



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Kjelle avrenningsforsøk

Årsrapport 2022-2023 for jordarbeidingsforsøk på lav erosjonsrisiko

NIBIO RAPPORT | VOL. 10 | NR. 14 | 2024



¹ Frederik Bøe, ² Ivo Havranek, ³ Kristian Sandem og ¹ Marianne Bechmann

¹ Divisjon for miljø og naturressurser/Jord og arealbruk, ² Divisjon for Bioteknologi og plantehelse / Pesticider og naturstoffkjemi, ³ Divisjon for miljø og naturressurser/Måleteknikk og Miljøovervåking

TITTEL/TITLE

Kjelle avrenningsforsøk. Årsrapport 2022–2023 for jordarbeidingsforsøk på lav erosjonsrisiko

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Frederik Bøe, Ivo Havranek, Kristian Sandem og Marianne Bechmann

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
20.06.2024	10/14/2024	Åpen	51518	22/01465
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17-03444-5	2464-1162	52	1	

OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER:

NIBIO

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

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 fra 2022), 2. vårpøying med vårkorn (bygg) og 3. høstpløying med høstkorn (høstvetete).

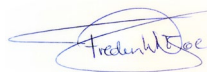
Resultater fra ni forsøksår (2014-2023), er beskrevet i denne rapporten med fokus på siste året.

GODKJENT /APPROVED



DOMINIKA KRZEMINSKA

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER



FREDERIK BØE



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Forord

Denne rapporten oppsummerer resultater fra alle forsøksår med særlig søkelys på det niende året (01.09.22 – 01.09.23) 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 2022/2023:

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

Tor Arne Justad og Ivo Havranek har sprøytet rutene med plantevernmidler.

Geir Tveiti, Kristian Sandem, Ivo Havranek, Franziska Fischer, Marianne Bechmann og Frederik Bøe (NIBIO) har hatt ansvar for oppfølging av forsøket.

Simen Heggedal har i 2023 koblet eksisterende «mellomruter» til drenerør og overflaterør. Avrenningsmålinger fra disse nye rutene vil starte i 2023/2024.

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, 20.06.24

Frederik Bøe

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

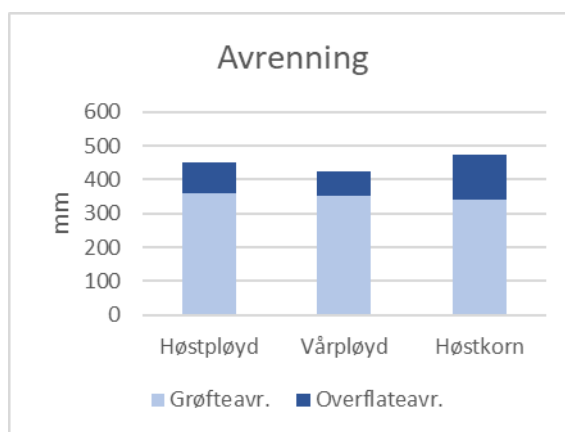
1. høstpløying med vårkorn (havre, bygg fra 2022)
2. vårpløying med vårkorn (bygg)
3. høstpløying med høstkorn (høstvetete)

Resultater fra ni forsøksår (2014-2023), er beskrevet i denne rapporten med fokus på siste året.

Avrenning

Rapporteringsåret 2022/2023 hadde mer nedbør (994 mm) enn gjennomsnittet for normalperioden 1961-1990 (702 mm). Gjennomsnittstemperaturen (5,9 °C) var høyere enn i normalperioden (3,3 °C).

Avrenning på overflaten og gjennom drenggrøftene var på henholdsvis 197 mm og 561 mm i gjennomsnitt for året 1. september 2022 til 1. september 2023. I 2014-2023 var avrenning gjennom drenggrøftene i perioden 1. september – 1. juni i gjennomsnitt 362 mm for høstpløyde ruter, 353 mm for vårpløyde ruter og 340 mm for ruter med høstkorn (figur 01). Overflateavrenning i samme måneder var lavest for ruter med vårpløying (73 mm), noe høyere for ruter med høstpløying (90 mm) og høyest fra ruter med høstkorn (135 mm).

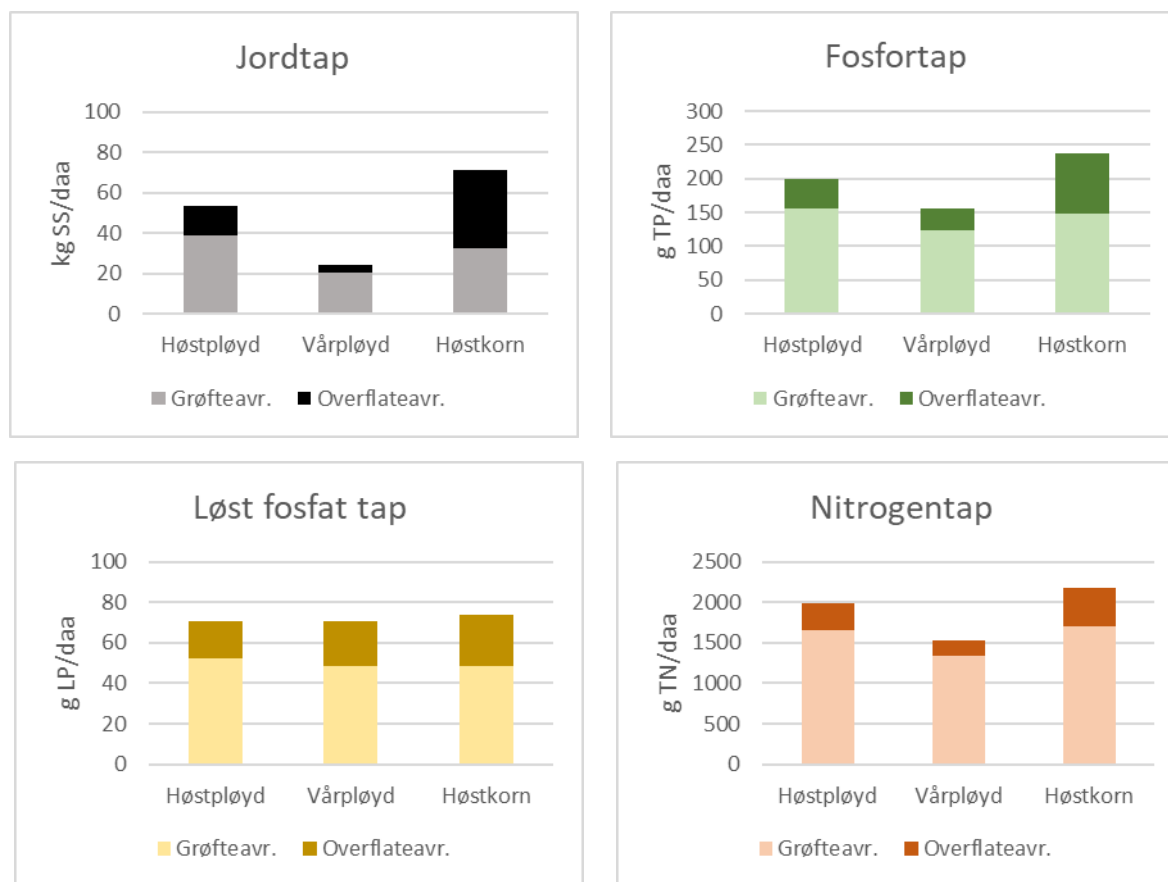


Figur 01. Avrenning på overflaten og gjennom drenggrøftene for 2014/2015-2022/2023 i gjennomsnitt for hver behandling for perioden 1. september-1. juni.

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 om lag 80 % av avrenningen gjennom drenggrøftene og det bidro til at 62 % av jordtapet, 72 % av tapet av totalfosfor og 70 % av løst fosfat, og 83 % av nitrogentapet skjedde via grøfteavrenning.

Jordtapet var i gjennomsnitt for alle ruter for alle årene 50 kg/daa (1.september-1. juni). For høstpløyde ruter var jordtapet i gjennomsnitt 54 kg/daa, for vårpløyde 24 kg/daa og for ruter med høstkorn var jordtapet i gjennomsnitt 71 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 199 g/daa, for vårpløyde 156 g/daa og for ruter med høstkorn var fosfortapet i gjennomsnitt 238 g/daa (figur 02).



Figur 02. Tap av jord, totalfosfor, løst fosfat og totalnitrogen med overflate- og grøfteavrenning i gjennomsnitt for 2014/2015-2022/2023 (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 72 g/daa (1.september-1. juni). For høstpløyde ruter var tapet av løst fosfat i gjennomsnitt 71 g/daa, for vårpløyde 70 g/daa og for ruter med høstkorn var tapet av løst fosfat i gjennomsnitt 74 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 2,0 kg/daa, for vårpløyde 1,5 kg/daa og for ruter med høstkorn var nitrogentapet i gjennomsnitt 2,2 kg/daa (figur 02).

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 blir redusert med 26 %.

Avrenning av plantevernmidler

I 2023 startet et forsøk for å undersøke overflate- og drensavrenning av lavdose sulfonylurea (SU)-plantevernmidler samt partikkelbundne soppmidler ved gjennomføring av et komplett sprøyteregime i de anlagte feltene med vår- og høstkorn. Sprøytingen for sprøytesesongene 2022 - 2023 inkluderte bruk av ugrasmiddel om våren i både høst- og vårkorn, utført på to tidspunkter.

De påviste konsentrasjonsnivåene for ugras- og soppmidlene i prøvene frem til januar 2023 er sammenlignbare med rapporteringsperioden 2021/2022. Prøvene tatt etter sprøyting med SU-midlene viste derimot noe høyere konsentrasjoner av soppmiddelet Fluopyram. Det ble påvist moderate konsentrasjoner av to forskjellige SU-metabolitter, mens de virksomme SU-stoffene (morstoffene) ble ikke påvist.

Totalt sett ble det påvist høyere konsentrasjoner av plantevernmidler i overflateavrenning enn i grøfteavrenning, samt at det framkommer flest funn i rutene med høstpløyd vårkorn sammenlignet med de to andre jordarbeidingsmetodene. Det må understrekes at konsentrasjonene som måles i kanten av en forsøksrute er forventet å være høyere enn i den tilhørende resipienten, hvor konsentrasjonene vil være fortynnet.

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	21
6	Partikler og næringsstoffer.....	23
6.1	Konsentrasjoner	23
6.1.1	Suspendert stoff.....	23
6.1.2	Fosfor	25
6.1.3	Nitrogen	28
6.2	Jord- og næringsstofftap	30
6.2.1	Jordtap	30
6.2.2	Fosfortap	32
6.2.3	Nitrogentap	37
6.3	Effekter på jord- og næringsstofftap	40
6.4	Variasjon og usikkerhet	41
6.4.1	Hydrologi.....	41
6.4.2	Samspill mellom behandling, rute og vær.....	41
6.4.3	Sesongvariasjon.....	42
6.4.4	Forsøksmetodikken	42
7	Plantevernmidler.....	43
7.1	Konsentrasjoner	43
8	Konklusjoner.....	47
	Referanser	48
	Vedlegg.....	49

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 tidligere 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), Bechmann m.fl. (2022) og Bechmann m.fl. (2023). Denne rapporten presenterer resultater for niende forsøksperiode (høst 2022 – høst 2023), presentert sammen med resultatene fra de første åtte 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. På grunn av tørken på forsommeren, samt problemer med ugrashåndtering ble avling bare estimert. 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 2022 og 2023.

2.3 Avrenning og prøvetaking

I 2022-2023 ble det tatt ut 14 vannprøver fra overflatevann og 14 vannprøver fra grøftevann for analyse av suspendert stoff og næringsstoffer. Ved prøveuttak 1. november 2022 var det lite grøftevann fra flere ruter og det ble ikke analysert for alle parametere fra alle ruter. Dette var også tilfellet for en enkel rute ved prøveuttak 16. februar 2023.

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. I 2022/2023 har det vært utføring knyttet til ugrashåndtering, samt tørke på forsommeren.

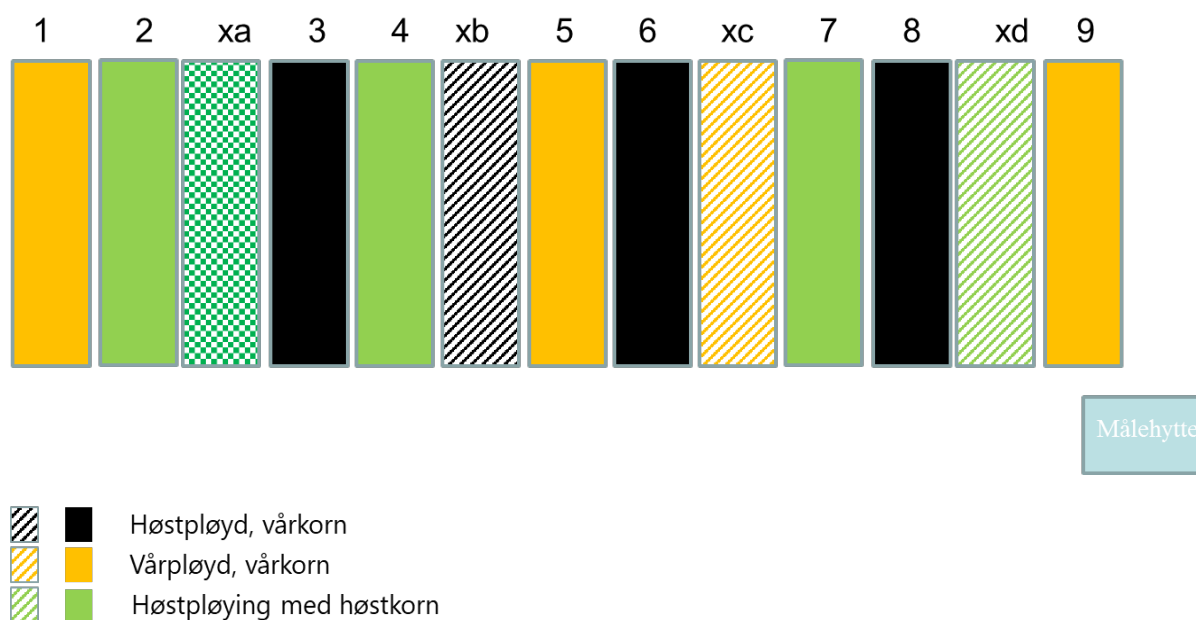
3 Driftspraksis

Forsøksleddene består av tre ulike jordarbeidingsystemer (figur 3.1). Tre og tre ruter behandles likt. I forsøksåret 2022-2023 var rute 3, 6 og 8 høstpløyde, rute 1, 5 og 9 var vårpløyde. Alle seks ruter ble sådd med bygg våren 2023. Rute 2, 4 og 7 var høstpløyde med høstkorn. På rute xa (med klimastasjon) er det permanent gras. Jordarbeidings-systemene inngår i en rotasjon, slik at behandlingene blir prøvd ut på ulike ruter hvert år. Rute xb, xc og xd vil inngå i avrenningsmålingene med ny behandling (fangvekst, ikke i rotasjon) fra 2023/2024. Jordbruksdriften fra tresking 2022 og til og med tresking 2023 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 2022/2023:



Figur 3.1. Jordarbeiding på avrenningsrutene i 2022-2023. 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 22/23)

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

Høstkorn: Høstpløyning, harving, såing av høsthvete

3.2 Såing og høsting

Høstkornet ble sådd 9. september 2022, etter å ha blitt pløyd 3. september 2022. Vårkornet ble sådd 23. mai 2023, etter å ha blitt harvet 22. mai og pløyd hhv. 12. oktober 2022 og 22. mai 2023 (tabell 3.1). I forsøksleddet med høstkorn ble det dyrket høsthvete, mens det på begge forsøksledd med vårkorn ble dyrket bygg. Avlingene ble lave mye grunnet tørke på forsommeren, ugrasproblematikk og ekstremværet «Hans».

Tabell 3.1. Jordbruksdrift på ulike ruter fra tresking 2022 til og med tresking 2023.

Forsøks-ledd	Pløye-dato; harvedato	Kornslag	Sådato	Gjødsling (kg/daa)	Sprøyting*	Høste-dato	Avling (kg/daa)**
Høstpløyd (Rute 3, 6, 8)	12.10.22; 22.5.23	Bygg	23.05.23	41 kg/daa 22-0-12 23.05.23	29.06.23 (U);	13.9.23	250
Vårpløyd (Rute 1, 5, 9)	22.5.23; 22.5.23	Bygg	23.05.23	41 kg/daa 22-0-12 23.5.23	29.06.23 (U);	13.9.23	100
Høstkorn (Rute 2, 4, 7)	5.9.22; 6.9.22	Høst-hvete	9.9.22	41 kg/daa 22-0-12 14,3 kg/daa med opti NS 27-0-0 22.5.23	03.05.23 (U) 29.06.23 (U)	13.9.23	350

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

3.3 Gjødsling

På grunn av de høye fosfortallene tidligere registrert på Kjelle ble det gjødslet med fosforfri gjødsel i inneværende år. Høstkornet ble gjødslet 22. mai med 14,3 kg opti NS 27-0-0/daa Vårkornet ble gjødslet 23. mai med 41 kg 22-0-12 (tabell 3.1.).

3.4 Plantevernmidler og sprøyting

Det ble gjennomført forsøk med glyfosatsprøyting i perioden 2014-2018 og resultater fra analyser av glyfosat og nedbrytningsproduktet 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 2019-2022 ble det gjennomført et annet forsøk som inkluderte et mer komplett sprøyteregime i de anlagte feltene med vår- og høstkorn (Bechmann m.fl. 2020, 2021, 2022 og 2023).

I 2023 startet et nytt forsøk med mål om å undersøke overflate- og grøfteavrenning av lavdose sulfonylurea (SU) ugras- samt partikkelbundne soppmidler ved gjennomføring av et sprøyteregime i de anlagte feltene. Disse forsøkene søker å gi et bedre og bredere grunnlag for anbefalinger knyttet til jordarbeiding og bruk av SU-ugrasmidler og partikkelbundne soppmidler i kornproduksjon.

I samarbeid med Norsk landbruksrådgiving ble det våren 2023 satt opp en sprøyteplan som inkluderer SU-ugras- og soppmidler tilpasset henholdsvis høsthvete og bygg (jf. pkt. 3.3). I rapporteringsperioden for 2021/2022 ble det 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.

I rapporteringsperioden for 2022/2023 ble det sprøytet som følger i de ulike rutene:

- Høsthvete (HPHK): ugrasssprøyting med Express Gold + Flurostar om sommeren 2022.
- Bygg (VPVK, HPVK): ugrasssprøyting med Express Gold + Flurostar om sommeren 2022.

Det er tatt ut vannprøver for analyse av overflate- og grøfteavrenning fra rutene gjennom sprøyte- og avrenningsperioden, med prøveuttak i november (2) og i desember (1) 2022, samt i januar (1) og i august (2) 2023. Prøveuttakene som er gjennomført høsten 2022 og januar 2023 (før start av sprøytesesongen i 2023) er gjennomført for å fange opp rester av plantevernmidler fra tidligere sprøyting på rutene i perioden 2019-2022.

Analyse av plantevernmidler er gjennomført ved NIBIO avdeling Pesticider og naturstoffkjemi med bruk av væskechromatografi koblet til massespektrometri (LC-MS/MS for prøvene høsten 2022 – januar 2023, samt Thermo Q-Orbitrap HRAM for prøvene fra august 2023). 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
Trifloksystrobin (S)	2	43,5	0,2	0,5
Tribenuron-metyl***	4,12-5,13	n.d.	n.d.	n.d.
Metsulfuron-metyl****	30	n.d.	n.d.	n.d.

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. ***Data er hentet fra Lorestani et al. 2023. ****Data er hentet fra Ismail et al. 2015. n.d.: ingen data tilgjengelig (antatt lav toksisitet i vannmiljø).

