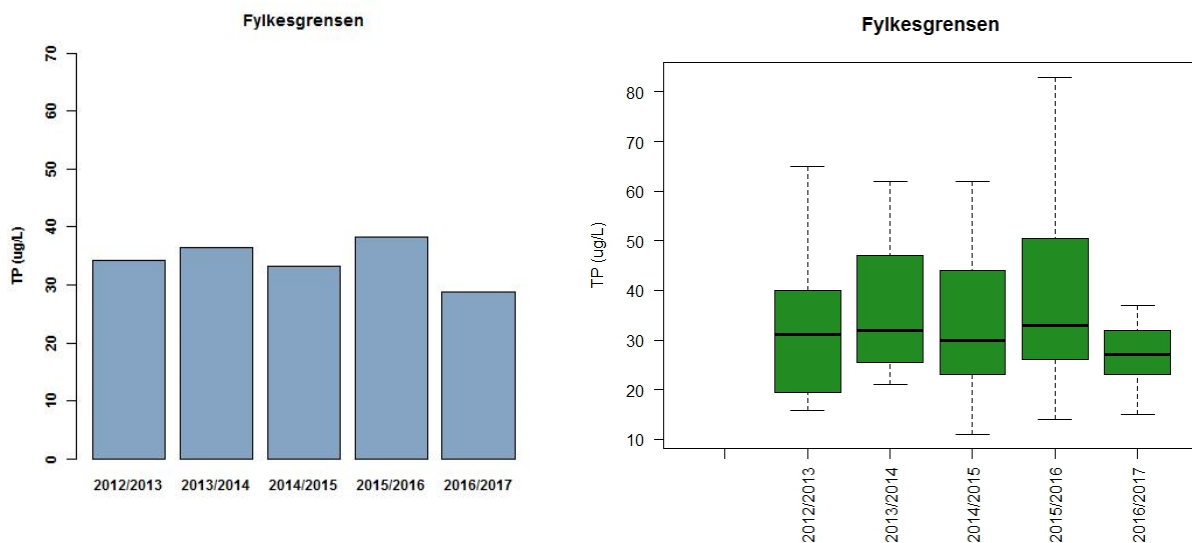
Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av TP ved Fylkesgrensen i hele overvåkingsperioden er 34 µg/L (Tabell 16, Figur 9). Dette tilsvarer en god tilstand og det er ingen signifikante forskjeller mellom år. Rundt 80 % av TP var partikulært bundet mens rundt 20 % var i form av løst fosfat. Både gjennomsnittlige konsentrasjoner og variasjoner mellom min og max verdier gjenspeiler at Fylkesgrensen er en stor vannforekomst der vannkvaliteten i mindre grad varierer sammenlignet med mindre bekker.

Det er en stor forbedring i vannkvalitet fra Ydernes til Fylkesgrensen. Gjennomsnittlig konsentrasjon av TP synker med 47 % og gjennomsnittlig konsentrasjon av SS synker med 57 %. I mellom disse stasjonene renner Haldenvassdraget gjennom Skulerudsjøen der mange partikler sedimenterer. Fordi store partikler i større grad sedimenterer og små partikler gjerne inneholder mer fosfor er det en større reduksjon i SS enn i TP. Denne dynamikken vises også i forholdet mellom TP og SS, og ved Fylkesgrensen har forholdet økt og det er mer fosfor per partikkel.

Tabell 16. Gjennomsnitt av TP (µg/L) i Fylkesgrensen pr år i perioden (2012/2013 til 2016/2017, 1. mai til 1. mai). Kvalitativ vurdering av miljøtilstand er gitt.

Prøvepunkt	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	SUM/Gjennomsnitt
Antall prøver TP	25	24	25	24	25	145
TP (µg/L)	34	36	33	38	29	34
PO4 (µg/L)	5,5	5,0	5,3	5,9	5,2	5,4
PO4/TP (%)	19	15	16	15	18	17
SS (mg/L)	8	11	10	10	6	9
TP/SS (-)	5,0	3,9	3,5	4,9	5,6	4,6

	God tilstand < 50 µg/L
	Moderat tilstand 50 -100 µg/L
	Dårlig tilstand > 100 µg/L



Figur 9. Venstre: Gjennomsnittlig konsentrasjon av total fosfor (TP, µg/L) ved Fylkesgrensen gjennom overvåkingsperioden. Høyre: Boxplot med konsentrasjon av total fosfor (TP, µg/L) ved Fylkesgrensen gjennom overvåkingsperioden.

Tilførsler av fosfor og suspendert stoff

I tabell 17 er totale årlige tap av TP og SS beregnet med tre ulike metoder. I gjennomsnitt over overvåkingsperioden ligger totalt tap av TP og SS ved Fylkesgrensen på ca. 16 tonn TP per år og ca. 4500 tonn SS per år.

Tabell 17. Tap av TP og SS ved Fylkesgrensen beregnet med årlig avrenning, slamføringskurven og lineær interpolasjon

	Avrenning	Årsmiddel		Slamføringskurven		Lineær interpolasjon	
		TP (tonn)	SS (kg tonn)	TP (tonn)	SS (kg tonn)	TP (tonn)	SS (kg tonn)
2012/2013	512	14,5	3,5	17,8	5,2	18,1	4,7
2013/2014	592	17,9	5,4	21,7	6,7	21,0	6,7
2014/2015	595	16,4	5,0	21,9	6,7	20,9	6,6
2015/2016	468	14,9	4,0	16,4	4,9	17,3	4,9
2016/2017	259	6,2	1,2	7,7	2,0	7,0	1,4
Gj.snitt	460*	13,0*	3,4*	17,1	5,1	16,9	4,9
SNITT TP= 15,7 tonn SS= 4,5 kg tonn							

*Basert på gjennomsnittlig årsavrenning fra NEVINA

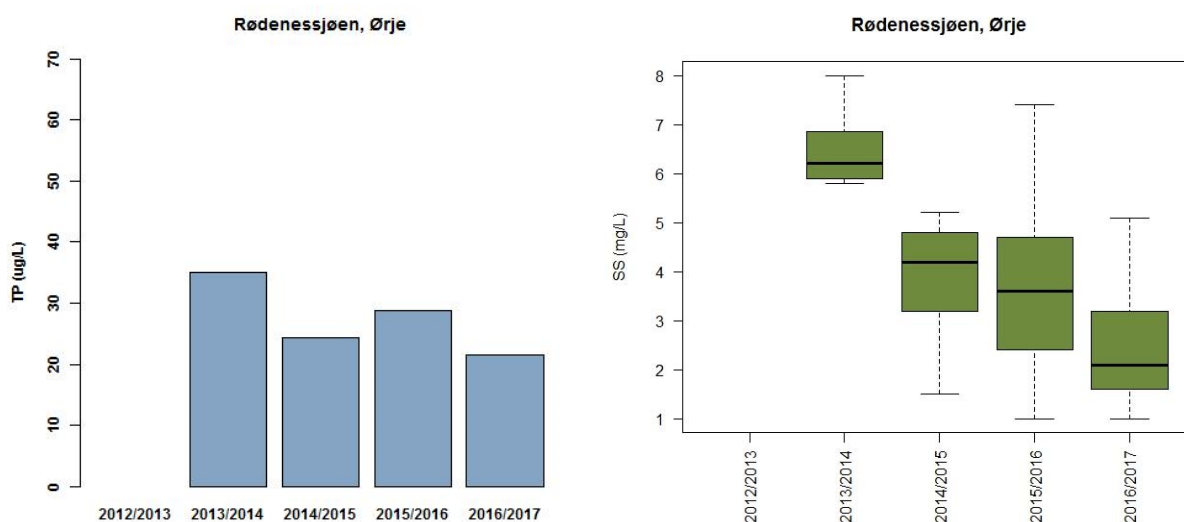
4.7 Rødenessjøen, Ørje (hovedløp)

Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av TP ved utløpet av Rødenessjøen ved Ørje i hele overvåkingsperioden er 26 µg/L (Tabell 18, Figur 10). Dette tilsvarer en god tilstand og vannkvaliteten er ytterligere forbedret sammenlignet med Ydernes og Fylkesgrensen. Sammenlignet med Ydernes er gjennomsnittlig konsentrasjon av TP 60 % lavere og gjennomsnittlig konsentrasjon av SS 81 % lavere. På grunn av sedimentasjon av store partikler i Skulerudsjøen og Rødenessjøen har forholdet mellom TP og SS også økt fra 3,6 ved Ydernes til 4,6 ved Fylkesgrensen og 8,4 ved utløpet av Rødenessjøen. Av samme grunn er prosent løst fosfat av TP noe høyere ved Rødenessjøen enn ved Ydernes og Fylkesgrensen. Både gjennomsnittlige konsentrasjoner og variasjoner mellom min og max verdier gjenpeiler at Rødenessjøen er en stor vannforekomst der vannkvaliteten i mindre grad varierer sammenlignet med mindre bekker.

