

Timing af kvælstofudvaskning ved brug af forskellige virkemidler på markfladen	Ansvarlig	KRP
	Oprettet	25-03-2020
	Side	1 af 9

Projekt: 7855, Målrettet vandmiljøindsats

STØTTET AF

Promilleafgiftsfonden for landbrug**Timing af kvælstofudvaskning ved brug af forskellige virkemidler på markfladen****Baggrund og formål**

Når man evaluerer forskellige kvælstofvirkemidlers effekt, er det næsten altid effekten på den årlige kvælstofudvaskning eller kvælstofudledning der er fokus på. Danmark har en imidlertid en række fjorde, hvor vandets opholdstid er kort, og hvor det kvælstof der tilføres fjorden med vandløbsvand, opholder sig relativt kort tid i fjorden. Et eksempel på dette kunne være Karrebæk fjord på Sydsjælland, hvor opholdstiden kun er 10 dage om vinteren. Algevæksten i fjordene er om vinteren begrænset af tilgængeligheden af lys og temperatur snarere end kvælstof, og derfor størstedelen af den kvælstofmængde, der udledes om vinteren, ført ud af fjorden til de mere åbne vandområder. Timingen af kvælstoftilførselen kan således være bestemmende for hvordan algevæksten påvirkes af kvælstoftilførselen, og tesen er, at kvælstof i f.eks. november, giver anledning til mindre algevækst end kvælstof udledt i april eller maj. Det er derfor interessant at undersøge, hvordan forskellige virkemidler påvirker timingen af kvælstofudledningen til vandmiljøet.

Med hensyn til timing af kvælstofudvaskningen, har der været rejst en bekymring vedrørende den store anvendelse af efterafgrøder i reguleringen. Flere efterafgrøder vil mange steder betyde større arealer med vårsæd, og bekymringen er, at øget dyrkning af vårsæd kan øge kvælstofudvaskningen i foråret. Ideen er, at vårsæd er længere om at komme i gang med kvælstofoptaget end vintersæd, der jo står klar til at optage kvælstof så snart temperatur og lysforhold tillader det. Samtidig kan der teoretisk argumenteres for, at vårsæd kan øge mineralisering af jordens kvælstofpulje i foråret på grund af den jordbearbejdning der følger af såbedstilberedning. Således er bekymringen altså, at vårsæd med efterafgrøder godt nok kan reducere den årlige kvælstofudvaskning, men at kvælstofudvaskningen i den kritiske periode i foråret er højere for vårsæd end for vintersæd.

Formålet med dette notat er at belyse hvorledes kvælstof udvaskes på månedsbasis ved forskellige dyrkningspraksisser.

Forsøgsgrundlag

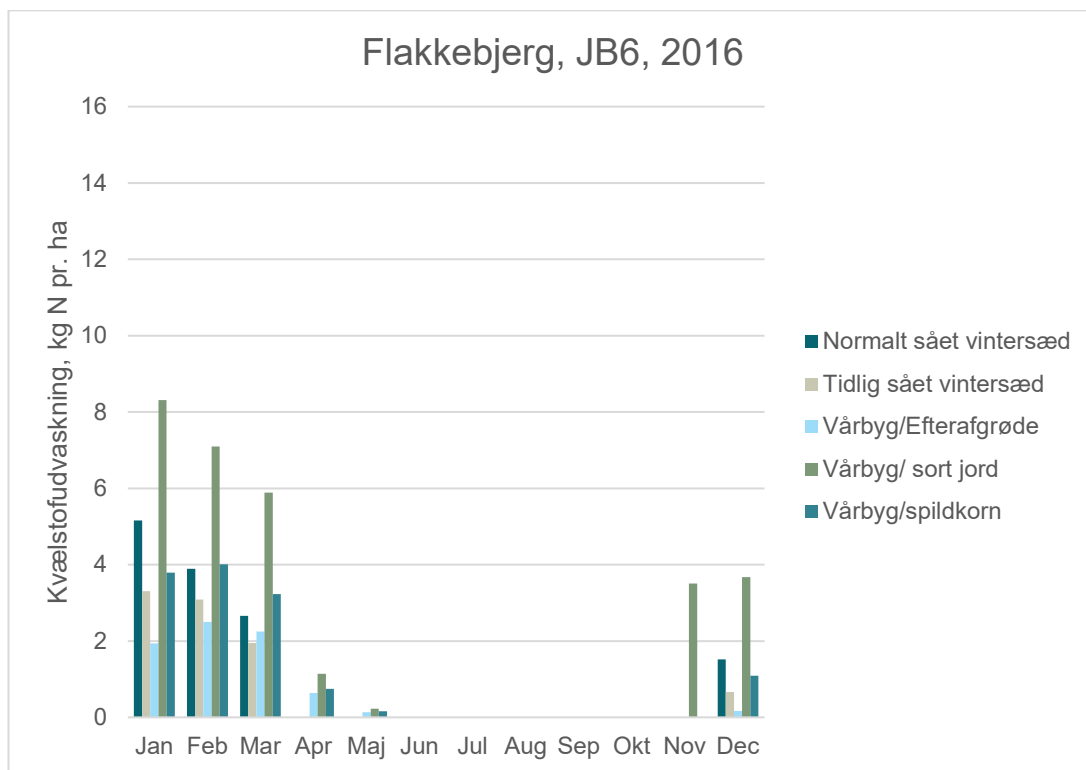
Aarhus Universitet undersøger i to større forsøg (VirKN forsøgene) hvordan kvælstofudvaskningen påvirkes af forskellige virkemidler på dyrkningsfladen, og SEGES har fået adgang til udvaskningsdata på dagsniveau. I forsøgene sammenholdes udvaskningen fra behandlinger med vårbyg efterfulgt af renholdt sort jord, vårsæd efterfulgt af spildkorn, vårsæd efterfulgt af efterafgrøder, tidlig sået vintersæd og vintersæd sået til normalt tid. I forsøgene er behandlingerne fastliggende, således at alle parceller dyrkes med samme afgrødekombination hvert år. F.eks. vil vårbyg med efterafgrøder altid efterfølges af vårbyg med efterafgrøder i alle efterfølgende forsøgsår.

