

19. OKTOBER 2014

Afvandingsforsøg Tokkerup

Afrapportering af resultater for vækstsæsonen 2013/14

Forsøg udført for Videnscentret for Landbrug



Se 'European Agricultural Fund for Rural Development' (EAFRD)

SPECTROFLY APS
Markstien 2
DK-4640 Faxe



Luftfoto af forsøgsmarken d. 31/3-2014. Optaget af R. N. Poulsen.

Kundens repræsentant:	Specialkonsulent Janne Aalborg Nielsen
Udarbejdet af:	Cand.agro. Robert Nøddebo Poulsen
	Cand.agro. Kasper Jacob Jensen
Version	1.0

1 RESUME

Igen i 2013/14 blev afvandingens betydning for udbyttet undersøgt i vinterhvede på en drænet JB7 jord i Tokkerup (Faxe) på Sydøstsjælland. Nærværende rapport afrapporterer forsøgsresultater fra vækstsæsonen 2013/14, hvilket er 3. års resultater fra forsøget. Forsøget er udført af SpectroFly ApS for Videnscentret for Landbrug.

Formålet med projektet er, at få opdateret vidensgrundlaget om afvandingens betydning for afgrødernes udbytte, samt få en bedre forståelse for vand- og kvælstofdynamikken ved varierende afvandingsforhold. Med reflektans og biomassemålinger er tilvejebragt information om afgrødens vækst igennem sæsonen og afgrødens tørstof og kvælstofudbytte er målt ved tre kvælstofniveauer (henholdsvis 0, 174 og 253 kg N/ha) ligesom grundvandsniveauet i forsøgsparcellerne og vejrdato er kontinuert registreret.

Vækstsæsonen begyndte tidligt i modsætning 2012/13, men var tilsvarende tør. I de høstede udbytter blev registreret forskelle i både tørstof på 15% imellem veldrænet og reduceret dræning. I vinterhvedeudbytterne blev målt forskelle i kvælstofoptagelsen på 13% ved normalt gødningsniveau og 11% ved højt kvælstoftildeling. Afgrødens påvirkning af afvandingsforholdene blev registreret tidligt i vækstsæsonen og resultater fra udvalgte parceller indikerer at disse er vedvarende igennem vækstsæsonen.

2 INDHOLDSFORTEGNELSE

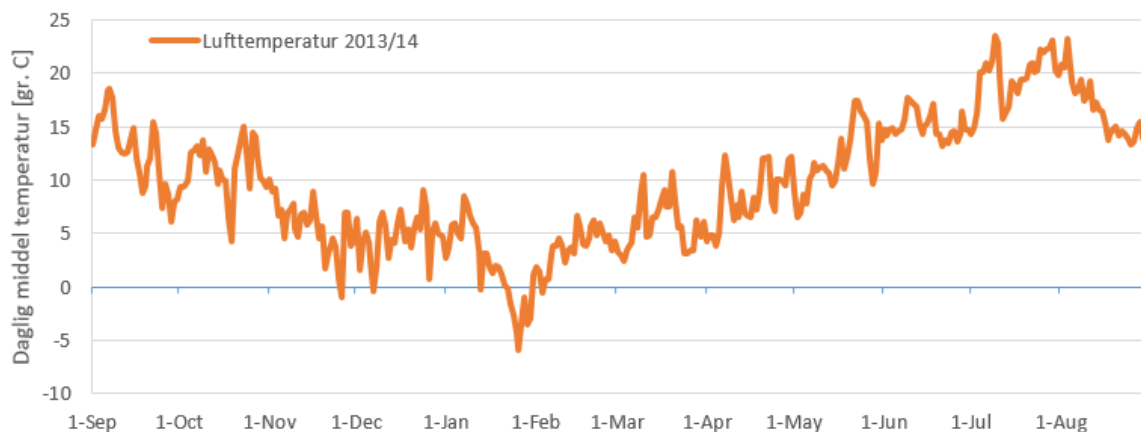
1	Resume	3
2	Indholdsfortegnelse	4
3	Vækstsæsonen 2013/14	6
3.1	Temperatur & nedbør	6
3.2	Forsøgsarealet og dyrkningshistorie	7
4	Metode	7
4.1	Forsøgsarealets grundbehandling	7
4.1.1	Såning	7
4.1.2	Plantebeskyttelse	7
4.1.3	Gødskning	8
4.2	Forsøgsinddeling og behandlinger	8
4.3	Kernehøst	9
4.4	Biomasseprøver i vækstsæsonen	10
4.5	Halmudbytte	10
4.6	N _{min}	10
4.7	Vandstandsmålinger	10
4.8	Reflektansmålinger	11
4.9	Kerneanalyser	11
4.10	Statistiske modeller	11
4.10.1	Kerneudbytte	12
4.10.2	NDVI	12
4.10.3	Alternativ analyse af udbytter	12
4.10.4	LSD (Least Significant Differens)	13
5	Resultater	13
5.1	N _{min}	13
5.2	Vandstandsdata	13
5.3	Reflektansmåling	18
5.3.1	Billedobservationer	19
5.4	Høstdata	20
5.5	Tørstofudbytte i kerner	20
5.6	Kvælstofudbytte i kerner	22
5.7	Halmudbytter	23
5.8	Tidlig udvikling i biomasse (tørstof og kvælstof)	24
5.9	Kvælstofbalance	25

6	Diskussion	26
7	Sammenfatning	27
8	Litteraturliste	28
	Appendix A – Statistisk analyse af NDVI målinger	29
	Appendix B - Statistisk analyse af udbytte data	32

3 VÆKSTSÆSONEN 2013/14

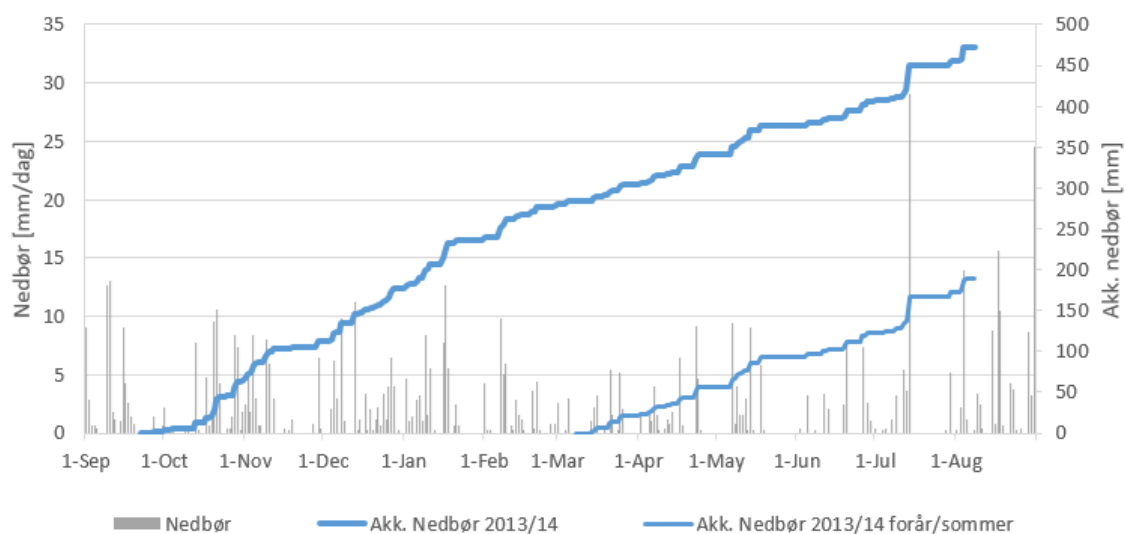
3.1 TEMPERATUR & NEDBØR

Dyrkningsåret 2013/14 huskes for en forholdsvis mild vinter, tidligt forår og en varm sommer. Vinteren startede i begyndelsen af december og slap først i begyndelsen af april jf. Figur 1. Helt frem til 10. april var der nattefrost hver nat, herefter var der spredte døgne med nattefrost senest 3. maj. På trods af vinteren, var der ikke problemer med udvintring på forsøgsarealet.



Figur 1 Daglig middeltemperatur i dyrkningsåret fra 1/9-2012 til 31/8-2013

I hele vækstperioden fra såning til høst er der målt 473.2 mm nedbør (ukorrigeret), mens der fra vækstsæsonens start i foråret 2014 (8. marts) og til høst kun blev målt 189,4 mm. Specielt marts udmærker sig ved kun 3.4 mm nedbør. Juli var også en tør måned med kun 18.4 mm nedbør, der fortrinsvist faldt i slutningen af måneden.



Figur 2 Daglig nedbør fra 1/9-2012 til 31/8-2013, samt akkumuleret nedbør (ukorrigeret) fra såning til høst dvs. fra 22/9-2013 til 8/8-2014, målt i nedbørsmåler på forsøgsarealet.

Tabel 1 Oversigt over akkumuleret månedsnedbør, samt minimum, middel og maksimum temperaturer på månedsbasis baseret på daglig middelværdier.

	Sep	Okt	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug
Månedsnedbør [mm]	63.2	62.6	48	63.6	59.4	42.2	27	35.6	35.8	30.2	48.8	105.2
Daglig minimum temp [dg.C]	6.1	4.3	-0.9	-0.4	-5.9	-0.5	2.4	3.8	6.6	13.2	14.4	13.4
Daglig middel temp [gr.C]	12.6	11.2	5.7	4.8	1.8	3.8	5.8	8.4	11.9	15.1	19.8	16.5
Daglig max temp [gr.C]	18.6	15.1	10.1	9.1	8.5	6.7	23.5	12.3	17.5	17.8	23.5	23.2

3.2 FORSØGSAREALET OG DYRKNINGSHISTORIE

Forsøgsarealet er 3.8 hektar der ligger vandløbsnært til den opstrøms del af Vivede Mølleå uden for landsbyen Tokkerup ca. 5 km nord for Faxe på Sjælland. Jordtypen er JB7 og arealet er nærmest helt fladt. Der er en gradient i afvandingsforholdene henover arealet fra vest mod øst, i kraft af gradienten på drænanlægget.

Forsøgsarealet er velkarakteriseret med bl.a. EM-38, tekstur, volumenvægtsbestemmelser og næringsstofanalyser og reaktionstal, samt kendskab drænanlæggets placering jf. (Hansen & Jensen, 2013) (Szilas, 2003) (Szilas, 2013). Forfrugten på forsøgsarealet er vinterhvede og forudgående herfor fem år med vårbyg.

4 METODE

4.1 FORSØGSAREALET'S GRUNDBEHANDLING

4.1.1 Såning

I vækstsæsonen 2013/14 blev forsøgsarealet tilsået med vinterhvede (2. års hvede) af sorten Mariboss (160 kg/ha). Den 21/9 blev marken stubharvet. Afgrøden blev sået d. 22/09-2014 med 4m Kverneland Accord luftassisteret såmaskine. Der blev opnået en god ensartet etablering af afgrøden på forsøgsarealet.

