



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Effekt og utforming av kantsoner mot vann i distrikt med høy husdyrtetthet

NIBIO RAPPORT | VOL. 8 | NR. 99 | 2022



Anne-Grete Buseth Blankenberg, Anne Falk Øgaard og Dominika Krzeminska
Divisjon for miljø og naturressurser

TITTEL/TITLE

Effekt og utforming av kantsoner mot vann i distrikt med høy husdyrtetthet

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Anne-Grete Buseth Blankenberg, Anne Falk Øgaard og Dominika Krzeminska

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
28.06.2022	8/99/2022	Åpen	51066	18/01430
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17-03112-3	2464-1162	38	2	

OPPDRAAGSGIVER/EMPLOYER:

Landbruksdirektoratet, Klima og miljøprogrammet

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Semona Issa

STIKKORD/KEYWORDS:

Kantsoner, jordbruk, fosfor, vannkvalitet
 Buffer zones, agriculture, phosphorus, water quality

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Vannmiljø
 Water environment

SAMMENDRAG:

Se utvidet sammendrag.

LAND/COUNTRY:

Norge

FYLKE/COUNTY:

Rogaland

KOMMUNE/MUNICIPALITY:

STED/LOKALITET:

GODKJENT /APPROVED



EVA SKARBØVIK

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER



ANNE-GRETE BUSETH BLANKENBERG



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Forord

Hensikten med prosjektet har vært å øke kunnskapen om effekt, utforming og skjøtsel av rensetiltak langs bekk/kanal/innsjø på jordbruksareal med stor husdyrtetthet.

Det er eutrofibelastning i flere vassdrag i områder med stor husdyrtetthet i Norge, og kantsoner mellom jordbruksarealer og vann kan spille en viktig rolle for å redusere næringstilførsel til vann. I dette prosjektet har vannmiljøtiltakene ugjødsla kantsoner i eng, og grasdekte kantsoner i åker, samt naturlige kantsoner med og uten trær blitt undersøkt.

Prosjektet er finansiert av Landbruksdirektoratet gjennom Klima og miljø-programmet, og utført i samarbeid mellom ansatte i NIBIO, Statsforvalteren i Rogaland, Rogaland fylkeskommune og Frivillige tiltak i landbruket.

Anne-Grete Buseth Blankenberg har vært prosjektleder.

Feltarbeid ble utført av Anne-Grete Buseth Blankenberg, Dominika Krzeminska og Mona Pauer, og Anastasija Isidorova har gjort statistiske analyser av infiltrasjonskapasitet (alle NIBIO)

Kvalitetssikring er utført av Eva Skarbøvik (NIBIO) i henhold til NIBIOs kvalitetssikringsrutiner.

Takk til Monica Dahlmo (Statsforvalteren i Rogaland) og Per Bjorland (Frivillige tiltak i landbruket) for organisering av befaringsinformasjon og innspill i løpet av prosjektet.

Grunneiere fortjener en stor takk for villig samarbeid! Vi hadde ikke kunne gjennomføre prosjektet uten deres engasjement og tillatelse til å foreta prøvetaking og feltarbeid.



Ås, 28.06.2022

Anne-Grete Buseth Blankenberg

Innhold

Sammendrag	5
1 Innledning.....	6
2 Feltlokaliteter	8
2.1 Befaring av ulike typer kantsoner ved prosjektoppstart	8
2.2 Utvalgelse av feltlokaliteter.....	11
2.3 Beskrivelse av feltlokalitetene.....	11
2.3.1 Lokalitet 1.....	11
2.3.2 Lokalitet 2.....	11
2.3.3 Lokalitet 3.....	12
2.3.4 Lokalitet 4.....	12
2.3.5 Lokalitet 5.....	13
2.3.6 Lokalitet 6.....	13
3 Forsøksmetoder og analyser	14
3.1 Jordfuktighet og infiltrasjon	16
3.2 Jordprøver (kjemiske og fysiske parametere)	17
3.3 Planteprøver.....	18
4 Resultater og diskusjon	19
4.1 Infiltrasjon	19
4.1.1 Oppsummering.....	24
4.2 P-AL og vannløselig fosfor i jord	25
4.2.1 Lokalitet 1.....	28
4.2.2 Lokalitet 2.....	29
4.2.3 Lokalitet 3.....	30
4.2.4 Lokalitetene 4, 5 og 6.....	31
4.2.5 Oppsummering.....	32
4.3 Fosfor i vegetasjon.....	33
5 Konklusjon	36
Litteraturreferanse.....	38
Vedlegg	42

Sammendrag

Avrenning fra jordbruk er en av kildene til næringsstoff i vassdrag i Rogaland. Det er viktig å redusere avrenning fra jordbruksareal for å nå miljømålet i vannforskriften om god økologisk tilstand (godt økologisk potensiale for de sterkt modifiserte vannforekomstene).

Dette prosjektet har undersøkt vannmiljøtiltakene ugjødsla kantsone i eng og grasdekt kantsone i åker, som begge støttes gjennom midler fra Regionalt miljøprogram, samt naturlige kantsoner med og uten trær. Det ble valgt ut seks ulike lokaliteter, alle på Jæren i Rogaland.

God infiltrasjonskapasitet i jorda er viktig for å redusere overflateerosjon fra eng og åker, samt å øke renseeffekt i kantsoner. På de undersøkte lokalitetene var det generelt høy jordfuktighet og meget dårlig infiltrasjonskapasitet. Resultatene tenderer mot høyere jordfuktighet og lavere infiltrasjonskapasitet jo lengre vekk fra vannforekomsten man kommer, unntatt der vannstanden i tilgrensende innsjøer var høy i perioden med feltarbeid. Det er derfor stor fare for overflateavrenning fra åker og nypløyd eng. Innslag av busker og trær så ut til å redusere jordfuktighet/øke infiltrasjonskapasitet i de naturlige kantsonene, noe som fremmer renseegenskapene til de naturlige kantsonene.

Med ett unntak har alle undersøkte lokaliteter svært høyt innhold av lett tilgjengelig fosfor (P-AL), langt over hva som er anbefalt i NIBIOs gjødselnorm. Fosforverdiene i jorda i naturlige kantsoner og ugjødsla grasdekte kantsoner er generelt lavere enn inne på eng/åker, men klassifiseres fortsatt som høye eller meget høye. Årsaken til lavere verdier i naturlige- og grasdekte kantsoner kan være en kombinasjon av følgende tre faktorer: 1) de undersøkte grasdekte kantsonene har ikke blitt gjødsla minimum de siste 10 år; 2) fosfor er fjernet fra grasdekte kantsoner gjennom høsting av gras og 3) fosforstatus kan i utgangspunktet ha vært lavere i kantsoner enn inne på eng/åker.

En nær sammenheng mellom P-AL-verdiene i naturlige kantsoner og P-AL-verdier inne på eng/åker, indikerer fosfortransport fra eng/åker ut mot vassdraget. Å redusere fosforstatus på eng/åker er derfor et viktig tiltak for å redusere faren for fosforlekkasjer til vann.

Graset i de ugjødsla kantsonene tar opp fosfor fra jorda. Det er derfor et viktig tiltak å høste graset for å redusere fosforinnholdet i den svært fosforrike jorda. Et tiltak for å øke fosforuttaket fra grasdekte kantsoner kan være en forsiktig gjødsling med nitrogen og eventuelt kalium i de grasdekte kantsonene. Dette kan gi økte grasavlinger og dermed øke fosforopptaket fra jord og mengden fosfor som kan fjernes med avlingene. Nitrogen kan imidlertid være et begrensende næringsstoff i kystvann, og en eventuell nitrogengjødsling bør derfor utføres med forsiktighet. En må være spesielt forsiktig med nitrogengjødsling rett før nedbør, eller om det er meldt om algeoppblomstring langs kysten.

Den naturlige kantsonen høstes ikke, og det er derfor et viktig tiltak å redusere fosfortilførselen fra arealet innenfor for å redusere fosforinnholdet i plantemassen. Økt fosforinnhold i plantemassen medfører økt fare for utlekking av fosfor gjennom vinteren.

1 Innledning

Tilførsler av jord og næringsstoffer forringer vannkvaliteten i bekker, kanaler og elver. I henhold til EUs Vanddirektiv og den norske vannforskriften skal alle vannforekomster oppnå god økologisk tilstand (godt økologisk potensiale for de sterkt modifiserte vannforekomstene).

Det er kraftig eutrofibelastning i flere vassdrag i områder med stor husdyrtetthet i Norge, blant annet i vassdragene i Rogaland (Molværsmyr 2014). Fosfor er det næringsstoffet som hovedsakelig forårsaker eutrofiering og algeoppblomstring i ferskvann. Jordas fosforinnhold i distrikt med høy husdyrtetthet er ofte høy, og avrenning herfra kan være en betydelig fosforkilde. Behovet for effektive tiltak er stort. Kantsoner mellom jordbruksareal og vann er viktige soner både for vannmiljø og andre økosystemtjenester (eks. [Blankenberg m. fl. 2017](#))

Ugjødsla kantsoner i eng og grasdekte kantsoner i åker er vannmiljøtiltak som har vært gjennomført i mange år. Tiltakene kan dekkes gjennom midler fra regionalt miljøprogram (RMP). Ugjødsla kantsoner i eng skal ligge på fulldyrka eller overflatedyrka areal, og være minst 4 meter bred, mens Grasdekt kantsoner i åker skal være flerårig og minimum 6 meter bred på fulldyrka areal (Fylkesmannen i Rogaland 2019). Sonene skal ikke gjødsles eller sprøytes, og de skal enten slås eller beites.

Mellom vann og ugjødsla grasdekte kantsoner på fulldyrka mark skal det være en naturlig kantsoner som er minimum 2 meter bred. Denne kantsonen kan bestå av lavere planter som gras og urter, eller også ha innslag av busker og trær.

Kantsoner har en viktig funksjon i å redusere tilførsler av jord og næringsstoffer fra jordbruksjord til vassdrag. Slike tilførsler kan komme fra overflateavrenning, utlekking av løst fosfor fra jordekant, eller ved erosjon av bekkkant.

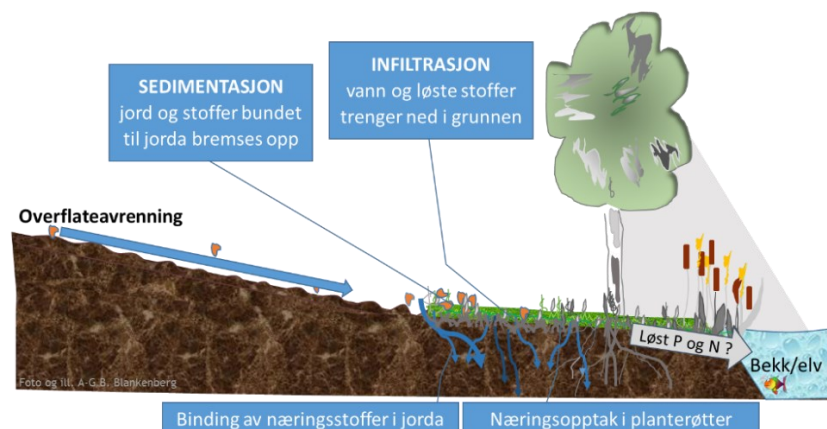
Faren for fosforlekkasjer fra jord til vann øker med økende innhold av fosfor i jorda (Øgaard m. fl. 2020). God infiltrasjonskapasitet i jorda reduserer risiko for overflateavrenning. Dette er viktig siden overflateavrenning kan ta med seg næringsstoffer fra jordoverflaten til vannforekomstene.

Kantsoner er rensefiltre med ulike fysiske, kjemiske og biologiske renseprosesser.

Den viktigste effekten av ugjødsla kantsoner i eng, er at fosfor i jorda i kantsonene reduseres, ved at fosforet tas opp av plantene som senere høstes (eller beites).

De viktigste renseprosessene i grasdekte kantsoner mot åker, er oppbremsing av overflateavrenning med påfølgende sedimentasjon av partikler og stoffer bundet til disse, og infiltrasjon av overflatevann (med løste næringsstoffer) med påfølgende opptak av næring i vegetasjonen og binding til jorda (illustrert i Figur 1). Som for ugjødsla kantsoner i eng, reduseres jordas fosforinnhold ved at fosforet tas opp av plantene som senere høstes (eller beites).

Begge tiltakene er også en buffer mot direkte tilførsel av gjødsel (og pesticider) til vann gjennom vinddrift. I tillegg økes ikke fosforinnholdet i jorda nær vannet, og faren for lekkasjer reduseres.



Figur 1. Illustrasjon av de viktigste renseprosessene for jord og næringsstoffer i en kantsone, samt mulighet for lekkasjer til vann.

Tidligere undersøkelser av effekt av kantsoner i Norge er hovedsakelig gjennomført på Østlandet, og viser at grasdekte kantsoner i åker bidrar til å redusere overflateerosjon (transport av jord), og avrenning av næringsstoffer fra jordbruksjord til vann, da særlig i områder med stor erosjonsrisiko (eks. [Blankenberg og Skarbøvik 2020](#), [Krzeminska m fl 2020](#), Skarbøvik og Blankenberg 2014, Skarbøvik og Blankenberg 2013, Syversen 2002).

Det er gjort få undersøkelser av hvordan tiltak som ugjødsle kantsoner i eng og grasdekte kantsoner i åker påvirker fosforstatus og infiltrasjonskapasitet i jorda, spesielt i jordbruksområder med grasproduksjon og husdyr. Vannområde Jæren og NIBIO gjennomførte i 2017/18 prosjektet «Kartlegging av kantsoner langs jordbrukskanaler og -elver i Rogaland» ([Blankenberg og Skarbøvik 2018](#)) finansiert av Miljødirektoratet. Prosjektet vurderte kantsoner i utvalgte lokaliteter langs jordbruksvassdrag i Rogaland, og kartla grunneieres/driveres erfaringer med kantsoner. Omtalte prosjekt foreslo oppfølgingsoppgaver som ble diskutert med Rogaland Fylkeskommune og Statsforvalteren i Rogaland, som var bakgrunnen for igangsetting av dette prosjektet.

Hensikten med prosjektet har vært å øke kunnskapen om effekt, utforming og skjøtsel av rensetiltak langs bekk/kanal/innsjø på jordbruksareal med stor husdyrtetthet.

