

Bilag 3A. Variabilitet, Geostatistik og Mikrobiologi, Generelt

GEUS: Ingelise Møller

DJF: Lars Elsgaard, Mogens H. Greve, Finn P. Vinther

Variabilitet på landskabstypeniveau

Variabiliteten på landskabstypeniveau er vurderet på baggrund af en analyse af de landsdækkende jordbundsdata-baser. Teksturanalyserne, specielt lerindholdet, tyder på, i lighed med de geoelektriske målinger, at hedesletterne og Weichsel morænefladerne er relativt homogene (se EM38 nedenfor), hvorimod Yoldiafladen og bakkeøer er ret inhomogene (se tillige Bilag 2). Denne heterogenitet kan skyldes, at lerindholdet på sidstnævnte landskabselementtyper erfaringsmæssigt varierer betydeligt over korte afstande og at der ofte forekommer vekslende lag af ler, silt og sand. Andre undersøgelser har dog også vist at Weichsel morænefladen kan udvise endog betydelig variation (Greve et al. 2003). Undersøgelserne viser desuden, at landskabselementerne er karakteristisk forskellige med hensyn til tekstur og humus. Den vigtigste forskel mellem Yoldia- og hedesletteaflejringerne fremgår af sand-fraktionernes indbyrdes fordeling. På Yoldiafladen er der typisk et stort finsands-indhold og sjældent mere end 5% grovsand. På hedesletten er der derimod altid et betydeligt indhold af grovsand mens finsandsindholdet normalt er under 10%. Begge landskabselementer adskiller sig fra Weichsel moræneflade og Bakkeø, der er karakteriseret ved meget dårlig sorteret sandfraktioner med hovedvægt på mellemsand (Bilag 2).

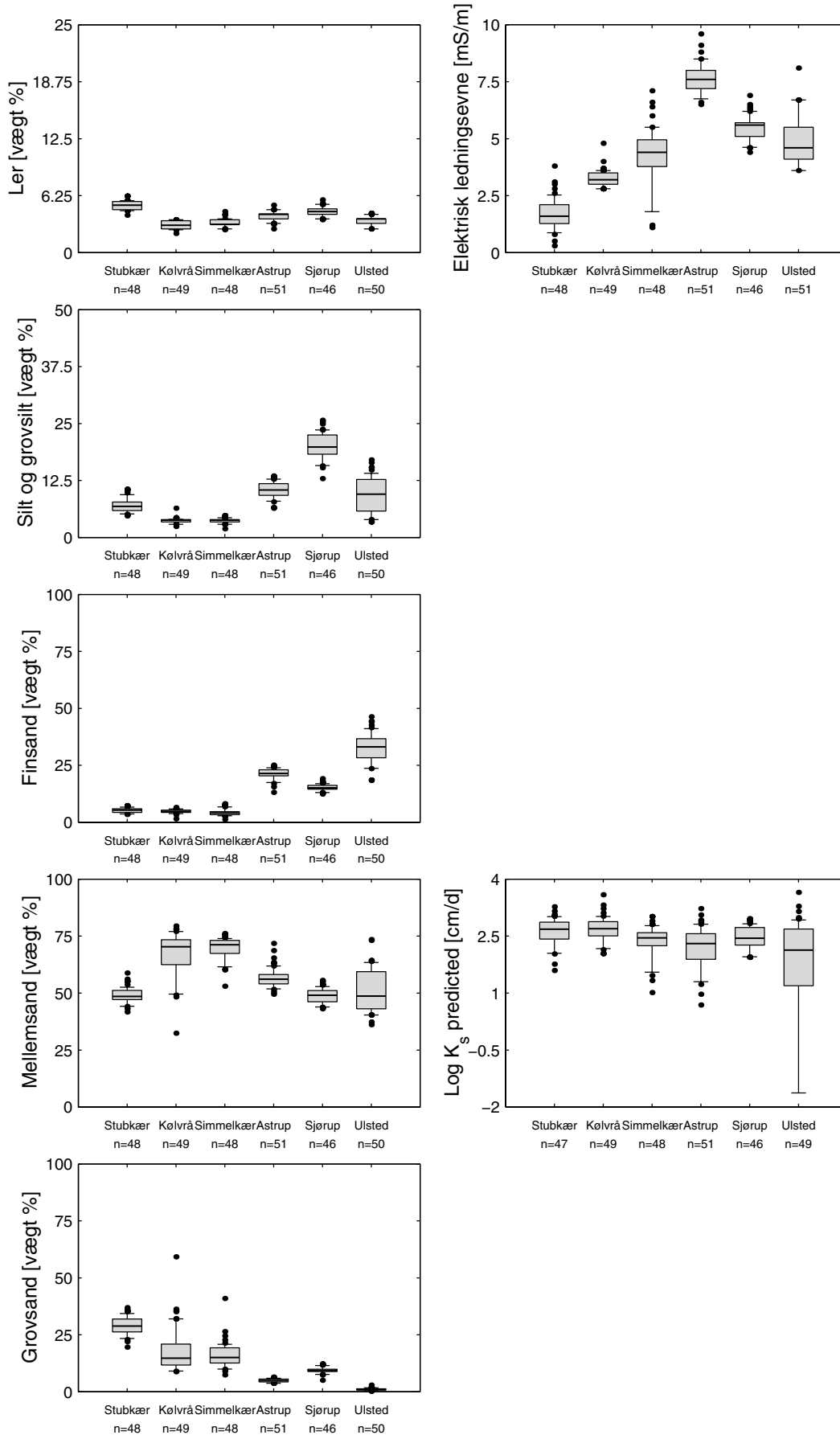
Variation på mark- til profillinieniveau. Der er udført geofysiske undersøgelser i form af EM38 og georadar målinger på og omkring variationsmarkerne og de øvrige undersøgelsesmarker samt langs profillinierne. Den geologiske variabilitet er kvalitativt vurderet på baggrund af de målte georadarprofiler, hvor variation i penetrationsdybder, amplitude og refleksionsmønstre er beskrevet (se Bilag 1). Georadarundersøgelserne viser sammenholdt med de geologiske observationer i borer og udgravninger, at den geologiske variabilitet er lille inden for alluvialkeglen, den proximale og distale del af smeltevandssletten, moderat til stor inden for Yoldiafladen, moderat til stor inden for morænesand og smeltevandssand på bakkeøen samt moderat til stor inden for Weichsel morænefladen.

Markvariation. Variabiliteten er undersøgt for en række parametre på 6 marker, hvor der er udført markvariationsundersøgelser i ca. 50 punkter dækkende et areal på 1,5–3 ha. For fire af markerne er en del af analyserne kun udført på prøver i ni punkter. I fig. 3A.1a-d og 3A.2a-d præsenteres boxplot af median og spredning for grupper af parametre, der har betydning for pesticidudvaskningen. Spredningen er udtrykt ved 10, 25, 75 og 90%-fraktillerne. Markerne er rangeret efter faldende indhold af organisk kulstof i Ap-horisonten. Alle parametrene er målt på prøver taget i Ap-horisonten, desuden er nogle af parametrene målt på prøver fra B-horisonten eller, for en enkelt mark, C-horisonten.