Tabell 18. Gjennomsnitt av TP (µg/L) i Rødenessjøen, Ørje pr år i perioden (2012/2013 til 2016/2017, 1. mai til 1. mai). Kvalitativ vurdering av miljøtilstand er gitt.

Prøvepunkt	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	SUM/Gjennomsnitt
Antall prøver TP		7	25	24	26	82
TP (µg/L)		35	24	29	22	26
PO4 (µg/L)		7,1	5,2	6,5	5,3	5,8
PO4/TP (%)		20	23	23	25	23
SS (mg/L)		7	4	4	2	4
TP/SS (-)		5,5	6,8	9,4	9,8	8,4

	God tilstand < 50 µg/L
	Moderat tilstand 50 -100 µg/L
	Dårlig tilstand > 100 µg/L



Figur 10. Venstre: Gjennomsnittlig konsentrasjon av total fosfor (TP, µg/L) i Rødenessjøen, Ørje gjennom overvåkingsperioden. Høyre: Boxplot med konsentrasjon av total fosfor (TP, µg/L) ved Rødenessjøen, Ørje gjennom overvåkingsperioden.

Tilførsler av fosfor og suspendert stoff

I tabell 19 er totale årlige tap av TP og SS beregnet med tre ulike metoder. I gjennomsnitt over overvåkingsperioden ligger totalt tap av TP og SS ved utløpet av Rødenessjøen på ca. 12 tonn TP per år og ca. 1900 tonn SS per år.

Tabell 19. Tap av TP og SS i utløpet av Rødenessjøen, Ørje, beregnet med årlig avrenning, slamføringskurven og lineær interpolasjon

	Avrenning	Årsmiddel		Slamføringskurven		Lineær interpolasjon	
		TP (tonn)	SS (kg tonn)	TP (tonn)	SS (kg tonn)	TP (tonn)	SS (kg tonn)
2012/2013	512						
2013/2014	592						
2014/2015	595	14,7	2,4	16,7	2,2	15,5	2,5
2015/2016	468	13,6	1,7	13,0	1,7	14,7	1,7
2016/2017	259	5,6	0,6	6,7	0,9	6,0	0,7
Gj.snitt	460*	11,9	1,7	12,1	1,6	12,1	1,6
SNITT TP= 12,0 tonn, SS=1,6 kg tonn							

*Basert på gjennomsnittlig årsavrenning fra NEVINA

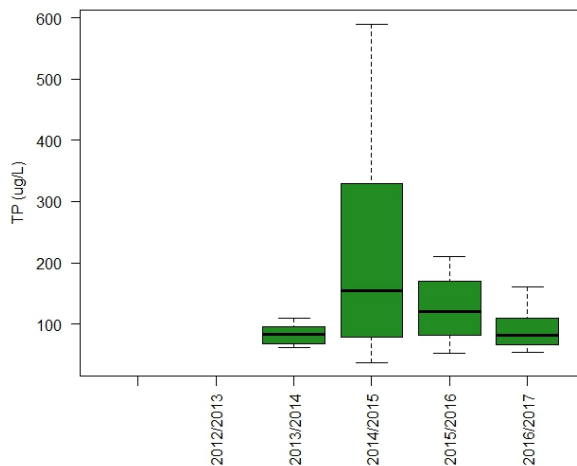
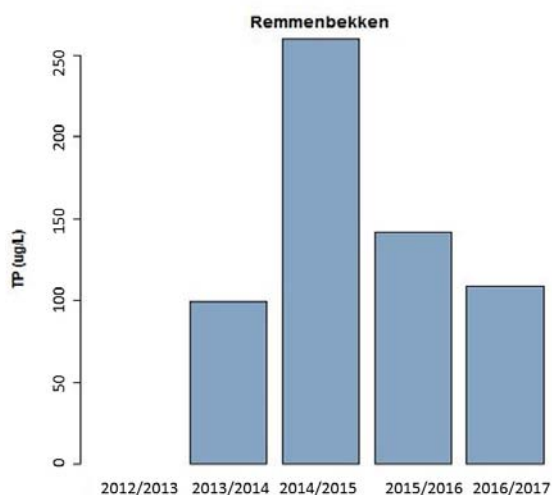
4.8 Remmenbekken

Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av TP i Remmenbekken i hele overvåkingsperioden er 159 µg/L, dette er den høyeste gjennomsnittlige verdien i overvåkingsprogrammet i Haldenvassdraget (Tabell 20, Figur 11). Remmenbekken er tydelig påvirket av kloakk med høye verdier av løst fosfat og høy prosentandel løst fosfat av TP. Tilstanden for vannkvaliteten i Remmenbekken er dårlig og viser ingen tegn til bedring gjennom overvåkingen. Høyest gjennomsnittlig konsentrasjon av TP og løst fosfat var i 2014/2015, tre vannprøver med en TP konsentrasjon over 500 µg/L og løst fosfat over 400 µg/L bidro til å dra opp disse snittene.

Tabell 20. Gjennomsnitt av TP (µg/L) i Remmenbekken pr år i perioden (2012/2013 til 2016/2017, 1. mai til 1. mai). Kvalitativ vurdering av miljøtilstand er gitt.

Prøvepunkt	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	SUM/Gjennomsnitt
Antall prøver TP		14	22	21	22	79
TP (µg/L)		100	260	145	109	159
PO4 (µg/L)		40,7	150,1	70,8	28,4	74,6
PO4/TP (%)		41	47	39	31	39
SS (mg/L)		25	39	29	15	27
TP/SS (-)		11,5	17,0	15,6	18,6	16,0

	God tilstand < 50 µg/L
	Moderat tilstand 50 -100 µg/L
	Dårlig tilstand > 100 µg/L



Figur 11. Øverst: Gjennomsnittlig konsentrasjon av total fosfor (TP, µg/L) i Remmenbekken gjennom overvåkingsperioden (merk annen akse enn øvrige konsentrasjonsfigurer). Høyre: Boxplot med konsentrasjon av total fosfor (TP, g/L) i Remmenbekken gjennom overvåkingsperioden.

Tilførsler av fosfor og suspendert stoff

I tabell 21 er totale årlige tap av TP og SS beregnet med tre ulike metoder. I gjennomsnitt over overvåkingsperioden ligger totalt tap av TP og SS i Remmenbekken på ca. 1 tonn TP per år og ca. 300 tonn SS per år.