Et forsøg ligger på drænet lerjord (JB6) ved Flakkebjerg på Sjælland og et forsøg ligger på sandjord (JB4) ved Foulum. De data der er til rådighed, dækker perioden november 2015 til marts 2018.

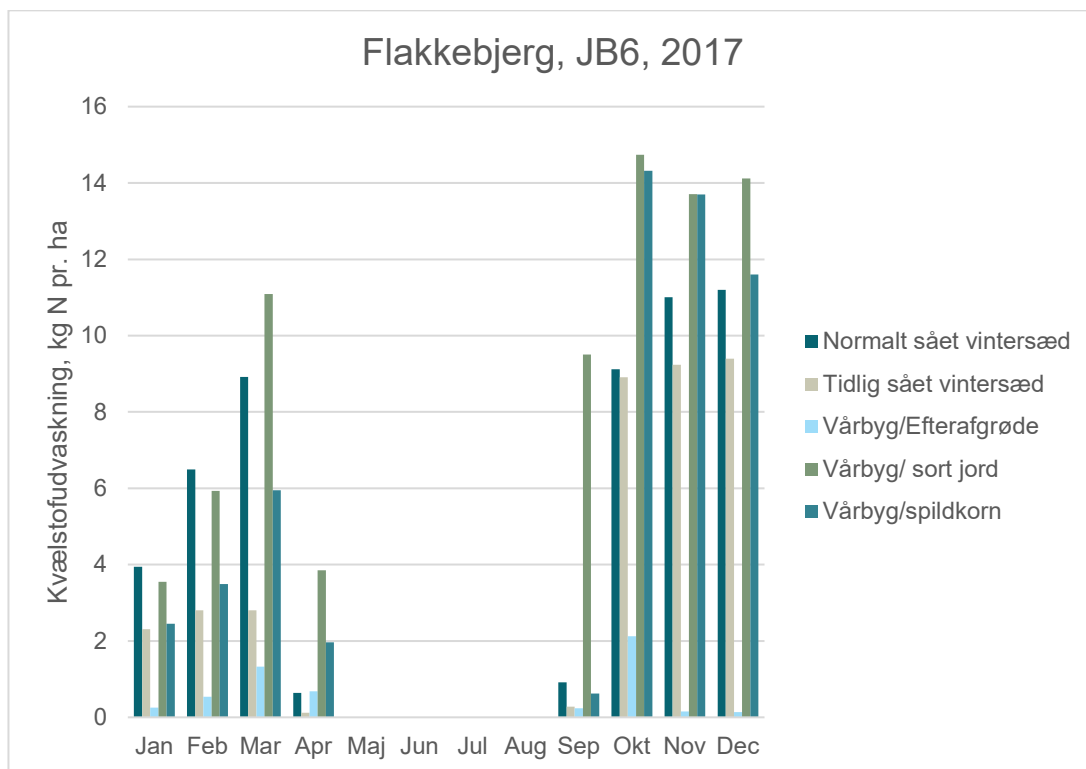
For en nærmere gennemgang af forsøgene henvises til "Oversigt over landsforsøgene 2019".