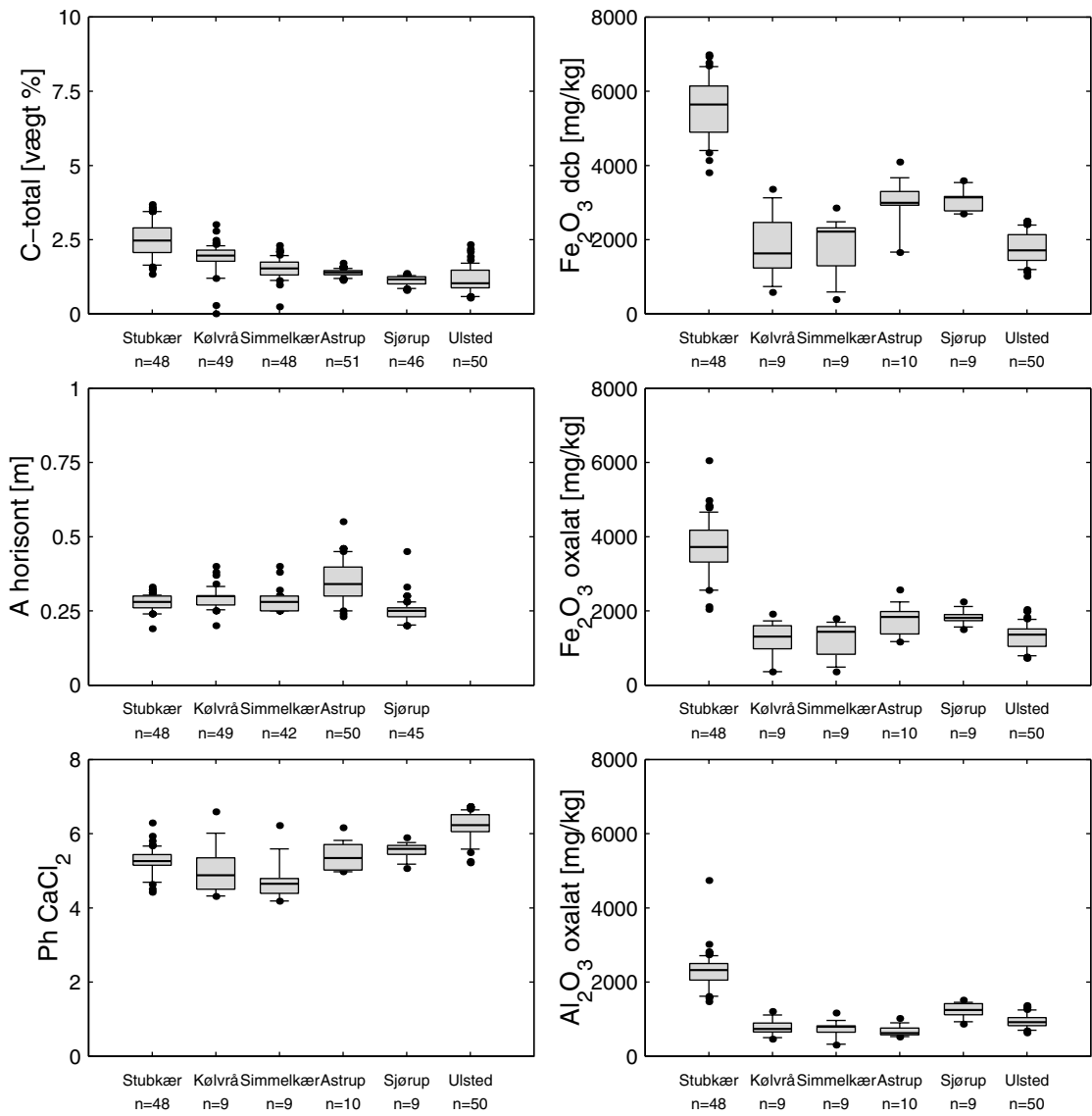
Grupperne omfatter jordfysiske, kemiske, mikrobiologiske og pesticidspecifikke parametre. De jordfysiske parametre er kornstørrelsesfraktionerne ler ($< 2 \mu\text{m}$), silt og grovsilt ($2\text{--}63 \mu\text{m}$), finsand ($63\text{--}125 \mu\text{m}$), mellemsand ($125\text{--}500 \mu\text{m}$), og grovsand ($500\text{--}2000 \mu\text{m}$), samt elektrisk ledningsevne målt med EM38 metoden og den mættede hydrauliske ledningsevne (K_s) prædikteret fra luftpermeabilitet målt in situ. De kemiske parametre omfatter det totale indhold af organisk kulstof (C-total), A-horisontens tykkelse, pH i CaCl_2 , samt indholdet af forskellige jern og aluminiumforbindelser (Fe_2O_3 dcb, Fe_2O_3 oxalat og Al_2O_3 oxalat). De mikrobiologiske parametre er substrat-induceret respiration (SIR), arylsulfataseaktivitet (ASA) og fluorescein diacetat hydrolyse (FDA). Basal in situ-respiration (IRGA) er ikke medtaget, da denne parameter er meget årstidsafhængig. De pesticidspecifikke parametre er binding repræsenteret ved K_d målt på MTA, MTB, MCPA og Glyphosat (GL) og nedbrydningen repræsenteret ved mineralisering efter 64 dage (M64d) målt på MTA, MTB, MCPA og Glyphosat (GL). Mineraliseringen er kun bestemt på nogle enkelte af markerne.

For de jordfysiske parametre (kornstørrelsesfraktioner, elektrisk ledningsevne og hydraulik) skiller markerne beliggende på alluvialkeglen, den proximale og distale smeltevandsslette sig ud fra de øvrige marker ved at være mere grovkornede. Der ses et markant lavere indhold af silt og finsand samt et markant højere indhold af grovsand. Dette afspejler sig også i EM38-målingerne, hvor der generelt registreres en lavere elektrisk ledningsevne. Ligeledes er der en tendens til en højere hydraulisk ledningsevne specielt i underjorden. De styrende parametre for den hydrauliske ledningsevne er tekstur og indholdet af organisk stof. I underjorden er indholdet af organisk stof lavt. Derfor vil den hydrauliske ledningsevne her overvejende være styret af jordens tekstur. De mere grovkornede jorde vil derfor have en højere hydraulisk ledningsevne. Forskellen mellem markerne på hedesletten og de øvrige marker ligger i medianværdierne, mens der ikke ses en tendens til et lignende mønster i parametrenes spredning.

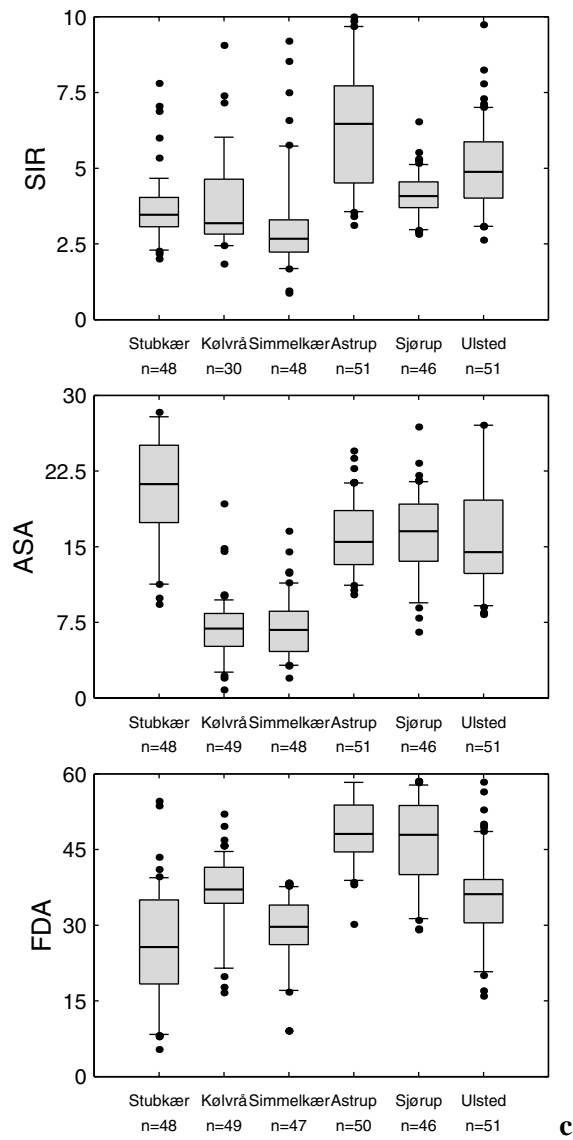
Opdelingen af markerne i hedeslettemarker og øvrige marker baseret på de jordfysiske parametre kan ikke genfindes i de kemiske, mikrobiologiske eller pesticidespecifikke parametre.



