

Kvælstofbehov i vintersæd baseret på N-optagelsen i efteråret	Ansvarlig	NHKR
	Oprettet	08-10-2020
	Side	1 af 9
Projekt: 4165, SAT-N		



STØTTET AF

Promilleafgiftsfonden for landbrug

Kvælstofbehov i vintersæd baseret på N-optagelsen i efteråret

Et formål i SAT-N er at justere forårstildelingen til vintersæd efter, hvor meget N der er optaget i efteråret. Der skal indbygges et modul i MarkOnline, hvor N-optagelsen måles automatisk, og N-tildelingen i foråret justeret herefter.

For optagelsen kan den sammenhæng der benyttes i efterafgrøder ligeledes bruges i vintersæd, dog uden korrektion.

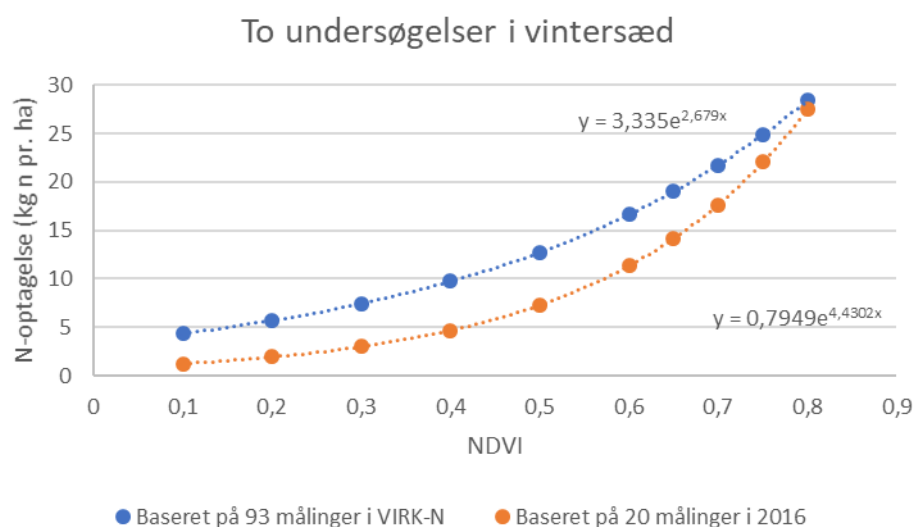
For at vurdere, hvordan justeringen skal ske på baggrund af NDVI er der i nedenstående notat samlet relevante forsøgsresultater.

Sammenhæng mellem NDVI og kvælstofoptagelsen

I VIRK N-projektet er der som beskrevet i afsnit X, udført dronemålinger i 93 marker med kvælstofoptagelser på under 40 kg N pr ha. Her indgik efterafgrøder og vintersæd.

Herudover foretog SEGES planteklip i marker med forskellig efterårsbevoksning i efteråret 2015 og målte samtidig NDVI med håndholdt udstyr (Greenseeker) og indsamlede satellitdata med CropSat på arealerne. Aarhus Universitet foretog planteanalyserne og den statistiske opgørelse. Resultatet er publiceret i et internt notat (Gislum, 2016). Ud fra data har SEGES beregnet sammenhængen mellem NDVI og optagelse i vintersæd. Halvdelen af de 20 marker er kun målt med håndholdt udstyr. Ud fra sammenhængen mellem målinger med håndholdt udstyr og satellitmålinger er foretaget en omregning til satellitværdier.

Sammenhængende fra de to uafhængige undersøgelser ses i figur X



Figur X. Sammenhængen mellem NDVI og N-optagelse i vintersæd i to forskellige uafhængige målinger.

Da der indgår langt flere målinger i VIRK-N forsøgene skal denne implementeres i MARK Online. I tabellen ses udvalgte NDVI-værdier med tilhørende kvælstofoptagelse.