Kvælstofudvaskning for de enkelte afgrødekombinationer

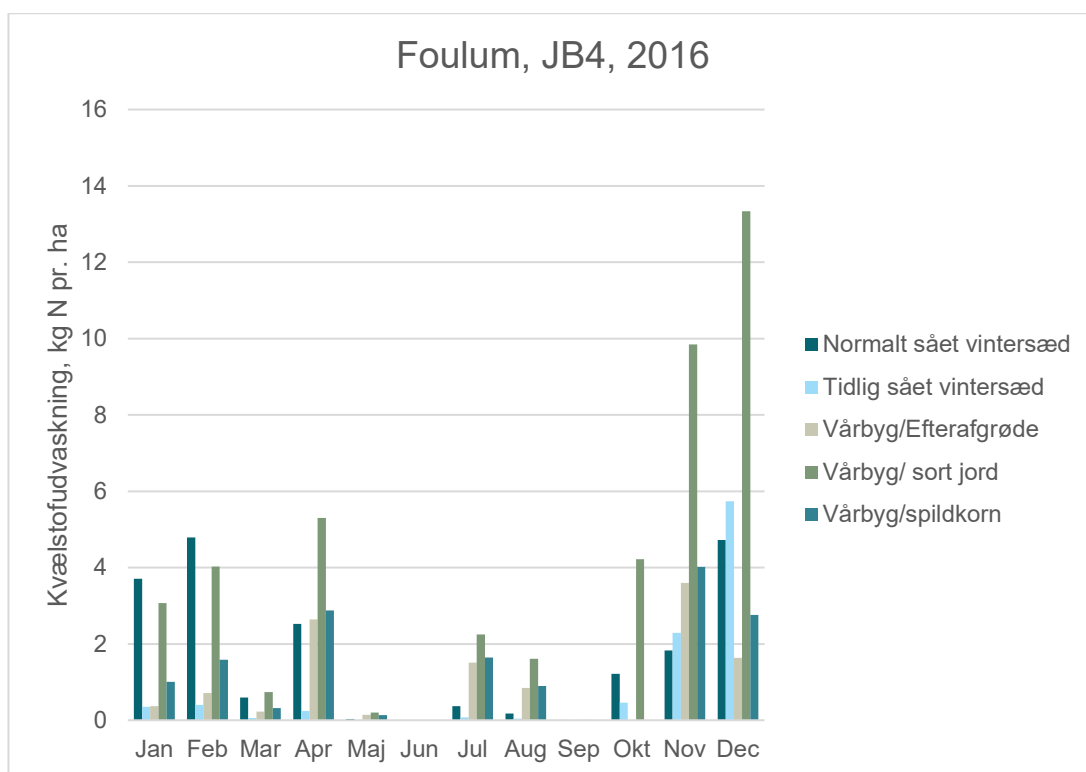
I figur 1 og figur 2 ses kvælstofudvaskningen i kalenderåret 2016 og 2017 for forsøget ved Flakkebjerg og i figur 3 og 4 fra forsøget i Foulum. I figur 5-8 vises samme resultater men som kumulerede værdier fra januar og frem.



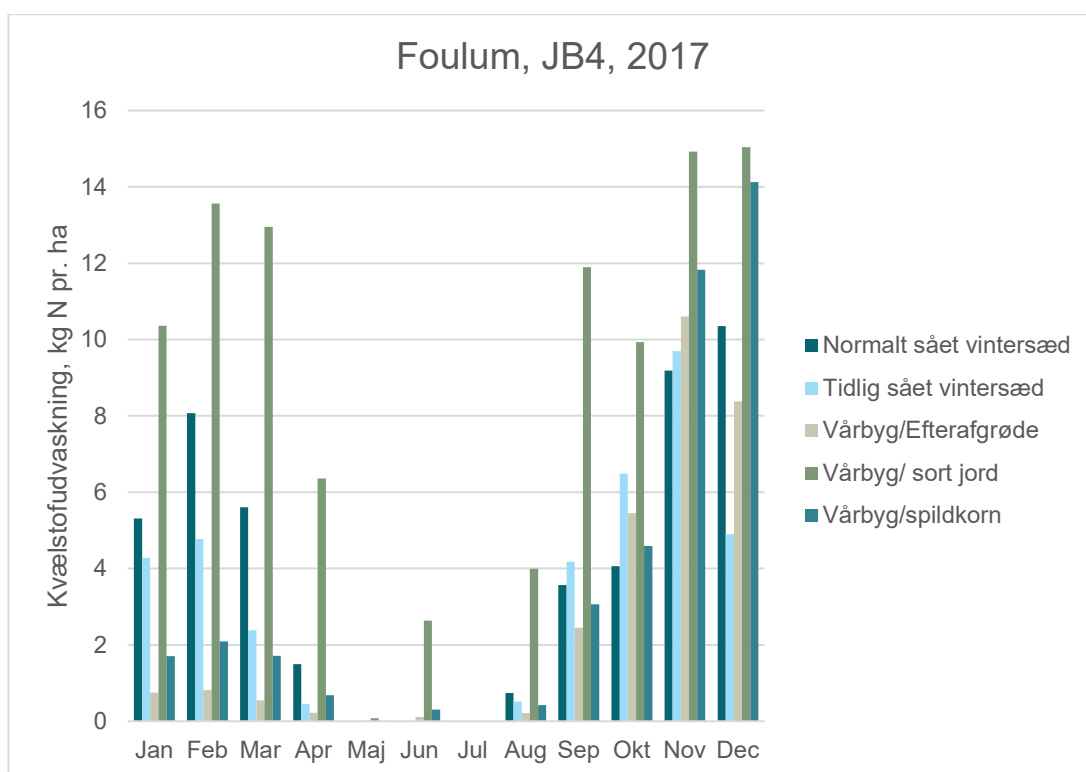
Figur 1. Kvælstofudvaskning i forsøget ved Flakkebjerg i 2016. Kvælstoftildeling 1N (norm tildeling)