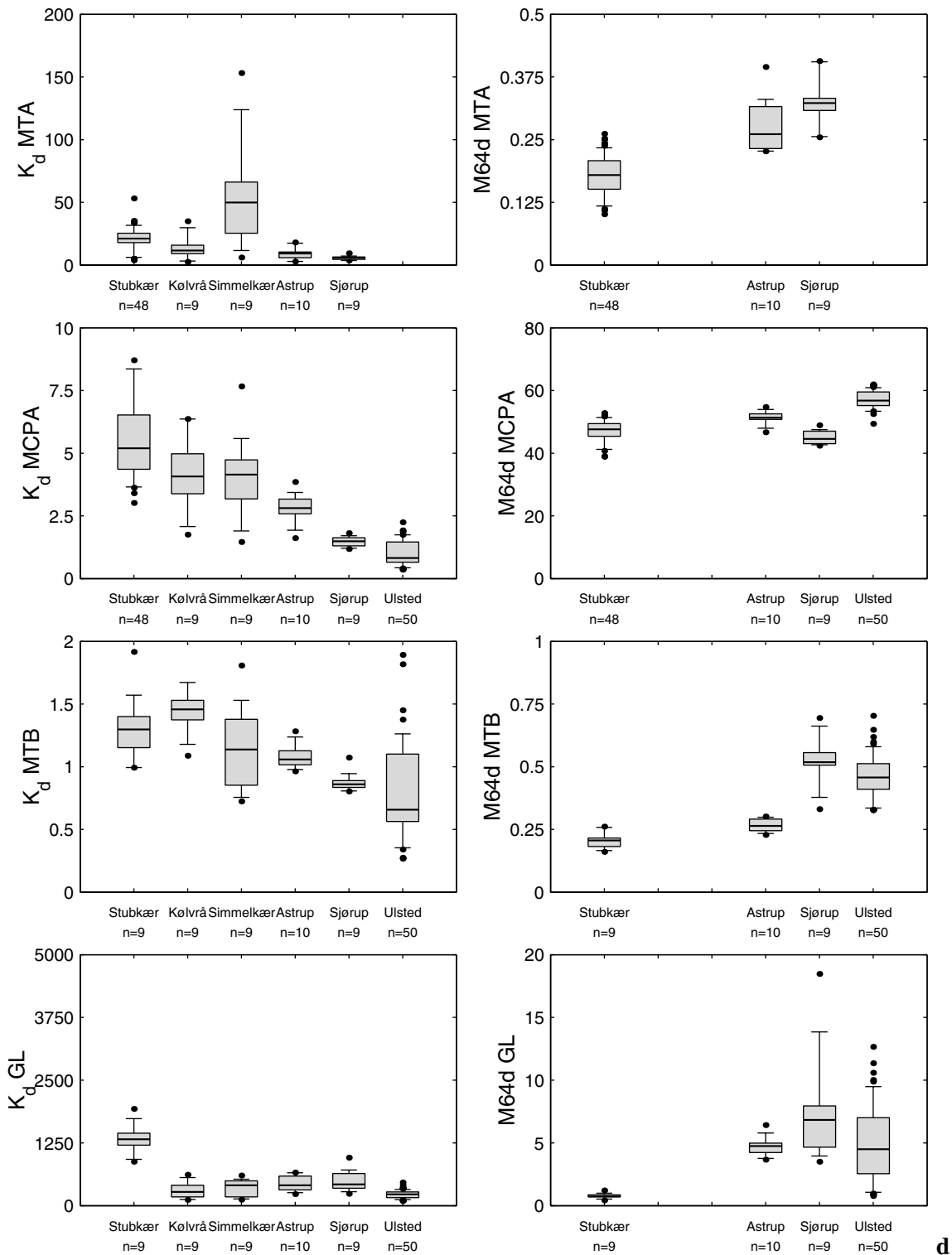
a



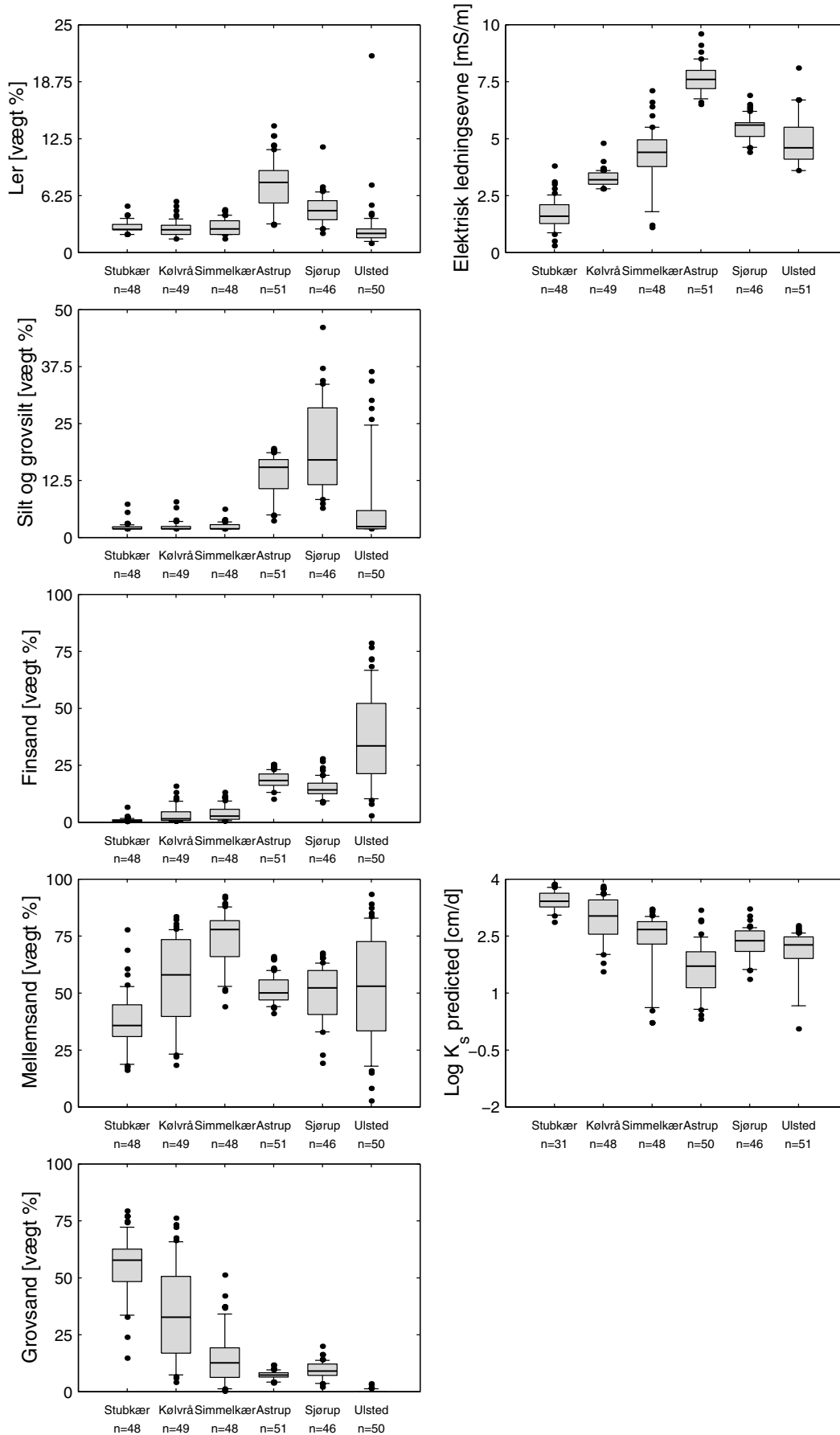
b



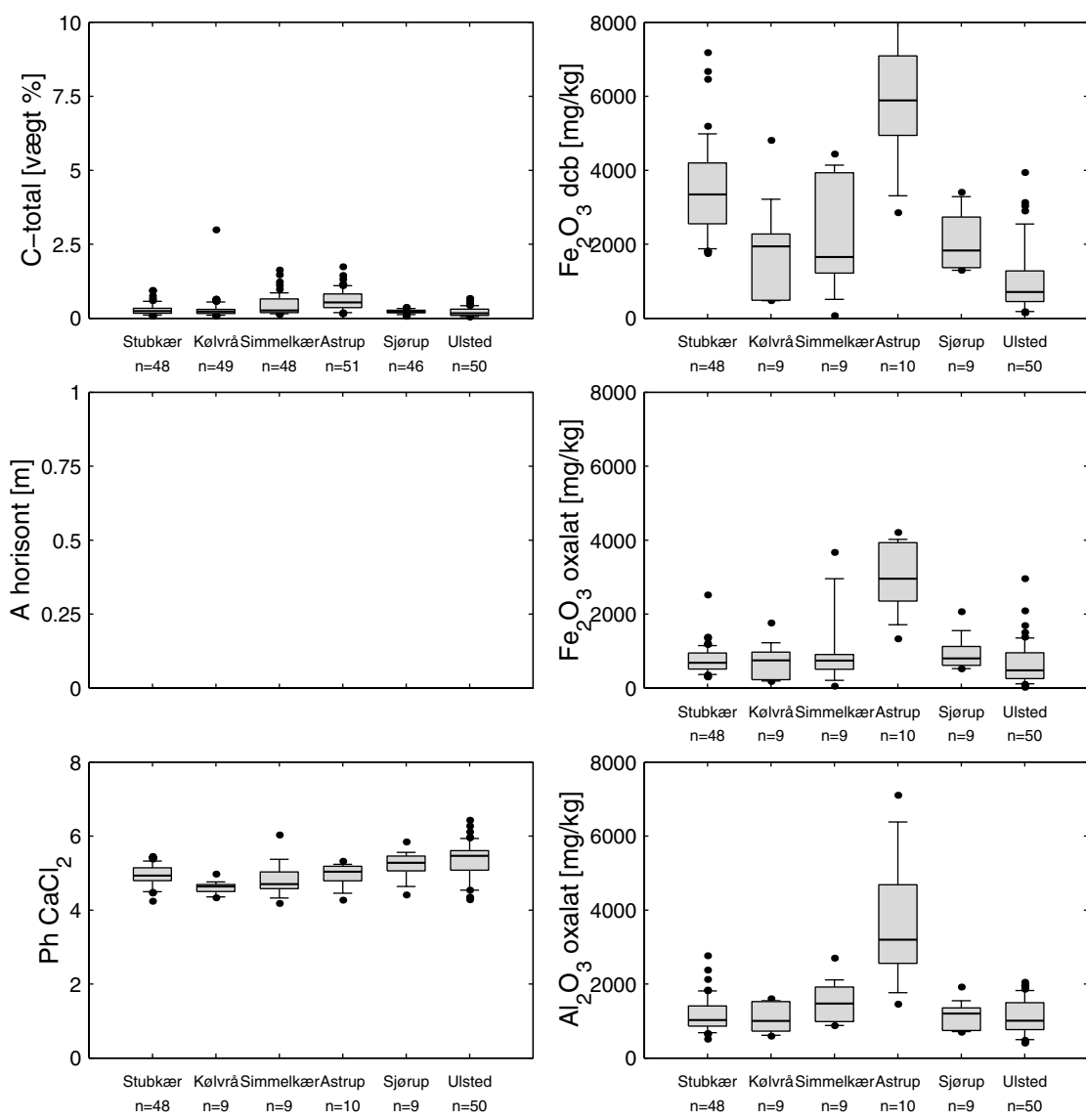
c



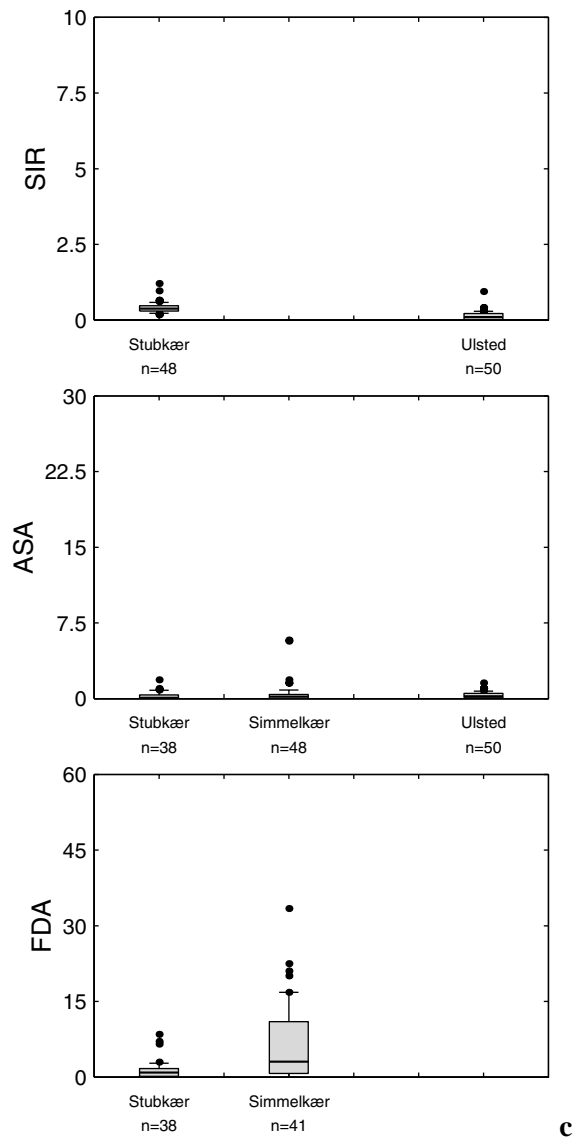
Figur 3A.1a-d. Boxplot af median og spredning for grupper af parametre med betydning for pesticidvaskningen, bestemt for jordprøver udtaget i Ap-horisonten, hvor **a** er jordfysiske parametre, **b** kemiske parametre og **c** er mikrobiologiske, og **d** pesticidespecifikke parametre. Boksen repræsenterer parameterværdier mellem 25 og 75 %-fraktilerne, hvor den tykke streg angiver parameterens medianværdi, barene angiver 10 og 90 %-fraktilerne og punkterne angiver de specifikke parameterværdier under 10 %-fraktilen og over 90 %-fraktilen.



