



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Kjelle avrenningsforsøk

Årsrapport 2018-2019 for jordarbeidingsforsøk på lav erosjonsrisiko

NIBIO RAPPORT | VOL. 6 | NR. 18 | 2020



Marianne Bechmann, Frederik Bøe og Marianne Stenrød*

Divisjon for miljø og naturressurser/Jordog arealbruk, * Divisjon for Bioteknologi og plantehelse /
Pesticider og naturstoffkjemi

TITTEL/TITLE

Kjelle avrenningsforsøk. Årsrapport 2018–2019 for jordarbeidingsforsøk på lav erosjonsrisiko

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Marianne Bechmann, Frederik Bøe og Marianne Stenrød

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
14.02.2020	6/18/2020	Åpen	8503	17/01076
ISBN:	ISSN:		ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:
978-82-17-02517-7	2464-1162		42	

OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER:

Landbruksdirektoratet

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Johan Kollerud

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:

Se side 5

See page 8

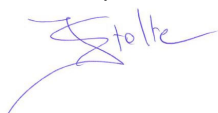
LAND/COUNTRY:

Norge

FYLKE/COUNTY:

Akershus

GODKJENT /APPROVED



JANNE STOLTE

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER



MARIANNE BECHMANN



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Forord

Denne rapporten oppsummerer resultater fra alle forsøksår med særlig fokus på det femte året (01.09.18 – 01.09.19) 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 2014-2019:

Thomas Sandbækbråten og Stig Helge Basnes, Kjelle Vgs.

Geir Tveiti, Kjell Wærnhus, Ole Martin Eklo og Marianne Bechmann.

Isabel Edvardsen har tatt vannprøver i 2019.

Forsøksanlegget er finansiert av Landbruksdirektoratet, Halden 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, Landbruksrådgivingen, Landbruksdirektoratet, Haldenvassdraget vannområde og Bondelaget.

Ås, 14.02.20

Marianne Bechmann

Innhold

Sammendrag.....	5
Summary.....	7
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.....	11
3.1 Jordarbeiding.....	11
3.2 Såing av korn	11
3.3 Gjødsling	12
3.4 Høstetidspunkt og avling.....	12
3.5 Sprøyting	12
4 Værforhold	14
5 Avrenning.....	16
5.1 Årlige data og forskjell mellom ruter og behandlinger.....	16
5.2 Variasjoner i avrenning gjennom året	19
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	29
6.2.3 Nitrogentap	32
6.3 Årsakssammenhenger	34
6.3.1 Variasjoner i været og nitrogentap	34
6.3.2 Nitrogenbalanser og nitrogenavrenning.....	35
6.3.3 Jordas fosforstatus	37
7 Plantevernmidler.....	39
8 Konklusjoner.....	40
Referanser	41

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.

Kjelle ruteforsøk

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)
2. vårpløying med vårkorn (bygg)
3. høstpløying med høstkorn (høstvetete)

Resultater fra forsøkets fem år (2014-2019), er beskrevet i denne rapporten med fokus på siste året.

Vær og avrenning

Det siste året (1. september 2018-1. september 2019) har det vært noe mer nedbør (745 mm) enn gjennomsnitt for normalperioden (702 mm). I likhet med de forrige forsøksperiodene var gjennomsnittstemperaturen høyere (5,8 °C) enn i normalperioden (3,3 °C). Den gjennomsnittlige avrenningen var på 330 mm der grøfteavrenning var viktigste transportvei (92 %, 304 mm).

I gjennomsnitt for behandlinger var den totale avrenningen størst fra ruter med høstpløying med høstkorn (375 mm) og fra ruter med høstpløying med vårkorn (338 mm). I gjennomsnitt for ruter med vårpløying med vårkorn var avrenningen 278 mm. Behandlingseffektene kan i noen grad maskeres av de individuelle rutenes hydrologiske egenskaper.

Jord- og næringsstofftap

Mesteparten (rundt 90 %) av jord- og næringsstofftapene skjedde gjennom drensgrøftene i 2018-2019 (figur 01 og 02). Jordtapene var meget små i 2018-2019 og var i gjennomsnitt mindre fra de vårpløyde rutene sammenlignet med ruter med høstpløying (vårkorn eller høstkorn). Kun 2015-2016 har tidligere hatt like små jordtap.

Fosfortapene i 2018-2019 var også i gjennomsnitt små, men likevel større enn i 2015-2016.

Fosfortapene var minst for vårpløyde ruter og størst for høstpløyde ruter med høstkorn. Tapene av løst fosfat var i gjennomsnitt minst fra ruter med vårpløying og vårkorn.

Nitrogentapene i 2018-2019 var større enn tidligere år. De var størst fra høstkornrutene, nesten like store fra de høstpløyde rutene med vårkorn og minst fra de vårpløyde rutene.

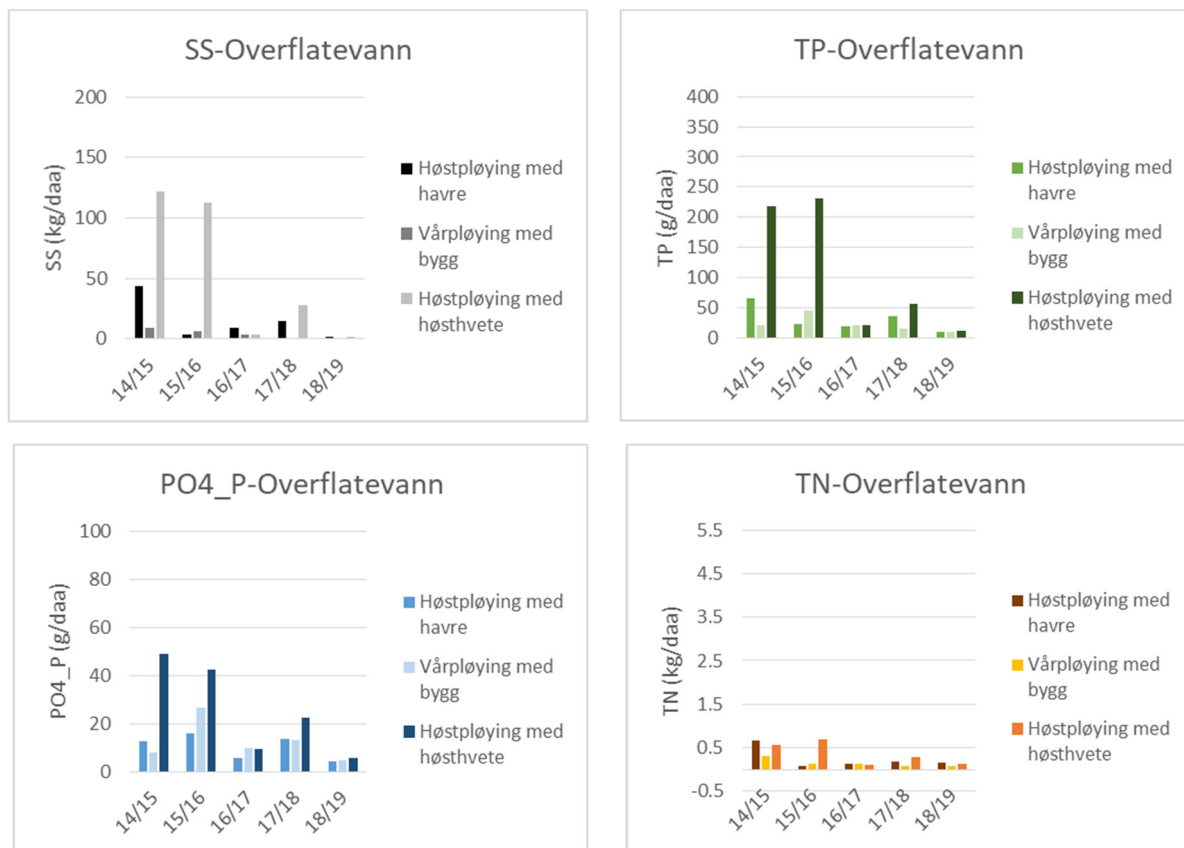
Grøftene var en viktig transportvei for både partikler og næringsstoffer alle fire årene. I gjennomsnitt skjedde 72 % av jordtapene gjennom grøftene.

Forskjellen i tap mellom årene skyldes blant annet forskjeller i været og i jordbruksdriften.

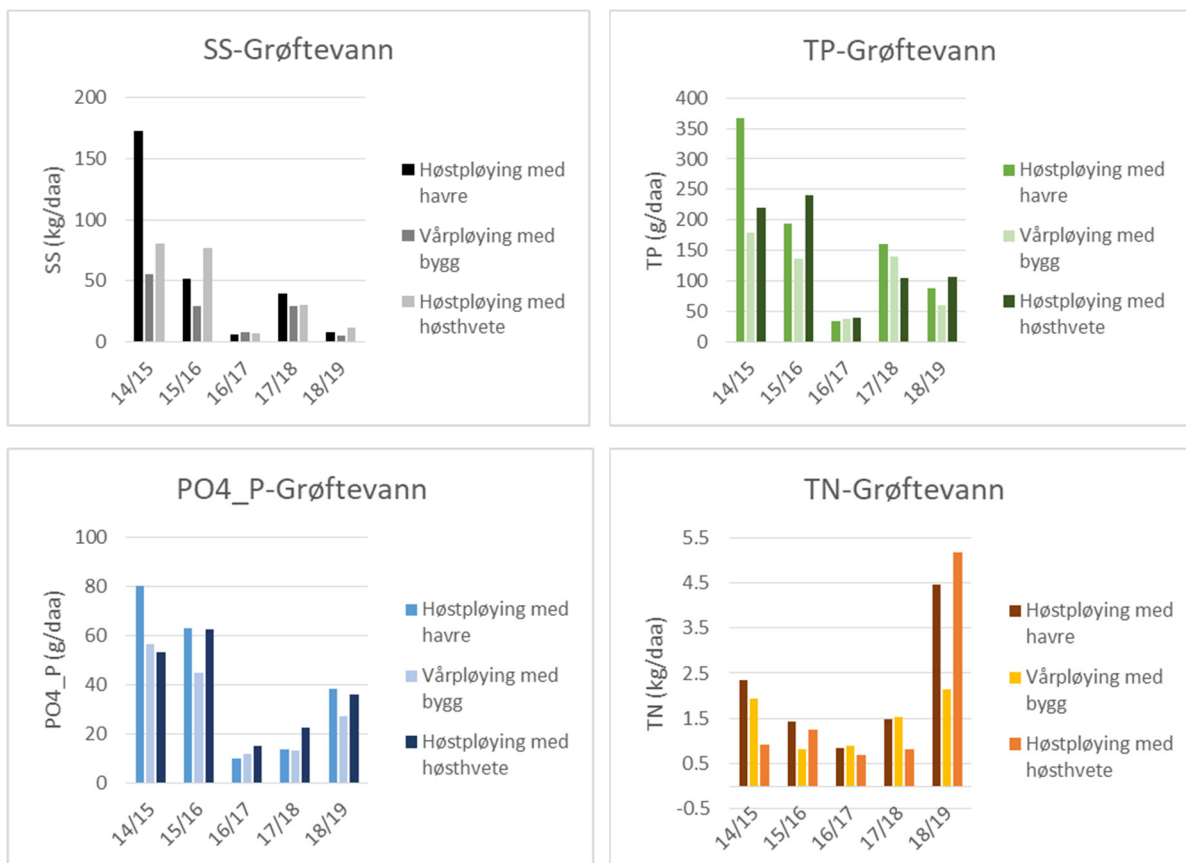
Det er en tydelig sammenheng mellom avrenningsmengde og nitrogentap, men tørke kan også bidra til økte nitrogentap. Tørken sommeren 2018 ga lave avlinger og det ble tilført mer nitrogen-gjødsel enn det som ble bortført med avling. Overskuddet av nitrogen kan ha bidratt til de høye nitrogentapene

høsten 2018 og våren - sommeren 2019, særlig på rutene som ble pløyd høsten 2018. Resultatene illustrerer at det særlig er økte nitrogentap på rutene som jordarbeides på høsten.

For høstveten spiller forskjeller i såtidspunkt en vesentlig rolle. Høstveten ble sådd 10. september 2014, 4. oktober 2015, 10. september 2016, 26. september 2017 og 5. september 2018. Sen såing gir dårlig plantedekke før vinteren, lite opptak av næringsstoffer og dårlig beskyttelse mot erosjon.



Figur 01. Tap av jord, totalfosfor, løst fosfat og totalnitrogen i overflatevann for hvert år (2014-2019) og i gjennomsnitt for hver behandling.



Figur 02. Tap av jord, totalfosfor, løst fosfat og totalnitrogen i grøftevann for hvert år (2014-2019) og i gjennomsnitt for hver behandling.

Avrenning av plantevernmidler

Det er tidligere gjennomført fire års forsøk med glyfosatsprøyting i ruteforsøket på Kjelle vgs og resultater fra analyser av glyfosat og nedbrytingsproduktet AMPA i overflateavrenning og grøfteavrenning er gjengitt i foregående rapporter. I 2019 startet et nytt forsøk for å undersøke overflate- og drensavrenning av plantevernmidler ved gjennomføring av et mer komplett sprøyteregime i de anlagte feltene med vår- og høstkorn. Sprøytingen omfattet 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 ble også sprøytet med ugrasmiddel etter såing av høstkorn om høsten 2019.

De nystartede forsøkene vil på sikt gi et bedre og bredere grunnlag for anbefalinger knyttet til jordarbeiding og bruk av plantevernmidler i kornproduksjon. Denne rapporten omfatter en beskrivelse av forsøksopplegget, men resultater fra forsøkene vil ikke foreligge før i 2020.

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) og Bechmann m.fl. (2019). Denne rapporten presenterer resultater for fjerde forsøksperiode (høst 2018 – høst 2019), presentert sammen med resultatene fra de første fire 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 fikk ikke gjennomført avlingsregistrering, fordi forsøktreskeren hadde gått i stykker.

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 er ulike dysetyper testet ut i forsøkene på Kjelle i 2019.

Ved sprøyting 8. mai ble det brukt dysetype XR TeeJet 11002 som også er brukt ved tidligere forsøk med sprøyting av glyfosat på Kjelle. Den 3. juni ble dysetypen AI TeeJet 11002 benyttet mens Hypro ULD 12002 ble benyttet ved senere sprøytetidspunkt.

Alle dysene gir akseptabel og nogenlunde lik effekt. Væske ut og forbrukt plantevernmiddel er avhengig av gangfarten som var jevn og uavhengig av dysetyper.

Studie/rapport om nye dyser er presentert på NLR sin kursuke i november 2019. Hypro ULD 12002/120025 vil trolig den nye standarddysa i plantevernforsøk i Norge, men dette er ikke endelig avgjort.

2.3 Avrenning og prøvetaking

I 2018-2019 ble det tatt ut syv vannprøver fra overflatevann og syv vannprøver fra grøftevann for analyse av suspendert stoff og næringsstoffer. Ved ett prøveuttak (15. februar) var det for lite overflatevann fra rutene 2, 3, 5, 6 og 9. Det var for lite grøftevann 14/6 fra rute 6.

Prøvetaking for analyse av plantevernmidler ble startet våren 2019 og vil rapporteres for sesongen 2019-2020.

2.4 Målefeil og usikkerheter

Inntak for overflatevann

Det har vært problemer med jordrotter som har gravd ganger i graset foran målerennene (figur 2.1.). Jordrottene kan ha påvirket konsentrasjoner av næringsstoffer i avrenning fra enkelte ruter, men dette er ikke kartlagt i detalj.

Vannprøver fra rute 7 oktober og desember 2017: Det er usikkert om de meget høye konsentrasjonene av løst fosfat og totalnitrogen samtidig i to overflatevannsvannprøver fra rute 7 høsten 2017 kan skyldes forurensning med avføring fra jordrotter. Det var lite avrenning i periodene og de høye konsentrasjoner har lite/ingen betydning for tap av løst fosfat og totalnitrogen som er beregnet. I en analyse av sammenheng mellom P-AL og konsentrasjon løst fosfat har vi valgt å betrakte de to prøvene som uteliggere som tas ut av datasettet.



Figur 2.1. Grasbelte foran inntak for overflatevann.