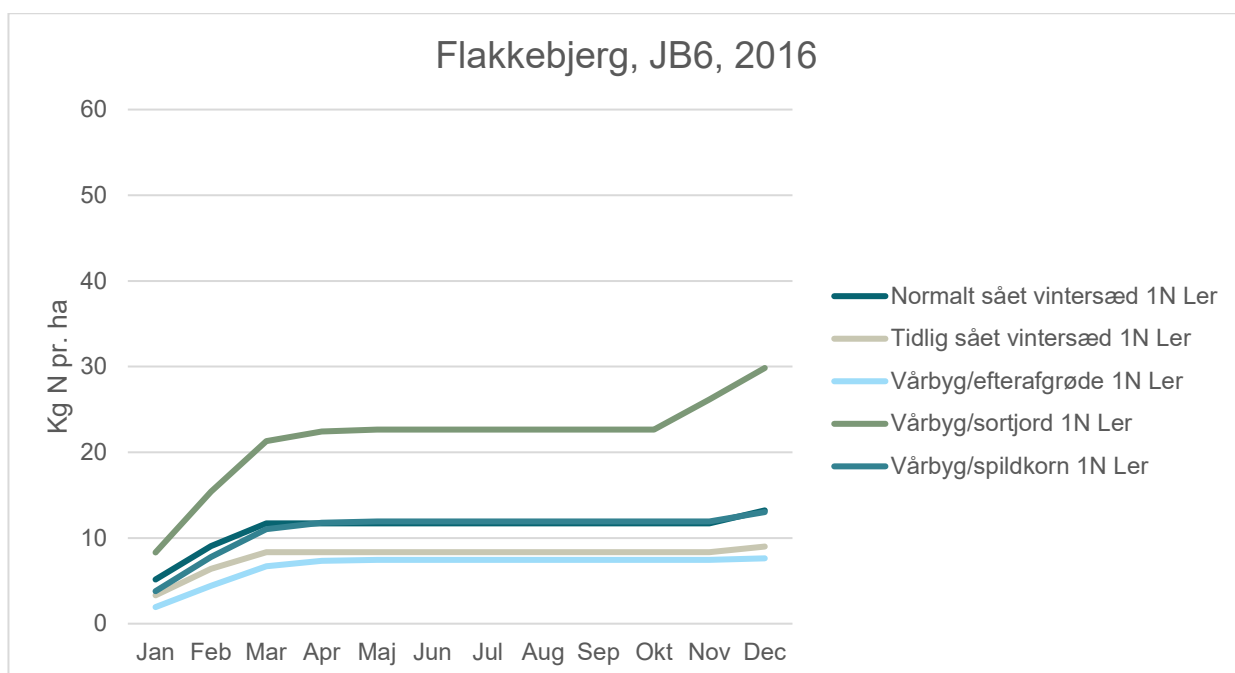
Figur 2. Kvælstofudvaskning i forsøget ved Flakkebjerg i 2017. Kvælstoftildeling 1N (norm tildeling)



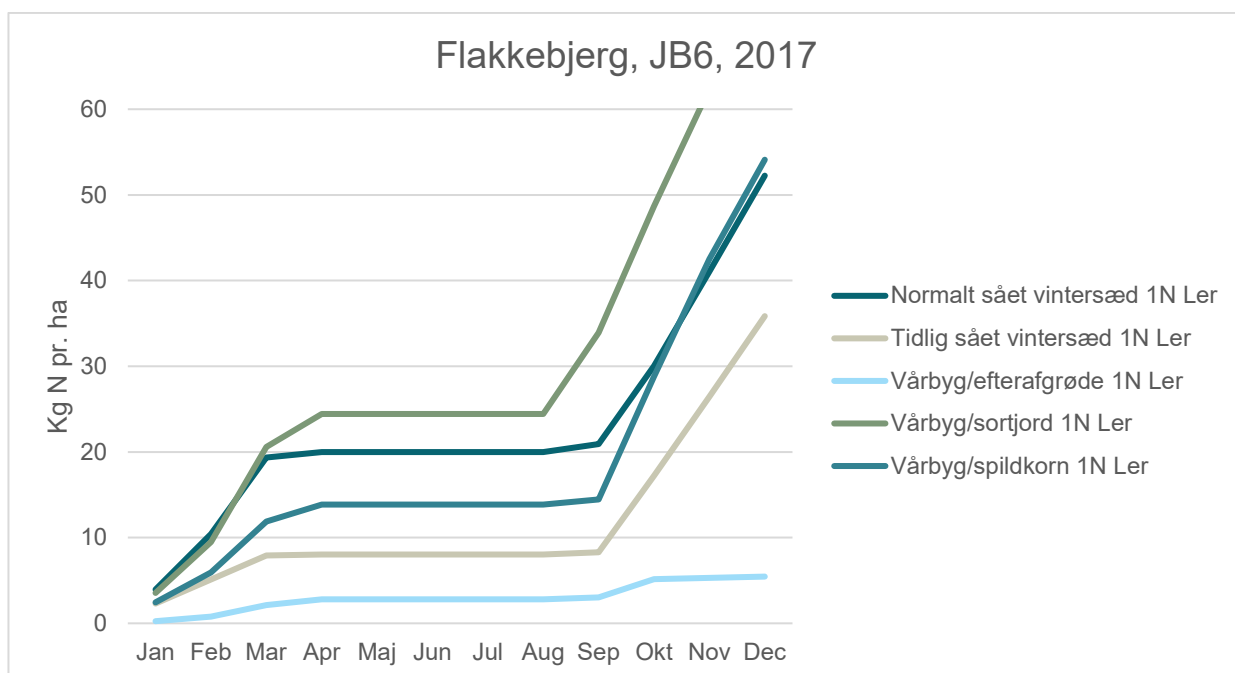
Figur 3. Kvælstofudvaskning i forsøget ved Foulum i 2016. Kvælstoftildeling 1N (norm tildeling)



