

Bioforsk Rapport

Vol. 9 Nr. 90, 2014

Effekt av randsoner langs vassdrag i jordbruksområder på Jæren.

- delprosjekt 2

Anne-Grete Buseth Blankenberg
Bioforsk Jord og miljø

www.bioforsk.no





Hovedkontor/Head office
Frederik A. Dahls vei 20
N-1430 Ås
Tel.: (+47) 40 60 41 00
post@bioforsk.no

Bioforsk Jord og miljø
Frederik A. Dahls vei 20
N-1430 Ås
Tel.: (+47) 40 60 41 00
agbb@bioforsk.no

<i>Tittel:</i> Effekt av randsoner langs vassdrag i jordbruksområder på Jæren. - delprosjekt 2
<i>Forfatter(e):</i> Anne-Grete Buseth Blankenberg

<i>Dato:</i> 28.05.14	<i>Tilgjengelighet:</i> Åpen	<i>Prosjekt nr.:</i>	<i>Saksnr.:</i> -
<i>Rapport nr.</i> 90/14	<i>ISBN-nr.:</i> 978-82-17-01289-4	<i>Antall sider:</i> 43	<i>Antall vedlegg:</i> 4

<i>Oppdragsgiver:</i> Rogaland Fylkeskommune	<i>Kontaktperson:</i> Elin Valand
---	--------------------------------------

<i>Stikkord:</i> Ugjødsla randsoner, grasdekte buffersoner, Jordbruk, næringsstoff, fosfor.	<i>Fagområde:</i> Miljøforskning Environmental research
---	---

Sammendrag:

Prosjektet har bestått av to deler, hvorav del 1 var en litteraturundersøkelse som munnet ut i et notat i 2013, og del 2 bestående av feltundersøkelser som rapporteres her. Hensikten med prosjektet var å undersøke effekten av randsoner. Prosjektet har først og fremst hatt som mål å øke kunnskapsgrunnlaget om jordas kjemiske og fysiske egenskaper i jordbruksjord sammenlignet randsoner langs vassdrag. Feltundersøkelser ble gjennomført høsten 2013 og våren 2014 på tre lokaliteter i Time og Klepp kommune på Jæren, og har bestått av jordprøvetaking for kjemiske analyser, samt infiltrasjonstester og fuktighetsmålinger for å undersøke jordfysiske egenskaper. Fosforinnhold i jorda var meget høyt på alle lokalitetene og resultatene viser en god sammenheng mellom fosfornivå og P-AL status. Fosforinnhold i randsonene viser generelt lavere innhold av totalfosfor og lavere fosforstatus (P-AL) sammenlignet med dyrka mark innenfor randsonene. Redusert fosforinnhold betyr redusert risiko for utvasking av fosfor fra disse arealene nær bekk og vann. Infiltrasjonskapasiteten var ikke entydig bedre i randsonene enn inne på jordet, men infiltrasjonskapasiteten er med få unntak god i ytterkant av de etablerte randsonene og i overgangen til, og i den naturlige kantvegetasjon. Undersøkelsene har hjulpet oss et stykke på vei med å forstå både prosesser i grasdekte buffersoner, og også gitt innblikk i skjøtsel, bruk og drift av sonene. Det er imidlertid behov for ytterligere undersøkelser over en lengre tidsperiode, da det tar tid og se resultater av redusert gjødsling og endret drift av arealer.

<i>Land/Country:</i> <i>Fylke/County:</i> <i>Kommune/Municipality:</i>	Norge Rogaland Time og Klepp
--	------------------------------------

Godkjent / Approved

Jannes Stolte

Prosjektleder / Project leader

Anne-Grete Buseth Blankenberg

Forord

Bioforsk og Rogaland fylkeskommune signerte i juli 2013 en kontrakt om «Effekt av randsoner langs vassdrag i jordbruksområder på Jæren 2013 - delprosjekt 2». Kontaktperson fra oppdragsgiver, Jæren vannområde (Rogaland fylkeskommune), har vært Elin Valand, mens prosjektleder ved Bioforsk Jord og Miljø har vært Anne-Grete Buseth Blankenberg.

Prosjektleder har utført feltarbeid (herunder jordprøvetaking og måling av jordfuktighet), gjennomført dataanalyser og skrevet rapporten, mens kvalitetssikring er utført av Marianne Bechmann. Forfatter hadde aldri kommet i mål uten et team av arbeidsglade, dyktige og kreative medarbeidere på Jæren og takker derfor alle som har stilt opp i forbindelse med dette prosjektet: Monica Dahlmo som har bidratt vesentlig i arbeidet med den praktiske gjennomføringen av prosjektet, utvelgelse av aktuelle prøvetakingslokaliteter, kontakt med grunneiere og feltarbeid, samt hentet og levert undertegnede på flyplassen og lagt alt til rette for effektive felt- og møtedager. Monica og Nono Dimby gjennomførte også den langvarige prosessen med å vente på at vannet skulle infiltrere høsten 2013. Takk for tålmodighet og service. Tusen takk til Olav Husveg og Olaf Gjerdrem som gjorde en kjempeinnsats under feltarbeid med innhenting av jordprøver og jordfuktighetsmålinger, samt veldig nyttig bidrag i forhold til god kjennskap til områdene og grunneiere. Uten dere hadde dette blitt vanskelig. Tusen takk også til Geir Paulsen som har vært en faglig støttespiller, samt at han kastet seg rundt og gjennomførte infiltrasjonsmålinger våren 2014! I tillegg vil jeg rette en stor takk til oppdragsgiver Elin Valand ved Jæren Vannområde, Rogaland Fylkeskommune for godt samarbeid og lærerike og interessante møter hvor innhold i prosjektet har vært diskutert og justert. Sist men ikke minst skal det også nevnes at feltverter har vist stor interesse og vært til betydelig hjelp for prosjektet, både gjennom verdifull informasjon om lokalitetene, behjelpelighet med gjennomføring av feltarbeidet, spandering av lunch, anskaffelse av batterier, samt hyggelig selskap. En stor takk rettes til dem.

Tusen takk til alle for et godt samarbeid og morsomme, lærerike feltdager!

Forskning for å få bedre forståelse for prosesser i naturen kan være tidkrevende, og utbyttet kan være usikkert. Fortsatt gjenstår det arbeid for å få bedre innsikt i dette tema over tid, men prosjektet har produsert data og informasjon som har ført oss et stykke på vei med hensyn på å forstå prosesser på jorden og i ugjødsle randsoner / grasdekte vannveier og naturlige kantsoner.

Der fotograf ikke er angitt i bildetekst er bildene tatt av undertegnende.

Ås, mai 2014



Anne-Grete Buseth Blankenberg
Prosjektleder



.... Undertegnede gjør feltnotater i regnvær... (Foto: M. Dahlmo).

Innhold

Forord	5
1. Innledning	9
1.1 Bakgrunn	9
1.2 Hensikten med del 2 av prosjektet	9
1.3 Vegetasjonsdekke som tiltak mot tap av jord og næringsstoffer	10
1.3.1 Renseprosesser	11
1.3.2 Effekt av vegetasjon langs vassdrag	11
2. Metodikk	13
2.1 Vurdering av metodikk og aktuelle feltområder	13
2.2 Jordprøver - prøvetaking og kjemiske/fysiske analyser	15
2.2.1 Lokalitet P1. Uggjødsla randsone mellom eng/korn og elv.	16
2.2.2 Lokalitet P2. Graskledd buffersone mellom korn og elv.	18
2.2.3 Lokalitet P3. Uggjødsla randsone mellom eng og vann	20
2.3 Infiltrasjonsmålinger	22
2.4 Jordfuktighetsmålinger	23
3. Resultat	24
3.1 Fosfor i jordprøver	24
3.1.1 Lokalitet 1	25
3.1.2 Lokalitet 2	26
3.1.3 Lokalitet 3	27
3.2 Infiltrasjonsmålinger	29
3.2.1 Lokalitet 1	29
3.2.2 Lokalitet 2	30
3.2.3 Lokalitet 3	32
3.3 Jordfuktighetsmålinger TDR-målinger	34
3.3.1 Lokalitet 1	34
3.3.2 Lokalitet 2	35
3.3.3 Lokalitet 3	36
4. Diskusjon og konklusjoner	38
5. Anbefalinger og behov for ytterligere undersøkelser	40
6. Vedlegg	41
6.1 Vedlegg 1. Kjemiske analyseresultater	41
6.2 Vedlegg 2. Analysebestilling for jordprøver	42
6.3 Vedlegg 3. TDS-målinger	43
6.4 Vedlegg 3. Infiltrasjonsmålinger	45

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

Tilførsler av næringsstoffer (fosfor og nitrogen), pesticider og fekal forurensning forringer vannkvaliteten i bekker og innsjøer. Fosfor er det næringsstoffet som hovedsakelig er begrensende for eutrofiering og algeoppblomstring i ferskvann. Det er derfor viktig å finne frem til gode tiltak for å redusere fosforlekkasjer og -transport fra jordbruksarealer til bekker og innsjøer. Et tiltak er å etablere ulike former for permanent, ugjødsla vegetasjonsdekke som tiltak mot tap av jord og fosfor.

Tidligere erfaringer fra andre forskere gir nyttig informasjon, og del 1 del av dette prosjektet er rapportert i: Notat 2013 - «Ugjødsle randsoner/vegetasjonssoner som rensetiltak for partikkel- og næringsavrenning langs vassdrag».

Notatet inneholder sammenstilling av resultater fra nyere norsk og internasjonal litteratur.

Notatet ligger i sin helhet på Vannportalen og Jæren vannområde sine nettsider

http://www.vannportalen.no/hoved.aspx?m=66509&amid=3639212&fm_site=31134



1.2 Hensikten med del 2 av prosjektet

Det er av stor interesse å vurdere i hvilken grad ulike former for vegetasjonsdekke kan redusere fosforlekkasjer fra jordbruksjord til elver og bekker. Dette er imidlertid en krevende og vanskelig problemstilling på grunn av de mange ulike prosessene som er involvert i renseeffekten. Prosjektet har derfor først og fremst hatt som mål å øke kunnskapsgrunnlaget om jordas kjemiske og fysiske egenskaper i jordbruksjord sammenlignet med:

- 1) Ugjødsle randsoner i eng og beitemark (5 m bred).
- 2) Grasdekt buffersone mellom åker og vassdrag (10 m bred)

For å øke kunnskapsgrunnlaget er det innledningsvis gjort en gjennomgang av de aktuelle nedbørfeltene for å finne egnede lokaliteter, dvs. områder hvor tiltak er iverksatt og har pågått en stund, for deretter å følge opp videre med forsøksvirksomhet. Dette har bestått av følgende:

- 1) Jordprøvetaking og kjemiske analyser av jordbruksjord og jord fra buffersoner/randsoner
- 2) Infiltrasjonstester og fuktighetsmålinger på jordet (åker eller eng/beite) og buffersoner/randsoner

1.3 Vegetasjonsdekke som tiltak mot tap av jord og næringsstoffer

Et tett vegetasjonsdekke binder jorda og beskytter mot erosjon fra regn og overflateavrenning. Etablering av ulike typer vegetasjonsdekke kan være et effektivt tiltak for å redusere tilførsler av fosfor fra jordbruksareal til vannforekomster. Vannressurslovens § 11 setter krav om at det opprettholdes et begrenset areal med naturlig vegetasjon langs alle vassdrag med års-sikker vannføring. I tillegg til det lovpålagte arealet er det ulike former for vegetasjonsdekke som tiltak. Disse tiltakene kan ha flere funksjoner, men hovedfokuset er tiltakenes evne til å rense overflateavrenning, hindre erosjon i vannførende forsengkninger, samt å begrense faren for kanterrosjon langs vassdrag. Vegetasjonsdekke som tiltak mot tap av jord og næringsstoffer kan deles inn i:

- 1) VEGETASJONSDEKKE LANGS VASSDRAG
 - a. Naturlig buffersone
 - b. Ugjødsle randsone i eng og beitemark
 - c. Grasdekte buffersoner (mellom åker og vassdrag)
- 2) VEGETASJONSDEKKE INNE PÅ ÅKEREN
 - a. Grasdekt vannvei
 - b. Tverrgående grasdekt sone

Disse tiltakene er beskrevet i et nytt Tema-ark som Bioforsk kom ut med i februar 2014, og det kan også finnes på Bioforsk sine nettsider

http://www.bioforsk.no/ikbViewer/Content/109019/Vegetasjonsdekke_AGB.pdf

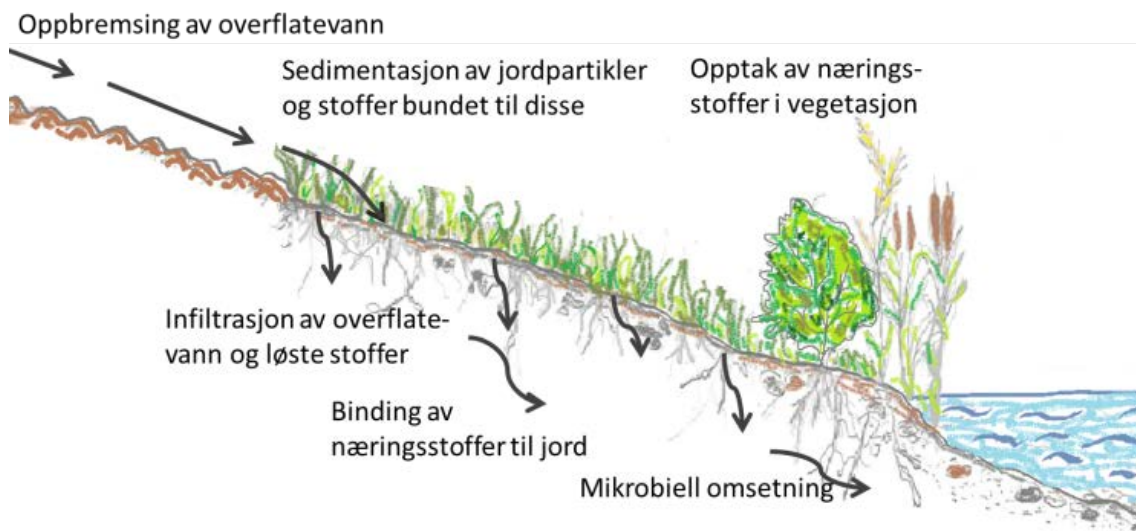


Som vegetasjonsdekke anbefales det å så til med stråstive arter som har god evne til å bremse opp vann og partikler. Det er også positivt at graset utvikler en god jordstruktur for å øke porøsiteten og infiltrasjonskapasiteten til sonene. Forbedring av jordstrukturen tar tid og det er viktig at de vegetasjonsdekte arealene ikke jordarbeides. Det er også anbefalt grasblandinger som inneholder nitrogenfikserende belgplanter, for eksempel kløver. Belgvekster kan fikse nitrogen fra lufta ved hjelp av bakterier som lever i symbiose med planten. Nitrogenet som tas opp fra lufta omdannes til ammoniumnitrogen før det blir

tilgjengelig for plantene, noe som er en energikrevende prosess. I første omgang bruker vekstene selv det nitrogenet de samler fra luften. Etter hvert vil røtter og avlingsrester kunne gi næring for etterfølgende vekster. For best mulig effekt skal vegetasjonssonene høstes hvert år, for på den måten å fjerne næringsstoffene som er tatt opp i vegetasjonen gjennom vekstsesongen.

1.3.1 Renseprosesser

De viktigste renseprosessene i vegetasjonsdekke langs vassdrag er vist i Figur 1. Vegetasjonsdekke bidrar til at jordpartikler sedimenteres, og at løste næringsstoffer infiltreres i jorda.

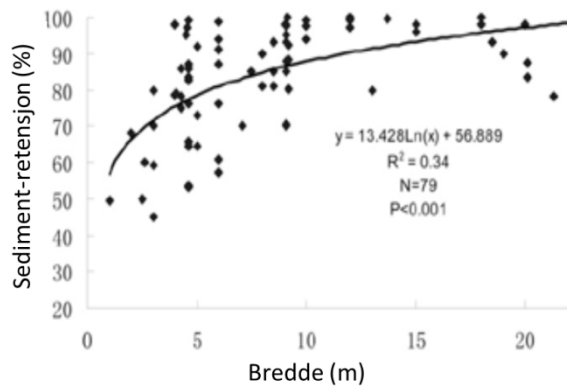


Figur 1. Prinsippskisse av prosesser som skjer når overflatevann renner inn i og passerer en buffersone (III. A-GBB).