Tabell 21. Tap av TP og SS i Remmenbekken beregnet med årlig avrenning, slamføringskurven og lineær interpolasjon

	Avrenning	Årsmiddel		Slamføringskurven		Lineær interpolasjon	
		TP (tonn)	SS (kg tonn)	TP (tonn)	SS (kg tonn)	TP (tonn)	SS (kg tonn)
2012/2013	512						
2013/2014	592	1,1	0,3	0,3	0,3	**	**
2014/2015	595	2,9	0,5	0,3	0,4	1,7	0,7
2015/2016	468	1,3	0,3	0,2	0,2	1,2	0,4
2016/2017	259	0,5	0,1	0,1	0,1	0,5	0,1
Gj.snitt	389*	1,2*	0,2*	0,2	0,3	1,2	0,4
SNITT TP=0,9 tonn, SS=0,3 kg tonn							

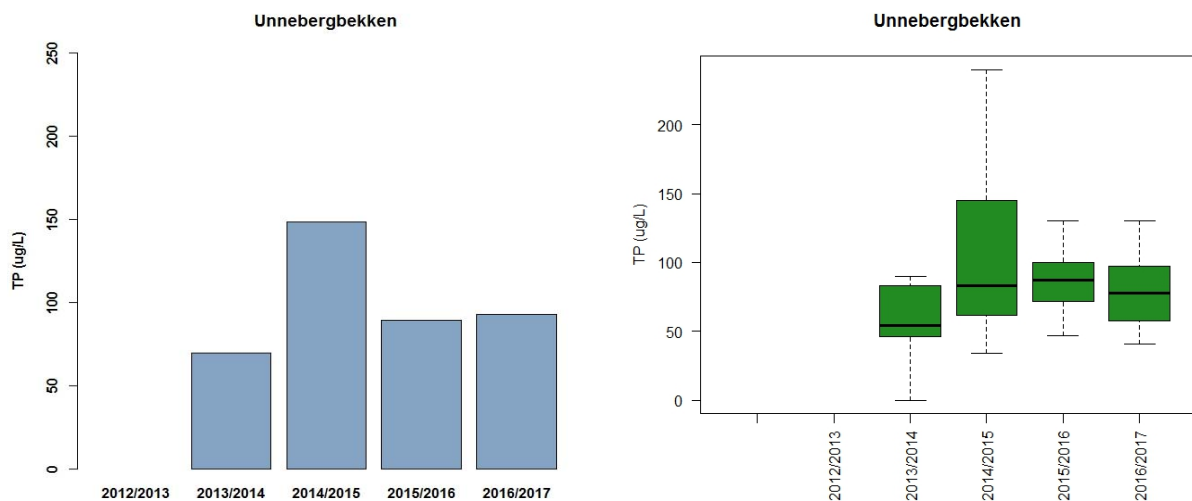
*Basert på gjennomsnittlig årsavrenning fra NEVINA **ikke prøvetatt hele året

4.9 Unnebergbekken

Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av TP i Unnebergbekken i hele overvåkingsperioden er 104 µg/L (Tabell 22, Figur 12), dette er den nest høyeste gjennomsnittlige verdien i overvåkingsprogrammet i Haldenvassdraget. Unnebergbekken har i likhet med Remmenbekken indikasjoner på påvirkning fra kloakk (en høy andel av fosforet er løst), men det ikke like tydelig som Remmenbekken. Det er ingen signifikante forskjeller mellom år.

Tabell 22. Gjennomsnitt av TP (µg/L) i Unnebergbekken pr år i perioden (2012/2013 til 2016/2017, 1. mai til 1. mai). Kvalitativ vurdering av miljøtilstand er gitt.

Prøvepunkt	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	Sum/Gjennomsnitt
Antall prøver TP		14	22	21	22	79
TP (µg/L)		70	152	90	93	104
PO4 (µg/L)		22,2	38,2	28,5	20,0	27,5
PO4/TP (%)		32	40	32	24	32
SS (mg/L)		20	36	17	21	24
TP/SS (-)		7,4	9,4	8,6	12,9	9,8
		God tilstand < 50 µg/L				
		Moderat tilstand 50 -100 µg/L				
		Dårlig tilstand > 100 µg/L				



Figur 12. Venstre: Gjennomsnittlig konsentrasjon av total fosfor (TP, µg/L) i Unnebergbekken gjennom overvåkingsperioden. Høyre: Boxplot med konsentrasjon av total fosfor (TP, µg/L) i Unnebergbekken gjennom overvåkingsperioden.

Tilførsler av fosfor og suspendert stoff

I tabell 23 er totale årlige tap av TP og SS beregnet med tre ulike metoder. I gjennomsnitt over overvåkingsperioden ligger totalt tap av TP og SS i Unnebergbekken på ca. 0,7 tonn TP per år og ca. 200 tonn SS per år.

Tabell 23. Tap av TP og SS i Unnebergbekken beregnet med årlig avrenning, slamføringskurven og lineær interpolasjon

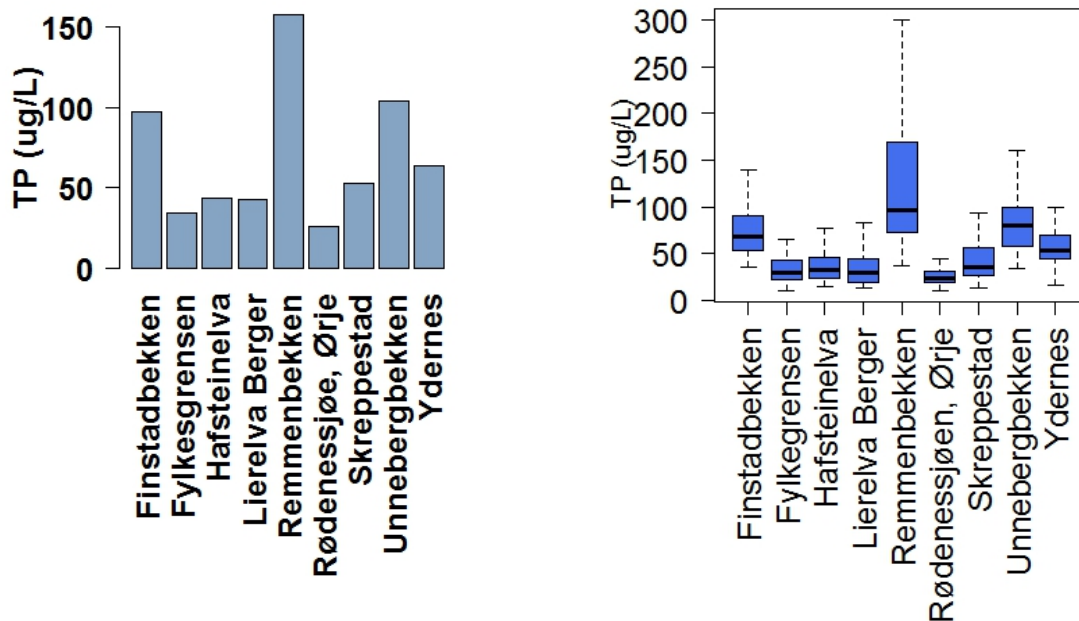
	Avrenning	Årsmiddel		Slamføringskurven		Lineær interpolasjon	
		TP (tonn)	SS (kg tonn)	TP (tonn)	SS (kg tonn)	TP (tonn)	SS (kg tonn)
2012/2013	512						
2013/2014	592	0,7	0,2	0,9	0,2		
2014/2015	595	1,6	0,4	0,9	0,2	1,1	0,4
2015/2016	468	0,8	0,1	0,7	0,1	0,8	0,2
2016/2017	259	0,4	0,1	0,4	0,1	0,4	0,1
Gj.snitt	362*	0,7*	0,2*	0,7	0,1	0,8	0,2
SNITT TP= 0,7 tonn, SS= 0,2 kg tonn							

*Basert på gjennomsnittlig årsavrenning fra NEVINA

5 Diskusjon

5.1 Miljøtilstand

Finstadbekken, Remmenbekken og Unnebergbekken har høyest gjennomsnittlig konsentrasjon av TP over alle år, deretter følger Ydernes og Skreppestad. Lierelva, Berger, Hafsteinselva, Fylkesgrensen og Rødenessjøen. Ørje har gjennomsnittlige konsentrasjoner under 50 µg/L og defineres tentativt som i god tilstand (Figur 13, Tabell 24). Generelt ligger nivået fra år til år i de ulike bekkene relativt konstant og som vist i resultatdelen er det få signifikante forskjeller mellom år.



