

7. JANUAR 2014

Afvandingsforsøg Tokkerup

Afrapportering af resultater for vækstsæsonen 2012/13

Forsøg udført for Videnscentret for Landbrug



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

SPECTROFLY APS
Markstien 2
DK-4640 Faxe

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

1 RESUME

I 2012 og 2013 har afvandingsens betydning for udbyttet i henholdsvis vårbyg og vinterhvede, været undersøgt på en drænet JB7 jord i Tokkerup (Faxe) på Sydøstsjælland. Nærværende rapport afrapporterer forsøgsresultater fra vækstsæsonen 2012/13. Forsøget er udført af SpectroFly ApS for Videnscentret for Landbrug.

Formålet med projektet er, at få opdateret vidensgrundlaget om afvandings betydning for afgrødernes udbytte, samt få en bedre forståelse for vand- og kvælstofdynamikken ved varierende afvandingsforhold. Igennem markforsøgets måleprogram er gennem reflektansmålinger tilvejebragt information om afgrødens vækst igennem sæsonen, afgrødens tørstof og kvælstofudbytte er målt ved tre kvælstofniveauer (henholdsvis 17, 174 og 254 kg N/ha) ligesom grundvandsniveauet i forsøgsparcellerne og klimadata er kontinuert registreret.

Det er bemærkelsesværdigt, at der i en sen og tør vækstsæson som var tilfældet i 2012/13 registreres udbytteforskelle i både tørstof og kvælstof op til 17-18% i vinterhvede. Resultaterne er mindre entydige end i vækstsæsonen 2011/12, idet der sandsynligvis er vekselvirkninger med andre plantevækstfaktorer og forskydninger imellem faktorenes relative betydning, men resultaterne peger forsat på en væsentlig betydning af afdræningen.

Yderligere årsvariation og flere forsøgslokaliteter vil fremadrettet kunne styrke forsøget.

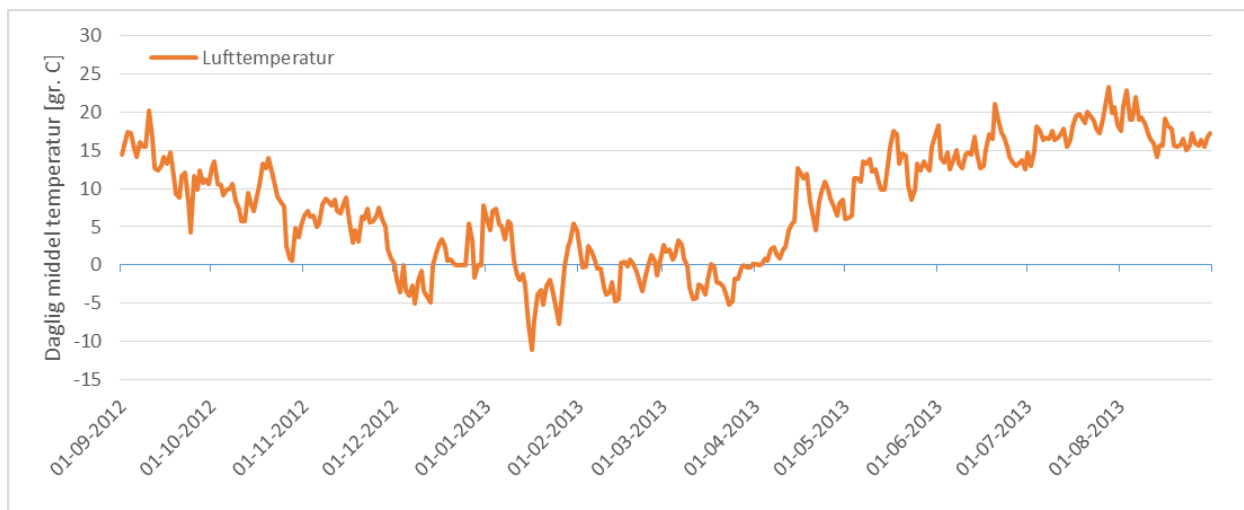
2 INDHOLDSFORTEGNELSE

1	Resume	2
2	Indholdsfortegnelse	3
3	Vækstsæsonen 2012/13	5
3.1	Temperatur & nedbør	5
3.2	Forsøgsarealet og dyrkningshistorie	6
3.3	Forsøgsarealets grundbehandling	6
3.3.1	Såning.....	6
3.3.2	Plantebeskyttelse	6
3.3.3	Gødskning	7
3.4	Forsøgsbehandlinger.....	7
3.4.1	Høst.....	8
4	Målinger & Analyser	9
4.1	Vandstandsmålinger	9
4.2	Reflektansmålinger	9
4.3	Helsædsanalyser	9
4.4	Kerneanalyser	10
4.5	Statistiske modeller.....	10
4.5.1	Tørstofudbytte	10
4.5.2	RVI.....	10
4.5.3	Kvælstofudbytte i kerner.....	11
4.5.4	LSD (Least Significant Differens).....	11
5	Resultater.....	11
5.1	N_{min}	11
5.2	Reaktionstal og næringsstofstatus	11
5.3	Vandstandsdata	12
5.4	Reflektansmåling.....	15
5.5	Høstdata.....	18
5.6	Helsædsresultater	19
5.7	Udbytte i tørstof.....	19
5.8	Kvælstofudbytte.....	21
6	Sammenfatning.....	23
7	Litteraturliste	24
	Appendix A – automatiske grundvandsmålinger	25
	Appendix B - Analysedata for høstede kerner - Rådata	28

3 VÆKSTSÆSONEN 2012/13

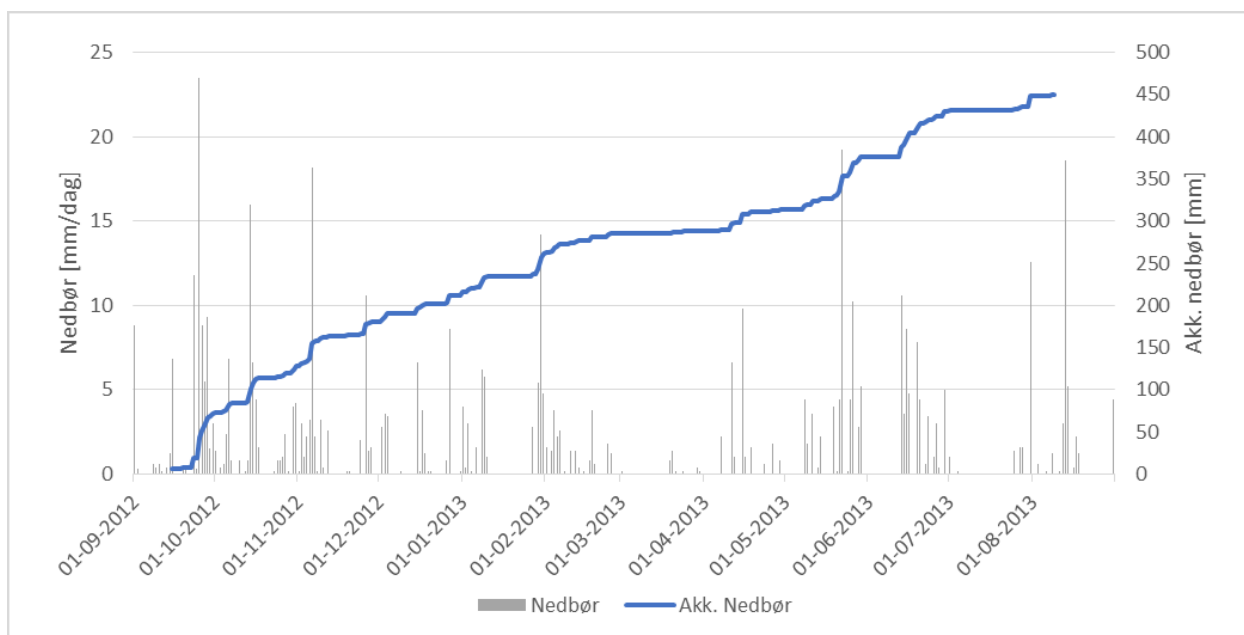
3.1 TEMPERATUR & NEDBØR

Dyrkningsåret 2012/13 vil først og fremmest blive husket for en kold og lang vinter. 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 døgn 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 450 mm nedbør (ukorrigeret), mens der fra vækstsæsonens start i foråret 2013 (10. april) og til høst kun blev målt 159.8 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 15/9-2012 til 9/8-2013, 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
Månedssnedbør [mm]	83.8	56.4	52.4	31.8	49.4	23.4	3.4	25.4	63	53.2	18.4	37.2
Daglig minimum temp [dg.C]	4.2	0.5	0.9	-5.1	-11.1	-4.7	-5.2	0.0	6.0	12.5	13.0	14.1
Daglig middel temp [gr.C]	13.1	8.5	6.1	-0.3	-0.2	-0.7	-1.1	5.8	12.2	14.9	17.9	17.3
Daglig max temp [gr.C]	20.2	14.0	8.9	7.8	7.4	2.6	3.2	12.7	17.5	21.1	23.3	22.9

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 fem år med vårbyg.

3.3 FORSØGSAREALET'S GRUNDBEHANDLING

3.3.1 Såning

I vækstsæsonen 2012/13 blev forsøgsarealet tilsået med vinterhvede af sorten Mariboss (160 kg/ha). Umiddelbart inden såning blev fortaget en øverlig jordbearbejdning med tallerkenhave. Afgrøden blev sået d. 15/09-2012 med 4m Kverneland Accord luftassisteret såmaskine. Den opnåede etablering blev ikke ideel, idet plantetallet generelt blev for lav, dog var etableringen ensartet.

Baggrunden for ikke at pløje i forsøget, lå i en vurdering af der var risiko for det ikke kunne nås og lave et ordentligt såbed, idet specielt den østlige del af forsøgsarealet kan reagere meget hurtigt på nedbør og dermed gøre jordbearbejdning om efteråret umulig.

3.3.2 Plantebeskyttelse

Forud for såning (05-09-2012) blev sprøjtet med Round-up, forsøgsmarken blev ikke sprøjtet yderligere i efteråret 2012. I løbet af forår og sommer blev sprøjtet i alt fire gange jf. Tabel 2. Hele forsøgsarealet blev behandlet ensartet mht. plantebeskyttelse og der blev sprøjtet således 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

24/5-2013	6/6-2013	21/6-2013	31/7-2013
Starane XL	Bumper 25 EC	Proline EC 250	Roundup
Ally ST	Tern 750 EC	Maverik 2F	
Cycocel 750	Mangannitrat	Mangansulfat	
Bumper 25 EC			
Flexity			
Mangannitrat			

3.3.3 Gødskning

Forsøgsarealet blev i foråret 2013 grundgødsket ad tre gange jf. Tabel 3. I forbindelse med plantebeskyttelsen er givet mangan i alt tre gange.

