



**NIBIO**

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

# Multiparameteranalyse av feltkarakteristika og vannkjemi i leirvassdrag

Underlag for fastsettelse av miljømål i henhold til vannforskriften

NIBIO RAPPORT | VOL. 3 | NR. 110 | 2017



Inga Greipsland, Robert Barneveld og Eva Skarbøvik  
Divisjon for Miljø og naturressurser

## TITTEL

Multiparameteranalyse av feltkarakteristika og vannkjemi i leirvassdrag  
Underlag for fastsettelse av miljømål i henhold til vannforskriften

## FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Inga Greipsland, Robert Barneveld og Eva Skarbøvik

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
13.10.2017	3(110) 2017	Åpen	10533	17/02772
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17-01930-5	2464-1162	27	1	

## OPPDRAUGSGIVER

Prosjektet er finansiert av Miljødirektoratet og  
Forskningsrådet

## STIKKORD/KEYWORDS:

Leireelver, referanseverdier, klassifisering,  
vannkjemi

Rivers in marine clay areas, reference values,  
classification, water chemistry

## FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Vannmiljø

Water quality

## SAMMENDRAG:

Rapporten gir resultatene av en multiparameteranalyse av vannkjemi (næringsstoffer og suspendert sediment) og om lag 20 ulike feltkarakteristika i leirvassdrag. Korrelasjonsmatrisene viser at det i overveiende grad er leirdekningsgrad som påvirker fosfornivået i skogsvassdrag, og leirdekningsgrad sammen med andel jordbruksareal i vassdrag med jordbruksaktivitet i nedbørfeltet. Resultatene er av betydning for gjennomføringen av vannforskriften, og er benyttet som grunnlag for anbefalinger om referansetilstand i leirvassdrag.

## LAND:

Norge

GODKJENT



PER STÅLNACKE

PROSJEKTLEDER



EVA SKARBØVIK



**NIBIO**

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

# Forord

Denne rapporten drøfter sammenhengen mellom feltkarakteristika og vannkjemi i leirvassdrag, med særlig fokus på hvilke feltkarakteristika som kan påvirke fosforkonsentrasjonen. Prosjektet bygger på data innsamlet fra en rekke prøvetakingslokaliteter i nedbørfelt med marin leire.

Arbeidet har vært finansiert av ulike instanser, som følger:

- Arbeidet er en del av et forskningsprosjekt om bakgrunnsavrenning fra marin leire (<http://www.nibio.no/prosjekter/bakgrunnsavrenning-fra-marin-leire>), finansiert av Forskningsrådet og Stiftelsen fondet for jord og myrundersøkelser, med internfinansiering fra NIBIO.
- Det har vært interesse for dette forskningsarbeidet fra forvaltningens side, siden en mest mulig korrekt fastsetting av miljømål i leirvassdrag har stor økonomisk betydning. Høsten 2016 inngikk derfor NIVA en kontrakt om et forskningsprosjekt med Miljødirektoratet, for å forbedre klassegrensene i utvalgte vanntyper; herunder leirvassdrag. NIBIO deltok i dette forskningsprosjektet for å bistå med å fastsette miljømål for støtteparameteren totalfosfor i leirvassdrag. Anne Lyche Solheim var prosjektleder i NIVA, og Markus Lindholm hadde hovedansvaret for klassegrenser i leirvassdrag.

Eva Skarbøvik har hatt prosjektlederansvaret, bidratt med skrivning og utført kvalitetssikring underveis.

Inga Greipsland har utført de statistiske analysene, herunder fremskaffelse og systematisering av data for vannkjemi, og har hatt hovedansvaret for å skrive denne rapporten.

Robert Barneveld har hatt ansvar for innhenting og systematisering av data for feltkarakteristikker.

Per Stålnacke har hatt ansvaret for endelig kvalitetssikring av rapporten.

Ås, 13.10.17



Eva Skarbøvik

Prosjektleder

# Innhold

1 Innledning.....	5
2 Metode .....	6
2.1 Datagrunnlag .....	6
2.1.1 Generelle kriterier for utvelgelse av overvåkingsstasjoner.....	6
2.1.2 Skogsfelt.....	6
2.1.3 Nedbørfelt med jordbruk.....	8
2.2 Vannføringsnormalisering .....	10
2.3 Geomorfologiske parametere .....	11
2.4 Statistikk.....	13
3 Resultater og diskusjon .....	14
3.1 Geomorfologiske feltkarakteristika .....	14
3.2 Vannkjemi.....	15
3.3 Multiparameteranalyse .....	18
3.3.1 Skogsfelt.....	18
3.3.2 Jordbruksfelt .....	23
4 Oppsummering.....	26
Referanser .....	27
Vedlegg .....	28

# 1 Innledning

Leirvassdrag er karakterisert som elver og bekker med større innslag ( $>10$  mg/l) uorganisk suspendert stoff (gløderest) bestående av leire ( $< 2$   $\mu\text{m}$ ) og silt (2-60  $\mu\text{m}$ ). Leirelver finnes i områder med marine avsetninger, bl.a. på Østlandet, i Trøndelag og på Jæren. Den marine leiren har naturlig høye fosforverdier siden den inneholder mineralet apatitt. I disse områdene er det dessuten ofte intensiv jordbruksproduksjon og høy befolkning, med store tilførsler av næringsstoffer og fare for eutrofiering av vannforekomstene. Det settes i dag inn betydelige ressurser for å bedre vannmiljøet, og det er derfor viktig at miljømålene for leirvassdrag blir mest mulig riktig. Miljømålet er pr i dag usikkert fordi det finnes få data om naturlig bakgrunnsavrenning fra leireområder.

Vandsemb (2006) samlet inn vannkvalitetsdata fra felt med hovedsakelig skog i nedbørfeltet. Dette arbeidet ble benyttet i rapporten "Forslag til miljømål og klassegrenser for fysisk kjemiske parametere i innsjøer og elver, og egnethet for brukerinteresser" (Lyche Solheim, m.fl., 2008), som foreslo klassegrenser for bl.a. leirvassdrag. Det ble utviklet en empirisk korrelasjon mellom fosfor og leirdekningsgrad (definert som andelen av nedbørfeltet som ligger under marin grense). En stor usikkerhet i det arbeidet var at det var lite data tilgjengelig for uberørte vassdrag med høy leirdekning.

Utgangspunktet for denne studien var den dokumenterte sammenhengen mellom fosfornivå i elver/bekker og leirdekningsgraden (Lyche Solheim m.fl. 2008). I tillegg til leirdekningsgrad er det flere andre feltkarakteristika som kan ha betydning for tap av jord og fosfor. Dette kan inkludere alt fra nedbørfeltets areal, hellingslengde og hellingsgrad. Hydrologisk respons, dvs. hvor raskt avrenningen responderer på nedbør, vil ha betydning for erosjon, og har igjen sammenheng med nedbørfeltets form og helning. Det er i senere tid utviklet mange geomorfologiske indekser som har blitt knyttet til avrenning og erosjonsprosesser. Eksempler inkluderer Connectivity Index (Borselli m.fl., 2008) og Network Index (Lane *m.fl.*, 2004). Felles for slike indeksene er at topografiske data brukes til å forklare prosesser, men det finnes få studier som kobler indekser/topografi til målte vannkvalitetsdata fra mange ulike felt. En studie fra Belgia viste at nedbørfeltets areal forklarte 64 % av variansen i arealspesifikk sedimenttransport (Veerstraeten og Poesen, 2001). Studien konkluderte likevel med at nedbørfeltets helling var viktigere for sedimenttransporten enn arealet.

Prosjektet har benyttet data fra til sammen 15 nedbørfelt med hovedsakelig skog og utmark, hvorav 10 delnedbørfelt ligger i to små bekker (Lundfeltene Nord og Sør) (Skarbøvik in prep.). Videre har data fra Børta i Haldenvassdraget blitt benyttet (Greipsland 2015), sammen med oppdaterte data fra de feltene som ble beskrevet i Vandsems rapport (2006). Skogfeltene er blitt sammenlignet med 35 delnedbørfelt med jordbruk; disse ligger i vannområdene Leira/Nitelva, Morsa og Haldenvassdraget.

## 2 Metode

### 2.1 Datagrunnlag

#### 2.1.1 Generelle kriterier for utvelgelse av overvåkingsstasjoner

For at utsagnskraften i analysene skulle bli best mulig, satte vi som krav for vassdragene med jordbruk at det hadde vært utført kjemisk analyse av totalfosfor (Tot-P) i minst 8 vannprøver per år, i minimum 3 år i løpet av perioden 2005-2015. Det var også et kriterium at det var analysert for suspendert tørrstoff (SS).

For skogsvassdragene har det ofte vært en lav prøvetakingsfrekvens. Samtidig var det ønskelig å inkludere så mye data som mulig fra skogsvassdragene i analysen. Det var derfor ikke mulig å bruke samme krav som for jordbruksfeltene. På grunn av ulik prøvetakingsfrekvens og antall prøver er sammenligningen mellom jordbruksfeltene og skogsfeltene heftet med usikkerhet.

Løst fosfat er også inkludert i analysen der informasjon om dette fantes. Alle vassdrag som hadde prøver med analyser av løst fosfat tatt i samme periode som Tot-P ble inkludert, uavhengig av prøvetakingsfrekvens for løst fosfat. Det var færre stasjoner som hadde blitt regelmessig analysert for denne parameteren enn for Tot-P.

Etter et søk i Vannmiljø ([www.vannmiljo.no](http://www.vannmiljo.no)) ble det konkludert med at tre vannområder (Leira/Nitelva, Morsa og Haldenvassdraget) hadde et overvåkingsnivå som oppfylte kravene for jordbruksstasjoner.

Til sammen ble det benyttet data fra 35 stasjoner med og 15 stasjoner uten jordbruksvirksomhet. De 15 stasjonene uten jordbruk ('skogsfelt') ligger i sju ulike vassdrag, hvorav de to Lundfeltene har 10 stasjoner.

#### 2.1.2 Skogsfelt

Det er benyttet data fra til sammen 15 stasjoner i vassdrag med hovedsakelig skog eller utmark (heretter kalt skogsfelt). Lyche Solheims rapport fra 2008 (Solheim m.fl., 2008) inneholdt data fra til sammen fem skogsfelt, hvorav fire hadde marin leire i nedbørfeltet. Det er tatt utgangspunkt i disse feltene, men i tillegg er det supplert med nye (oppdaterte) data fra Nyhaga i Valdres (JOVA), Lundfeltene i Vannområde Øyeren, og Børta i Haldenvassdraget.

Samtidig er ett av feltene fra 2008-rapporten fjernet. Dette gjelder feltet «Dalen» i Vestfold. En nærmere vurdering av datasettet til denne stasjonen viste til dels stor usikkerhet, siden den analytiske deteksjonsgrensen varierte, men var til tider høy. Alle data under deteksjonsgrensen hadde blitt satt til 0 µg/l i databasen, noe som ga et kunstig lavt gjennomsnitt. Det ble også satt spørsmål ved om beregningen av leirdekningsgrad var riktig for denne stasjonen. Før nærmere undersøkelser kan utføres av denne bekken er derfor Dalen i Vestfold utelatt fra datamaterialet.

Tabell 1 viser utvalgte feltkarakteristika for skogsvassdragene som er benyttet, flere detaljer finnes i vedlegget.

**Tabell 1. Beskrivelse av utvalgte nedbørfelt uten (eller med ubetydelig) jordbruksaktivitet.**

Nedbørfelt	Areal (km <sup>2</sup> )	Leirdekningsgrad (%)	Vannføringsstasjon	År med prøvetaking
Nyhaga i Valdres	0,1	0	Volbu (JOVA)*	1992-2015
Børta i Haldenvassdraget	8,4	3	Rømua**	2012-2014
Skjerven i Maridalen	0,4	5	Rømua**	1989-1991
Dalen i Morsa	0,8	9	Hobøelva***	2007-2009; 2012; 2014
Skuterud skog	0,1	16	Skuterud (JOVA)*	2001-2011
Lund Nord P1	2,6	37	Rømua**	2013-2014
Lund Nord P5	2,0	29	Rømua**	2013-2014
Lund Nord P6	1,9	25	Rømua**	2013-2014
Lund Nord P7	1,5	18	Rømua**	2013-2014
Lund Nord P8	1,4	13	Rømua**	2013-2014
Lund Nord P9	1,0	7	Rømua**	2013-2014
Lund Nord P10	0,02	0	Rømua**	2013-2014
Lund Sør P2	0,4	53	Rømua**	2013-2014
Lund Sør P3	0,3	26	Rømua**	2013-2014
Lund Sør P4	0,1	0	Rømua**	2013-2014

\*Jord og vannovervåking i jordbruket (Hauken m.fl., 2016) \*\* Rømua ved Kauserud (NVE-stasjon 2.331) \*\*\* Hobøelva ved Høgfoss (NVE-stasjon 3.022)

En kort beskrivelse av skogsfeltene er gitt her:

- Nyhaga ligger i Øystre Sildre kommune i Oppland og er del av JOVA-feltet Volbu (Hauken m.fl. 2016), avsetningstypen i området er hovedsakelig morene. Grunnlagsdata er hentet fra NIBIOs egen database for vannkvalitet ('jovabase').
- Børta ligger i Aurskog-Høland kommune i Akershus og er del av Vannområde Haldenvassdraget. Grunnlagsdata er hentet fra NIBIOs jovabase og beskrevet i Greipsland (2015).
- Skjervensbekken ligger i Oslo kommune og har utløp mot Maridalsvannet. Grunnlagsdata er beskrevet i Holtan og Holtan (1993).
- Dalen ligger i nedbørfeltet til Vanemfjorden, i Moss kommune, og er en del av Vannområde Morsa. Grunnlagsdata er hentet fra NIBIOs jovabase og beskrevet i Skarbøvik m.fl. (2013).
- Skuterud skog ligger i Ski kommune i Akershus og er del av JOVA-feltet Skuterud (Hauken m.fl., 2016). Avsetningstypen i området er hovedsakelig marine hav-, fjord- og strandsavsetninger. Grunnlagsdata er hentet fra NIBIOs jovabase.