Tabel 1. NDVI-værdier med tilhørende kvælstofoptagelse beregnet med $Kg\ N\ optaget\ pr\ ha = 3,335e^{2,679NDVI}$

NDVI	N-optagelse (kg N pr. ha)
0,1	4
0,2	6
0,3	7
0,4	10
0,5	13
0,6	17
0,65	19
0,7	22
0,75	25
0,8	28

MERUDBYTTE OG KVÆLSTOFBEHOV I TIDLIG SÅNING AF VINTERSÆD

Oversigt over Landsforsøg 2013 Side 263

Konklusion fra Oversigten

Udbytter og kvælstofbehov I tabel 29 er vist udbytterne i gennemsnit af årene 2011, 2012 og 2013. For alle tre vintersædsarter gælder, at der opnås et signifikant merudbytte ved tidlig såning, sammenholdt med såning til normal tid. Merudbyttet varierer mellem årene, men der er alle tre år et merudbytte for tidlig såning. I gennemsnit af årene er merudbyttet for tidlig såning 5 til 7 hkg pr. ha. I vinterhvede og triticale, hvor kvælstofoptagelsen i kerne er målt, opnås en signifikant større kvælstofoptagelse ved tidlig såning, sammenholdt med såning til normal tid. I gennemsnit af årene er meroptagelsen af kvælstof i kerne 9 til 11 kg kvælstof pr. ha i vinterhvede og triticale. Proteinprocenten er upåvirket af såtidspunktet. Merudbytte for tidlig såning er upåvirket af strategien for efterårsbehandling. Det samme gælder kvælstofoptagelsen.

Tabel 30. Strategi ved tidlig såning af vinterhvede. Forsøgsbehandlinger og målte udbytter ved normalt såtidspunkt og ved tidlig såning. Ved den tidlige såning er afprøvet forskellige strategier for at mindske risikoen for angreb af svampe. Forsøgene er gennemført ved to kvælstofniveauer i foråret. Forfrugten har været korn eller vinteraps, og jordtypen har været JB 5 til 7. (N21, N22, N23)

Forsøgsbehandling ¹⁾			Udb. og merudb., hkg pr. ha	Udbytte i kerne, kg N pr. ha	Protein Pct. i kerne	Merudbytte, hkg pr. ha	Udbytte, kg N pr. ha	Protein Pct. i kerne
Såtidspunkt	Skadedyrs- og sygdomsbekæmpelse	Afpudsning ²⁾	Kvælstofgødsning forår					
			Norm			60 N under normen		
<i>Vinterhvede</i>								
<i>Antal forsøg</i>			6	6	6	6	6	6
Normal, 20. september	Ingen	Nej	84,1	128	10,2	77,9	105	9,1
Tidligt, 20. august	Ingen	Nej	4,7	137	10,3	3,5	111	9,1
Tidligt, 20. august	Karate, Folicur	Nej	5,9	138	10,3	4,1	109	8,9
Tidligt, 20. august	Karate	Ja	5,6	139	10,3	3,5	108	8,9
<i>LSD 1 (efterårsbehandling)</i>			2,8	5,6	-	2,8	5,6	-
<i>LSD 2 (kvælstof forår)</i>			2,0	4,0	-	2,0	4,0	-
<i>Triticale</i>								
<i>Antal forsøg</i>			6	6	6	6	6	6
Normal, 20. september	Ingen	Nej	77,7	112	10,6	70,1	87	9,1
Tidligt, 20. august	Ingen	Nej	5,0	119	10,6	4,4	93	9,2
Tidligt, 20. august	Karate, Folicur	Nej	8,0	124	10,6	6,0	93	8,9
Tidligt, 20. august	Karate	Ja	7,7	125	10,8	4,5	93	9,1
<i>LSD 1 (efterårsbehandling)</i>			3,3	7,1	-	3,3	7,1	-
<i>LSD 2 (kvælstof forår)</i>			2,3	5,0	-	2,3	5,0	-
<i>Vinterrug</i>								
<i>Antal forsøg</i>			6	6	6	6	6	6
Normal, 20. september	Ingen	Nej	85,1	-	-	71,2	-	-
Tidligt, 20. august	Ingen	Nej	5,1	-	-	8,7	-	-
Tidligt, 20. august	Karate, Folicur	Nej	6,7	-	-	10,8	-	-
Tidligt, 20. august	Karate	Ja	6,6	-	-	11,3	-	-
<i>LSD 1 (efterårsbehandling)</i>			4,0	-	-	4,0	-	-
<i>LSD 2 (kvælstof forår)</i>			2,9	-	-	2,9	-	-

