



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Kjelle avrenningsforsøk

Årsrapport 2021-2022 for jordarbeidingsforsøk på lav erosjonsrisiko

NIBIO RAPPORT | VOL. 9 | NR. 9 | 2023



Marianne Bechmann, Frederik Bøe, Ivo Havranek*, Marianne Stenrød*, og Geir Tveiti
Divisjon for miljø og naturressurser/Jord og arealbruk, * Divisjon for Bioteknologi og plantehelse /
Pesticider og naturstoffkjemi

TITTEL/TITLE

Kjelle avrenningsforsøk. Årsrapport 2021–2022 for jordarbeidingsforsøk på lav erosjonsrisiko

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Marianne Bechmann, Frederik Bøe, Ivo Havranek, Marianne Stenrød og Geir Tveiti

| | | | | |
|-------------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|
| DATO/DATE: | RAPPORT NR./ REPORT NO.: | TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY: | PROSJEKTNR./PROJECT NO.: | SAKSNR./ARCHIVE NO.: |
| 31.01.2023 | 9(9) 2023 | Åpen | 51518/52740.10 | 19/01194 |
| ISBN: | ISSN: | ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES: | ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES: | |
| 978-82-17-03219-9 | 2464-1162 | 50 | 0 | |

OPPDRAGSGIVER/EMPLOYER:

Landbruksdirektoratet

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Asbjørn Veidal/Semona Issa

STIKKORD/KEYWORDS:

Jordarbeiding, klima, erosjon, suspendert stoff, fosfor, løst fosfat, nitrogen, plantevernmidler, ruteforsøk

Soil tillage, climate, erosion, suspended sediments, phosphorus, phosphate, nitrogen, pesticides, runoff plots

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Erosjon og avrenning

Erosion and runoff

SAMMENDRAG/SUMMARY:

Ingen jordarbeiding om høsten' har vært et av de viktigste tiltakene mot erosjon og tap av næringsstoffer fra jordbruksarealer siden begynnelsen på 1990-tallet. Avrenningsforsøk som startet på 1980-tallet viser stor effekt av 'ingen jordarbeiding om høsten' på erosjon og næringsstofftap på forholdsvis bratte jordbruksarealer. Det har derimot kun vært få undersøkelser av jordarbeidings-effekter på arealer med liten helling, på tross av at slike arealer utgjør størsteparten av jordbruksarealene der det dyrkes korn. Avrenningsforsøket på Kjelle vgs. i Bjørkelangen ble satt i gang i 2014 for å belyse effekter av jordarbeiding på næringsstoffavrenning fra arealer med liten erosjonsrisiko, det vil si forholdsvis flate arealer. Forsøket består av 9 forsøksruter med målinger av avrenning fra både overflatevann og grøftvann fra hver rute. Det er tre gjentak og behandlingene omfatter 1. høstpløying med vårkorn (havre, bygg i 2022), 2. vårpløying med vårkorn (bygg) og 3. høstpløying med høstkorn (høsthvete).

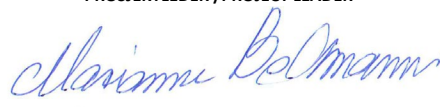
Resultater fra åtte forsøksår (2014-2022), er beskrevet i denne rapporten med fokus på siste året.

GODKJENT /APPROVED



JANNE STOLTE

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER



MARIANNE BECHMANN



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Forord

Denne rapporten oppsummerer resultater fra alle forsøksår med særlig søkelys på det sjette året (01.09.21 – 01.09.22) for avrenningsforsøket på Kjelle Videregående skole i Bjørkelangen. Forsøket gjennomføres i samarbeid mellom Kjelle Videregående skole, Romerike Landbruksrådgiving og NIBIO.

Følgende personer har bidratt til drift av forsøket i 2021/2022:

Thomas Sandbækbråten, Jørgen Sandnes, Kjell Arne Bergquist, samt elever fra vg2 landbruk og gartnerier ved Kjelle Videregående skole.

Kjell Wærnhus, Tor Arne Justad og Håvard Eikemo har sprøytet rutene med plantevernmidler.

Simen Heggedal har bistått med å fjerne ugras i anlegget.

Isabel Edvardsen har tatt vannprøver fra 2019 til 2022.

Geir Tveiti, Marianne Stenrød, Frederik Bøe og Marianne Bechmann (NIBIO) har hatt ansvar for oppfølging av forsøket. Ivo Havranek har vært med fra høsten 2022.

Franziska Fischer har gjort analyse av statistiske forskjeller mellom behandlinger.

Forsøksanlegget er finansiert av Landbruksdirektoratet, Miljødirektoratet via Haldenvassdraget vannområde og NIBIO. Forsøket ble etablert i 2013, med første hele forsøksår fra høsten 2014 til høsten 2015.

Resultatene som presenteres her omfatter avrenning av både partikler, næringsstoffer og plantevernmidler.

I prosjektets referansegruppe deltar representanter fra Fylkesmannens landbruksavdeling, Miljødirektoratet, Norsk Landbruksrådgiving, Landbruksdirektoratet, Haldenvassdraget vannområde og Bondelaget.

Ås, 31.01.23

Marianne Bechmann

Sammendrag

Ingen jordarbeiding om høsten' har vært et av de viktigste tiltakene mot erosjon og tap av næringsstoffer fra jordbruksarealer siden begynnelsen på 1990-tallet. Avrenningsforsøk som startet på 1980-tallet viser stor effekt av 'ingen jordarbeiding om høsten' på erosjon og næringsstofftap på forholdsvis bratte jordbruksarealer. Det har derimot kun vært få undersøkelser av jordarbeidings-effekter på arealer med liten helling, på tross av at slike arealer utgjør størsteparten av jordbruksarealene der det dyrkes korn.

Avrenningsforsøket på Kjelle vgs. i Bjørkelangen ble satt i gang i 2014 for å belyse effekter av jordarbeiding på næringsstoffavrenning fra arealer med liten erosjonsrisiko, det vil si forholdsvis flate arealer. Forsøket består av 9 forsøksruter med målinger av avrenning fra både overflatevann og grøftevann fra hver rute. Det er tre gjentak og behandlingene omfatter

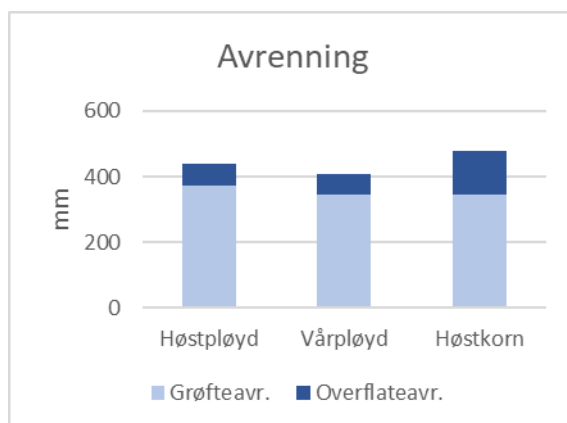
1. høstpløying med vårkorn (havre, bygg i 2022)
2. vårpløying med vårkorn (bygg)
3. høstpløying med høstkorn (høsthvete)

Resultater fra åtte forsøksår (2014-2022), er beskrevet i denne rapporten med fokus på siste året.

Avrenning

Rapporteringsåret 2021/2022 hadde mindre nedbør (679 mm) enn gjennomsnittet for normalperioden 1961-1990 (702 mm). Gjennomsnittstemperaturen (6,1 °C) var høyere enn i normalperioden (3,3 °C).

Avrenning på overflaten og gjennom drengrøftene var på henholdsvis 121 mm og 178 mm i gjennomsnitt for året 1. september 2021 til 1. september 2022. I 2014-2022 var avrenning gjennom drengrøftene i perioden 1. september – 1. juni i gjennomsnitt 372 mm for høstpløyde ruter, 346 mm for vårpløyde ruter og 345 mm for ruter med høstkorn (figur 01). Overflateavrenning i samme måneder var lavest for ruter med vårpløying (62 mm), omtrent lik for ruter med høstpløying (67 mm) og høyest fra ruter med høstkorn (131 mm).



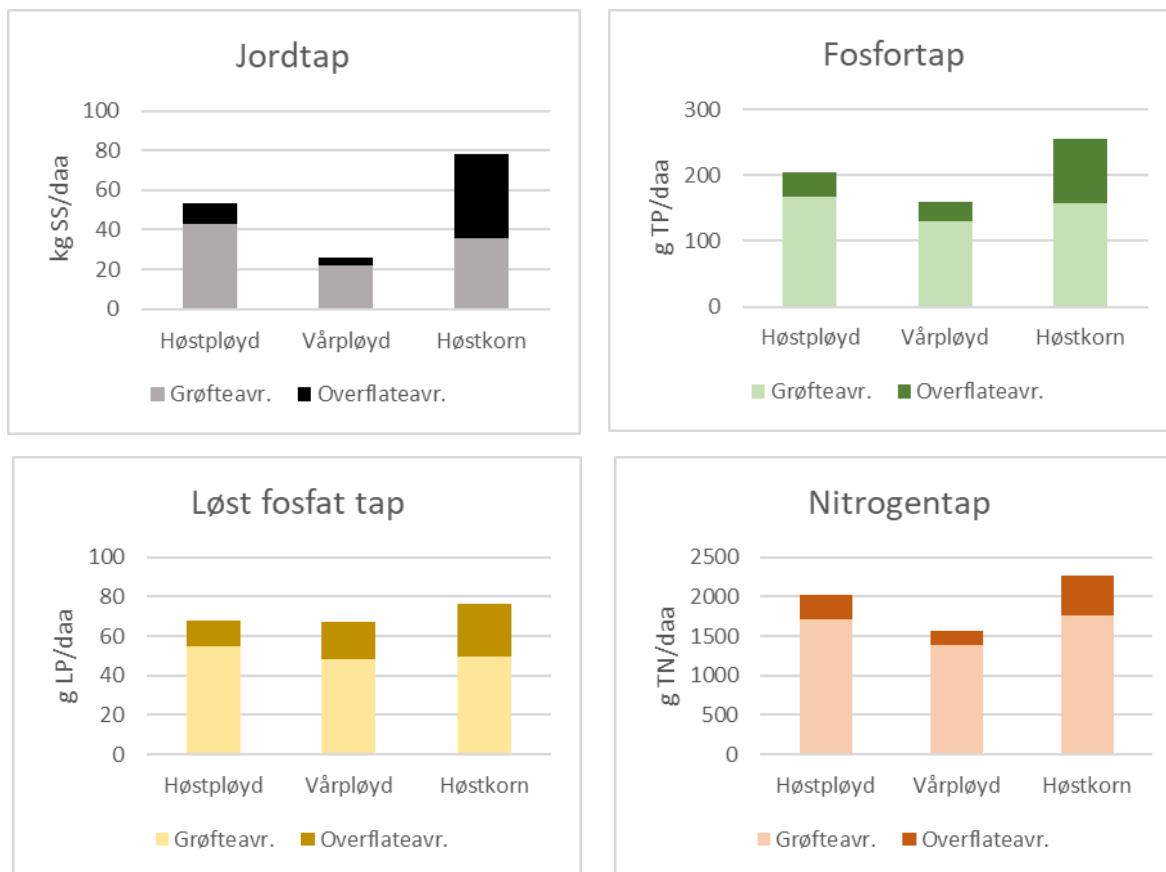
Figur 01. Avrenning på overflaten og gjennom drengrøftene for 2014/2015-2021/2022 i gjennomsnitt for hver behandling for perioden 1. september-1. juni.

Målingene viser at grøfteavrenningen i gjennomsnitt bidrar mest til tap av jord og næringsstoffer. I gjennomsnitt for alle år for perioden 1. september - 1. juni kom 80 % av avrenningen gjennom

drengroftene og det bidro til at 63 % av jordtapet, 72 % av tapet av totalfosfor og løst fosfat, og 83 % av nitrogentapet skjedde via grøfteavrenning.

Jordtapet var i gjennomsnitt for alle ruter for alle årene 51 kg/daa (1.september-1. juni). For høstpløyde ruter var jordtapet i gjennomsnitt 55 kg/daa, for vårpløyde 24 kg/daa og for ruter med høstkorn var jordtapet i gjennomsnitt 76 kg/daa (figur 02).

Tapet av totalfosfor var i gjennomsnitt for alle ruter for alle år 197 g/daa (1.september-1. juni). For høstpløyde ruter var fosfortapet i gjennomsnitt 200 g/daa, for vårpløyde 145 g/daa og for ruter med høstkorn var fosfortapet i gjennomsnitt 197 g/daa (figur 02).



Figur 02. Tap av jord, totalfosfor, løst fosfat og totalnitrogen med overflate- og grøfteavrenning i gjennomsnitt for 2014/2015-2021/2022 (1. september-1. juni) i gjennomsnitt for hver behandling. I 2019/2020 var det feil i vannprøver fra overflateavrenning og det året er derfor ikke med i gjennomsnittstallene.

Tapet av løst fosfat var i gjennomsnitt for alle ruter og alle år 70 g/daa (1.september-1. juni). For høstpløyde ruter var tapet av løst fosfat i gjennomsnitt 69 g/daa, for vårpløyde 64 g/daa og for ruter med høstkorn var tapet av løst fosfat i gjennomsnitt 76 g/daa (figur 02).

Tapet av totalnitrogen var i gjennomsnitt for alle ruter og alle år 1,9 kg/daa (1.september-1. juni). For høstpløyde ruter var nitrogentapet i gjennomsnitt 2,1 kg/daa, for vårpløyde 1,6 kg/daa og for ruter med høstkorn var nitrogentapet i gjennomsnitt 2,2 kg/daa (figur 02).

For hele tidsserien er forskjellene midlertid ikke statistisk signifikante (5%-nivå), blant annet på grunn av stor variasjon mellom ruter og stor variasjon i tap mellom ulike år.

Dersom de første to årene tas ut av tidsserien på grunn av nygrøfting blir det gjennomsnittlige jordtapet for alle ruter halvert, mens det gjennomsnittlige tapet av fosfor og nitrogen blir redusert med hhv. 24 og 10 % dersom de to første årene ikke tas med i tidsserien.

Avrenning av plantevernmidler

I 2019 startet et forsøk for å undersøke overflate- og dremsavrenning av plantevernmidler ved gjennomføring av et komplett sprøyteregime i de anlagte feltene med vår- og høstkorn. Sprøytingen for sprøytesesongene 2019 - 2022 omfattet i hovedsak bruk av ugrasmiddel om våren i både høst- og vårkorn, to ganger sprøyting med soppmiddel i høstkorn om sommeren og en gang sprøyting i vårkornet. Det er også sprøytet med ugrasmiddel og soppmiddel (kun 2020) etter såing av høstkorn om høsten 2019 og 2020.

Konsentrasjonsnivåene som er påvist i forsøkene varierer mye mellom år, med relativt få funn og i lave konsentrasjoner i 2021/22. Tidligere år er det imidlertid gjort påvisninger for enkelte av de undersøkte ugras- og soppmidlene som er såpass høye at det gir grunnlag for en videre oppfølging. Det må påpekes at vi her måler konsentrasjonen i kanten av en forsøksrute og det er forventet at konsentrasjonsnivået i resipienten vil være fortennet sett i forhold til disse målingene. En analyse av mulige sammenhenger mellom jordarbeiding og tap av plantevernmidler i overflateavrenning og grøftevann vil publiseres i en egen rapport i 2023.

Innhold

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Innledning..... | 8 |
| 2 | Metoder..... | 9 |
| 2.1 | Jordarbeiding og drift | 9 |
| 2.2 | Sprøyting..... | 9 |
| 2.3 | Avrenning og prøvetaking | 9 |
| 2.4 | Målefeil og usikkerheter..... | 9 |
| 3 | Driftspraksis..... | 10 |
| 3.1 | Jordarbeiding..... | 10 |
| 3.2 | Såing og høsting..... | 10 |
| 3.3 | Gjødsling..... | 11 |
| 3.4 | Plantevernmidler og sprøyting | 11 |
| 4 | Værforhold | 14 |
| 5 | Avrenning..... | 16 |
| 5.1 | Årlige data og forskjeller mellom ruter og behandlinger | 16 |
| 5.2 | Variasjoner i avrenning gjennom året | 20 |
| 6 | Partikler og næringsstoffer..... | 24 |
| 6.1 | Konsentrasjoner | 24 |
| 6.1.1 | Suspendert stoff..... | 24 |
| 6.1.2 | Fosfor | 25 |
| 6.1.3 | Nitrogen | 26 |
| 6.2 | Jord- og næringsstofftap | 27 |
| 6.2.1 | Jordtap | 27 |
| 6.2.2 | Fosfortap | 30 |
| 6.2.3 | Nitrogentap | 35 |
| 6.3 | Effekter på jord- og næringsstofftap | 37 |
| 6.4 | Variasjon og usikkerhet | 40 |
| 6.4.1 | Hydrologi..... | 40 |
| 6.4.2 | Samspill mellom behandling, rute og vær..... | 40 |
| 6.4.3 | Sesongvariasjon..... | 40 |
| 6.4.4 | Forsøksmetodikken | 41 |
| 7 | Plantevernmidler..... | 42 |
| 7.1 | Konsentrasjoner | 42 |
| 8 | Konklusjoner..... | 46 |
| | Referanser | 47 |

1 Innledning

Effekter av jordarbeiding på erosjon og tap av næringsstoffer har vært undersøkt tidligere i en rekke avrenningsforsøk på arealer med mer enn 10 % helling (Kværnø og Bechmann 2010; Skøien m.fl. 2012). Forsøket på Kjelle ble startet for å belyse effekten av jordarbeiding på arealer med liten helling og liten erosjonsrisiko. Forsøket omfatter både vårkorn og høstkorn. En utførlig beskrivelse av forsøksanlegget er gitt av Hauken m.fl. (2015), mens resultater fra de fire første forsøksårene er rapportert av Bechmann m.fl. (2015), Kværnø m.fl. (2017), Bechmann m.fl. (2017), Bechmann m.fl. (2019), Bechmann m.fl. (2020), Bechmann m.fl. (2021) og Bechmann m.fl. (2022). Denne rapporten presenterer resultater for åttende forsøksperiode (høst 2021 – høst 2022), presentert sammen med resultatene fra de første syv forsøksårene.

2 Metoder

Metodene er beskrevet i detalj i en egen rapport om etablering av Kjelle jordarbeidingsforsøk (Hauken m.fl., 2015). Denne rapporten presenterer en kort oppsummering.

2.1 Jordarbeiding og drift

Jordbruksdriften, det vil si jordarbeiding, såing, gjødsling og tresking, ble gjennomført av ansatte ved Kjelle Videregående skole. Det betyr at vi får tilnærmet de samme effekter som vil forekomme i praksis. Norsk Landbruksrådgiving Øst har gjennomført avlingsregistrering. For å få bedre presisjon i pløyinga i forhold til rennen for inntak av overflatevann ble det kjøpt inn en to-skjærs plog sommeren 2020. Den er brukt til pløying fra høsten 2020.

2.2 Sprøyting

All sprøyting har blitt utført av NIBIO med NOR-sprøyte spesielt konstruert til bruk på forsøksarealer. Det ble brukt en væskemengde på 20 L/daa med sprøytetrykk 1,5 – 2 bar. I forbindelse med at EU-forordning hvor avstandskrav til åpent vann blir avhengig av type sprøytedyse så ble ulike dysetyper testet ut i forsøkene på Kjelle i 2019 (se Bechmann m.fl. 2020 for mer om dette), mens sprøytingen er gjennomført med dyser at typen Hypro ULD 12002 (Gul) i 2021 og 2022.

2.3 Avrenning og prøvetaking

I 2021-2022 ble det tatt ut 7 vannprøver fra overflatevann og 7 vannprøver fra grøftevann for analyse av suspendert stoff og næringsstoffer. Ved prøveuttak 1. mai 2022 og 25. august var det lite grøftevann fra flere ruter og det ble ikke analysert for alle parametere fra alle ruter.

2.4 Målefeil og usikkerheter

Det har vært perioder med jordrotter foran oppsamlingsrennene for overflatevann. Målinger av overflateavrenning i 2019/2020 er av den grunn ikke tatt med i rapporteringen (Bechmann m.fl. 2021) og det året er tatt ut av gjennomsnitt der summen av tap for overflate- og grøfteavrenning presenteres. Overflateavrenning i 2018/2019 kan også være påvirket av dette, men det er ikke dokumentert. Problemet ble løst ved å legge om rennene, fjerne grasområder og i stedet legge et smalt belte (20-25 cm) med grus foran inntaksrenner for overflatevann (figur 1.1). Ved bruk av to-skjærsplog er det mulig å pløye tettere inn mot rennene enn med fire-skjærsplog. Måling av overflateavrenning har fungert fint siden 2019.

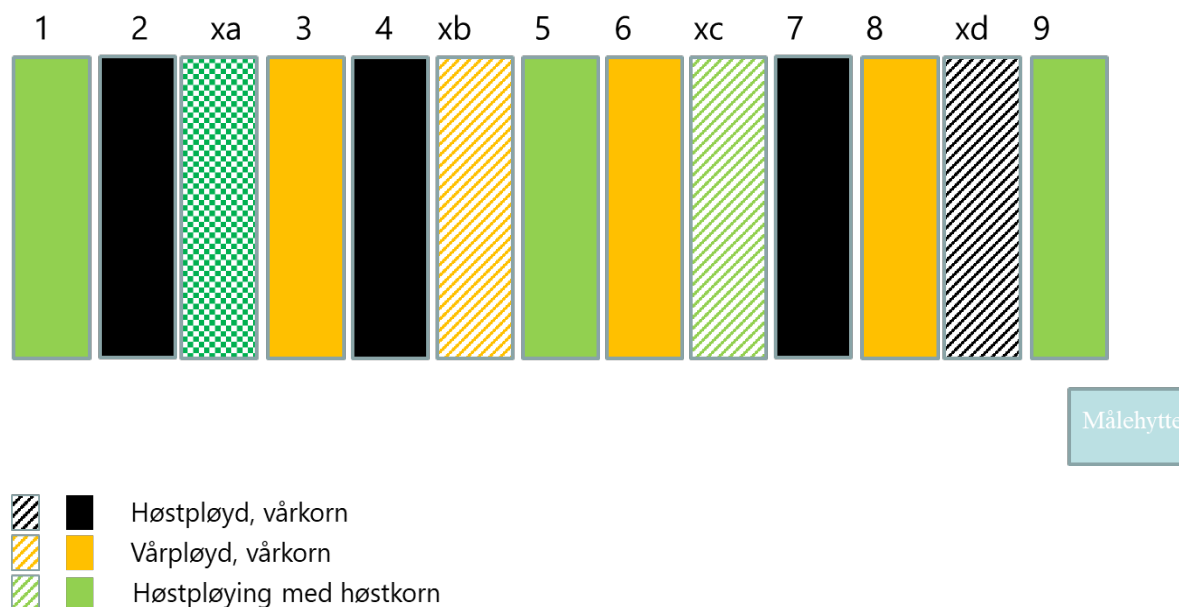
3 Driftspraksis

Forsøksleddene består av tre ulike jordarbeidingsystemer (figur 3.1). Tre og tre ruter behandles likt. I forsøksåret 2021-2022 var rute 2, 4 og 7 høstpløyde, rute 3, 6 og 8 var vårpløyde. Alle seks ruter ble sådd med bygg våren 2022. Rute 1, 5 og 9 var høstpløyde med høstkorn. På rute xa (med klimastasjon) var det permanent gras. Rute xb, xc og xd, som ikke har avrenningsmålinger, ble i 2021-2022 behandlet som henholdsvis forsøksledd høstpløyning/vårkorn, høstpløyning/høstkorn og vårpløyning/vårkorn. Jordarbeidings-systemene inngår i en rotasjon, slik at behandlingene blir prøvd ut på ulike ruter hvert år. Jordbruksdriften fra tresking 2021 og til og med tresking 2022 er oppsummert i tabell 3.1.

