



Notat: 280011818-001 CarbonFarm, Yding, undersøgelse af betydningen af bæredygtige dyrkningssystemer

14-09-2018

Søren Boldsen, specialist

sobo@teknologisk.dk, +45 72 20 24 89

Formål

- At undersøge betydningen af bæredygtige dyrkningssystemer ud fra principperne i Conservation Agriculture i hestebønner. Målet er at undersøge, hvad det betyder for udbyttet ved mere skånsomme dyrkningsmetoder end pløjning. Da effekterne af dyrkningssystemerne måske ikke slår igennem år 1, ligesom forskellene mellem de forskellige systemer ikke nødvendigvis er særlig stor, er den statistiske styrke i forsøget meget vigtig, da den giver sandsynligheden for at finde forskelle af en bestemt størrelse.

Overordnede konklusioner

- For den simple analyse er der ikke en signifikant effekt. For alle de andre analyser er der signifikant effekt af dyrkningsmetoden, hvor pløjning og harvning typisk ligger bedst.
- For modellerne, hvor der indgår placering, er der ikke statistisk signifikant forskel mellem harvning og det kulstofoptimerende led.
- For hver model er der udregnet den forventede styrke af forsøget, hvis man ønsker at få en signifikant test for en forskel på hhv. 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 eller 2.5 hkg kerne. Her kan det ses, at de modeller, som både har jordens ledningsevne samt placering i marken med, kan finde de mindste forskelle.
- Modellen der tager jordens ledningsevne med i to dybder (EM30 og EM60) viser at der er en kraftig korrelation mellem disse. Det giver ikke værdi at medtage begge. Resultater for denne model er vist til sidst.
- NDVI er ikke medtaget i nogle af modellerne. Årsagen skyldes, at NDVI er stærkt korreleret med udbyttet, så medtages denne som forklarende variabel, vil styrken i modellen forringes. NDVI kunne i stedet tages med som resultatvariabel.
- I år var det desværre ikke muligt at høste med flowhøst. Dette ville have givet mange flere målinger pr. parcel, hvilket kunne have forbedret styrken betydeligt. I dette forsøg blev der høstet 4 striber på tværs af parceller, således der var 4 delmålinger pr. parcel.
- Næste år ønskes det, at forsøget bliver 2-faktorielt, hvor dyrkningssystem vil være faktor 1 og gødningsniveau vil være faktor 2. Hvis man antager, at der ikke er større usikkerhed ved at have mindre parceller, vil den statistiske styrke være i samme niveau, som beregnet for dette 1-faktorielle forsøg. Opdeles parcellerne, så det bliver et 2-faktorielt forsøg, vil parcellerne have en bredde på 12-14 meter, og efter fjernelse af randeffekt 10-12 meter bredde. Høst af flere striber på tværs vil stadig være muligt både, men er usikkerheden den samme?
- Til næste år anbefales det at tage EM30 med som forklarende variabel i den statistiske analyse. Herved vil sandsynligheden for at kunne teste forskelle på 1,5 hkg mellem de forskellige dyrkningssystemer være tæt på 100 %, hvis der høstes 4 delparceller i hver parcel, som i år. Høstes der med flowhøst hvor der registreres langt flere høstudbytter per parcel, vil styrken forstærkes.

Metoder

- Forsøget blev data analyseret med modellerne:

$$Udbytte_{parcel} \sim LF1 + (1|Gentagelse)$$

$$Udbytte_{delparcel} \sim LF1 + s(lon, lat) + (1|Gentagelse)$$

$$Udbytte_{delparcel} \sim LF1 + s(EM30) + s(lon, lat) + (1|Gentagelse)$$

$$Udbytte_{delparcel} \sim LF1 + s(EM60) + s(lon, lat) + (1|Gentagelse)$$

$$Udbytte_{delparcel} \sim LF1 + s(EM30, EM60) + (1|Gentagelse)$$

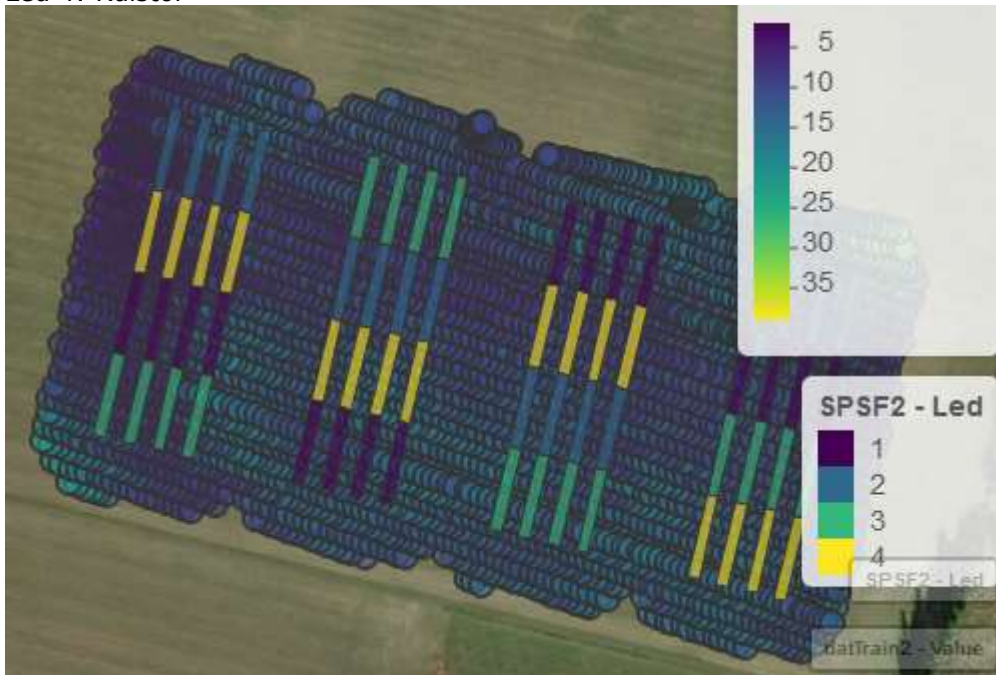
- Værdierne for elektrisk ledningsevne (EM30 og EM60) blev udregnet som gennemsnitsværdien af målingerne af elektrisk ledningsevne indenfor delparcellerne. Nedenfor ses parcellerne og de punkter, hvor der er målt elektrisk ledningsevne.