¹⁾ Vækstregulering, skadedyrs- og svampbekæmpelse er foretaget efter behov i de enkelte led. I forsøgene med vinterhvede er tilstræbt et plantetal på 325 pr. m² ved normalt såtidspunkt og 200 ved tidlig såning. I triticale er tilsvarende tilstræbt henholdsvis 300 og 175 planter pr. m². I vinterrug er tilstræbt henholdsvis 250 og 150 planter pr. m².

²⁾ I flere af forsøgene er afpudsning ikke foretaget, fordi afgrøden har været for lille.

Udbytterne er gengivet i tabel 2 i en anden opsætning. I gennemsnit af 6 forsøg er der klare merudbytter for tidlig såning både ved optimale og underoptamete kvælstoftildelinger. Merudbytter for at tildele kvælstof fra 60 kg under norm op til normen er stort set det samme ved begge såtidspunkter, hvilket indikerer, at kvælstofbehovet er det samme. Det har således ikke været nødvendigt at tildele ekstra kvælstof ved såning trods det højere udbyttensniveau. Tidlig såning vil medføre højere en større kvælstofoptagelse i efteråret, og en bedre rodudvikling, hvilket vil give en bedre N-udnyttelse. Ved samme udbyttensniveau vil kvælstofbehovet alt andet lige være 7-8 kg kvælstof pr. ha lavere ved tidlig såning, hvis der kvælstofbehovet korrigeres for udbytte med 1,5 kg N pr. hkg.

Tabel 2. Udbytter fra tabel 30 i Oversigt over Landsforsøg 2013 Side 263.

	Vinterhvede		Vinterrug		Triticale		Gennemsnit af arter	
	Tildeling efter norm	60 kg N under norm	Tildeling efter norm	60 kg N under norm	Tildeling efter norm	60 kg N under norm	Tildeling efter norm	60 kg N under norm
Tidlig	88,8	81,4	90,2	79,9	82,7	74,5	87,2	78,6
Normal	84,1	77,9	85,1	71,2	77,7	70,1	82,3	73,1

070152020. Kvælstofbehov i vinterhvede ved forskellige såtidspunkter

Afrapporteres i Oversigt over Landsforsøg i 2020.

I 2020 er der gennemført 4 forsøg med kvælstofbehov i vinterhvede ved to forskellige såtidspunkter. Forsøg 002, er etableret i forkert design, så de to såtidspunkter ikke er randomiseret, hvorfor man skal være varsom med konklusionerne.

Såtid, N-optagelse og N-min fremgår af tabel 3. Der kun er marginale forskelle i optagelsen, og der er ingen sammenhæng mellem optagelse og Nmin-indhold i jorden. Efteråret 2019 bar præg af svære etablerings- og vækstforhold, hvorfor forskellene er små.

Tabel 3. Såtid, N-optagelse og N-min i forsøgsserie 070152020.

	Såtid		Kvælstofoptagelse i efteråret (kg N pr. ha)		Nmin		NDVI*		Beregnet optimum	
	tidlig	normal	tidlig	normal	tidlig	normal	tidlig	normal	tidlig	normal
VKST-Lolland, 001	02-09-2019	19-09-2019	18	5	22	37	0,68	0,40	245	274
Ytteborg, 002	30-08-2019	19-09-2019	6	4	48	35	0,44	0,29	233	225
Agrinord, 003	30-08-2019	20-09-2019			34	28	0,65	0,44	242	244
Sønderjysk, 004	10-09-2019	26-09-2019	2	1	29	29	0,40	0,34	154	138

*NDVI som gennemsnit af gødningsniveauerne

Der blev også målt NDVI med drone i efteråret, og der var i alle forsøgene signifikant forskel i NDVI mellem såtidene. Dronemålingerne tyder på, at der er en forskel på optagelsen i efteråret, selvom det er svært at detektere med planteklippene.

