

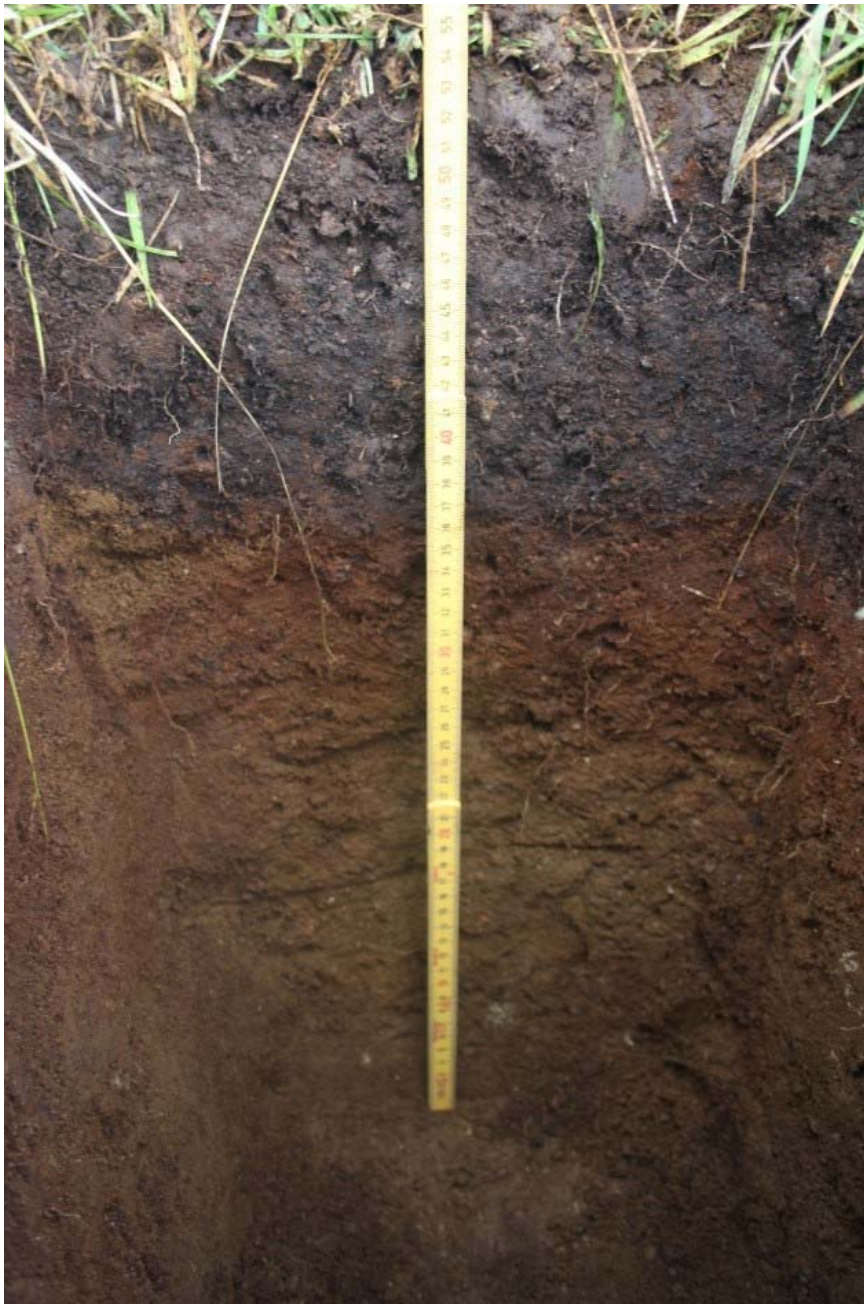


NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Risiko for fosforutvasking fra jord i Farstadvassdraget

NIBIO RAPPORT | VOL. 4 | NR. 90 | 2018



Marianne Bechmann, Anne Falk Øgaard, Alexander Engebretsen
Divisjon for miljø og naturressurser

TITTEL/TITLE

Risiko for fosforutvasking fra jord i Farstadvassdraget

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Marianne Bechmann, Anne Falk Øgaard, Alexander Engebretsen

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
25.06.2018	4/90/2018	Åpen	10911	17/03319
ISBN:	ISSN:		ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:
978-82-17-02140-7	2464-1162		18	

OPPDRAAGSGIVER/EMPLOYER:

Oppdragsgiver

Norsk Landbruksrådgiving

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Kontaktperson

Are Johansen

STIKKORD/KEYWORDS:

Fosforstatus, P-AL, Oxalatløselig jern og aluminium, fosformetning, fosforutvasking

Soil P status, P-AL, Oxalateextractable Fe and Al, P saturation, P leaching

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Jordkjemi

Soil chemistry

SAMMENDRAG/SUMMARY:

Det ble gjort en undersøkelse av risiko for fosforutvasking fra jordtyper i Farstadvassdraget. I undersøkelsen ble det planlagt uttak av jord fra 9 profiler fordelt på tre jordtyper (Histosol, Podzol og Umbrisol) og med en profil på hver av fosfornivåene: naturlig, høyt P-AL og svært høyt P-AL. Det ble gjort kjemiske analyser av jordprøver fra 3-4 sjikt for hver jordprøve. Resultatene viste at det var stor forskjell i bindingskapasiteten for fosfor i de ulike profilene. Fosformetningen var høy i den organiske jorda med stor risiko for fosforutvasking fra denne jorda. Dersom en har overskudd av husdyrgjødsel som må spres, bør det ikke skje på organisk jord med høyt fosforinnhold. Mineraljord i Farstadvassdraget hadde større kapasitet til å binde fosfor i de nederste sjiktene sammenlignet med organisk jord.



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

LAND/COUNTRY: Norge
FYLKE/COUNTY: Nordland
KOMMUNE/MUNICIPALITY: Vestvågøy
STED/LOKALITET: Farstadvassdraget

GODKJENT /APPROVED



NAVN/NAME

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER



NAVN/NAME



Forord

På oppdrag fra Norsk Landbruksrådgiving Nordland har NIBIO bidratt til en undersøkelse av risiko for utvasking av fosfor fra jordbruksarealer i Farstadvassdraget.