I rutene 2, 4 og 7 hvor det ble sådd høsthvete i 2022, ble første sprøyting mot ugras med 2 g/daa av Express Gold, samt 60 mL/daa av Flurostar gjennomført den 3.mai 2023, andre sprøyting ble gjennomført 29.juni 2023.

I rutene 1, 5 og 9 (vårpløyd, bygg) samt 3, 6 og 8 (høstpløyd, bygg), ble det sprøytet med 2 g/daa av Express Gold, samt 60 mL/daa av Flurostar den 29.juni 2023.

Den opprinnelig planlagte soppsprøytingen i 2023 ble ikke gjennomført.

De virksomme stoffene i de plantevernmidlene som inngår i sprøyteplanen (fra 2023) er angitt i tabell 3.4.

Tabell 3.4. Oversikt over preparat og virksomme stoff som inngikk i sprøyteplanen for 2022/2023.

Preparat	Virksomt stoff	Mengde virksomt stoff (g/L)	Type middel	Dose preparat (mL/daa)	Dose virksomt stoff (g/daa)	Antall ruter sprøytet
Express Gold	Metsulfuron-metyl	111	Ugrasmiddel		2	9
	Tribenuron-metyl	222				
Flurostar	Fluroksypyr	200	Ugrasmiddel	60 (høsthvete) 50 (bygg)		9
Aviator XPro EC 225	Protiokonazol	154,6	Soppmiddel	60 (høsthvete)	9,3	0
	Biksafen	78,9			4,7	
Delaro plus pack	Trifloxystrobin	150	Soppmiddel	30 (bygg)	4,7	0
	Protiokonazol	175			5,5	
	Fluopyram	125				
Elatus Era	Protiokonazol	150	Soppmiddel	30 (høsthvete)	4,5	0
	Benzovindiflupyr	75			2,3	

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 2022 - 1. september 2023).

For forsøksåret 2022-2023 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 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	22-23
sep	75	35*	169	30	70	77	110	58	63	60
okt	77	158*	10	24	100	51	88	196	128	74
nov	71	87*	62	61	94	88	95*	78	37	69
des	52	56	54	29	56	73	84*	169	29	92
jan	43	104	47	49	80	23	57	47	26	95
feb	44	29	52	60	21	63	70	18	77	47
mar	39	47	56	67	11	87	53	34	10	80
apr	48	13	101	34	52	13	27	28	27	103
mai	47	119	31	59	26	81	28	84	60	38
jun	56	61	37	64	47	65	73	36	99	43
jul	70	75	79	46	30	34	108	127	92	118
aug	80	52	126	79	42	91	18	14	33	177
Sum	702	836	823	600	627	745	809	889	679	994

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

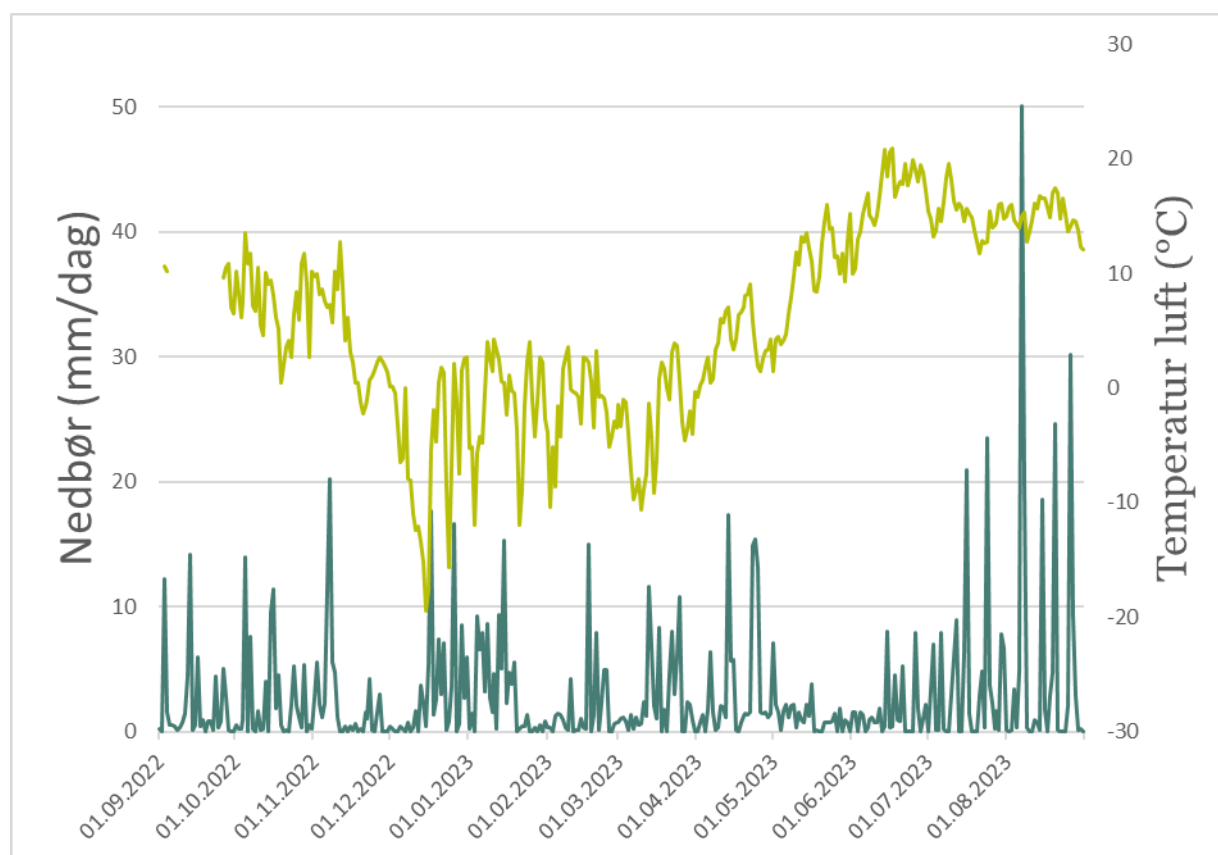
Måned	Normal* Temp	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23
sep	8,7	10,8*	10,8	13,7	11,0	11,2	10,1	11,5	11,5	10,0
okt	4,9	8,3*	5,6	4,5	5,8	5,6	4,3	6,8	7,6	7,4
nov	-1,6	3,4*	2,5	-0,2	-0,1	2,4	-0,6	4,2	1	4,3
des	-6,7	-3,7	1,0	-0,7	-3,0	-3,4	-0,6	1,5	-5,8	-5,8
jan	-7,9	-1,4	-8,8	-2,7	-2,9	-7,5	2,5	-6,9	-1,3*	-1,4
feb	-7,6	-1,1	-2,9	-2,7	-5,5	-1,1	0,6	-5,9	-0,9*	-1,5
mar	-3,6	1,9	1,4	1,5	-5,1	0,8	1,9	1,6	0,7*	-3,1
apr	2,3	5,1	4,4	3,6	4,2	6,4	5,4	3,3	3,6	4,1
mai	9,1	7,8	11,2	10,4	14,7	8,9	8,6	9,3	9,9	10,1
jun	13,3	12,8	15,2	13,8	16,3	14,3	17,0	16,2	15,5	17
jul	15,2	14,8	15,9	15	20,4	16,0	13,4	17,9	15,7	15
aug	13,7	14,7	14,1	14,1	14,8	15,6	15,3	14	15,8	15,1
Middel	3,3	6,2	5,9	5,9	5,9	5,8	6,5	6,1	6,1	5,9

Gjennomsnittsnedbøren i forsøksåret 2022-2023 var den høyeste målt gjennom overvåkingsperioden. Nedbøren var særlig høy i januar, juli og august, mens det var relativt tørt i mai og juni. Nedbøren har variert mellom årene med mye nedbør i seks av ni forsøksår (fra 745 mm til 994 mm).

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) og Bechmann m.fl. (2023).

Første og siste dag med døgnmiddeltemperaturer under null var henholdsvis 19. november 2022 og 1. april 2023. Lavest temperatur ble målt 15. desember (-19,5 °C). Den første snøen kom 17. november. Det var lengre snødekke i perioden 8. desember til 21. desember, samt perioder med snøsmelting i mars (18.-22.mars, 24.-25. mars og 30.-31. mars) og april (7. april).

Maksimal døgnnedbør for siste forsøkssår var 50 mm (7. august 2023) (figur 4.1) som er det høyest døgnnedbøren registrert gjennom hele forsøksperioden.



Figur 4.1. Nedbør (mørkegrønn) og lufttemperatur (lysegrønn) fra høsten 2022 til høsten 2023, 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 i inneværende år 758 mm – tilsvarende som i 2014-2015. Forholdet mellom nedbør og avrenning (avrenningskoeffisienten) var tilsvarende som 2017-2018.

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

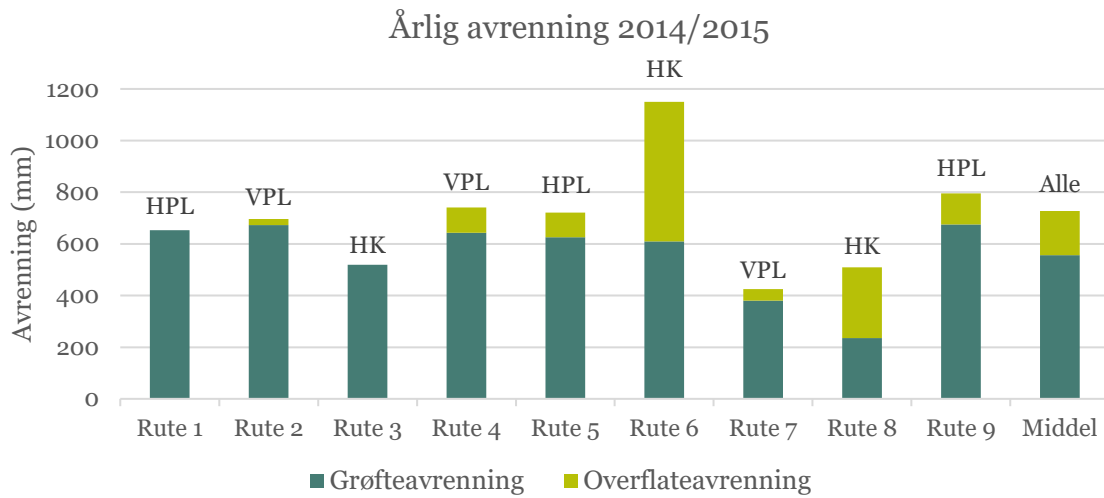
	Nedbør	Avrenning (mm)			Avrenningskoeffisient
	mm	Total	Overflate	Grøft	
14-15	836	728	171	557 (77 %)	0,87
15-16	823	525	112	414 (79 %)	0,64
16-17	600	215	80	146 (64 %)	0,35
17-18	627	468	85	384 (82 %)	0,74
18-19	745	330	26	304 (92 %)	0,44
19-20	809	-	-	388	0,48*
20-21	889	600	97	503 (84 %)	0,67
21-22	679	299	121	178 (60 %)	0,47
22-23	994	758	197	561 (74%)	0,76

* bare grøfteavrenning

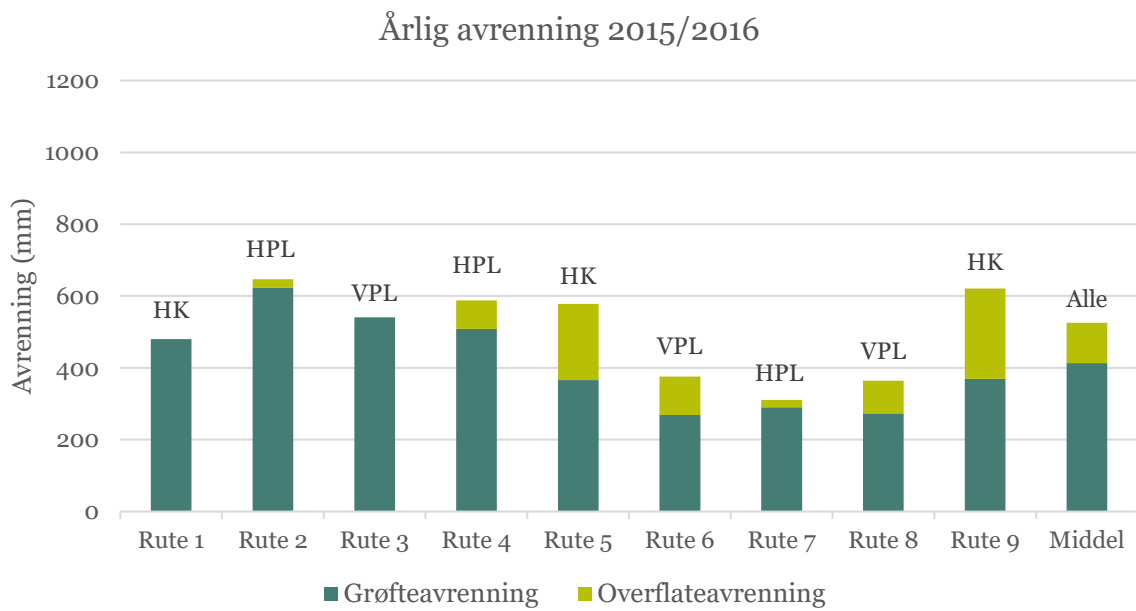
Figur 5.1 til 5.9 viser årlig avrenning fordelt på overflate- og grøfteavrenning på de ni rutene. Figur 5.9 viser årlig overflate- og grøfteavrenning for det siste forsøksåret (2022-2023).

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. Forsøksperioden 2022-2023 hadde generelt høy avrenning. Det ble registrert høyest grøfteavrenning fra rute 1, 3 og rute 9. Overflateavrenning var størst fra rute 6.

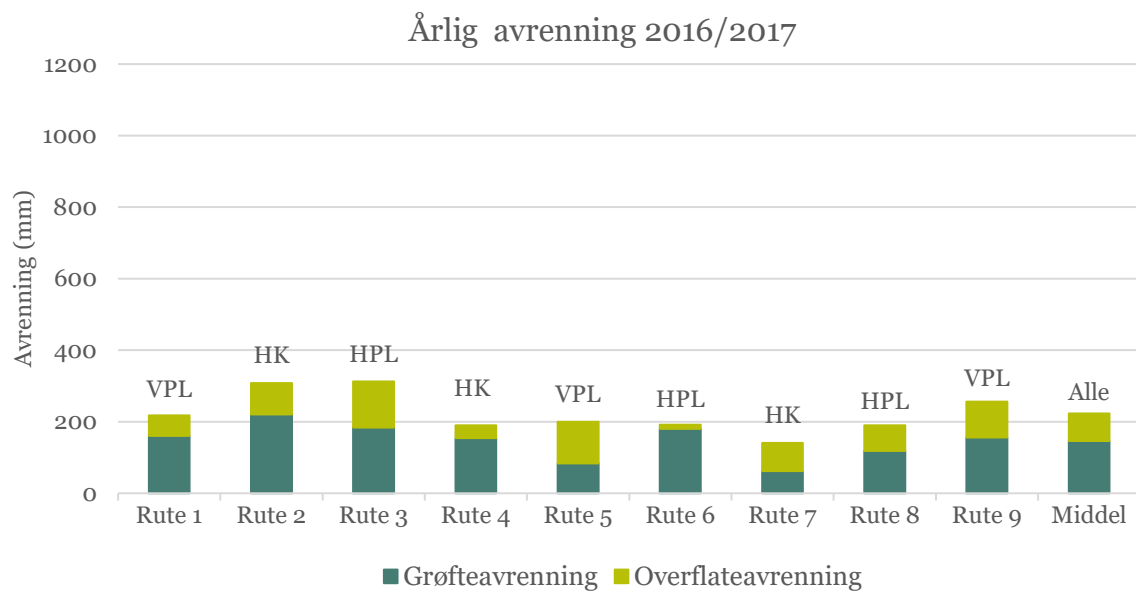
I gjennomsnitt for behandlinger var avrenningen størst fra ruter med vårpløying (844 mm), mens avrenningen var omtrent lik for ruter med høstkorn (711 mm) og ruter med høstpløying (719 mm). Gjennomsnittlig overflateavrenning var derimot lavest fra ruter med vårpløying (167 mm) sammenlignet med høstpløying med høstkorn (175 mm) og uten (250 mm).



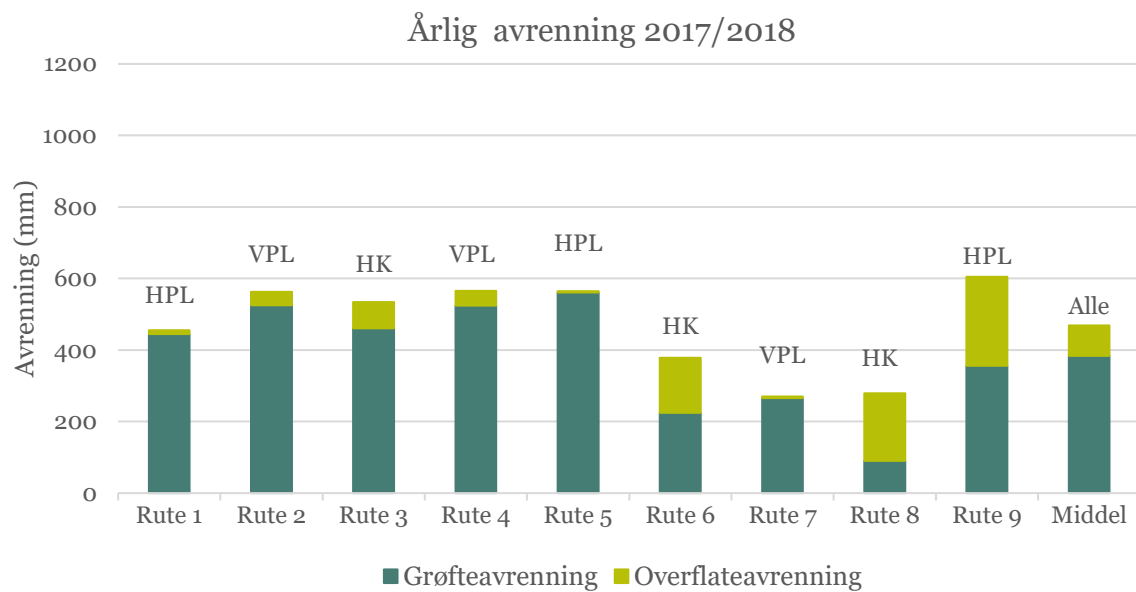
Figur 5.1. Overflate- og grøfteavrenning (mm) fra rute 1-9 i forsøksperioden 1.9.2014 til 1.9.2015. Overflateavrenning på rute 1 og 3 er utelatt pga. målefeil. HK = høstkorn med høstpløying, HPL = høstpløying, og VPL = vårpløying.



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.