1.3.2 Effekt av vegetasjon langs vassdrag

Effekten av etablert vegetasjon langs vassdrag avhenger av bredden på buffersonen, type vegetasjon og jord- og værforhold. Effekten øker om vegetasjonen er etablert på steder med stor erosjonsrisiko. Norsk og utenlandsk litteratur rapporterer store variasjoner i målt effekt av anlagte grasdekte buffersoner. Tilgjengelig kunnskap om effekten av grasdekte buffersoner langs vassdrag for norske forhold er brukt i kost-effektkalkulatoren for jordbrukstiltak, som finnes på nettsidene www.webgis.no/Peffekt. Kost-effektkalkulatoren viser at det er stor variasjon i effekt av grasdekte buffersoner. Sammenstillingen i delprosjekt 1 (http://www.vannportalen.no/hoved.aspx?m=66509&amid=3639212&fm_site=31134) viser at renseseffekten til grasdekte buffersoner ikke øker vesentlig ved bredder over 10 m (Figur 2). Avhengig av helling og hellingslengde vil vanligvis en bredde på 5-10 m være tilstrekkelig for å oppnå maksimal renseseffekt.

Buffersoner skal ikke gjødsles med fosfor, og etter hvert som jordas fosforinnhold reduseres kan de derfor redusere faren for utlekking av fosfor fra jorda til vannforekomsten.



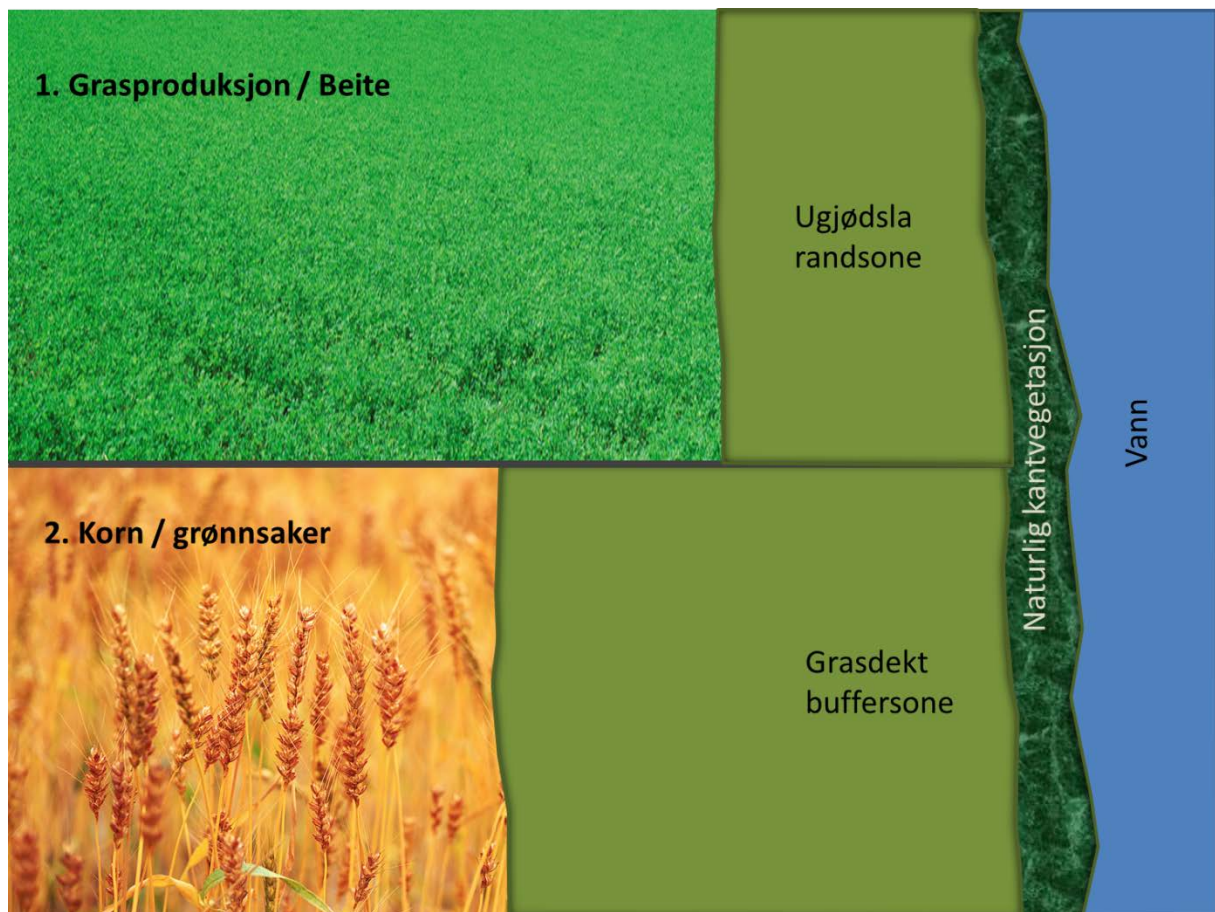
Figur 2. Sammenheng mellom bredden på grasdekte buffersoner langs vassdrag og tilbakeholdelse av jordpartikler (Kilde: Liu et al. 2008).

2. Metodikk

2.1 Vurdering av metodikk og aktuelle feltområder

Det er utfordrende å måle hvilke effekter ugjødsla randsoner i eng og beitemark / grasdekte buffersoner har på utlekking av fosfor til vassdrag. Fosfor når vassdraget gjennom avrenning av jord til vassdraget, eller ved lekkasjer av fosfor fra jord, gjødsel eller planterester.

Det er av stor interesse å vurdere i hvilken grad ulike former for vegetasjonsdekke kan redusere fosforlekkasjer fra jordbruksjord til elver og bekker. Dette er imidlertid et krevende og vanskelig problemstilling. Prosjektet har derfor først og fremst hatt som mål å øke kunnskapsgrunnlaget om jordas kjemiske og fysiske egenskaper i jordbruksjord sammenlignet med ugjødsla randsoner i eng og beitemark (5 m bred) og grasdekt buffersone mellom åker og vassdrag (10 m bred) (Figur 3).



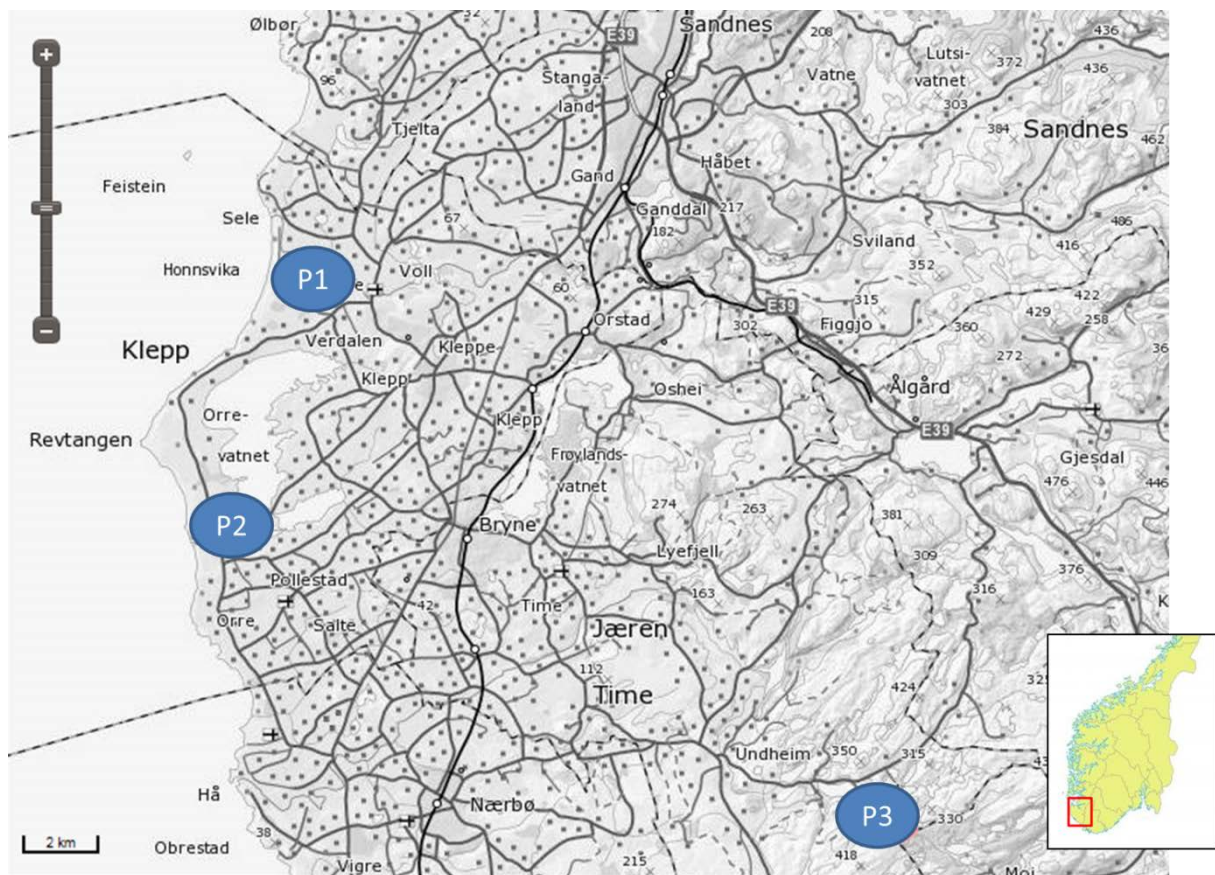
Figur 3. Prinsippkisse av type forsøksområder hvor jordprøver til kjemiske og fysiske analyser er gjennomført.

Prosjektet har tilnærmet seg problemstillingen ved å gjennomføre uttak av jordprøver for kjemisk analyse av jordbruksjord og jord fra buffersoner/randsoner. Faren for fosforlekkasje øker med økende fosforinnhold i jorda. Analyser av fosforinnhold i jordprøvene vil kunne si noe om sonene eventuelt har bidradd til å redusere fosforinnholdet i jorda, og dermed også faren for fosforlekkasjer.

Økt infiltrasjonskapasitet reduserer faren for overflateavrenning og øker muligheten for binding av fosfor nedover i jordprofilen. Prosjektet har derfor i tillegg gjennomført infiltrasjonstester og jordfuktighetsmålinger på jordet og i sonene.

Innledningsvis er det gjort en gjennomgang av de aktuelle nedbørfeltene for å finne egnede lokaliteter, dvs. områder hvor tiltak er iverksatt og pågått en stund. Utvelgelse av lokaliteter er gjennomført ved hjelp av en gjennomgang av hvem som fått tilskudd til vegetasjonsdekke, befaring på aktuelle lokaliteter, samt god hjelp av folk med god lokalkunnskap om jordbruksdrift og grunneiere i området. I tillegg har prosjektet selvsagt vært avhengig av villige grunneiere som har gitt oss mulighet til å gjennomføre forsøk på eiendommene, i tillegg til at de har vist stor interesse for prosjektet og vært behjelpelig med praktiske ting så vel som informasjon om arealer og drift.

På bakgrunn av oppgitte kriterier ble det valgt ut to prøvelokaliteter i Time kommune (P1 og P2), og en lokalitet i Klepp kommune (P3), (Figur 4).

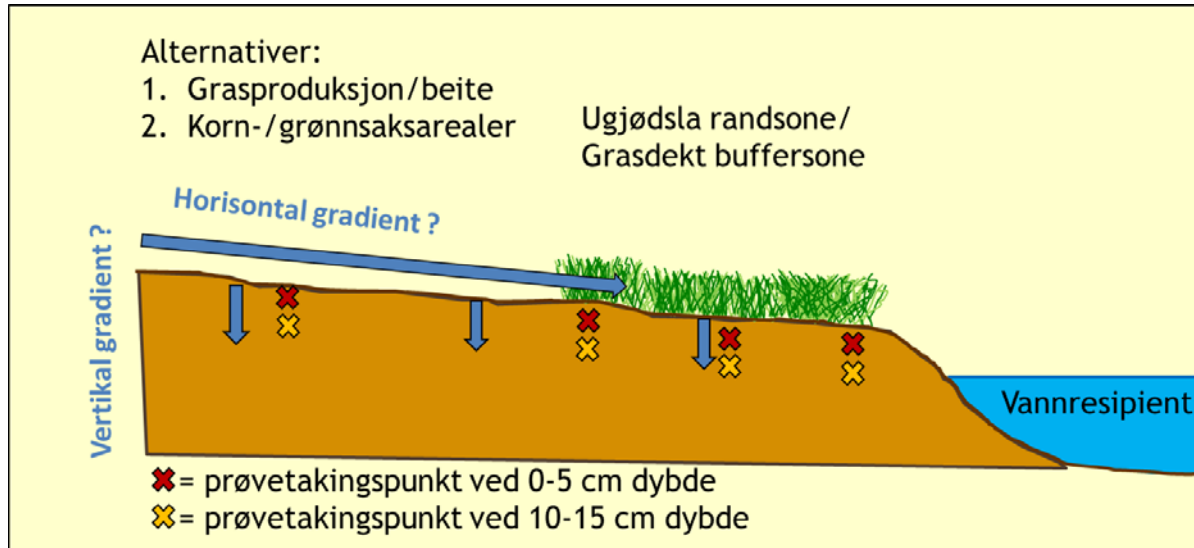


Figur 4. Kart over feltområdene.

Prosjektet har gjennomført infiltrasjonsmålinger, jordfuktighetsmålinger, samt jordprøvetaking for kjemiske og fysiske analyser på de tre prøvetakingslokalitetene P1, P2 og P3.

2.2 Jordprøver - prøvetaking og kjemiske/fysiske analyser

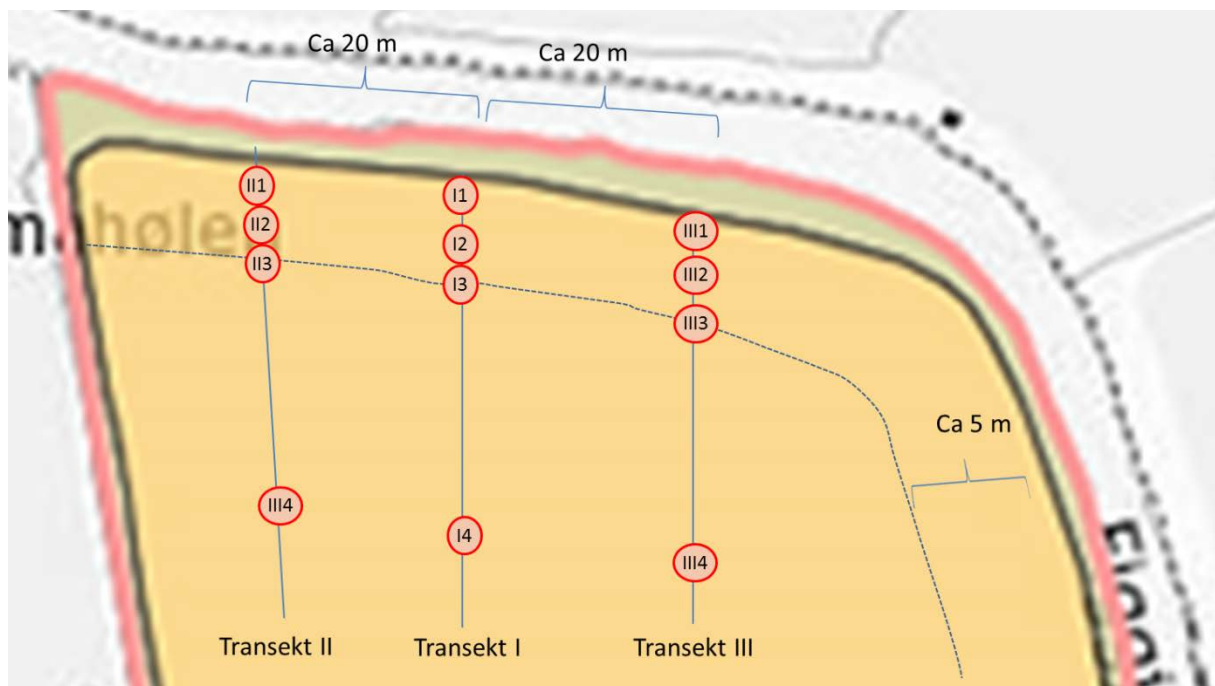
Alle jordprøvene ble tatt ut 26. september 2013. Det ble tatt prøver til kjemisk analyse på tre lokaliteter, i tilsammen 48 prøvetakingspunkter (vedlegg 2). Prøvetakingen ble gjennomført som blandprøver for å få mest mulig representative prøver. Hensikten var å undersøke om det var forskjeller i fosforinnhold på jorden i horisontal og vertikal retning (Figur 5).