Figur 13. Venstre: Gjennomsnittlig konsentrasjon av total fosfor (TP, µg/L) i alle prøvепunkt i året 2016/2017 Høyre: Boxplot med konsentrasjon av total fosfor (TP, µg/L) i alle prøvепunkt gjennom overvåkingsperioden.

Tabell 24. Gjennomsnitt av TP ($\mu\text{g/L}$) i Haldenvassdraget i perioden 2012-2017 (1. mai til 1. mai). Kvalitativ vurdering av miljøtilstand er gitt.

Prøvepunkt	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	Gjennomsnitt
	TP ($\mu\text{g/L}$)	TP ($\mu\text{g/L}$)	TP ($\mu\text{g/L}$)	TP ($\mu\text{g/L}$)	TP ($\mu\text{g/L}$)	TP ($\mu\text{g/L}$)
Nord for Bjørkelangen						
Finstadbekken	160	76	71	83	100	98
Lierelva, Berger				39	46	43
Skreppestad		35	47	48	68	50
Mellom Bjørkelangen og Skulerudsjøen						
Hafsteinselva		39	40	45	47	43
Ydernes		52	68	63	61	61
Fra Fylkesgrensen til Ørje						
Fylkesgrensen	30	36	33	38	29	33
Rødenessjøen, Ørje		35	25	29	22	28
Fra Ørje til Halden						
Remmenbekken		100	246	145	109	150
Unnebergbekken		70	143	90	93	99
	God tilstand < 50 $\mu\text{g/L}$					
	Moderat tilstand 50 -100 $\mu\text{g/L}$					
	Dårlig tilstand > 100 $\mu\text{g/L}$					

5.2 Ulike kilder til fosfor

I undersøkelser av Termotolerante koliforme bakterier (TKB) i 2012/2013 ble det funnet et høyt antall TKB i Finstadbekken, Lierelva, Remmenbekken og Unnebergbekken (Greipsland 2015).

I Hafsteinselva ble det også funnet TKB, men i et mindre antall. Rødenessjøen, Ørje og Ydernes har ikke blitt prøvetatt for TKB. Et høyt nivå av TP, samt høy prosentandel løst fosfat i Remmenbekken og Unnebergbekken (hhv. 39 og 32 %) tyder på at kloakk fremdeles er et problem i disse bekkene.

I de andre bekkene ligger prosentandel løst fosfat på rundt 20, dette er et "normalt" nivå på Østlandet men er noe høyere enn for eksempel bekkene i Morsa, hvor gjennomsnittet varierte mellom 5 og 15 % i 2011 og 2012 (Skarbøvik m.fl. 2012; 2013). Andel partikulært fosfor er høyest i Hafsteinselva og ved Ydernes (85 %).

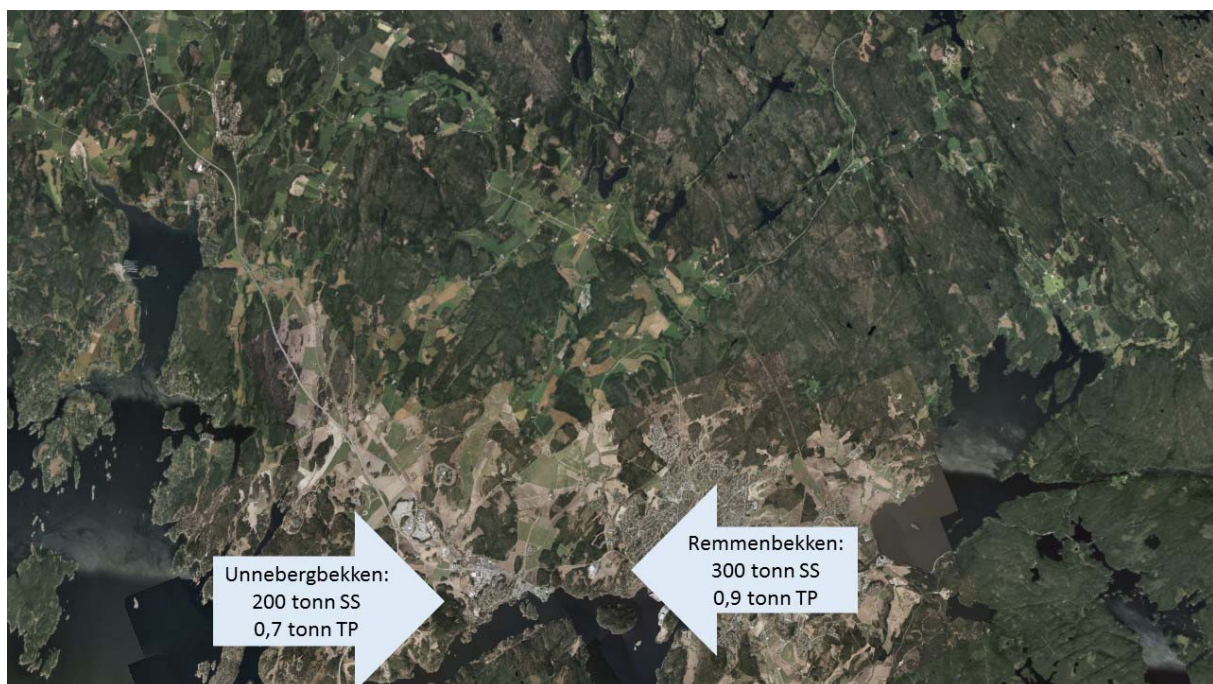
5.3 Usikkerhet i tilførselsberegninger

I denne rapporten vises resultater av tre ulike beregningsmetoder for tilførsler. Resultatene varierer, men jevnt over gir lineær interpolasjon ofte de høyeste estimatene, mens slamføringskurven og årsmiddelmetoden gir noe lavere beregnede tilførsler. I en sammenligning av beregningsmetoder har Skarbøvik (in prep.) benyttet turbiditetsmålinger for å vurdere hvilken metode som gir det mest presise estimatet. Turbiditet ble målt på timesbasis, og korrelerte godt med både suspendert stoff og totalfosfor. Resultatet av undersøkelsen var at ingen av de tre metodene gir presise svar, siden både over- og underestimering forekommer for alle tre metoder. Generelt ble det størst feil i perioder med få vannprøver. Basert på dette har vi i denne rapporteringen valgt å bruke gjennomsnittsverdien av de tre beregningsmetodene.