Problemene med jordrotter ble diskutert på referansegruppemøtet og det er besluttet å erstatte grasbeltet foran rennene med grus oppå en tett duk (figur 2.2). Tiltaket ble gjennomført i august 2018 i en periode der det ikke var avrenning og det har derfor ikke påvirket tidsserien for målingene.

I 2019 ble det ikke målt avling eller tatt ut prøver til analyse av nitrogeninnhold. Det skyldes at forsøktreskeren hos norsk landbruksrådgiving hadde gått i stykker.



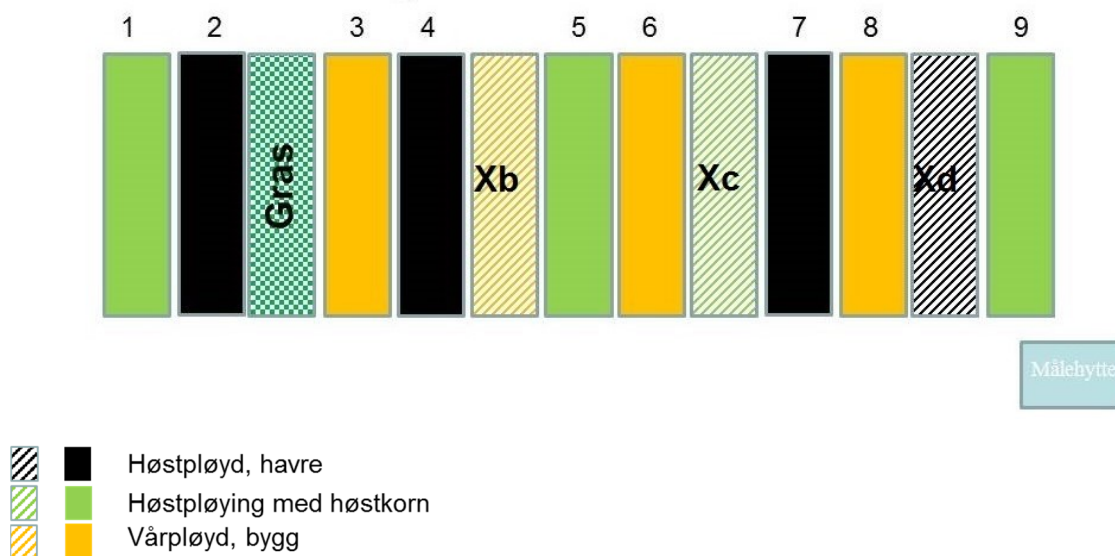
Figur 2.2. Ombygging av inntak for overflatevann. Grasbeltet erstattet med grus oppå tett duk (venstre) og 14. (rute 8) og 21. oktober 2018 (resten av rutene) ble det lagt pressenning over for å unngå regnvann direkte inn i intaket (høyre).

3 Driftspraksis

Forsøksleddene består av tre ulike jordarbeidingsystemer (figur 3.1). Tre og tre ruter behandles likt. I forsøksåret 2018-2019 var rute 2, 4 og 7 høstpløyde med havre, rute 3, 6 og 8 var vårpløyde med bygg, og 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 2017-2018 behandlet som henholdsvis forsøksledd vårpløyning/vårkorn, høstpløyning/høstkorn og høstpløyning/vårkorn. Jordarbeidings-systemene inngår i en rotasjon, slik at behandlingene blir prøvd ut på ulike ruter hvert år. Jordbruksdriften fra tresking 2018 og til og med tresking 2019 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.



Figur 3.1. Jordarbeiding på avrenningsrutene i 2018-2019. Rute med gras er Xa.

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

Høstpløyning: Høstpløyning, vårharving, såing av havre

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

Høstkorn: Høstpløyning, harving, såing av høsthvete

3.2 Såing av korn

Høstkornet ble sådd 5. september 2018, etter å ha blitt pløyd og harvet 3. september 2018. Vårkornet ble sådd 8. mai 2019, etter å ha blitt harvet 3. mai og pløyd hhv. 26. april og 17. oktober (tabell 3.1). Det ble høstet 12. september, men det ble ikke målt avlinger fordi forsøkstreskeren var i stykker. I forsøksleddet med høstkorn ble det dyrket høsthvete, mens det på rutene med vårkorn ble dyrket havre etter høstpløyning og bygg etter vårpløyning.

Tabell 3.1. Jordbruksdrift på ulike ruter fra tresking 2018 til og med tresking 2019.

Forsøks-ledd	Pløye-dato; harvedato	Kornslag	Sådato	Gjødsling (kg/daa)	Sprøyting*	Høste-dato	Avling (kg/daa)
Høstpløyd (Rute 2, 4, 7)	17.10.18; 03.05.19	Havre	08.05.19	N: 11; P: 0,7 8.05.19	03.06.19 (U); 25.06.19 (S)	12.09.19	Ikke målt
Vårpløyd (Rute 3, 6, 8)	26.04.19; 03.05.19	Bygg	08.05.19	N: 11; P: 0,7 8.05.19	03.06.19 (U); 25.06.19 (S)	12.09.19	Ikke målt
Høstkorn (Rute 1, 5, 9)	03.09.18; 03.09.18	Høst-hvete	05.09.18	N: 11; P: 0,7 26.4.19 N: 7; 15.5.19	03.06.19 (U); 25.06.19 (S)	12.09.19	Ikke målt

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

3.3 Gjødsling

I 2019 ble vårkornet gjødslet 8. mai med 45 kg 25-2-6/daa som svarer til 11 kg N/daa og 0,7 kg P/daa (tabell 3.1.). Høstkornet ble gjødslet 26. april med 45 kg 25-2-6/daa som svarer til 11 kg N/daa og 0,7 kg P/daa. Høstkornet ble gjødslet andre gang 15. mai med 25 kg OPTI NS 27-0-0 som svarer til 7 kg N/daa. Høsthvete fikk totalt 18 kgN/daa og 0,7 kg P/daa.

3.4 Høstetidspunkt og avling

I 2018 ble det tresket 17. august. Ved slutten av forsøksåret ble ruter med bygg (3, 6 og 8) og høsthvete (1, 5 og 9) tresket 12. september 2019. Havren hadde så mye legde at den ikke kunne høstes. Den ble pløyd ned. Avlingene ble ikke målt i 2019.

3.5 Sprøyting

I rutene 2, 4, 7 som hadde havre i 2019 ble det sprøytet med 225 mL/daa av ugrasmidlet Ariane S den 3. juni. Det ble gjennomført soppsprøyting med 60 mL/daa Proline EC 250 den 25. juni.

Tabell 3.3. Oversikt over preparat og virksomme stoff som inngikk i sprøyteplanen for 2019.

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	3
	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	
Proline EC 250	Protiokonazol	259	Soppmiddel	60	15,5	3
Propulse SE 250	Protiokonazol	125	Soppmiddel	30	3,8	3
	Fluopyram	125			3,8	

I rutene 3, 6 og 8 som hadde bygg i 2019 ble det gjennom vekstsesongen sprøytet med 225 mL/daa av ugrasmidlet Ariane S den 3. juni. Det ble gjennomført soppsprøyting med 30 mL/daa med Delaro SC 325 + 30 mL/daa med Propulse SE 250 (begge disse inngår i Delaro Plus Pack) den 25. juni.

I rutene 1, 5 og 9 hvor det ble sådd høsthvete i 2018, ble det 8. mai 2019 sprøytet med 50 mL/daa av ugrasmidlet Pixxaro EC. Videre gjennom vekstsesongen ble det sprøytet med 30 mL/daa av soppmidlet Elatus Era den 3. juni og med 60mL/daa av soppmidlet Aviator Xpro EC 225 den 25. juni 2019.

De virksomme stoffene i de plantevernmidlene som inngår i sprøyteplanen er angitt i Tabell 3.2.

4 Værforhold

Tabell 4.1 viser månedlig nedbør og gjennomsnittstemperatur på Kjelle (målt ved stasjonen i rutefeltet), for alle forsøksperiodene og for normalperioden (Aurskog II), og figur 4.1 viser døgnerverdier. Figur 4.2 viser mer detaljert døgnerverdier av nedbør og gjennomsnittstemperatur for den siste forsøksperioden (1. september 2018- 1. september 2019).

I alle forsøksperiodene har gjennomsnittstemperaturene vært ganske like, men det har vært betydelig varmere i forsøksperiodene enn i normalperioden. I de to første forsøksperiodene (2014-2016) var nedbøren høyere enn i normalperioden i åtte av tolv måneder, og temperaturen var høyere enn i normalperioden alle måneder unntatt januar. I det tredje forsøksåret (2016-2017) var gjennomsnittsnedbøren lavere enn i normalperioden og temperaturene høyere enn i normalperioden i ti av tolv måneder. I fjerde forsøksperiode (2017-2018) var nedbøren lik som forsøksperioden 2016-2017, men betydelig lavere enn i de to første forsøksperiodene (ca. 200 mm mindre nedbør) og normalperioden. Lite nedbør i mai, juni, juli og august sammen med høye temperaturer førte til en tørkeperiode som påvirket plantene negativt og dermed førte til lave avlinger. De første fire forsøksperiodene er beskrevet i detaljer i Bechmann m.fl. (2015), Kværnø m.fl. (2017), Bechmann m.fl. (2017) og Bechmann m.fl. (2019).

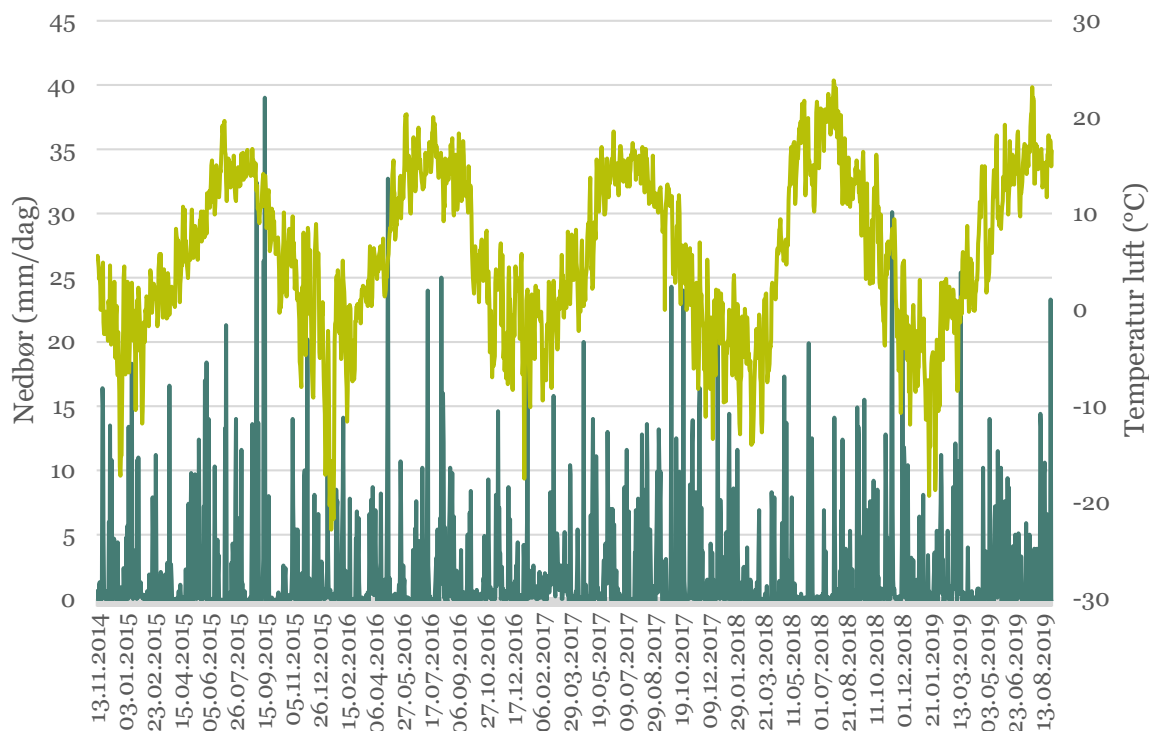
I det femte forsøksåret (2018-2019) var gjennomsnittsnedbøren høyere enn de to foregående årene og normalperioden, men noe lavere enn de to første forsøksårene (2014-2016). Nedbøren var særlig høy på våren i mars og på sensommeren i august. Nedbøren i juli (34 mm) var tilsvarende som i tørkesommeren 2018 (30 mm), men gjennomsnittstemperaturen denne måneden var derimot lavere (16°C) sammenlignet med juli i 2018 (20°C). Forsøksåret 2018-2019 hadde høyere temperaturer enn normalperioden i elleve av tolv måneder. Vintermånedene februar og mars var milde sammenlignet med normalperioden, mens sommertemperaturene var omtrent som normalperioden.

Første og siste dag med døgnermiddeltemperaturer under null var henholdsvis 26. oktober 2018 og 11. april 2019. Frostperioden varte fra 5. desember 2018 til 8. februar 2019 med noen få dager med temperaturer over null (figur 4.2). Perioden 9. februar til 19. mars 2019 var ustabil med vekslende pluss- og minusgrader. Den første snøen kom allerede 30. oktober, men regnet bort igjen. Det var kontinuerlig snødekke fra 7. desember til 20. februar og fra 5. mars til 20. mars.

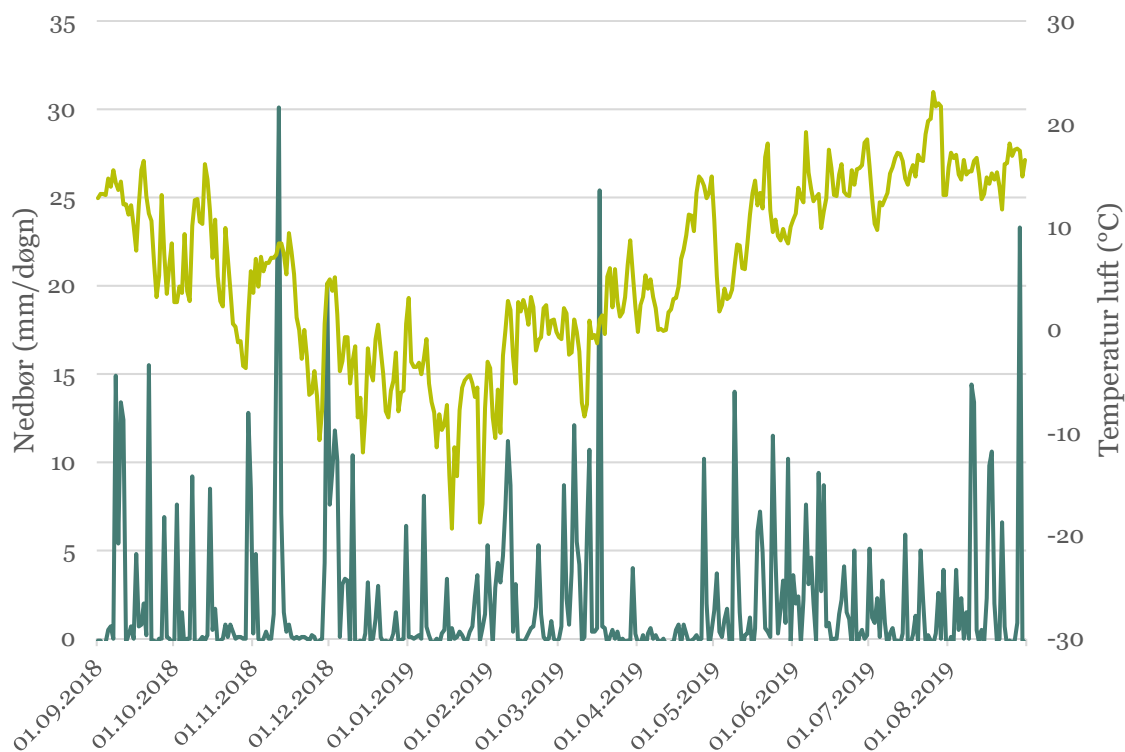
Tabell 4.1. Nedbør og lufttemperatur målt på stasjonen på Kjelle, i de fire forsøksperiodene, samt normalperioden (1961 – 1990). Tall merket med * er fra stasjonen Haneborg/Aurskog II.