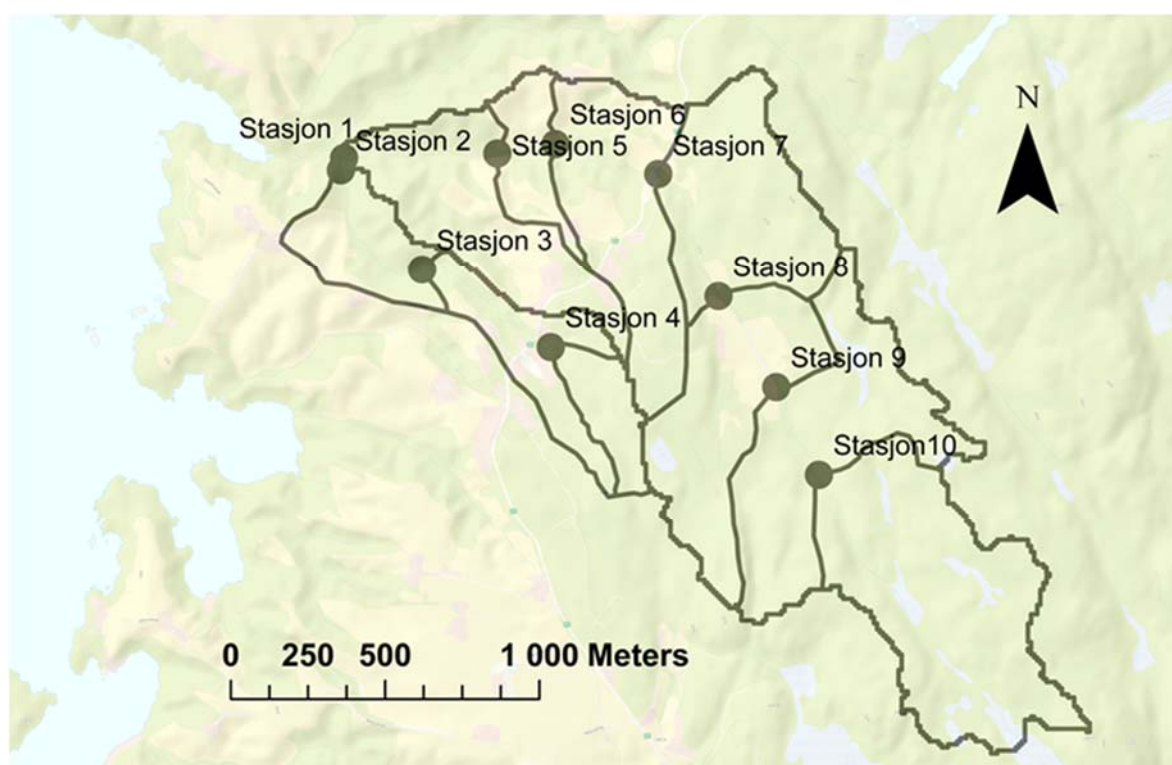
- Lundfeltene er to små nedbørfelt som ble prøvetatt for vannkjemi i perioden 2013-2015 av NIBIO. Feltene ligger i Vannområde Øyeren, Trøgstad kommune. Nedbørfeltene drenerer til den sørøstlige delen av innsjøen Øyeren, og kalles Lundfeltet Nord og Sør, se Figur 1.

Lundfeltet Nord er på 2087 daa (2,1 km<sup>2</sup>) med ca. 36 % dekning av marin leire.

Lundfeltet Sør er på 350 daa (0,35 km<sup>2</sup>) med ca. 53 % dekning av marin leire.

I disse to nedbørfeltene er det tatt stikkprøver ved 10 stasjoner i 2013 og 2014, alle med ulik leirdekningsgrad (Lund P1-P10 i figur 1).

Nedbørfeltet er preget av bratte ravineskråninger i nedre del, noe som antas å gi høy erosjonsrisiko. Det er noe beiteareal for hest langt nede i feltet, og noe dyrket areal lenger oppe. Det største arealet med dyrket mark (eng) har ikke vært gjødslet med fosfor i overvåkingsperioden. Det er estimert at spredt avløp (hovedsakelig hytter) kan bidra med ca. 10 kg Tot-P/år i Lund Nord og ca. 3,2 kg Tot-P/år i Lund sør (Håkon Borch pers. medd.).



Figur 1. Kart over stasjonene i Lundfeltene.

### 2.1.3 Nedbørfelt med jordbruk

Det er benyttet 35 stasjoner i vassdrag med leirdekning og jordbruk. Data fra Morsa og Haldenvassdraget er hentet fra intern database i NIBIO (jovabase) mens data fra Leira-Nitelva er hentet fra Vannmiljø-databasen.

Vannføringsnormalisering (se metodekapittel) er basert på gjennomsnittlig vannføring i perioden 2005-2015. Vannføring fra Hobølelva ved Høgfoss (NVE-stasjon 3.022) er brukt i nedbørfeltene i Morsa, vannføring fra Rømua ved Kauserud (NVE-stasjon 2.331) er brukt i Haldenvassdraget mens vannføring fra Kråkfoss er brukt i Leira-Nitelva (NVE-stasjon 2.279). Etter vannføringsnormalisering ble det beregnet et aritmetisk gjennomsnitt for alle år av Tot-P, suspendert stoff (SS) og løst fosfat (der



det var tatt prøver). Areal, andel jordbruk og leirdekningsgrad for alle stasjoner i jordbruksvassdrag er vist i tabellene 2-4.

**Tabell 2. Totalareal, prosent jordbruk og leirdekning i Vannområde Haldenvassdraget.**

Stasjonsnavn	Areal (km <sup>2</sup> )	Jordbruk (%)	Leirdekning (%)
Dalsroabekken	26	10	9
Engerelva	18	12	11
Finstadbekken	32	30	41
Gorobekken ved Tøyen	21	13	15
Gåsebybekken	6	30	26
Hafsteinselva (Korselva) nedstrøms Slorafoss	68	11	15
Ilebekken	12	20	26
Kinnbekken	4	31	43
Lierelva ved Lierfoss	134	15	17
Nesbekken	4	47	61
Riselva (Prestelva) ved Naddum	38	21	32
Unnebergbekken	18	33	35

**Tabell 3. Totalareal, prosent jordbruk og leirdekning i Vannområde Morsa.**

Stasjonsnavn	Areal (km <sup>2</sup> )	Jordbruk (%)	Leirdekning (%)
Augerødbekken	5	21	22
Engsbekken	18	13	24
Guthusbekken	4	9	20
Hobølelva ved Kure	283	21	38
Huggenesbekken	1	68	92
Kråkstadelva	50	43	62
Mørkelva	58	7	17
Sperrebotn	3	17	30
Svinna	56	14	31
Veidalselva	37	9	23

Tabell 4. Totalareal, prosent jordbruk og leirdekning i Vannområde Leira-Nitelva.

Stasjonsnavn	Areal (km <sup>2</sup> )	Jordbruk (%)	Leirdekning (%)
Frogner Leira L4	513	20	29
Haga Tveia T1	21	38	55
Haugli Jeksia J14	13	46	54
Kjellerholen Nitelva N6	342	7	11
Kringlerdalen Leira L9	256	3	3
Kråkfossen Leira L2	415	11	16
Leira etter samløp med Tveia	451	14	20
Møllerdammen Nitelva N4	250	4	5
Måsabekken oppstrøms rensepark MÅS2	2	2	0
Nitelva ved Åros bru	314	5	16
Rud Nitelva N8 (PA6)	467	7	13
Sagelva ved Skjetten bro (F3)	106	6	11
Songa SOG	35	24	39

## 2.2 Vannføringsnormalisering

Vannføringsnormalisering av konsentrasjoner ble gjennomført i alle stasjoner med unntak av Lundfeltene (se under). Normaliseringen ble basert på gjennomsnittlig vannføring i perioden 2005-2015. Gjennomsnittlig årlig konsentrasjon av Tot-P, SS og fosfat ble multiplisert med årlig vannføring i prøvetakingsåret og delt på gjennomsnittlig vannføring i årene 2005-2015 (ligning 1, vist for Tot-P). I enkelte tilfeller ligger vannføringsstasjonen langt fra prøvepunktet, noe som gir en usikkerhet.

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

$TotP_{q,i}$  = Vannføringsnormalisert total fosfor i år  $i$ .

$TotP_{GJ,i}$  = 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)

Vannkvalitetsdata i Lundfeltene ble ikke vannføringsnormaliserte. Hensikten med vannføringsnormaliseringen var å få konsentrasjonsdata – og da spesielt totalfosfor-konsentrasjonene – så representative som mulige. I år med høye vannføringer vil det ofte bli økt erosjon, som igjen kan gi høye konsentrasjoner av suspendert stoff og totalfosfor det året.

En vannføringsnormalisering basert på årsvannføringer er avhengig av at det finnes et minimum av vannkvalitetsdata i løpet av et år (her: minimum 8 prøver per år i minst 3 år i perioden 2005-2015). I enkelte av stasjonene i Lundfeltene var det adskillig færre prøver, spesielt i 2013, og vannføringsnormalisering ga svært store utslag på gjennomsnittlig total fosforkonsentrasjon dette året. Årsaken var en prøve med spesielt høy konsentrasjon av Tot-P. For å få mest mulig representative konsentrasjonsdata i Lundfeltene ble derfor kun prøver tatt på samme dag i alle stasjoner i hvert av delnedbørfeltene benyttet. Dette resulterte i 7 prøver i Lund Nord og 8 i Lund Sør.

## 2.3 Geomorfologiske parametere

**Nedbørfeltareal** til alle prøvetakingslokalitetene (både skog og jordbruksfeltene; tabell 1-4) ble generert ved hjelp av en digital høydemodell (DEM) med ti meters oppløsning hentet fra [www.norgedigitalt.no](http://www.norgedigitalt.no) (DTM10). Beregningene ble gjort i QGIS og Grass GIS og egenutviklede programmer.

Informasjon om **arealfordeling** er hentet på kommunenivå fra [www.norgedigitalt](http://www.norgedigitalt.no) og beregnet for nedbørfeltene i QGIS eller Grass GIS. I tilfeller der det var vanskelig å generere nedbørfelt automatisk ble utløpet definert ved en 30x30 m firkant omkring det originale koordinatparet. Deretter ble alle celler som lå høyere enn utløpet definert som å være innenfor nedbørfeltet. Arealet ble sjekket ved å kjøre beregningen i motsatt retning (følge vannet nedover fra hele høydemodellen). Det oppsto små forskjeller langs vannskillet av nedbørfeltene med de to metodene, men de var ikke signifikante.

Tabell 5 viser de geomorfologiske parameterne som ble undersøkt, de er også kort forklart under:

**Andel marine avsetninger (leirdekningsgrad)** ble estimert ut fra løsmassekartet fra Norges geologiske undersøkelse (NGU)(marine avsetningstyper).

Gjennomsnittlig **erosjonsrisiko** på jordbruksareal er hentet fra modellen PESERA (Kirkby et al., 2008). I oppdrag for LMD er NIBIO i den siste fasen av implementering av det nye norske erosjonsrisikokartet. PESERA erstatter den universelle jordtapsligningen (Universal Soil Loss Equation, USLE) som ligger bak det nåværende erosjonsrisikokartet. Pesera er prosessorientert i motsetning til USLE. Det betyr at det nye kartet er i stand til å håndtere klima- og jordsmonnsvariabilitet på en eksplisitt måte. Modellen er ferdigkalibrert og kjørt for Østlandet, og implementering og publisering av kartet forventes i løpet av 2017. PESERA-basert gjennomsnittlig erosjonsrisiko ble valgt siden framtidige beregninger skal baseres på dette, og ikke på de gamle USLE-baserte beregningene.

Basert på den digitale høydemodellen ble det beregnet flere topografiske faktorer, blant annet nedbørfeltets **omkrets, høyde over havet og høydeforskjell** innad i feltet.

**Minimum avstand fra centroiden til vannskillet:** Med dette menes avstanden fra "sentrum" av nedbørfeltet til nærmeste vannskille i nedbørfeltet.