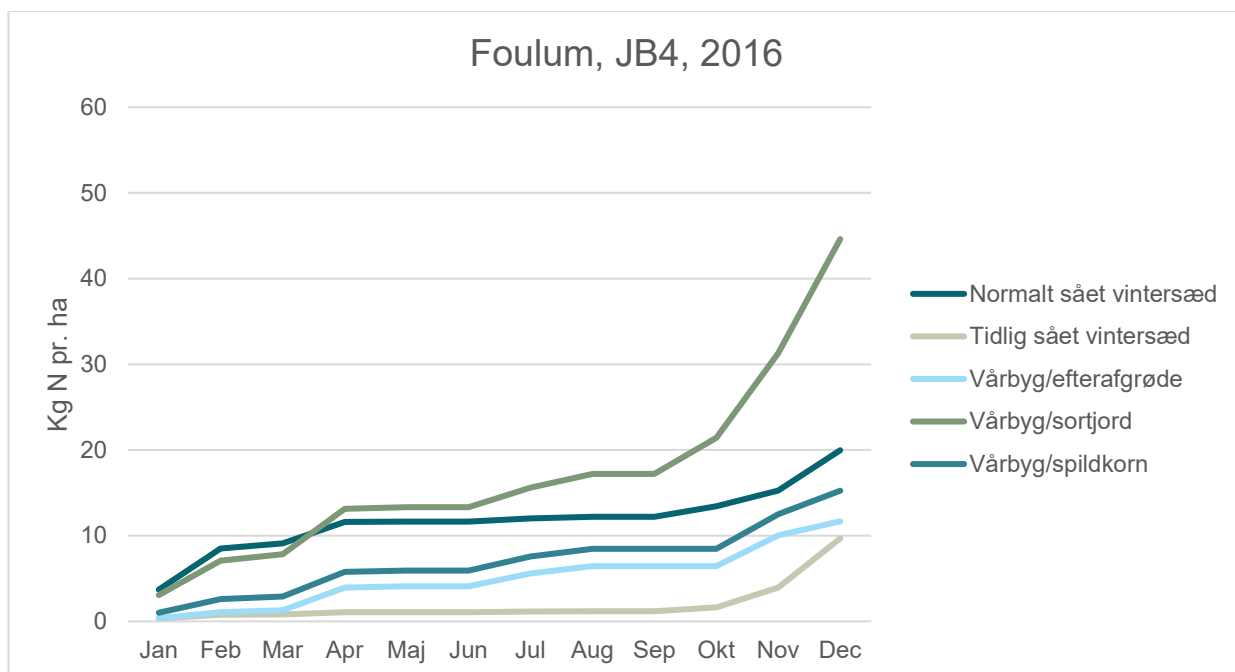
Figur 4. Kvælstofudvaskning i forsøget ved Foulum i 2017. Kvælstoftildeling 1N (norm tildeling)



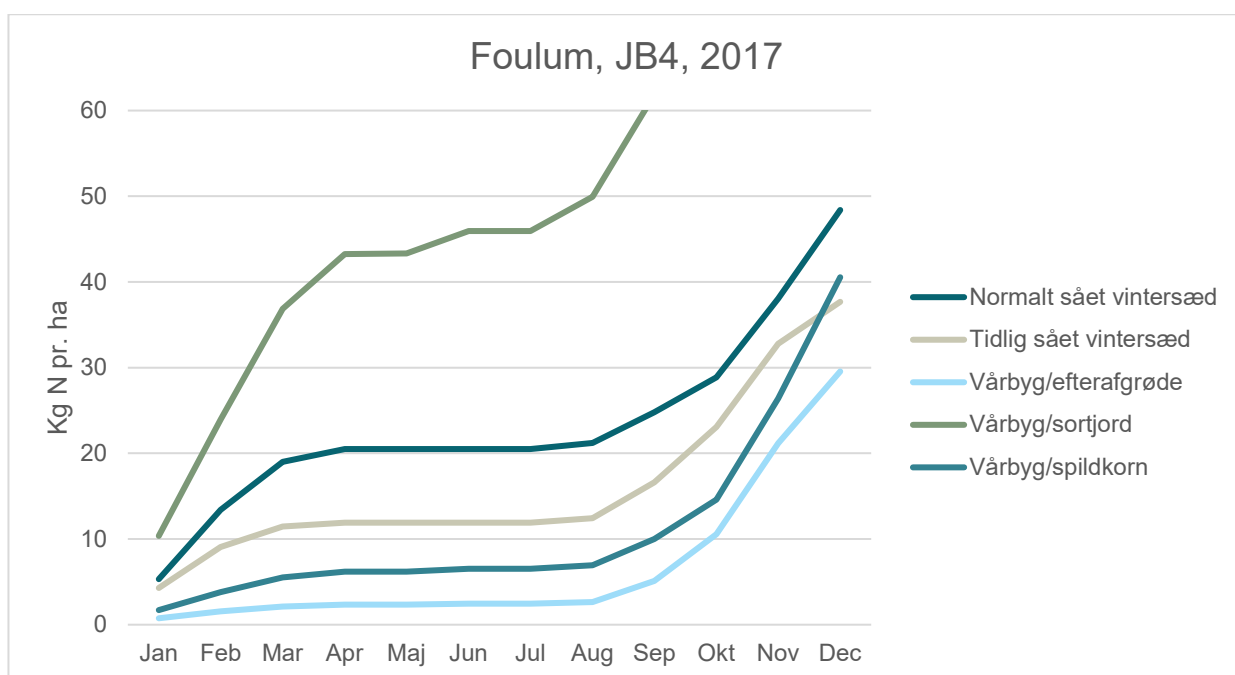
Figur 5. Kumuleret kvælstofudvaskning i forsøget ved Flakkebjerg i 2016. Kvælstoftildeling 1N (norm tildeling)



