



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Kjelle avrenningsforsøk

Årsrapport 2016-2017 for jordarbeidingsforsøk på lav erosjonsrisiko

NIBIO RAPPORT | VOL. 3 | NR. 148 | 2017



Marianne Bechmann, Torsten Starkloff, Sigrun Kværnø, Ole Martin Eklo, Geir Tveiti
Divisjon for miljø og naturressurser/Jordressurser og arealbruk

TITTEL/TITLE

Kjelle avrenningsforsøk. Årsrapport 2016–2017 for jordarbeidingsforsøk på lav erosjonsrisiko

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Marianne Bechmann, Torsten Starkloff, Sigrun H. Kværnø, Ole Martin Eklo, Geir Tveiti

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
13.12.2017	3/148/2017	Åpen	8503	17/01076
ISBN:		ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:
978-82-17-01985-5		2464-1162	47	

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

Erosjon and runoff

SAMMENDRAG/SUMMARY:

Se side 5

See page 7

LAND/COUNTRY:

Norge

FYLKE/COUNTY:

Akershus

GODKJENT /APPROVED



JANNE STOLTE

PROSJEKTLERER /PROJECT LEADER



MARIANNE BECHMANN



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Forord

Denne rapporten oppsummerer resultater fra alle forsøksår med spesiell fokus på det tredje året (01.09.16 – 01.09.17) 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 2014-2017:

Thomas Sandbækbråten og Stig Helge Basnes, Kjelle Vgs.

Jan Stabbetorp, Roger Kollstuen, Norsk Landbruksrådgiving Øst

Geir Tveiti, Kjell Wærnhus, Marit Helgheim, Rikard Pedersen, Sigrun H. Kværnø, Ole Martin Eklo og Marianne Bechmann.

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, Halden vannområde og Bondelaget.

Ås, 13.12.17

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
3 Driftspraksis.....	10
3.1 Jordarbeiding.....	10
3.2 Såing av korn	11
3.3 Gjødsling og sprøyting	11
3.4 Høstetidspunkt og avling.....	12
4 Værforhold	13
5 Avrenning.....	15
5.1 Årlige data og forskjell mellom ruter og behandlinger.....	15
5.2 Variasjoner i avrenning gjennom året	17
6 Partikler og næringsstoffer.....	22
6.1 Konsentrasjoner	22
6.1.1 Suspendert stoff.....	22
6.1.2 Fosfor	23
6.1.3 Nitrogen	25
6.2 Jord- og næringsstofftap	26
6.2.1 Jordtap	26
6.2.2 Fosfortap	28
6.2.3 Nitrogentap	31
6.3 Oppsummering av resultater for tre år med forsøksdata	33
7 Plantevernmidler	35
7.1 Konsentrasjoner av plantevernmidler	35
7.1.1 Glyfosat	35
7.1.2 AMPA	37
7.1.3 Protiokonazol-destio	39
7.2 Oppsummering av resultater fra tre år med pesticiddata.....	39
8 Konklusjoner.....	43
Referanser	44

Sammendrag

Redusert og endret jordarbeiding har vært et av de viktigste tiltakene mot erosjon og tap av næringsstoffer fra jordbruksarealer siden begynnelsen på 1990-tallet. Redusert jordarbeiding betyr bare harving i stedet for pløying, mens endret jordarbeiding betyr pløying om våren i stedet for høsten. Avrenningsforsøk som startet på 1980-tallet viser stor effekten av redusert og endret jordarbeiding på erosjon og næringsstofftap på forholdsvis bratte jordbruksarealer. Det eksisterer derimot kun få undersøkelser av jordarbeidingseffekter på arealer med liten helling, på tross av at slike arealer utgjør størsteparten av jordbruksarealene der det dyrkes korn.

Avrenningsforsøket på Kjelle 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. Jordarbeidingen omfatter 1) høstpløying med vårkorn, 2) vårpløying med vårkorn og 3) høstpløying med høstkorn. Resultater fra forsøkets tre år (2014-2015, 2015-2016 og 2016-2017), er beskrevet i denne rapporten med fokus på siste året.

Værforholdene har stor betydning for avrenningsprosessene og vil kunne påvirke effekten av jordarbeidingen i forsøket. Resultatene for disse tre årene kan derfor ikke forventes å gjelde for alle år, men de kan gi indikasjoner på forskjellene mellom jordarbeidingsystemene.

Det siste året (1. september 2016-1. september 2017) har det vært mindre nedbør (600 mm) enn gjennomsnitt for normalperioden (702 mm) og gjennomsnittstemperaturen har vært høyere (5,9 °C) enn i normalperioden (3,3 °C). I to første forsøksårene var det i gjennomsnitt varmere og våtere enn i normalperioden. Gjennomsnittlig årsnedbør var nesten lik i de to første forsøksårene, mens det var 200 mm mer avrenning i 2014-2015 (728 mm) sammenlignet med 2015-2016 (525 mm). I 2016-2017 var det i gjennomsnitt kun 211 mm avrenning.

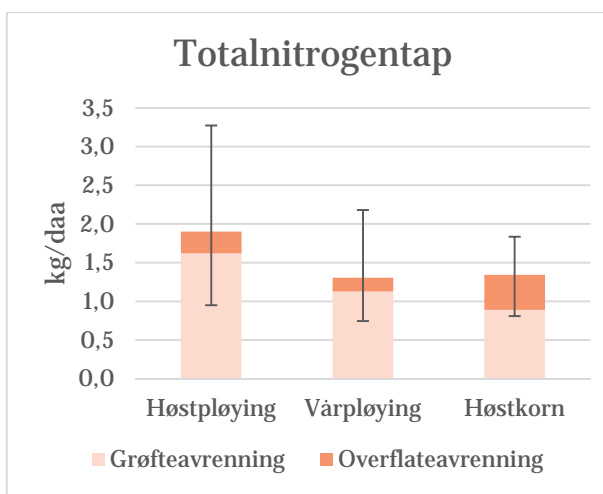
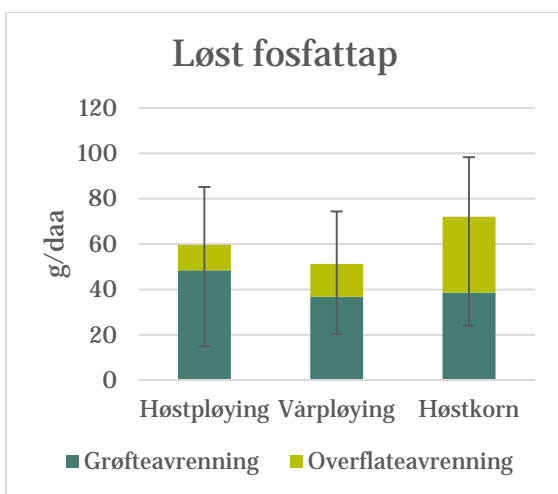
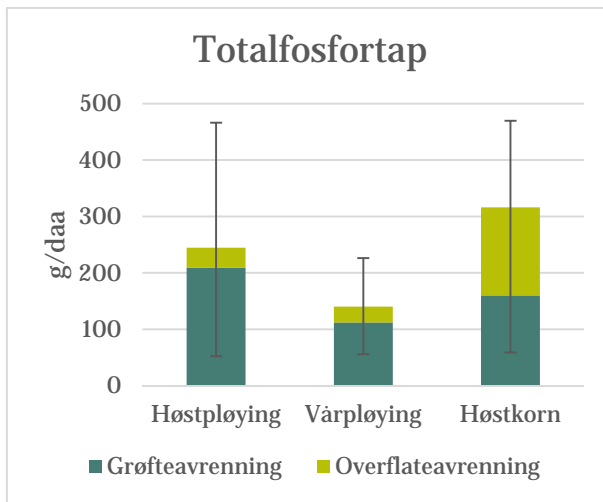
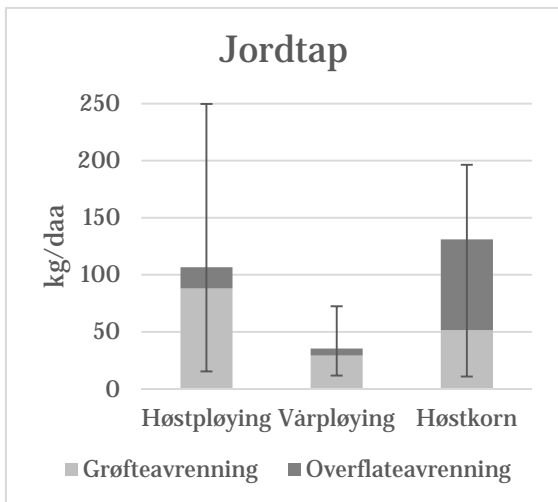
Den lave avrenningen i 2016-2017 resulterte i lave tap av jordpartikler og næringsstoffer. Det var også meget små forskjeller mellom behandlingene dette året. I gjennomsnitt for alle tre årene var jordtap fra vårpløyde ruter lavere sammenlignet med høstpløyde ruter og ruter med høstkorn. Forholdet mellom jordtap fra høstpløyde ruter og ruter der det var sådd høstkorn etter høstpløying varierte mellom år. Høstkornet ble sådd tidlig på høsten i 2014 og 2016 (begge år 10. september) og fikk god tid til å utvikle plantedekke på høsten, noe som har bidratt til å hindre jordtap fra rutene med høstkorn disse årene. Høsten 2015 ble høstkornet sådd sent (4. oktober) noe som kan gitt høyere jord- og næringsstofftap.

I gjennomsnitt viste fosfortapene samme trend som jordtapene. Det var liten forskjell i fosfortap mellom jordarbeidingsystemene i 2016/2017.

Nitrogentapet var lavest fra høstkorn de to årene da høstkornet ble sådd tidlig, mens det var høyest det året høstkornet ble sådd veldig sent (4. oktober). Utviklingen av høstkornet bidrar til å forklare variasjonen i nitrogentap mellom år og jordarbeidingsmetoder.

Tap av plantevernmidler i løpet av hele forsøksperioden på feltet har vært mindre enn 1% av sprøytet mengde med unntak av glyfosat i høstkorn vekstsesongen 2015/2016. Det siste året 2016/2017 var det ikke slike nedbørepisoder som forårsaket avrenningstopper som året før. Likevel bekrefter siste års målinger at høstsprøyting med glyfosat og overvintring i stubb med vårpløying gir generelt høyere konsentrasjoner i overflatevannet enn for høstpløying.

Grøftene var en viktig transportvei for både partikler og næringsstoffer alle tre årene. I 2016-2017, skjedde 60-65 % av jord- og fosfortapene gjennom grøftene, mens 88 % av nitrogentapene skjedde gjennom grøftene. Det har vært en nedgang i tap gjennom grøftene fra år til år. Det henger delvis sammen med nedgang i avrenningsmengde, men det kan ikke utelukkes at stabilisering etter nygrøfting i forbindelse med forsøksstart har hatt betydning.



Gjennomsnittlig, minimum og maksimum for årlige tap av jord, totalfosfor, løst fosfat og totalnitrogen for Kjelle ruteforsøk i perioden 2014-2017.

Summary

Reduced and changed soil tillage has been one of the most important measures against erosion and loss of nutrients from agricultural land since the early 1990's. Reduced tillage means harrowing instead of ploughing while changed tillage means ploughing in spring instead of autumn. Few studies of tillage effects were carried out on areas with low erosion risk and low nutrient loss, despite the fact that these areas make up the majority of agricultural areas for cereal crops.

The runoff plots at Kjelle in Bjørkelangen were initiated in 2014 to identify the impact of soil management on nutrient runoff from areas with little erosion risk, i.e. relatively flat areas. The experiment consists of 9 plots with measurements of runoff from both surface and drainage water from each plot. Soil tillage consists of 1) autumn ploughing with spring cereals, 2) spring ploughing with spring cereals and 3) autumn ploughing with winter wheat. Results from the first three years of the experiment (2014-2015, 2015-2016 and 2016-2017) are described in this report.

The weather conditions influence runoff considerably, and may cover the effect of soil tillage on soil and nutrient losses in the experiment. More monitoring years are needed in order to draw general conclusions about the effects of soil tillage on erosion and nutrient loss.

The last year (1. September 2016-1. September 2017) precipitation was lower (600 mm) than average for the normal period (1961-1990) (702 mm) and average temperature has been higher (5.9 °C) than in the normal period (3.3 °C). In the two first experimental years were warmer and wetter than the normal period. The average annual precipitation was almost the same for year one and year two, but the amount of runoff was higher in 2014-2015 (728 mm) compared to 2015-2016 (525 mm). In 2016-2017, there was only 211 mm runoff on average.

The low runoff in 2016-2017 resulted in low losses of soil particles and nutrient this year. In addition, there were small differences between the treatments during this year. On average for all three years soil losses from the spring ploughed plots were lower compared to the autumn ploughed plots, while the plots with winter wheat showed large variation in soil loss between years. The winter wheat was sown in early autumn 2014 and 2016 (both years 10. September) and had time to develop and cover the soil during autumn, which contributed to reduced erosion from these plots.

The difference in loss of total phosphorus between treatments was also very small. The trend over the years was the same as for soil losses.

Losses of nitrogen were lowest from winter wheat plots the two years when the winter wheat was sown early, but it was highest the year when the winter wheat was sown late (4. October). Development of winter wheat seem to be an important factor for nitrogen loss between years and treatments.

Loss of pesticides during the entire trial period has been less than 1% of sprayed amount with the exception of glyphosate in plots with winter wheat 2015/2016. The last year 2016/2017 did not have such precipitation episodes that caused runoff peaks as in the previous year. Nevertheless, last year's measurements confirm that autumn spraying with glyphosate and spring plowing results in increased concentrations compared to autumn ploughing after spraying.

The drainage system was an important pathway for both particles and nutrients during all years. In 2016-2017, 60-65% of the soil and phosphorus losses occurred through the drainage system, while 88 % of the nitrogen losses occurred through this pathway. However, during these three years, the losses through the drainage system has decreased. This is partly due to reduced runoff, but also the time since the tile drainage was established may contribute to the reduction.

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 to første forsøksårene er rapportert av Bechmann m.fl. (2015) og Kværnø m.fl. (2017). Denne rapporten presenterer resultater for tredje forsøksperiode (høst 2016 – høst 2017), presentert sammen med resultatene fra første og andre forsøksår.

2 Metoder

Metodene er beskrevet i en egen rapport om etablering av Kjelle jordarbeidingsforsøk (Hauken et al., 2015) og resultater er beskrevet i årsrapporter (Bechmann m.fl. 2015, Kværnø m.fl. 2017). I denne rapporten vil vi kun oppsummere metode-informasjon som avviker fra de foregående forsøksårene.

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 gjennomførte en avlingsregistrering den 28. august 2017 for alle kornslag.

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 med dysetype XR TeeJet 11002.

2.3 Avrenning og prøvetaking

I 2016-2017 ble det tatt ut seks vannprøver fra overflatevann og syv vannprøver fra grøftvann for analyse av næringsstoffer. Det ble tatt ut seks vannprøver til plantevernmiddelanalyse i overflatevann og syv for grøftvann. I januar 2017 ble det funnet feil ved sensorene på vippekarene som fanger opp overflatevann fra rutene 1 og 3, resultater for overflateavrenning fra disse rutene er derfor utelatt fra dataanalysene og resultatene som presenteres fra starten av forsøket til 1. september 2017.

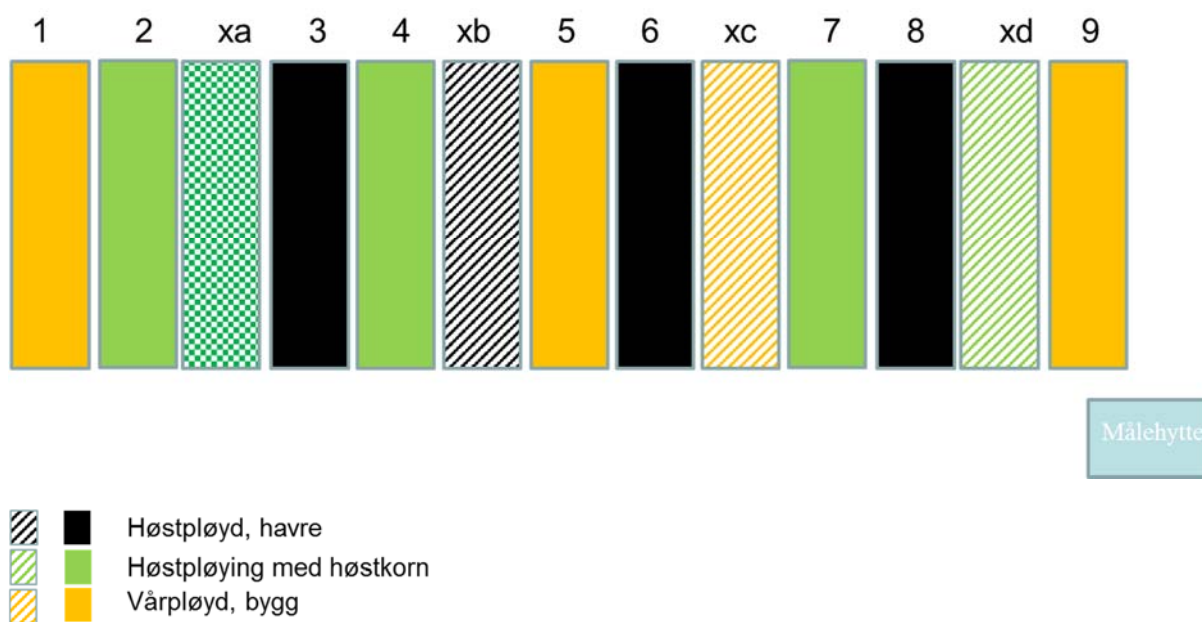
3 Driftspraksis

Forsøksleddene består av tre ulike jordarbeidingsystemer, 1) høstpløying, 2) vårpløying og 3) høstkorn (figur 3.1). Tre og tre ruter behandles likt. I forsøksåret 2016-2017 var rute 1, 5 og 9 vårpløyde med bygg, rute 2, 4 og 7 var høstpløyde med høstkorn, og rute 3, 6 og 8 var høstpløyde med havre. På rute xa (med klimastasjon) var det permanent gras. Rute xb, xc og xd, som ikke har avrenningsmålinger, var i 2016-2017 behandlet som henholdsvis forsøksledd høstpløying, vårpløying og høstkorn. Jordarbeidings-systemene inngår i en rotasjon, slik at behandlingene blir prøvd ut på ulike ruter hvert år. Jordbruksdriften fra tresking 2016 og til og med tresking 2017 er oppsummert i tabell 3.1.