**Gjennomsnittlig hellingsgrad** kan defineres som en ren topografisk egenskap eller en hydrologisk egenskap. I en vanlig topografisk tilnærming beregnes hellingsgrad som høydeforskjellen mellom en celle i et raster grid og en eller flere naboceller. I vår tilnærming er utgangspunktet vannets vei gjennom landskapet. Gjennomsnittlig hellingsgrad i et nedbørfelt blir ifølge dette prinsippet beregnet i to steg. I det første blir hellingsgrad definert i en rastercelle ved å markere hvilke av de åtte naboceller som ligger på et lavere nivå (ligning 2). I det andre steget blir det beregnet et veid gjennomsnitt (ligning 3) der vektningen per nabocelle er en funksjon av høydeforskjellen.

$$S_{Gj} = \sum_{i=0}^n w_i \cdot S_i \quad \text{ligning 2}$$

hvor  $S_{Gj}$  er gjennomsnittlig hellingsgrad (%),  $w_i$  er vekten og  $S_i$  er hellingsgrad mot celle  $i$ , og  $n$  er antall lavere naboceller.

$$S_{av} = \frac{SUM(S_i)}{n} \quad \text{ligning 3}$$

hvor  $S_{av}$  er den endelige hellingsgradverdien ( $m \cdot m^{-1}$ ),  $S_i$  er hellingsgraden til en lavere nabocelle, og  $n$  antall lavere naboceller. Gjennomsnittlig hellingsgrad i nedbørfeltet er gjennomsnitt av alle celler.

**Gravelius' Indeks** (GI; ligning 4) er en indikator på den hydrologiske responstiden og er definert som ratioen mellom omkretsen av et nedbørfelt og omkretsen til en perfekt sirkel med samme areal. Et nedbørfelt med en høy GI er smalt og langt, og forventes å ha lavere hydrologisk responstid enn et nedbørfelt med en lav GI som er rundere og som vil ha raskere responstid (med andre ord: høyere vannføringstopp etter en nedbørepisode).

$$GI = 0,28 * \frac{O}{\sqrt{A}} \quad \text{ligning 4}$$

hvor  $O$  er nedbørfeltets omkrets ( $m$ ) og  $A$  er nedbørfeltets areal ( $m^2$ ).

**Total lengde av alle elver og bekker** innen nedbørfeltet (LEB) er utført som en telling av alle celler ( $10 \times 10$  m) som har en elv/bekk i seg (fra NVEs elvenettverk), korrigert med en faktor 0,85 (empirisk omgjøringfaktor mellom shape- og rasterkart).

**Avrenningslengde til bekk** ble funnet ved å beregne kumulativ avstand fra hver gridcelle ( $10 \times 10$  m) i nedbørfeltet til bekkestrengen (definert fra NVEs elvenettverk). I tilfeller der avrenningsretningen var horisontal eller vertikal, ble avstanden den samme som størrelsen på gridcellen. I tilfeller hvor avrenningsretningen var diagonal (på tvers av gridcellen) ble avstanden beregnet som gridcellens høyde  $\cdot \sqrt{2}$ . Kort avrenningslengde kan bety at jordpartikler og Tot-P lett kan transporteres til vannforekomsten, mens lang avrenningslengde kan bety at partikler og Tot-P forsinkes i feltet og bruker lengre tid på å nå bekkestrengen. **Maksimum avrenningslengde (BL\_max)** er lengste avstand for avrenningslengde fra landområdene til bekken per nedbørfelt, mens **BL\_avr** er gjennomsnittet av det samme for hele feltet.

**Dreneringstetthet (DL)** er et uttrykk for mengde elver/bekker i forhold til areal og beregnes med å dele BL\_avr med totalt areal av nedbørfeltet. I nedbørfelt med høy dreneringstetthet er sannsynligheten at en løsrivet partikkel eller mengde P eller N transporteres ned til overflatevann høyere enn for feltene med lav dreneringstetthet.

En hypsometrisk kurve er et histogram av alle høyder i et visst område. Det **hypsometriske integralet (HI)** ble beregnet med tilnærmingen i ligning 5.

$$HI = \frac{(Hoh_{Gj} - Hoh_{min})}{(Hoh_{max} - Hoh_{min})} \quad \text{ligning 5}$$

Der  $Hoh$  = Høyde over havet,  $Hoh_{Gj}$  er hoh. i gjennomsnitt,  $Hoh_{min}$  er hoh. minimum, og  $Hoh_{max}$  er hoh (alle i m).

**Hellingsgrad i marin leire (H/A)** er høydeforskjellen fra prøvetakingslokalitet (vannkvalitetsstasjon) til marin grense, delt på avstanden mellom de samme punktene. Dette utgjør dermed et mål for skråning i marine avsetninger innenfor hvert nedbørfelt.

Tabell 5. Geomorfologiske parametere undersøkt.

Forklaring	Forkortelse	Enhet	Kilde
Areal av hele nedbørfeltet	A	m <sup>2</sup>	<a href="http://www.norgedigital.no">www.norgedigital.no</a> (DEM 10m)
Leirdekningsgrad (areal marine avsetninger i nedbørfeltet)	Clay <sup>1</sup>	%	Løsmassekart fra NGU <sup>1</sup>
Jordbruksareal	AL <sup>1</sup>	%	<a href="http://www.norgedigital.no">www.norgedigital.no</a>
Gjennomsnittlig erosjonsrisiko på jordbruksareal	ER	kg da <sup>-1</sup>	Jordsmonnskart fra NIBIO-kilden <sup>2</sup>
Omkrets av nedbørfeltet	O	m	DEM
Min avstand fra centroiden til vannskillet	R <sub>min</sub>	m	DEM
Max avstand fra centroiden til vannskillet	R <sub>max</sub>	m	DEM
Minimum høyde over havet	H <sub>min</sub>	m	DEM
Maximum høyde over havet	H <sub>max</sub>	m	DEM
Gjennomsnittlig høyde over havet	H <sub>mean</sub>	m	DEM
Høydeforskjell i feltet	HD	m	DEM
Gjennomsnittlig hellingsgrad (m/m)	S <sub>mean</sub>	%	DEM
Gjennomsnittlig hellingsgrad bekk (m/m)	S <sub>Riv</sub>	%	DEM
Gjennomsnittlig hellingsgrad bekk i marine områder (m/m)	S <sub>RivM</sub>	%	DEM
Gravelius index	GI	-	DEM
Totallengde bekker og elver	LEB	m	<a href="http://www.nve.no">www.nve.no</a> (ELVIS) <sup>3</sup>
Avrenningslengde til bekken; gjennomsnitt	BL <sub>avr</sub>	m	A og LEB
Avrenningslengde til bekken; maksimalverdi	BL <sub>max</sub>	m	A og LEB
Dreneringstetthet (BL <sub>avr</sub> /A)*100	DL	m <sup>-1</sup>	A og LEB
Hipsometrisk integral i marin leire	HI_ML		DEM
Hipsometrisk integral i elv	HI River		
Helningsgrad marin leire (høydemeter/lengdemeter)	H/A	%	DEM og Løsmassekartet fra ngu

<sup>1</sup>hentet fra <http://www.ngu.no/emne/datasett-og-nedlasting>. <sup>2</sup><https://kilden.nibio.no>.

<sup>3</sup><https://www.nve.no/karttjenester/kartdata/vassdragsdata/elvenettverk-elvis/>

## 2.4 Statistikk

Det ble utført utforskende statistikk på dataene med to formål. Det første var å kartlegge interne korrelasjoner mellom de nedbørsfeltbeskrivende indekser, og det andre var mellom vannkvalitetsparametere og nedbørsfeltindekser. Mange av terrengindeksene var forventet å vise sterk sammenheng. Korrelasjon ble estimert med Pearson's korrelasjonskoeffisient ved hjelp av statistikkprogrammet R ifølge ligning 6.

$$r = \frac{\sum_{k=0}^n (x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sqrt{\sum (x-\bar{x})^2 \sum (y-\bar{y})^2}} \quad \text{ligning 6}$$

Der r er Pearsons korrelasjonskoeffisient, og x og y er parameterne som sammenlignes og deres gjennomsnitt  $\bar{x}$  og  $\bar{y}$ .

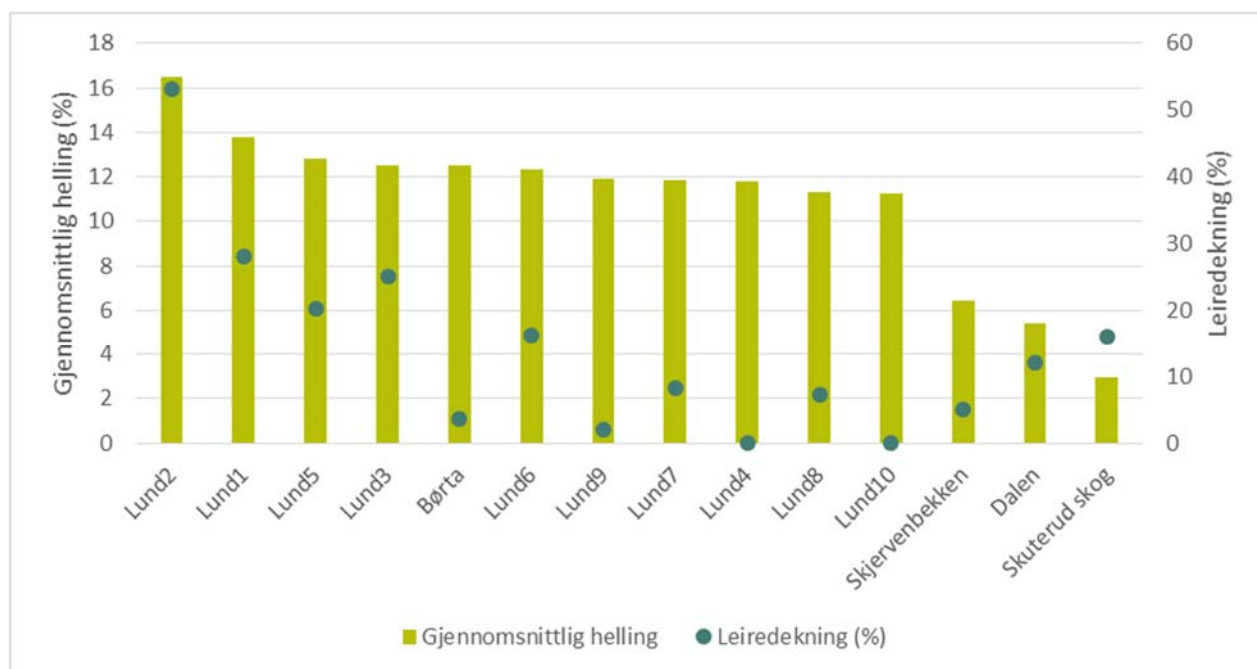
### 3 Resultater og diskusjon

Vedlegg 1 oppsummerer datagrunnlaget for Tot-P, løst fosfat, SS, samt nedbørfeltkarakteristika i alle feltene.

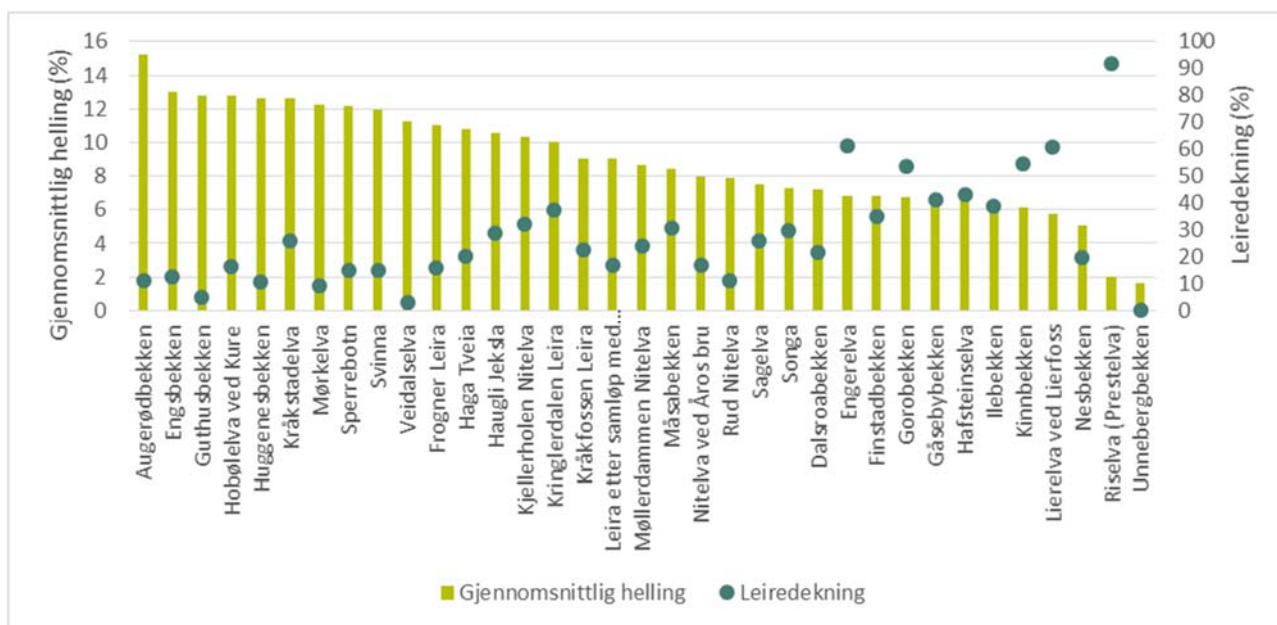
Det eksisterer sterke korrelasjoner mellom de fleste av terrengindeksene, noe som vanskeliggjør studier av årsakssammenhenger. Andel marin leire blir blant annet bestemt av høyde over havet, og vil vanligvis være negativt korrelert med hellingsgrad og positivt korrelert med andel jordbruk. Marin leire har blitt dannet da havnivået var høyere enn i dag og sedimentering av partikler på havbunnen skapte store, relativt flate områder. Nedbørfelt med mye raviner i arealet som er dekket av marin leire kan derimot ha høy hellingsgrad. Marine avsetninger egner seg godt for landbruk og i dag er de fleste områder med marin leire i Norge dyrket.