3.1 Jordarbeiding

Jordarbeiding skjer fortrinnsvis når jorda er laglig. Etter pløyning blir det harvet før såing. Vårpløyning betyr at arealene overvintrer uten jordarbeiding, dvs. overvintring i stubb.

Jordarbeiding 2021/2022:



Figur 3.1. Jordarbeiding på avrenningsrutene i 2021-2022. Rute med gras er Xa.

Jordarbeidingsmetodene er den vesentlige forskjellen mellom forsøksleddene omtales i rapporten som følger:

Høstpløyning: Høstpløyning, vårharving, såing av havre (bygg i 21/22)

Vårpløyning: Ingen jordarbeiding på høsten, vårpløyning, vårharving, såing av bygg

Høstkorn: Høstpløyning, harving, såing av høsthvete

3.2 Såing og høsting

Høstkornet ble sådd 1. september 2021, etter å ha blitt pløyd 27. august 2021. Vårkornet ble sådd 30. april 2022, etter å ha blitt harvet 27. april og pløyd hhv. 18. oktober 2021 og 25. april 2022 (tabell 3.1).

I forsøksleddet med høstkorn ble det dyrket høsthvete, mens det på begge forsøksledd med vårkorn ble dyrket bygg. Året før var det havre på rutene 3, 6 og 8. Havren i 2021 ble sådd sent og utviklet et svakt plantedekke og ble først høstet 15. oktober 2021.

Tabell 3.1. Jordbruksdrift på ulike ruter fra tresking 2021 til og med tresking 2022.

| Forsøks-ledd | Pløye-dato; harvedato | Kornslag | Sådato | Gjødsling (kg/daa) | Sprøyting* | Høste-dato | Avling (kg/daa) |
|-------------------------------------|--------------------------|----------------|---------|--|--|------------|--------------------|
| Høstpløyd (Rute 2, 4, 7) | 18.10.21; 27.4.22 | Bygg | 30.4.22 | N: 9; P: 1,2 30.4.22 | 30.05.22 (U); 05.07.22 (S) | 24.8.22 | 386 |
| Vårpløyd (Rute 3, 6, 8) | 25.4.22; 27.4.22 | Bygg | 30.4.22 | N: 9; P: 1,2 30.4.22 | 30.05.22 (U); 05.07.22 (S) | 24.8.22 | 356 |
| Høstkorn (Rute 1, 5, 9) | 30.8.21; 30.8.21 | Høst- hvete | 1.9.21 | N: 8; P:1,1; 20.4.22 N: 6; 25.5.22 | 29.04.22 (U) 30.05.22 (S) 05.07.22 (S) | 24.8.22 | 901 |

*U: ugrasssprøyting, S: sprøyting mot soppsjukdommer i korn.

3.3 Gjødsling

Det ble ikke gjødslet til høstkorn på høsten. Høstkornet ble gjødslet 20. april med 35 kg 22-3-10/daa som svarer til 8 kg N/daa og 1,1 kg P/daa, og 25. mai med 6 kg N/daa. Vårkornet ble gjødslet 30. april med 40 kg 22-3-10 som svarer til 9 kg N/daa og 1,2 kg P/daa (tabell 3.1.). Høstkornet ble gjødslet andre gang med kalksalpeter tilsvarende 6 kg N/dekar.

3.4 Plantevernmidler og sprøyting

Det ble gjennomført forsøk med glyfosatsprøyting i perioden 2014-2018 og resultater fra analyser av glyfosat og nedbrytingsproduktet AMPA i overflateavrenning og grøfteavrenning er gjengitt i tidligere rapporter (Bechmann m.fl. 2015, 2017, 2019; Kværnø m.fl. 2017; Eklo og Stenrød 2021). I 2019 startet et nytt forsøk for å undersøke overflate- og grøfteavrenning av plantevernmidler ved gjennomføring av et mer komplett sprøyteregime i de anlagte feltene med vår- og høstkorn. Disse forsøkene er gjennomført i perioden 2019-2022 og søker å gi et bedre og bredere grunnlag for anbefalinger knyttet til jordarbeiding og bruk av plantevernmidler i kornproduksjon.

I samarbeid med Norsk landbruksrådgiving ble det våren 2019 satt opp en sprøyteplan med ugras- og soppmiddel tilpasset henholdsvis høsthvete, bygg og havre (jf. pkt. 3.3). I sesongen 2021/2022 ble havre erstattet med bygg og sprøyteplanen ble tilpasset til dette. Det ble i rapporteringsperioden for 2021/2022 sprøytet som følger i de ulike rutene:

- Høsthvete (HPHK): ugrasssprøyting med Pixxaro EC og sprøyting mot soppsjukdommer i korn med Elatus Era om våren, og soppsprøyting med Aviator Xpro EC 225 om sommeren 2022.
- Bygg (VPVK, HPVK): ugrasssprøyting med Ariane S om våren og soppsprøyting med Delaro Plus Pack (Delaro SC 325 og Propulse) om sommeren 2022.

Det er tatt ut vannprøver for analyse av overflate- og grøfteavrenning fra rutene gjennom sprøyte- og avrenningsperioden, med prøveuttak i oktober (2), november og desember i 2021 og i januar, mars, april, mai, juni og august 2022. Prøveuttakene som er gjennomført høsten 2021 og før start av sprøytesesongen in 2022 er gjennomført for å fange opp rester av plantevernmidler fra tidligere sprøyting på rutene i perioden 2019-2021.

Analyse av plantevernmidler er gjennomført ved NIBIO avdeling Pesticider og naturstoffkjemi med bruk av væskechromatografi koblet til massespektrometri (LC-MSMS). Bestemmelsesgrense (LOQ;

limit of quantification) i vann er noe ulik for de undersøkte stoffene, men alle LOQ ligger mellom 0,02 og 0,05 µg/L.

Tabell 3.3 gir en oppsummering av kjente data om plantevernmidlenes nedbrytning i jord, mobilitet i jord/binding til jordpartikler og giftighet (toksisitet) i vannmiljø. De målte konsentrasjonsnivåene i avrenningen fra ruteforsøket tolkes ved sammenlikning mot disse dataene for å vurdere behov for videre oppfølging.

Tabell 3.3. Skjebne og effekter av de studerte virksomme stoff av plantevernmidler.

| Virksomt stoff av plantevernmiddel | Skjebne og effekter i miljøet | | | |
|--------------------------------------|--|--------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| | Skjebne i jordmiljø* | | Toksisitet i vannmiljø** | |
| | Nedbrytning (gj. snitt DT50 i felt, dager) | Mobilitet (binding i jord; Kf, L/kg) | Kroniske effekter; (MF, µg/L) | Akutte effekter; (AMF, µg/L) |
| MCPA (U) | 25 | 0,9 | 1,4 | 15,2 |
| Klopyralid (U) | 8 | 0,07 (Kd) | 71 | 540 |
| Fluroksypyr (U) | 3 | 1,2 | 123 [§] | 1230 |
| Halauksifen-metyl (U) | 43 | 18 | 1,5 | 85,5 |
| Halauksifen (metabolitt; U) | 8 (lab) | 17,5 | 15 | 1500 |
| Prosulfokarb (U) | 10 | 23 | 0,5 [§] | 4,9 |
| Protiokonazol-destio (metabolitt; S) | 25 | 9,7 | 0,03 [§] | 3,9 |
| Benzovindiflupyr (S) | 127 | 62 | 0,02 [§] | 0,35 |
| Biksafen (S) | 254 | 63 | 0,05 [§] | 6,0 |
| Fluopyram (S) | 119 | 4,4 | 2,7 [§] | 98 |
| Triflukloxytrobilin (S) | 2 | 43,5 | 0,2 | 0,5 |

U: ugrasmiddel. S: soppmiddel. DT50: halveringstid i jord. Kf: Freundlich sorpsjonskoeffisient. MF: antatt konsentrasjonsgrense for kroniske effekter. AMF: antatt konsentrasjonsgrense for akutte effekter. *Data er hentet fra Lewis et al 2016. pr januar 2022 ** Data er hentet fra nibio.no/jova pr. desember 2021. [§]Sikkerhetsfaktor benyttet i beregningen er større enn 10. Dvs at målte ingen-effekt konsentrasjoner (NOEC) er mer enn 10 ganger høyere enn beregnet MF.

I rutene 1, 5 og 9 hvor det ble sådd høstvetete i 2021, ble det sprøytet med 50 mL/daa av ugrasmidlet Pixxaro EC den 29.april 2022. Det ble gjennomført sprøyting mot soppsjukdommer med 30 mL/daa av Elatus Era den 30.mai og 60 mL/daa av Aviator Xpro EC 225 den 5.juli 2022.

I rutene 3, 6, 8 (vårpløyd, bygg) samt 2, 4 og 7 (høstpløyd, bygg), ble det sprøytet med 225 mL/daa av ugrasmidlet Ariane S den 30. mai 2022. Det ble gjennomført soppsprøyting med 30 mL/daa av Delaro SC325 samt 30 mL/daa av Propulse SE 250 den 5. juli 2022.

Den opprinnelig planlagte ugras- og soppsprøytingen etter såing av høstkorn høsten 2021 ble ikke gjennomført.

De virksomme stoffene i de plantevernmidlene som inngår i sprøyteplanen er angitt i tabell 3.4.

Tabell 3.4. Oversikt over preparat og virksomme stoff som inngikk i sprøyteplanen for 2021/2022.

| Preparat | Virksomt stoff | Mengde virksomt stoff (g/L) | Type middel | Dose preparat (mL/daa) | Dose virksomt stoff (g/daa) | Antall ruter sprøytet |
|----------------------------|------------------|-----------------------------|-------------|------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| Ariane S | Fluroxypyr | 57,6 | Ugrasmiddel | 225 | 13,0 | 6 |
| | Klopyralid | 20 | | | 4,5 | |
| | MCPA | 200 | | | 45 | |
| Aviator XPro EC 225 | Protiokonazol | 154,6 | Soppmiddel | 60 | 9,3 | 3 |
| | Biksafen | 78,9 | | | 4,7 | |
| Delaro SC 325 | Trifloxystrobin | 157 | Soppmiddel | 30 | 4,7 | 6 |
| | Protiokonazol | 182,4 | | | 5,5 | |
| Elatus Era | Protiokonazol | 150 | Soppmiddel | 30 | 4,5 | 3 |
| | Benzovindiflupyr | 75 | | | 2,3 | |
| Pixxaro EC | Fluroxypyr | 424,7 | Ugrasmiddel | 50 | 21,2 | 3 |
| | Halauxifen-metyl | 13,4 | | | 0,7 | |
| Propulse SE 250 | Protiokonazol | 125 | Soppmiddel | 30 | 3,8 | 6 |
| | Fluopyram | 125 | | | 3,8 | |

4 Værforhold

Tabell 4.1 og 4.2 viser nedbør og gjennomsnittstemperatur på månedsbasis på Kjelle målt ved stasjonen i rutefeltet for alle forsøksperiodene, samt for normalperioden 1961-1990 (Aurskog II). Figur 4.1 og figur 4.2 viser henholdsvis døgnverdier for hele forsøksperioden og døgnverdier av nedbør og gjennomsnittstemperatur for den siste forsøksperioden (1. september 2021 - 1. september 2022).

For forsøksåret 2021-2022 ble det registrert høyere temperaturer i alle måneder sammenlignet med normalperioden. Det var særlig stor forskjell fra normalperioden i januar, februar og mars (4,3-6,7 °C). Gjennomsnittstemperaturene har vært ganske like for forsøksperiodene (5,8-6,5 °C), men det har vært betydelig varmere i forsøksperiodene enn i normalperioden.

Tabell 4.1. Nedbør (mm) målt på stasjonen på Kjelle, i de åtte forsøksperiodene, samt normalperioden (1961 – 1990). Tall merket med * er fra stasjonen Haneborg/Aurskog II.

| Måned | Normal* Nedbør | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 | 19-20 | 20-21 | 21-22 |
|------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| sep | 75 | 35* | 169 | 30 | 70 | 77 | 110 | 58 | 63 |
| okt | 77 | 158* | 10 | 24 | 100 | 51 | 88 | 196 | 128 |
| nov | 71 | 87* | 62 | 61 | 94 | 88 | 95* | 78 | 37 |
| des | 52 | 56 | 54 | 29 | 56 | 73 | 84* | 169 | 29 |
| jan | 43 | 104 | 47 | 49 | 80 | 23 | 57 | 47 | 26 |
| feb | 44 | 29 | 52 | 60 | 21 | 63 | 70 | 18 | 77 |
| mar | 39 | 47 | 56 | 67 | 11 | 87 | 53 | 34 | 10 |
| apr | 48 | 13 | 101 | 34 | 52 | 13 | 27 | 28 | 27 |
| mai | 47 | 119 | 31 | 59 | 26 | 81 | 28 | 84 | 60 |
| jun | 56 | 61 | 37 | 64 | 47 | 65 | 73 | 36 | 99 |
| jul | 70 | 75 | 79 | 46 | 30 | 34 | 108 | 127 | 92 |
| aug | 80 | 52 | 126 | 79 | 42 | 91 | 18 | 14 | 33 |
| Sum | 702 | 836 | 823 | 600 | 627 | 745 | 809 | 889 | 679 |

Tabell 4.2. Lufttemperatur (C°) målt på stasjonen på Kjelle, i de åtte forsøksperiodene, samt normalperioden (1961 – 1990). Tall merket med * er fra stasjonen Haneborg/Aurskog II.

| Måned | Normal* Temp | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 | 19-20 | 20-21 | 21-22 |
|---------------|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| sep | 8,7 | 10,8* | 10,8 | 13,7 | 11,0 | 11,2 | 10,1 | 11,5 | 11,5 |
| okt | 4,9 | 8,3* | 5,6 | 4,5 | 5,8 | 5,6 | 4,3 | 6,8 | 7,6 |
| nov | -1,6 | 3,4* | 2,5 | -0,2 | -0,1 | 2,4 | -0,6 | 4,2 | 1 |
| des | -6,7 | -3,7 | 1,0 | -0,7 | -3,0 | -3,4 | -0,6 | 1,5 | -5,8 |
| jan | -7,9 | -1,4 | -8,8 | -2,7 | -2,9 | -7,5 | 2,5 | -6,9 | -1,3* |
| feb | -7,6 | -1,1 | -2,9 | -2,7 | -5,5 | -1,1 | 0,6 | -5,9 | -0,9* |
| mar | -3,6 | 1,9 | 1,4 | 1,5 | -5,1 | 0,8 | 1,9 | 1,6 | 0,7* |
| apr | 2,3 | 5,1 | 4,4 | 3,6 | 4,2 | 6,4 | 5,4 | 3,3 | 3,6 |
| mai | 9,1 | 7,8 | 11,2 | 10,4 | 14,7 | 8,9 | 8,6 | 9,3 | 9,9 |
| jun | 13,3 | 12,8 | 15,2 | 13,8 | 16,3 | 14,3 | 17,0 | 16,2 | 15,5 |
| jul | 15,2 | 14,8 | 15,9 | 15 | 20,4 | 16,0 | 13,4 | 17,9 | 15,7 |
| aug | 13,7 | 14,7 | 14,1 | 14,1 | 14,8 | 15,6 | 15,3 | 14 | 15,8 |
| Middel | 3,3 | 6,2 | 5,9 | 5,9 | 5,9 | 5,8 | 6,5 | 6,1 | 6,1 |

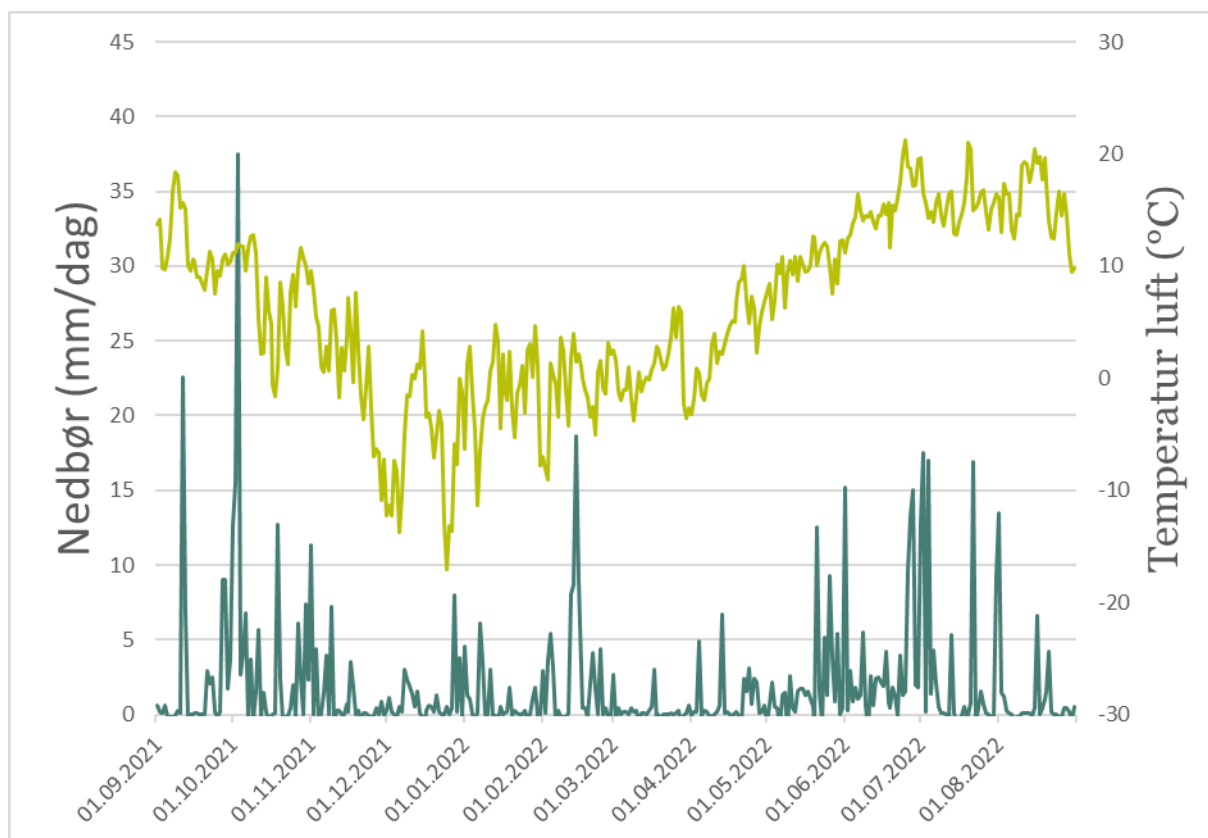
Gjennomsnittsnedbøren i forsøksåret 2021-2022 var lavere enn de to første og de tre foregående forsøksåra, men høyere enn i 2016-2017 og 2017-2018. Nedbøren var særlig høy i oktober, februar, samt mai t.o.m. juli. Nedbøren har variert mellom årene - fra mye de to første og de to foregående

forsøksårene, til lavt i det tredje (2016-2017) og fjerde (2017-2018) forsøksåret, mens det femte (2018-2019) og siste (2021-2022) forsøksåret har ligget på et nivå mellom disse.

De foregående forsøksperiodene er beskrevet i detalj i Bechmann m.fl. (2015), Kværnø m.fl. (2017), Bechmann m.fl. (2017), Bechmann m.fl. (2019), Bechmann m.fl. (2020), Bechmann m.fl. (2021a), Bechmann m.fl. (2021b).

Første og siste dag med døgnmiddeltemperaturer under null var henholdsvis 17. oktober 2021 og 7. april 2022. I desember var den lengste perioden med døgnmiddeltemperaturer under null (figur 4.2). Lavest temperatur ble målt 25. desember (-17,1 °C). Den første snøen kom 19. oktober, men regnet bort samme dag. Det var en vinter uten noe særlig stabilt snødekke.

Maksimal døgnedbør for siste forsøksår var 37,5 mm (3. oktober 2021) (figur 4.1). I forrige forsøksår var maksimal døgnedbør 34,2 mm (14. juli 2021). Høyeste døgnedbør gjennom hele forsøksperioden ble registrert i 2015-2016 (39 mm den 17. september).



Figur 4.1. Nedbør og lufttemperatur fra høsten 2021 til høsten 2022, registrert på målestasjonen i forsøksfeltet.

5 Avrenning

5.1 Årlige data og forskjeller mellom ruter og behandlinger

I gjennomsnitt for alle ruter var den totale avrenningen 299 mm – tilsvarende som i 2018-2019. Perioden 2016-2017 hadde den laveste nedbøren og avrenningen registrert i overvåkingsperioden, henholdsvis 600 mm og 215 mm (tabell 5.1). Forholdet mellom nedbør og avrenning (avrenningskoeffisienten) var tilsvarende som 2018-2019, men noe høyere enn i 2016-2017.