2 Feltlokaliteter

2.1 Befaring av ulike typer kantsoner ved prosjektoppstart

For å velge ut feltlokaliteter ble det utført en befaring den 3. og 4. juli 2019. Med på befaringen var representanter fra Statsforvalteren i Rogaland, Frivillige tiltak i landbruket og NIBIO. På flere av lokalitetene deltok grunneiere og informerte om drift, erfaringer med ulike tiltak og utfordringer i området. Figur 2 og Figur 3 viser oversiktskart og bilder fra et utdrag av lokalitetene som ble befart.



Figur 2. Representanter fra Statsforvalteren i Rogaland, Frivillige tiltak i landbruket og NIBIO var på befaring av ulike kantsoner for å vurdere mulige forsøkslokaliteter. Her besøkes en nylig sådd kantsone med blomstereng. (Foto: A-G. B. Blankenberg).



Ugjødsla grasdekte kantsoner og naturlig kantsoner med gras



Delvis steinsatte kantsoner med gras og noen spredte trær



Grasdekte kantsoner i åker og gras i naturlige kantsoner



Ugjødsla grasdekte kantsoner i eng og steinsatte naturlige kantsoner med gras.



Restaurering av kantsoner. Kantene gjøres slakere med gravemaskin og steinsettes nederst



Dreneringsrør stikker ut med jevne mellomrom langs kanten på kantsonen



Steinsatt kantsoner med nyetablert blomstereng



Kantsoner med godt etablerte løvtrær og busker



Kantsone med busker og løvtrær



Naturlig kantsone med gras mellom grønnsaksåker og steinsatt kanal



Kantsone med tett dekke av løvtrær, busker og urter.



Steinsatt kanal med gras og urter på den ene- og bartrær på andre siden



Ugjødsla grasdekt kantsone og steinrik naturlig kantsone med gras, urter og spredte løvtrær

Figur 3. Kantsoner med ulik utforming ble befart av representanter fra Statsforvalteren i Rogaland, frivillige tiltak i landbruket, NIBIO og flere grunneiere. Hensikten med befaringen var å undersøke mulige forsøkslokaliteter (Foto: A-G B. Blankenberg).

2.2 Utvelgelse av feltlokaliteter

I tillegg til feltbefaringer (kapittel 2.1) har NIBIO, sammen med Statsforvalteren i Rogaland, Rogaland fylkeskommune og Jæren Vannområde diskutert aktuelle lokaliteter for oppfølging i dette prosjektet. NIBIO har gjennomgått lister og kartmateriale med informasjon om innvilgede søknader om ugjødsla kantsoner i eng og grasdekte kantsoner i åker, og valgt ut lokaliteter som har mottatt tilskudd siden 2012 eller tidligere. Vi ønsket også å undersøke naturlige kantsoner både med og uten trær. I tillegg ønsket Statsforvalteren at lokaliteter fra tidligere undersøkelser ([Blankenberg 2014](#)) inngikk i undersøkelsene.

Det viktigste kriteriet for valg av forsøkslokaliteter var at grunneier tillot forsøksvirksomhet på sine arealer. Aktuelle bønder ble kontaktet, og forsøksvirksomhet avtalt med dem som var positive til at vi kunne gjennomføre undersøkelser hos dem.

2.3 Beskrivelse av feltlokalitetene

På bakgrunn av nevnte kriterier ble fire lokaliteter med ugjødsla kantsone i eng, og to lokaliteter med grasdekt kantsone i åker benyttet i denne undersøkelsen. I den videre beskrivelsen av feltlokalitetene er kartinformasjon hentet fra <https://gardskart.nibio.no>, flyfoto fra 1881 og bakgrunnsinformasjon om jordas egenskaper fra <https://kilden.nibio.no/>.

2.3.1 Lokalitet 1.

På lokaliteten var det ugjødsla kantsone i eng (Figur 4). Den naturlige kantsonen besto av gras, urter og spredte trær. Lokaliteten ligger langs en liten innsjø, og det er mye stein og blokker langs innsjøen.

Jordas opphavsmateriale er bresjø- eller innsjøavsetning og dominerende tekstur i overflatesjiktet er grusholdig siltig sand, sandig silt og silt. Arealene har middels erosjonsrisiko.



Figur 4. På flyfoto (venstre) ser en antydning til overgang fra ugjødsla kantsone og eng (Kilde: 1881). Langs kanten til innsjøen er det mye stein og blokker (Foto: A-G B. Blankenberg).

2.3.2 Lokalitet 2

På lokaliteten var det ugjødsla kantsone i eng (Figur 5). Den naturlige kantsonen besto av gras og urter. Jordas opphavsmateriale er brelv- og elveavsetning og dominerende tekstur i overflatesjiktet er sandig silt og silt med lite grus. Arealene har liten erosjonsrisiko.



Figur 5. Flyfoto (Kilde: 1881) og bilde av ugjødsla kantsone på lokalitet 2 (Foto: A-G B. Blankenberg).

2.3.3 Lokalitet 3

På lokalitet 3 var det ugjødsla kantsone i eng, og arealene lå langs en steinsatt kanal (Figur 6). Den naturlige kantsonen besto hovedsakelig av gras og urter. Jordas opphavsmateriale er bresjø- eller innsjøavsetning og dominerende tekstur i overflatesjiktet er organisk jord. Arealene har middels erosjonsrisiko.



Figur 6. Flyfoto (kilde 1881) og ugjødsla kantsone i eng, langs en steinsatt kanal på lokalitet 3. (Foto: A-G.B. Blankenberg).

2.3.4 Lokalitet 4

På lokaliteten var det ugjødsla kantsone i eng, og det var gras, urter og spredte trær i den naturlige kantsonen (Figur 7). Jordas opphavsmateriale er breelv-sjø- eller elveavsetninger, og dominerende tekstur i overflatesjiktet er mellom- og finsand med lite grus, og organisk jord. Arealene har liten erosjonsrisiko.



Figur 7. Flyfoto (Kilde: 1881) og kantsoner med gras, urter og spredte trær på lokalitet 4 (Foto: A-G. B. Blankenberg).

2.3.5 Lokalitet 5

På lokaliteten var det grasdekt kantsone i åker, og gras, urter og spredte busker og trær i den naturlige kantsonen (Figur 8). Jordas opphavsmateriale er breelv- eller elveavsetninger, og dominerende tekstur i overflatesjiktet er siltig mellom- og finsand med lite grus. Arealene har liten erosjonsrisiko.



Figur 8. Naturlig kantsone langs vannstreng (venstre) og grasdekt kantsone i åker (høyre over) (Foto: A-G.B. Blankenberg) og flyfoto av lokalitet 5 (høyre under) (Kilde: 1881).

2.3.6 Lokalitet 6

På lokalitet 6 var det grasdekt kantsone i åker, og det var gras og urter i den naturlige kantsonen (Figur 9, øverst) og naturlige kantsoner med trær like i nærheten (Figur 9, nederst til venstre). Jordas opphavsmateriale er innsjøavsetninger, og dominerende tekstur i overflatesjiktet er mellom- og finsand med lite grus. Arealene har liten erosjonsrisiko.



Figur 9. Grasdekt kantsone i åker, og naturlig kantsone uten trær (Foto: A-G. B. Blankenberg). Flyfoto av lokaliteten med grasdekt kantsone i åker (nede til høyre) (Kilde: 1881).

3 Forsøksmetoder og analyser

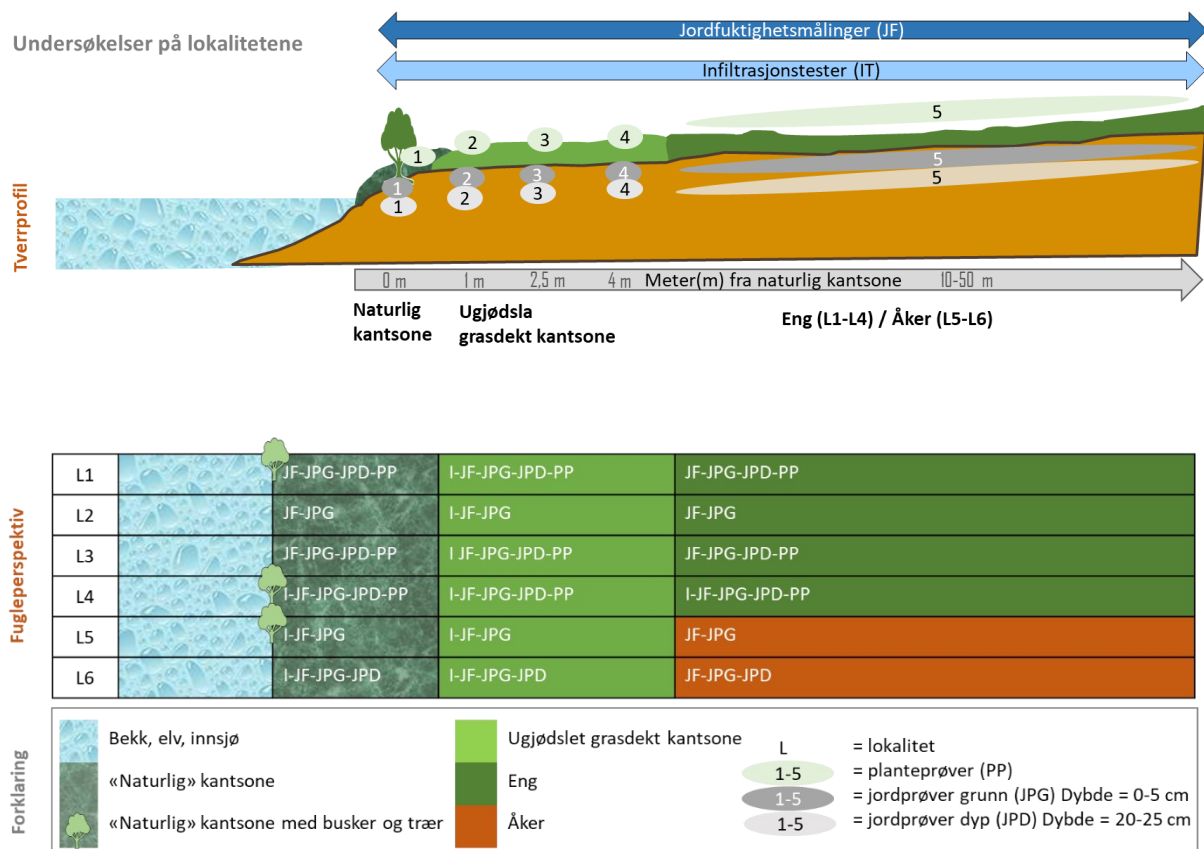
Skisse med tverr- og fugleperspektiv av forsøkslokalitetene, gjennomførte undersøkelser og betegnelse på prøvetakingspunktene er vist i Figur 10.

Infiltrasjons- og jordfuktighetsmålinger (kapittel 3.1) ble gjennomført i hhv. 2020, 2021 og 2019, 2020. Grunne jordprøver ble tatt i 2019 og 2020, mens dype jordprøver og planteprøver ble tatt i 2021 (kapittel 3.2 og 3.3). Billedokumentasjon fra alle lokaliteter ble tatt i 2019, 2020 og 2021.

Feltstudiene ble gjennomført i tre såkalte transekter, dvs. langs en linje 90° på vannkanten, gjennom naturlig kantsone, ugjødsla kantsone i eng/grasdekt kantsone i åker, og inn på eng/åker (Figur 10 og Figur 11).

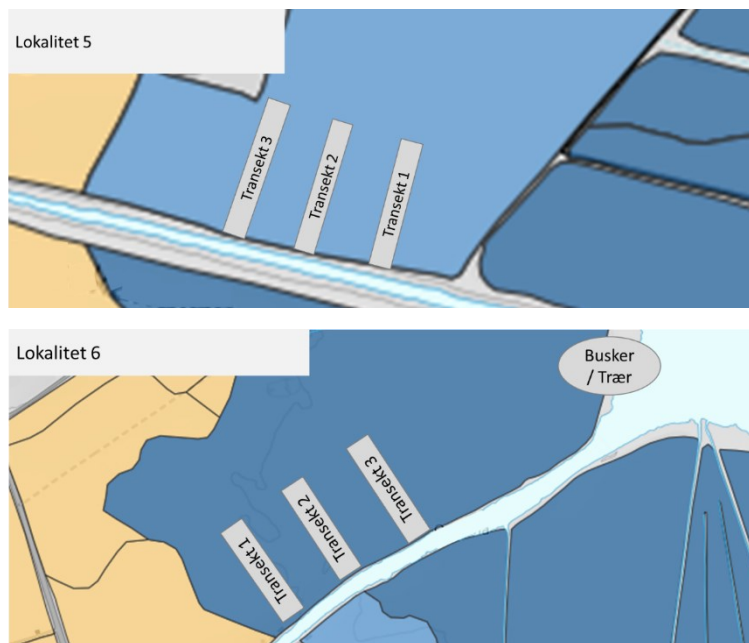
Naturlig kantsone er nærmest vann, og betegnes i figurer og resultatdel som «0 m». I den ugjødsla grasdekte kantsonen ble det tatt målinger og prøver 1 m; 2,5 m; og 4 m fra den naturlige kantsonen. Jordprøver fra åker og eng besto av en blandprøve tatt ut mellom 10 og 50 m fra naturlig kantsone, men betegnes som «10 m» i figurer i resultatdelen. Det samme gjelder for infiltrasjons- og jordfuktighetsmålinger fra eng og åker, da målingene er gjennomført mellom 10 og 50 m fra naturlig kantsone, men betegnes som «10 m» i figurer i resultatdelen. Dette av praktiske årsaker for den visuelle framstillingen.

Det ble tatt supplerende jordfuktighets- og infiltrasjonsmålinger og uttak av grunne jordprøver i kantsoner med trær i nærheten av lokalitetene 2 og 6 (Figur 11).



Figur 10. Skisse med oversikt over forsøkslokalitetene og gjennomførte feltstudier på hver lokalitet; tverr- og fugleperspektiv.





Tegnforklaring:

Naturlige dreneringsforhold

- Selvdrenert
- Selvdrenert med våte drag
- Delvis selvdrenert
- Ikke selvdrenert

Klasse	Klassenavn	Klassebeskrivelse
1	Selvdrenert	Jorda på arealet har ikke tegn til vannmetning i øverste 50 cm
2	Selvdrenert med våte drag	Jorda på arealet har ikke tegn til vannmetning i øverste 50 cm, men deler av arealet har våte drag eller søkk
3	Delvis selvdrenert	Arealet består av to jordtyper hvor den ene har tegn til vannmetning i øverste 50 cm og den andre ikke har tegn til vannmetning i øverste 50 cm.
4	Ikke selvdrenert	Jorda på arealet har tegn til vannmetning i øverste 50 cm

Figur 11. Kartutsnitt (kartunderlag med naturlige dreneringsforhold) av forsøkslokalitetene L1-L6, med inntegnede transekter som viser hvor undersøkelser og uttak av prøver er gjennomført (Kilde: <https://gardskart.nibio.no>).