#### 3.1 Geomorfologiske feltkarakteristika

Skogsfeltene skiller seg fra jordbruksfeltene med noe mindre andel marin leire. Det er også flere av skogsfeltene som har høy gjennomsnittlig helling sammenlignet med jordbruksfeltene (Figur 2 og 3). Gjennomsnittlig helling i skogsfeltene varierer mellom 3 til 21 %, mens det i jordbruksfeltene varierer mellom 2 til 15 %. Skogsfeltene med høyest hellingsgrad har ikke marin leire i nedbørfeltet. Lundfeltene er spesielle siden hellingen også er stor ved utløpet av feltene der landskapet går over i ravedaler. På grunn av denne ravineringen er det en positiv sammenheng mellom leirdekningsgrad og gjennomsnittlig helling i Lundfeltene. I jordbruksfeltene er det derimot en tendens til at gjennomsnittlig helling er størst der det er lite leire. Andel marin leire i skogsfeltene varierer mellom 0 og 53 %, mens det i jordbruksfeltene varierer mellom 0 og 72 %. Lund 1 og Lund 2 har høyest leirdekningsgrad av skogsfeltene. Både jordbruksfeltene og skogsfeltene varierer i størrelse, men jordbruksfeltene er generelt større enn skogsfeltene, noen i stor grad (f.eks. Leira og Nitelva hovedløp). Disse ulikhetene reduserer utsagnskraften av resultatene.



Figur 2. Gjennomsnittlig helling (%) og leirdekning (%) i skogsfeltene.



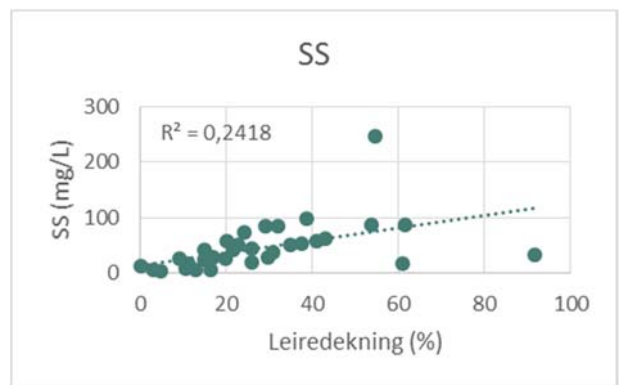
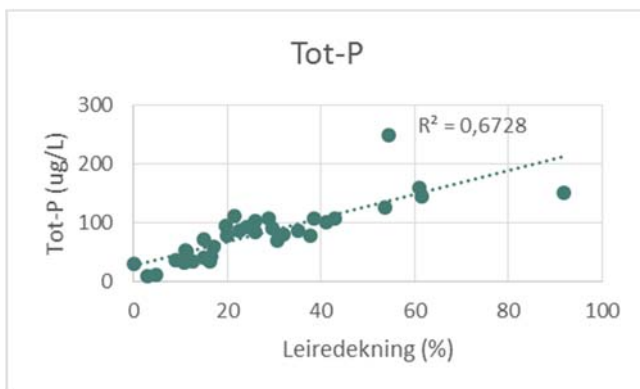
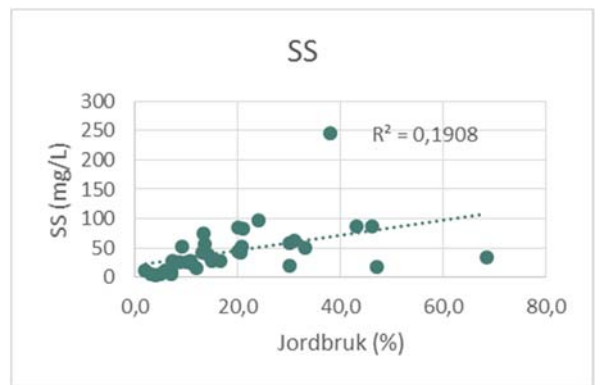
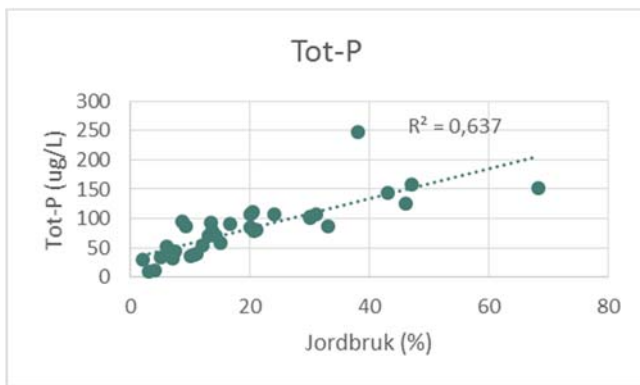
Figur 3. Gjennomsnittlig helling (m/m) og leirdekning i jordbruksfeltene.

### 3.2 Vannkjemi

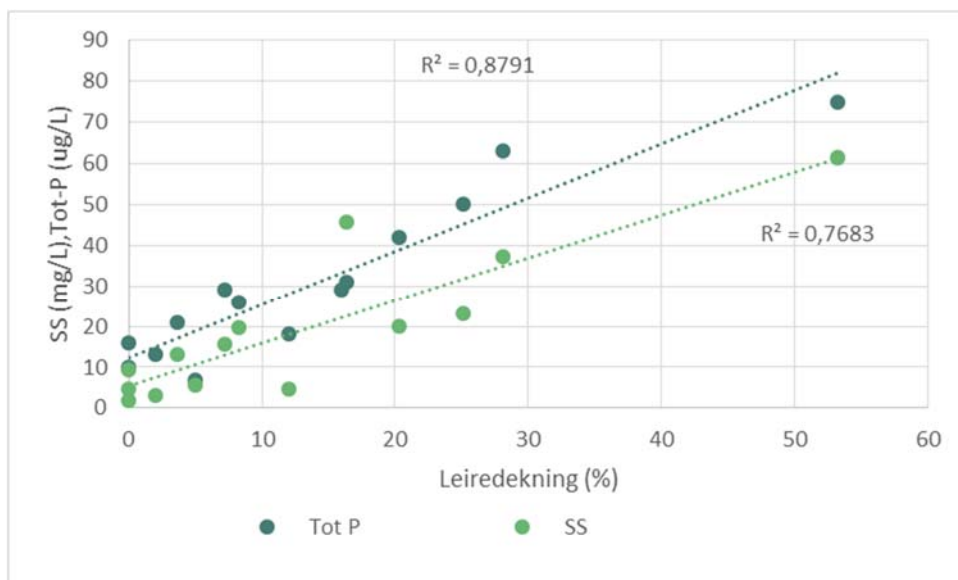
I nedbørfeltene med jordbruk finnes det en god sammenheng mellom andel jordbruk (%) og gjennomsnittlig konsentrasjon av Tot-P (Pearsson  $r = 0,77$ ,  $R^2 = 0,64$ ) (Figur 4). Samtidig er det en bra sammenheng mellom andel leirdekningsgrad (%) og gjennomsnittlig konsentrasjon av Tot-P (Pearsson  $r = 0,44$ ,  $R^2 = 0,19$ ), som igjen henger sammen med en nær sammenheng mellom andel jordbruk og leirdekningsgrad (Pearsson  $r = 0,69$ ). Sammenhengen mellom gjennomsnittlig konsentrasjon av SS og hhv. jordbruk (Pearsson  $r = 0,44$ ,  $R^2 = 0,19$ ) og leirdekningsgrad (Pearsson  $r = 0,50$ ,  $R^2 = 0,24$ ) er ikke like god som for Tot-P. Dette skyldes fire felt med høy leirdekning. Uten disse feltene er sammenhengen mellom SS og leirdekning tilsvarende som for Tot-P mens sammenhengen mellom SS og andel jordbruk også blir bedre. En mulig årsak til at Tot-P korrelerer bedre med andel jordbruksareal enn SS kan være at tapet av løst fosfat er høyere i jordbruksområder. Jordbruksområder har generelt større befolkning og større utfordringer knyttet til spredt avløp.

I nedbørfeltene med skog finnes også en god sammenheng mellom andel leirdekning og gjennomsnittlig konsentrasjon av SS og Tot-P (Figur 5).

Sammenlignet med skogsfeltene har feltene med jordbruk generelt høyere konsentrasjoner av Tot-P og større spredning mellom minimum og maksimum verdier (Figur 6 og 7). Dette samvarer med funnene til Eriksen m.fl (2015).

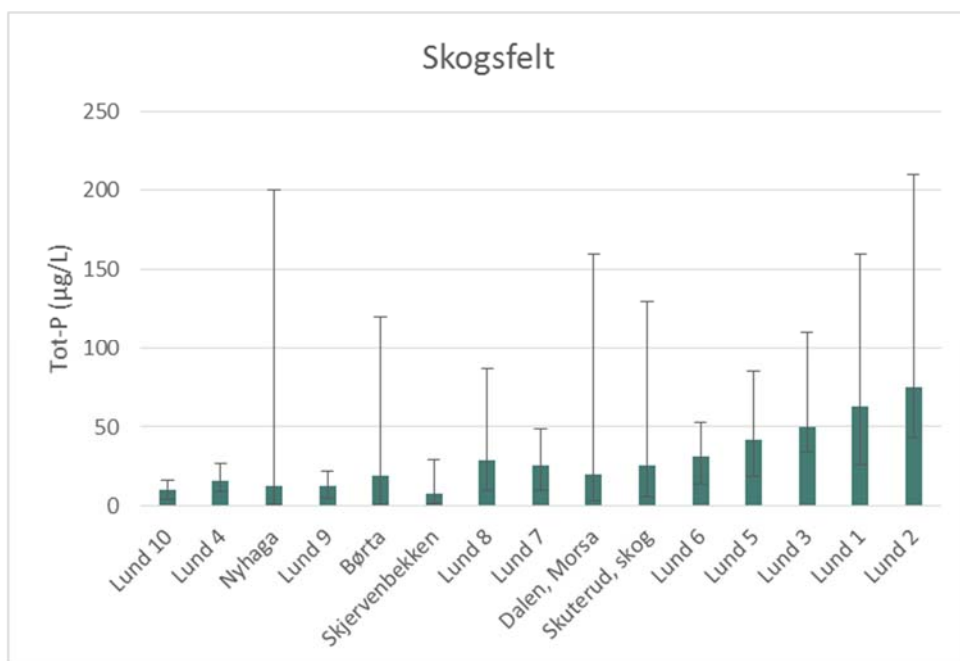


Figur 4. Korrelasjoner mellom andel jordbruksareal (%) og leirdekningsgrad med SS (mg/L) og Tot-P (µg/L) i jordbruksfelt.

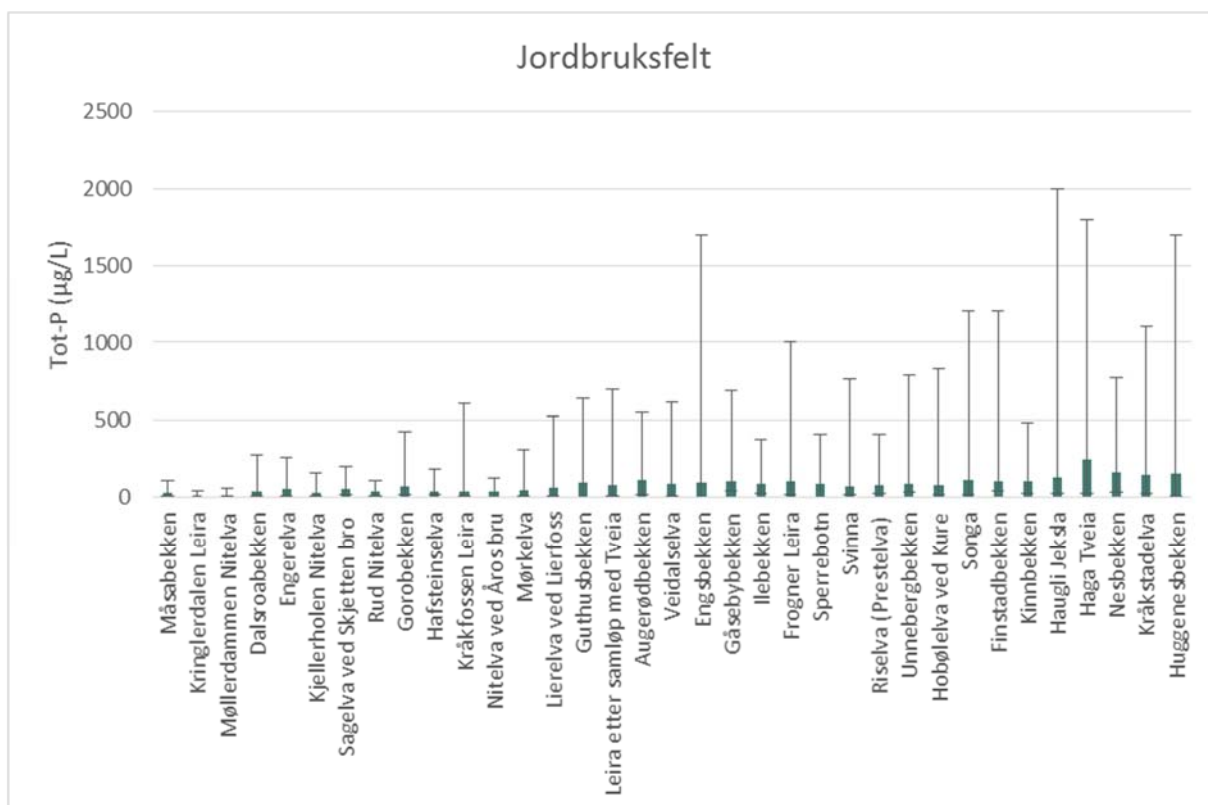


Figur 5. Sammenheng mellom leirdekningsgrad og Tot-P (µg/L) og SS (mg/L) i skogsfelt.