3.1 Jordarbeiding

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

Jordarbeiding 2016/2017



Figur 3.1. Jordarbeiding på avrenningsrutene i 2016-2017. Rute xa har gras.

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

Høstpløying: Høstpløying, vårharving, såing av havre

Vårpløying: Ingen jordarbeiding på høsten, vårpløying, vårharving, såing av bygg

Høstkorn: Høstpløying, harving, såing av høsthvete

3.2 Såing av korn

I forsøksleddet med høstkorn ble det dyrket høsthvete, mens det på rutene med vårkorn ble dyrket havre etter høstpløying og bygg etter vårpløying. Høstkornet ble sådd 10. september 2016, etter å ha blitt pløyd 6. september og harvet 8. september 2017. Vårkornet ble sådd 6. mai 2017, etter å ha blitt harvet 5. mai og pløyd hhv. 5. mai eller 10. oktober (tabell 3.1).

Tabell 3.1. Jordbruksdrift på ulike ruter fra tresking 2016 til og med tresking 2017.

Forsøksledd	Pløye-dato; harvedato	Kornslag	Sådato	Gjødsling (kg/daa)	Sprøyting	Høste-dato	Råavling* (kg/daa)
Høstpløyd	10.10.16; 05.05.17	Havre	06.05.17	N: 11; P: 0,7 06.05.17	Glyfosat 02.09.16 05.09.17	CDQ 09.06.17	30.08.17 595
Vårpløyd	04.05.17; 05.05.17	Bygg	06.05.17	N: 11; P: 0,7 06.05.17	Glyfosat 02.09.16 08.08.17	CDQ 09.06.17	30.08.17 498
Høstkorn	06.09.16; 08.09.16	Høsthvete	10.09.16	N: 16; P: 0,6 07.04.17 01.06.17 23.06.17	Glyfosat 02.09.16	CDQ 03.05.17	30.08.17 784

*endelige resultater er ikke klare enda

3.3 Gjødsling og sprøyting

Det ble gjødslet med 16 kg N/daa til høstkorn (høsthvete) fordelt på tre ganger med 39 kg/daa NPK 25-2-6 7. april 2017 og 20 kg/daa kalksalpeter 1. og 23. juni 2017. Det ble gjødslet med 11 kg N/daa til vårkorn (bygg og havre) fordelt på en gang med 45 kg/daa NPK 25-2-6. Gjødslingen tilsvarer fosforgjødsling på henholdsvis 0,6 og 0,7 kg P/daa til høstkorn og vårkorn. Jordas gjennomsnittlige fosforinnhold ble bestemt ved forsøksstart i 2014 til mellom 13 og 33 mg P-AL/100 g. Nye analyser fra 2016 viste tilsvarende fosforinnhold mellom 17 og 34 mg P-AL/100 g (tabell 3.2). På jord med >14 mg P-AL/100 g er det ifølge NIBIO's gjødslingshåndbok ikke anbefalt fosforgjødsling, men for å følge gjødslingsnivået som brukes i praksis er det valgt å gjødsle med noe fosfor på forsøket.

Tabell 3.2. Fosfortall (mg P-AL/100g) fra 9 ruter med to gjentak, øverst (A) og nederst (B) på hver rute.

Rute nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	34	20	21	21	17	20	20	21	17
B	35	16	14	14	12	13	17	15	11

2. september 2016 ble alle rutene sprøytet med 350 mL/daa Roundup BIO. Roundup BIO inneholder glyfosat 360 g/L.

Høstkornet (rute 2,4 og 7) ble 3.mai 2017 sprøytet for ugras med 3g CDQ SX og 10 ml DP klebemiddel /daa. CDQ SX inneholder 111g/kg metsulfuron-metyl og 222g/kg tribenuron-metyl. De resterende

rutene med havre og bygg (1,3,5,6,8,og 9) samt XB, XC og XD ble sprøytet mot ugras med samme midlet og samme dose 9. juni 2017.

Bygget (rute 1,5 og 9) ble sprøytet med 350 mL/daa Glyphogan Eco i gulmoden åker 8. august 2017. Glyphogan Eco inneholder glyfosat 360g/L. Havren (rute 3,6 og 8) med sprøytet i stubben etter høsting 5.september 2017 med Glyphogan Eco samme dose.

3.4 Høstetidspunkt og avling

I 2016 ble det tresket 31. august. Ved slutten av forsøksåret ble alle ruter tresket 31. august 2017. Høsthveten ga forholdsvis gode avlinger (Gjns. 784 kg/daa) i gjennomsnitt i 2017. Avlingene i vårkorn var også bra for både høstpløyd (havre) og vårpløyde (bygg) ruter (Gjns. hhv. 595 og 498 kg/daa).

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 døgnverdier. Figur 4.2 viser mer detaljert døgnverdier av nedbør og gjennomsnittstemperatur for den siste forsøksperioden (2016-2017).

Gjennomsnittstemperaturene var ganske like i alle forsøksperiodene, og det var betydelig varmere i forsøksperiodene enn i normalperioden. I de to første forsøksperiode (2014-2016) var nedbøren høyere enn i normalperioden i åtte av tolv måneder, og temperaturen var høyere enn i normalperioden alle måneder unntatt januar. De første to forsøksperiodene er beskrevet i detaljer i Kværnø m.fl. (2017). I siste forsøksperiode (2016-2017) var nedbøren mye lavere enn i de første forsøksperiodene (over 200 mm mindre nedbør) og normalperioden,. Spesielt i månende desember og juli var nedbørmengden betydelig lavere enn i de første forsøksperiodene. I tillegg var maksimal mengde nedbør 78.7 mm i august, mens i 2014-2015 og 2015-2016 ble det målt en nedbørmengde på over 100 mm.

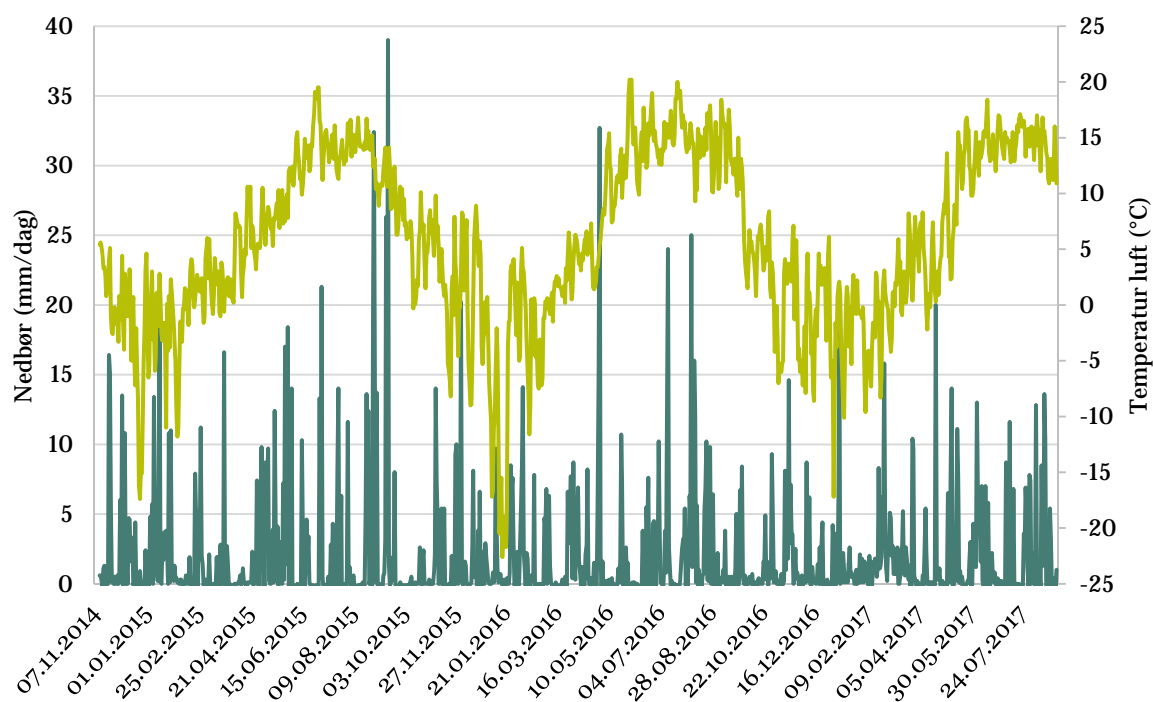
Første dagen med døgnmiddeltemperatur under null var 3. november og siste dagen med døgnmiddeltemperatur under null var 18. april. Vinteren 2016-2017 var karakterisert av stadig veksling mellom frysing og tining uten en lang sammenhengende frostperiode (figur 4.2).

Den første snøen kom 5. november, men et kontinuerlig snødekke var ikke etablert før 3. februar og det varte til 27. februar. Siste gang det var snødekke på rutene var 24. april. Det smeltet på samme dagen.

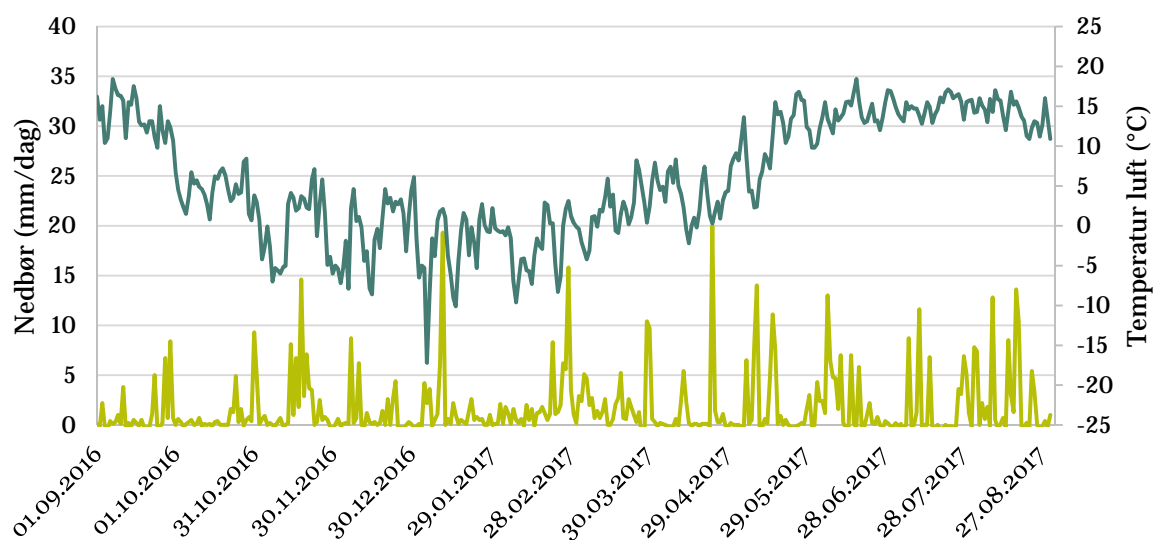
Maksimal døgnnedbør som ble registrert i siste forsøksperiode var 20 mm (24. april 2016, figur 4.2), mens det i perioden 2015-2016 var 39 mm (17. september) og 20 mm i perioden 2014-2015 (1. september 2015). I siste forsøksår var maksimal timesnedbør 9 mm en gang i juli, og 7 mm en gang i juni.

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

Måned	Normal* Nedbør	14-15	15-16	16-17	Normal* Temp	14-15	15-16	16-17
sep	75	35*	169	29.7	8,7	10,8*	10,8	13.7
okt	77	158*	10	23.7	4,9	8,3*	5,6	4.5
nov	71	87*	62	61	-1,6	3,4*	2,5	-0.2
des	52	56	54	28.9	-6,7	-3,7	1,0	-0.7
jan	43	104	47	49.2	-7,9	-1,4	-8,8	-2.7
feb	44	29	52	59.6	-7,6	-1,1	-2,9	-2.7
mar	39	47	56	66.8	-3,6	1,9	1,4	1.5
apr	48	13	101	34.4	2,3	5,1	4,4	3.6
mai	47	119	31	58.8	9,1	7,8	11,2	10.4
jun	56	61	37	64.2	13,3	12,8	15,2	13.8
jul	70	75	79	45.6	15,2	14,8	15,9	15
aug	80	52	126	78.7	13,7	14,7	14,1	14.1
Sum, middel	702	836	823	600	3,3	6,2	5,9	5.9



Figur 4.1. Nedbør og lufttemperatur i hele forsøksperioden høst 2014 – høst 2017, registrert på målestasjonen i forsøksfeltet.



Figur 4.2. Nedbør og lufttemperatur i hele forsøksperioden høst 2016 – høst 2017, registrert på målestasjonen i forsøksfeltet.

5 Avrenning

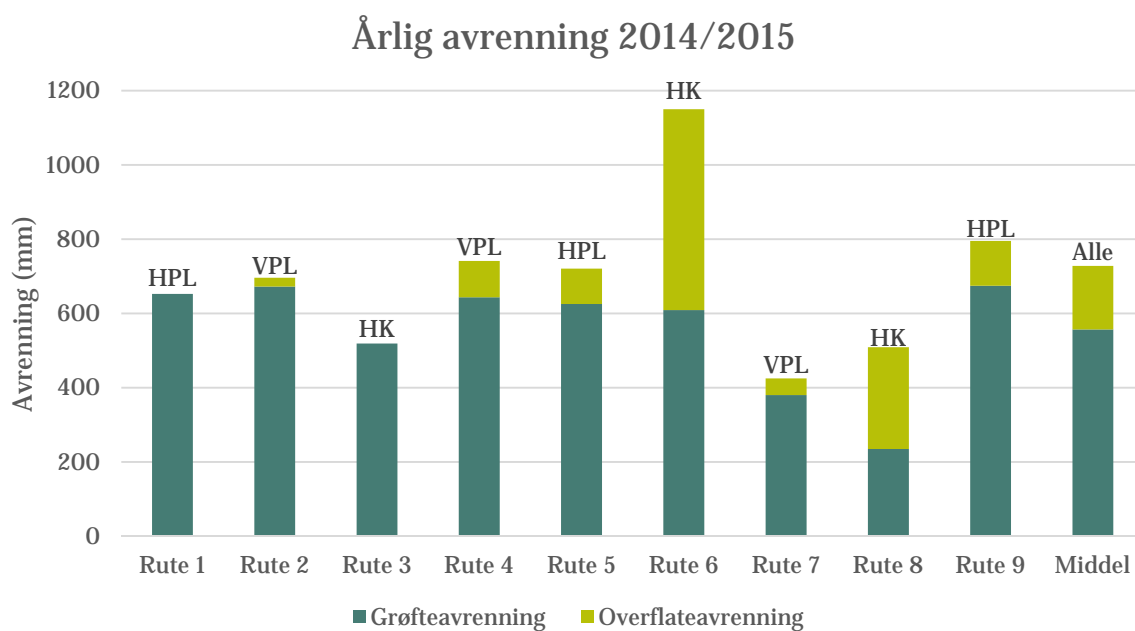
5.1 Årlige data og forskjell mellom ruter og behandlinger

I gjennomsnitt for hele forsøksfeltet (unntatt rute 1 og 3) var den totale avrenningen i 2016-2017 211 mm, mens den var betydelig høyere i periodene 2014-2015 (728 mm) og 2015-2016 (525 mm), fordi nedbørmengden var også betydelig lavere i 2016-2017 enn i de andre årene (tabell 4.1).

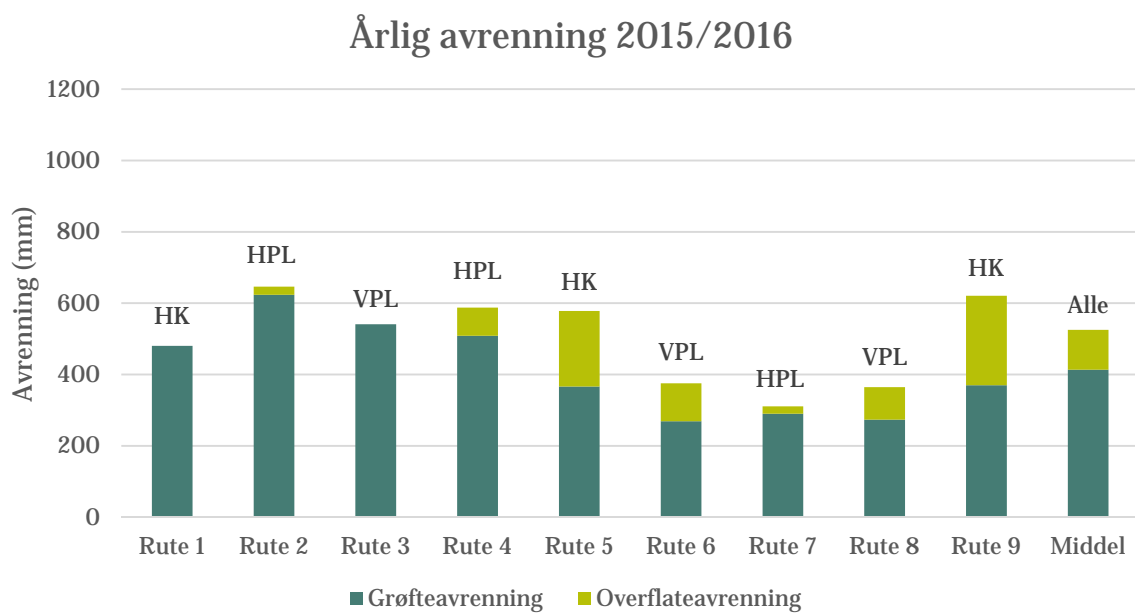
Nedbørsoverskuddet (nedbør minus avrenning) var 390 mm i 2016-2017, mens det var på kun 108 mm det første året, og 298 mm det andre året. Som diskutert i årsrapporten til det første året (Bechmann m.fl., 2015), er vannbalansen det første året urealistisk, mens det stemmer bedre i de andre årene med hva som kan forventes. Det stigende nedbørsoverskuddet kan tyde på at jordstrukturen har blitt tettere etter etablering av grøftesystemet, med redusert drenerings hastighet som fører til mer tid til fordampning.