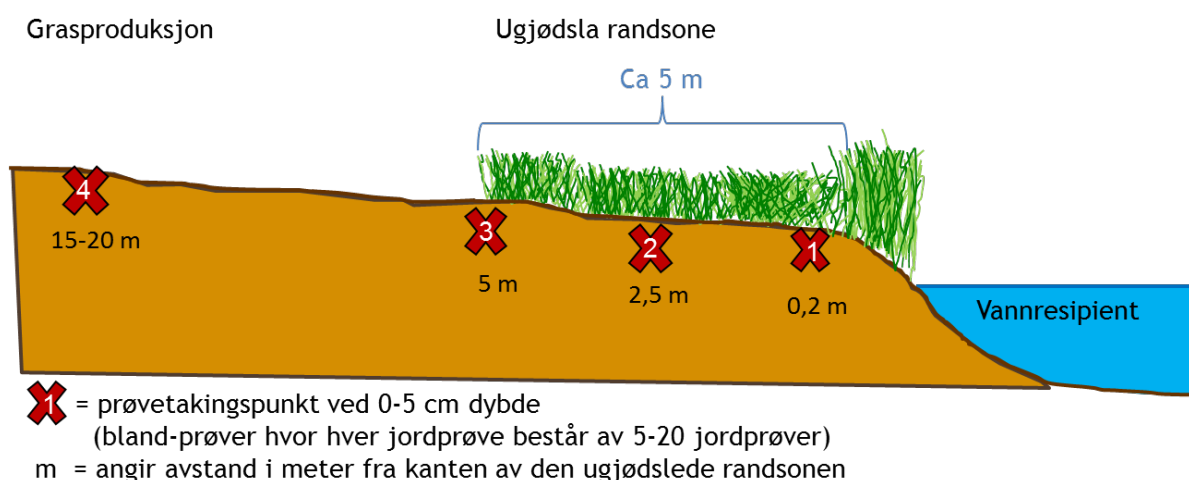
Figur 5. Prinsippskisse med prøvetakingspunkter for uttak av jordprøver.

2.2.1 Lokalitet P1. Ugjødsla randsone mellom eng/korn og elv.

Det opplyses at det vekselvis dyrkes korn og eng på lokaliteten. Sommeren 2013 var det grasproduksjon, og derfor en 5 meter bred ugjødsla randsone mellom eng og naturlig vegetasjon langs elvekanten. Prøvetakingspunktene er i kanten mellom ugjødsla randsone og naturlig vegetasjon langs elven, midt i randsonen, i overgangen mellom randsone og eng, samt 10-15 m inne på jordet (Figur 6). Jordprøvene tatt ved ca 5 cm dybde, og hver enkelt jordprøve er en blandprøve bestående av 15-20 stikk på hvert prøvetakingspunkt (Figur 7). I oversikt over RMP-midler viser at det er gitt tilskudd til grasdekt vannvei / vegetasjonssone i årene 2005 til 2009 og 2012. Figur 8 viser bilde fra jordprøvetaking og Figur 9 viser historiske bilder fra lokaliten.



Figur 6. Lokalisering av prøvetakingspunkter ved lokalitet 1, fugleperspektiv.



Figur 7. Prinsippskisse av prøvetakingspunkter i hvert av de tre transektene, dybdeprofil.



Figur 8. Jordprøvetaking på lokalitet 1.



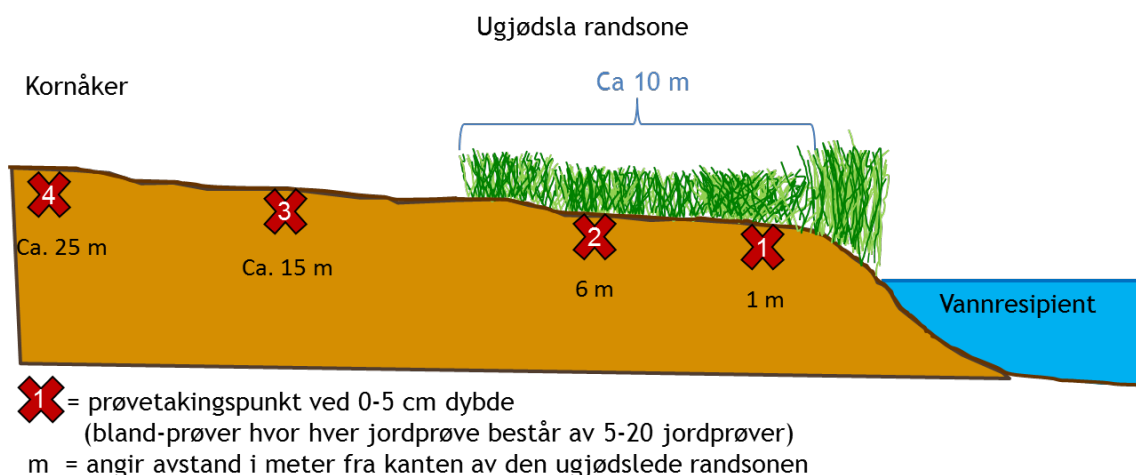
Figur 9. Historiske bilder fra år 2002, 2008, 2011 og 2013 fra lokaliteten. Bildene er hentet fra opplysningen 1881.

2.2.2 Lokalitet P2. Graskledd buffersone mellom korn og elv.

På lokalitet 2 er det kornproduksjon, og derfor en grasdekt buffersone på 10 m mellom åkeren og naturlig vegetasjon langs bekken. Gårdbruker opplyser at han har fått anbefaling om å pløye og så ny grasdekt buffersone hvert år. På befaring ble det klargjort at dette ikke var å anbefale, og heller ikke ønskelig fra gårdbruker sin side. Buffersonen skal høstes hvert år. Det første prøvetakingspunktet i hvert enkelt transekt er ca 1 m inn i den grasdekte buffersonen, neste prøvetakingspunkt er midt i den grasdekte buffersonen, mens de to siste prøvetakingspunktene er inne på åkeren, hhv ca 15-25 m fra bekken (Figur 10). Jordprøvene ble tatt ved 0-5 cm dybde, og hver enkelt jordprøve er en blandprøve bestående av 15-20 stikk på hvert prøvetakingspunkt (Figur 11). Oversikt over RMP-midler viser at det er gitt tilskudd til grasdekt vannvei / vegetasjonssone i årene 2005 til 2009 og 2012. Figur 12 viser bilde fra jordprøvetaking og Figur 13 viser historiske bilder fra lokaliteten.



Figur 10. Lokalisering av prøvetakingspunkter ved lokalitet 2, fugleperspektiv.



Figur 11. Prinsippskisse av lokalisering av prøvetakingspunkter i hvert av de tre transektene ved lokalitet 2, dybdeprofil.



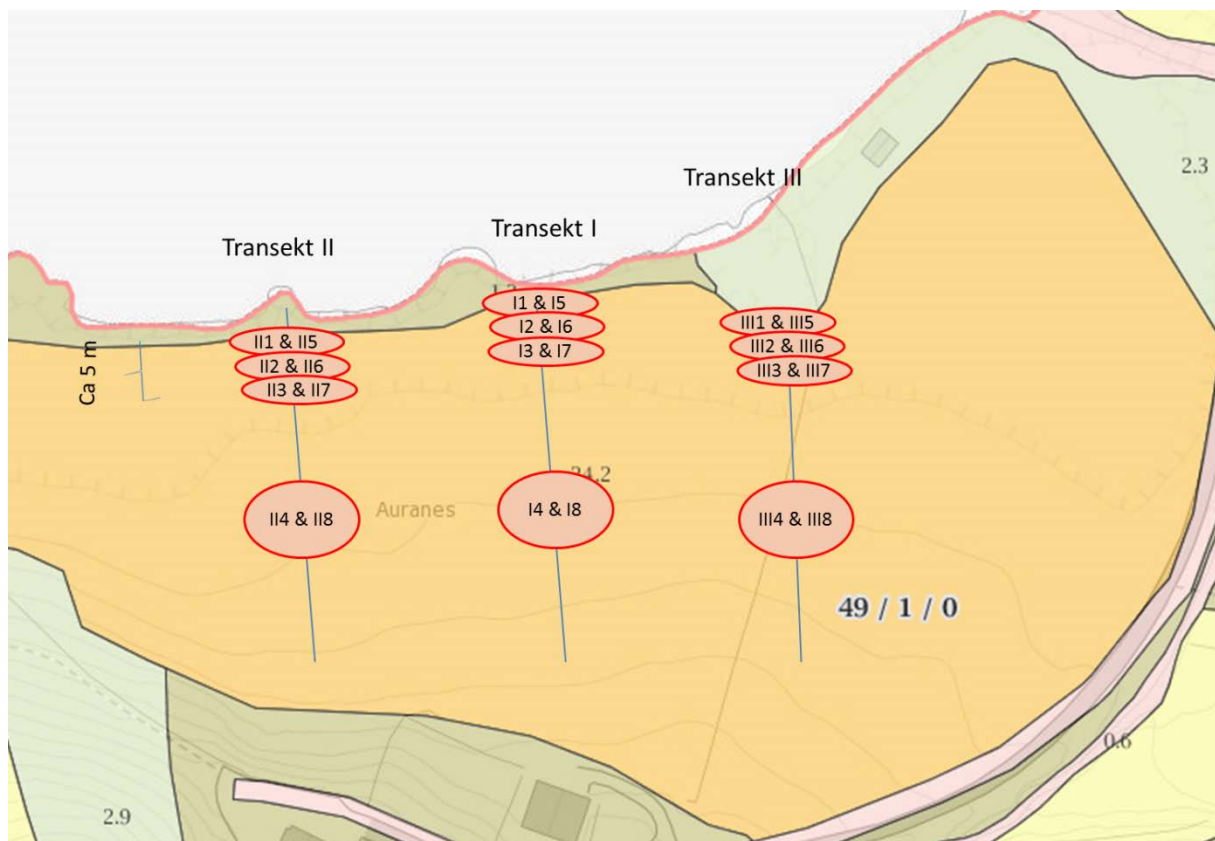
Figur 12. Feltdag på prøvelokalitet 2.



Figur 13. Historiske bilder fra år 2002, 2008, 2011 og 2013 fra lokaliteten. Bildene er hentet fra opplysningen 1881.

2.2.3 Lokalitet P3. Ugjødsla randsone mellom eng og vann

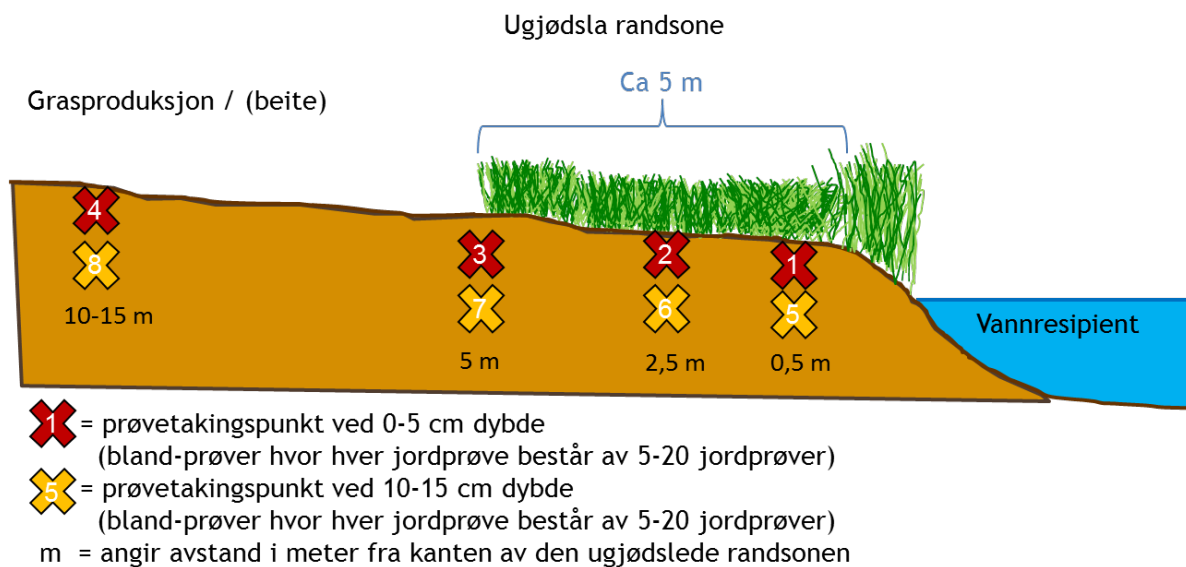
På lokaliteten er det eng, og det er derfor en 5 meter bred ugjødsla randsone mellom eng og den naturlige vegetasjonssonen ned mot vannet. I en 14-dagers periode om høsten beiter lam på hele området, også i den ugjødsla randsonen. Det er hentet ut jordprøver ca en halv meter inne på ugjødsla randsonen, en midt i sonen og en i overgangen til eng (Figur 14). På lokaliteten er det tatt ut jordprøver ved ca 5 cm dybde og 10-15 dybde, og hver enkelt jordprøve er en blandprøve bestående av 15-20 stikk på hvert prøvetakingspunkt (Figur 16). PMP oversikt viser at det ble tildelt tilskudd for grasdekt vannvei / vegetasjonssone i årene fra og med 2005 til og med 2013. Figur 15 viser bilde fra jordprøvetaking og Figur 17 viser historiske bilder fra lokaliteten.



Figur 14. Lokalisering av prøvetakingspunkter ved lokalitet 1, fugleperspektiv.



Figur 15. Ugjødsla randsone ved lokalitet 3.



Figur 16. Prinsippskisse av lokalisering av prøvetakingspunkter i hvert av de tre transektene, dybdeprofil.



Figur 17. Historiske bilder fra år 2002, 2008, 2011 og 2013 fra lokaliteten. Bildene er hentet fra 1881.

2.3 Infiltrasjonsmålinger

Infiltrasjonsmålinger gir informasjon om hvor raskt vannet infiltrerer i jord. Høy infiltrasjonskapasitet gir redusert fare for overflateavrenning. Infiltrasjonstester ble gjennomført ved lokalitetene vist i Figur 4. Infiltrasjonen ble målt i naturlig kantvegetasjon, i grasdekte buffersoner / ugjødsle randsoner og på åker. Infiltrasjonsmålingene ble tatt langs transekter som vist i kapittel 2.2. Infiltrasjonstestene ble gjennomført høsten 2013 og våren 2014. og i resultatdelen illustrerer nøyaktig lokalisering av infiltrasjonspunktene.

Det benyttes enkeltring ring infiltrrometer som gir informasjon om infiltrasjonshastigheten av vannet. Jo bedre infiltrasjonskapasitet, jo mindre overflateavrenning. Figur 18 viser bilder fra infiltrasjonstester ved de tre lokalitetene.



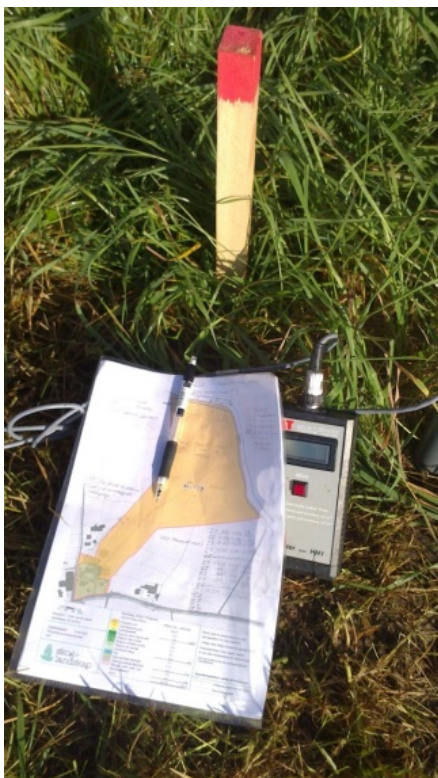
Figur 18. Bildene viser infiltrasjon ved alle tre lokalitetene våren 2014 (Foto: G. Paulsen).