Der er ikke pløjet i forsøget, baggrunden herfor er i tråd med tidligere år, nemlig at der i et nedbørsrigt efterår er risiko for at der ikke kan nås og lave et ordentligt såbed, idet specielt den østlige del af forsøgsarealet kan reagere hurtigt på nedbør og dermed gøre en tilfredsstillende jordbearbejdning om efteråret umulig. Dertil er der forsøgsteknisk en del arbejde forbundet med at reetablerer pejlebrønde, hvis arealet pløjes.

4.1.2 Plantebeskyttelse

Forud for såning blev sprøjtet med Round-up, og efter såning foretaget en ukrudtssprøjtning. I løbet af forår og sommer blev sprøjtet i alt fem gange jf. Tabel 2. Hele forsøgsarealet blev behandlet ensartet mht. plantebeskyttelse og der blev sprøjtet med henblik på at ukrudt, svampesygdomme og skadedyr ikke skulle få indvirkning på forsøget, ligesom der vækstreguleret.

Tabel 2 Oversigt over datoer og de anvendte plantebeskyttelsesmidler på forsøgsarealet

10/9-2013	24/9-2013	3/4-2014	28/4-2014	15/5-2014	30/5-2014	16/6-2014
Round-up	Boxer	Ally ST	Bumper 25 EC	Bumper 25 EC	Proline EC 250	Bell
	DFF	Mangannitrat	Starane XL	Viverda	Opus	Maverik 2F
	Stomp		Mangannitrat			

4.1.3 Gødskning

Forsøgsarealet blev i foråret 2014 grundgødsket ad tre gange jf. Tabel 3. I forbindelse med plantebeskyttelsen er givet mangan i to gange.

Tabel 3 Oversigt over datoer og forsøgsarealet grundbehandling med gødning

	Kvælstof [kg N/ha]	Fosfor [kg P/ha]	Gødningstype
12/03-2014	0	26	0-4-21
14/03-2014	77.5		N30 2S (flydende)
13/04-2014	96.6		N30 2S (flydende)

4.2 FORSØGSINDELING OG BEHANDLINGER

Forsøget består af 7 dobbelt parceller placeret i stigende afstand fra vandløbet jf. Figur 3.



Figur 3 Oversigtskort over forsøgsmarken og den geografiske placering af dobbeltparceller, drænanlæg og pejlerørbrønde.

Hver dobbeltparcel består af 10 gentagelsesplot, som er fordelt på tre behandlinger (led), to led har fire gentagelser og et led har to gentagelser. Ledbehandlingerne omfatter tre kvælstofniveauer henholdsvis lav (0 kg N/ha), norm (174 kg N/ha) og høj (253 kg N/ha) jf. Figur 4. Hver dobbeltparcel er 2 x 5 x 16 meter placeret imellem dræn. Hvert gentagelsesplot havde en størrelse på 2.25 x 5 m svarende til 11.25 m².

Den 14/3 og 13/4 blev arealet gødsket med N30, her blev N0-leddene afdækket med presenning jf. Figur 5. Den 1. maj blev det høje kvælstofniveau (N253) tildelt 79 kg N/ha ved tilførsel af fast N27 gødning med håndskubbet forsøgsgødningsspreder.

<-- N			
N 174, Gentagelse nr. 1		N 0 , Gentagelse nr. 2	
N 174, Gentagelse nr. 2			
N 174, Gentagelse nr. 3		Værn	
N 174, Gentagelse nr. 4		N 253, Gentagelse nr. 4	
Værn		N 253, Gentagelse nr. 3	
		N 253, Gentagelse nr. 2	
N 0 , Gentagelse nr. 1		N 254, Gentagelse nr. 1	

Figur 4 Oversigt over behandlinger i en dobbeltparcel, af hvilke der er 7 i forsøget.



Figur 5 Afdækning af N0 leddene, samt håndskubbet forsøgsgødningsspreder anvendt til gødsning af N174 og N253 leddene.

4.3 KERNEHØST

Parcellerne blev høstet fri d. 6/8-2014 og selve forsøget blev høstet d. 7/8-2014 med Haldrup forsøgsmejetærsker med 2.25 m skærbord

Hvert gentagelesplot blev høstet separat, og mængden blev vejjet på høstdagen. Ud af den høstede mængde blev efterfølgende udtaget 1kg prøve til analyse for tørstof- og kvælstofindhold i kernen, samt hektolitervægt og renhed.



Figur 6 Haldrup mejetærsker i gang med høst i dobbeltparcel.

4.4 BIOMASSEPRØVER I VÆKSTSÆSONEN

For at kunne beskrive væksten mere kvantitativt blev i løbet af vækstsæsonen blev foretaget biomasseklip på fire datoer i maj henholdsvis 2., 10., 18 og 28. Efterfølgende blev prøverne sendt til analyse for tørstof og kvælstofindhold.

Prøvefelterne var cirkulære med en størrelse på 0.2826 m^2 . Afgrøden blev klippet med saks ved jordoverfladen og pakket i plastiksække.

4.5 HALMUDBYTTE

Med henblik på at opnå aktuel viden om tørstof og kvælstofudbytter i halmfraktionen blev i parcel 2 og 6 udtaget halmprøver til analyse. Fra N0 leddet blev udtaget to halmprøver og fra leddene N174 og N253 blev udtaget 3 halmprøver, dvs. 8 prøver i hver dobbeltparcel og i alt 16 prøver.

Alle kerne, biomasse og halmprøver blev via Agrotech analyseret ved Agrolab i Tyskland.

4.6 NMIN

Den 4. marts 2014 blev udtaget syv $N_{\min}$ prøver repræsenterende hver af de syv dobbelt parceller. Hver af de syv prøver blev blandet af seks stik til 75 cm dybde. Prøver blev udtaget med håndbor i midten af dobbeltparcellerne jævnt henover længden af dobbeltparcellen dvs. mellem dræn.

$N_{\min}$ prøverne blev udtaget af GPSagro og analyseret ved Agrolab i Tyskland.

4.7 VANDSTANDSMÅLINGER

I hver dobbeltparcel er installeret 3 pejlebrønde, hvoraf der i et pejlerør er installeret en automatisk tryksensor af mærket OTT. De automatiske loggere måler grundvandsstanden hvert 15. minut og giver på den måde en meget høj datatæthed i forhold til de manuelle målinger. Tidligere års pejlinger har vist beskeden variation i de pejlede vandstande inden for de syv dobbeltparceller. De manuelle målinger benyttes således primært til at verificerer koteforholdene af de automatiske

tryksensorer. Data fra de automatiske loggere sendes via mobilnettet til database og har været præsenteret online på hjemmesiden <http://hydroinform.dk/Afvanding.html>.

Den 1. marts 2014 blev dobbeltparcel 1 installeret med automatisk logger, således at alle 7 dobbeltparceller nu er udstyret med automatisk dataopsamling.

I vækstsæsonen blev grundvandspejlet målt manuelt i alle pejlebrønde 3 gange med ca. en måneds mellemrum henholdsvis 12/3, 12/4 og 18/5-2014. Grundet den tørre sommer blev yderligere målinger ikke foretaget, da grundvandsspejlet i løbet af juni kom under bunden af pejlebrøndene.

4.8 REFLEKTANSMÅLINGER

Fra den tidligere vækst i starten af april til skridning i juni blev foretaget regelmæssige reflektansmålinger. Den anvendte afgrødescanner har produktnavnet "Spectrosense" fra firmaet Skye Instruments. Apparatet måler indstråling og refleksion fra afgrøden på to bølgelængder, henholdsvis i det røde (648 nm) og i det nærinfrarøde del af spektret (800 nm).

Målingerne blev foretaget fast fra 2 m's højde, hvilket svare til at der måles på ca. 0.6 m² prøveflade. Målingerne blev omtrentligt foretaget på ugentligt basis, under hensyntagen til at foretage målinger under gode vejrforhold. Målingerne blev altid foretaget på nordsiden af parcellerne, således at der i målingen ikke blev skygget på prøvefladen. På hver måledato blev i N0 leddene udført tre reflektansmålinger og i N174 og N253 blev taget 6-8 målinger pr. led.

Reflektansmålingerne blev foretaget på datoerne angivet i Tabel 4 og er præsenteret som Normalized Difference Vegetation Index også kendt som NDVI-værdier (Bach, 2014).

Tabel 4 Datoer for reflektansmålinger i forsøgsparcellerne.

3. april	12. april	16. april	21. april	25. april
27. april	10. maj	18. maj	28. maj	10. juni

4.9 KERNEANALYSE

Den høstede kerne fra hvert gentagelsesplot blev i mejetærskeren opsamlet (2.25 x 5 m) og efterfølgende vejret, således at plotudbyttet kunne opgøres. Fra den høstede mængde blev herefter udtaget ca. 1 kg af prøven til analyse for vandindhold, råprotein i tørstof, renhed og hektolitervægt.

De målte udbytter er først korigeret med analysetal for renhed og derefter for vandindhold og de angivne værdier er dermed angivet i kg tørstof [TS] i ren varer.

Kvælstofprocenten i kernen er beregnet ud fra analysetal for råprotein i tørstof, som blev omregnet ved Ligning 0. Kvælstofoptaget er udregnet ved multiplikation af kvælstofindholdet i kernetørstoffet og udbyttet for hver parcel.

$$\text{Ligning 0: Kvælstofindhold [\%]} = \frac{\text{Råproteinindhold}}{6,25}$$

4.10 STATISTISKE MODELLER

Der er foretaget analyse af kerneudbyttet i henholdsvis tørstof og kvælstofoptagelse. Der er angivet metode og model for hver af analyserne. Det anvendte signifikansniveau er generelt 95%.

De statistiske modeller er søgt reduceret til den mest simple model til beskrivelse af data, de nedenfor viste modeller er dermed den endelige reducerede model og de flersidede variansanalyser er fastholdt grundet vekselvirkning.

Drændybden og kvælstofniveauet er ikke anvendt som covariat (kvantitativ faktor) i analyserne, da antallet og intervallet af drændybder ikke har været stort nok til at udføre denne analyse, og der er dermed fundet vekselvirkninger.

Grundet høstfejl er antallet af gentagelse i to tilfælde reduceret hvilket ses af nedenstående model for antallet af målinger opdelt efter parcel og N niveau

I den statistiske analyse er anvendt nedenstående modeller.

4.10.1 Kerneudbytte

Data for nul parcellerne er behandlet separat, da de afvandingsafhængige effekter anses for at være væsentlig forskellige ved dette meget lave kvælstofniveau. Data der behandlet med en ensidet variansanalyse efter ligning 1, hvor afvandingsstilstanden udtrykkes som en faktor, benævnt "Parcel" og Y er tørstofudbyttet.

$$\text{Ligning 1: } Y_i = \alpha(\text{Parcel}_i) + e_i, \quad e_i \sim N(0, \sigma^2),$$

hvor målingerne $e_1, \dots, e_i$ er uafhængige.

Data for kvælstofniveauerne norm (N174) og brødnorm (N253) som er behandlet efter en flersidet varians analyse efter ligning 3, med Parcel og kvælstofniveau og som kvalitativ faktor og Y som responsvariabel og udbytte i tørstof/ha.