Måned	Normal* Nedbør	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	Normal* Temp	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
sep	75	35*	169	30	70	77	8,7	10,8*	10,8	13,7	11,0	11,2
okt	77	158*	10	24	100	51	4,9	8,3*	5,6	4,5	5,8	5,6
nov	71	87*	62	61	94	88	-1,6	3,4*	2,5	-0,2	-0,1	2,4
des	52	56	54	29	56	73	-6,7	-3,7	1,0	-0,7	-3,0	-3,4
jan	43	104	47	49	80	23	-7,9	-1,4	-8,8	-2,7	-2,9	-7,5
feb	44	29	52	60	21	63	-7,6	-1,1	-2,9	-2,7	-5,5	-1,1
mar	39	47	56	67	11	87	-3,6	1,9	1,4	1,5	-5,1	0,8
apr	48	13	101	34	52	13	2,3	5,1	4,4	3,6	4,2	6,4
mai	47	119	31	59	26	81	9,1	7,8	11,2	10,4	14,7	8,9
jun	56	61	37	64	47	65	13,3	12,8	15,2	13,8	16,3	14,3
jul	70	75	79	46	30	34	15,2	14,8	15,9	15	20,4	16,0
aug	80	52	126	79	42	91	13,7	14,7	14,1	14,1	14,8	15,6
Sum, middel	702	836	823	600	627	745	3,3	6,2	5,9	5,9	5,9	5,8

Maksimal døgnnedbør i siste forsøksår var 30,1 mm (11. november 2018, figur 4.2), mens det i 2017-2018 ble registrert 24,3 mm (2. oktober 2017). I perioden 2014-2015 og 2016-2017 var høyeste registrerte døgnnedbør 20 mm (1. september 2015 og 24. april 2016). I perioden 2015-2016 ble det registrert 39 mm (17. september). Maksimal timesnedbør for 2018-2019 var 12.1 mm.



Figur 4.1. Nedbør og lufttemperatur i hele forsøksperioden høst 2014 – høst 2019, registrert på målestasjonen i forsøksfeltet.



Figur 4.2. Nedbør og lufttemperatur i hele forsøksperioden høst 2018 – høst 2019, registrert på målestasjonen i forsøksfeltet.

5 Avrenning

5.1 Årlige data og forskjell mellom ruter og behandlinger

I gjennomsnitt for hele forsøksfeltet var den totale avrenningen 330 mm i 2018-2019, mens den var betydelig høyere i perioden 2014-2015 (728 mm), om lag 200 mm lavere enn i 2015-2016 (525 mm) og om lag 100 mm høyere enn i perioden 2016-2017 (tabell 5.1). Forholdet mellom nedbør og avrenning var omtrent likt i 2018-2019 som i 2016-2017.

Tabell 5.1. Nedbør og gjennomsnittlig avrenning i de fire årene med overvåking.

	Nedbør i mm	Avrenning i mm	Avrenningskoeffisient
2014-2015	836	728	0,87
2015-2016	823	525	0,64
2016-2017	600	211	0,35
2017-2018	627	465	0,74
2018-2019	745	330	0,44

Til tross for mer nedbør var avrenningen i siste forsøksår (2018-2019) lavere enn forrige år (2017-2018) (tabell 5.1). I perioden desember-april var det om lag like mye avrenning i 2018-2019 (258 mm) som i 2017-2018 (289 mm). Noe av forklaringen i forskjellen i avrenning mellom de to åra kan skyldes tørke sommeren 2018 med 100 mm mindre nedbør sammenlignet med sommeren 2017.

Til tross for nedbør i månedene september og oktober 2018 (130 mm) var gjennomsnittlig avrenning lav (om lag 1 mm i hver av månedene). Første skikkelige avrenningsepisode kom den 11. november 2018 (30 mm) (figur 5.6) da det også kom 30 mm nedbør.

Til sammenligning var gjennomsnittlig avrenning 64 mm i oktober 2017. Det kom til sammen 170 mm nedbør i månedene september og oktober 2017.

Forskjellen mellom de to åra kan altså tilskrives et lavt vanninnhold i jorda etter tørkeperioden, noe som førte til at jorda tok opp det meste av nedbøren som kom på høsten (figur 5.9). Dette kan også sees i målingene av grunnvannstanden. I perioden 1. september til 10. november var den svært lav (-130 cm), men stiger en meter opp (-30 cm) den 12. november (figur 5.7).

Nedbørsoverskuddet (nedbør minus avrenning) var 415 mm i 2018-2019, noe tilsvarende som i 2016-2017 (389 mm). Forrige år (2017-2018) var nedbørsoverskuddet 162 mm, mens det var på 108 mm det første året og 298 mm det andre året. Som diskutert i årsrapporten (Bechmann m.fl., 2015), er vann-balansen det første året urealistisk, mens det stemmer bedre i de andre årene med hva som kan forventes.

Figur 5.1 til 5.3 viser årlig avrenning fordelt på overflate- og grøfteavrenning på de 9 rutene. Vi ser at den totale avrenningen er relativt konsistent mellom de to første årene for de enkelte rutene, med minst avrenning fra rute 7 og 8 begge årene, og ellers relativt like mengder. Forsøksperioden 2016-2017 var preget av konsistent lav avrenning fra alle rutene, mye mindre enn i de første årene. Den fjerde forsøksperioden viste lignende mengde total avrenning som den andre forsøksperioden (2015-2016). Også i denne perioden viste rutene 7 og 8 minst avrenning, mens mest avrenning ble målt fra rute 9 som også hadde mest overflateavrenning og rute 5 som hadde mest grøfteavrenning. Den siste 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. Avrenning fra rute 1-5 varierte fra 387 mm til 455 mm, med mest avrenning fra rute 5 og rute 3. Som i 2017-2018 ble om lag

alt vannet fra rute 5 transportert via grøftene, mens for rute 3 ble noe vann også transportert på overflaten (13 %). Total avrenning var høyest på rute 5 (455 mm), men rute 3 og 4 var på tilsvarende nivå (454 mm og 419 mm). Den minste totale avrenningen ble målt på rute 8 (174 mm).

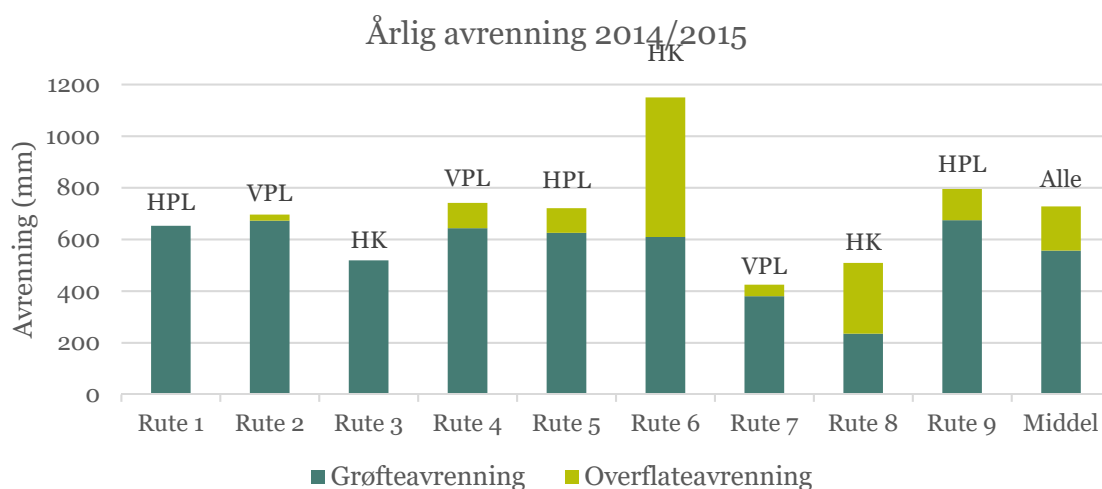
Gjennomsnittlig mengde overflateavrenning var 26 mm i 2018/2019 og lavest av alle forsøksår. Denne forsøksperioden hadde tilsvarende nedbør- og avrenningsmengder som forsøksperioden 2016-2017, men hvordan vannet transporteres er annerledes. I 2016-2017 ble mer enn 30 % av vannet transportert på overflaten, mens andelen overflateavrenning i 2018-2019 var bare 8%. De første to årene (2014-2016) var andelen overflateavrenning henholdsvis 16% og 22%, mens om lag 18 % av vannet ble transportert på overflaten i 2017-2018.

Mengde overflateavrenning i 2018-2019 varierte fra ca. 8 mm fra rute 6 og rute 8 (begge ruter vårpløyd med vårkorn) og 64 mm fra rute 3 (vårpløyd med vårkorn). Andelen vann transportert på overflaten varierte mellom 3 % fra rute 5 (høstpløying med høstkorn) til 15 % fra rute 7 (høstpløying med vårkorn). Både høyeste og laveste mengde overflateavrenning ble målt fra ruter i stubb (vårpløyd med vårkorn), og viser hvordan topografien og forskjeller i terrenget spiller inn. Måletekniske problemer med innløp av overflatevann det siste året kan bidra til økt usikkerhet angående overflateavrenningen. Den kan være noe underestimert på grunn av jordrotter, og gras og grus, som kan øke infiltrasjonen av overflatevann.

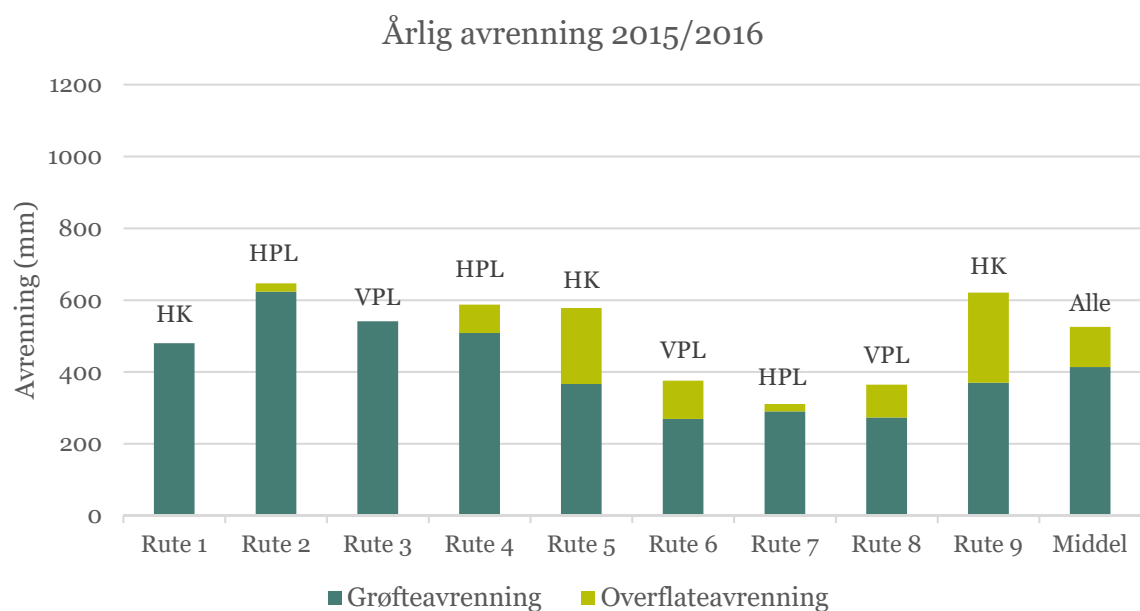
Som tidligere år står grøftene for mesteparten av vanntransporten. I 2018-2019 var grøftene særlig dominerende der grøfteavrenningen stod i gjennomsnitt for 92 % av vanntransporten. Andelen grøfteavrenning av den totale avrenningen varierte fra 86 % fra rute 3 (vårpløying med vårkorn) til 97 % fra rute 5 (høstpløying med høstkorn).

Gjennomsnittlig mengde vann transportert via grøftene i 2018-2019 var 304 mm. I mengde vann transporterte grøftene mellom 166 mm fra rute 8 (vårpløyd med vårkorn) og 444 mm fra rute 5 (høstpløyd med høstkorn). Lavest og høyest grøfteavrenning i 2017-2018 var også fra henholdsvis rute 8 og rute 5. Det har vært store variasjoner i avrenning mellom rutene de fire første årene, noe som også er tilfellet for 2018-2019.

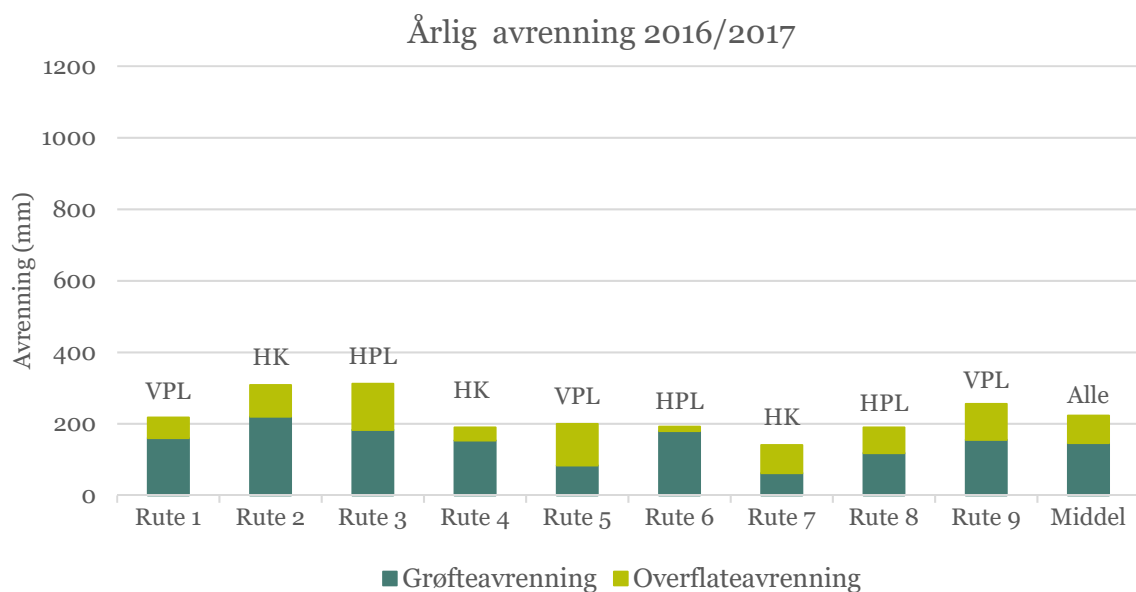
I gjennomsnitt for behandlinger var den totale avrenningen størst fra ruter med høstpløying med høstkorn (375 mm) og fra ruter med høstpløying med vårkorn (338 mm). I gjennomsnitt for ruter med vårpløying med vårkorn var avrenningen 278 mm. Behandlingen med vårpløying med vårkorn var i 2018-2019 på rute 6 og rute 8 (i tillegg til rute 3). Dette er de samme rutene som i de fleste forsøksårene har gitt konsekvent lavest avrenning. Behandlingseffektene kan derfor i noe grad maskeres av de individuelle rutenes hydrologiske egenskaper.



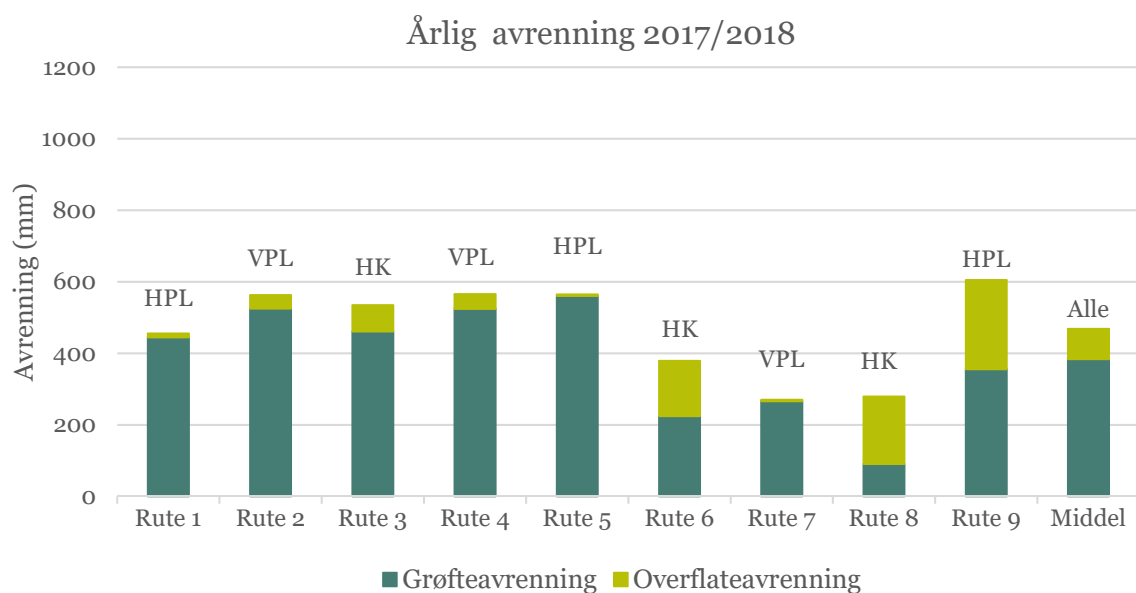
Figur 5.1. Overflate- og grøfteavrenning (mm) fra rute 1-9 i forsøksperioden 1.9.2014 til 1.9.2015. Overflateavrenning på rute 1 og 3 er utelatt pga. målefeil. HK = høstkorn med høstpløying, HPL = høstpløying, og VPL = vårpløying.