Infiltrometer-testene ble gjennomført ved at ringene ble banket ned i bakken som vist i Figur 18. Ringene ble banket godt ned, slik at det ble tett rundt ringen og vann ikke kunne lekke ut. I forkant av at ringen ble banket ned i bakken ble vegetasjonen klippet ned uten å forstyrre røttene, og det ble skåret forsiktig med kniv i jordprofilen der ringene skulle settes ned for å unngå å forstyrre jorda for mye.

Ringene ble fylt opp med vann. Ved målingens start ble vannnivået justert til et bestemt nivå, som ble lest av på en linjal som var festet på innsiden av ringen. Videre ble det registrert hvor lang tid det tok for at vannet skulle synke et notert antall cm. Prosedyren ble så gjentatt til det ble antatt at det var oppnådd en tilnærmet stabil synkehastighet. Denne synkehastigheten tilsvarer da infiltrasjonskapasiteten ved såkalt 'stabil tilstand' (vedlegg 4).

2.4 Jordfuktighetsmålinger

Det ble også foretatt jordfuktighetsmålinger med en TDR-sensor (vedlegg 3). Jordfuktighetsmålingene ble gjennomført på de tre prøvetakingslokalitetene ved alle prøvetakingspunkter den 26. september 2013, samme dag som jordprøver ble hentet ut (Figur 19). Dette er relativt raske målinger som gir informasjon om jordfuktigheten (volumprosent vann i jorden) under måle-episoden og kan være med på å gi informasjon om pakkingsgrad som har betydning for faren for overflateavrenning av sedimenter og næringsstoffer. Pakkingsgraden har dessuten også betydning for risikoen for utrasing av bekkekanten. Økt pakkingsgrad kan gi større fare for utrasing av bekkekant.



Figur 19. Foto av et prøvetakingspunkt og TDR-sensor som brukes jordfuktighetsmålinger.

3. Resultat

3.1 Fosfor i jordprøver

En oversikt over resultatet av alle kjemiske data er vist i vedlegg 1. Tabell 1 viser en oversikt over resultatet av kjemiske analyser, som gjennomsnittlig konsentrasjon i jordprøver hentet ut fra 0-5 cm dyp for de tre lokalitetene, samt ved dybde 10-15 cm ved lokalitet 3.

Tabell 1. Gjennomsnittlig innhold av kjemiske parametere på de tre lokalitetene.

Parameter	Enhet	Lokalitet 1 (d=0-5 cm)	Lokalitet 2 (d=0-5 cm)	Lokalitet 3 (d=0-5 cm)	Lokalitet 3 (d=10-15 cm)
Antall prøver		12	12	12	12
Volumvekt	kg/L	1,3	1,3	1,0	1,0
pH		5,7	6,3	5,3	5,4
Fosfor (P-AL)	mg/100g	14,7	17	34	27
Kalium (K-AL)	mg/100g	8,2	11,9	18	8
Magnesium (Mg-AL)	mg/100g	6,9	8,7	12	7
Kalsium (Ca-AL)	mg/100g	21	171	84	70
Natrium (Na-AL)	mg/100g	<5,0	<5,0	6,4	2,3
Glødetap	% TS	3,4	5,0	22,4	18,5
Fosfor (Tot-P)	mg/kg	600	573	2817	2417

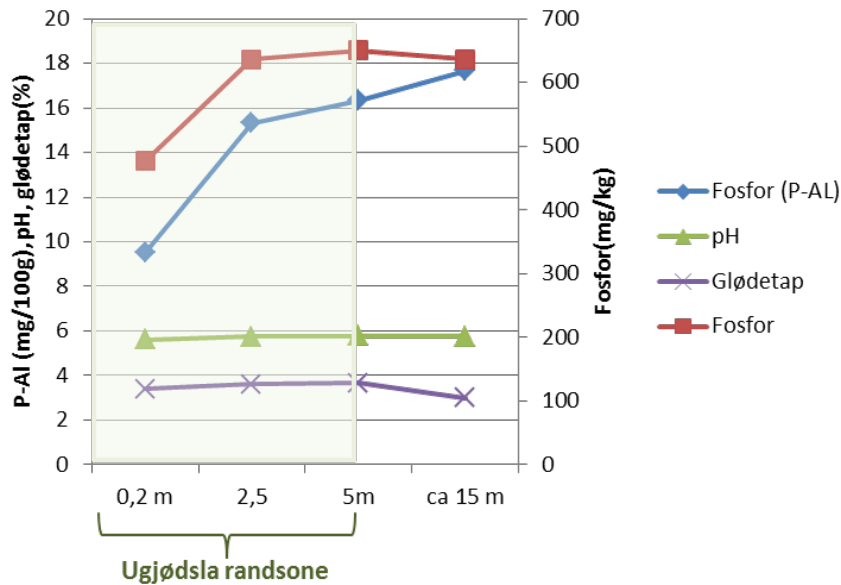
Total fosfor (tot-P) er summen av organisk fosfor og uorganisk fosfor. P-AL er et mål på jordas innhold av plantetilgjengelig fosfor. Det er stor forskjell på fosforinnhold i jorda på de tre lokalitetene. Gjennomsnittlig total fosfor på lokalitet 1 og 2 er ca. 600 mg/kg, mens det ved lokalitet 3 er over fire ganger så høyt med over 2800 mg/kg.

P-AL er et mål på jordas innhold av plantetilgjengelig fosfor. Jord med høye P-AL verdier utgjør en betydelig forurensningsrisiko for vann og vassdrag. Et P-AL nivå på 5-7 anses som optimalt både i forhold til plantedyrking og miljøhensyn. Gjennomsnittlig P-AL på lokalitet 1 og 2 er hhv. 14,7 mg/100g og 17 mg/100g, mens det på lokalitet 3 er omtrent dobbelt så høyt, med en verdi på 34 mg/100g. Verdier over 14 er karakterisert som meget høye.

Glødetapet angir innhold av organisk materiale i jordprøvene og oppgis i %. På lokalitet 3 er det gjennomsnittlige glødetapet ca fire ganger så høyt (22,4 %), som ved lokalitet 1 og 2 (hhv 3,4 % og 5,0 %). Opprinnelig stedegen jordtype og tilførsel av husdyrgjødsel er årsak til høyt innhold av organisk materiale.

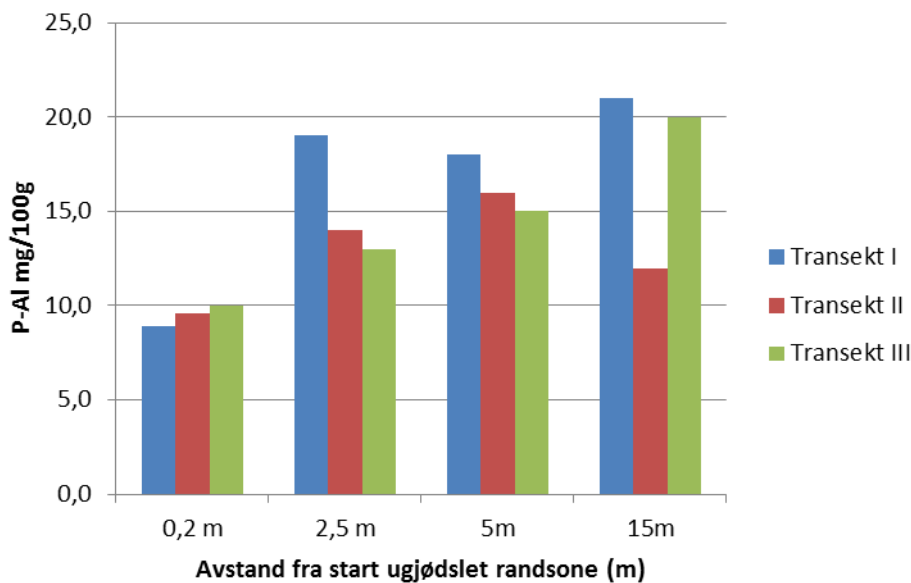
3.1.1 Lokalitet 1

Gjennomsnittlig fosforinnhold i de tre transektene økte fra punktet nærmest den naturlige buffersonen (0,2 m) (477 mg/kg) til midt på randsonen (2,5 m), men flatet derfra ut frem til målinger foretatt 15 m inne på jordet (637 mg/kg), mens P-AL verdiene økte mest fra 0,2 m (10 mg/100g) til 2,5 m (15 mg/100g), men steg ytterligere der ransonen sluttet og 15 m inn på jordet (18 mg/100g), (Figur 20).



Figur 20. Gjennomsnittlig innhold av fosfor (Total-P og P-AL), pH og glødetap for de tre transektene ved lokalitet 1.

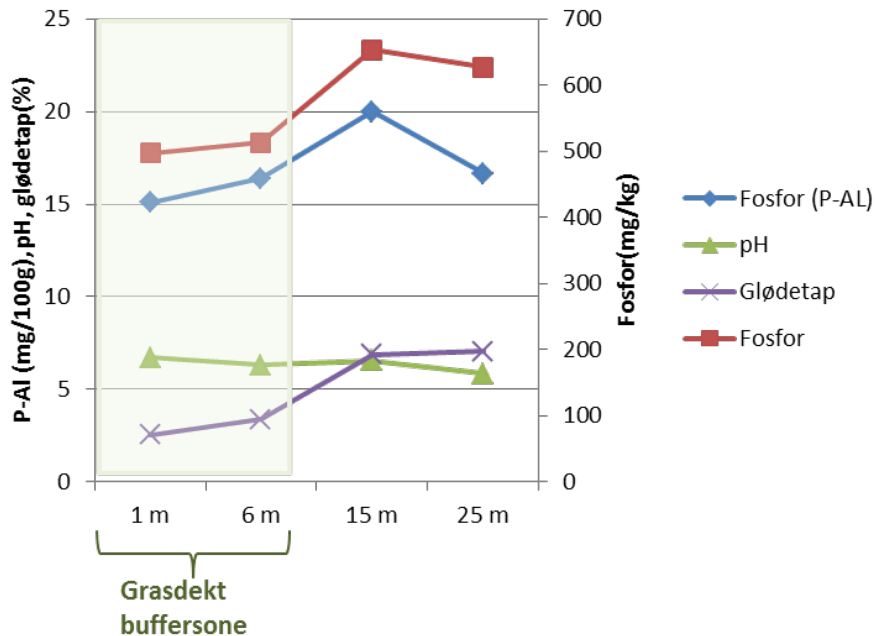
Figur 21 viser P-AL verdier i hvert enkelt prøvetakingspunkt i de tre transektene. 0,2 m inn i randsonen er nivået relativt likt i de tre transektene (9-10 mg/100 g), mens den største variasjonen er 15 m inn på jordet (12-21 mg/100 g).



Figur 21. P-AL verdier i hver enkelt jordprøve i de tre transektene ved lokalitet 1.

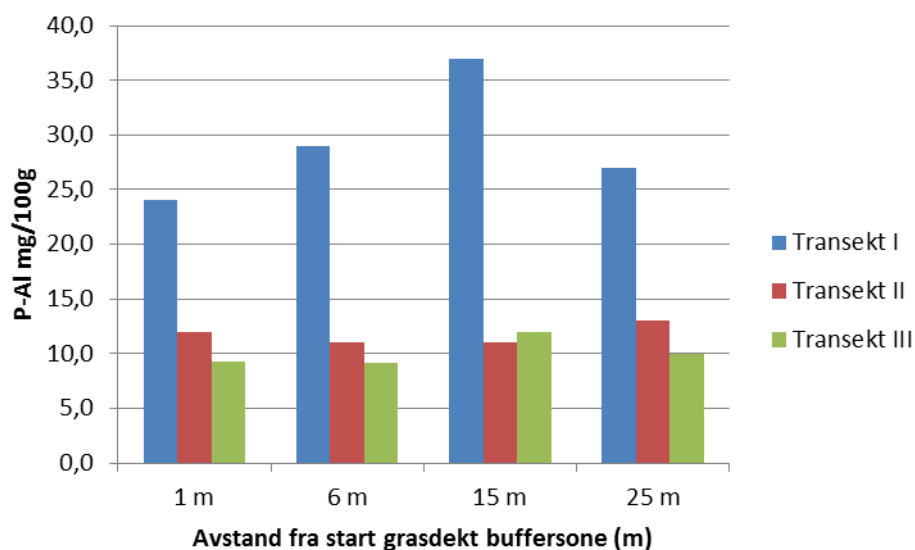
3.1.2 Lokalitet 2

Gjennomsnittlig fosforinnhold i de tre transektene varierer fra 497 mg/kg 0,5 m inne i den ugjødsle randsonen til 653 mg/kg 15 m inne på jordet, mens P-AL verdiene varierte fra 15 mg/100g til 20 mg/100g 15 m inne på jordet (Figur 22).



Figur 22. Gjennomsnittlig innhold av fosfor (Total-P og P-AL), pH og glødetap for de tre transektene ved lokalitet 2.

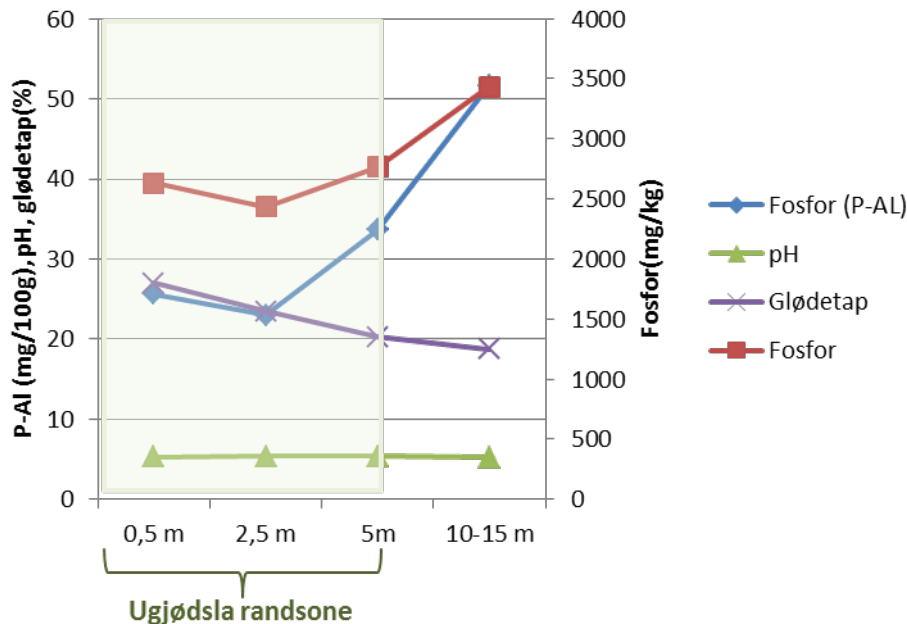
Figur 23 viser at P-AL verdiene er mye høyere i prøvetakingspunktene i transekt I (24-37 mg/100 g), sammenlignet med transekt II og III (9-13 mg/100 g). I transekt I øker P-AL verdien fra 1 m inn i buffersonen frem til 15 m ut på jordet, men så reduseres P-AL verdien noe 25 m inne på jordet igjen. Det er det samme mønsteret for P-AL verdier i transekt III, mens transekt II ikke er så store variasjon fra jordekant inn på jordet.



Figur 23. P-AL tall i de tre transektene på lokalitet 2.

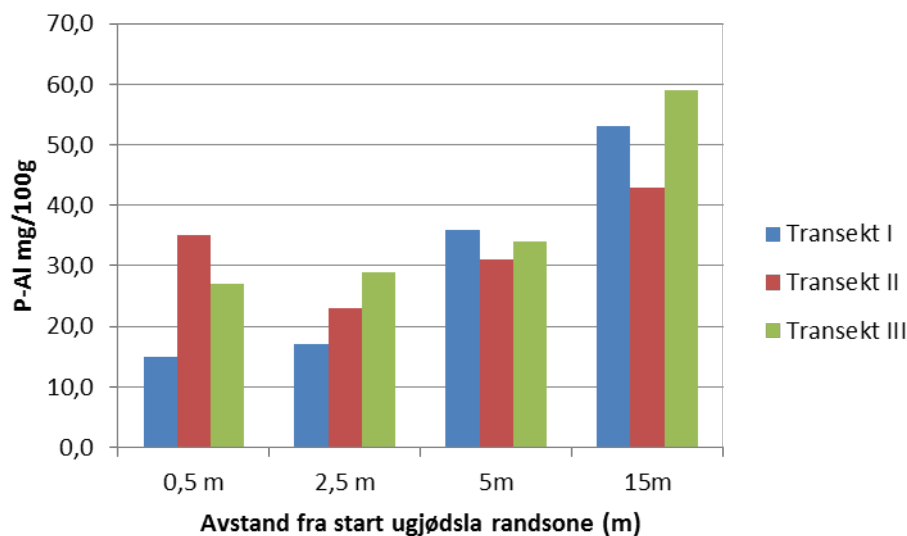
3.1.3 Lokaltet 3

Figur 24 viser at både gjennomsnittlig fosforinnhold og P-AL verdier er lavere i den ugjødsla randsonen enn inne på jordet. I randsonen var fosforverdiene rundt 2500 mg/kg, mens det var nesten 1000 mg/kg mer på åkeren. P-AL verdiene varierer fra ca 25 mg/100g og fordobles til ca. 50 mg/100g 10-15 m inne på jordet.