Are Johansen har stått for uttak av jordprøver, mens de kjemiske analysene er gjennomført dels på Eurofins og NIBIO.

Rapporten er kvalitetssikret av Jannes Stolte

Ås, 25.06.18

Marianne Bechmann

Innhold

1 Innledning.....	6
2 Metoder.....	7
2.1 Prøvetakingslokaliteter.....	7
2.2 Prøvetakingsmetoder.....	8
2.3 Jordanalyser.....	8
3 Resultater og diskusjon.....	9
3.1 Moldinnhold og tekstur.....	9
3.2 Fosforfraksjoner.....	11
3.3 Oksalatløselig fosfor, jern og aluminium og fosformetning.....	13
3.4 Fosforutvasking fra jordsmonn i Farstadvassdraget.....	15
4 Konklusjoner.....	16
Litteraturreferanse.....	17

1 Innledning

Transport av fosfor fra jordbruksarealer ved utlekking, erosjon og overflateavrenning kan bidra til eutrofiering av overflatevann. På flate arealer med mye husdyrproduksjon finnes det også en risiko for at fosfor kan transporteres nedover i jordprofilet og transporteres til grunnvannet eller til overflatevann gjennom grøfter. Nå er det vanligst å drenere ved profilering og omgraving, men frem til 1990 tallet var eneste metode grøfter med 6 til 8 m avstand.

Risiko for utvasking av fosfor varierer for ulike jordbruksarealer og målretting av tiltak mot fosforutvasking avhenger av kunnskap om risikoen for utvasking. På arealer med stor risiko for utvasking bør fosforgjødslingen reduseres til et minimum.

På grunn av problemer med eutrofiering i Farstadvassdraget har det blitt fokus på fosforgjødsling og risikoarealer for utvasking av fosfor. En del jordbruksarealer har meget høyt fosforinnhold (P-AL), på grunn av tilførsler av fosfor i overskudd over tid. Jordsmonnet i Farstadvassdraget varierer og det samme gjør risiko for utvasking.

Prosjektets formål var å kartlegge fosforstatus og bindingskapasitet i 9 ulike jordprofiler i Farstadvassdraget. Det er tatt ut 32 jordprøver fra 9 jordprofiler og de er analysert for total P, CaCl₂-P (et mål på vannløselig fosfor) og oksalatløselig P, Fe og Al.

Resultatene gir en indikasjon på om utvasking av fosfor gjennom jorda til drengrøftene i disse profilene er en sannsynlig kilde til fosfor i Farstadvassdraget eller om fosforet som vaskes ned fra de øverste jordlagene mest sannsynlig bindes i dypere jordlag.

For å kunne vurdere effekten av jordbruk i vassdraget ble det tatt ut tilsvarende jordprofiler fra naturområder og på den bakgrunn er det gjort en vurdering av om det naturlige bakgrunnsnivået av fosfor bidrar betydelig til fosforstatus i vassdraget.

Resultatene er dessuten sammenholdt med resultater fra jordsmonnkartlegging inklusive profilbeskrivelser og analyser som ble gjennomført i Farstadvassdraget.