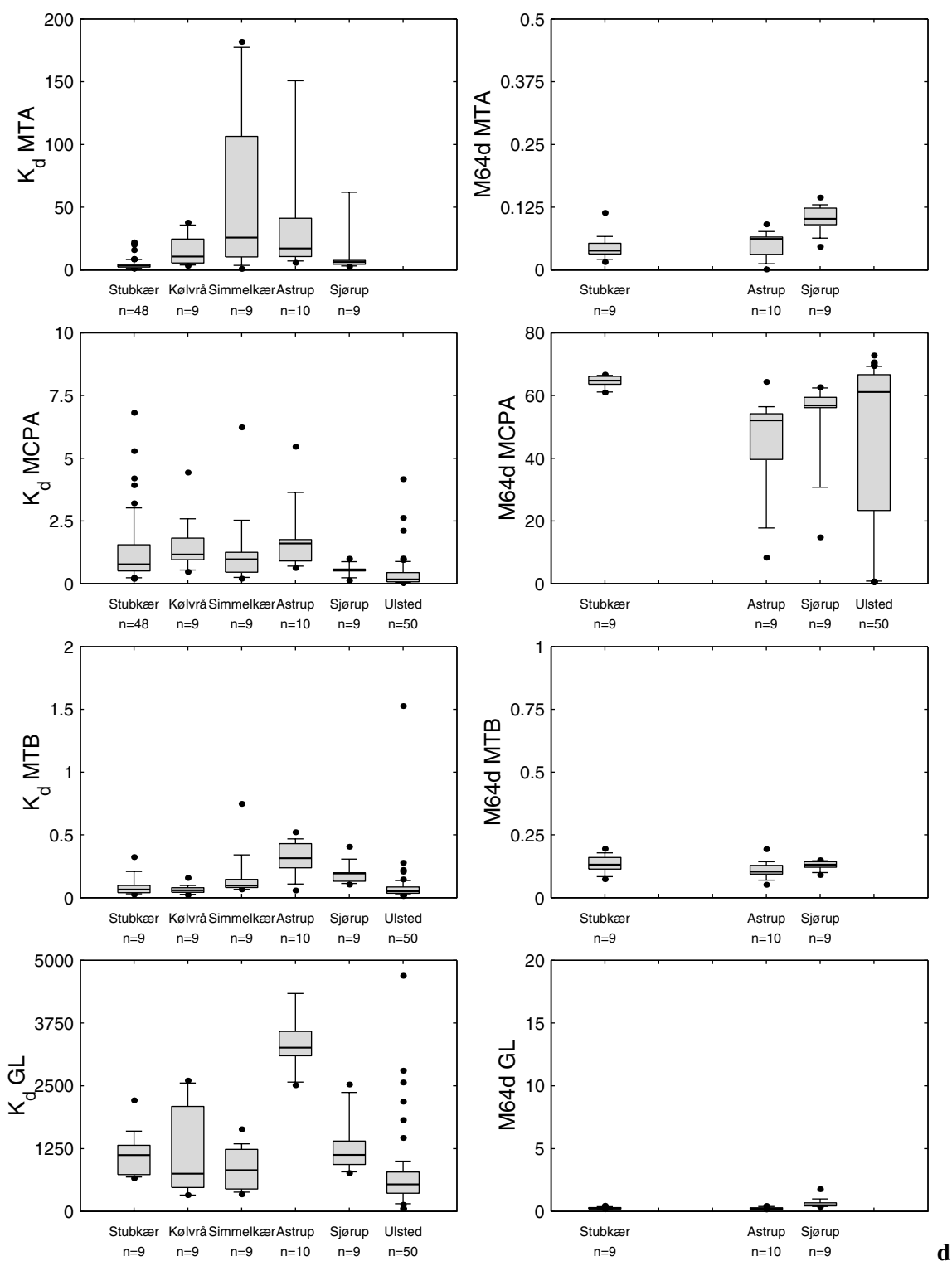
a



b



c

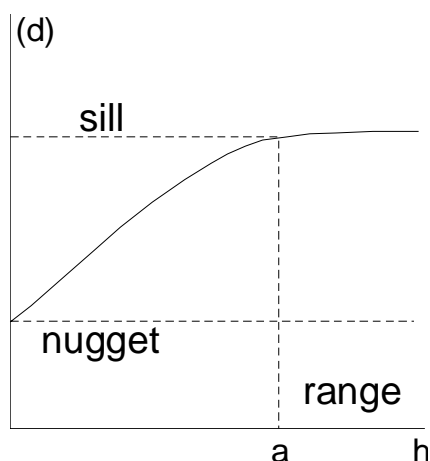


d

Figur 3A.2a-d. Boxplot af median og spredning for grupper af parametre med betydning for pesticidudvaskningen, bestemt for jordprøver udtaget i B- eller C-horisonten, hvor **a** er jordfysiske parametre, **b** kemiske parametre, **c** er mikrobiologiske, og **d** pesticidspecifikke parametre. Se Fig. 3A.1 for boxplot indstillinger.

Geostatistik

EM38. Ved EM38 målinger integreres den elektriske ledningsevne i intervallet ned til 1–2 meters dybde. Den elektriske ledningsevne korrelerer stærkt til jordens lerindhold og svagere til humusindholdet. De mange EM38 måleresultater kan behandles geostatistisk, og det enkelte landskabselements variabilitet kan karakteriseres ved parametrene Mean, Range, Sill og Nugget variabilitet. Sill er variansen i afstand større end Range, dvs. variansen i den afstand hvor korrelationen ophører, jf. Barlebo et al., 2002 (Metoderapport) og fig. 3A.3.



Figur 3A.3. Geostatistiske termer. (d) er varians, h er afstand og a er Range.

Udvælgelsen af undersøgelsesmarker inden for de enkelte landskabselementer samt det præcise sted for detaljerede profilundersøgelser (fuldprofil, se projektrapport nr. 2, Metoder) er foretaget på grundlag af EM38 målinger i et større område omkring lokaliteten. Herved er det tilstræbt at profilundersøgelserne er gennemført på et typisk sted i marken mht. jordens elektriske ledningsevne. Et eksempel fra Ulsted på Yoldiafladen er vist i fig. 3A.4.

Analyserne af EM38 målingerne peger på, at landskabselementtyperne kan karakteriseres ved typiske geostatistiske parametre, jf. tabel 3A.1. Værdierne er baseret på målinger på undersøgelsesmarken og nærliggende marker ved de enkelte fuld profil undersøgelser inden for samme landskabselementtype. Den beregnede variationskoefficient for afstande større end range er et sammenligneligt mål for variabiliteten. Tabel 3A.2 viser resultaterne af de geostatistiske analyser af EM38-data fra alle projektets 24 undersøgelsesmarker samt profillinierne.



Figur 3A.4. Geoelektriske målinger med EM38 på Yoldiafladen (Ulsted) med angivelse af den udvalgte mark og stedet for fuld profil undersøgelser. Høj elektrisk ledningsevne viser hvor de øvre jordlag er lerede mens lave værdier viser hvor de er sandede.