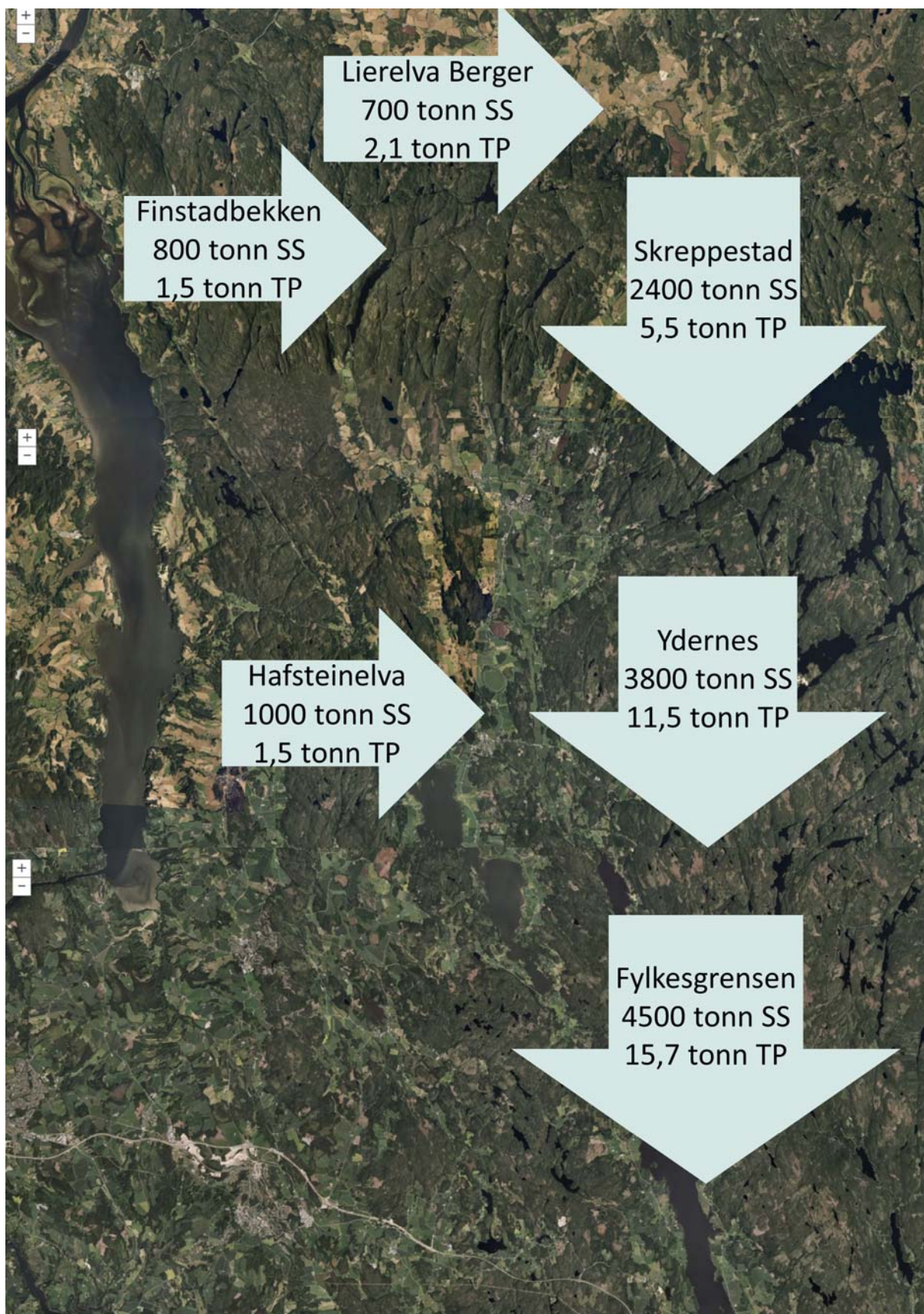
5.4 Transport av jord og fosfor

I figur 14 - 15 vises budsjett for SS og TP for prøvepunktene i gjennomsnitt for overvåkingsperioden. Alle tall tilsvarer mengde TP som ble transportert gjennom stasjonene i gjennomsnitt over overvåkingsperioden for de ulike stasjonene. På grunn av lav tidsopløsning i prøvetakingen, usikkerheter med vannføring og siden prøvepunktene er prøvetatt i ulike år, vil denne oversikten kun gi et grovt bilde av transporten.

Overvåkingen viser en tydelig økning i mengder TP og SS nedover i vassdraget. Fra Lierelva Berger til Skreppestad øker transporten i gjennomsnitt med 1600 tonn SS og 3,4 tonn TP. Transporten øker ytterligere fra Skreppestad til Ydernes. Økningen nedover i vassdraget skyldes både en økning i vannføring og en økning i konsentrasjoner. Ved Fylkesgrensen blir det transportert ca. 4500 tonn SS og ca. 16 tonn TP. Omlag 300 tonn SS sedimenteres årlig i Skulerudsjøen i følge dette regnestykket.



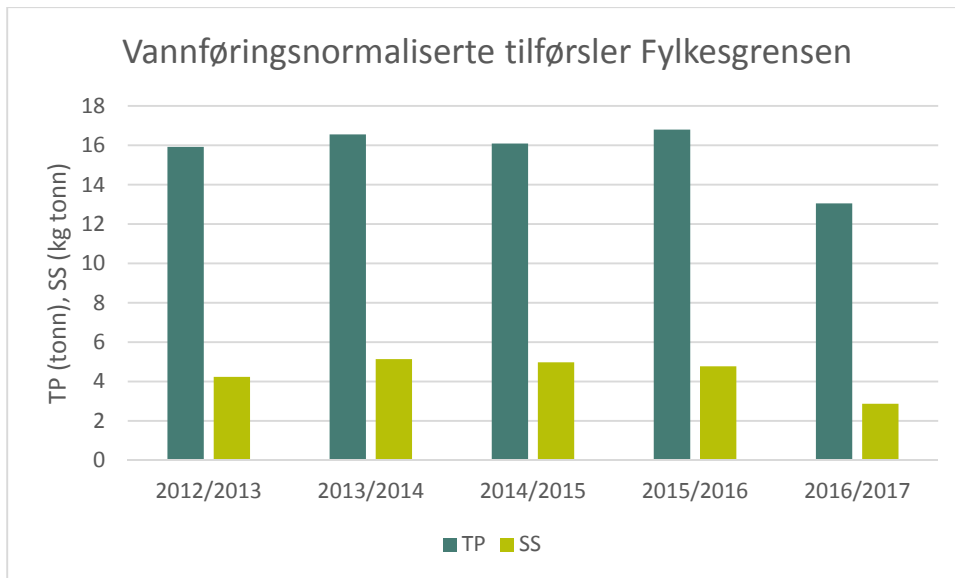
Figur 14. Estimert gjennomsnittlig transport per år av suspendert stoff (kg tonn SS) og Total fosfor (tonn TP) i Remmenbekken og Unnebergbekken.



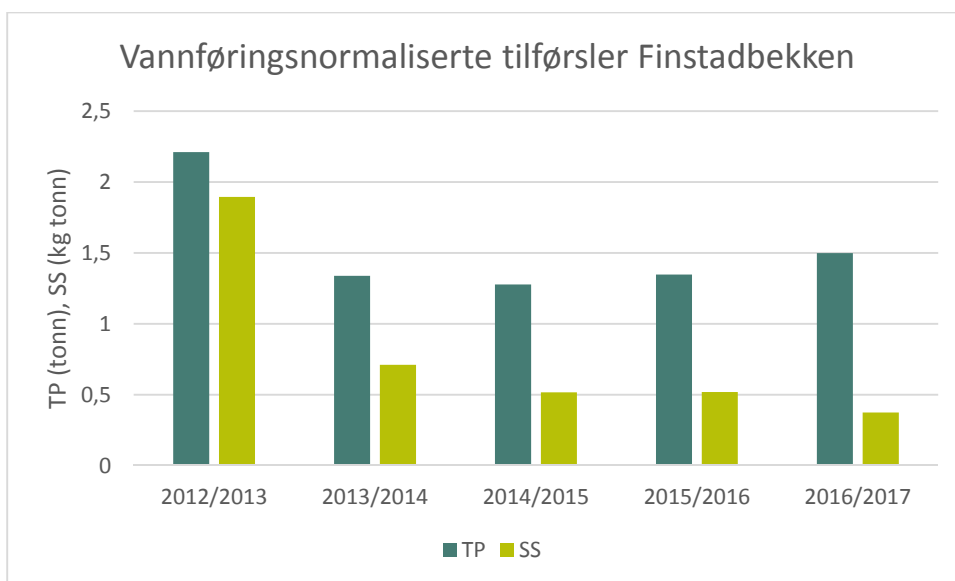
Figur 15. Estimert gjennomsnittlig transport per år (2012-2017) av suspendert stoff (kg tonn SS) og total fosfor (tonn TP) i øvre del av Haldenvassdraget.