3.1 Jordfuktighet og infiltrasjon

Jordfuktighetsmålinger gir informasjon om vanninnhold i jorda, og ble målt med «ThetaProbe Soil Moisture Sensor». Målingene ble gjennomført ved at pigger på proben ble stukket ned i jorda, hvorpå instrumentet viste jordfuktigheten, på bakgrunn av permittivitet i jorda (Figur 12). I jord er dielektrisk permittivitet en funksjon av vanninnholdet. For mer informasjon, se <https://delta-t.co.uk/product/ml3/>.



Figur 12. Jordfuktighetssensor, hvor målingene gjøres ved å stikke piggene på enden av proben ned i jorda, og jordfuktigheten vises i displayet på selve måleinstrumentet (Foto: A-G. B. Blankenberg).

Infiltrasjonstester gir informasjon om hvor fort vannet infiltrerer i jorda. Vi brukte Beerkan infiltrasjonstest, hvor infiltrasjonsringens diameter var 20 cm. Infiltrasjonsringen ble slått ned i jorda (Figur 13, venstre), til det ble tett rundt hele ringen. Deretter tok vi tiden på hvor fort en bestemt mengde vann, som kontinuerlig ble tilført jorda inne i ringen, rant unna (Figur 13, høyre). For mer informasjon se: <https://www.youtube.com/watch?v=vDrpUBuwvwy> .



Figur 13. Infiltrasjonsringen slås ned i jorda (venstre). Deretter tas tiden på hvor fort en bestemt mengde vann som kontinuerlig tilføres jorda inne i ringen, renner unna (høyre) (Foto: A-G. B. Blankenberg).

3.2 Jordprøver (kjemiske og fysiske parametere).

På hver lokalitet ble det tatt ut jordprøver langs tre transekter, som vist i Figur 10 og Figur 11. Jordprøver ble tatt ut på to prøvedyp (0-5 cm og 20-25 cm). Hver enkelt jordprøve besto av 15-20 delprøver som ble blandet godt sammen til en representativ jordprøve (Figur 14).

Jordprøvene ble analysert for P-AL, glødetap, leirinnhold, Nitrogen, Kalium og pH av Eurofins (akkreditert laboratorium). Vannløselig fosfor (PO₄-P) ble analysert av Norges miljø og biovitenskapelige universitet (NMBU).



Figur 14. Uttak av jordprøver (venstre) ble gjennomført ved hjelp av et jordbor (midten). Det ble tatt ut 15-20 delprøver som blandes godt sammen (i en bøtte) til en representativ jordprøve fra hvert prøvetakingspunkt. (Foto: venstre og midt: D. Krzeminska, høyre: A-G.B. Blankenberg).

3.3 Planterøver

Det er størst risiko for utlekking av næringsstoffer fra planterester utenom vekstsesongen. Uttak av planterøver ble derfor utført sent på høsten, og prøvetakingspunktene er vist i Figur 10 og Figur 11. Plantemasse ble høstet innenfor ruter på 25*50 cm (Figur 15). Plantemassen ble tørket ved 60°C og tørrvekten per rute ble registrert. Planterøvene ble analysert for totalfosfor, på NIBIOs laboratorium. På grunnlag av dataene ble fosformengden i biomassen per dekar beregnet.



Figur 15. Uttak av planterøver blir gjennomført ved hjelp av en metallramme med kjent størrelse, og en saks. Gress innenfor rammen klippes like over bakken. (Foto: venstre D. Krzeminska, høyre: A-G.B. Blankenberg).

4 Resultater og diskusjon

4.1 Infiltrasjon

Jordfuktighet påvirker jordas evne til å infiltrere vann, og er viktig både for mengde overflateavrenning og renskapasitet i kantsonene. God infiltrasjonskapasitet i jorda reduserer faren for overflateavrenning, og legger til rette for renseprosesser i kantsoner, både gjennom opptak av næringsstoffer i jord, og i planter (kapittel 1).

L1 og kantsoner med busker og trær på L6 lå begge langs innsjøer, og høy vannstand i innsjøen var årsak til høy jordfuktighet i naturlige kantsoner på disse lokalitetene (Figur 16). På L6 var det naturlige kantsoner uten busker og trær (i transektene) langs en kanal, og jordfuktigheten hadde samme trend som på L2, L3, L4 og L5 (Figur 16, samlefigur) lavest jordfuktighet i naturlig kantsoner med busker og trær, og høyest i eng/åker, i følgende rekkefølge:

Naturlige kantsoner med busker og trær (NKST) < Naturlig kantsoner med gras og urter (NKS) < ugjødsle grasdekt kantsoner (UGKS) < eng/åker (Figur 16).

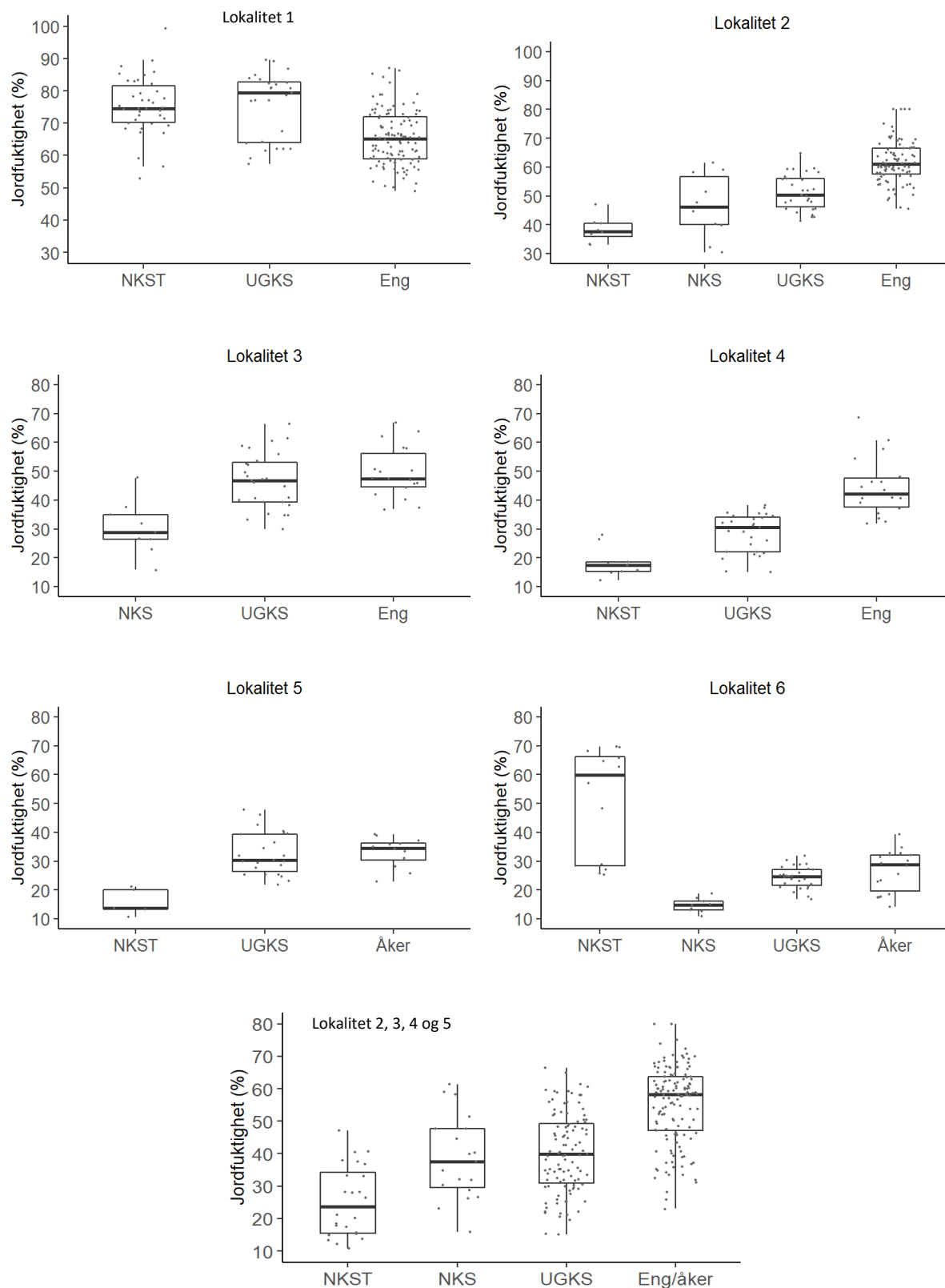
Infiltrasjonstestene viste at det var meget dårlig infiltrasjon på alle lokalitetene (Tabell 1). Infiltrasjonstestene ble avsluttet ved ingen infiltrasjon etter 10 minutter (< 0,0004 cm/min). Det var kun på L4 det ble registrert bedre infiltrasjon enn dette i naturlige kantsoner med trær (0,016 cm/min) og i grasdekte kantsoner (0,006 cm/min), altså en økt infiltrasjon i følgende rekkefølge:

Naturlige kantsoner med busker og trær (NKST) > ugjødsle grasdekt kantsoner (UGKS) > eng (Tabell 1).

Dårlig infiltrasjon medfører en betydelig fare for overflateavrenning fra arealene. Jordfuktighets- og infiltrasjonsmålinger indikerer at det er best infiltrasjon i kantsoner med busker og trær, og dermed økte muligheter for infiltrasjon og rensing av overflateavrenning fra bakenforliggende areal. Dårlig infiltrasjon kan også gi redusert avling, og soner med trær og busker kan derfor også bidra til å redusere overflatevann og vassjuk mark på åker og eng.

Innhold av organisk materiale i jord medfører normalt en god jordstruktur som fremmer infiltrasjonskapasiteten. Glødetap er et uttrykk for innhold av organisk materiale i jord. Gjennomsnittlig glødetap var fra 5 %-25 % på alle lokaliteter, med unntak av L6 som hadde lavere glødetap (Figur 17).

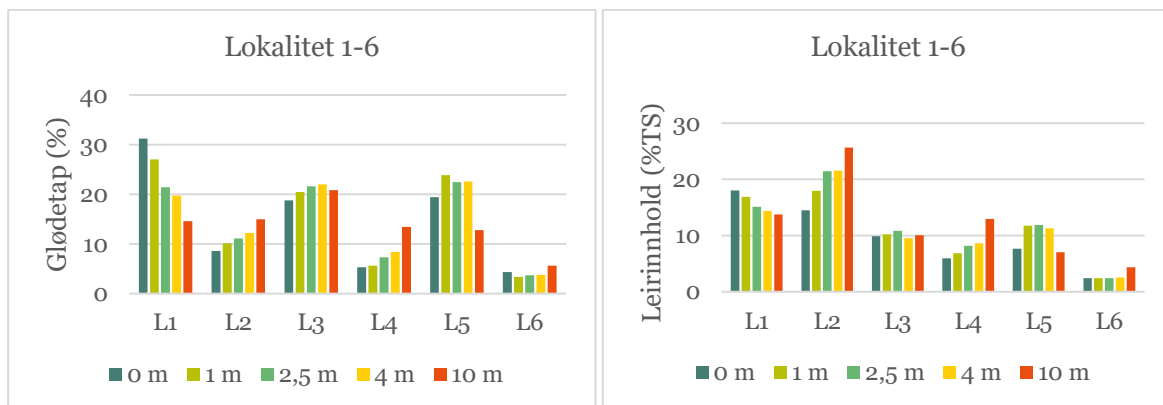
Økt innhold av finmateriale (silt og leire) i jorda, medfører tettere jord og dårligere infiltrasjon. Leirinnhold i jordprøvene (Figur 17) var høyere enn forventet, både ut fra inntrykk vi fikk av jorda ved prøvetaking, og informasjon om jordas egenskaper fra kilden (<https://kilden.nibio.no/>). Analyseresultatene indikerer at silt og sandig silt kan vises som leirjord i laboratoriets (forenklede) metode for målinger av leirinnhold). Resultatene indikerer imidlertid høyt innhold av finkornet materiale på alle lokaliteter med unntak av L6.



Figur 16. Jordfuktighetsmålinger («box plots» / «quantile plots») i naturlig kantsone med busker og trær (NKST), naturlige kantsoner med gras og urter (NKS), ugjødsla grasdekte kantsoner (UGKS) (1 m; 2,5 m; 4 m), og på henholdsvis eng (L1-L4) / åker (L5-L6) (10-50 m), samt samlefigur av lokalitet langs kanal/bekk/elv (L2-L5). På lokalitet L2 og L6 var det gras og urter i de naturlige kantsonene, men det ble i tillegg gjort supplerende målinger i naturlige kantsoner med busker og trær i kantsoner i nærheten av lokalitetene. NB! Det er to ulike maks-verdier på y-aksen i figurene.

Tabell 1. Sammenstilling av resultater for infiltrasjonstester utført i dette prosjektet (2020-2021) og resultater fra tidligere undersøkelser av lokalitetene L1, L2 og L6 (Blankenberg 2014), samt Norges geologiske undersøkelse sine vurderinger av infiltrasjonskapasitet basert på opphavsmateriale og tekstur (NGU).