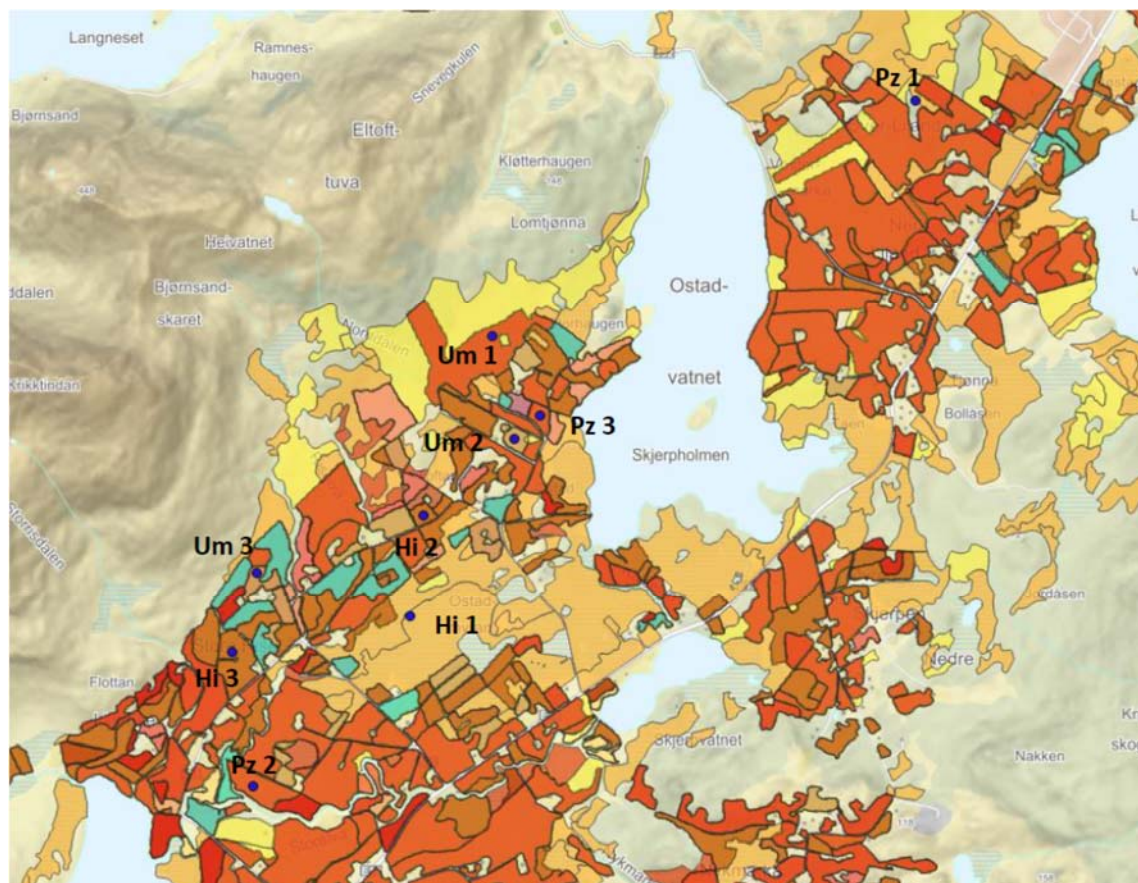
2 Metoder

2.1 Prøvetakingslokaliteter

Det ble tatt ut jordprøver på 9 jordprofiler i et jordbruksområde i Farstadvassdraget i Lofoten 23. november 2017 av landbruksrådgiver Are Johansen. Profilene ble tatt ut på Histosol (Hi), Umbrisol (Um) og Podzol (Pz). Tre av profilene (Hi1, Um1 og Pz1) ble tatt fra jordsmonn upåvirket av jordbruk. De resterende seks jordprofilene ble tatt ut fra dyrka mark med to prøver tatt fra Histosol (Hi2 og Hi3, henholdsvis høyt og svært høyt P-AL nivå), to prøver tatt fra Umbrisol (Um2 og Um3, henholdsvis høyt og svært høyt P-AL nivå) og to prøver tatt fra Podzol (Pz2 og Pz3, henholdsvis høyt og svært høyt P-AL nivå). Prøvetakingslokaliteter er vist i Figur 1.

Tabell 1. Jordtype, arealtype og P-AL-nivå for hvert av de ni jordprofilene som ble prøvetatt i nedbørfeltet til Farstadvatn.

	Naturlig bakgrunn	Jordbruk høyt P-AL	Jordbruk svært høyt P-AL
Histosol	Hi1	Hi2	Hi3
Umbrisol	Um1	Um2	Um3
Podzol	Pz1	Pz2	Pz3



Figur 1. Prøvetakingslokaliteter for 9 jordprofiler i Farstadvassdraget.

2.2 Prøvetakingsmetoder

Prøvene ble tatt ut ved hjelp av et skovelbor der en først borer et hull for å vurdere jordsmonssjikt og så tar ut prøven ved siden av. Dette er samme metode som brukes av jordkartleggere ved forenklet jordkartlegging. Jordsmonssjikt ble bestemt ved å vurdere markerte skiller i farge eller tekstur. Hvis det oppstod problemer med stein eller jernutfelling i et jordprofil, ble en annen lokalitet på skiftet valgt. Profildyp lå mellom 45 og 90 cm for de forskjellige profilene avhengig av problemer med stein og/eller jernutfelling. Jordprøvene ble tørket i tørkeskap i 6 dager før de ble sendt til jordanalyser.

2.3 Jordanalyser

Jordprøvene fra hvert jordprofil og sjikt ble delt i to der den ene jordprøven ble sendt til Eurofins, mens den andre ble sendt til NIBIO. Ved Eurofins ble det analysert for parametere som inngår i analysepakke 1 for jordbruksjord. Her inngår blant annet lett tilgjengelig fosfor (P-AL), pH, glødetap og jordart. Vannløselig fosfor (vannløselig-P_{ortho} og vannløselig-P_{ICP}) ble målt etter ekstraksjon av jordprøven med en fortennet saltløsning (0,0025M CaCl₂, jord-væskeforhold på 1:20). Vannløselig P_{ortho} ble målt med moldybdet blå metoden, mens vannløselig-P_{ICP} ble målt på et ICP-instrument. Det antas at vannløselig-P_{ICP} minus vannløselig-P_{ortho} gir fosfor som er organisk bundet.

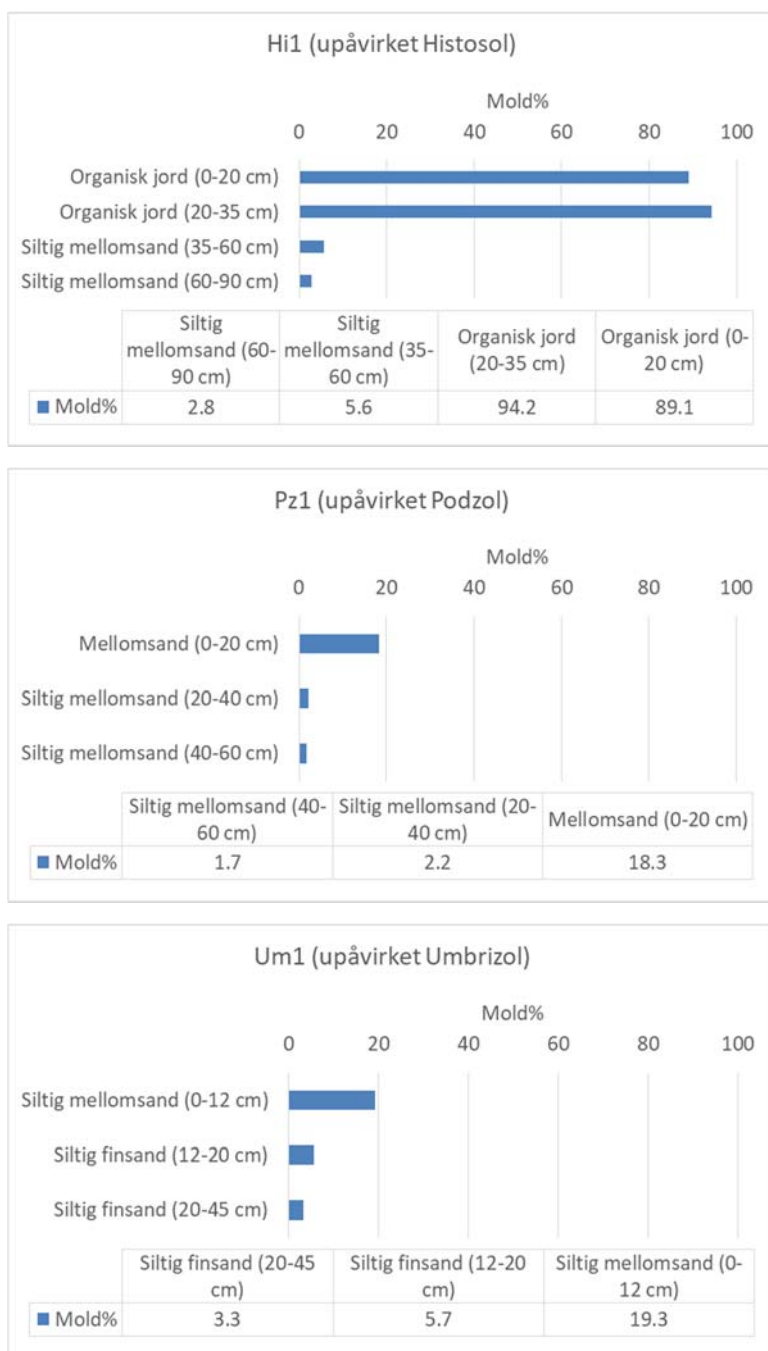
Det ble også analysert for oksalatløselig aluminium (Al_{ox}), jern (Fe_{ox}) og fosfor (P_{ox}) ved NIBIO. Al_{ox}, Fe_{ox} og P_{ox} analyseres ved å riste en jordprøve i en løsning som består av oksalsyre og amonium oksalat med et jord-væskeforhold på 1:20 og pH 3. I sur jord antas det at Al_{ox} og Fe_{ox} representerer bindingsplasser for fosfor, mens P_{ox} antas å være fosfor bundet til Al_{ox} og Fe_{ox}. Ved hjelp av disse kan man beregne fosformetningen i jord (formel 1) og dermed risikoen for utlekking av fosfor i jordsmon. Hvis fosformetningen overstiger 25% er det en risiko for utlekking av fosfor gjennom jordprofilet (Van der Zee et al., 1990).