Figur 6. Kumuleret kvælstofudvaskning i forsøget ved Flakkebjerg i 2016. Kvælstoftildeling 1N (norm tildeling). Bemærk at skalaen ikke dækker den høje udvaskning for vårbyg/sortjord.



Figur 7. Kumuleret kvælstofudvaskning i forsøget ved Flakkebjerg i 2016. Kvælstoftildeling 1N (norm tildeling).



Figur 8. Kumuleret kvælstofudvaskning i forsøget ved Flakkebjerg i 2016. Kvælstoftildeling 1N (norm tildeling). Bemærk at skalaen ikke dækker den høje udvaskning for vårbyg/sortjord.

Som beskrevet er har det kvælstof der når frem til fjorden i algerne vækstsæsonen et større potentiale for at stimulere algevæksten. Når potentialet for at udnytte denne timingseffekt med markvirkemidler skal vurderes, er det derfor vigtigt at vide hvornår kvælstoffet er udvasket fra rodzonen. Svaret på dette spørgsmål afhænger dels af transporttiden fra mark til fjord og dels af kvælstoffets opholdstid i fjorden. Svaret er derfor helt fjordspecifikt. I nedenstående er der derfor lavet en vurdering ud fra et scenarie, hvor det kvælstof der når fjorden i den sårbare periode er udvasket i den sene vinter og tidlige forår (januar til og med marts) eller i det faktiske forår (marts til og med maj).

Da nedbøren er meget styrende for udvasknings størrelse, er det vanskeligt at tolke udvaskningsdata, uden at kende nedbøren. Månedsnedbøren samt den månedlige normalnedbør for Slagelse kommune (Flakkebjerg) og Viborg Kommune (Foulum) er derfor vist i henholdsvis i tabel 1 og tabel 2.

Tabel 1. Nedbør for Slagelse kommune. Gælder for forsøget ved Flakkebjerg

Periode	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
2016	50	42	52	47	11	59	81	46	38	53	53	29
2017	19	28	48	42	28	87	83	59	105	86	50	41
Reference (2006- 2015)	50	35	31	24	54	63	67	86	52	60	60	61

Tabel 2. Nedbør for Viborg kommune. Gælder for forsøget ved Foulum

Periode	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
2016	54	55	31	92	36	88	89	74	21	71	84	44
2017	34	51	55	61	24	104	75	113	113	101	75	68
Reference (2006- 2015)	71	45	41	33	58	62	74	94	76	88	78	82

Lerjord – januar til marts - Flakkebjerg

Nedbøren i Flakkebjerg er i 2016 normal til lidt højere end normal i perioden mens den i 2017 er noget lavere end normalt. Det forventes dog ikke at påvirke forholdet mellem de forskellige afgrøders udvaskning i perioden januar til marts, fordi afgrødernes transpiration er meget lille i denne periode. Derfor afgøres forskelle i udvaskning i høj grad af forskellen i kvælstofkoncentrationerne i jorden.

I Flakkebjerg ser man i 2016, at udvaskningen i januar, februar og marts er højere for normalt sået vintersæd end for kombinationerne vårbyg/efterafrørde og vårbyg/spildkorn. Kun for vårbyg/sortjord er udvaskningen højere, men det er naturligvis ikke overraskende da jorden i denne behandling er kemisk renholdt, så der er intet efterårs dække til at optage kvælstof i disse måneder. Kombinationen findes ikke i praksis, da der er forbud mod lade jorden ligge bar efter høst. Samme resultater ses i 2017.