Tabel 3 Oversigt over datoer og forsøgsarealet grundbehandling med gødning

	Kvælstof [kg N/ha]	Gødningstype
05/03-2013	17	9-11-21 m. S
01/05-2013	77	N27 4S
19/05-2013	80	AmmoniumNitrat32 (flydende)

3.4 FORSØGSBEHANDLINGER

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 dobbeltparcellern, 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 (17 kg N/ha), norm (174 kg N/ha) og høj (254 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.

Første maj blev arealet gødsket med N27, her blev N17-leddene afdækket med presenning jf. Figur 5. Den 19. maj blev uden for dobbeltparcellerne udsprøjt ammoniumnitrat på forsøgsmarken. De to høje kvælstofniveauer blev opnået ved at tildele fast N27 gødning med håndskubbet forsøgsgødningsspreder.

N174, Gentagelse nr. 1	N17, Gentagelse nr. 2
N174, Gentagelse nr. 2	Værn
N174, Gentagelse nr. 3	N254, Gentagelse nr. 3
N174, Gentagelse nr. 4	N254, Gentagelse nr. 3
Værn	N254, Gentagelse nr. 2
N17, Gentagelse nr. 1	N254, Gentagelse nr. 1

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



Figur 5 Afdækning af N17 leddene, samt håndskubbet forsøgsgødningsspreder anvendt til gødskning af N174 og N254 leddene.

3.4.1 Høst

Parcellerne blev høstet fri d. 8/8-2013 og selve forsøget blev høstet d. 9/8-2013 med Haldrup forsøgsmejetærsker med 2.25 m skærbord. Halmen fra forsøget blev snittet.



Figur 6 Haldrup mejetærsker i gang med høst i dobbeltparcellen nr. 2 d. 9/8-2013

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

Prøverne blev analyseret ved Agrolab i Tyskland.

4 MÅLINGER & ANALYSER

4.1 VANDSTANDSMÅLINGER

Grundvandspejlet blev målt i tre pejlebrønde placeret i hver dobbelt parcel jf. Figur 3. To målinger blev foretaget som manuelle pejlinger og i dobbeltparcellerne 2-7 var installeret automatiske tryksensorer 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.

I parcel 4 og 7 blev loggerne installeret i april 2013, mens de andre parceller havde logger installeret fra den forrige sæson (ex. Parcel 1). Af hensyn til jordbearbejdning blev de automatiske loggere fjernet i en periode fra den (24/8) til såning af vinterhveden (10/9). I forbindelse med re-installation af loggerne, blev alle pejlerør i marken spulet mhp. at fjerne sediment der i varierende omfang var trængt ind og sedimenteret i pejlerørene.

4.2 REFLEKTANSMÅLINGER

Der er igennem den vegetative del af vækstsæsonen fra den begyndende vækst i april til skridning i juni 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. Målingerne blev altid foretaget på nordsiden af parcellerne, således at der i målingen ikke blev skygget på prøvefladen. På hver måledato blev i N17 leddene taget tre reflektansmålinger og i N172 og N256 blev taget 8-10 målinger/led.

Reflektansmålingerne blev foretaget på datoerne angivet i Tabel 4.

Tabel 4 Datoer for reflektansmålinger i forsøgparcellerne

17-apr	24-apr	01-maj	07-maj	15-maj
24-maj	03-jun	10-jun	17-jun	19-jul

4.3 HELSÆDSANALYSER

Der blev foretaget helsædsanalyser i vækstsæsonen d. 17/6 i parcel 2, 4 og 6 og ved høst d. 9/8 i plot 2. I vækstsæsonen var størrelsen på prøvefelterne forholdsvis små dvs. mellem 0.125 og 0.235 m². Ved høst blev prøvefeltet øget til 1.52 m². Afgrøden blev klippet med saks ved jordoverfladen og pakket i plastiksække.

4.4 KERNEANALYSER

Den høstede kerne fra hvert gentagelsesplot blev i mejetærskeren opsamlet og efterfølgende vejlet, 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.

Vandindholdet i analysen blev anvendt til omregning af udbyttet fra vådvægt til tørstof. Råprotein i tørstof blev omregnet til kvælstofindhold i procent i kernen ved nedenstående formel.

$$\text{Ligning 1: Kvælstofindhold} = \frac{\text{Råproteinindhold}}{6,25}$$

4.5 STATISTISKE MODELLER

I den statistiske analyse er anvendt nedenstående modeller. Det anvendte signifikansniveau er 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 anvendt grundet vekselvirkning.

4.5.1 Tørstofudbytte

Analysen på kernudbyttet er foretaget på tørstofudbyttet. Data er derefter behandlet med variansanalyse efter ligning 2. Afdræningstilstanden udtrykkes som en faktor benævnt "Parcel" og hvor "Niveauet" er kvælstoftilførslen efter 2. Gødskning, også som faktor. Det er søgt at reducere en model med dræningstilstanden udtrykt som kovariant i form af drændybden i parcellen, dette har ikke været muligt grundet vekselvirkning.

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

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

4.5.2 RVI

Der er ikke en signifikant forskel i RVI målingerne imellem gødningsniveauerne ved de første fem målinger i perioden d. 17/4 til og med d. 15/5. Der er derfor anvendt en ensidet varians analyse til analysen efter ligning 3.

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

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

De næste fire RVI-målinger (24/5-17/6) er der anvendt en flersidet variansanalyse med faktorerne "Parcel" og gødningstildelingen efter 2. tildeling jævnfør ligning 4.

$$\text{Ligning 4: } Y_i = \alpha(\text{Parcel}_i \times \text{Niveau efter 2.}_i) + e_i, \quad e_i \sim N(0, \sigma^2),$$

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

Det højeste kvælstofniveau viser først signifikant højere målinger ved den sidste måling (19/7) og der er i denne anvendt en flersidet variansanalyse med faktorerne "parcel" og de 3 endelige gødningsniveauer "Niveau final" efter ligning 5.

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

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

4.5.3 Kvælstofudbytte i kerner

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

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

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

4.5.4 LSD (Least Significant Differens)

Variationen er i alle analyser beskrevet ved parvise sammenligninger, der angives med et fælles bogstav for grupper, der er ikke adskiller sig signifikant. 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 ikke er samme 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. LSD værdierne er beregnet i statistikprogrammet R og 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}

Den 7. marts 2013 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.

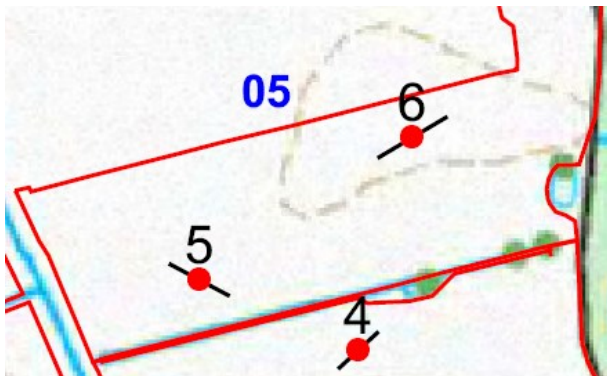
Tabel 5 Oversigt over resultaterne fra Nmin – analyser udtaget d. 7/3-2013.

Plot nr.	1	2	3	4	5	6	7
N _{min} Kg N/ha (0-75cm)	29	28	30	17	25	19	29

5.2 REAKTIONSTAL OG NÆRINGSSTOFSTATUS

Den 9. oktober 2013 blev udtaget to GPS registrerede jordprøver bestående af 12-15 stik (ca. 2 ha/prøve) repræsenterende forsøgsarealet.

Prøverne viser reaktionstal i passende niveau, lave fosfortal, som dog er i stigning i fht. 2007 niveau. Kalium- og magnesiumtallene er også passende i arealets vestlige ende (Prøve 5) mens det var højt i den østlige del (Prøve 6). De to prøver indikerer for reaktionstal og fosfortal et ensartet niveau, hvor kalium og magnesiumtallene er i "passende" niveau i den vestlige del og "højt" niveau i den østlige del af forsøgsarealet. Med usikkerheden vedr. udtagning af jordprøver, antal prøver og analysemetoder for øje, så ansporer data ikke umiddelbart en debat om at udbytteforskellene i forsøget skyldes Rt, Pt og heller ikke Kt eller Mgt da niveauet her for de to sidstnævnte parametre er passende til højt og dermed næppe har være udbyttebegrænsende.

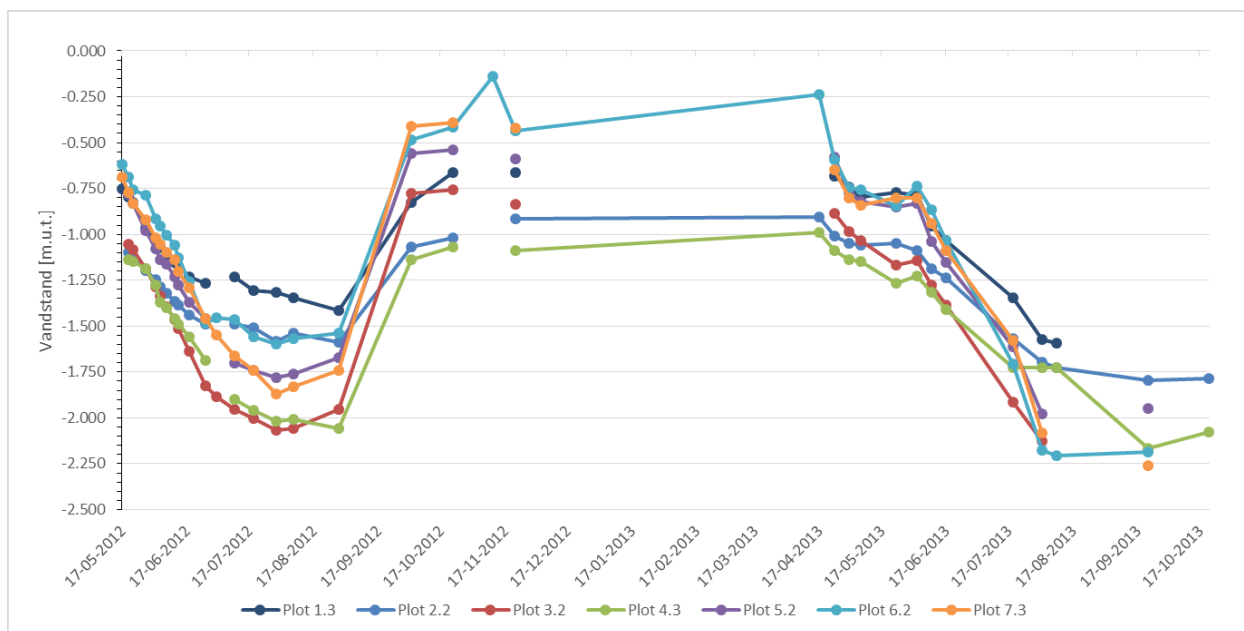


Tabel 6 Oversigt over analysetal på to jordprøver udtaget på forsøgsarealet d. 9/10-2013