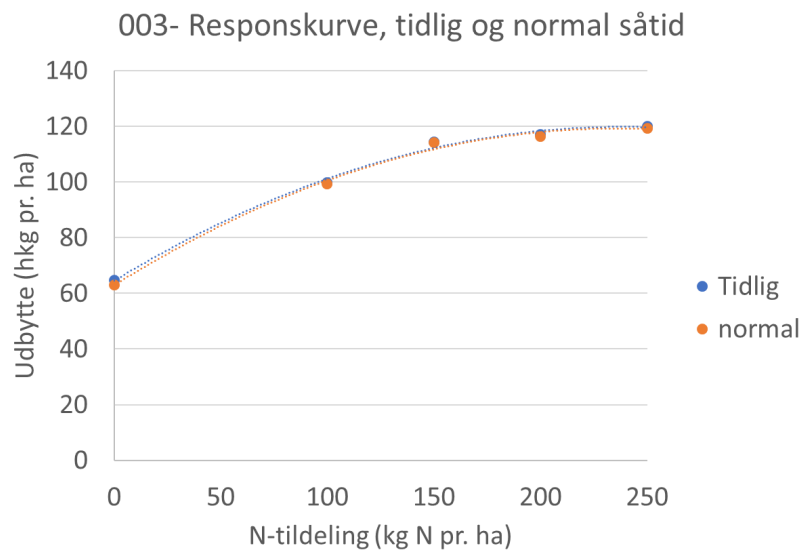
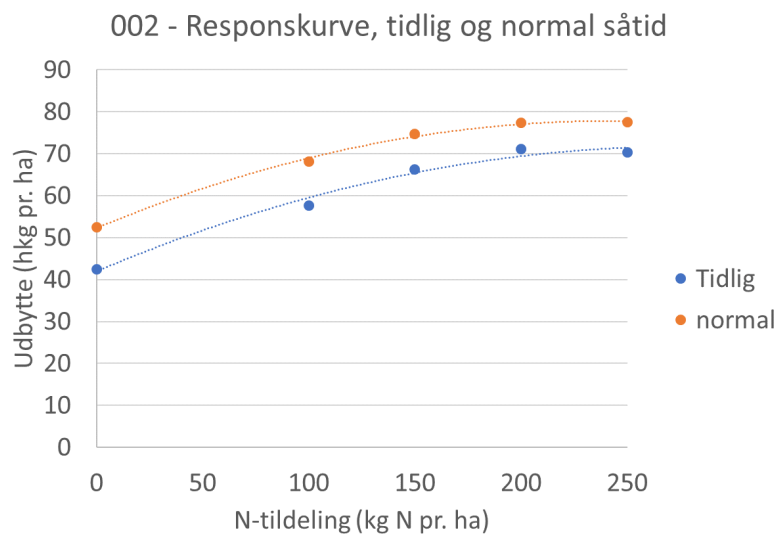
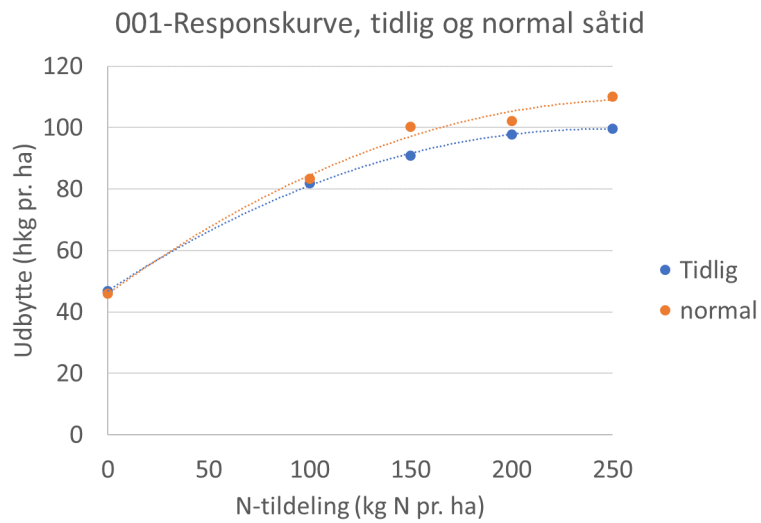
Forsøg 002 er ikke randomiseret, og optimum kan være et udtryk for en variation i jorden/etablering eller mere end en effekt af såtidspunktet.