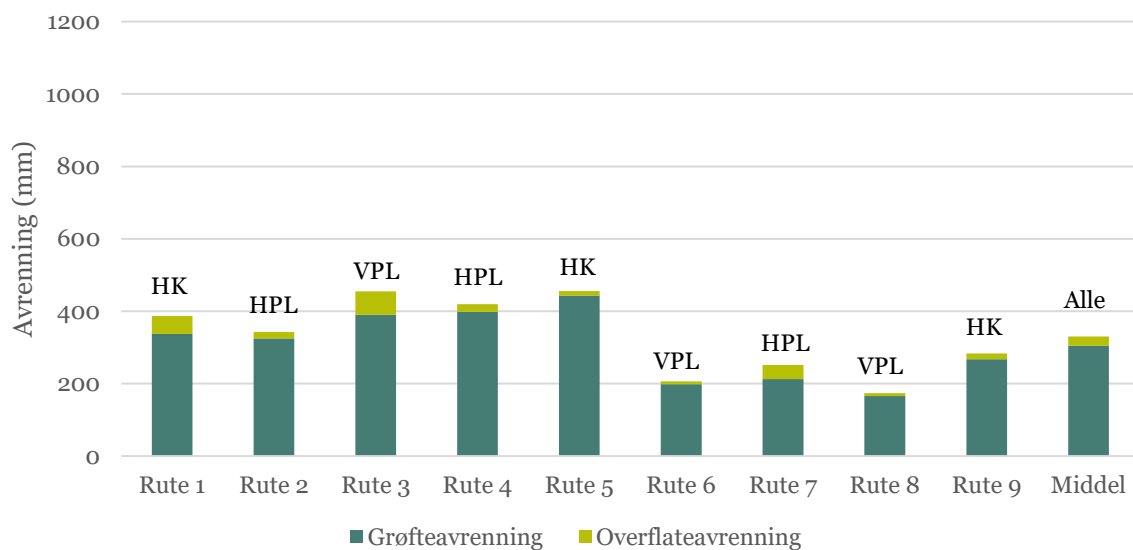


Figur 5.3. Overflate- og grøfteavrenning (mm) fra rute 1-9 i forsøksperioden 1.9.2016 til 1.9.2017. HK = høstkorn med høstpløying, HPL = høstpløying, og VPL = vårpløying.



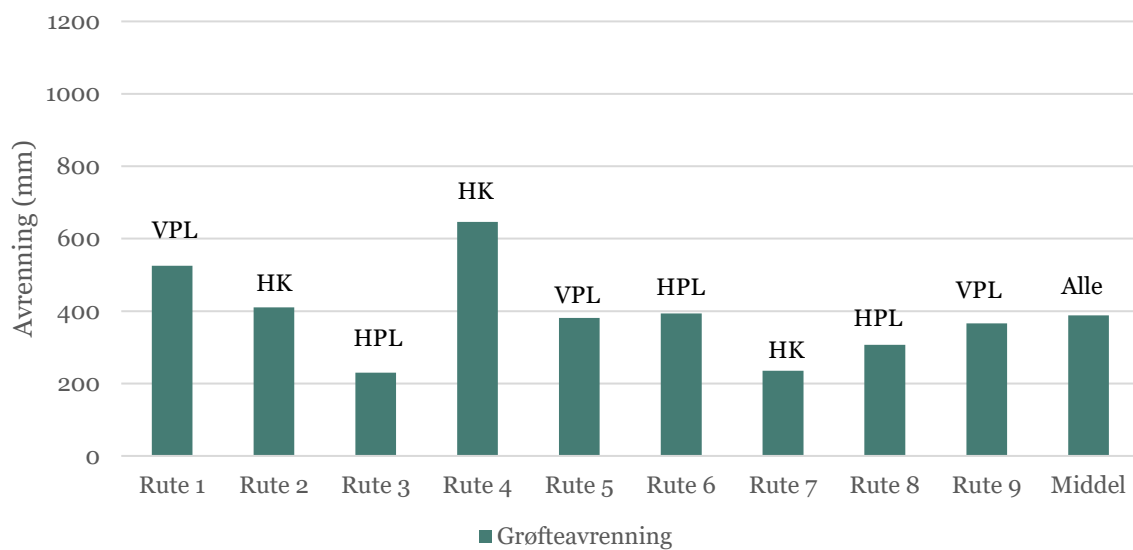
Figur 5.4. Overflate- og grøfteavrenning (mm) fra rute 1-9 i forsøksperioden 1.9.2017 til 1.9.2018. HK = høstkorn med høstpløying, HPL = høstpløying, og VPL = vårpløying.

Årlig avrenning 2018/2019



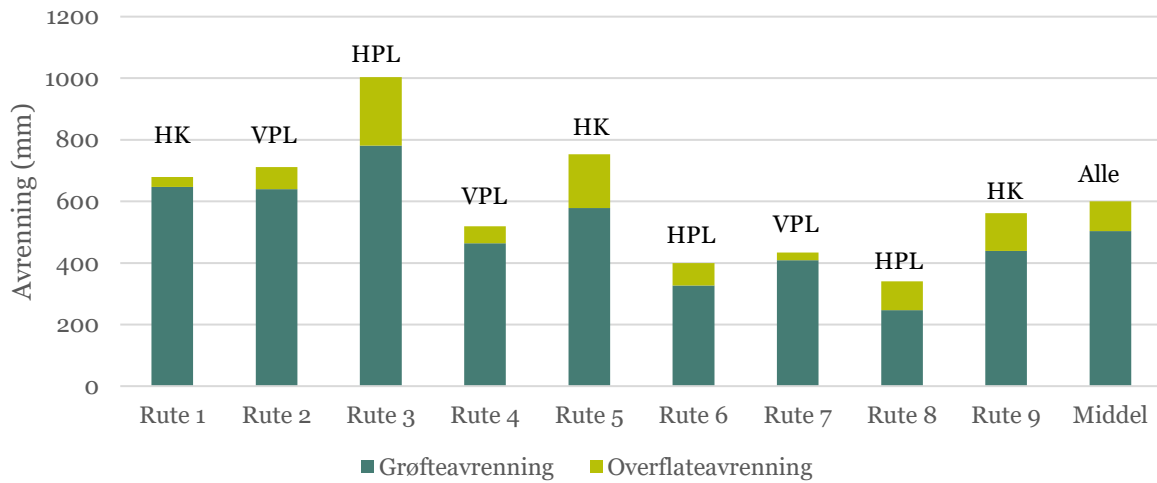
Figur 5.5. Overflate- og grøfteavrenning (mm) fra rute 1-9 i forsøksperioden 1.9.2018 til 1.9.2019. HK = høstkorn med høstpløying, HPL = høstpløying, og VPL = vårpløying.

Årlig avrenning 2019/2020



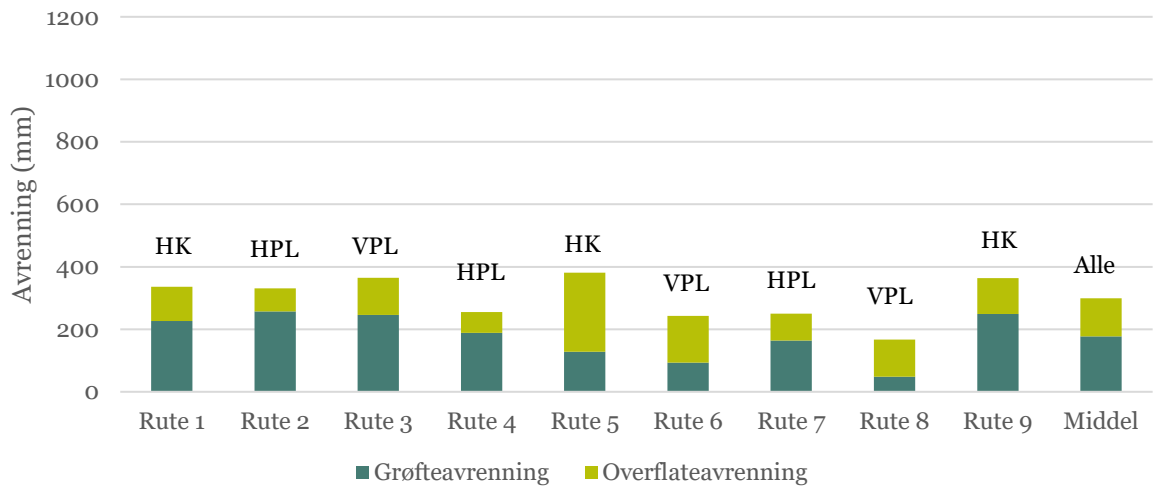
Figur 5.6. Grøfteavrenning (mm) fra rute 1-9 i forsøksperioden 1.9.2019 til 1.9.2020. HK = høstkorn med høstpløying, HPL = høstpløying, og VPL = vårpløying. Feil på overflateavrenning, derfor ikke rapportert.

Årlig avrenning 2020/2021

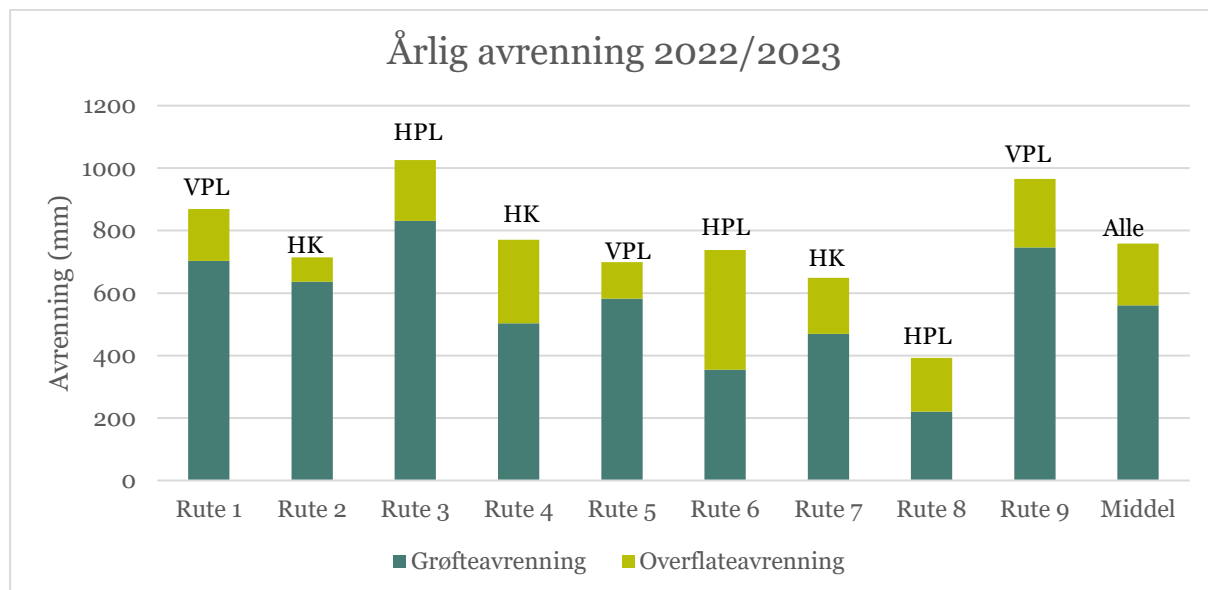


Figur 5.7. Grøfteavrenning (mm) fra rute 1-9 i forsøksperioden 1.9.2020 til 1.9.2021. HK = høstkorn med høstpløying, HPL = høstpløying, og VPL = vårpløying.

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.



Figur 5.9. Grøfteavrenning (mm) fra rute 1-9 i forsøksperioden 1.9.2022 til 1.9.2023. HK = høstkorn med høstpløying, HPL = høstpløying, og VPL = vårpløying.

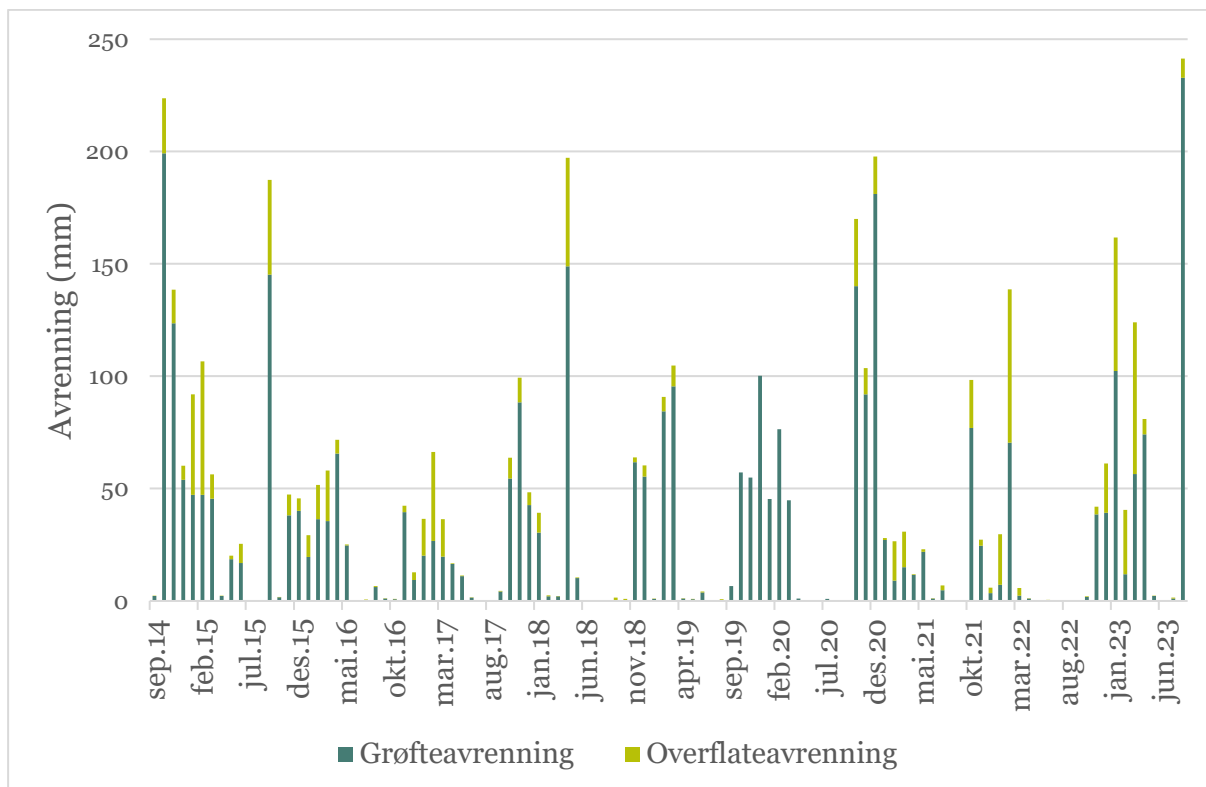
5.2 Variasjoner i avrenning gjennom året

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 1.9.2022 til 1.9.2023 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).

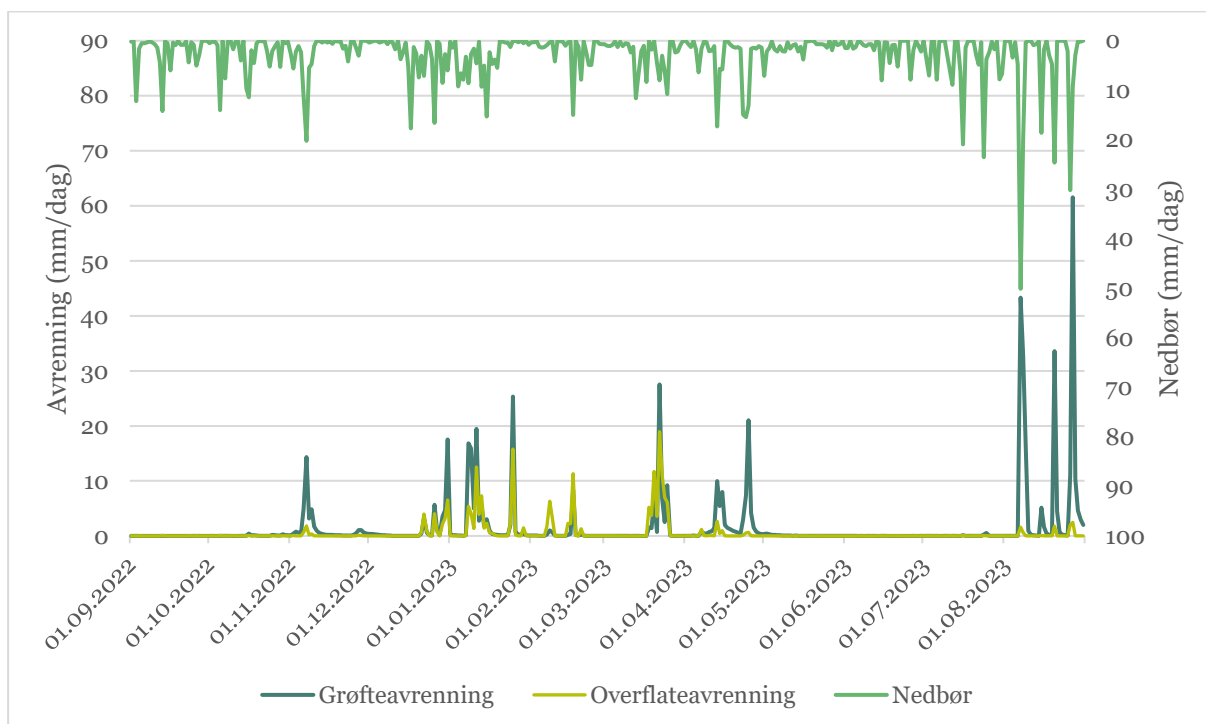
I 2022-2023 ble det målt mye overflateavrenning i januar (59 mm) og mars (68 mm). Dette var måneder med hyppige fryse og tine episoder. Januar og mars hadde i tillegg mer nedbør enn normalperioden. Mest grøfteavrenning ble målt i august 2023 (233 mm) da også nedbøren var høy (128 mm).

Det var lite nedbør i mai og juni og det var dermed også lite avrenning disse månedene. Det regnet derimot mye i juli og august, men avrenningen kom ikke i juli, men i august ettersom jorda kunne holde på en del vann før avrenningen ble generert i august.



Figur 5.9. Gjennomsnittlige månedlig overflate- og grøfteavrenning (mm) i forsøksperioden 1.9.2014 til 1.9.2023. Overflateavrenning er ikke inkludert i forsøksperioden 1.9.2019 til 1.9.2020.

Mesteparten av avrenningen ble registrert fra november 2022 til mai 2023, samt i august 2023. Avrenningen var lav i september 2022, samt i mai til august 2023.



Figur 5.10. Gjennomsnittlig nedbør, overflate- og grøfteavrenning (mm) fra alle rutene i forsøksperioden 1.9.2022 til 1.9.2023.

6 Partikler og næringsstoffer

6.1 Konsentrasjoner

Det er sammenstilt konsentrasjoner for perioden 1. september 2022 til 1. september 2023. Det var lite avrenning i en blandprøveperiode (25. aug.-1. nov 2022) og det var dermed ikke nok vann til å analysere alle parametere (grøft). Det var også enkelte analyser som viste unormalt forhold mellom total fosfor og løst fosfor (total fosfor < løst fosfor) til tross for at disse vannprøvene ble re-analysert (13.04-03.05.23; 03.05-11.08.23 og 11.08.-30.08.23 for S1, S2 og S4). Resultatene for disse må tas med forbehold. Konsentrasjoner analysert i perioden 3. mai til 11. august kan ha vært påvirket av fordampning fra prøvedunkene. Det var også en lang analyseprøve for første prøve tatt ut 1. november 2022 som kan ha påvirket resultatene.

Generelt ble det målt høyest konsentrasjoner i de to første prøveuttakene i november, samt for vannprøvene tatt ut mellom 27. mars - 13. april 2023. For sistnevnte vannprøve ble det målt særlig høye gjennomsnittskonsentrasjoner av suspendert stoff fra høstpløyde ruter (3253 mg/L) sammenlignet med vårpløyde (104 mg/L) og ruter med høstkorn (587 mg/L) i overflateavrenningen. Det var særlig høy konsentrasjon fra en høstpløyd rute (rute 6; 7600 mg/L), og det vurderes validiteten av denne konsentrasjonen. Ved så høye konsentrasjoner, kan det ikke utelates at for eksempel noe sediment lå igjen i prøvekanen fra forrige prøverunde. Gjennomsnittskonsentrasjonen for denne vannprøven er fremdeles høyest fra høstpløyde ruter dersom den høye konsentrasjonen utelates fra gjennomsnittet (1080 mg/L). Gjennomsnittskonsentrasjonen av total fosfor for samme prøveperiode var høyest fra høstpløyde ruter 1,5 mg/L (0,8 mg/L dersom rute 6 utelates), mens konsentrasjonen av total fosfor fra vårpløyde og ruter med høstkorn var henholdsvis 0,5 mg/L og 0,6 mg/L.