Ved reduktion af modellen til ligning 1 er der ikke fundet en kvælstof effekt på udbyttet og denne faktor er derfor reduceret bort og udbyttedata er dermed beskrevet efter ligning 2.

$$\text{Ligning 2: } Y_i = \alpha(\text{Parcel}_i \times \text{Nniveau}_i) + e_i, \quad e_i \sim N(0, \sigma^2),$$

hvor målingerne $e_1, \dots, e_i$ er uafhængige.

Der er anvendt en flersidet variansanalyse efter ligning 6 i den statistiske analyse af de udregnede kvælstofmængder i kernerne.

$$\text{Ligning 3: } Y_i = \alpha(\text{Parcel}_i \times \text{Nniveau}_i) + e_i, \quad e_i \sim N(0, \sigma^2),$$

hvor målingerne $e_1, \dots, e_i$ er uafhængige.

4.10.2 NDVI

For hver måledato af NDVI, er målingerne analyseret i forhold til dræningsintensitet og kvælstofniveau. Den anvendte model er:

$$\text{Ligning 4: } NDVI_i = \alpha(\text{Dræningsintensitet}_i \times \text{Nniveau}_i) + e_i, \quad e_i \sim N(0, \sigma^2),$$

hvor målingerne $e_1, \dots, e_i$ er uafhængige.

4.10.3 Alternativ analyse af udbytter

Betragtes forsøgsmarken som en blok med to afvandingsintensiteter og parcellerne som tilfældige prøveudtagningssteder udgør parcellerne ikke længere en faktor i sig selv og dræningsintensiteten bliver dermed den kvalitative faktor der analyseres for. I dette tilfælde erstattes ligning 2 med ligning 5 og ligning 3 af ligning 6.

Dette er anvendt analysen af dræningsintensitetens betydning i nederste del af tabellerne i excel dokumentet.

$$\text{Ligning 5: } Y_i = \alpha(\text{Dræningsintensitet}_i) + e_i, \quad e_i \sim N(0, \sigma^2),$$

hvor målingerne $e_1, \dots, e_i$ er uafhængige.

$$\text{Ligning 6: } Y_i = \alpha(\text{Dræningsintensitet}_i \times \text{Niveau}_i) + e_i, \quad e_i \sim N(0, \sigma^2),$$

hvor målingerne $e_1, \dots, e_i$ er uafhængige.

4.10.4 LSD (Least Significant Differens)

Variationen er i alle analyser beskrevet ved parvise sammenligninger, der angives med et fælles bogstav for grupper, der ikke adskiller sig signifikant f.eks. grupper med a er ens, mens grupper med a, b og c er forskellige. Yderligere er der angivet de to ekstremer af LSD værdier henholdsvis minimum og maksimum, der repræsenterer sammenligninger af værdier, med henholdsvis flest og færrest målinger.

LSD værdier bruges til parvise sammenligninger, og da der er et uens antal målinger i parcellerne, findes der flere LSD værdier. Disse ligger dog så tæt værdimæssigt, at dette reduceres til en minimum og en maksimum værdi. De to LSD værdier udregnes efter Ligning 7. De viste LSD værdier i graferne er generelt de højeste.

$$\text{Ligning 7: } \text{LSD} = t_{0,975,df} * \text{standard residual error} * \sqrt{\frac{1}{\text{antal målinger}} + \frac{1}{\text{antal målinger}}}$$

5 RESULTATER

5.1 $N_{\min}$

Resultaterne af de syv $N_{\min}$ prøver udtaget i starten af marts ses i Tabel 5. Prøverne vidner om en stor variation, med en tendens til at der er mere kvælstof i jorden i de parceller med ringere afvandingsdybde, omend sammenhængen ikke er fuldstændig konsistent.

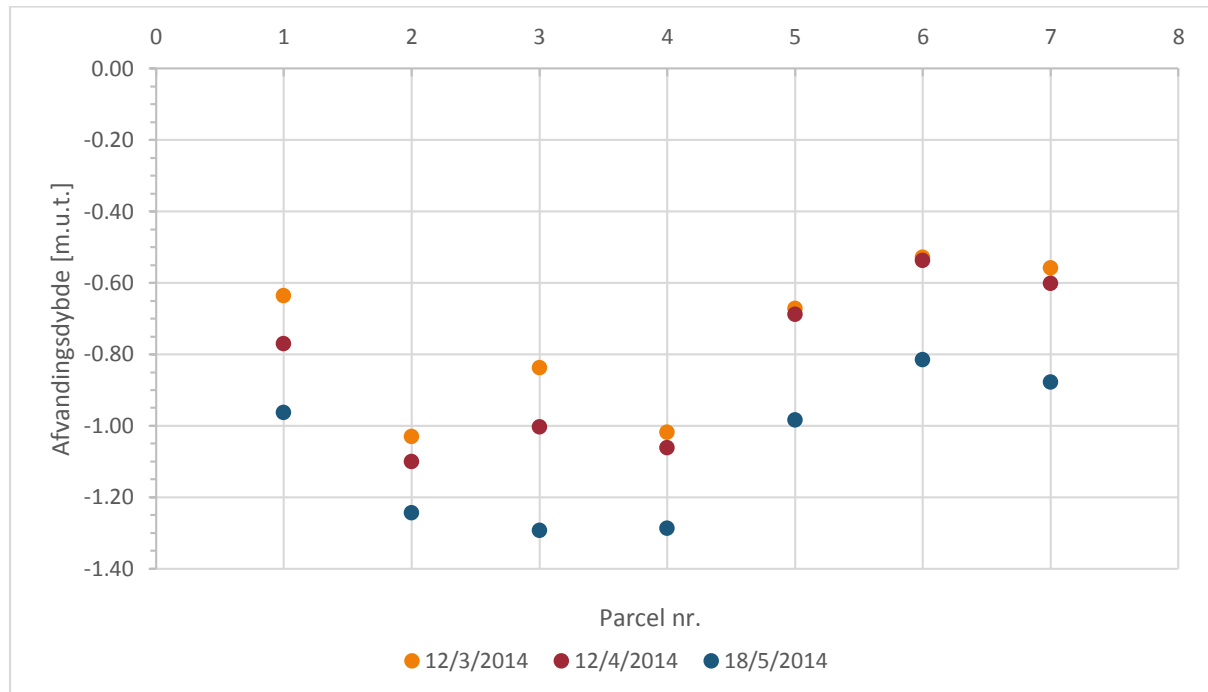
Tabel 5 Oversigt over $N_{\min}$ målinger udtaget d. 4/3-2014 og afvandingsdybden i parcellerne på prøvetagningstidspunktet.

Plot nr.	1	2	3	4	5	6	7
$N_{\min}$ Kg N/ha (0-75cm)	26	26	42	22	79	48	114
Afvandingsdybde [m]	0.63	1.00	0.62	1.10	0.66	0.12	0.23

5.2 VANDSTANDSDATA

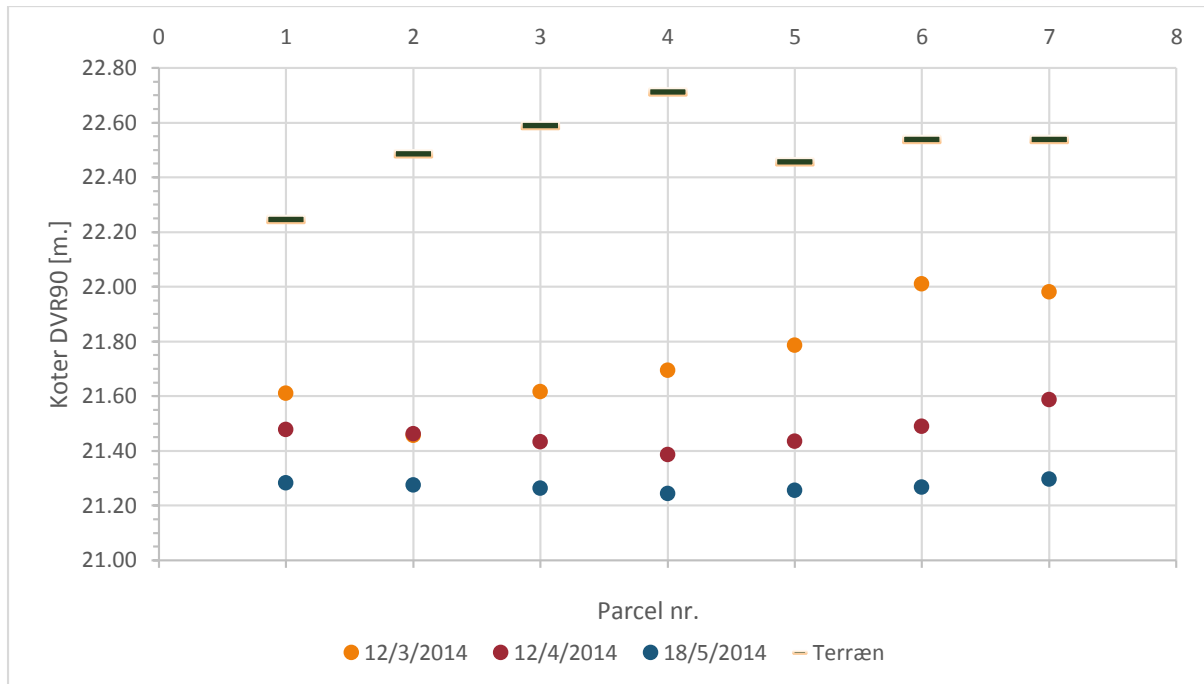
De manuelle grundvandspejlingerne er fortaget løbende i forårsmånederne henholdsvis marts, april og maj. Den meget tørre sæson bevirkede at pejlebrøndene gik tørre i slutning af juni dvs. grundvandsstanden faldt til et niveau under bunden af brøndene. Her forblev grundvandspejlet i juli og august og med varierende timing kom grundvandspejlet tilbage i brøndene. I parcel 1 og 2 1. september, og i parcel 4-7 kom vandet tilbage i brøndene med regnvejret d. 13. 14 september, mens det først kom tilbage 1. oktober i parcel 3.

De manuelle målinger er øjebliksbilleder af grundvandstanden i pejlebrøndene, der primært har til hensigt at være kontrolpejlinger for de automatiske målinger jf. Figur 7. Målingerne giver imidlertid et udmærket indblik i grundvandet bevægelse om foråret og den relative forskel imellem parcellerne. Som i de øvrige år ses at grundvandet i parcellerne 2, 3 og 4 ligger dybere end i de øvrige parceller, hvilket skyldes deres respektive placering i mark.



Figur 7 Kontrolpejlinger af grundvandstanden omregnet til afvandingsdybden dvs. vandstanden i fht. terræn. Målepunkterne er gennemsnit af pejlinger fra tre brønde pr. parcel.