Formel 1. Fosformetning% = $\frac{P_{ox}}{0.5(Al_{ox}+Fe_{ox})} * 100$

3 Resultater og diskusjon

3.1 Moldinnhold og tekstur

Det ble tatt ut jordprøver fra tre jordprofiler (Hi1, Pz1, Um1) i jordsmonn som ble vurdert som upåvirket av jordbruksdrift. Figur 2 viser moldinnhold og tekstur for disse jordprofilene. Hi1 består av organisk jord (Histosol) i de to øverste sjiktene og siltig mellomsand i de to nederste sjiktene (35-90 cm). Moldinnholdet i de to øverste sjiktene er rundt 90 %, det vil si nesten ren organisk jord.



Figur 2. Moldinnhold (%) og tekstur i upåvirket jordsmonn

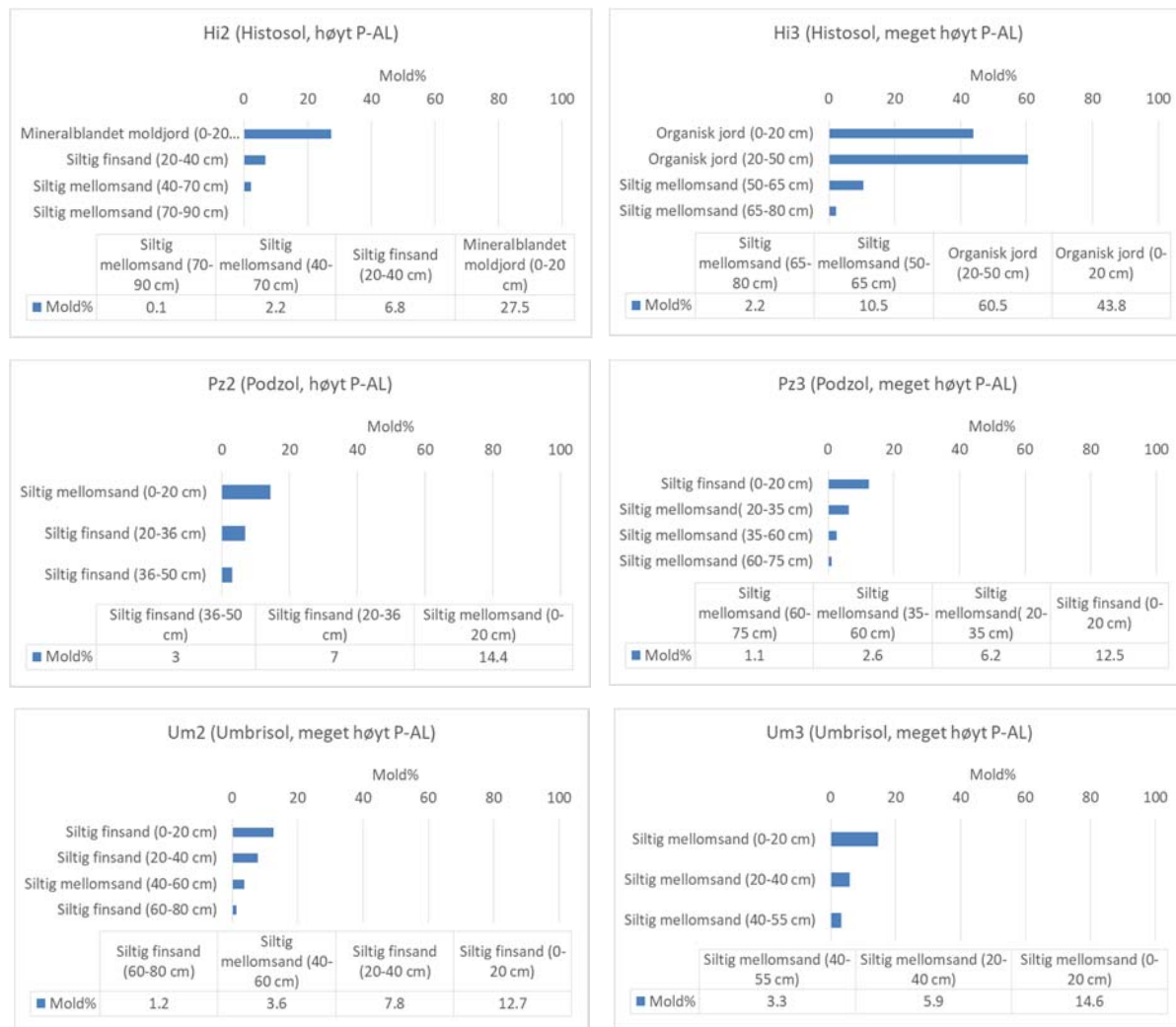
Pz1 er en Podzol der det øverste sjiktet består av mellomtsand, mens de to nederste sjiktene består av siltig mellomtsand (20-60 cm). Moldinnholdet er forholdsvis høyt i det øverste sjiktet (ca. 20 %).