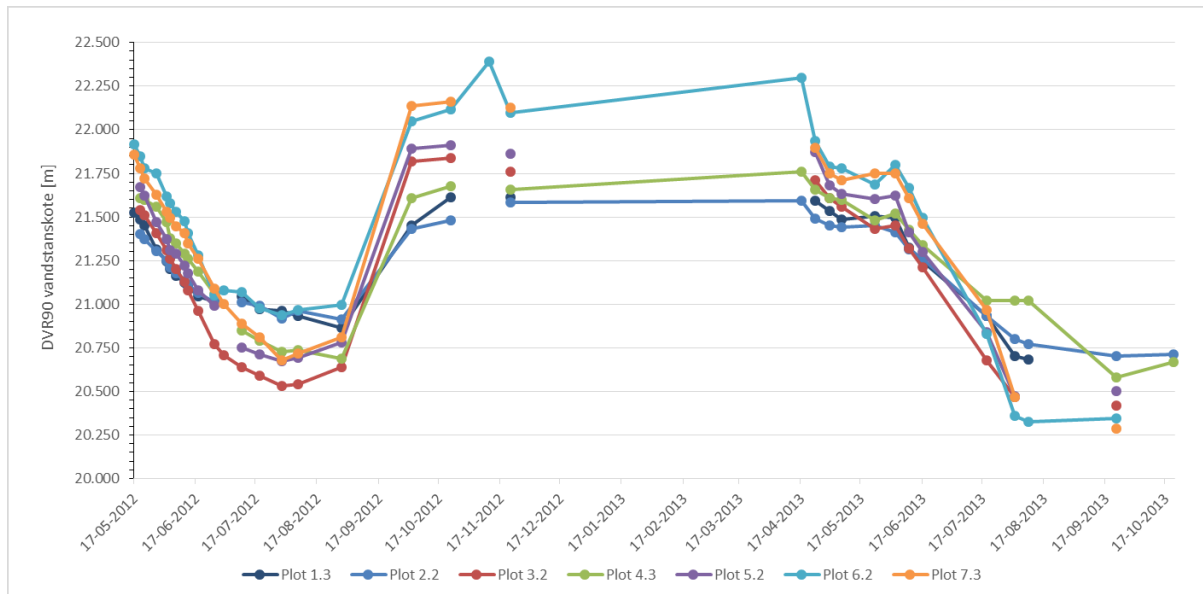
# prøver	Rt (gns)	Pt (gns)	Kt (gns)	Mgt (gns)	Rt (min)	Pt (min)	Kt (min)	Mgt (min)	Rt (max)	Pt (max)	Kt (max)	Mgt (max)
2	7.3	1.6	8.8	8.2	7.2	1.5	7.5	7.4	7.4	1.6	10	9

5.3 VANDSTANDSDATA

De manuelle grundvandspejlingerne er målt løbende igennem hele vækstsæsonen. Den forholdsvis tørre sæson medvirkede til lave grundvandspejlinger, som mod slutningen af sæsonen bevirkede, at nogle pejlebrønde gik tørre, idet grundvandsstanden faldt til et niveau under bunden. I disse pejlebrønde var det på de givne måledatoer ikke muligt at pejle grundvandsstanden. Dette gjore sig gældende for parcel 4 d. 2. august og for parcel 3 og 4 d. 9. august.



Figur 7 Målt vandstands niveau i 7 dobbeltparceller præsenteret som vandstanden i fht. terræn (afvandingsdybden) for perioden fra foråret 2012 til efterår 2013



Figur 8 Målt vandstands niveau i 7 dobbeltparceller præsenteret som vandstandskoten DVR90 for perioden foråret 2012 til efterår 2013

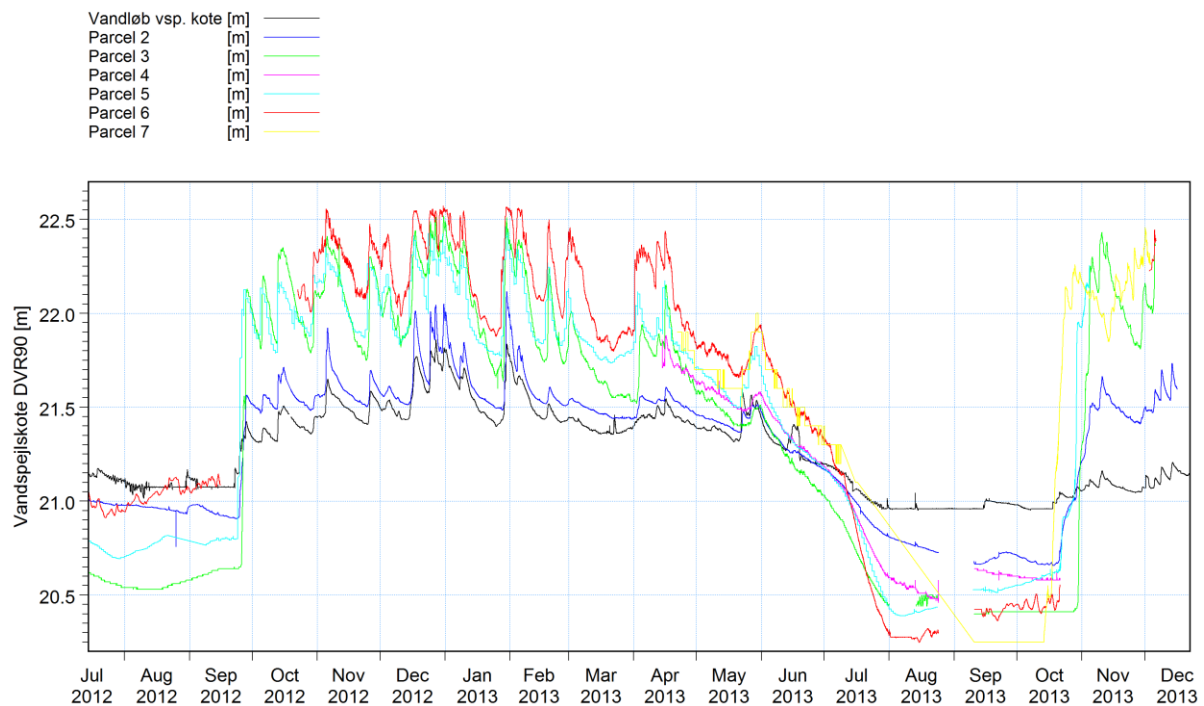
De manuelle grundvandspejlinger er præsenteret som afvandingsdybder (dvs. vandspejl i meter under terræn) i Figur 7 og i DVR90 koter i Figur 8. Da der er betydelig vandsspejlsdynamik i marken skal der forholdsvis mange målinger til, at belyse den egentlige variation i vandspejlet og derfor tjener den manuelle målinger primært som støtteparametre for de automatiske målinger jf. Appendix A, specielt i situationer hvor loggerne har været oppe af pejlebrøndene og herefter re-installeres har de manuelle målinger værdi.

Målinger fra de automatiske logger er præsenteret i Figur 9 og Figur 10 der er omsat til henholdsvis afvandingsdybder og DVR90 koter og hvorfra vandspejlsdynamikken bliver tydelig. I Figur 10 kan desuden ses vandspejlskoten fra vandløbet. Når vandspejlskoten i vandløbet når over 21.24 meter er drænuvløbet fuldt dykket. Der var periodiske fejl med logning af data i parcel 4 og 7 bevirke at tidsserierne ikke er fuldstændig kontinuerte.

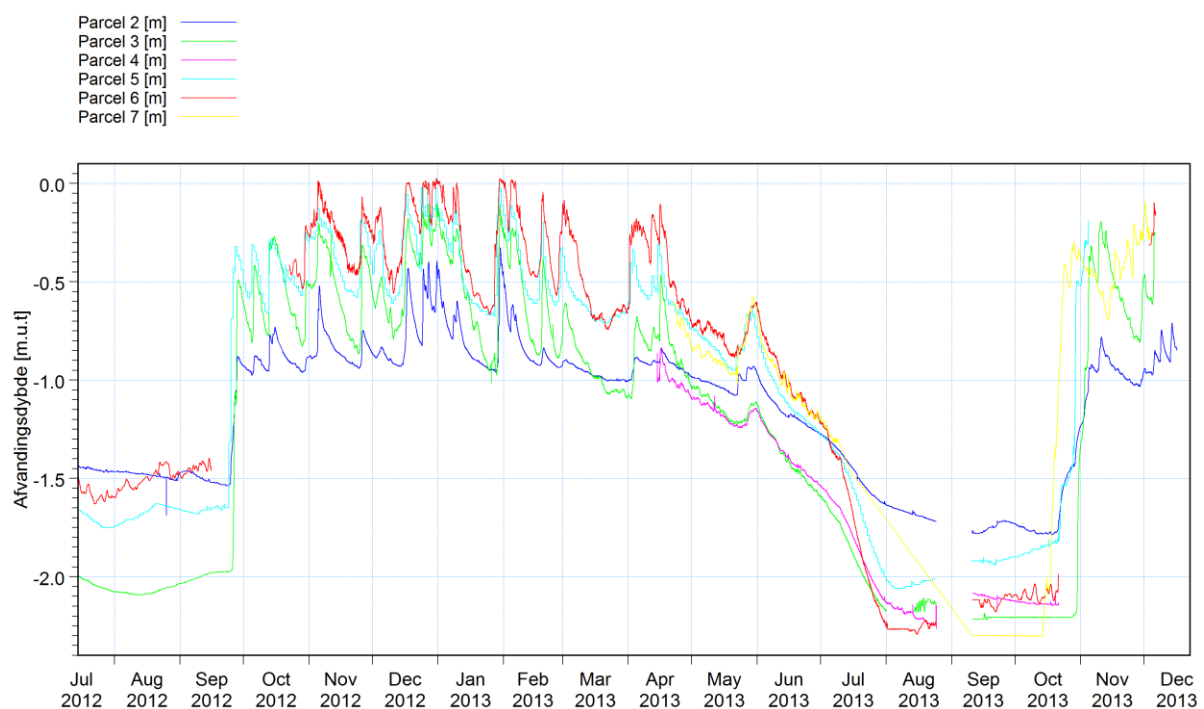
Både Figur 9 og Figur 10 viser at opfugtningen af jorden i efteråret 2012 skete i slutningen af september i løbet af ca. 3 dage. Den tilsvarende opfugtning i 2013 var tilsvarende hurtig men fandt sted i slutningen af oktober ca. 1 måned senere end i 2012. I den opfugtede periode er pejlingerne generelt høje og ligger over drænniveau og som følge heraf løber vand i drænet. Målingerne i denne periode viser en tæt sammenhæng med drændybden og der ses en klar differentiering mellem de dårligere drænedes parcel 1, 5, 6 og 7 og de restende.