Lok.	Kilde	Naturlig kantsoner	Ugjødsla kantsone	Eng (L1-L4) Åker (L5-L6)
L1	2020-2021	Ikke mulig å gjennomføre infiltrasjonstester, grunnet steinete kantsone (Figur 18)	meget dårlig (<0,0004cm/min)	meget dårlig (<0,0004cm/min)
	Blankenberg 2014	<0,05-1,15 cm/min (overgang naturlig- og grasdekt kantsone)	<0,05-0,4 cm/min	<0,05-0,35 cm/min
	NGU	middels infiltrasjonskapasitet		
L2	2020-2021	Ingen målinger, grunnet manglende grasdekte kantsoner under feltarbeid i 2021. (Figur 19, venstre over).	Ingen målinger grunnet manglende grasdekt kantsone ved undersøkelsestidspunkt (Figur 19, venstre over)	Svært fuktig, vanddammer flere steder på engen (Figur 19, under). Bonden opplyser at arealene tidvis oversvømmes av vann fra elven.
	Blankenberg 2014	(0,67-1,14 cm / min). (6,98cm/min ved en måling, men mistanke om sprekkssystem)	< 0,05-0,19 cm/min	0,09-0,2 cm/min
	NGU	meget dårlig eller ingen infiltrasjonskapasitet		
L3	2020-2021	Ikke mulig å gjennomføre infiltrasjonstester, grunnet steinsatt kanal (Figur 20).	meget dårlig (<0,0004cm/min)	meget dårlig (<0,0004cm/min)
	NGU	meget dårlig eller ingen infiltrasjonskapasitet		
L4	2020-2021	meget dårlig (0,016 cm/min) (Figur 21, nederst).	meget dårlig (0,006 cm/min)	meget dårlig (<0,0004cm/min). Vanddammer flere steder på eng (Figur 21). Feil! Fant ikke referanseilden., øverst).
	NGU	meget dårlig eller ingen infiltrasjonskapasitet		
L5	2020-2021	L4 og L5 ligger like i nærheten av hverandre, med jord med relativt like egenskaper. Det ble derfor ikke gjennomført infiltrasjonstester, kun jordfuktighetsmålinger. Det er svært sannsynlighet at infiltrasjonskapasiteten her er som L4: meget dårlig, noe som vises blant annet gjennom vanddammer i åker (Figur 22).		
	NGU	dårlig infiltrasjonskapasitet		
L6	2020-2021	Meget dårlig (<0,0004cm/min) (Figur 23)	meget dårlig (<0,0004cm/min). (Figur 23).	meget dårlig (<0,0004cm/min). (Figur 23).
	Blankenberg 2014	Høst 2013: <0,05 cm/min. Vår 2014: 1,17-2,6 cm/min.	Høst 2013: <0,05 cm/min. Vår 2014: 0,3-0,34 cm/min.	Høst 2013: <0,05 cm/min. Vår 2014: 0,3-0,34 cm/min.
	NGU	dårlig infiltrasjonskapasitet		



Figur 17. Glødetap og leirinnhold i grunne (G) jordprøver (0-5 cm dyp) fra naturlig kantsoner (0 m), i ugjødsla kantsoner i eng (L1-L4) og grasdekt kantsone i åker (L5-L6) (hhv. 1 m; 2,5 m; 4 m) og på eng/åker (10-50 m).



Figur 18. Ugjødsla kantsone og naturlige kantsonen med store steiner ned mot innsjøen, ved lokalitet 1 (Foto: venstre, A-G. B. Blankenberg, høyre: D. Krzeminska).



Figur 19. På lokalitet 2 var ugjødsla grasdekte kantsoner fjernet i 2021. (Foto: A-G. B. Blankenberg).



Figur 20. Naturlige kantsoner med gras og urter langs en steinsatt kanal ved lokalitet 3 (Foto: A-G. B. Blankenberg).



Figur 21. På lokalitet 4 økte jordfuktigheten med økende avstand fra vannstreng, og det sto vanddammer flere steder på engen (Foto: A-G. B. Blankenberg).



Figur 22. På lokalitet 5 økte jordfuktigheten med økende avstand fra vannstreng, og enkelte steder sto det vanddammer på åkeren (Foto. A-G. B. Blankenberg).



Figur 23. Grasdekt kantsone i åker og naturlige kantsoner med gras og urter på lokalitet 6. Kantsoner med busker og trær nær innsjø merket av på bildet (Foto. A-G. B. Blankenberg).

4.1.1 Oppsummering

Lokalitetene i denne undersøkelsen har fra naturens side løsmasser med middels, dårlig og meget dårlig infiltrasjonskapasitet, noe som ble bekreftet av fuktighets- og infiltrasjonsmålingene.

Jordfuktigheten økte med økende avstand til vann, med unntak av på lokaliteter hvor jordfuktighet ble bestemt av vannstand i tilgrensende innsjøer. Jordfuktigheten tenderte til å være lavest i naturlige kantsoner med busker og trær og økte i følgende rekkefølge: Naturlig kantsone med busker og trær < Naturlig kantsone med gras og urter < ugjødsla grasdekt kantsone < eng/åker.

Infiltrasjonen var meget dårlig i alle soner på alle lokaliteter, med økt infiltrasjon i følgende rekkefølge: Naturlige kantsoner med busker og trær > ugjødsla kantsoner > eng.

Liten infiltrasjonskapasitet øker risiko for overflateavrenning og transport av fosforrike jordpartikler og løst fosfat som frigjøres fra jordoverflaten til vassdraget.

Med en lavere jordfuktighet, og en bedre infiltrasjonskapasitet i ugjødsla- og/eller naturlige kantsoner enn på eng, vil næringsrik overflateavrenning fra enga kunne infiltrere i kantsonene og hindres i å nå vassdraget. Grasdekte kantsoner i åker og/eller naturlig vegetasjon vil i tillegg ha en nyttig funksjon ved å bremse og sedimentere fosforrike jordpartikler fra arealer med åpen åker (korn, poteter og grønnsaker).

4.2 P-AL og vannløselig fosfor i jord

P-AL

P-AL-verdien er et mål på innholdet av plantetilgjengelig fosfor i jorda. I følge NIBIOs gjødselnorm er optimal P-AL i jordbruksjord fra 5-7. Ved dette P-AL-nivået kan en oppnå høye avlinger samtidig som risikoen for fosfortap til vann er minst mulig. Tabell 2 viser klassifisering av jordas P-AL-tall.

Tabell 2. Klassifisering av jordas P-AL-tall (www.nibio.no/gjodslingshandbok).

P-AL-verdi (mg P/100 g)	Klasse
1-5	Lavt
5-7	Middels/optimalt
7-10	Moderat høyt
10-14	Høyt
>14	Meget høyt

P-AL-verdiene i naturlig kantvegetasjon, i ugjødsla grasdekt kantsone, samt i eng (L1 - L4) og åker (L5 - L6) på alle 6 lokalitetene er vist i Figur 24. Gjennomsnittlig P-AL-verdi i eng på L1 - L4 er hhv. 41, 16, 9 og 21, mens den på åker ved L5 og L6 er hhv. 23 og 21. Fem av lokalitetene har gjennomsnittlig P-AL-verdi som karakteriseres som svært høy (P-AL > 14). Gjennomsnittlig P-AL-verdi er altså høyere enn hva som anbefales både av hensyn til planteproduksjon, og for å minimere lekkasje av fosfor til vann.

Uten fosforgjødsling i kantsonene vil jordas P-AL-nivå gå ned over tid. Imidlertid, når jorda tappes for fosfor bufres P-AL-fraksjonen, det vil si den tilføres nytt fosfor fra andre fosforfraksjoner i jorda. Derfor går P-AL-verdiene i jorda langsommere ned enn hva den reduserte fosforgjødslingen skulle tilsi. Reduksjonen i P-AL går imidlertid raskere jo høyere konsentrasjonen er i utgangspunktet. Dette skyldes at P-AL-fraksjonen bufres fra andre fosforfraksjoner i mindre grad ved økende P-AL-verdi. Jordas fosforinnhold er bygd opp over lang tid, og det vil derfor ta tilsvarende lang tid å redusere høye P-AL-verdier til det nivået som regnes som optimalt når en skal ta hensyn til både avling og vannmiljø.

Tabell 3 viser estimert antall år det vil ta å redusere P-AL med 5 enheter ved et underskudd i fosforbalansen (tilført fosfor, minus fosfor fjernet med avling) på 2 kg P/daa/år. Beregningene er gjort basert på sammenhengen mellom totalfosfor og P-AL i jord. Ved et større underskudd i fosforbalansen enn 2 kg P/dekar/år vil reduksjonen i P-AL gå raskere enn de estimerte verdiene i Tabell 3 viser. Underskuddet i fosforbalansen i kantsoner kan økes ved å stimulere til økt plantevekst med tilførsel av nitrogen og eventuelt kalium.

Vannløselig fosfor

Verdiene for jordas innhold av vannløselig fosfor i naturlig kantvegetasjon, i ugjødsla grasdekt kantsone, samt i eng og åker på alle de 6 lokalitetene er vist i Figur 24.

I jord er det meste av fosforet partikkelbundet, men når jorda kommer i kontakt med vann vil noe av fosforet frigjøres til vannfasen. Med økende konsentrasjon av vannløselig fosfor i jorda øker risikoen for tap av løst fosfat ($PO_4\text{-P}$) til vassdraget. Løst fosfat er direkte biotilgjengelig i vann, og det er derfor viktig å redusere tilførselen til vassdraget. Generelt øker mengden fosfor som frigis fra partiklene til vannfasen med økende P-AL-verdi i jorda (Øgaard 2020), men blant annet jordas pH og innhold av organisk materiale påvirker hvor mye fosfor som frigjøres ved en bestemt P-AL-verdi. Planterester kan

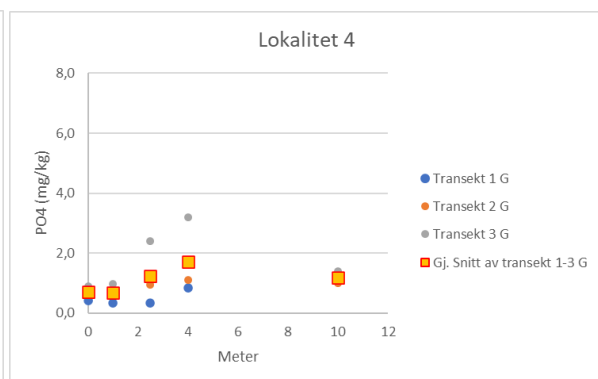
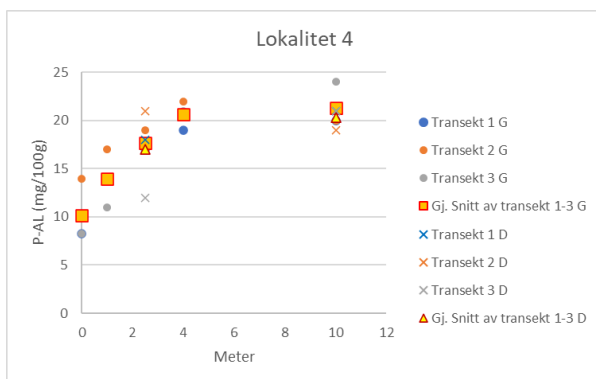
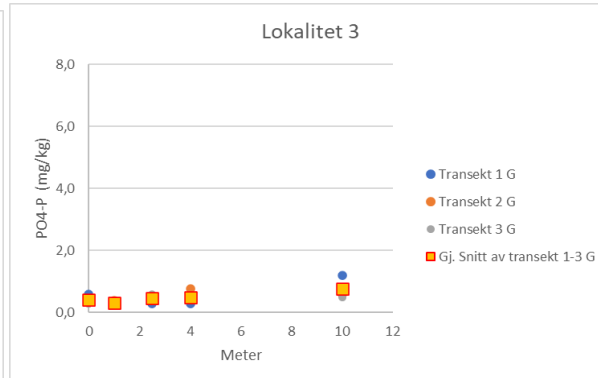
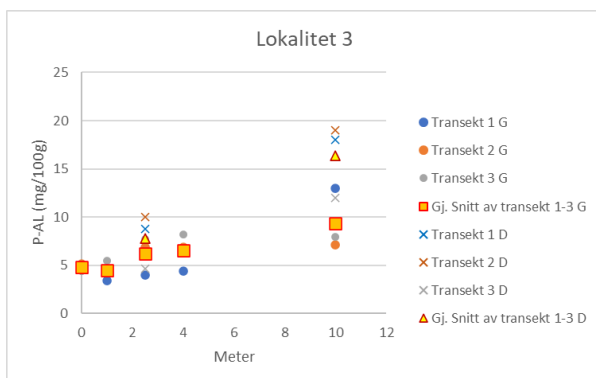
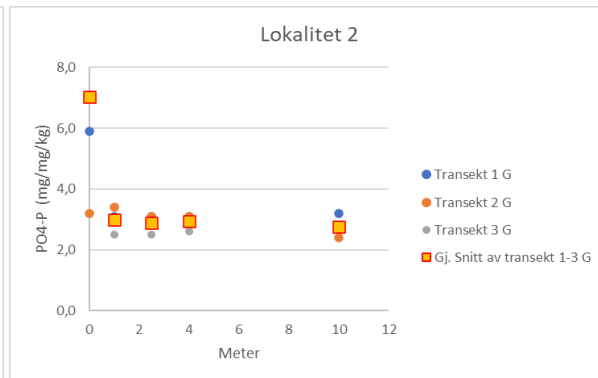
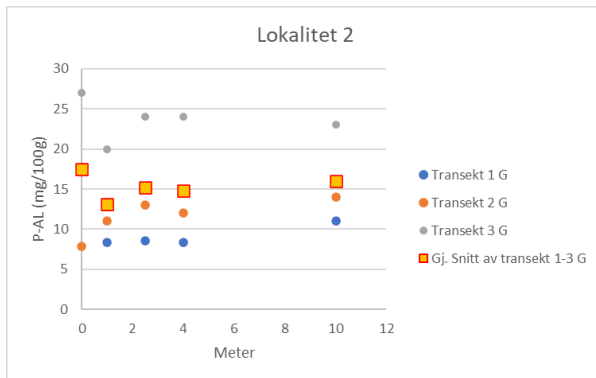
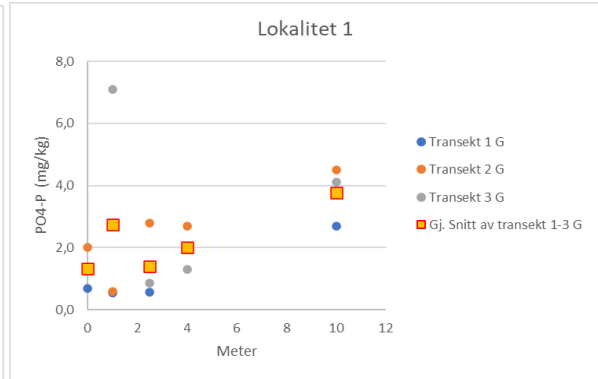
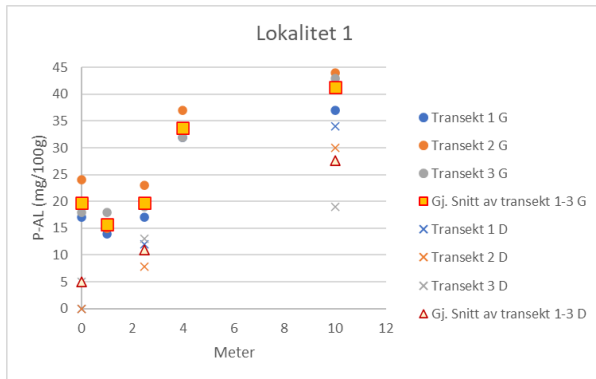
også lekke ut løst fosfor etter for eksempel frost (Bechmann m. fl. 2005 og Øgaard 2015 og Øgaard og Bechmann 2021), som enten bindes i jorda, eller renner ut i vassdraget.