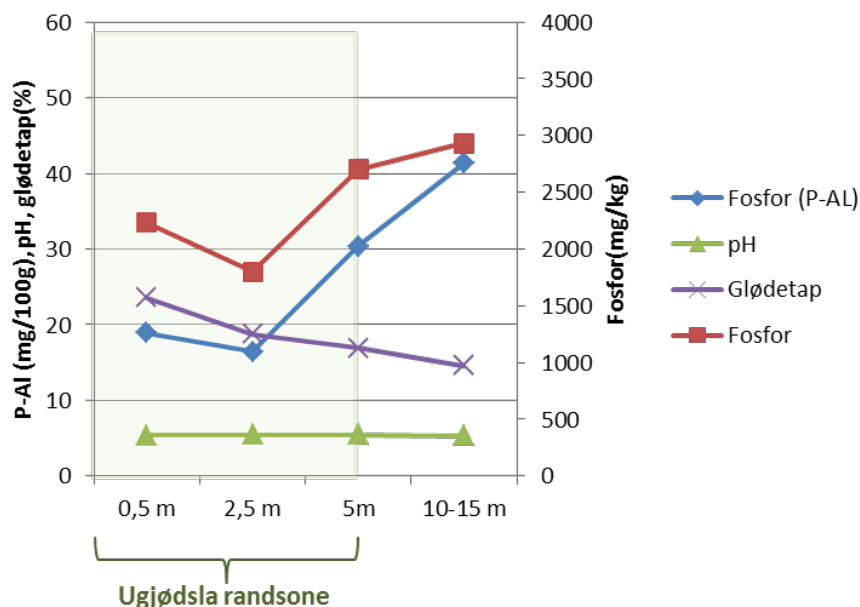
Figur 24. Gjennomsnittlig innhold av fosfor (Total-P og P-AL), pH og glødetap for de tre transektene ved lokalitet 3 i jordprøver tatt i de 5 øverste ca av jordprofilen.

I alle transektene var P-AL verdiene lavere i randsonen enn lengre opp på jordet (Figur 25). I transekt I og III økte verdiene med avstand fra starten på den ugjødsla randsonen fra hhv 15 og 27 mg/100 g til hhv 53 og 59 mg/100g. I transekt II var også mønsteret det samme med unntak av ved 0,5 m, hvor verdien var høyere enn ved overgangen fra randsonen til jordet.



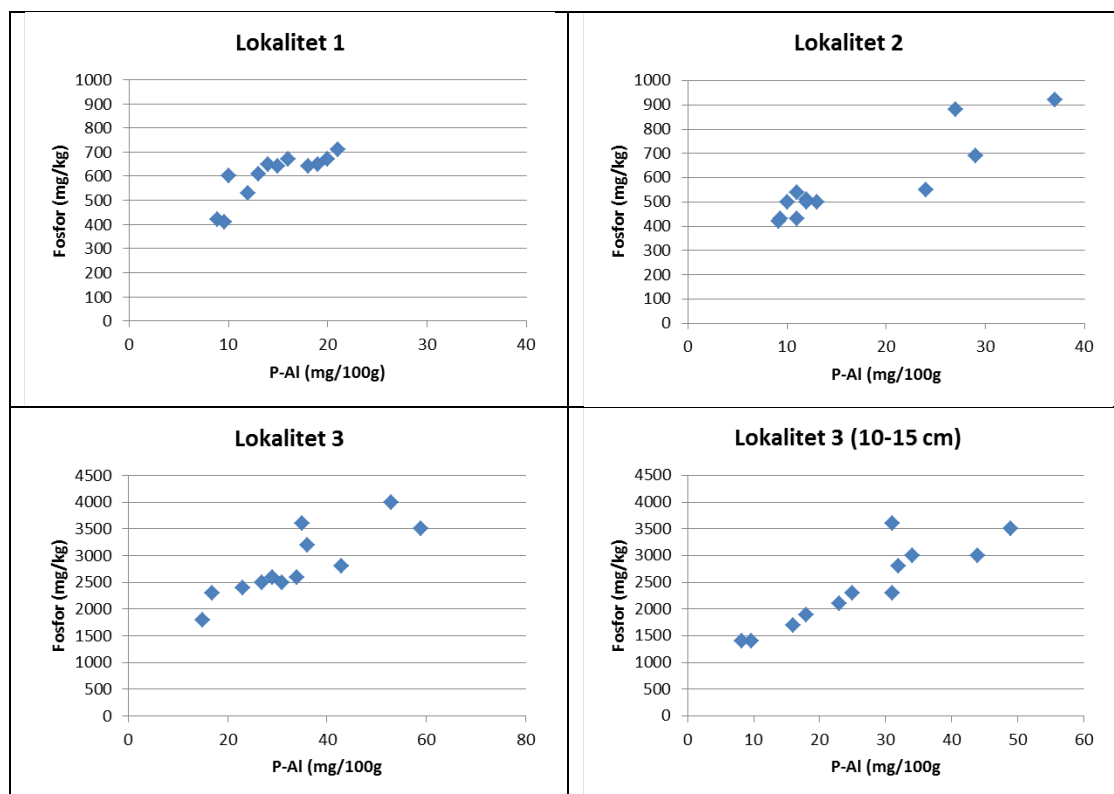
Figur 25. P-AL tall i de tre transektene på lokalitet 3.

Jordprøver hentet ut fra 10-15 cm ned i jordprofilen viser samme trend på kurvene, men har lavere verdier (Figur 26). I randsonen var fosforverdiene rundt 1800 mg/kg, mens det var litt over 1000 mg/kg mer på åkeren. P-AL verdiene varierer fra ca 16 mg/100g og mer enn fordobles til ca. 40 mg/100g 10-15 m inne på jordet.



Figur 26. Gjennomsnittlig innhold av fosfor (Total-P og P-AL), pH og glødetap for de tre transektene ved lokalitet 3 i jordprøver tatt fra 10-15 cm dyp.




Det er en god sammenheng mellom totalfosfor innhold og P-AL status. Jordprøver fra alle tre lokaliteter viser at jo høyere fosforinnhold, jo høyere er P-AL-nivået (Figur 27).



Figur 27. Forholdet mellom konsentrasjonen av totalfosfor (mg/kg) og P-AL (mg/100mg) ved de tre lokalitetene.

3.2 Infiltrasjonsmålinger

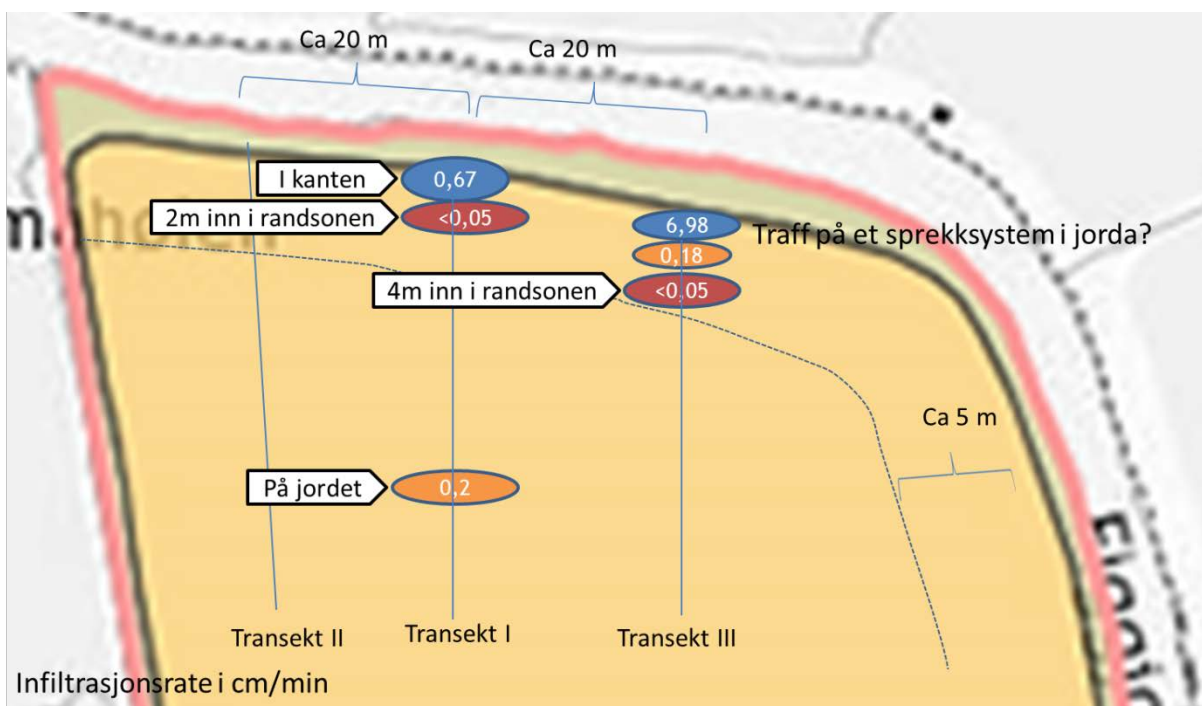
Infiltrasjonskapasiteten måles i hvor mange cm vannsøyle som infiltrerer i jorda per minutt. Infiltrasjonskapasiteten er oppgitt med fargekoder etter følgende inndeling (inndelingen er utført av forskere ved Bioforsk):

Fargekode:	Betegnelse:	Infiltrasjonskapasitet:
	Dårlig	< 0,05
	Mindre god	0,05 - 0,3
	God	> 0,3

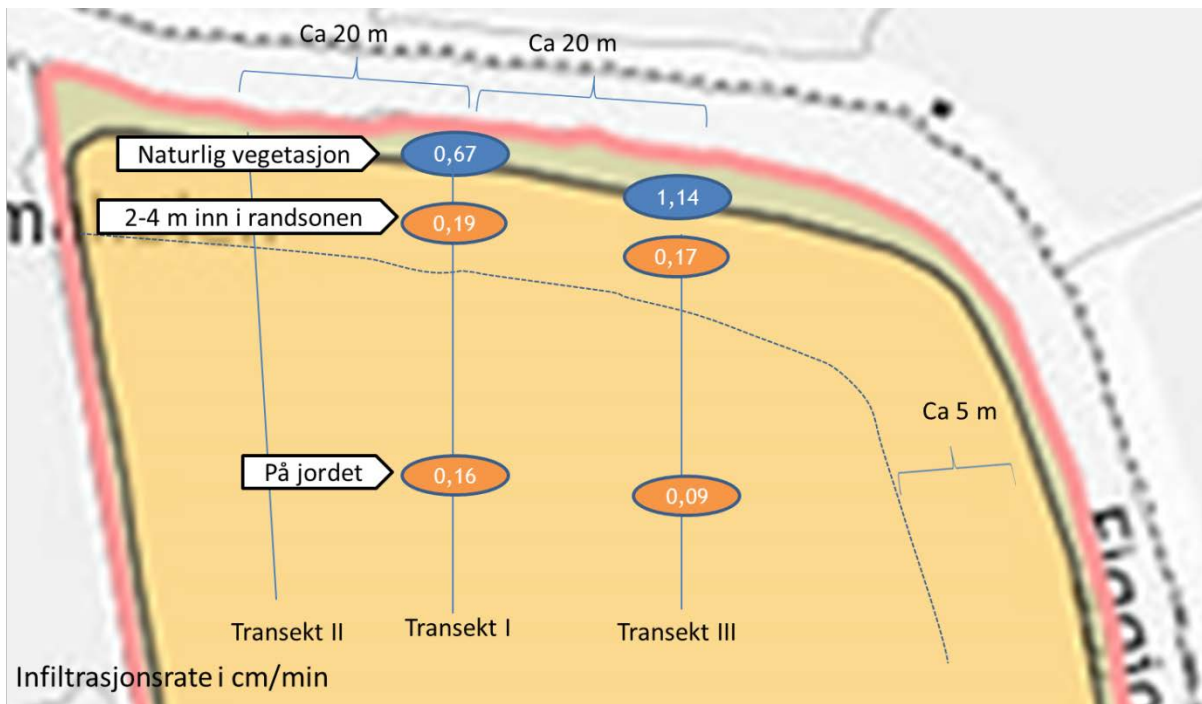
Permanent grasdekke vil i teorien utvikle et godt rotsystem over tid, i tillegg til å legge til rette for fauna i jordprofilen (eks. meitemark), noe som er med på å øke infiltrasjonskapasiteten og dermed redusere eventuell overflateavrenning. Redusert overflateavrenning øker opptak av fosfor gjennom jordprofilen. Ved alle tre lokaliteter ble det gjennomført infiltrasjonstester høsten 2013. Ved flere prøvetakingspunkter infiltrerte ikke vannet på veldig lang tid, og det ble derfor bestemt at infiltrasjonstesten også skulle gjennomføres våren 2014.

3.2.1 Lokalitet 1

Resultater av infiltrasjonstester høsten 2013 viser at det var svært dårlig og dårlig infiltrasjonskapasitet i den ugjødsla randsonen og inne på jordet (Figur 28). I kanten ut mot bekken og den naturlige buffersonen var det god infiltrasjonskapasitet, og ved målepunktet i transekt III er det mistanker om at en kanskje traff på et sprekkssystem grunnet svært god infiltrasjonskapasitet. Våren 2014 ble testene gjentatt (Figur 29), og denne gangen var infiltrasjonen mindre god på jordet og i vegetasjonssonen, mens den også denne gangen var god helt i kanten mot/over i naturlig vegetasjonssone. Det er ingen tegn på at det er verken bedre eller dårligere infiltrasjonskapasitet i den ugjødsla randsonen. Det kan være flere årsaker til den dårlige infiltrasjonskapasiteten her, for eksempel pakkingskader etter store kjøretøy/last eller tette sjikt i jordprofilen.



Figur 28. Infiltrasjonskapasitet i transekt I og III på lokalitet 1, høsten 2013.



Figur 29. Infiltrasjonskapasitet i transekt I og III på lokalitet 1, vår 2014.