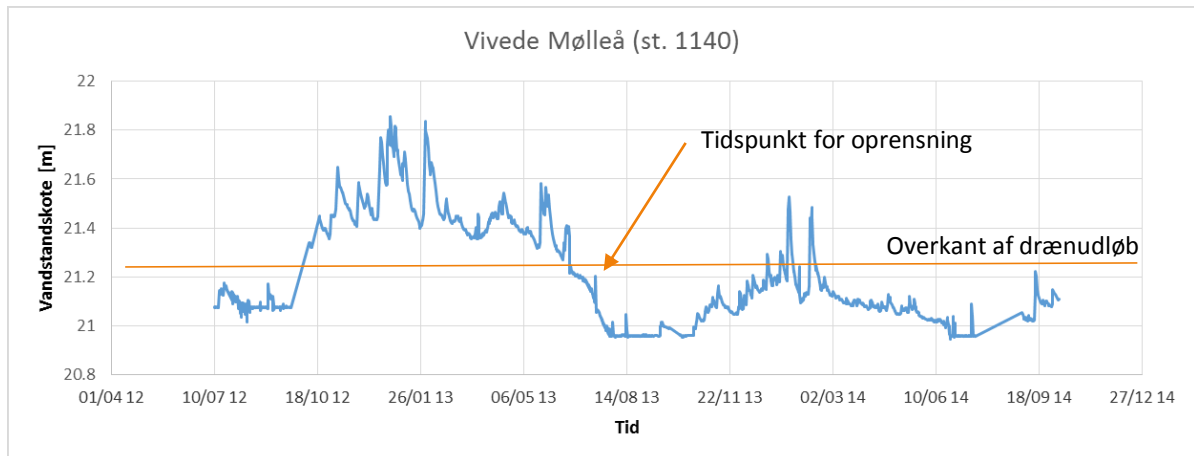
I Figur 8 er de målte grundvandspejlinger vist som koter og her er det særligt i målingerne fra marts, hvor drænene løber, tydeligt med en gradient i det målte grundvandsspejl. Lavest er målingerne i parcel 2 to som ligger tættest på drænudløbet og højest længst væk fra drænudløbet dvs. parcel 6 og 7. I april er der kun en besked en gradient, hvilket er i rimelig overensstemmelse med at drænastrømning er observeret aftagende og ophørte helt ultimo april. Gradienterne er i maj stort set elimineret og grundvandspejlet befinder sig meget tæt på drænudløbets bundkote dvs. fra markens hoveddræn som har bundkote i 21.19 meter.



Figur 8 Kontrolpejlinger af grundvandstanden præsenteret som koter. Målepunkterne er gennemsnit af målinger i tre brønde pr. parcel

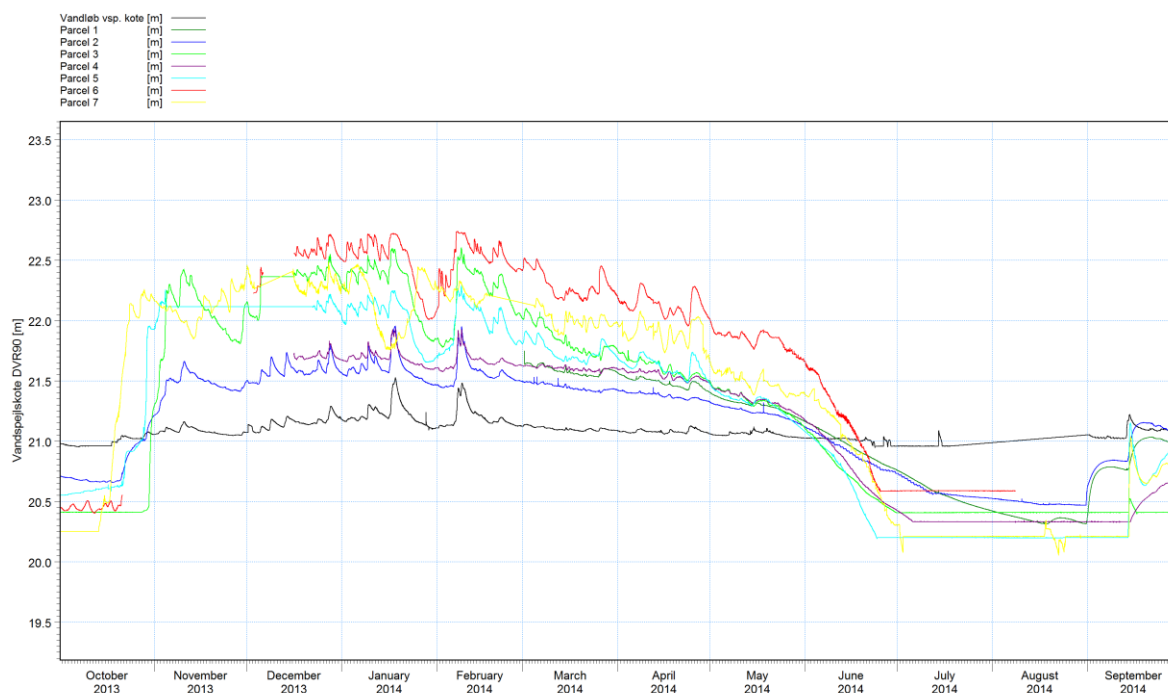
Målinger fra de automatiske loggere er præsenteret i Figur 10 og Figur 11, henholdsvis præsenteret som DVR90 koter og som afvandingsdybder. Herfra kan vandspejlsdynamikken igennem vækståret følges som helhed men også forskellene mellem parcellerne bliver tydelig. I efteråret 2013 var der var periodiske fejl med logning af data bevirkende at tidsserierne ikke er fuldstændig kontinuerte. I parcel 1 blev loggeren installeret 1. marts 2014.

Ud over vandspejldynamik i pejlebrøndene kan i Figur 10 ses vandspejlskoten i vandløbet (st. 1140 dvs. samme station som hoveddrænets udløb fra forsøgsmarken. Anderledes i forhold til de to foregående år er at vandløbet blev oprensede i juli 2013. Sammenlignet med vækståret 2012/13 har oprensningen praktisk betydet en væsentlig lavere vandstand i 2013/14. Som konsekvens heraf og i modsætning til tidligere år har hoveddrænet i langt højere grad haft frit afløb jf. Figur 9. I 2012/13 var drænudløbet stort set dykket fra oktober 2012 til juni 2013, men i 2013/14 var det stort set frit løbende i på nær et par hændelser i januar 2014. Når vandspejlskoten i vandløbet når over 21.24 meter er drænudløbet fuldt dykket.

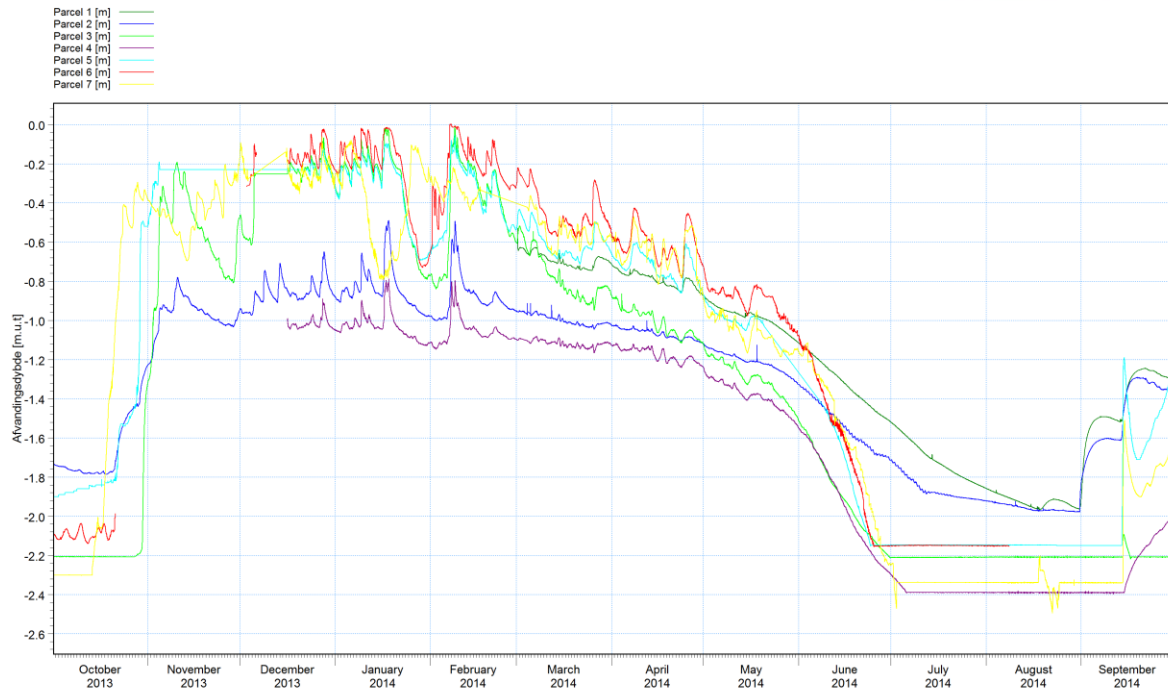


Figur 9 Vandstandskote i Vivede Mølleå (st. 1140) i perioden medio juli 2012 til oktober 2014. Grafen viser en lavere vandstand i åen efter oprensning.

Både Figur 10 og Figur 11 viser et højere liggende vandspejl i de parceller der har mindst drændybde dvs. parcellerne 1 og 5-7. Forskellene i vandstanden imellem parcellerne med normal og begrænset drændybde er størst i løbet af vinteren og aftager i løbet af foråret og hen over sommeren.

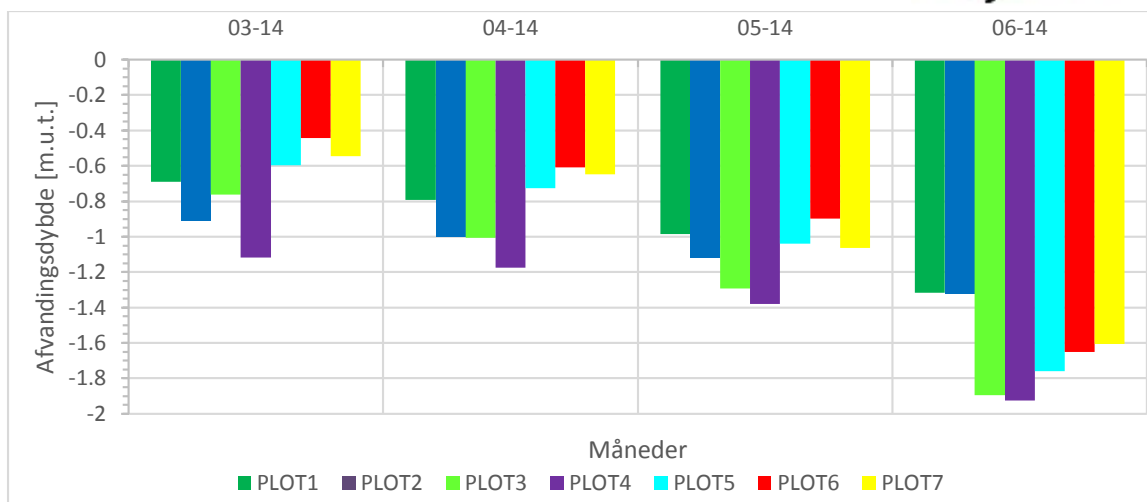


Figur 10 Målte vandspejlskoter i vandløb og parcellerne 1-7 for perioden juli 2013 til september 2014. Vandstanden i målt kontinuert (15 min) med online vandstandslogger i nedgravede pejlerør, samt verificeret med manuelle pejlinger.