Tabel 3A.1. Oversigt over typiske geostatistiske parametre på otte landskabselementtyper, baseret på måling af elektrisk ledningsevne, jf. tabel 3A.2.

	Mean	Range	Sill	Nugget	Variationskoef. *
	mS/m	m	(mS/m) ²	(mS/m) ²	%
Yoldiaflade (YS)	7	200	14	1,5	53
Alluvialkegle (TS,TG)	4	40 / 200	0,7	0,2	21
Proximal slette (TS; TG)	4	20	0,3	0,2	14
Distal slette (TS, TG)	4	200	1,0	0,7	25
Bakkeø (MS)	10	200	22	2	47
Bakkeø (DS)	8	250	10	1	30
Weichsel Djurs/Him (MS)	6	200 / 50	1,5	1	20
Weichsel Vendsyssel (MS)	6	200 / 50	0,5	1	11

*)
$$\text{Variationskoefficienten} = \frac{\sqrt{\text{Sill}}}{\text{Mean}} * 100$$

Yoldiafladen er generelt karakteriseret ved en relativ høj Mean, hvilket indikerer et relativt højt lerindhold. Variationskoefficienten tyder på stor variabilitet. Hørby lokaliteten afviger fra Ajstrup og Ulsted lokaliteterne ved større Mean, Sill og Nugget, men ligner Ulsted-Ulstedlund profillinien (tabel 3A.2).

Alluvialkegle og proximale og distale smeltevandssletter har relativt lave Mean værdier, der indikerer lavt lerindhold, samt relativt lave Sill værdier, som tyder på stor homogenitet. Dobbelte Range værdier indikerer at variationerne findes i to forskellige skalaer. Det kan være et resultat af at aflejringerne er afsat af to forskellige geologiske processer eller hvis orienteringen af sedimentaflejringer i ikke-symmetriske landskabselementer er forskellige.

Bakkeøen (MS +DS) skiller sig ud som landskabselementet med den højeste Mean, hvilket tyder på generelt større lerindhold end i de øvrige landskabselementtyper. Sill er også relativ høj, som udtryk for stor variabilitet.

Weichsel morænefladen har er relativ lav Sill varians, som indikerer stor homogenitet. Her er også fundet dobbelte Range værdier. Der er kun ringe variation i Mean og Sill for de seks lokaliteter på landskabselementerne (Djursland-Himmerland, Vendsyssel).

Sammenfattende er høje Mean værdier på Yoldiafladen og Bakkeøer udtryk for relative høje lerindhold i forhold til de øvrige landskabselementtyper. Endvidere tyder lave variationskoefficienter på Hedeslette og Weichsel moræne på relativ stor homogenitet i de øverste jordlag i sammenligning med Yoldia sand og Bakkø sand.

Tablet 3A.2. Geostatistisk analyse af EM38 data fra projektets 24 undersøgelsesmarker og profilinier.

Yoldia (YS)	Mean	Range	Sill	Nugget	CV *	Model
	mS/m	m	(mS/m) ²	mS/m ²	%	-
Ajstrup	4,7	280	6,9	0,9	55	Spherical
Hørby	9,7	178	17,9	3,1	43	Spherical
Ulsted	7,2	260	9,3	2,3	42	Exponentiel
Ulsted-Ulstedlund Profilinie	7,9	185	15,9	0,7	50	Spherical

Alluvial kegle (TS)	Mean	Range	Sill	Nugget	CV, %*	Model
Stubbkær, Karup	2,1	197	0,2	0,2	21	Spherical
Frederiks, Karup	4,5	37	0,4	0,3	14	Spherical
Mjøls, Tinglev	6,5	195	1,1	0,5	16	Spherical
Nedre Julianehede (profilinier)	5,3	30	0,9	0,7	18	Spherical
Nørlund (profilinier)	5,1	10	0,5	0,2	14	Spherical
Søbjerg (profilinier)	2,8	7	1,4	0,2	42	Spherical
Ruskær (profilinier)	3,7	10	5,7	0,3	65	Spherical

Proximal smeltevandssand (TS)	Mean	Range	Sill	Nugget	CV, %*	Model
Ilskov, Karup	2,6	11,5	0,2	0,2	17	Spherical
Kølvrå, Karup	3,2	22	0,4	0,2	19	Spherical
Knivsig, Tinglev	7,5	106	2,4	0,3	21	Spherical
Ilskov (profilinier)	4,3	11	17,9	9,3	98	Spherical
Røjen Mosegård (profilinier)	3,1	14	2,2	1,1	47	Spherical
Røjen kær (profilinier)	2,9	13	2,6	2,1	55	Spherical
Røjen (profilinier)	5,6	52	2,3	0,4	27	Spherical

Fortsættes

Fortsat

Distal Smeltevandsand (TS)	Mean	Range	Sill	Nugget	CV, %*	Model
Hoager, Karup	1,8	270	0,4	0,1	35	Spherical
Simmelkær, Karup	5,2	189	1,6	0,9	24	Exponentiel
Emmersker, Tinglev	14	327	28,4	1,1	38	Exponentiel
Snetrup (profilinier)	4,6	13	0,2	0,19	10	Spherical
Simmelkær (profilinier)	5,3	26	1,4	0,5	22	Spherical
Ommose (profilinier)	3,9	37	0,9	0,5	24	Spherical
Hallundbæk (profilinier)	3,9	37	1,0	0,5	25	Spherical

Bakkeø (DS)	Mean	Range	Sill	Nugget	CV, %*	Model
Alle	8,4	329	9,6	0,5	36	Circular
Nr. Felding	8,3	153	14,3	3,6	45	Spherical
Hjortkær	12,4	168	37,1	1,2	49	Circular

Bakkeø (MS)	Mean	Range	Sill	Nugget	CV, %*	Model
Astrup	8,4	330	10,1	0,5	38	Circular
Nr. Felding	8,1	280	19,2	3,4	54	Spherical
Hjortkær	4,8	114	1,2	0,3	22	Circular
Hvingel-Lomborg, Profillinie	18,1	180	1,1	0	6	m

Weichsel (MS)	Mean	Range	Sill	Nugget	CV, % *	Model
Sjørup, Djursland	6,5	178	1,2	0,7	17	Spherical
Låstrup, Himmerland	6,3	23	0,8	0	14	Spherical
Braulstrup, Himmerland	6,6	125	1,2	0,2	18	Spherical
Flyvbjerg, Nordjylland	6,5	178	0,8	0,4	14	Spherical
Hellum, Nordjylland	6,0	56/285* *	0,4	1,5	11	Spherical
Gammelkirke, Nordjylland	6,6	49	0,3	0,7	8	Spherical
Sjørup-Ørbæk, Profillinie	6,6	110	0,95	0,2	15	Spherical

*) Variationskoefficienten, CV, er beregnet ud fra Sill og Mean.

**) Dobbelt Range værdier indikerer forskellige variationsmønstre over korte og store afstande.

Jordfysiske og kemiske parametre. Ved Stubkær (alluvialkegle), Astrup (Bakkeø morænesand) og Sjørup (Weichsel morænesand) er der er indsamlet yderligere prøver langs en transekt i forlængelse af variationsmarken med det formål at få et datasæt af en størrelse der muliggør en geostatistisk undersøgelse af de væsentligste jordparametre (Tabel 3A.3). Antallet af punkter i transekterne er kun stort nok til at antyde variogramernes udseende. For de fleste parametre er det ikke muligt at modellere de eksperimentelle variogrammer. En af grundene til dette kan være det lave antal datapunkter, idet simuleringstest på todimensionale stokastiske fordelinger har vist, at der skal mindst 150 punkter til for at få et troværdigt estimat af variogrammet (Webster & Oliver, 2001).