Kvælstofudvaskningen for tidlig sået vintersæd er derimod lavere end for normalt sået vintersæd i både januar, februar og marts, og ligger på niveau med vårbyg med efterafrørde, det har den laveste udvaskning. Pløjning efter vårbyg sker på Flakkebjerg i november. De lave udvaskninger for vårsæd i januar, februar og marts, skyldes altså ikke kvælstofoptag i sen-vinteren eller foråret. Det kan evt. skyldes immobilisering af kvælstof drevet af de nedpløjede planterester, eller at der ikke er nok nedadgående vandtransport til at transportere kvælstoffet ned under rodzonen.

Resultaterne af de enkelte måneders udvaskning er naturligvis reflekteret i den kumulerede kvælstofudvaskning. Den samlede udvaskning i de første tre måneder af året er lavest for vårbyg/efterafrørde efterfulgt af tidlig sået vintersæd. Udvasningen for vårbyg/spilkorn er lidt højere, mens udvaskningen for normalt sået vintersæd er endnu højere.

Lerjord – marts til maj - Flakkebjerg

Nedbøren i marts og april er i begge forsøgsår væsentligt over normalen, og afstrømningen fortsætter derfor længere ind i april og majs end i et normalt år. Udvaskningen stopper først i april eller maj. Når udvaskningen stopper, skyldes det, at vandafstrømningen stopper, fordi afgrødens vandforbrug begynder at overstige nedbøren. I sugecelleforsøg er vandafstrømningen modelleret, og udvaskningen fås ved at gange vandafstrømningen med målte kvælstofkoncentrationer i jordvandet. De observerede forskelle mellem kvælstofudvaskningerne for de enkelte afgrødekombinationer styres i denne periode derfor både af kvælstofkoncentrationerne i jordvandet, og af den modellerede vandbalance.

Vårsæd sås sidst i marts eller i april og som nævnt i indledningen er der teoretiske argumenter for at forvente en lidt større udvaskning fra vårsæd end vintersæd. Der er i marts 2016 samme udvaskning fra vintersæd og vårbyg/efterafrøder, mens udvaskningen i marts 2017 er lavere udvaskning fra vårbyg/efterafrøde end både tidlig sået vintersæd og særligt normalt sået vintersæd. I april er der 2016 en meget lille udvaskning fra alle vårsædsafgrøderne (<1 kg N pr. ha), mens der ikke er nogen udvaskning fra vintersædsafgrøderne. Den observerede forskel er dog helt afhængig af hvornår afstrømningen stopper, hvilket som nævnt er baseret på en modelleret vandbalance. I april 2017 er udvaskningen fra vårbyg med efterafrøder på samme niveau som i vintersæd. Udvaskningen i maj er i begge år stort set ikke eksisterende. Det er vigtigt at være opmærksom på, at resultaterne her er opnået i to usædvanligt våde forår. Kvælstofudvaskningen fortsætte derfor længere end den normalt ville gøre. På disse jorde, vil afstrømningen normalt stoppe tidligt i april eller sidst i marts.

Sandjord – januar til marts - Foulum

Nedbøren i Foulum er højere end i Flakkebjerg, men følger stort set samme mønster. Vinteren er stort set normal våd. På den udrænedede jord i Foulum udviskes den tidlige fordeling af udvaskningen formentlig på vej fra mark til vandløb, idet transporten her foregår gennem grundvandet. Det er derfor vigtigt at gøre sig klart, at nedenstående tolkning med hensyn til timing kun kan anvendes, for drænet sandjord hvor en stor del af kvælstofudledningen ske gennem dræn. Det vil være en forholdsvis sjældent forekommende situation.

Kvælstofudvaskningen er i januar og februar måneder af 2016 højest i normal sået vintersæd, men er også høj i vårbyg/barjord. I marts 2016 er udvaskningen højest i vårbyg/barjord. I 2017 er udvaskningen i årets første fire måneder højest i vårbyg/barjord. Udvaskningen fra normalt sået vintersæd er i 2017 også høj fra januar til marts. Fra tidlig sået vintersæd er udvaskningen i 2017 meget lav i alle af årets første fire måneder, mens den kun er lidt lavere end for normalt sået vintersæd i de første to måneder af 2017. I begge forsøgsår måles den laveste udvaskning i vårbyg/efterafrøde i alle af årenes første fire måneder. Vårbyg/spildkorn har lidt højere udvaskning end vårbyg/efterafrøde.

Sandjord – marts til maj - Foulum

Marts er lidt mere tør end normalt i 2016 og lidt mere våd end normalt i 2017, men april er i begge år meget vådere end normalt. Maj er til gengæld væsentligt mere tør end normalt. Den våde april sikre, at kvælstofudvaskningen i Foulum fortsætter ind i april. Den generelt højere nedbør i Foulum i forhold til Flakkebjerg kombineret med sandjordens laver vandholdende evne gør også, at der i perioder er kvælstofudvaskning om sommeren i Foulum.

Jordbearbejdning efter vårsæd sker i Foulum i marts.