Figur 11 Afvandingsdybder i parcellerne 1-7 for perioden juli 2013 til september 2014 baseret på kontinuert (15 min) måling af vanddybden i nedgravede pejlerør. Målingerne er omregnet til afvandingsdybder i forhold til målte terrænkoter i hver enkelt parcel.

På baggrund af tidsseriedata fra Figur 11 er for alle parcellerne beregnet en månedsmiddel afvandingsdybde for perioden marts til juni jf. Figur 12, idet afgrøderne i denne periode foretager næsten hele sin vækst. Overordnet ses, at afgrøderne måned for måned sænker grundvandsspejlet med hver deres hastighed. Dertil ses, at de parceller som grundet deres større drændybde er kategoriseret som veldrænede (dvs. 2, 3 og 4) i forårsmånederne marts til maj også har den største afvandingsdybde. I juni ændres responset for de to mest vandløbsnære parceller (parcel 1 og 2), idet udtørring ikke formår at sænke grundvandsspejlet i samme grad som for de resterende parceller, hvilket sandsynligvis skyldes en større interaktion med vandløbet. I parcellerne 3 og 4 (velafvandede parceller) formår afgrøderne at sænke grundvandsspejle mest (-1.89 og -1.92 m.u.t), mens grundvandsspejlet i parcellerne 5, 6 og 7 ligger henholdsvis 13, 24 og 29 cm højere end i parcel 3. Denne forskel kunne antageligt skyldes en mere begrænset rodvækst i de parceller som har været påvirket af et mere overligt beliggende grundvandsspejl.



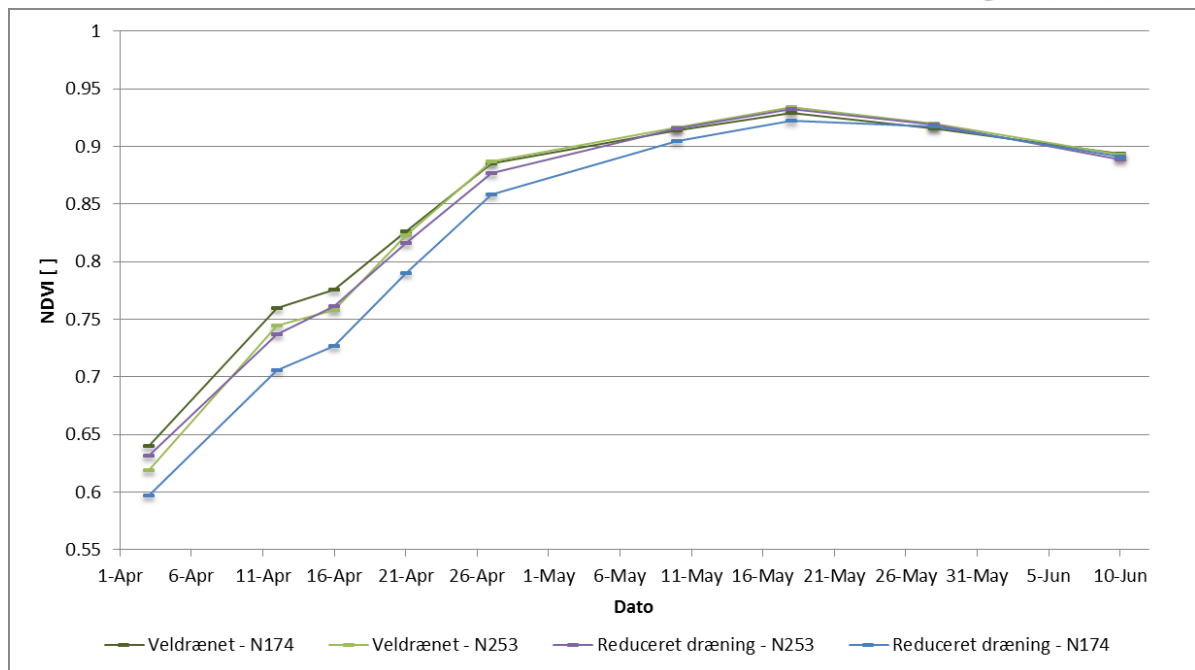
Figur 12 Middelgrundvandsspejlet på månedsbasis vækstsæsonen fra marts til juni 2014 for alle 7 parceller. I månederne juli, august og september befinder grundvandsspejlet sig under bunden af pejlerørene, hvorfor disse måneder ikke er inkluderet i figuren.

5.3 REFLEKTANSMÅLING

Afgrødeudviklingen i vækstsæsonen blev målt i form af omtrentlige ugentlige reflektansmålinger i perioden 3. april til 10. juni jf. Tabel 4, NDVI målingerne er præsenteret i Figur 13.

Reflektansmålingerne er grupperet i forhold til de to gødskningsniveauer fordelt på to dræningsintensiteter henholdsvis veldrænet og reduceret dræning. I Appendiks A findes den statistiske analyse af NDVI data. Figur 13 er en proxy for afgrødens vækstkurve. NDVI målingerne peger på, at der tidligt i vækstsæsonen er forskel på planternes vækstudgangspunkt, idet forskellene i NDVI målingerne i start april er statistisk signifikante. Da middelgrundvandstanden i forårmånederne generelt er lavere i de veldrænedes parceller er det nærliggende, at der kan være tale om en temperatureffekt. Antageligt vil de veldrænedes parceller have en højere temperatur og dermed vil afgrødevæksten starte hurtigere, denne forklaring er oplagt, men jordtemperaturen er ikke målt i forsøget. I løbet af april og maj reduceres forskellene imellem i mellem de to dræningsintensiteter og ved de to sidste målinger dvs. 28/5 og 10/6 kan ikke registreres signifikante forskelle imellem de dræningsintensiteter og kvælstofniveauer. At forskellene gradvist reduceres tilskrives fortrinsvist at NDVI indekset mættes som afgrøden udvikles og biomassen øges.

I NDVI målingerne adskiller leddet med reduceret dræning ved kvælstofniveauet (N174) sig signifikant fra de tre øvrige grupper. Det kunne indikere, at den høje kvælstoftildeling i nogen grad kan kompensere for den reducerede dræningsintensitet, det er imidlertid usikkert.



Figur 13 Middel NDVI hen over sæsonen, hvor parcellerne er grupperet som veldrænet (2,3,4) og reduceret dræning (1, 5, 6 & 7) og fordelt på henholdsvis to N-niveauer dels norm N174 og brød N253..

5.3.1 Billedobservationer

For at give et overordnet, men konkret indblik i vinterhvedens udvikling er i Figur 14 løbende taget en række billeder fra markkanten. Billederne og kan samtidig anvendes til at synliggøre hvilket vækststadium NDVI værdierne svare til.



Figur 14 Billeder der illustrerer vinterhvedens udvikling på forsøgsarealet.

5.4 HØSTDATA

Forsøget blev høstet den 7/8-2014, som en moden afgrøde under gode høstforhold. Det gennemsnitlige vandindhold, proteinniveau og renhed af alle de høstede forsøgsparcellerne var henholdsvis 18.7%, 10.5% og 99.1%.

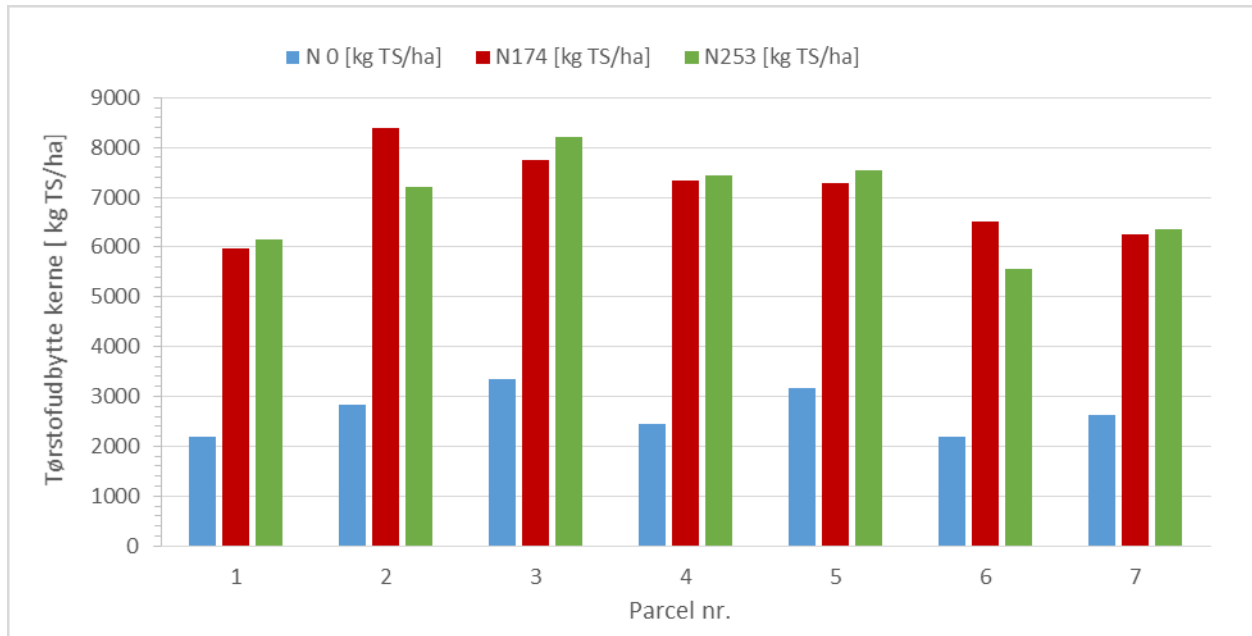
Under høsten gik fire gentagelsesplot tabt, en som følge af hul i pose og 3 plot grundet en fejl i forbindelse med friskæring af forsøget.

I forbindelse med afvejning og analyser blev ikke være observeret uregelmæssigheder.

5.5 TØRSTOFUDBYTTE I KERNER

Tørstofudbyttet i vinterhvedens kerneudbytte ved kvælstofniveauerne 0, 174 og 253 Kg N/ha er for 2013/14 sæsonen præsenteret i Figur 15.