I foråret falder grundvandsstanden som udtryk for det nedbørsunderskud der er i denne periode, beskrevet som udtørningsfasen i (Hansen & Jensen, 2013). Grundet den lange vinter er denne fase er 10-14 dage senere end i 2012, men den er hurtigere og der opnås et større fald i grundvandsstanden i 2013 sammenlignet med 2012. Grundvandsstanden når et nogenlunde konstant niveau der generelt er ca. 20 cm lavere i 2013. Den kraftigere udtørring bevirker sammen med nedbørsmængderne at "opfugtningsperioden" er længere i 2013 end 2012, grundet et lavere vandindhold i jorden.

I den opfugtede tilstand ses, at der ved lav vandstand generelt er ca. 0.5 meter gradient mellem vandspejlet i vandløbet og i de bagerste parceller (6 & 7). I situationer med nedbør og høj vandstand blev gradienten øget, i nogle situationer op mod 1 m.



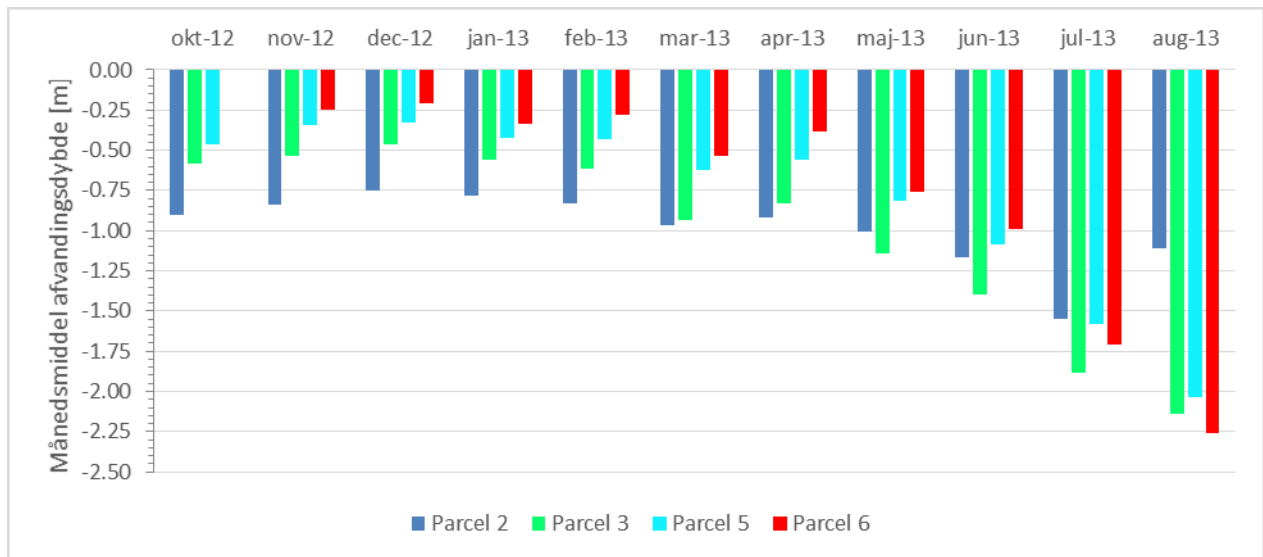
Figur 9 Målte vandspejlskoter i vandløb og parcellerne 2-7 for perioden juli 2012 til December2013.



Figur 10 Målte afvandingsdybder i parcellerne 2-7 for perioden juli 2012 til December201.

På baggrund af tidsseriedata fra Figur 10 er for parcellerne 2, 3, 5 og 6 beregnet månedsmiddelaftvandingsdybde jf. Figur 11, idet data i disse parceller er kontinuerte i perioden. Figuren viser, niveauet i middelaftvandingsdybden på månedsbasis i de fire parceller. I opfugtningsperioden er afvandingsdybden generelt størst i parcel 2 & 3, i overensstemmelse med

hvilke parceller der er betragtet som dem der er bedst afvandet. Sidst i udtørningsperioden, sker til dels et skift, hvor de dårligere afvandede parceller 5 & 6 er i stand til at sænke grundvandsspejlet til et dybere niveau end parcel 2 og omtrentligt samme niveau som i parcel 3.

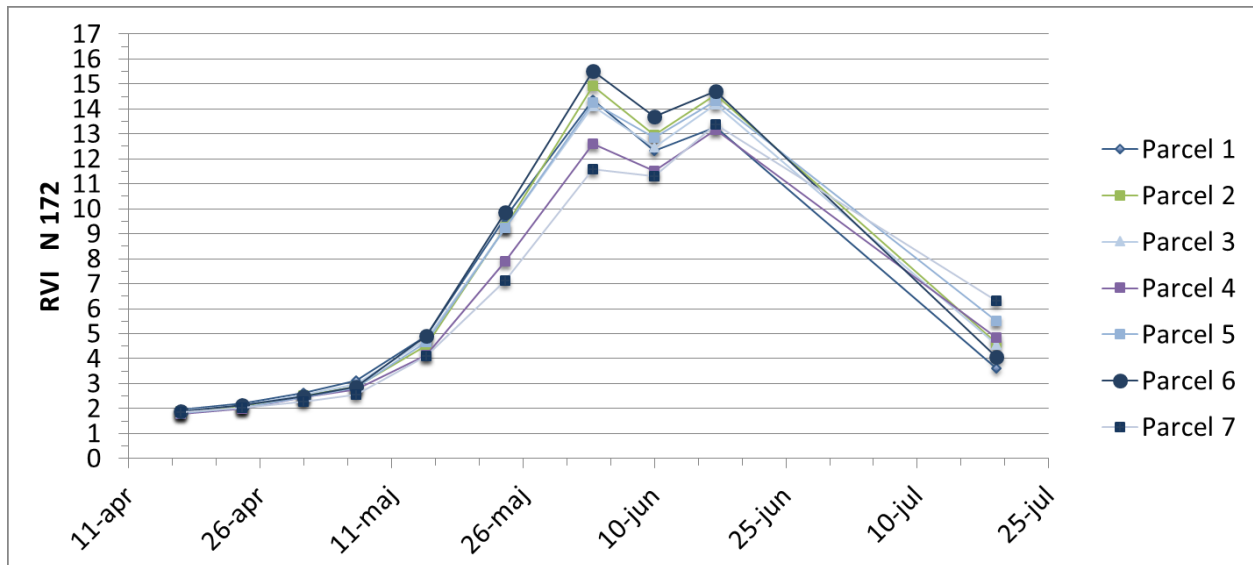


Figur 11 Middelgrundvandsspejlet på månedsbasis i perioden oktober 2012 til august 2013 for de to velafdrænedede parceller 2 og 3, samt de to mindre veldrænedede parceller 5 og 6. Middelmånedsværdien for august omfatter kun perioden fra 1-24. august.

I Appendix A præsenteres 2D plot af rodzonen for dobbeltparcellerne 2-6, hvori af afbilledet terrænkote, samt drænets placering samt variationen i det observerede grundvandsspejl. Vandstanden i er målt kontinuert (15 min) med online vandstandslogger i nedgravede pejlerør, samt verificeret løbende med manuelle pejlinger, hvilket giver indgående indblik i grundvandsdynamikken i de enkelte forsøgsled.

5.4 REFLEKTANSMÅLING

Afgrødeudviklingen i vækstsæsonen blev målt i form af ugentlige reflektansmålinger og er præsenteret i Figur 12 som Relative Vegetation Index (RVI) værdier. Alle reflektansmålingerne fra de to høje niveauer er lagt sammen og præsenteret under ét, idet målingerne kun på den sidste måledato var signifikant forskellige.

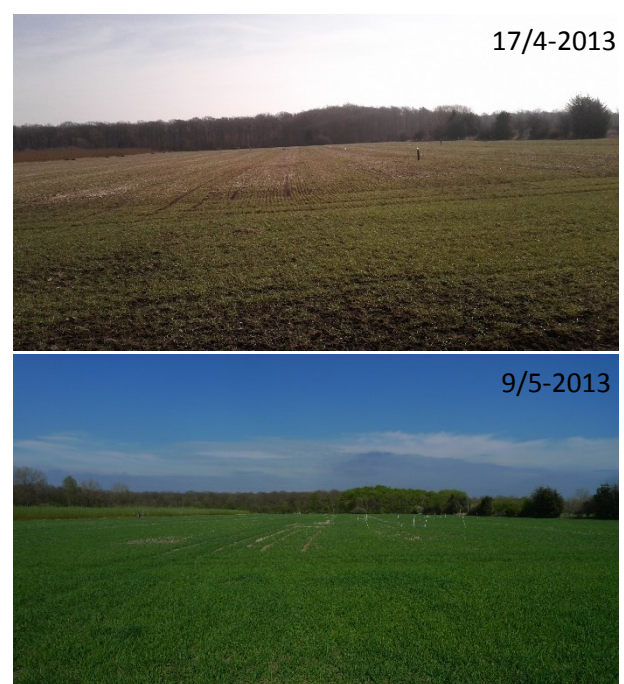
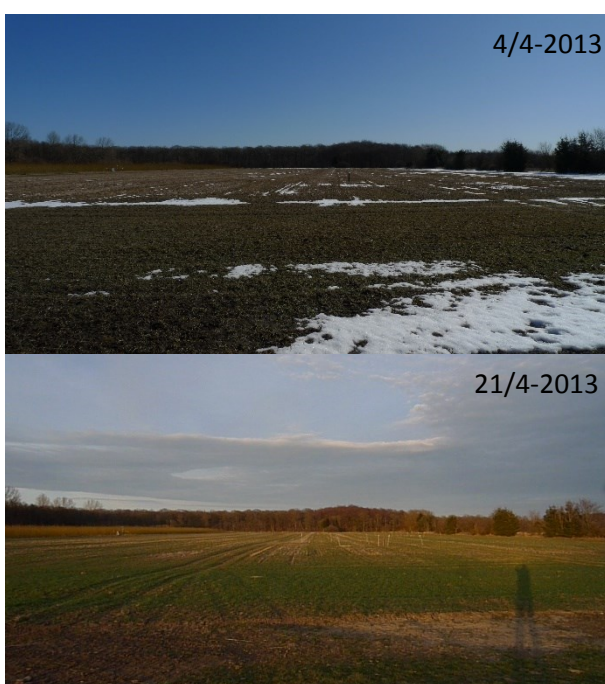


Figur 12 Middel RVI hen over sæsonen for N 172 leddene.

Niveauet i værdierne er forholdsvis lave i de første tre målinger fra 17. april til den 7. Maj. Herefter stiger niveauet hurtigt og de næste tre målinger frem til d. 3. juni hvor målingerne toppe i de fleste parceller. Derefter er målingerne tæt ved konstante frem til den næstsidste måling d. 17. juni, og når dermed mætning. Den sidste måling d. 19. juli er foretaget i afmodningsperioden og er derfor lavere.

For en overordnet indikation af vinterhvedens udviklingstrin er i Figur 13 taget en række billeder. Billederne kan samtidig anvendes til at synliggøre hvilket vækststadiet RVI værdierne svare til.