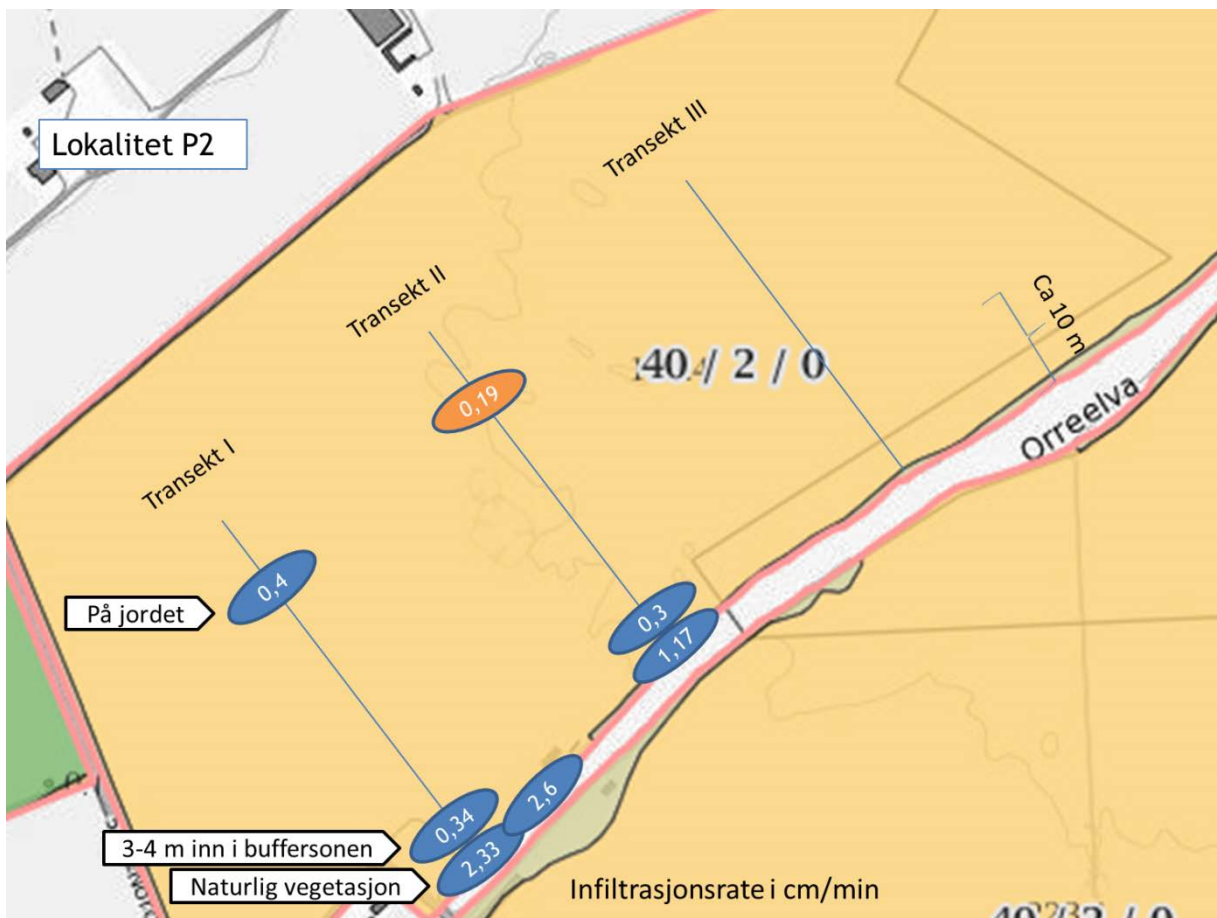
3.2.2 Lokalitet 2

Høsten 2013 ble det gjennomført kun noen få infiltrasjonstester, men arbeidet ble avsluttet da vannet ble stående i infiltrasjonsringen uten å synke (Figur 30). Bildet i Figur 37 viser at vannet sto flere steder, noe som forklarer hvorfor det var vanskelig å gjennomføre infiltrasjonstester. Det historiske bildet fra 1963 i Figur 32, gir også en indikasjon at det tidligere har vært et vått område her.

Våren 2014 ble det gjennomført nye tester som viste god infiltrasjonskapasitet på jordet, med unntak av et punkt på jordet i transekt II (Figur 31). Det er grunn til å tro at høy grunnvannstand er en av årsakene til dårlig infiltrasjon her. Faktorer som jordpakking med tunge maskiner og tette sjikt nedover i jordprofilet kan også være medvirkende årsak til stedvis og tidvis dårlig infiltrasjon. Frem til 2013 ble den vegetasjonsdekte buffersonen pløyd opp og etablert for hvert år. Det hadde vært nyttig å se om forholdene i sonen vil endre seg i forhold til tidligere år, og i forhold til resten av jordet nå etter at sonen er permanent.



Figur 30. . Infiltrasjonkapasitet på lokalitet 2, høsten 2013.



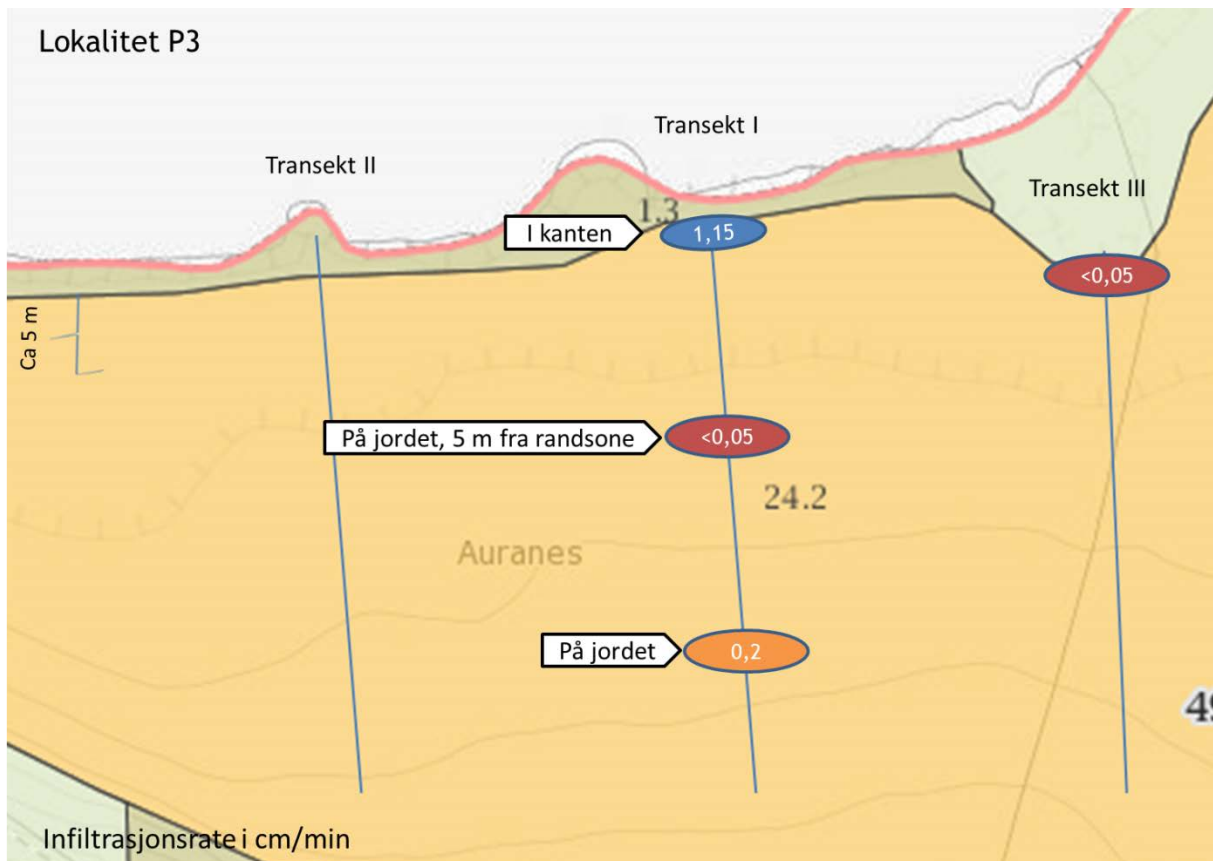
Figur 31. Infiltrasjonkapasitet i transekt I og II på lokalitet 2, våren 2014.



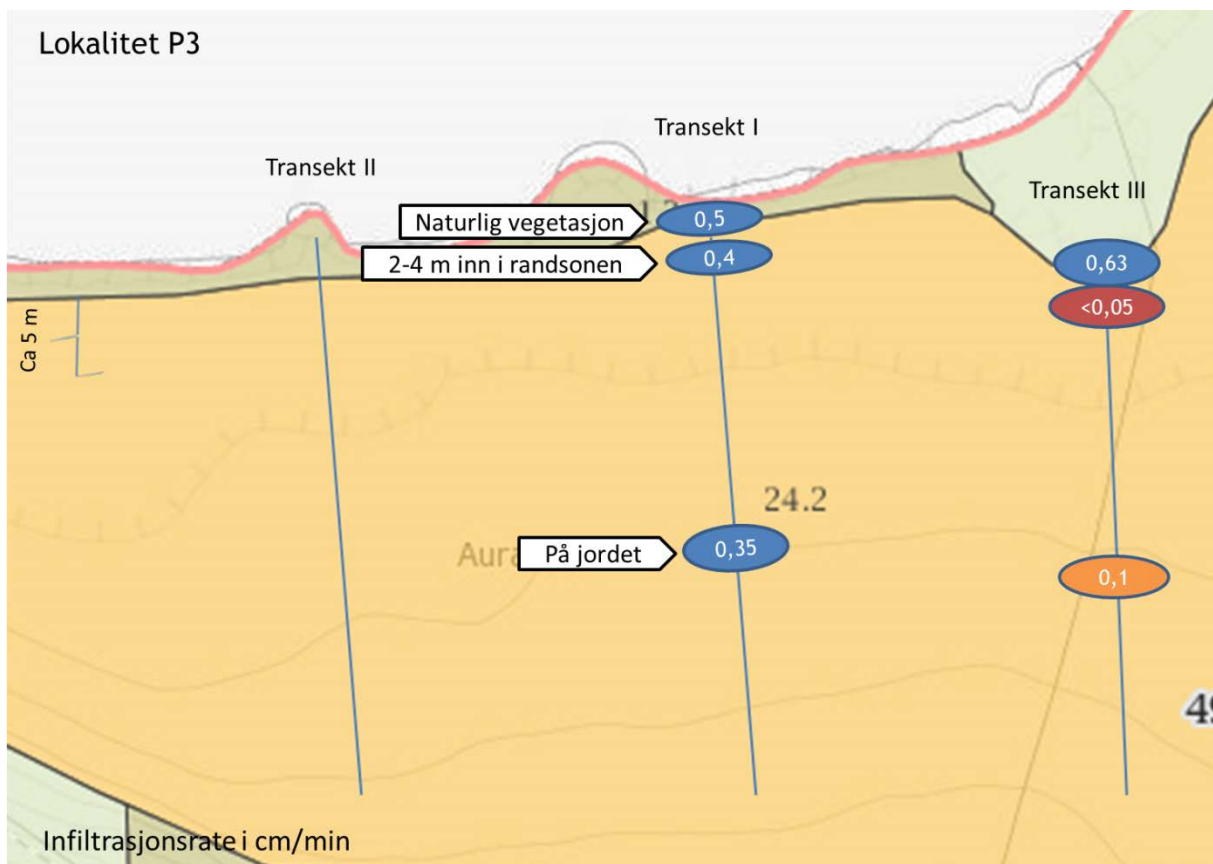
Figur 32. Historisk bilde fra lokalitet 2 fra 1963. Bildet er hentet fra opplysningen 1881

3.2.3 Lokalitet 3

Høsten 2013 var det mindre god og dårlig infiltrasjon ved alle prøvetakingspunkter med unntak av i overgangen til naturlig vegetasjonssone (Figur 33). Våren 2014 viste testene god infiltrasjon i naturlig vegetasjon og langs hele transekt I. Inne i den ugjødsle randsonen i transekt III var det svært dårlig infiltrasjon, mens den var mindre god lengre opp på jordet i transektet (Figur 34). I 2013 kan høy grunnvannstand ha vært med på å påvirke måleresultatene, men den fuktige jorden og dårlige infiltrasjonskapasiteten langt opp på jordet indikerer at det kan være flere årsaker.



Figur 33. Infiltrasjonskapasitet i transekt I og III på lokalitet 3, høsten 2013.








Figur 34. Infiltrasjonskapasitet i transekt I og III på lokalitet 3, vår 2014.

3.3 Jordfuktighetsmålinger TDR-målinger

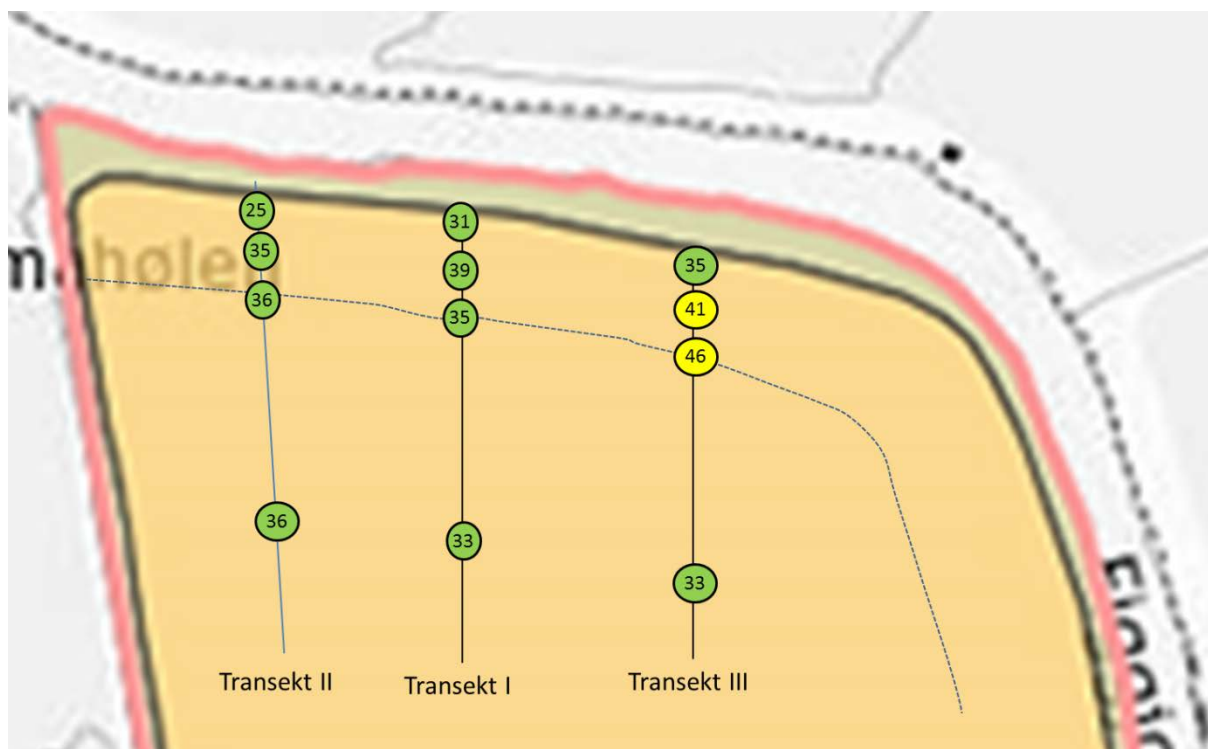
Jordfuktighetsmålinger ble foretatt med en TDR-måler på samme tid som jordprøvene ble hentet ut, noen dager før første omgang med infiltrasjonsmålinger ble gjennomført høsten 2013. Det ble foretatt minimum tre jordfuktighetsmålinger rundt hvert enkelt prøvetakingspunkt på alle de tre lokalitetene (vedlegg 3).

Den aktuelle fuktigheten i jord er et resultat av flere faktorer, bl. a. nedbør/fordampning (som varierer sterkt over tid), tilsig, overflateavrenning, drenering og jordas infiltrasjonsevne. I de følgende figurer er det angitt fem fargekoder for å få en visuell beskrivelse av hvor fuktig jorda var på det aktuelle prøvetakingstidspunktet (inndelingen er utført av forfatteren). Rødt indikerer høyest jordfuktighet, dernest gult og deretter grønne fargekoder for jord med lavere jordfuktighet.

Fargekode:	Jordfuktighet:
	<20
	20-40
	40-60
	60-80
	80-100

3.3.1 Lokalitet 1

Fuktigheten i jorda varierer mellom 25-46 % (Figur 35). Det er en god sammenheng mellom jordfuktighet og infiltrasjonstestene som ble gjennomført i 2013. I den ugrødsla randsonen er det mindre god og dårlig infiltrasjonskapasitet der jordfuktigheten er ca. 40 % og høyere.