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 på rute 7 og 8 begge årene, og ellers relativt like mengder. Det siste forsøksåret er preget av konsistent lav avrenning fra alle rutene, mye mindre enn i de første årene, men med en større andel av overflateavrenning fra rutene 1, 2 og 3 sammenlignet med de to første årene.

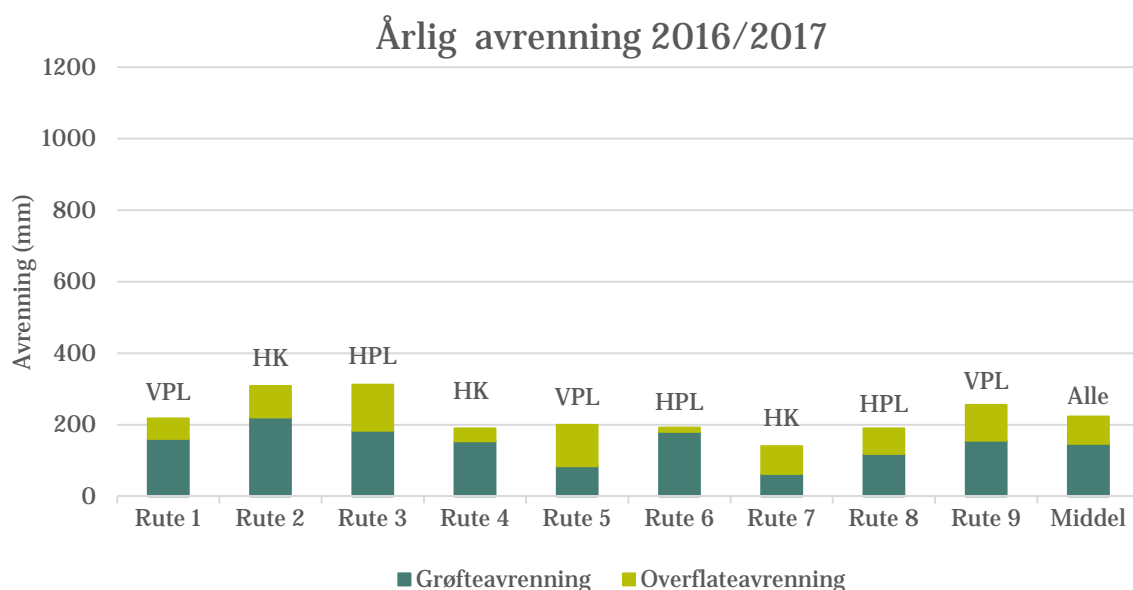
Gjennomsnittlig mengde overflateavrenning var 76.5 mm og lavere enn de første to årene (ca. 110 mm), men andel overflateavrenning var 36% og høyere enn de første to årene (16% og 22%). Mengde grøfteavrenning i 2016-2017. varierte fra 62 mm (rute 7) til 220 mm (rute 2) og var dermed 235 mm til 675 mm lavere enn de første to årene. I de to første årene var det rute 8 med minst og rute 9 med mest avrenning. Likt som i de første to årene var det stor variasjon mellom rutene. Mengde overflateavrenning varierte mellom ca. 36 mm fra rute 4 (høstpløyd med høstkorn) og 129 mm fra rute 3 (høstpløyd med vårkorn) mens andelen av overflateavrenning varierte mellom 6% på rute 6 og 61% på rute 3 som hadde samme behandling (høstpløyd med vårkorn). Som i de andre årene hadde rute 7 minst avrenning. Grøfteavrenning varierte mellom 62 mm fra rute 7 og 220 mm fra rute 2 som hadde samme behandling (høstpløyd med høstkorn), mens andelen av grøfteavrenning fra den totale avrenning varierte mellom 45% på rute 5 (vårpløyd med vårkorn) og 94% på rute 6 (høstpløyd med vårkorn). Total avrenning var høyest på rute 2 (308 mm) og 3 (312 mm), som begge var høstpløyd. I de to første årene var det også høstpløyd ruter som hadde mest total avrenning. På samme måte som i de andre årene er det ikke noen klar forskjell på avrenningen mellom de forskjellige behandlingene, noe som tyder på at behandlingseffektene 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.

5.2 Variasjoner i avrenning gjennom året

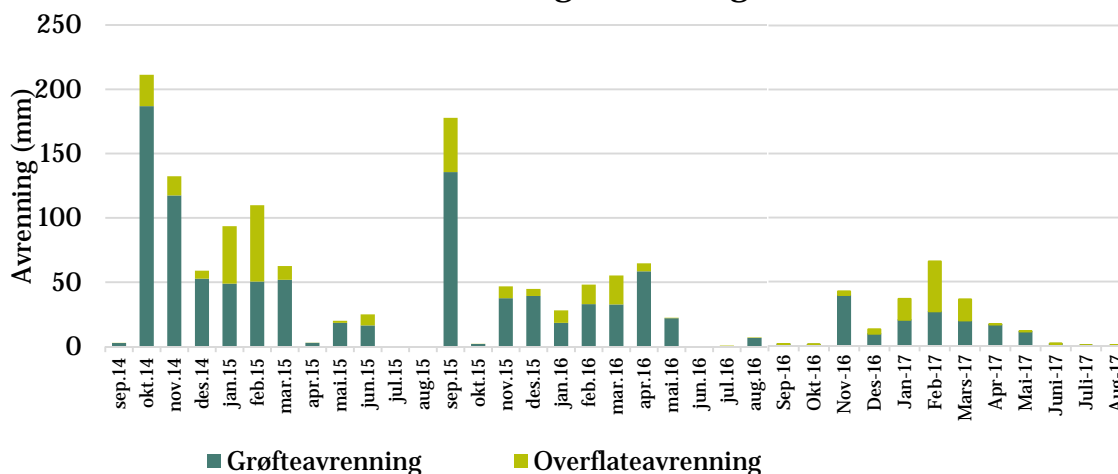
Figur 5.4 viser overflate- og grøfteavrenning per måned i de tre forsøksårene, i gjennomsnitt for alle rutene (unntatt 1 og 3 for overflateavrenning). Måten vannet fordeler seg på overflate- og grøfteavrenning var relativt likt de tre årene, med høye andeler overflateavrenning fra januar til mars, samt også til dels høye andeler overflateavrenning om sommeren, da avrenningsepisodene gjerne er små og intense, og mesteparten av vannet som infiltrerer blir tatt opp av plantene eller fordampes i stedet for å renne ut gjennom grøftene.

Sesongvariasjonene i 2014-2015 og 2015-2016 er nærmere beskrevet av Bechmann m.fl. (2015) og Kværnø m.fl. (2017). I 2016-2017 var det mest avrenning i februar (66 mm), da en del nedbør (tabell 4.1) kom sammen med snøsmelting. I tillegg var øverste jordsjiktet vannmettet (figur 5.8) (ca. $0.45 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ før frosten kommet) og frosten (ca. $0.1 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ når det var frost i bakken, fordi måleutstyr kan bare måle flytende vann ikke is) i februar, som førte til at meste parten av avrenning skjedde som overflateavrenning (60%).

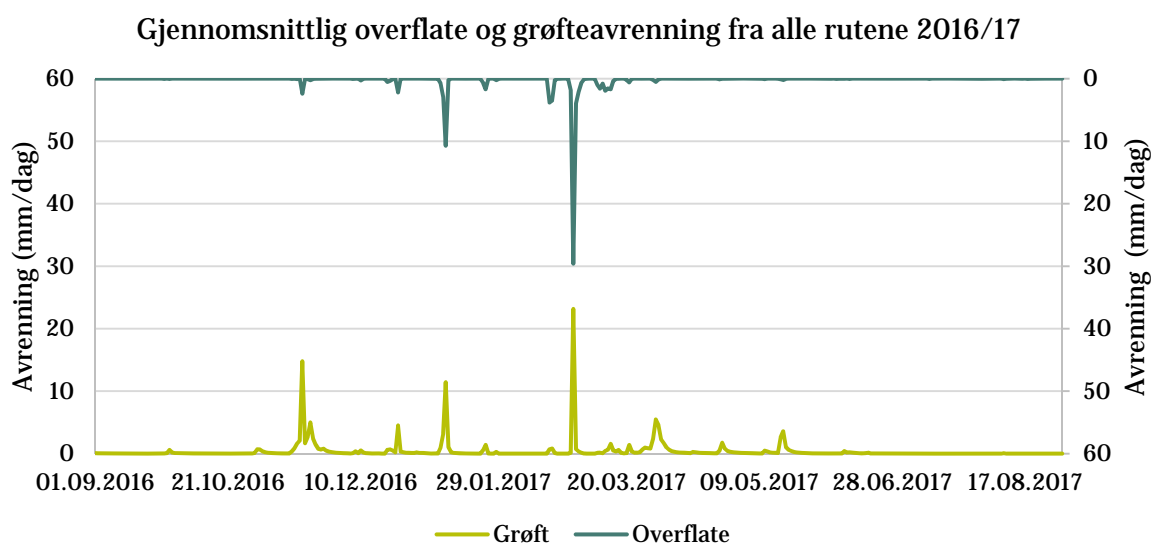
September og oktober 2016 var svært tørre og med lite avrenning (2 mm). Resten av høsten og vinteren lå totalavrenningen på 12-66 mm per måned, etterfulgt av en del avrenning i mars (36 mm), for så å synke utover våren og sommeren – i juni, juli og august 2017 var det knapt noen avrenning å snakke om på grunn av relativt lite nedbør kombinert med fordamping og vannopptak i plantene.

For å visualisere hvordan rutene reagerte i de forskjellige episodene i det siste forsøksåret er gjennomsnittlig grøfte- og overflateavrenning vist i figur 5.5. Man kan merke seg at de fleste episodene som førte til avrenning, førte til mest grøfteavrenning fra rutene. Det var bare i februar at nedbøren og snøsmeltingen genererte mer overflate avrenning enn grøfteavrenning. Etter 31. mars var det nesten bare grøfteavrenning fra rutene.

Månedlig avrenning 2014-2017

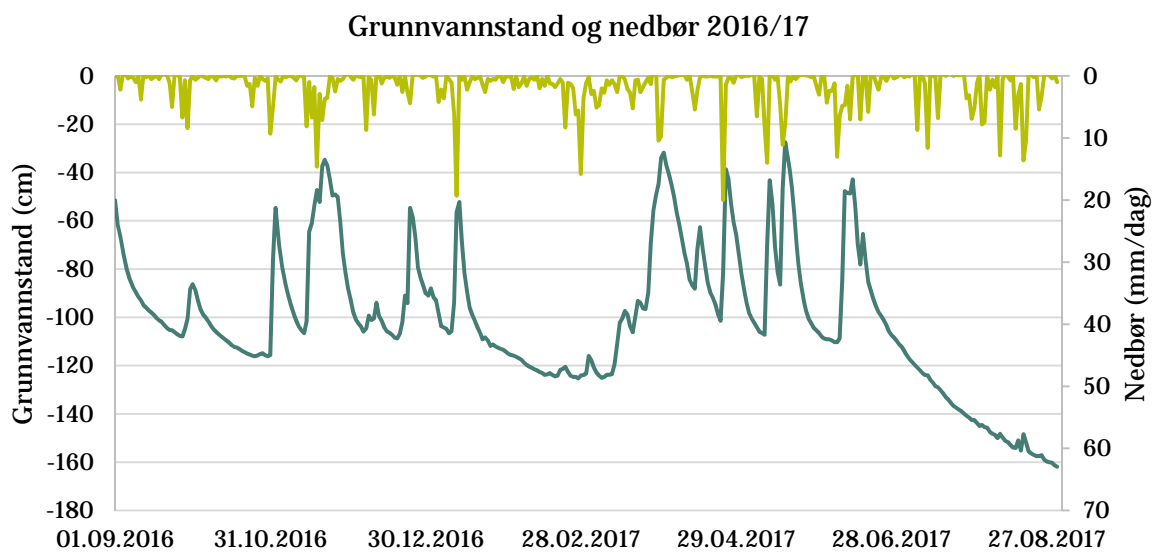


Figur 5.4. Gjennomsnittlige månedlig overflate- og grøfteavrenning (mm) for alle rutene (rute 1 og 3 utelatt), i forsøksperioden 1.9.2014 til 1.9.2017.



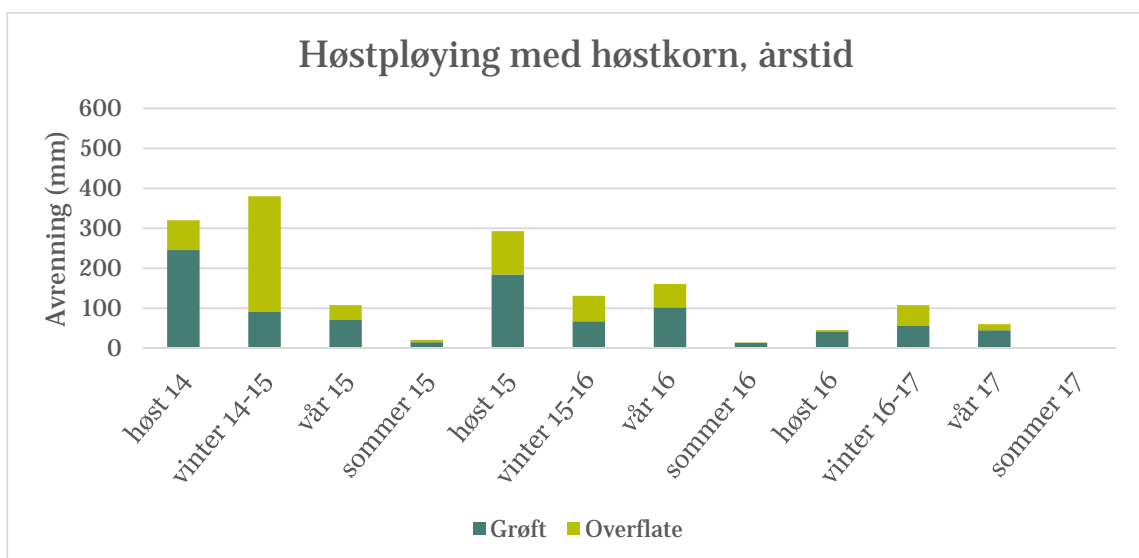
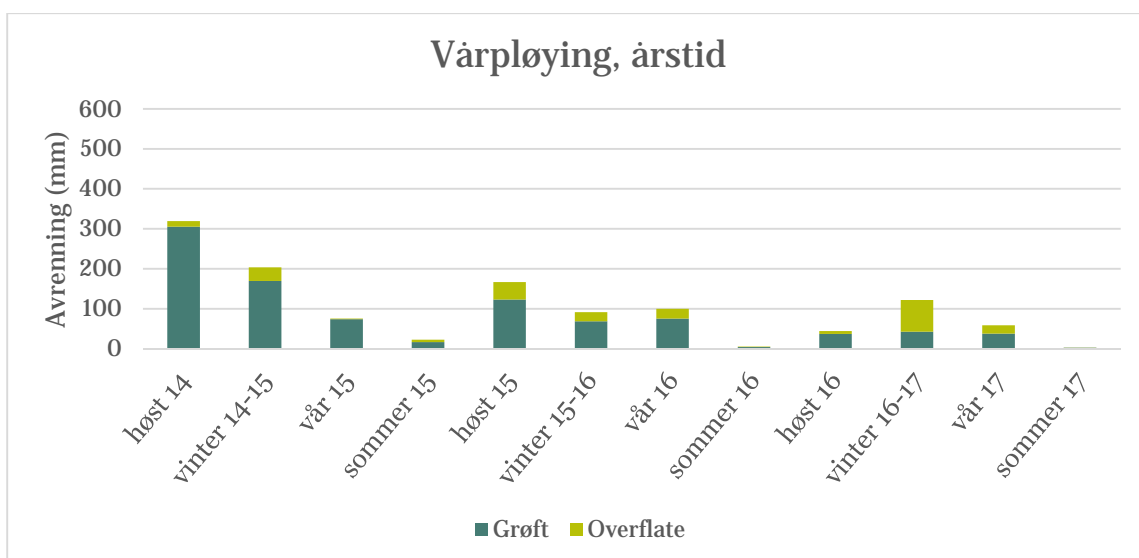
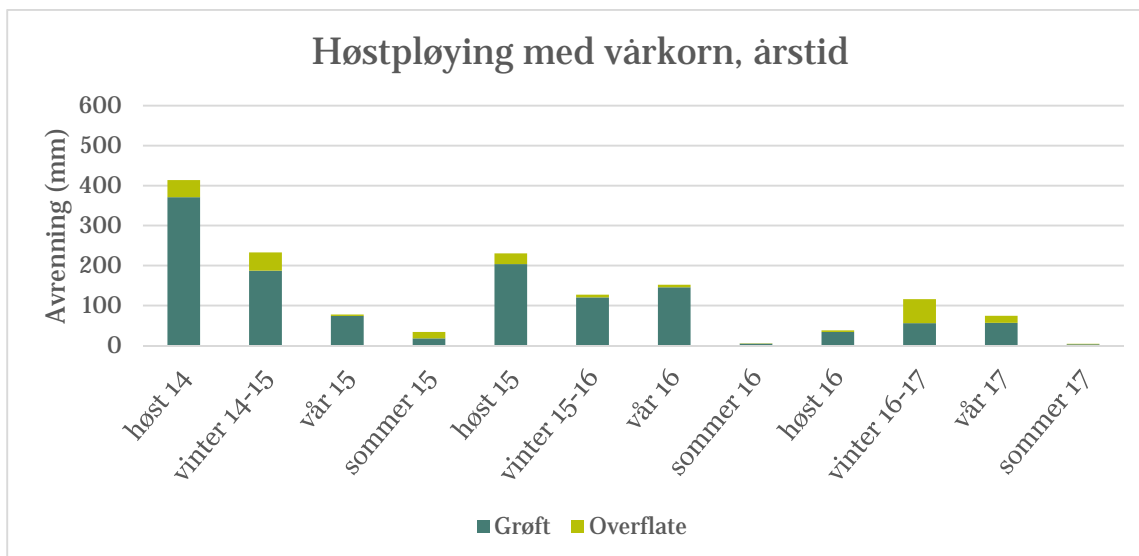
Figur 5.5. Gjennomsnittlig overflate- og grøfteavrenning (mm) fra alle rutene, i forsøksperioden 1.9.2016 til 1.9.2017.