5.5 Vannføringsnormaliserte tilførsler

For stasjoner som er prøvetatt alle fem år (Finstadbekken og Fylkesgrensen) er det utført vannføringsnormalisering av tilførslene (Figur 16 og 17). Dette betyr at tilførslene er justert slik at år med ulike vannføringer kan sammenlignes. Ved Fylkesgrensen er tilførslene relativt like de første fire år, mens året 2016/2017 har noe lavere tilførsler av både SS og TP. I Finstadbekken er det en nedgang i tilførsler av SS fra 2012 til 2017, men året 2012/2013 er usikkert på grunn av stor innflytelse av én vannprøve med høye verdier av TP og SS. Tilførslene av TP i Finstadbekken er høyest i 2012/2013 og deretter relativt konstante men med en liten økning i 2016/2017.



Figur 16. Vannføringsnormaliserte tilførsler av total fosfor (TP) og suspendert stoff (SS) ved Fylkesgrensen.



Figur 17. Vannføringsnormaliserte tilførsler av total fosfor (TP) og suspendert stoff (SS) i Finstadbekken.

6 Oppsummering og videre arbeid

Overvåkingen i Haldenvassdraget har foregått siden 2012 og totalt har 31 lokaliteter blitt overvåket. Målsetningen med denne overvåkingen har vært å få et bedre estimat på tilførslene av totalfosfor (TP), og vektingen mellom bekkene, samt å kunne måle effekten av tiltak som er igangsatt.

I perioden mai 2016-mai 2017 har ni lokaliteter i Haldenvassdraget blitt overvåket. Gjennomsnittlig konsentrasjon av TP varierte fra 28 µg/L ved utløpet av Rødenessjøen, til 150 µg/L i Remmenbekken. Det er få signifikante forskjeller i gjennomsnittlig konsentrasjon av TP, SS eller løst fosfat fra år til år, og ingen tydelige trender.

Remmenbekken og Unnebergbekken er fremdeles tydelig påvirket av kloakk.

Tilførselsberegningene viser en tydelig økning i mengden TP og SS som transporteres nedover i vassdraget fra Lierelva ved Berger til Ydernes. Økningen nedover i vassdraget skyldes både en økning i vannføring og en økning i konsentrasjoner.

For å kunne måle effekten av tiltak er det nødvendig å se på de vannføringsnormaliserte tilførslene. Overvåkingen ved hver lokalitet har variert, og kun de lokalitetene som har vært prøvetatt alle år kan benyttes til en slik trendanalyse. Dette omfatter stasjonene Finstadbekken og Fylkesgrensen som har vært overvåket i fem år. Fortrinnsvis bør det være minst ti år med data for å gjennomføre trendanalyser; derfor er denne vurderingen av utviklingen av vannkvaliteten høyst tentativ. Det er ingen tydelige trender i hverken Finstadbekken eller ved Fylkesgrensen.

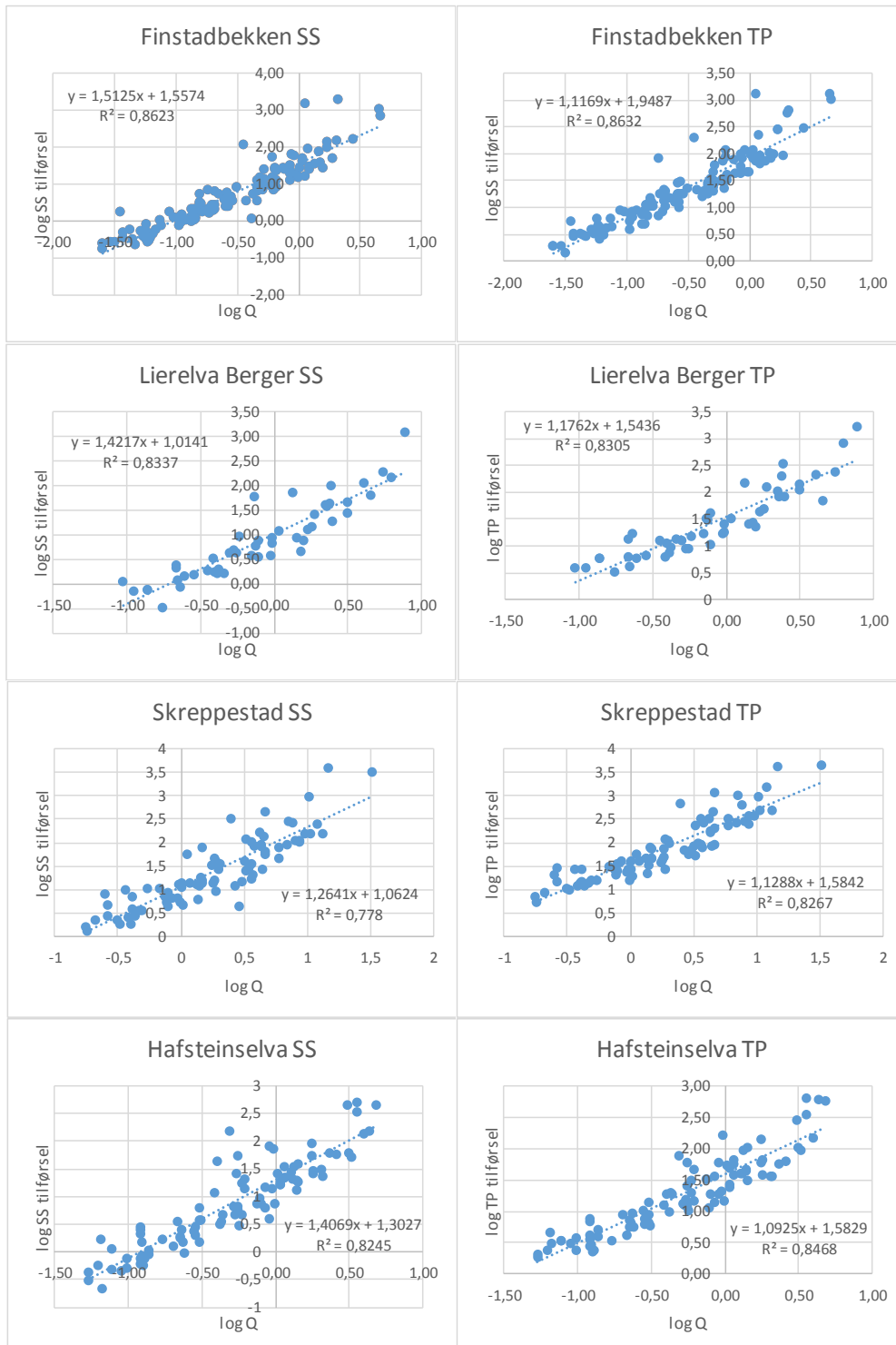
Videre bør det gjennomføres en sammenstilling av tilgjengelige data over tiltakene som er gjennomført i Haldenvassdraget innenfor sektorene landbruk og avløp. Tiltaksgjennomføring kan deretter ses i sammenheng med utvikling i vannkvalitet i stasjonene med sammenhengende overvåking siden 2012.