I gennemsnit var udbytteforskellen mellem N174 og N253 leddene -145 kg TS/ha, hvilket ikke er en signifikant forskel. Derfor er udbyttedata for leddene N174 og N252 puljet inden for hver parcel og vist med én værdi i Figur 16. De højeste tørstofudbytter i 2014 er i overensstemmelse med 2013 og 2012 (Poulsen & Jensen, 2014) (Hansen & Jensen, 2013) fundet i parcel 2 og 3, de adskiller sig dog ikke signifikant fra udbytterne i parcel 4 og 5, men fra parcel 1, 6 og 7, hvor de laveste udbytter er målt. Den statistiske test af udbyttedata kan ses i Appendiks B.

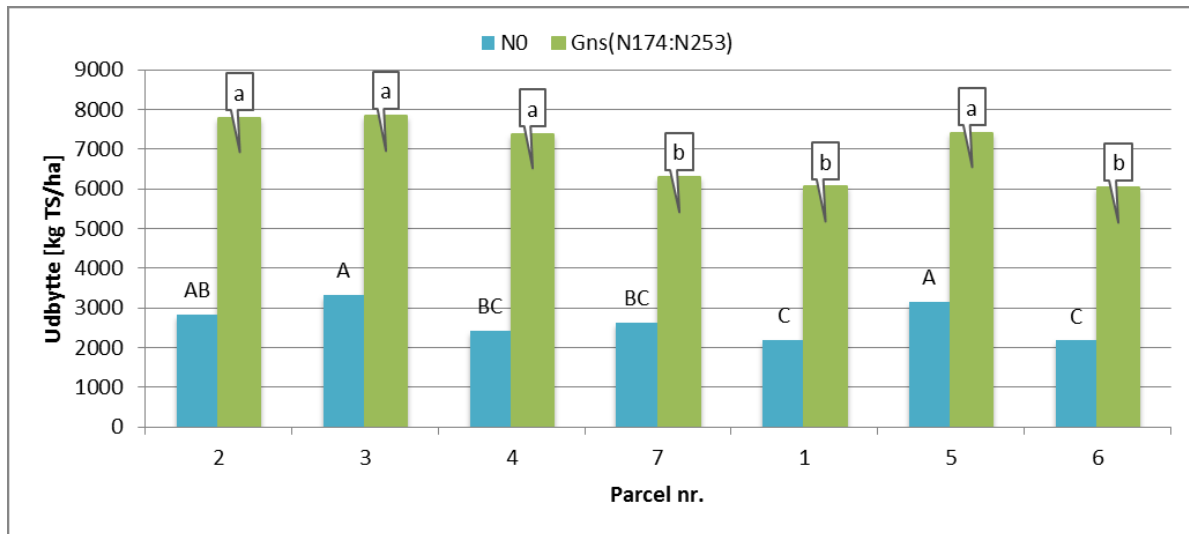


Figur 15 Målt tørstofudbytte [kg TS/ha] i tre kvælstofled N0, N174 og N253 fordelt på syv parceller.

Parcellerne 2 og 6 adskiller sig ved, at afgrøden udbyttedmæssigt (tørstof) ikke har responderet på det ekstra kvælstof, som er tildelt i det høje kvælstofled (N253). Tilsvarende respons blev i 2012/13 fundet i parcellerne 1, 7 og 5. I forrige sæson blev det fortolket i retning af de dårligst afvandede parceller ikke responderede på kvælstoffet, men med en afvigelse i parcel 6 somme ikke umiddelbart kunne forklares. I nærværende sæson er der igen ikke et positivt respons i parcel 6, men det samme er tilfældet i parcel 2. Forskellen i tørstof mellem de to høje kvælstof niveauer i parcel to er på 1183 kg TS/ha.

Ved norm kvælstofniveauet (N174 leddet) er udbytteforskellen mellem mindste (parcel 1) og største (parcel 3) udbytte en forskel på 2429 kg TS/ha, mens forskellen ved brødhvede kvælstofniveauet (N254) er 2671 kg TS/ha, hvor parcel 6 havde mindste udbytte og parcel 3 igen havde største udbytte. I forhold til den forgående vækstsæson er forskellene ved de to kvælstofniveauer henholdsvis 985 og 726 kg TS højere i 2013/14 end i 2012/13.

I procent er udbytteforskellen (tørstof) mellem mindste og største udbytte i N0, N174 og N253 leddene henholdsvis 34,7%, 28,9 og 32,5%. Når de to høje kvælstofniveauer (N174 & N253) puljes, så er udbytteforskellen mellem mindste (parcel 6) og største (parcel 3) på 24,5%. Sammenlignet med 2012/13 er variationen i 2013/14 tørstofudbytterne større. Den øgede variation vurderes umiddelbart at være forbundet med en længere vækstsæson og en kraftigere udtørring.



Figur 16 Oversigt over kernetørstofudbyttet [kg/ha] i syv parceller fordelt på et puljet led bestående af N174 og N254, samt N0 leddet. Søjler med samme bogstav er ikke signifikant forskellig. Den statistiske analyse findes i Appendiks B.

Udbyttens niveauet i vinterhveden ved norm- (174 kg N/ha) og brødnorm-tildeling (253 kg N/ha) ligger på højde med landsforsøgene (7511 kg TS/ha) (Videnscentret for Landbrug, 2012) i de to højest ydende parceller 2 og 3, men parcel 4 og 5 ligger i år også tæt på udbyttens niveauet i landsforsøgene og de resterende parceller 1, 6 og 7 har et betydeligt lavere udbytte.

Højeste og laveste LSD værdi for udbyttet i parceller med norm og brødnorm N tilførsel er henholdsvis 747 og 655 kg tørstof/ha. I 2012/13 var niveauet 708 og 636 kg tørstof/ha og i vårbyg i 2012 var intervallet 1040-948 kg tørstof/ha. Der er dermed en tilsvarende variation i 2014 som i høstudbytterne i 2013.

For at afprøve om der kunne opnås et mere tydeligt billede af afvandingens påvirkning af tørstofudbyttet blev parcellerne inddelt i to grupper efter dræningsintensitet henholdsvis "veldrænet" og "reduceret dræning" jf. Tabel 6, men hvor de to kvælstofniveauer blev puljet. Forskellen i denne analyse mellem veldrænede og reduceret dræning er 1200 kg TS/ha svarende til ca. 15.7% og som er statistisk signifikant imellem de to dræningsintensiteter.

Tabel 6 Oversigt over statistisk analyse af tørstofudbytterne grupperet i forhold til dræningsintensitet

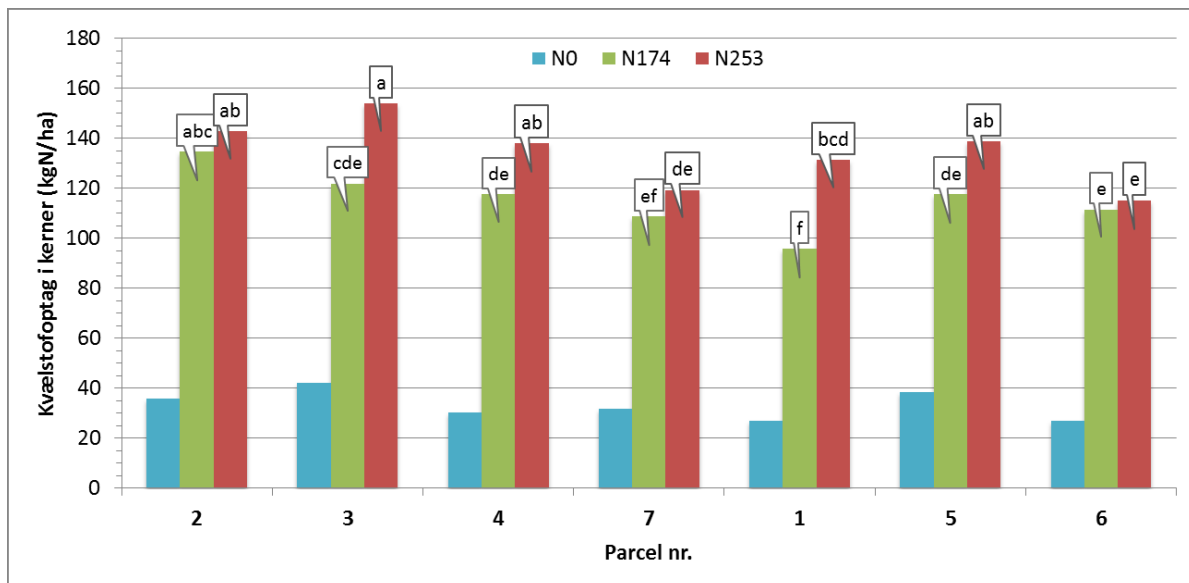
Dræningsintensitet	Tørstofudbytte [kg TS/ha]	Signifikans	Antal prøver
Veldrænet	7654	a	21
Reduceret dræning	6452	b	32

5.6 KVÆLSTOFUDBYTTE I KERNER

Kvælstofudbyttet i vinterhvedens kerne ved kvælstofniveauerne 0, 174 og 253 Kg N/ha er for 2012/14 sæsonen præsenteret i Figur 17. Resultaterne er baseret på de målte høstudbytter kombineret med analyseresultater fra hver enkelt gentagelsesplot.

I modsætning til tørstof har alle parceller i det høje kvælstofled (N253) responderet på den øgede tildeling (79 kg N/ha) og alle N253 led har således alle haft et kvælstofoptag der er større end i N174 leddet. I gennemsnit er kvælstofudbytteforskellen mellem de to kvælstofniveauer 19 kg N/ha, således er der umiddelbart 60 kg N/ha som ikke direkte er optaget. I N174 leddet varierer udbyttet fra 96 til 135 kg N/ha dvs. en forskel på 39 kg N/ha svarende til en forskel på ca. 29 %. I N254 leddet

varierede udbyttet fra 115 til 154 kg N/ha, ligeledes en maksimal forskel på 39 kg N/ha svarende til en forskel på ca. 25%.



Figur 17 Oversigt over kvælstofudbyttet ved tre kvælstofniveauer henholdsvis N0, N174 og N254. Søjler med samme bogstaver er ikke signifikant forskellige. Ved det lave kvælstof niveau (N0) var der ikke signifikante forskelle.

Ved at sammenligne parcellerne parvis ifht. kvælstofniveau opnås ikke et tydeligt billede af kvælstofoptagelse, udover den der har været gældende i foregående dvs. veldrænede parceller har generelt højere optagelse end i parceller med reduceret dræning.

For at opnå et mere klart billede af kvælstofoptagelsen blev parcellerne inddelt i fire grupper efter dræningsintensitet henholdsvis "veldrænet" og "reduceret drænet" og kvælstofniveau jf. Tabel 7. Herfra er det kan det ses at kvælstofoptagelsen er signifikant forskellig ved begge dræningsintensiteter. Ved N174 kvælstofniveauet er forskellen 16,2 kg N/ha og ved det høje kvælstofniveau N253 er forskellen 15.5 kg N/ha svarende til henholdsvis 13% og 11%. Resultaterne viser desuden at parceller med reduceret dræning og højt kvælstofniveau tilsyneladende kompenserer for den reduceret dræning og producerer en kvælstofoptagelse som på niveau med veldrænede parceller ved norm kvælstofniveau (N174).

Tabel 7 Oversigt over statistisk analyse af kvælstofudbytterne.