Umbrisol-profilen (Um1) består av siltig mellomtsand i det øverste sjiktet, med siltig finsand i de to nederste sjiktene (12-45 cm). Moldinnholdet er, som for Podzol-profilen, forholdsvis høyt i det øverste sjiktet (ca. 20%).

De seks profilene som er tatt ut fra jordbruksarealer har et noe lavere moldinnhold sammenlignet med de tilsvarende upåvirkede profilene (figur 3). Omsetning av organisk stoff over tid på grunn av drenering og dyrking kan ha bidratt til redusert moldinnhold, men profilene er tatt på ulike steder og kan ikke direkte sammenlignes.

I de to dyrka jordprofilene fra Histosol (Hi2 og Hi3) er moldinnholdet i øverste sjiktet henholdsvis ca. 28 % og 44 %, mens moldinnholdet i den upåvirkede Histosol var rundt 90 %. Hi3 har i tillegg høyt moldinnhold (ca 60 %) i sjikt nr. 2 ned til 50 cm. Hi2 har siltig finsand under det øverste sjiktet, mens de to nederste sjiktene i Hi2 og Hi3 består av siltig mellomtsand.

De dyrka jordprofilene fra Podzol og umbrisol har moldinnhold på 12 - 14 % i det øverste sjiktet. Teksturen består av siltig fin- og mellomtsand med siltig finsand i det øverste sjiktet av to profiler og siltig mellomtsand i det øverste sjiktet av de to andre profilene.



Figur 3. Moldinnhold og tekstur i profiler fra dyrka jord

3.2 Fosforfraksjoner

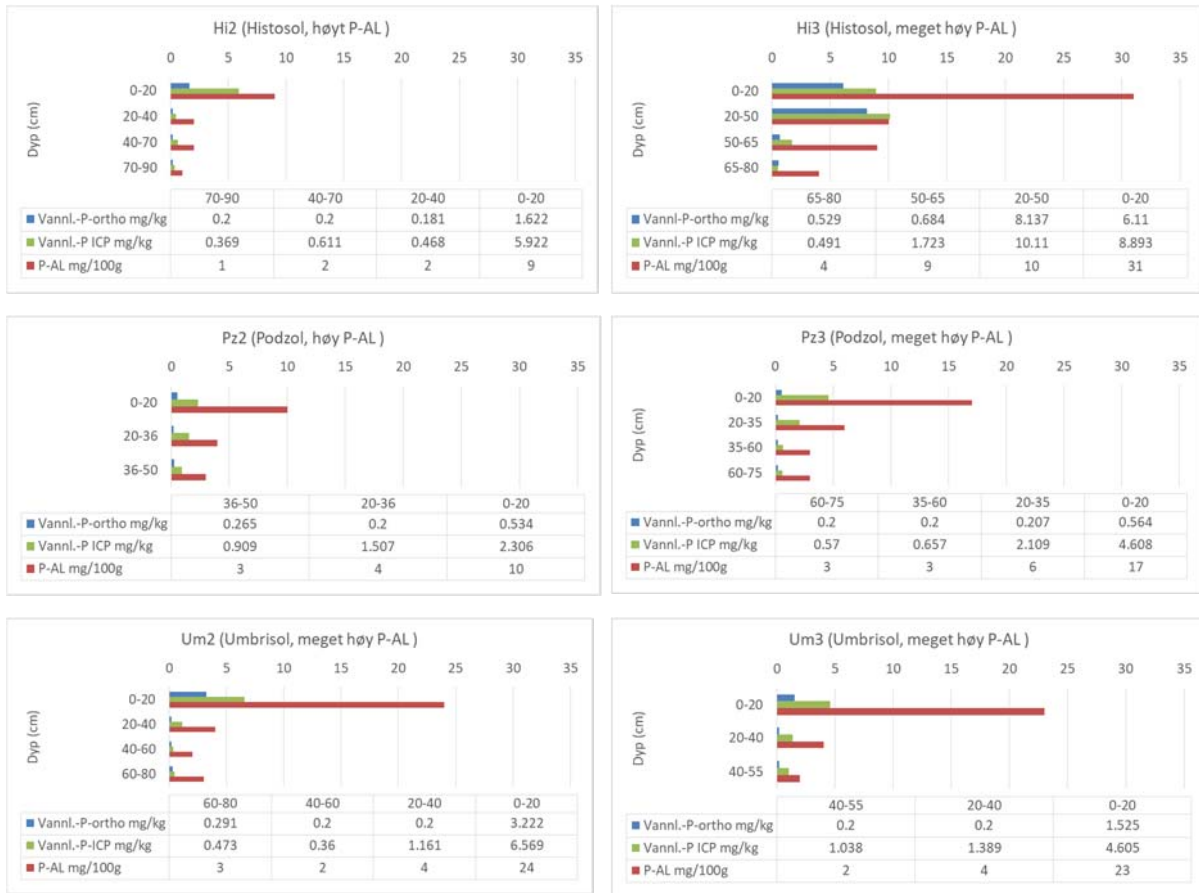
Jordas fosforstatus (P-AL) i øverste sjiktet av de upåvirkede jordprofilene varierte fra 1 til 6 mg/100g (figur 4). Sannsynligvis er 2 av profilene (Pz1 og Um1) noe påvirket av gjødsling i det øverste sjiktet. Alle øvrige sjikt har P-AL-verdier under deteksjonsgrensen (=1).