Tabell 5.1. Nedbør (mm) og gjennomsnittlig avrenning (mm) i de syv årene med overvåking.

| | Nedbør | Avrenning (mm) | | | Avrenningskoeffisient |
|-------|--------|----------------|-----------|------------|-----------------------|
| | mm | Total | Overflate | Grøft | |
| 14-15 | 836 | 728 | 171 | 557 (77 %) | 0,87 |
| 15-16 | 823 | 525 | 112 | 414 (79 %) | 0,64 |
| 16-17 | 600 | 215 | 80 | 146 (64 %) | 0,35 |
| 17-18 | 627 | 468 | 85 | 384 (82 %) | 0,74 |
| 18-19 | 745 | 330 | 26 | 304 (92 %) | 0,44 |
| 19-20 | 809 | - | - | 388 | 0,48* |
| 20-21 | 889 | 600 | 97 | 503 (84 %) | 0,67 |
| 21-22 | 679 | 299 | 121 | 178 (60 %) | 0,47 |

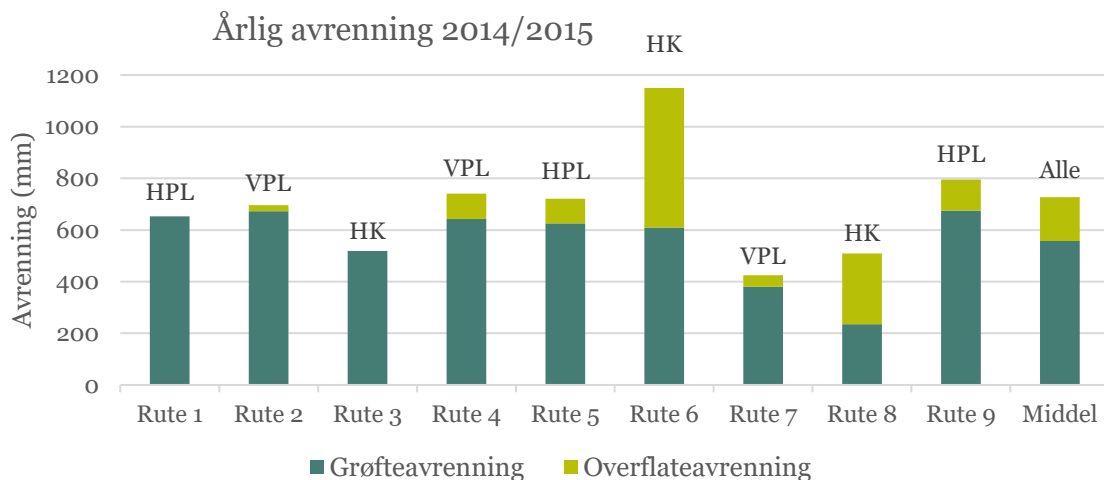
* bare grøfteavrenning

Figur 5.1 til 5.8 viser årlig avrenning fordelt på overflate- og grøfteavrenning på de ni rutene. Figur 5.8 viser årlig overflate- og grøfteavrenning for det siste forsøksåret (2021-2022).

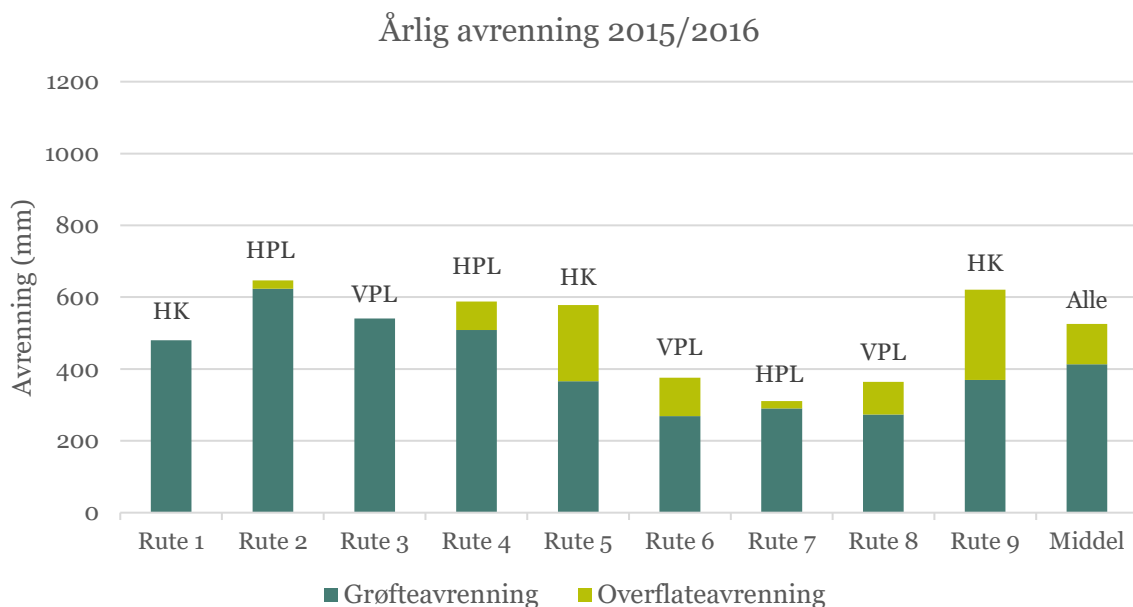
Det har vært store variasjoner i avrenning mellom rutene i hele overvåkingsperioden. Den totale avrenningen er ganske lik mellom de to første årene for de enkelte rutene. Minst avrenning ble målt fra rute 7 og 8 begge årene. Foruten om rute 6 er avrenningen ellers ganske lik. Forsøksperioden 2016-2017 hadde generelt lav avrenning fra alle rutene sammenlignet med de første to årene. Den fjerde forsøksperioden viste lignende mengde total avrenning som den andre forsøksperioden (2015-2016). Mest avrenning, samt overflateavrenning ble målt fra rute 9, mens rute 2-5 hadde mest grøfteavrenning. Tilsvarende som de to første årene, ble det målt lavest avrenning fra rutene 7 og 8. Forsøksperioden 2018-2019 hadde den nest laveste totale avrenningen med tilsvarende forhold mellom nedbør og avrenning som den tredje forsøksperioden (2016-2017). Lavest avrenning var fra rute 6 og 8, men som tidligere år var og det også lav avrenning fra rute 7. I 2019-2020 var det lavest grøfteavrenning fra rute 3 (230 mm) og rute 7 (235 mm). Høyest grøfteavrenning ble registrert fra rute 4 (647 mm) og rute 1 (525 mm). I 2020-2021 ble høyest overflate- og grøfteavrenning målt fra rute 3. Forsøksperioden 2021-2022 hadde generelt lav avrenning, sammenlignbart med 2016-2017 og 2018-2019. Det ble registrert høyest grøfteavrenning fra rute 1 til 3, samt fra rute 9. Overflateavrenning utgjorde en større andel av vanntransporten sammenlignet med tidligere år (tabell 5.1), og var størst fra rute 5.

I gjennomsnitt for behandlinger var den totale avrenningen størst fra ruter med høstpløying med høstkorn (360 mm) og fra ruter med høstpløying (279 mm). I gjennomsnitt for ruter med vårpløying med vårkorn var avrenningen 258 mm. Det var lavere grøfteavrenning fra ruter som overvintret i stubb (129 mm) sammenlignet ruter med høstkorn (201 mm) og høstpløying (203 mm). Lavest overflateavrenning ble målt fra ruter med høstpløying (76 mm), mens det ble målt høyest

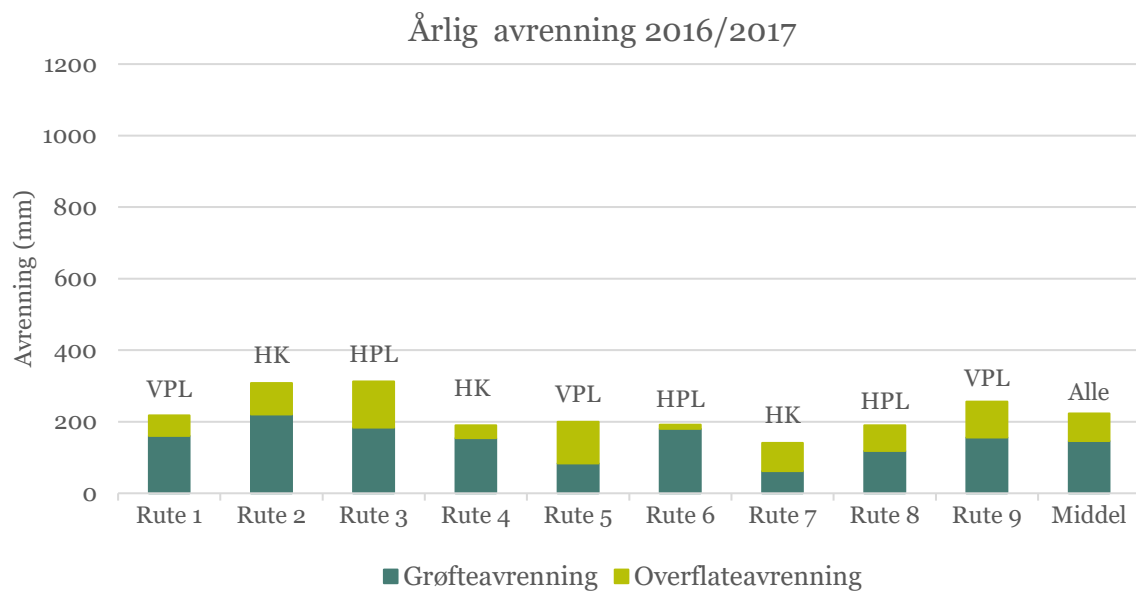
overflateavrenning fra ruter med høstkorn (159 mm). Ruter som overvintret i stubb, var på et nivå mellom. Behandlingseffektene kan i noe grad maskeres av de individuelle rutenes hydrologiske egenskaper.



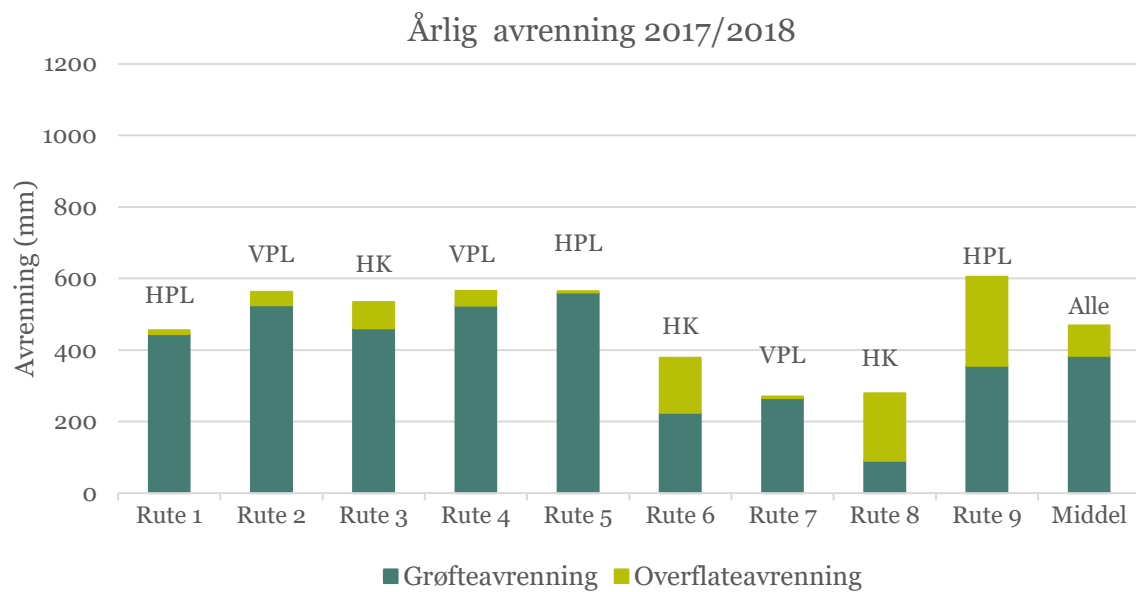
Figur 5.1. Overflate- og grøfteavrenning (mm) fra rute 1-9 i forsøksperioden 1.9.2014 til 1.9.2015. Overflateavrenning på rute 1 og 3 er utelatt pga. målefeil. HK = høstkorn med høstpløying, HPL = høstpløying, og VPL = vårpløying.



Figur 5.2. Overflate- og grøfteavrenning (mm) fra rute 1-9 i forsøksperioden 1.9.2015 til 1.9.2016. NB! Overflateavrenning på rute 1 og 3 er utelatt pga. målefeil. HK = høstkorn med høstpløying, HPL = høstpløying, og VPL = vårpløying.

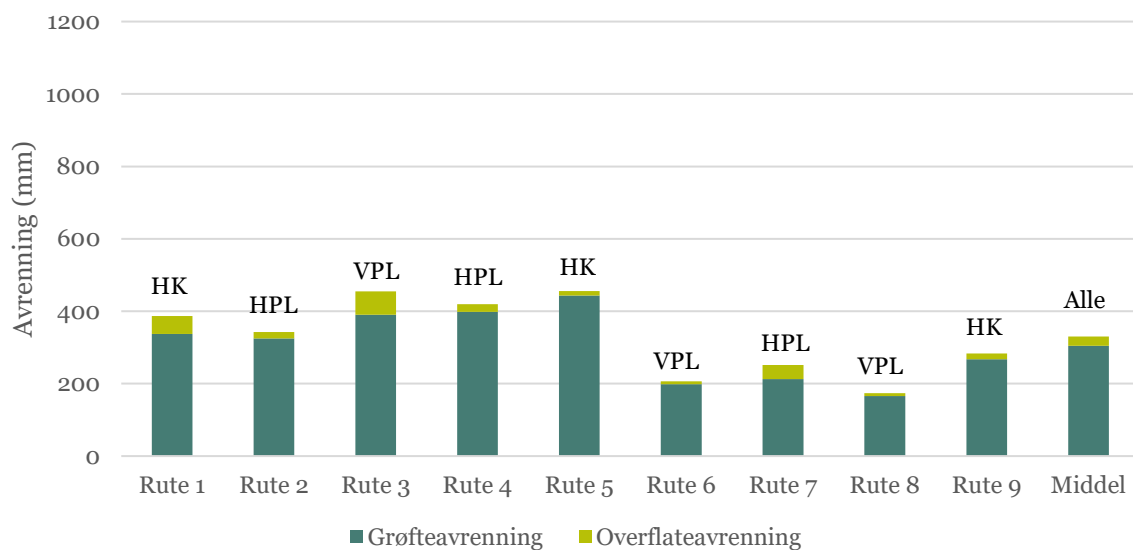


Figur 5.3. Overflate- og grøfteavrenning (mm) fra rute 1-9 i forsøksperioden 1.9.2016 til 1.9.2017. HK = høstkorn med høstpløying, HPL = høstpløying, og VPL = vårpløying.



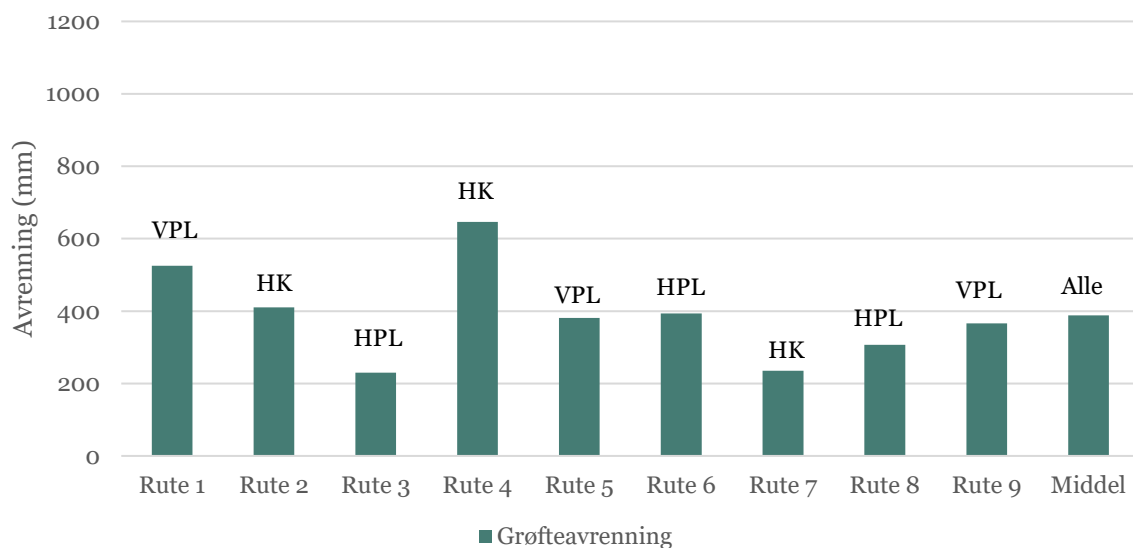
Figur 5.4. Overflate- og grøfteavrenning (mm) fra rute 1-9 i forsøksperioden 1.9.2017 til 1.9.2018. HK = høstkorn med høstpløying, HPL = høstpløying, og VPL = vårpløying.

Årlig avrenning 2018/2019



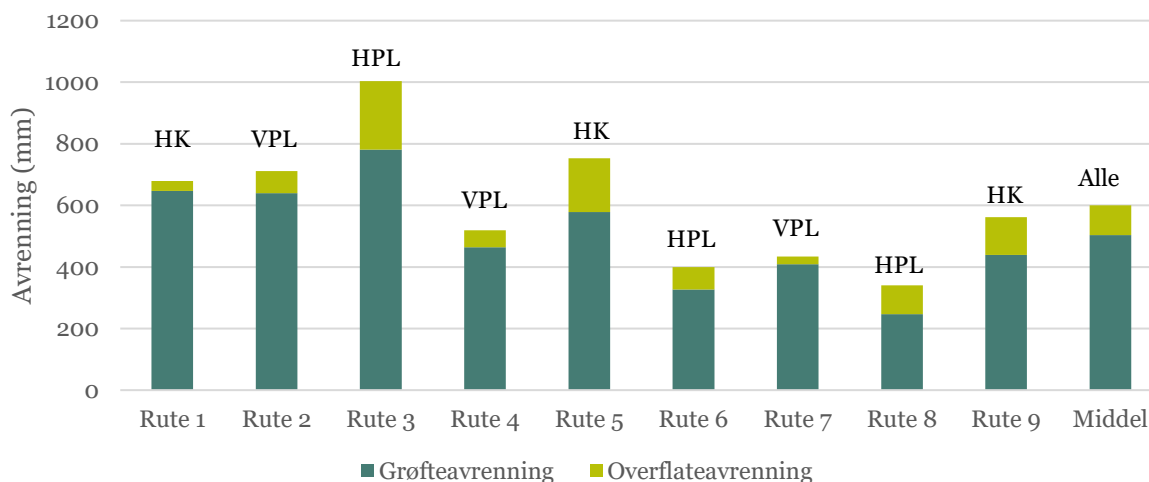
Figur 5.5. Overflate- og grøfteavrenning (mm) fra rute 1-9 i forsøksperioden 1.9.2018 til 1.9.2019. HK = høstkorn med høstpløying, HPL = høstpløying, og VPL = vårpløying.

Årlig avrenning 2019/2020



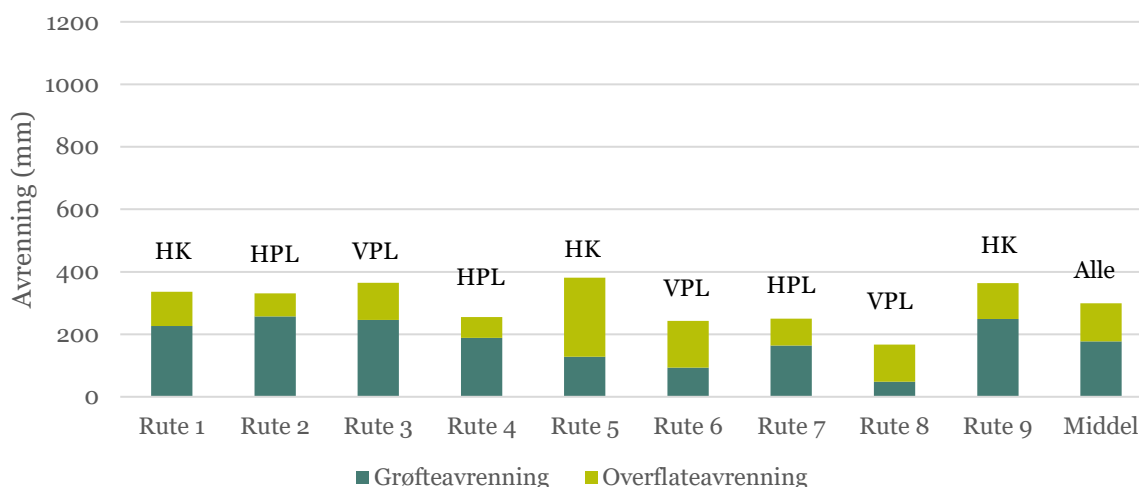
Figur 5.6. Grøfteavrenning (mm) fra rute 1-9 i forsøksperioden 1.9.2019 til 1.9.2020. HK = høstkorn med høstpløying, HPL = høstpløying, og VPL = vårpløying. Feil på overflateavrenning, derfor ikke rapportert.

Årlig avrenning 2020/2021



Figur 5.7. Grøfteavrenning (mm) fra rute 1-9 i forsøksperioden 1.9.2020 til 1.9.2021. HK = høstkorn med høstpløying, HPL = høstpløying, og VPL = vårpløying.

Årlig avrenning 2021/2022



Figur 5.8. Grøfteavrenning (mm) fra rute 1-9 i forsøksperioden 1.9.2021 til 1.9.2022. HK = høstkorn med høstpløying, HPL = høstpløying, og VPL = vårpløying.