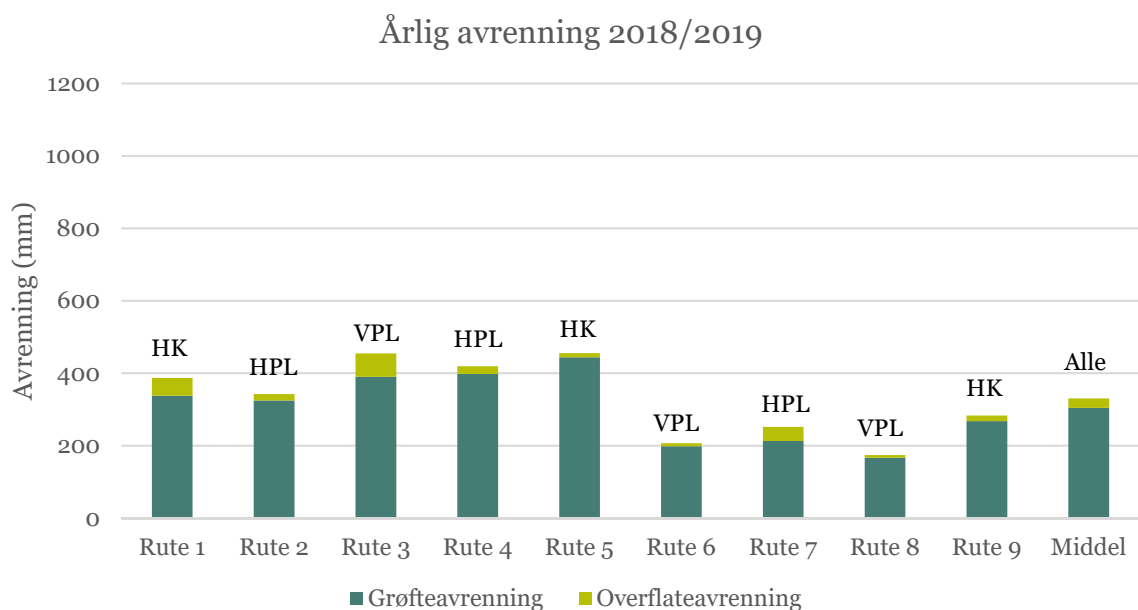
Figur 5.2. Overflate- og grøfteavrenning (mm) fra rute 1-9 i forsøksperioden 1.9.2015 til 1.9.2016. NB! Overflateavrenning på rute 1 og 3 er utelatt pga. målefeil. HK = høstkorn med høstpløying, HPL = høstpløying, og VPL = vårpløying.



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.

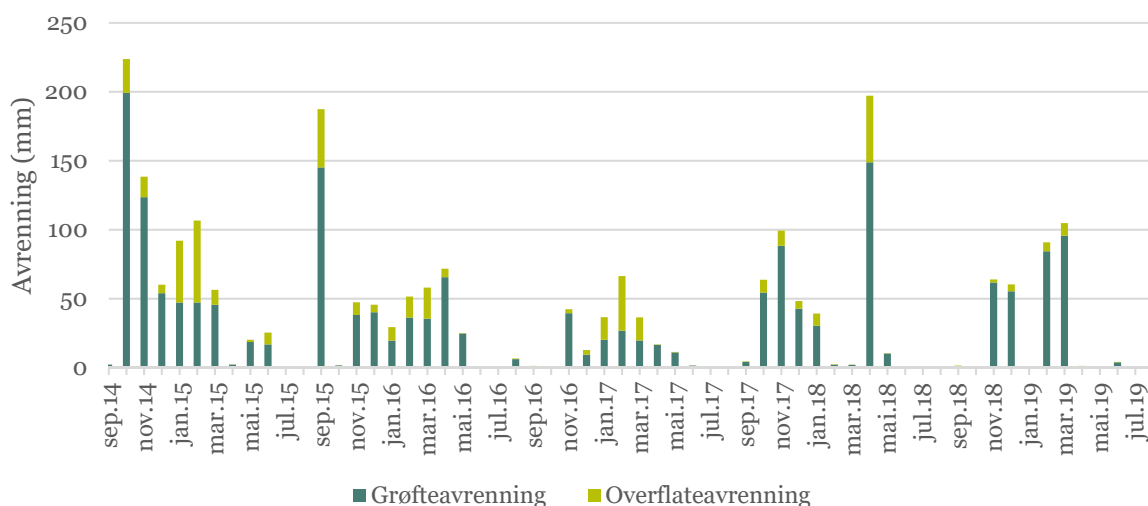


Figur 5.4. Overflate- og grøfteavrenning (mm) fra rute 1-9 i forsøksperioden 1.9.2018 til 1.9.2019. HK = høstkorn med høstpløying, HPL = høstpløying, og VPL = vårpløying.

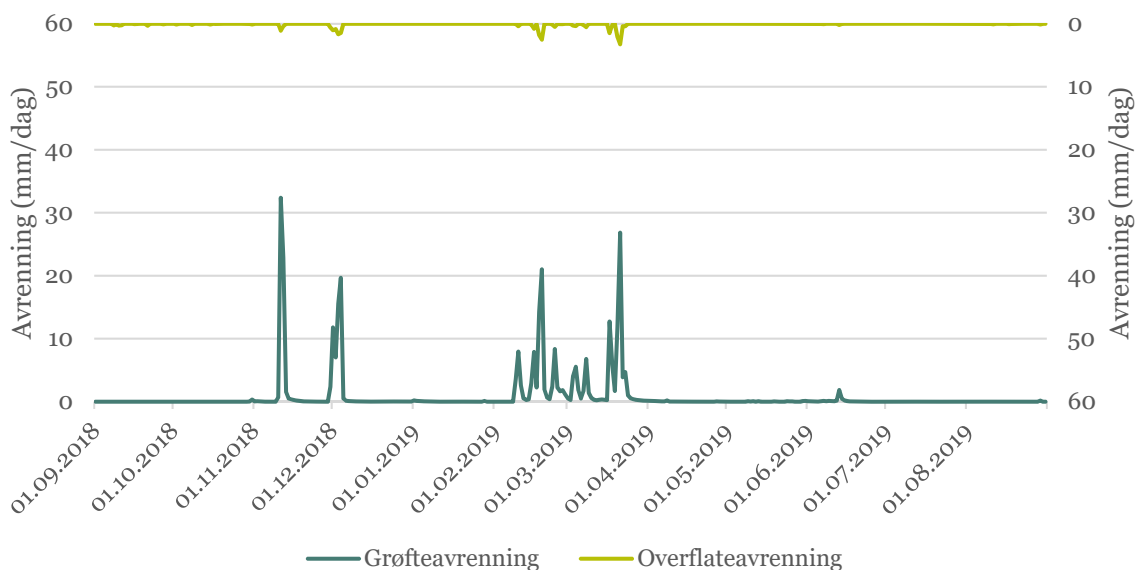
5.2 Variasjoner i avrenning gjennom året

Figur 5.5 viser overflate- og grøfteavrenning per måned i de fem forsøksårene. Vannet transporteres relativt likt de fire første årene med en høy andel overflateavrenning fra januar til mars, og en høy andel grøfteavrenning fra september til desember. Det siste året var det generelt lite overflateavrenning. Sesongvariasjonene i de fire første forsøksperiodene er nærmere beskrevet av Bechmann m.fl. (2015), Kværnø m.fl. (2017), Bechmann m.fl. (2017) og Bechmann m.fl. (2019).

I 2018-2019 var det mest avrenning i mars (105 mm) da en nedbørepisode (25 mm den 17. mars) sammenfalt med snøsmelting. Ettersom jorda var tint da snøsmeltinga og nedbøren kom (figur 5.9), kunne mesteparten av vannet infiltrere ned i jorda og blir transportert via grøftene (figur 5.6). Også i februar var det en del avrenning (91 mm). Den 9. februar kom det 11,2 mm nedbør som førte til avrenning i de påfølgende dagene. Temperaturer over null førte deretter til en snøsmeltingsepisode 18. og 19. februar (uten særlig nedbør).



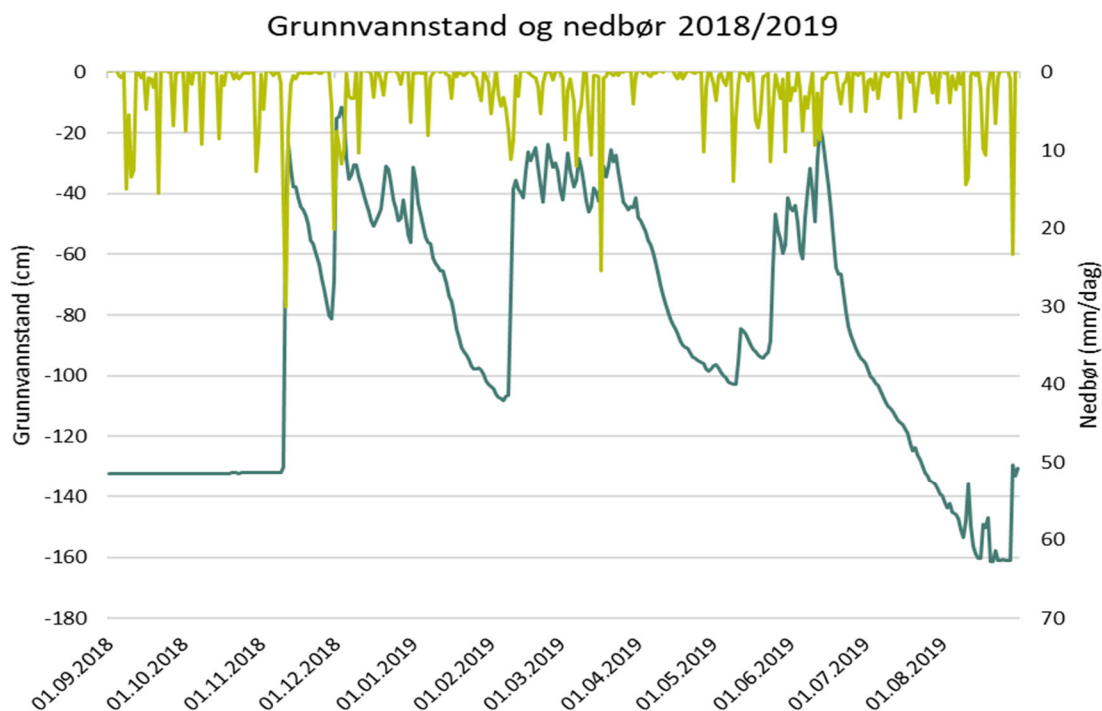
Figur 5.5. Gjennomsnittlige månedlig overflate- og grøfteavrenning (mm) i forsøksperioden 1.9.2014 til 1.9.2019.



Figur 5.6. Gjennomsnittlig overflate- og grøfteavrenning (mm) fra alle rutene i forsøksperioden 1.9.2018 til 1.9.2019.

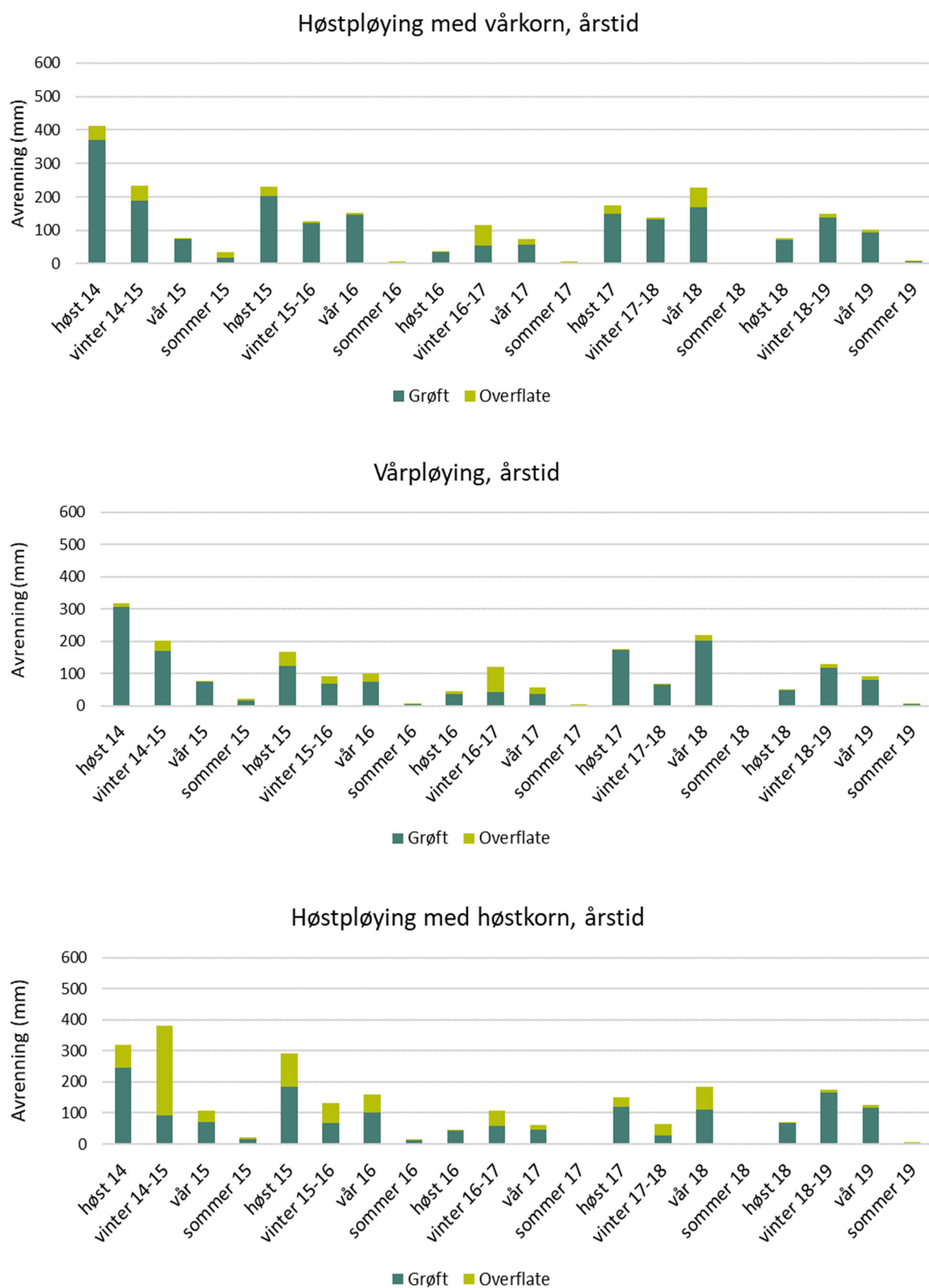
Som tidligere beskrevet var det lite avrenning i september og oktober 2018 (< 2 mm), men i november og desember var avrenningen henholdsvis 64 og 60 mm. Januar var preget av lite avrenning (1 mm), mye grunnet lite nedbør og frost. I januar kom det bare 23 mm nedbør, mindre enn alle de tidligere åra, samt normalperioden. Gjennomsnittstemperaturen i januar på -7,5 °C var tilsvarende som i normalperioden. Det var også lite avrenning i månedene april til august.