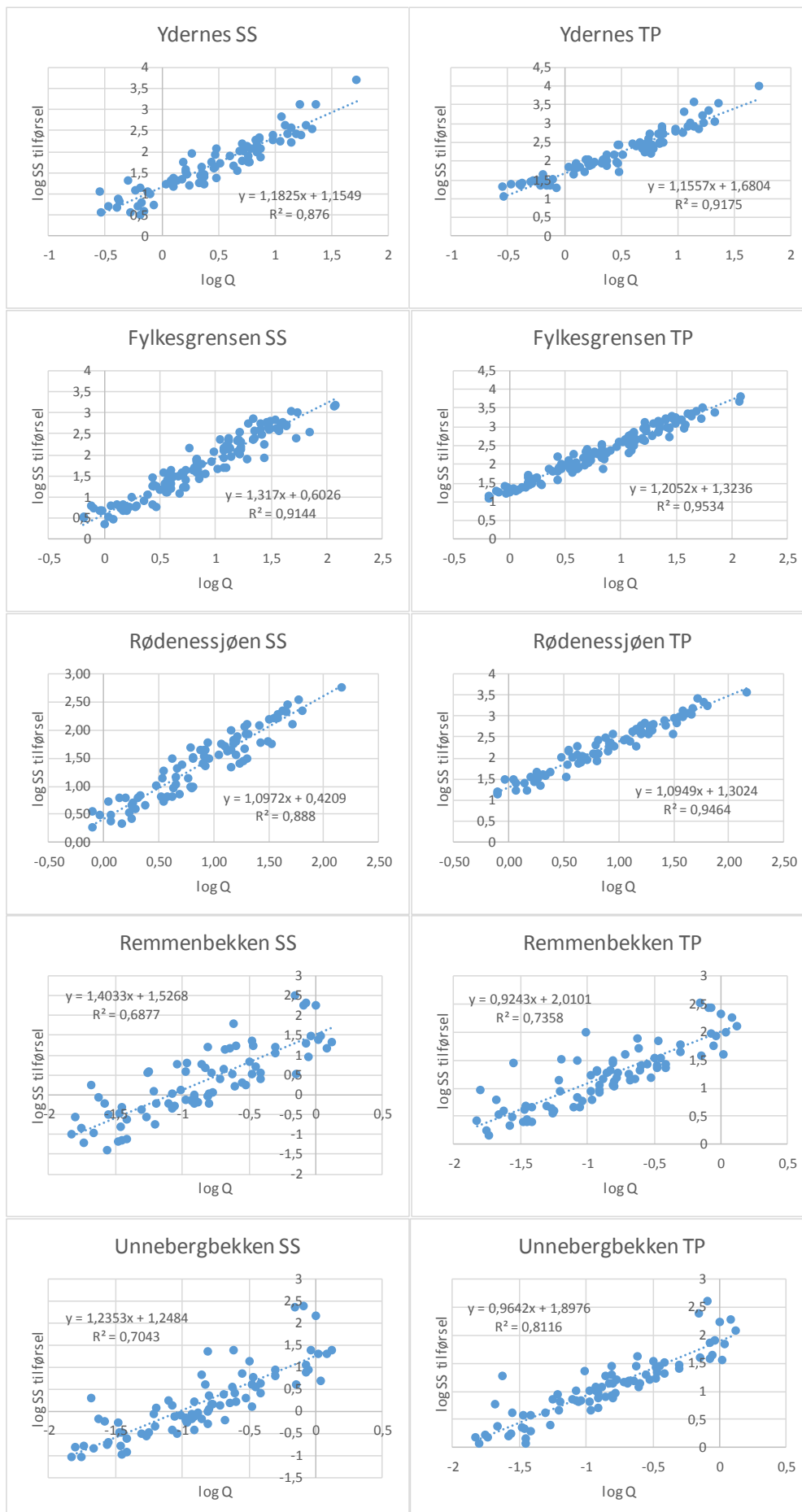
Siden det har blitt gjennomført mange tiltak i avløpssektoren er det spesielt viktig med nye analyser av TKB. Det anbefales derfor at et utvalg av lokalitetene prøvetas igjen for denne parameteren.

Referanser

- Eklima. Stasjon Aurskog II. Hentet 01.06.2017. 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.
- Greipsland, I og Bechmann, M. 2014. Overvåking Haldenvassdraget 2013/2014 – Resultater fra 23 elver og bekker. Bioforsk Rapport Vol. 9. Nr. 106.
- Greipsland, I. 2015. Sammendrag av tre år med overvåking av vannkvalitet i Haldenvassdraget. NIBIO rapport Vol 1. Nr. 1.
- Greipsland, I. 2016. Overvåking av vannkvalitet i Haldenvassdraget 2015/16. NIBIO rapport Vol 2. Nr. 93.
- Haande, S., Lyche Solheim, A., Moe, J., Brænden, R., 2011. Klassifisering av økologisk tilstand i elver og innsjøer Vannområde Morsa iht. Vanndirektivet. NIVA Rapp 6166-2011. 39 s.
- Norsk institutt for Skog og landskap. Arealressurskart (AR5) Hentet 1.2.2014. <http://www.skogoglandskap.no/kart/arealressurskart>
- Norsk institutt for Skog og landskap. Jordsmonnkart. Hentet 1.2.2014. http://www.skogoglandskap.no/kart/jordsmonnkart_og_statistikk
- Norge Digitalt. Digital Høydemodell (DEM). Hentet 1.5.2013 www.norgedigitalt.no
- Skarbøvik, E. og Haande, S. 2012. Overvåking Vansjø/Morsa 2010-2011. Resultater fra overvåkingen i perioden oktober 2010-oktober 2011. Bioforsk rapport 7(44): 121 s.
- Skarbøvik, E., Haande, S. og Bechmann, M. 2013. Overvåking Vansjø/Morsa 2011-2012. Resultater fra overvåkingen i perioden oktober 2011 til oktober 2012. Bioforsk rapport 8(71). 212 s.
- Skarbøvik, E. (in prep.) Comparison of different calculation methods for sediment, phosphorus and nitrogen loads in a Norwegian agricultural river: Impacts for trend assessments. (Artikkel skal sendes til tidsskrift I løpet av 2017.)
- 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-revidert 2015 Klassifisering av miljøtilstand i vann. *Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften*. 2015. Direktoratgruppen for gjennomføring av vannforskriften.