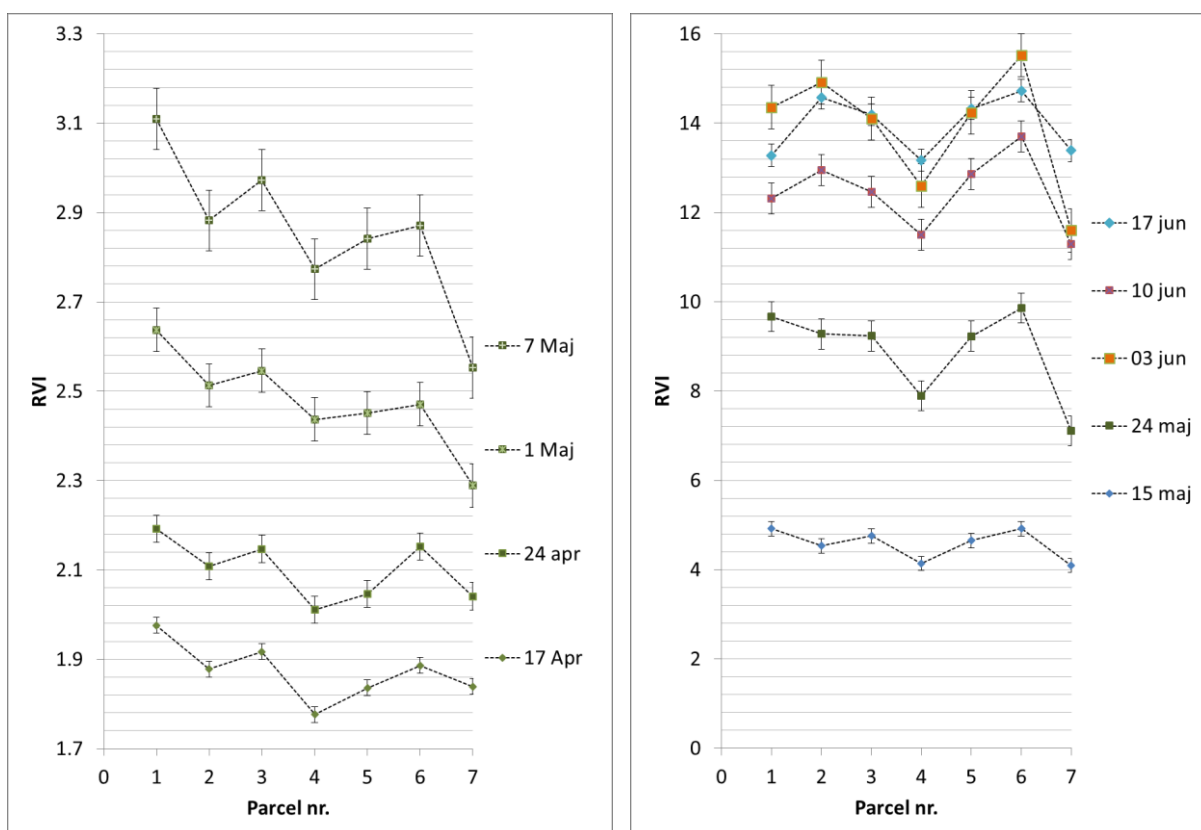
Da der er store værdimæssige forskelle i måleperioden som helhed, er det af overskuelighedshensyn valgt at opdele målingerne i delperioder med forskellige skala på y-aksen jf. Figur 14. LSD værdier for hver måledato er angivet med en bar. Ved sammenligning af to værdier er der ikke signifikant forskel hvis barene overlapper.





Figur 13 Billeder der illustrerer vinterhvedens udvikling på forsøgsarealet i specielt det tidlige forår.

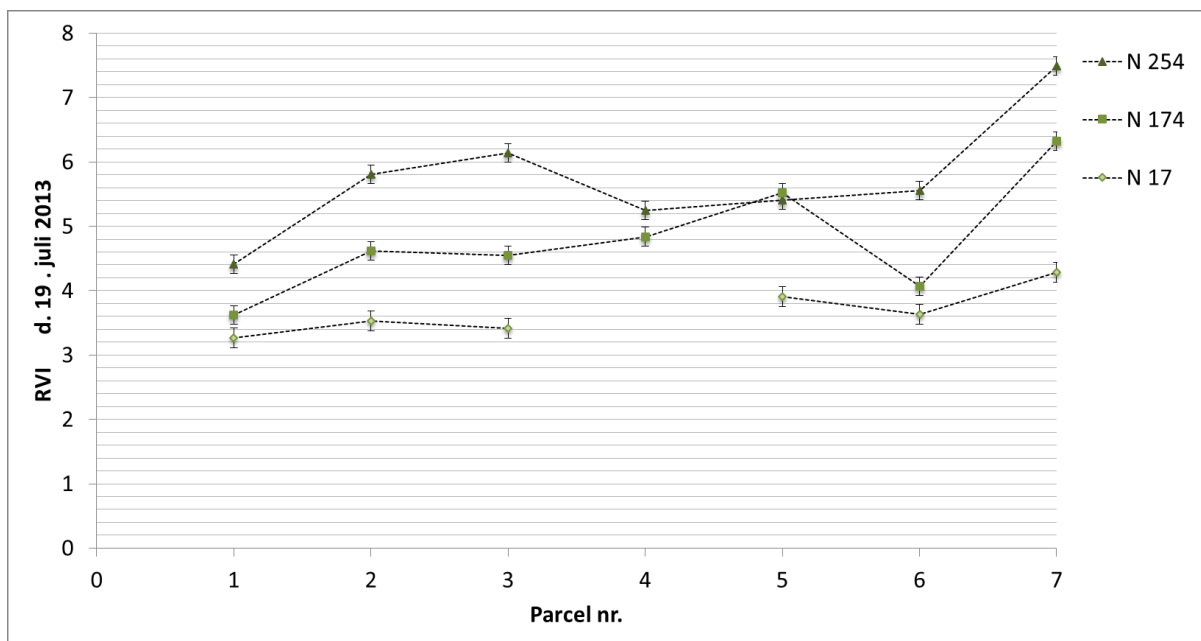
I Figur 14 ses RVI målinger for hver af de syv parceller opdelt efter måledato. Ved de første fem målinger har der ikke været signifikante forskelle mellem de tre kvælstofniveauer og RVI værdierne repræsenterer derfor alle delparceller i parcellerne. Ved de efterfølgende fire målinger (24/5-17/6) adskiller de lave kvælstofniveau på 17kg N/ha sig signifikant ved en langsommere udvikling. Data er derfor behandlet med en flersidet variansanalyse, der opdeler data i to kvælstofniveauer. Det er det høje niveau der er vist i figurerne. Ved den sidste måling er der signifikante forskelle mellem alle tre kvælstofniveauer, og denne måling opdeles derfor i med tre værdier (N17, N174, N254) for hver parcel.



Figur 14 RVI værdier for de første fire måledatoer (tv) og de efterfølgende fem målinger (th).

Parcellerne 1-3 har generelt høje værdier ved de første fem målinger. Og der ses en tendens til at RVI værdierne er lavere ved højere parcelnumre, der ligger længere fra åen. De efterfølgende 5 målinger har parcel 6 den højeste værdi. Parcellerne 4 og 7 er generelt lave med undtagelse af den sidste måling, hvor parcel 7 har de højeste værdier. På den sidste måling er der rimelig overensstemmelse imellem den RVI værdierne og hvor grønt parcellerne fremstår på luftfotoet i

Figur 16, særligt det høje kvælstofled (N254), hvilket indikerer at kvælstoftildelingen sandsynligvis har indvirket på afgrødens udviklingstrin.



Figur 15 RVI værdier for den sidste måling d. 19. juli 2013.



Figur 16 Luftfoto af forsøgsmarken d. 20/7-2013, dvs. 20 dage efter seneste nedbørshændelse. Fotoet viser en til dels ujævn afmodning på forsøgsarealet. Ses i detaljer på farveforskellene i fotografiet, så er plot 3, 4, 5 og 7 mest ensartede og mere grønne end de områder som angiveligt er begyndt at være påvirket af den tørre periode. Plot 1 er umiddelbart mest påvirket af tørken ligesom den sydlige del (dvs. led 172 kg N/ha) i Plot 2 og 6 også til dels også synes at være tørkepåvirket.

5.5 HØSTDATA

Forsøget blev høstet den 9/8, som var en af de første dage med en moden afgrøde og gode høstforhold. Det gennemsnitlige vandindhold, proteinniveau og renhed i de høstede forsøgsparcellerne var henholdsvis 16.5%, 12% og 98.8%. Forsøgsmarken som helhed gav et udbytte på ca. 6.4 ton/ha (inkl. ca. 16.5% vand).

I høstdatamaterialet blev det fundet nødvendigt, at fjerne seks gentagelser fra datamaterialet, begrundelsen fremgår af nedenstående liste. Nummereringen fortolkes som (parcel-nr: kvælstofniveau: gentagelses nr.) jf. Appendix B.

- Parcel 4:1:1 og 4:1:2 grundet vildtskade konstateret tidligere i vækstsæsonen.
- Parcel 1:1:1 og 2:3:4 grundet manglende opsamling af kornet ved høst.
- Parcel 7:2:3 og 7:2:4 grundet sprøjtefejl.

Afvejning og analyser gav ikke anledning til uregelmæssigheder.

5.6 HELSÆDSRESULTATER

Der blev foretaget helsædsanalyser på én dato i vækstsæsonen (17/6) i plot 2, 4 og 6 og ved høst (9/8) i plot 2. Helsædsanalyseresultaterne viser som forventet en betydelig variation som følge af beskedne prøvestørrelser og et lille antal prøver ligesom helsædsanalyser også typisk er mere besværlige at formale til homogene og repræsentative prøvestørrelser. Der er således ikke signifikant forskel i hverken tørstofudbytter eller kvælstof optag mellem parceller 2, 4 og 6 den 17/6. Analyseresultaterne kan dog være værdifulde støtteparametre i en eventuel modelleringsøvelse omkring forsøgets resultater.

Tabel 7 Oversigt over helsædsanalyseresultater fra plot 2, 4 og 6 ved biomasseklip d. 17/6.