Led 1: Pløjning

Led 2: Harvning

Led 3: Direkte såning

Led 4: Kulstof



- I alle andre modeller står s for "Thin-plate regression spline", og alle modeller er lavet med R pakken "mgcv".
- Tabellen, der viser Forventet forskel og styrke, beskriver sandsynligheden for at få et signifikant resultat i et lignende forsøg, når den virkelige effekt/forskel af Faktor1 er hvad der står under forventet styrke. Dvs. at hvis den virkelige effekt er 1 hkg, og styrke i procent er 18,8, så er der 18,8% sandsynlighed for at et nyt forsøg med den model vil give signifikant effekt af faktor 1.
- Graferne med akserne Lon og Lat viser variation i marken, hvor de andre effekter i modellen er fjernet.
- Graferne med EM30 og/eller EM60 viser variation i udbytte afhængig af EM30 og/eller EM60.

Resultater

- Se de næste sider.



Model: Udbytte_parcel~ LF1+(1|Gentagelse)

Standard forsøg, dvs. én udbytteværdi per parcel

	Sum.Sq	Mean.Sq	NumDF	DenDF	F.value	Pr..F.
Led	62.52	20.84	3	9	2.56	0.12

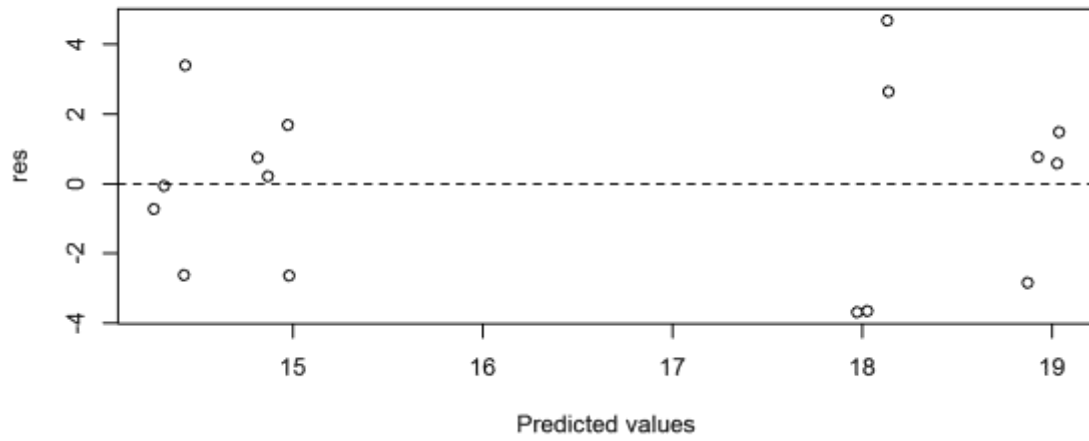
Led	lsmean	SE	df	lower.CL	upper.CL
Direkte såning	14.4	1.4	12	11.2	17.5
Harvning	18.1	1.4	12	14.9	21.2
Kulstof	14.9	1.4	12	11.8	18
Pløjning	19	1.4	12	15.8	22.1
LSD =	ns.				

	P_value
Led	p = 0.12

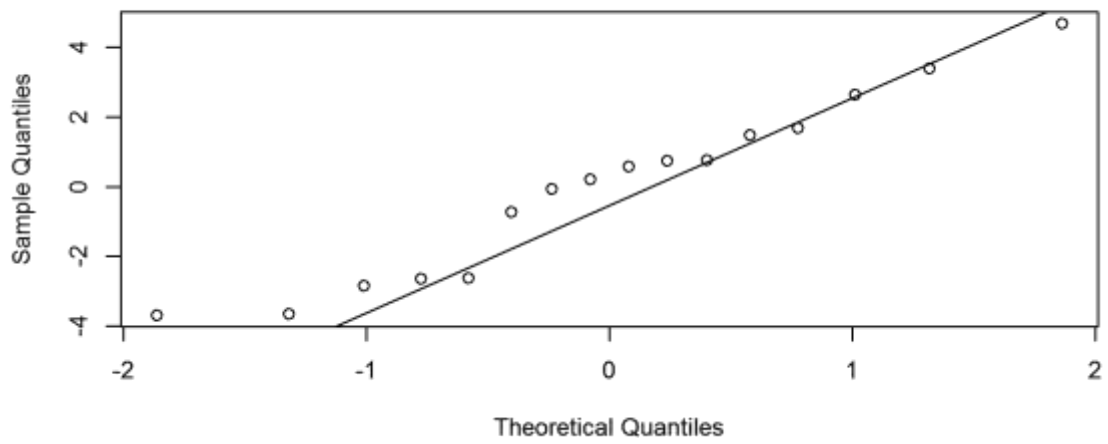
Forventet forskel (hkg)	Styrke (%)
0.5	8
1.0	19
1.5	39
2.0	63
2.5	84