Figur 5.6 viser grunnvannstand målt i det siste forsøksåret. Man kan se at grunnvannstanden varierte mellom ca. 30 cm og 1,2 m fra september til juni. Etter juni sank vannstanden enda lavere ned til 1,6 m. I februar var vannstanden lav (ca. 1,2 m) fordi mesteparten av nedbøren og vannet fra snøsmeltingen ble overflateavrenning på grunn av redusert infiltrasjon som resultat av frost i bakken. Unntatt februar, varierte grunnvannstanden med nedbørepisodene til og med juni. Etter juni er fordampning, vannopptak av plantene og jordsmonnets evne til å holde på resten av vannet mot gravitasjon sterk nok til å forhindre at vannet infiltrerer lenger ned og grunnvannstanden synker derfor ned til 1,6 m.

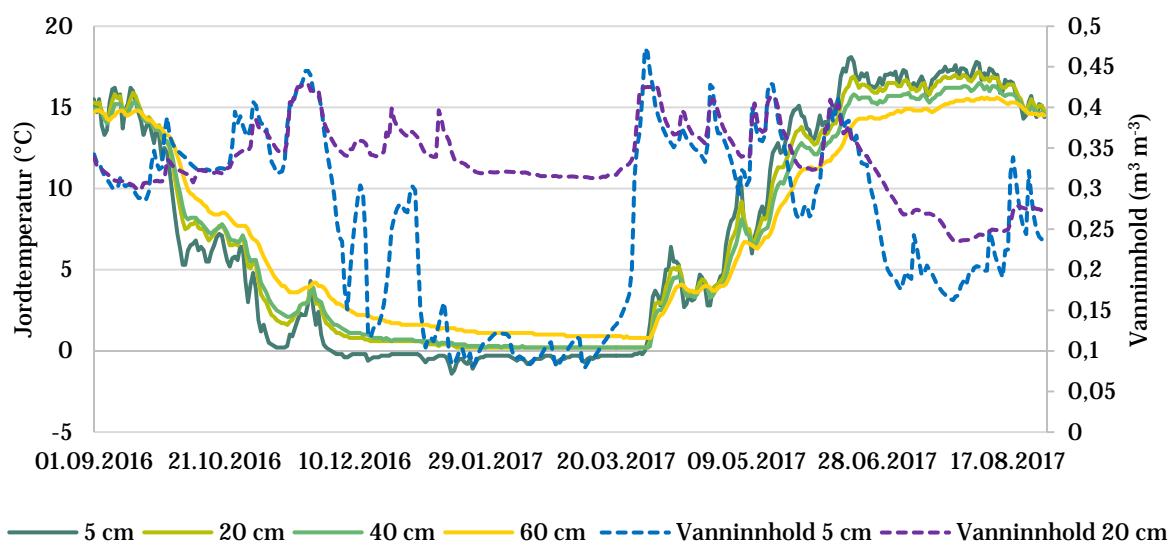


Figur 5.6. Grunnvannstand og nedbør i forsøksperioden 1.9.2016 til 1.9.2017.

Figur 5.7 viser sesongvariasjoner i avrenning i gjennomsnitt for hver behandling. Som vi har vært inne på, var det mest overflateavrenning på rutene med høstkorn i forsøksårene 2014-2015 mens det var mest overflateavrenning på de vårpløydde rutene i 2016-2017 om vinteren.



Figur 5.7 Overflate- og grøfteavrenning (mm) i gjennomsnitt for ruter med lik behandling (rute 1 og 3 utelatt), alle tre forsøksår.



Figur 5.8 Jordtemperatur og vanninnhold målet i jordprofil 1, i forsøksperioden 2016-2017.

I tabell 5.1, årlig nedbør og gjennomsnittlig avrenning fra alle rutene i de tre forsøksårene er presenter. Minst avrenning ble målet i 2016-2017, men i det året var det også betydelig mindre nedbør sammenlagt med de to første årene. De første to årene hadde ganske like mengde nedbør, men avrenning var lavere i 2015-2016. Grunner for dette ble diskutert i de tidligere rapportene (Kværnø m.fl., 2017 og Bechmann m.fl., 2015).

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

	Nedbør	Avrenning
	mm	mm
2014-2015	836	728
2015-2016	823	525
2016-2017	600	211

6 Partikler og næringsstoffer

6.1 Konsentrasjoner

I perioden fra jordarbeiding høsten 2016 til jordarbeiding høsten 2017 ble det tatt ut 7 blandprøver fra grøftevann og 6 blandprøver for overflatevann. Den siste blandprøven fra overflateavrenning dekket en lang periode fra 19. mai til 16. oktober. Det meste av avrenningen i denne perioden skjedde på høsten for de fleste rutene, men for rute 7 var det nesten ingen avrenning på høsten i denne perioden.

6.1.1 Suspendert stoff

Konsentrasjonene av suspendert stoff i overflateavrenning varierte fra rundt 10 mg/L for rute 5 (vårpløyd) på vinteren til 440 mg/L i rute 3 (høstpløyd) målt på høsten (tabell 6.1). Det var problemer med inløp av fremmedvann i rute 6 på vinteren og det har sannsynligvis bidratt til den høye konsentrasjonen (1600 mg/L). Konsentrasjonene av suspendert stoff fra høstpløyd ruter var generelt høyere enn fra de øvrige ruter med vårpløying og de med høstkorn. Det var ingen signifikant forskjell på de to sistnevnte behandlingene.

Tabell 6.1. Konsentrasjoner av suspendert stoff i overflateavrenning fra 9 ruter i Kjelle ruteforsøk i tredje forsøksår for perioden 1. september 2016 til 16. oktober 2017.

Prøveperiode	Høstpløyd			Vårpløyd			Høstkorn		
	Rute 3	Rute 6	Rute 8	Rute 1	Rute 5	Rute 9	Rute 2	Rute 4	Rute 7
mg suspendert stoff/L overflateavrenning									
1/9/16-15/9/16	370	110	160	200	270	81	130	100	90
15/9/16-20/12/16	440	220	210	240	150	300	40	33	250
20/12/16-28/02/17	130	(1600)	49	23	9,8	30	44	43	25
28/02/17-27/03/17	67	180	90	50	9,5	40	130	56	66
27/03/17-19/05/17	120	79	170	89	16	64	56	84	71
19/5/17-16/10/17	300	130	190	220	190	65	290	170	150

Tabell 6.2. Konsentrasjoner av suspendert stoff i grøfteavrenning fra 9 ruter i Kjelle ruteforsøk i tredje forsøksår for perioden 1. september 2016 til 16. oktober 2017.

Prøveperiode	Høstpløyd			Vårpløyd			Høstkorn		
	Rute 3	Rute 6	Rute 8	Rute 1	Rute 5	Rute 9	Rute 2	Rute 4	Rute 7
mg suspendert stoff/L grøfteavrenning									
1/9/16-15/9/16	86	54	81	82	63	100	25	72	130
15/9/16-20/12/16	86	75	23	92	110	120	85	76	130
20/12/16-28/02/17	35	38	42	39	34	63	46	35	31
28/02/17-27/03/17	30	39	6,5	43	33	46	29	38	29
27/03/17-19/05/17	27	26	8	51	36	37	21	29	49
19/05/17-30/6/17	18	7,7	9,3	49	39	37	23	22	12
30/6/17-16/10/17	60	75	70	50	48	54	21	18	40

Konsentrasjonene av suspendert stoff i grøfteavrenning varierte fra 6,5 mg/L for en høstpløyd rute (8) i februar-mars til 130 mg/L for en rute med høstkorn i to perioder på høsten (tabell 6.2). De var generelt lavere konsentrasjoner i grøfteavrenningen for de høstpløyde rutene enn for ruter med vårpløying og ruter med høstkorn.

6.1.2 Fosfor

6.1.2.1 Totalfosfor

Konsentrasjonene av totalfosfor i overflateavrenning var lavest (0,096 mg/L) for rute 5 i desember-februar (tabell 6.3). Denne ruten var vårpløyd og hadde også lave konsentrasjoner av suspendert stoff. Den høyeste konsentrasjonen av totalfosfor i overflateavrenning var 7,5 mg/L og den ble målt for en lang periode fra 19. mai til 16. oktober. Det var lite avrenning på høsten i denne perioden, og det meste av vannprøven er fra den første delen av perioden. Som for suspendert stoff, ble det målt en høy konsentrasjon (1,9 mg/L) i overflateavrenning fra rute 6 på vinteren. De laveste konsentrasjonene av totalfosfor i overflateavrenning er generelt målt fra de vårpløyde rutene, også hvis en ser bort fra den siste blandprøven.

Tabell 6.3. Konsentrasjoner av totalfosfor i overflateavrenning fra 9 ruter i Kjelle ruteforsøk i tredje forsøksår for perioden 1. september 2016 til 16. oktober 2017.

Prøveperiode	Høstpløyd			Vårpløyd			Høstkorn		
	Rute 3	Rute 6	Rute 8	Rute 1	Rute 5	Rute 9	Rute 2	Rute 4	Rute 7
	mg total fosfor/L overflateavrenning								
1/9/16-15/9/16	1,9	1,3	0,88	1,8	1,5	0,58	1,6	1,1	2,5
15/9/16-20/12/16	1,2	0,33	0,84	1	0,5	0,81	0,51	0,95	2,4
20/12/16-28/02/17	0,19	(1,9)	0,16	0,15	0,096	0,12	0,17	0,18	0,13
28/02/17-27/03/17	0,27	0,63	0,43	0,48	0,16	0,3	0,54	0,36	0,37
27/03/17-19/05/17	0,8	1	0,43	0,52	0,49	0,19	0,29	1,6	0,93
19/5/17-16/10/17	1,6	0,44	0,73	2,4	1,6	0,55	2,9	3,3	(7,5)

Tabell 6.4. Konsentrasjoner av totalfosfor i grøfteavrenning fra 9 ruter i Kjelle ruteforsøk i tredje forsøksår for perioden 1. september 2016 til 16. oktober 2017.

Prøveperiode	Høstpløyd			Vårpløyd			Høstkorn		
	Rute 3	Rute 6	Rute 8	Rute 1	Rute 5	Rute 9	Rute 2	Rute 4	Rute 7
	mg total fosfor/L grøfteavrenning								
1/9/16-15/9/16	0,28	0,2	0,25	0,39	0,24	0,35	0,2	0,33	0,44
15/9/16-20/12/16	0,45	0,31	0,17	0,46	0,47	0,44	0,4	0,41	0,67
20/12/16-28/02/17	0,19	0,19	0,2	0,19	0,18	0,2	0,22	0,17	0,18
28/02/17-27/03/17	0,23	0,24	0,14	0,28	0,22	0,27	0,32	0,25	0,17
27/03/17-19/05/17	0,12	0,14	0,088	0,2	0,14	0,15	0,13	0,14	0,25
19/05/17-30/6/17	0,058	0,089	0,072	0,19	0,11	0,14	0,14	0,1	0,12
30/6/17-16/10/17	0,69	0,73	0,52	0,64	0,26	0,23	0,23	0,38	0,33

Den laveste konsentrasjonen av totalfosfor (0,058 mg/L) i grøfteavrenning ble målt fra den høstpløyde rute 3 på forsommeren (19. mai-30. juni) (tabell 6.4). Den høyeste konsentrasjonen av totalfosfor (0,73 mg/L) i grøfteavrenning ble målt for rute 6 i perioden (30. juni-16. oktober), som dekker både dette rapporteringsårs jordarbeiding (høstpløying) og neste års jordarbeiding, som er høstkorn. Jordarbeidingen (høstpløying og harving) til det kommende høstkornet ble gjort i perioden 22.-26. september 2017. Alle de tre rutene som ble jordarbeidet til høstkorn i 2017 hadde høye konsentrasjoner av totalfosfor i grøfteavrenning i den siste blandprøven.

6.1.2.2 Løst fosfat

Konsentrasjonene av løst fosfat i overflateavrenning varierte fra 0,041 mg/L til 6,6 mg/L (tabell 6.5). Vannprøven med 6,6 mg/L representerer perioden fra 19. mai til 16. oktober 2017 og er fra rute 7. Det er en lang periode og det var nesten ingen avrenning på høsten fra den rute og det meste av vannprøven er derfor fra vår/sommeravrenning. Vannet har stått lenge i dunken og det er usikkert hva den prøven representerer. Løst fosfatkonsentrasjonene i overflatevann var likevel i gjennomsnitt størst for de tre rutene med høstkorn. Det var dessuten liten forskjell mellom konsentrasjoner av løst fosfat i overflateavrenning for ruter med høstpløying og vårpløying for året totalt.

Tabell 6.5. Konsentrasjoner av løst fosfat i overflateavrenning fra 9 ruter i Kjelle ruteforsøk i tredje forsøksår for perioden 1. september 2016 til 16. oktober 2017.

Prøveperiode	Høstpløyd			Vårpløyd			Høstkorn		
	Rute 3	Rute 6	Rute 8	Rute 1	Rute 5	Rute 9	Rute 2	Rute 4	Rute 7
mg løst fosfat/L overflateavrenning									
1/9/16-15/9/16	1,4	1	0,77	1,4	1,2	0,58	1,5	1,1	2,4
15/9/16-20/12/16	0,31	0,083	0,25	0,55	0,24	0,28	0,32	0,82	1,8
20/12/16-28/02/17	0,041	0,12	0,065	0,1	0,06	0,054	0,07	0,084	0,081
28/02/17-27/03/17	0,13	0,46	0,13	0,22	0,074	0,086	0,11	0,092	0,14
27/03/17-19/05/17	0,58	0,52	0,15	0,33	0,39	0,08	0,19	1,3	0,7
19/5/17-16/10/17	0,54	0,18	0,27	1,5	0,6	0,31	1,9	3	(6,6)

Tabell 6.6. Konsentrasjoner av løst fosfat i grøfteavrenning fra 9 ruter i Kjelle ruteforsøk i tredje forsøksår for perioden 1. september 2016 til 16. oktober 2017.

Prøveperiode	Høstpløyd			Vårpløyd			Høstkorn		
	Rute 3	Rute 6	Rute 8	Rute 1	Rute 5	Rute 9	Rute 2	Rute 4	Rute 7
mg løst fosfat/L grøfteavrenning									
1/9/16-15/9/16	0,087	0,098	0,059	0,23	0,052	0,092	0,097	0,16	0,18
15/9/16-20/12/16	0,068	0,067	0,028	0,13	0,07	0,065	0,099	0,14	0,13
20/12/16-28/02/17	0,09	0,072	0,087	0,11	0,11	0,088	0,11	0,086	0,11
28/02/17-27/03/17	0,091	0,061	0,048	0,11	0,094	0,066	0,1	0,1	0,1
27/03/17-19/05/17	0,044	0,053	0,042	0,085	0,045	0,048	0,072	0,081	0,096
19/05/17-30/6/17	0,025	0,03	0,028	0,1	0,033	0,032	0,094	0,07	0,041
30/6/17-16/10/17	0,078	0,13	0,11	0,13	0,065	0,063	0,1	0,11	0,11

Konsentrasjonene av løst fosfat i grøfteavrenning varierte fra 0,025 mg/L til 0,23 mg/L (tabell 6.6). Konsentrasjonene i gjennomsnitt størst i avrenning fra ruter med høstkorn og minst fra ruter med høstpløying. Det var stor variasjon for rutene med vårpløying med størst konsentrasjon der det var minst avrenning (rute 1) og minst konsentrasjon der det var mest avrenning (rute 9). Mye avrenning kan se ut til å gi en fortykning av konsentrasjonene av løst fosfat.

6.1.3 Nitrogen

Konsentrasjonene av totalnitrogen i overflateavrenning varierte fra 0,48 mg/L for en vårpløyd rute i mars til 52 mg/L for rute 7 (høstkorn), som dekker perioden mai-oktober 2017 (tabell 6.7). Det meste av vannet i den sistnevnte prøven fra rute 7 kommer fra mai-juni 2017 og det er stor usikkerhet med hensyn til denne konsentrasjonen siden den dekker en meget lang periode. Det ble målt 25 mg/L for rute 4 og 9. Prøven fra rute 4 dekket perioden 19. mai-16. oktober og hadde høstkorn i 2016-2017, men lå i stubb etter høsting og frem til prøvetaking 16. oktober. Rute 9 var vårpløyd og fra perioden april-mai. I perioden fra 1. september 2016 til 19. mai 2017 var gjennomsnittskonsentrasjonen av totalnitrogen i overflateavrenning lik for de tre behandlingene.

Tabell 6.7. Konsentrasjoner av totalnitrogen i overflateavrenning fra 9 ruter i Kjelle ruteforsøk i tredje forsøksår for perioden 1. september 2016 til 16. oktober 2017.

Prøveperiode	Høstpløyd			Vårpløyd			Høstkorn		
	Rute 3	Rute 6	Rute 8	Rute 1	Rute 5	Rute 9	Rute 2	Rute 4	Rute 7
mg totalnitrogen/L overflateavrenning									
1/9/16-15/9/16	6,2	5,4	2,8	6	8,3	2,5	6,9	3,2	12
15/9/16-20/12/16	9,7	0,91	14	5,5	2,6	5,6	5,5	4,6	9,5
20/12/16-28/02/17	0,81	2,5	1,3	0,51	0,54	0,63	1	1,6	1
28/02/17-27/03/17	1	6,6	2,7	0,71	0,48	0,84	1,4	1,4	1,3
27/03/17-19/05/17	13	7,2	15	9,4	18	25	6,6	19	15
19/5/17-16/10/17	12	4,2	4,2	20	14	8,1	24	25	(52)

Tabell 6.8. Konsentrasjoner av totalnitrogen i grøfteavrenning fra 9 ruter i Kjelle ruteforsøk i tredje forsøksår for perioden 1. september 2016 til 16. oktober 2017.