Dette var derimot ikke tilfellet for løst fosfat. For prøven tatt 13. april ble det målt høyest gjennomsnittskonsentrasjon for vårpløyde ruter (0,28 mg/L) sammenlignet med høstpløyde (0,16 mg/L) og ruter med høstkorn (0,11 mg/L). Dette kan skyldes høye fosforverdier (P-AL) i jorda. I jordprøver tatt 26. september 2023 var gjennomsnittlig fosfortall i rute 1 på 27,5 mg/100g. Rute 1 ble vårpløyd, og var den ruta hvor det ble målt høyest konsentrasjon av løst fosfat (0,44 mg/L), og som dermed drar opp gjennomsnittet (0,21 mg/L uten rute 1). Fosfortalla i jorda varierte fra 10 til 17,5 mg/100g i de øvrige rutene.

En mulig forklaring på de lavere konsentrasjonene av suspendert stoff og total fosfor målt fra ruter med høstkorn og vårpløyde (pløyd i etterkant 22. mai), kan være at høstveten og stubben beskyttet mot erosjon i større grad enn rutene hvor det ble pløyd i oktober 2022. Tilsvarende effekt kan være årsaken til de lavere konsentrasjonene av suspendert stoff målt fra vårpløyde ruter i de to første vannprøvene også, men her ble de høyeste konsentrasjonene målt fra ruter med høstkorn. Det tidlige utviklingsstadiet av høstkornet i november kan være årsaken til de høyere målte konsentrasjonene.

Årlige gjennomsnittskonsentrasjoner av suspendert stoff og total fosfor var høyest fra høstpløyde ruter sammenlignet med høstkorn og vårpløyde ruter.

6.1.1 Suspendert stoff

Konsentrasjonen av suspendert stoff i blandprøver fra overflateavrenning varierte fra 3 mg/L fra en vårpløyd rute i februar til 7600 mg/L fra en høstpløyd rute i april (tabell 6.1). Generelt ble de høyeste konsentrasjonene målt i vannprøven som ble tatt ut i april (27. mars-13. april). Det var lave konsentrasjoner i prøvene tatt ut i januar, samt første prøvetaking i februar. Årlig gjennomsnittskonsentrasjon var lavest fra vårkornruter (80 mg/L) og høyest fra høstpløyde ruter (387 mg/L) (overflateavrenning). Dersom den høye konsentrasjonen fra høstpløyde ruter fjernes (7600

mg/L), blir årlig gjennomsnittskonsentrasjon fra høstpløyde ruter og ruter med høstkorn omtrent likt (207-210 mg/L).

Konsentrasjonen av suspendert stoff i overflateavrenning var 4,2 ganger høyere enn konsentrasjonen i grøfteavrenning. De høyeste konsentrasjonene i grøfteavrenning ble målt i prøvene som ble tatt ut 1. november 2022 (ikke nok vann til analyse fra alle ruter) og 13. april 2023.

Tabell 6.1. Konsentrasjoner av suspendert stoff i overflateavrenning fra 9 ruter i Kjelle rutforsøk for perioden 1. september 2022 til 1. september 2023.

Prøveuttak	Høstpløyd/vårkorn			Vårpløyd/vårkorn			Høstpløyd/høstkorn		
	Rute 3	Rute 6	Rute 8	Rute 1	Rute 5	Rute 9	Rute 2	Rute 4	Rute 7
	mg suspendert stoff/L overflateavrenning								
01.nov.22	320	260	660	250	570	270	410	730	480
30.nov.22	130	250	500	110	170	86	530	780	620
22.des.22	95	48	42	82	36	62	95	56	32
03.jan.23	70	9	43	5	32	8	5	29	11
12.jan.23	49	22	10	4	28	15	4	11	24
20.jan.23	38	84	73	11	11	10	6	50	34
30.jan.23	33	75	16	6	8	8	11	31	13
16.feb.23	43	66	91	9	17	13	9	14	19
27.feb.23	370	200	350	8	3	49	13	52	150
27.mar.23	140	450	100	7	35	13	12	150	140
13.apr.23	1800	7600*	360	22	100	190	170	590	1000
03.mai.23	65	430	110	16	22	45	210	490	340
11.aug.23	200	420	230	170	150	330	460	140	190
30.aug.23	100	200	92	93	110	160	390	100	74

* Høy konsentrasjon.

Tabell 6.2. Konsentrasjoner av suspendert stoff i grøfteavrenning fra 9 ruter i Kjelle ruteforsøk for perioden 1. september 2022 til 1. september 2023.

Prøveuttak	Høstpløyd/vårkorn			Vårpløyd/vårkorn			Høstpløyd/høstkorn		
	Rute 3	Rute 6	Rute 8	Rute 1	Rute 5	Rute 9	Rute 2	Rute 4	Rute 7
	mg suspendert stoff/L grøfteavrenning								
01.nov.22	300		9	260		18	46	240	
30.nov.22	55	85	52	44	120	35	32	74	72
22.des.22	27	250	14	41	18	43	16	8	130
03.jan.23	10	26	17	12	19	10	13	22	20
12.jan.23	12	36	19	10	9	19	11	12	12
20.jan.23	29	19	21	39	20	17	35	30	48
30.jan.23	8	18	12	6	8	5	5	11	6
16.feb.23	47	130	46	65	57	80	51	48	
27.feb.23	69	160	23	85	100	50	69	98	80
27.mar.23	37	53	52	26	37	31	23	24	45
13.apr.23	120	46	44	150	70	240	86	160	66
03.mai.23	18	13	7	16	15	6	8	20	21
11.aug.23	51	85	62	57	78	120	43	73	48
30.aug.23	80	69	40	68	99	100	71	78	53

6.1.2 Fosfor

6.1.2.1 Totalfosfor

Konsentrasjonen av total fosfor i blandprøver fra overflateavrenning varierte fra 0,06 mg/L fra en rute med høstkorn i slutten av mars til 3,6 mg/L, også fra en rute med høstkorn i november 22 (tabell 6.3). Generelt ble de høyeste konsentrasjonene målt i prøvene tatt ut 1. november, men det ble også målt høye konsentrasjoner for enkelte ruter i vannprøvene tatt 30. november og 13. april. Det var noe høyere gjennomsnittskonsentrasjon av totalfosfor i overflateavrenning fra høstpløyde (0,69 mg/L) sammenlignet med vårpløyde ruter (0,55 mg/L) og høstkorn (0,59 mg/L).

Konsentrasjonen av totalfosfor i blandprøver fra grøfteavrenning varierte fra 0,06 mg/L fra en høstpløyd rute i mai til 2,10 mg/L fra en rute med høstkorn i november (tabell 6.4). Generelt ble de høyeste konsentrasjonene målt i vannprøver tatt ut i november. Gjennomsnittskonsentrasjoner i grøfteavrenningen var om lag lik per behandling.

Tabell 6.3. Konsentrasjoner av totalfosfor i overflateavrenning fra 9 ruter i Kjelle ruteforsøk for perioden 1. september 2022 til 1. september 2023.

Prøveuttak	Høstpløyd/vårkorn			Vårpløyd/vårkorn			Høstpløyd/høstkorn		
	Rute 3	Rute 6	Rute 8	Rute 1	Rute 5	Rute 9	Rute 2	Rute 4	Rute 7
	mg totalfosfor/L overflateavrenning								
01.nov.22	3,10	3,00	2,20	2,90	2,20	1,90	3,60	3,00	1,90
30.nov.22	0,63	1,70	1,60	1,20	0,76	0,90	1,70	2,40	2,20
22.des.22	0,45	0,73	0,28	0,76	0,40	0,35	0,33	0,19	0,25
03.jan.23	0,21	0,68	0,23	0,53	0,45	0,23	0,12	0,12	0,14
12.jan.23	0,19	0,46	0,12	0,22	0,30	0,28	0,08	0,10	0,18
20.jan.23	0,25	0,37	0,33	0,61	0,28	0,40	0,23	0,23	0,31
30.jan.23	0,24	0,32	0,22	0,22	0,13	0,16	0,14	0,12	0,13
16.feb.23	0,17	0,54	0,28	0,87	0,33	0,37	0,18	0,15	0,24
27.feb.23	0,68	0,78	0,71	0,75	0,36	0,36	0,28	0,34	0,47
27.mar.23	0,14	0,38	0,19	0,38	0,17	0,16	0,06	0,17	0,22
13.apr.23	1,10	3,10	0,40	0,55	0,47	0,38	0,37	0,64	0,85
03.mai.23	0,08	0,19	0,12	0,15	0,07	0,11	0,16	0,21	0,21
11.aug.23	0,57	0,98	0,28	1,00	0,40	0,19	0,62	0,52	0,29
30.aug.23	0,50	0,32	0,20	0,50	0,27	0,16	0,33	0,22	0,59

Tabell 6.4. Konsentrasjoner av totalfosfor i grøfteavrenning fra 9 ruter i Kjelle ruteforsøk for perioden 1. september 2022 til 1. september 2023.

Prøveuttak	Høstpløyd/vårkorn			Vårpløyd/vårkorn			Høstpløyd/høstkorn		
	Rute 3	Rute 6	Rute 8	Rute 1	Rute 5	Rute 9	Rute 2	Rute 4	Rute 7
	mg totalfosfor/L grøfteavrenning								
01.nov.22	0,94	0,81	0,44	1,40	1,00	0,28	0,44	1,00	2,10
30.nov.22	0,55	0,80	0,53	0,49	0,56	0,26	0,40	0,56	0,86
22.des.22	0,28	0,45	0,16	0,38	0,27	0,15	0,19	0,16	0,37
03.jan.23	0,22	0,28	0,25	0,23	0,24	0,17	0,22	0,24	0,21
12.jan.23	0,20	0,21	0,24	0,16	0,16	0,22	0,17	0,12	0,18
20.jan.23	0,26	0,27	0,31	0,31	0,27	0,23	0,28	0,23	0,27
30.jan.23	0,16	0,32	0,26	0,15	0,15	0,13	0,14	0,15	0,15
16.feb.23	0,22	0,25	0,17	0,26	0,36	0,27	0,26	0,23	
27.feb.23	0,44	0,56	0,36	0,44	0,44	0,38	0,42	0,40	0,43
27.mar.23	0,13	0,16	0,15	0,12	0,13	0,13	0,11	0,13	0,15
13.apr.23	0,25	0,21	0,23	0,29	0,23	0,33	0,19	0,29	0,25
03.mai.23	0,06	0,08	0,08	0,12	0,08	0,07	0,10	0,07	0,09
11.aug.23	0,34	0,17	0,23	0,38	0,18	0,09	0,37	0,25	0,15
30.aug.23	0,14	0,19	0,15	0,17	0,12	0,15	0,44	0,15	0,15

6.1.2.2 Løst fosfat

Konsentrasjonen av løst fosfat i blandprøver fra overflateavrenning varierte fra 0,05 mg/L fra en høstkornrute i mai til 2,1 mg/L fra en vårpløyd rute i november (tabell 6.5). Generelt ble de høyeste konsentrasjonene målt i blandprøven fra 1. november. Årlig gjennomsnittskonsentrasjoner var om lag lik for hver jordarbeiding. Konsentrasjonen av løst fosfat i blandprøver fra grøfteavrenning varierte fra 0,06 mg/L fra en vårpløyd rute i mai til 0,60 mg/L fra en høstpløyd rute i november (tabell 6.6).

Tabell 6.5. Konsentrasjoner av løst fosfat i overflateavrenning fra 9 ruter i Kjelle rutforsøk for perioden 1. september 2022 til 1. september 2023.

Prøveuttak	Høstpløyd/vårkorn			Vårpløyd/vårkorn			Høstpløyd/høstkorn		
	Rute 3	Rute 6	Rute 8	Rute 1	Rute 5	Rute 9	Rute 2	Rute 4	Rute 7
	mg løst fosfat/L overflateavrenning								
01.nov.22	2,10	1,70	1,20	2,10	1,00	1,00	2,00	1,50	1,30
30.nov.22	0,25	0,70	0,33	0,77	0,43	0,37	0,39	0,71	0,62
22.des.22	0,07	0,47	0,16	0,47	0,16	0,18	0,13	0,09	0,14
03.jan.23	0,09	0,86	0,12	0,46	0,34	0,15	0,07	0,05	0,08
12.jan.23	0,11	0,37	0,08	0,17	0,18	0,21	0,06	0,06	0,12
20.jan.23	0,13	0,10	0,18	0,37	0,18	0,12	0,18	0,11	0,16
30.jan.23	0,12	0,18	0,13	0,19	0,09	0,12	0,10	0,06	0,09
16.feb.23	0,11	0,39	0,16	0,60	0,24	0,25	0,14	0,09	0,16
27.feb.23	0,16	0,41	0,22	0,64	0,25	0,22	0,19	0,10	0,16
27.mar.23	0,07	0,23	0,16	0,42	0,19	0,20	0,09	0,07	0,12
13.apr.23	0,10	0,27	0,11	0,44	0,24	0,17	0,10	0,07	0,17
03.mai.23	0,10	0,11	0,10	0,22	0,11	0,10	0,07	0,05	0,19
11.aug.23	0,47	0,89	0,33	0,77	0,97	0,18	0,35	0,46	0,37
30.aug.23	0,26	0,24	0,17	0,66	0,27	0,12	0,36	0,25	0,33

Tabell 6.6. Konsentrasjoner av løst fosfat i grøfteavrenning fra 9 ruter i Kjelle ruteforsøk for perioden 1. september 2022 til 1. september 2023.

Prøveuttak	Høstpløyd/vårkorn			Vårpløyd/vårkorn			Høstpløyd/høstkorn		
	Rute 3	Rute 6	Rute 8	Rute 1	Rute 5	Rute 9	Rute 2	Rute 4	Rute 7
mg løst fosfat/L grøfteavrenning									
01.nov.22	0,29	0,60	0,17	0,38	0,35	0,12	0,20	0,31	0,46
30.nov.22	0,16	0,21	0,18	0,25	0,20	0,10	0,18	0,17	0,25
22.des.22	0,07	0,09	0,06	0,21	0,20	0,05	0,10	0,08	0,09
03.jan.23	0,13	0,16	0,14	0,14	0,14	0,10	0,14	0,15	0,12
12.jan.23	0,12	0,14	0,15	0,12	0,12	0,16	0,10	0,08	0,11
20.jan.23	0,16	0,18	0,17	0,09	0,15	0,12	0,17	0,16	0,17
30.jan.23	0,10	0,12	0,15	0,10	0,10	0,08	0,11	0,10	0,10
16.feb.23	0,20	0,15	0,10	0,23	0,23	0,16	0,16	0,17	
27.feb.23	0,24	0,22	0,18	0,23	0,22	0,21	0,17	0,19	0,20
27.mar.23	0,13	0,13	0,14	0,12	0,13	0,14	0,12	0,11	0,11
13.apr.23	0,12	0,11	0,13	0,14	0,10	0,10	0,11	0,10	0,12
03.mai.23	0,11	0,11	0,09	0,16	0,11	0,06	0,10	0,08	0,12
11.aug.23	0,36	0,16	0,24	0,17	0,15	0,09	0,18	0,19	0,14
30.aug.23	0,12	0,13	0,14	0,15	0,09	0,12	0,17	0,14	0,13

6.1.3 Nitrogen

Konsentrasjonen av totalnitrogen i blandprøver fra overflateavrenning varierte fra 0,4 mg/L i avrenning fra en høstkornrute i januar til 16 mg/L i avrenning fra en rute med høstkorn i november (tabell 6.7). Generelt ble de høyeste konsentrasjonene målt i blandprøven som ble tatt 1. november.

Konsentrasjonen av totalnitrogen i blandprøver fra grøfteavrenning varierte fra 0,8 mg/L i avrenning fra en vårpløyd og en rute med høstkorn i januar til 39 mg/L i avrenning fra en rute med vårkorn i desember (tabell 6.8). Tilsvarende som for overflateavrenning ble de høyeste konsentrasjonene målt i den første vannprøven, men også blandprøveperioden 3. mai til 11. august.

Tabell 6.7. Konsentrasjoner av totalnitrogen i overflateavrenning fra 9 ruter i Kjelle ruteforsøk for perioden 1. september 2022 til 1. september 2023.

Prøveuttak	Høstpløyd/vårkorn			Vårpløyd/vårkorn			Høstpløyd/høstkorn		
	Rute 3	Rute 6	Rute 8	Rute 1	Rute 5	Rute 9	Rute 2	Rute 4	Rute 7
	mg totalnitrogen/L overflateavrenning								
01.nov.22	14,0	12,0	8,4	14,0	9,2	8,8	16,0	14,0	11,0
30.nov.22	3,6	4,5	6,8	4,4	2,7	3,8	4,4	6,4	5,4
22.des.22	7,3	2,0	0,8	1,1	0,9	1,1	1,1	1,0	1,6
03.jan.23	0,7	1,2	0,7	0,7	1,5	0,6	0,5	0,4	0,6
12.jan.23	1,2	1,1	0,9	0,9	0,7	0,8	0,4	0,5	0,9
20.jan.23	2,6	2,7	3,5	1,4	0,9	1,4	1,3	1,8	1,6
30.jan.23	1,0	0,6	0,8	0,8	0,5	0,6	1,2	0,6	0,7
16.feb.23	1,5	1,4	2,1	1,6	1,0	1,2	0,9	1,2	1,6
27.feb.23	3,2	3,0	3,5	1,9	1,4	1,7	1,6	2,7	3,4
27.mar.23	1,2	2,2	2,2	1,4	1,3	1,3	0,9	1,5	2,0
13.apr.23	3,9	6,6	5,3	4,5	2,9	3,3	2,9	3,0	9,0
03.mai.23	3,4	3,8	4,5	3,9	0,9	2,3	1,4	2,1	3,7
11.aug.23	8,5	6,8	8,2	7,7	6,6	14,0	7,3	8,6	9,4
30.aug.23	2,0	3,5	4,0	4,1	1,8	3,4	1,8	2,1	2,2

Tabell 6.8. Konsentrasjoner av totalnitrogen i grøfteavrenning fra 9 ruter i Kjelle ruteforsøk for perioden 1. september 2022 til 1. september 2023.