Modelkontrol:



Normal Q-Q Plot





Udbytte_delparcel~ LF1+s(lon,lat)+(1| Gentagelse)

Model med 4 høstudbytter pr. parcel, hvor der tages højde for parcellernes placering i marken.

	NumDF	F.value	Pr..F.
Ledbeskrivelse	3	6.01	0
s(Lon,Lat)	18.98	4.66	0

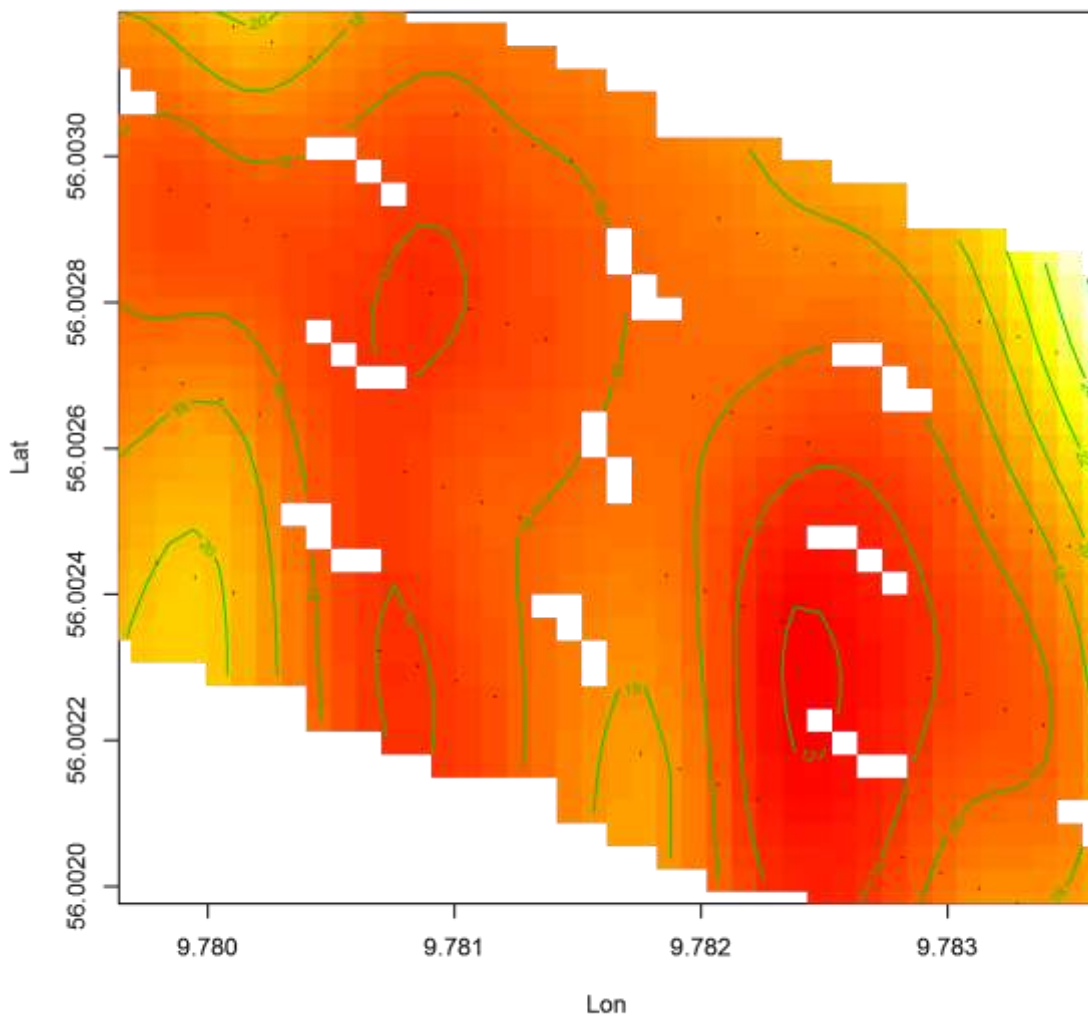
Ledbeskrivelse	lsmean	SE	lower.CL	upper.CL	.group
Direkte såning	14.3	0.9	12.5	16	c
Harvning	17.1	0.8	15.5	18.8	ab
Kulstof	15.9	0.8	14.4	17.4	bc
Pløjning	19	0.8	17.4	20.6	a
LSD ~	2.5				