Prøveperiode	Høstpløyd			Vårpløyd			Høstkorn		
	Rute 3	Rute 6	Rute 8	Rute 1	Rute 5	Rute 9	Rute 2	Rute 4	Rute 7
mg totalnitrogen/L grøfteavrenning									
1/9/16-15/9/16	2,7	2,6	2,1	3,3	2,2	2,3	3	3	4,2
15/9/16-20/12/16	7,8	5,7	7	9,7	6,8	4,3	6,9	6,2	10
20/12/16-28/02/17	0,97	1,1	2,6	1	0,95	1,1	1,1	1,1	0,87
28/02/17-27/03/17	1,4	2,1	3,4	1,7	0,92	2,3	2,5	2	0,75
27/03/17-19/05/17	9,4	9,4	9,1	13	17	16	7,9	8,2	11
19/05/17-30/6/17	8,7	6,4	5,4	16	30	16	8,2	8,3	12
30/6/17-16/10/17	6,4	3,9	4,6	8,6	6,2	6,6	6,9	8,1	6,6

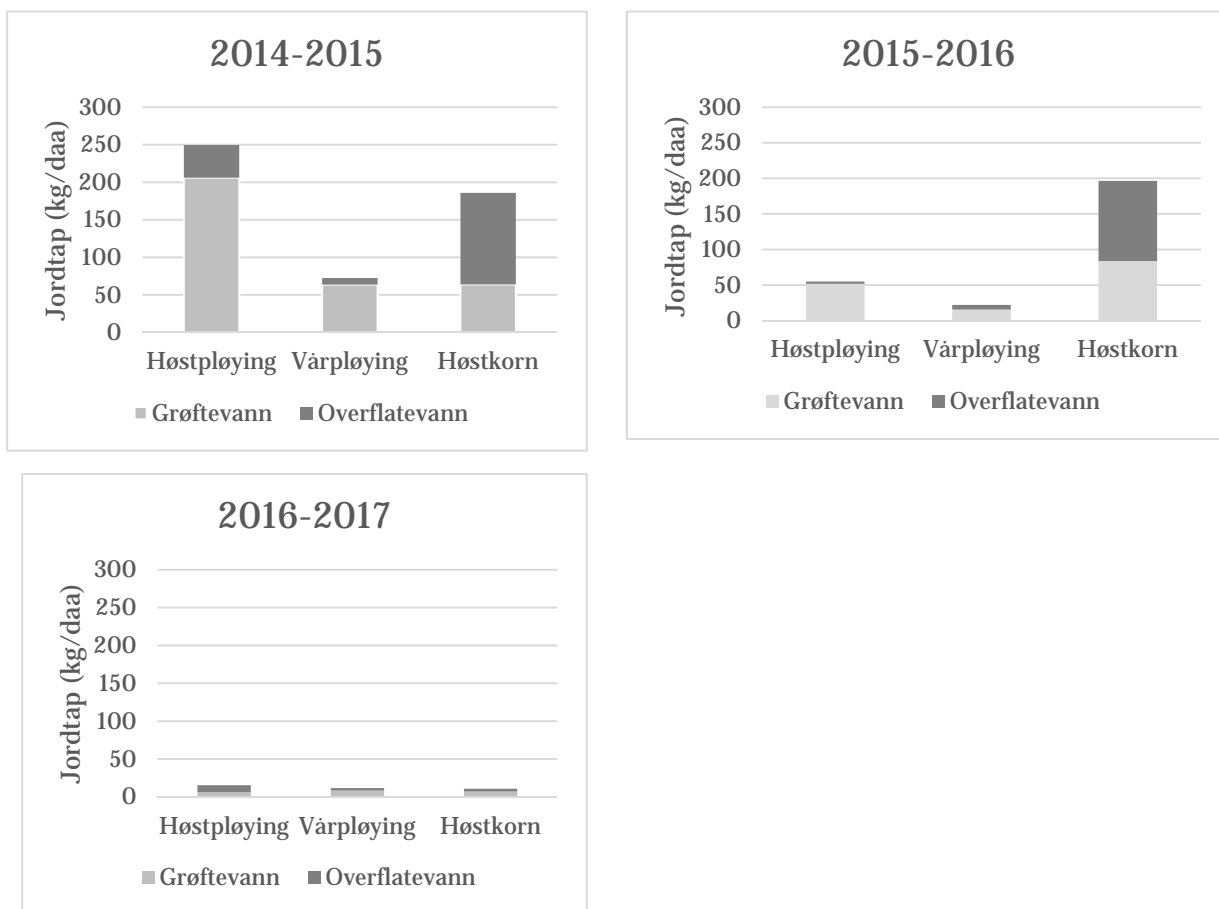
Konsentrasjonene av totalnitrogen i grøfteavrenning varierte fra 0,75 mg/L for rute 7 med høstkorn til 30 mg/L fra rute 5 med vårpløyning (tabell 6.8). I gjennomsnitt var konsentrasjonene litt høyere fra vårpløyde ruter sammenlignet med høstpløyning og høstkorn, som også er høstpløyd. Høstkornet var sådd tidlig og hadde god vekst gjennom vinteren. Det bidro til å redusere utvaskingen. De vårpløyde rutene hadde spesielt høye konsentrasjoner på våren, noe som kan ha sammenheng med jordarbeidingen og den økte mineraliseringen.

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.

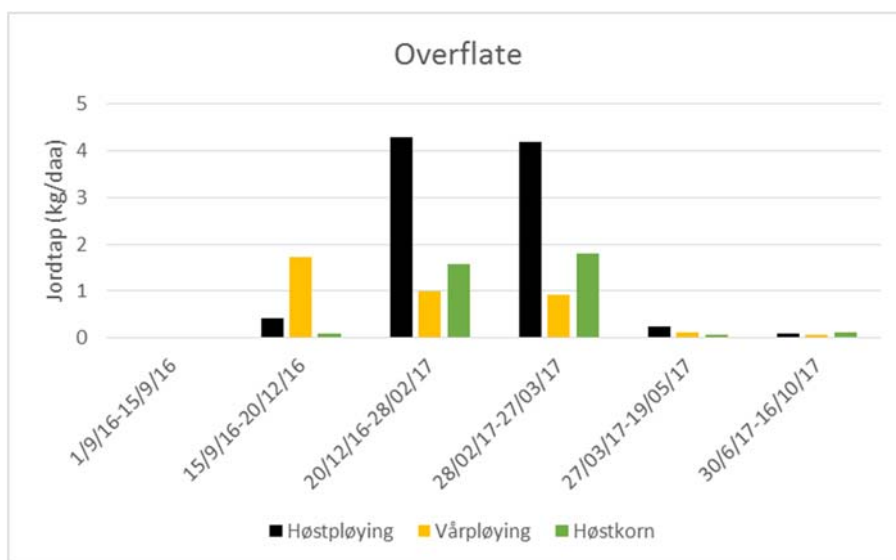
6.2.1 Jordtap

Jordtapene var i 2016-2017 mye lavere enn de to første årene (figur 6.1). Det skyldes bl.a. mye lavere avrenning det siste året sammenlignet med de to første. Ved de lave jordtapene som er målt er det kun små forskjeller mellom behandlingene. Det var litt større jordtap fra ruter med høstpløyning, mens de minste tapene ble målt fra ruter med høstkorn og ruter med vårpløyning. Høstkornet ble sådd veldig tidlig og dekket godt på vinteren dette året. På de vårpløyde rutene og rutene med høstkorn gikk i gjennomsnitt det meste av jordtapene gjennom grøftene, mens på de høstpløyde rutene ble det meste tapt via overflateavrenning.

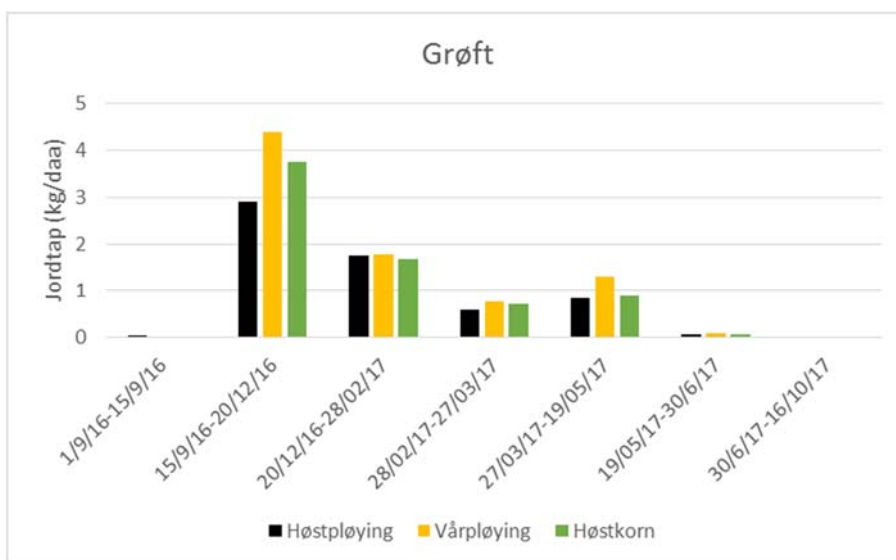


Figur 6.1 Gjennomsnittlig tap av jord (kg/daa) gjennom grøfte- og overflateavrenning fra hvert forsøksledd i tre forsøksår. Feilfeltet viser største og minste jordtap fra de tre rutene.

Jordtapene med overflatevann var små gjennom hele året 2016-2017 (figur 6.2). Det er en ujevn fordeling av jordtap via overflatevann med meget små jordtap i perioder med lite overflateavrenning (figur 5.4). I oktober-desember var jordtapene allerminst for ruter med høstpløyning med og uten høst Korn, mens rutene med overvintring i stubb (vårpløyning) hadde noe større jordtap i vannprøveperioden 15.9.2016-20.12.2016. For ruter med høstpløyning med og uten høst Korn skjedde de største jordtapene med overflatevann dette året i de to vannprøve-periodene fra 20.12.2016-28.2.2017 og 28.2.2017-27.3.2017. I disse to periodene var jordtapene i gjennomsnitt størst for de høstpløyde rutene. Høst Kornrutene hadde mindre enn halvparten så store gjennomsnittlige jordtap sammenlignet med høstpløyde ruter i disse to periodene. Høst Kornet ble sådd 10.9.2016 og utviklet et godt plantedecke i løpet av høsten, noe som bidro til å redusere risiko for tap av jord med overflatevann. På våren var jordtapene med overflatevann fra de vårpløyde rutene lavere enn fra de andre behandlingene. Dette året har det vært små jordtap og spesielt etter 27.3.2017 har det kun vært ubetydelige jordtap med overflatevann fra alle rutene siden det har vært veldig lite overflateavrenning.



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

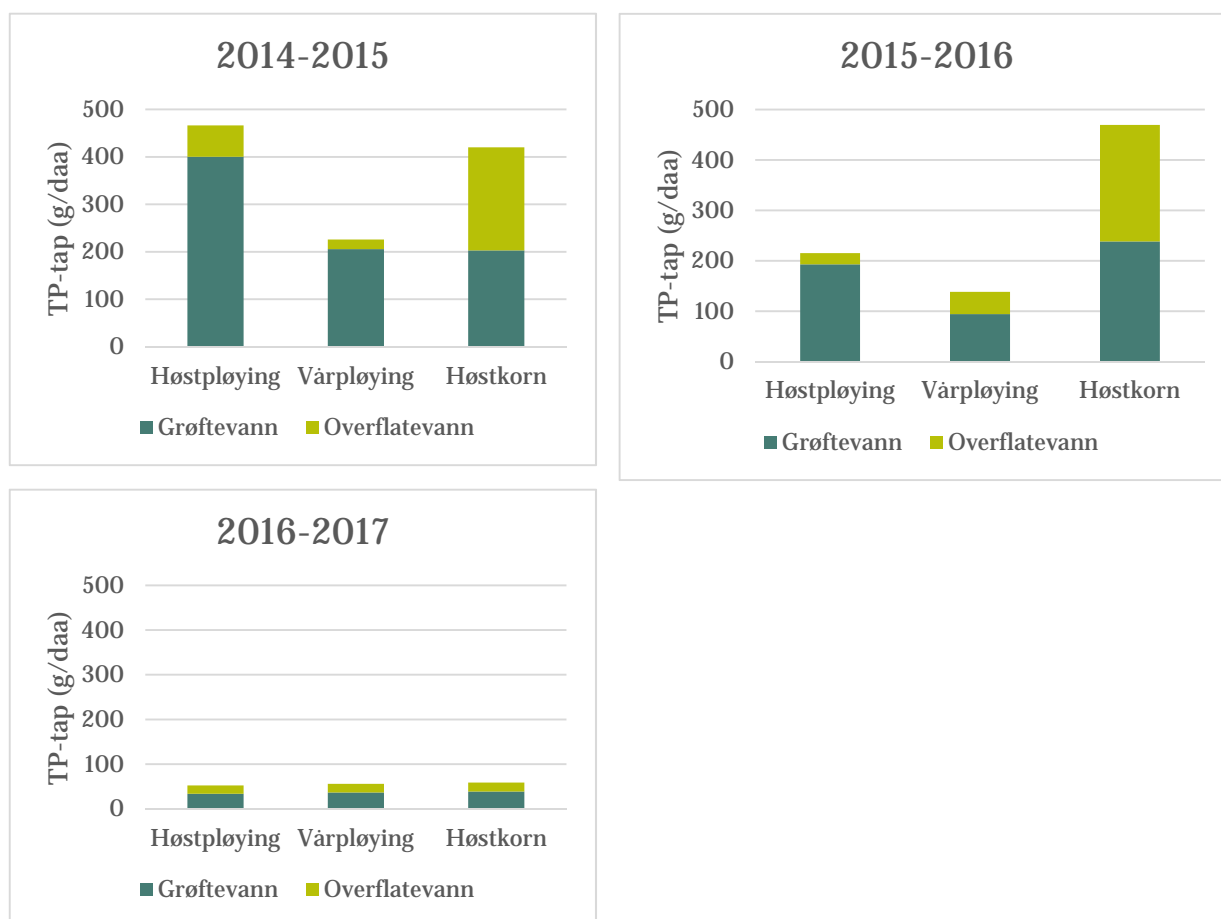


Figur 6.3 Tap av jord (kg/daa) med grøfteavrenning i blandprøveperiodene i gjennomsnitt for hvert forsøksledd, begge forsøksår.

Jordtapene gjennom grøftene var også meget små dette året, men vannprøveperioden fra 15.9.2016-20.12.2016 viste de største jordtapene gjennom grøftene (figur 6.3). Dette året var det først tørt, men i november kom det 61 mm nedbør. Desember var også tørrere enn normalt (tabell 4.1). Jordtapene gjennom grøftene var litt større for ruter med vårpløying og minst for ruter med høstpløying, men forskjellene er små og det er stor variasjon mellom rutene for de høstpløyde rutene og for de, som hadde høstkorn. Jordtapene var uansett små i denne perioden sammenlignet med tilsvarende periode tidligere år. Vannprøveperiodene resten av året viste ingen tydelige forskjeller mellom behandlingene. Variasjonen mellom de enkelte rutene innenfor en behandling var like stor som forskjellen mellom behandlingene og nivået var veldig lavt.

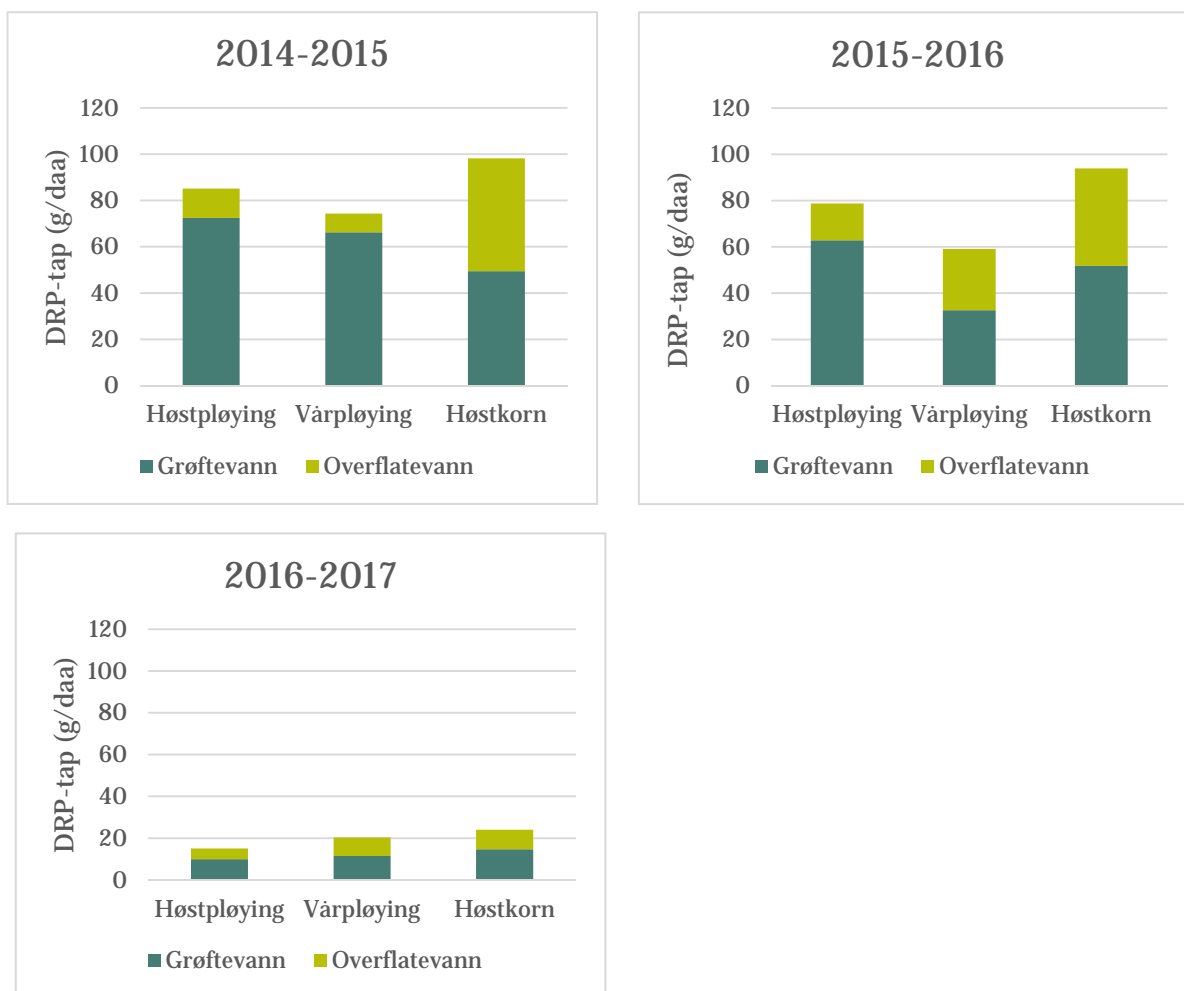
6.2.2 Fosfortap

Fosfortapene i 2016-2017 var også mye lavere enn de to første årene (figur 6.4). Det skyldes bl.a. mye lavere avrenning det siste året sammenlignet med de to første. Ved de lave fosfortapene som ble målt var det kun ubetydelige forskjeller mellom behandlingene både for overflateavrenning og for grøfteavrenning. I gjennomsnitt skjedde 65 % av fosfortapene gjennom drengrøftene.