Figur 5.7 viser grunnvannstand målt i det siste forsøksåret. Man kan se at grunnvannstanden varierte fra ca. 20 cm til 1,6 m fra november 2018 til slutten av august 2019. Fra september til desember steg grunnvannstand fra 130 cm til 15 cm. I januar ble grunnvannstanden redusert fra om lag 35 cm til 1 meter. Den 8. februar steg grunnvannstanden til mellom 40 og 30 cm på grunn av regn og snøsmelting, og sank ned til ca. 1 meter igjen i begynnelsen av mai. I slutten av mai steg grunnvannstanden igjen, mens den grunnnet lite nedbør i slutten av juni til august sank ned til 1,6 meter.

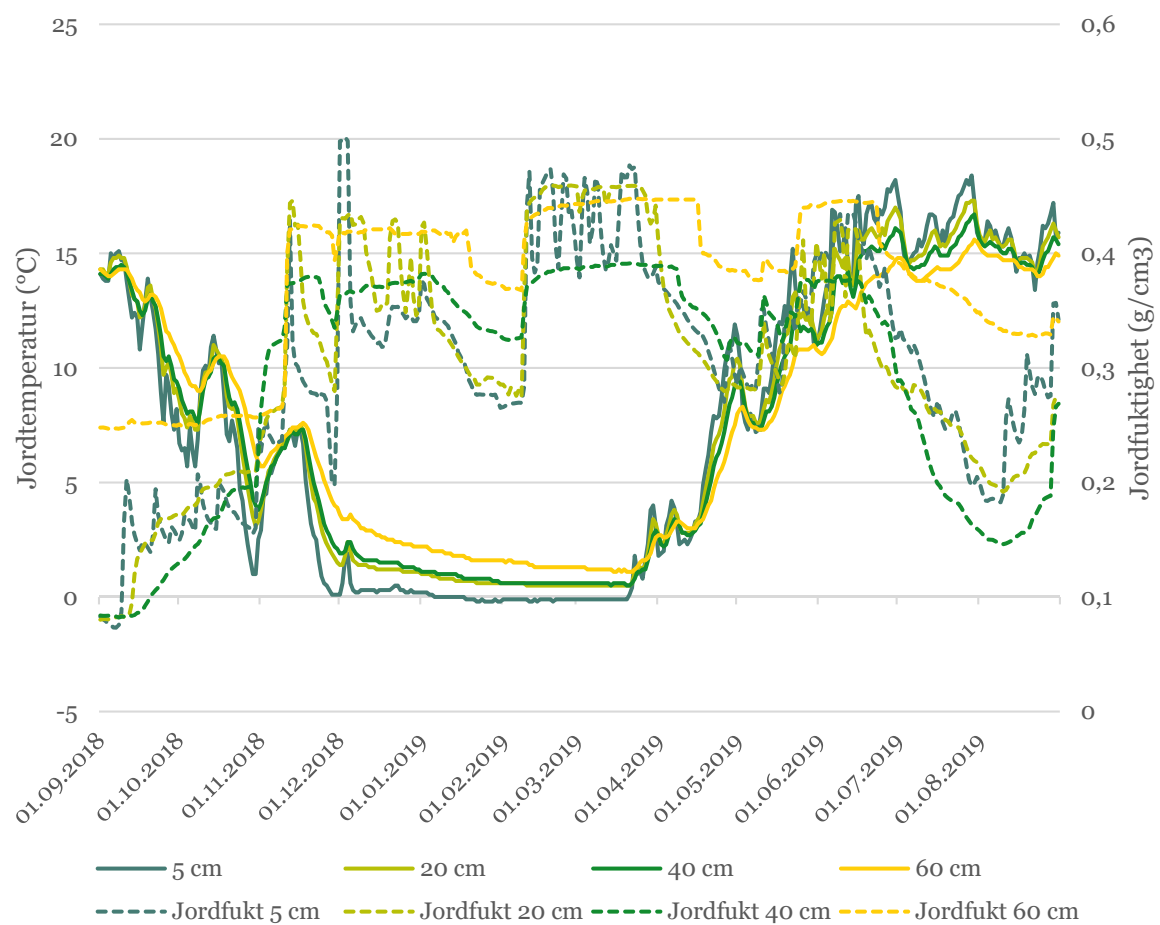


Figur 5.7. Grunnvannstand og nedbør i forsøksperioden 1.9.2018 til 1.9.2019.

Figur 5.8 viser sesongvariasjoner i avrenning i gjennomsnitt for hver behandling. Det var mest overflateavrenning fra rutene med høstkorn i forsøksårene 2014-2015 mens det var mest overflateavrenning fra de vårpløyde rutene i vinteren 2016-2017. I 2017-2018 oppsto mest overflateavrenning om våren på de høstpløyde rutene med høstkorn (138 mm). Grøfteavrenningen var ganske lik på de vårpløyde (440 mm) og høstpløyde med vårkorn (450 mm) rutene og skjedde fra høsten 2017 til våren 2018. I 2018-2019 var mesteparten av avrenningen grønfteavrenning. I gjennomsnitt fra grønftene var det minst avrenning fra ruter liggende i stubb om høst (49 mm), vinter (118 mm) og vår (81 mm) sammenlignet med ruter med høstkorn (hhv. 66 mm, 165 mm og 117 mm) og ruter med høstpløyning (hhv. 71 mm, 139 mm og 95 mm). Grøfteavrenning om sommeren var lavest for ruter med høstkorn (2 mm), mens ruter med høstpløyning gav noe mer (7 mm) enn ruter i stubb (4 mm). For overflateavrenning var det i snitt fra ruter i stubb (vårpløyning) mer avrenning om våren 2019 (10,6 mm) sammenlignet med ruter med høstkorn (9 mm) og høstpløyning med vårkorn (8 mm). På vinteren var overflateavrenningen lik for ruter behandlet med vårpløyning og høstpløyning, men lavest for ruter med høstkorn, igjen var forskjellene små (~1,3 mm).



Figur 5.8 Overflate- og grøfteavrenning (mm) i gjennomsnitt for ruter med lik behandling (rute 1 og 3 utelatt), alle fem forsøksår.



Figur 5.9 Jordtemperatur og vanninnhold målet i jordprofil 1, i forsøksperioden 2018-2019.

6 Partikler og næringsstoffer

6.1 Konsentrasjoner

I perioden fra 1. september 2018 til 1. september 2019 ble det tatt ut 7 blandprøver fra grøftevann og overflatevann.

6.1.1 Suspendert stoff

Konsentrasjonene av suspendert stoff i overflateavrenning viser stor variasjon for alle behandlinger (tabell 6.1). Den høyeste konsentrasjonen ble målt i avrenning fra en høstkornrute i november 2018. I denne episoden var det stor forskjell på konsentrasjoner av SS målt i avrenning fra hver rute. Både høyeste og laveste konsentrasjon var fra ruter med høstkorn (fra 47 og 300 mg SS/L). De laveste konsentrasjonene i overflateavrenning fra alle ruter under ett ble målt i prøver tatt ut i mars 2019. I prøver tatt ut i juni og september 2019 var det generelt høye konsentrasjoner fra alle ruter unntatt prøven fra rute 4 i september 2019 (tabell 6.1). Denne prøven dekker delvis perioden etter høsting hvor ruten fortsatt ligger i stubb før den etterfølgende høstpløying med høstkorn.

Tabell 6.1. Konsentrasjoner av suspendert stoff i overflateavrenning fra 9 ruter i Kjelle ruteforsøk i femte forsøksår for perioden 1. september 2018 til 1. september 2019.

Prøveperiode	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								
23.11.2018 10:30	210	92	95	84	220	250	61	47	300
13.12.2018 10:30	120	39	39	29	35	46	70	20	110
15.02.2019 11:00		160	94			100	56		
08.03.2019 12:00	29	11	16	12	28	19	17	17	17
25.03.2019 14:30	78	13	39	17	33	28	23	30	92
14.06.2019 13:55	170	220	220	160	120	81	210	220	97
16.09.2019 13:00	260	40	110	96	250	78	100	150	83

Tabell 6.2. Konsentrasjoner av suspendert stoff i grøfteavrenning fra 9 ruter i Kjelle ruteforsøk i femte forsøksår for perioden 1. september 2018 til 1. september 2019.

Prøveperiode	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								
23.11.2018 10:30	34	48	44	47	43	29	38	46	39
13.12.2018 10:30	21	25	26	23	24	15	29	25	51
15.02.2019 11:00	25	28	20	23	27	31	22	19	17
08.03.2019 12:00	15	15	9	13	13	8,4	84	21	15
25.03.2019 14:30	15	42	18	14	19	20	16	16	20
14.06.2019 13:55	15	35	39	45		9,4	94	100	78
16.09.2019 13:00	16	22	130	130	53	30	66	78	54

Konsentrasjonen av suspendert stoff i grøfteavrenning var 2-3 ganger lavere sammenlignet med overflateavrenning. Den var gjennomsnittlig lavest i en prøve fra februar-mars (tabell 6.2), men konsentrasjonene varierte forholdsvis lite over tid. Konsentrasjonen i drengroftene varierte lite mellom ruter og høyeste konsentrasjonen var 130 mg SS/L i en prøve tatt ut 16. september 2019 fra rute 3 og rute 7 som på det tidspunktet begge to lå i stubb (tabell 6.2).

6.1.2 Fosfor

6.1.2.1 Totalfosfor

Konsentrasjonen av totalfosfor i overflateavrenning var minst (0,15 mg/L) for rute 4 som var høstpløyd i desember-februar (tabell 6.3). De høyeste konsentrasjonene av totalfosfor ble målt i vannprøver fra juni-september. Det var lav vannføring i den perioden. Det er god sammenheng mellom konsentrasjon av SS og totalfosfor for de seks første prøvene, men prøven som dekket sommerperioden 2019 hadde høyere totalfosforkonsentrasjon relativt til SS enn de øvrige vannprøvene (tabell 6.1 og 6.3).

Tabell 6.3. Konsentrasjoner av totalfosfor i overflateavrenning fra 9 ruter i Kjelle ruteforsøk i femte forsøksår for perioden 1. september 2018 til 1. september 2019.

Prøveperiode	Høstpløyd			Vårpløyd			Høstkorn		
	Rute 2	Rute 4	Rute 7	Rute 3	Rute 6	Rute 8	Rute 1	Rute 5	Rute 9
mg total fosfor/L overflateavrenning									
23.11.2018 10:30	0,53	0,39	0,46	0,41	0,59	0,68	0,64	0,34	0,71
13.12.2018 10:30	0,47	0,29	0,32	0,35	0,36	0,36	0,61	0,26	0,39
15.02.2019 11:00		0,45	0,35			0,31	0,34		
08.03.2019 12:00	0,35	0,15	0,28	0,2	0,32	0,4	0,46	0,26	0,22
25.03.2019 14:30	0,32	0,16	0,26	0,2	0,25	0,28	0,28	0,22	0,26
14.06.2019 13:55	0,64	0,74	0,72	0,65	0,57	0,54	0,95	0,89	0,8
16.09.2019 13:00	0,73	0,36	1,2	0,75	1,6	0,86	1,1	1,5	0,58

Tabell 6.4. Konsentrasjoner av totalfosfor i grøfteavrenning fra 9 ruter i Kjelle ruteforsøk i femte forsøksår for perioden 1. september 2018 til 1. september 2019.

Prøveperiode	Høstpløyd			Vårpløyd			Høstkorn		
	Rute 2	Rute 4	Rute 7	Rute 3	Rute 6	Rute 8	Rute 1	Rute 5	Rute 9
mg total fosfor/L grøfteavrenning									
23.11.2018 10:30	0,29	0,3	0,27	0,3	0,3	0,25	0,37	0,32	0,34
13.12.2018 10:30	0,3	0,31	0,32	0,29	0,28	0,25	0,39	0,29	0,32
15.02.2019 11:00	0,16	0,19	0,16	0,14	0,15	0,18	0,23	0,12	0,096
08.03.2019 12:00	0,27	0,28	0,28	0,26	0,23	0,16	0,53	0,24	0,18
25.03.2019 14:30	0,24	0,3	0,36	0,21	0,21	0,19	0,32	0,25	0,21
14.06.2019 13:55	0,12	0,19	0,26	0,17		0,14	0,32	0,24	0,28
16.09.2019 13:00	0,16	0,35	0,42	0,47	0,19	0,4	0,39	0,36	0,22

Konsentrasjonen av totalfosfor i grøfteavrenning viste mindre variasjon enn konsentrasjonen i overflateavrenning. Både den laveste og høyeste konsentrasjonen av totalfosfor (hhv. rute 9: 0,096 mg/L og rute 1: 0,53 mg/L) i grøfteavrenning ble målt i vannprøver fra høstkornruter (tabell 6.4). Det tilsvarer rutene med de høyeste og laveste P-AL-verdiene.

6.1.2.2 Løst fosfat

Konsentrasjonene av løst fosfat i overflateavrenning var som for totalfosfor høyest i vannprøver fra sommerperioden hvor det var lav vannføring (tabell 6.5). Løst fosfatkonsentrasjonene i overflatevann var i gjennomsnitt lavest for de tre høstpløyd rutene.

Tabell 6.5. Konsentrasjoner av løst fosfat i overflateavrenning fra 9 ruter i Kjelle rutforsøk i femte forsøksår for perioden 1. september 2018 til 1. september 2019.

Prøveperiode	Høstpløyd			Vårpløyd			Høstkorn		
	Rute 2	Rute 4	Rute 7	Rute 3	Rute 6	Rute 8	Rute 1	Rute 5	Rute 9
	mg løst fosfat/L overflateavrenning								
23.11.2018 10:30	0,19	0,15	0,21	0,19	0,17	0,16	0,39	0,11	0,12
13.12.2018 10:30	0,16	0,12	0,16	0,25	0,13	0,13	0,35	0,11	0,072
15.02.2019 11:00			0,17			0,13	0,19		
08.03.2019 12:00	0,2	0,099	0,14	0,13	0,1	0,12	0,31	0,11	0,055
25.03.2019 14:30	0,14	0,1	0,13	0,14	0,098	0,1	0,17	0,11	0,049
14.06.2019 13:55	0,29	0,089	0,36	0,32	0,27	0,32	0,45	0,53	0,22
16.09.2019 13:00	0,36	0,31	0,86	0,57	1,3	0,61	0,65	1,3	0,35

Tabell 6.6. Konsentrasjoner av løst fosfat i grøfteavrenning fra 9 ruter i Kjelle rutforsøk i femte forsøksår for perioden 1. september 2018 til 1. september 2019.

Prøveperiode	Høstpløyd			Vårpløyd			Høstkorn		
	Rute 2	Rute 4	Rute 7	Rute 3	Rute 6	Rute 8	Rute 1	Rute 5	Rute 9
	mg løst fosfat/L grøfteavrenning								
23.11.2018 10:30	0,11	0,13	0,1	0,11	0,1	0,11	0,12	0,1	0,055
13.12.2018 10:30	0,14	0,16	0,12	0,12	0,12	0,12	0,18	0,11	0,057
15.02.2019 11:00	0,086	0,1	0,09	0,083	0,063	0,078	0,15	0,053	0,033
08.03.2019 12:00	0,1	0,12	0,12	0,11	0,11	0,1	0,16	0,084	0,044
25.03.2019 14:30	0,12	0,15	0,15	0,11	0,1	0,11	0,15	0,1	0,059
14.06.2019 13:55	0,078	0,1	0,094	0,072		0,067	0,11	0,088	0,046
16.09.2019 13:00	0,097	0,13	0,15	0,2	0,096	0,095	0,2	0,11	0,045

Konsentrasjonen av løst fosfat i grøfteavrenning var i gjennomsnitt lavere enn i overflateavrenning. Den varierte fra 0,033 mg/L (rute 9) til 0,2 mg/L (rute 1 og 3) (tabell 6.6.). Det var ingen forskjell på de gjennomsnittlige konsentrasjonene av løst fosfat i grøfteavrenning fra ulike behandlinger (tabell 6.6.).

6.1.3 Nitrogen

Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av totalnitrogen i overflateavrenning var høyest i vannprøver tatt ut i november 2018, men den var nesten like høy i vannprøver fra juni 2019 (tabell 6.7).