	P_value
Ledbeskrivelse	p = 0.00171

Forventet forskel (hkg)	Styrke (%)
0.5	39
1.0	95
1.5	100
2.0	100
2.5	100

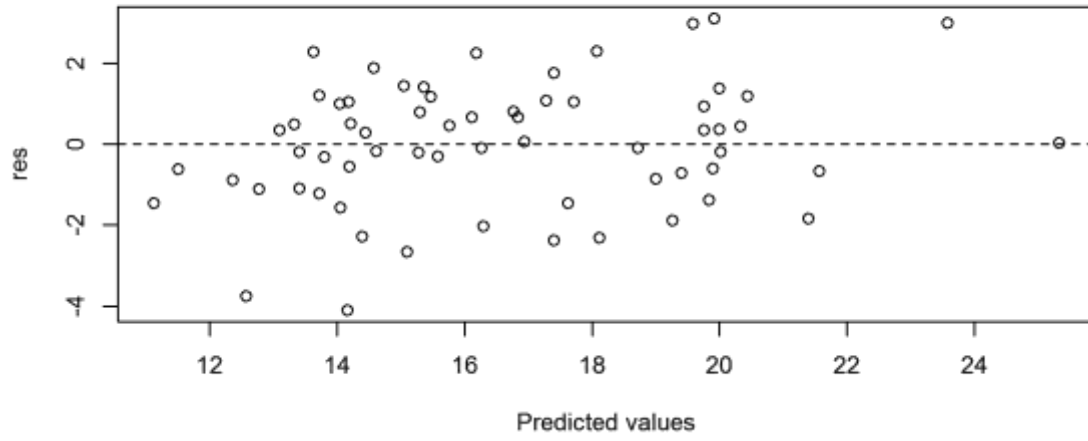


Udbytte delparceller

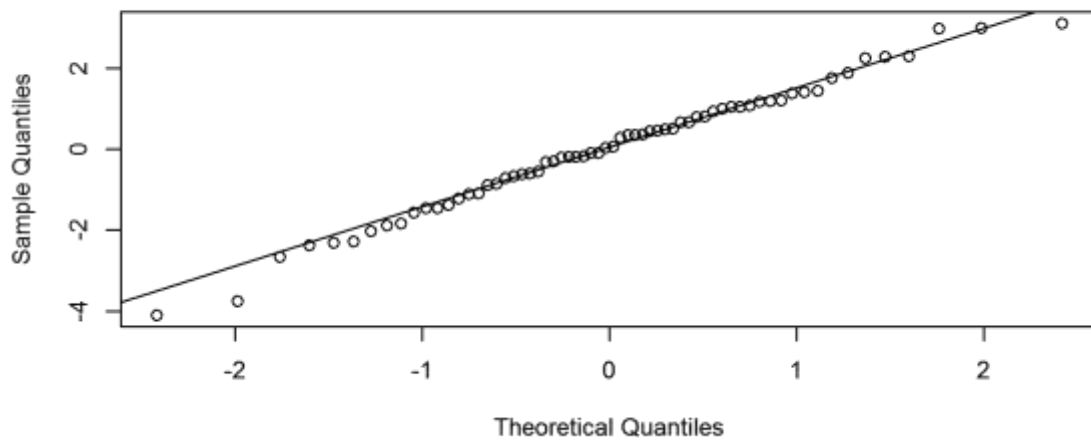




Modelkontrol:



Normal Q-Q Plot





Udbytte_delparcel~ LF1+s(EM30)+s(lon,lat)+(1| Gentagelse)

Model med 4 høstudbytter pr. parcel, hvor ledningsevnen i 30 cm dybde tages med som forklarende variabel, og der tages højde for parcellernes placering i marken.

	NumDF	F.value	Pr..F.
Ledbeskrivelse	3	6.01	0
s(Lon,Lat)	15.65	7.24	0
s(EM30)	2.15	15.14	0