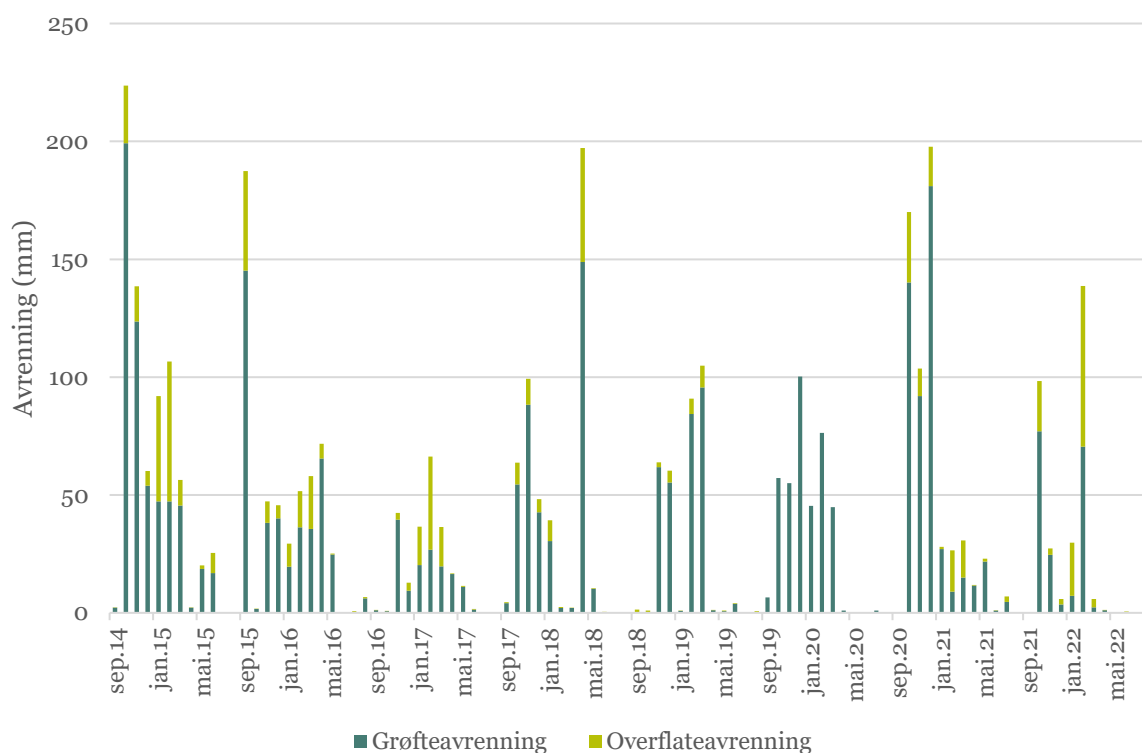
5.2 Variasjoner i avrenning gjennom året

Figur 5.9 viser overflate- og grøfteavrenning per måned i alle forsøksårene bortsett fra forsøksåret 2019-2020 som bare viser grøfteavrenning. Figur 5.10 viser gjennomsnittlig nedbør, overflate- og grøfteavrenning (mm) fra alle rutene i forsøksperioden 1.9.2021 til 1.9.2022 per dag.

Mest overflatevann er typisk målt i månedene januar til mars, men det er også målt en del overflatevann i månedene september (2015-2016), oktober (2014-2015 og 2020-2021) og november (2014-2015). Det har også vært år med lite overflateavrenning, som i 2018-2019. Grøfteavrenningen er særlig dominerende om høsten og tidlig vinter (september til desember).

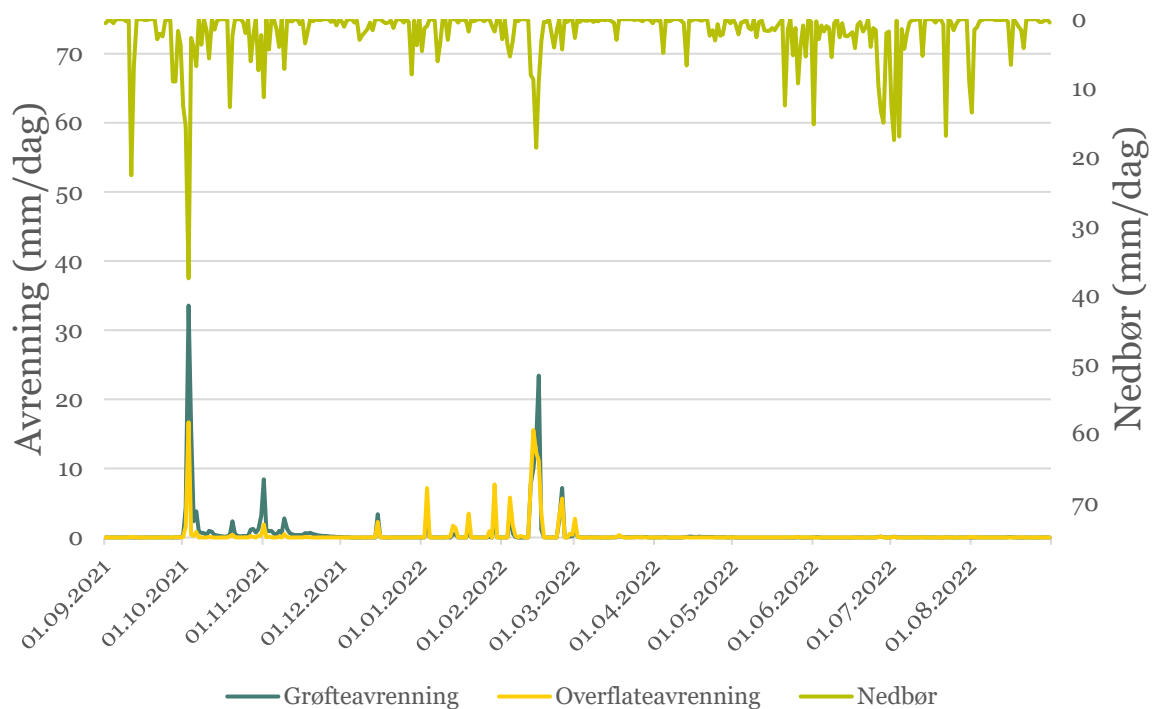
I 2021-2022 ble det målt mye overflateavrenning i januar (22 mm) og februar (68 mm). Dette var måneder med hyppige fryse og tine episoder (Figur 4.1). Februar måned hadde i tillegg mer nedbør (77 mm) enn normalperioden, samt høy grøfteavrenning. Mest grøfteavrenning ble målt i oktober 2021 (77 mm) da også nedbøren var høy (128 mm).

Til tross for mer nedbør i månedene mai, juni og juli enn i normalperioden, ble det som tidligere år registrert lite avrenning. Dette kan skyldes de tørre vårmånedene mars og april hvor det bare kom henholdsvis 10 og 27 mm nedbør. Et lavt vanninnhold i jorda før nedbøren i sommermånedene kan derfor ha hindret avrenning.



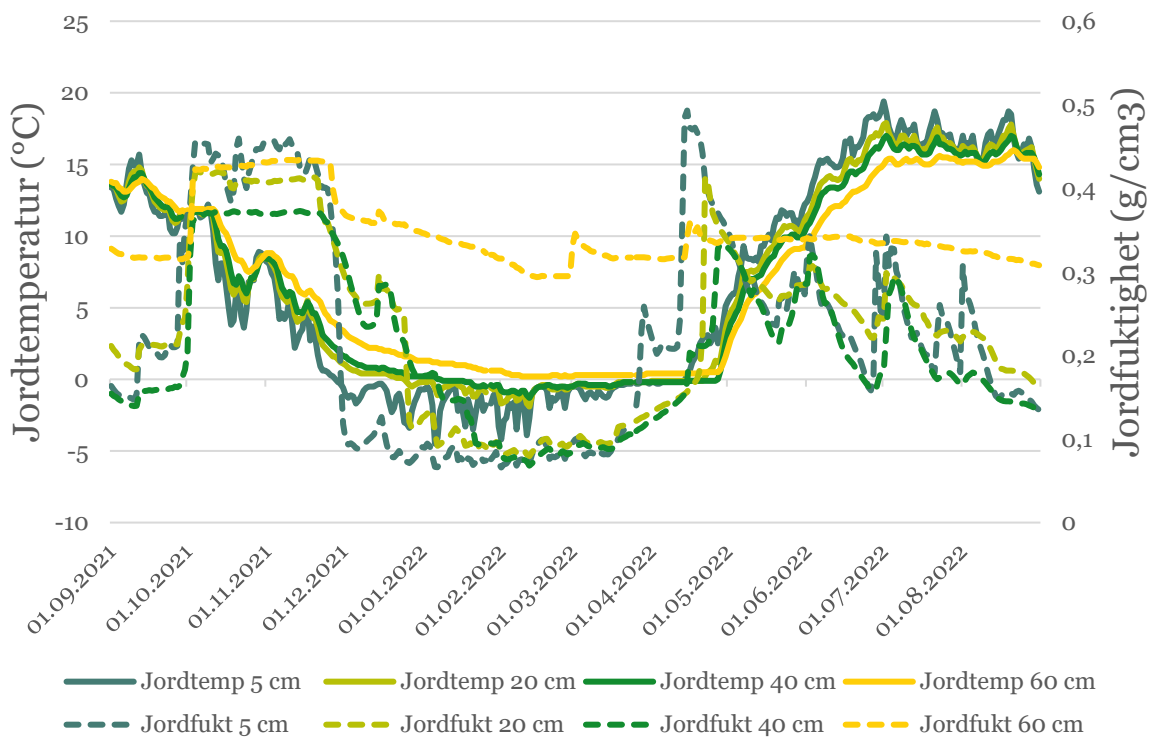
Figur 5.9. Gjennomsnittlige månedlig overflate- og grøfteavrenning (mm) i forsøksperioden 1.9.2014 til 1.9.2022. Overflateavrenning er ikke inkludert i forsøksperioden 1.9.2019 til 1.9.2020.

Mesteparten av avrenningen ble registrert fra oktober 2021 til mars 2022. Avrenningen var lav i september 2020, samt i april til september 2022.

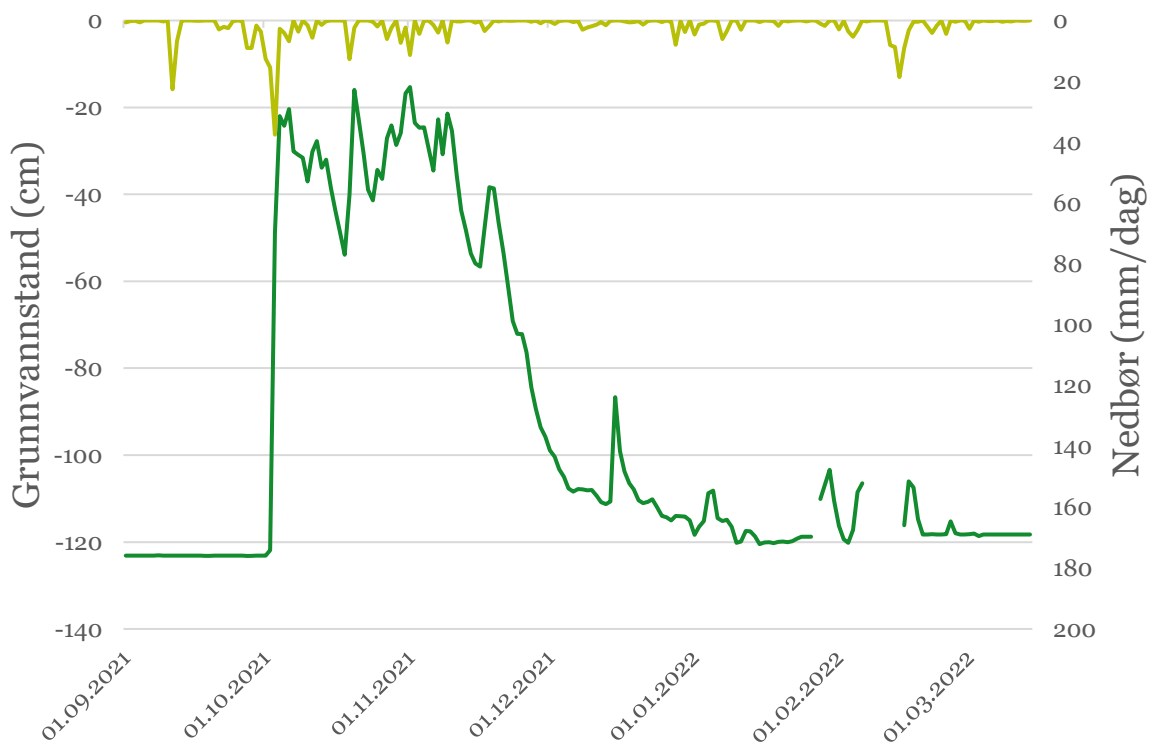


Figur 5.10. Gjennomsnittlig nedbør, overflate- og grøfteavrenning (mm) fra alle rutene i forsøksperioden 1.9.2021 til 1.9.2022.

Det var frost i perioden fra januar og frem til mai april 2021-2022 (Figur 5.11). Sommeren hadde relativt høye jordtemperaturer og vekslende grad av jordfuktighet (juni-august). Figur 5.12 viser målt grunnvannstand. Grunnvannstanden var på sitt laveste (ca. 1,2 m) fra september til oktober 2021, samt i januar og mars. Grunnvannstanden var høyest i oktober og november 2021 i forbindelse med mye nedbør (tabell 4.1). Grunnvannstanden steg fra 122 cm til 20 cm i forbindelse med 72 mm nedbør over fem dager.



Figur 5.11. Jordtemperatur og vanninnhold målet i jordprofil 1, i forsøksperioden 2021-2022.



Figur 5.12. Grunnvannstand og nedbør fra 1.9.2021 til 15.3.2022 grunnet feil registreringer.

6 Partikler og næringsstoffer

6.1 Konsentrasjoner

Her er det sammenstilt konsentrasjoner for perioden 1. september 2021 til 1. september 2022. Det var lite avrenning i to blandprøveperioder (14. mars-1. mai og 1. mai-25. august) og det var ikke vann nok til å få analysert alle parametere. Konsentrasjoner for disse to perioder kan dessuten være påvirket av fordampning fra prøvedunkene og resultatene for disse to periodene må tas med forbehold.

6.1.1 Suspendert stoff

Konsentrasjonen av suspendert stoff i blandprøver fra overflateavrenning varierte fra 5,5 mg/L fra en vårpløyd rute i mars til 4200 mg/L fra en høstpløyd rute i august (tabell 6.1). Generelt ble de høyeste konsentrasjonene målt i en vannprøver som er tatt ut i august (1. mai-25. august), mens det var lave konsentrasjoner i prøvene tatt ut 20. januar (11. november – 20. januar). Årlig gjennomsnittskonsentrasjon var lavest fra vårkornruter og høyest fra høstpløydte ruter.

Tabell 6.1. Konsentrasjoner av suspendert stoff i overflateavrenning fra 9 ruter i Kjelle ruteforsøk i sjetten forsøksår for perioden 1. september 2021 til 1. september 2022.

| Prøveuttak | Høstpløyd/vårkorn | | | Vårpløyd/vårkorn | | | Høstpløyd/høstkorn | | |
|------------|--|--------|--------|------------------|--------|--------|--------------------|--------|--------|
| | Rute 2 | Rute 4 | Rute 7 | Rute 3 | Rute 6 | Rute 8 | Rute 1 | Rute 5 | Rute 9 |
| | mg suspendert stoff/L overflateavrenning | | | | | | | | |
| 06.okt.21 | 39 | 51 | 110 | 280 | 300 | 88 | 87 | 36 | 46 |
| 11.nov.21 | 200 | 210 | 320 | 120 | 180 | 65 | 87 | 300 | 240 |
| 20.jan.22 | 100 | 120 | 68 | 9,9 | 5,5 | 43 | 31 | 15 | 32 |
| 14.feb.22 | 190 | 170 | 190 | 170 | 40 | 47 | 130 | 110 | 85 |
| 14.mar.22 | 45 | 260 | 100 | 14 | 27 | 35 | 81 | 44 | 290 |
| 01.mai.22 | 360 | | 490 | | 190 | 100 | 500 | 1000 | |
| 25.aug.22 | 240 | 4200 | 1500 | 560 | 330 | 630 | 280 | 1000 | 490 |

Tabell 6.2. Konsentrasjoner av suspendert stoff i grøfteavrenning fra 9 ruter i Kjelle ruteforsøk i sjetten forsøksår for perioden 1. september 2021 til 1. september 2022.

| Prøveuttak | Høstpløyd/vårkorn | | | Vårpløyd/vårkorn | | | Høstpløyd/høstkorn | | |
|------------|---------------------------------------|--------|--------|------------------|--------|--------|--------------------|--------|--------|
| | Rute 2 | Rute 4 | Rute 7 | Rute 3 | Rute 6 | Rute 8 | Rute 1 | Rute 5 | Rute 9 |
| | mg suspendert stoff/L grøfteavrenning | | | | | | | | |
| 06.okt.21 | 44 | 41 | 34 | 44 | 50 | 50 | 37 | 42 | 32 |
| 11.nov.21 | 9,3 | 23 | 170 | 55 | 48 | 23 | 45 | 33 | 8,1 |
| 20.jan.22 | 18 | 37 | 54 | 20 | 150 | 93 | 63 | 38 | 28 |
| 14.feb.22 | 60 | 59 | 63 | 72 | 110 | 96 | 58 | 44 | 440 |
| 14.mar.22 | 17 | 30 | 42 | 17 | 50 | 34 | 11 | 42 | 150 |
| 01.mai.22 | 180 | 410 | | 1300 | 220 | 44 | 720 | | 130 |
| 25.aug.22 | 210 | 500 | | 2300 | 940 | 99 | 940 | | 350 |

Konsentrasjonen av suspendert stoff i overflateavrenning var 1,6 ganger høyere enn konsentrasjonen i grøfteavrenning. De høyeste konsentrasjonene i grøfteavrenning ble målt i prøvene som ble tatt ut 1.

mai og 25. august 2022. Høye konsentrasjoner i august kan henge sammen med fordampning av vann fra vannprøvene gjennom sommeren (tabell 6.2). Pga. lav vannføring vil de høye konsentrasjonene ikke få vesentlig betydning for jordtap.

6.1.2 Fosfor

6.1.2.1 Totalfosfor

Konsentrasjonen av total fosfor i blandprøver fra overflateavrenning varierte fra 0,17 mg/L fra en høstkorn rute i januar til 7,3 mg/L fra en høstpløyd rute i august (tabell 6.3). Generelt ble de høyeste konsentrasjonene, som for suspendert stoff målt i august (1. mai-25. august). Det var en tendens til lavere konsentrasjoner av totalfosfor fra ruter med høstkorn, men det var ingen forskjell i gjennomsnittskonsentrasjoner av totalfosfor i overflateavrenning fra høstpløyde og vårpløyde ruter.

Tabell 6.3. Konsentrasjoner av totalfosfor i overflateavrenning fra 9 ruter i Kjelle ruteforsøk i sjetten forsøksår for perioden 1. september 2021 til 1. september 2022.

| Prøveuttak | Høstpløyd/vårkorn | | | Vårpløyd/vårkorn | | | Høstpløyd/høstkorn | | |
|-------------------------------------|-------------------|--------|--------|------------------|--------|--------|--------------------|--------|--------|
| | Rute 2 | Rute 4 | Rute 7 | Rute 3 | Rute 6 | Rute 8 | Rute 1 | Rute 5 | Rute 9 |
| mg totalfosfor/L overflateavrenning | | | | | | | | | |
| 06.okt.21 | 0,74 | 0,46 | 0,67 | 0,89 | 0,82 | 0,58 | 0,82 | 0,53 | 0,57 |
| 11.nov.21 | 1,1 | 0,98 | 1,5 | 0,7 | 0,89 | 0,95 | 0,97 | 0,85 | 1,1 |
| 20.jan.22 | 0,55 | 0,37 | 0,45 | 0,78 | 0,73 | 0,79 | 0,31 | 0,17 | 0,19 |
| 14.feb.22 | 0,8 | 0,61 | 0,78 | 1 | 0,7 | 0,73 | 0,88 | 0,65 | 0,44 |
| 14.mar.22 | 0,57 | 0,69 | 0,59 | 0,43 | 0,53 | 0,56 | 0,67 | 0,4 | 0,69 |
| 01.mai.22 | 0,87 | | 2 | | 1,5 | 0,81 | 1,5 | 1,8 | |
| 25.aug.22 | 4,1 | 7,3 | 5,2 | 6,9 | 5,5 | 3,5 | 4 | 5,1 | 3,7 |

Tabell 6.4. Konsentrasjoner av totalfosfor i grøfteavrenning fra 9 ruter i Kjelle ruteforsøk i sjetten forsøksår for perioden 1. september 2021 til 1. september 2022.

| Prøveuttak | Høstpløyd/vårkorn | | | Vårpløyd/vårkorn | | | Høstpløyd/høstkorn | | |
|----------------------------------|-------------------|--------|--------|------------------|--------|--------|--------------------|--------|--------|
| | Rute 2 | Rute 4 | Rute 7 | Rute 3 | Rute 6 | Rute 8 | Rute 1 | Rute 5 | Rute 9 |
| mg totalfosfor/L grøfteavrenning | | | | | | | | | |
| 06.okt.21 | 0,44 | 0,45 | 0,45 | 0,42 | 0,48 | 0,48 | 0,47 | 0,33 | 0,33 |
| 11.nov.21 | 0,31 | 0,36 | 0,74 | 0,45 | 0,52 | 0,32 | 0,57 | 0,37 | 0,38 |
| 20.jan.22 | 0,24 | 0,23 | 0,53 | 0,42 | 0,48 | 0,28 | 0,56 | 0,48 | 0,23 |
| 14.feb.22 | 0,51 | 0,5 | 0,37 | 0,41 | 0,5 | 0,37 | 0,36 | 0,34 | 1 |
| 14.mar.22 | 0,33 | 0,42 | 0,33 | 0,34 | 0,38 | 0,28 | 0,32 | 0,37 | 0,48 |
| 01.mai.22 | 0,85 | 1,4 | | 1,5 | 0,54 | 0,25 | 1,8 | | 0,39 |
| 25.aug.22 | 0,66 | | | | 1,4 | 0,41 | | | 0,64 |

Konsentrasjonen av totalfosfor i blandprøver fra grøfteavrenning varierte fra 0,23 mg/L fra en høstkornrute og en høstpløyd rute i januar til 1,8 mg/L fra en vårpløyd rute i mai (tabell 6.4). Generelt ble de høyeste konsentrasjonene, som for suspendert stoff, målt i vannprøver tatt ut i mai og august. Da var det lite vann i prøvene og ikke nok vann til alle analyseparametere. Det var ingen forskjell i konsentrasjoner mellom behandlingene.

6.1.2.2 Løst fosfat

Konsentrasjonen av løst fosfat i blandprøver fra overflateavrenning varierte fra 0,09 mg/L fra en høstkornrute i februar til 4,1 mg/L fra en vårpløyd rute i august (tabell 6.5). Generelt ble de høyeste konsentrasjonene målt i blandprøve i vannprøver fra august (1. mai – 25. august). Fordampning fra blandprøvedunkene kan ha påvirket de målte konsentrasjonene. Det er lav vannføring i perioden og de høye konsentrasjonene har ikke vesentlig betydning for målte tap av løst fosfat.

Konsentrasjonen av løst fosfat i blandprøver fra grøfteavrenning varierte fra 0,078 mg/L fra en høstkornrute i januar til 0,75 mg/L fra en høstpløyd rute august (tabell 6.6).