Figur 6. Gjennomsnittlig konsentrasjon av Tot-P i skogsfeltene. Minimum og maksimum verdier er også vist. Feltene er sortert med økende leirdekningsgrad der høyeste leirdekning er til høyre.



Figur 7. Gjennomsnittlig konsentrasjon av Tot-P i jordbruksfelt. Minimum og maksimum verdier er også vist. Feltene er sortert med økende leirdekningsgrad der høyeste leirdekning er til høyre.

## 3.3 Multiparameteranalyse

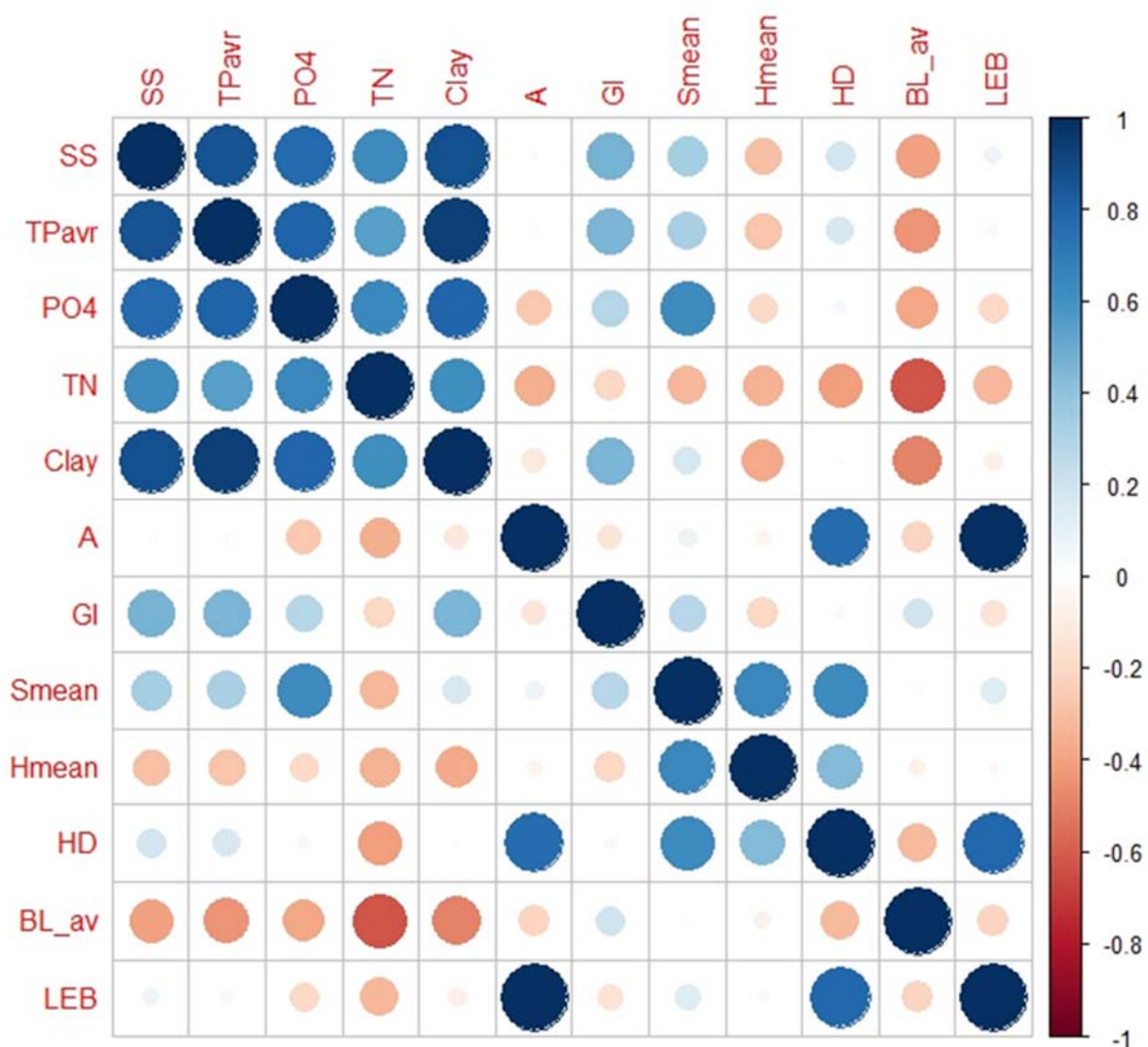
### 3.3.1 Skogsfelt

Gjennomsnittlig konsentrasjon av Tot-P er tydelig positivt korrelert med andel marin leire i skogsfeltene (Pearsons  $r = 0,95$ ). Gjennomsnittlig konsentrasjon av SS, SS-gløderest, løst fosfat og Tot-N er også positivt korrelert med leirdekning, og delvis med hverandre. I Figur 8 og 9 er korrelasjoner mellom utvalgte parametre vist grafisk. Korrelasjonsmatrisen mellom vannkjemi og feltkarakteristikker for alle skogsbekker, og bare for Lundfeltene, er vist i Tabell 6 og 7.

SS og Tot-P er svakt negativt korrelert med høyde over havet. Årsaken til dette er sannsynligvis en høyere andel marin leire i lavlandet. SS og Tot-P er i tillegg positivt korrelert med GI (Gravelius index), årsaken kan være en positiv korrelasjon mellom GI og leirdekningsgrad. Nedbørfeltets areal er som forventet positivt korrelert med omkrets, radius og maksimal avrenningslengde. Gjennomsnittlig helling er positivt korrelert med høyde over havet, mens maksimal avrenningslengde er positivt korrelert med radius og lengde på elver og bekker, og dreneringstetthet er positivt korrelert med høyde over havet.

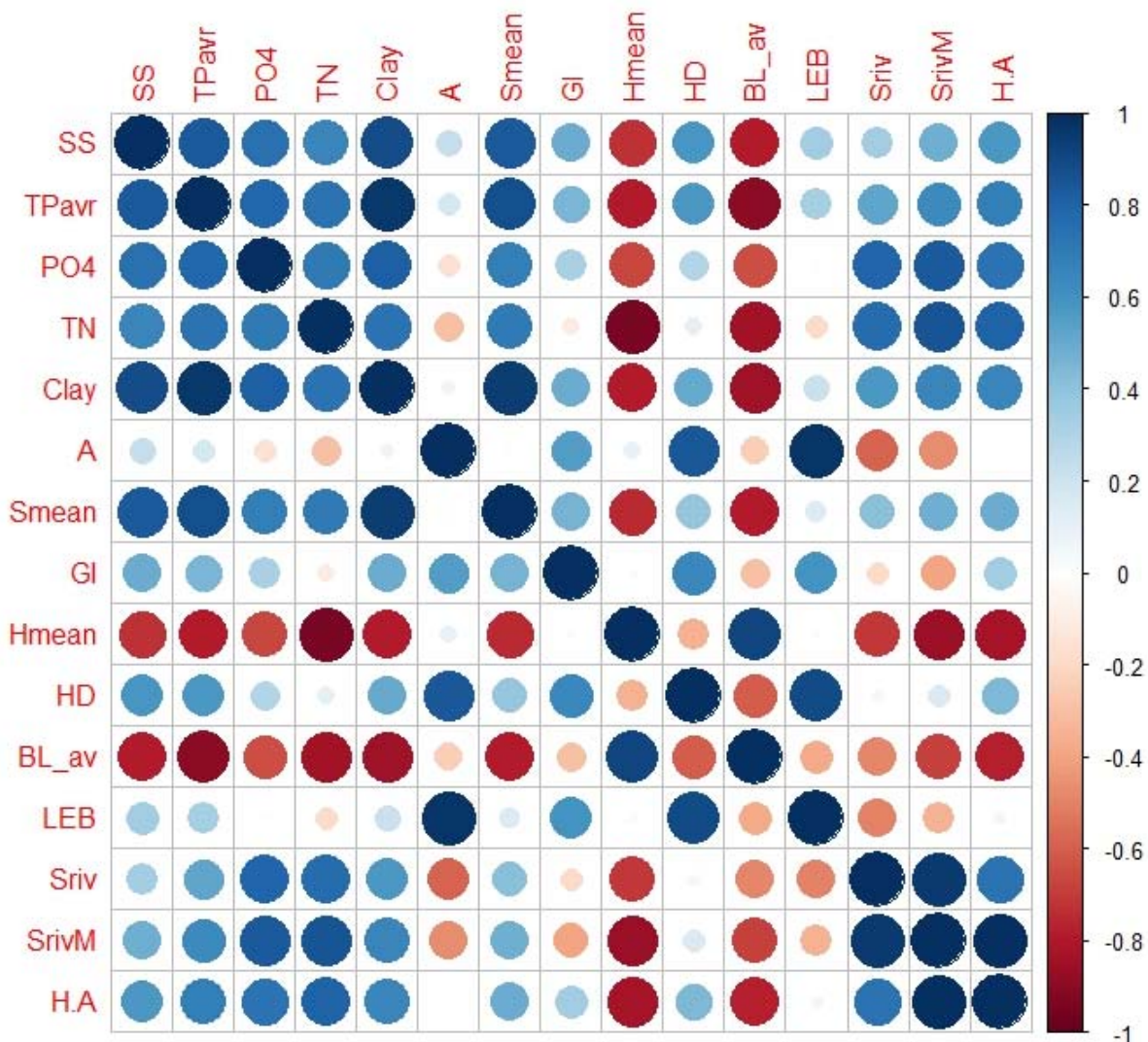
Basert på alle skogsfeltene har gjennomsnittlig helling liten korrelasjon med Tot-P og andre vannkjemiske parametere. Dette kan ha sammenheng med at høy helling også korrelerer med høyde over havet og at høyereliggende områder ofte kan være områder med skrint jorddekke. Noe av hensikten med dette arbeidet var å undersøke om et høyt relieff i Lundfeltene kunne gi høyere fosforkonsentrasjoner enn i tilsvarende skogsfelt med et lavere relieff. Innad i Lundfeltene var noen korrelasjoner tydeligere og/eller annerledes enn da alle skogsfeltene var inkludert. Sammenhengen mellom helling og Tot-P var sterkt i Lundfeltene med leirdekning (Pearsons  $r > 0,8$ ), men i samme felt er sammenhengen mellom helling og leirdekning også sterkt positiv (Pearsons  $r > 0,9$ ). Det er også en positiv sammenheng mellom Tot-P og gjennomsnittlig helling i bekken, høydeforskjell i marine områder og det var en sterkt negativ sammenheng mellom Tot-P og høyde over havet.

Basert på disse analysene er det ikke mulig å avvise en hypotese om at bratt relieff i Lundfeltet har en effekt på Tot-P konsentrasjon.



<b>SS</b>	Suspendert stoff	<b>GI</b>	<b>Gravelius index</b>
<b>TPavr</b>	Total fosfor	<b>Smean</b>	<b>Gjennomsnittlig helling</b>
<b>PO4</b>	Løst fosfat	<b>Hmean</b>	Høyde over havet
<b>TN</b>	Total nitrogen	<b>HD</b>	Høydereliff
<b>Clay</b>	Leirdekning	<b>BL_av</b>	Gjennomsnittlig avrenningslengde
<b>A</b>	Areal	<b>LEB</b>	Lengde elver

Figur 8. Korrelasjonsmatrise for alle skogfelt, der stor blå runding indikerer positiv korrelasjon (Pearson`s r) og stor rød runding indikerer negativ korrelasjon (Pearson`s r).



<b>SS</b>	Suspendert stoff	<b>Hmean</b>	Høyde over havet
<b>TPavr</b>	Total fosfor	<b>HD</b>	Høydereliff
<b>PO4</b>	Løst fosfat	<b>BL_av</b>	Gjennomsnittlig avrenningslengde
<b>TN</b>	Total nitrogen	<b>LEB</b>	Lengde elver
<b>Clay</b>	Leirdekning	<b>Sriv</b>	Gjennomsnittlig hellingsgrad bekk
<b>A</b>	Areal	<b>SrivM</b>	Gjennomsnittlig hellingsgrad bekk i marin leire
<b>GI</b>	Gravelius index	<b>H.A</b>	Høydeforskjell i marine områder
<b>Smean</b>	Gjennomsnittlig helling		

Figur 9. Korrelasjonsmatrise bare for Lundfelt der stor blå runding indikerer positiv korrelasjon (Pearson's r) og stor rød runding indikerer negativ korrelasjon (Pearson's r).