For de jordparametre, hvor det har været muligt at modellere et variogram (Tabel 3A.3), er der ikke en sammenhæng mellem Range-værdierne for disse variogrammer og Range-værdien for EM38 variogrammerne. Det har ikke været muligt på grundlag af dette relativt lille datasæt at dokumentere en tilsvarende sammenhæng mellem elektrisk ledningsevne målt med EM38 og både ler og humus, som andre undersøgelser peger på (Nehmdahl & Greve, 2001).

Undersøgelser fra Vindum, tyder på, at der i det unge moræne landskab kan være en betydelig lokal (map unit niveau 1:10000) forskel i variogramernes udseende (Greve et al., 2003). Dette bekræftes af de EM38 kortlægninger, der er udført i nærværende projekt, hvor mange variogrammer er nestede (både på Yoldiaflade, hedesletten og det unge moræne landskab), og dermed indikerer, at den rumlige korrelation skal beskrives ved flere fordelinger med forskellig skala.

Tablet 3A.3. Geostatistisk analyse af jordfysiske og kemiske data fra transekt i forbindelse med variationsmarkerne ved Astrup, Sjørup og Stubkær.

Lokalitet	Parameter	Mean	Range	Sill(C+C0)	Nugget
Astrup	Ler	3,9	39,5	0,14	0,05
	Silt	10,2	Unbounded		
	Humus	2,4	Pure nugget		
	Muldykkelse	0,34	Unbounded		
	EM38	4,0	Nested variabilitet, range; 40,60, 90, 125, 225		
Sjørup	Ler	4,9	100	0,34	0,14
	Silt	20,7	Pure nugget		
	Humus	2,1	25,7	0,06	0,02
	Muldykkelse	0,27	Pure nugget		
	EM38	1,1	35,1	0,88	0,3
Stubkær	Ler	5,1	213	0,34	0,17
	Silt	6,8	70,8	1,77	0,3
	Humus	4,0	200	1,4	0,25
	Muldykkelse	0,28	Pure nugget		
	EM38	2,3	36,8	0,26	0,09

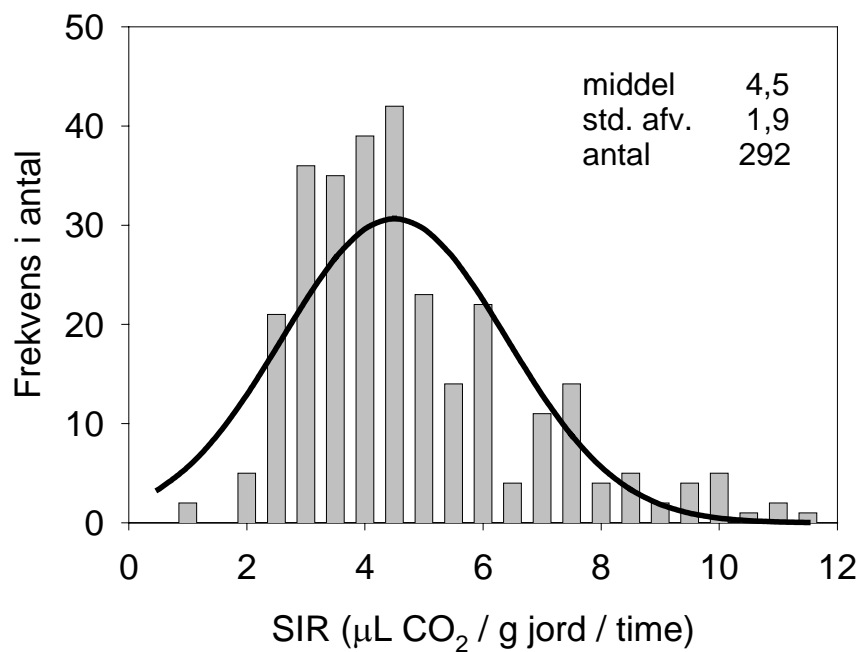
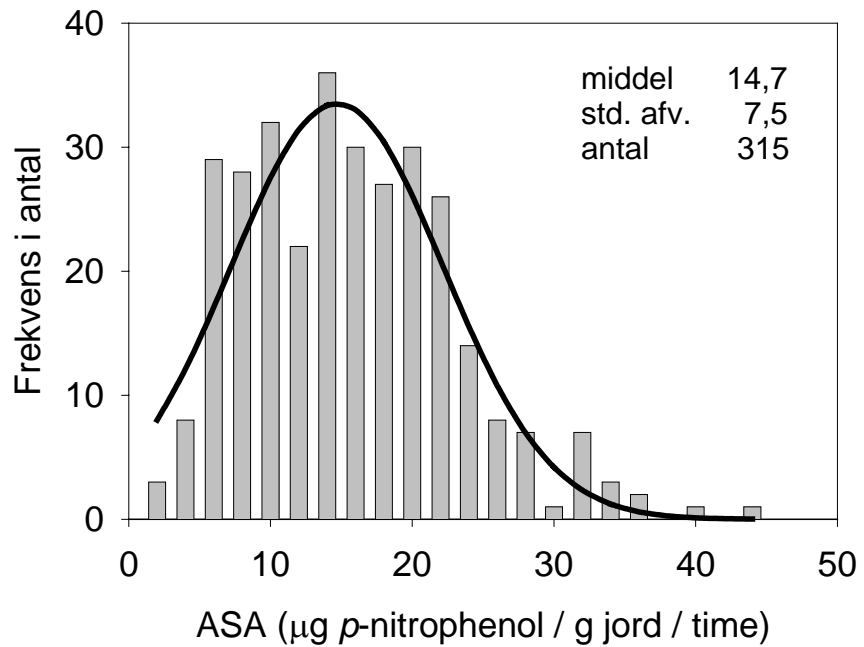
Mikrobiologi.

De mikrobiologiske data, som er indsamlet i projektet og ligger til grund for vurderingen, er sammenfattet i tabel 3A.4. En mere udførlig oversigt over de mikrobiologiske undersøgelser er præsenteret i rapporterne for de enkelte landskabselementer. I det følgende behandles de to parametre ASA (arylsulfatase aktivitet) og SIR (substrat-induceret respiration), der indgår i de udvalgte korrelationsanalyser. Som datagrundlag anvendes målinger fra overjorden, hvor der er bestemt markvariation for seks af de otte lokaliteter

Tabel 3A.4. Deskriptiv statistik for de mikrobiologiske parametre.