Prøveuttak	Høstpløyd/vårkorn			Vårpløyd/vårkorn			Høstpløyd/høstkorn		
	Rute 3	Rute 6	Rute 8	Rute 1	Rute 5	Rute 9	Rute 2	Rute 4	Rute 7
	mg totalnitrogen/L grøfteavrenning								
01.nov.22	13,0	18,0	9,9	10,0	21,0	6,2	16,0	17,0	27,0
30.nov.22	7,7	6,6	6,3	7,6	15,0	8,6	9,1	8,2	7,2
22.des.22	2,9	8,4	4,0	2,7	39,0	6,0	7,4	6,7	11,0
03.jan.23	2,0	2,2	3,3	2,0	3,0	1,7	1,9	1,1	2,0
12.jan.23	1,5	1,3	2,0	0,9	1,5	0,8	1,0	0,8	1,2
20.jan.23	4,2	4,0	4,0	3,3	4,7	3,5	3,6	2,4	3,2
30.jan.23	1,4	1,8	2,7	1,3	2,5	1,2	1,7	0,9	1,6
16.feb.23	1,9	3,6	3,7	1,4	2,6	2,2	3,0	1,5	2,6
27.feb.23	3,1	3,1	4,1	3,0	2,9	2,1	2,9	2,3	1,4
27.mar.23	1,4	1,6	1,9	1,2	1,4	1,1	1,2	1,2	7,7
13.apr.23	5,2	4,6	4,5	5,6	4,9	6,8	6,2	4,9	7,3
03.mai.23	5,5	4,5	4,7	6,6	6,6	7,7	7,3	6,5	11,0
11.aug.23	11,0	11,0	10,0	9,7	9,7	20,0	11,0	11,0	3,7
30.aug.23	3,7	3,9	3,9	3,9	3,3	6,6	5,6	5,4	

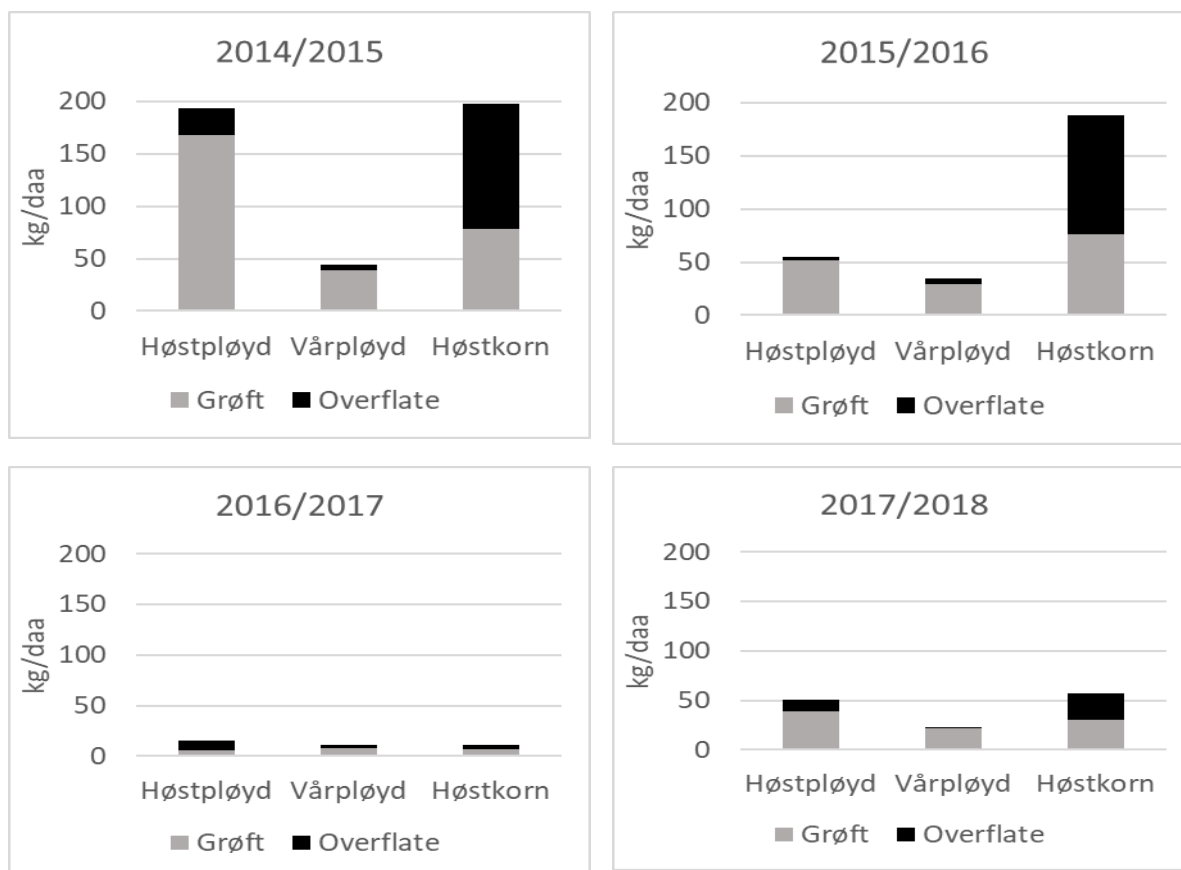
6.2 Jord- og næringsstofftap

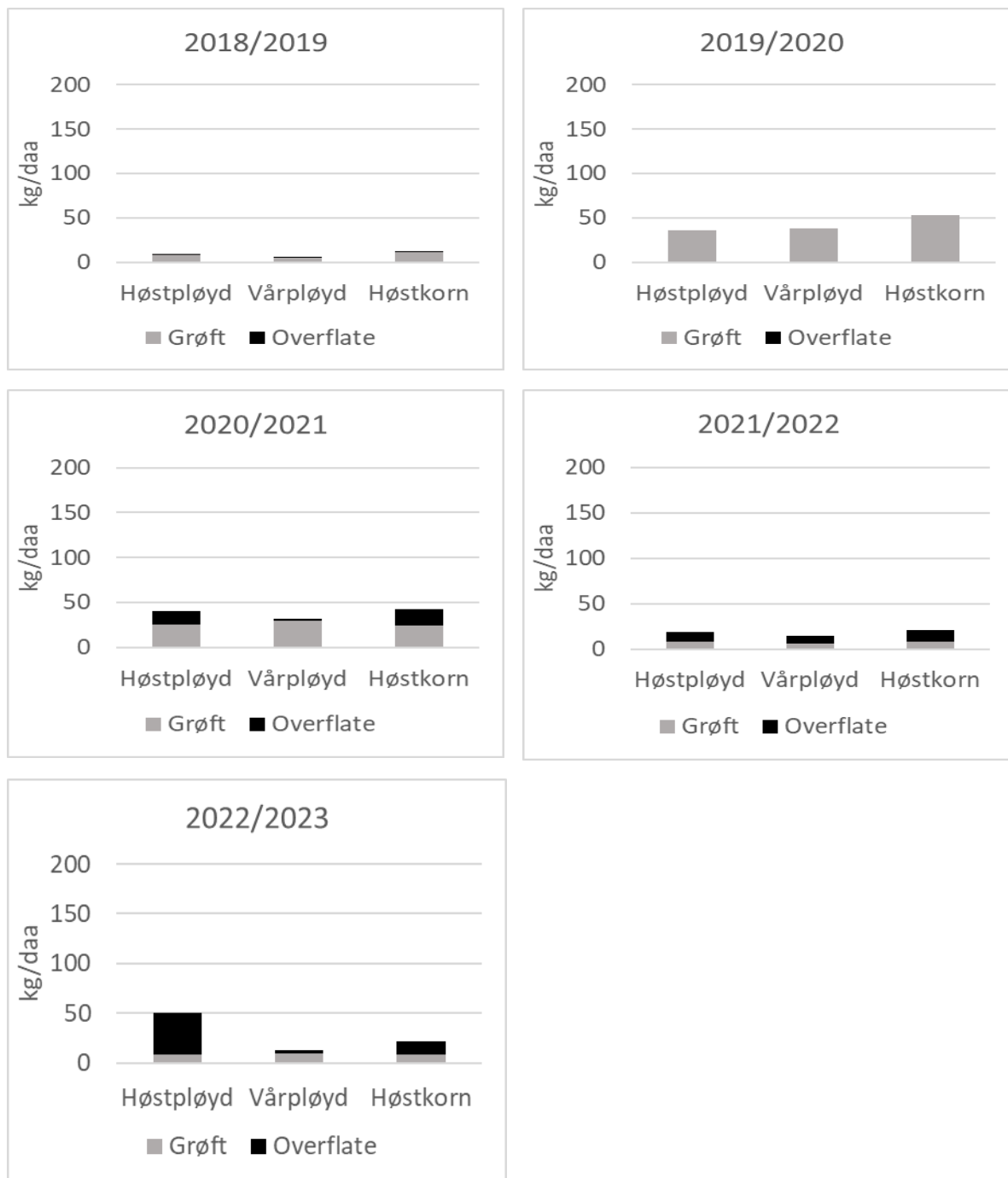
Tap av partikler og næringsstoffer er beregnet som summen av vannføring (L/blandprøveperiode) multiplisert med konsentrasjonen (mg/L) i hver blandprøveperiode. Det er her rapportert tap av jord og næringsstoffer for perioden fra høsting til såing av vårkorn, standardisert til å være fra 1. september til 1. juni påfølgende år. Resultater er også presentert for hver blandprøveperiode gjennom hele året 2022/2023 (1. september til 1. september).

6.2.1 Jordtap

Jordtapene i 2022-2023 (1. september-1. juni) var i gjennomsnitt 28 kg/daa, med 21 kg/daa fra høstkornrutene, 50 kg/daa fra høstpløyde ruter og 13 kg/daa fra vårpløyde ruter (figur 6.1). Tapene var omtrent like gjennom grøftene, mens tapene gjennom overflateavrenningen utgjorde en større andel fra de høstpløyde rutene sammenlignet med vårpløyde og ruter med høstkorn. I gjennomsnitt kom ca. 32 % av jordtapet gjennom drengrøftene. Det var betydelig mindre enn tidligere andel.

Høsten 2022 var høstkornavlingene relativt bra (901 kg/daa). Godt utviklet korn som deretter overvintret i stubb med vårpløyning i 2023 (rute 1, 5 og 9), kan ha vært viktig for å redusere tapene på overflaten i 2023 for rutene med vårkorn.

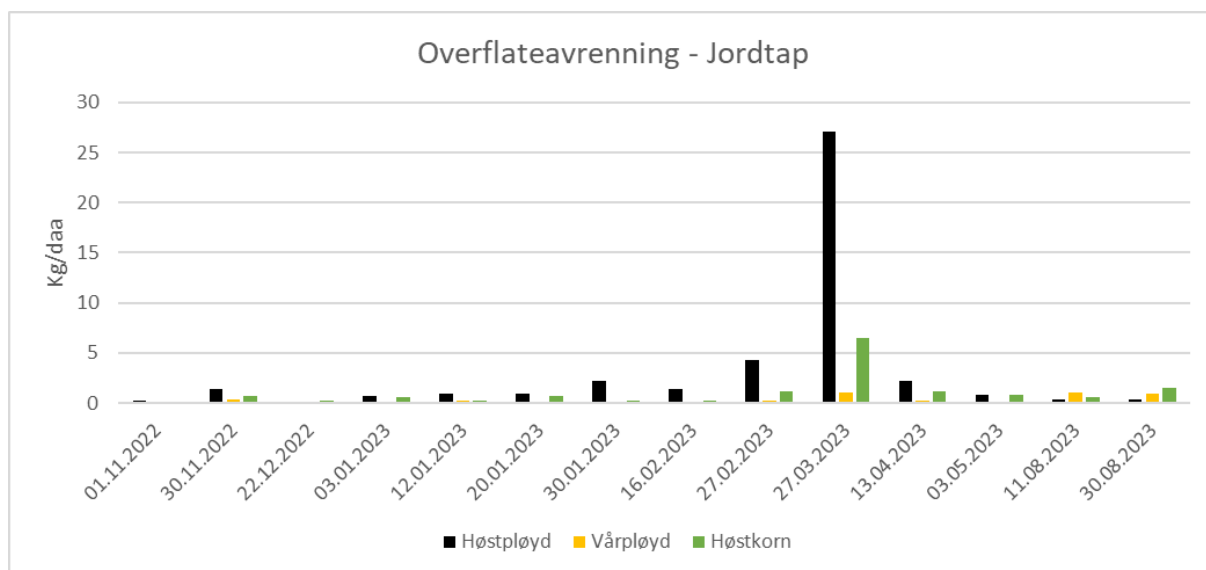




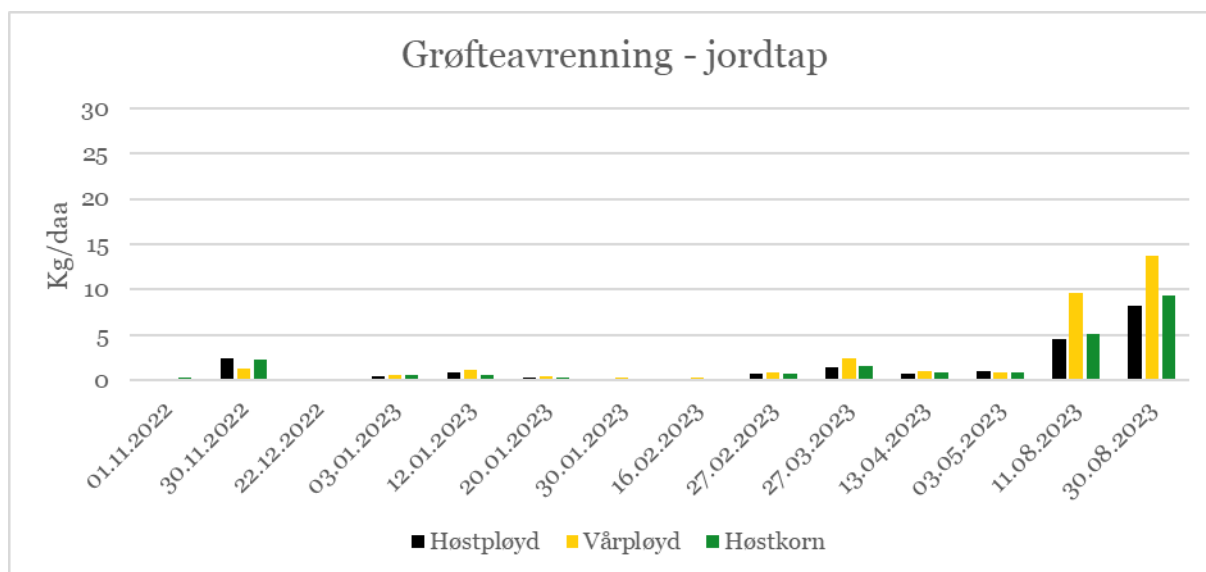
Figur 6.1 Gjennomsnittlig tap av jord (kg/daa) gjennom grøfte- og overflateavrenning fra hvert forsøksledd i ni forsøksår. Overflatevann mangler i 2019/2020. Gjelder for perioden 1. september til 1. juni.

De største jordtapene med overflateavrenning skjedde i februar og mars fra høstpløyd ruter (figur 6.2). De høyeste målte konsentrasjonene av suspendert stoff var derimot i vannprøvene tatt ut for perioden 27. mars til 13. april 2023 (Tabell 6.1). Grunnen til at jordtapene var relativt lave i denne perioden, til tross for høye konsentrasjoner, var den lave avrenningen (Figur 5.10). Årlige gjennomsnittstap hadde blitt omtrent det samme dersom den høye konsentrasjonen i april-prøven hadde blitt fjernet (7600 mg/L). Dette er grunnet at det høyeste jordtaped ble beregnet i mars (Figur 6.2) grunnet høy avrenning sammen med relativt høye konsentrasjoner av suspendert stoff.

Jordtap gjennom drengrøftene var høyest i august 2023, men jordtapene var generelt lave dette året (figur 6.3). Andelen jordtap med overflateavrenning var som i 2021-2022, større enn tidligere. Sen tresking (13.09.23) sammen med en del ugras kan ha bidratt til å beskytte mot høyere jordtap i august.



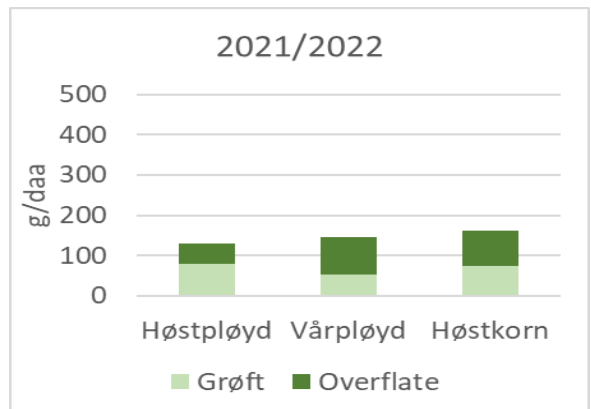
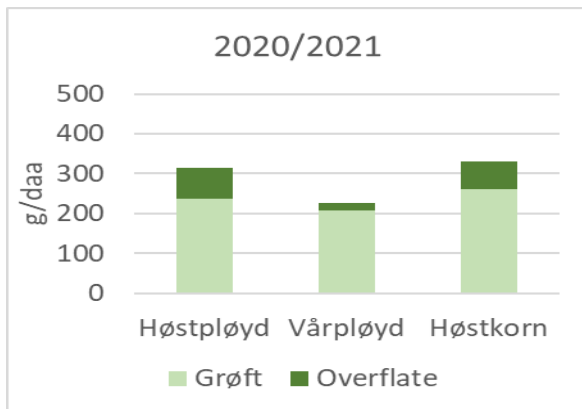
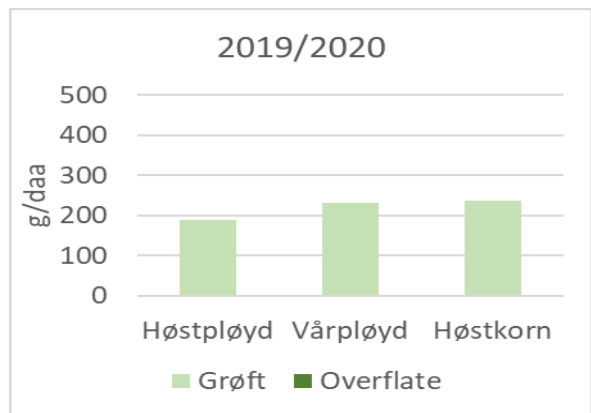
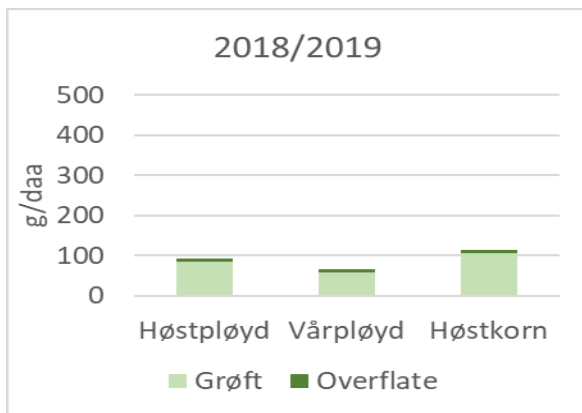
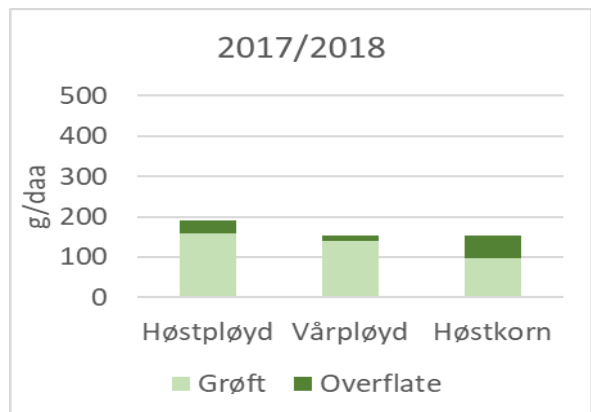
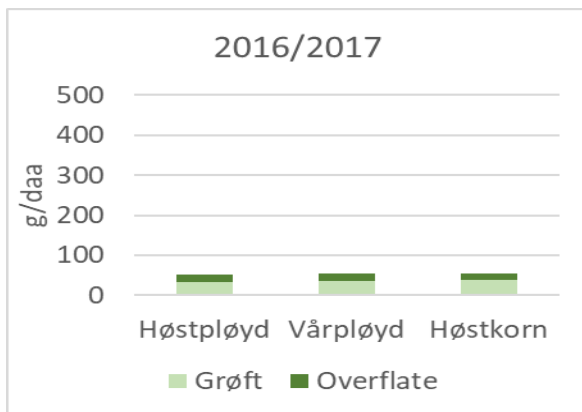
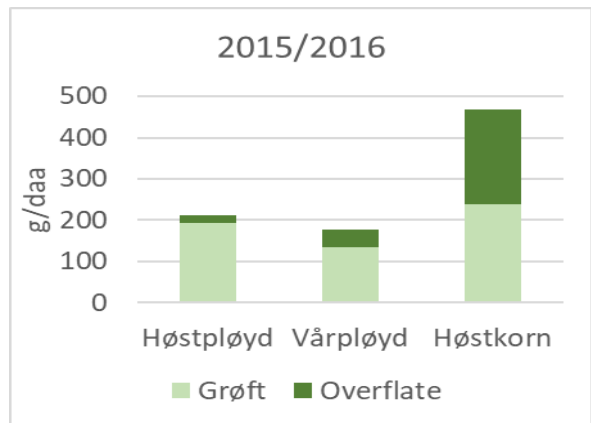
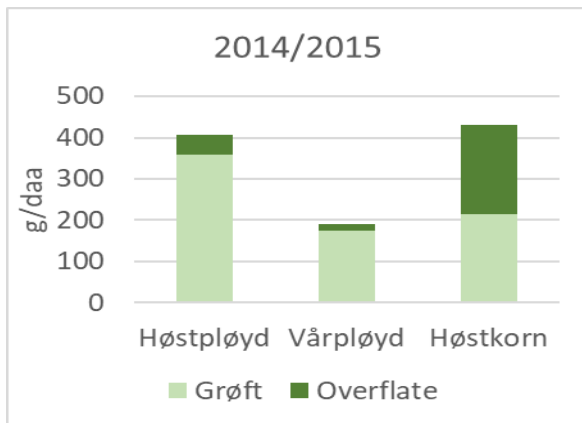
Figur 6.2 Tap av jord (kg/daa) med overflateavrenning i blandprøveperiodene i gjennomsnitt for hvert forsøksledd.