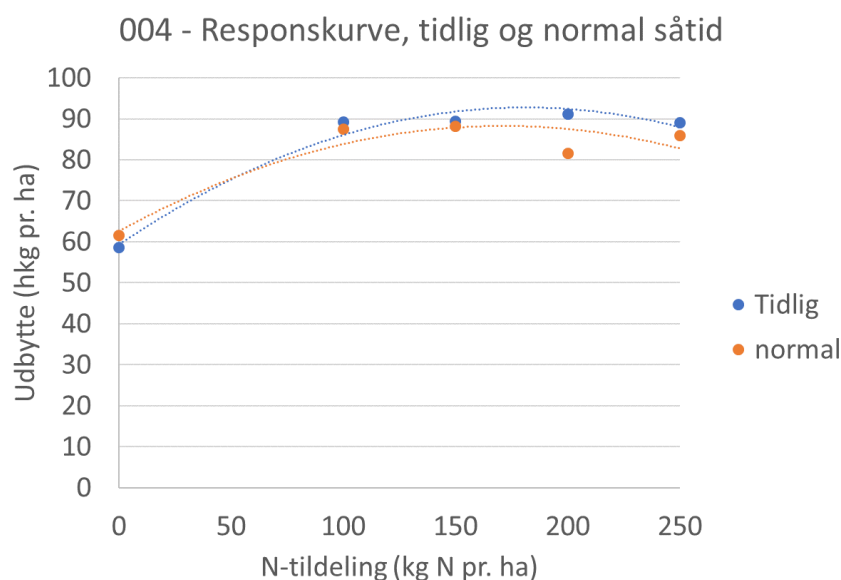
Kun i forsøg 001 er der forskel på N-optagelsen, og her er beregnet optimum mindst ved tidlig såning.

Forsøg 004 har forholdsvis lave udbytter, og forsøget var hæmmet af det våde efterår og et tørt forår, hvilket kan ses på responsen for N-tildeling, som er lav sammenlignet med de to andre forsøg. Det tyder på, at hveden har været hæmmet af klimatiske forhold fremfor kvælstof, hvorfor det er svært at konkludere på forsøget.

Udbytteresponskurverne fremgår af nedenstående.

Figur 2. Udbytteresponskurver for forsøgsserien 070152020.





VIRK-N forsøgene

I VIRK-N forsøgene er det ligeledes muligt at sammenligne optimum for tidlig og normalt sået vintersæd. I tabel 4 ses beregnet optimum i tre forsøg. Udbytteerne er ikke vist, men ved de lave tildelinger af N giver tidlig såning markant højere udbytte end normal såning.