Tabell 6.5. Konsentrasjoner av løst fosfat i overflateavrenning fra 9 ruter i Kjelle ruteforsøk i sjettede forsøksår for perioden 1. september 2021 til 1. september 2022.

| Prøveuttak | Høstpløyd/vårkorn | | | Vårpløyd/vårkorn | | | Høstpløyd/høstkorn | | |
|-------------------------------------|-------------------|--------|--------|------------------|--------|--------|--------------------|--------|--------|
| | Rute 2 | Rute 4 | Rute 7 | Rute 3 | Rute 6 | Rute 8 | Rute 1 | Rute 5 | Rute 9 |
| mg løst fosfat/L overflateavrenning | | | | | | | | | |
| 06.okt.21 | 0,58 | 0,29 | 0,39 | 0,45 | 0,36 | 0,34 | 0,52 | 0,4 | 0,4 |
| 11.nov.21 | 0,73 | 0,45 | 0,63 | 0,51 | 0,38 | 0,7 | 0,48 | 0,28 | 0,35 |
| 20.jan.22 | 0,29 | 0,14 | 0,27 | 0,68 | 0,65 | 0,67 | 0,19 | 0,11 | 0,1 |
| 14.feb.22 | 0,3 | 0,15 | 0,26 | 0,55 | 0,53 | 0,52 | 0,4 | 0,31 | 0,09 |
| 14.mar.22 | 0,33 | 0,17 | 0,24 | 0,36 | 0,4 | 0,42 | 0,36 | 0,26 | 0,14 |
| 01.mai.22 | | | | | | | | | |
| 25.aug.22 | 2 | 1,6 | 1,9 | 4,1 | 2,9 | 1,9 | 2,4 | 1,9 | 1,3 |

Tabell 6.6. Konsentrasjoner av løst fosfat i grøfteavrenning fra 9 ruter i Kjelle ruteforsøk i sjettede forsøksår for perioden 1. september 2021 til 1. september 2022.

| Prøveuttak | Høstpløyd/vårkorn | | | Vårpløyd/vårkorn | | | Høstpløyd/høstkorn | | |
|----------------------------------|-------------------|--------|--------|------------------|--------|--------|--------------------|--------|--------|
| | Rute 2 | Rute 4 | Rute 7 | Rute 3 | Rute 6 | Rute 8 | Rute 1 | Rute 5 | Rute 9 |
| mg løst fosfat/L grøfteavrenning | | | | | | | | | |
| 06.okt.21 | 0,25 | 0,24 | 0,2 | 0,2 | 0,23 | 0,2 | 0,27 | 0,14 | 0,12 |
| 11.nov.21 | 0,19 | 0,19 | 0,23 | 0,3 | 0,28 | 0,24 | 0,32 | 0,17 | 0,16 |
| 20.jan.22 | 0,17 | 0,11 | 0,37 | 0,28 | 0,21 | 0,15 | 0,39 | 0,34 | 0,078 |
| 14.feb.22 | 0,31 | 0,29 | 0,17 | 0,22 | 0,25 | 0,13 | 0,21 | 0,18 | 0,14 |
| 14.mar.22 | 0,23 | 0,3 | 0,21 | 0,24 | 0,24 | 0,18 | 0,23 | 0,23 | 0,15 |
| 01.mai.22 | | | | | | | | | |
| 25.aug.22 | 0,4 | 0,45 | 0,75 | 0,46 | 0,38 | 0,2 | 0,56 | 0,69 | 0,2 |

6.1.3 Nitrogen

Konsentrasjonen av totalnitrogen i blandprøver fra overflateavrenning varierte fra 1,2 mg/L i avrenning fra en høstkornrute i oktober til 57 mg/L i avrenning fra en høstpløyd i august (tabell 6.7). Generelt ble de høyeste konsentrasjonene målt i blandprøven som dekker perioden fra 1. mai til 25. august.

Tabell 6.7. Konsentrasjoner av totalnitrogen i overflateavrenning fra 9 ruter i Kjelle ruteforsøk i sjetten forsøksår for perioden 1. september 2021 til 1. september 2022.

| Prøveuttak | Høstpløyd/vårkorn | | | Vårpløyd/vårkorn | | | Høstpløyd/høstkorn | | |
|---------------------------------------|-------------------|--------|--------|------------------|--------|--------|--------------------|--------|--------|
| | Rute 2 | Rute 4 | Rute 7 | Rute 3 | Rute 6 | Rute 8 | Rute 1 | Rute 5 | Rute 9 |
| mg totalnitrogen/L overflateavrenning | | | | | | | | | |
| 06.okt.21 | 1,5 | 1,5 | 2,6 | 1,8 | 2,8 | 1,5 | 8,7 | 1,2 | 1,5 |
| 11.nov.21 | 3,8 | 3,3 | 4,3 | 2,2 | 2,1 | 1,9 | 6,2 | 2,3 | 4,9 |
| 20.jan.22 | 2,3 | 2,7 | 2,5 | 1,7 | 1,9 | 2,2 | 1,3 | 1,5 | 1,6 |
| 14.feb.22 | 3 | 3,4 | 4,2 | 5,1 | 1,9 | 2,1 | 1,8 | 2,2 | 1,8 |
| 14.mar.22 | 2,9 | 3 | 3,3 | 1,5 | 1,8 | 1,8 | 2,2 | 2,1 | 3,4 |
| 01.mai.22 | 5,6 | | 8,3 | | 7,6 | 4,7 | 7 | 12 | |
| 25.aug.22 | 41 | 55 | 57 | 53 | 49 | 32 | 42 | 36 | 36 |

Tabell 6.8. Konsentrasjoner av totalnitrogen i grøfteavrenning fra 9 ruter i Kjelle ruteforsøk i sjetten forsøksår for perioden 1. september 2021 til 1. september 2022.

| Prøveuttak | Høstpløyd/vårkorn | | | Vårpløyd/vårkorn | | | Høstpløyd/høstkorn | | |
|------------------------------------|-------------------|--------|--------|------------------|--------|--------|--------------------|--------|--------|
| | Rute 2 | Rute 4 | Rute 7 | Rute 3 | Rute 6 | Rute 8 | Rute 1 | Rute 5 | Rute 9 |
| mg totalnitrogen/L grøfteavrenning | | | | | | | | | |
| 06.okt.21 | 5,3 | 4,7 | 4,2 | 6,8 | 4 | 3,8 | 8,6 | 17 | 14 |
| 11.nov.21 | 6,2 | 5,4 | 5,3 | 4,3 | 3,5 | 3,5 | 6,5 | 6,4 | 9,2 |
| 20.jan.22 | 5,8 | 6,1 | 2,7 | 2,5 | 4,1 | 3,7 | 2,2 | 2,8 | 3,5 |
| 14.feb.22 | 2 | 2,1 | 1,3 | 1,5 | 2,2 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 2,9 |
| 14.mar.22 | 1,4 | 1,6 | 1,1 | 1,5 | 1,5 | 1,1 | 1,3 | 1,4 | 1,9 |
| 01.mai.22 | 8,8 | 6,9 | | 13 | 8,5 | 9,4 | 10 | | 10 |
| 25.aug.22 | 14 | | | | 18 | 5,1 | | | 15 |

Konsentrasjonen av totalnitrogen i blandprøver fra grøfteavrenning varierte fra 1,1 mg/L i avrenning fra en vårpløyd og en høstpløyd rute i mars til 18 mg/L i avrenning fra en vårpløyd rute i august (tabell 6.8). Generelt ble de høyeste konsentrasjonene målt i de to blandprøvene som dekker perioden fra 14. mars til 25. august. I de to periodene var det lite vann i blandprøvedunkene og det ble ikke analysert for alle parametere i alle vannprøver. Det var også høye konsentrasjoner av nitrogen i vannprøver fra oktober.

6.2 Jord- og næringsstofftap

Tap av partikler og næringsstoffer er beregnet som summen av vannføring (L/blandprøveperiode) multiplisert med konsentrasjonen (mg/L) i hver blandprøveperiode. Det er her rapportert tap av jord og næringsstoffer for perioden fra høsting til såing av vårkorn, standardisert til å være fra 1. september til 1. juni påfølgende år. Resultater er dessuten presentert for hver blandprøveperiode gjennom hele året 2021/2022 (1. september til 1. september).

6.2.1 Jordtap

Jordtapene i 2021-2022 (1. september-1. juni) var i gjennomsnitt 18 kg/daa, med 20 kg/daa fra høstcornrutene, 18 kg/daa fra høstpløyde ruter og 14 kg/daa fra vårpløyde ruter (figur 6.1). Gjennomsnittlig jordtap for tidligere år var ca. 60 kg/daa (Bechmann m.fl. 2021). De lave jordtapene



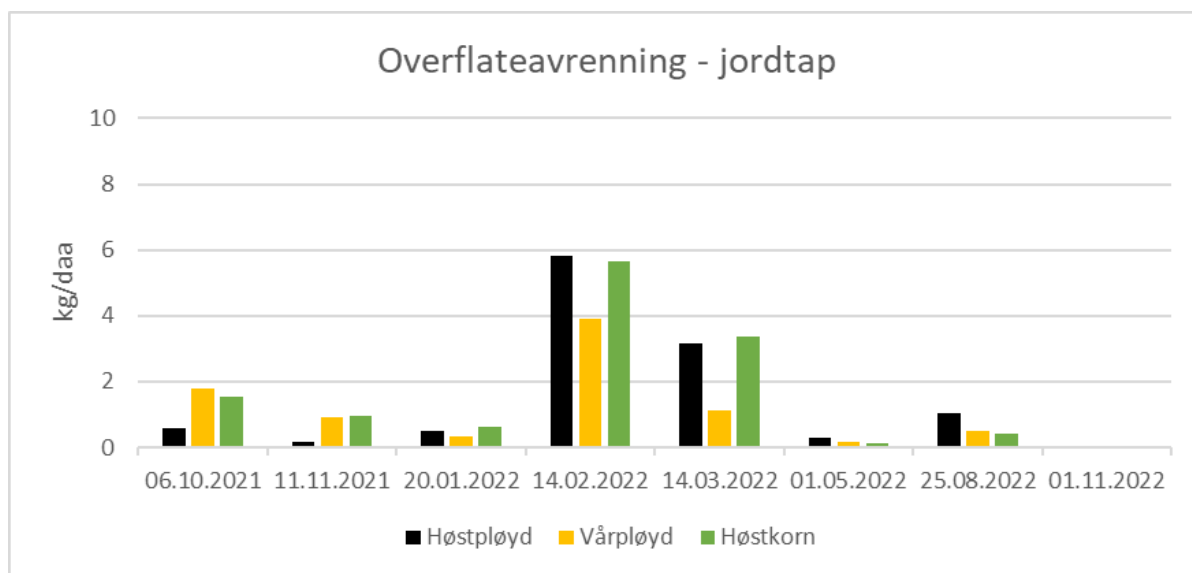
Figur 6.1. Gjennomsnittlig tap av jord (kg/daa) gjennom grøfte- og overflateavrenning fra hvert forsøksledd i åtte forsøksår. Overflatevann mangler i 2019/2020. Gjelder for perioden 1. september til 1. juni.

skyldes lav avrenning (299 mm) og forholdsvis lite nedbør (679 mm) sammenlignet med gjennomsnittet for de tidligere årene (nedbør: 760 mm og avrenning: 466 mm). Det var også lite avrenning og lave jordtap i 2016/2017 og 2018/2019. I gjennomsnitt kom ca. 40 % av jordtapet gjennom drengrøftene. Det var betydelig mindre enn tidligere andel.

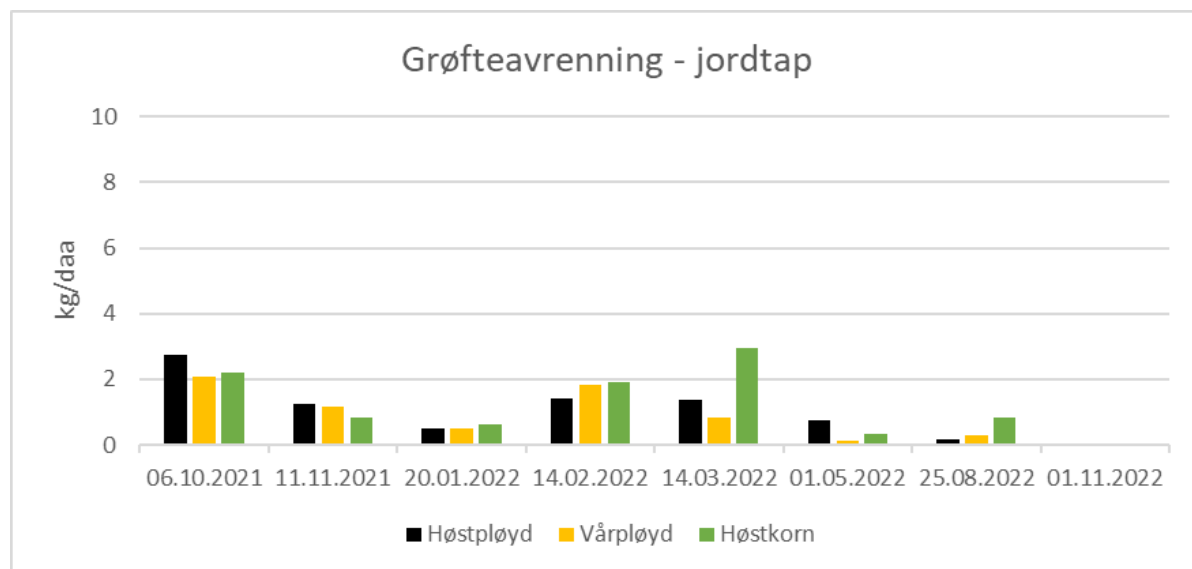
Jordtapet var i gjennomsnitt for alle ruter for alle årene 51 kg/daa (1.september-1. juni). For høstpløyde ruter var jordtapet i gjennomsnitt 55 kg/daa, for vårpløyde 24 kg/daa og for ruter med høstkorn var jordtapet i gjennomsnitt 76 kg/daa.

De største jordtapene med overflateavrenning skjedde på våren, februar og mars (figur 6.2). I den perioden var det størst jordtap fra høstpløyde ruter med og uten høstkorn. For øvrig var det lave jordtap fra 1. september 2021 til 1. juni 2022.

Jordtap gjennom drengrøftene var størst i september-oktober 2021 og i februar-mars 2022, men jordtapene var generelt lave dette året (figur 6.3). Andelen jordtap med overflateavrenning var større enn tidligere.

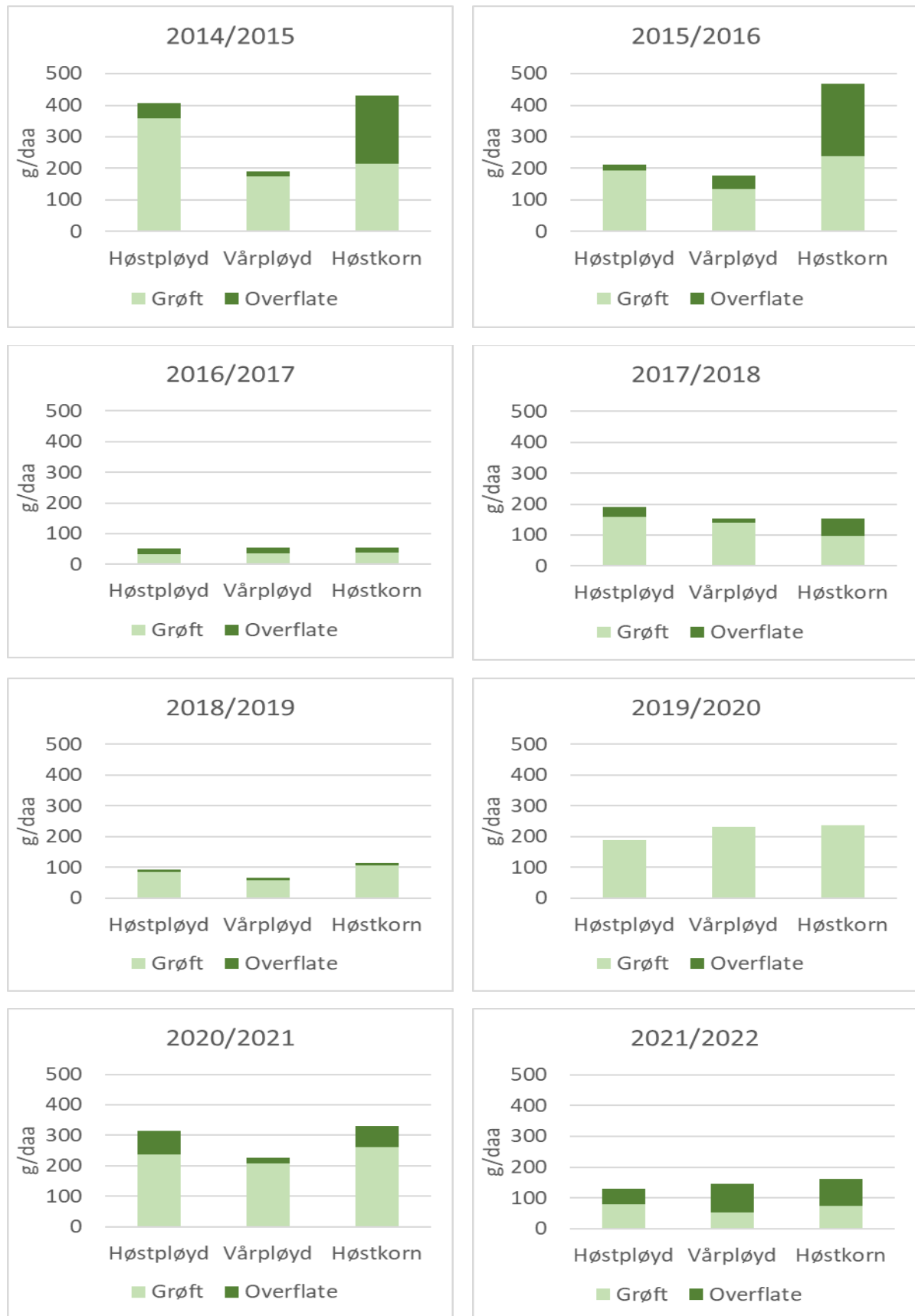


Figur 6.2. Tap av jord (kg/daa) med overflateavrenning i blandprøveperiodene i gjennomsnitt for hvert forsøksledd.



Figur 6.3. Tap av jord (kg/daa) med grøfteavrenning i blandprøveperiodene i gjennomsnitt for hvert forsøksledd.

6.2.2 Fosfortap



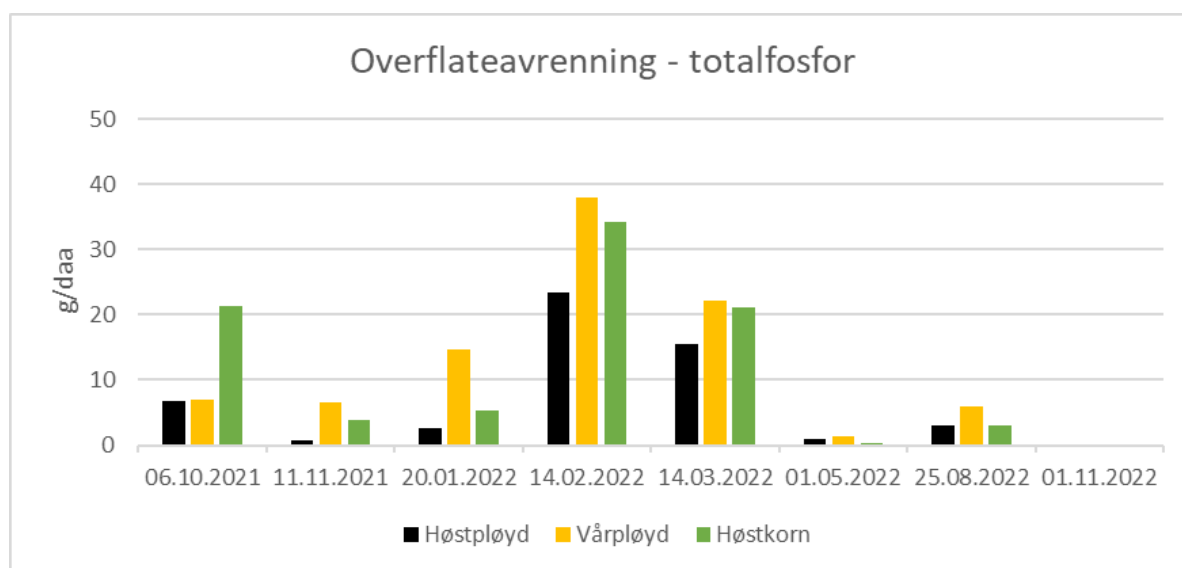
Figur 6.4. Gjennomsnitt av årlige totalfosfortap (TP-tap) fra forsøksledd med høstpløying, vårpløying og høstkorn, åtte forsøksår. Overflatevann mangler 2019/2020. Tallene gjelder for perioden 1. september til 1. juni.

Fosfortapet var i gjennomsnitt for alle ruter 145 g/daa i perioden 1. september 2021 til 1. juni 2022 (figur 6.4). For høstkornrutene var det 161 g/daa, for høstpløyde ruter 130 g/daa og for vårpløyde ruter 145 g/daa (figur 6.4). Tap av totalfosfor gjennom drengroftene utgjorde i gjennomsnitt for alle ruter ca. 50 %. Gjennomsnittlig tap av totalfosfor for tidligere år var 203 g/daa fra alle ruter (Bechmann m.fl. 2021).