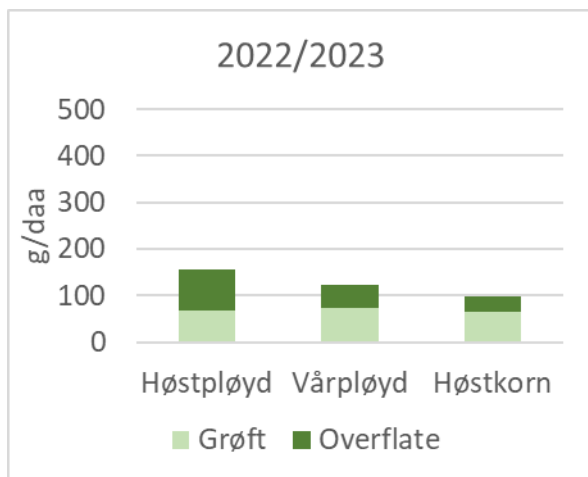


Figur 6.3 Tap av jord (kg/daa) med grøfteavrenning i blandprøveperiodene i gjennomsnitt for hvert forsøksledd.

6.2.2 Fosfortap

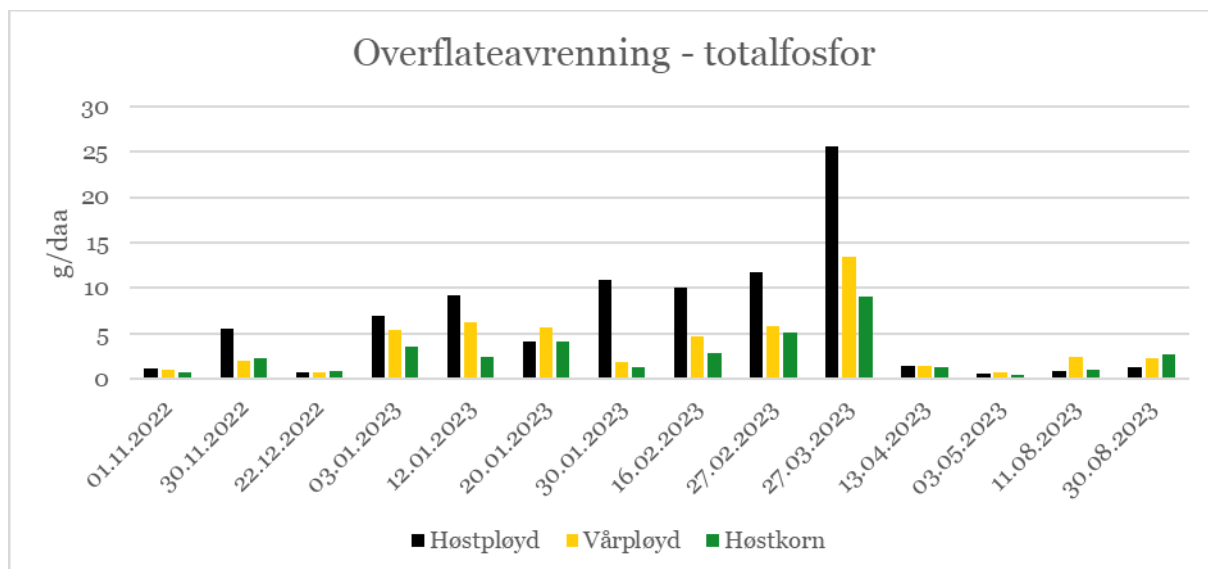
Fosfortapet var i gjennomsnitt for alle ruter 125 g/daa i perioden 1. september 2022 til 1. juni 2023 (figur 6.4). For høstkomrutene var det 99 g/daa, for høstpløyd ruter 155 g/daa og for vårpløyd ruter 122 g/daa (figur 6.4). Tap av totalfosfor gjennom drenngrøftene utgjorde i gjennomsnitt for alle ruter ca. 56 %. Tapene var noe høyere gjennom overflateavrenning fra høstpløyd ruter sammenlignet med vårpløyd ruter og ruter med høstkom.



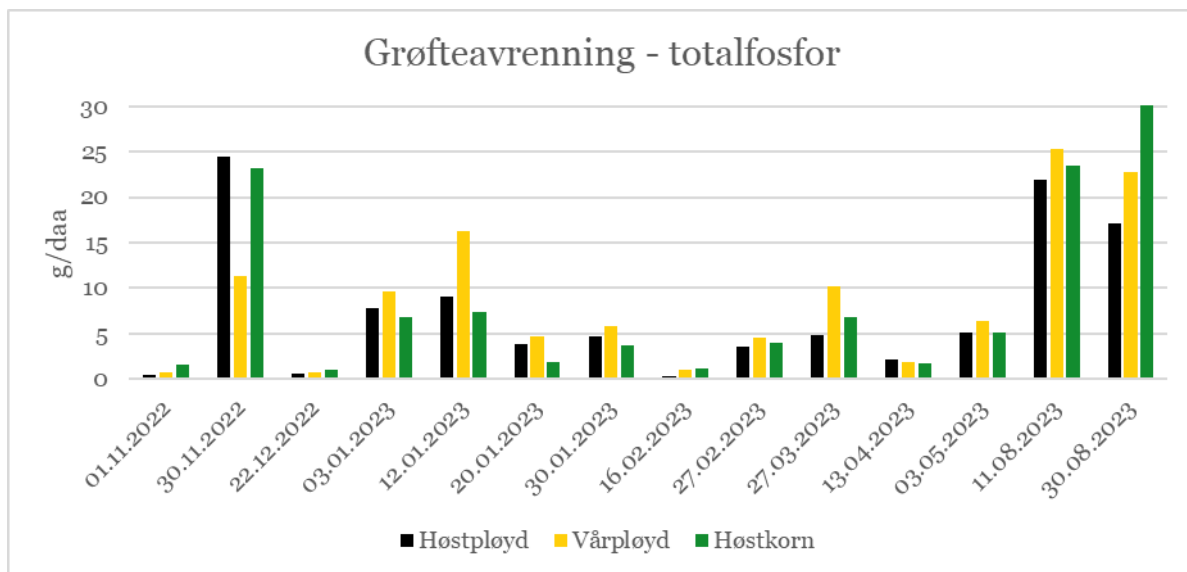


Figur 6.4 Gjennomsnitt av årlige totalfosfortap (TP-tap) fra forsøksledd med høstpløying, vårpløying og høstkorn, ni forsøksår. Overflatevann mangler 2019/2020. Tallene gjelder for perioden 1. september til 1. juni.

Ruter med høstpløying hadde de største fosfortapene med overflateavrenning fra november 2022 til april 2023 (Figur 6.5). De høye fosfortapene i mars fra høstpløyd ruter henger sammen med høye jordtap som følge av snøsmelting. Tapene av totalfosfor fra vårpløyd ruter i mars, kan derimot forklares med relativt høye tap av løst fosfat (Figur 6.8), ettersom jordtapet i denne perioden var lavt. Dette, i tillegg til jordtap, er også forklaringen på fosfortapene i perioden januar til mars. Høye tap av løst fosfat kan skyldes utfrysing av fosfor fra plantemasse (f.eks. ugras). Det var generelt størst fosfortap fra vårpløyd ruter gjennom drengrøftene gjennom året foruten om i november 2022 og august 2023 (Figur 6.6).

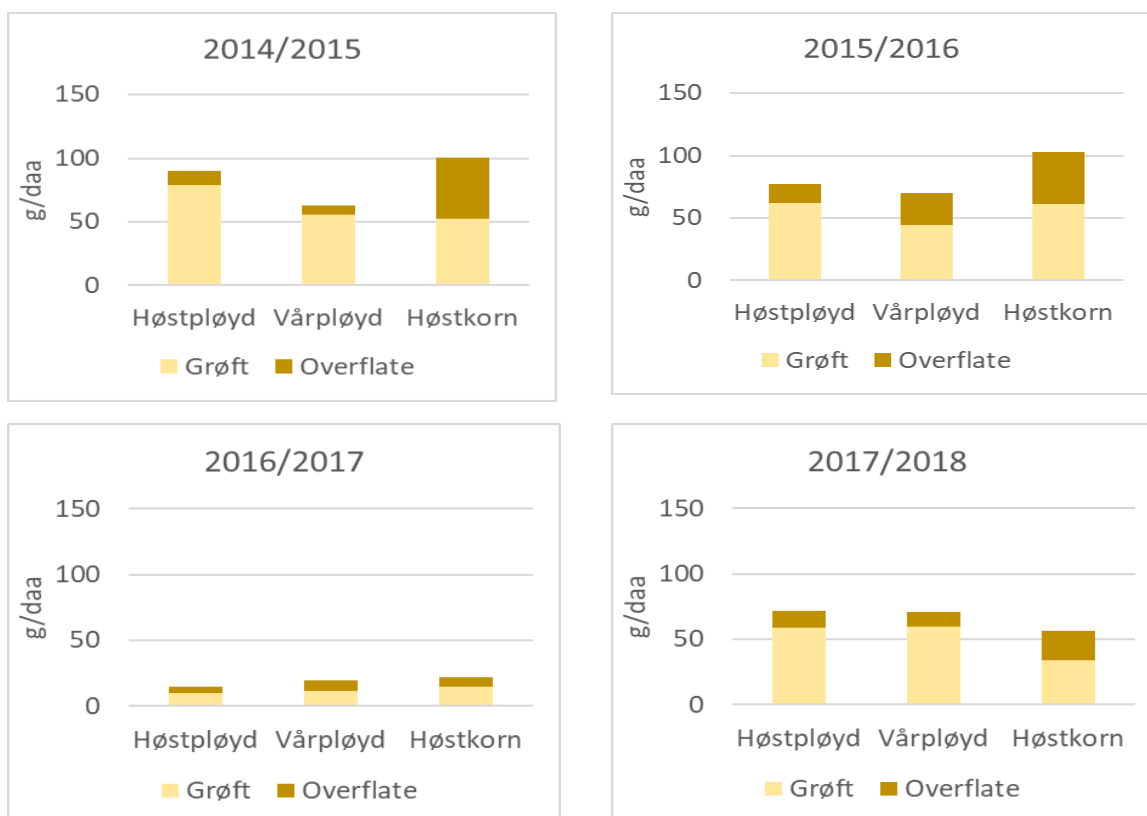


Figur 6.5 Gjennomsnittlig fosfortap i overflateavrenning fra forsøksledd med høstpløying, vårpløying og høstkorn fordelt per blandprøveperiode.



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

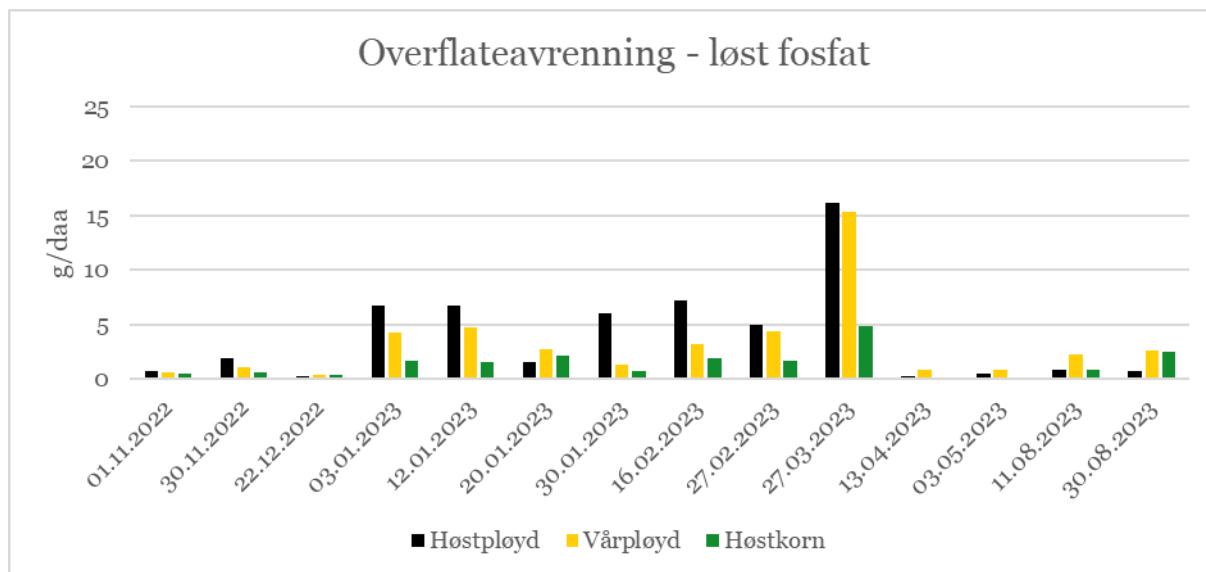
Tapene av løst fosfat var i gjennomsnitt for alle ruter 78 g/daa i perioden 1. september 2022 til 1. juni 2023 (figur 6.7). For høstkornrutene var de tilsvarende 53 g/daa, for høstpløyd ruter 89 g/daa og for vårpløyd ruter 92 g/daa (figur 6.7). Tap av løst fosfat gjennom drengrøftene utgjorde i gjennomsnitt for alle ruter ca. 54 %. Tap av løst fosfat utgjorde 62 % av totalfosfortapet, noe som er høyere enn tidligere år (25-42 %). I nedbørfelt dominert av korn er andelen løst fosfat i forhold til totalfosfor tidligere estimert til 17 %. Den høyere andelen løst fosfat som måles på Kjelle sees i sammenheng med det høye fosforinnholdet i jorda.



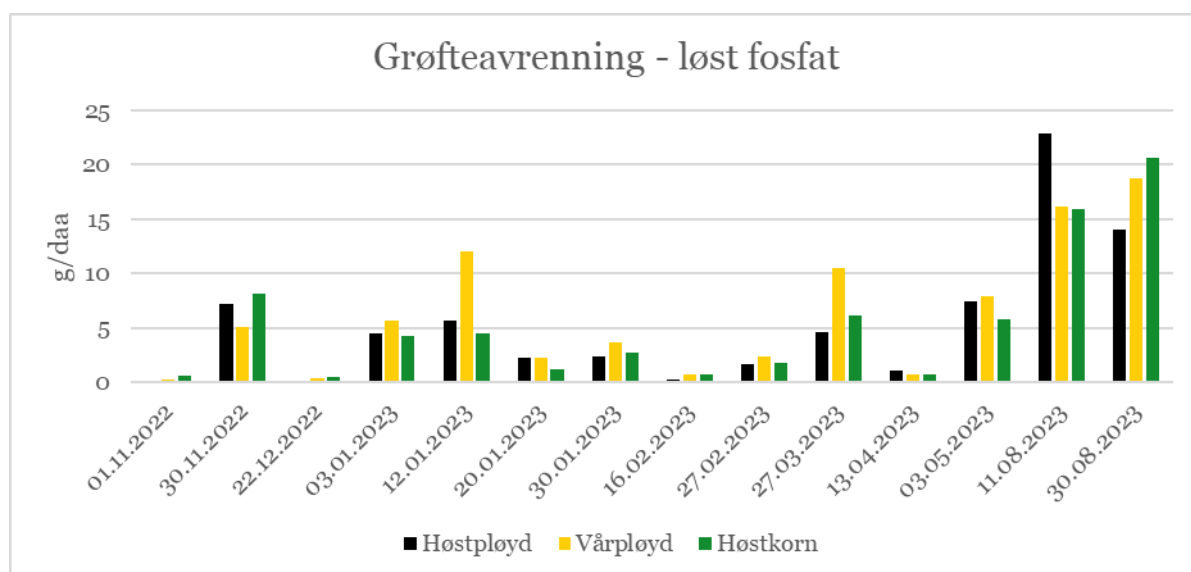


Figur 6.7 Gjennomsnitt av årlige tap av løst fosfat (DRP-tap) fra forsøksledd med høstpløying, vårpløying og høstkorn, ni forsøksår. Overflatevann mangler 2019/2020. Gjelder for periodene 1. september til 1. juni.

Gjennom vinteren var det størst tap av løst fosfat gjennom overflateavrenningen fra høstpløyde ruter. Gjennom drenggrøftene var det en tendens til størst tap fra vårpløyde ruter i perioden januar til mai, mens det var størst tap fra høstpløyde ruter (med og uten høstkorn) om høsten og tidlig vinter. 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. Det ble i 2023 gjødslet med fosforfri gjødsel.