Figur 4. Fosforfraksjoner i upåvirket jordsmonn. Vannløselig P er oppgitt i mg P/kg jord, P-AL er oppgitt i mg P/100 g jord.

Konsentrasjonen av vannløselig P_{ortho} er høyest (ca. 6 mg/kg) i det øverste sjiktet av upåvirket Histosol, mens den tilsvarende er hhv. 1,2 og 1,3 mg/kg i Pz1 og Um1. I de nederste sjiktene av Pz1 og Um1 er konsentrasjonen av vannløselig P_{ortho} under deteksjonsgrensen.

I de øverste sjiktene er det mer vannløselig organisk fosfor (vannløselig P_{ICP} minus vannløselig P_{ortho}) enn i de dypere jordlagene. Det er mest organisk fosfor i det øverste sjiktet i jordprofilen med høyest moldinnhold.



Figur 5. Fosforfraksjoner i jordprofiler fra dyrka jord

Jordprofilene fra dyrka jord ble valgt slik at de skulle representere ulike nivåer av fosforstatus (P-AL) for hver av jordsmonntypene. Fosforstatus var hhv. 9 og 31 mg P-AL/100g for Histosol og 10 og 17 mg P-AL/100g for Podzol. For Umbrisol viste det seg at P-AL i det øverste sjiktet var nesten likt for de to profilene, hhv. 24 og 23 mg P-AL/100g. I profilet fra Histosol med meget høy fosforstatus (Hi3) har fosfor fra det øverste sjiktet blitt transportert nedover i profilet og P-AL i 2. og 3. sjikt er hhv. 10 og 9. I Histosol med lavere fosforstatus (Hi2) har det i mindre grad skjedd en nedvasking av fosfor.

I Podzol- og Umbrisol-profilene kan det også se ut til at noe fosfor er transportert nedover, slik at det er en tendens til at P-AL i de nederste sjiktene på dyrka jord (figur 5) er høyere enn P-AL i de upåvirkede profilene (figur 4).

Konsentrasjonen av vannløselig P er høyest i øverste sjikt av Histosol og Umbrisol. Det gjelder både vannløselig P_{ortho} og P_{ICP} . I de nederste sjiktene av Podzol og Umbrisol er det meget lave konsentrasjoner av vannløselig P_{ortho} . Det er også lave konsentrasjoner av vannløselig P_{ortho} og organisk fosfor i nederste sjikt av Hi2.

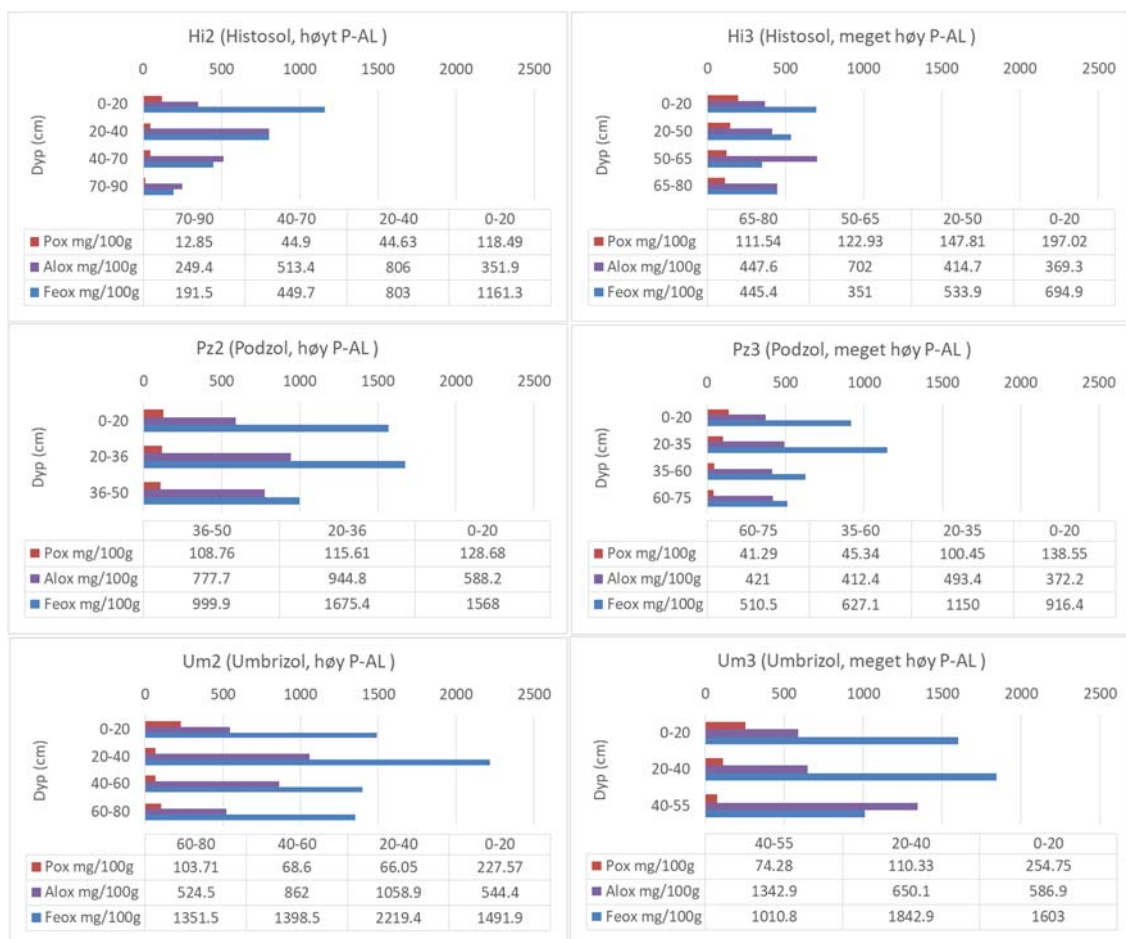
Dersom det er lave konsentrasjoner av vannløselig P_{ortho} i det nederste sjiktet, vil også vann som vaskes ut gjennom drengroftene ha lave konsentrasjoner (Sævarsson, 2014), forutsatt at det ikke er sprekker eller meitemarkganger som gir direktetransport av fosfor fra topplaget til drengroftene. Høye konsentrasjoner kan imidlertid vaskes ut direkte fra de øverste sjiktene til vannforekomsten ved horisontal strømning av vann på overflaten eller i de øverste jordlagene.