Konsentrasjonene av totalnitrogen i overflateavrenning var varierte fra 0,9 mg/L for en vårpløyd rute i mars til 28 mg/L for en rute med høstkorn tatt ut i november 2018 (tabell 6.7).

Tabell 6.7. Konsentrasjoner av totalnitrogen i overflateavrenning fra 9 ruter i Kjelle rutforsøk i femte forsøksår for perioden 1. september 2018 til 1. september 2019.

Prøveperiode	Høstpløyd			Vårpløyd			Høstkorn		
	Rute 2	Rute 4	Rute 7	Rute 3	Rute 6	Rute 8	Rute 1	Rute 5	Rute 9
	mg totalnitrogen/L overflateavrenning								
23.11.2018 10:30	6,3	13	11	4,3	10	7,9	14	28	6,9
13.12.2018 10:30	6,1	6,5	8,2	2,2	4,3	4,6	8,2	5,9	6,1
15.02.2019 11:00		3,5	3,8			3,8	1,6		
08.03.2019 12:00	3,5	6,6	5,1	3,3	2,1	2,7	2	3,7	3,1
25.03.2019 14:30	2,5	2,6	3,3	1,4	1,2	0,94	1,4	2,1	2,2
14.06.2019 13:55	8,2	9,2	9,4	21	6	9,1	11	13	9
16.09.2019 13:00	4,7	2,8	7	8,3	11	6,4	4,8	14	4,6

Tabell 6.8. Konsentrasjoner av totalnitrogen i grøfteavrenning fra 9 ruter i Kjelle rutforsøk i femte forsøksår for perioden 1. september 2018 til 1. september 2019.

Prøveperiode	Høstpløyd			Vårpløyd			Høstkorn		
	Rute 2	Rute 4	Rute 7	Rute 3	Rute 6	Rute 8	Rute 1	Rute 5	Rute 9
	mg totalnitrogen/L grøfteavrenning								
23.11.2018 10:30	23	21	25	22	17	4,2	28	26	25
13.12.2018 10:30	13	15	21	9,9	5,7	4,3	15	17	18
15.02.2019 11:00	7	11	14	6,9	7,2	5	8,3	15	9,2
08.03.2019 12:00	9,3	11	20	6,7	5,2	5,1	8,4	15	13
25.03.2019 14:30	6,5	6,9	9,9	5,1	3,6	3,5	6,9	9,2	11
14.06.2019 13:55	16	50	59	28		13	34	16	9
16.09.2019 13:00	8,9	13	8,5	5,9	9,6	9,1	3,7	17	5,8

Det er liten forskjell i gjennomsnittskonsentrasjonene av totalnitrogen i grøfteavrenningen fra ulike behandlinger (tabell 6.8). Gjennomsnittskonsentrasjonen av totalnitrogen i grøfteavrenning var 21 mg/L i november 2018 og den var 28 mg/L i juni 2019. I februar-mars var gjennomsnittskonsentrasjonen 7-10 mg/L. Den høyeste konsentrasjonen (59 mg/L) i grøfteavrenning ble målt i juni i en vannprøve fra en høstpløyd rute (tabell 6.8).

6.2 Jord- og næringsstofftap

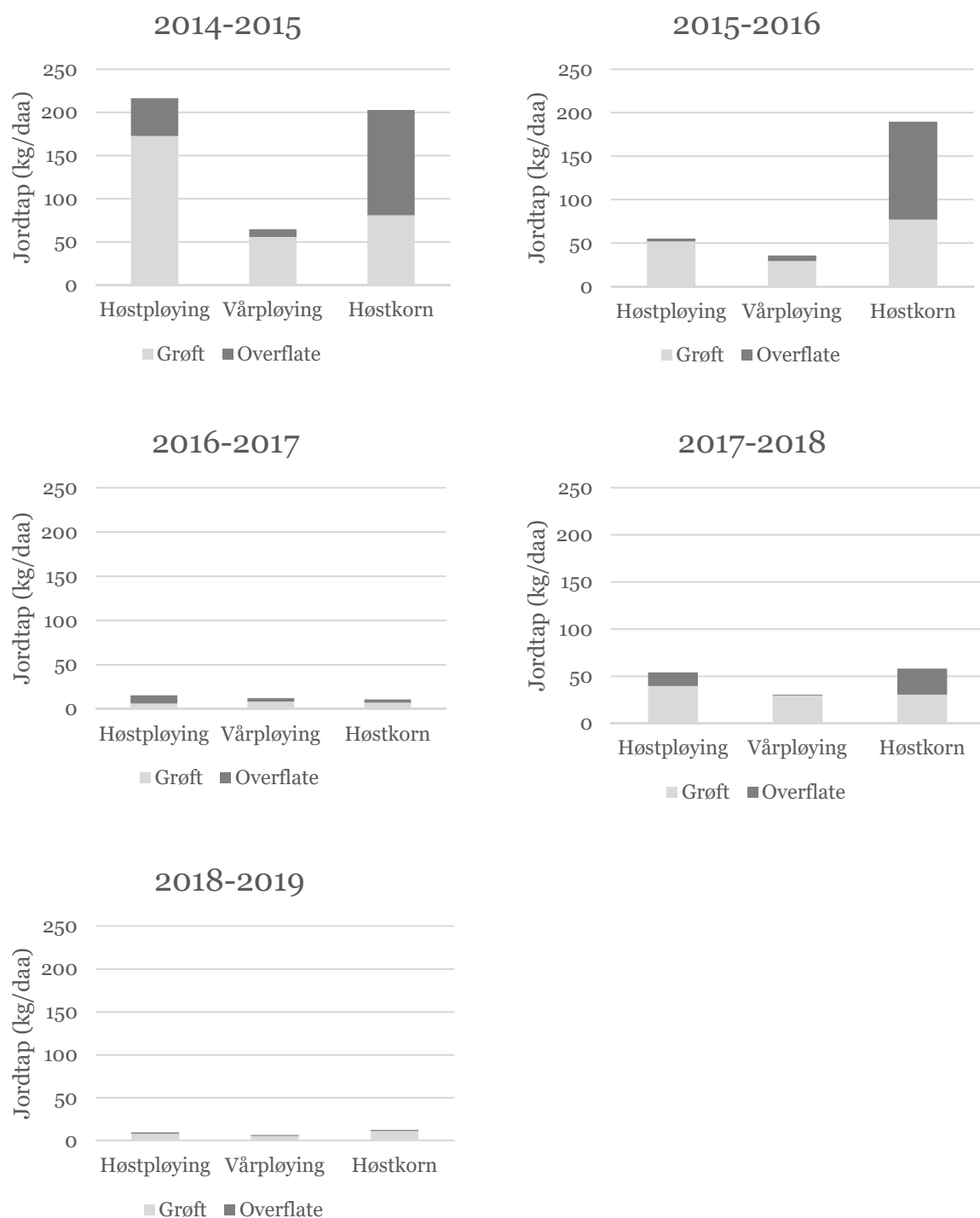
Tap av partikler og næringsstoffer er beregnet som summen av vannføring (L/blandprøveperiode) multiplisert med konsentrasjonen (mg/L) i hver blandprøveperiode. Tallene for hele år gjelder for perioden 1. september til 1. september.

6.2.1 Jordtap

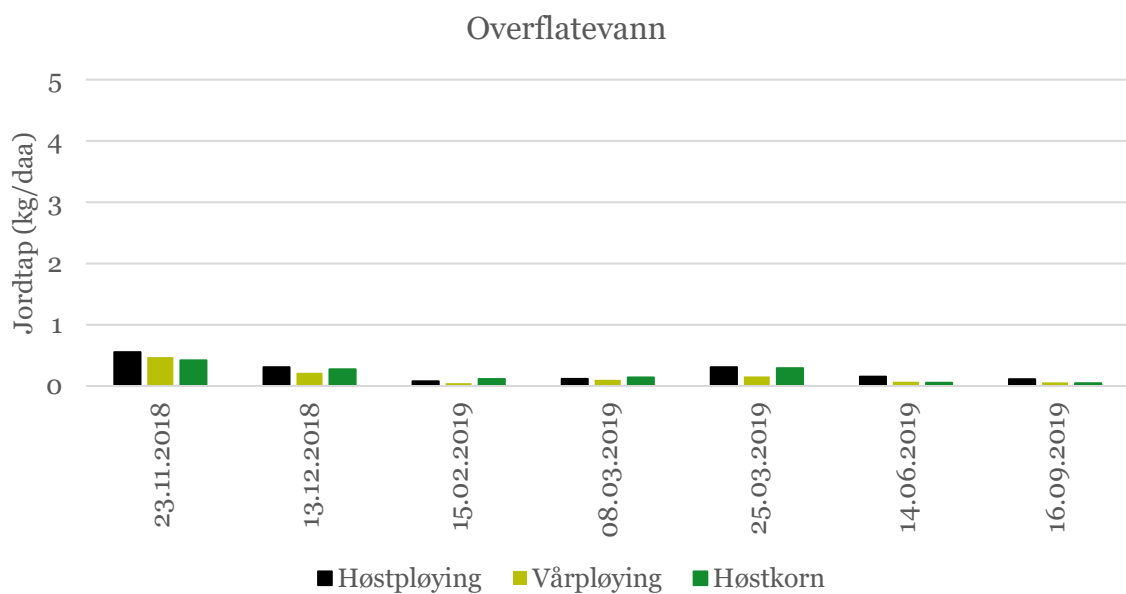
Jordtapene i 2018-2019 var meget lave (figur 6.1). Mesteparten av tapene skjedde gjennom drengroftene. Det var litt større tap fra de høstpløyd rutene, men fortsatt var tapene meget små.

De største jordtapene med overflateavrenning skjedde i oktober-november og det var omtrent likt fra ruter med ulik jordarbeiding (figur 6.2).

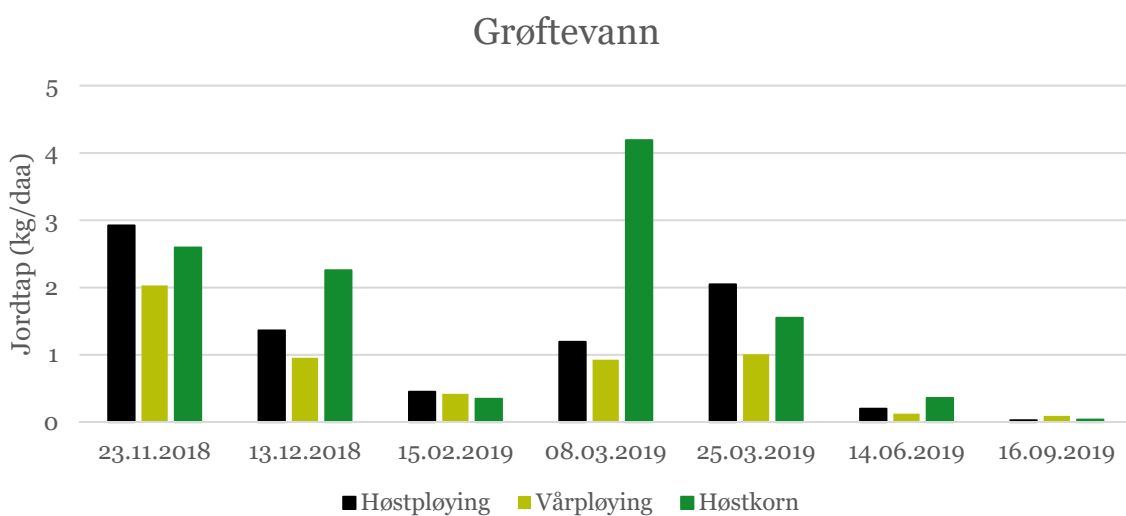
Jordtapene gjennom drenggrøftene var størst på høsten (oktober-november) fra vårkornruter med høstpløying og vårpløying, men fra høstkornrutene var jordtapet gjennom drenggrøftene størst i februar-mars.



Figur 6.1 Gjennomsnittlig tap av jord (kg/daa) gjennom grøfte- og overflateavrenning fra hvert forsøksledd i fem forsøksår.



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

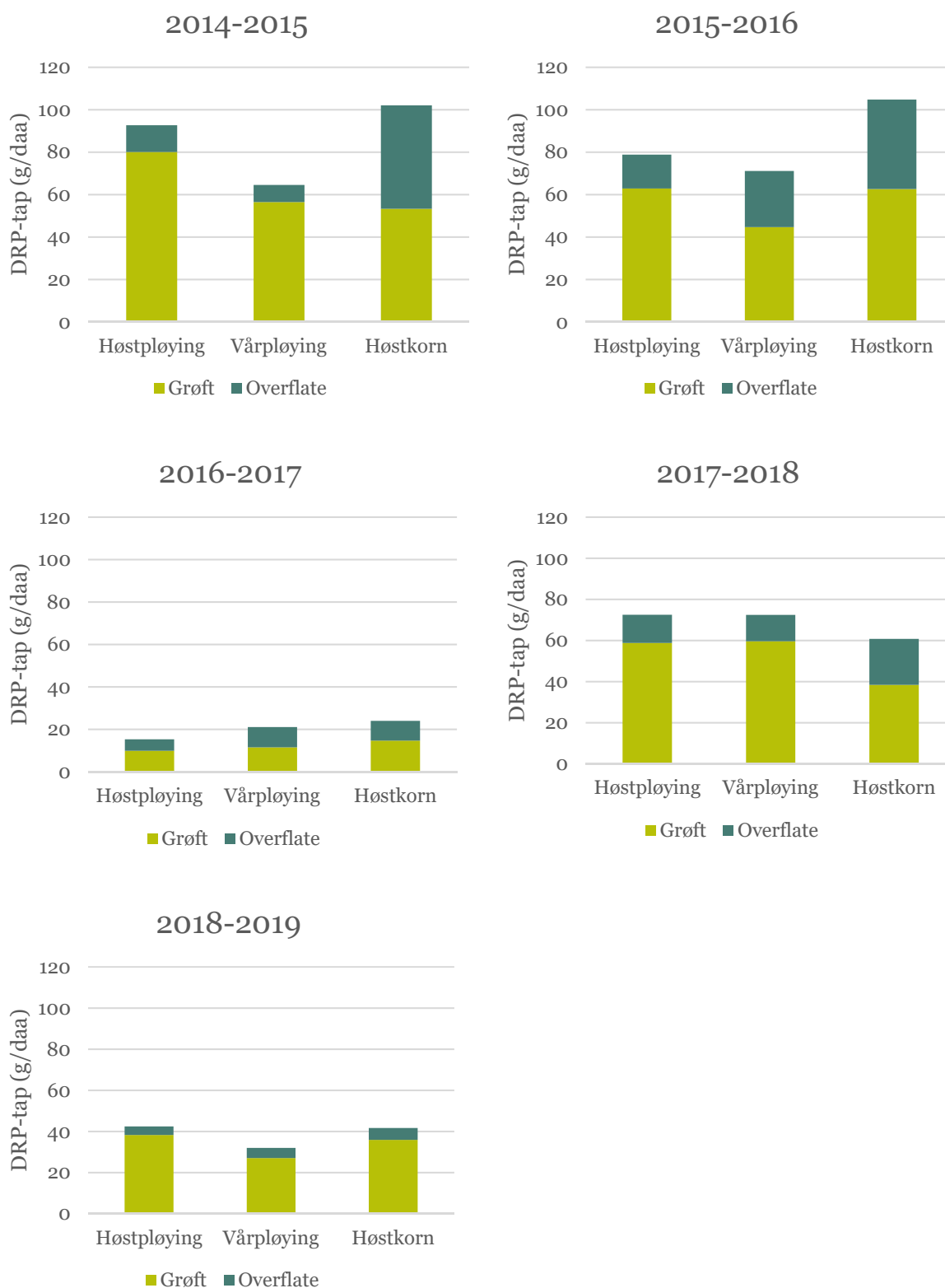
De målte fosfortapene i 2018-2019 var små. De totale fosfortapene i 2018-2019 var litt høyere enn for 2016-2017, hvor avrenningen også var lav (tabell 5.1; figur 6.4), men fosfortap gjennom overflateavrenning var det laveste som er målt.