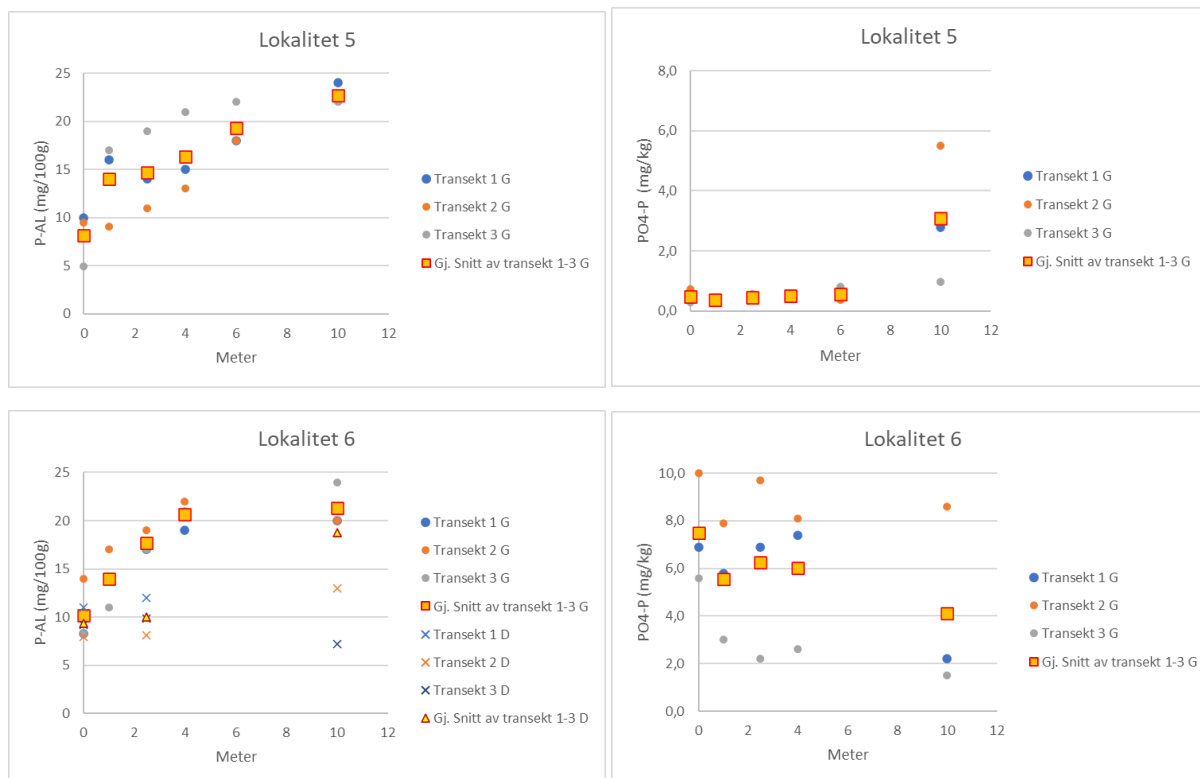
Tabell 3. Estimert antall år det vil ta å redusere P-AL med 5 enheter i matjordlaget (0-20 cm) fra henholdsvis P-AL 30, 25, 20 og 15 ved et underskudd i fosforbalansen på 2 kg P/daa/år (Fosforbalanse = tilført fosfor minus fosfor fjernet med avling) (Øgaard m.fl. 2016).

Fosforbalanse	Fra P-AL 30 til P-AL 25	Fra P-AL 25 til P-AL 20	Fra P-AL 20 til P-AL 15	Fra P-AL 15 til P-AL 10
kg P/daa/år			År	
-2,0	8	9	11	14

P-AL

Vannløselig fosfor





Figur 24. Fosforstatus (P-AL) og vannløselig fosfor (PO₄-P) i naturlig kantvegetasjon (0 m), i ugjødsla grasdekt kantsone (1 m, 2,5 m og 4 m) og i eng (L1 - L4) og åker (L5 - L6). Prøver fra eng og åker er plottet inn på 10 m, men består av blandprøver fra mellom 10 m og 50 m fra jordekant). G=grunne prøver (0 - 5 cm dyp) og D = dype prøver (20 - 30 cm dyp) NB! L1 og L2 har andre verdier på y-aksen for P-AL, og L6 har andre verdier for PO₄-P, enn de resterende figurer for hhv. P-AL og PO₄-P.

4.2.1 Lokalitet 1

Det var meget høyt fosfornivå i de grunne jordprøvene, men fosfornivået i kantsonen, særlig nærmest vannet, var langt lavere enn inne på enga (Figur 24).

P-AL midt i den grasdekte kantsonen (2,5 m) var under halvparten av fosfornivået i jorda på enga (P-AL 20 vs. P-AL 41), men fortsatt på et nivå som klassifiseres som meget høyt.

I øvre del av kantsonen (4 m) var P-AL-nivået nærmere det som ble målt inne på enga (i underkant av P-AL 35), men likevel 5 P-AL-enheter lavere enn inne på enga.

Jorda i den naturlige vegetasjonen inntil vannet hadde også meget høye P-AL-verdier (P-AL 20). Dette er langt høyere verdier enn hva som er vanlig på udyrka arealer. Høye P-AL-verdier i den naturlige vegetasjonen skyldes mest sannsynlig fosfortransport fra jordbruksareal (Figur 28). I de dype jordprøvene (20-30 cm) var det lavere fosforverdier enn i toppsjiktet, men inne på enga var det fortsatt på et nivå som klassifiseres som meget høyt (P-AL 28). Midt i grasdekt kantsone var P-AL i det dype sjiktet mye lavere (P-AL 11), men nivået er likevel betydelig høyere enn hva som er vanlig i upåvirket undergrunnsjord (Øgaard m.fl. 2012). Dette viser at fosfor lekker fra plogsjiktet og ned i undergrunnsjorda.

Engarealene er hellende ned mot kantsonene, og til tross for overflateavrenning ned mot kantsonene er det tydelige forskjeller i fosforinnhold i jorda. Det er en god sammenheng mellom P-AL og vannløselig fosfor (algetilgjengelig) i jorda på lokaliteten, slik at også konsentrasjonen av vannløselig fosfor er lavere i kantsonene enn inne på enga. Med dette blir faren for lekkasjer av fosfor til nærliggende innsjø redusert.

Vi kjenner ikke fosfortallene i jorda før den ugjødsla kantsonen ble etablert, men kantsonen har vært ugjødsla minimum siden 2012, samtidig som fosfor har blitt fjernet gjennom høsting av gras. Dette har bidratt til nivåforskjellen på fosforinnhold i kantsoner og eng. Med et meget høyt P-AL-nivå i utgangspunktet er det forventet en relativ rask nedgang i nivået når jorda tappes for fosfor. Hvis en antar at det har blitt fjernet 2 kg P/daa og år med avlingen, har det totalt blitt fjernet 20 kg P/daa siden 2012. Dette kan forklare noe av forskjellen i P-AL-verdier i kantsonen og inne på enga. Forskjellen i P-AL mellom den ytre delen av kantsonen og enga er imidlertid større enn det en kan vente som effekt av denne fosfortappingen (Tabell 3). Det er derfor sannsynlig at ytre del av kantsonen hadde lavere P-AL-verdier også før tiltaket ble etablert. Stor forskjell i P-AL-verdi mellom kantsoner og eng også i det dype sjiktet tyder på at det historisk har vært mindre fosforgjødsling nær vannkanten enn inne på jordet.

Det er visuelt godt synlig at det er ugjødsla kantsoner på lokaliteten (Figur 25).



Figur 25. Ugjødsla kantsoner i eng på lokalitet 1.

4.2.2 Lokalitet 2.

På lokalitet 2 var P-AL-nivået moderat høyt eller meget høyt i to av transektene (P-AL 7-14), mens det var meget høyt i det tredje transektet (P-AL 20-27).

I de to transektene med lavest P-AL-nivå var det litt lavere P-AL-verdier i kantsonene enn inne på enga. Forskjellen er mye mindre enn på lokalitet 1 hvor P-AL-nivået var mye høyere. Med lavere P-AL-nivå tar det lenger tid før en får betydelig reduksjon i P-AL ved tapping av jordas fosforinnhold, som forklart i første del av kapittel 4.2.

I transektet med de høyeste P-AL-verdiene var gjennomsnittlig fosforinnhold i jorda høyest i den naturlige kantsonen. P-AL verdier fra kantsoner med trær vest for transektene (Figur 11) hadde også høye P-AL verdiene (P-AL 9,5 - 18). Vi er usikre på hva dette kan skyldes.

På lokaliteten ble det ikke tatt dype jordprøver, da det ikke lenger var ugjødsla kantsoner ved prøvetakingstidspunkt (Figur 19).

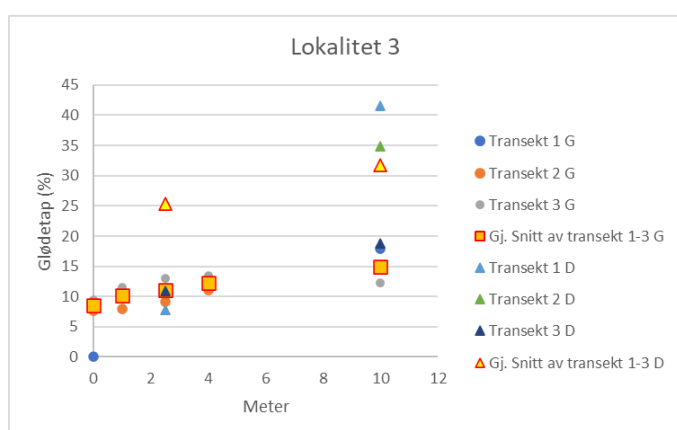
På denne lokaliteten var det dårlig sammenheng mellom P-AL og vannløselig P, noe som kan skyldes forskjeller i jordtype og jordas pH. Noen av de høyeste verdiene for vannløselig P ble her funnet nærmest vannet. Den ene prøven fra den naturlige kantsonen var ekstremt høy, men vi er som nevnt usikker på årsaken til dette.

4.2.3 Lokalitet 3.

P-AL-nivået i det øvre jordsjiktet var optimalt til moderat høyt. Gjennomsnittlig P-AL var litt lavere i kantsonen enn inne på enga, henholdsvis P-AL 5-7 og P-AL 9 (Figur 24). I de grunne prøvene i naturlige kantsoner og nærmest vannet i kantsonen (1 m) er P-AL i underkant av 5.

På denne lokaliteten hadde sjiktet 20-30 cm betydelig høyere P-AL-verdier enn sjiktet 0-5 cm i både kantsonen og inne på jordet. Forskjellen var spesielt stor inne på jordet. Det er forventet at grunne prøver har høyere fosforinnhold enn prøver hentet dypere ned i jorden, fordi gjødsel og fosfor i planterester tilføres og blandes inn i toppsjiktet. For å forsøke å finne årsaken ble det tatt en gjennomgang av gamle flybilder, og bildene viser at det var en masseforflytning i 2018 (Figur 27, transekter på eng til venstre i bilde). Det er sannsynlig at mindre næringsrik jord er lagt på toppen av det mer næringsrike toppsjiktet. Dette stemmer også overens når man sammenligner innhold av organisk materiale, målt som glødetap i toppsjikt og i 20-30 cm dyp (Figur 26). Både på eng og inne i den ugjødsla kantsonen er glødetapet høyere i jordprøver fra dypere jordlag, enn i topplaget. Analysene viser dermed at prøver tatt ved 20-30 cm dyp kan ha vært topplaget før masseforflytningen.

Det var ganske god sammenheng mellom P-AL og vannløselig P på denne lokaliteten. Med økende P-AL-verdi økte konsentrasjonen av vannløselig P og dermed risikoen for å tape løst fosfat med overflateavrenning. Lave verdier av både P-AL og vannløselig P nær vassdraget bidrar til å redusere risikoen for tap av fosfor til vann.



Figur 26. Glødetap (%) i naturlig kantvegetasjon (0 m), i ugjødsla kantsoner (1m, 2,5m og 4m) og i eng på lokalitet 3. Prøver fra eng er plottet inn på 10 m, men består av blandprøver fra mellom 10 og 50m fra jordekant). G=grunne prøver (0-5cm dyp) og D= dype prøver (20-30 cm dyp).



Figur 27. Flybilder fra 2015, 2018 og 2019. På flybildet fra 2018, ser man at jordmasser er gravd opp og ligger spredt utover jordet til venstre i bildet (arealene hvor prøvetakingene er gjennomført). Til høyre i bildet fra 2018 ser man gravemaskinen som rensker opp kanalen (i hvit ring).

4.2.4 Lokalitetene 4, 5 og 6

Lokalitetene hadde sammenlignbare P-AL-verdier. De hadde alle P-AL-verdier over 20 (meget høyt) inne på eng (L4) og åker (L5 og L6) og en gradvis reduksjon i P-AL gjennom kantsonen mot vannet (Figur 24).

På lokalitet 4 hadde øvre del av kantsona (4 m) i gjennomsnitt samme P-AL-verdi som inne på jordet. I de naturlige kantsonene var gjennomsnittlig P-AL-verdi 8-10. Forskjellen i P-AL mellom den delen av kantsonen som er nærmest vannet og inne på jordet er større enn hva en kan vente som effekt av fjerning av fosfor ved høsting av graset i løpet av en ti-års periode (Tabell 3). Det er derfor sannsynlig at ytre del av kantsonen hadde lavere P-AL-verdier i utgangspunktet, og at forskjellene i P-AL-verdi skyldes en kombinasjon av uttak av fosfor gjennom høsting av kantsoner og et lavere P-AL-nivå langs vannstrengen. På disse lokalitetene var det dårlig sammenheng mellom P-AL og vannløselig P, noe som kan skyldes forskjeller i jordtype og jordas pH.