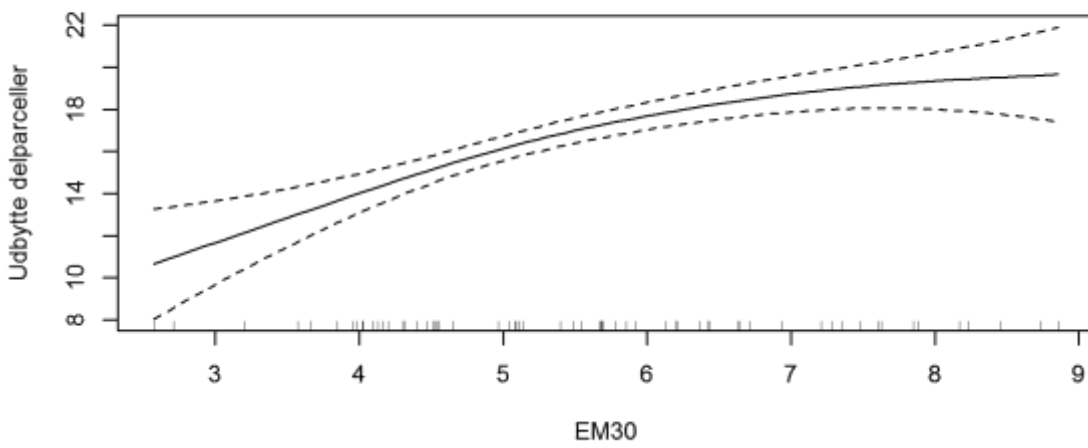
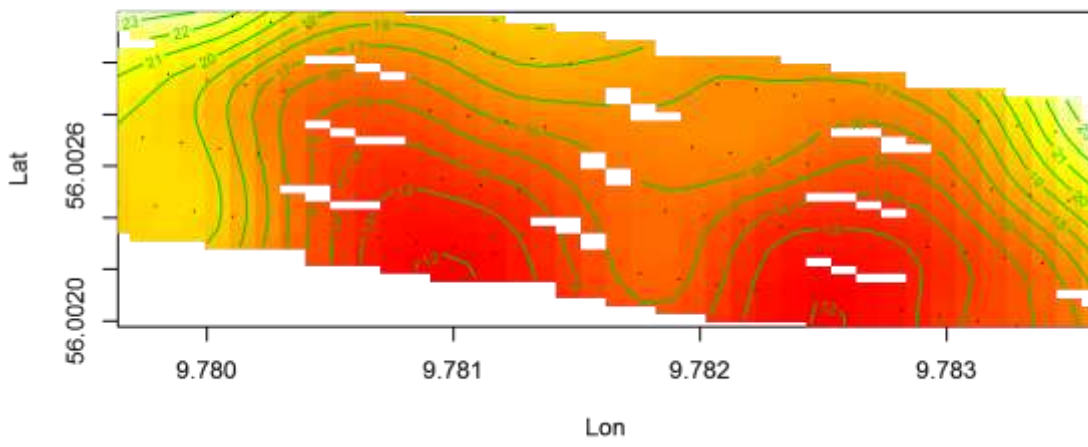
Ledbeskrivelse	lsmean	SE	lower.CL	upper.CL	.group
Direkte såning	14.5	0.7	13.1	15.8	c
Harvning	17	0.6	15.8	18.3	ab
Kulstof	16.4	0.6	15.2	17.7	bc
Pløjning	18.4	0.6	17.2	19.6	a
LSD ~	1.9				

	P_value
Ledbeskrivelse	p = 0.00167

Forventet forskel (hkg)	Styrke (%)
0.5	48
1.0	99
1.5	100
2.0	100
2.5	100

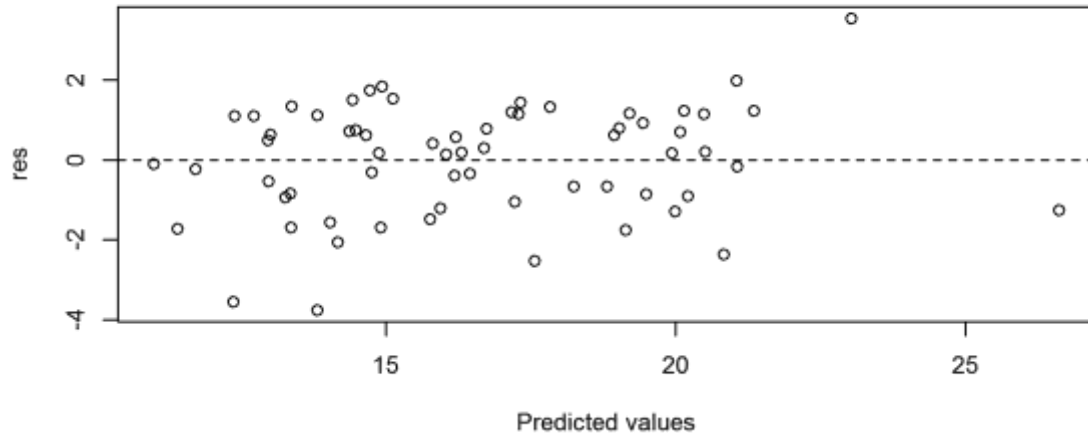


Udbytte delparceller

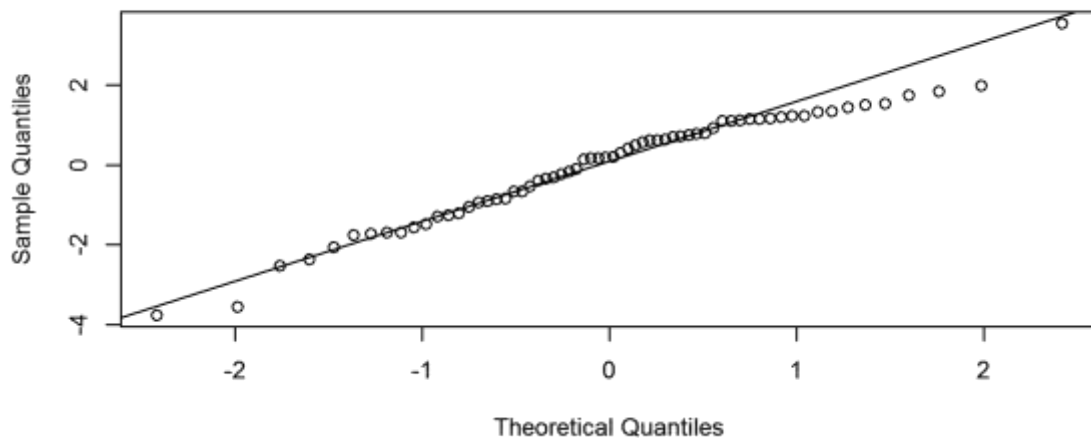




Modelkontrol:



Normal Q-Q Plot





Udbytte_delparcel~ LF1+s(EM60)+s(lon,lat)+(1| Gentagelse)

Model med 4 høstudbytter pr. parcel, hvor ledningsevnen i 60 cm dybde tages med som forklarende variabel, og der tages højde for parcellernes placering i marken.