Figur 6.4 Gjennomsnitt av årlige totalfosfortap (TP-tap) fra forsøksledd med høstpløying, vårpløying og høstkorn, tre forsøksår. Feilfeltet viser største og minste jordtap fra de tre rutene.

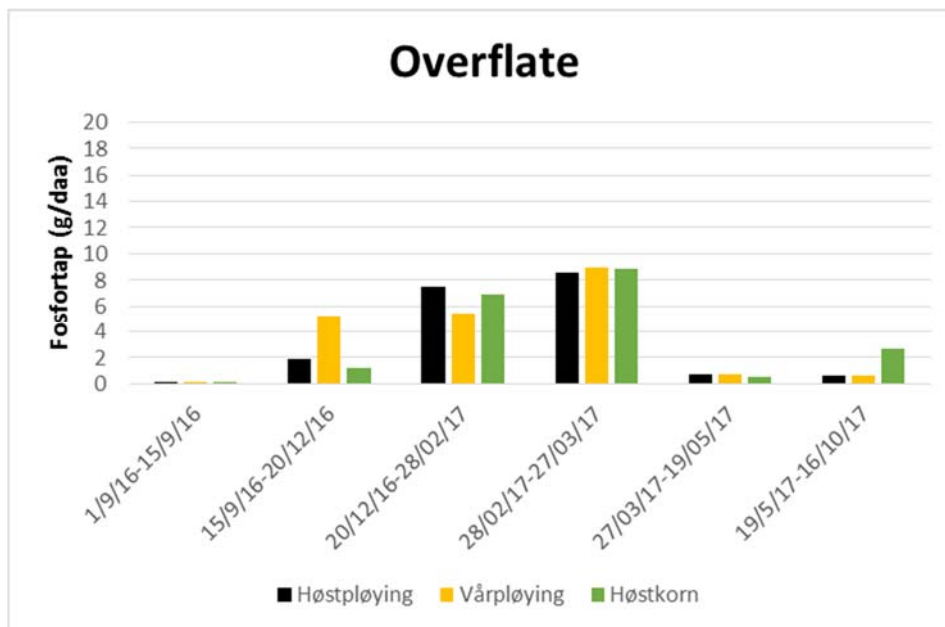
Tapene av løst fosfat i 2016-2017 var også mye lavere enn de to første årene (figur 6.5). Det skyldes bl.a. mye lavere avrenning det siste året sammenlignet med de to første. Det var stor variasjon i tap av løst fosfat mellom enkeltruter med lik behandling, men det er en tendens til at tapene av løst fosfat var større fra høstkorneruter sammenlignet med ruter med høstpløying uten høstkorn. De vårpløyde rutene hadde tap av løst fosfat som lå mellom høstpløying med og uten høstkorn. I gjennomsnitt skjedde 61 % av løst fosfat-tapene gjennom drengroftene.



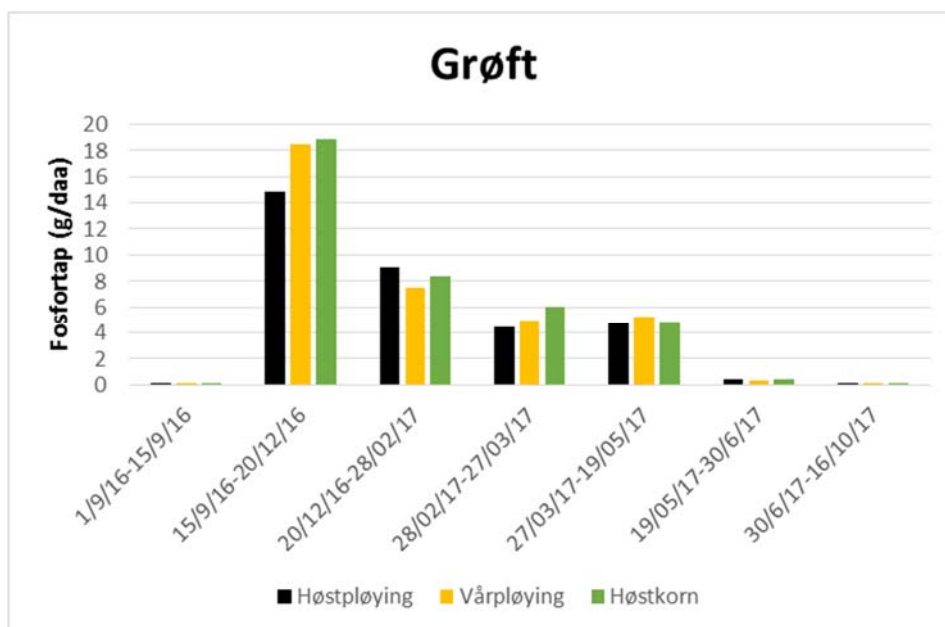
Figur 6.5 Gjennomsnitt av årlige tap av løst fosfat (DRP-tap) fra forsøksledd med høstpløying, vårpløying og høstkorn, begge forsøksår.

Det var en ujevn fordeling av fosfortap med overflatevann over året i 2016-2017 (figur 6.6). Det var lite fosfortap i september da det var meget lite overflateavrenning (figur 5.4). Fosfortapene med overflatevann var også små i perioden 15.9.2016-20.12.2016 for ruter med høstpløying med og uten høstkorn, men rutene med overvintring i stubb (vårpløying) hadde litt større fosfortap i denne perioden. Fosfortapene med overflatevann var størst i de to vannprøve-periodene fra 20.12.2016-28.2.2017 og 28.2.2017-27.3.2017 for alle rutene. I den første perioden var fosfortapene i gjennomsnitt minst for rutene med vårpløying, mens det var like store fosfortap fra de ulike behandlingene i perioden som dekker det meste av mars. Fosfortapene i april-mai var små og det var ingen forskjell mellom de tre behandlingene. Høstkornerutene ble sådd 10.9.2016 og utviklet et godt plantedekke i løpet av høsten, noe som bidro til å redusere risiko for tap av fosfor med overflatevann dette året. En vannprøve fra rute 7 fra perioden 19.5.2017-16.10.2017 hadde meget høye konsentrasjoner og dette vises i relativt høye fosfortap fra denne perioden. Det var mest løst fosfat i denne vannprøven. Avrenningen i denne vannprøve-perioden skjedde i mai-juni og det antas at den høye konsentrasjonen

kommer fra denne perioden. Siden vannprøveperioden var meget lang er det stor usikkerhet om hva som er årsaken til denne konsentrasjonen. Samlet for året var det ikke tydelige forskjeller i fosfortapene med overflatevann mellom behandlingene.



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



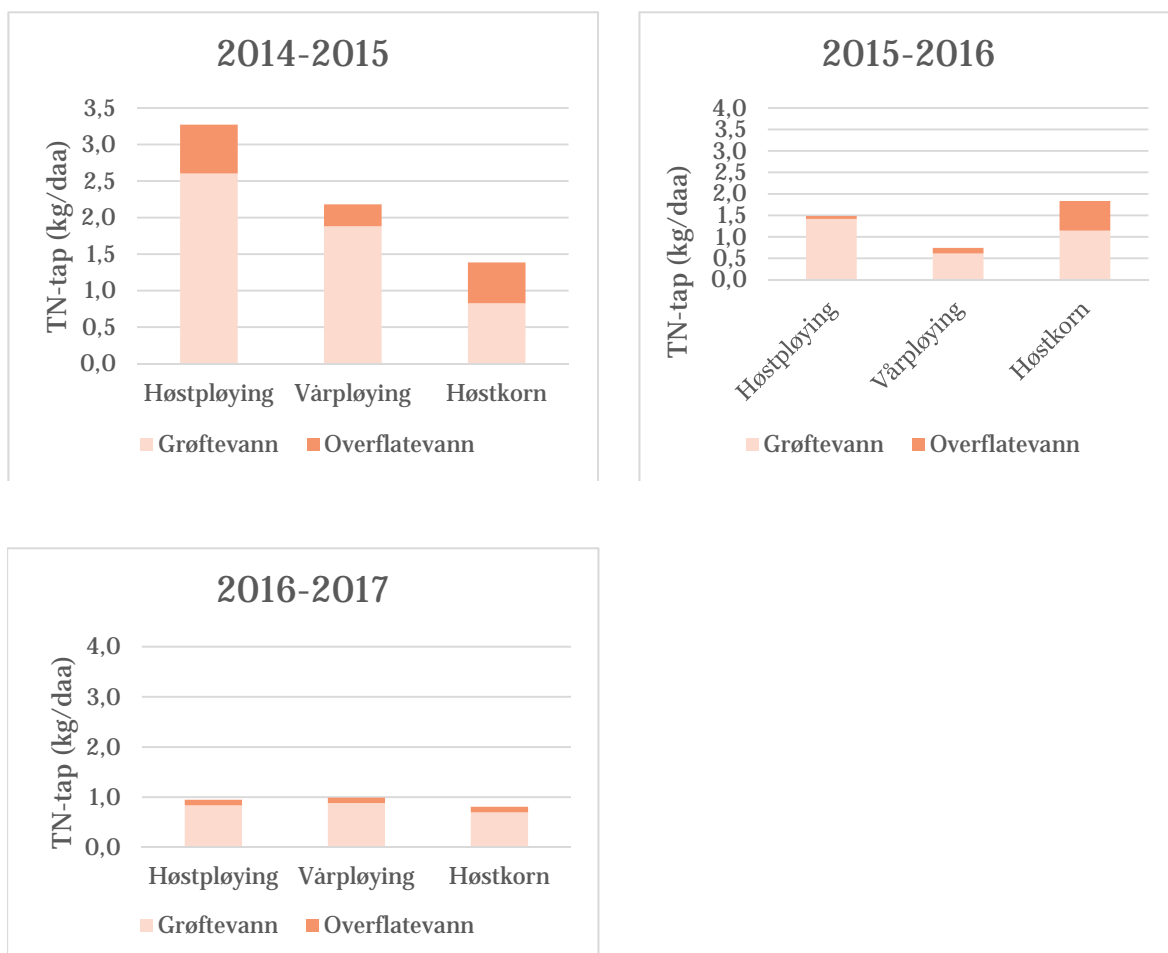
Figur 6.7 Gjennomsnittlig fosfortap i grøfteavrenning fra forsøksledd med høstpløying, vårpløying og høstkorn fordelt per blandprøveperiode.

Fosfortap gjennom grøftene var meget små dette året og spesielt i første halvdel av september på grunn av lite nedbør og avrenning (figur 6.7). Vannprøveperioden fra 15.9.2016-20.12.2016 viste de største fosfortapene gjennom grøftene dette året for alle behandlingene. I denne perioden var det først tørt, men i november kom det 61 mm nedbør. Desember var også tørrere enn normalt (tabell 4.1).

Fosfortapene gjennom grøftene var lavest for ruter med høstpløying, men forskjellene er små og det var stor variasjon mellom rutene innenfor hver behandling. Fosfortapene var uansett små i denne perioden sammenlignet med tilsvarende periode tidligere år. Vannprøveperiodene resten av året viste ingen tydelige forskjeller mellom behandlingene.

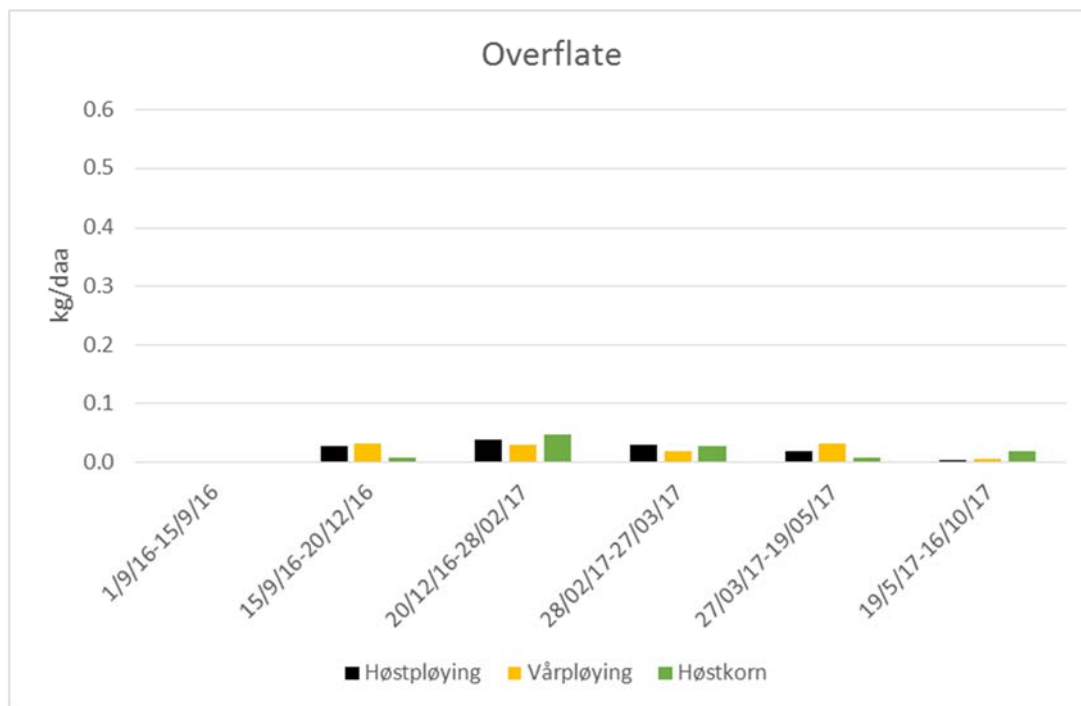
6.2.3 Nitrogentap

Det var liten forskjell i nitrogentapene fra ruter med ulik behandling (figur 6.8). Nitrogentapene for ruter med høstpløying med og uten høstkorn har vært høyere i begge de tidligere årene, mens nitrogentapet fra ruter med vårpløying i gjennomsnitt var lavere i 2015-2016 enn i 2016-2017. De lave nitrogentapene fra ruter med høstpløying skyldes bl.a. mye lavere avrenning, spesielt på høsten, sammenlignet med de to tidligere årene. Det var særlig lite overflateavrenning på høsten og totalt sett veldig lave nitrogentap med overflateavrenning. Ved de lave nitrogentapene som ble målt er det kun ubetydelige forskjeller mellom behandlingene. Høstkornet ble sådd veldig tidlig og dekket godt på vinteren dette året, men det var små nitrogentap fra alle behandling, fordi det var lite avrenning.

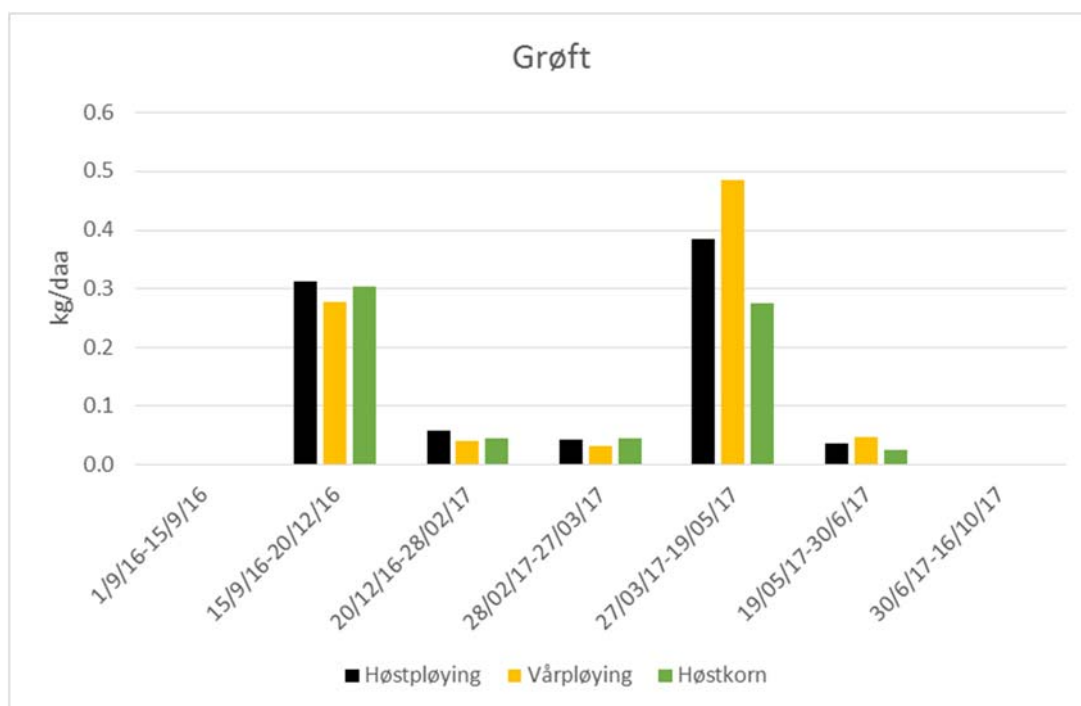


Figur 6.8 Gjennomsnittlige årlige nitrogentap fra forsøksledd med høstpløying, vårpløying og høstkorn tre forsøksår.

Nitrogentapene med overflatevann utgjorde 12 % av det totale nitrogentapet i gjennomsnitt for alle rutene. Nitrogentapene gjennom overflateavrenning var meget små og ubetydelige gjennom hele året 2016-2017. Fordeling av nitrogentap med overflatevann over året er mere jevn enn for jordtap og fosfortap i 2016-2017 (figur 6.9).