Parcel	Prøvevægt [g]	Høstet mgd [Kg/ha]	Tørstof [%]	N indhold [%]	TS udbytte [kg TS/ha]	N udbytte [kg N/ha]
2	0.20	7800	93.0	2.70	7254	195.9
2	0.18	7200	93.2	2.10	6710	140.9
4	0.13	5000	93.0	1.90	4650	88.4
4	0.17	6600	93.3	2.10	6158	129.3
6	0.19	7400	92.9	1.60	6875	110.0
6	0.24	9400	93.2	2.10	8761	184.0

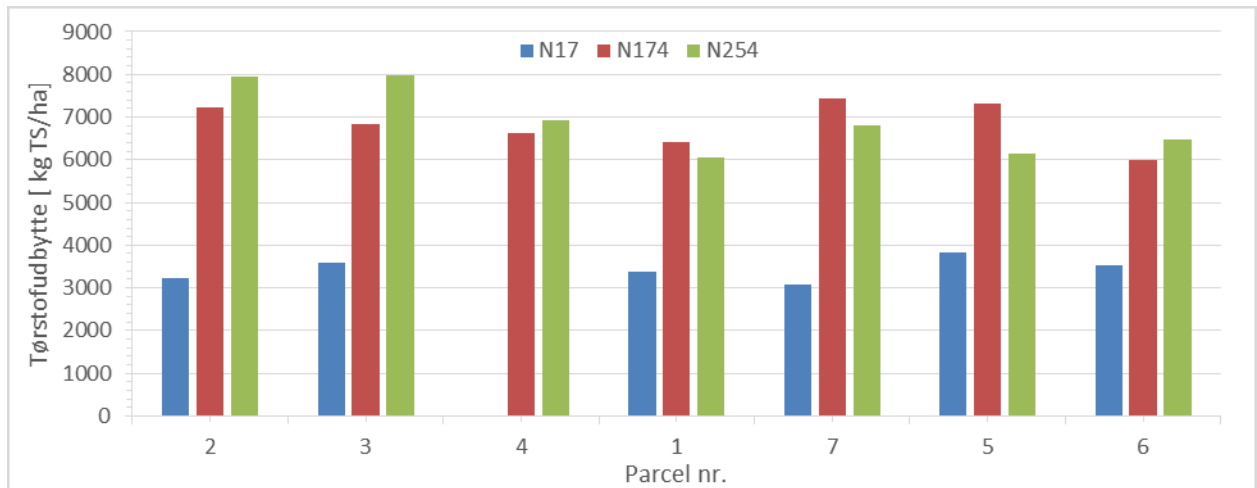
Tabel 8 Oversigt over helsædsanalyseresultaterne fra plot 2 ved høst (9/8). Det høstede prøvefelt var 1.52 m².

N Niveau	Prøvevægt [g]	Høstet mgd [Kg/ha]	Tørstof [%]	N indhold [%]	TS udbytte [kg TS/ha]	N udbytte [kg N/ha]
17	604	3974	86.7	0.98	3445	34
174	1965	12928	85.3	1.51	11027	167
254	1763	11599	86.8	1.63	10068	164

5.7 UDBYTTE I TØRSTOF

Tørstofudbyttet i vinterhvedens kerneudbytte ved kvælstofniveauerne 17, 174 og 254 Kg N/ha er for 2012/13 sæsonen præsenteret i Figur 17.

I gennemsnit er udbytteforskellen mellem N174 og N254 leddene 79 kg TS/ha, hvilket ikke er en signifikant forskel. Derfor er udbyttedata for leddene N174 og N254 puljet inden for hver parcel og vist med én værdi i Figur 18. De højeste tørstofudbytter i 2013 er i overensstemmelse med 2012 (Hansen & Jensen, 2013) fundet i parcel 2 og 3, de adskiller sig signifikant fra udbytterne i de resterende parceller med undtagelse af parcel 7. De laveste udbytter findes i parcellerne 6 og 1 og adskiller sig signifikant fra de andre parceller. Parceller 4, 5 og 7 er ikke signifikant forskellige og udgør midterfeltet udbyttmæssigt. Der er ikke fundet signifikante forskelle på udbytterne ved det lave gødningsniveau.

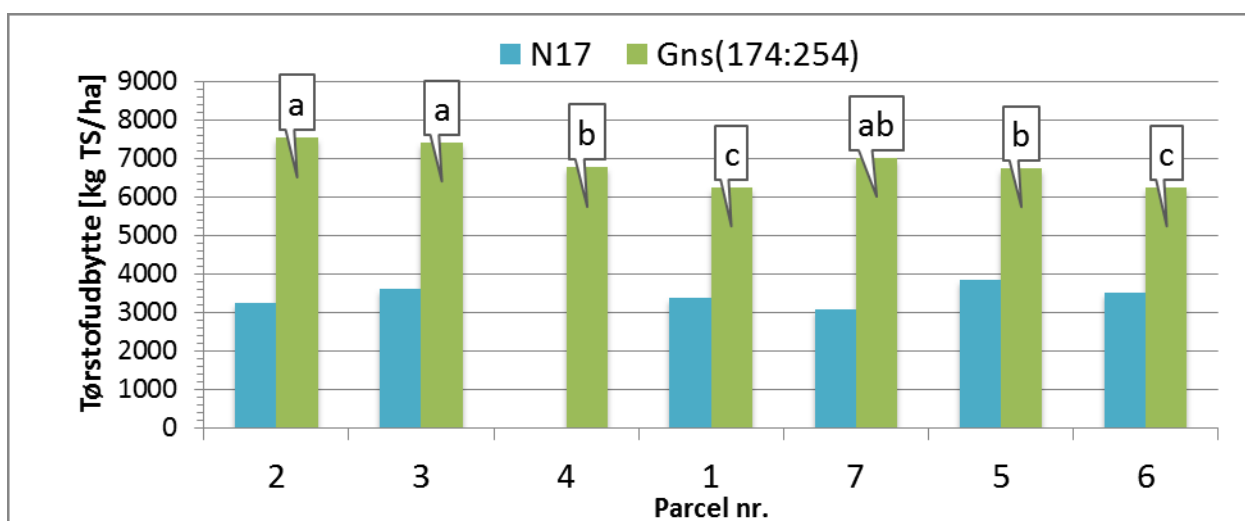


Figur 17 Målt tørstofudbytte [kg TS/ha] i tre kvælstofled N17, N174 og N254 fordelt på syv parceller.

Parcellerne 1, 7 og 5 adskiller sig ved, at afgrøden udbyttmæssigt (tørstof) ikke har responderet på det ekstra kvælstof, som er tildelt i det høje kvælstofled (N254). Det er ikke entydigt hvorfor afgrøden ikke har responderet på kvælstoftildelingen i de dårligst afvandede parceller, ligesom det ikke umiddelbart kan forklares hvorfor parcel 6, modsat de resterende dårligst afvandede parceller responderer på kvælstoftildelingen i det høje kvælstof led, i tråd med responset i de bedst afvandede parceller. Der har været

Ved norm kvælstofniveauet (N174 leddet) er udbytteforskellen mellem mindste (parcel 6) og største (parcel 3) udbytte en forskel på 1444 kg TS/ha, mens forskellen ved brødhvede kvælstofniveauet (N254) er 1945 kg TS/ha, hvor parcel 1 havde mindste udbytte og parcel 3 også havde største udbytte.

I procent er udbytteforskellen (tørstof) mellem mindste og største udbytte i N17, N174 og N254 leddene henholdsvis 19,7%, 19,4 og 24,4%. Når de to høje kvælstofniveauer (N174 & N254) puljes, så er udbytteforskellen mellem mindste (parcel 1) og største (parcel 2) på 17,4%.



Figur 18 Oversigt over kernetørstofudbyttet [kg/ha] i syv parceller fordelt på et puljet led bestående af N174 og N254, samt N17 leddet. Søjler med samme bogstav er ikke signifikant forskellige. Det lave kvælstofniveau var der ikke signifikante forskelle.

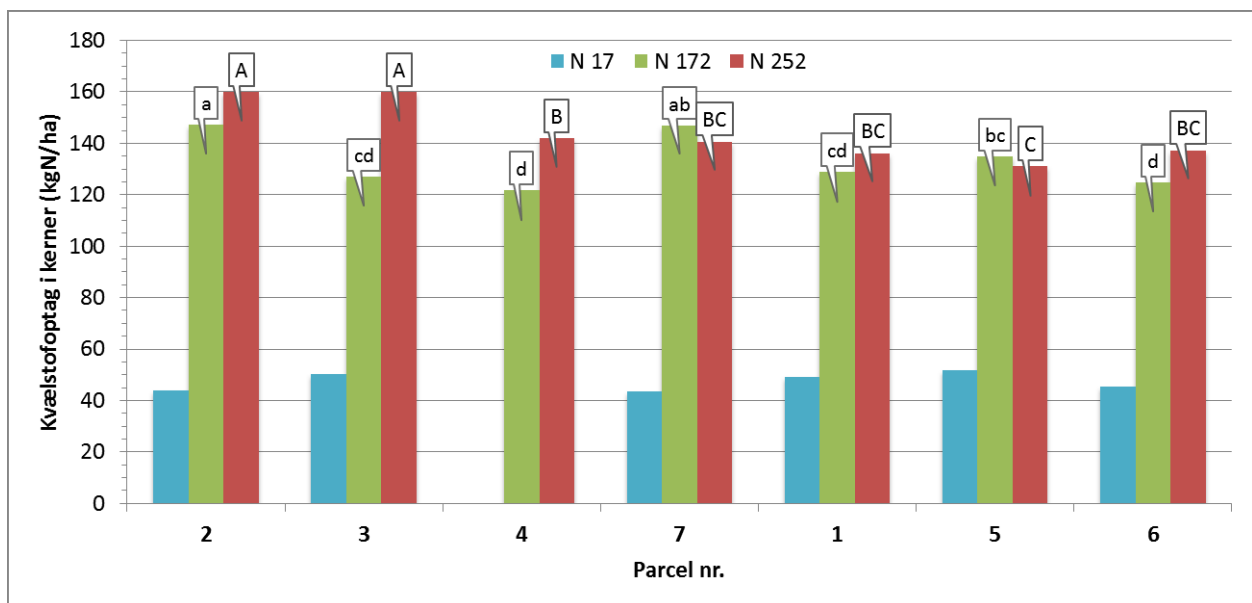
Udbyttet i vinterhveden ved norm- (172kg N/ha) og brødnorm-tildeling (252kg N/ha) ligger på højde med landsforsøgene (7511 kg TS/ha) (Videnscentret for Landbrug, 2012) i de højest ydende parceller 2 og 3, og de resterende parceller har et lavere udbytte.

Højeste og laveste LSD værdi for udbyttet i parceller med norm og brødnorm N tilførsel er henholdsvis 708 og 636 kg tørstof/ha. LSD værdien for vårbyg 2012 var 1040-948 kg tørstof/ha. Der er dermed en mindre variation i høstudbytterne i 2013 på trods af færre underparceller grundet inddelingen i tre kvælstof tildelings niveauer.

5.8 KVÆLSTOFUDBYTTE

Kvælstofudbyttet i vinterhvedens kerne ved kvælstofniveauerne 17, 174 og 254 Kg N/ha er for 2012/13 sæsonen præsenteret i Figur 19. Resultaterne er baseret på de målte høstudbytter og analyseresultater fra hver enkelt gentagelsesplot.