	NumDF	F.value	Pr..F.
Ledbeskrivelse	3	5.17	0
s(Lon,Lat)	13.96	7.48	0
s(EM60)	1.73	18.04	0

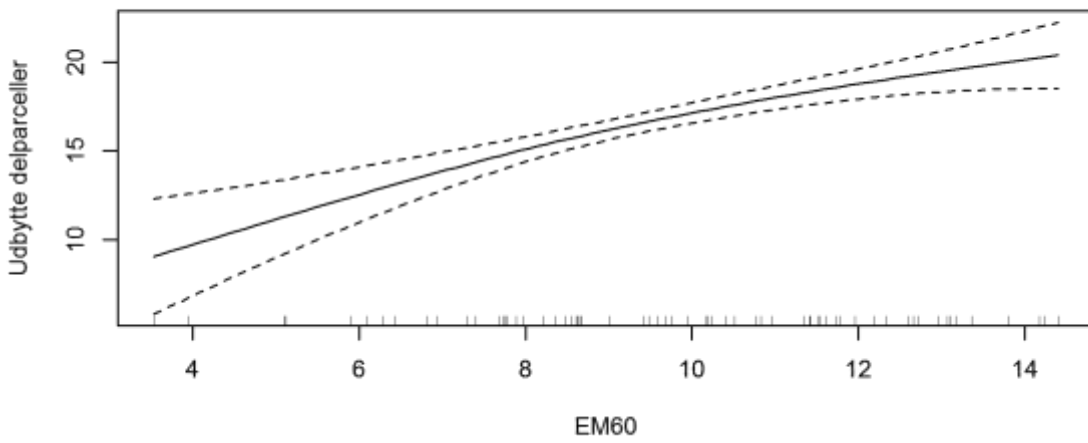
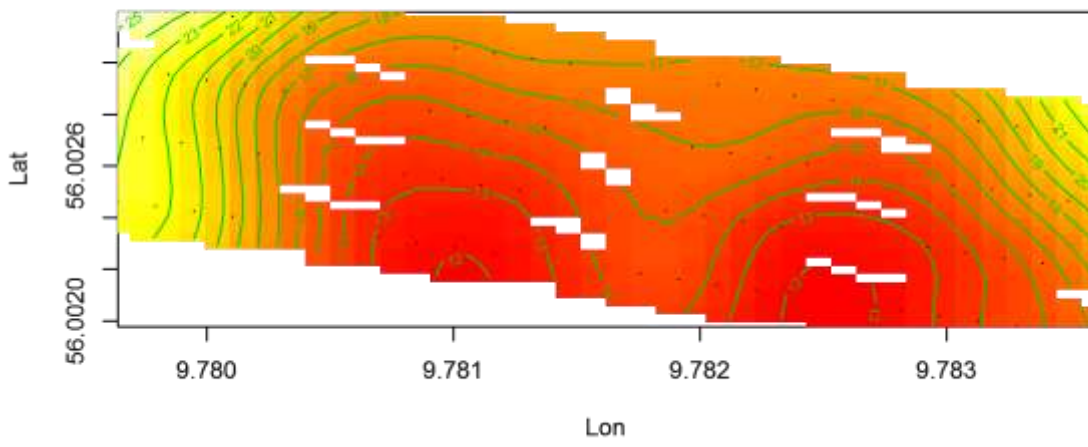
Ledbeskrivelse	lsmean	SE	lower.CL	upper.CL	.group
Direkte såning	14.6	0.7	13.3	16	c
Harvning	17.1	0.6	15.9	18.4	ab
Kulstof	16.3	0.6	15.1	17.5	bc
Pløjning	18.2	0.6	17	19.4	a
LSD ~	1.9				