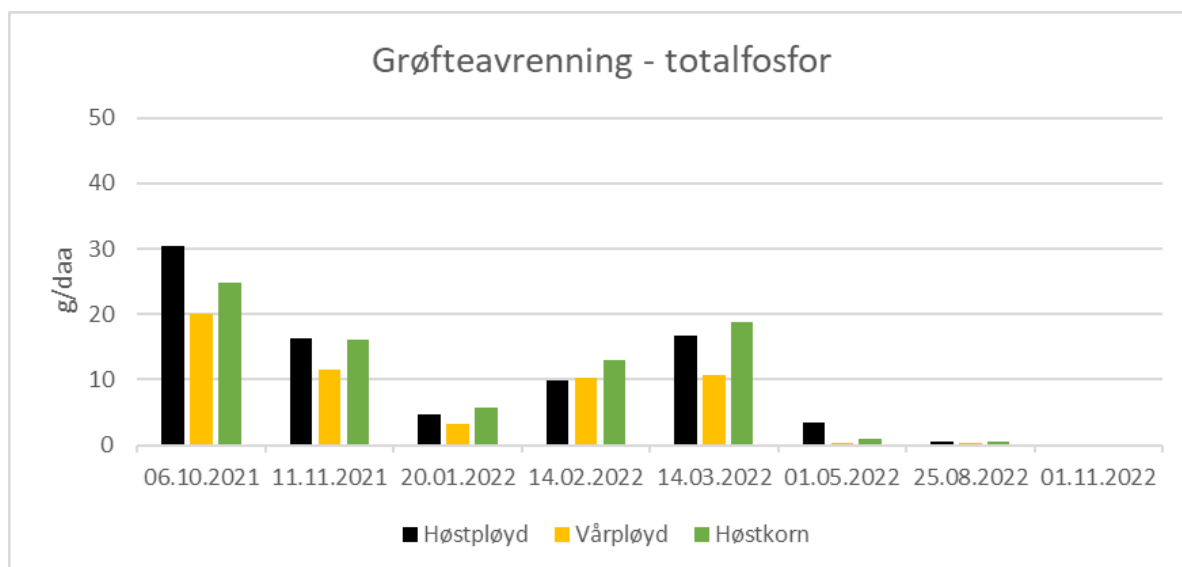
Tapet av totalfosfor var i gjennomsnitt for alle ruter for alle år 197 g/daa (1.september-1. juni). For høstpløyde ruter var fosfortapet i gjennomsnitt 200 g/daa, for vårpløyde 145 g/daa og for ruter med høstkorn var fosfortapet i gjennomsnitt 197 g/daa.

Tapene av løst fosfat var i gjennomsnitt for alle ruter 81 g/daa i perioden 1. september 2021 til 1. juni 2022 (figur 6.4). For høstkornrutene var de tilsvarende 84 g/daa, for høstpløyde ruter 65 g/daa og for vårpløyde ruter 95 g/daa (figur 6.4). Tap av løst fosfat gjennom drengroftene utgjorde i gjennomsnitt for alle ruter ca. 50 %. Tap av løst fosfat utgjorde 56 % av totalfosfortapet, noe som er mer enn tidligere år (25-42 %). Ved lave fosfortap utgjør løst fosfat ofte en større andel siden det skjer en anrikning av fosfor på partiklene ved lav erosjon. For kornområder er andelen av løst fosfat i forhold til totalfosfor tidligere estimert til 17 % i jordbruksdominerte nedbørfelt (Brod m.fl., 2017). Den høyere andel løst fosfat i Kjelle ruteforsøk skyldes dessuten høyt fosforinnhold i jorda (P-AL: 11-35, Kværnø m.fl. 2017).

Tapet av løst fosfat var i gjennomsnitt for alle ruter og alle år 70 g/daa (1.september-1. juni). For høstpløyde ruter var tapet av løst fosfat i gjennomsnitt 69 g/daa, for vårpløyde 64 g/daa og for ruter med høstkorn var tapet av løst fosfat i gjennomsnitt 76 g/daa.



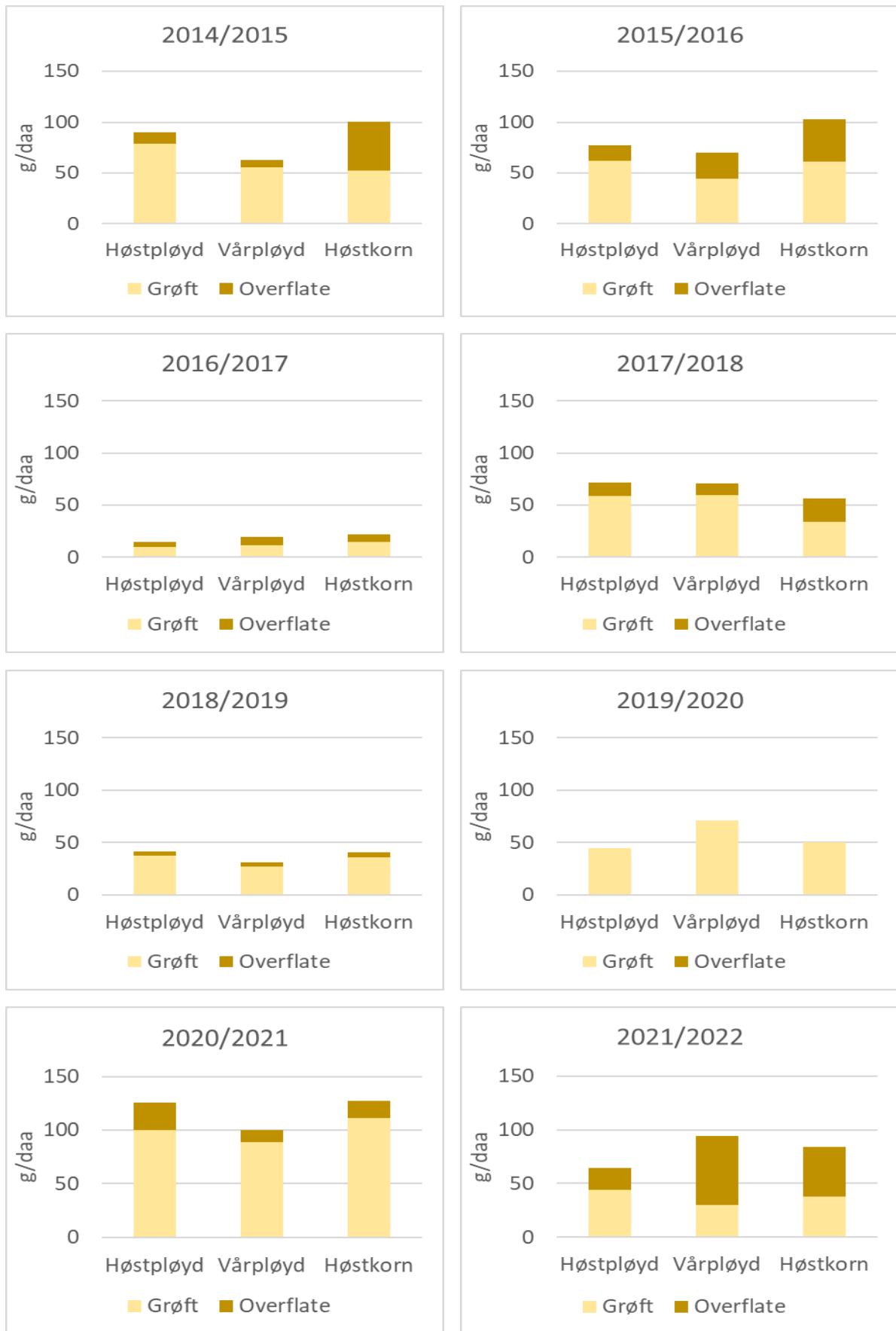
Figur 6.5. Gjennomsnittlig fosfortap i overflateavrenning fra forsøksledd med høstpløyning, vårpløyning og høstkorn fordelt per blandprøveperiode.



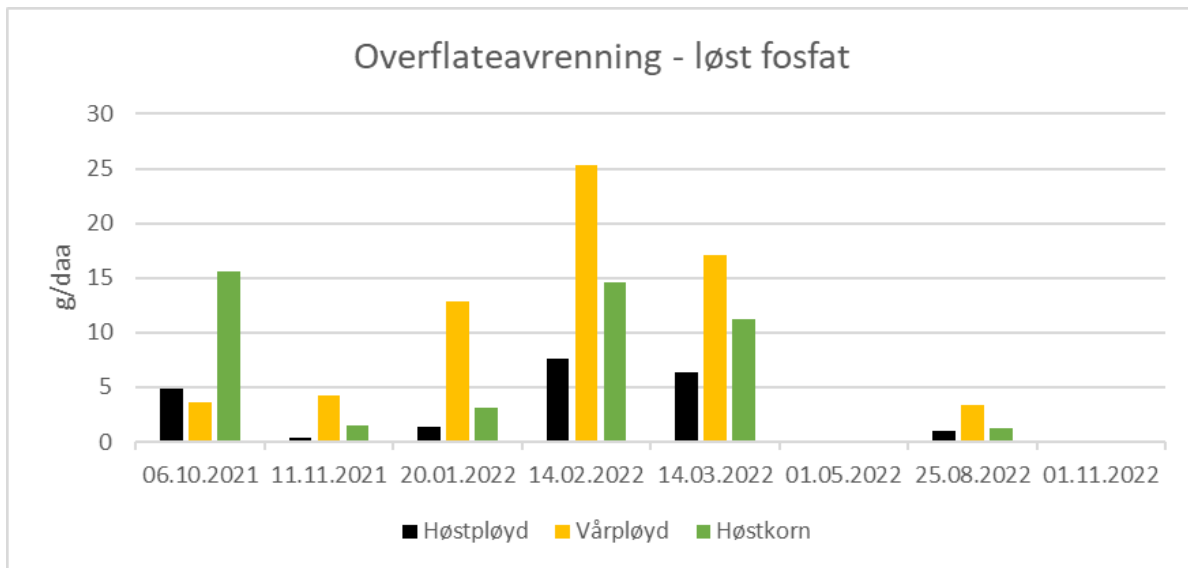
Figur 6.6. Gjennomsnittlig fosfortap i grøfteavrenning fra forsøksledd med høstpløying, vårpløying og høstkorn fordelt per blandprøveperiode.

Ruter med vårpløying hadde de største fosfortapene med overflateavrenning i alle blandprøveperioder unntatt den første fra september til 6. oktober (figur 6.5). Det var ikke tilsvarende store jordtap fra de vårpløyde rutene, og tap av partikkelbundet fosfor var heller ikke størst fra de vårpløyde rutene. De høye tapene av totalfosfor skyldtes høye tap av løst fosfat og andel løst fosfat av totalfosfor var om lag 70 % fra de vårpløyde ruter, mens andel løst fosfat fra høstpløyde ruter med og uten høstkorn var mellom 32 og 59 %. Sommeren 2021 var det dårlig utviklet havre på rutene som deretter overvintret i stubb med vårpløying i 2022. Høye tap av løst fosfat kan skyldes utfrysing av fosfor fra plantemasse (f.eks. ugras).

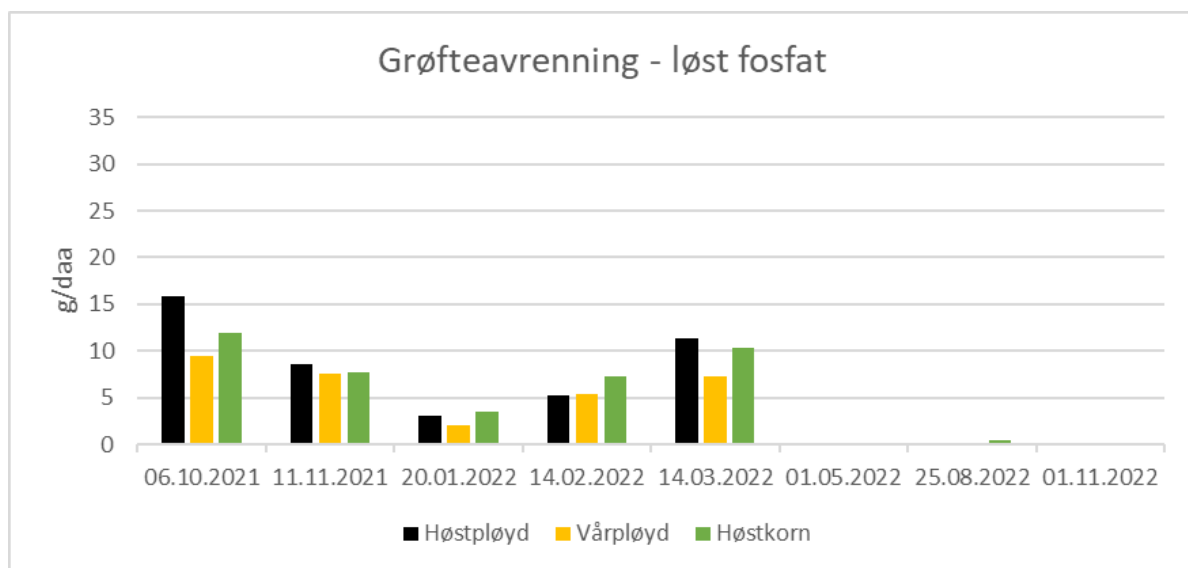
Fra høstkornruter var det mest løst fosfat i overflateavrenning tidlig på høsten (figur 6.9). Forsøksrutene ble sprøytet med glyfosat foran inntaksrenner for overflatevann i september. Nedbrytning av plantemateriale som følge av glyfosatsprøytingen kan ha bidratt med løst fosfat i etterfølgende avrenningsepisoder. Etter høstpløying var det lavere tap løst fosfat fra høstpløyde ruter enn fra ruter som overvintret i stubb. Utover vinteren og våren var det størst tap av løst fosfat fra ruter som overvintret i stubb. Det var kun små forskjeller i tap av løst fosfat gjennom drengrøftene.



Figur 6.7. Gjennomsnitt av årlige tap av løst fosfat (DRP-tap) fra forsøksledd med høstpløying, vårpløying og høstkorn, åtte forsøksår. Overflatevann mangler 2019/2020. Gjelder for periodene 1. september til 1. juni.

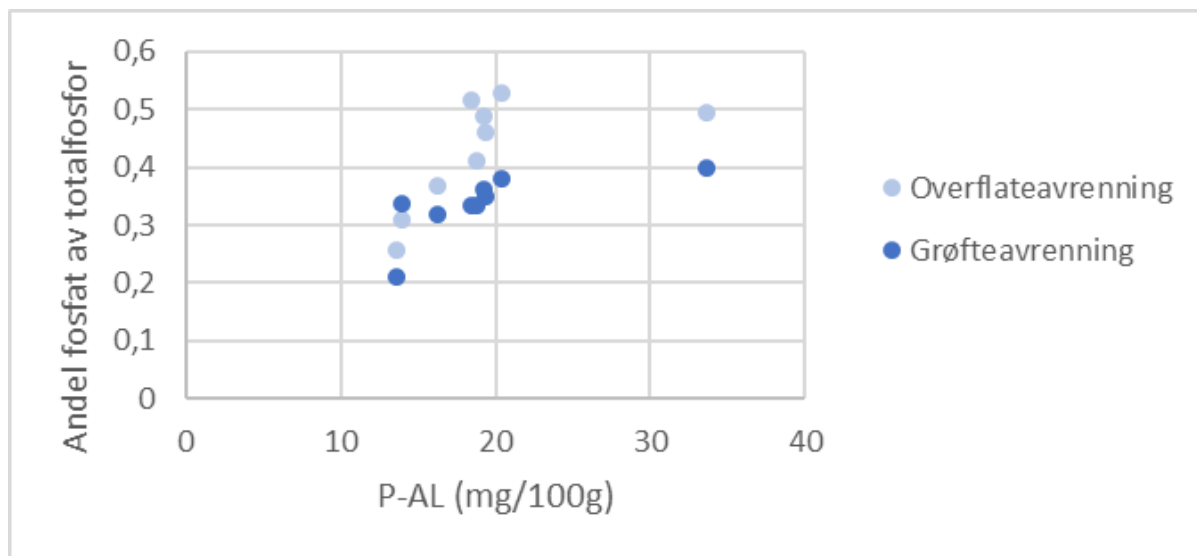


Figur 6.8. Gjennomsnittlig tap av løst fosfat i overflateavrenning fra forsøksledd med høstpløying, vårpløying og høstkorn fordelt per blandprøveperiode.



Figur 6.9. Gjennomsnittlig tap av løst fosfat i grøfteavrenning fra forsøksledd med høstpløying, vårpløying og høstkorn fordelt per blandprøveperiode.

De høye fosfortallene i jorda på Kjelle ruteforsøk bidrar til å forklare at det er høy andel løst fosfat av totalfosfor i overflate- og grøfteavrenning (figur 6.11).



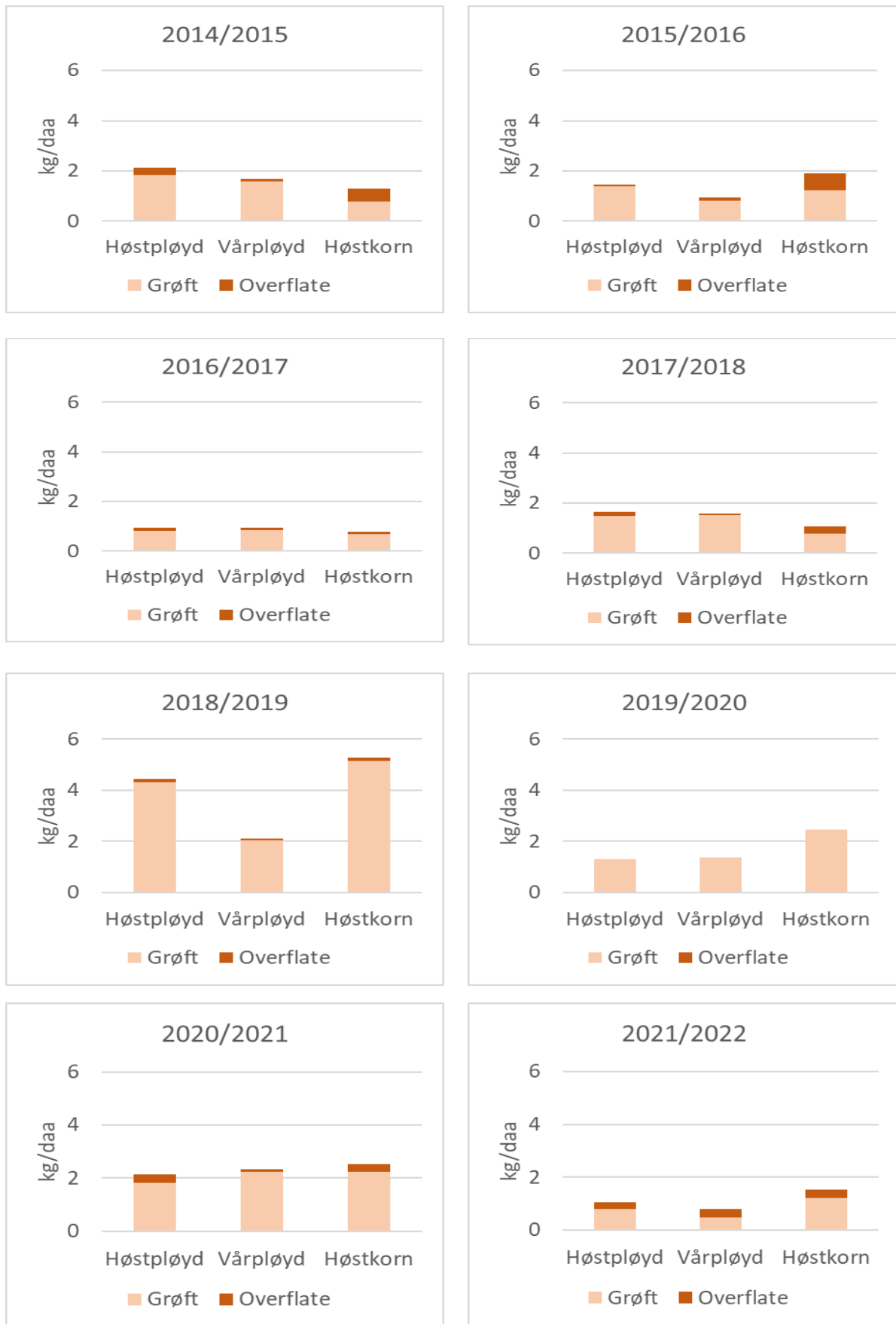
Figur 6.10. Andel løst fosfat av totalfosfor i overflate- og grøfteavrenning fra hver av de ni ruter relatert til jordas fosforstatus basert på resultater fra åtte års overvåking.

6.2.3 Nitrogentap

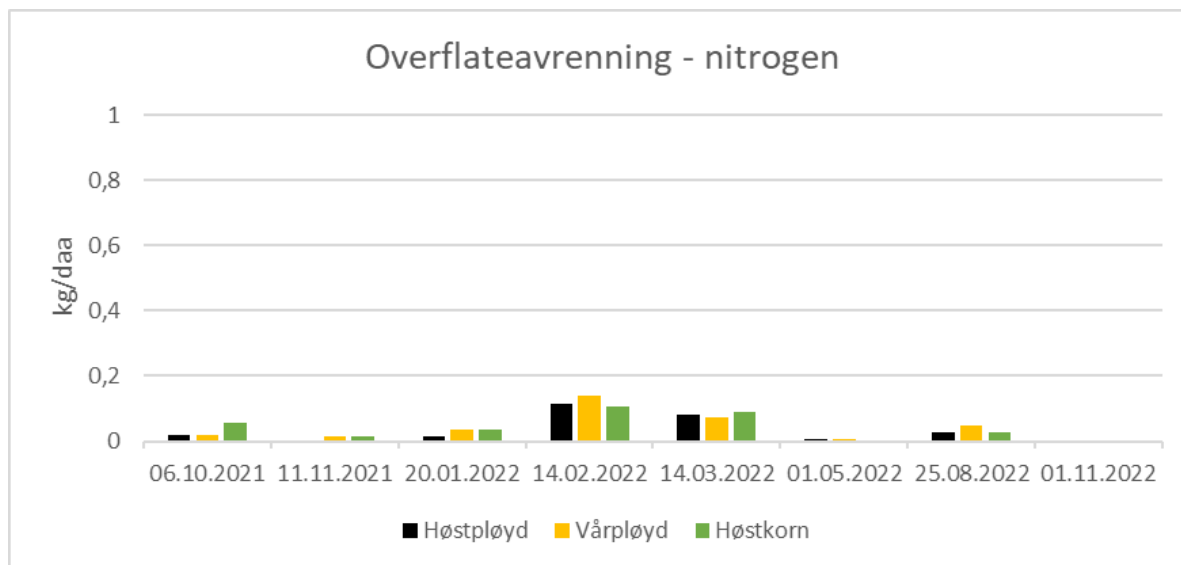
Nitrogentap var i gjennomsnitt for alle ruter 1,1 kg/daa i perioden 1. september 2021 til 1. juni 2022 (figur 6.11). For høstkornrutene var det tilsvarende 1,5 kg/daa, for høstpløyde ruter 1,0 kg/daa og for vårpløyde ruter 0,8 kg/daa (figur 6.4). Tap av nitrogen gjennom drensgrøftene utgjorde i gjennomsnitt for alle ruter 76 %.