3.3 Oksalatløselig fosfor, jern og aluminium og fosformetning

Fosfor som vaskes ned gjennom jordprofilen kan bli bundet til jern og aluminium-oksider i de dypere jordlagene. Konsentrasjonen av oksalatløselig jern og aluminium gir en indikasjon på bindingskapasiteten i de ulike sjiktene.

Resultatene viste at det i gjennomsnitt var størst innhold av oksalatløselig jern i profilene fra Um (1361 mg Fe-Ox/100g) og Pz (1186 mg Fe-Ox/100g) (figur 6). Um-profilene hadde dessuten i gjennomsnitt det største innholdet av oksalatløselig aluminium (636 mg Al-Ox/100g). Um-profilene har derfor den største kapasiteten til å binde fosfor, spesielt i de to profilene fra dyrka mark (Um2 og Um3). Pz-profilen (Pz2) har også god kapasitet til å binde fosfor.

Innholdet av Fe-Ox og Al-Ox er lavt i den organiske jorda, Hi3, mens det tilsvarende er noe høyere i Hi2, som har mineralblandet moldjord i det øverste sjiktet.

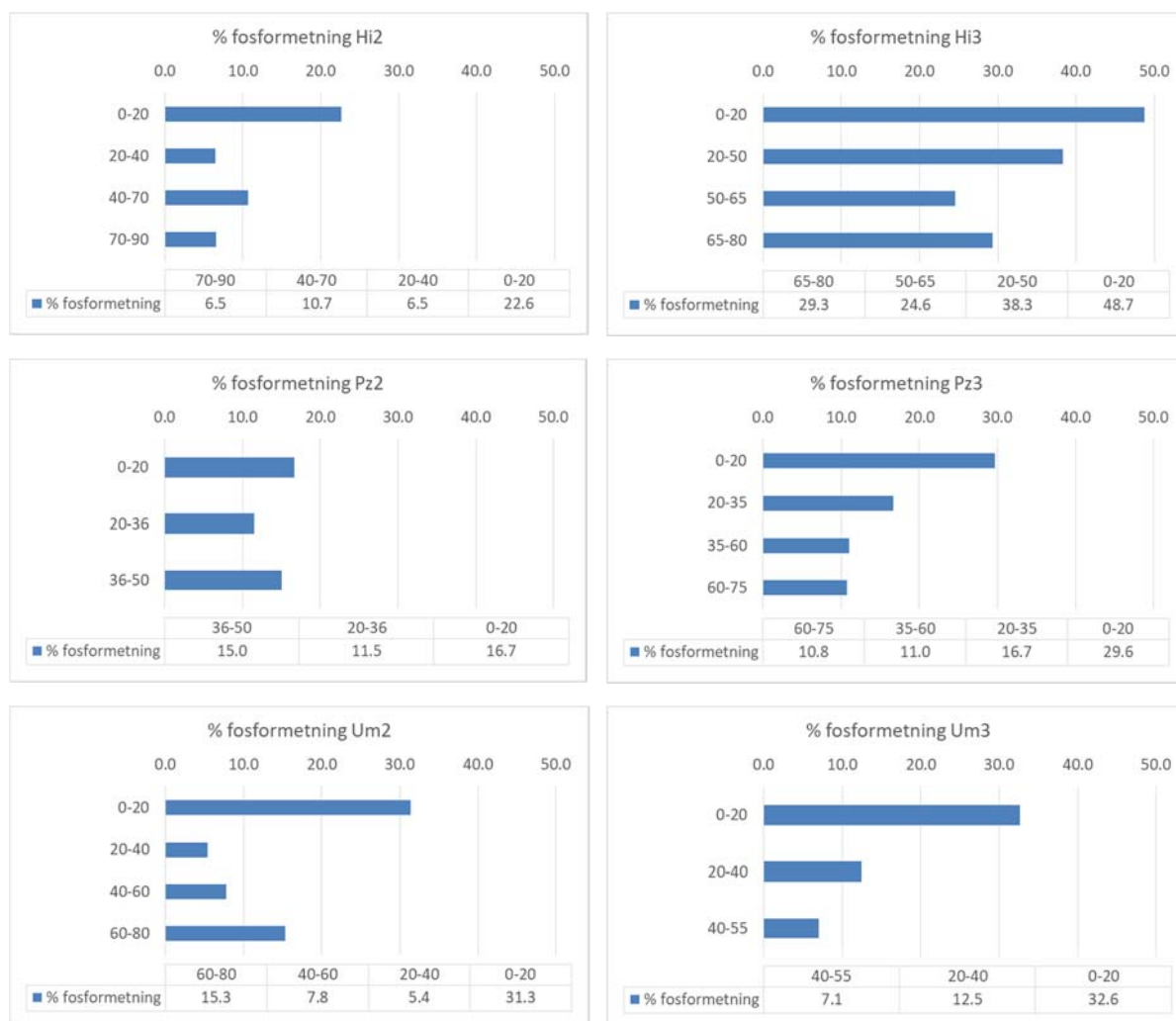


Figur 6. Oksalatløselige fraksjoner i jordprofilene fra dyrka mark.

Den aktuelle bindingskapasiteten for fosfor er avhengig av i hvilken grad bindingsplassene allerede er okkupert av fosfor, det vil si metningsgraden for fosfor. En enkel indeks som er utviklet i Nederland for å beregne fosformetning i jord og dermed risiko for utlekking av fosfor ned gjennom jordprofilen er vist i figur 7. Hvis fosformetningen overstiger ca. 25 % er det økt risiko for utlekking av fosfor gjennom jordprofilen (Van der Zee et al., 1990).