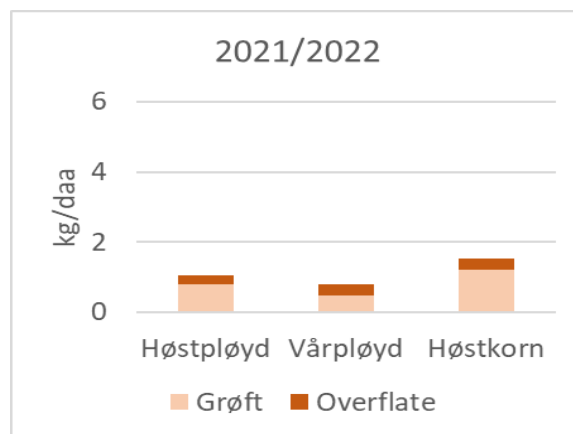
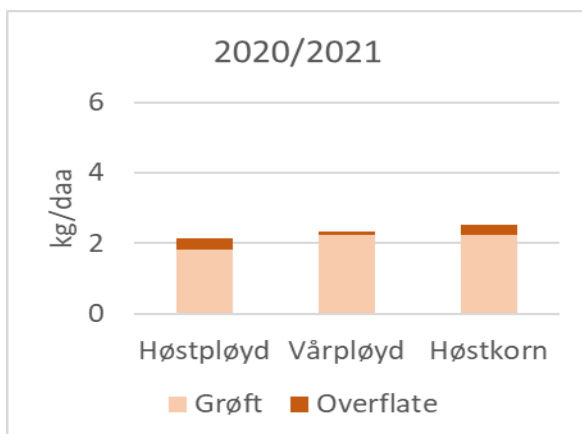
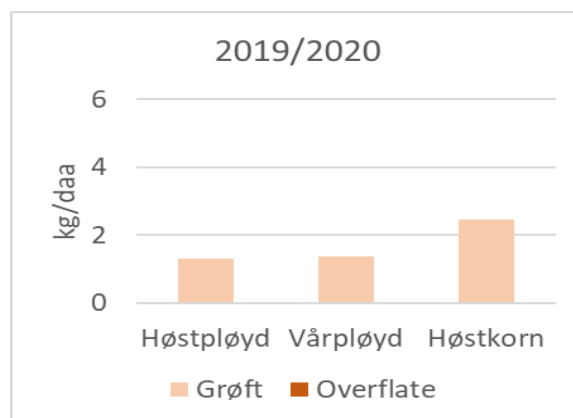
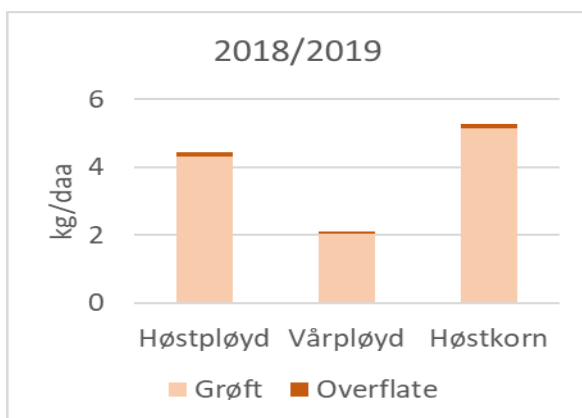
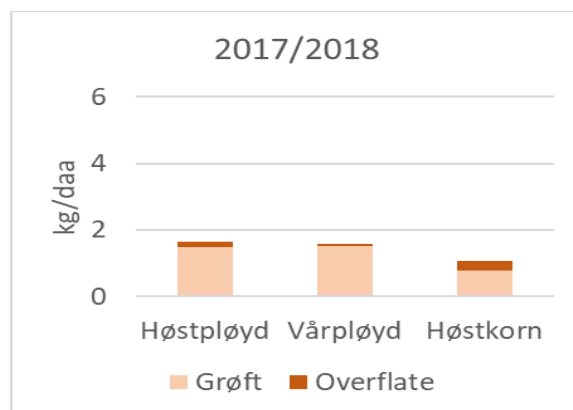
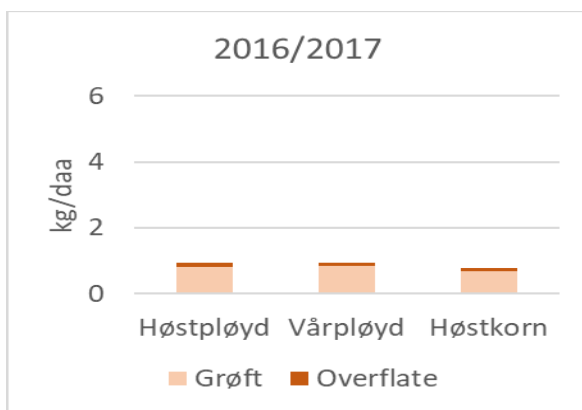
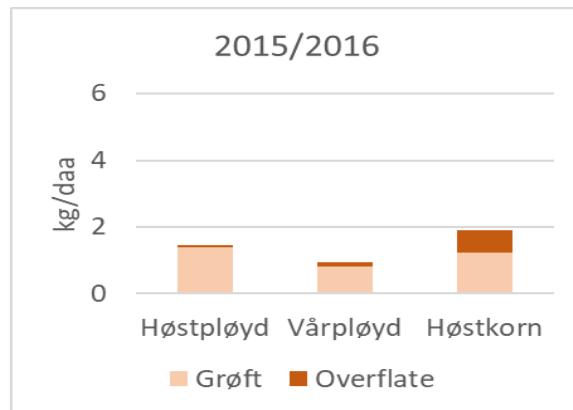
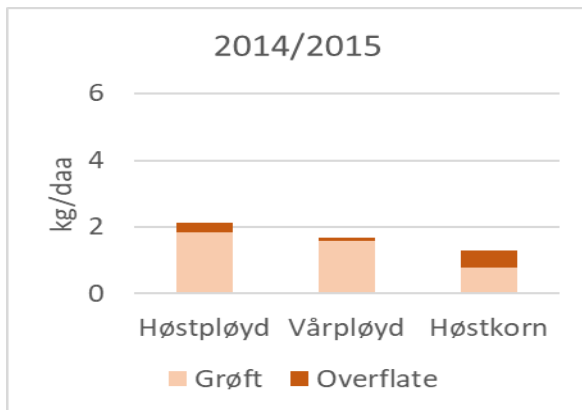
Figur 6.8 Gjennomsnittlig tap av løst fosfat i overflateavrenning fra forsøksledd med høstpløying, vårpløying og høstkorn fordelt per blandprøveperiode.

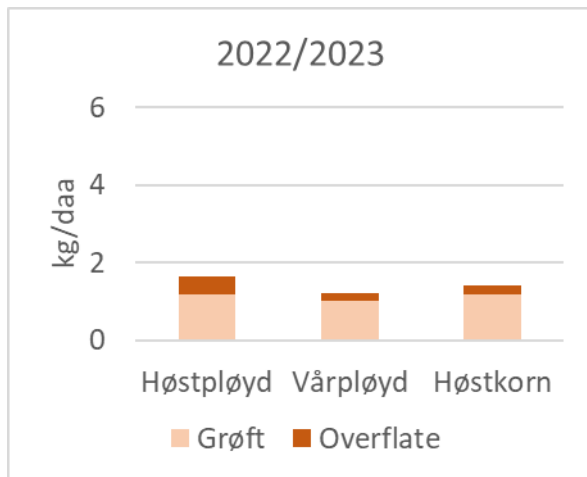


Figur 6.9 Gjennomsnittlig tap av løst fosfat i grøfteavrenning fra forsøksledd med høstpløying, vårpløying og høstkorn fordelt per blandprøveperiode.

6.2.3 Nitrogentap

Nitrogentap var i gjennomsnitt for alle ruter 1,4 kg/daa i perioden 1. september 2022 til 1. juni 2023 (figur 6.10). For høstkornrutene var det tilsvarende 1,4 kg/daa, for høstpløyde ruter 1,6 kg/daa og for vårpløyde ruter 1,2 kg/daa. Tap av nitrogen gjennom drengrøftene utgjorde i gjennomsnitt for alle ruter 80 %.

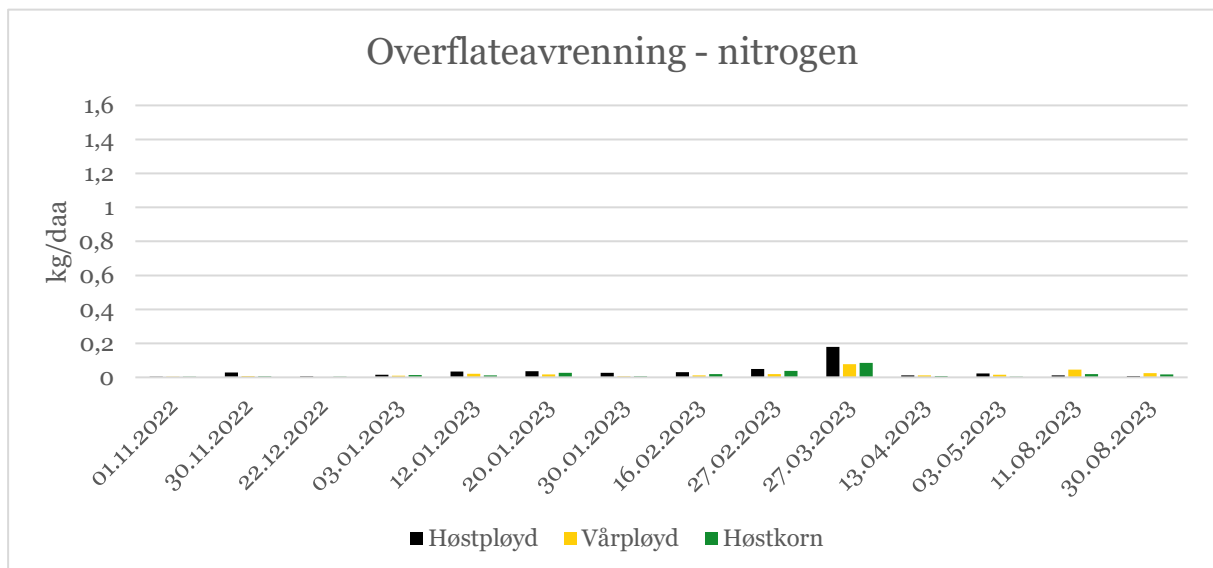




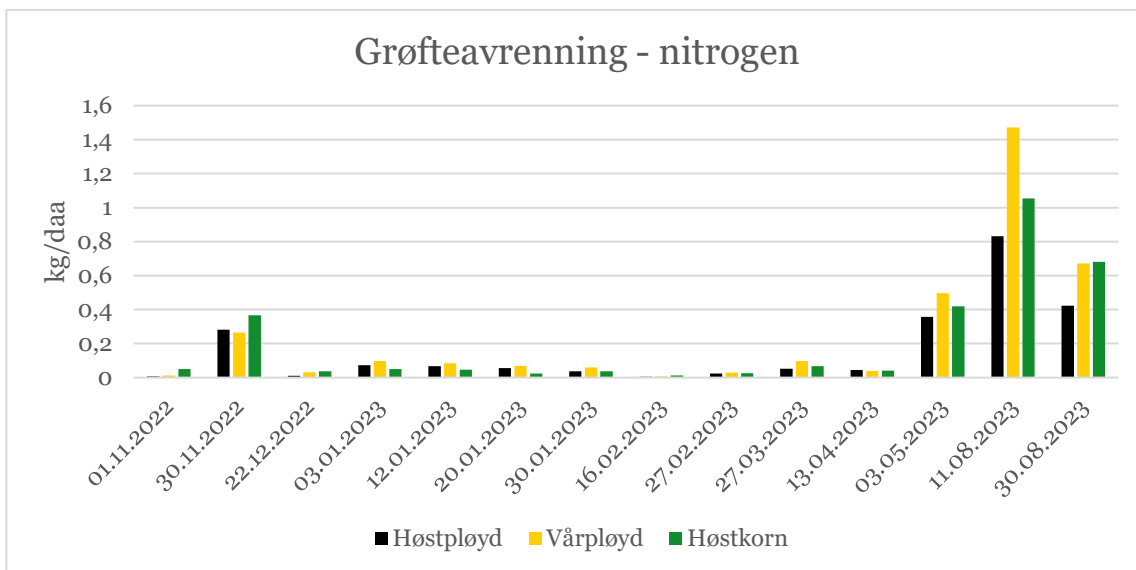
Figur 6.10 Gjennomsnitt av årlige tap av totalnitrogen (TN-tap) fra forsøksledd med høstpløying, vårpløying og høstkorn, ni forsøksår. *overflatevann mangler 2019/2020. Gjelder for periodene 1. september til 1. juni.

Mesteparten av nitrogenet ble tapt med grøfteavrenning i perioden fra mai til september 2023 (figur 6.12). Det ble målt høyest nitrogentap fra ruter med vårpløying i periodene 13. april til 3. mai 2023 og 3. mai til 11. august 2023. For sistnevnte kan fordampning ha påvirket. I perioden 1. november til 30. november 2022 var nitrogentapene noe høyere fra høstkornruter sammenlignet med høstpløyd og vårpløyd ruter. Høstkornrutene ble pløyd 5. september 2022.

I perioden 11. august til 30. august 2023 var nitrogentapet via grøfteavrenning omtrent likt fra høstkornruter og ruter som ble vårpløyd. Etter høstpløying av ruter 18. oktober, var nitrogentapet også høyere fra disse rutene (figur 6.12).



Figur 6.11 Gjennomsnittlig nitrogentap i overflateavrenning fra forsøksledd med høstpløying, vårpløying og høstkorn fordelt per blandprøveperiode.



Figur 6.12 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, totalfosfor og nitrogen lavest for vårpløyde ruter etterfulgt av høstpløyde ruter og ruter med høstkorn (Figur 6.13 og vedlegg 1). Det er ikke gjort statistiske analyser som inkluderer gjeldende forsøksår, men tidligere analyser har vist at pga. variasjon mellom ruter, samt variasjon i tap mellom år, så er de nevnte forskjellene ikke statistisk signifikante (Bechmann m.fl., 2023).

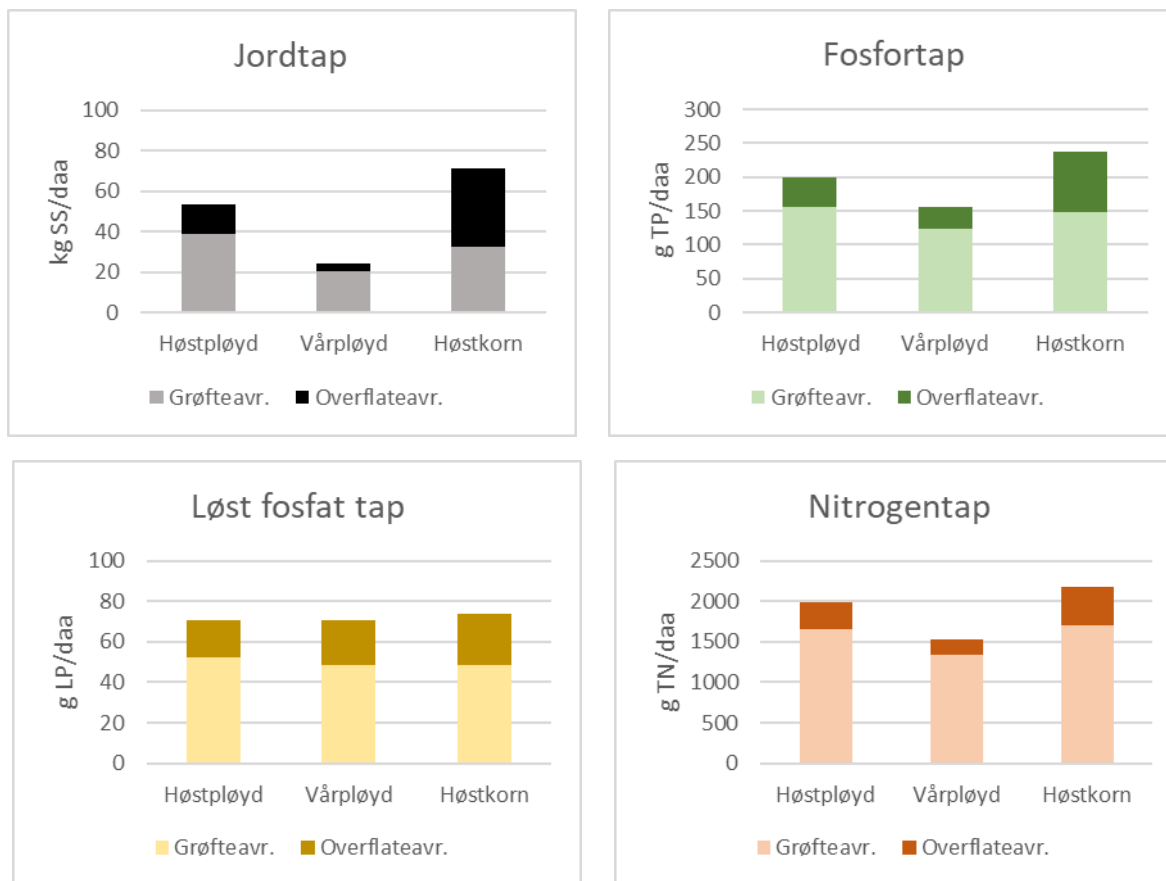
Jordtapet var i gjennomsnitt for alle ruter for alle årene 50 kg/daa (1.september-1. juni). For høstpløyde ruter var jordtapet i gjennomsnitt 54 kg/daa, for vårpløyde 24 kg/daa og for ruter med høstkorn var jordtapet i gjennomsnitt 71 kg/daa. Som diskutert i Bechmann m.fl. (2023) kan det være noe usikkerhet knyttet til de første årene i tidsserien fordi arealet ble drenert med Rådalshjul. Dersom de to første åra fjernes pga. nygrøfting blir tapene i gjennomsnitt for alle ruter for alle årene 25 kg/daa. For høstpløyde ruter blir jordtapet i gjennomsnitt 31 kg/daa, for vårpløyde 17 kg/daa og for ruter med høstkorn var jordtapet i gjennomsnitt 27 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 199 g/daa, for vårpløyde 156 g/daa og for ruter med høstkorn var fosfortapet i gjennomsnitt 238 g/daa. Uten de to første åra blir tapene i gjennomsnitt redusert til 146 g/daa. Fosfortapa blir da 156 g/daa fra høstpløyde ruter, 128 g/daa fra vårpløyde ruter og 152 g/daa fra ruter med høstkorn.

Tapet av løst fosfat var i gjennomsnitt for alle ruter og alle år 72 g/daa (1.september-1. juni). For høstpløyde ruter var tapet av løst fosfat i gjennomsnitt 71 g/daa, for vårpløyde 70 g/daa og for ruter med høstkorn var tapet av løst fosfat i gjennomsnitt 74 g/daa. Tapene av løst fosfat blir noe lavere uten de to første åra (67 g/daa). Tapene av løst fosfat blir da i gjennomsnitt 64 kg/daa fra ruter med høstkorn, mens tapene blir omtrent like fra vårpløyde og høstpløyde ruter (68 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 2,0 kg/daa, for vårpløyde 1,5 kg/daa og for ruter med høstkorn var nitrogentapet i gjennomsnitt 2,2 kg/daa.

Foruten om for løst fosfat forblir den samme rangering av behandlingene dersom de to første årene fjernes.



Figur 6.13 Tap av jord, totalfosfor, løst fosfat og totalnitrogen med overflate- og grøfteavrenning i gjennomsnitt for 2014/2015-2022/2023 (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.

6.4 Variasjon og usikkerhet

Det er flere årsaker som kan påvirker variasjonen og usikkerheten i forsøket. Under er de viktigste oppsummert, hentet fra Bechmann m.fl. (2023).

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 enkeltepisoder 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 vårpløyning og høstpløyning er høsten, vinteren, våren inkludert mai måned. Sammenligningen med høstkorn inkluderer pløyning i september og derfor starter sammenligningsperioden i september. For sammenligning mellom høstpløyning og vårpløyning alene kunne vi sammenlignet 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 høstpløyningen 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.

I Bechmann m.fl. (2023) er det diskutert tidspunkt for såing av høstkorn, og resultater dersom år med sen såing fjernes. Dersom året med sen såing av høstkorn (2015/2016) ble fjernet ble jord- og fosfortapene hhv. 25 og 15 % lavere for høstkornrutene enn for hele tidsserien (2022/2023 ikke inkludert). Nitrogentapene ble ikke påvirket av om året var med eller ikke.

7 Plantevernmidler

7.1 Konsentrasjoner

Plantevernmiddelkonsentrasjoner målt i overflate- og grøftevannsprøver gjennom perioden september 2022 til januar 2023 er vist i henholdsvis tabell 7.1 og 7.2 under. Henvisningene til jordarbeidingspraksis i tabellene gjelder for perioden 2022/2023, mens plantevernmiddelfunnene er et resultat av sprøyting både i 2019 (rapporteringsperiode 2018/2019), 2020 (rapporteringsperiode 2019/2020), 2021 (rapporteringsperiode 2020/2021) og 2022 (rapporteringsperiode 2021/2022).

Prøvetaking for den opprinnelige prosjektperioden (2019-2022) ble avsluttet i januar. Grunnet lite nedbør ble det ikke tatt vannprøver for den nåværende prosjektperioden i juni og juli 2023. Det totale antallet prøver i rapporteringsperioden var 103, mens i perioden 2020/2021 ble det tatt ut 112 prøver for analyser av plantevernmidler.

Det er gjort færre funn av plantevernmidler i prøver fra både overflateavrenning og grøftavrenning enn det ble gjort de tre foregående rapporteringsperiodene (2019-2022). Konsentrasjonsnivåene er sammenliknbare med konsentrasjonene målt i vannprøvene fra sesongen 2021/2022 og ligger for det meste nær eller på bestemmelsesgrensen (LOQ) for analysemetoden.