Fosfortapene var lavest fra vårpløyde ruter og høyest fra høstpløyde ruter med høstkorn i 2018-2019.



Figur 6.4 Gjennomsnitt av årlige totalfosfortap (TP-tap) fra forsøksledd med høstpløying, vårpløying og høstkorn, fem forsøksår.

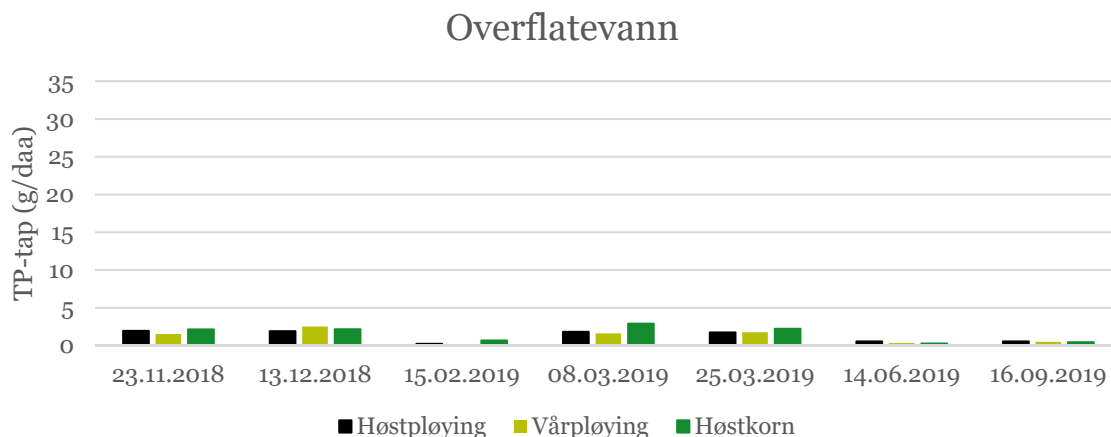
Tapene av løst fosfat varierer mindre enn tapene av totalfosfor. I 2018-2019 var tap av løst fosfat likt for høstpløydte ruter med eller uten høstkorn (figur 6.5), mens tap av løst fosfat var litt lavere for de vårpløydte rutene. Mindre enn 15 % av løst fosfat ble tapt gjennom overflateavrenning.



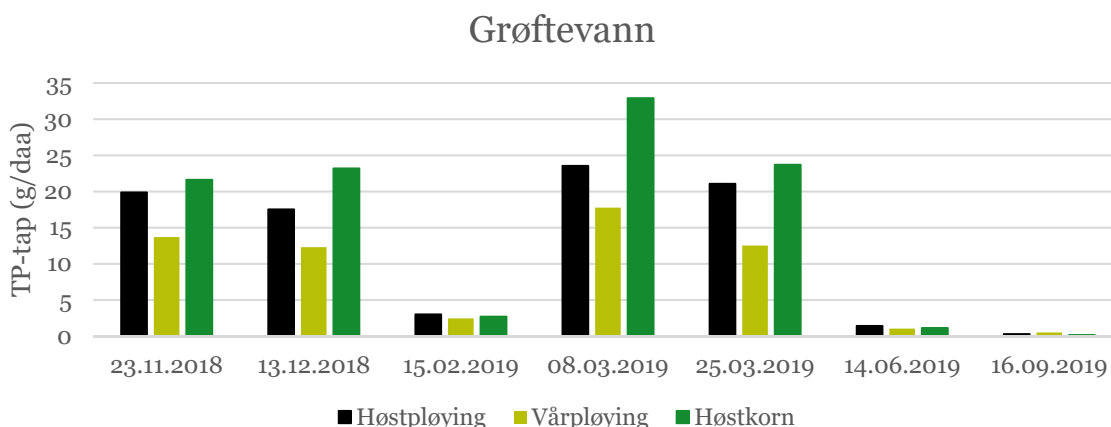
Figur 6.5 Gjennomsnitt av årlige tap av løst fosfat (DRP-tap) fra forsøksledd med høstpløying, vårpløying og høstkorn, alle forsøksår.

Tap av fosfor via overflateavrenning var størst på høsten og i februar-mars (figur 6.6). Det var lave fosfortap med overflatevann fra alle rutene.

I grøfteavrenningen har det også vært størst fosfortap på høsten og våren (figur 6.7). Rutene med høstkorn har særlig store tap i februar-mars.



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



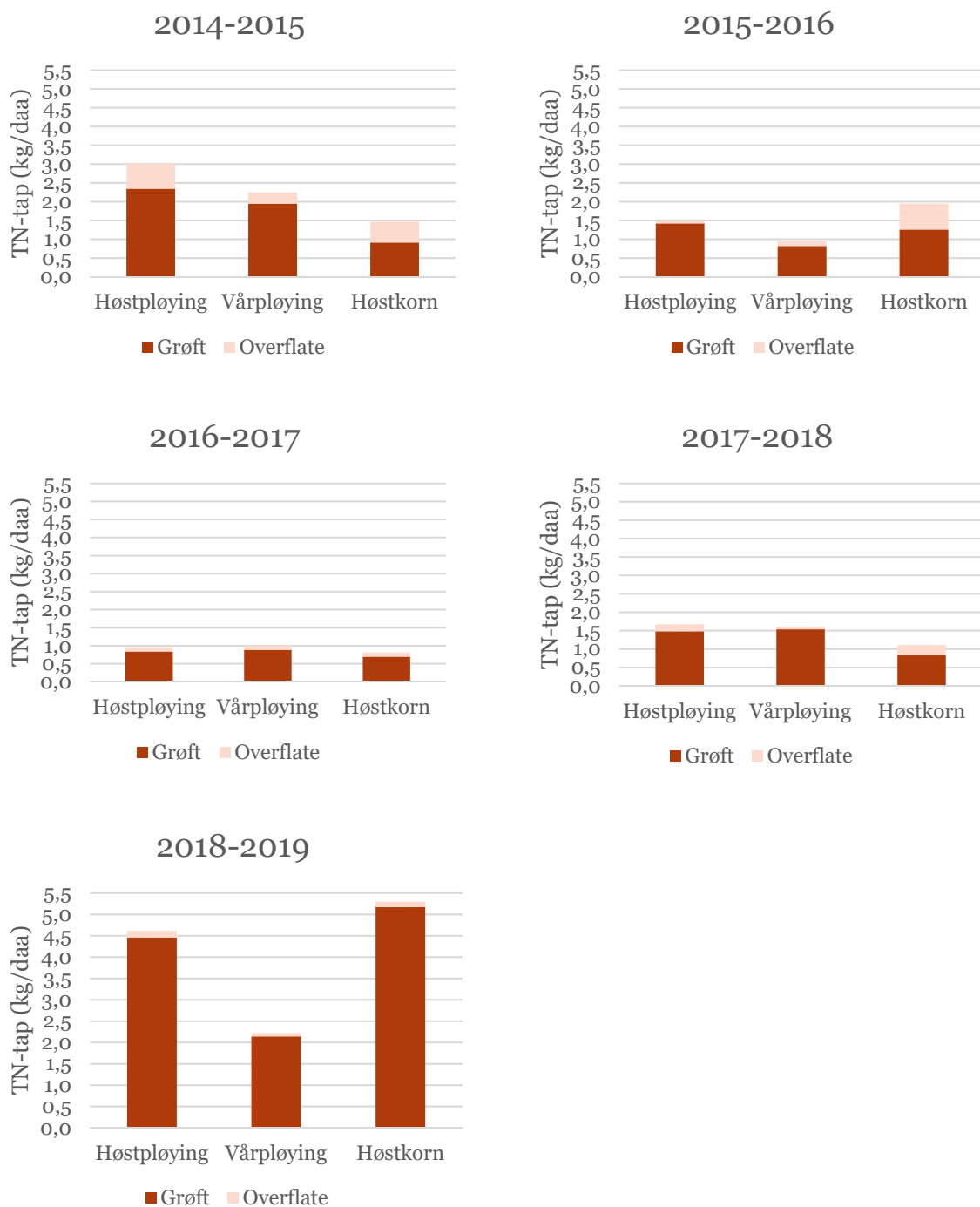
Figur 6.7 Gjennomsnittlig fosfortap i grøfteavrenning fra forsøksledd med høstpløying, vårpløying og høstkorn fordelt per blandprøveperiode.

6.2.3 Nitrogentap

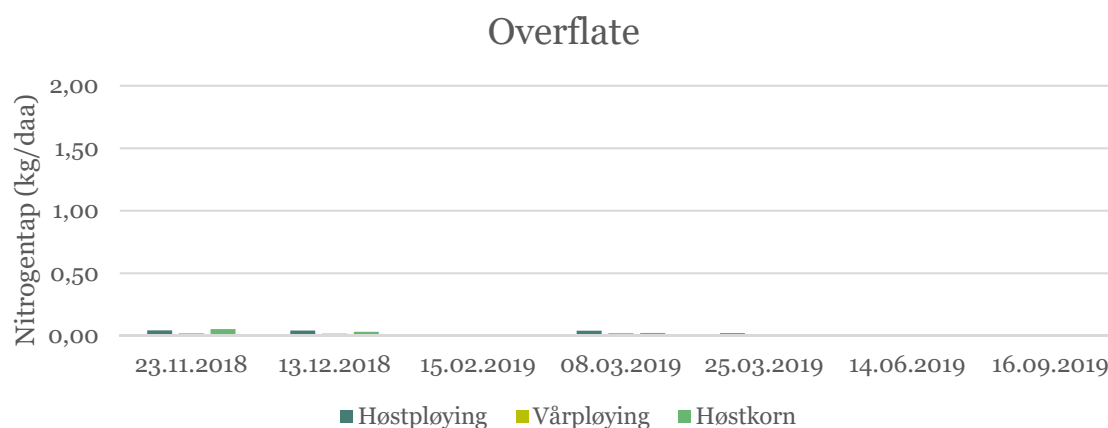
Året 2018-2019 hadde mye høyere nitrogentap enn den fire tidligere årene i forsøksperioden (figur 6.8). Nitrogentapet fra ruter med høstkorn var 5,3 kg/daa, fra ruter med høstpløying var nitrogentapet 4,6 kg/daa og fra ruter med vårpløying var det knapt 3 kg/daa. Tilsvarende har det høyeste nitrogentapet vært 2,3 kg/daa tidligere. Det meste av nitrogentapet skjedde via grøfteavrenning og kun ca 2 % av nitrogentapene skjedde via overflateavrenning. Sommeren forut for rapporteringsåret 2018-2019 var meget tørr.

De største nitrogentapene var fra ruter som var høstpløyd med eller uten høstkorn. De vårpløyde rutene hadde forutgående høstvet. Den høstveten ble gjødslet med 21 kg N/daa sommeren 2018 (før denne rapporteringsperioden) og avlingen bortførte kun 3 kg N/daa. Det vil si at det var et overskudd på 18 kg N/daa i gjennomsnitt for ruter med vårpløying som fulgte etter høstkornet.

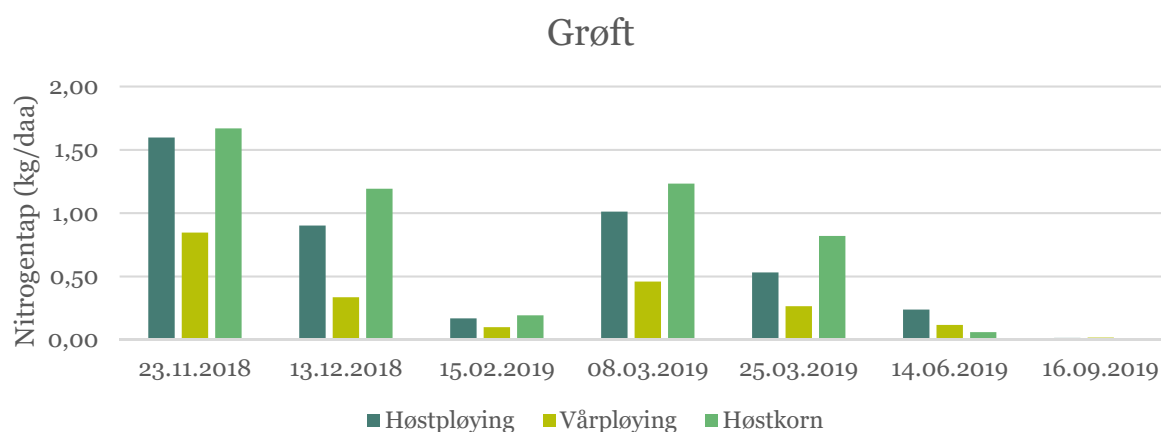
Nitrogenoverskuddet har likevel påvirket N-tapet forholdsvis lite siden disse rutene overvintret i stubb.



Figur 6.8 Gjennomsnitt av årlige tap av totalnitrogen (TN-tap) fra forsøksledd med høstpløying, vårpløying og høstkorn, alle forsøksår (september-september).



Figur 6.9 Gjennomsnittlig nitrogentap i overflateavrenning fra forsøksledd med høstpløying, vårpløying og høstkorn fordelt per blandprøveperiode.



Figur 6.10 Gjennomsnittlig nitrogentap i grøfteavrenning fra forsøksledd med høstpløying, vårpløying og høstkorn fordelt per blandprøveperiode.

Gjennom hele året 2018-2019 var det kun ubetydelig nitrogentap via overflateavrenning. Nitrogentap gjennom grøftene var størst i oktober-november (figur 6.10), men det var også betydelig nitrogentap gjennom drenggrøftene i februar-mars, særlig fra ruter som var høstpløyd. Vårpløyingen 26. april ser heller ikke ut til å ha bidrat til store nitrogentap til vann.

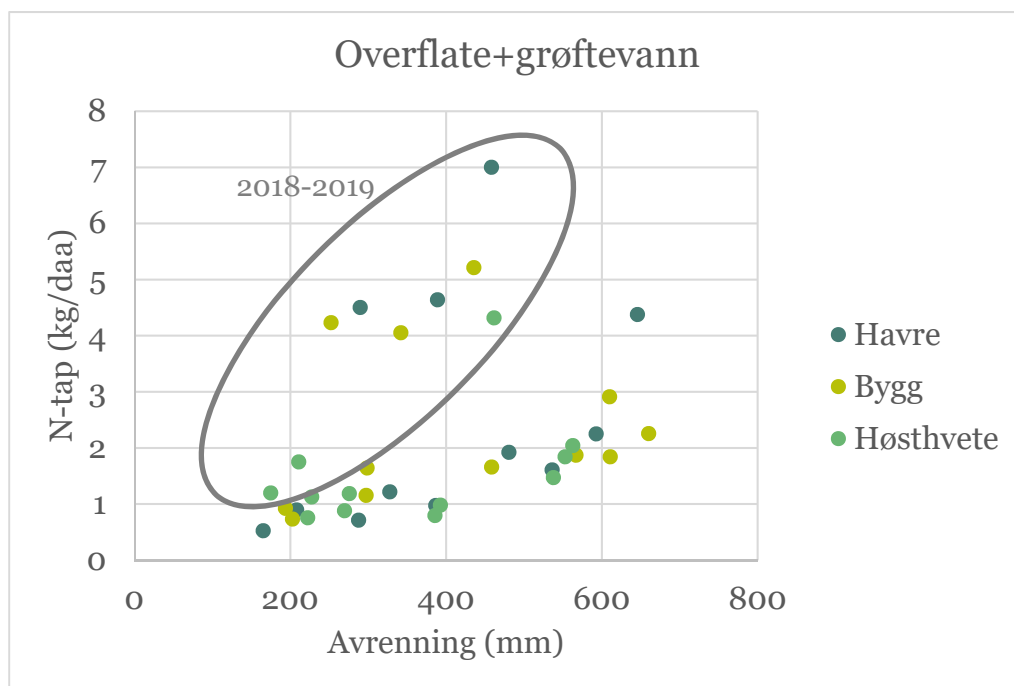
6.3 Årsakssammenhenger

6.3.1 Variasjoner i været og nitrogentap

Nedbøren varierte mellom forsøksår (1. september-1. september) fra 600 mm i 2016/2017 til 836 mm i 2014/2015. Avrenningsmengden varierte tilsvarende mellom år og dessuten var det variasjon i avrenning mellom ruter. Gjennomsnittlig avrenning var 165 mm i 2016/2017 og 728 mm i 2014/2015 (tabell 5.1).