Kvælstofudvaskningen i marts 2016 er generelt lav, mens den i 2017 er højere for alle afgrøder undtagen tidlig sået vintersæd. I marts 2016 er der ikke stor forskel på udvaskningen fra vintersæd og de forskellige vårsædskombinationer, mens udvaskningen i marts 2017 er højere i vintersæd end for alternativet vårbyg/efterafrøde. Hvis vintersæden er sået tidligt, er udvaskningen dog væsentligt lavere end for

normalt sået vintersæd. I april 2016 er udvaskningen fra normalt sået vintersæd på niveau med vårbyg/efterafrørde og vårbyg/spildkorn, mens tidlig sået vintersæd har en lavere udvaskning end de øvrige afgrødekombinationer. Udvasnkningen i april 2017 er lavere end i 2016, men der er kun begrænset forskel på udvasnkningen fra de forskellige afgrødekombinationer, dog med en lidt større udvasnkning i normalt sået vintersæd end de øvrige (bar jord fraregnet da denne kombination er forbudt). Udvasnkningen i maj er så lille at man ikke kan tolke på forskelle mellem afgrøderne.

Samlet vurdering

Resultaterne fra Flakkebjerg er de mest væsentlige, da en kort transportvej fra rodzone til hav næsten udelukkende ses på drænet lerjord.

Samlet viser resultaterne fra Flakkebjerg at der ikke er en systematisk større udvasnkning fra vårsæd end vintersæd i perioden januar til marts. I perioden generelt, ses faktisk, at udvasnkningen fra vårbyg/efterafrørde er noget lavere end udvasnkning fra normalt sået vintersæd.

I marts måned i sig selv er konklusionen den samme som for perioden januar til marts. Afdræningen opfører stort set i april, og udvasnkning i maj er derfor meget lille i alle afgrøder. I april måned viser tallene at udvasnkningen fra normalt sået vintersæd er lavere eller på niveau med vårbyg med efterafrørde. April er dog den periode hvor afdræningen aftager eller ophører, og derfor observation er dog meget følsom overfor, om vandbalancemodellen er retvisende, da tidspunktet for afdræningens ophør er afhængigt af afgrødens beregnede vandforbrug.

April måned var meget våd, og derfor vil de effekter at ophør af afdræning, der her ses i april, ofte ses allerede i marts eller første halvdel af april. I maj vil der typisk ikke være udvasnkning overhovedet, fordi der ikke normalt er afdræning i maj.

Vinter og forårs udvasnkningen fra tidlig sået vintersæd ligger ofte i et niveau imellem udvasnkningen fra vårbyg/efterafrørde og vårbyg/spildkorn. Resultaterne viser også, at tidlig sånings udvasnkingsreducerende effekt ikke kun sker i efteråret, men fortsætter helt ind i vinteren og det følgende forår.

Resultaterne for Foulum viser, at vinter og forårs udvasnkningen fra vintersæd heller ikke på sandjord er væsentlig lavere end for vårbyg/efterafrørde.

Valg af virkemidler i forhold til timing af kvælstoftab

I sandjords oplande med grundvandsfødt vandløb vil kvælstofudledningen ske gennem grundvandet, ofte med forsinkelse på flere år. I oplande, hvor transporten til vandløbet sker via grundvand, vil kvælstoffet blive relativt jævnt fordelt i grundvandet og timingen i hvornår kvælstoffet tabes fra rodzonen vil være udvisket, når kvælstoffet når frem til grundvandet. Valg af virkemidler med henblik på timing af udledningen vil altså ikke være interessant på disse arealer.

I lerjordsdominerede oplande, vil kvælstoftransporten til havet være hurtig, da den største del af kvælstoftransporten fra rodzone til vandløb sker via dræn. I disse oplande kan timingen af hvornår kvælstoffet tabes fra rodzonen have stor betydning for, hvornår kvælstoffet når frem til fjorden eller havet. Som beskrevet tidligere, er den periode hvor timingen er relevant specifik for den enkelte fjord og dens opland.

Konklusion

I oplande, hvor den største del af kvælstoftransporten sker via dræn, kan det være interessant at finde virkemidler, der er optimeret til at reducere forårsudvasnkningen, i stedet for den samlede årlige udvasnkning.

Resultaterne af virkN forsøgene viser, at udvaskningen fra vårsæd ikke er større om foråret end fra normalt sået vintersæd, hverken i januar til marts eller fra marts til maj. Kvælstofudvaskningen kan måske være lidt større fra vårsæd i perioden omkring ophør af afstrømningen fordi vintersæd har et lidt større vandforbrug i det tidlige forår. Den lille forskel i de her viste forsøgsresultater er dog helt afhængig af kvaliteten af den anvendte vandbalancemodel, og man kan derfor ikke tolke sikkert på de små forskelle man ser her. April var i begge forsøgsår meget våd, og eventuelle effekter af ophør af afstrømningen vil normalt indtræde i marts eller først i april på drænet lerjord.

Ud fra forsøgsdata kan man således ikke sige, at efterafgrøder, der nedmuldes om efteråret på lerjord, giver anledning til større kvælstofudvaskning i februar – april end fra vintersæd. Vårbyg/spildkorn kan give anledning til en lidt større udvaskning.

Tidlig sået vintersæd ser ud til at reducere udvaskningen en smule i foråret.

/Kristoffer Piil