Tabell 6. Korrelasjonsmatrise for alle 15 skogsfelt.

	SS	Ssglød	TPavr	PO4	TN	Clay	A	O	Smean	GI	Rmin	Rmax	Hmin	Hmax	Hmean	HD	BL_max	BL_av	LEB	DL
SS	1,00	0,84	0,86	0,77	0,62	0,88	0,02	0,19	0,33	0,47	-0,17	-0,03	-0,31	-0,20	-0,29	0,19	0,24	-0,40	0,06	-0,31
Ssglød		1,00	0,51	0,48	0,37	0,55	0,51	0,48	0,49	0,45	0,20	0,55	-0,71	0,07	-0,51	0,72	0,57	-0,60	0,55	-0,44
TPavr			1,00	0,81	0,54	0,94	-0,02	0,14	0,32	0,46	-0,22	-0,06	-0,29	-0,19	-0,28	0,17	0,20	-0,44	0,04	-0,31
PO4				1,00	0,65	0,79	-0,26	-0,25	0,63	0,28	-0,34	-0,32	-0,15	-0,06	-0,19	0,04	-0,16	-0,38	-0,20	-0,20
TN					1,00	0,62	-0,35	-0,46	-0,32	-0,21	-0,30	-0,35	-0,28	-0,37	-0,35	-0,42	-0,39	-0,62	-0,33	0,13
Clay						1,00	-0,12	0,03	0,16	0,46	-0,26	-0,12	-0,37	-0,31	-0,37	0,01	0,08	-0,49	-0,08	-0,37
A							1,00	0,86	0,08	-0,13	0,95	0,96	-0,18	0,11	-0,05	0,77	0,90	-0,21	0,99	-0,34
O								1,00	0,09	0,30	0,72	0,86	-0,33	-0,04	-0,20	0,70	0,98	-0,07	0,84	-0,56
Smean									1,00	0,28	-0,12	0,01	0,61	0,73	0,65	0,62	0,17	-0,02	0,14	0,08
GI										1,00	-0,35	-0,05	-0,22	-0,17	-0,20	0,03	0,20	0,20	-0,15	-0,43
Rmin											1,00	0,93	-0,16	0,08	-0,04	0,63	0,76	-0,25	0,93	-0,31
Rmax												1,00	-0,17	0,11	-0,04	0,74	0,89	-0,30	0,93	-0,44
Hmin													1,00	0,95	0,99	0,31	-0,25	-0,03	-0,16	0,20
Hmax														1,00	0,98	0,60	0,06	-0,13	0,13	0,05
Hmean															1,00	0,44	-0,11	-0,07	-0,03	0,10
HD																1,00	0,79	-0,32	0,79	-0,35
BL_max																	1,00	-0,20	0,89	-0,54
BL_av																		1,00	-0,21	0,27
LEB																			1,00	-0,32
DL																				1,00

Tabell 7. Korrelasjonsmatrise kun for de ti Lundfeltene.

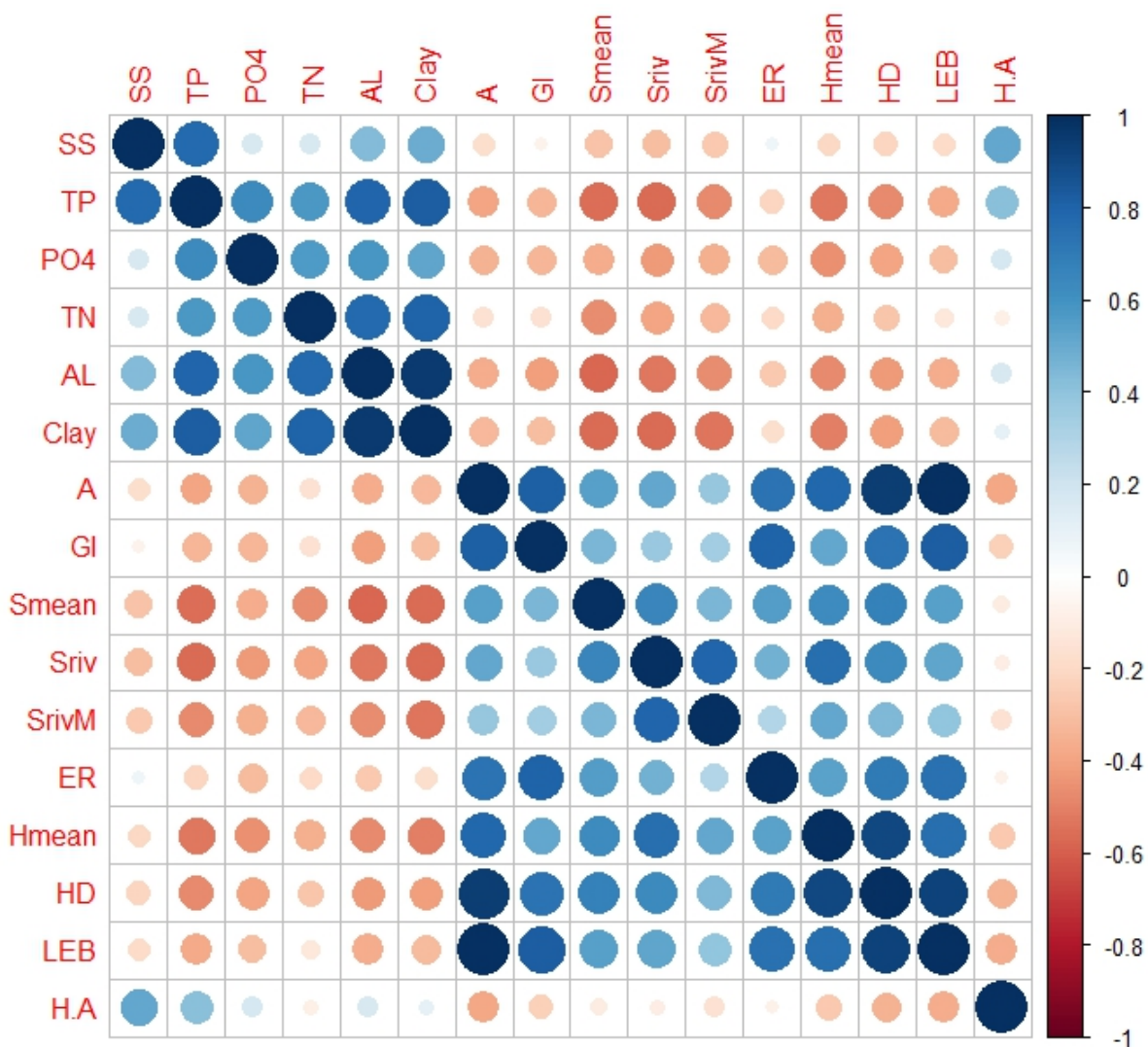
	SS	Ssglød	TPavr	PO4	TN	Clay	A	O	Smean	GI	Hmin	Hmax	Hmean	HD	BL_max	BL_av	LEB	DL	HI_river	HI_ML	Sriv	SrivM	H/A
SS	1,00	0,84	0,83	0,74	0,66	0,88	0,23	0,25	0,84	0,50	-0,82	-0,27	-0,73	0,59	0,38	-0,79	0,35	-0,44	-0,49	-0,39	0,34	0,49	0,57
Ssglød		1,00	0,51	0,48	0,37	0,55	0,51	0,48	0,49	0,45	-0,71	0,07	-0,51	0,72	0,57	-0,60	0,55	-0,44	-0,12	0,06	0,09	0,29	0,42
TPavr			1,00	0,79	0,74	0,96	0,18	0,19	0,88	0,45	-0,87	-0,36	-0,79	0,57	0,35	-0,90	0,34	-0,45	-0,54	-0,58	0,52	0,63	0,68
PO4				1,00	0,71	0,81	-0,16	-0,12	0,69	0,32	-0,69	-0,52	-0,67	0,29	0,01	-0,65	-0,02	-0,34	-0,26	-0,24	0,80	0,83	0,73
TN					1,00	0,73	-0,29	-0,35	0,70	-0,11	-0,73	-0,84	-0,95	0,10	-0,18	-0,83	-0,18	0,19	-0,34	-0,36	0,76	0,86	0,80
Clay						1,00	0,06	0,10	0,95	0,50	-0,84	-0,41	-0,78	0,51	0,25	-0,84	0,22	-0,46	-0,52	-0,49	0,57	0,66	0,66
A							1,00	0,98	-0,02	0,55	-0,33	0,76	0,09	0,84	0,98	-0,24	0,98	-0,64	-0,07	0,12	-0,58	-0,47	0,00
O								1,00	0,02	0,68	-0,29	0,79	0,15	0,83	0,97	-0,20	0,96	-0,74	-0,16	0,13	-0,64	-0,58	-0,02
Smean									1,00	0,47	-0,73	-0,44	-0,75	0,38	0,16	-0,79	0,15	-0,31	-0,59	-0,44	0,42	0,48	0,50
GI										1,00	-0,39	0,40	-0,03	0,65	0,65	-0,29	0,59	-0,88	-0,58	0,08	-0,18	-0,39	0,35
Hmin											1,00	0,29	0,87	-0,74	-0,46	0,95	-0,44	0,39	0,16	0,11	-0,55	-0,76	-0,81
Hmax												1,00	0,69	0,42	0,69	0,42	0,68	-0,54	0,19	0,26	-0,91	-0,83	-0,64
Hmean													1,00	-0,34	-0,02	0,92	-0,02	-0,06	0,23	0,24	-0,70	-0,86	-0,83
HD														1,00	0,92	-0,61	0,90	-0,75	-0,04	0,09	-0,04	0,16	0,44
BL_max															1,00	-0,37	0,99	-0,75	-0,17	0,03	-0,49	-0,35	0,09
BL_av																1,00	-0,37	0,23	0,36	0,29	-0,49	-0,68	-0,78
LEB																	1,00	-0,69	-0,16	0,01	-0,50	-0,34	0,05
DL																		1,00	0,56	0,24	0,26	0,34	-0,39
HI_river																			1,00	0,81	0,18	0,32	-0,10
HI_ML																				1,00	0,04	0,05	0,13
Sriv																					1,00	0,95	0,74
SrivM																						1,00	0,99
H/A																							1,00

### 3.3.2 Jordbruksfelt

Gjennomsnittlig konsentrasjon av Tot-P er tydelig positivt korrelert med både leirdekningsgrad (Pearson  $r = 0,77$ ) og andel jordbruk i feltet (Pearson  $r = 0,77$ ). Leirdekningsgrad og andel jordbruk er også korrelert med hverandre (Pearson  $r = 0,69$ ). Samtidig er det en negativ sammenheng mellom Tot-P og hhv. gjennomsnittlig helling (i hele feltet og i elvestrengen); størrelse på feltet; og høyde over havet. Dette kan sannsynligvis forklares med mindre andel jordbruk/leirdekning i større nedbørfelt, og at høyereliggende områder ofte er områder med større helling og lite eller ingen jordbruksaktivitet.

Det er også en positiv korrelasjon mellom SS og Tot-P og høydeforskjell innen de marine områdene (H/A). Men denne korrelasjonen er sterkt avhengig av én stasjon med høy konsentrasjon av SS og Tot-P; uten dette punktet er korrelasjonen positiv, men ikke signifikant ( $r < 0,2$ ). Det er sterk negativ korrelasjon mellom andel jordbruk og gjennomsnittlig helling. Som for skogsfeltene er også gjennomsnittlig konsentrasjon av Tot-P, SS, løst fosfat og Tot-N positivt korrelert med leirdekning og delvis med hverandre.

Gjennomsnittlig konsentrasjon av SS er klart positivt korrelert med leirdekningsgrad og negativt korrelert med gjennomsnittlig helling, tilsvarende som for Tot-P. For alle felt er det en meget svak positiv korrelasjon mellom SS og erosjonsrisiko. Utvalgte parametere er vist i grafisk korrelasjonsmatrise i Figur 10. Korrelasjonsmatrisen mellom vannkjemi og feltkarakteristikker er vist Tabell 8.



<b>SS</b>	Suspendert stoff	<b>Hmean</b>	Høyde over havet
<b>TPavr</b>	Total fosfor	<b>HD</b>	Høydereliff
<b>PO4</b>	Løst fosfat	<b>BL_av</b>	Gjennomsnittlig avrenningslengde
<b>TN</b>	Total nitrogen	<b>LEB</b>	Lengde elver
<b>Clay</b>	Leirdekning	<b>Sriv</b>	Gjennomsnittlig hellingsgrad bekk
<b>A</b>	Areal	<b>SrivM</b>	Gjennomsnittlig hellingsgrad bekk i marin leire
<b>GI</b>	Gravelius index	<b>H.A</b>	Høydeforskjell i marine områder
<b>Smean</b>	Gjennomsnittlig helling		

Figur 10. Korrelasjonsmatrise for jordbruksfelt der stor blå runding indikerer positiv korrelasjon (Pearson r) og stor rød runding indikerer negativ korrelasjon (Pearson r).



Tabell 8. Korrelasjonsmatrise for jordbruksfeltene.