Parameter Landskabs- element	Arylsulfatase aktivitet, ASA ($\mu\text{g } p\text{-nitrophenol g}^{-1} \text{ time}^{-1}$)					Substrat-induceret respiration, SIR ($\mu\text{L CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ time}^{-1}$)				
	Min	maks	middel	std	antal	min	maks	middel	std	antal
Yoldia- Flade	8,3	38,4	17,1	7,3	51	2,6	9,7	5,1	1,5	51
Alluvial- kegle	9,2	31,8	20,7	5,9	48	2,0	7,8	3,7	1,2	48
Proximal smelte- vands-slette	0,8	19,2	7,0	3,2	49	1,8	9,1	3,9	1,7	30
Distal smel- tevands- slette	2,0	16,5	7,1	3,1	48	0,9	9,2	3,2	1,8	48
Bakkeø, MS	10,2	24,5	16,1	3,7	51	3,1	10,8	6,4	2,1	51
Bakkeø, DS	7,2	33,9	23,9	14,6	3	4,1	6,0	5,1	1,3	2
Djurs- Himmerl. MS	6,5	26,9	16,3	4,3	46	2,8	6,5	4,2	0,8	46
Vendsyssel, MS	16,2	24,5	20,4	4,2	3	na	na	na	na	Na

Arylsulfatase aktiviteten afspejler jordens indhold af biologisk aktive enzymer. Værdierne målt i projektet spænder fra 0,8 til 38,4 $\mu\text{g } p\text{-nitrophenol g}^{-1} \text{ time}^{-1}$. Middelværdierne spænder fra 7,0 til 23,9 $\mu\text{g } p\text{-nitrophenol g}^{-1} \text{ time}^{-1}$ med de laveste middelværdier på den proximale og distale smeltevandsslette. Disse værdier svarer til tidligere målinger i danske overjorde, hvor gennemsnitsværdier for sandjorde ligger på 14,5 $\mu\text{g } p\text{-nitrophenol g}^{-1} \text{ time}^{-1}$, mens niveauet for lerjorde ligger på 23,5-29,9 $\mu\text{g } p\text{-nitrophenol g}^{-1} \text{ time}^{-1}$. Frekvensfordelingen af de målte aktiviteter viser en jævn kurve, der kan approximeres med en normalfordelingskurve med middelværdi 14,7 og standardafvigelse 7,5 (Fig. 3A.5).



Figur 3A.5. Frekvensfordeling for målinger af arylsulfatase aktivitet (ASA) og substrat-induceret respiration (SIR) i overjord fra de undersøgte lokaliteter. De optrukne kurver viser normalfordelingen for de pågældende datasæt.

Den substrat-inducerede respiration afspejler indirekte jordens mikrobielle biomasse. Målingerne spænder fra 0,9 til 10,8 $\mu\text{L CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ time}^{-1}$. Middelværdierne for de undersøgte lokaliteter spænder fra 3,2 til 6,4 $\mu\text{L CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ time}^{-1}$. Dermed er denne parameter, sammenlignet med aarylsulfatase aktiviteten, meget homogen på de undersøgte lokaliteter.[FPV]. Niveauet er lidt lavere end i tidligere undersøgelser (4,1 til 14,0 $\mu\text{L CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ time}^{-1}$), men dog i overensstemmelse med at disse målinger blev foretaget i sandblandede lerjorde. Frekvensfordelingen af de målte aktiviteter viser en jævn kurve, der kan approksimeres med en normalfordelingskurve med middelværdi 4,5 og standardafvigelse 1,9 (fig. 3A.5).

Samlet set befinder de målte værdier for ASA og SIR sig i et område, der er almindeligt for danske jordtyper (Elsgård et al. 2002, Vinter et al. 2001).

Samlet konklusion for bilag 3A

På en skala svarende til variationsmarkerne (1,5–3 ha) er det, ud fra jordprøverne, ikke muligt på baggrund af det foreliggende datagrundlag at vurdere, om der er forskel i variabiliteten markerne i mellem. EM38 målingerne giver derimod god mulighed for at vurdere forskelle i variabiliteten både på mark- og landskabstypeniveau. EM38 undersøgelserne viser, at der i de øverste 1 – 2 m u. t. er en relativ lille variabilitet inden for alluvialkegle, proximale og distale smeltevandssletter samt Weichsel morænefladen, mens variabiliteten er større inden for Yoldiafladen og på bakkeøer.

På lidt større skala har georadarundersøgelser, sammenholdt med geologiske data fra udgravninger og borer, vist, at den laterale geologiske variabilitet i op til 10–15 m dybde på marker og langs profillinier inden for alluvialkegle, proximale og distale smeltevandssletter er relativt lille mens den inden for Yoldiafladen, bakkeøer og Weichsel morænen er moderat til relativ stor. Uoverensstemmelsen i vurderingen af variabiliteten på Weichsel morænen mellem EM38 og georadarundersøgelserne kan eventuelt forklares ved, at der er en større variation i underjorden (under EM38 metodens indtrængningsdybde) eller at der indgår data fra lokaliteter, hvor der ikke både er målt EM38 og georadar, hvorved datagrundlaget for vurderingerne er forskelligt. Derudover har andre EM38 undersøgelser dog vist, at der også kan være stor variation på Weichsel morænen (Greve et al. 2003).

På en væsentlig større skala og på baggrund af teksturanalyser fra de landdækkende jordbundsdata-baser vurderes det specielt på basis af lerindholdet, at der inden for alluvialkegle, proximale og distale smeltevandssletter samt Weichsel morænefladen er en relativ lille variabilitet mens variabiliteten er større inden for Yoldiafladen og på bakkeøer.

Undersøgelserne viser desuden, at landskabselementerne er karakteristisk forskellige med hensyn til tekstur og humus. Den vigtigste forskel mellem Yoldia- og hedesletteaflejringerne fremgår af sand-fraktionernes indbyrdes fordeling, disse landskabselementer adskiller sig fra Weichsel moræneflade og Bakkeøer, der er karakteriseret ved meget dårlig sorteret sandfraktioner.

Referencer:

Elsgaard, L., Andersen, G. H. and Eriksen, J. (2002) Measurement of arylsulphatase activity in agricultural soils using a simplified assay. *Soil Biology and Biochemistry* 34, 79-82

Greve, M. H., Nehmdahl, H. & Krogh, L., 2003. Soil mapping on the basis of soil electrical conductivity measurements with EM38. p. 26-34. In: B. Lindén and S. Olesen (ed.) Implementation of Precision Farming in Practical Agriculture. Proc. Seminar No. 336, Nordic Association of Agricultural Scientists, Skara, Sweden. 10 - 12 Jun. 2002. DIAS Report, Plant Production No. 100, Tjele, Denmark.

Nehmdahl, H. & Greve M.H., 2001. Using soil electrical conductivity measurements for delineating management zones on highly variable soils in Denmark. p. 461-466 In: G. Grenier and S. Blackmore (ed.) Proc. of the 3rd European Conference on Precision Agriculture, Montpellier, France. 18-20. Jun. 2001. Vol. 1. ISBN 2-900792-13-4.

Vinther, F. P., Elsgaard, L. and Jacobsen, O. S. (2001) Heterogeneity of bacterial populations and pesticide degradation potentials in the unsaturated zone of loamy and sandy soils. *Biology and Fertility of Soils* 33, 514-520

Webster, R., & Oliver, M.A., 2001: *Geostatistics for environmental Scientist*. 271 pp. John Wiley and Sons Ltd. England.

H.C. Barlebo, V. Ernstsén, P.R. Jacobsen, E. Nygaard, S. Torp, H. Vosgerau, I. Møller, M.H. Greve, B.V. Iversen, O H. Jacobsen, F.P. Winther, L. Elsgaard, U.C. Brinch, C.S.Jacobsen, R.Juhler og S.E. Olesen, 2002. Undersøgelses- og analysemetoder anvendt i forbindelse med undersøgelser af sandlokaliteter: Hvilke metoder er anvendt, og hvilke overvejelser er gjort? Koncept for Udpegning af Pesticidfølsomme Arealer, Rapport nr. 2, Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse, Miljøministeriet, 62 pp.