	P_value
Ledbeskrivelse	p = 0.00376

Forventet forskel (hkg)	Styrke (%)
0.5	43
1.0	97
1.5	100
2.0	100
2.5	100

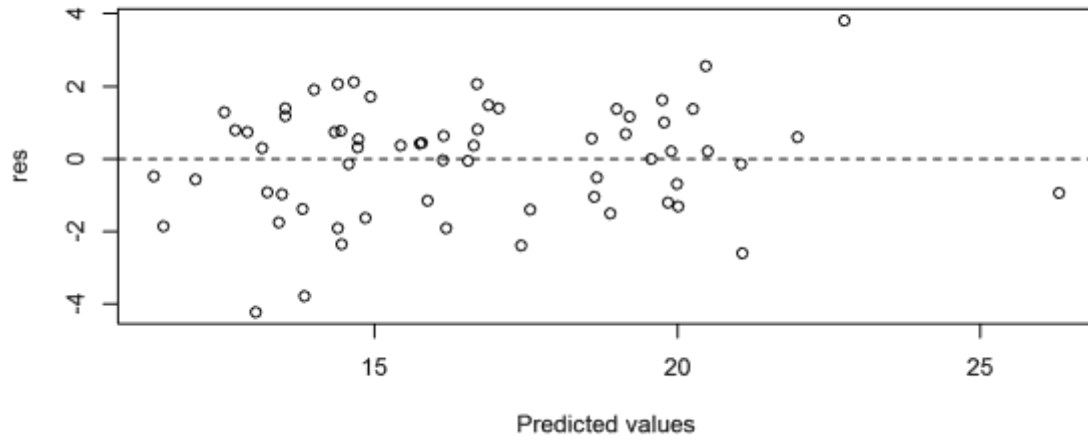


Udbytte delparceller

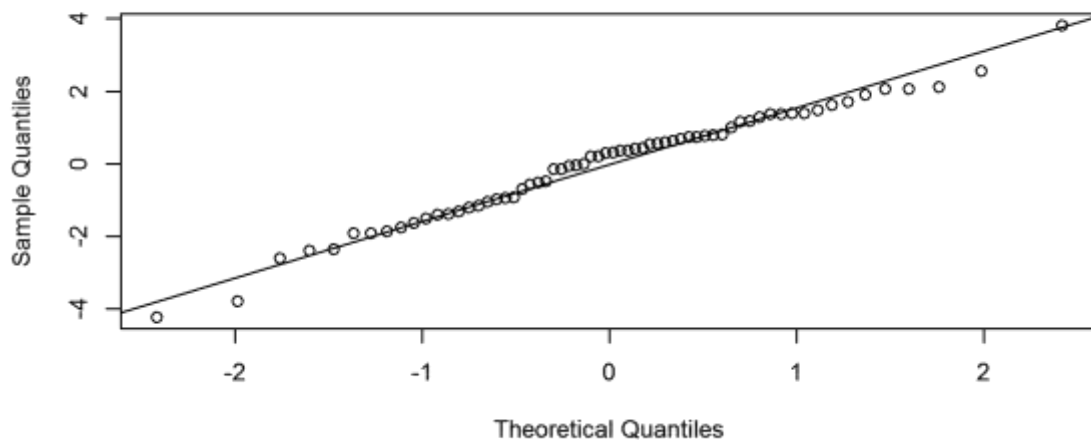




Modelkontrol:



Normal Q-Q Plot





Udbytte_delparcel~ LF1+s(EM30,EM60)+(1| Gentagelse)

Model med 4 høstudbytter pr. parcel, hvor ledningsevnen i hhv. 30 og 60 cm dybde tages med som forklarende variabel, og der tages højde for parcellernes placering i marken.

	NumDF	F.value	Pr..F.
Ledbeskrivelse	3	10.75	0
s(EM30,EM60)	2	7.29	0

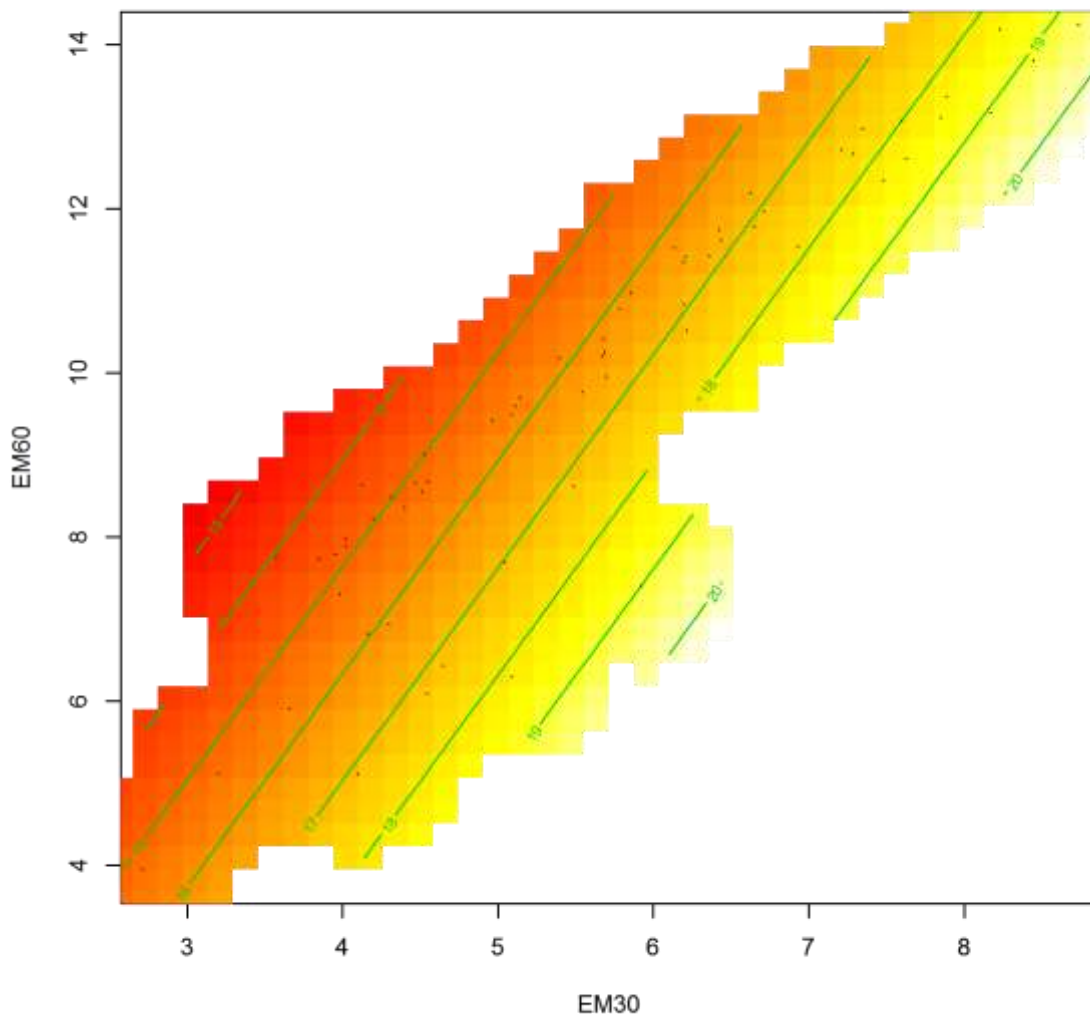
Ledbeskrivelse	lsmean	SE	lower.CL	upper.CL	.group
Direkte såning	14.4	0.8	12.8	16	b
Harvning	18.5	0.8	16.9	20.1	a
Kulstof	14.9	0.8	13.3	16.5	b
Pløjning	18.5	0.8	16.9	20.2	a
LSD ~	2.4				