Nitrogentap er avhengig av avrenningsmengden. Sammenhengen mellom nitrogentap og avrenningsmengde er presentert for hver rute basert på år fra 1. mai til 1. mai for å kunne relatere det til vekstsesongen og etterfølgende avrenning (figur 6.11). Mellom rutene varierte avrenningen fra 165 mm fra rute 7 i 2016/2017 til 660 mm fra rute 2 i 2015/2016.

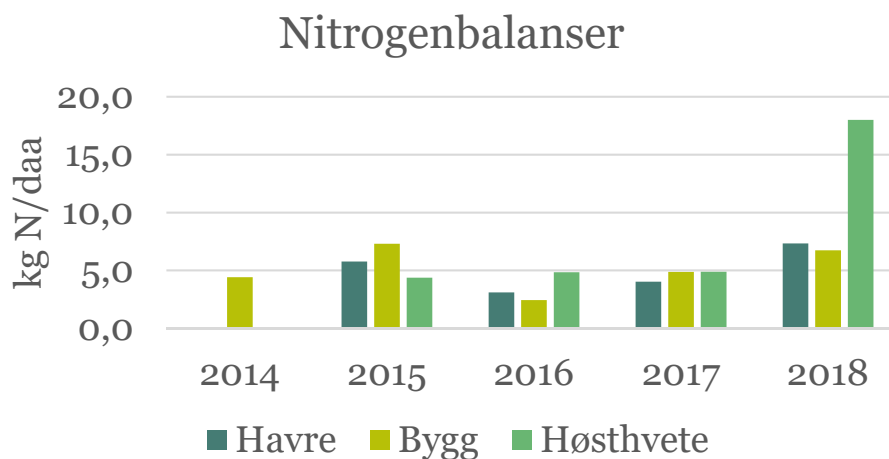
For årene 2015 til og med april 2018 er det forholdsvis god sammenheng mellom avrenning og nitrogentap (kg N/daa), men avrenningen i 2018/2019 gir mye høyere nitrogentap enn ellers (figur 6.11).



Figur 6.11. Avrenning (mm) og nitrogentap (kg N/daa) for hver rute og år (1. mai-1.mai). Året 2018-2019 er markert med grå ring.

6.3.2 Nitrogenbalanser og nitrogenavrenning

Nitrogenbalansen er forskjellen mellom nitrogen i gjødsel og avling. Gjødsling med nitrogen var i 2014 lik for alle ruter (12,3 kg N/daa) siden det var bygg på alle ruter. De fire årene 2015-2018 ble det gjødslet med 11 kg N/daa til vårkorn (bygg og havre), mens gjødslingen til høstkorn (høsthvete) har variert mellom år. Høstkornet fikk i 2015 13 kg N/daa, i 2016 11 kg N/daa, i 2017 16 kg N/daa og i 2018 21 kgN/daa. Gjennomsnittlig nitrogenmengde bortført i avling varierte fra 3,6 kg N/daa i 2018 til 8,1 kg N/daa i 2017.



Figur 6.12. Nitrogenbalanser (N i gjødsel - N i avling) for ruter med havre, bygg og høsthvete. I 2014 er det bygg på alle ruter.

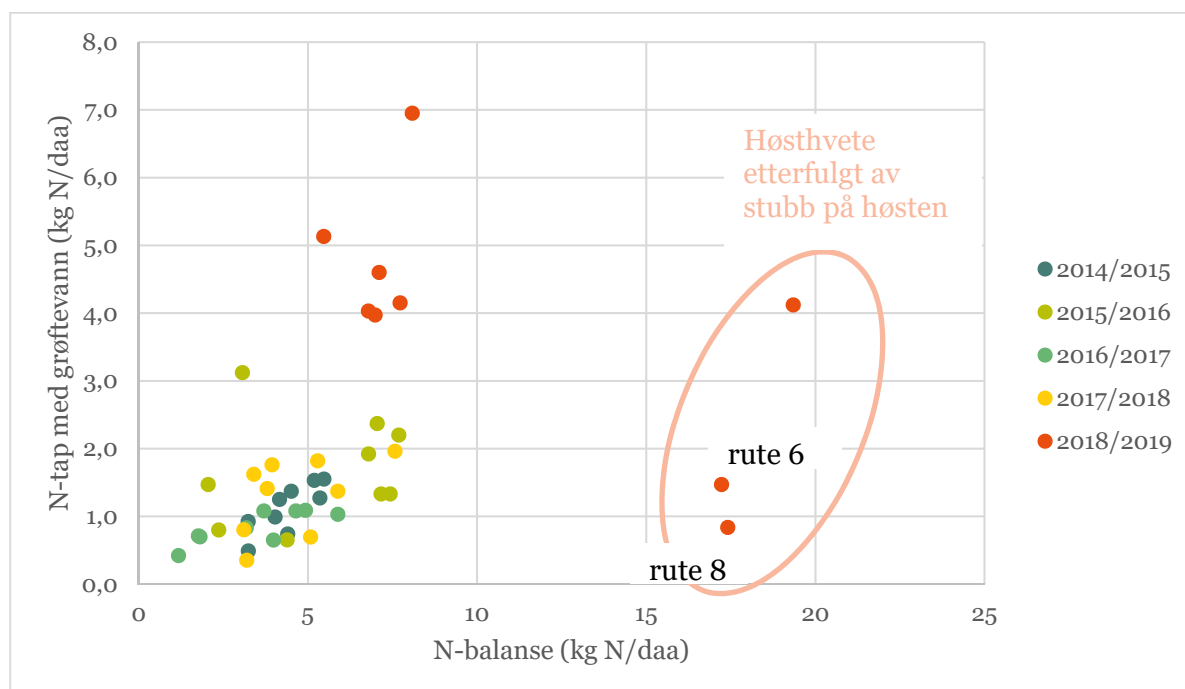
Tabell 6.9. Nitrogenbalanser (N gjødsling – N i bortført avling) for ni ruter og fem år. Vårpløying med bygg (oransje), høstpløying med havre (lys grønn) og høstpløying med høsthvete (mørk grønn).

Nitrogenbalanser (kg N/daa)						
Rute nr.	2014	2015	2016	2017	2018	2019*
1	4,17	6,80	4,65	3,40	7,11	Høstpløying m. høsthvete
2	4,51	7,69	4,93	7,58	6,99	Høstpløying med havre
3	4,41	2,06	6,14	3,80	19,35	Vårpløying med bygg
4	5,19	7,05	3,18	3,94	5,47	Høstpløying med havre
5	5,36	7,44	6,32	5,29	8,09	Høstpløying m. høsthvete
6	3,24	2,37	1,82	5,08	17,23	Vårpløying med bygg
7	4,03	7,17	1,18	3,11	7,73	Høstpløying med havre
8	3,25	4,39	1,77	3,20	17,42	Vårpløying med bygg
9	5,48	3,07	5,89	5,89	6,79	Høstpløying m. høsthvete
Gjns.	4,40	5,34	3,99	4,59	10,7	

*avlingsdata mangler

Den gjennomsnittlige nitrogenbalansen (10,7 kg N/daa) var størst i 2018 på grunn av meget lave avlinger, særlig i høsthvete (figur 3.2; tabell 3.2). Nitrogenbalansen i høsthvete i 2018 var i gjennomsnitt for tre ruter 18 kg N/daa. Det ble gjødslet med 21 kg N/daa til høsthveten. Gjennomsnittlig nitrogenbalanse for vårkorn var 7 kg/daa og de ble gjødslet med 11 kg N/daa.

I 2016 og 2018 var nitrogenbalanse for høstkorn høyere enn for vårkorn. De to årene var høstkornet sådd sent (hhv. 4.10.15 og 26.9.17) (tabell 3.1).



Figur 6.13. Sammenhengen mellom N-balanse (kg N/daa) og N-tap (kg N/daa for 1. mai til 1. mai) for alle år

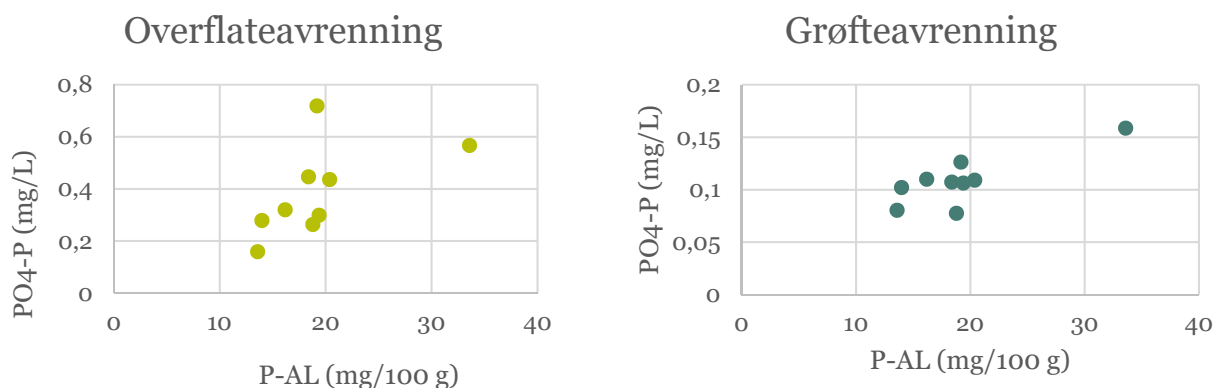
Det er tendens til økt nitrogentap med økende nitrogenbalanse for de første fire forsøksårene (figur 6.13). Men i 2018 ble det funnet meget høye nitrogentap fra rutene som er høstpløyd. I vekstsesongen 2018 var det tre høstkornruter med meget høyt nitrogenoverskudd (17,2-19,4 kg N/daa). Disse tre rutene lå i stubb høsten 2018 og nitrogentapene ble forholdsvis lave. Det kan se ut til at det er kombinasjonen av høyt nitrogenoverskudd og jordarbeiding som gir de største nitrogentapene. Det er imidlertid også en systematisk forskjell mellom ruter. Rute 6 og 8 har alle fem årene hatt lavere nitrogentap enn de øvrige rutene; i gjennomsnitt hhv. 29 og 44 % av det gjennomsnittlige N-tapet fra de øvrige rutene.

6.3.3 Jordas fosforstatus

Fosforstatus (P-AL) i jorda på Kjelle rutforsøk er høy-meget og høy på alle ni rutene ved kartlegging i 2014 og i 2016 (Hauken et al. 2015; Bechmann et al. 2017). Gjennomsnittlig P-AL basert på fem prøver i hver rute tatt ut i 2014 og 2016 varierte fra 14 til 34 mg/100g (tabell 3.3).

Tabell 6.10. Gjennomsnittlig P-AL (mg/100g) for ni ruter ved to prøvetakinger (Hauken et al. 2015; Bechmann et al. 2017).

Rute nr.	Gjennomsnittlig P-AL (mg/100g)
1	34
2	20
3	19
4	18
5	14
6	16
7	19
8	19
9	14



Figur 6.14. Sammenhengen mellom P-AL (mg/100g) i matjordlaget og gjennomsnittlig konsentrasjon av løst fosfat i avrenning i hele måleperioden (ulik skala på Y-aksene).

Figur 6.14 viser sammenhengen mellom P-AL i matjordlaget for hver rute og gjennomsnittlig konsentrasjon av løst fosfat i avrenning i hele måleperioden. Det er en tendens til økt konsentrasjon av løst fosfat med økende P-AL. Mange faktorer påvirker konsentrasjonene og det er stor forskjell på de ulike avrenningsepisodene når det gjelder erosjon, jordbruksdrift (tid etter gjødsling) og temperaturer (frost). For hvert punkt i figuren er det 30-40 målinger av konsentrasjon på ulike årstider.

I sin mastergrad fra NMBU undersøker Monica Jayesingha jordas fosforfraksjoner og sammenhengen mellom de ulike fraksjonene og konsentrasjoner av fosfor i avrenning fra Kjelle ruteforsøk. Resultatene fra disse undersøkelsene blir tilgjengelige i løpet av våren/sommeren 2020.

7 Plantevernmidler

Det er tidligere gjennomført fire års forsøk med glyfosatsprøyting i ruteforsøket på Kjelle vgs og resultater fra analyser av glyfosat og nedbrytingsproduktet AMPA i overflateavrenning og grøfteavrenning er gjengitt i foregående rapporter. I 2019 startet et nytt forsøk for å undersøke overflate- og dremsavrenning av plantevernmidler ved gjennomføring av et mer komplett sprøyteregime i de anlagte feltene med vår- og høstkorn. De nystartede forsøkene vil på sikt 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). Rutene ble i 2019 sprøytet etter følgende sprøyteplan:

- Høsthvete: ugrassprøyting med Pixxaro EC om våren, soppsprøyting med det nye midlet Elatus Era og Aviator XPro EC 250 om sommeren.
- Bygg: ugrassprøyting med Ariane S om våren og soppsprøyting med Delaro Plus Pack (Delaro SC 325 og Propulse) om sommeren.
- Havre: ugrassprøyting med Ariane S om våren og soppsprøyting med Proline om sommeren

Det er tatt ut vannprøver for analyse av overflate- og dremsavrenning fra rutene gjennom sprøyte- og avrenningsperioden, med prøveuttak i juni, september, oktober, november og desember.

Metodeutvikling pågår og prøvene vil analyseres i løpet av vinteren 2020. Analyseresultater fra forsøkene vil rapporteres for sesongen 2019-2020 i kommende års rapport.

Arbeidet med sprøyting av feltene og prøvetaking for analyser av plantevernmidler i overflate- og dremsavrenning vil fortsette sesongen 2020/2021.

8 Konklusjoner

Mesteparten (rundt 90 %) av jord- og næringsstofftapene skjedde gjennom drengroftene i 2018-2019. Jordtapene var meget små i 2018-2019 og var i gjennomsnitt mindre fra de vårpløyde rutene sammenlignet med ruter med høstpløying (vårkorn eller høstkorn). Kun 2015-2016 har tidligere hatt like små jordtap.

Fosfortapene i 2018-2019 var også i gjennomsnitt små, men likevel større enn i 2015-2016. Fosfortapene var minst for vårpløyde ruter og størst for høstpløyde ruter med høstkorn. Tapene av løst fosfat var i gjennomsnitt minst fra ruter med vårpløying og vårkorn.

Nitrogentapene i 2018-2019 var større enn tidligere år. De var størst fra høstkornrutene og minst fra de vårpløyde rutene.

Grøftene var en viktig transportvei for både partikler og næringsstoffer alle fire årene. I gjennomsnitt skjedde 72 % av jordtapene gjennom grøftene.

Forskjellen i tap mellom årene skyldes blant annet forskjeller i været og i jordbruksdriften.

Det er en tydelig sammenheng mellom avrenningsmengde og nitrogentap, men tørke kan også bidra til økte nitrogentap. Tørken sommeren 2018 ga lave avlinger og det ble tilført mer nitrogen-gjødsel enn det som ble bortført med avling. Overskuddet av nitrogen kan ha bidratt til de høye nitrogentapene høsten 2018 og våren sommeren 2019, særlig på rutene som ble pløyd høsten 2018. Resultatene illustrerer at det særlig er økte nitrogentap på rutene som jordarbeides på høsten.

For høsthveten spiller forskjeller i såtidspunkt en vesentlig rolle. Høsthveten ble sådd 10. september 2014, 4. oktober 2015, 10. september 2016, 26. september 2017 og 5. september 2018. Sen såing gir dårlig plantedekke før vinteren, lite opptak av næringsstoffer og dårlig beskyttelse mot erosjon.

Analyser av plantevernmidler i overflate- og drengavrenning fra et sprøyteregime med bruk av både ugras- og soppmidler tilpasset henholdsvis høsthvete, bygg og havre er startet i 2019 og fortsetter i 2020. Resultatene rapporteres samlet for 2019 og 2020 i neste års rapport.

Referanser

- 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)...
- 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.
- 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.

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.

Nøkkelord:	Jordarbeiding, klima, erosjon, suspendert stoff, fosfor, løst fosfat, nitrogen, plantevernmidler, ruteforsøk
Key words:	Soil tillage, climate, erosion, suspended sediments, phosphorus, phosphate, nitrogen, pesticides, runoff plots

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.