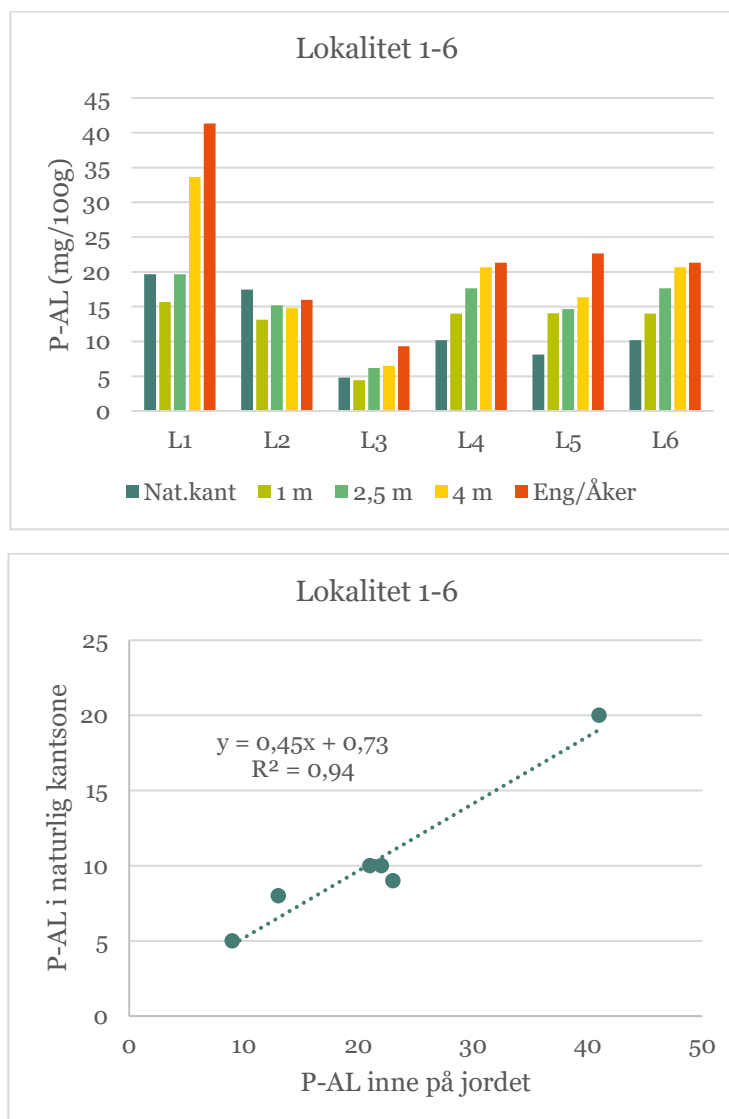
På lokalitet 6 var det meget høye P-AL verdier (P-AL 19-23) i grunne jordprøver tatt i område med trær nær innsjøen nordøst for transektene. Vi har ingen god forklaring på dette, men en mulig årsak kan være avsetning av næringsrike partikler etter flom, og evt. næringstilførsel fra store fuglekolonier i innsjøen.

4.2.5 Oppsummering

Det var gjennomsnittlig lavere fosforverdier i jorda i kantsonene enn inne på eng/åker for alle lokalitetene med unntak av L2 (Figur 28, over).

Lavere fosforverdier i kantsonene skyldes til dels at arealet har vært ugjødsla minimum de ti siste årene. I disse årene har graset i de grasdekte kantsonene blitt høstet og fjernet, og fosfor er dermed fraktet vekk fra kantsonene. På noen lokaliteter var forskjellene i fosforverdi så store at det i tillegg er sannsynlig at det har vært lavere P-AL-verdier i kantsonene før etablering av ugjødsla kantsoner. Dette tyder på at det har vært lavere fosfortilførsel nær vassdragene også før ugjødsla kantsoner ble etablert.

Det var en nær sammenheng mellom P-AL-verdiene i den naturlige kantsona og P-AL-verdien inne på eng/åker. Jo høyere P-AL-nivå inne på eng/åker, jo høyere var P-AL-nivået i jorda i den naturlige kantsona (Figur 28, under). Dette tyder på fosfortransport fra eng/åker og ut mot vassdraget, og viser viktigheten av å få ned P-AL nivået inne på eng/åker, for å redusere faren for utlekking av fosfor til vassdrag.

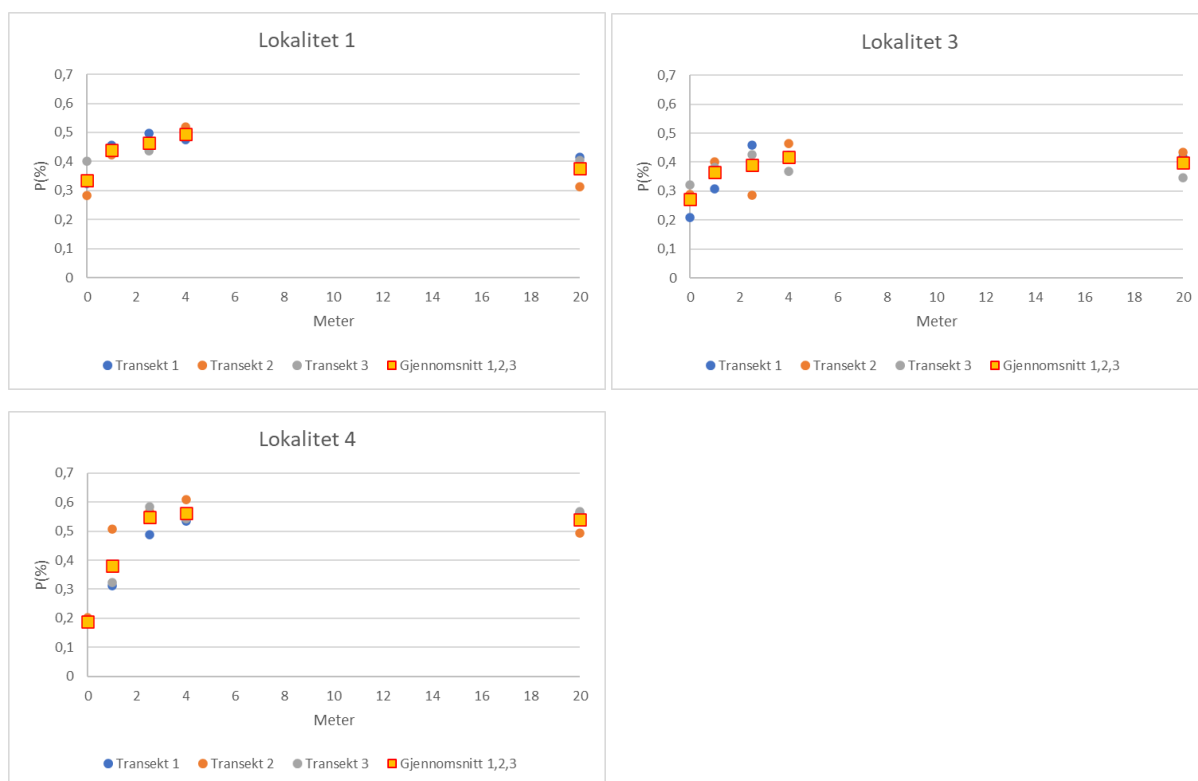


Figur 28. *Over*: Gjennomsnittlig P-AL i jordprøver fra 0 - 5 cm dyp i naturlig kantvegetasjon, i ugjødsla kantsone (1m, 2,5m og 4m) og i eng (L1-L4) og åker (L5-L6). *Under*: Sammenheng mellom P- AL inne på eng/åker og P-AL i den naturlige kantsona.

4.3 Fosfor i vegetasjon

Planter kan være en kilde til fosfortap i løpet av vinteren ved at plantecellene kan fryse i stykker eller brytes ned mikrobielt slik at fosfor kan vaskes ut. Hvis det samtidig er tele i jorda, er det stor risiko for at fosforet havner i vassdraget ved eventuell overflateavrenning. Jo mer fosfor som er i plantemassen, jo større kan fosfortapet bli (Øgaard og Bechmann, 2021). Fosformengden i plantemassen på et areal er en funksjon av mengden planter og fosforkonsentrasjonen i plantene. Fosforkonsentrasjonen i plantene er igjen en funksjon av plantenes tilgang på fosfor og plantens utviklingstrinn. Fosforkonsentrasjonen er høyere i små bladrike planter enn i mer utviklede planter med forholdsvis større andel stengel.

Fosforkonsentrasjonen i planteprovne som ble tatt ut i oktober 2021 følger en lignende trend som jordas P-AL-verdi, med lavest konsentrasjon nær vassdraget og økende verdi gjennom kantsonen med økende avstand til vassdraget (Figur 29). Tendens til høyere fosforkonsentrasjon i planter fra den øvre del av den ugjødslede kantsonen enn inne på enga kan skyldes lavere vekst og lavere opptak av nitrogen og kalium, når det ikke gjødsles. På lokalitet 3 og 4 gjenspeiler fosforkonsentrasjonen i planteprovne jordas P-AL-verdi ganske godt. Den store forskjellen i P-AL mellom den nedre delen av kantsonen og enga på lokalitet 1 gjenspeiles ikke i fosforkonsentrasjonen i graset like godt som på lokalitet 4. Dette kan skyldes at P-AL-verdiene er meget høye (rundt 20) også i nedre del av kantsonen.



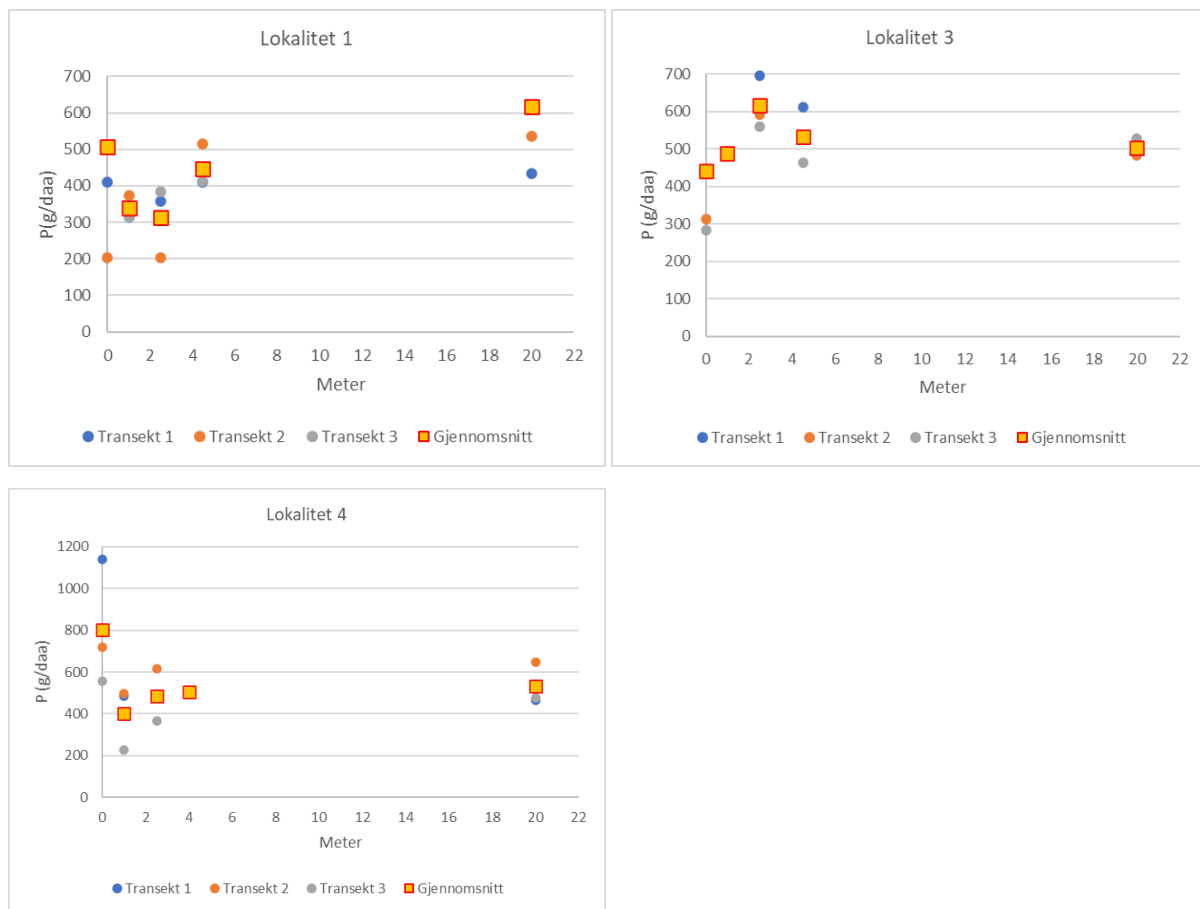
Figur 29. Fosforinnhold i planteprovner høstet fra naturlig kantsone, i ugjødslede kantsone(1m, 2,5m og 4m) og i eng (20 m) på lokalitet L1, L3 og L4. Lokalitet L2 hadde ikke lengre ugjødslede kantsone ved prøvetakingstidspunktet.

I de naturlige kantsonene blir ikke vegetasjonen fjernet, og i oktober 2021 ble de største plantemengdene målt her, men variasjonen var stor (Tabell 4). Fosformengden i plantemassen på de ulike prøvestedene varierte litt usystematisk, siden dette er en funksjon av både plantemasse og fosforkonsentrasjon (Figur 30), men gjennomsnittet for de enkelte lokalitetene er på samme nivå, 445, 517 og 545 g P/daa for henholdsvis lokalitet L1, L3 og L4. Dette er en betydelig mengde fosfor som kan

bli frigjort fra plantemassen i løpet av vinteren og enten bli tilført jorda eller bli vasket ut til vassdraget. Etter hvert som fosfor i den ugjødsle kantsonen tappes ved høsting av graset, vil fosforkonsentrasjonen i graset gå ned og bidra til mindre fosfor som er lett tilgjengelig for utvasking. Samtidig viser dette betydningen av å slå og høste graset i den ugjødsle kantsonen for å redusere risikoen for fosfortap fra plantemassen om vinteren. Siden den naturlige kantsonen ikke blir slått, er det viktig å redusere fosfortilførselen fra arealet innenfor for å redusere fosforinnholdet i plantemassen.

Tabell 4. Gjennomsnittlig plantemasse (n=3) høstet fra naturlig kantvegetasjon, i ugjødsle kantsoner i eng (1, 2,5 og 4 m), og i eng (ca. 20 m) på lokalitet 1, 3 og 4. Variasjon i parentes.