Den største fosformetningsgraden og dermed risiko for fosforutvasking ble registrert i Hi3 (figur 7). Hi3 har en fosformetning godt over 25 % for nesten alle sjikt, noe som indikerer at det er en transport

av fosfor helt ned til grøftedyp. Dette stemmer godt overens med de høye P-AL verdiene (figur 5) for alle sjiktene for dette jordprofilen samt det høye moldinnholdet, spesielt i de to øverste sjiktene. Organisk materiale har begrenset bindingskapasitet for fosfor. Hi2 har en fosformetning på under 25 % for hele jordsmonnet, men nær 25 % i det øverste sjiktet.



Figur 7. Prosent fosformetning i de forskjellige jordprofilene.

For Pz2 er graden av fosformetning relativt lav i alle sjiktene med en grad av fosformetning på mellom 11,5 og 16,7 %, godt under 25 %. Dette speiler også de lave P-AL verdiene for dette jordprofilen og sannsynligheten for transport av fosfor ned gjennom jordprofilen er lav. For Pz3 er fosformetningen for det øverste sjiktet på nesten 30 %, noe som kan indikere risiko for transport av fosfor nedover i jordprofilen. Gradene av fosformetning i de nedre sjiktene er imidlertid lave med verdier på mellom 10,8 og 16,7 % noe som betyr at fosfor som lekker ut fra det øverste sjiktet kan bli bundet lengre nede.

Både Um2 og Um3 har en fosformetning på rett over 30 % i øverste sjikt, men verdiene synker raskt til mellom 7 og 15 % for de nedre sjiktene noe som reduserer risiko for fosforutvasking fra disse profilene.

3.4 Fosforutvasking fra jordsmonn i Farstadvassdraget

Resultater fra denne undersøkelsen indikerer at fosforinnholdet i det naturlige jordsmonnet i Farstadvassdraget i hovedsak er meget lavt og dermed ikke bidrar særlig til fosforutvasking til Farstadvatnet. Det kan evt. tenkes at det er spesielle områder med et høyere naturlig innhold av fosfor, men det har ikke kommet frem i denne undersøkelsen. Det ser imidlertid ut til at også på noen av arealene som er identifisert som naturlige arealer har det blitt tilført noe fosfor til de øverste sjiktene, evt. fra beiting. Likevel er dette samlet sett arealer med lav risiko for fosforutvasking.

De tre jordtypene som ble undersøkt dekker henholdsvis 55 % (Histosol), 38 % (Podzol) og 7 % (Umbrisol) av jordbruksarealene som er kartlagt i Vestvågøy kommune. En del arealer består av en kombinasjon av de tre typene og det er i tillegg mindre innslag av andre jordtyper, bl.a. Gleysol, som ikke er inkludert i undersøkelsen her.

Undersøkelsen viste stor nedvasking av fosfor og høy fosformetningsgrad ned til 80 cm dyp på en Histosol som består av 50 cm organisk jord over siltig mellomsand. En dyp organisk jord kan være tett med liten vanntransport og liten utvasking gjennom jordprofilen. På en grunn organisk jord over mellomsand kan vanntransporten i høyere grad skje gjennom jorda og bidra til fosforutvasking. Det er ukjent hvilke arealer med Histosol som består av ren organisk jord og hvilke arealer som er mineralblandede og dessuten hvilken dybde og tekstur det er i jorda under det organiske sjiktet. Disse forholdene har betydning for jordas mulighet for å binde fosfor nedover i profilen.

Ved å skaffe seg kunnskap om jordprofilene på enkeltarealer vil en kunne målrette gjødslingstiltakene til arealer med den høyeste risiko for utvasking. Det vil si at en da velger å ikke tilføre husdyrgjødsel og fosforgjødsel kun til de arealene som har grunn organisk jord oppå en forholdsvis grov mineraljord.

4 Konklusjoner

Det er forskjell mellom jordtypene når det gjelder jordas evne til å binde fosfor. Den største bindingskapasiteten ble funnet i de to Umbrisol-profilene på dyrka mark. Det er lite lettløselig fosfor nedover i profilet i disse jordtypene på tross av meget høyt P-AL-nivå i de øverste sjiktene. Umbrisol-jorda har høy fosformetning i det øverste sjiktet, noe som kan bidra til høy fosforkonsentrasjon i overflatevann, men nedover i jordprofilene i Umbrisol er det lite fosformetning og dermed liten risiko for utvasking av fosfor gjennom jordprofiler av Umbrisol.

Podzol-profilene har også ganske god kapasitet for binding av fosfor med under 20 % fosformetning i alle sjikt av Pz2 og i de to nederste sjiktene av profil Pz3.

Den ene Histosol-jorda (Hi3) hadde derimot et lavt innhold av Fe-Ox og høy fosformetningsgrad hele veien ned gjennom jordprofilet. Dermed er det høyere risiko for fosforutvasking på denne jorda. Hi2 var en mineralblandet moldjord, som hadde noe større kapasitet for fosforbinding og lavere fosfornivå enn Hi3.

I en del områder i Farstadvassdraget er jordas fosforstatus høy samtidig som husdyrtettheten er så stor at det hvert år tilføres et overskudd av fosfor. For å redusere risikoen for utvasking er det viktig å redusere fosfortilførslene mest på de arealene som har minst bindingskapasitet og størst risiko for utvasking av fosfor.

Denne undersøkelsen viser at fosfortilførsel, f.eks. spredning av husdyrgjødsel, på organisk jord (f.eks. Histosol) med høy fosforstatus gir stor risiko for fosforutvasking til drengroftene. Lav bindingskapasitet for fosfor gir også økt risiko for at fosfor frigjøres til overflateavrenning.

Litteraturreferanse

van der Zee, S.E.A.T.M., W.H. van Riemsdijk, and F.A.M. de Haan, 1990. Protocol phosphate saturated soils. Department of soil science and plant nutrition, Agricultural University, Wageningen, The Netherlands.

Etterord

Nøkkelord:	Fosforstatus, P-AL, Oxalat-løselig jern og aluminium, fosformetning, fosforutvasking
Key words:	Soil P status, P-AL, Oxalate extractable Fe and Al, P saturation, P leaching

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.