Det var mer overflateavrenning fra alle ruter i 2021/2022 enn gjennomsnitt for tidligere år. Mesteparten av nitrogenet ble tapt med overflateavrenning i perioden fra 20. januar til 14. mars (figur 6.12). Det var liten forskjell mellom behandlinger. Nitrogentap via grøfteavrenning skjedde mest på høsten og det var størst nitrogentap fra høstkornrutene som var pløyd 30. august. Etter høstpløying av ruter 18. oktober, var nitrogentapet også høyere fra disse rutene (figur 6.13).

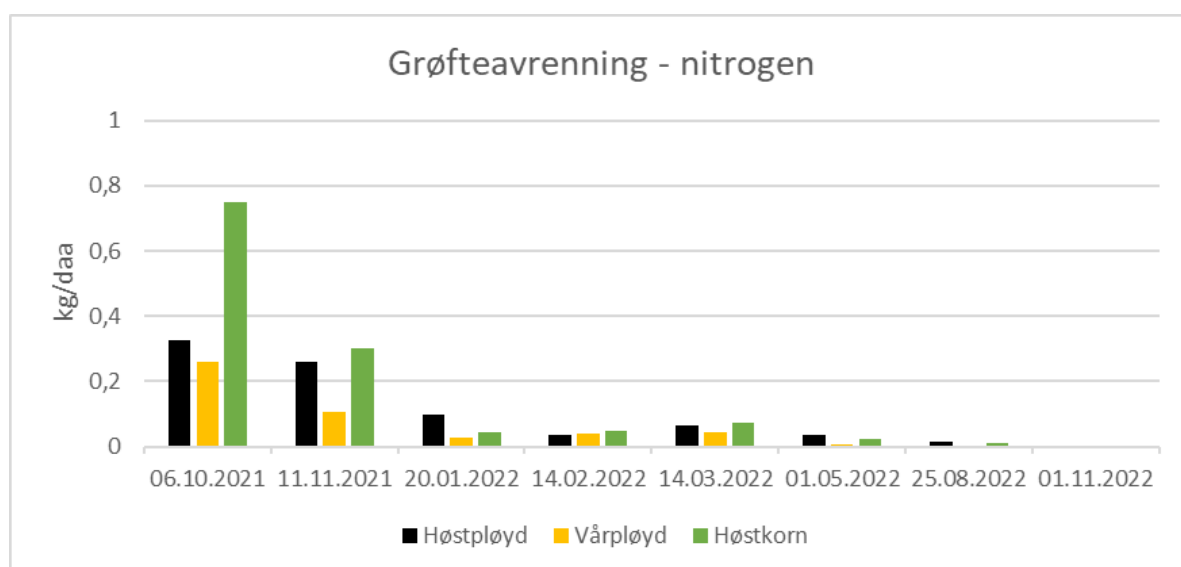
Tapet av totalnitrogen var i gjennomsnitt for alle ruter og alle år 1,9 kg/daa (1.september-1. juni). For høstpløyde ruter var nitrogentapet i gjennomsnitt 2,1 kg/daa, for vårpløyde 1,6 kg/daa og for ruter med høstkorn var nitrogentapet i gjennomsnitt 2,2 kg/daa.



Figur 6.11. Gjennomsnitt av årlige tap av totalnitrogen (TN-tap) fra forsøksledd med høstpløying, vårpløying og høstkorn, åtte forsøksår. *overflatevann mangler 2019/2020. Gjelder for periodene 1. september til 1. juni.



Figur 6.12. Gjennomsnittlig nitrogentap i overflateavrenning fra forsøksledd med høstpløying, vårpløying og høstkorn fordelt per blandprøveperiode.



Figur 6.13. Gjennomsnittlig nitrogentap i grøfteavrenning fra forsøksledd med høstpløying, vårpløying og høstkorn fordelt per blandprøveperiode.

6.3 Effekter på jord- og næringsstofftap

I gjennomsnitt for hele tidsserien er tap av jord, fosfor og nitrogen lavest for vårpløyde ruter etterfulgt av høstpløyde ruter og ruter med høstkorn (tabell 6.9). For hele tidsserien er forskjellene midlertid ikke statistisk signifikante (5%-nivå), blant annet på grunn av stor variasjon mellom ruter og stor variasjon i tap mellom ulike år. Den største forskjellen er funnet i årene med den største avrenningen og de største tapene.

Det kan være noe usikkerhet knyttet til de første årene i tidsserien fordi arealet ble drenert med Rådalshjul året før etablering av forsøket (Hauken m.fl. 2014). Dreneringen kan ha hatt betydning for jord- og næringsstofftap gjennom drengroftene de påfølgende årene. Dersom en tar ut de første to årene av måleserien blir de gjennomsnittlige tapene lavere. Jordtapet blir da i gjennomsnitt (1.september-1. juni) 24 kg/daa mot 51 kg/daa for hele tidsserien (tabell 6.9). Tapene var i gjennomsnitt 27 kg/daa fra høstpløyde ruter, 17 kg/daa fra vårpløyde ruter og 29 kg/daa fra ruter med

høstkorn (tabell 6.9). Fosfortapet blir tilsvarende i gjennomsnitt 150 g/daa mot 197 g/daa for alle ruter alle år. Uten de første to årene var tapene 156 g/daa fra høstpløyde ruter, 129 g/daa fra vårpløyde ruter og 163 g/daa fra ruter med høstkorn. Tapet av løst fosfat blir i gjennomsnitt 64 kg/daa med 64 g/daa fra høstpløyde ruter, 63 g/daa fra vårpløyde ruter og 66 g/daa fra ruter med høstkorn. Nitrogentapet blir i gjennomsnitt 2,1 kg/daa mot 1,9 kg/daa uten de første to årene. Uten de to første årene var det 2,2 kg/daa fra høstpløyde ruter, 1,7 kg/daa fra vårpløyde ruter og 2,4 kg/daa fra ruter med høstkorn. Det er samme rangering av behandlingene uten de to første årene som for hele tidsserien.

Tabell 6.9. Gjennomsnittlig avrenning (mm) og tap jord (kg/daa), totalfosfor (g/daa), løst fosfat (g/daa) og totalnitrogen (g/daa) for ruter (n=3) med høstpløyning (Hpl.), vårpløyning (Vpl.) og høstkorn (Hk.) i september-mai.

| År | Jordarbeiding | Avrenning (mm) | Suspendert stoff (kg/daa) | Totalfosfor (g/daa) | Løst fosfat (g/daa) | Totalnitrogen (g/daa) |
|-----------|---------------|----------------|---------------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|
| 2014-2015 | Hpl | 694 | 193 | 408 | 90 | 2141 |
| | Vpl | 598 | 44 | 190 | 63 | 1684 |
| | Hk | 705 | 198 | 430 | 100 | 1306 |
| 2015-2016 | Hpl | 509 | 55 | 213 | 77 | 1464 |
| | Vpl | 422 | 35 | 178 | 70 | 936 |
| | Hk | 548 | 188 | 468 | 103 | 1915 |
| 2016-2017 | Hpl | 216 | 15 | 52 | 15 | 933 |
| | Vpl | 217 | 12 | 55 | 20 | 952 |
| | Hk | 212 | 11 | 56 | 22 | 783 |
| 2017-2018 | Hpl | 540 | 51 | 191 | 72 | 1650 |
| | Vpl | 465 | 23 | 154 | 71 | 1597 |
| | Hk | 397 | 57 | 153 | 56 | 1076 |
| 2018-2019 | Hpl | 330 | 9 | 93 | 41 | 4453 |
| | Vpl | 274 | 6 | 67 | 31 | 2114 |
| | Hk | 373 | 12 | 115 | 41 | 5262 |
| 2019-2020 | Hpl | - | - | - | - | - |
| | Vpl | - | - | - | - | - |
| | Hk | - | - | - | - | - |
| 2020-2021 | Hpl | 571 | 41 | 315 | 126 | 2132 |
| | Vpl | 546 | 32 | 227 | 100 | 2322 |
| | Hk | 659 | 42 | 331 | 127 | 2529 |
| 2021-2022 | Hpl | 278 | 18 | 130 | 65 | 1042 |
| | Vpl | 257 | 14 | 145 | 95 | 780 |
| | Hk | 359 | 20 | 161 | 84 | 1521 |
| 2014-2022 | Hpl | 448 | 55 | 200 | 69 | 1974 |
| | Vpl | 397 | 24 | 145 | 64 | 1483 |
| | Hk | 465 | 76 | 245 | 76 | 2056 |

Tabell 6.10. Gjennomsnittlig avrenning (mm) og tap jord (kg/daa), totalfosfor (g/daa), løst fosfat (g/daa) og totalnitrogen (g/daa) gjennom overflate- (o) og grøfteavrenning (g) for ruter (n=3) med høstpløying (Hpl.), vårløying (Vpl.) og høstkorn (Hk.) i september-mai.

| År | Jord arbeid g | Avrenning (mm) | | Suspendert stoff (kg/daa) | | Totalfosfor (g/daa) | | Løst fosfat (g/daa) | | Totalnitrogen (g/daa) | |
|-----------|------------------|----------------|-----|---------------------------|-------|---------------------|-------|---------------------|-------|-----------------------|------|
| | | O | G | O | G | O | G | O | G | O | G |
| 2014-2015 | Hpl | 61 | 633 | 25,4 | 167,8 | 48,2 | 359,5 | 10,9 | 78,9 | 295 | 1846 |
| | Vpl | 49 | 549 | 4,7 | 39,2 | 16,6 | 173,7 | 7,2 | 55,6 | 93 | 1591 |
| | Hk | 268 | 438 | 120,6 | 77,8 | 215,3 | 214,9 | 47,6 | 52,4 | 532 | 774 |
| 2015-2016 | Hpl | 40 | 469 | 3,1 | 51,6 | 20,6 | 192,0 | 14,6 | 62,3 | 60 | 1404 |
| | Vpl | 65 | 357 | 6,4 | 28,7 | 43,6 | 134,3 | 25,8 | 44,4 | 127 | 809 |
| | Hk | 154 | 394 | 112,6 | 75,8 | 230,2 | 237,5 | 41,4 | 61,4 | 683 | 1232 |
| 2016-2017 | Hpl | 57 | 159 | 9,0 | 6,2 | 18,0 | 33,5 | 4,9 | 9,8 | 108 | 825 |
| | Vpl | 86 | 132 | 3,2 | 8,3 | 18,6 | 36,3 | 8,6 | 11,4 | 101 | 851 |
| | Hk | 67 | 145 | 3,5 | 7,1 | 17,5 | 38,5 | 7,1 | 14,6 | 94 | 689 |
| 2017-2018 | Hpl | 87 | 453 | 11,5 | 39,4 | 31,9 | 159,2 | 13,0 | 58,7 | 171 | 1479 |
| | Vpl | 27 | 438 | 0,5 | 22,0 | 13,6 | 140,2 | 11,1 | 59,6 | 61 | 1536 |
| | Hk | 138 | 258 | 27,4 | 30,0 | 55,0 | 98,4 | 22,3 | 33,9 | 279 | 797 |
| 2018-2019 | Hpl | 25 | 305 | 1,4 | 8,1 | 7,8 | 85,7 | 3,6 | 37,7 | 146 | 4307 |
| | Vpl | 26 | 248 | 1,0 | 5,4 | 7,6 | 59,1 | 4,4 | 26,6 | 73 | 2041 |
| | Hk | 25 | 348 | 1,2 | 11,2 | 9,8 | 104,9 | 5,1 | 35,8 | 121 | 5141 |
| 2019-2020 | Hpl | | 310 | | 36,0 | | 188,2 | | 44,6 | 0 | 1288 |
| | Vpl | | 422 | | 37,7 | | 231,5 | | 71,0 | 0 | 1366 |
| | Hk | | 429 | | 52,8 | | 235,5 | | 50,3 | 0 | 2451 |
| 2020-2021 | Hpl | 125 | 446 | 15,4 | 25,2 | 77,1 | 238,0 | 25,4 | 100,1 | 313 | 1818 |
| | Vpl | 49 | 497 | 2,7 | 29,6 | 20,6 | 206,8 | 11,4 | 88,8 | 83 | 2240 |
| | Hk | 109 | 551 | 18,2 | 23,9 | 70,8 | 260,2 | 16,2 | 111,0 | 281 | 2249 |
| 2021-2022 | Hpl | 75 | 203 | 10.7 | 7.7 | 50.2 | 80.2 | 20.6 | 44.1 | 1042 | 774 |
| | Vpl | 129 | 129 | 8.3 | 6.0 | 91.8 | 52.8 | 64.7 | 29.9 | 780 | 604 |
| | Hk | 159 | 200 | 12.4 | 8.1 | 86.2 | 74.9 | 46.2 | 38.2 | 1521 | 799 |
| 2014-2022 | Hpl | 67 | 372 | 10.9 | 42.7 | 36.3 | 167.0 | 13.3 | 54.5 | 305 | 1718 |
| | Vpl | 62 | 346 | 3.8 | 22.1 | 30.3 | 129.3 | 19.0 | 48.4 | 188 | 1380 |
| | Hk | 131 | 345 | 42.3 | 35.8 | 97.8 | 158.1 | 26.5 | 49.7 | 502 | 1766 |

I praktisk jordbruk er det ikke hvert år det er mulig å så høstkorn. I dette forsøket er det sådd høstkorn hvert år og høstkornet har fått stå til modning på tross av eventuell utvintring enkelte år. De fleste

årene har høstkornet i forsøket blitt sådd i begynnelsen av september, men i 2015 ble høstkornet sådd 4. oktober, noe som er senere enn man med sannsynlighet ville ha sådd høstkorn i praksis. Sen såing gir en risiko for dårlig utvikling av kornet og det har betydning for hvor godt høstkornet dekker jorda og beskytter mot erosjon gjennom vinteren. Avlingene i høstkorn ble forholdsvis lave det følgende året (468 kg/daa) noe som kan være en effekt av den sene såingen og dårlig utvikling av høstkornet. Dersom dette året (2015/2016) ikke er med i tidsserien viser resultatene at det gjennomsnittlige fosfortapet fra høstkornruter er 208 g/daa mot 245 g/daa i gjennomsnitt fra høstkornruter for alle år. Tilsvarende er jordtapet 57 kg/daa uten 2015/2016, mens det er 76 kg/daa når alle år er medtatt. Nitrogentapet fra høstkornruter er i gjennomsnitt 2,2 kg/daa både med og uten 2015/2016. Dersom vi tar ut året med sen såing av høstkorn fra tidsserien blir jord- og fosfortapene dermed hhv. 25 og 15 % lavere for høstkornrutene enn de er for hele tidsserien, mens nitrogentapene ikke er påvirket av om det året er med eller ikke (tabell 6.9).

Våren 2021 utvintret mye av høstkornet og i praksis ville åkeren blitt sådd på nytt med vårkorn, mens vi i forsøket valgte å la høstkornet stå til modning (Bechmann m.fl. 2022). Avlingen i høstkorn i forsøket ble meget lav det året. Utvintringen skjedde i løpet av mars måned 2021, mens det meste (ca. 90 %) av jord- og fosfortapene skjedde på høsten og vinteren 2020/2021. Utvintringen har derfor hatt relativt liten betydning for jord- og fosfortapene i perioden fra 1. september til 1. juni. Nitrogentapet fra høstkornruter våren 2021 kan derimot være påvirket av utvintringen i og med at det gjennomsnittlige nitrogentapet fra høstkornruter var større enn det gjennomsnittlige nitrogentapet fra vårpløyde og høstpløyde ruter i april-mai 2021. Tilsvarende har blitt registrert tidligere, f.eks. våren 2019 da det var større nitrogentap fra høstkornruter enn fra høstpløyde og vårpløyde ruter.

Det er stor variasjon mellom år og mellom ruter i Kjelle rutforsøk. Derfor er det få signifikante forskjeller mellom behandlingene som inngår i forsøket. Det er likevel et gjennomgående trekk ved resultatene at gjennomsnittlige tap av jord, totalfosfor og totalnitrogen med overflate- og grøfteavrenning fra vårpløyde ruter er lavere enn fra ruter med høstpløyning (med og uten høstkorn) (tabell 6.10).

6.4 Variasjon og usikkerhet

Det er flere årsaker som kan påvirker variasjonen og usikkerheten i forsøket.

6.4.1 Hydrologi

Det er ikke funnet noen gjennomgående forskjell i hydrologi for rutene over år. Ingen ruter har alltid størst eller alltid minst avrenning. Samme resultater har vi fått tidligere i andre forsøk, meget stor variasjon mellom arealer som burde vært veldig like. På Kjelle er det ikke de samme rutene som får samme behandling hvert år. En stor fordel med å bytte behandling på rutene hvert år er at egenskapene til en rute ikke får avgjørende betydning for resultatene. På den andre siden mister vi eventuelle langtidseffekter av de ulike behandlingene.

6.4.2 Samspill mellom behandling, rute og vær

Dersom hydrologiske forhold gjør at det er større avrenning fra en bestemt rute under bestemte værforhold vil det påvirke resultatene hvilken behandling som er på den rute akkurat det året. Barfrost gir andre avrenningsmønstre enn snødekke og det samspiller med at snødekket på pløyd jord er annerledes enn på åker i stubb. Samtidig er det i noen år enkeltepisodes som har hatt stor påvirkning på det totale tapet.

6.4.3 Sesongvariasjon

Det er mulig å se mer på enkeltepisodes i forsøket. F.eks. å ta ut tall for november-desember for å se på den umiddelbare effekten av høstpløyningen som skjer i oktober. Men høstpløyning kontra stubb er også

viktig i snøsmeltingen. Dessuten er en effekt av stubb at det vårpløyes i april/mai og derfor har vi vurdert at den riktige perioden for sammenligning mellom vårpløying og høstpløying er høsten, vinteren, våren inkludert mai måned. Sammenligningen med høstkorn inkluderer pløying i september og derfor starter sammenligningsperioden i september. For sammenligning mellom høstpløying og vårpløying alene kunne vi sammenligne perioden oktober-mai, men for helheten har vi valgt å sammenligne effekten av jordarbeidingsystemer fra september til og med mai.

6.4.4 Forsøksmetodikken

En kan ikke se bort fra at det kan være variasjon i hvordan høstpløyingen er gjennomført og hvordan overgangen mellom rute og oppsamlingsrenne for overflatevann har blitt hvert år. Dette kan påvirke den målte avrenningen og gi økt variasjon, som i sin tur vil bidra til at forskjell mellom behandlinger ikke blir signifikant. Rutene ble dessuten ny-grøftet i 2013, noe som innebærer at det er noe setting av jord de første årene, som påvirker avrenningsmønsteret.

I mange lignende forsøk fra tidligere har det bare vært to ruter med hver behandling. På Kjelle har vi tre gjentak for hver behandling, noe som bidrar til mer sikre resultater. Flere år med målinger bidrar også til større sikkerhet for at resultatene kan gi et generelt bilde av virkeligheten. Lange tidsserier med samme behandlinger vil gi større sikkerhet for resultatene.

Når det gjelder grøfteavrenning er det målt lavere fosfortap med vårpløying enn høstpløying gjennomsnitt for alle år, noe som gjelder i 6 av 8 forsøksår (tabell 6.10 i rapporten). To år (2015/2016 og 2019/2020) hadde derimot fosfortap i grøftene som var høyere fra vårpløyde ruter enn fra de høstpløyde. I 2015/2016 var det meget lave fosfortap og forskjellen mellom vårpløying og høstpløying var liten. Vi forventer at effekten av vårpløying er mindre (evt. som her tilfeldigvis negativ) når det er lave tap. I 2019/2020 var det store fosfortap og fosfortapene gjennom grøftene fra vårpløyde ruter var større enn fra høstpløyde ruter gjennom hele vinteren. Årsaken til at det var større fosfortap fra vårpløyde ruter enn fra høstpløyde det året er at avrenningsmengden (vann) gjennom grøftene var større. Konsentrasjonene var ikke større for vårpløyde ruter sammenlignet med høstpløyde ruter. Det året var det rute 1, 5 og 9 som hadde vårpløying. Det er en tendens til at de rutene (rute 1, 5 og 9) i gjennomsnitt har litt høyere avrenning enn gjennomsnittene for de andre behandlinger (rute 2, 4 og 7 og rute 3, 6 og 8) og det vil gi høyere tap. Over år vil dette jevne seg ut siden alle behandlinger blir gjennomført på alle rutekombinasjoner. Vi har ikke en entydig forklaring på at det er høyere fosfortap fra vårpløyde ruter det ene året.

7 Plantervernmidler

7.1 Konsentrasjoner

Plantervernmiddekkonsentrasjoner målt i overflate- og grøftevannsprøver gjennom perioden september 2021 til september 2022 er vist i henholdsvis tabell 7.1 og 7.2 under. Henvisningene til jordarbeidingspraksis i tabellene gjelder for perioden 2021/2022, mens plantervernmiddeffunnene er et resultat av sprøyting både i 2019 (rapporteringsperiode 2018/2019), 2020 (rapporteringsperiode 2019/2020), 2021 (rapporteringsperiode 2020/2021) og 2022 (rapporteringsperiode 2021/2022).

Grunnet lite nedbør ble det ikke tatt vannprøver i juni og juli 2022. Dette gjør det utfordrende å gi en helhetlig sammenligning mellom denne rapporteringsperioden og foregående periode, sesongen 2020/2021. Det totale antallet prøver i rapporteringsperioden var 112, mens det i foregående periode (2020/2021) ble det tatt ut 180 prøver for analyser av plantervernmidler.

Det er gjort færre funn av plantervernmidler i prøver fra både overflateavrenning og grøftavrenning enn det ble gjort de to foregående rapporteringsperiodene (2019-2021). Videre er konsentrasjonene av plantervernmidler målt i vannprøvene fra sesongen 2021/2022 også betydelig lavere sammenlignet med de to foregående sesongene og ligger for det meste nær eller på bestemmelsesgrensen (LOQ) for analysemetoden.