I gennemsnit er kvælstofudbytteforskellen mellem N174 og N254 leddene 11 kg N/ha, men mønstret i kvælstofudbyttet er ikke konsistent højere i det høje kvælstofled (N254), idet parcel 5 og 7 mod forventning har højere kvælstofudbytte i norm leddet (N174). I N174 leddet variere udbyttet fra 121,9 til 147,2 kg N/ha dvs. en forskel på 25,7 kg N/ha svarende til en forskel på ca. 17%. I N254 leddet varierende udbyttet fra 131,1 til 159,9 kg N/ha dvs. en maksimal forskel på 28,8 kg N/ha svarende til 18%.



Figur 19 Oversigt over kvælstofudbyttet ved tre kvælstofniveauer henholdsvis N17, N174 og N254. Samme bogstaver indenfor samme serie er ikke signifikant forskellige. Ved det lave kvælstof niveau (N17) var der ikke signifikante forskelle.

I norm kvælstofniveauet (N174) er de laveste kvælstofudbytter i parcel 4 og 6 som begge er signifikant forskellige fra parcel 2, 5 og 7. Kvælstofudbyttet er højest i parcel 2 der adskiller sig signifikant fra de resterende parceller på nær parcel 7. Det bemærkes at parcellerne 1, 5 og 7, der generelt er kendetegnet ved ringere afdræningsforhold, har højere kvælstofoptagelse på end parcellerne 3 og 4 som har bedre afdræningsforhold.

Ved det høje kvælstofniveau (N254) er høstet det største kvælstofudbytte i parcel 2 og 3 som er signifikant forskellige fra alle de resterende parceller. Det laveste kvælstofudbytte er høstet i parcel 5 som er signifikant forskelligt fra parcellerne 2, 3 og 4.

Der er ikke fundet signifikante forskelle på kvælstofudbyttet ved det lave gødningsniveau.

Tabel 9 Kvælstofoptagelse i kerner i kg N/ha for kvælstofniveauerne N17, N174 og N254. Ens bogstaver indenfor samme serie viser at leddene ikke er signifikant forskellige.

Noptag	N 17	N174	Signifikans	N254	Signifikans
2	43,96	147,2	a	159,9	a
3	50,11	127,0	cd	159,9	a
4		121,9	d	141,9	b
7	43,45	147,0	ab	140,6	bc
6	45,49	124,6	d	137,3	bc
1	49,33	129,0	cd	136,2	bc
5	51,62	134,8	bc	131,1	c
LSD	ns.	17,1-14,0		15,1-14,0	

6 SAMMENFATNING

Vækstsæsonen 2012/13 blev vejrmæssigt kendetegnet ved en lang og kold vinter og derved et sent forår. Vækstsæsonen har desuden været nedbørsfattig i specielt marts og juli måned, hvor det i juli ikke kan udelukkes, at der kan være forekommet tørkestress der muligvis 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.

Den sene start på væksten i foråret, den begrænsede nedbør, samt at forsøgsarealet først i d. 19/5 var færdigødsket medførte, at der først fra d. 24/5 kunne identificeres variationer i afgrødens reflektans mellem behandlingerne, og først den 19/7 blev der målt signifikante forskelle mellem de tre kvælstofniveauer indikerende at afgrødens udviklingstrin har været påvirket af kvælstofniveauet.

Det overordnede billede i tørstof- og kvælstofudbytterne er mere kompliceret i 2012/13 vækstsæsonen end den forrige 2011/12 sæson. Tørstof og kvælstofudbytterne ses dog forsat forholdsvist klart størst i de bedst afdrændede parceller på linje med 2012 resultaterne. Den sene og tørre vækstsæson har sandsynligvis medvirket til det mere varierede og komplicerede afgrøderespons, specielt i parceller med ringest afdræningsniveau. En præcis udredning af hvorfor disse forskelle forekommer rummer forsøget ikke umiddelbart data til at forklare på men det synes bemærkelsesværdigt, at selv i en meget sen og tør vækstsæson opnås udbytteforskelle i både tørstof og kvælstof på ca. 17-18%.

Niveauet i udbyttereduktionen og kompleksiteten i vekselvirkningerne mellem afgrøde, vejrforhold, afdræning og kvælstof understreger betydningen af forsøget, idet disse sammenhænge har væsentlig betydning for en ressourceeffektiv og optimal planteproduktionen, men også for hvilke dyrkningstekniske og miljømæssige løsninger og virkemidler som landmændene i fremtiden skal forholde sig til.

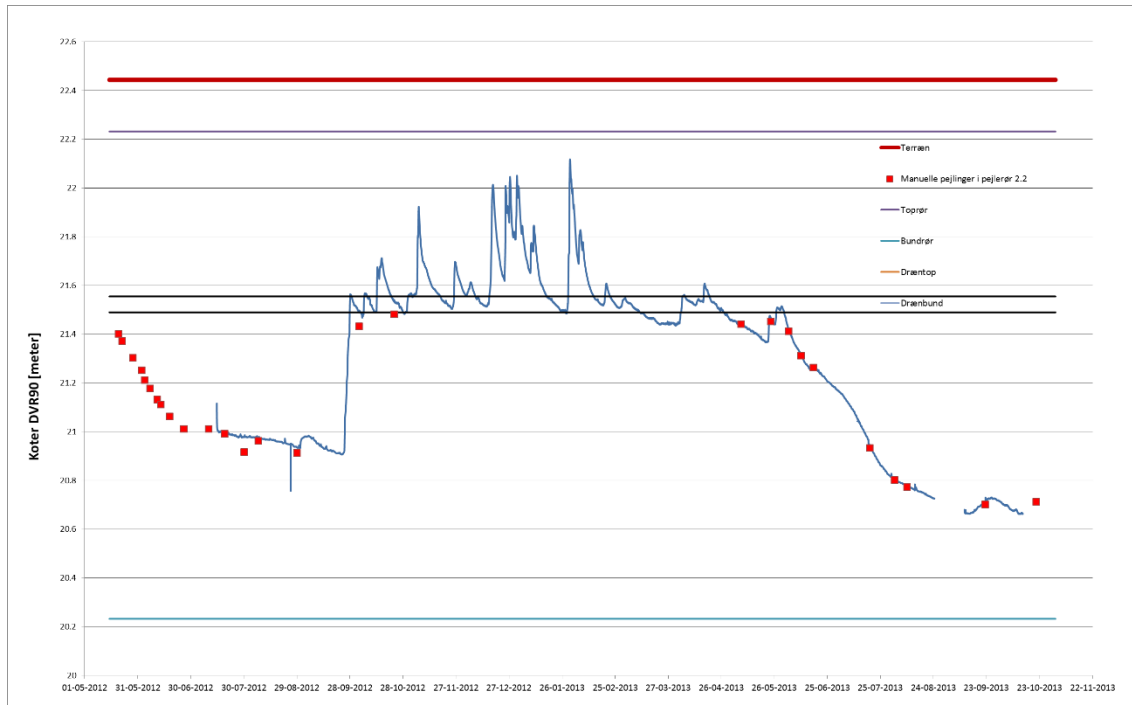
På baggrund af to års resultater er det klart, at værdien af forsøget vil øges med yderligere årsvariation ligesom flere forsøgslokaliteter vil kunne øge værdien.

7 LITTERATURLISTE

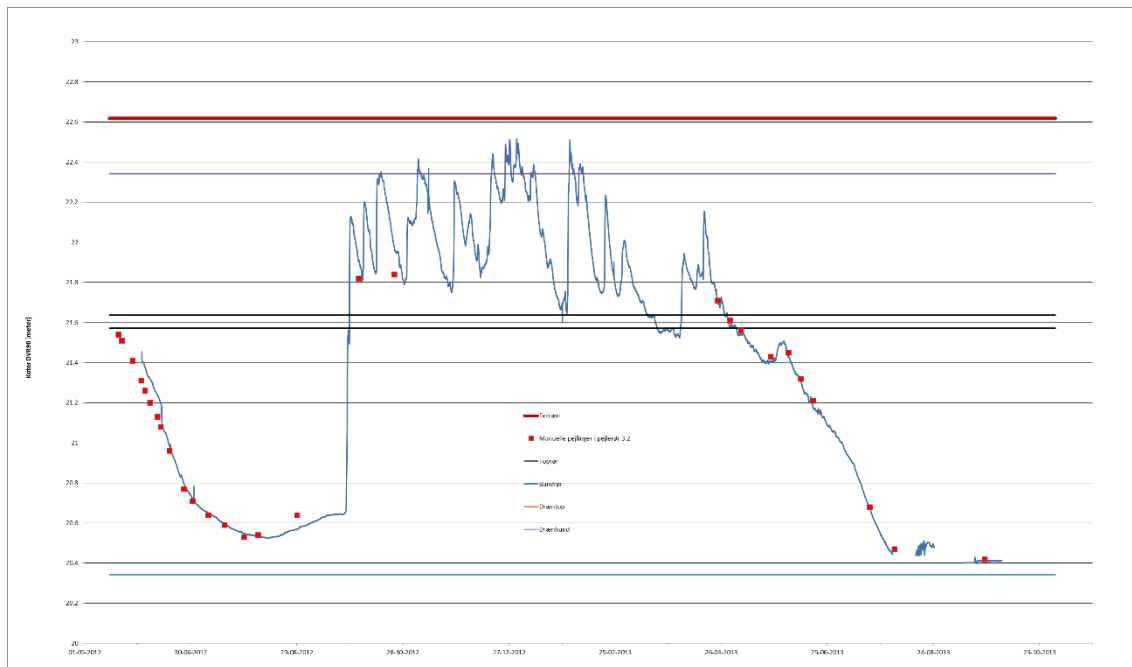
- Hansen, M. K., & Jensen, K. (2013). *Afdræning og høstudbytter - Grundvandsdynamikkens påvirkning på udvalgte vækstfaktorer i forsøg på lerjord*. Kandidatspeciale, Københavns Universitet, Institut for Plante- og Miljøvidenskab, Frederiksberg.
- Szilas, C. (2003). *Tokkerupgaard - EM38 kortlægning, 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 – AUTOMATISKE GRUNDVANDSMÅLINGER