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

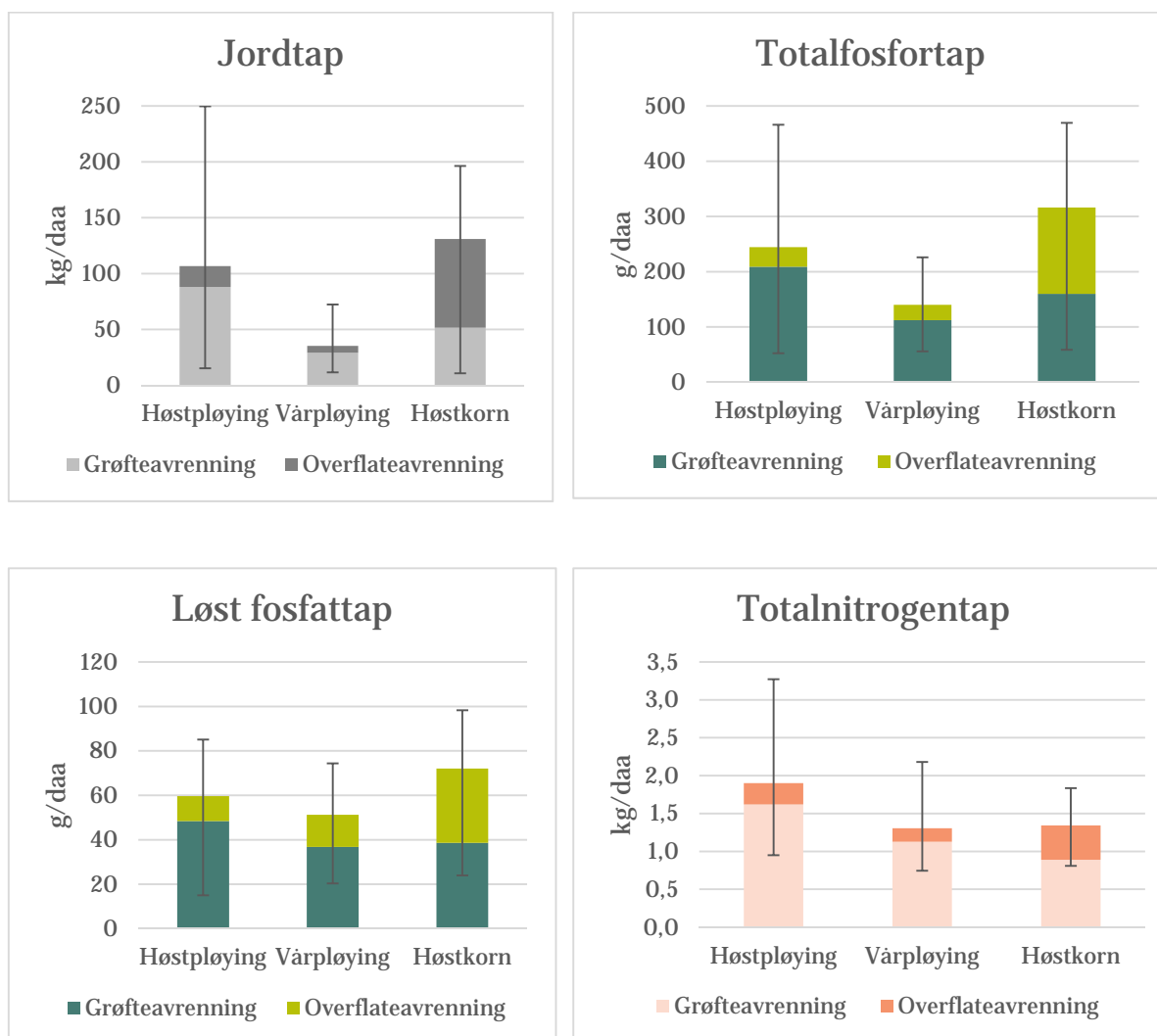


Figur 6.10 Gjennomsnittlig nitrogentap i grøfteavrenning fra forsøksledd med høstpløying, vårpløying og høstkorn fordelt per blandprøveperiode.

Nitrogentap gjennom grøftene var meget små i første halvdel av september på grunn av lite nedbør og avrenning (figur 6.10). Vannprøveperioden fra 15.9.2016-20.12.2016 viste forholdsvis store nitrogentap gjennom grøftene for alle behandlingene. I denne perioden var det først tørt, men i november kom det 61 mm nedbør. Desember var også tørrere enn normalt (tabell 4.1). I de to periodene fra 20.12.2016 til 27.3.2017 var det ingen forskjell på nitrogentapene gjennom grøftene mellom behandlingene. Nitrogentapene på våren (27.3.2017-19.5.2017) viste derimot større tap fra vårpløyd ruter sammenlignet med høstpløying og høstkorn. Høstkornrutene hadde de minste nitrogentapene gjennom grøftene i denne perioden. Vannprøvene resten av sommeren viste lave nitrogentap gjennom grøftene og ingen tydelige forskjeller mellom behandlingene.

6.3 Oppsummering av resultater for tre år med forsøksdata

Figur 6.11 oppsummerer gjennomsnittsverdier for de tre behandlingene i Kjelle ruteforsøk for de tre forsøksårene 2014-2015, 2015-2016 og 2016-2017. Årene er regnet fra 1. september til 1. september. De tre årene har hatt ganske forskjellige værforhold og meget forskjellig avrenningsmengde. Det har hatt betydning for resultatene.



Figur 6.11 Gjennomsnittlig tap av jord, totalfosfor, løst fosfat og totalnitrogen for ulike behandlinger over tre forsøksårs i Kjelle ruteforsøk.

Det siste året, 2016-2017 var det lite nedbør og lite avrenning og derfor ble tapene av jord og fosfor lavere enn de to første forsøksårene. Sammenlignet med et normalår (gjennomsnitt for 1961-1990) var det 100 mm mindre nedbør dette året. De første to forsøksårene hadde vel 100 mm mer nedbør sammenlignet med et normalår.

Nitrogentapene er også påvirket av nedbørmengden med mindre nitrogentap ved mindre avrenning, men for vårpløying var det likevel litt større nitrogentap i 2016-2017 enn i 2015-2016, spesielt på grunn av meget høye konsentrasjoner i en vannprøve sommeren 2017.

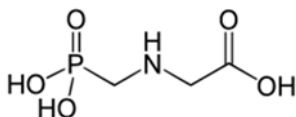
Utover været ser det ut til at sådato for høstkorn har stor betydning for forskjellen mellom de tre behandlingene (høstpløying med vårkorn, vårpløying med vårkorn og høstpløying med høstkorn).

7 Plantevernmidler

7.1 Konsentrasjoner av plantevernmidler

I perioden fra høsten 2016 til høsten 2017 ble det tatt ut 7 blandprøver av drensvann og 6 blandprøver av overflatevann til plantevernmiddelanalyser. Prøvene ble analysert for glyfosat (figur 7.1) og nedbrytningsproduktet AMPA (figur 7.4).

7.1.1 Glyfosat



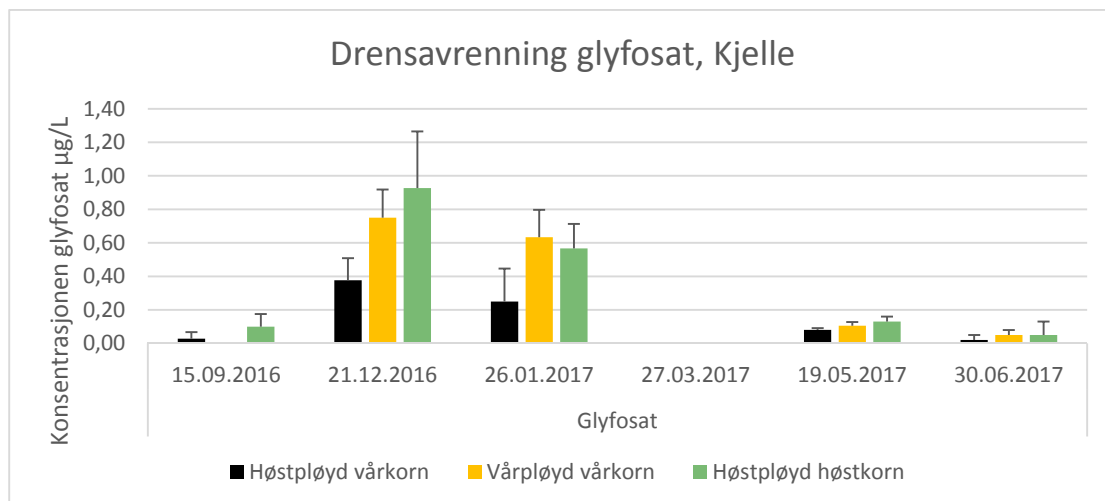
Figur 7.1 Molekylstruktur til glyfosat

Alle ruter ble sprøytet med glyfosat 02.09.2016. Rutene med høstkorn (2,4 og 7) ble pløyd like etter sprøyting (06.09.2016). Høstpløying av rutene med vårkorn (3,6 og 8) ble foretatt 10.10.2016. Tre av rutene som ble høstpløyd hadde avrenning til drensvann allerede ved første prøveuttak (tabell 7.1). Høyest konsentrasjon av glyfosat hadde rutene med høstkorn. Pløying like etter sprøyting bringer overflatejord med plantevernmiddel lenger ned i jordprofilen sammenlignet med de oppløydte rutene. Dette kan forårsake en raskere transport av glyfosat ned til drensrørene og derved gi en høyere konsentrasjon i drensvannet. Rutene som lå i stubb og skulle pløyes våren 2017 hadde ingen påvisning av glyfosat i drensvannet etter første sprøyting.

Det var funn av glyfosat i alle rutene i desember, med høyest konsentrasjoner fra rutene med høstkorn (figur 7.2), men forskjellene var små. Nedbøren for høst og vår 2016/2017 var mindre enn normalen med lite utlekking av glyfosat i drensvannet sammenlignet med 2015/2016.

Tabell 7.1 Konsentrasjoner av glyfosat i drensvann fra 9 ruter på Kjelle (2015/2016)

Prøveperiode	Høstpløyd/vårkorn			Vårpløyd/vårkorn			Høstpløyd /høstkorn		
	Rute 3	Rute 6	Rute 8	Rute 1	Rute 5	Rute 9	Rute 2	Rute 4	Rute 7
	µg Glyfosat/L drensvann								
15.09.2016	0	0.083	0	0	0	0	0.12	0	0.18
21.12.2016	0.47	0.47	0.19	0.81	0.52	0.92	0.48	1.3	1
26.01.2017	0.48	0.27	0	0.64	0.83	0.43	0.66	0.68	0.36
27.03.2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19.05.2017	0.11	0.11	0	0.17	0.12	0.13	0.18	0.16	0
30.06.2017	0	0,057	0	0,08	0	0,063	0	0	0

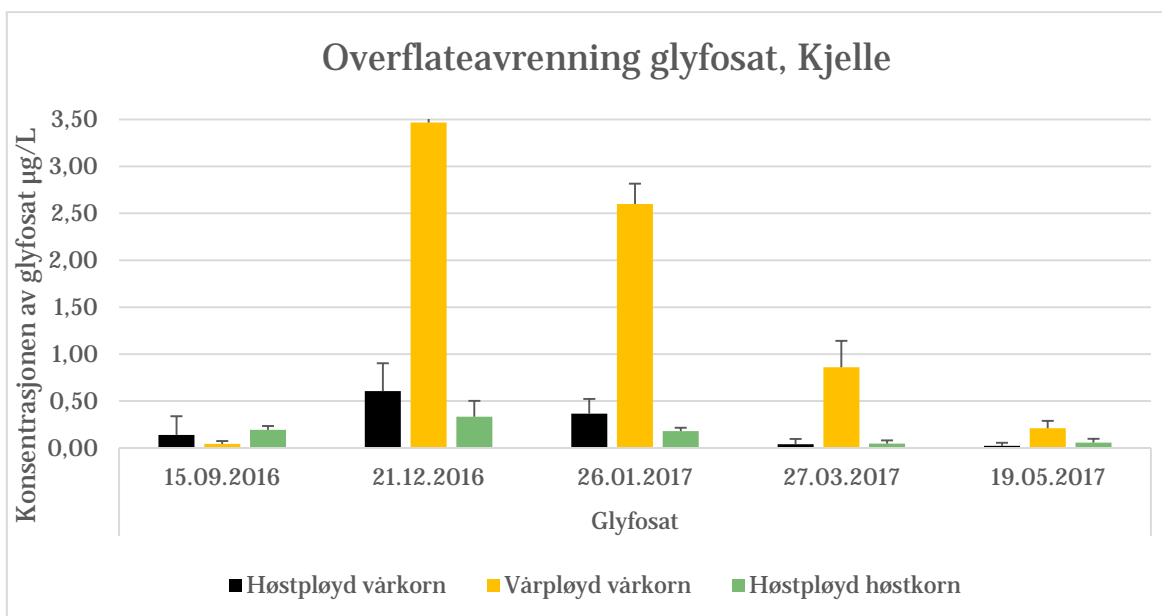


Figur 7.2. Gjennomsnitts konsentrasjonen (n=3) av glyfosat i drene vann ved ulike jordarbeiding, Kjelle 2016/2017

I overflatevannet var det som ventet høyest konsentrasjon av glyfosat i rutene som etter sprøyting ble liggende i stubb over vinteren (1,5 og 9) (figur 7.3). Det var høyest konsentrasjon av glyfosat i desember, men holdt seg også til slutten av mars (tabell 7.2)

Tabell 7.2 Konsentrasjoner av glyfosat i overflatevann fra 9 ruter på Kjelle (2016/2017)

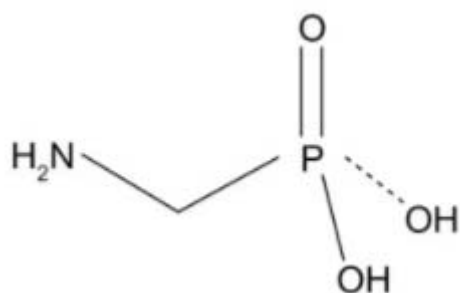
Prøveperiode	Høstpløyd/vårkorn			Vårpløyd/vårkorn			Høstpløyd /høstkorn		
	Rute 3	Rute 6	Rute 8	Rute 1	Rute 5	Rute 9	Rute 2	Rute 4	Rute 7
	µg Glyfosat/L overflatevann								
15.09.2016	0	0	0.42	0.07	0.06	0	0.18	0.15	0.25
21.12.2016	0.9	0.2	0.72	4.5	3.9	2	0.19	0.57	0.24
26.01.2017	0.15	0.44	0.51	2.7	2.3	2.8	0.16	0.15	0.23
27.03.2017	0	0.12	0	1.2	0.51	0.87	0.061	0	0.081
19.05.2017	0	0	0,069	0,32	0,14	0,17	0	0,089	0,083



Figur 7.3. Gjennomsnittskonsentrasjonen (n=3) av glyfosat i overflatevann ved ulike jordarbeiding, Kjelle 2016/2017

7.1.2 AMPA

Det ble påvist AMPA i dreinsvann fra bare en av rutene ved første prøvetaking høsten 2016 (tabell 7.3).

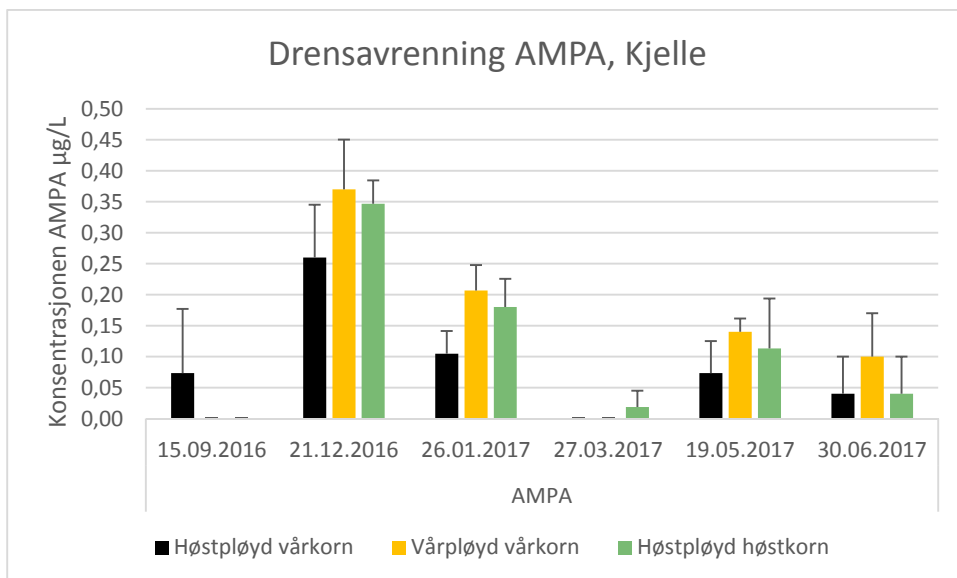


Det var liten forskjell mellom rutene. Dreinsavrenning av AMPA var høyere for rutene som ble vårpløyd. Det kan skyldes at ruter som ble vårpløyd opprettholder poresystemet i matjordlaget og derved transporterer AMPA raskere nedover i profilet. I rutene som ble høstpløyd kuttet poresystemet ved pløying noe som kan forklare redusert utlekking i høstpløydde ruter. Det var små forskjeller mellom rutene, men ruter med høstpløyd vårkorn hadde lavest gjennomsnittskonsentrasjon av AMPA (figur 8.5).