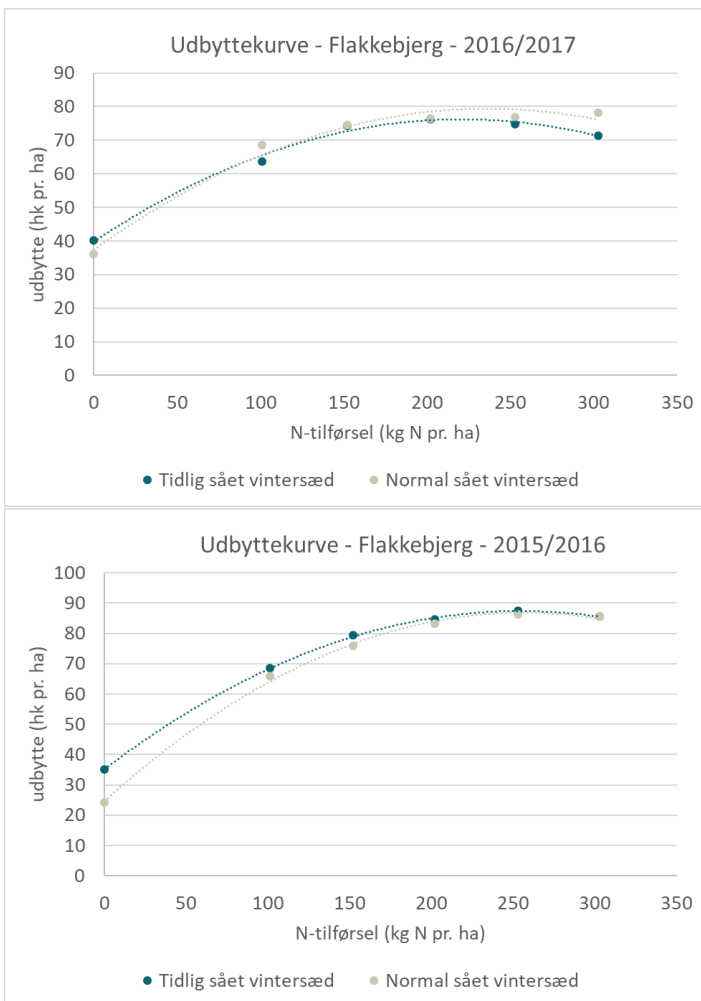
Tabel 4. Beregnet optimum (på nettoudbytter m. protein) i VIRK-N forsøgene

Sæson	Såtid	Vinterhvede i Flakkebjerg		Vinterrug i Foulum	
		optimum	N-optagelse i efteråret v. 1N	optimum	N-optagelse i efteråret v. 1N
2015/2016	Tidlig	265	12	229	18
	Normal	257	3	231	3
2016/2017	Tidlig	216	19	173	13
	Normal	231	5	202	5
2017/2018	Tidlig	206*	-	178	14
	Normal	207	2	180	5

*Sået på samme tid som normal såning

I alle år var der betydelig forskel i optagelsen i efteråret mellem tidlig og normal såning. Der er meget stor forskel i optimum mellem tidlig og normal såning i 16/17, men i 2015/2016 og 2017/2018 er forskellene forholdsvis beskedne.

Resultaterne tyder på, at såtiden i nogle tilfælde vil kunne reducere optimum markant, mens der i andre tilfælde ikke vil være forskel på optimum mellem tidlig og normal såtid.



Kvantificering af NDVI i marken

Ovenstående forsøg afspejler NDVI i et enkelt år, og for at kvantificere størrelserne på NDVI er det nødvendigt at tage flere år i betragtning.

Der er gennemført en forsøgsserie med vinterhvedesorters egnethed til tidlig såning gennem en år-række. Der målt NDVI i forsøgene i efterårene 2018 og 2019. I begge år er der gennemført 6 forsøg med 15 forskellige sorter. Der var signifikant forskel på NDVI mellem tidlig og normal såtidspunkt. Gennemsnitligt NDVI ses af tabel 4.

Det fremgår, at tidlig såning i efteråret 2018 giver en højere NDVI-værdi, hvilket afspejler bedre vækstforhold i efteråret 2018. Normal såtid er sammenlignelig mellem årene.

Tabel 4. Gennemsnitligt NDVI af forsøg 010251919 og 010252020. Gennemsnittet repræsenterer 15 forskellige vinterhvedesorter. NDVI er målt i den sidste halvdel af oktober.

Efterår 18

Normal	0,35
Tidlig	0,60

Efterår 19

Normal	0,38
Tidlig	0,48

Herudover er der lavet et udtræk fra Mark Online med NDVI af vintersæd i efteråret.

Udtræk fra alle marker i MarkOnline ses af tabel 5. NDVI fra sidste halvdel af oktober.

Tabel 5. Udtræk fra alle marker i MarkOnline i sidste halvdel af oktober.