	SS	TP	PO4	TN	AL	Clay	A	O	GI	BLmax	BLavr	Smean	Hmean	HD	LEB	ER	HI_river	HI_ML	HI_total	Sriv	SrivM	H/A
SS	1,00	0,78	0,17	0,16	0,44	0,50	-0,18	-0,18	-0,07	-0,14	0,24	-0,28	-0,21	-0,22	-0,18	0,07	-0,13	-0,02	0,19	-0,31	-0,27	0,52
TP		1,00	0,63	0,57	0,80	0,82	-0,39	-0,41	-0,33	-0,40	0,08	-0,55	-0,53	-0,48	-0,38	-0,21	-0,15	0,07	-0,26	-0,57	-0,48	0,42
PO4			1,00	0,56	0,58	0,52	-0,35	-0,37	-0,33	-0,39	-0,10	-0,36	-0,45	-0,39	-0,31	-0,31	-0,19	0,13	-0,53	-0,42	-0,36	0,18
TN				1,00	0,77	0,81	-0,16	-0,16	-0,15	-0,21	-0,07	-0,46	-0,36	-0,27	-0,13	-0,20	0,18	0,29	-0,52	-0,39	-0,33	-0,08
AL					1,00	0,96	-0,37	-0,40	-0,41	-0,38	-0,08	-0,57	-0,48	-0,43	-0,36	-0,27	0,06	0,28	-0,48	-0,52	-0,47	0,16
Clay						1,00	-0,32	-0,34	-0,31	-0,33	-0,05	-0,56	-0,50	-0,41	-0,31	-0,18	0,09	0,23	-0,43	-0,56	-0,53	0,10
A							1,00	0,99	0,81	0,98	0,01	0,54	0,78	0,94	0,99	0,74	0,26	0,04	0,10	0,51	0,39	-0,38
O								1,00	0,87	0,98	0,01	0,58	0,76	0,93	0,99	0,77	0,28	0,05	0,12	0,54	0,41	-0,37
GI									1,00	0,81	-0,01	0,45	0,51	0,74	0,83	0,80	0,32	-0,03	0,20	0,38	0,34	-0,23
BLmax										1,00	0,00	0,59	0,79	0,95	0,97	0,78	0,26	0,02	0,12	0,53	0,41	-0,37
BLavr											1,00	-0,23	0,22	0,00	0,00	-0,06	0,01	-0,25	0,67	0,21	0,12	0,03
Smean												1,00	0,62	0,67	0,55	0,55	0,06	0,02	0,05	0,66	0,45	-0,10
Hmean													1,00	0,90	0,76	0,54	0,23	-0,01	0,31	0,75	0,51	-0,27
HD														1,00	0,93	0,71	0,26	0,05	0,11	0,63	0,45	-0,34
LEB															1,00	0,75	0,25	0,03	0,09	0,53	0,39	-0,37
ER																1,00	0,19	-0,19	0,17	0,47	0,29	-0,08
HI_riv																	1,00	0,41	0,08	0,13	0,16	-0,04
HI_ML																		1,00	-0,17	-0,06	0,14	-0,06
HI_total																			1,00	0,33	0,24	0,15
SrivM																				1,00	0,80	-0,10
SrivM																					1,00	-0,15
H/A																						1,00

## 4 Konklusjon

Målt fosforinnhold i elvevann er resultatet av en rekke prosesser, som kan omfatte mobilisering, transport, midlertidig sedimentering, tilbakeholdelse, reaktivering og videre transport. Terrengegenskapene som er definert i denne studien preger fasene på ulike måter. Teoretisk vil andel marin leire og andel jordbruk ha stor betydning for konsentrasjonen av både suspendert stoff og næringsstoffer i vannforekomstene. Marin leire inneholder naturlig mineralfosfor (apatitt) og i jordbruket tilføres fosfor i form av gjødsel. Samtidig vil erosjonsrisiko og hellingsgrad påvirke i hvilken grad fosfor kan løsrives og transporteres til vannforekomstene. Hvor stor andel av det mobiliserte fosforet som når en vannforekomst vil blant annet være avhengig av dreneringstetthet, avrenningslengde og formen på nedbørfeltet.

I tillegg til parametere diskutert over, vil også spredt avløp være en betydelig kilde til fosfor i jordbruksfeltene. Det har ikke vært mulig å skille mellom ulike kilder i denne analysen og dette utgjør derfor en stor usikkerhet i beregningene. Noen av skogsfeltene har også hatt enkelte prøver med høye verdier av koliforme bakterier, så denne usikkerheten gjelder også i skogsfeltene.

Hensikten med studien var å undersøke betydningen av ulike nedbørfeltkarakteristika for vannkvalitet, med spesiell fokus på fosforkonsentrasjoner. Resultatene viser at:

- Av de undersøkte feltkarakteristika korrelerer gjennomsnittskonsentrasjonen av totalfosfor i skogsfeltene best med leirdekningsgrad, mens den i jordbruksvassdrag korrelerer best med leirdekningsgrad og andel jordbruksareal.
- De øvrige feltkarakteristika ser ut til å ha vesentlig mindre betydning. I Lundfeltene korrelerte imidlertid helningsgraden i marin leire med gjennomsnittskonsentrasjoner av næringsstoff og suspenderte partikler. Det kan tyde på at topografi (helling i feltet) er av større betydning enn det som har vært mulig å vise med det eksisterende materialet.
- Det ble også påvist interkorrelasjon mellom enkelte av feltparametrene. Marine avsetninger gir næringsrik jord og forklarer den sterke sammenhengen mellom leirdekning og jordbruksareal. Det var lav hellingsgrad i de fleste jordbruksfelt dominert av marine avsetninger, men samtidig har enkelte skogsbekker høy helling i den marine leiren, ettersom skog i marin leire oftest finnes i ravinene.
- Datamaterialet særlig for skogsfelt var mangelfullt, da det finnes få overvåkingsdata i vassdrag med skog i marin leire. Det er derfor knyttet usikkerheter til resultatene.

Resultatene av undersøkelsen understøtter den modellen som lå til grunn for klassifiseringen av leirpåvirka vassdrag i Lyche Solheim m.fl. (2008), nemlig å benytte leirdekningsgrad som kriterium for miljømålet for fosfor. Imidlertid er det fremdeles knyttet noe usikkerhet til betydningen av terreng, og da særlig betydningen av helling i marin leire for erosjon og tilførsler av sediment og næringsstoff. Det arbeides derfor i et annet prosjekt med modellering av fosfortap i leirvassdrag, ved hjelp av modellen Agricat2.

# Referanser

- Eriksen, T.E., Lindholm, M., Røst, M.K., Solheim, A.L., Friberg, N. 2015. Vurdering av kunnskapsgrunnlag for leirpåvirkede elver. NIVA Rapp. 6792-2015. 68 s.
- Borselli, L., Cassi, P. & Torri, D. 2008. Prolegomena to sediment and flow connectivity in the landscape: a GIS and field numerical assessment. *Catena* 75(3): 268-277.
- Greipsland, I. 2015. Sammendrag av tre år med overvåking i Haldenvassdraget. NIBIO RAPPORT Vol 1. Nr. 1.
- Hauken, M., Stenrød, M., Deelstra, J., Eggestad, H., Øgaard, A. F., Skaalsveen, K., Greipsland, I., Riley, H., Molversmyr, Å., Lunnan, T., Selnes, S., Stubhaug, E., Dreyer, L. & Paulsen, L. 2016. Jord- og vannovervåking i landbruket (JOVA). Feltrapporter fra programmet i 2014. NIBIO RAPPORT 2(85).
- Holtan, G. og Holtan, H., 1993. Avrenning fra jordbruksområder i Maridalen 1989 – 1991. NIVA rapport 2839.
- Kirkby, M. J., Irvine, B. J., Jones, R. J. A., Govers, G., PESERA team. (2008). The PESERA coarse scale erosion model for Europe. I. - Model rationale and implementation. *European Journal of Soil Science*, 59(6), 1293–1306. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2389.2008.01072.x>
- Lane, S.N., Brookes, C.J., Kirkby, M.J. Holden, J. 2004. A network index-lbased version of TOPMODEL for use iwht high-resolution digital topographic data. *Hydrological processes* 18(1) :21-38.
- 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. Avrenning av næringsstoff fra to små nedbørfelt i skog og utmark, med høy andel av marin leire. NIBIO-Rapport in prep.
- Solheim, A.L., Berge, D. Tjomsland, T., Kroglund, F., Tryland, I, Schartau, A.K., Hesthagen, T, Borch, H., Skarbøvik, E., Eggestad, H.O. og Engebretsen, A. 2008 Forslag til miljømål og klassegrenser for fysisk-kjemiske parametre i innsjøer og elver, og egnethet for brukerintresser. NIVA rapport 5708
- Vandsemb, S. 2006. Kvantifisering av tap av nitrogen, fosfor og erosjon fra ikke-jordbruksarealer i JOVAprogrammet (Jord og vannovervåking i landbruket). Fokus på utmarksavrenning. *Bioforsk rapport* Vol 1. Nr. 56
- Veileder 02:2013; Revidert 2015: Klassifisering av miljøtilstand i vann. Direktorsgruppen for vannforskriften. 230 s.
- Veerstraeten, G. og Poesen, J. 2001. Factors controlling sediment yield from small intensively cultivated catchments in a temperate humid climate. *Geomorphology* 40:123-144.

# Vedlegg 1

Tabell 1. Verdier for Total fosfor (Tot-P µg/L), Fosfat (PO<sub>4</sub> µg/L), Suspensert stoff (SS mg/L), Gløderest (mg/L), Total nitrogen (Tot-N µg/L), Nitrat (µg/L) og Koliforme bakterier (90 persentil) i skogfelt.

	Tot-P (µg/L)						PO <sub>4</sub> (µg/L)					SS (mg/L)	GLØDEREST (mg/L)	TOT-N (µg/L)	NITRAT (µg/L)	KOLIFORM
	AVG	AVG <sup>1</sup>	MEDIAN	MAX	MIN	ANTALL	AVG	AVG <sup>1</sup>	MAX	MIN	ANTALL	AVG	AVG	AVG	AVG	90 persentil
<b>Lund Nord P1</b>	63		42	160	26	7	6		9	3	7	37	22	774	471	581
<b>Lund Nord P5</b>	42		36	85	19	7	5		8	3	7	20	12	677	406	456
<b>Lund Nord P6</b>	31		24	53	14	7	4		6	2	7	46	39	676	389	83
<b>Lund Nord P7</b>	26		20	49	10	7	4		5	2	7	20	13	600	374	91
<b>Lund Nord P8</b>	29		22	87	10	7	3		5	2	7	16	4	519	181	79
<b>Lund Nord P9</b>	13		12	22	5	7	3		5	2	7	3	2	389	62	83
<b>Lund Nord P10</b>	10		10	16	4	7	3		4	2	7	2	2	403	62	316
<b>Lund Sør P2</b>	75		62	210	43	8	8		11	6	8	62	23	1065	745	76
<b>Lund Sør P3</b>	50		43	110	34	8	8		14	5	8	23	8	968	713	146
<b>Lund Sør P4</b>	16		15	27	9	8	3		5	2	8	9	4	896	660	3
<b>Børta</b>	19	21	14	120	1	66	3	3	7	1	33	13		488		96
<b>Dalen, Morsa</b>	20	18	11	160	3	76	2	2	7	1	29	5		760		
<b>Skjervnebekken</b>	8	7	7	29	2	26						6				
<b>Nyhaga</b>	13	16	9	200	1	364						5		561		
<b>Skuterud, skog</b>	26	29	26	130	6	134								1254		

<sup>1</sup>Vannføringsveid.

Tabell 2. Verdier for Total fosfor (Tot-P µg/L), Fosfat (PO<sub>4</sub> ug/L), Suspendert stoff (SS mg/L), Total nitrogen (ug/L), Nitrat (ug/L) og Koliforme bakterier (90 persentil) i nedbørfelt i Haldenvassdraget.

Stasjonsnavn	År	Tot-P (µg/L)					Fosfat (µg/L)		SS (mg/L)	TOT-N	KOLIFORM
		AVG <sup>1</sup>	MEDIAN	MAX	MIN	ANTALL	AVG <sup>1</sup>	ANTALL	AVR <sup>1</sup>	AVR	90 PERSENTIL
Dalsroabekken	2012-2014	36	23	270	9,6	42	4	43	27	681	820
Engerelva	2012-2014	54	36	260	11	60	12	30	16	908	5100
Finstadbekken	2012-2015	100	66	1200	38	85	15	32	58	1878	1540
Gorobekken ved Tøyen	2012-2014	71	32	420	16	45	7	22	42	841	2220
Gåsebybekken, 32_09	2012-2014	104	74	690	37	65	43	33	19	1994	2010
Hafsteinselva nedstrøms Slora foss	2013-2015	41	33	180	15	57	5	29	24	523	319
Ilebekken	2012-2014	84	54	370	27	41	10	21	44	1261	1490
Kinnbekken	2012-2014	107	63	480	22	46	10	23	62	1549	1700
Lierelva ved Lierfoss	2012-2014	59	32	520	11	48	7	25	28	956	2760
Nesbekken	2012-2014	158	91	770	36	59	30	29	18	2452	1560
Riselva (Prestelva) ved Naddum 7_08	2012-2014	80	46	410	24	60	19	31	84	1019	2050
Unnebergbekken	2013-2015	87	80	790	34	51	10	21	51		1100

<sup>1</sup>Vannføringsveid med vannføring fra Rømula.