Figur 7.4 Molekylstruktur til AMPA

Tabell 7.3 Konsentrasjon av AMPA i dreinsvann fra 9 ruter på Kjelle (2016/2017)

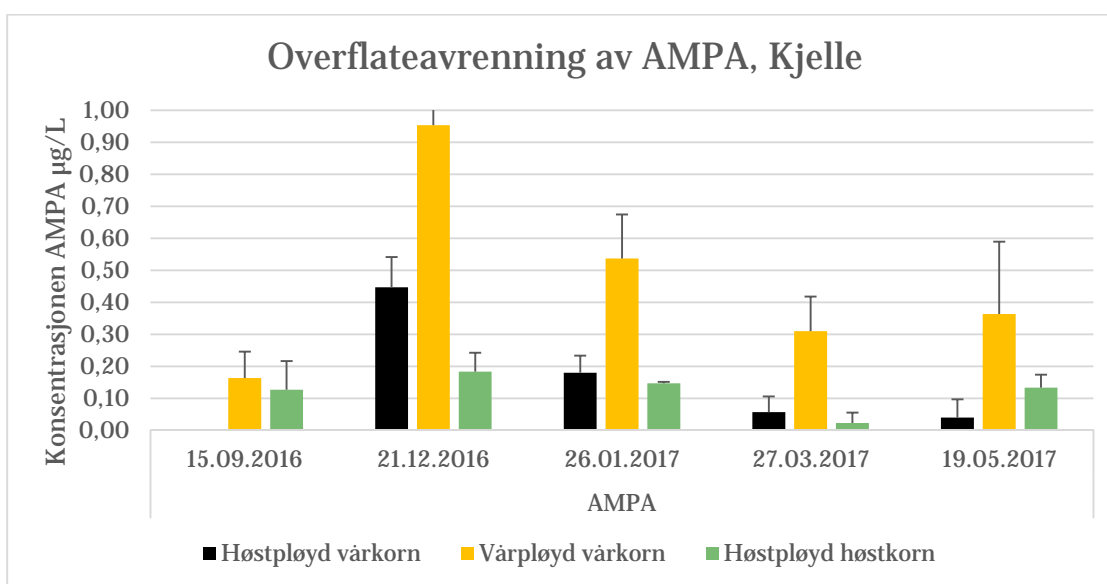
Prøveperiode	Høstpløyd/vårkorn			Vårpløyd/vårkorn			Høstpløyd/høstkorn		
	Rute 3	Rute 6	Rute 8	Rute 1	Rute 5	Rute 9	Rute 2	Rute 4	Rute 7
	µg AMPA/L dreinsvann								
15.09.2016	0	0.22	0	0	0	0	0	0	0
21.12.2016	0.33	0.31	0.14	0.34	0.29	0.48	0.32	0.4	0.32
26.01.2017	0.14	0.12	0.054	0.2	0.26	0.16	0.24	0.17	0.13
27.03.2017	0	0	0	0	0	0	0.056	0	0
19.05.2017	0.11	0.11	0	0.17	0.12	0.13	0.18	0.16	0
30.06.2017	0	0,12	0	0,17	0,12	0	0,12	0	0



Figur 7.5. Gjennomsnitts konsentrasjonen (n=3) av AMPA i drensavannet ved ulike jordarbeiding, Kjelle 2016/2017

Tabell 7.4 Konsentrasjon av AMPA i overflatevann fra 9 ruter på Kjelle (2016/2017)

Prøveperiode	Høstpløyd/vårkorn			Vårpløyd/vårkorn			Høstpløyd/høstkorn		
	Rute 3	Rute 6	Rute 8	Rute 1	Rute 5	Rute 9	Rute 2	Rute 4	Rute 7
	µg AMPA/L overflatevann								
15.09.2016	0	0	0	0.28	0.1	0.11	0.19	0.19	0
21.12.2016	0.57	0.34	0.43	1.36	0.84	0.66	0.22	0.23	0.1
26.01.2017	0.11	0.19	0.24	0.73	0.42	0.46	0.15	0.14	0.15
27.03.2017	0.05	0.12	0	0.46	0.26	0.21	0.069	0	0
19.05.2017	0	0	0.12	0.68	0.24	0.17	0.11	0.19	0.1

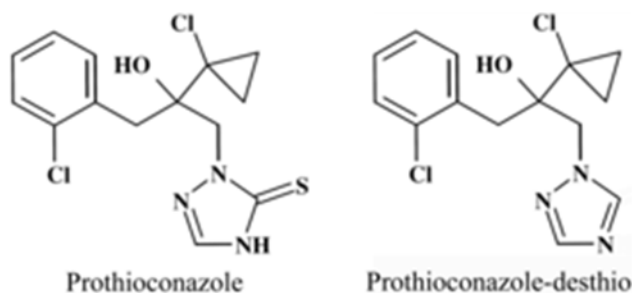


Figur 7.6 Gjennomsnitts konsentrasjonen (n=3) av AMPA i overflatevann ved ulike jordarbeiding, Kjelle 2016/2017

Rutene som lå i stubb hele vinteren hadde høyeste konsentrasjoner av AMPA i overflatevann og fulgte samme mønster som glyfosat. De vårløydde hadde mer en dobbelt så høye konsentrasjoner av AMPA som de høstpløydde rutene (figur 7.6).

7.1.3 Protiokonazol-destio

Alle ruter ble sprøytet med soppmidlet Proline 18.06.2015 og 09.06.2016 med det aktive stoffet protiokonazol. Soppmidlet protiokonazol brytes raskt ned til protiokonazol-destio (fig. 8.7). Denne metabolitten er mer mobil sammenlignet med morstoffet og den har også lengre nedbrytningstid. Det ble ikke sprøytet eller analysert avrenning av protiokonazol-destio i 2017. Resultatene for 2015 og 2016 er rapportert i årsrapporten 20-2016 (Kvernø et al., 2017).



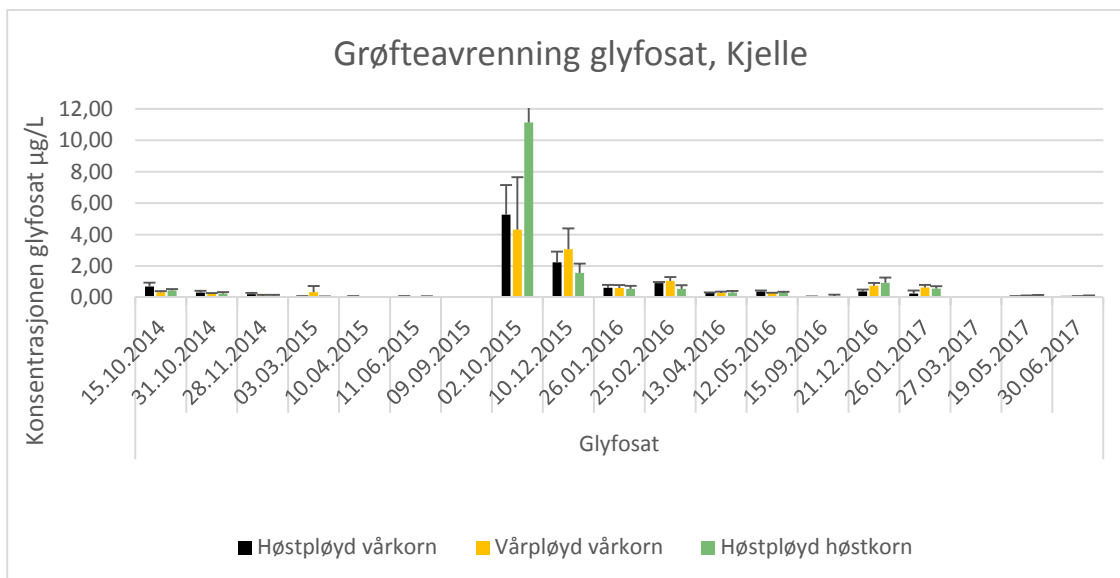
Figur 7.7 Protiokonazol og nedbrytingsproduktet protiokonazol-destio

7.2 Oppsummering av resultater fra tre år med pesticiddata

Generelt. Tre års forsøk bekrefter at det generelt er vannmengden og nedbøren like etter sprøyting som er den styrende faktoren for avrenning av glyfosat og nedbrytingsproduktet AMPA. Høsten 2014 og 2016 var høster med relativt lite nedbør, mens 2015 hadde episoder med mye nedbør like etter pløying og sprøyting. Tidspunkt for regn etter sprøyting betyr mest for overflateavrenning og særlig for slike stoffer som bindes sterkt til jord, slik som glyfosat. I forsøkene på Kjelle har all glyfosat blitt sprøytet etter høsting i alle tre årene forsøkene har pågått.

Valg av jordarbeiding og tidspunkt for når den utføres er avgjørende for konsentrasjonen av plantevernmidlet. Pløying etter sprøyting forårsaker at pesticider som er sprøytet på jorda blir begravd og reduserer eksponeringen, men ved sterk nedbør vil pløying forårsake økt erosjon og overflatetransport. Sprøyting om høsten i stubbåkeren med vårløying gjør at pesticidet blir liggende eksponert for avrenning hele høsten, vinter og vår. Avrenning av pesticidet kan påregnes dersom pesticidet ikke brytes ned. Pløying kutter makroporene i jorda slik at den vertikale transporten brytes og utlekking til drengroftene blir redusert. Den totale mengden av glyfosat som lekker ut eller renner av utgjør liten andel av det som blir sprøytet, ofte mindre enn 1 %. Det er derfor konsentrasjonen av pesticidet som det er fokusert på og ikke mengden. Avgjørende blir konsentrasjonen i forhold til akutt og kronisk giftighet for organismer som lever i jord og vann. Resultatene fra Kjelle bygger opp om disse generelle vurderingene.

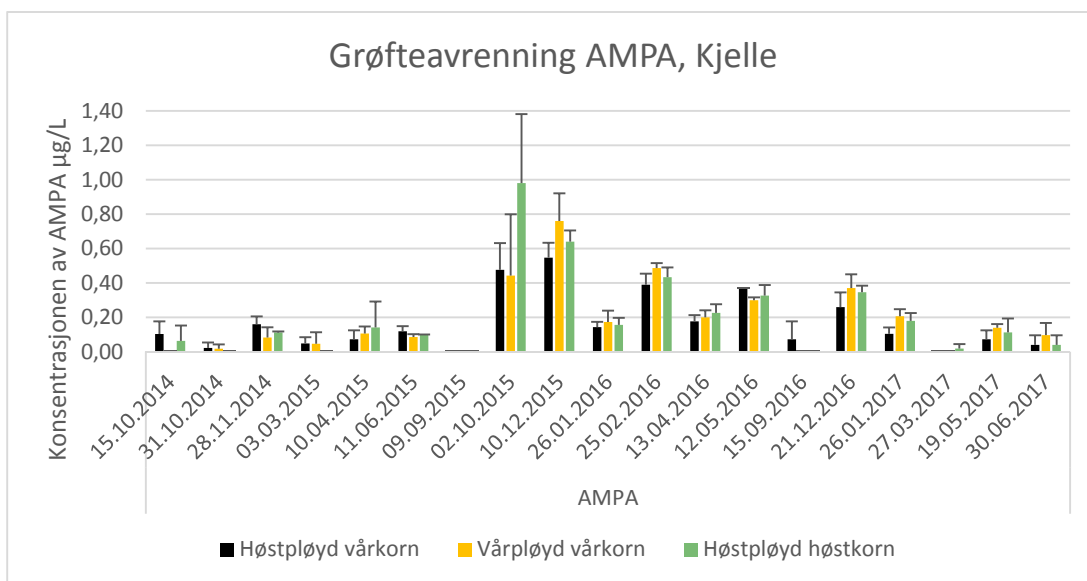
Drensavrenning. I løpet av tre års forsøk var den høyeste konsentrasjonen for glyfosat målt i drengsvannet 21 µg/L. Dette var vann fra en høstpløyd rute med høstkorn oktober 2015 som fikk store store nedbørmengder (39 mm) like etter sprøyting. Miljøfarlighetsgrensa for vannlevende organismer og kronisk toksisitet for glyfosat er 28µg/L, slik at de observerte konsentrasjonene overskrider dermed ikke miljøfarlighetsgrensa for midlet.



Figur 7.8 Konsentrasjonen av glyfosat (n=3) i drensvann, Kjelle 2014 til 2017 ved ulike jordarbeiding

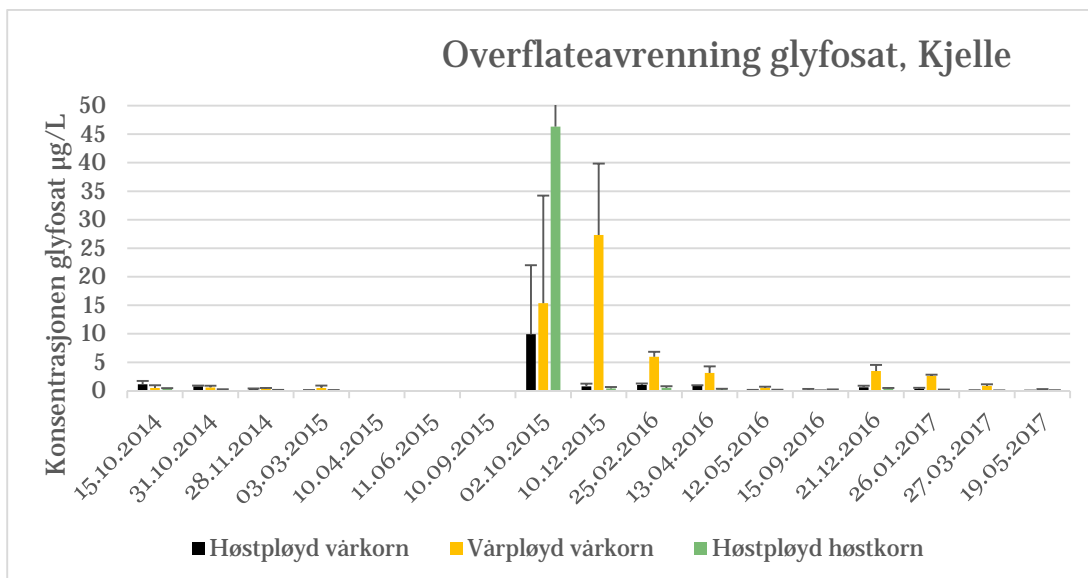
Avrenning av AMPA følger samme mønsteret som for glyfosat med 2014/2015 året med de laveste konsentrasjonene, noe høyere i 2016/2017 og med 2015/2016 med de høyeste konsentrasjonene (figur 7.9).

I 2017 ble det ikke sprøytet med protriokonazol og heller ikke målt protriokonazol-destio.



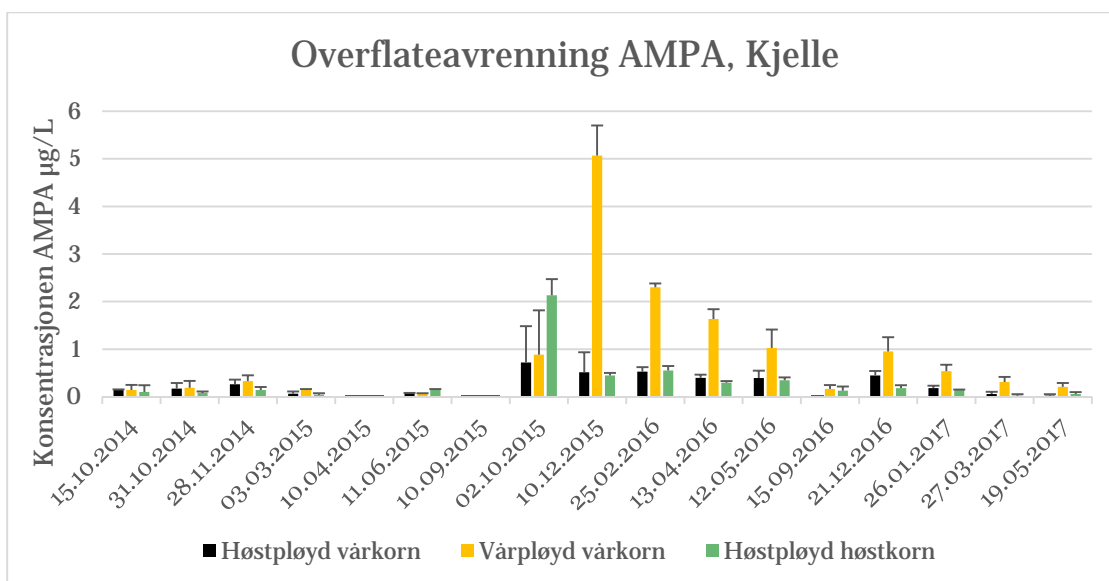
Figur 7.9 Konsentrasjonen av AMPA (n=3) i drensvann, Kjelle 2014 til 2017 ved ulike jordarbeiding

Overflateavrenning. I løpet av tre års forsøk var det overflateavrenning fra høstpløyd høstkorn som hadde de høyeste konsentrasjonene. Den ene ruta hadde 79 µg/L glyfosat som overskrider miljøfarlighetsgrensa på 28 µg/L. Gjennomsnittet for de tre rutene med høstkorn var 46µg/L. Likevel er det rutene som sprøytes i stubben om høsten og som pløyes om våren som har hatt mest avrenning de siste årene (figur 7.10).



Figur 7.10 Konsentrasjonen av glyfosat (n=3) i overflatevann Kjelle 2014 til 2017 ved ulike jordarbeiding

AMPA fulgte samme mønsteret som for glyfosat. Høstspøyting med glyfosat og påfølgende pløying og høstkorn kan gi høye konsentrasjoner av glyfosat i overflateavrenningen, men spøyting i stubben og vårpløying har mer avrenning i løpet av høst, vinter og vår (figur 7.11).



Figur 7.11 Konsentrasjonen av AMPA i overflatevann Kjelle 2014 til 2017 ved ulike jordarbeiding

Erfaringer viser at det i enkelte år med mye nedbør kan være stor risiko for avrenning av glyfosat med høstsprøyting. Vårbehandling med glyfosat kan være et alternativ som bør prøves. Dette lar seg best gjennomføre i områder med lang vekstsesong. For at sprøytinga skal ha god virkning, må kveka ha tid til å utvikle seg, og kan derved gi utsatt såtid.

Etter tre år med samme sprøyteregime på alle ruter er det valgt å endre strategi. Ruter med bygg i 2017 ble sprøytet med glyfosat i gulmoden åker. Ruter med havre i 2017 ble sprøytet i stubben før høstpløying, mens det planlegges å sprøyte vårpløyd vårkorn i 2018 før pløying og såing av kornet.

8 Konklusjoner

Det siste året, 2016-2017 var det lite nedbør og lite avrenning og derfor ble tapene av jord og fosfor lavere enn de to første forsøksårene. Sammenlignet med et normalår (gjennomsnitt for 1961-1990: 702 mm) var det 100 mm mindre nedbør det siste året. De første to forsøksårene hadde vel 100 mm mer nedbør sammenlignet med et normalår.

Nitrogentapene er også påvirket av nedbørmengden med mindre nitrogentap ved mindre avrenning, men for vårpløying var det likevel litt større nitrogentap i 2016-2017 enn i 2015-2016, spesielt på grunn av meget høye konsentrasjoner i en vannprøve sommeren 2017.

Utover været ser det ut til at sådato for høstkorn har stor betydning for forskjellen mellom de tre behandlingene (høstpløying med vårkorn, vårpløying med vårkorn og høstpløying med høstkorn).

Siste års resultater bekrefter at høstsprøyting av glyfosat i stubben med påfølgende vårpløying gir mer avrenning og høyere konsentrasjoner av glyfosat og AMPA sammenlignet med høstpløying.

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.
- 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

NOTATER

NOTATER

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.