Dræningsintensitet	Kvælstofniveau	Kvælstofoptagelse	Signifikans	Antal prøver
Veldrænet	N174	124.7	b	12
Reduceret dræning	N174	108.5	c	16
Veldrænet	N253	141.8	a	9
Reduceret dræning	N253	126.1	b	16

Der blev generelt ikke fundet signifikante forskelle på kvælstofudbytterne ved det lave gødningsniveau (N0).

5.7 HALMUDBYTTER

De målte halmudbytter ligger i store træk på et ensartet niveau, som tilsyneladende er forholdsvis upåvirket af både dræningsintensitet og de to høje kvælstofniveauer.

Tabel 8 Gennemsnitsudbytte af kvælstof og tørstof i halm (henholdsvis, 1x2 og 2x3 prøver parceller N niveau) fra parcel 2 og parcel 6, henholdsvis velafvandet og reduceret dræning.

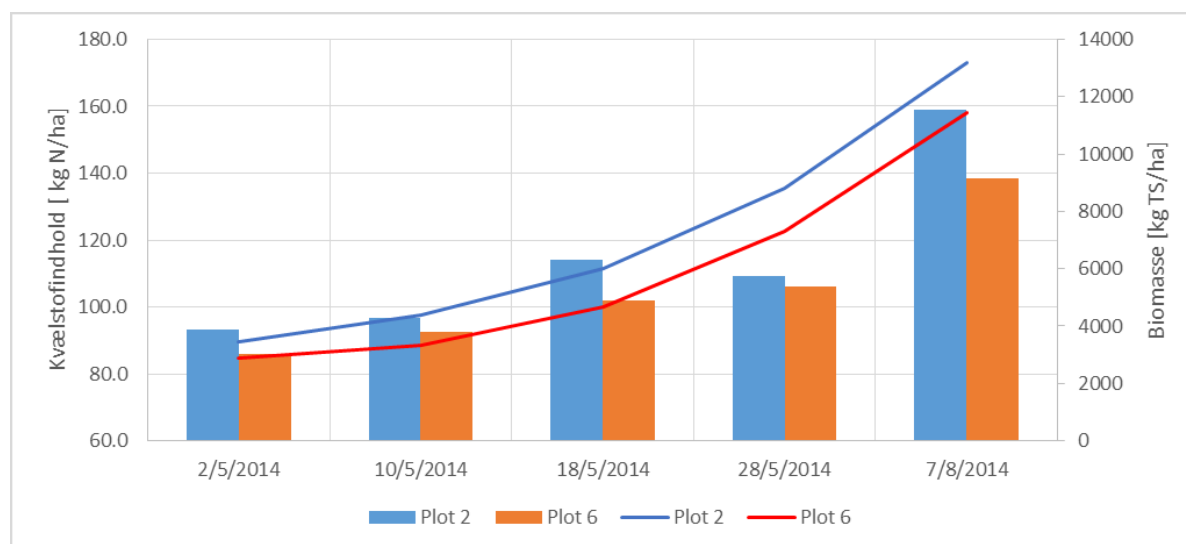
Kvælstofindhold				Tørstofudbytte			
Halm	N0	N174	N253	Halm	N0	N174	N253
Antal prøver	2	3	3	Antal prøver	2	3	3
Plot 2	6	25	29	Plot 2	2018	5369	5327
Plot 6	5	27	24	Plot 6	1776	5426	4764

5.8 TIDSLIG UDVIKLING I BIOMASSE (TØRSTOF OG KVÆLSTOF)

I parcellerne 2 og 6 dvs. i henholdsvis en velafvandet og en parcel med reduceret dræning (N174) er på fire datoer i maj blev foretaget biomasseklip, som er vist sammen med summen af det høstede kerne+halm udbytte jf. Figur 18. Helsædsanalyseresulaterne viser generelt en stigende akkumulering af både tørstof og kvælstof.

I kontrast til NDVI målingerne, viser biomassemålingerne ikke at forskellene imellem parceller med varierende dræningsintensitet aftager i maj måned. Vurderet på kvælstofindhold og tørstof ser det ud til at den forskel der forekommer i starten af maj i mellem parcel 2 og 6 fastholdes i løbet af måneden og desuden genfindes i det høstede udbytte.

I målingerne fra maj er en enkelt afvigelse i imellem d. 18. og d. 28/5, idet kvælstofindholdet falder. Der er ikke en indlysende begrundelse for denne afvigelse, men kan sandsynligvis tilskrives en relativ beskeden prøvestørrelser og få prøver, som ikke formår at eliminere den rumlige variabilitet i afgrøden. Dertil kan helsædsanalyser også typisk kan være besværlige at formale til homogene og repræsentative prøvestørrelser, så det er en usikkerhedsfaktor. På trods af denne afvigelse i afgrødens kvælstofindhold, så er forskellen mellem den veldrænede (parcel 2) og den reducerede afvanding (parcel 6) til stede på alle fem prøvetagningstidspunkter. Forskellen i



Figur 18 I parcel 2 og 6 er målt udvikling i kvælstofoptagelse og tørstofudbytte (i overjordisk del af planten) på fire måletidspunkter i maj 2014, og sammenstillet med udbyttedata (kerne+halm) fra høstdatoen.

5.9 KVÆLSTOFBALANCE

Parcel to og seks er anvendt til at opstille en kvælstofbalance for henholdsvis det leddene N174 og N253. I det omfang, at der blev målt eller kunne gives et rimeligt skøn på de listede kvælstofvariable er der angivet et estimat som indgår i balancen.

Den atmosfæriske deposition er for Sjælland i 2012 opgivet til 11.5 kg N/ha (Ellerman, et al., 2013) og er sat til et tilsvarende niveau i 2014. Kvælstofindholdet er beregnet ud fra en kendt udsædsmængde med en antagelse om 1.8 % af TS i udsæden. De resterende variable i kvælstofbalancen er målt i forsøget, dog med undtagelse af denitrifikationen og som grundet stor usikkerhed ikke er estimeret. I stedet er beregnet et markoverskud dvs. tilført minus høstet (Nmin er ikke inkluderet). I beregning af markoverskuddet indgår normalt ikke Nmin, men da Nmin i det konkrete tilfælde er målt og udgør en ressource som potentielt er tilgængelig for afgrøden er det rimeligt og inkluderer den. Den kvælstofmængde der udgør markoverskuddet skal i princippet fordeles på udvaskning, denitrifikation og puljeopbygning, hvilket dog ikke umiddelbart er muligt uden en model. Størrelsen af markoverskuddet angiver dog en størrelsesorden for hvor meget der skal fordeles på de tre tabsposter som ikke er kvantificeret.

Tabel 9 Kvælstofbalance for parcel 2 og parcel 6 baseret på malinger og beregnede estimater.

Variable [kg N/ha]	Parcel 2 (N174)	Parcel 2 (N253)	Parcel 6 (N174)	Parcel 6 (N253)
Udgangspunkt ved start vækstsæson				
Nmin	26	26	48	48
Tilført				
Atmosfærisk deposition	11.5	11.5	11.5	11.5
Udsæd	3	3	3	3
Fixering	0	0	0	0
Tilført organisk kvælstof	0	0	0	0
Tilført uorganisk kvælstof	174	253	174	253
Fjernet				
Kvælstofoptagelse i kerne	135	143	112	115
Kvælstofoptagelse i halm	25	29	27	24
Kvælstof høstet i alt med afgrøden	160	172	139	139
Ammoniakfordampning	0	0	0	0
Denitrifikation	?	?	?	?
Udvaskning	?	?	?	?
Puljeopbygning	?	?	?	?
Markoverskud	28	95	50	128
Markoverskud inkl. Nmin	54	121	98	176

6 DISKUSSION

Vækstsæsonen 2013/14 adskiller sig i forhold til de to foregående år bl.a. ved at hoveddrænet fra marken størstedelen af sæsæson har haft frit afløb til vandløbet som følge af vandløbet blev oprenset i juli 2013. Der

Fra Nmin analyserne ses forholdsvis høje værdier i den del af forsøgsarealet som i udgangspunktet har reduceret dræningsintensitet dvs. længst væk fra vandløbet. Det højere Nmin niveau i denne del af marken er undersøgt om det kan forklares med at vandspejlet og fugtighedsforholdene generelt er højere, men afvandingsdybden på prøveudtagningstidspunktet giver ikke konsistent billede til denne forklaring. Resonementet skulle i givet fald være at jordvandet er et lager for uorganisk kvælstof der i en vandmættet prøve bidrager til en højere analyseværdi end en prøve som f.eks. er afdrænet til markkapacitet.

Ses på kvælstofbalancen er der umiddelbart betydlige mængder af kvælstof potentielt tilgængelig, men afgrøden responderer kun beskedent på den høje kvælstoftildeling (N253) og har da heller ikke haft tegn på kvælstofmangel. Under normale betingelser ville man forstille sig at afgrøden i højere grad en tilfældet ville være i stand til at optage kvælstoffet samt responderer med et kraftigere respons på biomassen. Kvælstofoverskuddet er derfor sandsynligvis ikke plantetilgængeligt tilstede i rodzonen og kan særligt i de vådere dele af marken være forsvundet som følge af denitrifikation. Alternativt og måske i kombination kan den reducerede dræning og de generelt vådere og sandsynligvis koldere forhold i rodzonen begrænse rodvæksten, således at afgrøden ikke er i stand til at afsøge og optage kvælstoffet der hvor det er. Med en øverlig rodvækst kunne kvælstoffet i jordvandet måske følge afdræningen, uden at rødderne i tilstrækkelig grad kan følge med ned derved ikke kommer planterne til gode.

Ovenstående resonementer vidner om at rodzonen er et kompleks system, hvor det er svært at tilrettelægge måleprogram, hvorudfra alle observationerne kan forklares. Flere Nmin prøver i løbet af sæsonen opdelt på horisonter kunne imidlertid være med til, at give et bedre indblik i kvælstofniveauet, placering i rodzonen, samt dets bevægelse igennem vækstsæsonen, ligesom målinger af jordtemperaturen kunne anskueliggøre den potentielle denitrifikationskinetik og parcellforskelle mellem veldrænede og reduceret dræning. Alternativt skulle denitrifikationen måles, idet denne variabel i flere led potentielt kan udgøre en stor andel af kvælstofbalancen. Mere generelt er der behov for en bedre forklaringsmodel af rodzonen under varierende afdræningsforhold, herunder rodvæksten og dens respons på volumenvægt, vandspejlets placering, temperatur mv.

Reflektansmålingerne viste sig i løbet af vækstsæsonen bedst egnet til at identificerer tidlige forskelle imellem behandlingerne. Når NDVI indeks nærmer sig mætning forsvinder forskellene, selvom biomassemålingerne klart viste at forskellene var vedvarende. Dette kunne give anledning til overvejelser om færre, men tidligere tidligere reflektansmålinger, hvor biomassemålingerne bedre beskriver forskellene i en større afgrøde og hvor NDVI-indekset er mættet.