Tabell 7.1. Konsentrasjoner av plantervernmidler i overflateavrenning fra Kjelle rutforsøk for perioden september 2021 til september 2022. (Dette inkluderer prøver med uttaksdato fra 06.10.21 til 25.08.22.)

| Virksomt stoff av plantervernmiddel | Rute 3, 6, 8 Høstpløyd/vårkorn 2021/2022 | | | Rute 2, 4, 7 Vårpløyd/vårkorn 2021/2022** | | | Rute 1, 5, 9 Høstpløyd/høstkorn 2021/2022 | | |
|--------------------------------------|---|-----------------------|---------------------|--|-----------------------|---------------------|--|-----------------------|---------------------|
| | Gj. snitt* (+/- SD) [µg/L] | Maks. kons. [µg/L] | Antall funn >LOQ | Gj. snitt* (+/- SD) [µg/L] | Maks. kons. [µg/L] | Antall funn >LOQ | Gj. snitt* (+/- SD) [µg/L] | Maks. kons. [µg/L] | Antall funn >LOQ |
| | Benzovindiflupyr (S) | <LOQ | n.d. | 0 | <LOQ | n.d. | 0 | 0,03±0,01 | 0,04 |
| Biksafen (S) | <LOQ | n.d. | 0 | <LOQ | n.d. | 0 | <LOQ | n.d. | 0 |
| Klopyralid (U) | 0,09±0,02 | 0,11 | 4 | 0,18±0,12 | 0,4 | 6 | <LOQ | n.d. | 0 |
| Fluopyram (S) | 0,08±0,08 | 0,27 | 7 | 0,24 ± 0,21 | 0,73 | 17 | 0,08 ± 0,09 | 0,35 | 11 |
| Fluroxypyr (U) | 0,09±0,05 | 0,2 | 13 | 0,13 ± 0,12 | 0,41 | 15 | 0,1 ± 0,08 | 0,28 | 13 |
| Halauksifen (metabolitt, U) | <LOQ | n.d. | 0 | <LOQ | n.d. | 0 | <LOQ | n.d. | 0 |
| Halauksifen-metyl (U) | <LOQ | n.d. | 0 | <LOQ | n.d. | 0 | <LOQ | n.d. | 0 |
| MCPA (U) | n.d. | 0,05 | 1 | 0,06±0,01 | 0,07 | 3 | n.d. | 0,09 | 1 |
| Prosulfokarb (U) | <LOQ | n.d. | 0 | n.d. | 0,04 | 1 | <LOQ | n.d. | 0 |
| Protiokonazol-destio (metabolitt, S) | 0,12±0,1 | 0,47 | 16 | 0,07±0,06 | 0,18 | 12 | 0,05 ± 0,02 | 0,08 | 6 |
| Trifkloxystrobin (S) | n.d. | | | n.d. | | | n.d. | | |

*Gjennomsnittskonsentrasjoner beregnet kun for prøver med funn over bestemmelsesgrensen for analysemetoden (>LOQ).

U: ugrasmiddel. S: soppmiddel. SD: standardavvik. LOQ: bestemmelsesgrense for plantervernmiddeleanalyse.

**Disse rutene hadde samme behandling også sesongen 2020/2021. n.d.: ikke påvist.

Det er gjort funn av soppmidlet fluopyram (totalt 61 funn) og ugrasmidlet fluroxypyr (totalt 59 funn) i både overflate- og grøfteavrenning fra alle tre typer forsøksledd. Fluroxypyr er etter MCPA (ugrasmiddel) det virksomme stoffet som er benyttet i høyeste dose pr daa (opptil 21,2 g/daa ved sprøyting med Pixxaro EC). Det er videre gjort funn av en metabolitt til soppmidlet protikonazol

(protiokonazol-destio) i alle typer prøver (totalt 42 funn), unntatt grøfteavrenningsprøver fra ruter med høsthvete. Gjennomsnittlig påvist konsentrasjon av dette stoffet var i de fleste rutene over antatt konsentrasjonsgrensen for kroniske effekter i vannmiljø (MF; tabell 3.3), men denne grensen er beregnet på grunnlag av et noe mangelfullt datagrunnlag og er dermed satt lavt ved bruk av en sikkerhetsfaktor på 100 (dvs. at ingen-effekt konsentrasjonen (NOEC) fra toksisitetstester som er benyttet i beregningen er 100 ganger høyere enn angitt MF-verdi).

Tabell 7.2. Konsentrasjoner av plantevernmidler i grøfteavrenning fra Kjelle rutforsøk for perioden september 2021 til september 2022. (Dette inkluderer prøver med uttaksdato fra 06.10.21 til 25.08.22).

| Virksomt stoff av plantevernmiddel | Rute 3, 6, 8 | | | Rute 2, 4, 7 | | | Rute 1, 5, 9 | | |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------------------|------------------|------------------------------|-------------------|------------------|------------------------------|-------------------|------------------|
| | Høstpløyd/vårkorn 2020/2021 | | | Vårpløyd/vårkorn 2020/2021** | | | Høstpløyd/høstkorn 2020/2021 | | |
| | Gj. snitt* (+/- SD) [µg/L] | Maks. kons [µg/L] | Antall funn >LOQ | Gj. snitt* (+/- SD) [µg/L] | Maks. kons [µg/L] | Antall funn >LOQ | Gj. snitt* (+/- SD) [µg/L] | Maks. kons [µg/L] | Antall funn >LOQ |
| Benzovindiflupyr (S) | <LOQ | n.d. | 0 | <LOQ | n.d. | 0 | <LOQ | n.d. | 0 |
| Biksafen (S) | <LOQ | n.d. | 0 | <LOQ | n.d. | 0 | <LOQ | n.d. | 0 |
| Klopyralid (U) | n.d. | 0,18 | 1 | n.d. | 1,88 | 1 | <LOQ | n.d. | 0 |
| Fluopyram (S) | 0,07±0,03 | 0,09 | 3 | 0,12 ± 0,06 | 0,19 | 11 | 0,05 ± 0,02 | 0,09 | 12 |
| Fluroxypyr (U) | 0,03±0,004 | 0,04 | 7 | 0,04 ± 0,02 | 0,08 | 5 | 0,05 ± 0,02 | 0,09 | 6 |
| Halauksifen (metabolitt, U) | <LOQ | n.d. | 0 | <LOQ | n.d. | 0 | <LOQ | n.d. | 0 |
| Halauksifen-metyl (U) | <LOQ | n.d. | 0 | <LOQ | n.d. | 0 | <LOQ | n.d. | 0 |
| MCPA (U) | <LOQ | n.d. | 0 | <LOQ | n.d. | 0 | <LOQ | n.d. | 0 |
| Prosulfokarb (U) | <LOQ | n.d. | 0 | <LOQ | n.d. | 0 | <LOQ | n.d. | 0 |
| Protiokonazol-destio (metabolitt, S) | 0,05±0,02 | 0,09 | 6 | 0,02±0,003 | 0,03 | 2 | <LOQ | n.d. | 0 |
| Trifkloxystrobin (S) | n.d. | | | n.d. | | | n.d. | | |

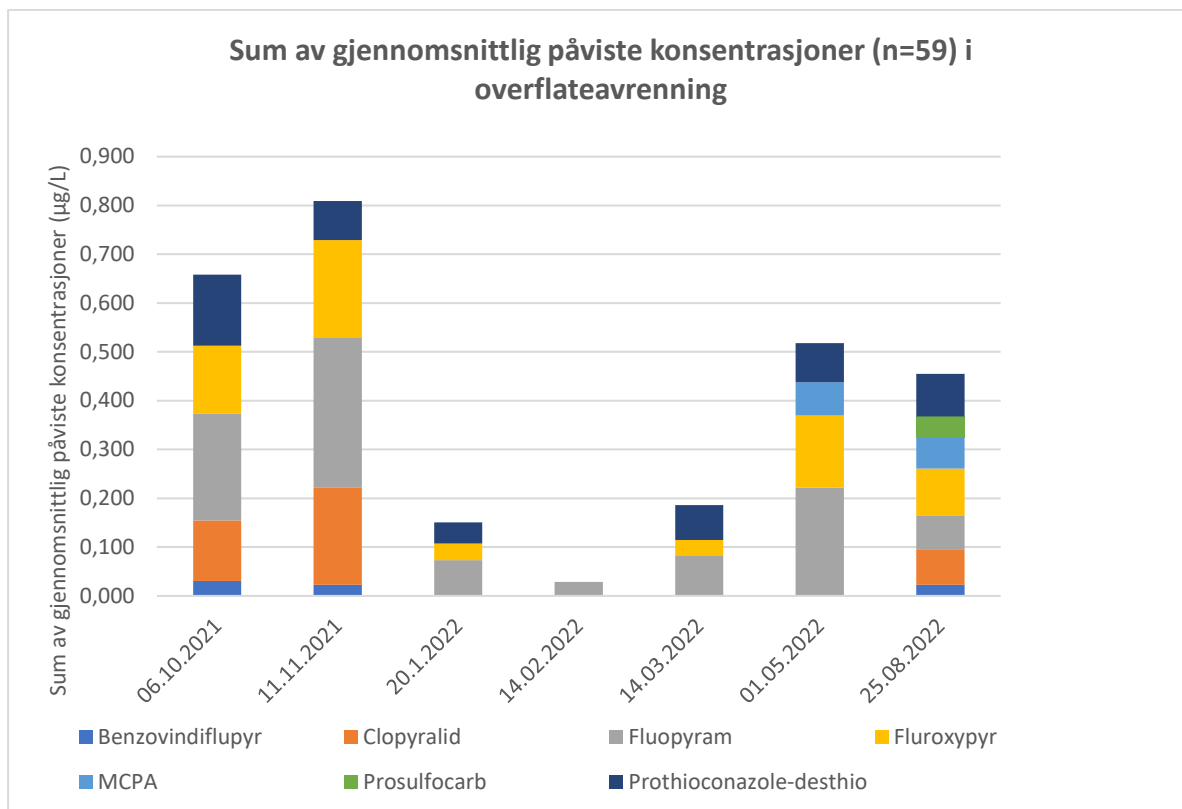
*Gjennomsnittskonsentrasjoner beregnet kun for prøver med funn over bestemmelsesgrensen for analysemetoden (>LOQ).

U: ugrasmiddel. S: soppmiddel. SD: standardavvik. LOQ: bestemmelsesgrense for plantevernmiddelanalyse.

**Disse rutene hadde samme behandling også sesongen 2020/2021. n.d.: ikke påvist.

Vi måler her konsentrasjonen i kanten av en forsøksrute og det er forventet at konsentrasjonsnivået i resipienten (her: nærliggende bekk) vil være fortennet sett i forhold til disse målingene.

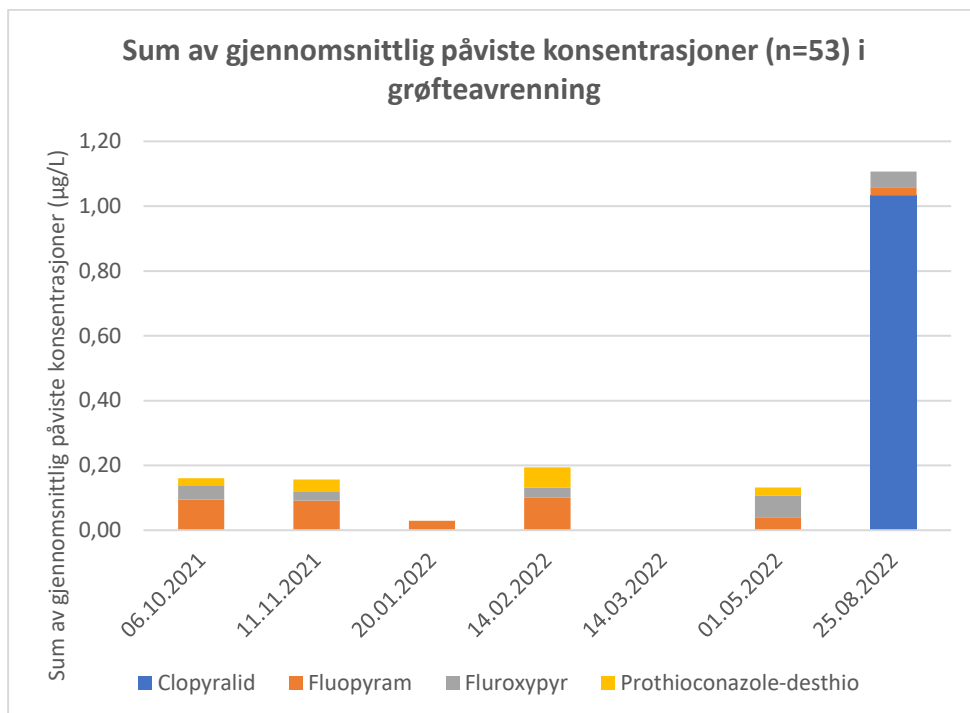
De målte konsentrasjonsnivåene og antall funn av plantevernmidler er påvirket av vær- og avrenningsforholdene gjennom året samt av om det har vært forhold for avrenning, og dermed også vannprøvetaking, i perioden etter sprøyting. Figurene 7.1 og 7.2 viser sum av målte konsentrasjoner av plantevernmidler i prøver av hhv. overflateavrenning og grøfteavrenning fra alle 9 forsøksruter. Figurene illustrerer at det totalt sett påvises høyere konsentrasjoner av plantevernmidler i overflateavrenning enn i grøfteavrenning, og at det spesielt er i perioder med sprøyting og/eller nedbør det påvises rester av plantevernmidler i bekken. Her illustreres dette med at de høyeste sumkonsentrasjonene er påvist i perioder med nedbør i oktober samt i periode med nedbør i mai etter sprøyting 29. april. Det ses også funn av flest ulike plantevernmidler i prøve fra august 2022 noe som er i samsvar med at sprøyting er gjennomført gjennom sommeren. På grunn av lite nedbør og avrenning gjennom sommeren er imidlertid de påviste konsentrasjonene lave da det har vært en lang periode tilgjengelig for nedbrytning i rutene etter sprøyting.



Figur 7.1. Sum av gjennomsnittlig målte konsentrasjoner av plantevernmidler (µg/L) i overflateavrenning fra alle 9 forsøksruter pr prøvetakingsdato i rapporteringsperioden.

Resultatene fra overflateavrenning viser at det ikke er gjort funn av det virksomme stoffet halauxifen-metyl (eller metabolitten halauksifen) som ble brukt i ugrassprøyting i høsthvete våren 2022 samt i foregående rapporteringsperiode 2020/2021. Soppmidlet biksafen som er en del av preparatet Aviator Xpro EC225 og som også ble brukt sesongen 2020/2021 forekommer heller ikke i noen av prøvene.

Virkestoffet prosulfocarb som inngår i ugrasmidlet Boxer og som sist ble sprøytet høsten 2020 er funnet i en prøve fra august 2022 i høstpløyd høstkorn i konsentrasjon 0,4 µg/L, det vil si ca. 6 ganger lavere enn den gjennomsnittlige konsentrasjonen påvist for dette stoffet i rapporteringsperioden 2020/2021. Preparatet Boxer ble benyttet i en dose som tilsvarer 200 g/daa med det virksomme stoffet prosulfocarb, noe som er en høy dose sett i forhold til de øvrige midlene som er benyttet i forsøket.



Figur 7.2. Sum av gjennomsnittlig målte konsentrasjoner av plantevernmidler ((µg/L) i grøfteavrenning fra alle 9 forsøksruter pr prøvetaksdato i rapporteringsperioden.

Undersøkelser av grøftevann viser generelt at påviste plantevernmiddelkonsentrasjoner i disse prøvene er om lag halvparten av påviste konsentrasjoner i overflatevann, med unntak av påvisninger av ugrasmidlet klopyralid i prøver fra august 2022. Summen av de gjennomsnittlig målte konsentrasjoner er derfor høyest i prøvene fra august 2022, mens det i prøver tatt ut i mars 2022 ikke ble gjort noen funn av plantevernmidler.

Klopyralid er et av midlene i forsøket som har relativt høy mobilitet og dermed en stor sannsynlighet for transport med nedbør/avrenning. Klopyralid er et middel som kan ha relativt lang persistens i jord og det er vist en risiko for effekter på etterfølgende vekster, noe som kan forklare at dette midlet skiller seg ut i våre undersøkelser.

8 Konklusjoner

Rapporteringsåret 2021/2022 hadde mindre nedbør (679 mm) enn gjennomsnittet for normalperioden 1961-1990 (702 mm). Gjennomsnittstemperaturen (6,1 °C) var høyere enn i normalperioden (3,3 °C).

Målingene viser at grøfteavrenningen bidrar mest til tap av jord og næringsstoffer. I gjennomsnitt for alle år for perioden 1. september - 1. juni kom 80 % av avrenningen gjennom drengrøftene og det bidro til at 63 % av jordtapet, 72 % av tapet av totalfosfor og løst fosfat, og 83 % av nitrogentapet skjedde via grøfteavrenning.

Jordtapet var i gjennomsnitt for alle ruter for alle årene 51 kg/daa (1.september-1. juni). For høstpløyde ruter var jordtapet i gjennomsnitt 55 kg/daa, for vårpløyde 24 kg/daa og for ruter med høstkorn var jordtapet i gjennomsnitt 76 kg/daa.

Tapet av totalfosfor var i gjennomsnitt for alle ruter for alle år 197 g/daa (1.september-1. juni). For høstpløyde ruter var fosfortapet i gjennomsnitt 200 g/daa, for vårpløyde 145 g/daa og for ruter med høstkorn var fosfortapet i gjennomsnitt 197 g/daa.

Tapet av løst fosfat var i gjennomsnitt for alle ruter og alle år 70 g/daa (1.september-1. juni). For høstpløyde ruter var tapet av løst fosfat i gjennomsnitt 69 g/daa, for vårpløyde 64 g/daa og for ruter med høstkorn var tapet av løst fosfat i gjennomsnitt 76 g/daa.

Tapet av totalnitrogen var i gjennomsnitt for alle ruter og alle år 1,9 kg/daa (1.september-1. juni). For høstpløyde ruter var nitrogentapet i gjennomsnitt 2,1 kg/daa, for vårpløyde 1,6 kg/daa og for ruter med høstkorn var nitrogentapet i gjennomsnitt 2,2 kg/daa.

Dersom de første to årene tas ut av tidsserien på grunn av nygrøfting blir det gjennomsnittlige jordtapet for alle ruter halvert, mens det gjennomsnittlige tapet av fosfor og nitrogen blir redusert med hhv. 24 og 10 % dersom de to første årene ikke tas med i tidsserien.

Forskjellen mellom behandlinger er ikke statistisk signifikant (5%-nivå), blant annet på grunn av stor variasjon mellom ruter og stor variasjon i tap mellom ulike år.

Analyser av plantevernmidler i overflate- og grøfteavrenning fra et sprøyteregime med bruk av både ugras- og soppmidler tilpasset henholdsvis høsthvete, bygg og havre startet i 2019. I sesongen 2021-2022 ble havre erstattet med bygg og sprøyteplanen ble tilpasset til dette. De påviste konsentrasjonsnivåene for enkelte av ugras- og soppmidlene er betydelig lavere i rapporteringsperioden 2021/2022 enn i foregående periode, og det vises gjennom hele perioden oktober 2021 til august 2022. På grunn av lite nedbør sommeren 2022 ble det ikke tatt ut vannprøver for analyse av plantevernmidler i juni og juli.

Totalt sett påvises høyere konsentrasjoner av plantevernmidler i overflateavrenning enn i grøfteavrenning, og at det spesielt er i perioder med sprøyting og/eller nedbør det påvises rester av plantevernmidler i bekken. En analyse av mulige sammenhenger mellom jordarbeiding og tap av plantevernmidler i overflateavrenning og grøftevann vil publiseres i en egen rapport i 2023.

Referanser

- Bechmann, M.E. og Bøe, F. 2021. Soil Tillage and Crop Growth Effects on Surface and Subsurface Runoff, Loss of Soil, Phosphorus and Nitrogen in a Cold Climate. *Land* 2021, 10, 77. <https://doi.org/10.3390/land10010077>.
- Bechmann, M., Kværnø, S.H. og Eklo, O.M. 2015. Kjelle avrenningsforsøk. Årsrapport **2014-2015** for jordarbeidingsforsøk på lav erosjonsrisiko. NIBIO-rapport vol. 1 nr. 80, 66 s. ISBN 978-82-17-01544-4; ISSN 2464-1162.
- Bechmann, M., Starkloff, T., Kværnø, S., Eklo, O.M. og Tveiti, G. 2017. Kjelle avrenningsforsøk – årsrapport **2016-2017** for jordarbeidingsforsøk på lav erosjonsrisiko. NIBIO rapport 3(148), 47s. ISBN 978-82-17-01985-5.
- Bechmann, M., Starkloff, T., Eklo, O.M. og Tveiti, G. 2019. Kjelle avrenningsforsøk. Årsrapport **2017-2018** for jordarbeidingsforsøk på lav erosjonsrisiko. NIBIO rapport 5(26).
- Bechmann, M., Bøe, F. og Stenrød, M. 2020. Kjelle avrenningsforsøk. Årsrapport **2018-2019** for jordarbeidingsforsøk på lav erosjonsrisiko. NIBIO rapport 6(18). 42 pp.
- Bechmann, M. Bøe, F., Stenrød, M. og Tveiti, G. 2021a. Kjelle avrenningsforsøk. Årsrapport **2019-2020** for jordarbeidingsforsøk på lav erosjonsrisiko. NIBIO rapport 7(9).
- Bechmann, M. Bøe, F., Stenrød, M. og Tveiti, G. 2021b. Kjelle avrenningsforsøk. Årsrapport **2020-2021** for jordarbeidingsforsøk på lav erosjonsrisiko. NIBIO rapport 7(25).
- Breewisma, A., Reijerink, J.G.A. og Schoumans, O.F. 1995. Impact of manure on accumulation and leaching of phosphate in areas of intensive livestock farming. P. 239-249. In K. Steele (red.) *Animal waste and the land water interface*. Lewis publication-CRC Press, New York.
- Eklo, O.M. og Stenrød, M. 2021. Jordarbeiding og avrenning av glyfosat – Analyse av resultater fra Kjelle ruteforsøk. NIBIO rapport 7(209).
- Hauken, M., Kværnø, S., Bechmann, M., Tveiti, G. og Eklo, O.M. 2015. Etablering av Kjelle jordarbeidingsforsøk – Ruteforsøk med måling av overflate- og grøfteavrenning. Bioforsk rapport 10(33). 50s.
- Kværnø, S.H. og Bechmann, M. 2010. Strømningsveier for vann, partikler og næringsstoffer i jord. *VANN* 45(2):177-190.
- Kværnø, S.H., Bechmann, M., Eklo, O.M., Tveiti, G. og Bolli, R. 2017. Kjelle avrenningsforsøk. Årsrapport **2015-2016** for jordarbeidingsforsøk på lav erosjonsrisiko. NIBIO rapport 3(41) 55s.
- Skøien, S., Børresen, T. og Bechmann, M. 2012. Effects of tillage methods on soil erosion. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B. Soil and plant Science*. Vol 62, Suppl. 2 191-198.

Etterord

Vi takker Kjelle videregående skole for det gode samarbeidet og for alle bidrag til prosjektet. Dessuten takker vi referansegruppen for nyttige innspill, og takk for de økonomiske bidragene fra Landbruksdirektoratet og fra Haldenvassdraget vannområde.

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.