Vedlegg 1

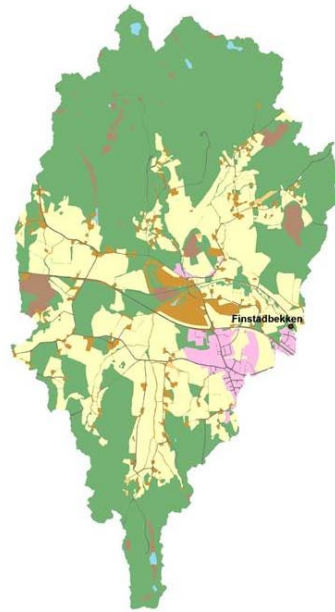




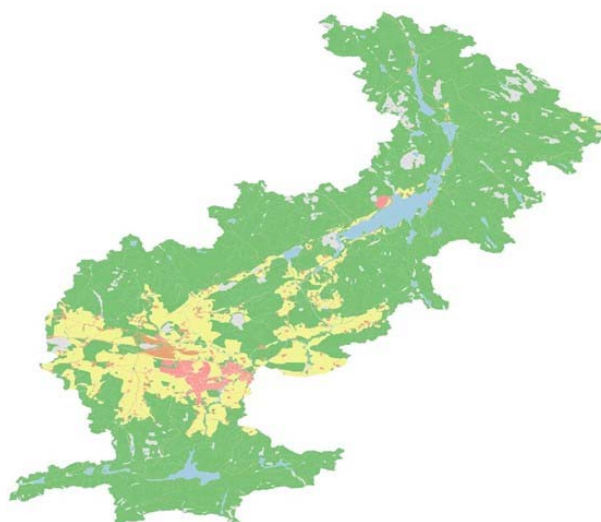
Vedlegg 2

Finstadbekken

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



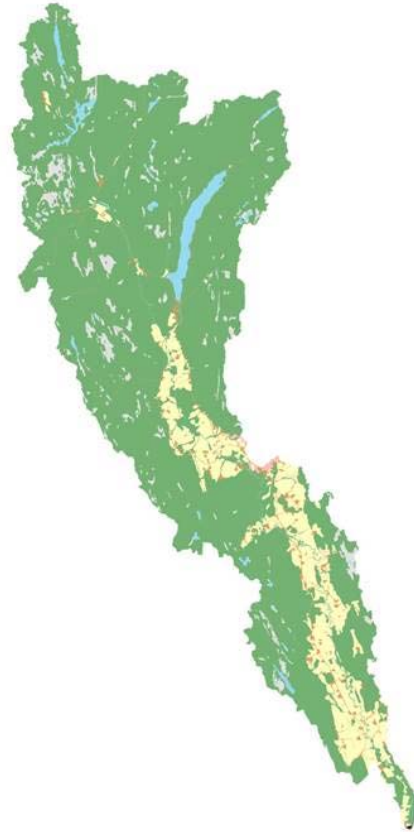
Lierelva, berger



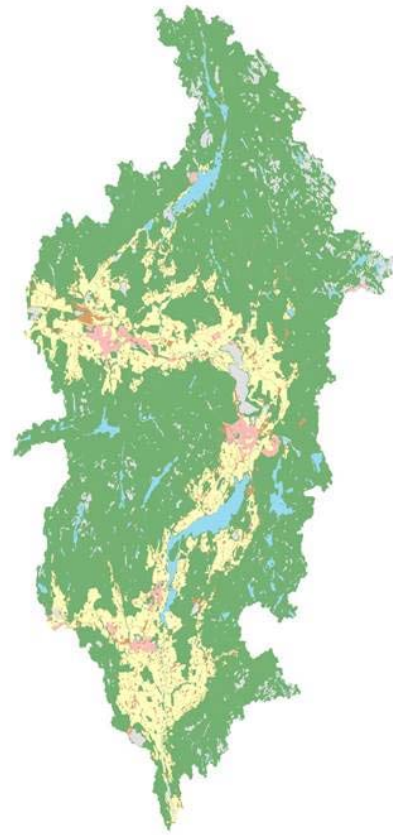
Skreppestad



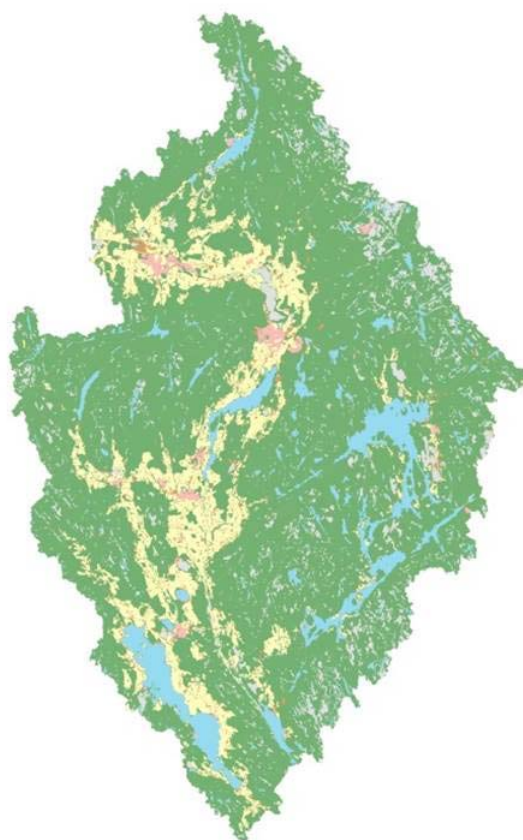
Hafsteinselva



Ydernes

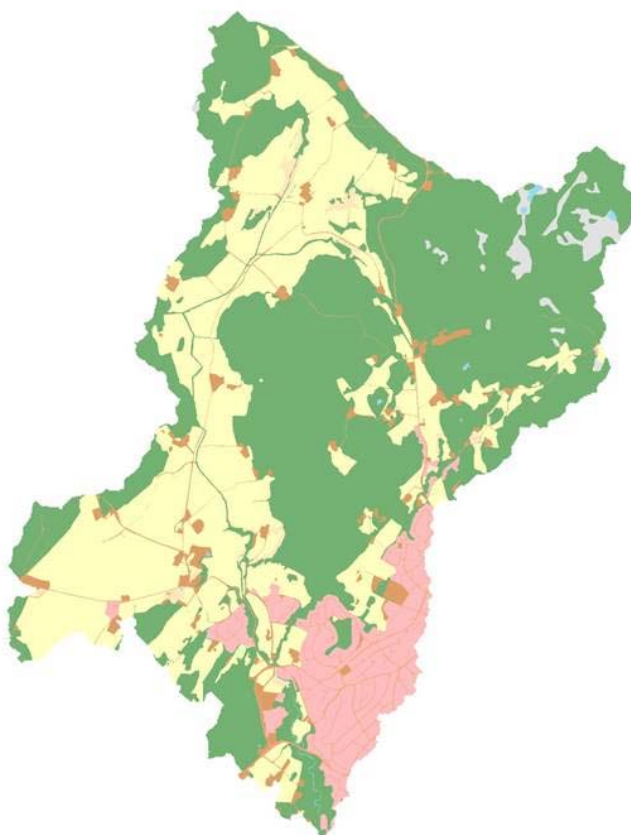


Fylkesgrensen

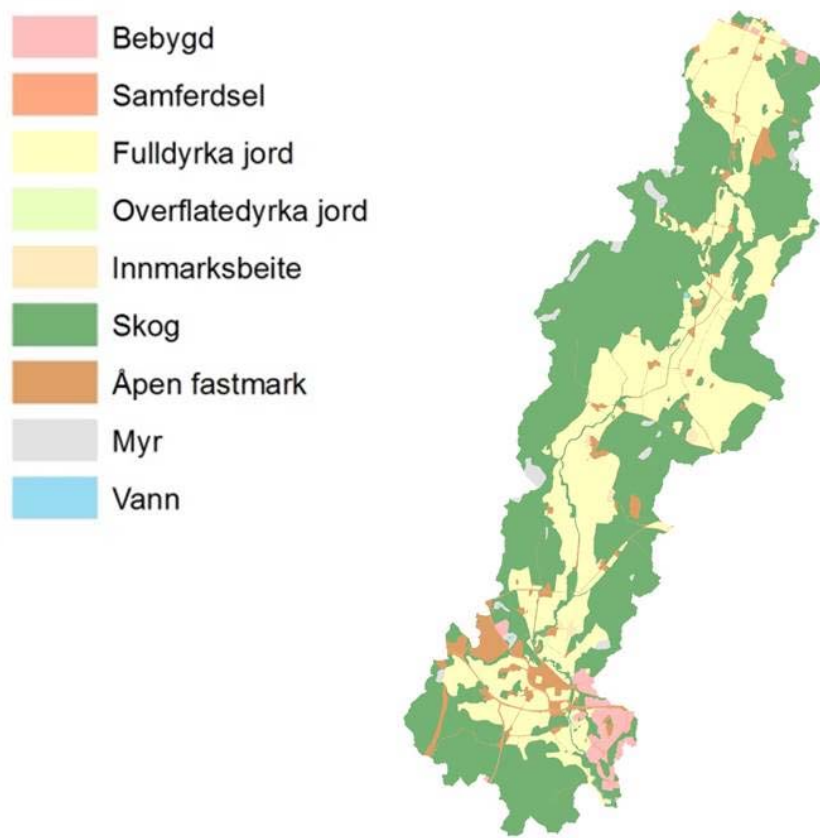


Remmenbekken

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



Unnebergbekken



Vedlegg 3

Tilløpsbekker nord

Finstadbekken
Riserelva, Aurskog
Toverudbekken
Haneborgbekken
Ihlebekken
Riserelva, Løken
Gorobekken
Nesbekken
Hafsteinselva
Dalsroabekken
Korsa
Mjerma
Kragtorpbekken

Tilløpsbekker sør

Unnebergbekken
Remmenbekken



Hovedløpet

Lierelva, Berger (h)
Lierfossen (h)
Skreppestad (h)
Hølandselva, Naddum (h)
Ydernes (h)
Fylkesgrensen (h)
Rødenessjøen, Ørje (h)

Tilløpsbekker midt

Taraldrubekken
Kinnbekken
Gåsebybekken
Østenbybekken
Engerelva
Bøenselva
Gunnengsbekken
Melbyelva

Oversikt over alle prøvesteder i Haldenvassdraget i perioden 2012-2017, h=hovedløp.

NOTATER

NOTATER

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.