7 SAMMENFATNING

Vækstsæsonen 2013/14 blev vejrmæssigt kendetegnet ved en ikke så kold vinter og et tidligt og lunt forår i modsætning til den forgående sæson som var modsat. Vækstsæsonen var desuden kendetegnet ved en varm og nedbørsfattig sommer, særligt de dele af juni og juli måned hvor afgrøden stadig skulle vokse vegetativt. Afgrøden var derfor allerede primo juli påbegyndt afmodning og der blev registreret tørkestress som sandsynligvis har givet vekselvirkninger med andre faktorer som jordtype og volumenvægt, kvælstoftilgængelighed og udviklingstrin, selvom forsøgsarealet generelt må betegnes som værende ensartet. Som sæsonen udviklede sig kan den forholdsmæssige betydning af faktorerne også være forrykket i forhold til betydningen af afdræningsniveauet.

Udbytteforskellen imellem veldrænet og reduceret dræning var i vækstsæsonen 2013/14 på 1202 kg tørstof/ha i gennemsnit svarende til ca. 15 % udbytteforskel, mens forskellen i kvælstofoptagelsen var henholdsvis 13% og 11% ved henholdsvis normal og høj kvælstoftildeling.

Vækstårets reflektansmålinger peger på, at de varierende afvandingsforhold giver udslag i et afgrøderespons ved vækstsæsonens begyndelse om forårets og biomassemålinger fra udvalgte parceller senere i vækstsæsonen indikerer at afgrøden ikke indhenter dette.

Som også beskrevet i de forgående år er interaktionen mellem afgrøder, jord, vand og kvælstof komplekst og derfor udvikler behovet for målinger sig i takt med at konkrete problemstillinger ønskes bedre belyst og fortolket. Da måleprogrammer er både tids- og ressourcekrævende er der et generelt behov for, at viden fra forsøg som det nærværende bliver indbygget i mere generelle forklaringsmodeller, som bedre kan håndtere kompleksiteten og beskrive de dominerende processer og deres vekselvirkninger.

Med tre års resultater, hvor alle vækstsæsonerne i stigende grad har været tørre er det klart, at værdien af forsøget forsat vil øges med yderligere årsvariation ligesom flere forsøgslokaliteter vil kunne øge værdien af resultaterne.

8 LITTERATURLISTE

- Bach, H. J. (23.. April 2014). *Instruktion i NDVI/RVI-måling og afrapportering med udstyret "Crop Circle"*. Hentet fra https://www.landbrugsinfo.dk/Planteavl/Landsforsoeg-og-resultater/Kvalitet-i-Landsforsoegene/Sider/pl_kval_landsfors_IN05-002.aspx
- Ellerman, T., Andersen, H. V., Bossi, R., Christensen, J., Løfstrøm, P., Monies, C., . . . Geels, C. (2013). *ATMOSFÆRISK DEPOSITION 2012. NOVANA*. Aarhus Universitet. DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi. Hentet fra <http://dce2.au.dk/pub/SR73.pdf>
- Hansen, M. K., & Jensen, K. (2013). *Afdræning og høstudbytter - Grundvandsdynamikkens påvirkning på udvalgte vækstfaktorer i forsøg på lerjord*. Kandidatspeciale, Københavns Universitet, Institut for Plante- og Miljøvidenskab, Frederiksberg.
- Poulsen, R. N., & Jensen, K. J. (2014). *Afvandingsforsøg Tokkerup*. Faxe: Spectrofly Aps.
- Szilas, C. (2003). *Tokkerupgaard - EM38 kortlægning, jordprøveudtagning samt beregning af positionsbestemt kalk-, P, K og Mg-behov*. Skælskør: GPSagro.
- Szilas, C. (2013). *Tokkerupgaard I/S - GPS-jordprøveudtagning samt oversigt over reaktionstal, kalkbehov, P, K og Mg-status*. Skælskør: GPSagro.
- Videnscentret for Landbrug. (2012). *Oversigt over Landsforsøgene*. Århus N: Videnscentret for Landbrug, Planteproduktion.

APPENDIX A – STATISTISK ANALYSE AF NDVI MÅLINGER

3/4-14:

Confint							
Dræningsintensitet	N niveau	Estimat		Antal målinger		2,50%	97,50%
1	1	0,531976	c	24		0,5131361	0,5508167
1	2	0,597419	b	30		0,5805675	0,61427
1	3	0,63126	a	29		0,6141203	0,6483989
2	1	0,522428	c	18		0,5006728	0,5441825
2	2	0,640072	a	20		0,6194335	0,6607105
2	3	0,618767	ab	21		0,5986256	0,6389078
LSD							
Min	0,02403444						
Maks	0,02998529						

12/4-14:

Confint							
Dræningsintensitet	N niveau	Estimat		Antal målinger		2,50%	97,50%
1	1	0,511414	c	26		0,4902959	0,5325324
1	2	0,705756	b	28		0,6858007	0,7257104
1	3	0,736902	a	30		0,7176236	0,75618
2	1	0,571485	c	18		0,546597	0,5963731
2	2	0,75967	a	21		0,7366282	0,7827119
2	3	0,744214	a	20		0,7211723	0,7672561
LSD							
Min	0,02774						
Maks	0,034307						

16/4-14:

Confint							
Dræningsintensitet	N niveau	Estimat		Antal målinger		2,50%	97,50%
1	1	0,509939	c	27		0,4896771	0,5302
1	2	0,727164	b	28		0,7076399	0,7466887
1	3	0,761689	a	29		0,7425038	0,7808734
2	1	0,511834	c	19		0,4881325	0,535536
2	2	0,775801	a	22		0,7537744	0,7978275
2	3	0,757725	a	23		0,7361827	0,7792675
LSD							
Min	0,02737						
Maks	0,03235						

21/4-14:

Confint							
Dræningsintensitet	N niveau	Estimat		Antal målinger	2,50%	97,50%	
1	1	0,50359	c	27	0,4843848	0,5227952	
1	2	0,790323	b	29	0,7728514	0,807794	
1	3	0,816088	a	31	0,7991901	0,8329868	
2	1	0,484233	c	18	0,4620564	0,5064089	
2	2	0,826608	a	19	0,8055694	0,8476459	
2	3	0,822635	a	23	0,8030171	0,8422536	
LSD							
Min	0,02431						
Maks	0,03095						

27/4-14:

Confint							
Dræningsintensitet	N niveau	Estimat		Antal målinger	2,50%	97,50%	
1	1	0,502227	c	25	0,4872058	0,5172489	
1	2	0,858159	b	30	0,8447233	0,8715947	
1	3	0,876945	a	31	0,8637278	0,8901622	
2	1	0,518672	c	17	0,5008237	0,5365202	
2	2	0,885008	a	22	0,8693182	0,9006972	
2	3	0,886521	a	23	0,8711765	0,9018658	
LSD							
Min	0,01884						
Maks	0,02376						

10/5-14:

Confint							
Dræningsintensitet	N niveau	Estimat		Antal målinger	2,50%	97,50%	
1	1	0,587651	c	27	0,5789019	0,5963998	
1	2	0,904869	b	30	0,8970439	0,9126945	
1	3	0,915699	a	29	0,9077396	0,9236578	
2	1	0,569355	d	18	0,5592521	0,5794569	
2	2	0,913816	ab	21	0,9044628	0,9231688	
2	3	0,91625	a	21	0,9068969	0,9256029	
LSD							
Min	0,0112						
Maks	0,0138						

18/5-14:

Confint							
Dræningsintensitet	N niveau	Estimat		Antal målinger	2,50%	97,50%	
1	1	0,611312	c	27	0,6012814	0,6213425	
1	2	0,922296	b	30	0,913609	0,9309824	
1	3	0,932635	a	29	0,92351	0,9417599	
2	1	0,598287	d	18	0,5867047	0,6098693	
2	2	0,92918	ab	21	0,9191497	0,9392108	
2	3	0,93426	a	21	0,9242292	0,9442903	
LSD							
Min	0,0126						
Maks	0,0153						

28/5-14:

Confint							
Dræningsintensitet	N niveau	Estimat		Antal målinger	2,50%	97,50%	
1	1	0,607288	b	29	0,5934257	0,6211508	
1	2	0,916838	a	28	0,9034802	0,9301968	
1	3	0,918746	a	26	0,9048834	0,9326085	
2	1	0,600646	b	17	0,5835023	0,6177898	
2	2	0,915289	a	20	0,8994834	0,9310949	
2	3	0,919421	a	19	0,9036153	0,9352268	
LSD							
Min	0,01872						
Maks	0,02359						

10/6-14:

Confint							
Dræningsintensitet	N niveau	Estimat		Antal målinger	2,50%	97,50%	
1	1	0,659088	c	27	0,6482945	0,6698825	
1	2	0,891063	a	28	0,8810695	0,9010561	
1	3	0,888756	a	31	0,8792588	0,8982537	
2	1	0,674436	b	18	0,6619719	0,6868996	
2	2	0,893435	a	23	0,8824088	0,9044611	
2	3	0,892689	a	22	0,8814153	0,9039633	
LSD							
Min	0,01379						
Maks	0,01681						

APPENDIX B - STATISTISK ANALYSE AF UDBYTTE DATA

Analyse af tørstofudbytter 2014							
Analyse af de to høje N niveauer				Nul N			
Parcel	Udbytte	sign	Antal målinger		Udbytte	sign	Antal målinger
1	6052	b	8		2188	c	1
2	7799	a	8		2836	ab	2
3	7845	a	5		3340	a	2
4	7391	a	8		2437	bc	2
5	7419	a	8		3157	a	2
6	6031	b	8		2179	c	2
7	6304	b	8		2635	bc	2
LSD	655-747				511-625		
Bedre drænede	7654	a	21		2871		
Dårligere drænede	6452	b	32		2590		
LSD	438				ns		

Analyse af kvælstofudbytter 2014							
Analyse af de to høje N niveauer				Nul N			
Parcel	N niveau	Noptag	sign	Antal målinger	Noptag	Antal målinger	
1	Norm	95.9	f	4	27.1	1	
2	Norm	134.7	abc	4	35.8	2	
3	Norm	121.9	cde	4	42.3	2	
4	Norm	117.6	de	4	30.2	2	
5	Norm	117.7	de	4	38.4	2	
6	Norm	111.5	e	4	26.9	2	
7	Norm	108.8	ef	4	31.8	2	
1	Brødnorm	131.2	bcd	4			
2	Brødnorm	142.7	ab	4			
3	Brødnorm	153.8	a	1			
4	Brødnorm	138	ab	4			
5	Brødnorm	138.6	ab	4			
6	Brødnorm	115.1	e	4			
7	Brødnorm	119.3	de	4			
LSD		13,6-21,5			ns		
Bedre drænede	Norm	124.7	b	12	36.1	6	
Dårligere drænede	Norm	108.5	c	16	31.6	7	
Bedre drænede	Brødnorm	141.8	a	9			
Dårligere drænede	Brødnorm	126.1	b	16			
LSD		8,0-10,0			ns		