Lokalitet		Plantemasse
L1	(m)	(kg TS/daa)
«Naturlig» kantsoner	0	141 (72-226)
Ugjødsle grasdekt kantsoner	1	78 (71-88)
Ugjødsle grasdekt kantsoner	2,5	68 (44-88)
Ugjødsle grasdekt kantsoner	4	90 (84-99)
Eng/Åker	20	165 (105-218)
L3		
«Naturlig» kantsoner	0	182 (88-350)
Ugjødsle grasdekt kantsoner	1	136 (123-157)
Ugjødsle grasdekt kantsoner	2,5	163 (131-206)
Ugjødsle grasdekt kantsoner	4	128 (113-144)
Eng/Åker	20	128 (112-152)
L4		
«Naturlig» kantsoner	0	425 (309-613)
Ugjødsle grasdekt kantsoner	1	107 (70-154)
Ugjødsle grasdekt kantsoner	2,5	89 (62-109)
Ugjødsle grasdekt kantsoner	4	90 (81-96)
Eng/Åker	20	100 (83-132)



Figur 30. Fosformengde i plantemassen i naturlig kantvegetasjon, i ugjødsla kantsone (1 m, 2,5 m og 4 m), og i eng (20 m) på lokalitet L1, L3 og L4.

5 Konklusjon

Dette prosjektet har undersøkt vannmiljøtiltakene ugjødsla kantsone i eng og grasdekt kantsone i åker, som begge støttes gjennom midler fra regionalt miljøprogram, samt naturlige kantsoner med og uten innslag av trær og busker i tillegg til gras og urter. Undersøkelsene ble gjennomført på seks utvalgte lokaliteter, alle på Jæren i Rogaland, hvorav fire lokaliteter hadde ugjødsla kantsone i eng og to lokaliteter hadde grasdekt kantsone i åker. Tre lokaliteter hadde naturlige kantsoner med gras og urter, og tre hadde naturlige kantsoner med innslag av busker og trær. I tillegg ble det tatt supplerende undersøkelser av naturlige kantsoner med busker og trær.

Lokalitetene i denne undersøkelsen har middels-, dårlig- og meget dårlig infiltrasjonskapasitet fra naturens side, noe som ble bekreftet av fuktighets- og infiltrasjonsmålinger. På fem av seks lokaliteter var det lavest jordfuktighet i naturlig kantsoner med busker og trær, og høyest jordfuktighet i eng/åker, i følgende rekkefølge:

Naturlige kantsoner med busker og trær (NKST) < Naturlig kantsone med gras og urter (NKS) < ugjødsla grasdekt kantsone (UGKS) < eng/åker.

Målt infiltrasjon var meget dårlig i alle soner på alle lokaliteter. Infiltrasjonstestene ble avsluttet der infiltrasjonen var lik null i minst 10 minutter. Kun én lokalitet hadde bedre infiltrasjon enn dette, og infiltrasjonen var best i naturlig kantsone med busker og trær, nest best i ugjødsla kantsone i eng, og dårligst på eng.

Lav infiltrasjonskapasitet øker risiko for overflateavrenning og transport av fosforrike jordpartikler og løst fosfat som frigjøres fra jordoverflaten til vassdraget. Med bedre infiltrasjonskapasitet i ugjødsla kantsoner og/eller naturlig vegetasjon enn på eng, vil næringsrik overflateavrenning fra enga kunne infiltrere i kantsonene og hindres i å nå vassdraget. Grasdekte kantsoner i åker og/eller naturlig vegetasjon vil i tillegg til ha en nyttig funksjon ved å bremse og sedimentere fosforrike jordpartikler fra arealer med åpen åker (eks. korn, poteter og grønnsaker). Innslag av busker og trær i den naturlige kantsona ser ut til å kunne legge til rette for renseprosesser, gjennom økt mulighet til infiltrasjon av overflateavrenning fra bakenforliggende arealer.

I fem av de seks undersøkte lokalitetene hadde jorda svært høyt innhold av lett tilgjengelig fosfor (P-AL). P-AL-nivået var langt høyere enn hva som er anbefalt i NIBIOs gjødselnorm. Det var lavere fosforverdier i jorda i naturlige vegetasjon og ugjødsla grasdekte kantsoner enn inne på eng/åker for fem av seks lokaliteter, men dette var likevel verdier som klassifiseres som høye eller meget høye.

De grasdekte kantsonene er ikke gjødsla i løpet av de siste ti åra, i tillegg til at fosfor er fraktet vekk fra kantsonene gjennom høsting av gras. Dette har bidratt til å redusere P-AL-verdiene i sonene, men på noen lokaliteter var forskjellene mellom kantsone og eng/åker så store, at det i tillegg er sannsynlig at det var lavere P-AL-verdier i kantsonene før etablering av ugjødsla kantsoner.

Det var nær sammenheng mellom P-AL-verdiene i naturlige kantsoner og P-AL-verdier inne på eng/åker, noe som indikerer fosfortransport fra eng/åker ut mot vassdraget. Et viktig tiltak for å redusere faren for fosforlekkasjer til vann ser derfor ut til å være å redusere fosforinnholdet i eng/åker.

Fosforkonsentrasjonen i planteprovne følger en lignende trend som jordas P-AL-verdi, med lavest konsentrasjon nær vassdraget og økende verdi gjennom kantsonen med økende avstand til vassdraget.

Fosformengden i plantemassen på eng/åker, og i ugjødsla grasdekt kantsone nærmest eng/åker var høy på senhøsten. Dette fosforet kan bli frigjort fra plantemassen i løpet av vinteren og enten bli tilført jorda eller vasket ut til vassdraget. Graset i de ugjødsla kantsonene tar opp fosfor fra jorda, og det er derfor viktig at graset høstes for å redusere fosforinnholdet i den svært fosforrike jorda. Etter hvert som fosforinnholdet i kantsonene reduseres, vil fosforkonsentrasjonen i graset gå ned, og mindre blir dermed tilgjengelig for utvasking. En raskere nedgang i jordas fosforinnhold i kantsoner med gras, kan

oppnås ved forsiktig gjødsling med nitrogen og eventuelt kalium. Dette vil gi økte grasavlinger, og dermed øke fosforopptaket fra jord og mengden fosfor som kan fjernes med avlingene. Nitrogen kan imidlertid være et begrensende næringsstoff i kystvann, og en eventuell nitrogengjødsling bør derfor utføres med forsiktighet. En må være spesielt forsiktig med nitrogengjødsling rett før nedbør, eller om det er meldt om algeoppblomstring langs kysten.

Siden den naturlige kantsonen ikke blir slått, er det viktig å redusere fosfortilførselen fra arealet innenfor for å redusere fosforinnholdet i plantemassen.

Litteraturreferanse

- Bechmann, M.E., Kleinman, P.J.A., Sharpley, A.N. and Saporito, L.S. 2005. Effect of freezing and thawing on fate of phosphorus in bare manured and catch cropped soils. *Journal of Environmental Quality* 34: 2301-2309.
- Blankenberg, A.-G. B. and E. Skarbøvik 2020. Phosphorus retention, erosion protection and farmers' perceptions of riparian buffer zones with grass and natural vegetation: Case studies from South-Eastern Norway. *Ambio* 49(11) 2020. S. 1838-1849. <https://doi.org/10.1007/s13280-020-01361-5>.
- Blankenberg, A-G. B. og Skarbøvik, E. 2018. Kartlegging av kantsoner langs jordbrukskanaler og -elver i Rogaland Forprosjekt. NIBIO Rapport;4(87) 2018. <http://hdl.handle.net/11250/2506155>.
- Blankenberg, A-G. B. Skarbøvik, E. og Kværnø, S. 2017. Effekt av buffersoner - på vannmiljø og andre økosystemtjenester. NIBIO Rapport;3(14) 2017. <http://hdl.handle.net/11250/2448787>.
- Blankenberg, A-G. B. 2014. Effekt av randsoner langs vassdrag i jordbruksområder på Jæren. - delprosjekt 2. Bioforsk rapport 9(90) 2014. <http://hdl.handle.net/11250/2451518>
- Fylkesmannen i Rogaland (2019). Regionalt miljøprogram i Rogaland 2019 – 2022. <https://www.statsforvalteren.no/siteassets/fm-rogaland/dokument-fmro/landbruk/rmp/2019/rmp-2019-2022-15.mars.pdf>
- Morværsmyr, Å., Schneider, S, Edvardsen, H. og Bergan, M. A. 2014. Overvåking av Jærvassdrag 2013. Datarapport. IRIS-rapport 2014/025.
- Skarbøvik, E og Blankenberg, A.-G. B. 2013. Vurdering av kanterosjon og vegetasjonssoner i Haldenvassdraget oppstrøms Bjørkelangen. Bioforsk Rapport 8(161), 53 s.
- Skarbøvik, E. og Blankenberg A.-G. B. 2014. Vurdering av kantsoner langs Lierelva oppstrøms Bjørkelangen (Vannområde Haldenvassdraget). Resultater fra undersøkelser i 2014. Bioforsk Rapport 9(179), 34 s.
- Syversen, N. 2002. Syversen, N. 2002. Cold Climate vegetativ buffer zones as filters for surface agricultural runoff. Retention of soil particles, phosphorus and nitrogen. Doctor Scientiarum Theses 2002:12. Agricultural University of Norway.
- Krzeminska, D., Blankenberg, A-G. B., Bøe, F., Nemes, A. og Skarbøvik, E. 2020. Renseeffekt og kanterosjon i kantsoner med forskjellig vegetasjonstype. NIBIO Rapport;6(30) 2020. <http://hdl.handle.net/11250/2645890>.
- Øgaard, A.F., Kristoffersen, A.Ø. og Pedersen, R. 2012. Fosforgjødsling – betydning for fosforkonsentrasjon i jord og tap til vann. Bioforsk Rapport 7(147), 47 s.
- Øgaard, A.F. 2015. Freezing and thawing effects on phosphorus release from grass and cover crop species. *Acta Agric. Scand., Sect. B – Soil and Plant Sci.* 65: 529-536.
- Øgaard, A.F. Kristoffersen, A.Ø. og Bechmann, M. 2016. Utredning av forslag til forskriftskrav om tillatt spredemengde av fosfor i jordbruket. NIBIO Rapport 2(131), 51 s.
- Øgaard, A.F. 2020. Fosforgjødsling og vannkvalitet. NIBIO POP 6(30), 4 s.
- Øgaard, A.F. og Bechmann, M. 2021. Fangvekster i vårkorn – Effekt på fosfortap. NIBIO Rapport 7(29), 28 s.

Vedlegg 1 Jordprøver

Kjemianalyser 2019



EUNOMO4-00028165, NIBIO

Prøvenummer	Prøvemerkning	Ca-AL, mg/100g lufttørket	Glødetap, % TS	Jordart	K-AL, mg/100g lufttørket	Leire <2 µm, % TS	Mg-AL, mg/100g lufttørket	Na-AL, mg/100g lufttørket	P-AL, mg/100g lufttørket	pH	Tetthet, kg/l
542-2019-09270210	222	23	8.0	9	22	14.6	8.8	7.3	11	5.3	0.98
542-2019-09270211	223	24	9.2	9	11	18.2	7.6	7.2	13	5.4	0.90
542-2019-09270212	224	40	11.1	9	13	20.3	11	8.8	12	5.6	0.75
542-2019-09270213	225	54	14.8	9	26	23.7	15	14	14	5.7	0.45
542-2019-09270214	231	40	9.5	9	16	15.4	7.5	8.7	27	4.9	0.82
542-2019-09270215	232	60	11.5	9	8.2	19.9	10	10	20	5.5	0.75
542-2019-09270216	233	77	13.0	9	7.5	24.5	12	11	24	5.5	0.75
542-2019-09270217	234	96	13.5	9	7.9	23.3	15	13	24	5.7	0.67
542-2019-09270218	235	85	12.2	9	24	22.9	19	14	23	5.8	0.60
542-2019-09270219	251	25	6.6	2	12	7.3	14	12	18	5.3	1.1
542-2019-09270220	252	23	4.3	2	9.7	4.8	12	14	11	5.2	1.2
542-2019-09270221	253	16	5.9	2	7.5	5.8	11	13	9.5	5.5	1.1
542-2019-09270222	132	70	17.6	9	3.5	14.3	4.8	5.0	18	5.7	0.75
542-2019-09270223	133	52	14.0	9	3.2	14.1	3.5	3.9	19	5.5	0.90
542-2019-09270224	134	95	12.3	9	3.9	14.0	5.9	3.9	32	5.7	0.90
542-2019-09270225	135	91	14.7	9	5.7	13.8	6.6	4.5	43	5.3	0.82
542-2019-09270226	151	44	25.8	13	5.1	15.7	5.4	6.8	20	5.1	0.38
542-2019-09270227	212	22	10.9	9	2.8	19.4	4.7	3.7	8.4	5.4	0.67
542-2019-09270228	213	36	11.2	9	3.3	21.6	5.3	3.5	8.6	5.5	0.67
542-2019-09270229	214	26	12.0	9	4.8	21.0	5.0	4.9	8.4	5.5	0.52
542-2019-09270230	215	28	17.9	11	13	30.4	6.0	4.9	11	5.6	0.37
542-2019-09270231	221	16	7.7	9	9.0	13.6	5.0	3.9	7.9	5.0	0.82
542-2019-09270232	111	99	26.4	13	4.6	14.6	7.5	5.9	17	5.8	0.59
542-2019-09270233	112	80	24.2	13	4.7	16.1	6.2	5.0	14	5.8	0.59
542-2019-09270234	113	81	21.0	13	3.9	15.1	5.0	4.6	17	5.6	0.74
542-2019-09270235	114	100	23.4	13	5.0	14.9	6.5	5.5	32	5.7	0.67
542-2019-09270236	115	90	12.6	9	4.6	13.0	6.1	4.2	37	5.5	0.90
542-2019-09270237	121	130	37.9	13	6.2	22.5	11	8.1	24	5.9	0.45
542-2019-09270238	122	110	39.2	13	3.2	20.3	5.4	6.1	15	5.7	0.52
542-2019-09270239	123	130	29.3	13	5.3	16.1	6.9	6.5	23	5.7	0.52
542-2019-09270240	124	120	23.5	13	5.1	14.3	6.3	5.1	37	5.6	0.67
542-2019-09270241	125	130	16.4	9	4.9	14.4	7.0	4.2	44	5.7	0.75
542-2019-09270242	131	39	29.4	13	6.8	16.9	5.7	5.3	18	4.9	0.52

Rekvisisjon for analyser ved jord og vannkjemi-laboratoriet

J.nr. 502-2019
 502-2019 **Rekvirent:** Anne Falk Øgaard

Dato inn: 01 10 2019
Dato ut: 30 01 2020

Antall pr. 34
Adresse: NIBIO
 Postboks 115
 1431 Ås

Jord: x
Planter:
Annet:

Skuff nr. returnert
Master **PhD**
Undervisning:

Total pris: 5440,-
 +moms

Forskning: NIBIO

Prosjekt nr.: 51066

Merknader: PO4-P 1 0,0025 M CaCl2

L.nr.:	Parameter Enhet Pr.merke	PO4-P mg/kg
1	111	0,68
2	112	0,53
3	113	0,56
4	114	2,00
5	115	2,70
6	121	2,00
7	122	0,59
8	123	2,80
9	124	2,70
10	125	4,50
11	131	1,30
12	132	7,10
13	133	0,85
14	134	1,30
15	135	4,10
16	151	3,80
17	211	5,90
18	212	3,10
19	213	3,10
20	214	3,10
21	215	3,20
22	221	3,20
23	222	3,40
24	223	3,10
25	224	3,10
26	225	2,40
27	231	12,00
28	232	2,50
29	233	2,50
30	234	2,60
31	235	2,70
32	251	8,00
33	252	6,40
34	253	6,10

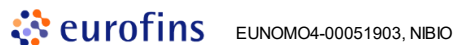
Kjemianalyser 2020



EUNOMO4-00039784, NIBIO - Anne-Grete B. Blankenberg

Prøvenummer	Prøvemerkning	Volumvekt kg/l	pH	P-AL mg/100g lufttørket	K-AL mg/100g lufttørket	Mg-AL mg/100g lufttørket	Ca-AL mg/100g lufttørket	Na-AL mg/100g lufttørket	Glødetap %TS	P-Olsen mg/100g ts	Leireinnhold %
542-2020-09290710	111	1.2	6.7	4.9	6.0	17	480	12	20.4	2.6	9.1
542-2020-09290711	112	1.0	6.8	3.4	4.5	15	510	9.5	15.5	2.4	7.5
542-2020-09290712	113	0.97	6.7	4.0	4.4	14	390	12	14.7	1.7	9.5
542-2020-09290713	114	1.0	6.9	4.4	4.3	13	440	12	12.5	1.8	9.1
542-2020-09290714	115	0.67	6.8	13	7.5	24	780	14	24.0	5.9	11
542-2020-09290715	121	0.59	6.4	5.1	7.4	23	500	15	26.3	2.2	9.5
542-2020-09290716	122	0.45	6.5	4.4	5.3	31	590	15	32.8	1.8	9.1
542-2020-09290717	123	0.45	6.5	6.9	7.1	26	630	13	30.9	3.0	12
542-2020-09290718	124	0.59	6.0	6.9	7.9	30	380	19	33.0	2.7	9.5
542-2020-09290719	125	0.52	6.7	7.1	8.1	25	650	22	24.4	2.8	10
542-2020-09290720	131	1.2	6.3	4.4	6.2	11	210	23	9.6	1.6	11
542-2020-09290721	132	0.98	6.6	5.5	4.0	9.1	380	9.7	13.0	1.9	14
542-2020-09290722	133	0.75	6.3	7.7	5.5	13	430	12	19.2	2.9	11
542-2020-09290723	134	0.74	6.3	8.2	6.2	17	400	16	20.5	3.4	10
542-2020-09290724	135	0.89	6.9	7.9	7.8	16	530	17	14.2	2.9	9.1
542-2020-09290725	211	0.67	5.3	10	17	16	74	18	26.0	5.4	9.1
542-2020-09290726	212	0.67	5.6	16	6.2	15	120	15	24.8	8.9	14
542-2020-09290727	213	0.52	5.8	14	7.4	18	180	17	27.4	7.7	16
542-2020-09290728	214	0.45	5.8	15	6.3	17	190	19	25.2	8.6	15
542-2020-09290729	215	0.52	5.9	18	7.2	23	230	19	28.4	9.5	15
542-2020-09290730	216	1.1	5.8	24	17	8.8	120	15	12.8	11.7	9.1
542-2020-09290731	221	0.81	4.5	9.5	9.7	9.7	52	16	24.6	5.5	7.9
542-2020-09290732	222	0.59	5.4	9.1	7.2	14	120	25	33.8	5.3	13
542-2020-09290733	223	0.67	5.7	11	5.8	16	160	26	28.2	6.0	11
542-2020-09290734	224	0.59	5.4	13	6.6	17	200	21	31.5	7.0	11
542-2020-09290735	225	0.81	5.8	18	8.1	18	210	19	26.2	9.2	11
542-2020-09290736	226	1.2	5.9	22	11	7.8	110	16	9.9	10.4	6.8
542-2020-09290737	231	1.2	5.1	4.9	3.7	6.2	29	12	7.6	2.6	6.0
542-2020-09290738	232	1.0	5.7	17	3.2	10	110	14	13.0	8.0	8.3
542-2020-09290739	233	1.0	5.7	19	3.9	12	130	18	11.8	8.6	8.7
542-2020-09290740	234	0.97	5.8	21	3.8	12	130	12	11.1	8.7	7.9
542-2020-09290741	235	1.0	5.8	22	6.1	12	130	11	14.0	10.0	9.1
542-2020-09290742	236	1.1	5.8	22	14	9.8	140	12	15.7	9.2	5.2
542-2020-09290743	311	1.0	5.4	8.3	5.9	6.9	31	14	7.0	4.1	7.5
542-2020-09290744	312	1.1	5.7	14	6.2	7.5	39	15	6.2	7.3	7.5
542-2020-09290745	313	1.1	5.8	17	11	11	68	23	9.6	9.1	11
542-2020-09290746	314	1.1	5.6	19	7.0	9.4	71	16	10.0	9.4	12
542-2020-09290747	315	0.75	5.9	20	17	16	120	23	12.0	9.8	14
542-2020-09290748	321	1.2	5.7	14	4.1	7.5	33	14	5.1	7.9	6.0
542-2020-09290749	322	1.1	5.7	17	6.6	8.6	46	16	7.0	8.6	7.9
542-2020-09290750	323	1.0	5.7	19	5.7	9.3	56	17	8.4	10.2	8.7
542-2020-09290751	324	1.2	5.7	22	5.9	9.7	71	17	11.0	11.2	11
542-2020-09290752	325	0.75	5.9	20	24	19	150	29	18.5	10.0	15
542-2020-09290753	331	1.3	5.8	8.3	4.3	7.5	32	13	3.8	4.3	4.4
542-2020-09290754	332	1.3	5.9	11	4.4	6.2	35	14	3.6	6.6	5.2
542-2020-09290755	333	1.2	5.8	17	4.7	8.4	46	16	3.9	8.0	4.8
542-2020-09290756	334	1.3	6.0	21	6.0	9.2	57	15	4.2	8.6	2.8
542-2020-09290757	335	1.1	6.1	24	16	11	94	20	9.7	9.8	9.9
542-2020-09290758	411	1.4	7.1	11	3.5	13	350	13	4.3	2.3	2.0
542-2020-09290759	412	1.4	6.8	12	3.5	9.1	200	8.9	2.9	2.0	2.4
542-2020-09290760	413	1.4	7.1	16	3.5	8.2	220	8.2	3.0	2.6	<2
542-2020-09290761	414	1.3	6.9	19	3.3	8.5	190	8.4	3.8	3.1	2.4
542-2020-09290762	415	1.2	7.6	20	9.8	17	490	17	6.0	4.1	3.2
542-2020-09290763	421	1.3	7.1	17	4.2	11	280	8.0	5.0	3.8	2.4
542-2020-09290764	422	1.4	7.7	19	2.7	17	570	9.8	3.5	2.7	<2
542-2020-09290765	423	1.4	7.7	22	3.2	18	600	13	4.1	2.8	2.0
542-2020-09290766	424	1.4	7.9	27	2.7	21	700	13	3.2	2.9	<2
542-2020-09290767	425	1.1	6.5	35	11	15	280	17	8.5	8.9	7.1
542-2020-09290768	431	1.3	6.6	9.6	4.6	9.1	120	9.5	3.8	3.7	2.8
542-2020-09290769	432	1.3	6.8	9.2	2.2	11	200	11	3.7	2.6	2.8
542-2020-09290770	433	1.3	6.4	8.3	3.0	7.8	97	9.0	3.9	3.5	3.2
542-2020-09290771	434	1.3	6.4	7.4	2.7	9.3	120	15	4.3	3.5	3.2
542-2020-09290772	435	1.4	8.1	7.3	4.4	31	940	17	2.4	1.6	2.8
542-2020-09290773	4TREES1	0.93	6.4	23	10	19	370	38	9.9	4.8	4.8
542-2020-09290774	4TREES2	0.93	6.5	19	5.0	12	220	22	10.5	4.1	4.4
542-2020-09290775	4TREES3	0.86	6.4	22	6.4	15	290	27	11.3	4.3	3.6

Kjemianalyser 2021



Provennummer	Provemerkning	Fosfor (P-AL) mg/100g lufttørket	Glødetap %TS	Kalium (K-AL) mg/100g lufttørket	Kalsium (Ca-AL) mg/100g lufttørket	Leirinnhold %	Magnesium (Mg-AL) mg/100g lufttørket	Natrium (Na-AL) mg/100g lufttørket	pH	Volumvekt Kgl	Tørrestoff %	Total nitrogen (N) % lufttørket jord	Totalt fosfor (P) g/kg TS	Totalt organisk karbon (TOC) %TS
542-2021-10220294	112	12	8.6	3.5	92	11	5.8	4.6	5.8	1.7	70.4	0.32	0.65	6.7
542-2021-10220295	113	34	12.7	3.8	150	11	6.1	4.9	5.7	1.2	70.0	0.43	2.1	7.1
542-2021-10220296	122	7.8	16.1	2.7	69	10	4.7	3.8	5.6	1.1	58.7	0.44	0.97	8.5
542-2021-10220297	123	30	11.3	3.6	27	9.6	2.8	3.0	5.0	1.4	77.2	0.38	1.4	6.6
542-2021-10220298	131	5.0	36.4	7.0	27	7.2	7.9	12	5.0	0.81	43.4	0.72	0.62	15
542-2021-10220299	132	13	14.1	3.0	100	10	5.6	3.7	5.5	1.1	63.7	0.46	1.0	7.7
542-2021-10220300	133	19	9.2	2.3	88	14	4.4	3.3	5.6	1.4	74.2	0.30	1.5	5.1
542-2021-10220301	212	8.8	7.8	4.3	95	11	5.8	3.6	5.4	1.5	78.5	0.30	0.50	5.5
542-2021-10220302	213	18	41.6	9.9	380	11	22	9.4	5.7	0.59	46.3	1.28	1.9	21
542-2021-10220303	222	10.0	57.2	3.9	330	7.2	38	14	5.2	0.31	33.6	0.96	0.63	24
542-2021-10220304	223	19	34.8	8.8	370	12	31	9.3	5.5	0.67	49.9	0.88	1.2	19
542-2021-10220305	232	4.6	10.9	3.9	250	11	13	4.6	6.3	1.4	74.2	0.41	0.51	8.8
542-2021-10220306	233	12	18.8	5.7	300	8.4	20	6.9	6.1	1.0	63.8	0.66	0.89	13
542-2021-10220307	411	11	2.3	3.1	410	<2	12	5.1	7.4	1.4	95.0	0.11	0.39	1.3
542-2021-10220308	412	12	2.0	2.0	850	<2	23	9.7	7.6	1.5	99.4	0.04	0.31	0.6
542-2021-10220309	413	36	5.5	5.2	220	5.1	10	3.9	6.5	1.3	86.9	0.18	0.94	2.3
542-2021-10220310	421	7.9	2.4	1.9	61	3.5	4.6	2.9	6.2	1.4	86.2	0.06	0.39	0.9
542-2021-10220311	422	8.1	1.7	1.9	43	2.7	2.7	2.4	6.0	1.5	93.1	0.04	0.31	0.7
542-2021-10220312	423	13	3.9	4.1	520	3.1	15	7.5	7.5	1.3	79.4	0.15	0.50	3.1
542-2021-10220313	431	9.2	2.3	5.0	57	3.1	7.1	2.6	6.3	1.4	89.0	0.07	0.40	0.8
542-2021-10220314	432	9.8	1.8	2.0	160	17	6.9	3.8	6.7	1.4	89.6	0.06	0.38	0.8
542-2021-10220315	433	7.2	2.1	2.8	1300	2.7	32	15	7.7	1.4	82.1	0.04	0.38	1.1
542-2021-10220316	512	18	8.2	3.1	53	12	3.6	3.2	5.4	1.1	78.2	0.27	0.88	4.1
542-2021-10220317	513	21	18.5	7.0	160	22	13	7.1	5.7	0.67	58.7	0.62	1.6	9.4
542-2021-10220318	522	21	7.3	2.6	71	9.2	4.7	3.2	5.5	1.2	83.3	0.23	0.84	4.1
542-2021-10220319	523	19	9.5	3.1	110	10	7.1	4.2	5.9	1.2	76.8	0.17	0.90	2.9
542-2021-10220320	532	12	2.4	1.4	27	3.9	2.4	2.1	5.7	1.4	93.7	0.06	0.44	1.1
542-2021-10220321	532D	3.5	0.7	<1	13	<2	1.3	1.6	5.7	1.6	99.5	<0.02	0.15	0.3
542-2021-10220322	533	21	13.3	8.7	100	15	8.3	5.0	5.5	1.1	71.6	0.43	1.1	7.6

Rekvisisjon for analyser ved jord og vannkemi-laboratoriet

J.nr. 069-2021
 Antall pr. 29
 Skuff nr. returnert

Rekvirent: Anne Falk Øgaard
 Adresse: NIBIO Postboks 115 1431 Ås

Dato inn: 04 11 2021
 Dato ut: 17 11 2021
 Jord: x
 Planter:

Undervisning: Master PhD
 Deres ref.: 501287
 Prosjekt nr.: 51066
 Merknader: PO4-P i 0,0025M CaCl2

Total pris: 9106,- moms

L.nr.:	Our number	Parameter Enhet	Pr.merke	PO4-P mg/kg
1	112	1		0,43
2	113	2		1,4
3	122	3		0,25
4	123	4		0,65
5	131	5		0,2
6	132	6		0,31
7	133	7		0,56
8	212	8		0,29
9	213	9		1,7
10	222	10		1,7
11	223	11		2,7
12	232	12		0,27
13	233	13		1
14	411	14		5,7
15	412	15		4
16	413	16		4,8
17	421	17		1,7
18	422	18		1,5
19	423	19		1,8
20	431	20		2,6
21	432	21		1,6
22	433	22		1,2
23	512	23		0,6
24	513	24		1,1
25	522	25		0,86
26	523	26		1
27	532	27		1
28	532D	28		0,26
29	533	29		0,77

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.