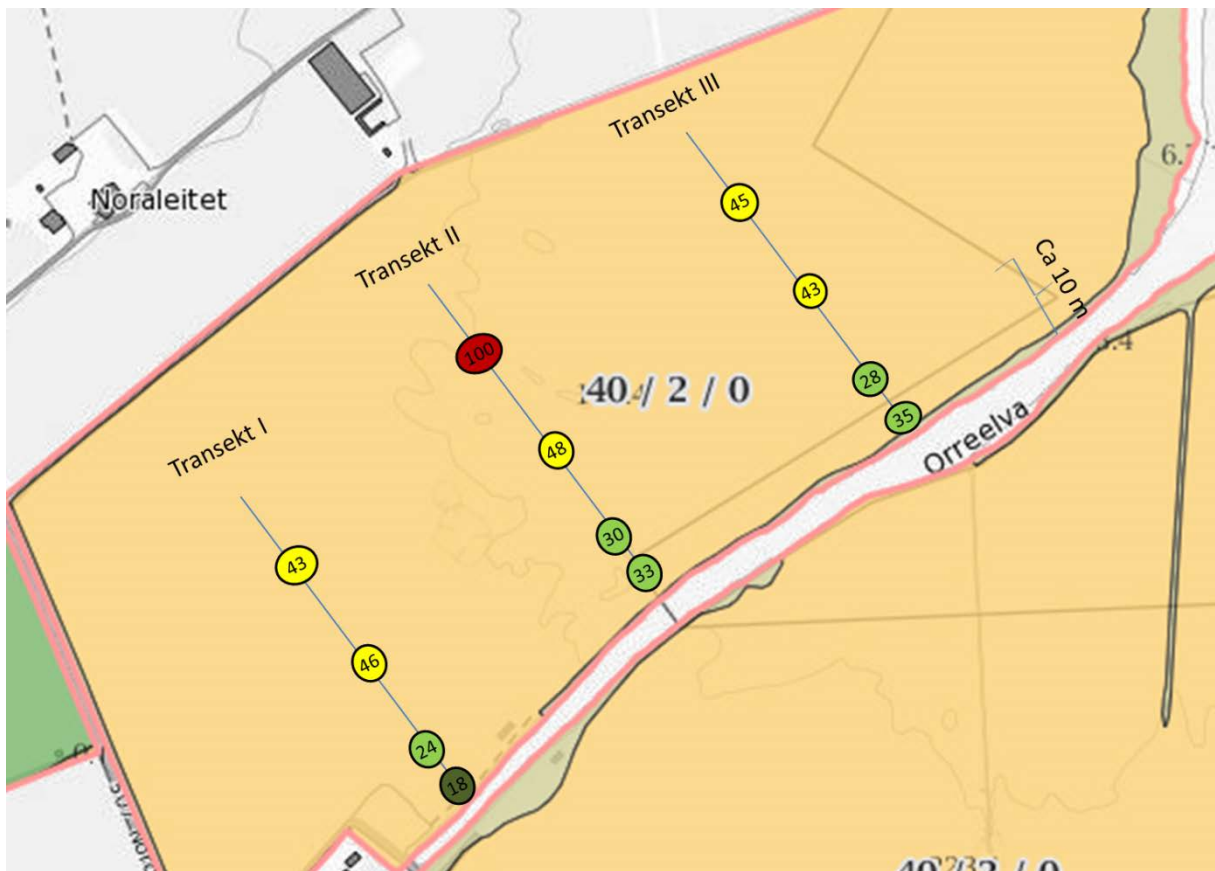


Figur 35. Jordfuktighet (%) i prøvetakingspunktene ved lokalitet 1.

3.3.2 Lokalitet 2

Fuktigheten i jorda varierer mellom 18-100 % (Figur 36). Det er en god sammenheng mellom jordfuktighet og infiltrasjonstestene som ble gjennomført i 2013. Det er lavest jordfuktighet i den vegetasjonsdekte buffersonen, mens på jordet er jordfuktigheten høyere og i transekt II er jorden vannmetta ved punktet hvor infiltrasjonen var mindre god.

Flere steder på åkeren sto det vann. Årsaken til at det står vann på jordet kan være at det er høy grunnvannstand, en teori som kan underbygges om man ser på et historisk bilde fra 1963 (Figur 32), hvor det står vann inn på jordet. Det er lavere jordfuktighet i den graskledd buffersonen enn inne på jordet. Dette kan være påvirket av at vegetasjonene i sonene trekker opp vann, men det kan også skyldes at kanten ligger noe høyere enn arealene lengre inne på jordet.



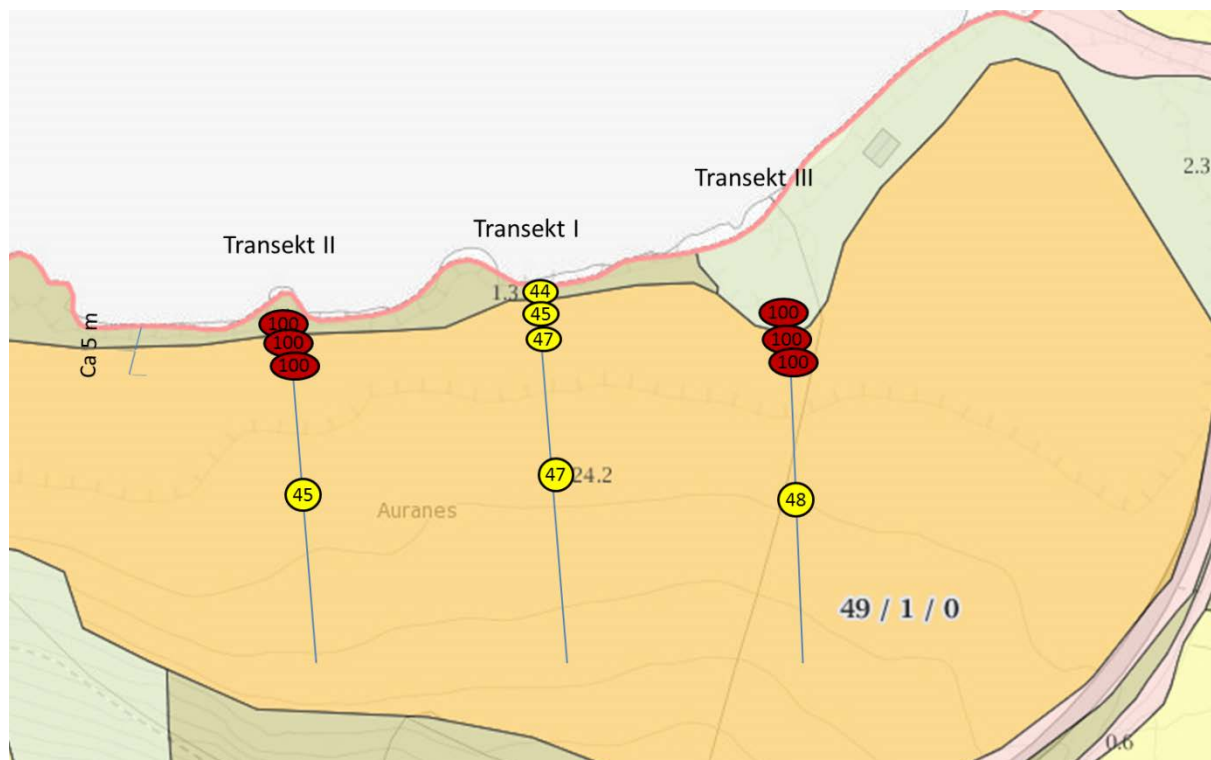
Figur 36. Jordfuktighet (%) i prøvetakingspunktene ved lokalitet 2.



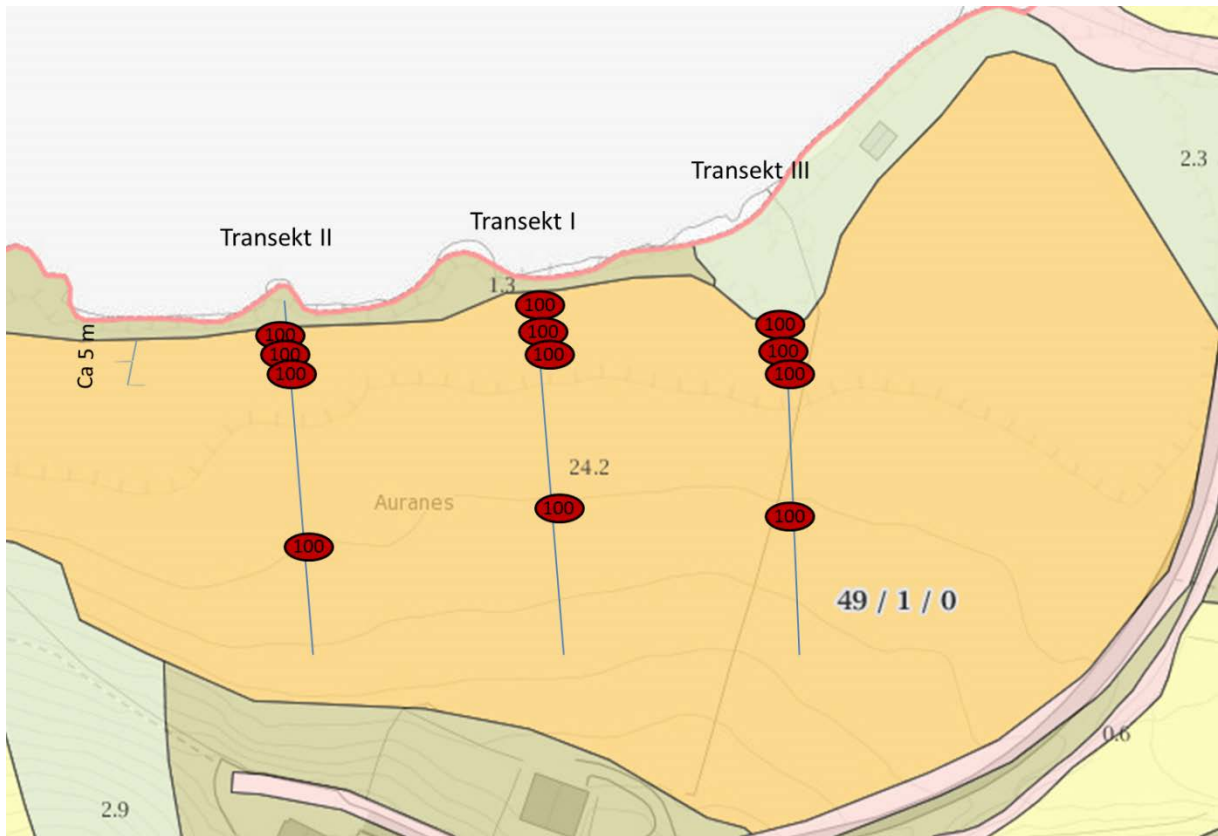
Figur 37. Bilde av at vannet flere steder sto på jordet ved lokalitet 2, høsten 2013.

3.3.3 Lokalitet 3

Jordfuktigheten er høy og varierer fra 44 til 100 % (Figur 38), mens jorden var vannmettet 10-15 cm nedover i jordprofilen (Figur 39). Det var problemer med TDR-måleren på lokaliteten, så det er mulig resultatene ikke er helt å stole på, men at jordfuktigheten var svært høy på lokaliteten på tidspunktet målingene ble tatt er sikkert.



Figur 38. Jordfuktighet (%) i prøvetakingspunktene ved lokalitet 3 (0-5 cm).



Figur 39. Jordfuktighet (%) i prøvetakingspunktene ved lokalitet 3 (dybde 10-15 cm).

4. Diskusjon og konklusjoner

Total fosforinnhold i jorda var meget høyt ved alle lokaliteter i de øverste 5 cm i gjennomsnitt for alle prøvepunkter. Ved en av lokalitetene var innhold av fosfor fire ganger høyere (2817 mg /kg) enn ved de andre to lokalitetene (573-600 mg /kg). Årsaken til det høye innholdet av fosfor i jorda ved alle lokalitetene er sannsynligvis rikelig spredning av husdyrgjødsel / mineralgjødsel over mange år. I forhold til gjødselplanlegging tas jordprøver ved 20 cm dyp og nivået kan ikke umiddelbart sammenlignes med jordprøver tatt ut ved 0 - 5 cm. Jordprøver tatt ut ved 10-15 cm dyp ved en av lokalitetene er mer sammenlignbare, men verdiene i 0-15 cm dybde kan være omtrent som gjennomsnitt av de to lagene (0-5 cm og 10-15 cm) som er prøvetatt. Det vil si 2617 mg /kg for den lokaliteten der det er tatt jordprøver i to sjikt.

Resultater fra prosjektet viser en god sammenheng mellom fosfor innhold og P-AL status i jorda. Jordprøver fra alle tre lokaliteter viser at jo høyere innhold av fosfor, jo høyere er P-AL-nivået. Det gjennomsnittlige P-AL nivået i jorda ved lokalitet 1 og 2 var dobbelt så høyt i forhold til et P-AL nivå som anses som optimalt både i forhold til plantedyrking og miljøhensyn, mens P-AL nivået ved lokalitet 3 var mer enn fire ganger så høyt.

Fosforinnhold i randsonene viser generelt lavere innhold av totalfosfor og lavere fosforstatus (P-AL) sammenlignet med dyrka mark innenfor randsonene. Redusert fosforinnhold betyr redusert risiko for utvasking av fosfor fra disse arealene som ligger nær bekk og åpent vann. Ved en av lokalitetene var fosforinnhold og P-AL verdier lavere bare helt i kanten mot naturlig kantvegetasjon, og her var det vanskelig å konkludere med at det er en effekt av at det ikke gjødsles med fosfor i randsonen.

Det er dokumentert at jord med høye P-AL verdier utgjør en betydelig forurensningsrisiko for vann og vassdrag. Det er vist at det er en god sammenheng mellom jordas P-AL-verdier og konsentrasjonen av vannløselig fosfor i jord, altså den delen fosfor som rask vaskes ut under avrenningsepisoder. Høyt innhold av total fosfor bidrar til økt avrenning av partikkelbundet fosfor. Det blir høyere fosforavrenning når det er høyere innhold av fosfor i partiklene. Om fosfor faktisk ender opp i vassdragene avhenger av transportveier for vann og muligheten for tilbakeholdelse av fosfor på veien til vannforekomsten. Vegetasjonszoner kan bidra til å rense avrenning fra overfor liggende arealer, bl.a. ved sedimentasjon eller opptak av fosfor i plantene.

Dårlig infiltrasjonskapasitet på jordet medfører økt fare for overflateavrenning, noe som igjen medfører økt fare for avrenning av jord og næringsstoffer til vannforekomster. Faren for avrenning av jord og næringsstoffer øker ytterligere ved økt erosjonsrisiko (for eksempel ved hellende terreng) og etter spredning av gjødsel (for eksempel husdyrgjødsel). En god infiltrasjonskapasitet i vegetasjonsdekke langs vannforekomsten er da særlig viktig gjennom at vannet infiltreres og renses gjennom jordprofilen før avrenningen når vannforekomsten. I tillegg kan jord og næring bundet til jordpartiklene sedimentere og stoppe opp når vannet renner inn i vegetasjonsdekke langs vannforekomsten.

Infiltrasjonskapasiteten var ikke entydig bedre i randsonene enn inne på jordet, men infiltrasjonskapasiteten er med få unntak god i ytterkant av de etablerte randsonene og i den naturlige kantvegetasjon. Det er forventet at et permanent vegetasjonsdekke vil bidra til en bedre jordstruktur og bedre infiltrasjonskapasitet, fordi røtter og planter er med på å stabilisere jorda, gi god jordstruktur gjennom rotsystem og jordfauna, og fordi det kjøres mindre med tunge maskiner på jord som ikke pløyes. Det kan likevel være slik at det kjøres mye på randsonene fordi de evt. brukes som kjørevei. Årsaker til den dårlige infiltrasjonskapasiteten kan blant annet være kjøreskader som følge tunge maskiner, og tette lag nedover i jordprofilen for eksempel som følge av tidligere tiders gjødsling av

husdyrgjødsel. Årsaken til dårlig infiltrasjon kan også variere fra et sted til et annet, og det trengs jordfysiske undersøkelser for å finne årsaker til dette. Infiltrasjonsmålinger gjennomført om høsten i en periode etter mye nedbør har sannsynligvis også gitt dårlig infiltrasjonsresultater både i randsonen og inne på jordet grunnet høyt grunnvannstand.

Med hensyn til redusert forurensing er det flere fordeler med å ha kantvegetasjon langs vannresipienter. Vegetasjonssoner skal normalt ikke gjødsles, og den bufferavstanden som vegetasjonssonen gir vil redusere faren for vinddrift av næringsstoffer i forbindelse med spredning. Redusert gjødsling over tid vil sannsynligvis også medføre et lavere fosforinnhold i jorda i randsonen, og utlekking av fosfor vil dermed også reduseres. Ved å unngå å kjøre tunge maskiner helt ut til f. eks. bekkanten hindres pakking av jorda og det legges til rette for utvikling av en god jordstruktur. Dette er faktorer som øker infiltrasjon av overflatevann som dermed vil infiltrere i vegetasjonssonen og renses gjennom jordprofilet før det når vannresipienten. Ved å unngå jordarbeiding helt ned til vannresipienten, reduseres også faren for utrasing av bekkanten som følge av trykkbelastning fra tunge maskiner.

Total fosfor innhold i jorda var meget høyt på alle lokaliteter. Fosforinnhold i randsonene viser generelt lavere innhold av totalfosfor og lavere fosforstatus (P-AL) sammenlignet med dyrka mark innenfor randsonene. Redusert fosforinnhold betyr redusert risiko for utvasking av fosfor fra disse arealene nær bekk og vann.