Tabell 7.1. Konsentrasjoner av plantevernmidler i overflateavrenning fra Kjelle ruteforsøk for perioden oktober 2022 til januar 2023. (Dette inkluderer prøver med uttaksdato fra 01.11.22 til 03.01.23.)

Virksomt stoff av plantevernmiddel	Rute 2, 4, 7 Høstpløyd/høstkorn 2022/2023			Rute 1, 5, 9 Vårpløyd/vårkorn 2022/2023			Rute 3, 6, 8 Høstpløyd/vårkorn 2022/2023		
	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)	n.d.	0.02	1	<LOQ	n.d.	0	0,03±0,01	0,04	4
Biksafen (S)	<LOQ	n.d.	0	<LOQ	n.d.	0	0,07±0,04	0,15	7
Klopyralid (U)	<LOQ	n.d.	0	<LOQ	n.d.	0	0,07±0,02	0,1	3
Fluopyram (S)	0,1±0,08	0.28	10	0,1±0,09	0,33	8	0,09 ± 0,1	0,26	4
Fluroxypyr (U)	0,1±0,09	0.30	8	0,07±0,08	0,28	9	0,06 ± 0,03	0,11	11
Halauksifen (metabolitt, U)	<LOQ	n.d.	0	<LOQ	n.d.	0	<LOQ		0
Halauksifen-metyl (U)	<LOQ	n.d.	0	<LOQ	n.d.	0	<LOQ	n.d.	0
MCPA (U)	n.d.	0.06	1	<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)	0,04±0,03	0.09	4	0,04±0,02	0,06	2	0,04 ± 0,02	0,07	4
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.. n.d.: ikke påvist.

Det er gjort flest funn av ugrasmiddelet Fluroksypyr (totalt 28 funn) og soppmiddelet Fluopyram (totalt 22 funn) i overflateavrenning fra alle tre typer forsøksledd. Fluroksypyr 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 Protiokonazol (Protiokonazol-destio) i disse prøvene (totalt 10 funn) i tillegg til funn av stoffene Biksafen (7), Benzovindiflupyr (5) og MCPA (1). I rutene 3, 6, 8 (høstpløyd vårkorn) ble det gjort flest funn av

målstoffene (totalt 33 funn) sammenlignet med rutene 2, 4, 7 (høstpløyd høstkorn; 24 funn) og 1, 5, 9 (vårpløyd vårkorn; 19 funn). Samme trend ble observert for grøfteavrenning.

Gjennomsnittlig påviste konsentrasjoner av alle stoffene var i alle forsøksleddene (både grøfte- og overflateavrenning) under de antatte konsentrasjonsgrensene for både akutte og kroniske effekter i vannmiljø (MF; tabell 3.3), mens de to høyeste påviste konsentrasjonene for stoffene Benzovindiflupyr og Biksafen i overflateavrenning (hhv. 0.04 og 0.15 µg/L; begge høstpløyd vårkorn) overskredet de antatte grensene for deres kroniske effekter. Denne grensen er imidlertid 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).

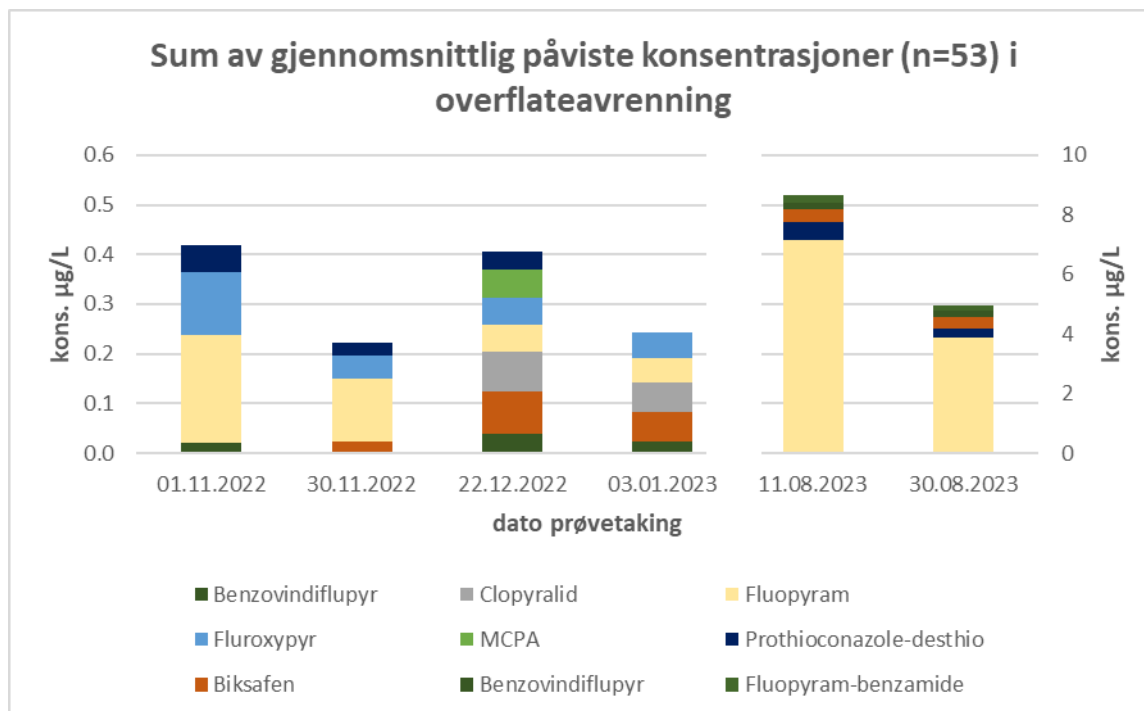
Tabell 7.2. Konsentrasjoner av plantevernmidler i grøfteavrenning fra Kjelle rutforsøk for perioden oktober 2022 til januar 2023. (Dette inkluderer prøver med uttaksdato fra 01.11.22 til 03.01.23).

Virksomt stoff av plantevernmiddel	Rute 3, 6, 8 Høstpløyd/høstkorn 2022/2023			Rute 2, 4, 7 Vårpløyd/vårkorn 2022/2023			Rute 1, 5, 9 Høstpløyd/vårkorn 2022/2023		
	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.
Biksafen (S)	<LOQ	n.d.	0	<LOQ	n.d.	0	<LOQ	n.d.	0
Klopyralid (U)	0,04±0,02	0,06	2	0,05 ± 0,02	0,07	2	0,1 ± 0,03	0,14	4
Fluopyram (S)	0,05±0,03	0,12	9	0,08 ± 0,04	0,14	5	0,03 ± 0,01	0,04	7
Fluroxypyr (U)	0,03±0,001	0,03	2	0,0 ± 0,004	0,03	5	<LOQ	n.d.	4
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)	<LOQ	n.d.	0	<LOQ	n.d.	0	<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. 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.

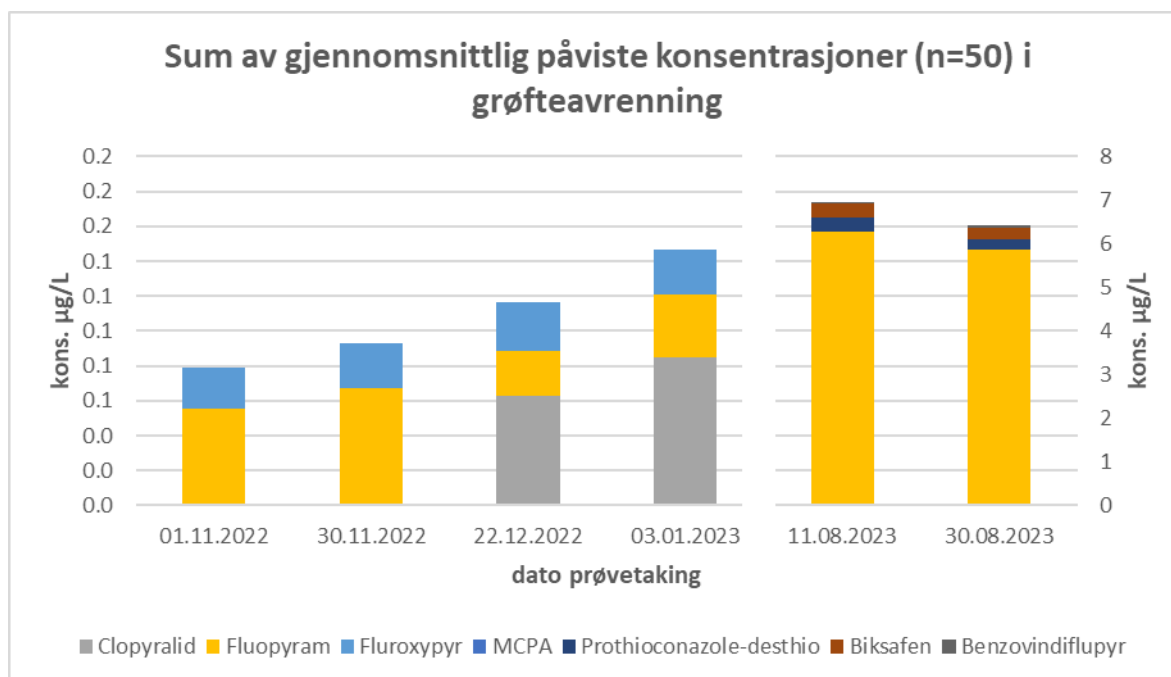
De målte konsentrasjonsnivåene og antall funn av plantevernmidler er påvirket av vær- og avrenningsforholdene gjennom året samt av om det har vært forhold for avrenning, og dermed også vannprøvetaking, i perioden etter sprøyting. Figurene 7.1 og 7.2 viser sum av målte konsentrasjoner av plantevernmidler i prøver av hhv. overflateavrenning og grøfteavrenning fra alle 9 forsøksruter. Figurene illustrerer at det i perioden fram til januar 2023 totalt sett påvises høyere konsentrasjoner av plantevernmidler i overflateavrenning enn i grøfteavrenning, mens disse konsentrasjonsnivåene er praktisk sett like for prøvene fra den nye prosjektperioden (prøvetaking august 2023).



Figur 7.1 Sum av gjennomsnittlig målte konsentrasjoner av plantevernmidler (µg/L) i overflateavrenning fra alle 9 forsøksruter pr prøvetakingsdato i rapporteringsperioden (september 2022 – september 2023).

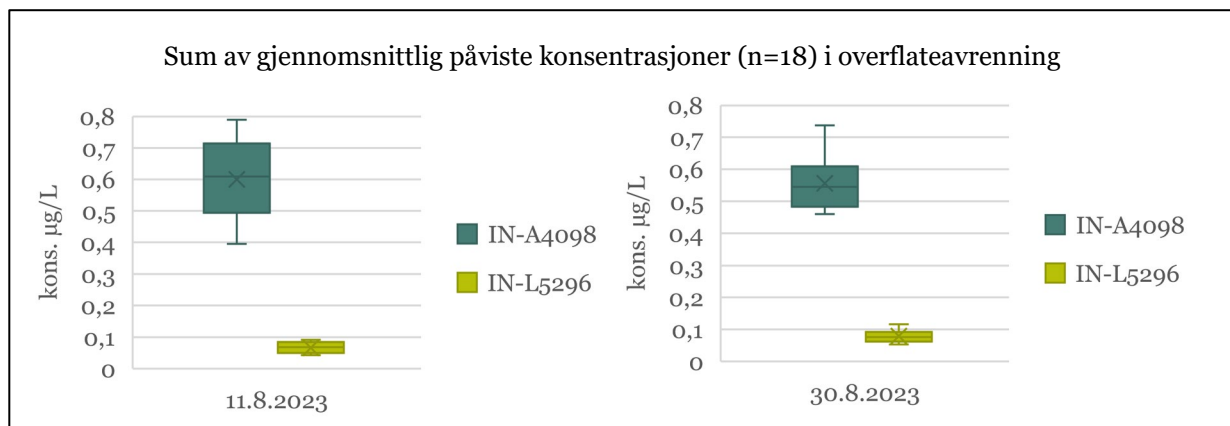
Det vises videre at konsentrasjon til soppmiddelet Fluopyram i prøvene fra august 2023 er nærmere 20 ganger høyere enn i prøvene fra perioden september 2022 – januar 2023. Grunnen til dette må nærmere undersøkes ved analyse av flere vannprøver.

Det er ikke gjort funn av virkestoffene Metsulfuron-methyl og Tribenuron-methyl, som er begge en del av SU-preparatet Express Gold, men det er påvist relativt høye konsentrasjoner av deres metabolitter IN-A4098 samt IN-L5296. Grunnet den veldig lave halveringstiden til disse morstoffene er dette et antatt resultat og viser at de nedbrytes fort i jordmiløet.

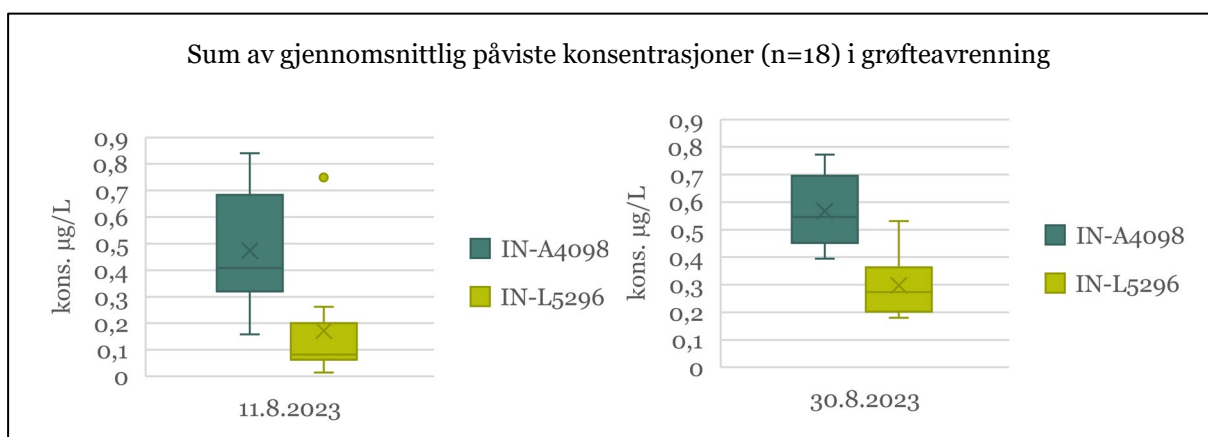


Figur 7.2 Sum av gjennomsnittlig målte konsentrasjoner av plantevernmidler ((µg/L) i grøfteavrenning fra alle 9 forsøksruter pr prøvetakingsdato i rapporteringsperioden (september 2022 – september 2023).

Figurene 7.3 og 7.4 illustrerer de påviste konsentrasjonene av SU-metabolittene i hhv. grøfte- og overflateavrenning (prøvene tatt i august 2023).



Figur 7.3 Gjennomsnittlig målte konsentrasjoner av SU-metabolitter (µg/L) i overflateavrenning fra alle 9 forsøksruter (august 2023)



Figur 7.4 Gjennomsnittlig målte konsentrasjoner av SU-metabolitter (µg/L) i grøfteavrenning fra alle 9 forsøksruter (august 2023).

8 Konklusjoner

Gjennomsnittlig nedbør og temperatur for hele overvåkingsperioden, fra 2014 til 2023, var på henholdsvis 778 mm og 6 °C. Målingene viser at grøfteavrenningen bidrar i gjennomsnitt mest til tap av jord og næringsstoffer. I gjennomsnitt for alle år for perioden 1. september - 1. juni kom om lag 80 % av avrenningen gjennom drengrøftene. Grøftavrenningen utgjorde videre 62 % av jordtapet, 72 % av tapet av totalfosfor og 70 % av løst fosfat, og 83 % av nitrogentapet.

Rapporteringsåret 2022/2023 hadde mer nedbør (994 mm) enn gjennomsnittet for normalperioden 1961-1990 (702 mm). Gjennomsnittstemperaturen (5,9 °C) var også høyere enn i normalperioden (3,3 °C).

Det siste rapporteringsåret 2022/2023 hadde omtrent like jordtap og fosfortap fra drengrøftene uavhengig av jordarbeiding, men ruter i stubb reduserte jordtapet og fosfortapet på overflaten.

Jordtapet var i gjennomsnitt for alle ruter for alle årene 50 kg/daa (1.september-1. juni). For høstpløyde ruter var jordtapet i gjennomsnitt 54 kg/daa, for vårpløyde 24 kg/daa og for ruter med høstkorn var jordtapet i gjennomsnitt 71 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 199 g/daa, for vårpløyde 156 g/daa og for ruter med høstkorn var fosfortapet i gjennomsnitt 238 g/daa.

Tapet av løst fosfat var i gjennomsnitt for alle ruter og alle år 72 g/daa (1.september-1. juni). For høstpløyde ruter var tapet av løst fosfat i gjennomsnitt 71 g/daa, for vårpløyde 70 g/daa og for ruter med høstkorn var tapet av løst fosfat i gjennomsnitt 74 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 2,0 kg/daa, for vårpløyde 1,5 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.

Analyser av lavdose SU-ugrasmidler i overflate- og grøfteavrenning fra et sprøyteregime med bruk av både ugras- og soppmidler tilpasset henholdsvis høsthvete og bygg startet i 2023. De påviste konsentrasjonsnivåene for ugras- og soppmidlene i prøvene fram til januar 2023 er sammenliknbare med rapporteringsperioden 2021/2022, mens prøvene tatt etter sprøyting med SU-midlene viser betydelig høyere konsentrasjoner av soppmiddelet Fluopyram. Det må videre undersøkes grunnen til dette. På grunn av lite nedbør sommeren 2023 ble det ikke tatt ut vannprøver for analyse av plantevernmidler i juni og juli.

Totalt sett påvises det høyere konsentrasjoner av plantevernmidler i overflateavrenning enn i grøfteavrenning, samt at det framkommer flest funn i rutene med høstpløyd vårkorn sammenlignet med de to andre jordarbeiding-praksisene.

Referanser

- Bechmann, M.E.; Bøe, F. 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., 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).
- Bechmann, M., Bøe, F., Havranek, I., Stenrød, M., & Tveiti, G. (2023). Kjelle avrenningsforsøk. Årsrapport **2021–2022** for jordarbeidingsforsøk på lav erosjonsrisiko. NIBIO Rapport 9 (9).
- 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., Bechmann, M., 2010. Strømningsveier for vann, partikler og næringsstoffer i jord. *VANN* 45(2):177-190.
- Kværnø, S., Bechmann, M., Eklo, O.M., Tveiti, G., 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.

Vedlegg

Datagrunnlag for figurer benyttet i rapporten.

Tabell V1. Gjennomsnittlig avrenning (mm) og tap jord (kg/daa), totalfosfor (g/daa), løst fosfat (g/daa) og totalnitrogen (g/daa) for ruter (n=3) med høstpløying (Hpl.), vårpløying (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
2022-2023	Hpl	525	50	155	89	1643
	Vpl	558	13	122	92	1227
	Hk	463	21	99	53	1423
2014-2023	Hpl	451	54	199	71	1983
	Vpl	426	24	156	70	1530
	Hk	476	71	238	74	2170

Tabell V2. 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 ding	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
2022-2023	Hpl	246	279	41,9	8,5	88,1	67,0	52,2	36,8	447	1196
	Vpl	155	402	3,0	9,6	48,8	73,3	39,9	51,7	203	1024
	Hk	164	299	12,6	8,5	33,9	64,8	16,1	37,3	227	1196
2014-2023	Hpl	90	362	14,8	38,9	42,7	155,9	18,1	52,6	323	1660
	Vpl	73	353	3,7	20,7	32,6	123,1	21,6	48,8	190	1340
	Hk	135	340	38,6	32,8	89,8	147,7	25,2	48,3	467	1703

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.