Efterår	Afgrødetype	Gns. NDVI	Spredning, NDVI	Middel
2017	Vinterhvede	0,46	0,14	0,46
2018		0,54	0,15	
2019		0,39	0,11	
2017	Vinterbyg	0,58	0,14	0,55
2018		0,62	0,12	
2019		0,46	0,11	
2019	Vinterrug	0,4	0,12	0,53*

Korrigeret middelværdi ift. NDVI i 2017 og 2018.

NDVI-værdierne afspejler en variation mellem årene, men er en kombination af forskellige såtidspunkter. I 2018 nåede mange at så tidligt, og forholdene var gode i efteråret, hvilket ses af de høje NDVI-værdier i efteråret.

Resultaterne afspejler også, at vinterbyg og vinterrug generelt har højere NDVI-værdier, og at man muligvis skal adskille arterne, når der skal korrigeres for optagelsen i efteråret.

Værdierne stemmer godt overens med NDVI-værdierne fra dronemålingerne i forsøgene.

Konklusion

Tidlig såning giver en større kvælstofoptagelse i vintersæden om efteråret. Forsøgene viser typisk en forskel i optagelsen på 15-20 kg kvælstof ved såning 1. september i forhold til 20. september. Alt andet lige vil man forvente, at det skal resultere i et lavere kvælstofbehov ved tidlig såning.

På tværs af forsøgene findes ingen signifikant sammenhæng mellem forskelle i kvælstofbehov mellem tidlig og normal såning. Forsøgene tyder også på, at man i nogle tilfælde med tidlig såning vil kunne reducere N-tildelingen markant, mens man i andre tilfælde ikke vil se en effekt på optimum ved tidlig såning.

Det vurderes dog, at ved en meget høj N-optagelse (NDVI-værdier) i efteråret, som fx i forsøg 070152020-001, kan N-optagelsen reduceres i foråret. Ved meget lavet optagelser i efteråret kunne man forestille sig, at man skal tildele mere N i foråret, men som det fremgår i tabel 1, er forskellen mellem middel og lave optagelser forholdsvis beskedne. Forskellen i N-optag vil ligge under 5 kg. pr. ha, hvorfor det ikke er sandsynligt, at det vil have betydning for forårstildelingen.

Derfor implementeres en justering i Mark Online i vintersæd, hvor kun marker med en forventet meget høj kvælstofoptagelse i efteråret bestemt ved NDVI-målinger fra satellit. Forsøgsgrundlaget tillader ikke, at der kan regnes en direkte gennemsnitlig effekt ud. Effekterne strækker sig fra, at der i enkelte forsøg er effekter helt oppe på omkring 30 kg pr. ha til, at man i andre forsøg ingen effekt ser af N-optagelsen i efteråret. Foreløbig sættes en justering på 15 kg N pr. ha i vintersæd. Reduceres tildelingen med 30 kg N i alle marker med høj optagelse risikerer man markante udbyttetab, og derfor er justeringen sat mere forsigtigt til 15 kg N pr. ha. Justering i vinterbyg og vinterrug er lavere, siden den samlede norm er lavere for byg og rug.

Intervallerne for høje og lave N-optagelser ses ligeledes i tabel 6. En meget lav optagelse af kvælstof vil afspejles i NDVI-værdier på under 0,35-0,4, hvor høje optagelser vil give NDVI-værdier på over 0,6-0,65.

De præcise værdier er svær at fastsætte, men i tabel 6 er der opstillet intervaller i NDVI (målt i sidste halvdel af oktober) for lav, middel og høj N-optagelse. Disse er vurderet på baggrund af tabel 5.

Tabel 6. Justering og NDVI-intervaller der indbygges i MarkOnline.

	Lav	midde	Høj
NDVI - Vinterhvede	< 0,35	0,35-0,65	>0,65
Justering i N-tildeling, kg N/ha	0	0	-15
NDVI - Vinterbyg	< 0,35	0,35-0,65	>0,7
Justering i N-tildeling, kg N/ha	0	0	-10
NDVI- Vinterrug	< 0,35	0,35-0,65	>0,65
Justering i N-tildeling, kg N/ha	0	0	-10