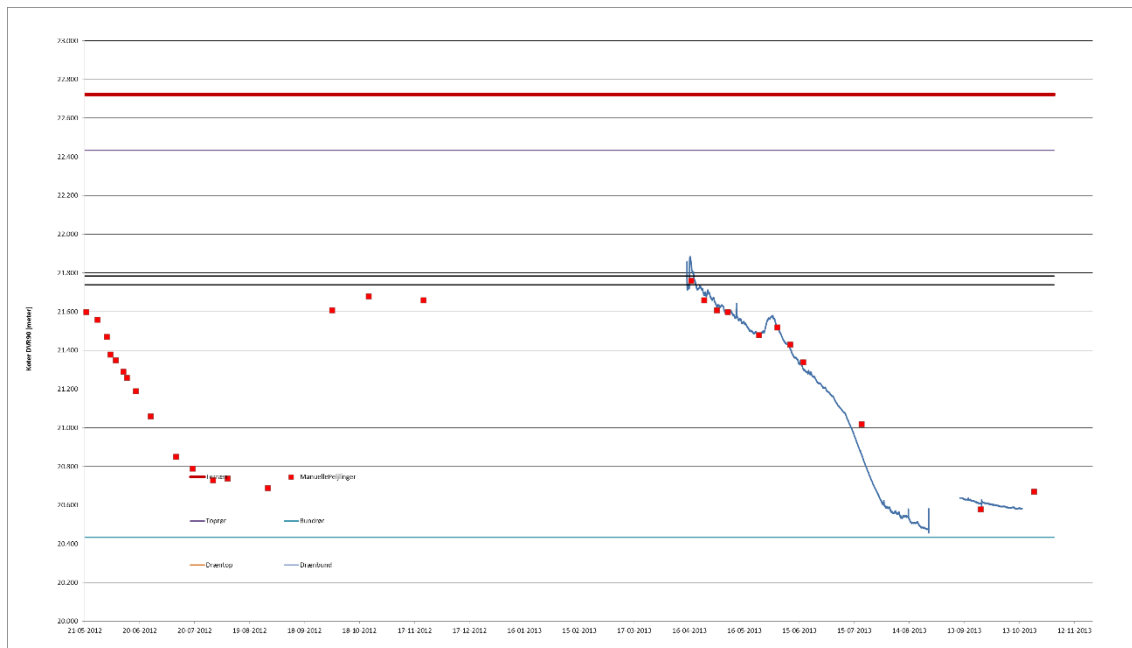
Parcel 2



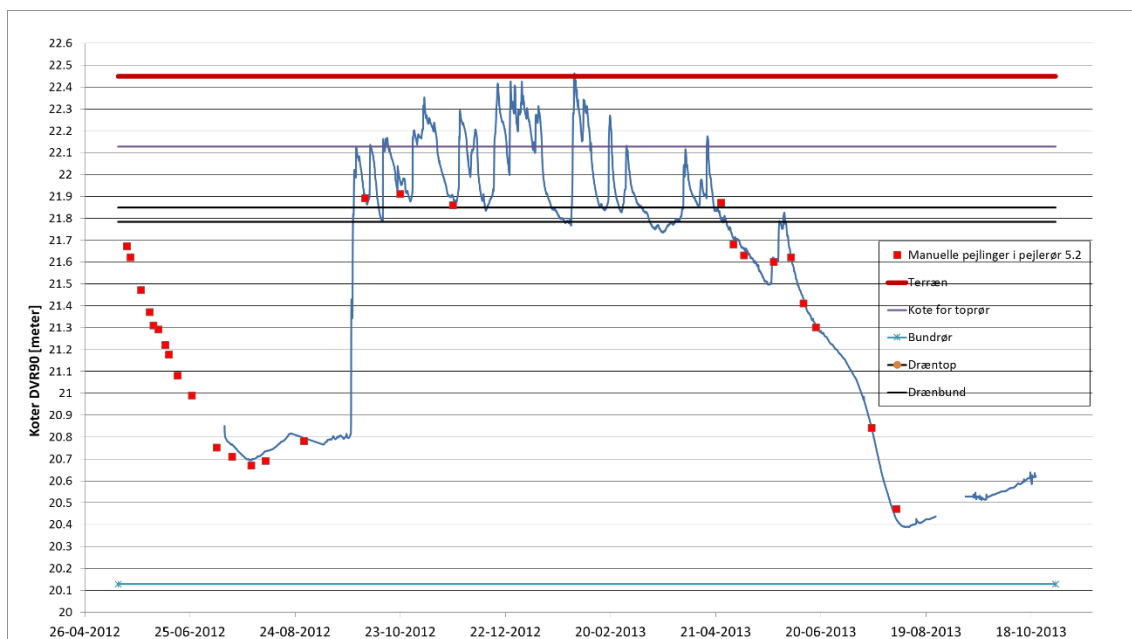
Parcel 3



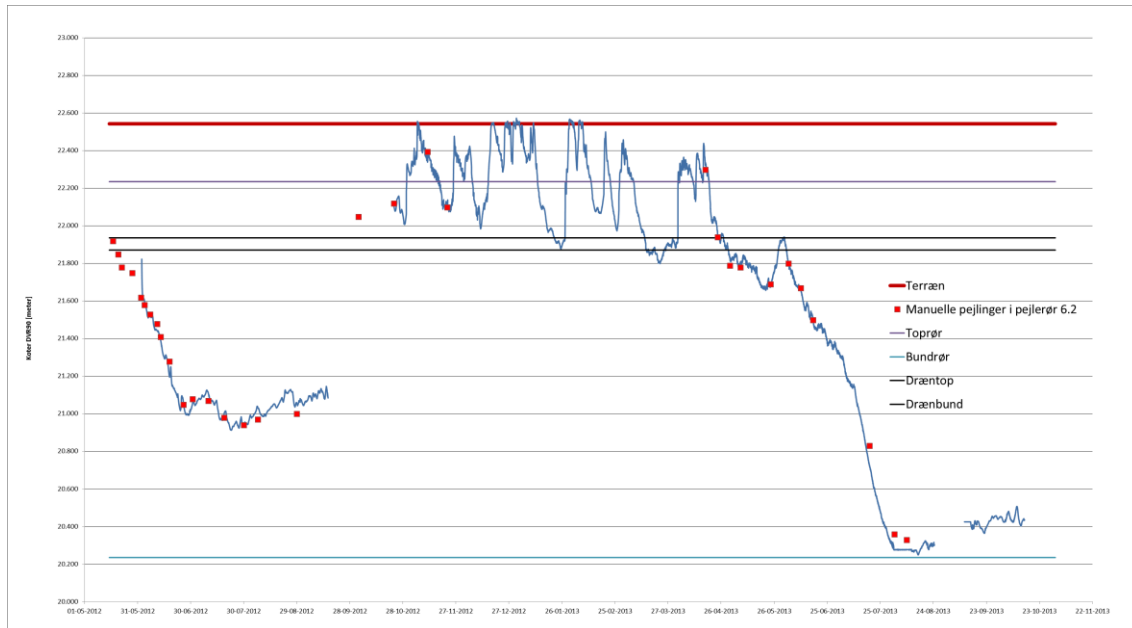
Parcel 4



Parcel 5



Parcel 6



APPENDIX B - ANALYSEDATA FOR HØSTEDE KERNER - RÅDATA

Plot	Nniveau	Gentagelse	Vægt [gram]	Hlvægt	Renhed i råvare [%]	Råprotein i tørstof [%]	Vandindhold [%]
1	1	1		71.19	99.08	12.97	19.28
1	1	1	4544	75.84	99.2	9.13	16.4
1	2	1	8288	72.93	98.78	12.81	15.81
1	2	2	8907	73.2	98.27	12.29	15.77
1	2	3	8591	74.22	98.31	12.29	15.8
1	2	4	8522	73.71	98.27	12.87	15.87
1	3	1	8553	71.82	98.04	13.63	15.94
1	3	2	6244	70.34	97.07	14.59	15.7
1	3	3	9157	70.98	97.76	14.31	15.77
1	3	4	8334	71.43	98.03	13.97	15.9
2	1	1	3772	76.22	99.42	8.65	16.18
2	1	1	4915	76.58	99.6	8.39	16.41
2	2	1	9767	74.64	98.81	13.36	15.96
2	2	2	9100	72.81	98.27	13.53	15.7
2	2	3	9459	74.96	98.59	12.15	15.85
2	2	4	10365	76.62	99.11	11.93	16.02
2	3	1	10855	76.98	98.9	12.44	16.38
2	3	2	10610	77.26	99.24	12.67	16.22
2	3	3	10618	77.16	99.27	12.54	16.15
2	3	4	9489	76.58	99.01	12.87	16.02
3	1	1	5179	76.37	99.25	8.61	16.38
3	1	1	4481	75.98	98.54	8.8	15.84
3	2	1	9821	76.78	98.75	10.96	16.25
3	2	2	8871	76.24	98.77	11.35	15.92
3	2	3	9013	75.89	98.94	12.05	15.86
3	2	4	8851	75.04	98.72	12.21	15.9
3	3	1	11355	76.92	99.12	12.59	16.1
3	3	2	10629	76.88	99.34	12.41	16.29
3	3	3	9147	76.82	98.91	12.4	16.37
3	3	4	11748	76.22	98.74	12.62	16.11
4	1	1	2506	71.96	98.74	9.21	18.7
4	1	1	2532	76.43	99.24	8.09	16.26
4	2	1	9683	75.91	98.93	11.44	16.1
4	2	2	8463	76.08	98.84	11.4	15.88
4	2	3	8666	75.71	99.04	11.69	15.77
4	2	4	8612	76.47	99.45	11.49	15.77
4	3	1	10974	75.98	98.83	12.07	16.14
4	3	2	8613	75.45	98.72	12.92	16
4	3	3	8989	75.45	98.88	13.04	15.86
4	3	4	8571	75.12	98.75	13.29	15.86
5	1	1	4852	76.29	99.46	8.54	16.2
5	1	1	5459	76.47	99.48	8.29	16.32
5	2	1	10142	75.91	99.41	10.99	15.79
5	2	2	9908	75.29	98.84	11.82	15.8
5	2	3	9820	76.22	99.11	11.88	15.83
5	2	4	9290	76.28	99	11.31	15.77
5	3	1	8829	73.18	98.56	13.45	15.63
5	3	2	7832	73.3	98.81	13.53	15.62
5	3	3	7979	73.81	98.74	13.28	15.73
5	3	4	8242	74.29	98.68	12.99	16.01
6	1	1	4489	76.98	99.52	8.33	15.97
6	1	1	4947	76.45	99.36	7.86	16.3
6	2	1	8823	74.23	99.13	11.93	15.66
6	2	2	7265	72.46	98.7	13.09	15.56
6	2	3	8426	69.92	97.97	13.47	15.55
6	2	4	7404	71.75	98.06	13.68	15.46
6	3	1	9152	73.62	98.57	13.36	15.88
6	3	2	8742	73.25	98.7	13.25	15.91
6	3	3	8616	74.39	98.48	12.9	15.87
6	3	4	8189	73.57	98.64	13.41	15.86
7	1	1	3742	75.56	98.98	9.48	16.93
7	1	1	4569	77.05	99.6	8.28	16.4
7	2	1	9553	74.76	99	12.76	16.06
7	2	2	10426	75.34	98.86	11.99	16.5
7	2	3	10014	76.21	99.24	11.57	16.24
7	2	4	10835	75.98	99.37	11.3	16.97
7	3	1	10572	73.09	98.83	12.66	17.04
7	3	2	8771	68.85	98.75	13	19.09
7	3	3	9029	70.43	98.73	12.8	18.51
7	3	4	8983	69.81	98.67	13.38	18.39

Nniveau 1 = N17 (2 gentagelser)

Nniveau 2 = N174 (4 gentagelser)

Nniveau 3 = N254 (4 gentagelser)