Tabell 3. Verdier for Total fosfor (Tot-P µg/L), Fosfat (PO<sub>4</sub> µg/L), Suspendert stoff (SS mg/L), Gløderest (mg/L), Total nitrogen (µg/L), Nitrat (µg/L) og Koliforme bakterier (90 persentil) i skogsfelt.

Stasjonsnavn	År <sup>2</sup>	Tot-P (µg/L)					Fosfat (µg/L)		SS (mg/L)	TOT-N	KOLIFORM
		AVG <sup>1</sup>	MEDIAN	MAX	MIN	ANTALL	AVG <sup>1</sup>	ANTALL	AVG <sup>1</sup>	AVG	90 PERSENTIL
<b>Augerødbekken (AUG)</b>	2005-2014	111	69	547	13	208	22	40	41	1,2	910
<b>Engsbekken (ENGS)</b>	2010-2014	93	52	1700	2	78	12	23	74	1,2	1320
<b>Guthusbekken (GUT)</b>	2005-2015	95	62	640	0	290	23,7	60	26	1,3	1400
<b>Hobølelva ved Kure (HOBK)</b>	2007-2015	78	41	830	14	379	10,4	60	52	1,5	1030
<b>Huggenesbekken</b>	2005-2015	152	78	1700	8	249	25,8	69	34	5,0	580
<b>Kråkstadelva (KRÅ)</b>	2007-2015	144	75	1100	24	232	16,4	49	87	3,4	2980
<b>Mørkelva (MØR)</b>	2007-2014	44	30	310	8	198	4,3	49	28	0,7	650
<b>Sperrebotn (SPE)</b>	2005-2015	90	60	410	0	212	20,6	55	28	1,4	2850
<b>Svinna (SVIN)</b>	2008-2015	70	46	760	15	183	8,9	42	37	1,1	1300
<b>Veidalselva (VEI)</b>	2007-2015	87	60	610	11	205	9,9	43	51	1,2	1000

<sup>1</sup>Vannføringsveid med vannføring fra Høgfoss i Hobølelva.

Tabell 4. Verdier for Total fosfor (Tot-P µg/L), Fosfat (PO<sub>4</sub> µg/L), Suspendert stoff (SS mg/L), Total nitrogen (ug/L), Nitrat (ug/L) og Koliforme bakterier (90 persentil) i skogsfelt.  
<sup>1</sup>Vannføringsveid.

Stasjonsnavn	År <sup>2</sup>	TOT-P (µg/L)					Fosfat (µg/L)		SS (mg/L)	TOT-N	KOLIFROM
		AVG <sup>1</sup>	MEDIAN	MAX	MIN	ANTALL	AVG <sup>1</sup>	ANTALL	AVG <sup>1</sup>	AVG	90 PERSENTIL
Frogner Leira L4	2005-2006: 2008: 2011-2015	107	101	1000	18	147			85	1152	1360
Haga Tveia T1	2005-2006: 2013-2015	248	6	1800	25	59	23	47	246	1646	224
Haugli Jeksla J14	2005-2006: 2011-2015	126	190	2000	27	137	19	12	86	2397	5580
Kjellerholen Nitelva N6	2005-2006:2008:	32	99	160	9	139	11	83	9	1166	
Kringlerdalen Leira L9	2013-2015	10	28	41	3	51	3	34	5	376	47
Kråkfossen Leira L2	2005-2008:2013-2015	39	11	605	6	223	5	87	28	801	374
Leira etter samløp med Tveia	2005-2008	79	34	700	8	196	7	52	57	1023	
Møllerdammen Nitelva N4	2005-2006:2008:2013-2015	12	73	59	4	84			3	672	902
Måsabekken oppstrøms rensepark MÅS2	2013-2015	30	12	110	8	36	3	35	12	920	1697
Nitelva ved Åros bru	2005-2006:2008	34	32	120	3	44			6	1083	
Rud Nitelva N8 (PA6)	2005-2006:2008	34	33	110	5	138	12	84	6	2320	
Sagelva ved Skjetten bro (F3)	2005-2008:2011-2013	52	33	200	12	299	15	79	11	1003	
Songa SOG	2013-2015	108	46	1200	14	36	9	35	98	1400	183

<sup>1</sup>Vannføringsveid med vannføring fra Kråkfoss i Leiravassdraget.

Tabell 5. Geomorfologiske parametere i skogsfeltene.

Nedbørfelt	A	O	Smean	GI	Rmin	Rmax	Hmin	Hmax	Hmean	HD	BL_max	BL_av	LEB	HI_river	HI_ML	Sriv	SrivM	H/A
Enhhet	m <sup>2</sup>	m	%	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	Kg/daa			%	%
Lund2	356234	4598	16	2,2	6	382	109	207	135	98	1671	327	820	0,355	0,355	8	8	6
Lund1	2084920	11004	14	2,1	139	820	109	255	161	146	3830	364	3068	0,464	0,460	4	5	4
Lund5	1814760	10105	13	2,1	150	750	118	255	167	137	3269	762	2259	0,566	0,612	5	5	5
Lund3	222666	3128	13	1,9	45	275	118	207	150	89	1138	853	400	0,623	0,623	12	12	10
Lund6	1723280	9605	12	2,1	150	722	120	255	170	135	3050	1168	2069	0,612	0,709	5	6	5
Lund9	838783	7006	12	2,2	105	466	177	255	216	78	1764	2166	999	0,550	0,748	4	2	2
Lund7	1426750	8925	12	2,1	163	637	162	255	207	93	2631	1559	1719	0,460	0,617	3	2	2
Lund4	81017	1639	12	1,6	30	152	164	206	162	42	455	1366	0					
Lund8	1132420	7566	11	2,0	135	538	175	255	210	80	2133	1984	1299	0,432	0,319	3	1	1
Lund10	482716	4328	11	1,8	99	326	187	255	222	68	1394	2486	710	0,643				
Skjervenbekken	438500	3680	6	1,57	273	525	159	224	197	65	1232	573	40					
Dalen	813667	7000	5	2,19	170	969	35	77	61	42	1838	772	10					
Skuterud skog	124609	1941	3	1,55	143	277	130	149	141	19	697	293	0					
Nyhaga	111400	2130	21	1,80	50	460	684	860	769	176	1077	504	0					
Børta	8402310	16643	12	1,62	1010	2319	129	379	233	250	5823	400	12172	0,237	0,130	2	1,2	1



**Tabell 6. Geomorfologiske parametere for nedbørfelt i Vannområde Haldenvassdraget.**

<b>Forkortelse</b>	A	O	GI	R <sub>min</sub>	R <sub>max</sub>	BL <sub>max</sub>	BL <sub>avr</sub>	S <sub>mean</sub>	H <sub>min</sub>	H <sub>max</sub>	H <sub>mean</sub>	HD	LEB	ER	HI_riv	HI_ML	Sriv	SrivM	H/A
<b>Enhet</b>	m <sup>2</sup>	m		m	m	m	m	%	m	m	m	m	m	Kg/daa			%	%	%
Dalsroabekken	26012900	35267	2,0	1433	5292	12570	504	12	137	350	220	213	34587	147	0,39	0,34	5	5	1
Hafsteinselva	18413100	31773	2,1	966	4241	12700	500	8	120	291	191	171	22262	86	0,32	0,39	5	6	1
Engerelva	31552600	36023	1,8	2283	5815	10114	703	7	146	362	198	216	30558	54	0,37	0,29	3	1	2
Gorobekken	21184800	32878	2,0	1730	3770	8167	505	12	125	332	220	208	24676	63	0,22	0,43	3	1	1
Lierelva ved Lierfoss	6167710	15980	1,8	624	2436	6146	819	8	120	269	160	148	5763	69	0,24	0,35	3	2	2
Ilebekken	68292100	74596	2,5	813	12586	26590	498	12	136	377	238	241	93764	169	0,39	0,21	4	2	1
Riselva (Prestelva)	11661000	22381	1,8	931	3616	6422	517	13	126	319	182	193	16558	44	0,33	0,42	4	3	2
Finstadbekken	4317610	13541	1,8	655	1953	4368	650	7	120	228	160	108	4089	169	0,26	0,13	4	1	3
Gåsebybekken	134401000	105987	2,6	2478	12099	22514	744	9	132	403	225	271	147696	60	0,50	0,47	3	3	2
Kinnbekken	4371610	11042	1,5	638	1775	4119	1294	6	124	236	150	112	2083	83	0,32	0,40	3	2	0
Unnebergbekken	37889900	40222	1,8	1602	6343	16819	592	10	125	369	215	244	48501	97	0,28	0,45	2	1	2
Nesbekken	17941000	33975	2,3	610	4971	12241	760	7	1	156	68	155	13014	112	0,31	0,37	3	2	2

**Tabell 7. Geomorfologiske parametere for nedbørfelt i Vannområde Morsa.**

Forkortelse	A	O	GI	R <sub>min</sub>	R <sub>max</sub>	BL <sub>max</sub>	BL <sub>avr</sub>	S <sub>mean</sub>	H <sub>min</sub>	H <sub>max</sub>	H <sub>mean</sub>	HD	LEB	ER	HI_riv	HI_ML	Sriv	SrivM	H/A
Enhet	m <sup>2</sup>	m		m	m	m	m	%	m	m	m	m	m	Kg/daa			%	%	%
Augerødbekken	4653370	16009	2,1	311	814	3958	928	7	27	116	56	89	2879,86	93	0,39	0,32	1	1	5
Engsbekken	17910600	38959	2,6	790	1768	7766	658	9	50	185	107	134	15198,9	160	0,35	0,36	2	1	1
Guthusbekken	3989670	18599	2,6	354	991	3285	750	5	30	67	40	38	3539,83	66	0,21	0,15	0	1	0
Hobølelva ved Kure	282757000	202309	3,4	1327	10129	54689	535	10	34	348	153	313	478109	237	0,38	0,45	3	3	1
Huggenesbekken	1320870	7300	1,8	225	461	1737	459	2	34	59	40	25	729,963	23	0,59	0,59	0	0	0
Kråkstadelva	49790900	67029	2,7	352	9381	20101	1121	7	56	251	108	195	67238,8	133	0,34	0,33	2	2	1
Mørkelva	58159700	90129	3,3	1109	3951	14971	576	8	30	227	135	196	82708,8	163	0,50	0,45	2	2	2
Sperrebotn	3033670	16349	2,6	237	904	2694	618	7	26	67	43	41	2659,87	91	0,41	0,30	1	1	0
Svinna	55675500	62319	2,4	1434	3202	14220	604	8	50	226	125	175	62928,8	180					
Veidalselva	36694400	65929	3,1	583	3923	16163	509	9	30	207	95	177	55848,8	160	0,31	0,22	3	2	1

**Tabell 8. Geomorfologiske parametere for nedbørfelt i Leira-nitelva.**

Forkortelse	A	O	GI	R <sub>min</sub>	R <sub>max</sub>	BL <sub>max</sub>	BL <sub>avr</sub>	S <sub>mean</sub>	H <sub>min</sub>	H <sub>max</sub>	H <sub>mean</sub>	HD	LEB	ER	HI_riv	HI_ML	Sriv	SrivM	H/A
Enhet	m <sup>2</sup>	m		m	m	m	m	%	m	m	m	m	m	Kg/daa			%	%	%
Frogner Leira	513054000	315369	3,9	2389	27379	76464	648	10	102	808	361	705	902519	277	0,44	0,24	3	2	0
Haga Tveia	21344100	41809	2,6	1647	4450	11307	2475	6	106	237	184	131	29129	149	0,36	0,40	3	2	5
Haugli Jeksla	12849300	39469	3,1	740	6342	11204	551	7	110	278	162	168	22429	235	0,44	0,35	3	2	3
Kjellerholen Nitelva	342030000	245269	3,7	4139	21633	53489	535	13	103	704	359	601	608849	245	0,41	0,32	6	4	3
Kringlerdalen Leira	256461000	155239	2,7	3314	15937	45692	1990	11	171	808	498	637	361459	152	0,50	0,32	6	2	1
Kråkfossen Leira	415440000	236619	3,3	1289	10672	62314	688	11	122	808	417	686	619269	254	0,30	0,27	3	1	1
Leira etter samløp med Tveia	451322000	257709	3,4	606	11479	67070	1332	11	105	808	397	702	673779	245	0,40	0,43	5	4	1
Møllerdammen Nitelva	250491000	198699	3,5	4146	17855	40515	1607	13	118	704	399	586	427719	170	0,46	0,41	7	4	1
Måsabekken	1606960	8849	2,0	324	1136	3012	3187	2	190	211	204	20	1040	9	0,35	0,30	4	3	0
Nitelva ved Åros bru	313576000	222929	3,6	3994	22110	51483	2265	13	103	704	372	601	547289	224	0,43	0,33	6	4	0
Rud Nitelva	466859000	324999	4,2	2397	30497	59089	933	13	101	704	321	603	840699	234	0,35	0,41	6	4	0
Sagelva	106485000	94249	2,6	4062	8753	25466	957	15	109	397	237	288	206679	214	0,44	0,28	6	2	3
Songa	34618300	48249	2,3	2010	4778	10696	4678	6	126	226	192	100	31199	139	0,32	0,15	3	2	1

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.