Infiltrasjonskapasiteten var ikke entydig bedre i randsonene enn inne på jordet, men infiltrasjonskapasiteten er god i ytterkant av de etablerte randsonene og på overgangen til, og i den naturlige kantvegetasjon.

Med hensyn til redusert forurensing er det flere fordeler med å ha kantvegetasjon langs vannresipienter. De forventede effekter av ugjødsle randsoner omfatter: bedre jordstruktur og økt infiltrasjon, redusert fosforinnhold, større avstand fra gjødselspredning til åpent vann og redusert risiko for utrasing i bekkanten. Permanent vegetasjonsdekke langs vassdrag kan dessuten bidra til rensing av overflateavrenning fra andre arealer.

5. Anbefalinger og behov for ytterligere undersøkelser

Undersøkelsene har hjulpet oss et stykke på vei med å forstå både prosesser i grasdekte buffersoner, og også gitt innblikk i skjøtsel, bruk og drift av sonene. For å komme videre dette arbeidet er det imidlertid behov for undersøkelser over en lengre tidsperiode, da det tar tid og se resultater av for eksempel redusert gjødsling. Det er også behov for å undersøke dette med hensyn på fremtidige anbefalinger om hvordan en best mulig kan tilpasse ulike former for randsoner på ulike lokaliteter. Som følge av klimaendringer er dette arbeidet viktig med hensyn på at det trengs robuste løsninger som tåler og er effektive med hensyn på utfordringer knyttet til dette. Konsekvenser av endra klima er for eksempel en varmere værtype med økt nedbør, både i form av total-nedbør, men også mer intensive nedbørsepisoder.

Dette og andre prosjekt har gitt oss innblikk i skjøtsel og drift av ugjødsle randsoner og grasdekte buffersoner. Dette har vist at det er forskjellig praksis både med hensyn til utforming, drift og skjøtsel. For å oppnå en best mulig renseeffekt, men også en reduksjon i faren for utrasinger av jord til vannforekomsten er det viktig at sonene er anlagt over flere år, at det kjøres minst mulig på sonene og at det ikke gjødsles eller sprøytes i sonen. Erfaringer fra dette og andre prosjekt viser at det er et behov og en stor interesse for hvordan grunneiere skal drifte sonene best mulig.

6. Vedlegg

6.1 Vedlegg 1. Kjemiske analyseresultater

Kjemiske analyseresultater

Lokalitet 1

Tatt ut		11	12	13	14	II1	II2	II3	II4	III1	III2	III3	III4	Gj.snitt				
Merket															Gj.snitt 1	Gj.snitt 2	Gj. Snitt 3	Gj.snitt 4
Parameter	Enhet																	
Volumvekt	kg/L	1,4	1,3	1,3	1,3	1,4	1,3	1,3	1,4	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
pH		5,7	5,9	5,8	5,8	5,7	5,8	5,9	5,5	5,4	5,5	5,6	5,9	5,7	5,6	5,7	5,8	5,7
Fosfor (P-AL)	mg/100g	8,9	19	18	21	9,6	14	16	12	10	13	15	20	15	10	15	16	18
Kalium (K-AL)	mg/100g	5,8	12	9,6	8,5	6,9	8,9	9,1	5,0	6,3	7,7	9,2	9,4	8,2	6,3	9,5	9,3	7,6
Magnesium (Mg-AL)	mg/100g	4,5	12	6,7	8,6	4,6	7,8	8,0	4,0	5,6	6,3	7,2	7,7	6,9	4,9	8,7	7,3	6,8
Kalsium (Ca-AL)	mg/100g	13	30	21	28	13	24	24	14	19	17	22	32	21	15	24	22	25
Natrium (Na-AL)	mg/100g	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Glødetap	% TS	2,7	3,2	3,8	3,7	2,9	3,8	3,4	2,5	4,6	3,8	3,8	2,8	3,4	3,4	3,6	3,7	3,0
Fosfor	mg/kg	420	650	640	710	410	650	670	530	600	610	640	670	600	477	637	650	637

Lokalitet 2

Tatt ut		11	12	13	14	II1	II2	II3	II4	III1	III2	III3	III4	Gj.snitt	Gj.snitt 1	Gj.snitt 2	Gj. Snitt 3	Gj.snitt 4
Merket																		
Parameter	Enhet																	
Volumvekt	kg/L	1,5	1,4	1,2	1,2	1,4	1,4	1,2	1,2	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,2	1,2
pH		7,4	7,2	7,2	5,9	6,0	5,0	6,1	5,7	6,7	6,7	6,3	5,9	6,3	6,7	6,3	6,5	5,8
Fosfor (P-AL)	mg/100g	24	29	37	27	12	11	11	13	9,3	9,2	12	10	17	15	16	20	17
Kalium (K-AL)	mg/100g	3,3	4,3	24	25	7,2	5,4	18	14	6,4	8,9	12	14	11,9	5,6	6,2	18,0	17,7
Magnesium (Mg-AL)	mg/100g	11	8,3	20	14	5,3	5,4	11	8,8	5,9	4,7	5,4	4,3	8,7	7,4	6,1	12,1	9,0
Kalsium (Ca-AL)	mg/100g	400	280	740	150	53	30	86	59	86	58	68	38	171	180	123	298	82
Natrium (Na-AL)	mg/100g	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	5,7	5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0*	<5,0*	<5,0*	<5,0*	<5,0*
Glødetap	% TS	2,0	3,5	9,6	10,6	2,9	3,9	7,3	7,3	2,7	2,7	3,7	3,2	5,0	2,5	3,4	6,9	7,0
Fosfor	mg/kg	550	690	920	880	510	430	540	500	430	420	500	500	573	497	513	653	627

Lokalitet 3

Tatt ut		11	12	13	14	II1	II2	II3	II4	III1	III2	III3	P3-III4	Gj.snitt	Gj.snitt 1	Gj.snitt 2	Gj. Snitt 3	Gj.snitt 4
Merket																		
Parameter	Enhet																	
Volumvekt	kg/L	1,0	1,0	1,1	1,0	0,72	0,92	1,0	1,0	0,96	0,99	1,0	1,1	1,0	0,9	1,0	1,0	1,0
pH		4,9	5,1	5,2	5,2	5,5	5,6	5,4	5,3	5,4	5,4	5,6	5,2	5,3	5,3	5,4	5,4	5,2
Fosfor (P-AL)	mg/100g	15	17	36	53	35	23	31	43	27	29	34	59	34	26	23	34	52
Kalium (K-AL)	mg/100g	20	16	15	24	12	12	12	27	15	16	14	30	18	16	15	14	27
Magnesium (Mg-AL)	mg/100g	9,8	9,2	12	16	13	11	11	13	11	10	11	13	12	11	10	11	14
Kalsium (Ca-AL)	mg/100g	39	45	69	96	160	160	88	55	84	78	80	59	84	94	94	79	70
Natrium (Na-AL)	mg/100g	6,6	5,9	5,8	7,7	8,2	5,7	5	5,9	6,7	6,3	7,0	5,7	6,4	7,2	6,0	5,9	6,4
Glødetap	% TS	24,7	23,0	21,5	21,7	31,6	26,5	21,4	16,7	24,6	20,9	17,8	17,9	22,4	27,0	23,5	20,2	18,8
Fosfor	mg/kg	1800	2300	3200	4000	3600	2400	2500	2800	2500	2600	2600	3500	2817	2633	2433	2767	3433

Tatt ut		15	16	17	18	II5	II6	II7	II8	III5	III6	III7	III8	Gj.snitt	Gj.snitt 1	Gj.snitt 2	Gj. Snitt 3	Gj.snitt 4
Merket																		
Parameter	Enhet																	
Volumvekt	kg/L	0,99	1,0	1,0	1,0	0,96	0,93	1,0	1,1	0,91	0,98	1,0	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1
pH		5,2	5,1	5,2	5,1	5,5	5,6	5,6	5,5	5,5	5,6	5,6	5,3	5,4	5,4	5,4	5,5	5,3
Fosfor (P-AL)	mg/100g	9,7	8,2	34	49	31	18	32	31	16	23	25	44	27	19	16	30	41
Kalium (K-AL)	mg/100g	9,7	6,1	7,9	7,6	12	7,1	6,9	8,1	7,7	6,8	7,0	8,2	8	10	7	7	8
Magnesium (Mg-AL)	mg/100g	4,8	2,8	6,6	5,9	11	6,3	8,4	8,9	6,5	7,8	7,4	7,3	7	7	6	7	7
Kalsium (Ca-AL)	mg/100g	21	18	52	38	150	130	110	71	56	66	72	51	70	76	71	78	53
Natrium (Na-AL)	mg/100g	5,1	<5,0	<5,0	5,3	6,2	<5,0	<5,0	<5,0	5,5	5,0	<5,0	<5,0	2,3	5,6	<5	<5	<5
Glødetap	% TS	19,7	16,3	17,7	16,5	29,1	22,6	17,9	13,1	21,9	17,4	15,1	14,2	18,5	23,6	18,8	16,9	14,6
Fosfor	mg/kg	1400	1400	3000	3500	3600	1900	2800	2300	1700	2100	2300	3000	2417	2233	1800	2700	2933

6.2 Vedlegg 2. Analysebestilling for jordprøver

Ugjødsla randsoner i Rogaland
Dato: 26. september 2013

Merking på prøvebokser:

Prøve nr (LOKALITET - PROFIL prøvepkt)	Knr/Gnr/Bnr	Analyseres for :	Tot.-P
		Pakke 1: (Jordart, Volumv., Moldkl., Leirkl., pH, P-AL, K-AL, Ca-AL, Mg-AL, Na-AL, glødetap)	
P1 - I 1	1120/45/7	X	X
P1 - I 2	1120/45/7	X	X
P1 - I 3	1120/45/7	X	X
P1 - I 4	1120/45/7	X	X
P1 - II 1	1120/45/7	X	X
P1 - II 2	1120/45/7	X	X
P1 - II 3	1120/45/7	X	X
P1 - II 4	1120/45/7	X	X
P1 - III 1	1120/45/7	X	X
P1 - III 2	1120/45/7	X	X
P1 - III 3	1120/45/7	X	X
P1 - III 4	1120/45/7	X	X
P2 - I 1	1120/40/2	X	X
P2 - I 2	1120/40/2	X	X
P2 - I 3	1120/40/2	X	X
P2 - I 4	1120/40/2	X	X
P2 - II 1	1120/40/2	X	X
P2 - II 2	1120/40/2	X	X
P2 - II 3	1120/40/2	X	X
P2 - II 4	1120/40/2	X	X
P2 - III 1	1120/40/2	X	X
P2 - III 2	1120/40/2	X	X
P2 - III 3	1120/40/2	X	X
P2 - III 4	1120/40/2	X	X
P3 - I 1	1121/49/1	X	X
P3 - I 2	1121/49/1	X	X
P3 - I 3	1121/49/1	X	X
P3 - I 4	1121/49/1	X	X
P3 - I 5	1121/49/1	X	X
P3 - I 6	1121/49/1	X	X
P3 - I 7	1121/49/1	X	X
P3 - I 8	1121/49/1	X	X
P3 - II 1	1121/49/1	X	X
P3 - II 2	1121/49/1	X	X
P3 - II 3	1121/49/1	X	X
P3 - II 4	1121/49/1	X	X
P3 - II 5	1121/49/1	X	X
P3 - II 6	1121/49/1	X	X
P3 - II 7	1121/49/1	X	X
P3 - II 8	1121/49/1	X	X
P3 - III 1	1121/49/1	X	X
P3 - III 2	1121/49/1	X	X
P3 - III 3	1121/49/1	X	X
P3 - III 4	1121/49/1	X	X
P3 - III 5	1121/49/1	X	X
P3 - III 6	1121/49/1	X	X
P3 - III 7	1121/49/1	X	X
P3 - III 8	1121/49/1	X	X

6.3 Vedlegg 3. TDS-målinger

Lokalitet	Profil/pkt	Profil	TDS1	TDS2	TDS3	TDS-snitt
P1	I 1	I - Midterste profilet (ca. 30 m fra stolpe TV)	0,26	0,36	0,32	0,31
P1	I 2		0,398	0,396	0,382	0,39
P1	I 3		0,357	0,352	0,355	0,35
P1	I 4		0,345	0,307	0,35	0,33
P1	II 1	II - Vestre profil (ca 20 m fra midt)	0,252	0,225	0,261	0,25
P1	II 2		0,324	0,353	0,364	0,35
P1	II 3		0,369	0,358	0,364	0,36
P1	II 4		0,324	0,369	0,39	0,36
P1	III 1	III - Østre profil (ca 20 m fra midt)	0,329	0,373	0,358	0,35
P1	III 2		0,414	0,393	0,424	0,41
P1	III 3		0,394	0,394	0,585	0,46
P1	III 4		0,353	0,321	0,312	0,33
P2	I 1	I - nærmest gård	0,184	0,17	0,184	0,18
P2	I 2		0,215	0,247	0,242	0,23
P2	I 3		0,448	0,473	0,447	0,46
P2	I 4		0,416	0,419	0,449	0,43
P2	II 1	II - midt	0,334	0,32	0,325	0,33
P2	II 2		0,272	0,329	0,287	0,30
P2	II 3		0,455	0,463	0,519	0,48
P2	II 4		1	1	1	1,00
P2	III 1	III - nærmest Orrevann	0,333	0,334	0,292	0,32
P2	III 2		0,277	0,267	0,291	0,28
P2	III 3		0,356	0,457	0,483	0,43
P2	III 4		0,437	0,461	0,464	0,45
P3	I 1	I - Midterste profilet	0,461	0,423	0,433	0,44
P3	I 2		0,478	0,479	0,4	0,45
P3	I 3		0,468	0,479	0,47	0,47
P3	I 4		0,455	0,483	0,475	0,47
P3	I 5					
P3	I 6					
P3	I 7					
P3	I 8					
P3	II 1	II - Profil lengst fra gårdsvei				
P3	II 2					
P3	II 3					
P3	II 4		0,436	0,439	0,461	0,45
P3	II 5					
P3	II 6					
P3	II 7					

P3	II 8					
P3	III 1					0,00
P3	III 2					0,00
P3	III 3					0,00
P3	III 4		0,483	0,484	0,479	0,48
P3	III 5					
P3	III 6					
P3	III 7					
P3	III 8					

På alle målepunkter hvor det ikke var mulig å måle jordfuktigheten går vi ut fra at jordfuktigheten var 100 %. Dette på bakgrunn av at det sto dammer inne på jordet, samt at vi byttet batterier opp til flere ganger for å forsikre oss om at det ikke var noe feil ved måleapparatet.

6.4 Vedlegg 3. Infiltrasjonsmålinger.

Vår 2014

Lokalitet	Transekt	Punkt	Målt tid (min)	Infiltrasjon (cm)
P1	1	Naturleg vegetasjon 2-4 m inne i kantsone	6	4,0
			5	1,1
		På jordet	15	2,8
			6	1,4
			15.30	2,6
P1	3	Naturleg vegetasjon 2-4 m inne i kantsone	3.30	4,0
			6	0,5
		På jordet	10	1,7
			5	0,5
			11	1,0
P2	1	I 1. Naturleg vegetasjon	2.15	5,0
			2.30	6,0 (ny plass)
		I 2. 3-4 m inne i kantsone	8	3,2
			17.30	6,0
		I 3. På jordet	5	2,0
14	5,8			
P2	2	II 1. Naturleg vegetasjon	3	4,5
			3 (2.gg)	3,5
		II 2. 3-4 m inne i kantsone	5	1,9
			10	3,0
		II 3. På jordet	4	1,0
10	1,9			
P 3	1	Naturleg vegetasjon 2-4 m inne i kantsone	8	4,0
			6	2,7
		På jordet	10	4,0
			4	1,9
			10	3,5
	3	Naturleg vegetasjon 2-4 m inne i kantsone	8	5,0
			10	0,0
		På jordet	14	0,1
			7	1,0
			14	1,4

Høst 2013

Lokalitet	Transekt	Punkt	Målt tid (min.sek)	Infiltrasjon (cm)
P1	1	I kant av randsonen 2-4 m inne i randsonen	1.30	1,0
			5	0
		På jordet	2.30	0,5
P1	3	I kant av randsonen 2-4 m inne i randsonen	0.43	5
			2.48	0,5
		På jordet	5	0
P2	1	I buffersonen og på åker	Lang..	0
P 3	1	I kant av randsonen 2-4 m inne i randsonen	6.30	1
			5	0,1
		På jordet	5	1
	3	I kant av randsonen 2-4 m inne i randsonen	6	0,1
			På jordet	