	P_value
Ledbeskrivelse	p = 0.00001

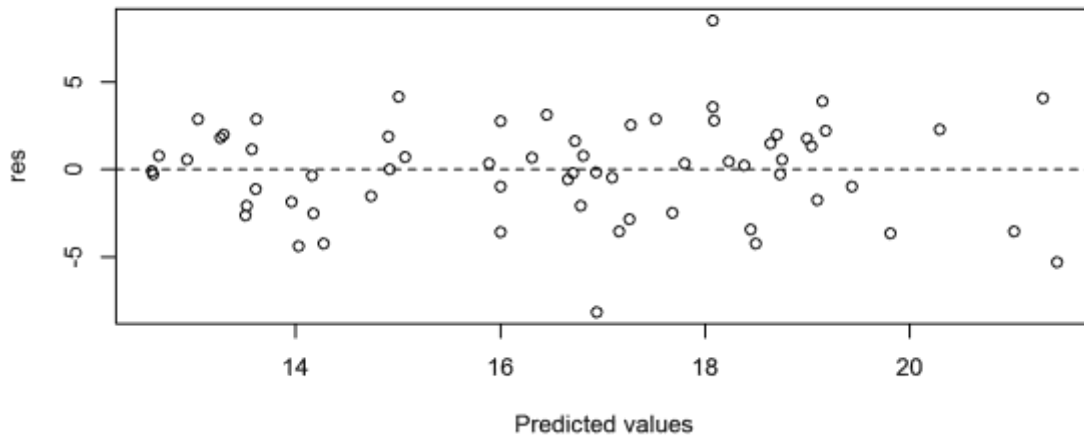
Forventet forskel (hkg)	Styrke (%)
0.5	18
1.0	63
1.5	95
2.0	100
2.5	100



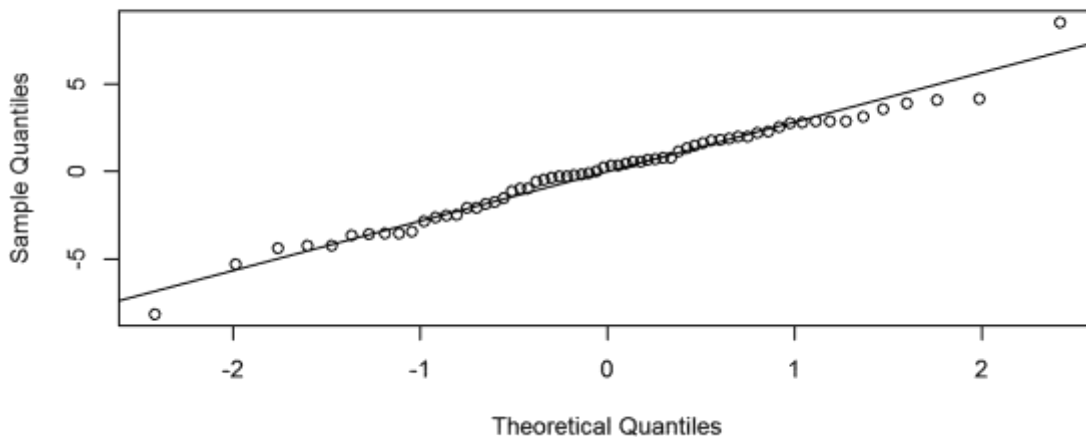
Udbytte delparceller



Modelkontrol:



Normal Q-Q Plot



Referencer

- R Core Team (2017). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- 2011 for generalized additive model method; 2016 for beyond exponential family; 2004 for strictly additive GCV based model method and basics of gamm; 2017 for overview; 2003 for thin plate regression splines.